

FEN BİLİMLERİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR: NANOTEKNOLOJİDEN EKOFİZYOLOJİYE

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Merivan ŞAŞMAZ, Prof. Dr. Armağan KAYA



İKSAD
Publishing House

FEN BİLİMLERİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR: NANOTEKNOLOJİDEN EKOFİZYOLOJİYE

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Merivan ŞAŞMAZ

Prof. Dr. Armağan KAYA

YAZARLAR

Prof. Dr. Armağan KAYA

Prof. Dr. Candan KUŞ ŞAHİN

Prof. Dr. Tuğba ÖZBUCAK

Prof. Dr. Zehra Tuğba MURATHAN

Doç. Dr. Behçet Özgür ALAYDİN

Dr. Öğr. Üyesi Cemil SADULLAHOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Emre AKÇAY

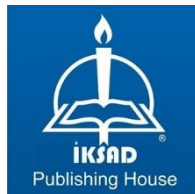
Dr. Öğr. Üyesi Sedat KESİCİ

Dr. Gülaycan POLAT KESKİN

Arş. Gör. Büşra KUTLU

Biyolog Abbas KIRMIZIBAYRAK

Beyza SAVA



Copyright © 2025 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2025©

ISBN: 978-625-378-436-2

Cover Design: İbrahim KAYA

December / 2025

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
------------	---

BÖLÜM 1

İKİ BOYUTLU YARIİLETKEN KUANTUM TELLERİNİN ELEKTRONİK VE OPTİK ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Behçet Özgür ALAYDİN.....	3
------------------------------------	---

BÖLÜM 2

Laurocerasus officinalis M. ROEM YAPRAKLARINDA YÜKSEKLİK VE YAĞIŞA BAĞLI BAZI ELEMENTLERİN DEĞİŞİMİ

Dr. Gülaycan POLAT KESKİN

Prof. Dr. Tuğba ÖZBUCAK.....	21
------------------------------	----

BÖLÜM 3

İÇ MEKANDA KULLANILAN SÜS BİTKİLERİNİN TOKSİKOLOJİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Arş. Gör. Büşra KUTLU

Beyza SAVA

Prof. Dr. Candan KUŞ ŞAHİN.....	43
---------------------------------	----

BÖLÜM 4

NEMRUT DAĞI (TATVAN/BİTLİS) KALDERASI VE CİVARININ MAKROMANTAR ÇEŞİTLİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Emre AKÇAY

Dr. Öğr. Üyesi Cemil SADULLAHOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Sedat KESİCİ.....	53
----------------------------------	----

BÖLÜM 5

FARKLI EKOLOJİLERDE YETİŞEN HÜNNAP (*Ziziphus Jujuba* Mill.) MEYVELERİNİN BİYOAKTİF BİLEŞEN İÇERİKLERİ

Prof. Dr. Zehra Tuğba MURATHAN

Prof. Dr. Armağan KAYA.....	81
-----------------------------	----

BÖLÜM 6

BİYOAKTİF BİLEŞENLER AÇISINDAN YENİLEBİLİR ÇİÇEKLER

Biyolog Abbas KIRMIZIBAYRAK

Prof. Dr. Zehra Tuğba MURATHAN.....91

ÖNSÖZ

1- İki Boyutlu Yarıiletken Kuantum Tellerinin Elektronik ve Optik

Özellikleri- Yarıiletken nanoyapılar, modern elektronik ve optoelektronik aygıtların performansını belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, kuantum kuyularından kuantum tellerine ve kuantum noktalara doğru evrilen yapıların fiziksel özelliklerinin anlaşılması, yüksek verimli aygıt tasarımlarında kritik bir rol oynamaktadır. Bu bölümde, iki boyutlu yarıiletken kuantum tellerinin (QWW) elektronik ve optik özellikleri etkin kütle yaklaşımı altında zamandan bağımsız Schrödinger denklemi kullanılarak incelenmiştir. Farklı potansiyel geometrileri ve fiziksel parametrelerin etkileri analitik ve nümerik yöntemlerle değerlendirilmiş, elde edilen bulgular literatürdeki güncel çalışmalarla ilişkilendirilmiştir. Çalışmanın amacı, nanoyapıların temel davranışlarını ortaya koyarak ileri düzey yarıiletken teknolojilerine yönelik teorik bir çerçeve sunmaktır.

2- *Laurocerasus officinalis* M. Roem Yapraklarında Yükseklik ve

Yağışa Bağlı Bazı Elementlerin Değişimi - Dünyamızın geleceğini büyük ölçüde tehdit eden küresel iklim değişikliği bitki gelişimi üzerinde önemli riskler oluşturmaktadır. Bu bölüm, bitkilerdeki element birikiminin yükselti ve yağış gibi temel çevresel faktörlere nasıl tepki verdiğini ortaya koyarak ekofizyolojinin kritik bir boyutunu aydınlatmaktadır. İklim bileşenlerinde oluşan farklılıklara karşı bitki besin elementi dinamiklerinin ekofizyolojik yanıtlarını belirlemek bitkisel üretimin sürdürülebilirliği açısından hiç kuşkusuz önemlidir.

3- İç Mekanda Kullanılan Süs Bitkilerinin Toksikolojik Açıdan

Değerlendirilmesi- İç mekân bitkileri, bulundukları ortama estetik bir dokunuş kazandırarak modern yaşamın tekdüze ve stresli yapısını dengelemeye yardımcı olur. Bununla birlikte estetik ve psikolojik faydaları ile ön plana çıkan iç mekân bitkilerinin insan ve hayvan sağlığı üzerine olumsuz etkileri fazla bilinmemektedir. Bu çalışma iç mekânda yaygın olarak kullanılan bitki türlerinin içerdiği toksik maddelerin sağlık üzerine olumsuz etkileri konusunda bir farkındalık oluşturmaktadır.

4- Nemrut Dağı (Tatvan/Bitlis) Kalderası ve Civarının

Makromantar Çeşitliliği- Türkiye'de makromantarlar üzerine yapılan araştırmalar 19. yüzyıla dayanmakla birlikte günümüzde Türkiye mikobiyotası henüz tam olarak aydınlatılmamıştır. Çalışma Nemrut dağı özelinde

makromantar çeşitliliğini açığa çıkararak Türkiye mikobiyotasının ortaya çıkarılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca bölgede tespit edilen mantarların yenilebilir ve zehirli özelliklerini vurgulayarak toplum sağlığı ve doğa eğitimi açısından değerli bir kaynak sunmaktadır.

5- Farklı Ekolojilerde Yetişen Hünnap (Ziziphus Jujuba Mill.) Meyvelerinin Biyoaktif Bileşen İçerikleri- Bitkilerin antioksidan içerikleri sadece sağlık açısından değil, bitkisel ürünlerin pazar değeri açısından da önemlidir. Bu çalışma Türkiye'nin Akdeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerinde yetiştirilen hünnap meyvelerinin antioksidan içeriklerini kıyaslayarak farklı ekolojik koşulların bitkilerin antioksidan kapasitelerini nasıl etkilediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca sağlık için sayısız faydaya sahip hünnap meyvelerinin tanınırlığı açısından önemlidir.

6- Biyoaktif Bileşenler Açısından Yenilebilir Çiçekler- Yüksek besin değeri ve estetik görünümleri ile ön plana çıkan yenilebilir çiçeklerin fonksiyonel gıda olarak tüketilmesi ve ayrıca doğal antioksidan olarak kullanılması yaygındır. Bu çalışma yenilebilir çiçeklerin zengin biyoaktif bileşenlerini açıklayan bir derleme niteliğinde olup, bu bitkilerin beslenme ve sağlık açısından değerinin anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Editörler

BÖLÜM 1

İKİ BOYUTLU YARIİLETKEN KUANTUM TELLERİNİN ELEKTRONİK VE OPTİK ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Behçet Özgür ALAYDİN¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17936932>

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Sivas, Türkiye. balaydin@cumhuriyet.edu.tr, orcid id: 0000-0003-0935-4836

1. GİRİŞ

Yarıiletken teknolojisi günümüzde elektronik aygıtların bünyesinde mikroişlemciler, trasistörler, ışık yayan diyotlar (Light-Emittind Diode-LED), fotodiyotlar ve lazerlerde kullanılmakta ve bu aygıtların temel bileşenlerini veya çoğunlukla ham maddelerini oluşturmaktadırlar. Yarıiletkenler, bu aygıtların temel yapıtaşını oluştururken kullanılan formları farklılık gösterebilmektedir. İletkenliklerinin değiştirilebilir olması ile başlayan yolculuk, özellikle enerji-bant mühendisliği sayesinde ulaşılabilir enerji (dalgaboyu) aralığı genişlemiştir. Böylece UV bölgesinden THz bölgesine kadar çalışan optik aygıtlar ve yüksek güçlü elektronik aygıtlar üretilebilmiştir. Böylece kullanım alanları da artmıştır. Elemental yarıiletkenlerden (silisyum ve germanyum) molekül yarıiletkenlere (III-V yarıiletkenler) kadar uzanmakla beraber beşli alaşım yarıiletkenler ($Al_xGa_yIn_{1-x-y}As_zP_wSb_{1-z-w}$) artık sıkça kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra fiziksel şekilleri de değişiklik göstermektedir. İlk yıllarda külçe (bulk) tipinde yarıiletkenler aygıt yapısında kullanılırken sonraki yıllarda bir boyutlu uzaysal kuşatmanın olduğu kuantum kuyuları (Quantum Well - QW) sıkça kullanılmıştır (Brugger & Epperlein, 1990; Silberberg et al., 1984; Tarucha & Okamoto, 1986; Vaucher et al., 1982). QW tabanlı yarıiletkenlerin performansının arttırılmasına dönük teorik ve deneysel çalışmalar hız kazanmış literatürde birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. QW'lerin elektronik ve optik özellikleri potansiyel yüksekliği ve QW kalınlığına bağlı olarak araştırılmıştır (Ozturk et al., 2004; Ozturk & Sokmen, 2007). Temel parametreler sonrasında QW şekli ile ilgili birçok teorik araştırma yayınlanmıştır. Parabolik, yarı-parabolik, ters-parabolik, kademeli doğrusal gibi birçok farklı fiziksel şekle sahip QW'ler hakkında araştırma yapılmıştır (Aydinoglu et al., 2022; Baskoutas et al., 2011; Zhang & Xie, 2003). Bunun yanı sıra Rosen-Morse, Woods-Saxon, Tietz-Hua, Pösch-Teller, Razavy gibi özel isimlerle adlandırılan QW şekilleri de araştırma konusu olmuştur (Haghighatzadeh & Attarzadeh, 2023; Hien, 2023; Kavitha et al., 2024; Tietz, 1963; Yıldırım & Tomak, 2005; Zhang et al., 2022). Bunlara ek olarak elektrik alan (EA – electric field), manyetik alan (MA – magnetic field), yoğun lazer alanı (YLA – intense laser field), hidrostatik basınç ve sıcaklığın da QW'lerin elektronik ve optik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır (Gell et al., 1987; Sayrac, 2021; Tuzemen, 2024; Zhang et al., 2018). Bu araştırmaların sonucu olarak 2010'lu yıllara kadar QW içeren yarıiletken aygıtlar yüksek performans

ve verim göstermişlerdir ve hali hazırda birçok yarıiletken aygıt bünyesinde kullanılmaktadırlar. Ancak, artan güç ve hız ihtiyacı daha verimli yarıiletken aygıtların geliştirilmesini mecbur kılmaktadır. Bu sebeple de araştırmacılar daha iyi elektronik ve optik özellikleri olan, performans ve verim açısından üstün olan diğer yarıiletken yapılara odaklanmışlardır. Bunun sonucu olarakta iki ve üç boyutta uzaysal kuşatmanın olduğu kuantum telleri (Quantum Well Wire - QWW) ve kuantum noktaları (Quantum Dot - QD) araştırmacıların dikkat çekmiştir. Bu noktadan itibaren yarıiletken tabanlı araştırmalar QWW ve QD'ler üzerine kaymıştır ve literatürde araştırmalar günümüzde de yoğun şekilde devam etmektedir.

Bu sistemlerden 2-boyutlu QWW'ler üzerine çalışmalar literatürde yoğun şekilde devam etmektedir ve teorik araştırmalar deneysel çalışmalara öncülük etmektedir. QWW'ler üzerine yapılan ilk öncü çalışmalardan biri 2006 yılında Barseghyan ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir ve dış bükey taban şekline sahip bir QWW'nin alt bantlar arası soğurma özelliği MA altında incelenmiştir (Barseghyan et al., 2006). Sonraki yıllarda YLA altında dairesel tabanlı (silindirik QWW) QWW'nin optik özellikleri Niculescu ve arkadaşları tarafından incelenmiştir (Niculescu et al., 2011). Daha sonra koaksiyel potansiyel şekline sahip QWW'nin doğrusal olmayan özellikleri Karimi ve diğerleri tarafından incelenmiştir (Karimi & Rezaei, 2012). Bu çalışmalarda QWW'lerin simetrik yapısı sebebiyle çalışmalar soğurma katsayısı ve kırılma indisi değişimi üzerine yoğunlaşmıştır. 2023 yılında Alaydin ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, EA, MA ve YLA'nın birlikte uygulandığı bal peteği şekline sahip QWW'de literatürde ilk defa ikinci harmonik ve üçüncü harmonik jenerasyon katsayıları hesaplanabilmiştir (Alaydin et al., 2023). Literatürde QWW'ler üzerine çalışmalar devam etmektedir. Bu sebeple yapılan analitik ve nümerik çalışmaları tipik olarak fiziksel parametrelere bağımlılık ve harici dış alanlar (external fields) etkisi altında olarak ayırmak uygun olacaktır. Fiziksel parametreleri QWW taban genişliği, taban şekli ya da kuşatma potansiyeline bağımlılık olarak verebiliriz.

Bu kitap bölümünde iki-boyutlu zamandan bağımsız Schrödinger denklemi GaAs/AlGaAs QWW için oluşturulmuştur. Farklı potansiyel şekilleri (kare, üçgen, daire ve altıgen tabana sahip) öncelikle fiziksel parametrelere bağlı olarak etkin kütle yaklaşımıyla sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak çözülmüştür. Dalga fonksiyonları ve ilk beş bağlı durum enerji özdeğeri elde

edilmiştir. Dalga fonksiyonları kullanılarak da dipol moment matris elemanları (DMME - Dipol Moment Matrix Element) hesaplanmıştır.

2. İKİ-BOYUTLU ZAMANDAN BAĞIMSIZ SCHRÖDINGER DENKLEMİNİN ÇÖZÜMÜ, DALGA FONKSİYONLARI VE ENERJİ ÖZDEĞERLERİNİN BULUNMASI

İki-boyutlu GaAs/AlGaAs QWW'nin zamandan bağımsız Hamiltonyeni

$$H = \frac{1}{2m^*} (\vec{P} + e \vec{A}(\vec{r}))^2 + e \vec{F}(\vec{r}) \cdot \vec{r} + V(\vec{r}) \quad (1)$$

ile verilir (Alaydin et al., 2023). Burada $\vec{P}$ momentum operatörü, $\vec{A}(\vec{r})$ r-doğrultusundaki vektör potansiyeli, $\vec{F}(\vec{r})$ r doğrultusundaki elektrik alan vektörü ve $V(\vec{r})$ potansiyel enerjidir. İndirgenmiş zamandan bağımsız Schrödinger denklemi ise aşağıdaki gibi elde edilir (Niculescu et al., 2014; Toscano-Negrette et al., 2023).

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m^*} \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} \right) + \frac{e^2 B^2}{2m^*} (x^2 + y^2) + e \vec{F}(x, y) \cdot \vec{r}(x, y) + V(x, y) \right) \psi(x, y) = E \psi(x, y) \quad (2)$$

Burada e elektron yükü, m^* elektron etkin kütesidir ve GaAs/AlGaAs QWW heteroyapısı için yaklaşık olarak $0.067m_0$ olarak alınmıştır (m_0 serbest elektron kütesidir) (Karimi & Keshavarz, 2012). MA vektör potansiyeli iki boyutta $\vec{A}(\vec{r}) = (-B_y, B_x, 0)$ 'dır ve MA şiddeti $\vec{B} = (0, 0, B)$ 'dir (Al-Naghmaish et al., 2022). EA ise iki-boyutta $\vec{F}(x, y) = F_x \vec{x} + F_y \vec{y}$ 'dir. $\vec{r}(x, y)$ ise yer değiştirme vektörüdür. Bu çalışmada harici dış alanlar olmadığı için EA, MA ve YLA şiddetleri sıfırdır ve Schrödinger denklemi denklem (3)'teki gibidir.

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m^*} \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} \right) + V(x, y) \right) \psi(x, y) = E \psi(x, y) \quad (3)$$

Burada $V(x, y)$ ise iki-boyutta potansiyel enerjidir. (3) numaralı denklemdeki ikinci-dereceden diferansiyel denklem ise aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} = -2 \text{diag}(\text{ones}(1, N_x N_y)) + \text{diag}(C_{xy}, -N_y) + \text{diag}(C_{xy}, N_y) \quad (4)$$

$C_{xy} = \text{ones}(1, (N_x - 1)N_y)$, N_x ve N_y nümerik hesaplamada kullanılan matris uzunluklarıdır ve QWW bölgesinin sınırlarını belirlemektedirler. İki-boyutlu zamandan bağımsız Schrödinger denklemini çözebilmek için matrisler köşegen matris haline getirilmiştir. Sonlu elementler yöntemi kullanılarak etkin kütle yaklaşımı altında (2) numaralı denklem MATLAB ile çözülebilmektedir (Altun et al., 2022; Nakamura et al., 1989). Bu durumda öncelikle dalga fonksiyonları ve enerji özdeğerleri ilk beş (temel durum dışında birinci ile ikinci ve üçüncü ile dördüncü uyarılmış durumlar dejenere olduğu için ilk beş enerji özdeğeri alınmıştır) bağlı durum enerji seviyesi için elde edilmiş ve sonrasında ilk dört bağlı durum için mümkün olan geçişlere ait DMME'ler denklem (4)'teki gibi hesaplanmıştır.

$$M_{fi} = \langle \psi_f(x, y) | x | \psi_i(x, y) \rangle \quad (4)$$

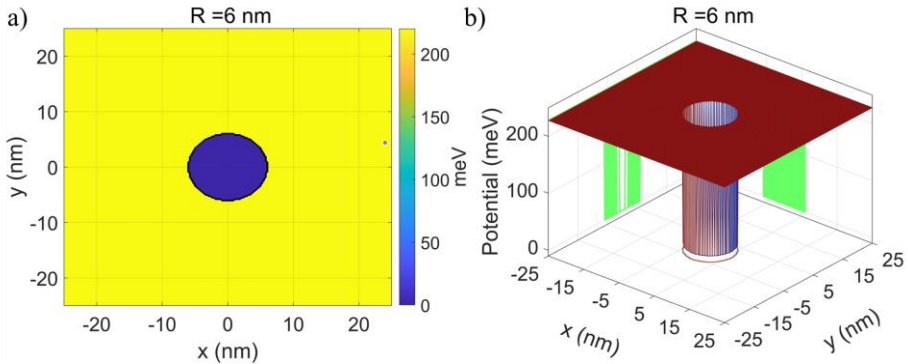
Burada M_{fi} DMME'ler, $\psi(x, y)$ dalga fonksiyonudur.

3. FİZİKSEL PARAMETRELERİN ELEKTRONİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Hesaplamalarda Alüminyum (Al) alaşım oranı %20-%45 arasında alınmış olup, tüm hesaplamalar GaAs/AlGaAs heteroyapısı için gerçekleştirilmiştir. Bu alaşım aralığında potansiyel yükseklikleri 150 - 337 meV arasındadır (Karimi & Rezaei, 2012; Niculescu et al., 2011). Bu kısımda herhangi bir harici alan (EF, MF ve ILF) uygulanmamıştır, sadece fiziksel parametrelerin etkisi incelenmiştir.

3.1 Fiziksel parametreler: QWW taban genişliğinin etkisi

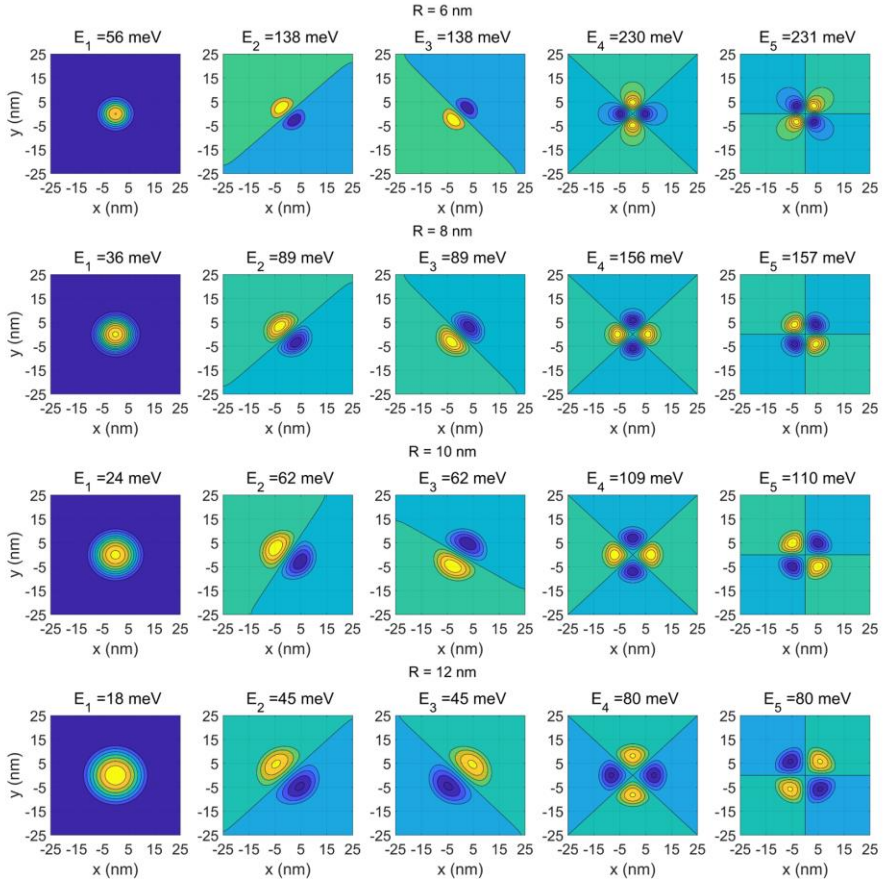
Schrödinger denklemi öncelikle literatürde en sık kullanılan dairesel taban şekline sahip silindirik QWW için çözülmüştür. QWW yarıçapı 6 nm ile 12 nm arasında değiştirilmiştir (8, 10 ve 12 nm yarıçapa sahip QWW potansiyelleri şekil karışıklığını önlemek için ayrıca verilmemiştir).



Şekil 1: GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As silindirik QWW'nin a) iki ve b) üç boyutlu potansiyel profillerinin gösterimi.

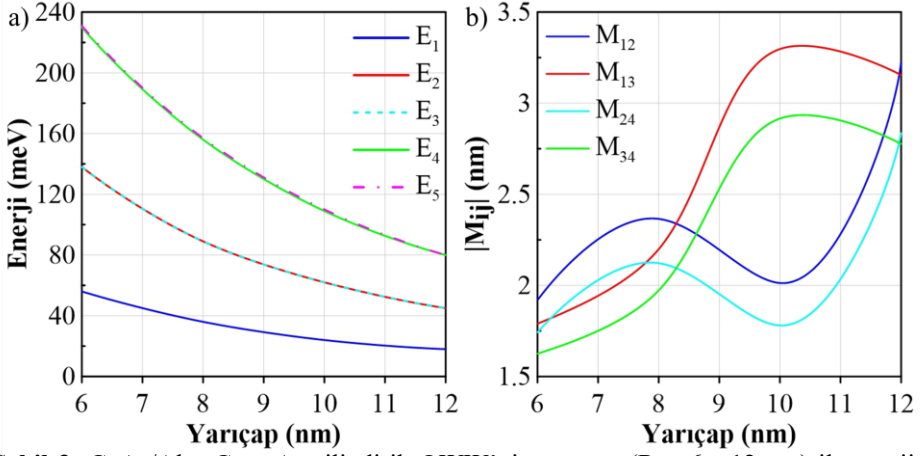
Şekil 1'de GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As silindirik QWW'nin a) iki ve b) üç boyutlu potansiyel profillerinin gösterimi verilmiştir. Her bir ekseninde toplam uzunluk 50 nm olarak alınmıştır. Şekil 1a'da gösterildiği üzere QWW'nin merkezi x-y düzleminin merkezindedir ve merkezden 6 nm yarıçap genişliğinde QWW'nin tabanı bulunmaktadır. 6 nm'den sonra potansiyel yüksekliği 228 meV'dir. Şekil 1b'de üç-boyutlu potansiyel şeklinin x, y ve z eksenlerinde silindirik QWW yapısı ve yansımaları görülmektedir.

Şekil 2'de GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As silindirik QWW'nin farklı yarıçaplar için ilk beş dalga fonksiyonu gösterilmektedir. Temel enerji durumu tüm yarıçap değerleri için Gaussian lokalizasyona sahiptir ve yarıçap artışı ile sadece lokalizasyon alanı artmaktadır. R = 6 nm için birinci ve ikinci uyarılmış durumlar dejenere durumdadır ve sadece uzaysal lokalizasyon açıları farklıdır. Üçüncü ve dördüncü durumlar ise bağlı durumlar değildir, çünkü enerji değerleri potansiyel yüksekliğinin üzerindedir. Enerji değerleri potansiyel yüksekliğinin üzerindedir. R > 6 nm yarıçap değerinde ilk beş enerji özdeğeri bağlı durumdadır. Birinci ve ikinci uyarılmış durumlar ile üçüncü ve dördüncü uyarılmış durumlar tam dejenere haldedir. Dalga fonksiyonlarının uzaysal lokalizasyonu 90 derece dönmüştür. Yarıçaptaki artış ile enerji özdeğerleri ters orantılı olarak değişmektedir. QWW taban genişliği arttıkça enerji özdeğerleri QW'lerde olduğu gibi azalmaktadır.



Şekil 2: GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As silindirik QWW'nin ilk beş bağlı durumlarının farklı yarıçap ($R = 6 - 12$ nm) değerleri için dalga fonksiyonları.

Şekil 3'te yarıçapa bağlı olarak GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As silindirik QWW'nin enerji ve DMME değişimleri gösterilmektedir. M_{12} , M_{13} , M_{24} ve M_{34} değişimleri gösterilmiştir. Diğer DMME değerleri sıfır olduğu için karmaşıklığı önlemek için bunlar şekillerde gösterilmemiştir. Yarıçap arttıkça enerji özdeğerlerinin düşük enerji değerlerine kayması Şekil 3a'da açık olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra Şekil 3b'de görüldüğü üzere dejenere durumların enerjilerinin aynı olduğu gözlenmiştir. DMME değerleri ise çok dar bir aralıkta (1,5 – 3,5 nm) salınım göstermektedirler. Bu durum DMME'lerin yarıçaptan bağımsız olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak QWW yarıçapındaki artış lokalizasyon alanını arttırmaktadır ve enerji özdeğerleri yarıçap ile ters oranlı olarak değişmektedir.

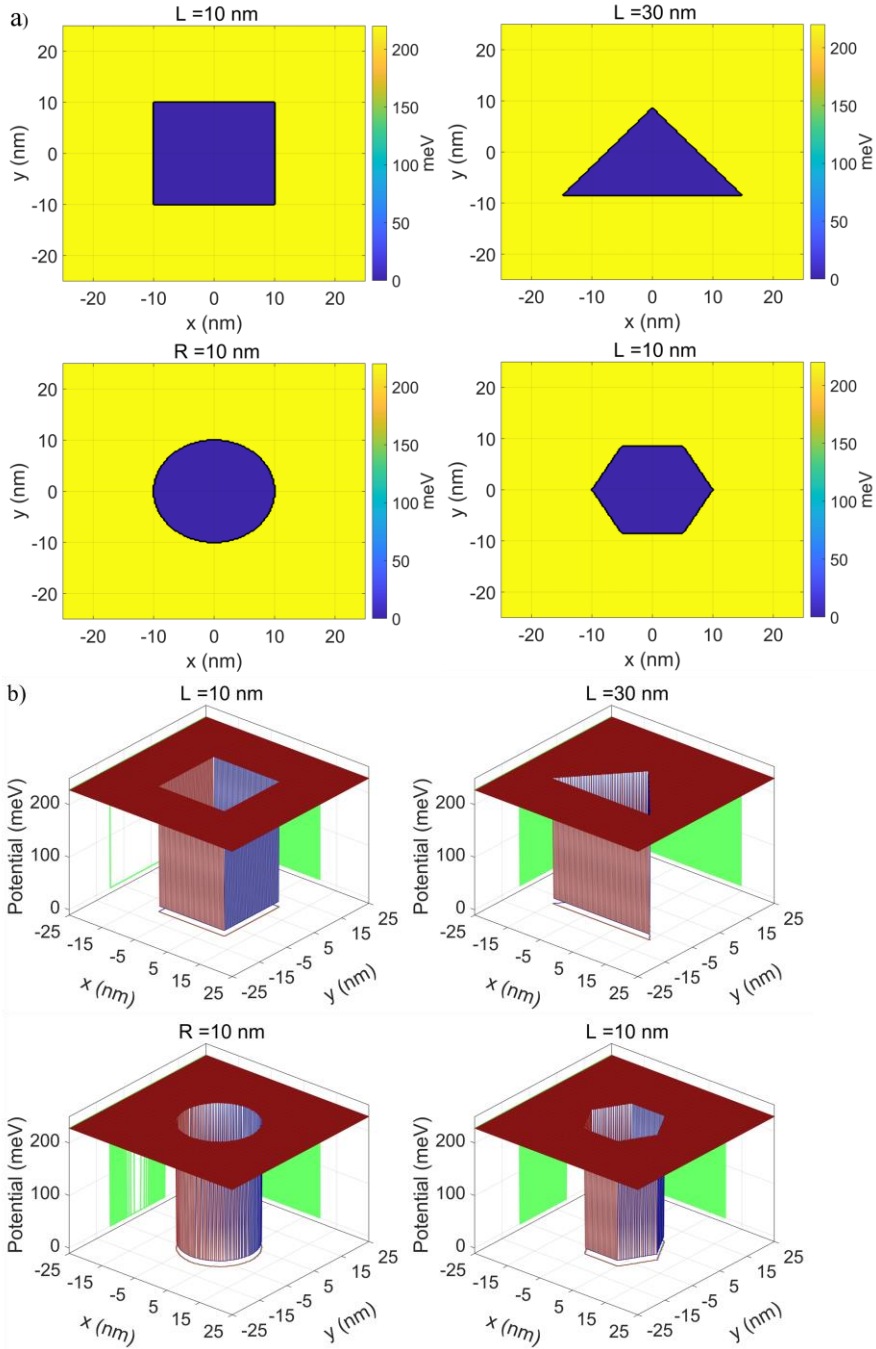


Şekil 3: GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As silindirik QWW'nin yarıçap (R = 6 - 12 nm) ile enerji özdeğerlerinin ve DMME'lerinin değişimi.

3.2 Fiziksel parametreler: QWW şeklinin etkisi

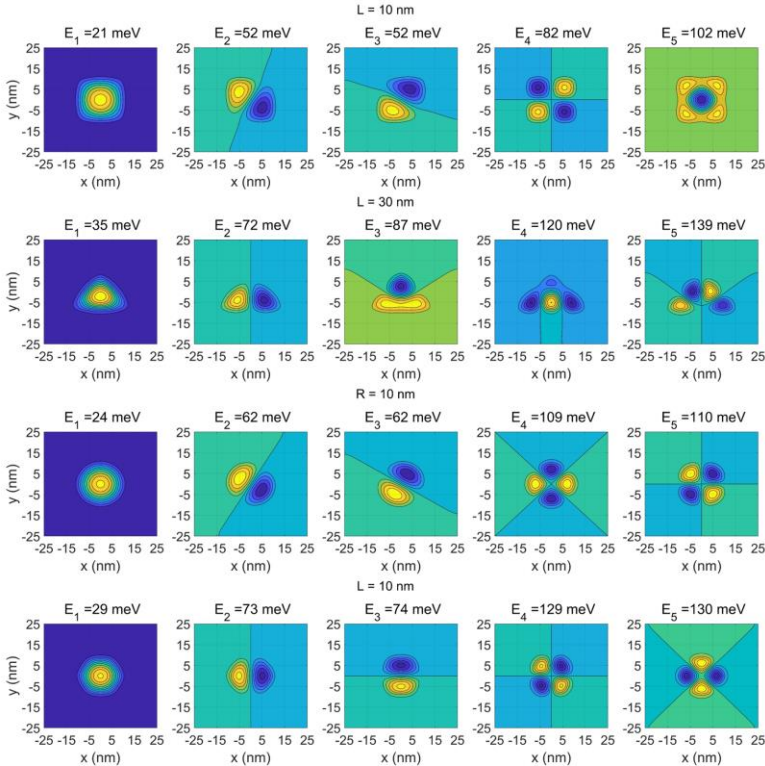
Bu bölümde QWW şeklinin elektronik özellikler üzerine etkisini göz önüne aldık. Öncelikle Şekil 4'te gösterildiği üzere kare, üçgen, daire ve altıgen taban şekline sahip QWW'leri irdeleyeceğiz. Doğru bir karşılaştırma yapabilmek için QWW taban alanları yaklaşık olarak eşit seçilmiştir. Tüm QWW'lerde Alüminyum alaşım oranı %30 ve potansiyel yüksekliği 228 meV olarak seçilmiştir.

İki-boyutlu potansiyel değişimi Şekil 4a'da gösterilmektedir. QWW merkezleri sıfır potansiyelde bulunurken sarı ile tanımlanmış bölgelerde enerji değeri 228 meV'dir. Potansiyel şeklinin potansiyel yüksekliğine herhangi bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir. Bunun yanı sıra kuyu-bariyer geçişi keskindir. Şekil 4b'de üç-boyutlu QWW potansiyel değişimi gösterilmektedir. QWW tabanı ile tavanı aynı şekle sahiptir. QWW'ler arasındaki temel fark uzaysal görünümleridir.



Şekil 4: GaAs/ $\text{Al}_{0,30}\text{Ga}_{0,70}\text{As}$ kare, üçgen, dairesel ve altıgen taban şekline sahip QW'lerin iki ve üç boyutlu potansiyellerinin değişimi.

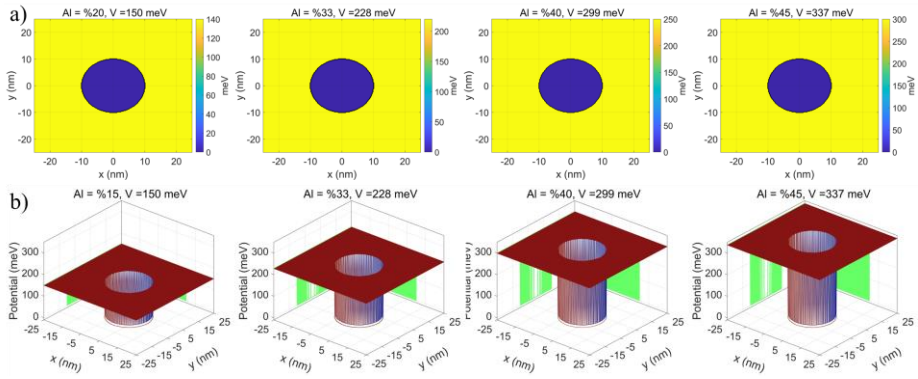
Dalga fonsiyonlarının QWW şekline bağlı olarak değişimi Şekil 5'te gösterilmektedir. Temel durum dalgafonksiyonu tüm şekiller için QWW şeklini almakla beraber Gaussian dağılım göstermektedir. Merkezde bulunma olasılığı yüksektir. Birinci ve ikinci uyarılmış durumlar aynı enerji değerine sahiptirler. Kare, üçgen ve dairesel QWW'ler simetrik yapıya sahip oldukları için birinci ve ikinci uyarılmış durumları benzer lokalizasyon şekillerine sahiptirler. Ancak üçgen tabanlı QWW'lerin dağılımı farklılık göstermektedir. Üçgen QWW simetrik şekle sahip olmadığı için birinci uyarılmış durum negatif x-bölgesinde üçgensel geometride çoğunlukla bulunurken ikinci uyarılmış durum negatif y-bölgesinde dağılım göstermiştir. Benzer durum üçüncü ve dördüncü uyarılmış durumlar içinde geçerlidir. Kare, daire ve altıgen simetrik dağılırken üçgen şekilli QWW'de dalga fonsiyonu lokalizasyonu rastgele meydana gelmektedir.



