

ÇEŞİTLİ BİTKİ TÜRLERİNİN BESİNSEL ÖELLİKLERİ, MİNERAL-ELEMENT PROFİLLERİ VE POTANSİYEL KULLANIM ALANLARI

EDİTÖR

Prof. Dr. Gülhan BORA

BİROL PETEK

İBRAHİM CANBEY

ISBN: 978-625-5753-66-3

ANKARA -2026

ÇEŞİTLİ BİTKİ TÜRLERİNİN BESİNSEL ÖELLİKLERİ, MİNERAL-ELEMENT PROFİLLERİ VE POTANSİYEL KULLANIM ALANLARI

EDİTÖR

Prof. Dr. Gülhan BORA
ORCID ID: 0000-0002-5451-5793

YAZARLAR

Biröl PETEK¹

İbrahim CANBEY²

¹T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Erzurum, Türkiye,
birolpetek2016@hotmail.com
ORCID ID: 0009-0005-0189-1719

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği A. D.,
Bursa, Türkiye,
ibrahim.canbey.gmuh@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-2568-0885

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18812789>



Copyright © 2026 by UBAK 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. UBAK International Academy of Sciences Association
Publishing House®
(The Licence Number of Pubicator: 2018/42945)

E mail: ubakyayinevi@gmail.com

www.ubakyayinevi.org

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
UBAK Publishing House – 2026©

ISBN: 978-625-5753-66-3

February / 2026

Ankara / Turkey

ÖNSÖZ

Küresel ölçekte değişen beslenme alışkanlıkları ve sürdürülebilir kaynak yönetimi arayışları, bitkisel biyokaynakların besinsel ve kimyasal özelliklerinin bilimsel yöntemlerle incelenmesini giderek daha önemli hâle getirmiştir. Bitkisel materyaller yalnızca geleneksel gıda unsurları olarak değil; içerdiği mineral ve biyoaktif bileşenler bakımından da dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, mineral kompozisyonunun güvenilir analitik yöntemlerle belirlenmesi hem beslenme bilimi hem de sağlık bilimleri açısından temel bir gereklilik oluşturmaktadır.

Bu kitapta yer alan bölümlerde, bitkisel materyallerin özellikle mineral içerikleri analitik yöntemler kullanılarak incelenmiş ve elde edilen bulgular literatür verileriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmalarda, indüktif olarak eşleştirilmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) gibi yüksek hassasiyetli analiz tekniklerinden yararlanılmıştır. Sunulan veriler, incelenen bitkisel kısımların toplam mineral içeriğini değil, uygulanan ekstraksiyon koşullarında çözünebilen mineral fraksiyonunu yansıtmaktadır.

Kitabın temel eksenini oluşturan bölümlerde, magnezyum, kalsiyum ve fosfor gibi mineraller ile demir ve çinko gibi elementlerin düzeyleri belirlenmiş; sonuçlar bitkinin fizyolojik yapısı, yetiştirme koşulları ve literatürde bildirilen değerler çerçevesinde tartışılmıştır. Analitik süreçler, uluslararası kabul görmüş yöntemlere uygun biçimde yürütülmüş ve elde edilen bulgular karşılaştırılabilir birimlerde raporlanmıştır.

Ayrıca, tarımsal süreçlerin bir çıktısı olarak değerlendirilebilecek bitkisel yan ürünlerin potansiyel kullanım alanları literatür çerçevesinde ele alınmış; bu materyallerin beslenme ve kaynak verimliliği açısından değerlendirilmesine yönelik bilimsel bir zemin sunulmuştur. Bu yaklaşım, döngüsel ekonomi ilkeleri doğrultusunda kaynakların daha etkin kullanılmasına katkı sağlayabilecek verilerin ortaya konmasını amaçlamaktadır.

Bu alışma; yöntemsel açıklık, analitik doğruluk ve literatür temelli değerlendirme ilkeleri gözetilerek hazırlanmıştır. Kitabın, araştırmacılar ve lisansüstü öğrenciler başta olmak üzere ilgili alanlarda çalışan akademisyenler için güvenilir bir başvuru kaynağı olması hedeflenmektedir. Çalışmanın hazırlanmasına katkı sunan tüm yazarlara teşekkür eder, bu yayının bilimsel araştırmalara katkı sağlamasını temenni ederiz.

Prof. Dr. Gülhan BORA

28.02.2026 - Türkiye

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ..... 3

BÖLÜM 1

Capparis spinosa L. (KAPARI) BİTKİSİNİN MİNERAL PROFİLİ VE
BESLENME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....(6-32)

Birol PETEK

BÖLÜM 2

Petasites hybridus L. (KABALAK) BİTKİSİNİN FARKLI BİTKİSEL
KISIMLARINDA BESİNSEL VE TOKSİK ELEMENT
PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ
.....(33-67)

Birol PETEK

BÖLÜM 3

ÖNEMLİ BİR BİYOKAYNAK OLAN KAYISI ÇEKİRDEĞİNİN
KİMYASAL BİLEŞİMİ ve YENİLİKÇİ UYGULAMA ALANLARI
.....(68-104)

İbrahim CANBEY

BÖLÜM 1

***Capparis spinosa* L. (KAPARI) BİTKİSİNİN MİNERAL PROFİLİ VE BESLENME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Uzman Öğretmen Birol PETEK

GİRİŞ

Son yıllarda doğal bitkisel kaynaklara olan ilgi, bu kaynakların besinsel özelliklerinin ve içeriklerinin bilimsel olarak ortaya konmasına yönelik çalışmaları önemli ölçüde artırmıştır. Bitkisel ürünler, yalnızca geleneksel kullanım alanlarıyla değil, aynı zamanda içerdiği makro ve mikro besin öğeleri bakımından da insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (Soetan vd., 2010). Baharatlar ve tıbbi/aromatik bitkilerin, Ca, K, Mg ve Fe gibi makro mineraller ile Zn ve Mn gibi mikro mineraller açısından önemli kaynaklar olabileceği, ancak mineral içeriğin bitki türü, bitkisel kısım ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği bildirilmektedir (Özcan, 2004). Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yetişen bitkiler, çevresel stres koşullarına uyum sağlayabilme yetenekleri nedeniyle dikkat çekici mineral profiller sergileyebilmektedir (Alloway, 2013). Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar, bitkisel kaynakların mineral içeriğinin yalnızca besinsel değer açısından değil, aynı zamanda fizyolojik süreçler ve antioksidan savunma mekanizmalarıyla dolaylı ilişkileri bakımından da önem taşıdığını ortaya koymaktadır (Nabavi vd., 2016).

Bu bağlamda, Akdeniz havzası başta olmak üzere geniş bir coğrafyada doğal yayılım gösteren *Capparis spinosa*, zorlu ekolojik koşullara dayanıklılığı ve çok yönlü kullanım alanlarıyla öne çıkan önemli bir bitkidir. Kapari bitkisi, *Capparaceae* familyasına ait çok yıllık ve dikenli bir tür olup; tomurcukları, meyveleri, yaprakları ve genç sürgünleri hem geleneksel mutfak kültürlerinde hem de halk arasında çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Kapari çiçek tomurcuklarının mineral içeriğinin tür, hasat zamanı ve tomurcuk boyutuna bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (Özcan ve Akgül, 1998). Bununla birlikte, kapari bitkisinin farklı kısımlarına ait kimyasal ve besinsel özelliklerin kapsamlı ve karşılaştırmalı biçimde ortaya konmasına yönelik çalışmalar sınırlıdır. Kapari bitkisi üzerine yapılan kapsamlı derleme çalışmalarda, *Capparis spinosa* L.'nin fitokimyasal bileşiminin yanı sıra mineral içeriğine de değinildiği ve bitkinin farklı kimyasal bileşenler bakımından zengin bir yapıya sahip olduğu bildirilmektedir (Shahrajabian vd., 2021). Buna ek olarak, güncel bir derleme çalışmada, *Capparis spinosa* L.'nin farklı bitki organlarında bulunan mineral ve besinsel bileşenleriyle dikkat çekici bir tür olduğu vurgulanmıştır (Annaz vd., 2022). Derleme ve deneysel çalışmalardan elde edilen bulgular, *Capparis spinosa* L.'nin yalnızca fitokimyasal bileşenler açısından değil, aynı zamanda mineral ve besinsel içeriği bakımından da dikkat çekici bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Tlili vd., 2010; Uysal vd., 2021). Literatürde kapari bitkisi üzerine yürütülen çalışmaların önemli bir kısmının fitokimyasal bileşenler, antioksidan kapasite ve biyolojik aktiviteler üzerine odaklandığı görülmektedir (Tlili vd., 2010; Zhou vd., 2010). Kapari