Şekil 5: GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As kare, üçgen, dairesel ve altıgen taban şekline sahip QWW'lerin ilk beş bağlı durumunun dalgafonksiyonları.

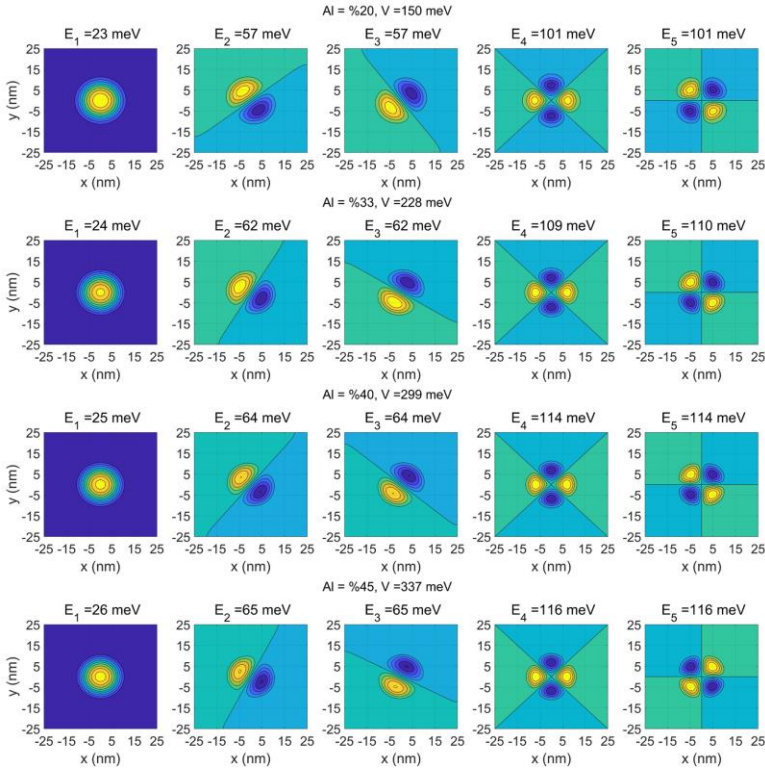
3.3 Fiziksel parametreler: kuşatma potansiyelinin etkisi

Şekil 6a'da dairesel tabana sahip QWW'lerin potansiyel yüksekliğine bağlı olarak iki-boyutlu potansiyel şekli ve Şekil 6b'de ise üç-boyutlu potansiyel değişim verilmiştir. Al alaşım oranı %20'den %45'e kadar arttırılmıştır. Üst sınır AlGaAs'in direk bant yapısından indirek bant yapısına geçiş değeri olduğu için sınır olarak alınmıştır. Bu alaşım oranlarında potansiyel yüksekliği 150 meV ile 337 meV arasındadır. Şekillerden açıkça görüldüğü üzere alaşım oranının QWW'nin dairesel şekli üzerine herhangi bir etkisi bulunmamakla beraber, enerji geçişleri keskindir.



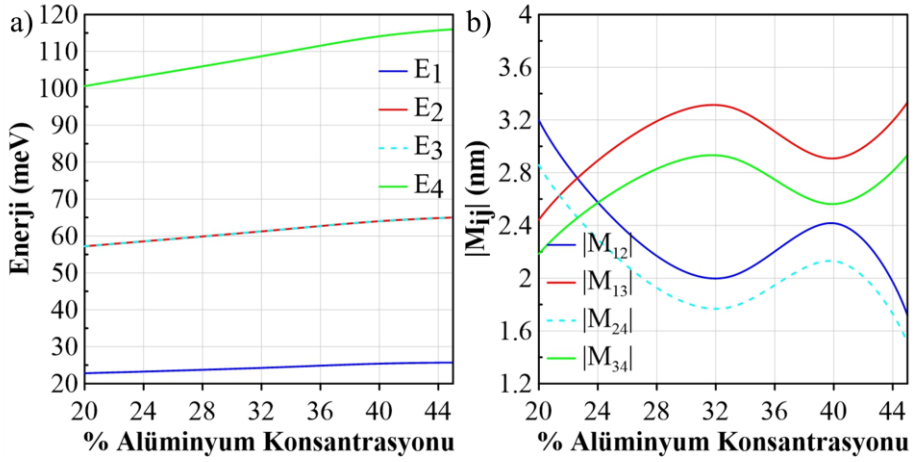
Şekil 6: GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As dairesel tabana sahip QWW'lerin iki ve üç boyutlu potansiyellerinin değişimi.

Şekil 7'de GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As dairesel tabana sahip QWW'lerin ilk beş bağlı durumunun dalga fonksiyonlarının potansiyel yüksekliğine bağlı olarak değişimi gösterilmektedir. Taban enerji seviyesi, %20 Al oranında (150 meV potansiyel yüksekliğinde) 23 meV olarak elde edilirken, alaşım oranının %45'e arttırılması ile bu enerji özdeğeri 26 meV'e yükselmektedir. Enerji özdeğerlerindeki artış diğer durumlar içinde geçerli olmak üzere en yüksek artış oranı üçüncü ve dördüncü uyarılmış durumlar için en fazladır.



Şekil 7: GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As dairesel QWW'lerin ilk beş bağlı durumunun dalga fonksiyonlarının potansiyel yüksekliğine bağlı olarak değişimi.

Şekil 8a'da görüldüğü üzere potansiyel yüksekliği (alaşım oranı) ile enerji özdeğerleri doğru orantılı olarak değişmektedir. Potansiyel yüksekliğinden yüksek enerji durumları daha fazla etkilenmektedir. Şekil 8b'de DMME değişimleri ise potansiyel yüksekliğine bağlı olarak dar bir aralıkta değişmektedir ve dejenere durumların diğer enerji seviyelerine geçişleri benzer değişim davranışı göstermektedirler. M_{12} ile M_{13} ve M_{24} ile de M_{34} ters yönde davranış göstermektedirler. Bunun sebebi birinci ile ikinci uyarılmış durumun ve üçüncü ile dördüncü uyarılmış durumların dejenere olması ve esasında bu seviyelerin yer değiştiğinden kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda bu durum enerji özdeğerlerinin alüminyum konsantrasyonuna bağlı olarak lokalizasyonlarının açılmal olarak yer değiştirmesidir.



Şekil 8: GaAs/Al_{0,30}Ga_{0,70}As silindirik QWW'nin potansiyel yüksekliğine bağlı olarak enerji özdeğerlerinin ve DMME'lerinin değişimi.

KAYNAKÇA

- Al-Naghmaish, A., Dakhlaoui, H., Ghrib, T., & Wong, B. M. (2022). Effects of magnetic, electric, and intense laser fields on the optical properties of AlGaAs/GaAs quantum wells for terahertz photodetectors. *Physica B: Condensed Matter*, 635, 413838. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.physb.2022.413838>
- Alaydin, B. O., Altun, D., Ozturk, O., & Ozturk, E. (2023). High harmonic generations triggered by the intense laser field in GaAs/Al_xGa_{1-x}As honeycomb quantum well wires. *Materials Today Physics*, 38, 101232. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mtphys.2023.101232>
- Altun, D., Ozturk, O., Alaydin, B. O., & Ozturk, E. (2022). Linear and nonlinear optical properties of a superlattice with periodically increased well width under electric and magnetic fields. *Micro and Nanostructures*, 166, 207225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.micrna.2022.207225>
- Aydinoglu, H. S., Sayrac, M., Mora-Ramos, M. E., & Ungan, F. (2022). Nonlinear optical properties in Al_xGa_{1-x}As/GaAs double-graded quantum wells: The effect of the structure parameter, static electric, and magnetic field. *Solid State Communications*, 342, 114647. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssc.2021.114647>
- Barseghyan, M. G., Manaselyan, A. K., & Kirakosyan, A. A. (2006). Intersubband absorption in quantum wire with a convex bottom in a magnetic field. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 18(33), S2161. <https://doi.org/10.1088/0953-8984/18/33/S31>
- Baskoutas, S., Garoufalis, C., & Terzis, A. F. (2011). Linear and nonlinear optical absorption coefficients in inverse parabolic quantum wells under static external electric field. *The European Physical Journal B*, 84(2), 241-247. <https://doi.org/10.1140/epjb/e2011-20470-9>
- Brugger, H., & Epperlein, P. W. (1990). Mapping of local temperatures on mirrors of GaAs/AlGaAs laser diodes. *Applied Physics Letters*, 56(11), 1049-1051. <https://doi.org/10.1063/1.102611>
- Gell, M. A., Ninno, D., Jaros, M., Welford, D. J., Keuch, T. F., & Bradley, J. A. (1987). Effects of alloying and hydrostatic pressure on electronic and optical properties of GaAs/AlGaAs superlattices and multiple-quantum-

- well structures. *Physical Review B*, 35(3), 1196-1222. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.35.1196>
- Haghighatzadeh, A., & Attarzadeh, A. (2023). A comprehensive investigation on valence-band electronic structure and linear and nonlinear optical properties of a laser-driven GaAsSb-based Rosen–Morse quantum well. *The European Physical Journal B*, 96(9), 125. <https://doi.org/10.1140/epjb/s10051-023-00592-1>
- Hien, N. D. (2023). Optical properties of a single quantum well with Pöschl–Teller confinement potential. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 145, 115504. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.physe.2022.115504>
- Karimi, M. J., & Keshavarz, A. (2012). Second harmonic generation in asymmetric double semi-parabolic quantum wells: Effects of electric and magnetic fields, hydrostatic pressure and temperature. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 44(9), 1900-1904. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.physe.2012.05.011>
- Karimi, M. J., & Rezaei, G. (2012). Magnetic field effects on the linear and nonlinear optical properties of coaxial cylindrical quantum well wires. *Journal of Applied Physics*, 111(6). <https://doi.org/10.1063/1.3694779>
- Kavitha, M., Naifar, A., Peter, A. J., & Raja, V. (2024). Comparison of Razavy and Pöschl -Teller confined potentials on the opto-electronic properties in a ZnSe/CdSe/ZnSe quantum well. *Optical and Quantum Electronics*, 56(9), 1451. <https://doi.org/10.1007/s11082-024-07359-7>
- Nakamura, K., Shimizu, A., Koshiha, M., & Hayata, K. (1989). Finite-element analysis of quantum wells of arbitrary semiconductors with arbitrary potential profiles. *IEEE Journal of Quantum Electronics*, 25(5), 889-895. <https://doi.org/10.1109/3.27977>
- Niculescu, E. C., Burileanu, L. M., Radu, A., & Lupaşcu, A. (2011). Anisotropic optical absorption in quantum well wires induced by high-frequency laser fields. *Journal of Luminescence*, 131(6), 1113-1120. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2011.02.028>
- Niculescu, E. C., Cristea, M., & Radu, A. (2014). Magnetic field effect on the third harmonic generation in quantum well wires with triangular cross-section. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 57, 138-144. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.physe.2013.10.036>

- Ozturk, E., Sari, H., & Sokmen, I. (2004). The dependence of the intersubband transitions in square and graded QWs on intense laser fields. *Solid State Communications*, 132(7), 497-502. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssc.2004.05.019>
- Ozturk, E., & Sokmen, I. (2007). Intersubband transitions in an asymmetric double quantum well. *Superlattices and Microstructures*, 41(1), 36-43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.spmi.2006.10.006>
- Sayrac, M. (2021). Effects of applied external fields on the nonlinear optical rectification, second, and third-harmonic generation in an asymmetrical semi exponential quantum well. *Optical and Quantum Electronics*, 54(1), 52. <https://doi.org/10.1007/s11082-021-03425-6>
- Silberberg, Y., Smith, P. W., Eilenberger, D. J., Miller, D. A. B., Gossard, A. C., & Wiegmann, W. (1984). Passive mode locking of a semiconductor diode laser. *Optics Letters*, 9(11), 507-509. <https://doi.org/10.1364/OL.9.000507>
- Tarucha, S., & Okamoto, H. (1986). Monolithic integration of a laser diode and an optical waveguide modulator having a GaAs/AlGaAs quantum well double heterostructure. *Applied Physics Letters*, 48(1), 1-3. <https://doi.org/10.1063/1.96776>
- Tietz, T. (1963). Potential-Energy Function for Diatomic Molecules. *The Journal of Chemical Physics*, 38(12), 3036-3037. <https://doi.org/10.1063/1.1733648>
- Toscano-Negrette, R. G., León-González, J. C., Vinasco, J. A., Morales, A. L., Koc, F., Kavruk, A. E., Sahin, M., Mora-Ramos, M. E., Sierra-Ortega, J., Martínez-Orozco, J. C., Restrepo, R. L., & Duque, C. A. (2023). Optical Properties in a ZnS/CdS/ZnS Core/Shell/Shell Spherical Quantum Dot: Electric and Magnetic Field and Donor Impurity Effects. *Nanomaterials*, 13(3), 550. <https://www.mdpi.com/2079-4991/13/3/550>
- Tuzemen, A. T. (2024). Effects of external fields and structural parameters on third harmonic generation of GaAs/AlGaAs Manning-like double quantum well structure. *The European Physical Journal Plus*, 139(6), 513. <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-024-05328-3>
- Vaucher, A., Wei-Lou, C., Jun-Da, L., & Chi, L. (1982). Generation of tunable picosecond pulses from a bulk GaAs laser. *IEEE Journal of Quantum Electronics*, 18(2), 187-192. <https://doi.org/10.1109/JQE.1982.1071527>

- Yıldırım, H., & Tomak, M. (2005). Nonlinear optical properties of a Pöschl-Teller quantum well. *Physical Review B*, 72(11), 115340. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.72.115340>
- Zhang, L., & Xie, H.-J. (2003). Electric field effect on the second-order nonlinear optical properties of parabolic and semiparabolic quantum wells. *Physical Review B*, 68(23), 235315. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.68.235315>
- Zhang, Z.-H., Shi, Y.-S., & Yuan, J.-H. (2022). Optical properties of Al_xGa_{1-x}As/GaAs Woods-Saxon quantum well in the presence of hydrostatic pressure and applied electric field. *Communications in Theoretical Physics*, 74(6), 065502. <https://doi.org/10.1088/1572-9494/ac7784>
- Zhang, Z.-H., Yuan, J.-H., & Guo, K.-X. (2018). The Combined Influence of Hydrostatic Pressure and Temperature on Nonlinear Optical Properties of GaAs/Ga_{0.7}Al_{0.3}As Morse Quantum Well in the Presence of an Applied Magnetic Field. *Materials*, 11(5), 668. <https://www.mdpi.com/1996-1944/11/5/668>

BÖLÜM 2

***Laurocerasus officinalis* M. ROEM YAPRAKLARINDA YÜKSEKLİK VE YAĞIŞA BAĞLI BAZI ELEMENTLERİN DEĞİŞİMİ**

Dr. Gülaycan POLAT KESKİN¹

Prof. Dr. Tuğba ÖZBUCAK²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17937087>

¹ Ordu Üniversitesi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, Türkiye.
Gulaycan.polat06@gmail.com, orcid id: 0000-0001-6255-5456

² Ordu Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,
Ordu, Türkiye, tsiozbucak@hotmail.com, orcid id: 0000-0002-4784-3537

1. GİRİŞ

Bitkiler büyüyebilmek ve gelişebilmek için temel besin maddelerine ihtiyaç duymaktadır. Bitkilerin hayatta kalabilmek için gereksinim duydukları bu temel besin elementlerine mutlak gerekli besin elementleri denilmektedir. Bitkiler tarafından besin elementlerinin topraktan alınabilmesi bitkinin türü, diğer bitkiler ile olan rekabeti, ortamın sıcaklığı, asitlik ve bazlık derecesi, toprağın tekstürü ve ışık miktarı gibi ekolojik faktörlere göre değişmektedir. Bir elementin mutlak gerekli besin elementi olabilmesi için; eksikliğinde bitkinin vejetatif ve generatif periyodunu tamamlayamaması ve bundan dolayı meydana gelen hasarın yalnızca eksik olan elementin sağlanmasıyla giderilebilmesi gerekmektedir. Azot, oksijen, kükürt, fosfor, hidrojen, karbon, kalsiyum, magnezyum ve potasyum makro besin elementlerdir. Mangan, bor, molibden, bakır, klor, nikel, demir ve çinko gibi bitkinin makro elementlere kıyasla daha az ihtiyaç duyduğu elementler ise mikro elementlerdir. (Singh, 1994; Çimrin ve ark., 2000; Bakırcıoğlu, 2009; Kaçar ve Katkat, 2015; Bolat ve Kara, 2017; Keskin, 2021). Karavin, (2010) yaptığı çalışmada yağışın fazla olduğu zamanlarda dekompozisyonun arttığını bildirmiştir. Özbucak ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada fosfor ve azot içeriklerinin bir yükselti boyunca değiştiğini, Bilgin ve Güzel, (2017) ise yaptıkları araştırmada yüksek rakımlara doğru gittikçe karbon, fosfor, kükürt ve azot elementi konsantrasyonlarının arttığını belirtmişlerdir.

1.1 Azot (N)

Proteinlerin, nükleik asitlerin, hormonların ve birçok organik maddenin yapısında bulunan azot, diğer besin maddelerine göre bitkinin gelişimini ve büyümesini daha fazla sınırlayan makro elementlerden biridir (Chapin ve Kedrowski, 1983; Müftüoğlu ve Demirer, 1998). Bitkiler azot elementine olan ihtiyaçlarını toprakta bulunan azottan sağladıkları için bu elementin toprakta bulunma oranı hayatlarını devam ettirebilmeleri açısından oldukça önemlidir. Toprakta bulunan azot elementinin bitkiler için yararlı formları nitrat ve amonyum şeklindedir (Wolt, 1994; Campbell ve Reece, 2008a; Tecimen ve Sevgi, 2008; Bolat ve Kara, 2017). Ekolojik faktörlerden biri olan yağış toprağın azot miktarını arttırmaktadır. Fazla miktarda yağış alan bölgeler kurak bölgelere göre daha fazla azot miktarına sahiptir. Fakat ortamdaki bitkilerin toplanması, yıkanma ve erozyon yoluyla toprakta bulunan azot oranı

azalmaktadır (Müftüoğlu ve Demirer, 1998; Keskin, 2021). Mobiliteye sahip elementlerden biri olan azot gelişme ve büyüme periyotlarında yüksek derecede mobil durumdayken, vejetatif dönem sonunda hareketliliği azalmaktadır (Tecimen ve Makineci, 2007; Sürmen, 2020). Bitkilerde azot fazlalığında; bitki boyu uzarken, gövde de incelmeye meydana gelir. Kök gelişimi zayıflar. Vejetatif gelişme süresi artar. N eksikliğinde ise; bitkinin boyunda azalma görülür, sürgünler incilir, kökte dallanma ve gelişim azalır, buna bağlı olarak bitkinin büyümesi ve gelişmesi yavaşlar. Klorofil sentezinin azalmasıyla yapraklar sararmaya başlar ve absisyon meydana gelir. Yaprakların uçları kıvrılır, yaprak alanları azalır. Çiçekler erken açar, meyveler erken olgunlaşır ancak normalden daha küçük olurlar (Akman ve ark., 1999; Bayram ve ark., 2004; Güneş ve ark., 2007; Aras ve Uygun, 2017; Bolat ve Kara, 2017; Güzel, 2017). Toprakta azot elementi noksanlığında verim ve kalitede azalma, fazlalığında ise çevrede önemli oranda tahribat meydana gelmektedir (Atar, 2017).

1.2 Karbon (C)

Atmosferden CO₂ olarak alınan ve enzimatik süreçlere doğrudan katılabilen karbon elementi karbohidratların, proteinlerin, yağların ve nükleik asitlerin yapısına katılmaktadır (Campbell ve Reece, 2008b; Bolat ve Kara, 2017; Güzel, 2017). Bitkiler karbonu fotosentez mekanizmasında kullanılmaktadırlar ve enerji gereksinimlerini büyük oranda karbonun oksitlenmesi sonucu gidermektedirler (Kılınç ve Kutbay, 2008). CO₂ miktarının fazla olması bitkilerde besin ve su absorbe etmeye yarayan ince köklerin artmasına neden olmaktadır (Wulfschleger ve ark., 2002). Karbon toprakta tersinir özelliğe sahiptir ve yangın, besin azlığı, erozyon, toprak yapısının bozulması gibi nedenlerden dolayı karbon miktarında azalma görülmektedir (Soussana ve Lemaire, 2014). Ormanlık alanların azalması, fosil yakıtların kullanımı ve tarım alanlarının artması sonucu havada bulunan CO₂ miktarı önemli derece artmakta ve bunlara bağlı olarak küresel ısınma meydana gelmektedir (Odum ve ark., 2008).

1.3 Hidrojen (H)

Bitkiler hidrojen elementini su yoluyla H₂O halinde almaktadırlar. pH, diğer bir ifade ile hidrojen iyonlarının derişimi besin maddelerinin etkin olarak kullanılması ve kök gelişimi üzerine büyük oranda etki etmektedir. Bitkilerin gelişimi için önemli olan besin elementlerinin alınımı etkileyen pH nötre yakın

iken besin elementlerinin çözünebilirliği artmaktadır Hidrojen iyonu ana materyalin parçalanması ve katyonların taşınmasında rol oynamasının yanı sıra biyokimyasal reaksiyonların meydana gelmesi ve hücrelerin birbirleriyle olan enerji etkileşimlerinde de önemli rollere sahiptir. (Sarıyıldız, 2002; Bolat ve Kara, 2017).

Bu çalışmada yükseklik ve yağış gradiyentine bağlı olarak Ordu ili ve doğusunda belirlenen lokalitelerden 2019 ve 2020 yılında olgun dönemde toplanan *L. officinalis* taksonunun yaprak örneklerinde azot, karbon ve hidrojen elementlerine ait elementel analiz değerlerinin değişimi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

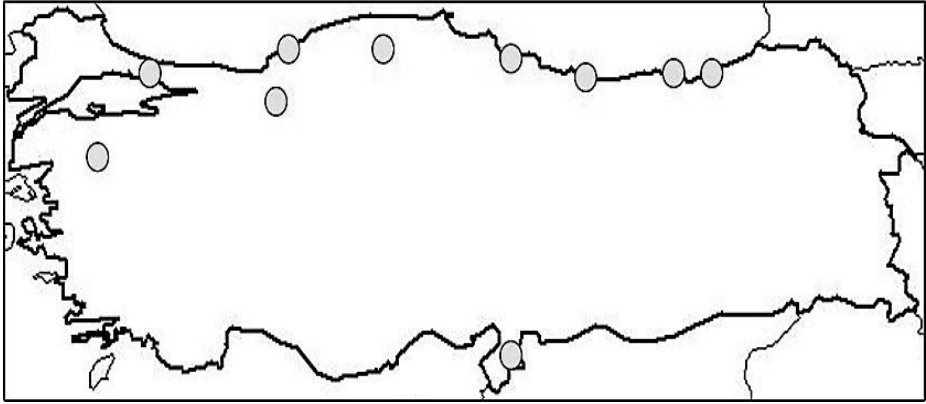
2.1 Materyal

Ülkemizde Karayemiş, Karamış, Taflan, Tanal, Tahnal, Laz kirazı, Gürcü kirazı gibi isimlerle bilinen *Laurocerasus officinalis* taksonu Rosaceae familyası, *Laurocerasus* cinsine ait her dem yeşil bir taksondur (Davis, 1965; Vahapoğlu ve ark., 2018; Anonim, 2019; Hürkul ve Köroğlu, 2021). *L. officinalis* taksonu 6 metreye kadar uzayabilen, üst yüzeyi koyu yeşil, alt yüzeyi açık yeşil renkte ve uzun şerit şeklinde yapraklara; çekirdekli, oval yapıda, mor-siyah renkte meyvelere sahiptir (Şekil 1). Hem yaprağı hem de meyvesi yöre halkı tarafından birçok şekilde kullanıldığı gibi, özellikle meyvesi Doğu Karadeniz bölgesinde fazla miktarda tüketilmektedir (Davis, 1965; Ayaz ve ark., 1997; İslam, 2002; Kolaylı ve ark., 2003; Çalışır ve Aydın, 2004; Çelik ve ark., 2015; Ergüney ve ark., 2015).

L. officinalis Davis'in grid kareleme sistemine göre A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, C5 ve C6 karelerinde bulunmakta olup, doğal yayılış alanı İran, Kuzey İrlanda, Güney ve Batı Kafkasya, Orta ve Batı Asya, Batı Avrupa ve Balkanlar'dır. Türkiye'de ise Akdeniz bölgesinin bazı kısımları, Ege ve Marmara bölgesi ile Doğu Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır (Şekil 2). Asidik, nemli ve derin topraklara daha iyi uyum sağlayabilmesine rağmen, nötr ve alkali topraklarda da yetişebilmektedir. (Davis, 1965; Kolaylı ve ark., 2003; Beyhan, 2010; İslam ve Deligöz, 2012; Çelik ve ark., 2015; Anonim 2021).



Şekil 1. *L. officinalis*, a. genel görünüşü b. yaprağı c. meyvesi

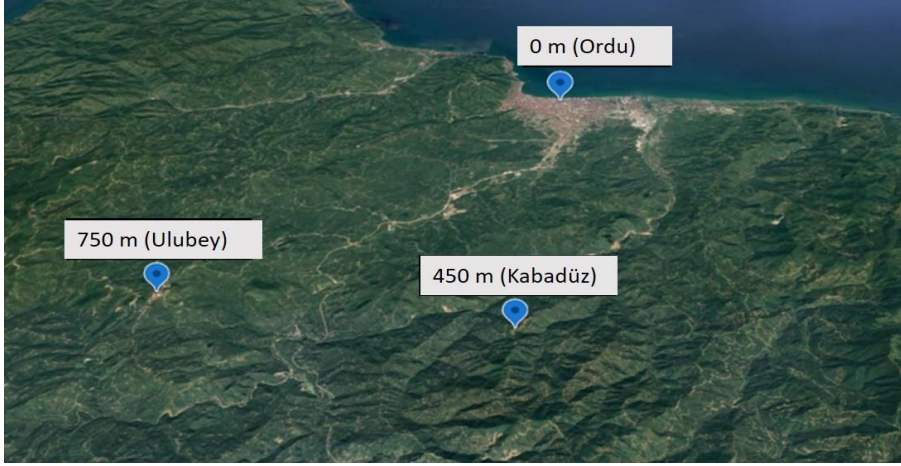


Şekil 2. *Laurocerasus officinalis*'in ülkemizdeki dağılışı

2.2 Yöntem

Yaprak örnekleri yüksekliğe bağlı olarak Ordu ilinde deniz seviyesi (0 m), 450 m ve 750 m'de belirlenen 3'er lokaliteden, yağış gradyentine bağlı olarak ise Ordu, Trabzon ve Rize illerinde belirlenen 3'er lokaliteden toplanmıştır (Şekil 3, 4). Ordu ilinde yükseklik gradyentine bağlı olarak seçilen çalışma alanları; Altınordu ilçesinde deniz seviyesi (0 m), Kabadüz ilçesinde 450 m ve Ulubey ilçesinde 750 m'dir. Yağış gradyentine bağlı olarak seçilen çalışma alanları ise Ordu iline bağlı Gülyalı ilçesi, Trabzon iline bağlı Akçaabat ilçesi ve Rize iline bağlı Gündoğdu semtidir. Arazi çalışmaları 2019 ve 2020 yılında bitkinin olgun dönemine ait temmuz ayında yapılmıştır. Her arazi çalışmasında aynı dallardan örnekler alınmasına dikkat edilmiştir. Yaprak örnekleri laboratuvar ortamına getirildikten sonra 60 °C'de sabit ağırlığa ulaşana kadar etüvde bekletilmiştir. Kuruyan örnekler öğütülerek analize hazır

hale getirilmiştir (Şekil 5). Örneklerin elementel analizi Ordu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda Elementar Vario Micro Cube cihazı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3. Yükseklik gradiyentine bağlı olarak seçilen lokaliteler



Şekil 4. Yağış gradiyentine bağlı olarak seçilen lokaliteler



Şekil 5. Yaprak örneklerinin etüvde kurutulduktan sonra öğütülüp analize hazır hale getirilmesi

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesi tesadüf bloklarında iki-yönlü varyans analizi (two-way ANOVA (in randomized blocks)) ile yapılmıştır. Varyans analizi sonucunda ortalamaların

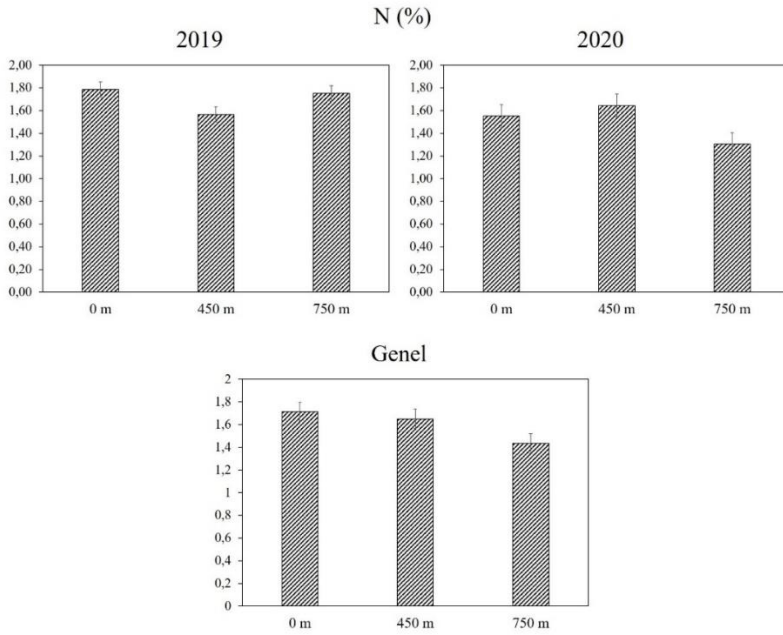
önemlilik düzeyleri Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Varsayımların normal dağılıma uygunluk testi ise Levene testi ve Kolmogorov-Smirnov testi ile belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Yükseklik gradiyentine göre 2019 ve 2020 yılında 3 farklı yükseltiden toplanan *L. officinalis* taksonunun N (%) parametresine ait tanıttıcı istatistik değeri ve karşılaştırma sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda hiçbir farklılık istatistikî yönden önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Genel ortalamaya göre 750 m lokalitesinin N (%) değeri diğer lokalitelere göre daha düşük seviyede olduğu görülmektedir (Şekil 6).

Tablo 1. Yükseklik Gradiyenti Lokalitelerine ait N (%) Parametresinin Tanıtıcı İstatistik Değerleri ve Karşılaştırma Sonuçları

Bölge	2019		2020		Genel		
	n	Ortalama	Standart Sapma	n	Ortalama	Standart Sapma	n
0m	3	1784.333	90.754	3	1550.000	222.027	6
450m	3	1565.667	137.994	3	1644.000	223.363	6
750m	3	1751.333	52.444	3	1305.000	256.000	6
Genel	9	1633.333	178.928	9	1566.778	265.049	
p	Lokalite: 0.386						
	Yıl:0.450						
	Bölge:0.053						
	Yıl×Bölge:0.117						



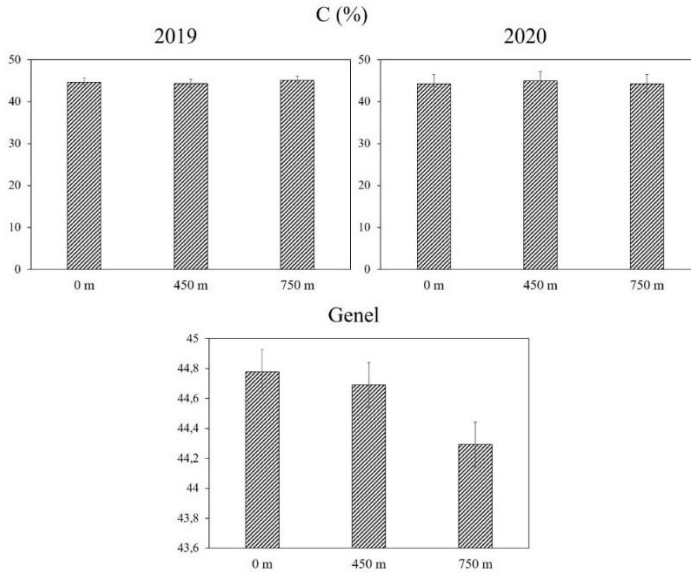
Şekil 6. Yükseklik Gradiyenti Lokalitelerine Göre N (%) Elementel Analiz Değerlerinin Değişimi

C (%) parametresine ait tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda her iki yıla ait lokalitelerde hiçbir farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Genel ortalamaya göre 750 m lokalitesinin %C değerinin diğer lokalitelerden oldukça düşük seviyede olduğu görülmektedir (Şekil 7).

Tablo 2. Yükseklik Gradiyenti Lokalitelerine ait C (%) Parametresinin Tanıtıcı İstatistik Değerleri ve Karşılaştırma Sonuçları

Bölge	2019			2020			Genel		
	n	Ortalama	Standart Sapma	n	Ortalama	Standart Sapma	n	Ortalama	Standart Sapma
0m	3	44594.667	350.945	3	44261.000	426.156	6	44779.000	686.671
450m	3	44306.000	450.333	3	44963.333	976.572	6	44691.000	658.319
750m	3	45121.000	589.196	3	44282.333	315.446	6	44294.167	347.981
Genel	9	44387.222	389.203	9	44788.889	706.460			

p
 Lokalite: 0.780
 Yıl:0.188
 Bölge:0.369
 Yıl×Bölge:0.472



Şekil 7. Yükseklik Gradiyenti Lokalitelerine Göre C (%) Elementel Analiz Değerlerinin Değişimi

H (%) parametresine ait tanıttıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda yıllar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p=0.001$). 2019 yılının H (%) ortalama değerinin 2020 yılına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Lokaliteler bazında genel ortalamaya bakıldığında ise diğer lokalitelere göre 750 m lokalitesinin düşük ortalamaya sahip olduğu görülmektedir (Şekil 8).

Tablo 3. Yükseklik Gradiyenti Lokalitelerine ait H (%) Parametresinin Tanıttıcı İstatistik Değerleri ve Karşılaştırma Sonuçları

Bölge	2019			2020			Genel	
	n	Ortalama	Standart Sapma	n	Ortalama	Standart Sapma	n	Ortalama
0m	3	6058.667	63.129	3	6068.333	149.433	6	5942.500
450m	3	5988.667	30.616	3	5826.333	21.032	6	6001.333
750m	3	5934.333	52.080	3	5813.667	78.564	6	5901.167
Genel	9	6038.556	90.724	9	5858.111	75.032		

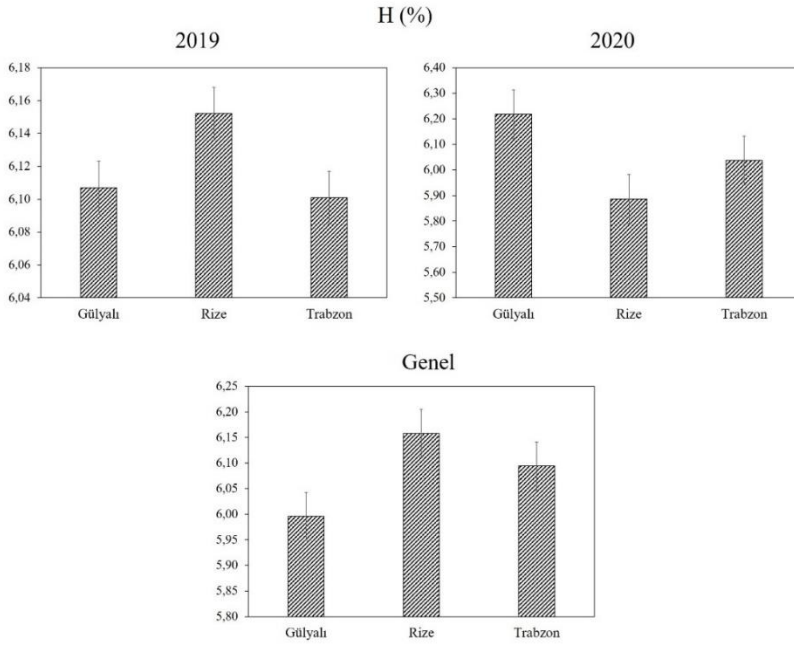
p

Lokalite: 0.908

Yıl:0.001

Bölge:0.171

Yıl×Bölge:0.615



Şekil 11. Yağış Gradiyenti Lokalitelerine Göre H (%) Elementel Analiz Değerlerinin Değişimi

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapılan çalışmada 2019-2020 yıllarında Ordu ili ve doğusunda yükseklik ve yağış gradiyentine bağlı olarak belirlenen örnek parsellerden olgun dönemde toplanan *L. officinalis* taksonunun yaprak örneklerinin elementel analiz sonuçları incelenmiştir.

Suyun bulunabilirliği besin elementlerinin ayrışması, giriş ve çıkışı, besin elementi döngüsü gibi pek çok ekolojik süreçte rol oynayan kontrol mekanizmalarından biridir. Artan su miktarı besin elementlerinin atmosferde birikme, mineralizasyon ve süzülme miktarlarını arttırmaktadır (Austin ve Vitousek, 1998, Austin ve Sala, 2002). Toprak özellikleri üzerinde yağış miktarlarının etkisini araştıran çalışmalar, yarı kurak alanlarda bulunan ekstrakte edilebilir besin elementi oranlarının nispeten fazla olduğunu ve yağış miktarının artmasıyla azaldığını vurgulamaktadır (Newman, 1995). Yapılan bir araştırmada yağışın artmasına bağlı olarak bölgede suyun bulunabilirliğinin dekompozisyonu ve net primer üretimi arttırdığı ve azot ve karbon ilişkisinin net primer üretim üzerinde önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Austin ve Sala, 2002).

Bu çalışmada yükseklik ve yağış gradiyenti boyunca belirlenen lokalitelerden toplanan *L. officinalis* taksonunun yaprak örneklerinin elementel analizi sonucu %N ve %C değerleri istatistiki açıdan önemlilik göstermezken, %H değerleri her iki gradiyent bakımından da istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yapılan varyans analizi sonucuna göre 2019 yılının %H ortalama değerinin 2020 yılına göre daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Yükseklik gradiyenti lokalitelerinin genel ortalamaları incelendiğinde, hem 2019 hem de 2020 yılında %N, %C ve %H bakımından diğer lokalitelere göre 750 m lokalitesinin düşük ortalama sahip olduğu görülmüştür. Yağış gradiyenti lokalitelerinin genel ortalamaları incelendiğinde ise üç element yönünün de Gülyalı lokalitesinin diğer lokalitelere göre daha düşük ortalama değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki analiz sonucunda %C önemlilik göstermemiş olsa da ortalama değeri %H ortalama değerinin tam tersi olarak 2019 yılında 2020 yılından düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Bitkilerin büyüme ve gelişmesi açısından önemli besin elementlerinden biri olan H, bitki yapısının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bitkilerin ihtiva ettiği H'nin kaynağı az miktarda hava ve topraktan alınan su olup, C'un kaynağı ise havadır. Bitkinin stomalarından yapraklara giren CO₂'in C'u ve O₂'i ile bir araya gelen H'nin bitkiye yararlı formu H₂O şeklindedir (Bolat ve Kara, 2017). Buna bağlı olarak daha önce belirtildiği gibi araştırılan yıllar arasında bu besin elementlerinin ortalama değerleri arasındaki fark iklim elemanlarından kaynaklanmış olabilir. Çünkü istatistiki açıdan önemlilik göstermemiş olsa da yağış miktarının daha düşük olduğu Gülyalı ve 0 m lokalitelerine ait %H ortalama değerlerinin yüksek çıkmasının nedeni bu besin elementinin toprakta miktarının değişmeden kalması ve bitki tarafından absorbe edilmesi olabilir.

Sıcaklık ve yağış üzerinde önemli etkisi olan küresel iklim değişikliğinin, ortamın kuraklık riskini, yağış miktarlarını ve bitkilerin gelişme periyotlarını değiştireceği tahmin edilmektedir. İklim elemanlarında oluşan bu farklılıklara bitki besin elementi dinamiklerinin ekofizyolojik yanıtlarını belirlemek hiç kuşkusuz önemli olacaktır. Bitkilerde fotosentez, transpirasyon ve solunum gibi önemli biyolojik proseslerin meydana geldiği yapraklar üzerinde yapılan ekofizyolojik araştırmalar, gelecekte yükselen atmosferin CO₂'e karşı dayanıklı her dem yeşil angiosperm ve gymnosperm türlerinin doğal seleksiyonla karasal ekosistemlerde hâkim olacağını göstermektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen A2009 numaralı projenin bir kısmıdır.

KAYNAKÇA

- Akman Z., Karadoğan T. & Çarkçı K. (1999). Farklı azot ve fosfor dozlarının arpa (*Hordeum vulgare*)'nin verim, verim öğeleri ve bazı kalite özelliklerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 8(1-2), 17-27.
- Anonim, (2021). *Laurocerasus officinalis*. <http://www.tubives.com>-(Erişim tarihi: 08.01.2021).
- Aras, B. & Uygun, S. (2017). Azotlu gübreleme esasları ve arpada azotlu gübreleme. *Ziraat Mühendisliği*, 364, 18-29.
- Atar, B. (2017). Buğdayda Verim Esaslı Azotlu Gübreleme. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 524-536.
- Austin, AT. & Sala, OE. (2002). Carbon and nitrogen dynamics across a natural precipitation gradient in Patagonia, Argentina. *Journal of Vegetation Science*, 13, 351–360.
- Austin, AT. & Vitousek, PM. (1998). Nutrient dynamics on a precipitation gradient in Hawai'i. *Oecologia*, 113, 519-529.
- Ayaz, FA, Kadioğlu, A., Reunanen, M. & Var, M. (1997). Sugar composition in fruits of *Laurocerasus officinalis* Roem. and its three cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10, 82–86.
- Bakırcıoğlu, D. (2009). Toprakta makro ve mikro element tayini. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Edirne.
- Bayram, G., Türk, M., Budaklı, E. & Çelik, N. (2004). Azot, fosfor, potasyum ve çinko eksikliklerinin mısır bitkisinin kök ve gövde gelişimi üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(33), 23-27.
- Beyhan, Ö. (2010). A study on selection of promising native cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) genotypes from Sakarya, Turkey. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 20(4), 231-233.
- Bilgin, A. & Güzel, Ş. (2017). Foliar resorption and nutrient changes in leaves and soils of *Tilia rubra* subsp. *caucasica* (Linden) along an altitudinal gradient during the growing season. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(2a), 1607-1621.
- Bolat, İ. & Kara, Ö. (2017). Bitki besin elementleri: kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228.

- Campbell NA. & Reece, JB. (2008a). Bitkilerde Beslenme: Biyoloji, Palme Yayıncılık, Ankara, 767-780.
- Campbell NA. & Reece, JB. (2008b). Karbonun Önemi: Biyoloji, Editörler: Gündüz, E., Demirsoy, A., Türkan, İ., Palme Yayıncılık, Ankara, 52-57.
- Chapin, FS. & Kedrowski, RA. (1983). Seasonal-changes in nitrogen and phosphorus fractions and autumn retranslocation in evergreen and deciduous taiga trees. *Ecology*, 64, 376-391.
- Çalışır, S. & Aydın, C. (2004). Some physico-mechanic properties of cherry laurel (*Prunus lauracerasus* L.) fruits. *Journal of Food Engineering*, 65, 145-150.
- Çelik, H., İslam, A. & Kalkışım, Ö. (2015). Effect of cutting time and IBA application on rooting of edible cherry laurel (*Prunus laurocerasus* cv. 'Kiraz') cuttings. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3), 215-220.
- Çimrin, KM., Bozkurt, MA. & Ersin, İ. (2020). Azot ve fosforun biberin (*Capsicum annuum* L.) meyve ve yaprak besin elementi içeriğine etkisi. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(2), 174-181.
- Davis, PH. (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 1-9, *Edinburgh University Press*, Edinburgh.
- Ergüney, E., Gülsünoğlu, Z., Fıratlıgil Durmuş, E. & Kılıç Akyılmaz, M. (2015). Karayemiş tozu fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi. *Akademik Gıda*, 13(2), 108-114.
- Güneş, A., Alpaslan, M., & İnal, A. (2007). Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 576s.
- Güzel, Ş. (2017). Fırtına Vadisi'nde Bazı Odunsu Taksonların Yüksekliğe Bağlı Makroelement Değişimi ve Rezorbsiyon. Doktora Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Rize.
- İslam, A. & Deligöz, H. (2012). Ordu ilinde karayemiş (*Laurocerasus officinalis* L.) seleksiyonu, *Akademik Ziraat Dergisi*, 1(1), 37-44.
- İslam, A. (2002). 'Kiraz' cherry laurel (*Prunus laurocerasus*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30, 301–302.
- Kaçar, B. & Katkat, A. (2015). Bitki besleme. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 659 s.
- Karavin, N. (2010). Bir *Quercus cerris* L. var. *cerris* ormanında bulunan yaprak döken (*Quercus cerris* L. var. *cerris*) ve yaprak dökmeyen (*Phillyrea*

- latifolia* L.) iki türde yaprakta N ve P rezorbsiyonunun, dekompozisyonunun ve mineral besin maddesi değişiminin incelenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Samsun.
- Keskin, GP. (2021). Yükseklik ve yağış gradiyenti boyunca *Laurocerasus officinalis* M. Roem taksonunun ekolojik ve fitokimyasal olarak değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, Ordu.
- Kılınç, M. & Kutbay HG. (2008). Bitki ekolojisi kitabı. Palme Yayıncılık, Ankara, 387s.
- Kolaylı, S., Küçük, M., Duran, C., Candan, F. & Dinçer, B. (2003). Chemical and antioxidant properties of *Laurocerasus officinalis* Roem. (cherry laurel) fruit grown in the Black Sea Region. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7489–7494.
- Müftüoğlu, NM. & Demirer, T. (1998). Toprakta Azot Bilançosu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 175-185.
- Newman, EI. (1995). Phosphorus inputs to terrestrial ecosystems. *Journal of Ecology*, 83, 713-726.
- Odum, EP. & Barret, GW. (2008). Ekoloji'nin temel ilkeleri. Editörler: Işık, K. Palme Yayıncılık, Ankara, 153-156.
- Özbucak, TB., Akçin, ÖE. & Polat, G. (2016). *Helleborus orientalis* Lam. (Ranunculaceae) türünün farklı yükseltilerdeki bazı ekolojik ve anatomik özelliklerinin karşılaştırılması. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 14-27.
- Sarıyıldız, T. (2002). Ormanlar ve ağaçlar tarafından toprakların asitleşmesi. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 42-49.
- Singh, BR. (1994). Trace element availability to plants in agricultural soils, with special emphasis on fertilizer inputs. *Environmental Reviews*, 2(2), 133-146.
- Soussana, JF. & Lemaire, G. (2014). Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190, 9-17.
- Sürmen, B. (2020). İstilacı *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Simaroubaceae) türünün yaprak N ve P rezorbsiyonu. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 100. Yıl Özel Sayısı, 7, 35-50.

- Tecimen, HB. & Makineci, E. (2007). Ağaçlarda besin maddelerinin yeniden taşınması olayı ve ekolojik yönü. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 134-145.
- Tecimen, HB. & Sevgi, O. (2008). Orman topraklarında mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen azot dönüşümleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(1), 179-189.
- Wolt, JD. (1994). Soil Solution Chemistry: Applications of Environmental Science and Agriculture, John Wiley and Sons, New York, U.S.A.
- Wullschleger, S.D., Tschaplinski, T.J. and Norby, R.J. 2002. Plant water relations at elevated CO₂ implications for water-limited environments. *Plant, Cell and Environment*, 25, 319-331.

BÖLÜM 3

İÇ MEKANDA KULLANILAN SÜS BİTKİLERİNİN TOKSİKOLOJİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Arş. Gör. Büşra KUTLU¹

Beyza SAVA²

Prof. Dr. Candan KUŞ ŞAHİN³

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17937254>

¹ Süleyman Demirel University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, Isparta, Türkiye. kutlubusra@sdu.edu.tr, orcid id: 0009-0002-1985-9299

² Süleyman Demirel University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, Isparta, Türkiye. beyzasava49@gmail.com, orcid id: 0000-0003-0581-6466

³ Süleyman Demirel University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, Isparta, Türkiye. candansahin@sdu.edu.tr, orcid id: 0000-0002-0413-2380

1. GİRİŞ

Çevre sorunlarının ve kentleşmenin giderek arttığı günümüzde iç mekân bitkileri, insanların doğayla olan bağ kurmasında önemli bir rol oynamaktadır. Estetik yaprak ve çiçekleriyle dikkat çeken bu bitkiler, bireylerin stres düzeyini azaltmaya ve zihinsel rahatlatma sağlamaya katkıda bulunarak, günlük yaşamda pozitif bir etki yaratmaktadır (Güçlü, 1999). Dünya genelinde insanların günlük zamanlarının yaklaşık %90'ını iç mekanlarda, %7'sini araçlarda, %3'ünü dış mekanlarda geçirdiği gözlemlendiğinde, iç mekan tasarımının bireyler üzerindeki etkisinin önemi daha belirgin hale gelmektedir. Doğal elemanlar ve iç mekanda kullanılan bitkiler, özellikle masa başında uzun süre çalışanlar için görsel bir rahatlatma sağlamakta ve dinlenme fırsatı sunmaktadır (Hammer, 1999).

Günümüzde, insanların yaşam ve çalışma koşullarında önemli değişiklikler yaşanmış, bununla birlikte hızla azalan yeşil alan miktarı da iç mekan bitkilerinin kullanımını etkilemiştir. Daha önce hobi olarak ya da sosyal statü göstergesi olarak tercih edilen iç mekan bitkileri, zamanla mimarinin gelişmesiyle birlikte estetik bir değer taşımaya ve yeşil alan özlemine gidermeye yönelik kullanılmaya başlanmıştır. Böylece iç mekan bitkileri, iş ve yaşam alanlarında sıkça karşılaşılan unsurlar haline gelmiştir (Oral, 1999; Yazgan vd., 2009).

Bitkilerle olan etkileşim, insanların tutumlarını, davranışlarını ve fizyolojik tepkilerini değiştirebilmektedir. Doğal ortamlarda bitkilerin görsel olarak izlenmesinin, stresin azalmasına yardımcı olduğu geniş çapta kanıtlanmış bir gerçektir (Honeyman, 1992; Moore, 1981; Ulrich, 1984; Ulrich vd., 1991). İç mekânda kullanılan bitki kompozisyonları, insan psikolojisi üzerinde etkili olan estetik özelliklerinin yanı sıra çeşitli işlevsel faydalar da sunmaktadır (Yazgan vd., 2009). Bitkilerin aynı zamanda gürültüyü emerek akustik denge sağlamaları, havadaki tozu tutmaları, ışığın yansımaları ve parlamayı engellemeleri, oksijen üreterek hava kalitesini iyileştirmeleri gibi ekolojik işlevleri de bulunmaktadır (Cengiz vd., 2017).

Birçok araştırma, bitkilerin iç mekan havasındaki kirleticileri temizlemede etkili bir araç olabileceğini ortaya koymaktadır (Liu vd., 2007; Matsumoto & Yamaguchi, 2007; Wolverton vd., 1989; Wood vd., 2006). Bitkiler, iç mekan hava kalitesini (IAQ) iyileştirmek için cazip ve ekonomik bir çözüm olarak önerilmektedir. Saksı bitkilerinin hem iç mekanlardan hem de dış

mekan kaynaklarından gelen hava kirleticilerinin büyük bir kısmını temizleyebileceği gösterilmiştir. Ayrıca bitkilerin bina sakinlerinin katılım oranlarını artırma ve genel sağlıkları üzerinde olumlu etkiler sağladığı da kanıtlanmıştır (Berg, 2002; Fjeld, 2002). İç mekânlarda karbondioksit (CO₂) seviyesini etkileyen önemli etkenlerden birisi, iç mekân bitkileridir. Metabolik faaliyetleri sırasında ortamda bulunan karbondioksiti fotosentez için kullanarak, aynı zamanda ortama oksijen salınımı yapmaktadır (Şevik vd., 2015). Bu kadar olumlu özelliklerinin yanı sıra iç mekan bitkilerinin bazı olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Farklı familyalara ait birçok cins ve türde toksik maddeler bulunabilmektedir. Bu zararlı bileşenler oldukça çeşitli ve yaygın olup, bitkilerde metabolizma sonucu oluşan alkaloidler, glikozitler, fitotoksinler, oksalatlar, reçineler ve tanenler gibi maddeleri içermektedir. Bu bileşenler vücuda alındığında, normal fizyolojik süreçlere müdahale ederek zehirlenmelere yol açabilmektedir (Enari, 1982). Ancak, toksisite düzeyi ve etkisi maruz kalan organizmanın türüne ve alınan doz miktarına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Bu çalışma, iç mekân bitkilerinin estetik ve psikolojik faydalarının yanı sıra, insan sağlığı açısından oluşturabileceği toksik riskleri değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Çoğunlukla zararsız olduğu varsayılan süs bitkileri, aslında çeşitli toksik bileşikler içerebilmekte ve bu durum özellikle çocuklar, yaşlılar ve evcil hayvanlar açısından ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu bağlamda, çalışmanın temel katkısı; iç mekânda yaygın olarak kullanılan bitki türlerini familya düzeyinde sınıflandırarak, içerdiği toksik maddeleri ve bu maddelerin yol açabileceği fizyolojik etkileri bilimsel temelde ortaya koymak ve kullanıcılar ile tasarımcılar için bir farkındalık ve rehberlik sağlamaktır.

2. BİTKİLERDEKİ ZEHİRLİ MADDELER VE TOKSİK BİLEŞENLER

Bitkiler, yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için karbonhidratlar, organik asitler ve amino asitler gibi birincil bileşiklere ek olarak, metabolik süreçleri sırasında ara ürün olarak oluşan ikincil bileşikler de bünyelerinde barındırmaktadır. Alkaloidler, glikozitler ve reçineler gibi ikincil bileşiklerin önemli bir bölümü, insan ve hayvan sağlığı üzerinde toksik etkilere sahip olabilmektedir (Yılmaz, 1990; Bertero vd., 2021; Welch, 2019). Bu bileşenler,

bitkilerde farklı oran ve miktarlarda bulunur ve yetiştirilen bitkiler söz konusu olduğunda, belirli tür veya kültivarın yanı sıra sıcaklık, ışığa maruz kalma süresi ve toprak pH'ı ve besin elementlerinin varlığı, bitkideki ikincil metabolitlerin sentez düzeylerinin doğrudan etkilendiği bilinmektedir (Bertero vd., 2021). Bu durumun, aynı tür bitkinin farklı ortamlarda farklı toksik davranışlar sergilemesine sebep olduğu bilinmektedir. Ayrıca, bazı bitkilerde bulunan fitotoksinler (ribozom inhibitör proteinler vb), hücre düzeyinde translasyon mekanizmasını bozarak sistemik toksik etkilere yol açabilmektedir (Özyurt, 1986). Dolayısıyla, iç mekân bitkilerinin toksikolojik değerlendirilmesinde yalnızca bileşik türü değil, çevresel etkileşimler ve kullanıcı profilinin de dikkate alınması gerekmektedir.

* Alkaloidler: Yapılarında bir veya birden fazla azot atomu barındıran, bazik özellik gösteren ve bitkisel kaynaklı organik bileşiklerdir. Çoğunlukla acı bir tat, kokusuz, renksiz ve normal sıcaklıkta sıvı olan koniin ile nikotin dışında, genellikle kristal formda bulunan maddelerdir. Yüksek bitki familyalarının yaklaşık %20'sinin alkaloid içerdiği öngörülmektedir. Alkaloid molekülleri genellikle halkasal yapılar oluşturan zincirlerden meydana gelir ve bitkilerde ikincil metabolit olarak sentezlenirler. Bu bileşikler, düşük dozlarda oldukça güçlü etkiler gösterirler. Günümüzde morfin, kodein, kafein, atropin ve kokain gibi birçok alkaloid tıbbi alanda tedavi amacıyla kullanılmaktadır (Özyurt, 1986; Blackwell, 1990; Yılmaz, 1990; Bakirel, 1998). Bu nedenle alkaloid içeren bitkilerin bilinçsiz bir şekilde tüketilmesinin, ciddi sağlık sorunlarına sebep olduğu bilinmektedir.

* Glikozidler: Bitkilerde bulunan bir diğer önemli toksik maddedir. Tüm glikozidler, en az iki bileşen içermektedir. Birinci kısım; glikoza benzeyen basit bir şeker molekülü (glikon), ikinci kısım ise şeker içermeyen bir bileşik (aglikon) içerir. Şeker içermeyen aglikonlar, toksik etki gösteren bileşiklerdir. Toksik etkiler çoğunlukla aglikon kısmından kaynaklanmaktadır. Bu bileşenler, sindirim sisteminde enzimatik hidroliz sonucu serbest hale gelip fizyolojik sistemler üzerinde etki gösterirler (Blackwell, 1990; Bakirel, 1998). Aglikonlar, alkoller, flavonlar, antresen türevleri, fenoller ve sterol türevleri gibi farklı gruplarda sınıflandırılabilen çok çeşitli bileşiklerdir (Blackwell, 1990; Bakirel, 1998). Glikozidlerin toksik etkileri, bileşiğin kimyasal yapısına, maruziyet yoluna ve dozuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Örneğin, siyanogenetik glikozidler hidroliz sonucu serbest siyanür (HCN) açığa

çıkararak hücresel solunumu inhibe eder ve akut zehirlenmelere yol açabilir (Özyurt, 1986).

* Siyanogenetik Glikozidler: Hidroliz reaksiyonu sonucunda hidrosiyanik asit (HCN) üreterek hücre ölümüne yol açar. Bitkisel dokularda veya sindirim sisteminde bulunan β -glikozidaz enzimleri tarafından parçalanırlar ve siyanür iyonu serbest hale gelir. Hücresel solunum zinciri inhibe edilerek sitokrom oksidaz enzimini engeller (Özyurt, 1986; Peterson & Talcott, 2006). Bu tür glikozitler, özellikle Rosaceae, Linaceae ve Fabaceae familyalarına ait birçok bitkide yüksek konsantrasyonlarda bulunurlar (Özyurt, 1986). İnsan ve hayvanlarda siyanür zehirlenmesi sonucunda baş dönmesi, solunum depresyonu, bilinç kaybı, konvülsiyon ve ölüm gibi pek çok ciddi sonuçlara yol açabilirler. Bu sebeple, iç mekân bitkilerinin toksikolojik değerlendirmesinde siyanogenetik glikozid içeriği kritik bir parametre olarak ele alınmalıdır.

* Steroid Glikozidler: Aglikon kısmı siklopentanofenanten halkası içeren glikozitler olup, başlıca kalp glikozidleri ve saponinler olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılabilirler. Kalp glikozidleri, doğrudan kalp üzerinde etki gösterirken, saponinler alyuvarları parçalayarak ve mukozalarla temas ettiklerinde iltihaplanmaya yol açabilen bileşiklerdir. Bu glikozitler, özellikle Araliaceae, Caryophyllaceae, Euphorbiaceae ve Phytolaccaceae familyalarına ait bitkilerde yoğun olarak bulunurlar (Blackwell, 1990; Bakırel, 1998).

* Kumarin Glikozidler: Bitkilerde yaygın olarak bulunmayan ancak toksik özellik gösteren bir bileşiktir. Kumarin, tat ve koku verici özelliklerinin yanı sıra kanın pıhtılaşmasını engelleyen bir bileşiktir. Kumarin glikozitleri, özellikle Artemisia, Melilotus, Aesculus ve türlerinde tespit edilmiştir (Özyurt, 1986).

* Guatr Maddeleri ve Hardal Yağı Glikozidleri: Brassicaceae familyasına ait bitkilerde yer alan guatr maddeleri, tiroid hormonları üzerinde etkili olarak iyot seviyelerini artırır. Bu durum, guatr bezlerinin şişmesine ve büyümesine yol açar. Hardal yağı glikozidleri ise özellikle çiftlik hayvanlarında mide ve bağırsak hastalıklarına neden olmaktadır (Blackwell, 1990).

* Oksalik Asit: Bitkilerde bulunan organik bir asittir ve doğal koşullarda hayvanlar için toksik özellik gösterir. Oksalatlar çökelmeye başladığında, kan hücreleri ve zarlarında hasar meydana gelir. Bu durum, sinir sistemi ve

böbrekler üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Özellikle oksalatlar Chenopodiaceae, Polygonaceae ve Portulacaceae familyalarında yaygın olarak bulunurlar. Kalsiyum oksalat kristalleri içeren bitkiler, çiğnendiğinde ağız ve boğazda tahrişe neden olabilir. Bu tür etkiler Araceae ve Aceraceae familyalarındaki bitkilerde sıklıkla görülmektedir (Harborne, 1982).

* Fitotoksinler: Bitkilerde bulunan, hücrel yapılar üzerinde doğrudan etki gösteren yüksek derecede toksik proteinlerdir. Bu bileşikler, hücreleri parçalayan enzimlerdir ve genellikle Leguminosae ve Euphorbiaceae familyalarındaki bitkilerde yoğun olarak bulunurlar (Özyurt, 1986).

* Reçineli Bileşikler: Bitkilerdeki özel salgı kanallarında bulunan, kimyasal olarak karmaşık sıvı veya katı maddelerdir. Bu bileşikler genellikle amorf yapıda olup; oleoresina, resina, balsamlar ve oleogummiresina olmak üzere dört ana grupta toplanabilirler. Suda çözünmeyen ve azot içermeyen bu maddelerin büyük kısmı toksik etkiler göstermez, ancak bazı türlerde güçlü toksinler bulunabilir (Özyurt, 1986; Yılmaz, 1990).

* Tanenler: Azot içermeyen, polifenolik yapıya sahip ve genellikle amorf bileşiklerdir. Bu maddeler, proteinlere bağlanarak suda çözünebilen fenoller oluştururlar. Tanenlerin aşırı tüketimi, hayvanlarda protein ve karbonhidrat alımını engelleyerek gelişimi olumsuz yönde etkiler. Ayrıca, bakteriler üzerinde toksik etkiler yaparak morfolojik değişikliklere yol açabilirler (Bakırel, 1998).

* Uçucu Yağlar: Bitkilerde bulunan özel kokulu ve su buharı ile taşınabilen sıvı maddelerdir. Genellikle renksiz olan bu yağlar, hayvanlar tarafından güçlü kokuları ve yakıcı özelliklerinden dolayı genellikle tercih edilmez. Tüketildiklerinde, sindirim kanalında tahrişe, kusma ve kanamalara yol açabilirler (Baytop, 1963).

* Saponinler: Suyula karıştıklarında köpük oluşturan ve hemolitik etki gösteren bileşiklerdir. Bu maddeler aynı zamanda emülgatör özelliği taşır ve Liliaceae, Caryophyllaceae, Rosaceae, Primulaceae, Hippocastanaceae, Papilionaceae, Polygalaceae ve Sapindaceae gibi bitki familyalarında bulunurlar (Baytop, 1991).

* Diğer Toksik Maddeler: Bitkilerde, organik bileşiklerin ve mineral maddelerin yüksek miktarlarda bulunması sonucu, toksik etkiler ortaya çıkabilir. Özellikle sanayi bölgelerinin çevresinde bulunan bitkilerde arsenik,

flor, bakır, kalsiyum ve selenyum gibi maddeler birikebilir ve bunlar, hayvanlar için son derece zehirli etkilere neden olabilir (Özyurt, 1986).

3. İÇ MEKANDA KULLANILAN VE İNSAN SAĞLIĞINA ZARARLI OLAN BİTKİ TÜRLERİ

İç mekânda kullanılan bitkilerin çoğunlukla yalnızca estetik özellikleri göz önünde bulundurularak tercih edilmesi, bu bitkilerin içerdiği toksik bileşiklerin göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Ancak, özellikle çocuklar, yaşlılar ve evcil hayvanların bulunduğu ortamlarda, potansiyel toksisite riski taşıyan bitki türlerinin bilinçsizce kullanımı, ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Bu nedenle, toksik bitki türlerinin sistematik olarak tanımlandığı, bileşik içerikleri ve sebep oldukları etkilerin açıkça ortaya konduğu bilimsel temelli bir sınıflandırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda hazırlanan Tablo 1, iç mekânda yaygın olarak kullanılan ve insan sağlığına zararlı olabilecek bitki türlerini; familya adları, Latince adları, Türkçe adları, içerdiği toksik maddeler, toksisite düzeyi ve yol açtığı fizyolojik etkiler açısından detaylandırarak sunmaktadır. Özellikle *Araceae*, *Euphorbiaceae*, *Liliaceae*, *Amaryllidaceae* ve *Primulaceae* gibi süs bitkilerinde sık karşılaşılan familyalar, kalsiyum oksalat kristalleri, saponinler, diterpenler ve glikozit türevleri gibi toksik bileşenler nedeniyle dikkat çekmektedir. Bu tablo, kullanıcıların yalnızca görsel kaygılarla değil, sağlık kriterleri doğrultusunda da bitki seçimi yapabilmelerine bilimsel bir temel sağlamaktadır.

Tablo 1. İnsan Sağlığına Zararlı İç Mekan Bitkileri

Familiya Adı	Latince Adı	Türkçe Adı	İçerdikleri Zehirli Maddeler ve Toksik Bileşenler	Toksisite Düzeyi	Sebepler Oldukları Hasarlar
<i>Araceae</i>	<i>Dieffenbachia seguine</i>	Difembahya	Kalsiyum oksalat kristalleri, oksalik asit, proteolitik enzimler	● Yüksek	Cilt ve mukozalarında tahriş, histamin salınımı, hipokalsemi, böbrek hasarı
<i>Araceae</i>	<i>Epipremnum aureum</i>	Salon Sarmaşığı	Çözünmeyen kalsiyum oksalatlar	● Yüksek	Ağızda tahriş, ağız, dil ve dudaklarda şiddetli yanma ve tahriş, aşırı salya akması, kusma, yutma güçlüğü
<i>Araceae</i>	<i>Caladium hortulanum</i>	Kaladyum	Çözünmeyen kalsiyum oksalatlar	● Yüksek	Ağızda tahriş, ağız, dil ve dudaklarda ağrı ve şişlik, aşırı salya akması, kusma, yutma güçlüğü
<i>Araceae</i>	<i>Syngonium podophyllum</i>	Ok Başı Sarmaşığı	Çözünmeyen kalsiyum oksalatlar	● Yüksek	Ağızda tahriş, ağız, dil ve dudaklarda ağrı ve şişlik, aşırı salya akması, kusma, yutma güçlüğü

<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia leuconeura</i>	Madagaskar purlantası çiçeği	Diterpenler içeren lateks	● Orta	Deri tahrişi, kaşıntı, gözlerde kornea erozyonu, kusma, gastroenterit
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia milii</i>	Dikenli Taç	Diterpenler içeren lateks	● Orta	Kaşıntı, şişlik, kızarıklık, döküntü ve kabarcıklara
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia pulcherrima</i> ,	Atatürk Çiçeği	Diterpenler içeren lateks	● Orta	Kaşıntı, şişlik, kızarıklık, döküntü ve kabarcıklara
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Codiaeum variegatum</i>	Kroton	Diterpenler içeren lateks	● Orta	Kaşıntı, şişlik, kızarıklık, döküntü ve kabarcıklara
<i>Primulaceae</i>	<i>Cyclamen persicum</i>	Siklamen	Siklamin (saponin)	● Yüksek	Kusma, ishal, hemolitik anemi, kas felci, düşük riski
<i>Asparagaceae</i>	<i>Dracaena spp.</i> ,	Dracaena,	Saponinler	● Orta	Kusma, ishal, midriyazis, taşıkardi, depresyon
<i>Asparagaceae</i>	<i>Cordyline spp.</i>	Cordyline	Saponinler	● Orta	Kusma, ishal, midriyazis, taşıkardi, depresyon

<i>Asparagaceae</i>	<i>Sansevieria spp</i>	Paşa Kılıcı	Saponinler	● Orta	Kusma, ishal, midriyazis, taşıkardi, depresyon
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Clivia spp.</i>	Klivya	Glikozit türevleri	● Orta	Alerjik reaksiyonlar, kusma, ishal, kardiyak aritmi, felç
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Hippeastrum spp.</i>	Nergis zambağı	Glikozit türevleri	● Orta	Mide bulantısı, yoğun kusma, karın ağrısı, ishal, sersemlik, baş dönmesi
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Amaryllis spp.</i>	Zambak	Tulipozitler, glikozit türevleri	● Orta	Alerjik reaksiyonlar, kusma, ishal, kardiyak aritmi, felç
<i>Liliaceae</i>	<i>Lilium spp.</i>	Zambaklar	Oksalatlar (tam bileşik bilinmiyor)	● Yüksek	Kedilerde böbrek yetmezliği, hafgastrointestinal etkiler
<i>Araliaceae</i>	<i>Hedera helix</i>	İngiliz Sarmaşığı	Triterpenoid saponinler (hederagenin), polianlar	● Düşük-Orta	Ağızda yanma, öksürük, alerjik reaksiyonlar, nefes darlığı
<i>Loranthaceae</i>	<i>Viscum album</i>	Ökse Otu	Toksalbumin, viskumin	● Yüksek	Nekroz, kusma, grip benzeri belirtiler, karaciğer hasarı, nöbet

<i>Begoniaceae</i>	<i>Begonia rex</i>	Kral Begonya	Çözünebilir kalsiyum oksalatlar	 Düşük-Orta	Kusma, köpeklerde/kedilerde tükürük salgısı.
<i>Cycadaceae</i>	<i>Cycas spp.</i> , <i>Zamia spp.</i>	Cycas türleri	Sikasin, B-metilamino-l-alanin	 Yüksek	Sarılık, kanlı ishal, karaciğer yetmezliği, ölüm
<i>Cycadaceae</i>	<i>Zamia spp.</i>	Zamia türleri	Sikasin, B-metilamino-l-alanin	 Yüksek	Kusma (kanlı olabilir), koyu renkli dışkı, sarılık, susuzluk artışı, kanlı ishal, morarma, karaciğer yetmezliği, ölüm. 1-2 tohum ölümcül olabilir
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	Kudüs Kirazı	Solanin (glikoalkaloid)	 Yüksek	Merkezi sinir sistemi üzerinde depresif etki yaratır. Zehirlenme vakalarında gastrointestinal semptomların yanı sıra nörolojik belirtiler de gözlemlenebilir.
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus benjamina</i>	Benjamin Kauçuklu	Furokumarinler, lateks	 Orta	Ciltte fotodermatit, alerjik reaksiyonlar, göz tahrişi, evcil hayvanlarda kusma ve ishal meydana gelebilir.