bitkisinin meyvelerine yönelik sınırlı sayıdaki çalışmalardan birinde ise, *Capparis spinosa* L. meyvelerinin çeşitli kimyasal bileşenler bakımından zengin bir yapıya sahip olduğu ve bu bileşimin bitkinin yetiştirme koşulları ile kullanılan bitki kısmına bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği bildirilmiştir (Fu vd., 2007). Kapari bitkisinin kimyasal bileşimine ilişkin diğer sınırlı çalışmalardan birinde, *Capparis spinosa* L.'nin çiçek tomurcuklarında Ca, Mg, K, Na, Fe ve P gibi bazı makro ve mikro minerallerin nicel olarak belirlendiği; bu element düzeylerinin kültivar, hasat zamanı ve tomurcuk iriliğine bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği bildirilmiştir (Rodrigo vd., 1992). Buna karşılık, kapari bitkisinin mineral bileşimine yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır ve çoğunlukla belirli bitki kısımlarıyla sınırlı kalmıştır. Oysa bitkilerin mineral içeriği; toprak yapısı, iklim koşulları, hasat zamanı ve kullanılan bitki kısmı gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Alloway, 2013). Bu bağlamda, farklı ekolojik koşullarda yetişen kapari bitkilerinin çeşitli bitkisel kısımlarına ait mineral profillerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, bitkinin beslenme açısından potansiyelinin daha bütüncül biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Özcan ve Akgül, 1998; Uysal vd., 2021). Bu çerçevede, kapari bitkisi üzerine yapılan derleme çalışmalarda, *Capparis spinosa* L.'nin yalnızca fitokimyasal ve farmakolojik özellikleriyle değil, aynı zamanda mineral ve besinsel içeriğiyle de dikkat çekici bir bitki olduğu vurgulanmaktadır (Kart, 2019).

Mineraller, kemik gelişimi, enzimatik reaksiyonlar, elektrolit dengesi ve metabolik süreçlerin sürdürülmesi açısından insan sağlığı

için temel öneme sahiptir ve bitkisel kaynaklı gıdalar bu minerallerin doğal yollarla alınmasında önemli rol oynamaktadır (Soetan vd., 2010). Bu nedenle, bitkilerin yalnızca yaygın olarak tüketilen kısımlarının değil; yaprak, dal ve gövde gibi daha az değerlendirilen kısımlarının da mineral içeriğinin belirlenmesi, bitkinin beslenme açısından bütüncül olarak değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır (Kabata-Pendias ve Pendias, 2001; White ve Brown, 2010).

Bu kitap bölümünde, *Capparis spinosa* L. bitkisinin farklı bitkisel kısımlarına ait sulu ekstraktlar üzerinden belirlenen mineral içerikleri, literatürdeki bulgularla birlikte bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Elde edilen bulguların, kapari bitkisinin beslenme açısından potansiyelinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlaması ve gelecekte yapılacak karşılaştırmalı ve bölgesel çalışmalara bilimsel bir temel oluşturması hedeflenmiştir.

1. Materyal ve Yöntem

Bu kitap bölümünde, *Capparis spinosa* L. bitkisinin meyve, yaprak ve dal/gövde kısımlarının mineral içeriklerinin belirlenmesine yönelik olarak kullanılan bitkisel materyal, numune hazırlama aşamaları ve analitik yöntemler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Çalışmada uygulanan yöntemler, elde edilen bulguların güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini sağlayacak şekilde planlanmış olup, mineral analizlerinde yaygın olarak kullanılan standart yaklaşımlar esas alınmıştır. Böylece kapari bitkisinin farklı kısımlarına ait mineral profillerinin karşılaştırılabilir ve bilimsel açıdan değerlendirilebilir biçimde ortaya konması amaçlanmıştır.

1.1. Bitki materyali

Bu kitap bölümünde kullanılan bitki materyali, *Capparis spinosa* L. bitkisinin farklı kısımlarından (meyve, yaprak ve dal/gövde) elde edilmiştir. Kapari bitkisi, doğal yayılış alanında yetişen bireylerden Erzurum ili Tortum ilçesine bağlı Suyatağı Köyü kırsal alanından, deniz seviyesinden yaklaşık 1500 m rakımda yer alan sahadan 21 Ağustos 2025 tarihinde hasat edilmiştir. Çalışma kapsamında bitkinin meyve, yaprak ve dal/gövde kısımları ayrı ayrı toplanarak değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. *Capparis spinosa* L. bitkisinin hasat edilmesine ait genel görünüm (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

Kapari bitkisinin doğal ortamda genel görünümü ve temel morfolojik özellikleri (gövde yapısı, yaprak formu ve gelişim durumu) Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. *Capparis spinosa* L. genel görünüm (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

Hasat edilen bitkisel materyaller arasında yer alan meyveler, bitkinin farklı olgunluk düzeylerini temsil edecek şekilde seçilmiş olup, bu örneklerin genel görünümü Şekil 3’te sunulmuştur.



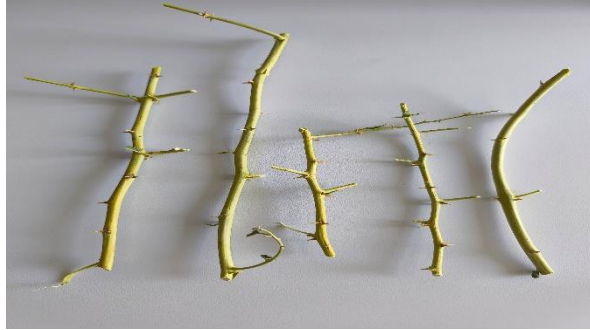
Şekil 3. Mineral analizinde kullanılan *Capparis spinosa* L. meyveleri (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

Yaprak örnekleri, olgun ve bütün yapraklardan seçilmiş; mekanik hasar görmüş veya renk değişimi gösteren yapraklar çalışma kapsamına dâhil edilmemiştir. Yaprak örneklerinin genel görünümü Şekil 4’te sunulmuştur.



Şekil 4. Mineral analizinde kullanılan *Capparis spinosa* L. yaprakları (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

Dal ve sürgün örnekleri ise genç ve odunsu yapının başlangıç aşamasındaki kısımlardan alınmış olup, bu örnekler mineral analizine uygun olacak şekilde hazırlanmıştır. Kapari bitkisine ait dal ve sürgün örneklerinin genel görünümü Şekil 5’te sunulmaktadır.