3.1. *Araceae* Familyası

Araceae familyasına ait bitkiler, iç mekân bitkileri arasında yaygın olarak tercih edilmekte olup, özellikle düşük bakım gereksinimleri ve estetik görünümleri sayesinde son yıllarda popülerlik kazanmıştır.



Geniş tür ve renk çeşitliliği nedeniyle, bu bitkilerin kesin olarak tanımlanması özellikle deneyimsiz kişiler için zorlayıcı olabilmektedir. Bu familyaya dâhil olan bitkiler arasında, yüksek zehirlilik potansiyeline sahip olan *Arum* (Yılanıyastığı) cinsi türler bulunmaktadır (Mayo vd., 1997). Bu bitkilerin dokularında bulunan püskürtücü hücreler, keskin uçlu raphid formunda oksalat kristalleri (kalsiyum tuzları), oksalik asit ve proteolitik enzimler içermektedir. Tablo 1’de görüldüğü üzere bu kristaller, cilt ve mukoza zarlarında tahrişe yol açmakta olup, dokulara saplandıklarında mast hücrelerinden histamin salınımını tetikleyerek zehirlenme belirtilerine neden olmaktadır. Uzun süreli maruziyet veya aşırı tüketim durumunda ise oksalatlar, böbrek ve idrar yollarında hasara sebep olabilmektedir. Ayrıca, yüksek miktarda oksalik asit alımı, hipokalsemi (kandaki kalsiyum seviyesinin düşmesi) riskini artırabilmektedir. Benzer şekilde, *Bromeliaceae* familyasına ait hava bitkileri (*Tillandsia spp.*), Kupa çiçeği (*Aechmea spp.*), flamingo kılıcı bitkisi (*Vriesea spp.*), Oxalis cinsi bitkiler (*Oxalis spp.*) ve begonya yumruları (*Begonia tuberhybrida*) da benzer etkilere sahip olabilmektedir.

3.2. *Euphorbiaceae* Familyası

Euphorbiaceae familyasına ait iç mekân bitkileri arasında Atatürk çiçeği (*Euphorbia pulcherrima*) veya Yılbaşı yıldızı (*Euphorbia pulcherrima*), dikenli taç (*Euphorbia milii*), Madagaskar mücevheri (*Euphorbia leuconera*) ve kroton (*Codiaeum variegatum*) gibi türler bulunmaktadır. Bu bitkilerin toksik etkileri özellikle köpekler, kediler, küçük kemirgenler ve kuşlar üzerinde gözlemlenmiştir. Zehirlenme vakaları genellikle hafif düzeyde seyretmekle birlikte, dış mekânda yetişen bazı sütleğen türlerine kıyasla daha

düşük toksisite seviyesine sahiptir. Tablo 1’de bahsedildiği gibi bu bitkiler, herhangi bir yaralanma durumunda, yapılarında diterpenler içeren sütü bir lateks salgılamaktadır.



Diterpen bileşikleri, dermatotoksik özellik göstermekte olup, temas ettiği bölgede kaşıntı, şişlik, kızarıklık, döküntü ve kabarcıklara neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra, ko-karsinojenik özellik göstererek diğer kimyasalların kanserojen etkilerini artırma potansiyeline sahiptir. Lateksin gözle temas etmesi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmekte, göz kapaklarında şişlik, keratokonjonktivit ve korneal erozyona neden olabilmektedir. Deriyle teması ise tahriş, yanma hissi, kızarıklık ve döküntü gibi reaksiyonlarla sonuçlanabilir. Bu lokal etkiler anında ortaya çıkmayıp, maruziyetten birkaç dakika ile birkaç saat sonra kendini gösterebilir. Bitkinin yutulması halinde ise sindirim sistemi mukozalarında tahriş meydana gelmekte ve bu durum ağrı, aşırı salya üretimi, kusma ve gastroenterit gibi semptomlarla kendini göstermektedir (Frohne ve Pfänder, 2005; Peterson ve Talcott, 2006; Huerth vd., 2016).

3.4. *Primulaceae* Familyası

Primulaceae

(Çuhaçiçeğigiller) familyasına ait olan siklamenler arasında, özellikle İran siklameni (*Cyclamen persicum*), iç mekân süs bitkisi olarak yaygın şekilde yetiştirilmektedir. Bu bitkilerin



yumruları, diğer birçok saponinden farklı olarak gastrointestinal sistem tarafından kolayca emilebilen siklamin gibi saponin bileşikleri içermektedir (Tablo 1). Siklamin, belirgin hemolitik özelliklere sahip olup, vücuda alındığında ciddi lokal tahrişe yol açabilmektedir. Sindirim sisteminde kusma ve ishal gibi semptomlara neden olurken, aynı zamanda hemolitik anemi gelişimine katkıda bulunabilmektedir. Nadir durumlarda, kasılmalar, kas felci

ve gebelik dönemindeki hayvanlarda düşükler gibi komplikasyonlar görülebilmektedir. Hemolitik anemi sonucunda ise siyanoz, nefes darlığı (dispne) ve idrarda hemoglobin bulunması (hemoglobüri) gibi klinik belirtiler ortaya çıkabilmektedir (Frohne ve Pfänder, 2005; Afaszek vd., 2009).

3.5. *Asparagaceae* Familyası

Bu bitkilerin tamamı, tahriş edici ve potansiyel olarak hemolitik etkiye sahip saponin bileşikleri içermektedir (Tablo 1). Saponinlerin etki mekanizması, daha önce siklamen türlerinde de



belirtildiği gibi, hücre zarındaki lipidlerle etkileşime girerek zarın geçirgenliğini artırması ve ardından bütünlüğünü bozmasıdır. Bu bitkilerin oral yolla alınması durumunda, yerel tahrişin yanı sıra aşırı salya üretimi, kusma, ishal, iştah kaybı, depresyon, halsizlik ve koordinasyon bozukluğu (ataksi) gibi semptomlar ortaya çıkabilmektedir. Özellikle kedilerde, midriyazis (göz bebeklerinin genişlemesi) ve taşikardi (hızlı kalp atımı) gibi belirtiler de gözlemlenebilmektedir (Afaszek vd., 2009; Kahn, 2010).

3.6. *Amaryllidaceae* Familyası

Ev ortamında yaygın olarak yetiştirilen soğanlı bitkiler, çoğunlukla kış ve erken bahar aylarında tek mevsimlik süs bitkileri olarak tercih edilmektedir. Bunlar arasında lale, nergis, sümbül, çiğdem ve



üzüm sümbülü gibi türler yer almakta olup, bazı türler yıl boyunca da yetiştirilebilmektedir. Örneğin, *Clivia minata*, *Hippeastrum*, *Hippeastrum* × *hortorum* ve *Amaryllis belladonna* bu gruba dahildir. Bu bitkilere bağlı zehirlenmelerde aşırı salya üretimi, mide bulantısı, kusma, ishal ve kardiyak aritmi gibi semptomlar ortaya çıkabilir; bu ritim bozuklukları çoğunlukla bradikardi şeklinde görülmektedir. Bunun yanı sıra, kas aktivitesinde artış ya da felç gelişimi, bilinç kaybı (koma) ve ölüm gibi ciddi durumlar da meydana

gelebilmektedir. Ayrıca, oral mukozada dermatolojik reaksiyonlar veya erozyonlar yaygın olarak gözlemlenmektedir (Peterson ve Talcott, 2006; Frohne ve Pfänder, 2005; Saxon-Buri, 2004; Nair, 2013).

3.7. *Liliaceae* Familyası

Liliaceae familyasına ait soğanlı bitkilerden olan zambaklar, bahçelerde yaygın olarak yetiştirilmekle birlikte, iç mekânlarda saksı bitkisi olarak da tercih edilmektedir. Aynı zamanda, kesme çiçek olarak



evlerde dekoratif amaçla da kullanılmaktadır. Lale türleri, yapısında glikozidik bileşiklerden olan tulipozitleri barındırmakta olup, bu maddeler alerjik reaksiyonlara ve farklı şiddetlerde gelişebilen temas dermatitine yol açabilmektedir. Diğer soğanlı bitkilerle benzer bazı özellikler taşısa da zambaklar farklı bir toksisite mekanizmasına sahip olduğundan, ayrı bir başlık altında ele alınması gerekmektedir. İçerdikleri oksalatlar nedeniyle hafif düzeyde gastrointestinal rahatsızlıklara yol açabilmelerine rağmen, bu bitkilere bağlı en önemli risk, özellikle kedilerde görülen böbrek hasarı ve böbrek yetmezliği gelişme ihtimalidir (Tablo 1). Ancak, bu toksik etkinin ortaya çıkmasına neden olan spesifik bileşik henüz tam olarak belirlenememiştir (ASPCA, 2025).

3.8. *Araliaceae* Familyası

Araliaceae familyası, süs bitkileri arasında hem iç hem de dış mekân uygulamalarında yaygın olarak tercih edilen türleri içermektedir. Bu familyaya ait bitkiler, gösterişli yaprak formları ve dekoratif yapıları sayesinde



peyzaj tasarımında sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, estetik değerlerinin yanı sıra bazı türleri toksik bileşikler de barındırmaktadır. Özellikle İngiliz sarmaşığı (*Hedera helix*), *Araliaceae* familyasının toksik özellikleri en belirgin üyelerinden biridir. Bu türün tüm bitkisel kısımlarında triterpenoid saponinler

(özellikle hederagenin) bulunmakta olup; ağızda yanma, aşırı salya üretimi, kusma, ishal, tahriş ve öksürük gibi semptomlara neden olabilmektedir (Tablo 1). Bazı durumlarda yorgunluk ve nefes darlığı (dispne) gibi sistemik etkiler de gözlenebilmektedir. Ayrıca yapraklarında yer alan polianlar, özellikle duyarlı bireylerde temas dermatiti ve alerjik reaksiyonlara yol açabilmektedir (ASPCA, 2025).

3.9. *Loranthaceae* Familyası

Loranthaceae familyası, yarı parazit özellik gösteren odunsu bitkileri kapsamakta olup, bazı türleri dekoratif kullanım amacıyla iç mekânlara taşınmaktadır. Bu familyanın öne çıkan



üyelerinden biri olan ökse otu (*Viscum album*), özellikle Noel döneminde süsleme amacıyla tercih edilmekte; ancak içerdiği toksik bileşikler nedeniyle sağlık açısından risk oluşturmaktadır. *Viscum album*, başta toksalbumin ve viskumin (bir lektin türü) olmak üzere çeşitli foratoksinler içermektedir (Tablo 1). Bu toksinler, vücuda alındığında dokularda lokal irritasyon oluşturarak nekroz, kusma ve ishal gibi semptomlara yol açabilmektedir. Ayrıca, artan vücut sıcaklığına bağlı olarak grip benzeri belirtiler, yorgunluk, cilt döküntüleri, alerjik reaksiyonlar, kalp ritmi bozuklukları ve hatta nöbetler görülebilir. Bitkinin kronik şekilde tüketilmesi, karaciğer hasarı ve hipotansiyon gibi ciddi sistemik etkilerle sonuçlanabilmektedir (ASPCA, 2025).

3.10. *Cycadaceae* Familyası

Cycadaceae familyası, tarihsel olarak süs bitkisi olarak kullanılan ve genellikle palmye benzeri görünümüleriyle dikkat çeken ilkel bitki türlerini kapsamaktadır. Ancak, bu familyaya ait bazı türler ciddi



toksik özellikler taşımakta olup, iç mekânda kullanımları sağlık açısından risk

oluşturabilmektedir. Bu türlerden biri olan *Cycas spp.*, içerdiği sikasin ve B-metilamino-l-alanin (BMAA) gibi nörotoksik bileşikler nedeniyle yüksek düzeyde toksisiteye sahiptir. Literatürde yalnızca 1–2 adet tohumunun dahi ölümcül olabileceği belirtilmektedir (ASPCA, 2025). Bitkinin toksik kısımları yalnızca tohumlarla sınırlı olmayıp; yaprakları, kök yumruları ve sap kısmında bulunan yumuşak, süngerimsi dokudan elde edilen, işlenmemiş un benzeri materyal de toksin içerebilmektedir (Atasoy, 2012). Bu toksinlerin alınması halinde klinik belirtiler arasında; kusma (kanlı olabilir), koyu renkli dışkı, sarılık, şiddetli susuzluk, kanlı ishal, morarma, karaciğer yetmezliği ve nihayetinde ölüm yer alabilmektedir (Tablo 1). Dolayısıyla *Cycas* türleri hem insanlar hem de evcil hayvanlar için son derece tehlikeli kabul edilmekte ve iç mekânlarda bulundurulmaları konusunda dikkatli olunması önerilmektedir

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkiler, yaşamımıza pek çok yönden katkı sağlamakta olup, özellikle iç mekân bitkileri, günümüzde hızla artan kentselleşme olgusu bağlamında önemli bir role sahiptir. Evlerde, iş yerlerinde ve ticari alanlarda yaygın olarak kullanılan iç mekân bitkileri, bireylerin psikolojik ve fizyolojik sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır. Bulundukları mekâna estetik bir değer katarak, modern yaşamın monoton ve stresli yapısına karşı dengeleyici bir unsur işlevi görür. Yapılan çalışmalar, iç mekân bitkilerinin stres düzeyini azaltma, odaklanmayı artırma, iç ortam hava kalitesini iyileştirme ve genel yaşam kalitesini yükseltme gibi çok yönlü olumlu etkilere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Ancak bu faydaların yanı sıra, toksik bileşenler barındıran bazı bitki türlerinin bulunması, dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Özellikle alkaloid, saponin ve oksalat gibi zararlı bileşenler içeren bitkiler, yanlış kullanım durumunda ciddi sağlık problemlerine yol açabilirler. Bu nedenle, iç mekân bitkileri tercih edilirken, bitkilerin potansiyel toksik özelliklerinin göz önünde bulundurulması önemlidir.

İç mekân bitkilerinin sağladığı çok yönlü faydalardan tam olarak yararlanabilmek için, kullanım süreçlerinde dikkatli ve bilinçli adımlar atılması büyük önem taşımaktadır. Öncelikle, eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarına ağırlık verilmelidir; toplumun bitkilerin faydaları ve özellikle toksik türler hakkında detaylı bilgiye ulaşması sağlanmalıdır. Çocukların ve evcil

hayvanların bulunduğu alanlarda zararlı bitkilerin kullanılmaması konusunda farkındalık yaratılması, güvenlik açısından kritik bir adımdır.

İkinci olarak, bitki seçiminde dikkatli olunması gerekmektedir; potansiyel toksik etkileri minimal olan türler öncelikli tercih olmalı, bu seçim için detaylı araştırmalar yapılmalı ve uzman görüşlerinden yararlanılmalıdır. Ayrıca, sürdürülebilir tasarımlar teşvik edilmeli, mimari tasarımlarda bu bitkilerin etkin ve verimli bir şekilde yer alması sağlanarak hem estetik hem de sağlık açısından önemli katkılar sunulmalıdır. Toksik risk barındıran türler için, güvenli ve sağlıklı bitki türleri önerilerek alternatif çözümler sunulmalı, böylece riskli türlerin yerini zararsız seçenekler almalıdır. Son olarak, iç mekân bitkilerinin psikolojik ve fizyolojik sağlık üzerindeki etkileri üzerine daha fazla araştırma yapılmalı; özellikle uzun vadeli etkilerinin incelendiği bilimsel çalışmalara ağırlık verilerek gelecekteki kullanım stratejilerine bilimsel dayanak sağlanmalıdır.

İç mekân bitkilerinin toksikolojik açıdan değerlendirilmesi; estetik, psikolojik ve ekolojik faydaları, sağlıklı bir yaşam alanı oluşturulmasında önemli bir role sahiptir. Bu bitkiler, doğru bir şekilde kullanıldığında, insanların yaşam kalitesini artırma potansiyeline sahiptir. Tasarım sürecinde, özellikle kamusal alanlar, eğitim kurumları, sağlık yapıları ve çocuk odaları gibi hassas kullanıcı gruplarının bulunduğu alanlarda, toksik potansiyeli düşük veya toksik olmayan bitki türlerinin tercih edilmesi önerilmektedir. Ancak, bu potansiyelin en iyi şekilde değerlendirilebilmesi için, kullanıcıların güvenli iç mekân düzenlemeleri hakkında bilinçlendirilmesi, uygun bitki seçimlerinin yapılması ve toksikolojik profillere dair güncel ve erişilebilir veri tabanlarının oluşturulması hem kullanıcı güvenliği hem de tasarım kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- American Society for the Prevention of Cruelty to Animals [ASPCA]. (2025). Toxic and non-toxic plants. Erişim adresi: <https://www.asPCA.org/pet-care/animal-poison-control/toxic-and-non-toxic-plants>
- Atasoy, N. (2012). Bina içi mekânlarda kullanılan zehirli süs bitkileri üzerinde araştırmalar (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Bakırel, T. (1998). Veteriner toksoloji yönünden Trakya Bölgesi'nin zehirli bitkileri üzerine çalışmalar (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Berg, J. (2002). The effect of healthy workplaces on the well-being and productivity of office workers. International Plants for People Symposium 2002, Florida, Amsterdam, The Netherlands. Erişim adresi: <http://www.plants-in-buildings.com/documents/Symposium-Bergs.pdf>
- Bertero, A., Davanzo, F., Rivolta, M., Cortinovis, C., Vasquez, A., Le Mura, A., Masuelli, A. ve Caloni, F. (2021). Plants and zootoxins: Toxicological epidemiological investigation in domestic animals. *Toxicon*, 196, 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2021.03.019>
- Blackwell, B. (1990). *Plant Toxicology*. Academic Press.
- Cengiz, B., Kaya, B. ve Yakan, O. E. (2017). Kampüs binalarında iç mekân bitkisel tasarım: Bartın Üniversitesi örneği. 1. Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Araştırmaları Sempozyumu, Antalya.
- Enari, L. (1982). *Poisonous plants of Southern California*. County of Los Angeles, Department of Arboreta and Botanic Gardens.
- Fjeld, T. (2002). The effects of plants and artificial daylight. International Plants for People Symposium, Florida, Amsterdam, The Netherlands. Erişim adresi: <http://greenplantsforgreenbuildings.org/attachments/contentmanagers/25/PlantsArtificialDaylight.pdf>
- Frohne, D. ve Pfänder, H. J. (2005). *Poisonous plants* (2. bs.). Manson Publishing Ltd.
- Gummin, D. D., Mowry, J. B., Beuhler, M. C., Spyker, D. A., Bronstein, A. C., Rivers, L. J., ... ve Weber, J. (2021). 2020 annual report of the American

- Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 38th annual report. *Clinical Toxicology*, 59(12), 1282–1501.
- Güçlü, K. (1999). İç mekân bitkileri (Ders Notları No:148). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Hammer, N. (1999). *Interior landscapes: An American design portfolio of green environments*. Rockport Publishers.
- Han, H. L., Liu, J., Feng, X. J., Zhang, M., Lin, Q. F., Wang, T., Qi, S. L., Xu, T., & Hua, X. J. (2021). SSR1 is involved in maintaining the function of mitochondria electron transport chain and iron homeostasis upon proline treatment in *Arabidopsis*. *Journal of Plant Physiology*, 256, 153325.
- Honeyman, M. K. (1992). Vegetation and stress: A comparison study of varying amounts of vegetation in countryside and urban scenes. In D. Relf (Ed.), *The role of horticulture in human well-being and social development: A national symposium* (ss. 143–145). Timber Press.
- Huerth, K. A., Hawkes, J. E., Meyer, L. J. ve Powell, D. L. (2016). The scourge of the spurge family—An imitator of *Rhus dermatitis*. *Dermatitis*, 27, 372–381. <https://doi.org/10.1097/der.0000000000000237>
- Kahn, C. M. (Ed.). (2010). *The Merck veterinary manual* (10. bs.). Merck & Co. Inc.
- Liu, Y., Mu, Y., Zhu, Y., Ding, H. ve Arens, N. C. (2007). Which ornamental plant species effectively remove benzene from indoor air? *Atmospheric Environment*, 41, 650–654.
- Matsumoto, H. ve Yamaguchi, M. (2007). Experimental study on the effect of foliage plants on removing indoor air contaminants. CLIMA 2007 Well-Being Indoors. Erişim adresi: http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive%5Cclima2007%5CA03%5CA03N1275.pdf
- Mayo, S. J., Bogner, J. ve Boyce, P. C. (1997). *The genera of Araceae*. Kew: Royal Botanic Gardens.
- Moore, E. O. (1981–1982). A prison environment's effect on health care service demands. *Journal of Environmental Systems*, 11, 17–34.
- Nair, J. J. ve van Staden, J. (2013). Pharmacological and toxicological insights to the South African Amaryllidaceae. *Food and Chemical Toxicology*, 62, 262–275. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.08.042>
- Oral, N. (1999). İç mekân süs bitkileri (3. bs.). Ezgi Kitabevi.

- Özyurt, N. (1986). Zehirli Bitkiler ve Toksik Etkileri. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları.
- Peterson, J., & Talcott, S. (2006). Food Toxicology. CRC Press.
- Peterson, M. E. ve Talcott, P. A. (2006). Small animal toxicology (2. bs.). Saunders Elsevier.
- Saxon-Buri, S. (2004). Daffodil toxicosis in an adult cat. Canadian Veterinary Journal, 45, 248–250.
- Seçmen, Ö. ve Leblebici, E. (1987). Yurdumuzun zehirli bitkileri (Yayın No:103). Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı, İzmir.
- Şevik, H., Belkayalı, N., Sakıcı, Ç., Ayan, E., Şenöz, E. ve Karakaş, H. (2015). Possibilities of improving indoor air quality in classrooms through plants. Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences, 5(2), 2115–2121.
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. Science, 224(4647), 420–421.
- Ulrich, R. S., Simons, R. E., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A. ve Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. Journal of Environmental Psychology, 11, 201–230.
- Welch, K. (2019). Editorial—Plant toxins. Toxicon, 168, 140. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2019.07.009>
- Wood, R. A., Burchett, M. D., Alquezar, R., Orwell, R. L., Tarran, J. ve Torpy, F. (2006). The potted-plant microcosm substantially reduces indoor air VOC pollution: I. Office field-study. Water, Air, & Soil Pollution, 175, 163–180.
- Yazgan, M. E., Uslu, A. ve Özyavuz, M. (2009). İç mekân bitkileri ve tasarımı (Yayın No:1575). Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Yılmaz, O. (1990). Bursa yöresinde yetişen önemli zehirli bitkilerin toksikolojik özellikleri (Yayımlanmamış doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa.

BÖLÜM 4

NEMRUT DAĞI (TATVAN/BİTLİS) KALDERASI VE CİVARININ MAKROMANTAR ÇEŞİTLİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Emre AKÇAY¹

Dr. Öğr. Üyesi Cemil SADULLAHOĞLU²

Dr. Öğr. Üyesi Sedat KESİCİ³

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17937395>

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Van, Türkiye. memreakcay@yyu.edu.tr, orcid id: 0000-0002-9215-3383

² Şırnak Üniversitesi, İdil Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Şırnak, Türkiye. csadullahoglu@yandex.com, orcid id: 0000-0002-0442-9045

³ Hakkâri Üniversitesi, Yüksekova Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Hakkâri, Türkiye. kesicisedat30@gmail.com, orcid id: 0000-0002-0284-1247

1. GİRİŞ

Mantarlar, ökaryot hücre yapısına sahip canlılar olup, bitkilerden farklı olarak fotosentez pigmentleri içermezler. Bu nedenle tamamı heterotrof (tüketici) olarak beslenmek zorundadır (Kaşık, 2010). Hücre çeperleri, bitkilerdeki selüloz yerine, böceklerin dış kabuğunda da bulunan kitin bileşeninden oluşur.

Bu heterotrof beslenme biçimi çoğunlukla çürükçül (saprofit) olarak gerçekleşir. Mantarlar, ortama salgıladıkları sindirim enzimleriyle organik artıkları inorganik bileşenlere ayırır ve bu yolla doğadaki element döngülerine kritik bir katkı sağlarlar. Bazı mantarlar parazit olarak yaşarken, bazıları bitkilerle mikorizal ilişki (bitkinin suya ulaşmasına katkı sağlama) veya alg/bakterilerle liken birliktelikleri kurarak simbiyotik yaşam biçimleri de oluştururlar (Reece ve ark., 2015).

Mantarlar alemi; Chytridiomycota, Zygomycota, Deuteromycota, Ascomycota ve Basidiomycota gibi bölümler altında incelenir. Moleküler çalışmalar, "deuteromiset" olarak bilinen birçok türün aslında Ascomycota veya Basidiomycota bölümlerine ait olduğunu netleştirmiştir (Kaşık, 2010). Mantarları kabaca, mikroskopik üyeleri içeren mikrofunguslar ve çıplak gözle görülebilen fruktifikasyon organlarına sahip makrofunguslar (genellikle Ascomycota ve Basidiomycota üyeleri) olarak ayırmak da mümkündür (Akata, 2013; Akata ve Karakaş, 2015).

Dünya genelinde 144.000 tanımlanmış türe rağmen, toplam fungal tür sayısının 2,2 ila 3,8 milyon arasında olabileceği tahmin edilmektedir (Hawksworth ve Lücking, 2017; Willis, 2018). Yaşam döngülerinin çoğunu gözden uzakta (toprak altında veya konak içinde) geçirirler de, küresel besin döngüsü ve karbon tutulması gibi ekosistem işlemleri için vazgeçilmezdirler (Willis, 2018).

Makromantarlar, yenilebilirlik özelliklerine göre yenir, yenmez ve zehirli olmak üzere üç ana gruba ayrılır. Yenilebilir mantarlar, yüksek protein (kuru ağırlıkta %15-45), vitamin (özellikle B grubu) ve mineral içeriği, düşük yağ (%2-10) ve nişasta içermemeleri nedeniyle "fonksiyonel gıda" olarak kabul edilir (Öder, 1988; Çağlarırnak ve ark., 2002; Üstün, 2011). Türkiye, yenen doğal mantar türleri açısından zengin olmasına rağmen, halkın bu türleri tanınması genellikle sınırlıdır ve bir bölgede yenen bir tür, başka bir bölgede zehirli zannedilebilmektedir (Bölük, 2013).

Yenmez mantarlar zehirli olmasa da sert yapıları veya kötü tatları nedeniyle tercih edilmez. Zehirli makromantarlar ise ciddi sağlık sorunlarına ve ölüme yol açabilir. Türkiye'de 100 civarı zehirli tür bulunmakta ve bunların yaklaşık 10'u ölümcül etkiye sahiptir (Akata, 2013; Mat, 2000).

Mantarların olumsuz etkileri zehirlenmeyle sınırlı değildir. Odun tahripçisi parazit mantarlar, ağaçlardaki selüloz ve lignini parçalayarak (beyaz çürük veya kahverengi çürük) ağaçların kurumasına ve ahşap malzemede bozulmalara neden olarak büyük ekonomik kayıplara yol açarlar. Bu türlerin tanınması, ekonomik kayıpların önlenmesi açısından önemlidir (Bölük, 2013).

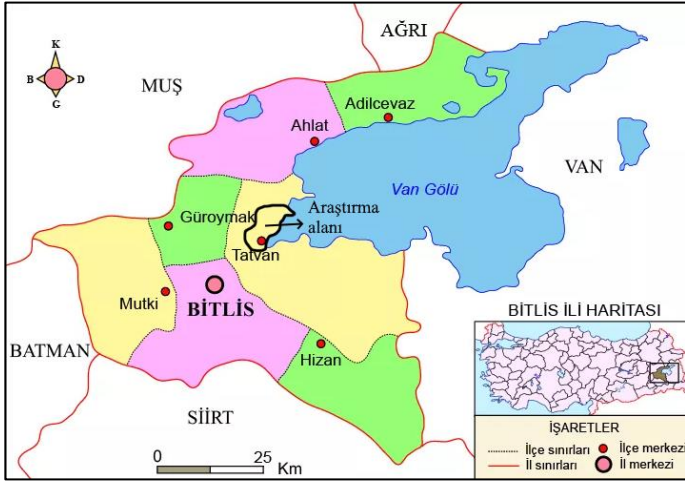
Türkiye'de makromantarlar üzerine ilk bilimsel kayıtlar 19. yüzyılın ortalarına (Rigler, 1852; Tchihatcheff, 1860) ve 20. yüzyılın başlarına (Fritsch, 1899; Maire, 1904; Handel-Mazzetti, 1909) dayanmaktadır. Son yıllarda çalışmalarda artış yaşansa da Türkiye mikobiyotası henüz tam olarak ortaya çıkarılmamıştır. Mart 2022 itibarıyla Türkiye'de 3094 makromantar türü listelenmiştir (Sesli ve Denchev, 2014; Solak ve ark., 2015; Sesli ve ark., 2021; Solak ve Türkoğlu, 2022) ve bu sayının artması beklenmektedir.

Bu bağlamda, araştırma alanı olarak seçilen Tatvan (Bitlis) ilçesi sınırlarında daha önce yapılan bir çalışmada (Kaya, 1999) 30 türün varlığı bilinse de bu türlerin tam lokasyonları belli değildir. Özellikle Nemrut Dağı özelinde daha önce bir makromantar çalışması yapılmadığı tespit edilmiştir. Bu alanın makromantar gelişimi için uygun çevresel koşullara sahip olması, bu çalışmanın ülkemiz mikobiyotasına katkı sağlamak amacıyla yapılmasına karar verilmesini sağlamıştır.

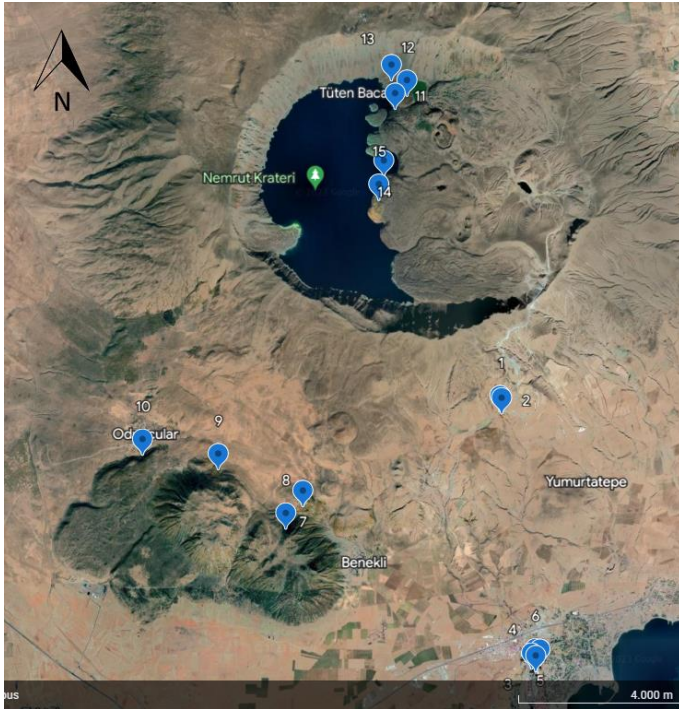
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Araştırma alanının tanımı

Araştırma alanı, Van Gölü'nün batısında, Tatvan, Ahlat ve Güroymak ilçelerinin kesişim noktasında yer alan Nemrut Dağı'dır (Şekil 2.1.). Yaklaşık 10 km genişliğiyle dünyanın en büyük kraterlerinden birine sahip olan dağ (Şekil 2.2.), aynı zamanda dünyanın en büyük ikinci kaldera gölünü barındırır (Bulum, 2017; Akın ve Seven, 2020).



Şekil 2.1. Araştırma alanının bulunmuş olduğu Bitlis ilinin siyasi haritası (Saygılı, 2015).



Şekil 2.2. Araştırma alanı olarak belirlenen Nemrut Dağı ve çevresinde çalışma yapılan lokaliteler (Google Earth yazılımı ile düzenlenmiştir).

Kaldera içinde Nemrut Gölü (Büyük Göl) ve Ilıca Gölü başta olmak üzere, hayvancılıkla uğraşan yöre halkı için önemli olan tatlı su gölleri bulunmaktadır (Akın ve Seven, 2020).

Deniz seviyesinden 2247 m, Van Gölü'nden ise 600 m yükseklikte bulunan Nemrut Kalderası, Türkiye'nin en genç volkan konisine sahiptir. Bu aşınmamış koni yapısı, onu bilimsel açıdan araştırmacıların ilgi odağı haline getirmiştir (Bulum, 2017).

Araştırma alanında makromantar gelişimi için ekolojik koşulları uygun olan ve arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği lokaliteler Tablo 2.1.'de sunulmuştur.

Tablo 2.1. Araştırma alanında arazi çalışmaları yapılan lokaliteler.

No.	Konum	Koordinat	Rakım (m)
1	Nemrut Dağı güneydoğu yamacı yol üzeri 1	38,573469° K 42,268495° D	2201
2	Nemrut Dağı güneydoğu yamacı yol üzeri 2	38,572965° K 42,268945° D	2186
3	Tatvan ilçe merkezi, Toptancılar Sitesi bahçesi 1	38,516806° K 42,278026° D	1682
4	Tatvan ilçe merkezi, Toptancılar Sitesi bahçesi 2	38,516257° K 42,279179° D	1678
5	Tatvan ilçe merkezi, Toptancılar Sitesi bahçesi 3	38,517620° K 42,280388° D	1675
6	Tatvan ilçe merkezi, Toptancılar Sitesi bahçesi 4	38,517774° K 42,279068° D	1675
7	Benekli köyü civarı (Kirkor Dağı) 1	38,552978° K 42,214274° D	2136
8	Benekli köyü civarı (Kirkor Dağı) 2	38,549387° K 42,210182° D	2302
9	Oduncular köyü civarı (Kirkor Dağı) 1	38,560968° K 42,190982° D	2175
10	Oduncular köyü civarı (Kirkor Dağı) 2	38,563894° K 42,169557° D	1911
11	Nemrut krater gölü kenarı 1	38,638297° K 42,239586° D	2289
12	Nemrut krater gölü kenarı 2	38,641104° K 42,242910° D	2291
13	Nemrut krater gölü kenarı 3	38,644481° K 42,238630° D	2263
14	Nemrut krater gölü kenarı 4	38,623852° K 42,236539° D	2290
15	Nemrut krater gölü kenarı 5	38,617346° K 42,234994° D	2310

Oluşum bakımından bir Stratovolkan olan Nemrut, adını Babil Hükümdarı Narmuk'tan alır (Bulum, 2017). Kraterin Pliyosen döneminde oluştuğu, lav birikimiyle 4000 metreyi aştığı, ancak son patlamalarla (1441 ve 1443) bacanın tahrip olarak zirvenin 2935 metreye düştüğü düşünülmektedir (Bulum, 2017).

Doğal yapısı nedeniyle alan, 2003 yılında 'Tabiat Anıtı', 2005'te 'Önemli Bitki Alanı' ve 2006'da 'Önemli Tabiat Alanı' ilan edilmiştir. Ayrıca Turizm Alanı, 1. Derece Doğal Sit Alanı ve Sulak Alan statüsünde korunan bölgenin, 2012'de Ramsar Alanı olarak tescili için de çalışmalar başlatılmıştır (Bulum, 2017; Akın ve Seven, 2020; Demirtaş, 2020; Anonim, 2023).

2.2. Araştırma alanının bitki örtüsü özellikleri

Makromantarların gelişimi, alanın bitki örtüsüyle doğrudan ilişkilidir. Mikorizal türler odunsu partnerlere, parazit türler konak bitkilere, saprofit (çürükçül) türler ise yere düşmüş yaprak, dal gibi bitkisel atıklara ihtiyaç duyar. Bu nedenle, bir alanın florası, o alandaki makromantar çeşitliliğini doğrudan etkilemektedir.

Nemrut kalderası ve çevresinde bugüne kadar 450 bitki türü tespit edilmiş olup, bunların %8,4'ü endemiktir (Bulum, 2017; Akın ve Seven, 2020).

Kapalı havza özelliği, yeterli yağış ve göllerin varlığı, kaldera içinde zengin bir bitki örtüsünün gelişmesini sağlamıştır (Şekil 2.3. – 2.6.). Başlıca ağaç ve çalı türleri arasında Titrek kavak (*Populus tremula*), Bodur ardıç (*Juniperus communis* subsp. *nana*), Çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides*), Kuş üvezi (*Sorbus* türleri), Meşe (*Quercus pinnatifolia*, *Quercus robur* subsp. *pedunculiflora*), Beyaz söğüt (*Salix alba*), Barut ağacı (*Frangula alnus*) ve Kokulu kiraz ağacı (*Cerasus mahaleb*) bulunur.

Step (bozkır) türleri de kaldera içinde geniş yayılım gösterir. Geven (*Astragalus*), Çoban yastığı (*Acantholimon*), Korunga (*Onobrychis megataphros*), Kekik (*Thymus kotchyanus*), Yumak (*Festuca ovina*), Adaçayı (*Salvia* sp.) ve Peygamber çiçeği (*Centaurea triumphetti*) bunlardan bazılarıdır (Bulum, 2017; Demirtaş, 2020; Yakupoğlu ve Özcan Selçuk, 2020).



Şekil 2.3. Nemrut Dağı güneydoğu yamacında yayılış gösteren titrek kavak ağaçları.



Şekil 2.4. Nemrut Dağı'nın güneydoğu yamacında bulunan bozkır alandan Van Gölü ve Artos Dağı'nın görünüşü.



Şekil 2.5. Nemrut Dağı güney zirvesinden kalderada bulunan büyük krater gölünün görünüşü.



Şekil 2.6. Nemrut Dağı yamaçlarındaki vejetasyon ile bu alandan Tatvan ilçe merkezi, Van Gölü ve Artos Dağı'nın görünüşü.

2.3. Araştırma alanının iklimsel özellikleri

Araştırma alanı, denizden uzak ve yüksek olması nedeniyle kara ikliminin etkisi altındadır. Kar örtüsü zirvelerde Nisan sonuna kadar kalır.

Tatvan ilçesinin yıllık ortalama sıcaklığı 9 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 844 mm'dir. Yağışın büyük kısmı (%45) kışın düşer.

Ortalama 6 mm yağış ve 21,3 °C sıcaklıkla Temmuz en kurak ve en sıcak ay; ortalama 124 mm yağışla Nisan en yağışlı ay; ve ortalama -2,5 °C sıcaklıkla Ocak yılın en soğuk ayıdır (Bulum, 2017; Demirtaş, 2020).

2.4. Gereç

Çalışmanın ana materyalini, 2021-2022 yıllarında Nemrut Dağı ve çevresinden toplanan makromantar örnekleri oluşturmaktadır. Çalışma sürecinde kullanılan gereçler şunlardır:

- *Arazi Ekipmanları*: Örneklerin fotoğraflanması için Canon EOS 60D dijital fotoğraf makinesi, OnePlus 9 Pro mobil cihaz ve Tokina 100mm makro lens; konum tespiti için Garmin GPSmap 76CSX GPS cihazı.
- *Laboratuvar Ekipmanları*: Mikroskobik incelemeler için Leica DM500 ışık mikroskobu, Leica ICC50 HD kamera ve Leica LAS EZ (versiyon 3.4.0) yazılımı.
- *Kimyasal Ayırıcılar*: Teşhis ve mikroskobik incelemeler için KOH, distile su, IKI, Congo kırmızısı ve Melzer ayırıcı.
- *Fungaryum Materyalleri*: Örneklerin korunması için kurutma kâğıdı, kurutma dolabı, derin dondurucu, kilitli polietilen poşetler, etiketler ve plastik saklama kapları.

2.5. Yöntem

Bu çalışma; Bessette ve arkadaşları (2000; 2013), Beug ve arkadaşları (2014), Breitenbach ve Krânzlin (1984; 1986; 1991; 1995; 2000), Buczacki (2012), Dähncke (2004), Hausknecht (2009), Jordan (1995; 2004), Krânzlin (2005), Kuo ve Methven (2014), Moser (1983), Philips (1981, 2006) ve Thompson (2013) tarafından hazırlanan temel eserler ile Türkiye'de yapılan (Akata, 2010; Akçay, 2009; Demirel, 1993; Gücin, 1983; Kaşık, 1990; Kaya, 1999; Türkoğlu, 2002; Keleş, 2008 ve Uzun, 2004) çalışmalar dikkate alınarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.5.1. Arazi Çalışması

2021-2022 yılları arasında Nemrut Dağı ve çevresine periyodik arazi gezileri düzenlenmiştir. Ağaçlık alanlar, çayırliklar ve dağ etekleri gibi makromantar gelişimi için uygun habitatlara öncelik verilmiştir.

Toplanan örneklere ait tüm morfolojik özellikler (boyut, şekil, renk, lamel/por yapısı, sap özellikleri, renk değişimleri vb.), tadı, kokusu, toplandığı habitat ve substrat (yetiştirme ortamı) özellikleri tarih ve numara belirtilerek arazi defterine kaydedilmiştir.

Ayrıca, toplanan örnekler yöre halkına (çobanlar, yerel halk, diğer toplayıcılar) gösterilerek mantarların tanınıp tanınmadığı, yenilip yenilmediği ve varsa yöresel isimleri not edilmiştir.

2.5.2. Laboratuvar Çalışması

Araziden toplanan örnekler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Biyoloji Bölümü Fungaryumu'na (VANF) getirilmiştir.

- *Spor Baskısı ve Mikroskopi*: Uygun örneklerden spor baskıları alınmış ve renkleri kataloglarla karşılaştırılmıştır. Spor baskılarından veya himenyum tabakasından alınan kesitlerle sporlar, askus, bazidiyum, sistit gibi mikroskobik yapılar incelenmiştir. Bu yapıların boyutları, şekli, rengi ve kimyasal ayraç reaksiyonları Leica LAS EZ yazılımı yardımıyla ölçülmüş ve kaydedilmiştir.
- *Teşhis*: Arazi ve laboratuvar verileri birleştirilerek oluşturulan deskripsiyonlar, ilgili temel literatür (Bessette ve ark., 2000, 2013; Beug ve ark., 2014; Breitenbach ve Kränzlin, 1986, 1991, 1995, 2000; Bresinsky ve Besl, 1990; Buczacki, 2012; Dähncke, 2004; Ellis ve Ellis, 1990; Hausknecht, 2009; Jordan, 1995, 2004; Kränzlin, 2005; Kuo ve Methven, 2014; Moser, 1983; Philips, 1981, 2006; Thompson, 2013) ve internet kaynakları ile karşılaştırılarak örneklerin teşhisi yapılmıştır.
- *Koruma*: Teşhisi tamamlanan örnekler kurutma dolabında veya gölgede kurutulmuş, etiketlenerek kilitli poşetlere yerleştirilmiştir. Parazitlerden korunmaları amacıyla -20 °C'lik derin dondurucuda 24 saat bekletildikten sonra fungarium materyali haline getirilmiştir.

Tüm örnekler, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Fungaryumu'nda (VANF) muhafaza edilmektedir.

3. BULGULAR

3.1. Tespit Edilen Makromantarların Sunumu

Araştırma alanında gerçekleştirilen arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucunda, Nemrut Dağı (Tatvan / Bitlis) ve civarında toplam 63 makromantar türünün yetiştiği belirlenmiştir.

Tür seviyesinde teşhisleri yapılan makromantarlar ait geçerli isimler ve sistematiksel bilgiler, ülkemizde tespit edilmiş makromantarları listeleyen çalışmalar ve dünya genelinde kabul gören veri bankaları yardımıyla belirlenmiştir (Anonim, 2022a; Anonim, 2022b; Sesli ve ark, 2021; Solak ve Türkoğlu, 2022).

Araştırma yöresinde tespit edilen türler, tür üstü sistematik kategorileri dikkate alınarak alfabetik olarak listelenmiş ve sırasıyla habitat, substrat, toplama tarihi, toplandığı lokalite (Ör: [8]), toplayıcı numarası (Ör: AKS-Nemrut 71) ve yenilebilirlik durumlarıyla birlikte sunulmuştur.

Ascomycota → *Leotiomycetes* → *Helotiales* → *Helotiaceae* →

3.1.1. *Hymenoscyphus calyculus* (Fr.) W. Phillips → Karışık ağaçlık alan, su kenarı, nemli ve çürümekte olan odun kalıntısı üzeri, 19.05.2022, lokalite [8], AKS-Nemrut 185. Yenmez.

Mollisiaceae

3.1.2. *Mollisia cinerea* (Batsch) P. Karst. → Karışık ağaçlık alan, su kenarı, nemli ve çürümekte olan odun kalıntısı üzeri, 20.05.2022, lokalite [9], AKS-Nemrut 175. Yenmez.

3.1.3. *Tapesia fusca* (Pers.) Fuckel → Karışık ağaçlık alan, su kenarı, nemli ve çürümekte olan odun kalıntısı üzeri, 20.05.2022, lokalite [10], AKS-Nemrut 169. Yenmez.

Solenopezziaceae

3.1.4. *Lasiobelonium lonicerae* (Alb. & Schwein.) Raitv. → Karışık ağaçlık alan, su kenarı, nemli ve çürümekte olan odun kalıntısı üzeri, 20.05.2022, lokalite [7], AKS-Nemrut 172. Yenmez.

Pezizomycetes → *Pezizales* → *Helvellaceae*

3.1.5. *Helvella leucopus* Pers. → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları yakını, toprak üzeri, 02.06.2021, lokalite [5], AKS-Nemrut 4. Yenir.

Morchellaceae

3.1.6. *Morchella angusticeps* Peck → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları yakını, toprak üzeri, 01.06.2021, lokalite [1], AKS-Nemrut 12. Yenir.

3.1.7. *Morchella elata* Fr. → Kavak (*Populus* sp.) ve söğüt (*Salix* sp) ağaçları yakını, toprak üzeri, 20.05.2022, lokalite [6], AKS-Nemrut 134. Yenir.

3.1.8. *Morchella populiphila* M. Kuo, M.C. Carter & J.D. Moore → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları yakını, toprak üzeri, 01.06.2021, lokalite [6], AKS-Nemrut 13. Yenir.

3.1.9. *Verpa bohemica* (Krombh.) J. Schröt. → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları yakını, toprak üzeri, 20.05.2022, lokalite [6], AKS-Nemrut 129. Yenir.

Pezizaceae

3.1.10. *Peziza domiciliana* Cooke → Karışık ağaçlık alan, toprak üzeri, 20.05.2022, lokalite [15], AKS-Nemrut 194. Yenmez.

3.1.11. *Peziza repanda* Wahlenb. ex Fr. → Kavak (*Populus* sp.) ve söğüt (*Salix* sp) ağaçları yakını, yanmış kömür ve toprak üzeri, 20.05.2022, lokalite [4], AKS-Nemrut 219. Yenmez.

Pyronemataceae

3.1.12. *Tricharina gilva* (Boud. ex Cooke) Eckblad → Karışık ağaçlık alan, yanmış kömür parçaları üzeri, 01.09.2021, lokalite [13], AKS-Nemrut 88. Yenmez.

Basidiomycota → *Agaricomycetes* → *Agaricales* → *Agaricaceae*

3.1.13. *Agaricus urinascens* (Jul. Schäff. & F.H. Möller) Singer → Konifer ağaçları açıklığı, çayırılık alan, toprak üzeri, 02.09.2021, lokalite [3], AKS-Nemrut 95. Yenir.

3.1.14. *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Pers. → Kavak (*Populus* sp.) ve söğüt (*Salix* sp) ağaçları açıklığı, çayırılık alan, toprak üzeri, 02.09.2021, lokalite [8], AKS-Nemrut 82. Yenir.

3.1.15. *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser → Çayırılık alan, çimenler arasında, toprak üzeri, 01.09.2021, lokalite [5], AKS-Nemrut 80. Yenir.

Bolbitiaceae

3.1.16. *Conocybe filaris* (Fr.) Kühner → Söğüt (*Salix* sp.) ağaçları yakını, bitki kalıntıları arası, toprak üzeri, 02.06.2021, lokalite [10], AKS-Nemrut 16. Yenmez.

3.1.17. *Conocybe tenera* (Schaeff.) Kühner → Konifer ağaçları açıklığı, çimenler arası, toprak üzeri, 19.05.2022, lokalite [4], AKS-Nemrut 255. Yenmez.

3.1.18. *Conocybe velata* (Velen.) Watling → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları yakını, bitki kalıntıları arası, toprak üzeri, 01.06.2021, lokalite [10], AKS-Nemrut 17. Yenmez.

Hymenogastraceae

3.1.19. *Gymnopilus sapineus* (Fr.) Murrill → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları yakını, çürümekte olan kavak kütüğü üzeri, 02.09.2021, lokalite [2], AKS-Nemrut 84. Yenmez.

3.1.20. *Hebeloma birrus* (Fr.) Gillet → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları altı, toprak üzeri, 20.05.2022, lokalite [9], AKS-Nemrut 175. Yenmez.

3.1.21. *Hebeloma fastibile* (Pers.) P. Kumm. → Konifer ve geniş yapraklı ağaçlardan oluşan karışık ağaçlık alan, çimenler arası toprak üzeri, 02.09.2021, lokalite [9], AKS-Nemrut 78. Yenmez.

3.1.22. *Hebeloma mesophaeum* (Pers.) Quél. → Konifer ağaçları altı, dökülmüş çam ibreleri arası, toprak üzeri, 19.05.2022, lokalite [6], AKS-Nemrut 238. Yenmez.

3.1.23. *Hebeloma subtortum* P. Karst. → Konifer ağaçları altı, dökülmüş çam ibreleri arası, toprak üzeri, 01.06.2021, lokalite [5], AKS-Nemrut 9. Yenmez.

3.1.24. *Psilocybe coronilla* (Bull.) Noordel. → Çayırılık alan, çimenler arası, toprak üzeri, 02.09.2021, lokalite [14], AKS-Nemrut 83; karışık ağaçlık açıklığı, çimenler arası, toprak üzeri, 20.05.2022, lokalite [3], AKS-Nemrut 224. Yenir.

Incertae sedis (*Agaricales* takımında henüz familyası netleşmemiş türler)

3.1.25. *Lepista irina* (Fr.) H.E. Bigelow → Karışık ağaçlık alan, çimenler arası, toprak üzeri, 19.05.2022, lokalite [15], AKS-Nemrut 189. Yenir.

3.1.26. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke → Konifer ağaçları altı, dökülmüş çam ibreleri arası toprak üzeri, 02.06.2021, lokalite [4], AKS-Nemrut 15. Yenir.

3.1.27. *Melanoleuca cognata* (Fr.) Konrad & Maubl. → Konifer ve geniş yapraklı ağaçlardan oluşan karışık ağaçlık alan, bitki kalıntıları arası toprak üzeri, 02.09.2021, lokalite [7], AKS-Nemrut 99. Yenir.

3.1.28. *Melanoleuca exscissa* (Fr.) Singer → Konifer ağaçları altı, dökülmüş çam ibreleri arası, toprak üzeri, 20.05.2022, lokalite [6], AKS-Nemrut 192. Yenir.

3.1.29. *Melanoleuca humilis* (Pers.) Pat. → Kavak ağaçları altı, bitki kalıntıları arası, toprak üzeri, 02.06.2021, lokalite [1], AKS-Nemrut 24. Yenir.

3.1.30. *Melanoleuca stridula* (Fr.) Singer → Karışıklık ağaçlık açıklığı, çayırılık alan, çimenler arası, toprak üzeri, 19.05.2022, lokalite [7], AKS-Nemrut 216. Yenir.

3.1.31. *Meotomycetes dissimulans* (Berk. & Broome) Vizzini → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları altı, kavak yaprağı kalıntıları arası, toprak üzeri, 01.06.2021, lokalite [10], AKS-Nemrut 18. Yenmez.

3.1.32. *Panaeolus ater* (J.E. Lange) Kühner & Romagn. ex Bon → Karışık ağaçlık alan, bitki kalıntıları arası, nemli toprak üzeri, 19.05.2022, lokalite [12], AKS-Nemrut 248. Zehirli.

3.1.33. *Panaeolus fimicola* (Pers.) Gillet → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları altı, toprak üzeri, 01.06.2021, lokalite [10], AKS-Nemrut 34. Zehirli.

Inocybaceae

3.1.34. *Inocybe flocculosa* Sacc. → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları altı, bitki kalıntıları arası, toprak üzeri, 02.09.2021, lokalite [1], AKS-Nemrut 74. Zehirli.

3.1.35. *Inocybe nitidiuscula* (Britzelm.) Lapl. → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları altı, kavak yaprağı kalıntıları arası, toprak üzeri, 01.06.2021, lokalite [9], AKS-Nemrut 22. Zehirli.

Lycoperdaceae

3.1.36. *Bovista plumbea* Pers. → Step arazi, çayırılık alan, 19.05.2022, lokalite [12], AKS-Nemrut 219. Yenir.

3.1.37. *Lycoperdon lividum* Pers. → Konifer ağaçları altı, dökülmüş çam ibreleri yığınları arası, toprak üzeri, 20.05.2022, lokalite [3], AKS-Nemrut 258. Yenir.

Mycenaceae

3.1.38. *Atheniella flavoalba* (Fr.) Redhead, Moncalvo, Vilgalys, Desjardin & B.A. Perry → Karışıklık ağaçlık alan, kavak kütüğü dibi, toprak üzeri, 01.06.2021, lokalite [7], AKS-Nemrut 21. Yenmez.

Pleurotaceae

3.1.39. *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. → Heliz (*Ferula* sp.) bitkisi topluluğu yakını, toprak üzeri, 19.05.2022, lokalite [8], AKS-Nemrut 216. Yenir.

3.1.40. *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. → Karışık ağaçlık alan, söğüt (*Salix* sp.) kütüğü üzeri, 02.09.2021, lokalite [10], AKS-Nemrut 106. Yenir.

3.1.41. *Pleurotus populinus* O. Hilber & O.K. Mill. → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları yakını, kavak kütüğü üzeri, 02.06.2021, lokalite [8], AKS-Nemrut 36. Yenir.

Psathyrellaceae

3.1.42. *Candolleomyces candolleanus* (Fr.) D. Wächt. & A. Melzer → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları altı, kavak kütüğü dibi, toprak üzeri, 01.06.2021, lokalite [9], AKS-Nemrut 21. Yenir.

3.1.43. *Coprinellus micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson → Karışık ağaçlık alan, kavak (*Populus* sp.) kütüğü dibi, 02.06.2021, lokalite [9], AKS-Nemrut 48. Yenir.

3.1.44. *Coprinopsis atramentaria* (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo → Karışık ağaçlık alan, söğüt (*Salix* sp.) kütüğü üzeri, 19.05.2022, lokalite [10], AKS-Nemrut 197. Zehirli.

3.1.45. *Coprinopsis marcescibilis* (Britzelm.) Örstadius & E. Larss. → Karışık ağaçlık alan, çayırılık, çimenler arası, toprak üzeri, 02.06.2021, lokalite [6], AKS-Nemrut 26. Yenmez.

3.1.46. *Coprinopsis nivea* (Pers.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo → Karışık ağaçlık alan açıklığı, gübre üzeri, 01.06.2021, lokalite [15], AKS-Nemrut 25. Yenmez.

3.1.47. *Parasola conopilea* (Fr.) Örstadius & E. Larss. → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları altı, otsu bitkiler arası, toprak üzeri, 02.06.2021, lokalite [7], AKS-Nemrut 59. Yenmez.

3.1.48. *Parasola plicatilis* (Curtis) Redhead, Vilgalys & Hopple → Karışık ağaçlık alan açıklığı, otsu bitkiler arası, toprak üzeri, 02.06.2021, lokalite [7], AKS-Nemrut 41. Yenmez.

3.1.49. *Psathyrella corrugis* (Pers.) Konrad & Maubl. → Karışık ağaçlık alan açıklığı, çayırılık, çimenler arası, toprak üzeri, 19.05.2022, lokalite [2], AKS-Nemrut 178. Yenmez.

3.1.50. *Psathyrella fatua* (Fr.) Konrad & Maubl. → Söğüt (*Salix* sp.) ağaçları yakını, bitki kalıntıları arası, toprak üzeri, 02.06.2021, lokalite [8], AKS-Nemrut 35. Yenmez.

3.1.51. *Psathyrella lutensis* (Romagn.) Bon → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları açıklığı, nemli toprak üzeri, 02.06.2021, lokalite [7], AKS-Nemrut 60. Yenmez.

3.1.52. *Psathyrella prona* (Fr.) Gillet → Karışık ağaçlık alan, bitki kalıntıları arası, toprak üzeri, 01.09.2021, lokalite [5], AKS-Nemrut 79. Yenmez.

3.1.53. *Psathyrella spadiceogrisea* (Schaeff.) Maire → Yalancı akasya (*Pseudoacasia* sp.) ağaçları altı, bitki kalıntıları arası, toprak üzeri, 01.09.2021, lokalite [5], AKS-Nemrut 69. Yenmez.

3.1.54. *Psathyrella tephrophylla* (Romagn.) Bon → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları açıklığı, bitki kalıntıları arası, 02.09.2021, lokalite [2], AKS-Nemrut 86. Yenmez.

3.1.55. *Tulosesus impatiens* (Fr.) D. Wächt. & A. Melzer → Kavak (*Populus* sp.) ağaçları altı, toprak üzeri, 01.06.2021, lokalite [1], AKS-Nemrut 14. Yenmez.

Strophariaceae

3.1.56. *Agrocybe firma* (Peck) Singer → Karışık ağaçlık alan, otsu bitkiler arası, gömülü odun kalıntıları üzeri, 20.05.2022, lokalite [10], AKS-Nemrut 172. Yenmez.

3.1.57. *Agrocybe paludosa* (J.E. Lange) Kühner & Romagn. ex Bon → Karışık ağaçlık alan, bitki kalıntıları arası, toprak üzeri, 01.09.2021, lokalite [5], AKS-Nemrut 79. Yenmez.

3.1.58. *Agrocybe praecox* (Pers.) Fayod → Söğüt (*Salix* sp.) ağaçları altı, bitki kalıntıları ve otsu bitkiler arası, toprak üzeri, lokalite [8], AKS-Nemrut 210. Yenir.

3.1.59. *Cyclocybe cylindracea* (DC.) Vizzini & Angelini → Söğüt (*Salix* sp.) ağaçlığı, söğüt ağacı dibi, 02.09.2021, lokalite [10], AKS-Nemrut 109. Yenir.

3.1.60. *Pholiota aurivella* (Batsch) P. Kumm. → Karışık ağaçlık alan, söğüt (*Salix* sp.) ağacı üzeri, 02.09.2021, lokalite [10], AKS-Nemrut 94. Yenir.

Tubariaceae

3.1.61. *Tubaria conspersa* (Pers.) Fayod → Karışık ağaçlık alan, bitki kalıntıları ve otsu bitkiler arası, toprak üzeri, 20.05.2022, lokalite [6], AKS-Nemrut 159. Yenmez.

Boletales → *Suillaceae*

3.1.62. *Suillus luteus* (L.) Roussel → Konifer ağaçları altı, dökülmüş çam ibreleri arası, toprak üzeri, 19.05.2022, lokalite [6], AKS-Nemrut 241. Yenir.

Polyporales → *Polyporaceae*

3.1.63. *Ceriporus squamosus* (Huds.) Quél. → Karışık ağaçlık alan, söğüt (*Salix* sp.) kütüğü üzeri, 02.09.2021, lokalite [15], AKS-Nemrut 110. Yenir.

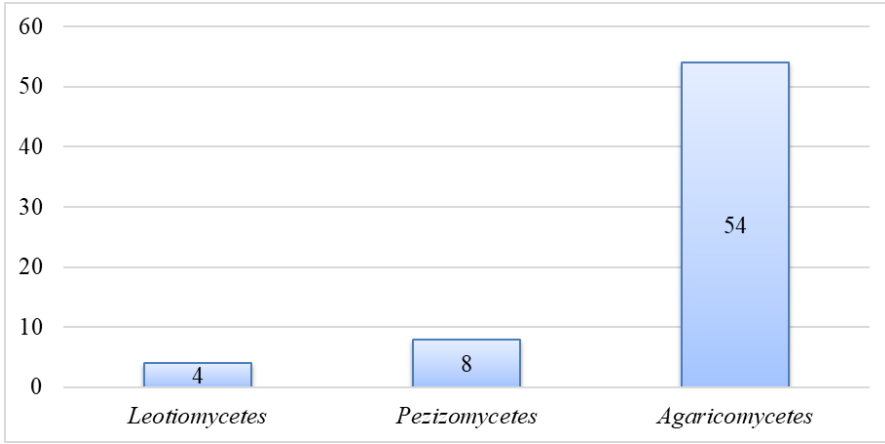
4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bitlis ili Tatvan sınırları içerisinde yer alan Nemrut Dağı Kalderası ve çevresinde doğal olarak yetişen makromantar türlerini belirlemek amacıyla 2021 ve 2022 yıllarında gerçekleştirilen bu çalışmada, arazi çalışmalarında toplanan 270 makromantar örneği incelenmiştir.

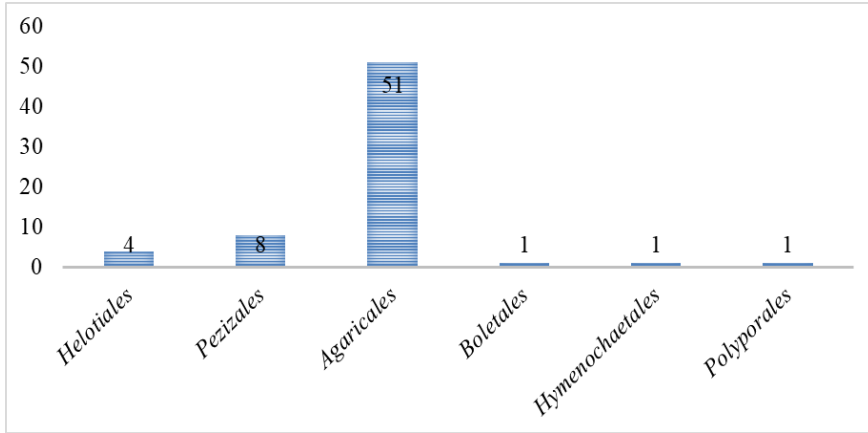
Yapılan arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda araştırma alanında toplam 63 makromantar türünün yetiştiği belirlenmiştir. Bu türlerden 12'si Ascomycota (*Leotiomyces* ve *Pezizomyces* sınıfları) bölümüne, 51 tür ise Basidiomycota (*Agaricomycetes* sınıfı) bölümüne aittir.

Tespit edilen türlerin dağılımları incelendiğinde, en çok üye ile temsil edilen sınıfın *Agaricomycetes* olduğu görülmektedir. Takımlar seviyesinde en fazla türle temsil edilen 3 takım sırasıyla *Agaricales*, *Pezizales* ve *Helotiales*'tir. Familyalar düzeyinde ise *Psathyrellaceae*, *Incertaines*, *Hymenogasteraceae*, *Strophariaceae* ve *Morchellaceae* en yüksek tür çeşitliliğine sahip gruplardır.

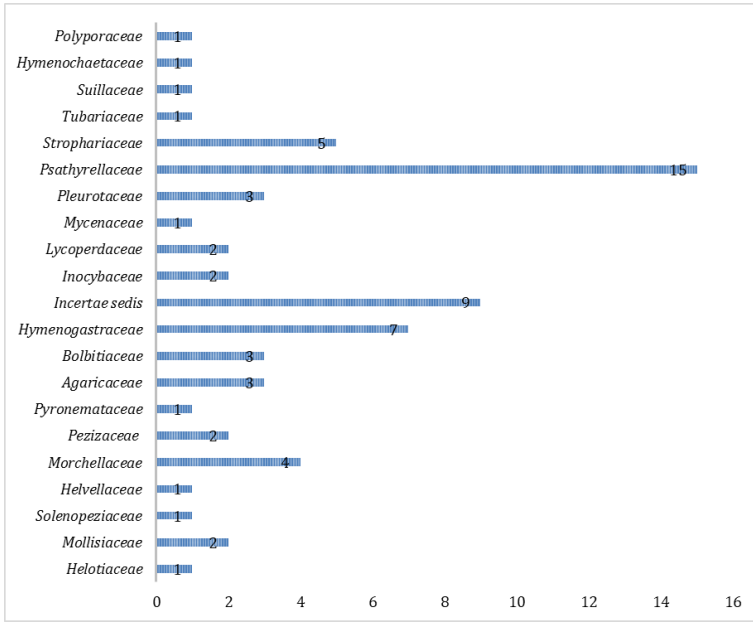
Araştırma alanında tespit edilen türlerin dağılmış olduğu toplam 21 familyadan 9 familyanın tek tür, 4 familyanın 2 tür ve 3 familyanın ise 3 tür ile temsil edilmesi, bu grupların küresel yaygınlığının yanı sıra araştırma yöresinin bitki örtüsü çeşitliliği ve iklimsel faktörleriyle de ilişkilidir. Tespit edilen türlerin sınıf, takım ve familya seviyesinde dağılımları ise grafiklerle gösterilmiştir (Şekil 4.1. – Şekil 4.3.).



Şekil 4.1. Tespit edilen türlerin sınıflara göre dağılımı.



Şekil 4.2. Tespit edilen türlerin takımlara göre dağılımı.



Şekil 4.3. Tespit edilen türlerin familyalara göre dağılımı.

4.1. Yenilebilirlik Durumu ve Etnomikoloji

Çalışma sonucunda araştırma alanında tespit edilen 63 türün yenilebilirlik durumları incelenmiştir. Türlerin 27'si yenir, 31'i yenmez ve 5'i ise zehirli özelliktedir (Şekil 4.4.).

Araştırma alanında yenir nitelikte 27 tür bulunmasına rağmen, yöre halkının bu türlerin büyük çoğunluğunu tanımadığı ve tüketmediği tespit edilmiştir. Yörede sadece *Pleurotus eryngii* "dağ mantarı" veya "heliz mantarı" ve *P. ostreatus* ise "kavak mantarı" adı ile bilinmekte ve yemeklik olarak kullanılmaktadır. Ülkemizin birçok bölgesinde "kuzu göbeği" olarak bilinen *Morchella* türleri veya "cincile mantarı" olarak tanınan *Lepista nuda* gibi ekonomik değeri yüksek türlerin araştırma alanında tanınmaması dikkat çekicidir.

4.2. Bölgesel Karşılaştırma ve Sonuç

Bu çalışmada elde edilen bulgular, yöreye yakın bölgelerde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırılmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Yörede ve yakın çevresinde yapılmış çalışmalar ve benzerlik durumu.

Araştırma yöresi	Belirlenen takson sayısı	Ortak takson sayısı	Benzerlik oranı (%)
Bitlis (Kaya, 2001)	60	13	21.66
Karz Dağı (Tatvan-Bitlis) (Sadullahoğlu ve Uzun, 2020)	95	24	25.53
Malazgirt (Muş) (Akçay ve ark., 2010)	50	19	38

Çalışma alanımız, Kaya (2001) ile %21.66, Sadullahoğlu ve Uzun (2020) ile %25.53 ve Akçay ve ark. (2010) ile %38 oranında benzerlik göstermiştir. Bu benzerlik ve farklılıkların, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kendine özgü iklim koşulları ve bitki örtüsü farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile Nemrut Dağı ve çevresinde 63 makromantar türü tanımlanmıştır. Araştırma alanının içinde yer aldığı Tatvan ilçesi için bu 63 türün 28'i yeni kayıttır. Bu bulgular, bölgenin mikolojik çeşitliliğinin zenginliğini ortaya koymakta ve Türkiye mikobiyotasına önemli katkılar sunmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu kitap bölümü, Nemrut Dağı Kalderası (Tatvan/Bitlis) ve yakın çevresinde tespit edilen makromantar türlerinin sistematik konumlarını, morfolojik ve ekolojik özelliklerini sunarak, bölge mikobiyotasının anlaşılmasına dair önemli bir temel oluşturmayı hedeflemektedir. Bu çalışmalar, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2020-8883 numaralı temel araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKÇA

- Acar, İ. ve Quijada, L. 2020. A New Species Record from the Order of Pezizales; *Coprotus disculus*. *Mantar Dergisi*, 13 (2): 120-123.
- Akata, I., 2013. Mantarlar, Asıl Sistemin Koruyucuları. *Yeşil Atlas Dergisi*, 25: 30-39.
- Akata, I., Altuntaş, D., Özbey Sarıdoğan, B.G., Şahin, E. 2022. *Pisolithus albus*, A New Record For Turkish Gastroid Fungi. *Mantar Dergisi*, 13 (2): 128-133.
- Akata, I., Karakaş, M., 2015. Mantar zehirlenmeleri. *Tabiat ve İnsan*, 189: 26-34.
- Akçay, E., Uzun, Y., Kaya, A. 2010. Malazgirt (Muş) Yöresi Makrofunguslarına Katkıları. *Mantar Dergisi*, 1 (1): 14-20.
- Akçay, M.E., 2021. *Resupinatus striatulus* (Pers.) Murrill; A New Record for The Mycota of Turkey. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi*, 4 (2): 65-69.
- Akçay, M.E., Denğiz, Y. Kesici, S., 2022. *Coprotus* Korf & Kimbr.: A new coprophilous genus record for the mycobiota of Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 6 (2): 75-77.
- Akın, K. ve Seven, E. 2020. Investigations on the Fauna of Pyraloidea and Geometridae (Lepidoptera) of Nemrut Caldera Natural Monument. *Biological Diversity and Conservation*, 13 (1): 88-95.
- Anonim, 2022a. Index Fungorum, Search Index Fungorum, <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>, Erişim tarihi: 15.12.2022.
- Anonim, 2022b. Mycobank Database, Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks, <http://www.mycobank.org> (Erişim tarihi: 20.12.2022).
- Anonim, 2023. Tarım ve Orman Bakanlığı, 14. Bölge Müdürlüğü, Ramsar Alanları <https://bolge14.tarimorman.gov.tr/Menu/40/Ramsar-Alanlari> (Erişim tarihi: 10.02.2023)

- Bölük, E., 2013. *Datça Yarımadası Makrofungusları* (yüksek lisans tezi). MSKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Bulum, E. 2017. *Küçük Nemrut Dağı'nın (Tatvan/Bitlis) Herpetofaunası*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi. s. 92.
- Çağlarırnak, N., Ünal, K., Otles, S., 2002. Nutritional value of edible wild mushrooms collected from the Black Sea Region of Turkey. *Micologia Aplicada International*, 14 (1): 1-5.
- Demirtaş, B. 2020. *Yerli Turistlerin Nemrut Dağı (Bitlis) Destinasyonu ile İlgili Görüşleri*. Batman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. s. 75.
- Dizkırıcı, A., Kalmer, A., Acar, I., (2022). New Turkish records of *Hebeloma excedens* and *H. geminatum*, and confirmation of *H. celatum*. *Mycotaxon*, 137 (1): 123-134.
- Fritsch, K., 1899. Beitrag zur flora von Constantinopel I. kryptogamen, Denkschriften der kais. akad. d. Wiss. *Mathem. Naturw. Klasse*, Bd. L X VIII, 219-250.
- Handel-Mazzetti, H.F. 1909. Ergebnisse einer botanischen reise in das Pontische Randgebirge in Sandschak Trapezunt. *Annalen des K.K. Naturhistorischn Hofmuseum* Bd XXIII. Fungi, 101-107.
- Hawksworth, D.L., Lücking, R. 2017. Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. *Microbiology Spectrum*, 5 (4): 1-17.
- Kalmer, A., Dizkırıcı Tekpınar, A., Acar, İ. 2022. Molecular and Morphological Identification of *Melanoleuca cinereifolia* from Türkiye. *Mantar Dergisi*, 13 (2), 134-140.
- Kaşık, G., 2010. *Mantar Bilimi*. Marifet Matbası Konya, 432 s.
- Kaya, A. 2001. Contributions to the Macrofungi Flora of Bitlis Province. *Turkish Journal of Botany*, 25: 379-383.