Şekil 5. *Capparis spinosa* L. bitkisine ait dal ve sürgün örnekleri (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

Bitkisel materyalin farklı kısımlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi, kapari bitkisinin mineral profilinin daha ayrıntılı ve karşılaştırılabilir biçimde ortaya konmasına olanak sağlamıştır. Toplanan tüm bitkisel materyaller, analiz öncesinde yabancı maddelerden arındırılmış ve numune hazırlama aşamasına kadar uygun koşullarda muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan bitki kısımlarının seçimi ve ayrımı,

literatürde bitkisel ürünlerin mineral içeriğinin belirlenmesine yönelik önerilen yaklaşımlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

1.2. Numune hazırlama

Bu kitap bölümünde kullanılan *Capparis spinosa* L. bitkisine ait meyve, yaprak ve dal/gövde örnekleri, mineral analizine uygun olacak şekilde ayrı ayrı hazırlanmıştır. Numune hazırlama sürecine geçilmeden önce bitkisel materyaller yabancı maddelerden arındırılmış; fiziksel olarak hasarlı veya kontamine olduğu gözlenen örnekler çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Bitkinin farklı kısımlarına ait numunelerin hazırlık öncesi genel görünümü ile sulu ekstraksiyon (çay) sonrası elde edilen örneklerin görünümü Şekil 6'da birlikte sunulmuştur. Numune hazırlama aşamasında, meyve, yaprak ve dal/gövde kısımlarından belirli miktarlarda örnekler alınmış; her bir örnek grubu ayrı ayrı değerlendirilerek çay formunda hazırlanmıştır. Sulu ekstraksiyon süresi, kapari bitkisinin geleneksel kullanımına dayalı yöresel uygulamalar esas alınarak belirlenmiş ve kaynatma işlemi yeterli ekstraksiyon sağlanıncaya kadar sürdürülmüştür. Bu yaklaşım, çalışmanın yalnızca analitik koşullara değil, aynı zamanda geleneksel tüketim biçimlerine dayalı olarak tasarlanmasını sağlamıştır. Hazırlanan sulu ekstraktlar, analiz öncesinde homojenizasyon sağlanacak şekilde karıştırılmış ve ardından asidik bozundurma işlemine alınmak üzere uygun kaplara aktarılmıştır. Numunelerin ayrı ayrı hazırlanması ve işlenmesi, kapari bitkisinin farklı kısımlarına ait mineral içeriklerinin karşılaştırılabilir biçimde belirlenmesine olanak sağlamıştır. Numune hazırlama sürecinde kullanılan tüm kaplar ve

ekipmanlar, olası çapraz bulaşmayı önlemek amacıyla analiz öncesinde uygun prosedürlere göre temizlenmiş; hazırlanan numuneler mineral analizine kadar uygun koşullarda muhafaza edilmiştir. Bu yaklaşım, elde edilen analiz sonuçlarının doğruluğu ve güvenilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, elde edilen mineral değerler, bitkinin toplam mineral içeriğini değil, sulu ekstraksiyon koşullarında çözünebilen mineral fraksiyonu yansıtmaktadır.



Şekil 6. *Capparis spinosa* L. bitkisinin meyve, yaprak ve dal/gövde kısımlarına ait numunelerin hazırlık öncesi genel görünümü (a) ve sulu ekstraksiyon (çay) sonrası görünümü (b) (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

1.3. ICP-MS analizi

Capparis spinosa L. bitkisine ait meyve, yaprak ve dal/gövde örneklerinin mineral içeriklerinin belirlenmesinde indüktif olarak eşleştirilmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) yöntemi kullanılmıştır. Analizler, Agilent 7800 ICP-MS cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numunelerin mineral analizine hazırlanmasında mikrodalga bozundurma yöntemi uygulanmıştır. Bu kapsamda, her bir numuneden yaklaşık 170–200 mg tartılarak uygun kaplara alınmış; üzerine nitrik asit ve hidrojen peroksit ilave edilmiştir. Asidik bozundurma işlemi, Milestone ETHOS UP mikrodalga sindirim sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve elementel safsızlıkların belirlenmesine yönelik uluslararası standartlar esas alınmıştır (United States Pharmacopeial Convention <232>, <233>). Bozundurma işleminin ardından numuneler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve hacimleri ultra saf su ile tamamlanmıştır. Kalibrasyon işlemleri çok elementli standart çözeltiler kullanılarak gerçekleştirilmiş, ölçümler cihazın uygun çalışma koşullarında yapılmıştır. Analiz sonuçları ICP-MS yazılımı aracılığıyla değerlendirilmiş; elde edilen konsantrasyon değerleri literatürle karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla mg/kg (ppm) birimine dönüştürülerek raporlanmıştır. (1 ppm = 1000 ppb eşdeğeri).

Bu yöntem, düşük konsantrasyonlardaki elementlerin yüksek hassasiyetle belirlenmesine olanak sağlaması nedeniyle bitkisel materyallerin mineral içeriklerinin analizinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Çalışmada uygulanan ICP-MS yöntemi sayesinde, kapari bitkisinin farklı kısımlarına ait mineral profilleri güvenilir ve karşılaştırılabilir biçimde ortaya konmuştur.

2. Bulgular ve Tartışma

Bu kitap bölümünde, *Capparis spinosa* L. bitkisinin meyve, yaprak ve dal/gövde kısımlarına ait örneklerin mineral içerikleri ICP-MS yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Bitkisel materyallerin mineral bileşimi hem bitkinin tür özelliklerini hem de kullanılan bitki kısmına bağlı farklılıkları yansıtmaları açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, kapari bitkisinin farklı kısımlarına ait mineral içeriklerinin ayrı ayrı ele alınması, bitkinin beslenme açısından potansiyelinin daha doğru biçimde ortaya konmasına olanak sağlamaktadır. Elde edilen mineral analiz sonuçları, kapari bitkisinin farklı kısımları arasında belirgin farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Bu farklılıkların; bitkinin fizyolojik yapısı, mineral elementlerin bitki bünyesindeki taşınım ve depolanma mekanizmaları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, çevresel koşullar, toprak özellikleri ve hasat zamanı gibi faktörlerin de bitkisel materyalin mineral içeriği üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda elde edilen bulgular, literatürde kapari ve benzer bitkiler üzerine yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Bu bölümde sunulan mineral analiz sonuçları, öncelikle tablo halinde verilmiş; ardından her bir element, bitkinin farklı kısımlarındaki dağılımı ve literatür verileri ışığında değerlendirilmiştir.

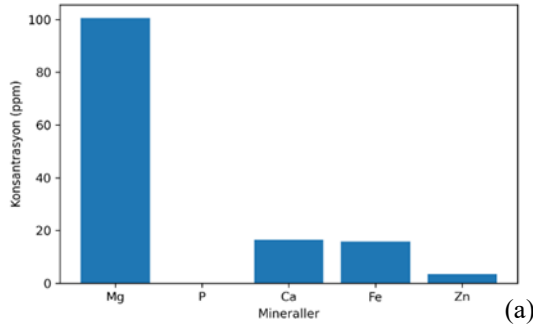
Tablo 1. *Capparis spinosa* L. bitkisinin (sulu ekstrakt) meyve, yaprak ve dal/gövde kısımlarına ait mineral içerikleri (ICP-MS sonuçları)

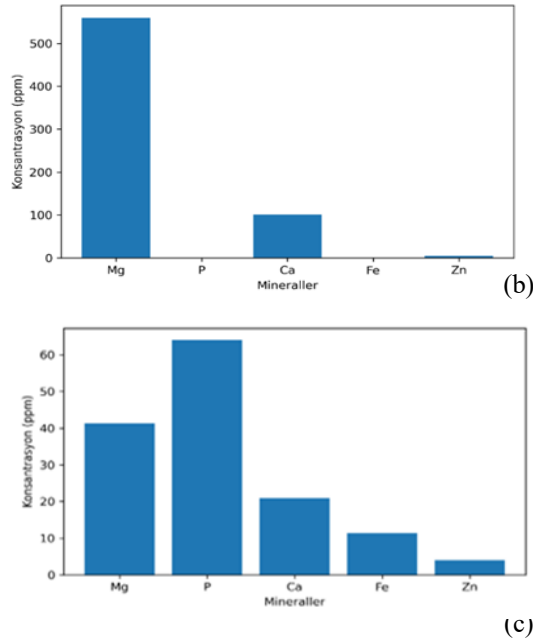
Mineraller	Mg	P	Ca	Fe	Zn
Kullanılan Çaylar	Conc. [ppm]				
<i>Capparis spinosa</i> L. Meyve çayı	100.52	<0.000	16.61	15.89	3.47
<i>Capparis spinosa</i> L. Yaprak çayı	560.04	<0.000	101.44	<0.000	4.65
<i>Capparis spinosa</i> L. Dal+Gövde çayı	41.28	64.00	20.94	11.48	4.03

Not: ICP-MS analiz sonuçları ppb cinsinden elde edilmiş olup, literatürle karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla sonuçlar ppm (mg/kg) birimine dönüştürülerek sunulmuştur (1 ppm = 1000 ppb).

“<LOD: cihaz tespit limitinin altında”

Tablo 1’de sunulan mineral içeriklerinin görsel olarak daha anlaşılır ve karşılaştırılabilir biçimde değerlendirilmesi amacıyla, *Capparis spinosa* L. bitkisinin farklı kısımlarından hazırlanan çay örneklerine ait mineral profilleri Şekil 7’de sütun grafikler hâlinde sunulmuştur.





Şekil 7. *Capparis spinosa* L. bitkisinin farklı kısımlarından hazırlanan çay örneklerine ait mineral profilleri: meyve çayı (a), yaprak çayı (b) ve dal/gövde çayı (c).

Literatürde kapari bitkisinin makro mineral profili çoğunlukla potasyum, kalsiyum, magnezyum ve fosfor elementleri üzerinden değerlendirilmiş olsa da potasyum elementi bu çalışmada analitik olarak ölçülmemiş olup, yalnızca literatür karşılaştırmaları kapsamında değerlendirilmiştir. Bu nedenle değerlendirme, Tablo 1’de sunulan kalsiyum, magnezyum ve fosfor verileri üzerinden yapılmıştır. Tablo 1’de sunulan sonuçlar değerlendirildiğinde, kapari bitkisinin makro mineral içeriğinin, bitkinin hem besinsel değerini hem de zorlu çevresel koşullara uyum yeteneğini açıklayan temel unsurlar arasında yer aldığı görülmektedir. Literatürde *Capparis spinosa* L.’nın farklı bitkisel kısımlarında özellikle kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve fosfor (P)

bakımından zengin bir mineral profil sergilediği bildirilmektedir (Özcan ve Akgül, 1998; Aliyazıcıoğlu vd., 2013; Yousefi vd., 2025).

Özcan ve Akyüz (1998), kapari tomurcuklarında potasyumun baskın makro element olduğunu, bunu kalsiyum ve magnezyumun izlediğini bildirmiştir. Benzer şekilde Aliyazıcıoğlu vd. (2013), kapari bitkisinin farklı kısımlarında yüksek potasyum ve kalsiyum düzeylerinin bulunduğunu ve bu durumun bitkinin fizyolojik dayanıklılığı ile ilişkili olabileceğini vurgulamıştır. Tablo 1’de fosfor (P) elementinin yalnızca dal/gövde örneklerinde tespit edilmiş olması, fosforun bitki bünyesindeki dağılımı ve bağlanma formlarıyla ilişkilendirilebilir. Fosfor, bitkilerde çoğunlukla yapısal dokular ve iletim sistemleriyle ilişkili fraksiyonlarda yoğunlaşmakta; yaprak ve meyve gibi metabolik olarak aktif organlarda ise daha çok organik ve bağlı formlarda bulunmaktadır. Bu formlar, sulu ekstraksiyona dayalı numune hazırlama koşullarında ölçüm sınırının altında kalabilmektedir. *Capparis spinosa* L.’nin mineral ve iz element profili, yetiştiği çevresel koşullara bağlı olarak önemli değişkenlikler gösterebilmektedir. Özellikle jipsli ve jips içermeyen kurak habitatlarda yetişen bireylerde, makro ve mikro elementlerin dağılımında belirgin farklılıklar olduğu bildirilmiştir (Yousefi vd., 2025). Özcan ve Akgül (1998) çalışmasında çiçek tomurcuklarında P dâhil çeşitli makro mineraller raporlanmış olup, örneklerin İçel (Büyükçekeli–Gülнар) ve Konya (Selçuklu) bölgelerinden temin edildiği belirtilmiştir. Buna karşılık mevcut çalışmada Erzurum/Tortum (≈1500 m) koşullarında toplanan meyve, yaprak ve dal/gövde örnekleri çay (sulu ekstrakt) matrisi üzerinden değerlendirilmiş; bu nedenle özellikle (P) gibi elementlerde organ

(tomurcuk–meyve/yaprak) farklılığı, yetiştirme ortamının jeokimyasal özellikleri ve ekstraksiyon/analiz yaklaşımı, sayısal farklılıklara yol açmış olabilir. Toprak pH'ının yüksek olması ve kireç içeriğinin artması, fosforun çözünürlüğünü ve bitkiler tarafından alımını sınırlandırabilmektedir. Bu durum, özellikle karasal ve kireçli toprak koşullarında, fosforun toprakta bitkiler tarafından yararlanılabilir fraksiyonunun azalmasına neden olabilmektedir (Holford, 1997; Havlin vd., 2014; Brady ve Weil, 2017). Tablo 1’de yer alan bulgular, söz konusu çalışmalarla uyumlu biçimde, kapari bitkisinin makro mineraller bakımından belirgin bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Mevcut çalışmada belirlenen makro mineral dağılımı incelendiğinde, elementlerin göreceli dağılımı ve baskınlık sıralamasının literatürde rapor edilen genel eğilimlerle paralellik gösterdiği görülmektedir. Gözlenen nicel farklılıkların; bitkinin kullanılan kısmı (meyve, yaprak ve dal/gövde), yetiştirme ortamı, hasat zamanı ve uygulanan analitik yaklaşımlardan kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, Tablo 1 farklı bitki kısımlarına ait makro mineral profillerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Kapari bitkisinin makro mineral içeriğinin ekolojik koşullarla yakından ilişkili olduğu da çeşitli çalışmalarda vurgulanmıştır. Yousefi vd. (2025) tarafından yürütülen araştırmada, jipsli ve jipsiz toprak koşullarında yetişen *Capparis spinosa* bireylerinin mineral bileşimlerinde anlamlı farklılıklar bulunduğu, özellikle kalsiyum ve magnezyum düzeylerinin toprak özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. Bu durum, Tablo 1’de sunulan sonuçların, kapari bitkisinin yetiştiği çevresel koşullar dikkate

alınarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Farklı coğrafyalarda yetişen *Capparis spinosa* örnekleri üzerinde yapılan çalışmalarda da kalsiyum ve magnezyumun baskın makro mineraller arasında yer aldığı, bu elementlerin dağılımının toprak yapısı ve iklim koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği bildirilmiştir.

Capparis cinsi üzerine yapılan derleme çalışmalarında da bu bitkilerin makro mineraller bakımından zengin yapılar sergilediği ve geleneksel beslenme ile halk hekimliğinde kullanımının kısmen bu mineral içeriğe dayandığı belirtilmektedir (Uysal vd., 2021). Bu literatür bilgileri, Tablo 1’de sunulan meyve örneklerine ait makro mineral bulgularını destekler niteliktedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Tablo 1’de sunulan makro mineral profili, önceki çalışmalarla benzer eğilimler göstermektedir. Gözlenen farklılıkların bitkinin yetiştiği ekolojik ortam, bitkisel kısım farklılığı ve metodolojik yaklaşımlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu durum, kapari bitkisinin makro mineral içeriğinin değerlendirilmesinde çevresel ve analitik faktörlerin birlikte ele alınmasının önemini ortaya koymaktadır.

Mikro (İz) Elementler (Fe, Zn)

Tablo 1’de sunulan mikro mineral sonuçları incelendiğinde, *Capparis spinosa* L. bitkisinin meyve, yaprak ve dal/gövde kısımlarında demir (Fe) ve çinko (Zn) gibi biyolojik açıdan önemli mikro elementlerin farklı düzeylerde bulunduğu görülmektedir. Mikro mineraller, bitkilerde başta enzimatik reaksiyonlar ve metabolik düzenleme süreçleri olmak üzere birçok fizyolojik işlevde rol

oynamakta ve bitkisel ürünlerin besinsel değerinin değerlendirilmesinde önemli göstergeler arasında yer almaktadır.