- Kaya, A., 1999. *Muş ve Bitlis Yörelerinde Yetişen Yenlen ve Zehirli Makrofunguslar Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kaygusuz, O., 2022. First Record of *Bolbitius reticulatus* (Agaricales: Bolbitiaceae) in Turkey, with Nuclear ITS and LSU rDNA Sequences Data. *Mantar Dergisi*, 13 (1): 1-7.
- Kaygusuz, O., Şengül, M.Ş., 2022a. *Callistosporium luteo-olivaceum* (Callistosporiaceae: Basidiomycota), an agaric fungi new to Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 6 (1): 7-12.
- Kaygusuz, O., Şengül, M.Ş., 2022b. *Melanoleuca tristis* (Basidiomycota, Agaricales), a new record from western Mediterranean region of Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 6 (2): 78-82.
- Keleş, A., Uzun, Ya., Kaya, A., 2022. *Chlorophyllum hortense*, A New Record for Turkish Mycobiota. *Mantar Dergisi*, 13 (1): 62-65.
- Maire, M., 1904. Etude des champignons récoltés en Asie Mineure. Bulletin des séances de la Société des sciences de Nancy, 3 (7): 165-188.
- Mat, A., 2000. Türkiye’de Mantar Zehirlenmeleri ve Zehirli Mantarlar. İkinci baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul. 217.
- Öder, N. 1988. Karadeniz bölgesinde (Sinop-Artvin İlleri arası) yetişen halkın tanıdığı Bazı önemli yenlen mantarlar üzerinde taksonomik araştırmalar. *Selçuk Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Fen Dergisi*, 8: 215-236.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. ve Jackson, R.B. 2015. *Campbell Biyoloji*. Palme Yayıncılık 9. Baskıdan Çeviri. Çeviri Editörleri: Ertunç Ergündüz ve İsmail Türkan.
- Rigler, L., 1852. *Die Turkei und Deren Bewohner*, Germany: Wien, 111-113.
- Sadullahoğlu, C. ve Uzun, Y. 2020. Karz Dağı (Tatvan-Bitlis) ve Çevresinde Belirlenen Makrofunguslar. *Mantar Dergisi*, 11 (1): 1-11.
- Saygılı, R. (2015). Coğrafya şekil. <https://www.harita.gov.tr> (Erişim tarihi: 24.11.2022)

- Sesli E, Asan A, Selçuk F (eds). 2020. *Türkiye mantarları listesi (The checklist of fungi of Turkey)*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.
- Sesli, E. 2022c. *Gymnopus impudicus* (Fr.) Antonín, Halling & Noordel.: A new record for the Turkish mycota. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 15 (1): 103-106.
- Sesli, E. 2022d. *Amanita spadicea*: Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Kayıt. *Mantar Dergisi*, 13 (2): 92-95.
- Sesli, E., 2022a. *Suillus mediterraneensis* (Jacquet. & J. Blum) Redeuilh (Suillaceae): Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Kayıt. *Mantar Dergisi*, 13 (1): 66-70.
- Sesli, E., 2022b. *Cortinarius leucopus* (Bull.) Fr.: Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Kayıt. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 9 (2): 37-40.
- Sesli, E., Denchev, C. M., 2014. Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. 6th edn. Mycotaxon, Checklists Online (<http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/sesli-v106-checklist.pdf>): 1–136 (Erişim tarihi: 22.10.2022).
- Solak, M. H., Türkoğlu, A., 2022. *Macrofungi of Turkey, Checklist Volume III*. Kanyılmaz Matbaacılık, Bornova, İzmir.
- Solak, M.H., Işıloğlu, M., Kalmış, E., Allı, H., 2015. *Macrofungi of Turkey (Checklist Volume II)*. Üniversiteliler Ofset, İzmir, Turkey, 25.
- Şengül, M.Ş., Işık, H., Türkekul, İ., 2022. Molecular and morphological identification of *Cortinarius eucaeruleus* Rob. Henry (subgenus Phlegmacium) from Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 6 (1): 27-33.
- Tchihatcheff, P., 1860. Asie Mineure III. *Botanique*, II: 670-672.
- Uzun, Y., Kaya, A., 2022a. *Octospora tuberculata*, a new record for Turkish Pyronemataceae. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 15 (2), 245-248.
- Uzun, Y., Kaya, A., 2022b. *Elaphomyces leucosporus* and *E. mutabilis*, new for Turkey. *Mycotaxon*, 137 (2): 381-385.

- Uzun, Y., Keleş, A., Kaya, A. 2020. *Pseudohydropus floccipes* (Fr.) Vizzini & Consiglio, A New Record for Turkish Mycobiota. *Mantar Dergisi*, 3 (2), 124-127.
- Üstün, O., 2011. Makrofungusların besin değeri ve biyolojik etkileri. *Türk Hijyen ve Deneyisel Biyoloji Dergisi*, 68 (4): 223 – 240.
- Willis, K.J., 2018. *Introduction. State of the World's Fungi*. Royal Botanic Gardens, Kew. 2.
- Yakupoglu, T., Özcan Selçuk, G. 2020. Nemrut Kalderası'nın (Bitlis/Türkiye) Jeopark Potansiyeli. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25 (1): 1-12.

BÖLÜM 5

FARKLI EKOLOJİLERDE YETİŞEN HÜNNAP (*Ziziphus Jujuba* Mill.) MEYVELERİNİN BİYOAKTİF BİLEŞEN İÇERİKLERİ

Prof. Dr. Zehra Tuğba MURATHAN¹

Prof. Dr. Armağan KAYA²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17937562>

¹ Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Malatya, Türkiye. zehra.murathan@ozal.edu.tr, orcid id: 0000-0002-1468-7240

² Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi , Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü, Antalya, Türkiye. armagan.kaya@alanya.edu.tr, orcid id: 0000-0002-6776-3497

GİRİŞ

Hünnap (*Ziziphus jujuba* Mill.); Cehrigiller (Rhamnaceae) familyası içerisinde bulunan sert çekirdekli bir meyve türüdür (Pandey vd., 2010). Anavatanının Suriye (Reichl, 1991) veya Çin (Mengjun, 2003; Tatari vd., 2016) olduğu konusunda iki farklı görüş bulunmaktadır. Çin’de yaklaşık 7000 yıldan beri hem gıda hem de tıbbi amaçlı olarak kullanıldığı bilinmektedir (Mengjun, 2003). Bitki Rusya, Orta Asya, Afganistan, Hindistan, İran, Rusya, Güney Avrupa ve Anadolu’da doğal yayılış alanına sahiptir (Tatari vd., 2016). Ülkemizde Antalya, Hatay, İstanbul, Aydın, Denizli, Isparta, Bursa, Çanakkale ve Kayseri illeri başta olmak üzere birçok ilde yetişmektedir (Kavas ve Dalkılıç, 2015). Türkiye’nin çeşitli bölgelerinde Ünnap, İğde, Honaz iğdesi, İnnabi, Annep veya Hinnabi olarak ta bilinmektedir. Dünya genelinde taze veya kurutularak tüketilmektedir.

Bitkinin meyveleri bol miktarda lif ve C vitamini içermektedir. Yanı sıra esansiyel yağ asitleri, önemli aminoasitler, şekerler, organik asitler, mineraller (Fe, Mg, P, Zn, Na vb.), tiamin, B6 vitamini, niasin, riboflavin, A vitamini, fenolik bileşikler, karotenoidler içermektedir (Gao vd., 2013). Geleneksel tıpta eski zamanlardan beri iltihap giderici, ağrı kesici, uykusuzluk giderici, mide rahatsızlıklarını giderici, barsak kurtları giderici, tansiyon düşürücü, öksürük kesici, laksatif, afrodizyak, balgam ve idrar söktürücü, aneminin önlenmesi amaçlı ve bağışıklık sistemini iyileştirici olarak kullanılmaktadır (Fabiya vd., 1993; Omid, 1997; Williams vd., 2004; Yu vd., 2012; Hamed vd., 2015).

Bu çalışmanın amacı iki farklı ekolojide yetişen hünnap çeşitlerinin bazı biyoaktivite özelliklerinin belirlenmesidir. Bu amaçla Antalya ilinde 200 m rakımda yetişen hünnap bitkileriyle Elazığ ilinde 1200 m rakımda yetişen hünnap bitkilerinin meyvelerinin fenolik ve flavonoid madde miktarları ile antioksidan aktivite değerleri karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bitkisel Materyaller

Çalışmada Antalya ilinin Alanya ilçesinde ve Elazığ ilinin Baskil ilçesinde yetiştirilen hünnap meyve örnekleri kullanılmıştır. Meyve Eylül ayında toplanarak soğutuculu bir çanta ile laboratuvara getirilmiş ve ekstrakte edilmiştir.

Ekstraksiyon Metodu

Her iki bölgeye ait meyve örneklerinden 2'şer g alınarak 20 ml % 80 metanolle homojenize edilmiş, bir gün çalkalayıcı inkübatörde 20 °C'de inkübe edilmiştir. Karışımlar 10000 rpm'de 10 dk santrifüj edildikten sonra elde edilen süpernatant analizlerde kullanılmıştır.

Toplam Fenolik Madde Analizi (TFM)

Örneklerin toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemine göre saptanmıştır (Spanos ve Wrolstad, 1992). 200 µl seyreltik ekstrakt 800 µl (%7.5) Na₂CO₃ ve 1000 µl folin-ciocalteu ile karıştırılmış; 25 °C karanlık ortamda 120 dk bekletilmiştir. Daha sonra karışımın absorbansı spektrofotometrede (750 nm) ölçülmüştür. Örneklerin TFM değerleri mg 100 g⁻¹ olarak, galik asit standart eğrisi kullanılarak belirlenmiştir.

Toplam Flavonoid Madde Analizi (TFAM)

Örneklerin toplam flavonoid madde miktarı Quettier vd. (2000) metodu ile belirlenmiştir. Ekstraktın 1 ml'sinin üzerine 1 ml %2'lik AlCl₃ eklenmiş ve karışım 25 °C karanlık ortamda 1 saat bekletilmiştir. Örneklerin TFAM değerleri spektrofotometrede 415 nm'de ölçülerek ve quersetin standart grafiği kullanılarak mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Antioksidan Kapasite Analizi

DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) Analizi

DPPH radikal süpürücü aktivite Rezaeirad vd. (2013)'ün metoduna göre belirlenmiştir. 4 ml 0.1 M DPPH solüsyonu ile 1 ml ekstrakt birleştirilerek, çalkalayıcıda, karanlıkta, oda sıcaklığında 30 dk inkübasyona bırakılmıştır. Örneklerin değerleri spektrofotometre ile 515 nm'de ölçülmüş ve %DPPH=(A_{kontrol}-A_{örnek})/A_{kontrol} x 100 formülüyle belirlenmiştir.

ABTS (2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic) acid) Analizi

ABTS serbest radikali süpürücü aktivite Re vd. (1999)'nın metoduna göre belirlenmiştir. 7 mM ABTS ile 2.45 mM potasyum per sülfattan 1:1 oranında hazırlanmış olan stok solüsyon karanlıkta 16 saat bekletilmiştir. Daha sonra stok solüsyonun absorbansı spektrofotometrede, 734 nm dalga boyunda,

0.7±0.05 olana kadar metanolle seyreltilmiştir. 150 µl ekstrakt ile 2.85 ml seyreltilmiş ABTS solüsyonu karışımı 6 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra karışımın absorbansı 734 nm’de ölçülmüştür. %ABTS=(Akontrol-Aörnek)/Akontrol x 100 formülüyle belirlenmiştir.

FRAP (Ferric ion reducing antioxidant power) Analizi

Örneklerin FRAP değeri Benzie ve Strain (1996)’in metoduna göre belirlenmiştir. 25 ml (300 mM, pH 3.6) sodyum asetat tamponu, 2.5 ml (10 mM) TPZT çözeltisi ve 2.5 ml (20 mM) FeCl₃.6H₂O ile FRAP çözeltisi elde edilmiştir. FRAP çözeltisi su banyosunda 37 °C’de ılıtılmıştır. 100 µl ekstrakt ve 3 ml FRAP çözeltisinden elde edilen karışım 4 dk inkübasyondan sonra spektrofotometrede 593 nm’de belirlenmiştir. FeSO₄ standart eğrisinden yararlanarak FRAP değeri µmol Fe(II) g-1 olarak belirlenmiştir.

İstatistiksel Analizler

Çalışmanın tüm analizleri 3 tekrarlı olarak yapılarak ortalama değerler kullanılmıştır. Analizlerin değerlendirilmesinde SPSS 20 Programından yararlanılmış, 2 grup arasındaki farklılıkların belirlenmesinde t testi kullanılmıştır (p<0.05).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Hünnap bitkisi genellikle dünyanın tropik ve subtropik alanlarında dağılış göstermektedir. Güçlü kök sistemine sahip olmasından kaynaklı olarak sıcak ve kurak alanlarda da yetişmektedir. Birçok meyvenin yetişmediği kurak ve tuzlu topraklara uyum sağlayabilmektedir. Kök sisteminin derinliği ve genişliği sayesinde erozyona karşı mücadelede önemli bir rol oynamaktadır (Meena vd., 2003).

Rakımı 200 m olan ve ılıman iklim tipi hakim olan Antalya ili genelinde tropik meyvelerin yanı sıra turfanda sebze yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Bu üretim ülkenin sebze ve meyve ihtiyacının büyük kısmını karşılamaktadır. Elazığ ilinde ise karasal iklim tipi hakimdir. İlin rakımı 1200 m’dir.

Çalışmada kullanılan hünnap meyvelerinin TFM ve TFAM değerleri Tablo 1.’de gösterilmiştir. Elazığ ilinde üretilen meyvelerin değerlerinin Antalya ilinde yetişen meyvelere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna göre Elazığ hünnap meyvelerinde TFM ve TFAM değerleri sırasıyla

40.10 ve 10.8 mg/100g iken Antalya ili hünnap meyvelerinde 29.94 ve 5.4 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Li vd. (2007) Çin’de yetiştirilen 5 hünnap çeşidinin meyvesinde toplam fenolik madde içeriklerinin 5.18-8.53 mg/g aralığında olduğunu bildirmişlerdir. İmamoğlu (2016) Türkiye’nin beş farklı yerinden topladığı ve kuruttuğu hünnap meyvelerinde toplam fenolik madde içeriğini 1348.4-6524 mg/100g aralığında tespit etmişlerdir. Sun vd. (2011) hünnap meyvelerinin yüksek oranda fenolik bileşik içerdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar farklı çeşitler ve farklı bölgelerde yetiştirilen çeşitler arasında fenolik bileşik farklılıklarının genetik farklılıkların yanı sıra rakım, yağış miktarı, toprak yapısı gibi faktörler tarafından da etkilendiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda daha kurak bir iklim tipine ve daha yüksek rakıma sahip bir alan olan Elazığ’da yetiştirilen meyve örneklerinin fenolik ve flavonoid madde değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Rakım artış veya azalışı bölgenin ekolojik koşullarını etkilemektedir. Ekolojik koşullar birbiriyle ilişkilidir. Yüksek rakımlı bölgelerin ışık yoğunluğu ve UV radyasyonu daha fazladır. Bu sebeple de ekolojik değişikliklerle orantılı olarak biyokimyasal içerikler de farklılaşabilmektedir. Kurak ve rakımı yüksek bölgelerde yetiştirilen meyvelerin diğer bölgelerde yetiştirilen meyvelere oranla daha yüksek miktarda fenolik madde içeriğine sahip olduğu bilinmektedir (Sun vd., 2011). Rakım artışı, o bölgede yetiştirilen bitkilerin diğer bitkilere oranla daha uzun süren bir vejetasyon süreci yaşamalarına neden olduğundan fenolojik olgunlaşma dönemlerinin uzamasıyla sonuçlanmaktadır. Bu durumda bitkiler bünyelerinde daha fazla fenolik ve flavonoid madde biriktirmektedirler (Murathan, 2022).

Şan ve Yıldırım (2010) hünnap meyvelerinde en fazla bulunan fenolik bileşiklerin kateşin ve rutin olduğunu bildirmişlerdir. Bunların yanı sıra epikateşin, kuersetin, kafeik asit, ferulik asit, klorojenik asit, kamferol, naringin, hesperidin, elajik asit, naringenin, vanilin gibi fenolik maddeler de bulunmaktadır (Guo vd., 2013, İmamoğlu, 2016).

Tablo 1: Hünnap meyvelerinin DPPH ve ABTS radikal süpürücü aktivite ile TFM, TFAM ve FRAP değerleri

	DPPH (%)	ABTS (%)	FRAP (μ mol/g)	TFM (mg/100g)	TFAM (mg/100g)
Antalya	61.37 $\pm$ 2.2b	56.9 $\pm$ 2.2b	131.42 $\pm$ 12.8b	29.94 $\pm$ 0.5b	5.4 $\pm$ 0.2b
Elazığ	75.02 $\pm$ 5.9a	66.2 $\pm$ 9.3a	179.50 $\pm$ 15.2a	40.10 $\pm$ 11.1a	10.8 $\pm$ 2.5a

Her sütunda verilen farklı harfler (a-b) t testiyle belirlenen istatistiksel farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

Meyvelere ait antioksidan kapasite değerleri Tablo 1.'de gösterilmiştir. Toplam fenolik ve flavanoid madde miktarlarıyla orantılı olarak Elazığ hünnap meyvelerinde antioksidan aktivite değerleri daha yüksek bulunmuştur. Elazığ hünnap meyvelerinde DPPH, ABTS ve FRAP değeri sırasıyla %75.02, %66.2 ve 179.50 $\mu\text{mol/g}$ iken Antalya hünnap meyvelerinde bu değerler %61.37, %56.9 ve 131.42 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlenmiştir. Hünnap meyvelerinin yüksek fenolik madde içeriğine (275.6-541.8 mg/100 g) sahip olmasıyla orantılı olarak güçlü bir antioksidan özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir (Tanmay vd., 2011).

Meyve yetiştiriciliğinde bölgenin ekolojik faktörleri oldukça büyük öneme sahiptir. Farklı yükseklikteki bölgeler, rakımla orantılı olarak, farklı ekolojik özelliklere de sahiptir. Bu çalışmada iki farklı rakımda, dolayısıyla iki farklı ekolojide yetişen hünnap meyvelerinin bazı biyokimyasal özellikleri belirlenmiştir. 1200 m rakıma konumlanmış Elazığ ilinde yetişen meyvelerin toplam fenolik ve flavonoid madde içeriklerinin, 200 m rakımda konumlanmış Antalya ilinde yetiştirilen meyvelere oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Yüksek rakımlarda yetişen bitkilerde ışık yoğunluğunun artışının daha fazla fenolik madde birikimine neden olduğu bilinmektedir. Benzer şekilde antioksidan kapasite de Elazığ örneklerinde daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sağlığa oldukça fazla yararı olduğu bilinen ve ülke genelinde henüz çok iyi tanınmayan hünnap meyvelerinin tanınırlığına katkıda bulunacağı ve daha sonra yapılacak çalışmalar için referans olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAB) as a Measure of Antioxidant Power: The FRAB Assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
- Fabiyi, J. P., Kela, S. I., Tal, K. M., & Istifanus, W. A. (1993). Traditional Therapy of Dracunculiasis in the State of Bauchi-Nigeria, Biological Sciences Programme, Abubakar Tafawa Balewa University, Bauchi, Nigeria. *Dakar Med*, 38(2), 193-5.
- Gao, Q. H., Wu, C. S., & Wang, M. (2013). The jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit: a review of current knowledge of fruit composition and health benefits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(14), 3351-3363.
- Guo, S., Duan, J. A., Tang, Y. P., Yang, N. Y., Qian, D. W., Su, S. L., & Shang, E. X. (2010). Characterization of triterpenic acids in fruits of *Ziziphus* species by HPLC-ELSD-MS. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*, 58(10), 6285-6289.
- Hamed, S., Arian, A. A., & Farzaei, M. H. (2015). Gastroprotective Effect of Aqueous Stem Bark Extract of *Ziziphus jujuba* L. Against HCl/Ethanol-Induced Gastric Mucosal Injury in Rats. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 35(6), 666–670. doi.org/10.1016/S0254-6272(15)30157-6
- İmanoğlu, H. (2016). Total Antioxidant Capacity, Phenolic Compounds And Sugar Content Of Turkey *Ziziphus jujubes*. *ActaSci. Pol. HortorumCultus*, 15(5), 93-108.
- Kavas, İ., & Dalkılıç, Z. (2015). Bazı Hünnap Genotiplerinin Morfolojik, Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Melezleme Olanaklarının Araştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1), 57-72.
- Li, J., Fan, L., Ding, S., & Ding, X. (2007). Nutritional Composition of Five Cultivars of Chinese Jujube. *Food Chemistry*, 103, 454-460.
- Meena, S. K., Gupta, N. K., Gupta, S., Khandelwal, S. K., & Sastry, E. V. D. (2003). Effect of Sodium Chloride on the Growth and Gas Exchange of Young *Ziziphus* Seedling Rootstocks. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78(4), 454-457.

- Mengjun, L. (2003). Genetic Diversity of Chinese Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.). *Acta Horticulturae*, 623, 351-355. doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.623.40
- Tatari, M., Ghasemi, A., & Mousavi, A. (2016). Genetic Diversity in Jujube Germplasm (*Ziziphus jujuba* Mill.) Based on Morphological and Pomological Traits in Isfahan Province, Iran. *Crop Breeding Journal*, 4(6), 79-85.
- Murathan, Z. T. (2017). Farklı rakımlarda yetişen *Hippophae rhamnoides* L. meyvelerinin antioksidan kapasiteleri ve bazı biyoaktif özelliklerinin incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 266-277.
- Omid, B. R. (1997). Approach The Production and Processing Plants. *Tarahan Publisher*, 1, 109-110.
- Pandey, A., Singh, R., Radhamani, J., & Bhandari, D. C. (2010). Exploring the Potential of *Ziziphus nummularia* (Burm. f.) Wight et Arn. from Drier Regions of India. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57(6), 929-936.
- Quettier-Deleu, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, C., Luyckx, M., Cazin, M., Cazin, J.C., Bailleul, F., & Trotin, F. (2000). Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Hulls and Flour. *Journal of Ethnopharmacology*, 72(1-2), 35-40.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Reichl, L. (1991). Uncommon Fruits Worthy of Attention. A Gardener's Guide. AddisonWesley, Reading, MA.
- Rezaeirad, D., Bakhshi, D., Ghasemnezhad, M., & Lahiji, H. S. (2013). Evaluation of Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Local Pears (*Pyrus* sp.) in the North of Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(8), 882-887.
- San, B., & Yildirim, A. N. (2010). Phenolic, alpha-tocopherol, beta-carotene and fatty acid composition of four promising jujube (*Ziziphus jujuba*

- Miller) selections. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(7), 706-710.
- Spanos, G. A., & Wrolstad, R. E. (1992). Phenolic of Apple, Pear and White Grape Juices and Their Changes with Processing and Storage. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 40(9), 1478-1487.
- Sun, Y. F., Liang, Z. S., Shan, C. J., Viernstein, H., & Unger, F. (2011). Comprehensive evaluation of natural antioxidants and antioxidant potentials in *Ziziphus jujuba* Mill. var. spinosa (Bunge) Hu ex HF Chou fruits based on geographical origin by TOPSIS method. *Food Chemistry*, 124(4), 1612-1619.
- Tanmay, K. K., Shweta, W., Prerna, N., Awasthi, O. P., Charanjit, K. (2011). Nutraceutical Composition of *Zizyphus mauritiana* Lamk (Indian ber): Effect of Enzyme-Assisted Processing. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62 (3), 276-279.
- Williams, R. J., & Spencer, J. P. (2004). Rice-Evans C. Flavonoids: Antioxidants or Signaling Molecules? *Free Rad Biology and Medicine*, 36, 838-849.
- Yu, L., Jiang, B. P., Luo, D., Shen, X. C., Guo, S., Duan, J. A., & Tang, Y.P. (2012). Bioactive Components in The Fruits of *Ziziphus jujuba* Mill. Against The İnflammatory İrritant Action of Euphorbia Plants. *Phytomedicine*, 19(3-4), 239-244. doi.org/10.1016/j.phymed.2011.09.071

BÖLÜM 6

BIYOAKTİF BİLEŞENLER AÇISINDAN YENİLEBİLİR ÇİÇEKLER

Biyolog Abbas KIRMIZIBAYRAK¹

Prof. Dr. Zehra Tuğba MURATHAN²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17937383>

¹ Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Malatya, Türkiye, abbas-mlt44@hotmail.com, ORCID ID: 0009-0001-3549-7251

² Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi MYO, Malatya, Türkiye, zehra.murathan@ozal.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-1468-7240

GİRİŞ

Bitkinin büyümesi ve gelişmesi aşamalarında temel rol oynayan birçok organik bileşik üretimi gerçekleşir. Bu bileşiklere primer metabolit (birincil) adı verilir. Aminoasitler, organik asitler, karbohidratlar örnek olarak verilebilir (Tiring vd., 2020). Bitkiler, büyüme ve gelişmede direkt olarak herhangi bir etki göstermeyen büyük ve farklı sayılarda organik bileşikler üretirler. Bu organik bileşikler sekonder ürün, sekonder bileşik veya sekonder metabolit (ikincil) olarak tanımlanmaktadır (Kadioğlu, 2007). Başlangıçta sekonder metabolitlerin bitkiler için belirgin bir işlevi olmadığı düşünülüyordu (Paech, 1950; Mothes, 1955). Fakat sonraki araştırmalar, bu metabolitlerin bitkilerin savunma mekanizmalarında kritik rol oynadığını göstermiştir (Stahl, 1888; Levin, 1976; Levinson, 1976; Schildknecht, 1977; Fraenkel, 1959; Rosenthal ve Janzen, 1979; Harborne, 1986). İkincil metabolitler, bitkilerin çevresel streslere karşı direnç göstermesi, hastalık ve zararlılara karşı korunması ile yabancı otların büyümesini engelleyen allelopatik etkiler gibi hayati fonksiyonlarda primer metabolitlerle eşdeğer öneme sahiptir (Seigler, 1998; Ramakrishna ve Ravishankar, 2011). Ayrıca, bu metabolitler endüstride boya, yağ, ilaç, koku, tekstil, tutkal ve parfüm gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Sekonder metabolitlerin biyolojik aktivitelerinin keşfi, yeni ilaçlar, antibiyotikler, böcek öldürücüler ve yabani ot ilaçları geliştirme çalışmalarını teşvik etmiştir (Zinkel ve Russell, 1989; Dawson, 1994). İkincil metabolitlerin bazıları hücre duvarında bazıları da vakuolde depolanmaktadır. Bitkilerin kendine özgü aroma, tat ve renk oluşumunda görev alırlar. Suya duyarlı olan sekonder metabolitler vakuolde depo edilirken, yağda çözünenler ise tüyler, reçine kanalları, kütikula, yağ hücreleri ve süt kanallarında depo edilir. Sekonder bileşiklerin 100.000'den fazla varyasyonunun olduğu çalışmalar sonucunda belirlenmiştir (Wink, 2009). Sekonder metabolitler mevsimsel, hatta günlük olarak üretilmektedir (Ünay, 2004).

Son yıllarda, küresel çapta pandemi ilan edilen yeni koronavirüsün proteaz enzimini engellemek amacıyla yapılan çalışmalar, sekonder metabolitlerin bu enzimin kritik amino asitleriyle etkileşime girebileceğini göstermiştir. Bu durum, sekonder metabolitlerin önemini daha da artırmıştır (Mohammadi ve Shaghghi, 2020).

Sekonder bileşiklerin farklı şekillerde sınıflandırmaları mevcuttur. Biyosentetik kökenlerine göre alkaloidler, fenolik bileşikler ve terpenler,

olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Bu gruplar dışında nadiren bulunan sekonder bileşiklerde mevcuttur.

1.Biyoaktif bileşikler (Sekonder metabolitler)

1.1.Terpenler (Terpenoidler)

Mevalonik asit yoluyla Asetil CoA'dan sentezlenen lipidlerdir (Kadioğlu, 2007). En büyük sekonder bileşik grubudur. Bu grupta 22.000'den fazla bileşik tanımlanmıştır (Connolly ve Hill, 1991). Terpenler ihtiva ettikleri beş karbonlu birim sayısına göre monoterpenler, seskiterpenler, diterpenler, triterpenler, tetraterpenler ve politerpenler olarak gruplara ayrılmaktadırlar.

1.1.1.Monoterpenler: İki izopren biriminden meydana gelen C10 terpenoitler, 1850'lerde terebentin maddesinden ilk kez izole edilmiştir (Ludwiczuk vd., 2017). Çam, laadin ve köknar gibi ağaçlarda en fazla bulunan monoterpenlerdir. Bu bileşikler özellikle parfüm ve aroma sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kabuk böcekleri (Scolytidae spp.) ve hastalık yapıcı mantarlara karşı toksik özellik gösterirler (Tiring vd., 2020). Bu bileşiklerin en önemli kısmını uçucu yağlar oluşturur ve örneğin nane gibi bitkilerde özel salgı bezlerinde sentezlenirler (Kadioğlu, 2007).

1.1.2.Seskiterpenler: 15 karbon atomu (C15) içeren bu bileşikler, dört izopren biriminden oluşmaktadır (Ludwiczuk vd., 2017). Birçok seskiterpene monoterpen grubu gibi uçucu yağları oluşturmaktadır. Büyük bir bölümü karanfil ve zencefil yağı gibi tatlandırıcı olarak kullanılmakta olup, çok sayıda seskiterpene antimikrobiyal özelliktedirler (Croteau vd., 2000). Bitkisel hormon olan absisik asit (ABA) de bir seskiterpendir (Cordell, 1976).

1.1.3.Diterpenler: 20 karbon atomu (C20) içeren bu bileşikler, üç izopren biriminden oluşmaktadır (Ludwiczuk vd., 2017). Bu terpenler, reçine diterpenleri, toksik olan diterpenler ve giberellinlerdir. Giberellinler, 19 karbon atomu içerirler. Metabolik süreçler sırasında bir karbon atomunu kaybetmeleri nedeniyle bu bileşikler norditerpenoitler grubunda yer alır (Croteau vd., 2000).

1.1.4.Triterpenler: Toplamda 30 karbon (C30) atomu içeren bu bileşikler, her biri baş-kuyruk şeklinde bağlanan üç izopren biriminin oluşturduğu iki C15 zincirinin baş-baş bağlantısıyla sentezlenmektedir (Ludwiczuk vd., 2017). Terpenler; toksinler, brassinosteroidler, fitosteroller gibi membran bileşenleri ve beslenmeyi engelleyici maddeler dahil olmak üzere oldukça geniş bir bileşik grubunu kapsamaktadır. Ayrıca *Salvia* spp. (adaçayı) türlerinin neredeyse tamamında yaygın bir şekilde bulunurlar (Moridi Farimani vd., 2013).

1.1.5.Tetraterpenler: Yağda çözünebilen bileşikler sınıfında yer alan ve 40 karbon (C40) atomu içeren bu yapılar karotenoidler olarak adlandırılır. Bitkilerde çiçek ve meyvelerin renklenmesinde önemli rol oynayan karotenoidler, aynı zamanda çeşitli biyolojik işlevlere de sahiptir. Bu bileşikler; sebze ve meyvelerde kırmızı ve turuncu renklerin oluşumundan (örneğin kuşburnu ve domates) sorumluyken, çiçeklerde ise sarı tonlarını (örneğin nergis, menekşe, kadife çiçeği) kazandırmaktadır (Harborne, 1988).

1.1.6.Politerpenler: Yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerdir. En iyi bilinen çeşidi kauçuktur. Ticari öneme sahip kauçuk üretimi sağlayan tür *Hevea brasiliensis* (kauçuk ağacı)'dir (Kadioğlu, 2007).

1.2.Alkaloidler

Alkaloidler insanlık tarihi boyunca zehir, bitki özü ve ilaçlar içerisinde kullanılmıştır. İnsanlar bitki özlerini ateş, yılan ısırması ve cinnet geçirme gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanmışlardır. Alkaloidler ilaç sanayiinde çok fazla kullanılırlar. İlk keşfedilen alkaloid morfin maddesidir (Hesse, 2002). Bu bileşikler yıllarca kullanılmasına rağmen alkaloid terimi ilk kez 1819 yılında farmakolog Carl Meissner tarafından Almanya'nın Halle kentinde kullanılmıştır (Croteau vd., 2000). Alkaloidler aktif azot içeren bileşiklerdir. Böceklerin bazıları bu bileşikleri savunma amacıyla kendi faydalarına kullanırlar ve bu yönde mekanizmalar geliştirmişlerdir. Örneğin, *Tyria jacobaea* (Lepidoptera: Erebiidae) türüne ait larvalar genellikle bostan kanarya otu (*Senecio jacobaea*) ile beslenir. Bu bitki, *Tyria jacobaea*'ya karşı kendini savunmak amacıyla pirolizidin alkaloidleri sentezlemektedir (Naumann, 2002). Bazı alkaloidler ise böcekler tarafından feromon olarak kullanılırken, bazıları doğal insektisit

olarak etki göstermektedir. Örnek olarak tütün bitkisinde bulunan nikotin, çay bitkisinin yaprakları ve tohumlarında yer alan, aynı zamanda kahve ve kolada bulunan kafein verilebilir. Çay yaprakları ve taze kahve çekirdeklerinde bulunan kafein, *Manduca sexta* (Lepidoptera: Sphingidae) türüne ait larvaları 24 saat içinde tamamen yok etmesiyle güçlü bir insektisit örneği olarak öne çıkmaktadır (Rosenthal ve Janzen, 1979).

1.3.Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler aromatik halkasında bir veya daha fazla sayıda hidroksil grubu bulunduran bileşiklerdir (Shahidi ve Nacz, 1995). Fenolik bileşikler bitkinin büyüme, gelişme, döllenme ve savunmada çok önemli rol oynamaktadırlar. Fenolik bileşikler açısından zengin ve antioksidan özellik taşıyan bitkiler; kalp hastalıkları, iltihaplanma, kanser ve diyabet gibi hastalıkların önlenmesine katkı sağlamakta ve insan hücrelerinde meydana gelebilecek mutasyon riskini azaltmaktadır (Karakaya, 2010).

Basit fenolikler yapısında tek aromatik halkası olan bileşikler olup renksiz ve hava ile temas etmesiyle birlikte kırmızı renge dönüşürler. Kumarin, basit fenolik bileşikler olup vasküler bitkilerde fazla oranda bulunur. Kumarinin çeşitli bitki savunma mekanizmaları ile mantarlara ve otçul böceklerle karşı işlev görmektedir. Bazı kumarin türleri, toprakta bulunan çeşitli bitki patojenik mantarlarına karşı daha güçlü antifungal etkiler gösterebilmektedir. (Brooker vd., 2008). Fenolik asitlerin en çok bilinen ve çalışılanı salisilik asittir.

Flavonoidler, kırmızı, mavi ve pembe renkleri veren bitki pigmentleri; antosiyaninler ise sarı tonları sağlayan antonsaktinlerin genel adıdır. Bitkilerde flavonoidler, sadece renk oluşumunda değil, aynı zamanda savunma mekanizmalarında da önemli roller üstlenir. Çiçeklerde yer alan flavononlar ve flavonoller adlı iki flavonoid grubu, özellikle hücreleri UV-B ışınlarının zararlarından korur. Bu bileşikler yaprak ve gövde epidermisinde birikerek UV-B dalga boyundaki ışığı etkili şekilde emer ve böylece bitki dokusunu koruma işlevi görürler (Lake vd., 2009).

Antosiyaninler, çiçek ve meyvenin renklenmesinde, tozlayıcı olarak görev alan böceklerin cezbedilmesinde ve tohumların yayılımında hayati düzeyde fonksiyonları olan bileşiklerdir. Antosiyaninler bitkilerde kırmızı, mavi, pembe ve mor renklerin birçoğunun oluşumunu sağlar (Özeker, 1999).

200 civarında farklı çeşidi olan antosiyanin içeren bitkilere örnek olarak nar, ahududu, böğürtlen, yaban mersini, kıvılcık, kiraz ve erik verilebilir (Shahidi ve Nacz, 2003).

Lignin hücre duvarının yapımında önemli rol alırken, lignanlar ise ligninle ilişkili maddeler olup bitkinin patojenlere karşı savunmasında yardımcı olarak görev alırlar (Croteau vd., 2000).

Tanenler bitki fenolik primerleri olup bitkinin savunmasında rol oynar. Hidrolize ve yoğunlaşmış olarak tanenler iki gruba ayrılır. Hidrolize edilebilir tanenler, basit şeker içeren heterojen yapıdaki polimerler olup fenolik asitler ve gallik asit bunlara örnektir. Birçok otoburun hayatta kalması ve büyümesini büyük oranda azaltan tanenler genel olarak toksik maddelerdir. Hayvanların beslenmesini engellerler, insanlarda ise tükürük proteinlerine bağlanarak ağızda kamaştırıcı ve tatsız bir aroma bırakırlar (Oates vd., 1980).

Fenolik bileşikler ayrıca enzim yapısında olmayıp radikal süpürücü aktiviteye sahip antioksidan özellikteki bileşiklerdir (Hameed vd., 2014).

1.4.Glikozitler

Alkoloidler haricinde savunmada rol alan diğer bileşikler siyanogenik glikozitler ve glikozinatlardır. Alkoloid içeren bitkilerin zehirli etkileri bitki ezildiğinde parçalanarak ortaya çıkmaktadır. Buna en iyi örnek hidrojen siyanürdür (HCN). Bu siyanogenik glikozit bozulmamış bitkilerde aktive edici enzimi ile farklı dokularda bulunur ve bitkinin yaprakları herbivor canlı tarafından parçalanıp yendiği zaman farklı dokular karıştığında HCN oluşur. Oldukça hızlı bir toksik bileşik olup hücrenin solunumuna engel olur. Baklagiller, gülgiller ve çimlerde bulunan bir bileşiktir. Brokoli bitkisinde aroma ve tattan sorumlu bileşiklerdir (Ünay, 2004). Siyanogenik glikozitler N (azot) içerirler. *Prunus* cinsine ait bitkilerde bulunan ve en çok bilinen siyanogenik glikozit amigdalindir (D(-)-mandelonitril-β-D-gentiyozyozit). En çok sert çekirdekli meyvelerin acı tohumunda bulunurlar ve tedavi amacıyla kullanılmaktadırlar (Wahab vd., 2015).

Diğer bir grup glikozitler ise glikozinolatlardır. 15 farklı familyada saptanmasına karşın Capparaceae, Cruciferae, Moringaceae, Resedaceae ve Tovariaceae familyalarında baskın olarak bulunurlar. Glikozinolat içeren Crucifera (haçlı çiçekliler) familyasında bulunan lahana, brüksel lahanası,

brokoli, tere, turp, karnabahar, kolza, hardal ve flalgam ekonomik açıdan önemli bitkilerdir (Mithen vd., 2000).

2.YENİLEBİLİR ÇİÇEKLER

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri besin kaynağı olarak ilk sırada bitkiler kullanılmışlardır. Bitki kaynaklı ürünler beslenme dışında ilaç, kozmetik, estetik ve dini alanlarda da kullanılmışlardır (Moreira, vd., 2019).

Bitkinin en önemli kısımlarından biri olan çiçek; bitkinin, üreme organlarını taşıyan, çoğu güzel kokulu, renkli bölümüdür (TDK, 1983). Doğanın insana sunduğu zenginliklerden biri olan çiçekler, birçok amaçla çeşitli şekillerde çok uzun yıllardan beri kullanılmaktadır (Özer ve Kılıç, 2009). Yüzyıllardan beri yenilebilir çiçekler beslenme ve estetik açısından insanlar için ayrılmaz bir parça olmuştur. Literatüre baktığımız zaman Antik Yunanistan ve Roma’da, Orta Doğu’da, Çin ve Japonya’da, Orta Çağ Fransa’da, Viktorya dönemi İngiltere’de yenilebilir çiçeklerin tüketildiği rapor edilmektedir (Mlcek ve Rop, 2011). Yapılan araştırmalar sonucunda birçok çiçek türünün mineral ve biyoaktif bileşen içeriğinin yüksek düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır (Rop vd., 2012). Bu nedenle yenilebilir çiçeklerin fonksiyonel gıda olarak tüketilmesi ve ayrıca gıda endüstrisinde doğal antioksidan olarak kullanılması yaygındır (Loizzo vd., 2016). Biyoaktif bileşikler ve besin kaynağı olarak potansiyelleri hakkındaki olumlu vurguların artmasıyla, dünya genelinde bu ürünlere olan talep ve pazar payı artmıştır (Patel ve Naik, 2010). Yenilebilir çiçekler görünüm açısından süs olarak kullanılan türlerinden farklı değildir.

2.1.Yaygın yenilebilir çiçekler

Yenilebilir çiçeklerin doğru şekilde tanımlanması büyük önem taşımaktadır. Günümüzde ticari olarak çeşitli türlerde yenilebilir çiçekler bulunmaktadır ve bu çiçeklere olan ilgi oldukça yüksektir. Yapılan çalışmalara göre, dünya genelinde yenilebilir çiçeklerin ait olduğu yaklaşık 97 familya, 100 cins ve 180 tür tespit edilmiştir (Lu vd., 2016). Ancak, bu çiçeklerin tamamının tek bir araştırmada kapsamlı şekilde değerlendirilmesi oldukça güçtür.

Yenilebilir çiçekler arasında en çok bilinen ve sık tercih edilen türler arasında karanfil, Çin gülü, leylak, soğan çiçeği, Latin çiçeği, peygamber

çiçeği, hercai, adaçayı, gün zambağı, kaldirik, sarı papatya, kadife çiçeği, kabak çiçeği, cam güzeli, menekşe, gül, gülhatmi ve şebboy yer almaktadır (Davis, 1986; Gegner, 2004).

2.2.Yenilebilir çiçeklerin besinsel özellikleri

Biyolojik aktiviteleri nispeten iyi çalışılmış olmasına rağmen yenilebilir çiçeklerin besinsel bilgileri yaygın olan türlerde bile hala yetersizdir.

Yenilebilir bir çiçek olan ayçiçeği, aslında binlerce küçük çiçekten oluşan sahte bir çiçek yapısına sahiptir. Bu yapı; dış kısmında yer alan ve genellikle taç yapraklara benzeyen uzun, sarı ışınsal çiçekler ile orta kısımda bulunan kahverengimsi disk çiçeklerinden oluşur. Ayçiçeği çiçekleri, mineral bakımından oldukça zengindir (%10.15–12.03 kuru madde) ve özellikle potasyum, kalsiyum ve fosfor içerikleri yüksektir (sırasıyla 1983.83–2006.76; 622.81–748.26; 127.81–335.67 mg/100 g kuru madde) (Liang vd., 2013). Ayrıca demir açısından da önemli bir kaynaktır (12.84–34.81 mg/100 g kuru madde) ve bu nedenle demir eksikliği olan bireyler için doğal bir destek olarak değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra, ayçiçeği çiçekleri yaklaşık %0.5 oranında E vitamini ve 43.65–68.08 mg/100 g kuru madde düzeyinde C vitamini içermektedir (Liang vd., 2013).

Besin bileşimi hakkında birkaç çalışma yürütülmüş olan yenilebilir çiçeklerin bileşenleri, çoğunlukla ortak içeriğin bildirildiği diğer bitki organlarının bileşiminden farklı değildir (Mlcek ve Rop, 2011). Mlcek ve Rop (2011) raporuna göre çiçeklerin besinsel açıdan polen, nektar, taç yaprakları ve diğer kısımlara ayrılabilir. Polen; protein ve karbonhidrat, doymuş ve doymamış lipitler, karotenoidler ve flavonoidlerin kaynağıdır. Nektar, şekerler (fruktoz, glikoz ve sakaroz) açısından dengeli bir karışımın yanı sıra serbest amino asitler, proteinler, inorganik iyonlar, lipitler, organik asitler, fenolik bileşikler, alkaloidler ve terpenoidler içermektedir. Çiçeklerin yaprakları ve diğer kısımları ise vitaminler, mineraller ve antioksidanlar bakımından zengindir. Yenilebilir çiçeklerde su içeriği %70–%95 arasında değişmekte olup, su en temel bileşendir. Bazı yenilebilir çiçekler görsel açıdan hoşluk, aroma ve tat katarken, bazıları doğrudan sebze olarak tüketilmektedir (örneğin brokoli ve karnabahar). Yenilebilir çiçeklerde en fazla bulunan makro besin karbonhidratlardır. Örneğin, *Rosa micrantha*'da karbonhidrat

miktarı 42.4 ila 90.2 g/100 g kuru ağırlık arasında değişirken, protein, kül ve lipit gibi diğer bileşenler daha düşük seviyelerde bulunmaktadır.

3.3.Yenilebilir çiçekler ve biyoaktivite

Fitokimyasallar; bitkilerde bulunan, biyolojik olarak aktif, besleyici olmayan, doğal olarak oluşan kimyasal bileşiklerdir ve tıbbi bileşenler olarak insan sağlığına faydalar sağlarlar (Hasler ve Blumberg, 1999). Çoğu biyoaktif özelliktedir. Bitkileri hastalıktan ve çevresel zararlardan korurlar ve ayrıca bitkinin rengine, kokusuna ve lezzetine katkıda bulunurlar (Koche vd., 2016). Yenilebilir çiçeklerde bulunan en önemli biyoaktif bileşikler fenolik asitler, karotenoidler, antosiyaninler de dahil olmak üzere flavonoidlerdir (Mlcek ve Rop, 2011; Navarro-Gonzalez vd., 2015). Çiçeğin rengi, çiçeklere antioksidan özellik katan karotenoidler ve flavonoidlerin varlığındandır (Chen vd., 2018). Kadife çiçeğinin fitokimyasallarının, özellikle lutein ve flavonoidlerin, çeşitli kanserli hücrelere karşı anti-inflamatuvar, serbest radikal temizleyici ve sitotoksik etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Chkhikvishvili vd., 2016; Moliner vd., 2018; Yasukawa ve Kasahara, 2013). Şekil 1.'de yenilebilir çiçeklerde bulunan çeşitli fitokimyasalların yapısı gösterilmektedir.

Antosiyaninler, flavonoid grubuna ait suda çözünen bitki pigmentleridir ve çiçeklerin renklerinden sorumludur (Tanaka vd., 2008). Daha önceki çalışmalar, antosiyanin bileşiklerinin yüksek serbest radikal temizleme kapasitesine sahip olduğunu (Kumari vd., 2017) ve kanser, kardiyovasküler hastalık, obezite, diyabet ve diğer hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynadığını göstermiştir (Prior ve Wu, 2006). Gül, krizantem, ebegümeci, sardunya, petunya ve menekşe antosiyanin pigmenti bakımından zengin kaynaklardır. Kumari (2017), HPLC-PDA kullanarak siyanidin 3,5-di-O-glukozid ve pelargonidin 3,5-di-O-glukozidin majör antosiyaninler olduğunu karakterize etmiştir. *Rosa hybrida*'nın farklı Hint çeşitlerinin antosiyanin profillerinin araştırıldığı bir çalışmada tüm kırmızı ve pembe renkli çeşitlerde siyanidin 3,5-di-O-glukozid'in baskın antosiyanin olduğu, turuncu renkli çeşitlerde ise pelargonidin 3,5-di-O-glukozid'in baş antosiyanin olduğu bildirilmiştir. Wang ve arkadaşlarının 2019'da yaptığı çalışmada manolya çiçeklerinde siyanidin-glukozil-ramnozid, siyanidin glukozil-ramnozil-glukozid, peonidin-glukozil-ramnozid ve peonidin-glukozil-ramnozil-glukozid gibi dört antosiyanin tanımlanmıştır.

Karotenoidler, bitkilere sarı, turuncu ve kırmızı renk tonlarını kazandıran doğal pigmentlerdir (Wan vd., 2019). Yapılan çeşitli araştırmalar, kadife çiçeğinin karotenoid bileşenlerinden lutein ve türevlerinin önemli bir kaynağı olduğunu göstermektedir (Bhave vd., 2020; Ingkasupart vd., 2015; Pavelkova vd., 2020). Pinte ve arkadaşları (2003) ise aynısafa çiçeklerinde lutein, flavoksantin, β -karoten, α -karoten, likopen ve rubiksantin pigmentlerinin varlığını rapor etmiştir. Bragueto Escher ve çalışma ekibi (2019) en yüksek β -karoten içeriğini (637 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) aynısafa çiçeklerinde tespit etmiştir. Ayrıca krizantem çiçeklerinde lutein, zeaksantin, β -kriptoksantin, 13-cis- β -karoten, α -karoten, trans- β -karoten ve 9-cis- β -karoten gibi ana karotenoidler bulunur (Park vd., 2015).

Flavonoidler ise mirisetin, kuersetin, isorhamnetin ve kaempferol gibi alt grupları içeren bileşiklerdir ve yenilebilir çiçeklerde yaygın olarak yer alırlar. Gül (Zhang vd., 2014; Cendrowski vd., 2017; Wan vd., 2018, 2019), Hangzhou beyaz krizantem (Sun vd., 2010), gün zambağı (Kao vd., 2015), Çin gülü (Pei vd., 2014), roselle (Alarcon-Alonso vd., 2012), manolya (Yoon, 2014) ve hanımeli (Lee vd., 2019) gibi türlerde flavonoidler önemli miktarda bulunmaktadır. Örneğin, Li ve arkadaşları (2009) *Paeonia suffruticosa*'da 19 farklı flavonol tanımlamıştır. Wu ve arkadaşları (2016) *Paeonia lactiflora* yapraklarında kaempferol-3-O-malonylglucoside-7-O-glucoside, kaempferol di-hexoside, isorhamnetin-3-O-glucoside ve kuersetin-3-O-galaktozidi başlıca flavonoller olarak rapor etmiştir. Seo ve arkadaşları (2012) kurutulmuş hanımeli çiçeklerinde iki kuersetin türevi ve altı kaempferol türevini belirlemiştir. Birkaç araştırma, gül yapraklarındaki baskın flavonol aglikonlarının kaempferol ve kuersetin olduğunu ortaya koymuştur (Cendrowski vd., 2017; Kumari vd., 2018; Sarangowa vd., 2014; Wan vd., 2018, 2019).

Yenilebilir çiçeklerde flavonollerin, diğer flavonoid sınıflarına kıyasla daha yüksek oranda bulunduğu gözlemlenmiştir. Örneğin, *Journal of Medicinal Plants Research*'te yayımlanan bir çalışmada, *Chrysanthemum indicum* çiçeklerindeki flavonoidlerin ana bileşeninin flavonoller olduğu bildirilmiştir (Shen vd., 2011). Olennikov ve arkadaşları (2017) *Calendula officinalis* çiçeklerinde isorhamnetin, kuersetin ve bunların glikozitlerinin potansiyel flavonoller olduğunu rapor etmiştir. Wang ve ekibi (2019) manolya çiçeklerinde 10 farklı flavonol türü tespit etmiş, bunlar arasında kaempferol,

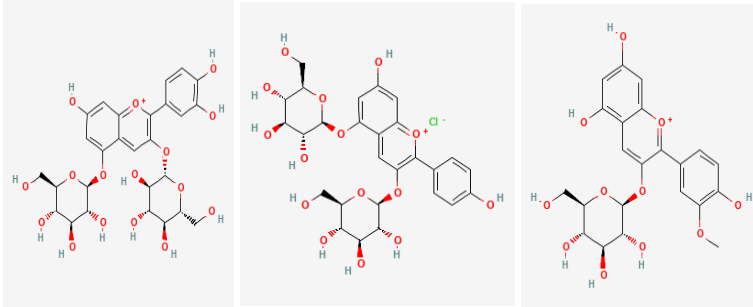
kuersetin, isorhamnetin ve glikozit türevlerinin baskın olduğunu bildirmiştir. Bu bulgular, flavonollerin birçok yenilebilir çiçekte yaygın ve önemli bileşikler olduğunu göstermektedir.

Flavonlar, yenilebilir çiçeklerde akasetinin yanı sıra krizoeriol, apigenin, luteolin ve bunların glikozid formları gibi çeşitli yapılar halinde bulunur. Bu bileşikler, birçok yenilebilir çiçekte yüksek oranda mevcuttur. Örneğin, luteolin-7-glukozid, *Chrysanthemum morifolium* çiçeklerinde bol miktarda tespit edilmiştir (Sun vd., 2010). Son yıllarda yapılan araştırmalar, krizantem çiçeklerinde ayrıca akasetin, akasetin-7-O- β -glukozit, apigenin, apigenin-7-O- β -glukozit, luteolin ve luteolin-7-O- β -glukozit gibi flavon türevlerinin varlığını ortaya koymuştur (Ryu vd., 2019). Hanımeli çiçeklerinde luteolin bileşeninin yaygın olduğu da birçok çalışmada doğrulanmıştır (Lee vd., 2010; Lee vd., 2019; Liu vd., 2020). Ayrıca, luteolin mısır çiçeği özlerinde (Pires vd., 2018a) ve Yucca bitkisinde de (Juarez-Trujillo vd., 2018) bulunmuştur.

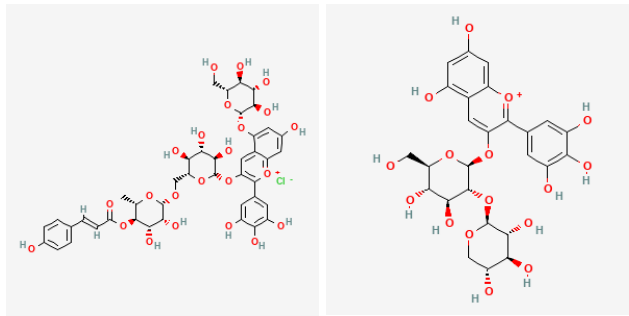
Kateşin, epikateşin, epikateşin gallat ve epigallokateşin galat türevleri yenilebilir çiçeklerde yer alan ana flavanollerdir (Zheng vd., 2019). Gül yaprakları zengin flavanol kaynağıdır (Cunja vd., 2014) ve kateşin, epikateşin, epikateşin gallat, epigallokateşin gallat içerirler (Cunja vd., 2014; Kumari vd., 2018; Lee vd., 2018; Zhang vd., 2014). Cao ve arkadaşlarının 2020’de krizantem çiçeklerinde tüm fenolik bileşikler arasında kateşin içeriğinin en yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Fenolik asitler, yenilebilir çiçeklerde bulunan bir diğer önemli fitokimyasal grubudur. Juarez-Trujillo vd., (2018)’nin yaptığı çalışmada İzote (*Yucca elephantipes*) çiçeklerinde 4-kumarik asit, rutin, ferulik asit, 4-hidroksibenzoik asit, kafeik asit ve trans-sinamik asidin varlığını ortaya koymuştur. Kafeik asit, 4,5-dikaffeoilkinik asit, klorojenik asit ve 3,5-dikaffeoilkinik asit, hanımeli çiçeklerinde bulunan başlıca fenolik asitlerdir (Lee vd., 2019).

Şekil 1: Yenilebilir çiçeklerde bulunan bazı fitokimyasalların (Antosiyaninler) yapıları (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>).



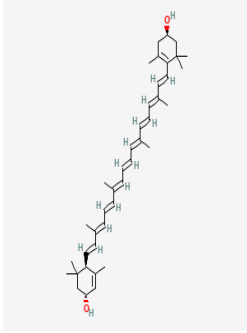
Siyanidin 3,5-O-diglukozid Pelargonidin 3,5-diglukozid Peonidin-3-glukozid



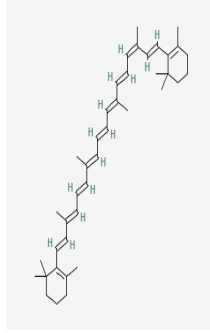
Violanin

Delphinidin 3-sambubiside

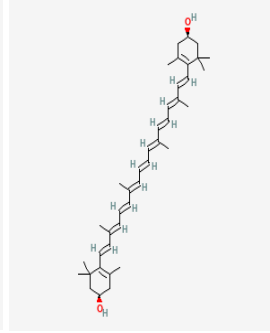
Şekil 2: Yenilebilir çiçeklerde bulunan bazı fitokimyasalların (Karotenoidler) yapıları (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>).



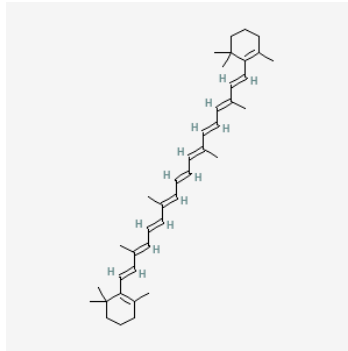
Lutein



9-Cis-Beta-Karoten

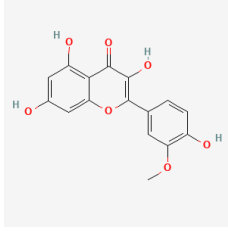


Zeaksantin

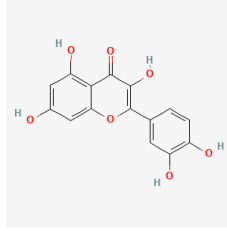


β -Karoten

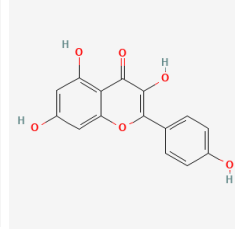
Şekil 3: Yenilebilir çiçeklerde bulunan bazı fitokimyasalların (Flavanoller) yapıları (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>).



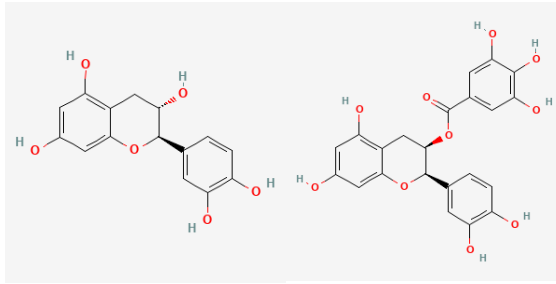
İsorhamnetin



Kuarsetin



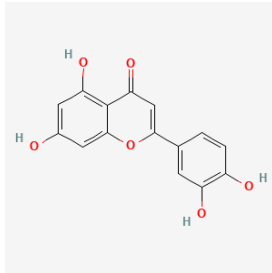
Kaemfenol



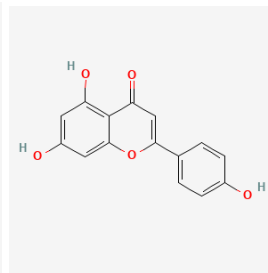
Kateşin

Epikateşin gallat

Şekil 4: Yenilebilir çiçeklerde bulunan bazı fitokimyasalların (Flavonlar) yapıları (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>).

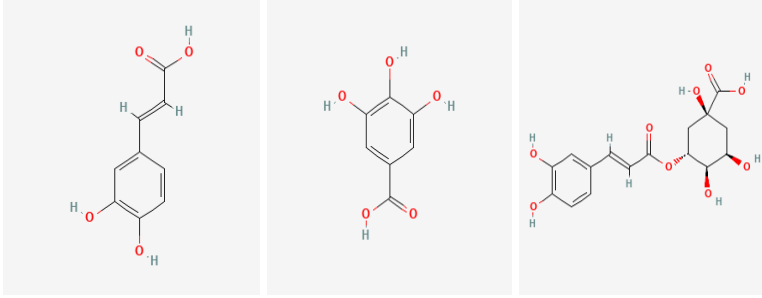


Luteolin



Epigenin

Şekil 5: Yenilebilir çiçeklerde bulunan bazı fitokimyasalların (Fenolik asitler) yapıları (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>).



Kafeik asit

Gallik asit

Klorojenik asit

Yenilebilir çiçeklerin tüketime sunulmasıyla birlikte bazı sorular artmaya başlamıştır. En önemli soru taze ve egzotik aroması, narın tadı ve çekici görünümü dışında, yenilebilir çiçeklerin tüketici için sağlık yararları sağlayıp sağlamadıklarıdır. Bu sorunun cevabı, yenilebilir çiçeklerden izole edilen aktif maddelerin bileşimi üzerine yapılan araştırmalarda gizlidir. Çalışmalar, çiçeklerde bulunan biyoaktif bileşiklerin zenginliğini göstermektedir. Polifenol miktarları ve antioksidan özellikleri en sık test edilen analizler arasındadır.

Pires vd. (2018) çiçek özlerindeki (*Centaurea cyanus* L., *Dahlia mignon*, *Rosa damascena* ve *Calendula officinalis* L.) fenol profillerini tanımlamışlar ve antioksidan, antiproliferatif ve antibakteriyel yetenekler de dahil olmak üzere çiçeklerin biyoaktif potansiyellerini değerlendirmişlerdir. En yüksek fenolik bileşik konsantrasyonu kadife çiçeğinde bulunmuştur. Gül yapraklarının özütleri ve infüzyonları en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermiştir, bunun da quercetin ve kaempferol türevlerinin varlığından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Birçok yayın, farklı gül çeşitlerinin bileşimi ve sağlık yararları üzerine yapılan araştırmaların sonuçlarıyla ilgilidir. Gül yağı, Bulgaristan, Türkiye, Hindistan ve İran gibi dünyanın birçok yerinde uçucu yağ, gül suyu, şurup, likör ve diğer ürünler elde etmek için kullanılır.

Lia vd. (2014) tarafından 51 yenilebilir ticari ve yabani çiçeğin toplam fenolik içeriği ve antioksidan yetenekleri üzerine yapılan araştırma, buruşuk gülün (*Rosa rugosa* Thunb.), dalgali yapraklı deniz lavantasının (*Limonium sinuatum* L.), tatlı osmanthusun (*Osmanthus fragrans*), soyulmuş sardunyanın (*Pelargonium hortorum* L.) ve baharatlı jatrophanın (*Jatropha integrerrima* Jacq.) en yüksek homo gentisik asit, siyanidin-3-glukozit, protokatekuik asit, kateşin, gallik asit ve epikateşin içeriğiyle karakterize edildiği gösterilmiştir.

Başka bir çalışmada, incelenen 23 Çin çiçeğinden *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour, *Paeonia lactiflora* Pall ve *Rosa rugosa* Thunb'un (menekşe) in vitro sindirimden önce veya sonra en güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Bu da bu çiçeklerin oksidatif stres hastalıklarının önlenmesinde önemli doğal kaynaklar olabileceğini düşündürmektedir (Chen vd., 2015).

Çoğu araştırmacı, yenilebilir çiçeklerin yüksek oranda antioksidan polifenol içermesiyle karakterize olduğunu vurgulamaktadır. Chen vd. (2018) tarafından yürütülen araştırma, buruşuk gülün (*Rosa rugosa* Thunb.), dalgali yapraklı deniz lavantasının (*Limonium sinuatum* L.), Çin ayvasının (*Chaenomeles sinensis*), tatlı osmanthusun (*Osmanthus fragrans*), dev krep mersininin (*Lagetroemia speciose* L.) ve biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) test edilen 30 çiçek arasında en güçlü antioksidan aktiviteyi gösterdiğini ve bu çiçeklerin en yüksek toplam fenoller ve toplam flavonoidleri içerdiğini göstermiştir. Araştırmacılar, çiçek özlerinin kronik hastalıkların önlenmesinde işlevsel gıdalar olarak kullanılabileceğini öne sürmektedirler.

Her ikisi de Brassicaceae familyasından olan brokoli ve karnabahar, dünyanın dört bir yanında beğenilen çiçek örnekleridir. Dünyada en çok tüketilen dördüncü sebze olan brokoli (López-Romero vd., 2018), karnabahar, Brüksel lahanası, alabaş, lahana ve hardal olarak bilinen *Brassica* cinsinin farklı bitkilerini ifade eder. Farklı renklerde bulunabilir, ancak yeşil ve mor filizlenen brokoliler en yaygın olanları gibi görünmektedir. Çiğ veya pişmiş olarak tüketilebilir, ancak bazı ev tipi pişirme yöntemleri flavonoidler gibi bazı biyoaktif bileşenlerin içeriğini azaltır (Wu vd., 2019). Mikrodalga ve hava kaynaklı ultrason gibi modern hava kurutma teknolojileri, rengi ve askorbik asit içeriğini (mikrodalga) korurken veya karotenoidler ve glukozinolatlar (ultrason) gibi fitokimyasalları korurken kendi ömrünü artırmak için kullanılabilir (Cao vd., 2019). Brokoli tarım endüstrisi yan

ürünlerin yüksek protein içeriğinin yanı sıra gıda bazlı protein formülasyonlarına eklenebilen lif ve antioksidanların varlığını göstermesi nedeniyle daha sürdürülebilir hale gelme eğilimindedir (Shi vd., 2019).

Enginar (*Cynara cardunculus* L. subsp. *Scolymus Fiori*), Akdeniz'de ortaya çıkmıştır ve yiyecek olarak çok beğenilen, yenilebilir, büyük, olgunlaşmamış bir çiçeğe sahiptir. Yeşil brokoli ve enginar çok besleyici sebzelerdir ve ayrıca fenolik bileşikler (Le vd., 2019), dikaffeoilkinik asitler ve flavonoidler (Salekzamani vd., 2019) gibi antioksidan aktiviteye sahip bazı önemli biyoaktif bileşiklerin kaynağıdır. Ek olarak, brokoli ve karnabaharda bulunan glukozinolatlar gibi bazı biyoaktif sekonder metabolitler, antitümör aktivitesiyle ilişkili türevler üretmek için reaksiyona girebilirler (Le vd., 2019).

Papatya, fenolik bileşikler ve flavonoidler açısından zengin bir başka türdür ve gastrointestinal sistem sorunlarıyla başa çıkmak için yeni yaklaşımlar getirebilen karbonhidrat sindirimi ve şeker emiliminin zayıflamasıyla ilişkilidir (Villa-Rodriguez vd., 2018). Aslında, bu özelliğe dayanarak, Khayyal ve arkadaşlarının 2019 yılında yaptığı çalışmada yakın zamanda radyasyona bağlı bağırsak mukozitinin profilaksisinde papatya özütünün olumlu rolünü bildirmiştir; bu, radyoterapi tedavisi gören kanser hastalarında tipik bir sendromdur.

***Acmella oleracea* L.** (yaygın adıyla *dişotu*), içerdiği doğal biyoaktif bileşenlerle dikkat çeken bir bitkidir ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak değerlendirilme potansiyeline sahiptir. Bitkide bulunan flavonoid türü bileşiklerin, prostaglandin düzeylerini düşürerek ağrı hissini azaltabileceği ve bu sayede ateş düşürücü (antipiretik) etki gösterebileceği belirtilmektedir. Bu biyolojik özellikleri sayesinde hem geleneksel kullanımda hem de güncel fonksiyonel gıda araştırmalarında önemli bir yere sahiptir (Prachayasittikul vd., 2013).

Çok eski zamanlardan itibaren hem mutfakta baharat olarak hem de geleneksel tıp alanında kullanılan karanfil (*Syzygium aromaticum* L.), hoş kokuya sahip bir bitkidir. Biyoaktif bileşenler bakımından zengindir ve flavonoidler, alkaloidler, steroidler, tanenler, saponinler, terpenler, glikozitler içerirler. Son zamanlarda yapılan araştırmalarda bu bitkinin antiinflamatuvar, antimutajenik, analjezik, antimikrobiyal, anestezik, antioksidan, antifungal,

antiviral, antinosiseptif ve antikanser aktiviteler açısından çok güçlü olduğu belirlenmiştir (Batiha vd., 2020; Vicidomini vd., 2021).

Yukarıda belirtilen biyoaktif bileşiklere ek olarak, yenilebilir çiçekler ayrıca vitamin ve mineraller içerirler. Çiçek yapraklarında A, C ve E vitaminleri tespit edilmiştir (Mlcek ve Rop 2011). Nispeten yüksek C vitamini içeriği nasturtium, gül ve ebegümeci çiçek yapraklarında belirlenmiştir (Garzón ve Wrolstad, 2009). Buna karşılık, *Rosa canina* L., *Dahlia mignon*, *Calendula officinalis* L. ve *Centaurea cyanus* L. yapraklarında tokoferoller belirlenmiştir (Pires vd., 2017). Yenilebilir çiçeklerdeki mineral bileşiklerinin içeriği hakkında çok az çalışma vardır. Brezilya'da yapılan analizlerde, gül yapraklarındaki Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Ca, Na, P, Mo, Ni, Co, Cr, Cd ve As içeriği *Rosa* spp. belirlenmiştir (dos Santos vd., 2018).

3.4.Yenilebilir çiçeklerin sağlığa etkileri

Yenilebilir çiçekler sağlık destekleyicisi olarak antioksidan, hipoglisemik, antikanser, anti-diyabetik, anti-obezite, nöroprotektif, hepatoprotektif ve anti-mikrobiyal gibi birçok özelliğe sahiptir (Kaisoon vd., 2012; Petrova vd., 2016; Skrajda-Brdak vd., 2020). Çiçeklerde bulunan fitokimyasallar bu aktivitelerden sorumludur (Moliner vd., 2018).

Tıp ve alternatif tıp alanında çok fazla kullanılan yenilebilir çiçekler ilaç endüstrisinde de yoğun olarak kullanılmaktadır. İnsan sağlığına olumlu yöndeki bazı etkileri şunlardır (Gupta vd., 2018; Pires vd., 2019; Kaisoon vd., 2012);

- Kalorisi yok denecek kadar azdır.
- Antioksidan içeriği çok yüksektir.
- Bazıları doğal olarak antiinflamatuvar özelliktedir. İltihaba karşı koruyucudur.
- Çeşitli araştırmalarda karaciğer, prostat, mesane, kolon ve meme kanserlerine karşı güçlü aktiviteler gösterir.
- Roselle (*Hibiscus sabdariffa*), manolya çiçeği ve nilüfer çiçekleri obeziteye karşı etkilidir.
- Hangzhou beyaz krizantem bitkisinden elde edilen özüt, nörodejeneratif hastalıklara iyi geldiği araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır.

- Roselle'nin anti-kolesterol, anti-hipertansif ve anti-diyabetik özellikler gösterdiği ortaya çıkmıştır.
- Çin ebegümeci, saçların büyümesinde, yaraların iyileşmesinde ve bağışıklığı teşvik edici ettiği ortaya konmuştur.
- Yenilebilir gül türleri HIV'e karşı etki ettiği bulunmuştur.
- Papatyadan elde edilen etanolik özütün, antidiyabetik etkisi vardır.