Literatürde kapari bitkisinin mikro mineral içeriğine ilişkin çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, mevcut veriler *Capparis spinosa*'nın özellikle demir ve çinko bakımından dikkate değer bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özcan ve Akgül (1998), kapari tomurcuklarında demir ve çinko elementlerinin bitkinin diğer iz elementlerine kıyasla öne çıktığını bildirmiştir. Benzer şekilde Aliyazıcıoğlu vd. (2013), *Capparis spinosa* bitkisinin farklı organlarında (Fe) ve (Zn) elementlerinin önemli düzeylerde bulunduğunu ve söz konusu elementlerin bitkinin besinsel potansiyeline katkıda bulunduğunu rapor etmiştir. Ayrıca, *Capparis spinosa* ve diğer yabani yenilebilir bitkiler üzerinde yapılan çalışmalarda demir ve çinko elementlerinin bitkinin mineral profilinde öne çıktığı ve bu elementlerin besinsel açıdan önemli olduğu bildirilmiştir (Guil vd., 1998; Özcan, 2004; Aberoumand ve Deokule, 2009) Literatürde *Capparis spinosa* bitkisinin mikro mineral içeriğine ilişkin yakın tarihli ve ayrıntılı çalışmalardan biri Mohaisen ve Sirhan (2023) tarafından Irak'ın Anbar bölgesinde yürütülmüştür. Söz konusu çalışmada *Capparis spinosa* bitkisinin ham materyali ve farklı ekstrakt fraksiyonlarında mineral içerikler atomik absorpsiyon spektrofotometrisi (AAS) yöntemiyle belirlenmiş; özellikle ham bitki örneklerinde demir (Fe) ve çinko (Zn) başta olmak üzere birçok mikro elementin belirgin düzeylerde bulunduğu rapor edilmiştir. Araştırmacılar, (Fe) ve (Zn) elementlerinin kapari bitkisinin mineral profilinde baskın iz elementler arasında yer aldığını ve bu dağılımın

çevresel koşullar, bitkisel kısım ve uygulanan ekstraksiyon yöntemlerine bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğini vurgulamıştır. Bu bulgular, mevcut çalışmada elde edilen (Fe) ve (Zn) sonuçlarının literatürde bildirilen genel eğilimlerle paralellik gösterdiğini desteklemekte ve kapari bitkisinin mikro mineral potansiyelinin farklı coğrafyalarda da korunabildiğini göstermektedir.

Bu kitap bölümünde elde edilen mikro mineral bulguları, literatürde bildirilen genel eğilimlerle uyumlu bir dağılım sergilemektedir. Tablo 1’de yer alan veriler, demir elementinin farklı bitki kısımlarında çinkoya kıyasla daha yüksek düzeylerde bulunabildiğini göstermekte; bu durum, demirin bitkisel metabolizma ve yapısal süreçlerdeki rolüyle ilişkilendirilmektedir. Çinko elementinin ise daha düşük konsantrasyonlarda bulunmasına karşın, düzenleyici ve destekleyici işlevleri nedeniyle bitkinin mikro mineral profili içerisinde önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir (Kabata-Pendias ve Pendias, 2001; Soetan vd., 2010; White ve Brown, 2010). Benzer şekilde, *Capparis spinosa* L. ve *Capparis ovata* Desf. türleri üzerine yürütülen bir çalışmada, bitkinin farklı kısımlarında Ca, Mg, Fe ve Zn başta olmak üzere çeşitli makro ve mikro minerallerin nicel olarak belirlendiği ve mineral içeriğin bitki kısmı ile türe bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği rapor edilmiştir (Özüpek, 2022). Ayrıca, Türkiye’de doğal olarak yetişen *Capparis ovata* bitkisinin farklı kısımlarında mineral içeriğin ICP-AES yöntemiyle incelendiği bir çalışmada, Ca, K ve Mg gibi makro mineraller ile Fe ve Zn gibi mikro minerallerin bitki kısımları arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Öğüt ve Er, 2010).

Ekolojik koşulların mikro mineral birikimi üzerindeki etkisi de literatürde vurgulanmaktadır. Yousefi vd. (2025) tarafından yürütülen çalışmada, jipsli ve jipsiz kurak alanlarda yetişen *Capparis spinosa* bireylerinin iz element içeriklerinde anlamlı farklılıklar bulunduğu; özellikle demir düzeylerinin toprak özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği bildirilmiştir. Bu bulgular, Tablo 1’de sunulan mikro mineral sonuçlarının, bitkinin yetiştiği çevresel koşullar dikkate alınarak yorumlanmasının önemini ortaya koymaktadır.

Capparis cinsi üzerine yapılan derleme çalışmalarında da bu bitkilerin mikro mineraller bakımından belirli bir zenginlik sergilediği belirtilmektedir. Uysal vd. (2021) *Capparis* türlerinin özellikle demir ve çinko gibi iz elementler açısından dikkat çekici bir profile sahip olduğunu ve bu durumun bitkinin geleneksel kullanım alanlarıyla ilişkili olabileceğini ifade etmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Tablo 1’de sunulan mikro mineral profili, mevcut literatürle genel olarak örtüşmektedir. Gözlenen farklılıkların; bitkisel kısım farklılığı, yetişme ortamı, toprak özellikleri ve analitik yaklaşımlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlar, kapari bitkisinin mikro mineral içeriğinin değerlendirilmesinde çevresel ve metodolojik faktörlerin birlikte ele alınmasının gerekliliğini ortaya koymakta ve elde edilen verilerin gelecekte yapılacak karşılaştırmalı çalışmalar için temel oluşturabileceğini göstermektedir.

3. Genel Değerlendirme

Bu kitap bölümünde, Tablo 1’de sunulan makro ve mikro mineral bulguları birlikte değerlendirildiğinde, *Capparis spinosa* L. bitkisinin meyve, yaprak ve dal/gövde kısımlarının mineral içerik açısından dikkate değer bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgular, kapari bitkisinin hem temel makro mineraller (Ca, Mg ve P) hem de biyolojik açıdan önemli mikro mineraller (Fe ve Zn) bakımından literatürde bildirilen genel eğilimlerle uyumlu bir mineral profil sergilediğini ortaya koymaktadır (Özcan ve Akgül, 1998; Aliyazıcıoğlu vd., 2013; Uysal vd. 2021). Bitkilerin mineral kompozisyonunun; bitkisel kısım, yetiştirme ortamı ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği, farklı çalışmalarda da vurgulanan bir durumdur (White ve Brown, 2010; Kabata-Pendias ve Pendias, 2001).

Makro mineraller açısından değerlendirildiğinde, potasyum ve kalsiyumun bitkinin farklı kısımlarında öne çıktığı; magnezyum ve fosforun ise bu elementleri destekleyici bir dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durum, kapari bitkisinin özellikle zorlu çevresel koşullara uyum yeteneği, yapısal dayanıklılığı ve metabolik faaliyetleri ile ilişkilendirilmektedir. Literatürde bildirilen bulgular da kaparinin kurak ve yarı kurak ekosistemlerde dahi makro mineral alım kapasitesini koruyabildiğini göstermektedir (Özcan ve Akgül, 1998; Aliyazıcıoğlu vd., 2013; Yousefi vd., 2025).

Mikro mineraller bakımından yapılan değerlendirmede ise, demir ve çinko elementlerinin kapari bitkisinin farklı organlarında değişen düzeylerde bulunduğu belirlenmiştir. Demirin, bitkisel metabolizma ve

yapısal süreçlerdeki rolü nedeniyle daha yüksek düzeylerde tespit edilebildiği; çinkonun ise daha düşük konsantrasyonlarda bulunmasına karşın düzenleyici işlevleri açısından önemli bir mikro element olduğu bilinmektedir. Bu bulgular, literatürde kapari bitkisinin iz element içeriğine ilişkin bildirilen sonuçlarla uyumludur (Özcan ve Akgül, 1998; Aliyazıcıoğlu vd., 2013; Uysal vd., 2021).

Makro ve mikro minerallerin birlikte değerlendirilmesi, kapari bitkisinin mineral kompozisyonunun bitkisel kısım farklılığı, yetiştirme ortamı ve ekolojik koşullara bağlı olarak değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Özellikle toprak özellikleri ve çevresel faktörlerin mineral dağılımı üzerinde belirleyici olduğu; bu nedenle farklı coğrafyalardan elde edilen sonuçlar arasında nicel farklılıkların görülebileceği bildirilmektedir (Yousefi vd., 2025). Bu durum, kapari bitkisinin mineral içeriğinin yorumlanmasında çevresel ve metodolojik faktörlerin birlikte ele alınmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, Tablo 1’de sunulan bulgular, *Capparis spinosa* L. bitkisinin hem makro hem de mikro mineraller açısından önceki çalışmalarla benzer bir mineral potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bitkinin farklı kısımlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi, mineral profilin daha doğru ve karşılaştırılabilir biçimde yorumlanmasına katkı sağlamakta; elde edilen veriler kapari bitkisinin mineral içeriğine ilişkin mevcut literatürü destekleyici nitelikte temel bilgiler sunmaktadır (Uysal vd., 2021).

SONUÇ

Bu kitap bölümünde, *Capparis spinosa* L. bitkisinin meyve, yaprak ve dal/gövde kısımlarına ait makro ve mikro mineral içerikleri belirlenmiş ve elde edilen bulgular literatür çerçevesinde değerlendirilmiştir. Tablo 1’de sunulan sonuçlar, kapari bitkisinin bu çalışmada belirlenen kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve fosfor (P) gibi temel makro mineraller ile demir (Fe) ve çinko (Zn) gibi biyolojik açıdan önemli mikro mineraller bakımından dikkate değer bir mineral profile sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Makro mineraller açısından elde edilen bulgular, kapari bitkisinin yapısal dayanıklılığı ve metabolik süreçleriyle ilişkilendirilebilecek bir mineral dağılımı sergilediğini göstermektedir. Mikro mineraller bakımından ise, demir ve çinko elementlerinin bitkinin farklı kısımlarında değişen düzeylerde bulunması, kapari bitkisinin besinsel ve fizyolojik açıdan önemli iz elementler içeren bir yapı sergilediğine işaret etmektedir. Elde edilen bulgular, *Capparis spinosa* L. üzerine yapılan önceki çalışmalarla genel eğilimler açısından uyumlu olup, gözlenen nicel farklılıkların bitkisel kısım farklılığı, yetiştirme ortamı, ekolojik koşullar ve kullanılan analitik yaklaşımlardan kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Bu durum, kapari bitkisinin mineral içeriğinin yorumlanmasında çevresel ve metodolojik faktörlerin birlikte ele alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu kitap bölümünde sunulan bulgular, *Capparis spinosa* L. bitkisinin farklı bitkisel kısımlarına ait sulu ekstraktlar üzerinden belirlenen mineral içeriklerinin, literatürde sınırlı sayıda ele alınan bu yaklaşım kapsamında değerlendirilmesine katkı sunmaktadır.

Bu yönüyle elde edilen bulgular, *Capparis spinosa* bitkisinin mineral içeriğine ilişkin literatürü desteklemekte ve farklı ekolojik koşulları kapsayan gelecekteki çalışmalar için güvenilir bir referans oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

- Aberoumand, A. ve Deokule, S. S. (2009). Determination of elements profile of some wild edible plants. *Food Analytical Methods*, 2, 116–119. <https://doi.org/10.1007/s12161-008-9038-z>
- Aliyazıcıoğlu, R., Eyüpoğlu, O. E., Şahin, H., Yıldız, O., & Baltaş, N. (2013). Phenolic components, antioxidant activity, and mineral analysis of *Capparis spinosa* L. *African Journal of Biotechnology*, 12(47), 6643–6649. <https://doi.org/10.5897/AJB2013.13241>
- Alloway, B. J. (2013). *Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability* (3. Baskı). Springer.
- Annaz, H., Sane, Y., Bitchagno, G. T. M., Ben Bakrim, W., Drissi, B., Mahdi, I., El Bouhssini, M. ve Sobeh, M. (2022). Caper (*Capparis spinosa* L.): An updated review on its phytochemistry, nutritional value, traditional uses, and therapeutic potential. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 878749. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.878749>
- Brady, N. C. ve Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils* (15. Baskı). Pearson.
- Fu, X. P., Aisa, H. A., Abdurahim, A., Yili, M., Aripova, A. ve Tashkhodzhaev, S. F. (2007). Chemical composition of *Capparis spinosa* fruits. *Chemistry of Natural Compounds*, 43(2), 181–183.
- Guil Guerrero, J. L., Martínez, J. J. G. ve Isasa, M. E. (1998). Mineral nutrient composition of edible wild plants. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11(4), 322–328. <https://doi.org/10.1006/jfca.1998.0594>

- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L. ve Beaton, J. D. (2014). *Soil fertility and fertilizers* (8. Baskı). Pearson.
- Holford, I. C. R. (1997). Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. *Australian Journal of Soil Research*, 35, 227–239. <https://doi.org/10.1071/S96047>
- Kabata-Pendias, A. ve Pendias, H. (2001). *Trace elements in soils and plants* (3. Baskı). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420039900>
- Kart, A. (2019). Kapari bitkisinin bioaktif, farmakolojik etkileri ve nörodejeneratif hastalıklarda kullanımı. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 4(2), 101-107. <https://doi.org/10.24880/maevfd.615592>
- Mohaisen, M. A. ve Sirhan, M. M. (2023). Determination of some selected mineral compositions of the *Capparis spinosa* plant from different extracts cultivated in Anbar Governorate, Iraq. *Journal of Population Therapeutics and Clinical Pharmacology*, 30(16), <https://doi.org/10.53555/jptcp.v30i16.1773>
- Nabavi, S. F., Maggi, F., Daglia, M., Habtemariam, S., Rastrelli, L. ve Nabavi, S. M. (2016). Pharmacological Effects of *Capparis spinosa* L. *Phytotherapy research: PTR*, 30(11), 1733–1744. <https://doi.org/10.1002/ptr.5684>
- Ögüt, M. ve Er, F. (2010). Mineral contents of different parts of capers (*Capparis ovata* Desf.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2), 216–217.

- Özüpek, S. H. (2022). *Kapari (capparis spinosa ve capparis ovata) tıbbi ve aromatik bitkisinin kimyasal analizleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Malatya İnönü Üniversitesi.
- Özcan, M. (2004) Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. *Food Chemistry*, 84, 437-440. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00263-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00263-2)
- Özcan, M. ve Akgül, A. (1998). Influence of species, harvest date and size on composition of capers (*Capparis* spp.) flower buds. *Nahrung*, 42(2), 102-105.
- Rodrigo, M., Lazaro, M. J., Alvarruiz, A. ve Giner, V. (1992). Composition of capers (*Capparis spinosa*): Influence of cultivar, size and harvest date. *Journal of Food Science*, 57(5), 1152–1154. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb11286>
- Shahrajabian, M. H., Sun, W. ve Cheng, Q. (2021). Plant of the millennium, caper (*Capparis spinosa* L.), chemical composition and medicinal uses. *Bulletin of the National Research Centre*, 45(131). <https://doi.org/10.1186/s42269-021-00592-0>
- Soetan, K. O., Olaiya, C. O. ve Oyewole, O. E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5), 200–222.
- Tlili, N., Elfalleh, W., Saadaoui, E., Khaldi, A., Triki, S. ve Nasri, N. (2010). The caper (*Capparis spinosa* L.): Ethnopharmacology, phytochemical and pharmacological properties. *Fitoterapia*, 82(2), 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.09.006>
- United States Pharmacopeial Convention (2013). *General chapters <232> Elemental impurities—limits and <233> Elemental*

impurities—procedures. United States Pharmacopeial Convention.