Yenilebilir çiçekler, vitaminler, fenolik bileşikler ve karotenoidler gibi önemli antioksidanları içeren zengin biyoaktif bileşik kaynakları olarak kabul edilmektedir (Chensom vd., 2019; Peng vd., 2019). Bu fenolik bileşiklerin güçlü antioksidan özellikleri nedeniyle, doğal gıda kaynakları arasında özel bir öneme sahiptirler. Ayrıca, bu bileşiklerin diyabet, obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve nörodejeneratif rahatsızlıklar gibi kronik sağlık sorunlarının önlenmesine ve yönetimine olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Dantas vd., 2019; Zheng vd., 2019). Zeng vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, *Paeonia suffruticosa* (ağaç şakayığı), *Paeonia lactiflora* (Çin şakayığı) ve *Rosa rugosa* (Japon gülü) özütlerinin yüksek DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikal giderme kapasitesine sahip olduğu saptanmıştır. Sırasıyla 94.221 ± 0.102 , 93.739 ± 0.424 ve 94.244 ± 0.163 değerleri elde edilmiştir. Çalışmada, bu çiçeklerin polifenolik bileşenlerinin yüksek antioksidan aktivite ile güçlü bir pozitif ilişki içinde olduğu vurgulanmıştır. Öte yandan, *Nasturtium officinale* (su teresi), süperoksit anyonlarını, hücresel lipid peroksidasyonunu ve serbest radikal aktivitelerini azaltan önemli antioksidan etkilere sahiptir. Düzenli tüketimi, sağlıklı bireylerde DNA hasarını azaltmakta ve kan plazmasındaki antioksidan seviyelerini artırmaktadır (Chaudhary vd., 2018). Ayrıca, *Clitoria ternatea* (mavi kelebek sarmaşığı) çiçeklerinin etanol özütü %90.29 oranında antioksidan aktivite göstermiştir (Nanda, 2019).

Gün zambağı (Sun vd., 2018), roselle (*Hibiscus*) (El Bayani vd., 2018), krizantem (Ryu vd., 2019), semizotu (*Portulaca oleracea*) (Miao vd., 2019) ve hanımeli (Liu vd., 2020) gibi bazı yenilebilir çiçeklerin güçlü anti-inflamatuar etkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu etkiler, hücre kültürü modelleri kullanılarak incelenmiştir. Örneğin, *Hibiscus sabdariffa*'nın metanol ekstresinin 500 mg/kg dozda uygulanmasının, potansiyel bir anti-inflamatuar aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (El Bayani vd., 2018). Gül yağının en

önemli özellikleri arasında idrar söktürücü, yatıştırıcı, migren önleyici, antiseptik ve antibakteriyel etkiler bulunur (Schmitzer vd., 2019).

3.5.Yenilebilir çiçeklerdeki riskler ve tehlikeler

Yenilebilir çiçekler içerdikleri biyoaktif özellikteki fitokimyasallar bakımından fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmekte ve sağlığa olumlu etkiler içermekteyse de bazı türlerinin zararlı bileşikler ürettiği de bilinmektedir. Bazı bitki türleri hem parazitik hem de patojenik organizmalardan ve her şeyden önce otçul faunadan korunmak için toksisite ve/veya zehirlilik geliştirmişlerdir. Bu nedenle çiçeklerin güzel görüntüsünü, yiyecek olarak kullanılabilirlikleriyle karıştırmamaya büyük özen gösterilmelidir. Çünkü bazıları hem insanlar hem de hayvanlar için toksik ve/veya zehirli olabilir (Tamilselvan vd., 2014). Toksisiteden sorumlu fitokimyasallar alkaloidler, saponinler, terpenler ve glikozitlerin kimyasal içeriklerine sahiptir (Mithöfer ve Boland, 2012). Bu türler esas olarak Liliaceae (Zambakgiller), Amaryllidaceae (Nergisgiller), Apiaceae (Maydanozgiller), Fabaceae (Baklagiller), Scrophulariaceae (Sıracaotugiller), Solanaceae (Patlıcangiller), Euphorbiaceae (Sütleğengiller), Apocynaceae (Zakkumgiller) ve Ranunculaceae (Düğünçiçeğigiller) ailelerine aittir. Bazı botanik ailelerde (Ranunculaceae, Apocynaceae, Euphorbiaceae ve Ranunculaceae) hemen hemen tüm türler sıklıkla yüksek toksisiteye ve/veya zehirliliğe sahipken, Liliaceae, Fabaceae, Scrophulariaceae ve Solanaceae gibi diğer botanik ailelerin toksik türleri nadirdir. Buna karşın, bu botanik taksonlara ait olan diğer birçok türün çiçekleri ve bitkinin diğer kısımları da dahil olmak üzere gıda veya ilaç olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Örneğin Liliaceae ailesi yenilebilir çiçeklere sahip türleri de içerebilirken (*Lilium bulbiferum*, *Allium schoenoprasum*, *Tulipa* türleri), bazı türlere ait çiçeklerin yenmesi toksisiteye neden olabilir (*Convallaria majalis*, *Asphodelus* türleri, *Ornithogalum* türleri ve *Colchicum autumnale*).

Yenilebilir çiçeklere olan ilgi toksik fitokimyasallardan çok, normal metabolizmayı değiştirebilen anti-besinsel fitokimyasallardan kaynaklanmaktadır (Sotelo vd., 2007). Örneğin, Meksika'da çeşitli "tehlike altındaki" türler üzerinde yapılan bir çalışma, bazen yerel yemeklerde yiyecek olarak kullanılan *Yucca filifera*'nın çiçeklerinde hemolitik aktiviteye sahip istenmeyen saponinler bulunduğunu göstermiştir. Öte yandan, *Agave salmiana*

hemaglutinasyon aktivitesi gösterir (Barriada-Bernal vd., 2014). Ayrıca, *Erythrina* cinsine ait bazı Fabaceae türleri (*Erythrina americana* ve *Erythrina caribaea*) tripsin inhibitör enzimleri içermektedir. Bu nedenle gerçekten yenilebilir olan türleri güvenilir bir şekilde belirlemek için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır. Ancak, "kaçınılması gereken" bazı türlerin, İsviçreli doktor Paracelsus'a göre "Doz, zehri oluşturur." gibi bir amacı da olabilir. Aslında, zehirli çiçeklerin ilaç olarak birçok kullanımı vardır ve bu tarımsal ve ilaç sektöründe daha fazla yenilik zinciri oluşturabilir.

Dekoratif amaçlı kullanılan çiçekler zehirlenmeye neden olabilir hatta ölümcül olacak kadar toksik bileşiklere sahip olanları da vardır. Bu nedenle çiçeklerin yenilebilir olduğundan emin olunması gerekir ve yetiştirilmesi amacıyla kullanılan tarım ilaçlarının insan sağlığına zararlı etkisinin olmamasına dikkat edilmelidir (Pires vd., 2019).

Yenilebilir çiçekler fenolik asitler, flavonoidler, karotenoidler, antosiyaninler ve diğer çeşitli doğal biyoaktif bileşikler bakımından zengindir. Bu bileşiklerin güçlü antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu bilimsel çalışmalarla desteklenmiştir. Antioksidan aktivitenin yanı sıra, bu çiçeklerin antiinflamatuvar, antitümör, antidiyabetik, antikanser, gastroprotektif ve antimikrobiyal gibi birçok önemli biyolojik etkisi olduğu da ortaya konmuştur.

Yenilebilir bitki çiçeklerinde bulunan biyoaktif maddeler, yalnızca besin olarak değil, aynı zamanda tıp, ilaç ve kozmetik gibi farklı endüstrilerde de değerlendirilmektedir. Ancak, bazı fitokimyasallar çiçeklerde az ya da çok miktarda bulunabilir ve bunlar toksik veya zehirli olabilir; düşük dozlarda etkisiz kalabilirken, yüksek dozlarda zarar verebilir ve farklı bireylerde değişik etkiler gösterebilir. Ayrıca, bitkiler bu bileşenleri çevresel stres faktörlerine karşı savunma mekanizması olarak da kullanabilmektedir. Bu nedenle, yenilebilir çiçeklerin içerdiği fitokimyasalların ve bunların etkilerinin daha kapsamlı ve detaylı olarak araştırılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Alarcon-Alonso, J., Zamilpa, A., Aguilar, F. A., Herrera-Ruiz, M., Tortoriello, J., ve Jimenez-Ferrer, E. (2012). Pharmacological characterization of the diuretic effect of *Hibiscus sabdariffa* Linn (Malvaceae) extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(3), 751–756.
- Barriada-Bernal, L. G., Almaraz-Abarca, N., Delgado-Alvarado, E. A., Gallardo-Velázquez, T., Ávila-Reyes, J. A., Torres-Morán, M. I., vd. (2014). Flavonoid composition and antioxidant capacity of the edible flowers of *Agave durangensis* (Agavaceae). *CytA J. Food* 12, 105–114.
- Batiha, G. E. S., Alkazmi, L. M., Wasef, L. G., Beshbishy, A. M., Nadwa, E. H., ve Rashwan, E. K. (2020). *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae): Traditional uses, bioactive chemical constituents, pharmacological and toxicological activities. *Biomolecules*, 10, 202.
- Bhave, A., Schulzova, V., Libor, M., ve Hajslova, J. (2020). Influence of harvest date and post-harvest treatment on carotenoids and flavonoids composition in French marigold flowers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- Bragueto Escher, G., Cardoso Borges, L. D. C., Sousa Santos, J., Mendanha Cruz, T., Boscacci Marques, M., Araújo Vieira do Carmo, M., ve Zhang, L. (2019). From the field to the pot: phytochemical and functional analyses of *Calendula officinalis* L. flower for incorporation in an organic yogurt. *Antioxidants*, 8(11), 559.
- Brooker, N., Windorski, J., ve Blumi, E. (2008). Halogenated coumarins derivatives as novel seed protectants. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 73(2), 81-89.
- Cao, X., Xiong, X., Xu, Z., Zeng, Q., He, S., Yuan, Y., vd. (2020). Comparison of phenolic substances and antioxidant activities in different varieties of chrysanthemum flower under simulated tea making conditions. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00394-4>.
- Cao, Y., Tao, Y., Zhu, X., Han, Y., Li, D., Liu, C., ... Show, P. L. (2019). Effect of microwave and air-borne ultrasound-assisted air drying on drying kinetics and phytochemical properties of broccoli floret. *Drying Technology*.

- Cendrowski, A., Scibisz, I., Mitek, M., Kieliszek, M., ve Kolniak-Ostek, J. (2017). Profile of the phenolic compounds of *Rosa rugosa* petals. *Journal of Food Quality*, 2017.
- Chen, G.-L., Chen, S.-G., Xie, Y.-Q., Chen, F., Zhao, Y.-Y., Luo, C.-X., vd. (2015). Total phenolic, flavonoid and antioxidant activity of 23 edible flowers subjected to in vitro digestion. *Journal of Functional Foods*, 17, 243–259.
- Chaudhary, S., Hisham, H., ve Mohamed, D. (2018). A review on phytochemical and pharmacological potential of watercress plant. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(12), 102–107. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i12.29422>.
- Chen, G.-L., Chen, S.-G., Xiao, Y., ve Fu, N.-L. (2018). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 30 flowers. *Industrial Crops and Products*, 111, 430–445.
- Chensom, S., Okumura, H., ve Mishima, T. (2019). Primary screening of antioxidant activity, total polyphenol content, carotenoid content, and nutritional composition of 13 edible flowers from Japan. *Preventive Nutrition and Food Science*, 24(2), 171.
- Chkhikvishvili, I., Sanikidze, T., Gogia, N., Enukidze, M., Machavariani, M., Kipian, N., ... Rodov, V. (2016). Constituents of French Marigold (*Tagetes patula* L.) flowers protect jurkat t-cells against oxidative stress. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*.
- Connolly, J.D. ve Hill, R.A. (1991). *Dictionary of Terpenoids*. Chapman and Hall.
- Cordell, G. A. (1976). Biosynthesis of sesquiterpenes. *Chemical Reviews*, 76(4), 425-460.
- Croteau, R., Kutchan, T.M., ve Lewis, N.G. (2000). Natural products (secondary metabolites). In *Biochemistry and Molecular Biology of Plants* (Vol. 24, pp. 1250-1319).
- Cunja, V., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., ve Schmitzer, V. (2014). Compound identification of selected Rose species and cultivars: An insight to petal and leaf phenolic profiles. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 139(2), 157–166. <https://doi.org/10.21273/JASHS.139.2.157>.

- Dantas, A. M., Mafaldo, I. M., de Lima Oliveira, P. M., dos Santos Lima, M., Magnani, M., ve Borges, G. D. S. C. (2019). Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. *Food Chemistry*, 274, 202–214. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.099>.
- Davis, B., Lockwood, A., ve Stone, S. (1986). *Food and Beverage Management*. William Heinemann Ltd.
- Dawson, F.A. (1994). The amazing terpenes. *Naval Stores Rev. March/Aprill*, 6-12.
- dos Santos, A. M. P., Silva, E. F. R., dos Santos, W. N. L., da Silva, E. G. P., dos Santos, L. O., da, S., vd. (2018). Evaluation of minerals, toxic elements and bioactive compounds in rose petals (*Rosa* spp.) using chemometric tools and artificial neural networks. *Microchemical Journal*, 138, 98-108.
- El Bayani, G. F., Marpaung, N. L. E., Simorangkir, D. A. S., Sianipar, I. R., Ibrahim, N., Kartinah, N. T., vd. (2018). Anti-inflammatory effects of *Hibiscus sabdariffa* L. on the IL-1 β /IL-1ra ratio in plasma and hippocampus of overtrained rats and correlation with spatial memory. *Kobe Journal of Medical Sciences*, 64(2), E73.
- Fraenkel, G. (1959). The raison d'etre of secondary substances. *Science* 129: 1466-1470.
- Garzón, G. A., ve Wrolstad, R. E. (2009). Major anthocyanins and antioxidant activity of Nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*). *Food Chemistry*, 114, 44–49.
- Gegner, L. (2004). *Edible Flowers*. National Sustainable Agriculture Information Service.
- Gupta, Y. C., Sharma, P., Sharma, G. and Agnihotri, R., (2018). Edible flowers. *National Conference On Floriculture For Rural And Urban Prosperity In The Scenario Of Climate Change*, Guwahati: Hindistan. 25-30.
- Hameed, A., Sharma, I., Azooz, M.M., Ahmad, Lone H., ve Ahmad, P. (2014). Chapter 6 – Glutathione Metabolism in Plants under Environmental Stress. In Ahmad P (Editör), *Oxidative Damage to Plants*. Academic Press.

- Harborne, J.B. (1986). Recent advances in chemical ecology. *Nat Prod Rep* 3:323-344.
- Harborne, J.B. (1988). *Introduction to ecological biochemistry* (3rd ed.). Academic Press.
- Hasler, C. M., ve Blumberg, J. B. (1999). Phytochemicals: Biochemistry and physiology. Introduction. *The Journal of Nutrition*, 129(3), 756S–757S.
- Hesse, M. (2002). *Alkaloids*. John Wiley ve Sons.
- Ingkasupart, P., Manochai, B., Song, W. T., ve Hong, J. H. (2015). Antioxidant activities and lutein content of 11 marigold cultivars (*Tagetes* spp.) grown in Thailand. *Food Science and Technology*, 35(2), 380–385.
- <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>
- Juárez-Trujillo, N., Monribot-Villanueva, J.L., Jiménez-Fernández, V.M., Suárez-Montaño, R., Aguilar-Colorado, A.S., Guerrero-Analco, J.A., Jiménez, M. (2018). Phytochemical characterization of Izote (*Yucca elephantipes*) flowers. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 91, 202-210 (2018), DOI:10.5073/JABFQ.2018.091.027.
- Kaisoon, O., Konczak, I., Siriamornpun, S., 2012. Potential health enhancing properties of edible flowers from Thailand. *Food Res. Int.* 46 (2), 563–571.
- Kadioğlu, A. (2007). *Bitki Fizyolojisi* (4. Baskı). Trabzon. Esen Ofset Matbaacılık.
- Kao, F. J., Chiang, W. D., ve Liu, H. M. (2015). Inhibitory effect of daylily buds at various stages of maturity on nitric oxide production and the involved phenolic compounds. *LWT-Food Science and Technology*, 61(1), 130–137.
- Karakaya, S. (2010). Bioavailability of phenolic compounds. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(6), 453-464.
- Khayyal, M. T., Kreuter, M. H., Kemmler, M., Altmann, P., Abdel-Naby, D. H., ve El-Ghazaly, M. A. (2019). Effect of a chamomile extract in protecting against radiation-induced intestinal mucositis. *Phytotherapy Research*, 33(3), 728–736.

- Koche, D., Shirsat, R., ve Kawale, M. (2016). An overreview of major classes of phytochemicals: Their types and role in disease prevention. *Hislopia Journal*, 9, 1–11.
- Kumari, P. (2017). *Isolation and Characterization of Anthocyanin Pigments from Indian Rose Varieties as a Potential Source of Nutraceuticals*. (Doctoral dissertation, Division of Floriculture and Landscaping ICAR-Indian Agricultural Research Institute, New Delhi).
- Kumari, P., Raju, D. V. S., Singh, K. P., Prasad, K. V., ve Panwar, S. (2018). Characterization of phenolic compounds in petal extracts of rose. *Indian Journal of Horticulture*, 75(2), 349–351.
- Lake, J.A., Field, K.J., Davey, M.P., Beerling, D.J., ve Lomax, B.H. (2009). Metabolomic and physiological responses reveal multiphasic acclimation of *Arabidopsis thaliana* to chronic UV radiation. *Plant Cell Environmental*, 32(10), 1377-1389.
- Lee, J., Park, G., ve Chang, Y. H. (2019). Nutraceuticals and antioxidant properties of *Lonicera japonica* Thunb. as affected by heating time. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 630–645.
- Lee, E. J., Kim, J. S., Kim, H. P., Lee, J. H., ve Kang, S. S. (2010). Phenolic constituents from the flower buds of *Lonicera japonica* and their 5-lipoxygenase inhibitory activities. *Food Chemistry*, 120(1), 134–139.
- Lee, M. H., Nam, T. G., Lee, I., Shin, E. J., Han, A. R., Lee, P., vd. (2018). Skin anti-inflammatory activity of rose petal extract (*Rosa gallica*) through reduction of MAPK signaling pathway. *Food Science ve Nutrition*, 6(8), 2560–2567. <https://doi.org/10.1002/fsn3.870>.
- Le, T. N., Luong, H. Q., Li, H.-P., Chiu, C.-H., ve Hsieh, P.-C. (2019). Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) Sprouts as The Potential Food Source for Bioactive Properties: A Comprehensive Study on In Vitro Disease Models. *Foods*, 8(11).
- Levin, D.A. (1976). The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores. *Ann Rev Ecol Syst* 7:121-159.
- Levinson, H.Z. (1976). The defensive role of alkaloids in insects and plants. *Experientia* 32:408-411.
- Lia, A. N., Lia, S., Lia, H. B., Xua, D. P., Xub, X. R., & Chenc, F. (2014). Total phenolic contents and antioxidant capacities of 51 edible and wild flowers. *Journal of Functional Foods*, 6, 319–330.

- Liang, Q., Cui, J., Li, H., Liu, J., ve Zhao, G. (2013). Ayçiçeği Çiçekleri (*Helianthus annuus* L.): Diyet lifi ve fenolik asitlerin potansiyel yeni kaynakları. *Tarım ve Gıda Kimyası Dergisi*, 61(14), 3435–3442.
- Li, C., Du, H., Wang, L., Shu, Q., Zheng, Y., Xu, Y., vd. (2009). Flavonoid composition and antioxidant activity of tree peony (*Paeonia section Moutan*) yellow flowers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(18), 8496–8503.
- Liu, M., Yu, Q., Yi, Y., Xiao, H., Putra, D. F., Ke, K., vd. (2020). Antiviral activities of *Lonicera japonica* Thunb. Components against grouper iridovirus in vitro and in vivo. *Aquaculture*, 519, Article 734882. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734882>.
- Loizzo, M. R., Pugliese, A., Bonesi, M., Tenuta, M. C., Menichini, F., Xiao, J., ve Tundis, R. (2016). Edible Flowers: A Rich Source of Phytochemicals with Antioxidant and Hypoglycemic Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 2467–2474.
- López-Romero, D., Izquierdo-Vega, J., Morales-González, J., Madrigal-Bujaidar, E., Chamorro-Cevallos, G., Sánchez-Gutiérrez, M., ... Madrigal-Santillán, E. (2018). Evidence of some natural products with antigenotoxic effects. Part 2: Plants, vegetables, and natural resin. *Nutrients*, 10(12), 1954.
- Ludwiczuk, A., Skalicka-Woźniak, K., ve Georgiev, M.I. (2017). Terpenoids. In *Pharmacognosy* (pp. 233–266). Academic Press.
- Lu, B., Li, M., ve Yin, R. (2016). Phytochemical content, health benefits, and toxicology of common edible flowers: A review (2000–2015). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(sup1), S130–S148.
- Mithen, R.F., Dekker, M., Verkerk, R., Rabot, S., ve Johnson, I.T. (2000). The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods. *J. Sci. Food and Agric.*, 80, 967–984.
- Miao, L., Tao, H., Peng, Y., Wang, S., Zhong, Z., El-Seedi, H., vd. (2019). The anti-inflammatory potential of *Portulaca oleracea* L. (purslane) extract by partial suppression on NF-κB and MAPK activation. *Food Chemistry*, 290, 239–245. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.005>.
- Mithöfer, A., ve Boland, W. (2012). Otçullara karşı bitki savunması: kimyasal yönler. *Annu. Rev. Plant Biol.* 63, 431–450.

- Mrcek, J., ve Rop, O. (2011). Fresh edible flowers of ornamental plants—A new source of nutraceutical foods. *Trends in Food Science ve Technology*, 22(10), 561–569.
- Mohammadi, N., ve Shaghaghi, N. (2020). Inhibitory effect of eight Secondary Metabolites from conventional Medicinal Plants on COVID_19 Virus Protease by Molecular Docking Analysis.
- Moliner, C., Barros, L., Dias, M. I., Lopez, V., Langa, E., Ferreira, I. C., vd. (2018). Edible flowers of *Tagetes erecta* L. as functional ingredients: phenolic composition, antioxidant and protective effects on *Caenorhabditis elegans*. *Nutrients*, 10(12), 2002.
- Moreira, M. C. N. D., de Almeida, G. L., Carvalho, E. E. N., Garcia, J. A. D., Nachtigall, A. M., ve Vilas Boas, B. M. (2019). Quality Parameters, Antioxidant Activity, and Sensory Acceptability of Mixed Jams of Rose Petals and Apple. *J. Food Process Preserv.* 43(12), e14272.
- Moridi Farimani, M., Nejad Ebrahimi, S., Salehi, P., Bahadori, M.B., Sonboli, A., Khavasi, H.R., ve Hamburger, M. (2013). Antitrypanosomal triterpenoid with an ϵ -lactone E-ring from *Salvia urmiensis*. *Journal of Natural Products*, 76(9), 1806-1809.
- Mothes, K. (1955). Physiology of alkaloids. *Annu Rev Plant Physiol* 6: 393-432.
- Nanda, B. L. (2019). Antioxidant and anticancer activity of edible flowers. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 9(3), 290–295. <https://doi.org/10.22270/jddt.v9i3-s.2996>.
- Naumann, C., Hartmann, T. ve Ober, D. (2002). Evolutionary recruitment of a flavin-dependent monooxygenase for the detoxification of host plant-acquired pyrrolizidine alkaloids in the alkaloid-defended arctiid moth *Tyria jacobaeae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(9), 6085-6090.
- Navarro-Gonzalez, I., González-Barrio, R., García-Valverde, V., Bautista-Ortín, A. B., ve Periago, M. J. (2015). Nutritional composition and antioxidant capacity in edible flowers: Characterisation of phenolic compounds by HPLC-DAD-ESI/MSn. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(1), 805–822.

- Oates, J.F., Waterman, P.G., ve Choo, G.M. (1980). Food selection by the South Indian leaf-monkey, *Presbytis johnii*, in relation to leaf chemistry. *Oecologia* 45, 45-56.
- Olennikov, D. N., Kashchenko, N. I., Chirikova, N. K., Akobirshoeva, A., Zilfikarov, I. N., ve Vennos, C. (2017). Isorhamnetin and quercetin derivatives as antiacetylcholinesterase principles of marigold (*Calendula officinalis*) flowers and preparations. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(8), 1685.
- Özeker, E. (1999). Phenolic compounds and their importance. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 9(2).
- Özer, Ş., ve Kılıç, B. (2009). Yiyecek İçecek işletmeciliğinde yenilebilir çiçekler. III. *Ulusal Gastronomi Sempozyumu*.
- Paech, K. (1950). *Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe*. Springer.
- Park, C. H., Chae, S. C., Park, S. Y., Kim, J. K., Kim, Y. J., Chung, S. O., vd. (2015). Anthocyanin and carotenoid contents in different cultivars of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* Ramat.) flower. *Molecules*, 20(6), 11090–11102. <https://doi.org/10.3390/molecules200611090>
- Patel, M., ve Naik, S.N. (2010). *Madhuca indica* JF Gmel'in çiçekleri, Mevcut durum ve gelecek perspektifler. *Indian J. Nat. Prod. Resour.* 1(4), 438–443.
- Pavelkova, P., Krmela, A., ve Schulzov'a, V. (2020). Determination of carotenoids in flowers and food supplements by HPLC-DAD. *Acta Chimica Slovaca*, 13(1), 6–12.
- Pei, Y., Wang, S., Wang, W., Zhou, Y., Zhao, H., ve Jia, L. (2014). Isolation and structureactivity relationship of the antioxidant chemical constituents from the flowers of *Rosa chinensis* Jacq. *International Journal of Food Properties*, 17(1), 38–44.
- Peng, A., Lin, L., Zhao, M., ve Sun, B. (2019). Identifying mechanisms underlying the amelioration effect of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. 'Boju'extract on hyperuricemia using biochemical characterization and UPLC-ESI-QTOF/MS-based metabolomics. *Food ve Function*, 10(12), 8042–8055.

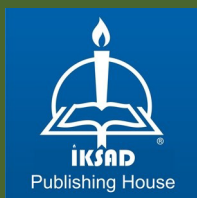
- Petrova, I., Petkova, N., ve Ivanov, I. (2016). Five edible flowers—valuable source of antioxidants in human nutrition. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(4), 604–610.
- Pintea, A., Bele, C., Andrei, S., ve Socaciu, C. (2003). HPLC analysis of carotenoids in four varieties of *Calendula officinalis* L. flowers. *Acta Biologica Szegediensis*, 47(1–4), 37–40.
- Pires, T. C., Dias, M. I., Barros, L., ve Ferreira, I. C. (2017). Nutritional and chemical characterization of edible petals and corresponding infusions: Valorization as new food ingredients. *Food Chemistry*, 220, 337–343.
- Pires, T. C., Dias, M. I., Barros, L., Calhelha, R. C., Alves, M. J., Oliveira, M. B. P., vd. (2018). Edible flowers as sources of phenolic compounds with bioactive potential. *Food Research International*, 105, 580–588. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.014>.
- Pires, P.T., Barros, L., Santos-Buelga, C., ve Ferreira, I.C.F.R. (2019). Edible flowers: emerging components in the diet. *Trends in Food Science ve Technology*, 93, 244–258.
- Prachayasittikul, V., Prachayasittikul, S., Ruchirawat, S., ve Prachayasittikul, V. (2013). High therapeutic potential of *Spilanthes acmella*: A review. *EXCLI J.*, 291–312.
- Prior, R. L., ve Wu, X. (2006). Anthocyanins: Structural characteristics that result in unique metabolic patterns and biological activities. *Free Radical Research*, 40(10), 1014–1028.
- Ramakrishna, A., ve Ravishankar, G.A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signal. Behav.* 6, 1720–1731.
- Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebauenova, J., ve Vabkova, J. (2012). Edible Flowers – A new Promising Source of Mineral Elements in Human Nutrition. *Molecules*, 17, 6672–6683.
- Rosenthal, G.A., ve Janzen, D.H. (1979). *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites*. Academic Press.
- Ryu, J., Nam, B., Kim, B. R., Kim, S. H., Jo, Y. D., Ahn, J. W., vd. (2019). Comparative analysis of phytochemical composition of gamma-irradiated mutant cultivars of *Chrysanthemum morifolium*. *Molecules*, 24(16), 3003.

- Salekzamani, S., Ebrahimi-Mameghani, M., ve Rezazadeh, K. (2019). The antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus*): A systematic review and meta-analysis of animal studies. *Phytotherapy Research*, 33(1), 55–71.
- Sarangowa, O., Kanazawa, T., Nishizawa, M., Myoda, T., Bai, C., ve Yamagishi, T. (2014). Flavonol glycosides in the petal of *Rosa* species as chemotaxonomic markers. *Phytochemistry*, 107, 61–68.
- Schildknecht, H. (1977). Protective substances of arthropods and plants. *Pontif Accad Sci* 3: 59-107.
- Seigler, D.S. (1998). *Plant Secondary Metabolism*. Springer.
- Seo, O. N., Kim, G. S., Park, S., Lee, J. H., Kim, Y. H., Lee, W. S., vd. (2012). Determination of polyphenol components of *Lonicera japonica* Thunb. using liquid chromatography–tandem mass spectrometry: Contribution to the overall antioxidant activity. *Food Chemistry*, 134(1), 572–577.
- Shahidi, F., ve Naczki, M. (1995). Methods of analysis and quantification of phenolic compounds. *Food Phenolic: Sources, Chemistry, Effects and Applications*, 287-293.
- Shahidi, F., ve Naczki, M. (2003). *Phenolics in Food and Nutraceuticals*. CRC Press.
- Schmitzer, V., Mikulic-Petkovsek, M., ve Stampar, F. (2019). Traditional rose liqueur – a pink delight rich in phenolics. *Food Chemistry*, 272, 434–440.
- Shen, H. J., Guo, Q. S., ve Fang, H. L. (2011). Impact of different colored shade polyethylene and maturation on development of flavonoids and phenolic acids in flowers of *Chrysanthemum indicum* L.. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(29), 6555–6563.
- Shi, M., Hlaing, M. M., Ying, D., Ye, J., Sanguansri, L., ve Augustin, M. A. (2019). New food ingredients from broccoli by-products: Physical, chemical and technological properties. *International Journal of Food Science ve Technology*, 54(4), 1423–1432.
- Skrajda-Brdak, M., Dąbrowski, G., ve Konopka, I. (2020). Edible flowers, a source of valuable phytonutrients and their pro-healthy effects—A review. *Trends in Food Science ve Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.016>.

- Sotelo, A., López-García, S., ve Basurto-Peña, F. (2007). Content of nutrient and antinutrient in edible flowers of wild plants in Mexico. *Plant Foods Hum. Nutr.* 62(3), 133–138.
- Spoerke, D. G., Spoerke, S. E., Hall, A., ve Rumack, B. H. (1987). Toxicity of *Cyclamen persium* (Mill). *Vet. Hum. Toxicol.* 29, 250–251.
- Stahl, E. (1888). Pflanzen und Schnecken. *Jena Z Naturwiss* 22,557.
- Sun, J., Liu, W., Zhang, M., Geng, P., Shan, Y., Li, G., vd. (2018). The analysis of phenolic compounds in daylily using UHPLC-HRMSn and evaluation of drying processing method by fingerprinting and metabolomic approaches. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), Article e13325. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13325>.
- Sun, Q. L., Hua, S., Ye, J. H., Zheng, X. Q., ve Liang, Y. R. (2010). Flavonoids and volatiles in *Chrysanthemum morifolium* Ramat flower from Tongxiang County in China. *African Journal of Biotechnology*, 9(25), 3817–3821.
- Tamilselvan, N., Thirumalai, T., Shyamala, P., ve David, E. (2014). Bazı zehirli bitkiler ve tıbbi değerleri üzerine bir inceleme. *J. Acute Dis* 3, 85–89.
- Tanaka, Y., Sasaki, N., ve Ohmiya, A. (2008). Biosynthesis of plant pigments: Anthocyanins, betalains and carotenoids. *The Plant Journal*, 54(4), 733–749.
- Tiring, G., Satar, S., ve Özkaya, O. (2020). Use of Monoterpenes in the Control of Bark Beetles (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Forest Areas. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(7), 1522-1527.
- Türk Dil Kurumu. (1983). *Türkçe Sözlük*, Yedinci Baskı, Ankara. TDK Yayınları.
- Ünay, A. (2004). *Ürün Fizyolojisi Ders Notları*. Adnan Menderes Üniversitesi.
- Vicidomini C, Roviello V, Roviello G.N. (2021). Molecular basis of the therapeutical potential of clove (*Syzygium aromaticum* L.) and clues to its anti-covid-19 utility. *Molecules*, 26, 1880.
- Villa-Rodriguez, J. A., Kerimi, A., Abranko, L., Tumova, S., Ford, L., Blackburn, R. S., ... Williamson, G. (2018). Acute metabolic actions of

- the major polyphenols in chamomile: An in vitro mechanistic study on their potential to attenuate postprandial hyperglycaemia. *Scientific Reports*, 8(1), 1–14.
- Wahab, M.F., Breitbach, Z.S., Armstrong, D.W., Strattan, R., ve Berthod, A. (2015). “Problems and Pitfalls in the Analysis of Amygdalin and its Epimer”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(40), 8966–8973.
- Wan, H., Yu, C., Han, Y., Guo, X., Ahmad, S., Tang, A., vd. (2018). Flavonols and carotenoids in yellow petals of rose cultivar (*Rosa* ‘Sun City’): A possible rich source of bioactive compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(16), 4171–4181.
- Wan, H., Yu, C., Han, Y., Guo, X., Luo, L., Pan, H., vd. (2019). Determination of flavonoids and carotenoids and their contributions to various colors of rose cultivars (*Rosa* spp.). *Frontiers Plant Science*, 10, 123.
- Wang, N., Zhang, C., Bian, S., Chang, P., Xuan, L., Fan, L., vd. (2019). Flavonoid components of different color magnolia flowers and their relationship to cultivar selections. *HortScience*, 54(3), 404–408.
- Wink, M. (2009). Chapter 1 Introduction. *Annual Plant Reviews* 39, 1-20.
- Wu, Y. Q., Wei, M. R., Zhao, D. Q., ve Jun, T. A. O. (2016). Flavonoid content and expression analysis of flavonoid biosynthetic genes in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* pall.) with double colors. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(9), 2023–2031.
- Wu, X., Zhao, Y., Haytowitz, D. B., Chen, P., ve Pehrsson, P. R. (2019). Effect of domestic cooking on flavonoids in broccoli and calculation of retention factors. *Heliyon*, 5(3).
- Yang, E. H., Shah, S., ve Criley, J. M. (2012). Digitalis toxicity: a fading but crucial complication to recognize. *Am. J. Med.* 125, 337–343.
- Yasukawa, K., ve Kasahara, Y. (2013). Effects of flavonoids from French Marigold (Florets of *Tagetes patula* L.) on acute inflammation model. *International Journal of Inflammation*, 2013.
- Yoon, H. (2014). Effects of aging on the phenolic content and antioxidant activities of magnolia (*Magnolia denudata*) flower extracts. *Food Science and Biotechnology*, 23(5), 1715–1718.

- Zeng, Y., Deng, M., Lv, Z., ve Peng, Y. (2014). Evaluation of antioxidant activities of extracts from 19 Chinese edible flowers. *SpringerPlus*, 3(1), 315. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-315>.
- Zhang, J., Rui, X., Wang, L., Guan, Y., Sun, X., ve Dong, M. (2014). Polyphenolic extract from *Rosa rugosa* tea inhibits bacterial quorum sensing and biofilm formation. *Food Control*, 42, 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.02.001>
- Zheng, J., Meenu, M., ve Xu, B. (2019). A systematic investigation on free phenolic acids and flavonoids profiles of commonly consumed edible flowers in China. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 172, 268–277. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.05.007>.
- Zinkel, D.F., ve Russell, J. (1989). *Naval Stores: Production, Chemistry, Utilization*. Pulp Chemicals Association



ISBN: 978-625-378-436-2