- Uysal, İ., Mohammed, F. S. ve Sevindik, M. (2021). *Capparis* genus: Chemical, nutritional composition and biological activity. *Studies in Natural Products Chemistry*, 81, 367-386. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15628-1.00009-X>
- White, P. J. ve Brown, P. H. (2010). Plant nutrition for sustainable development. *Annals of Botany*, 105(7), 1073–1080. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq085>
- Yousefi, E., Abedi, M., Aghajanzadeh, T. A. ve Moreno, D. A. (2025). Caper bush (*Capparis spinosa* L.) minerals and trace elements composition as affected by harsh habitats in gypsum and non-gypsum drylands. *Food Science & Nutrition*, 13(9), e70755. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70755>
- Zhou, H., Jian, R., Kang, J., Huang, X., Li, Y., Zhuang, C., Yang, F., Zhang, L., Fan, X., Wu, T. ve Wu, X. (2010). Anti-inflammatory effects of caper (*Capparis spinosa* L.) fruit aqueous extract and the isolation of main phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(24), 12717–12721. <https://doi.org/10.1021/jf1034114>

BÖLÜM 2

Petasites hybridus L. (KABALAK) BİTKİSİNİN FARKLI BİTKİSEL KISIMLARINDA BESİNSEL VE TOKSİK ELEMENT PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Uzman Öğretmen Birol PETEK

GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler, tarih boyunca hem beslenme hem de çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan önemli doğal kaynaklar arasında yer almaktadır. Günümüzde bu bitkilere olan ilgi, içeriklerinin bilimsel yöntemlerle incelenmesi ve potansiyel sağlık etkilerinin değerlendirilmesine yönelik çalışmaların artmasıyla giderek artmaktadır. Yenilebilir bitkilerin fenolik bileşikler, vitaminler ve mineraller bakımından zengin olduğu; ayrıca antioksidan, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellikler sergilediği bildirilmektedir (Gündüz ve Karabıyıklı, 2024). Bu özellikleri sayesinde söz konusu bitkilerin fonksiyonel ürün geliştirilmesi açısından da önemli bir potansiyel taşıdığı ifade edilmektedir.

Bitkilerde bulunan mineral elementler hem bitki fizyolojisi hem de insan sağlığı açısından temel öneme sahiptir. Potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi makro elementler ile demir, çinko, bakır ve mangan gibi mikro elementlerin enzimatik reaksiyonlar, fotosentez ve metabolik düzenleme süreçlerinde kritik roller üstlendiği bildirilmektedir (White ve Brown, 2010). Bitkisel kökenli gıdaların

önemli bir mineral kaynağı olduğu ve yeterli mineral alımının genel sağlık durumunun korunmasına katkı sağladığı belirtilmektedir (Slavin ve Lloyd, 2012). Ayrıca kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko gibi minerallerin insan metabolizmasında yapısal ve düzenleyici işlevlere sahip olduğu; eksikliklerinin ise çeşitli fizyolojik bozukluklarla ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Soetan vd., 2010). Bu nedenle bitkilerin mineral içeriği, yalnızca beslenme değeri açısından değil, aynı zamanda fonksiyonel özelliklerin ve güvenlik düzeyinin değerlendirilmesi bakımından da önemli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir.

Petasites hybridus (L.) G. Gaertn., B. Mey. & Scherb. (Asteraceae), Avrupa, Kuzey Asya ve Kuzey Amerika'nın bazı bölgelerinde yayılış gösteren çok yıllık otsu bir bitkidir. Nemli alanlarda, dere kenarlarında ve gölgeli habitatlarda yetişmekte olup, geleneksel tıpta uzun süredir kullanılmaktadır. Bitkinin özellikle rizomları ve yapraklarının spazmodik öksürük, bronşit, alerjik rinit, astım ve migren gibi rahatsızlıklarda değerlendirildiği bildirilmektedir (Mihajilov-Krstev vd., 2020).

Modern fitoterapi alanındaki çalışmalar, *P. hybridus* ekstraktlarının özellikle migren profilaksisi ve alerjik rinit tedavisinde terapötik etki gösterebildiğini ortaya koymuştur (Ożarowski vd., 2013). Bu etkilerin büyük ölçüde petasin, izopetasin ve neopetasin gibi seskiterpen türevlerinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Borlak vd., 2022). Bununla birlikte, tür bünyesinde bulunan pirrolizidin alkaloidlerinin potansiyel toksik etkileri nedeniyle bitkinin güvenlik açısından da değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Ożarowski vd., 2013; Borlak vd., 2022).

Literatürde *Petasites hybridus* üzerine çok sayıda farmakolojik çalışma bulunmasına rağmen, bitkinin farklı organlarındaki (kök, gövde ve yaprak) besinsel ve toksik element profillerine ilişkin çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle bitkinin farklı kısımlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi hem güvenli kullanım hem de fonksiyonel potansiyelin ortaya konması açısından önem taşımaktadır.

Bu kitap bölümünde, *Petasites hybridus* bitkisinin farklı bitkisel kısımlarında makro ve mikro elementler (Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Cu, Mn) ile potansiyel toksik elementlerin (Pb, Cd, As, Hg) düzeylerinin belirlenmesi ve elde edilen bulguların bilimsel çerçevede değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın, türün mineral içeriği ve güvenlik profili açısından literatüre katkı sağlaması hedeflenmektedir.

1. *Petasites hybridus*'un Botanik Özellikleri

1.1. Taksonomi

Petasites hybridus (L.) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb., Asteraceae (Compositae) familyasına ait, çok yıllık otsu bir bitkidir (Davis, 1975; POWO, 2026; Wikipedia contributors, 2026). Cins adı olan *Petasites*, çobanların taktığı keçe şapka anlamına gelen Yunanca petasos kelimesinden türetilmiştir (Alternative Medicine Review, 2001). Bitkinin taksonomik konumu ve sistematik sınıflandırması, türün botanik özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından önem taşımaktadır. Türün bilimsel sınıflandırması Tablo 1'de verilmiştir:

Tablo 1. *Petasites hybridus*'un taksonomik sınıflandırması

Âlem (Kingdom)	Plantae
Bölüm (Division)	Tracheophyta
Sınıf (Class)	Magnoliopsida
Takım (Order)	Asterales
Familya (Family)	Asteraceae
Cins (Genus)	<i>Petasites</i>
Tür (Species)	<i>Petasites hybridus</i> (L.) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.

Petasites cinsi Avrupa ve Batı Asya ağırlıklı yayılış gösteren yaklaşık 18–20 tür içermektedir (POWO, 2026). Türkiye florasında da doğal yayılış gösteren bu tür, özellikle Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde kaydedilmiştir (Davis, 1975; TUBİVES, 2026). Bitki halk arasında “kabalak”, “eşek kulağı” ve “büyük yapraklı ot” gibi isimlerle bilinmektedir (TUBİVES, 2026). *Petasites hybridus*, özellikle geniş tabanlı, kalp şeklinde ve uzun saplı yaprakları ile kolaylıkla ayırt edilebilen bir türdür. Türün doğal ortamda oluşturduğu yoğun koloni yapısı Şekil 1’de verilmiştir (UMass Extension, 2025).



Şekil 1. *Petasites hybridus* bitkisinin doğal yayılış alanındaki görünümü

1.2. Morfoloji

Petasites hybridus türü, belirgin morfolojik özellikleri sayesinde doğal ortamda kolaylıkla tanınabilen bir bitkidir. Bitki genel olarak güçlü gelişen, geniş yapraklı ve koloni oluşturan çok yıllık otsu bir yapı göstermektedir. Yapraklar, bitkinin en karakteristik organı olup oldukça büyük, geniş ve kalp şeklindedir. Yaprak tabanı derin girintili, kenarları hafif dalgalı ve yüzeyi belirgin damarlanma göstermektedir. Yaprak sapları uzun ve etli yapıdadır. Yaprakların üst yüzeyi daha düzgün, alt yüzeyi ise genellikle daha yoğun tüylü bir görünüme sahiptir. Bu belirgin yaprak morfolojisi literatürde de belirtilmiş olup (Davis, 1975), doğal ortamda açıkça gözlenebilmektedir (Şekil 1).

Gövde kısa ve kalın yapıdadır. Vejetatif dönemde gövde oldukça kısalmış bir görünüm sergilerken, çiçeklenme döneminde çiçek sapları belirgin şekilde gelişmektedir. Gövde dokusu etli olup nemli habitat koşullarına uyum göstermektedir.

Kök sistemi kalın, etli ve sürünücü rizomlardan oluşmaktadır. Rizomlar sayesinde bitki vejetatif olarak çoğalabilmekte ve geniş alanlara yayılabilmektedir. Bu özellik, türün doğal ortamda yoğun koloni oluşturmalarının temel nedenlerinden biridir.

Bitkinin çiçekleri (Şekil 2), erken ilkbaharda yapraklardan önce ortaya çıkan, pembe–mor tonlarda yoğun kapitulumlar halinde düzenlenmiş bir çiçek durumuna sahiptir (Wikipedia contributors, 2026).



Şekil 2. *Petasites hybridus* bitkisinin erken ilkbaharda oluşan çiçek durumu

Bu morfolojik özellikler, *Petasites hybridus*'un doğal ortamda güvenilir şekilde teşhis edilmesini mümkün kılmaktadır.

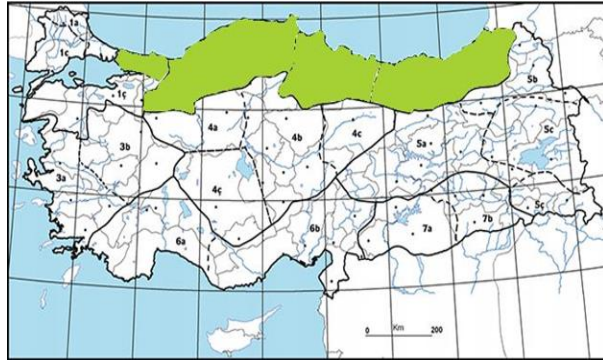
1.3. Türkiye’de Yayılışı

Petasites hybridus, doğal yayılışı bakımından Avrupa ve Batı Asya kökenli bir tür olup, nemli habitatları tercih eden çok yıllık otsu bir bitkidir (Wikipedia contributors, 2026). Tür özellikle dere kenarları, akarsu yatakları, orman altı nemli alanlar, çayırliklar ve yüksek rakımlı serin bölgelerde yayılış göstermektedir (POWO, 2026).

Türkiye florasında da doğal yayılışa sahip olan *P. hybridus*, özellikle Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde yaygın olarak kayıt altına alınmıştır (Davis, 1975; POWO, 2026). Trabzon, Rize, Artvin, Gümüşhane, Erzurum ve çevresinde doğal popülasyonlarına rastlandığı bildirilmektedir (Bizim Bitkiler®, 2026; TUBİVES, 2026). Bitkinin soğuğa dayanıklı olması ve nemli toprakları tercih etmesi,

yüksek rakımlı alanlarda da gelişimini sürdürebilmesine olanak sağlamaktadır (POWO, 2026).

Türün Türkiye’deki dağılımı, literatürde verilen floristik kayıtlarla uyumlu olup, çalışmada örneklerin toplandığı Erzurum ili Tortum ilçesi ve çevresi de *P. hybridus*’un doğal yayılış alanları içerisinde yer almaktadır. Türkiye’deki coğrafi dağılımına ilişkin harita Şekil 3’te sunulmuştur (Bizim Bitkiler®, 2026).



Şekil 3. *Petasites hybridus* türünün Türkiye’deki doğal yayılış alanı

1.4. Geleneksel Kullanım ve Etnobotanik Bilgi

Petasites hybridus türü, yalnızca botanik özellikleriyle değil, aynı zamanda tarih boyunca farklı toplumlarda tıbbi amaçlarla kullanılmasıyla da dikkat çeken bir bitkidir. Avrupa ve Batı Asya’da uzun yıllardır geleneksel tıpta değerlendirilen bu tür, özellikle solunum yolu rahatsızlıkları ve baş ağrılarıyla ilişkili şikâyetlerde kullanılmıştır. Günümüzde ise bu geleneksel kullanımlar, modern fitoterapi ve klinik araştırmalarla da desteklenmektedir (Ożarowski vd., 2013; Borlak vd., 2022).

1.4.1. Farmakolojik Etkiler ve Bilimsel Dayanak

Literatürde *P. hybridus*'un migren, spazmodik öksürük, bronşit, astım ve alerjik rinit gibi rahatsızlıklarda geleneksel olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Borlak vd., 2022; Ożarowski vd., 2013). Klinik çalışmalar, butterbur (*Petasites hybridus*) ekstraktlarının migren profilaksisinde etkili olduğunu ve migren atak sıklığını anlamlı düzeyde azalttığını göstermektedir (Ożarowski vd., 2013). Ayrıca bazı antihistaminiklerle benzer terapötik etki gösterebildiği de rapor edilmiştir.

Bu farmakolojik etkilerin büyük ölçüde petasin, izopetasin ve neopetasin gibi seskiterpen türevlerinden kaynaklandığı; bu bileşiklerin antiinflamatuvar, spazmolitik ve düz kas gevşetici özellikler gösterdiği belirtilmektedir (Borlak vd., 2022). *Petasites hybridus*'un migren tedavisinde kullanılan fitoterapötikler arasında yer aldığı ve spazmolitik ile vasküler düzenleyici etkileri nedeniyle tercih edildiği ifade edilmektedir (Sungur, 2007).

Klinik çalışmalar, *Petasites hybridus*'un migren profilaksisinde plaseboya üstün olduğunu ve çocuklar dahil olmak üzere iyi tolere edildiğini göstermiştir. Petasin ve izopetasin bileşiklerinin TRPA1, TRPV1, CGRP salınımı ve kalsiyum kanalları üzerinden etki ederek anti-nosiseptif ve anti-inflamatuvar mekanizmalarla migren ataklarını azalttığı bildirilmektedir (Silva-Néto, 2024).

Son yıllarda yapılan deneysel çalışmalarda, *Petasites hybridus* rizom ekstraktlarının spazmolitik etkisinin petasin bileşiklerinin toplam miktarı ile doğrudan ilişkili olduğu ve bireysel petasin dağılımından bağımsız olduğu gösterilmiştir. Ayrıca kültür ortamında yetiştirilen

bitkilerden elde edilen ekstraktların doğal ortamdan toplanan bitkilerle eşdeğer farmakolojik etki gösterdiği rapor edilmiştir (Halbsguth vd., 2025). Bu bulgular, türün hem geleneksel kullanım alanlarının hem de modern tıbbi araştırmalardaki öneminin bilimsel temellere dayandığını ortaya koymaktadır.

1.4.2. Çay (Sulu Ekstrakt) Formunda Kullanım

Petasites hybridus'un geleneksel kullanımında en yaygın uygulama biçimlerinden birinin, bitkinin yaprak ve rizomlarından elde edilen sulu ekstraktların (çay formu, decoction yöntemi) tüketimi olduğu bildirilmektedir (Borlak vd., 2022; Ożarowski vd., 2013). Bitki kısımlarının genellikle kurutulduktan sonra sıcak suda bekletilerek veya kaynatılarak çay formunda hazırlandığı ve bu şekilde tüketildiği ifade edilmektedir (Wikipedia contributors, 2026). Avrupa fitoterapi geleneğinde de butterbur çaylarının özellikle solunum yolu şikâyetlerinde ve baş ağrılarında destekleyici amaçla kullanıldığı bildirilmektedir (Borlak vd., 2022; Ożarowski vd., 2013). Bu kullanım biçimi, bitkinin biyolojik olarak aktif bileşiklerinin sulu ortamda ekstrakte edilebilmesi nedeniyle halk hekimliğinde pratik ve erişilebilir bir yöntem olarak tercih edilmiştir.

1.4.3. Yerel Adlandırmalar ve Etnobotanik Kullanım

Petasites hybridus L. (Asteraceae), Avrupa ve Kuzeybatı Asya'da yayılış gösteren, aromatik özelliklere sahip çok yıllık bir bitkidir. Tür, Türkiye'de halk arasında çoğunlukla "kabalak" adıyla bilinmekte; bunun yanı sıra şemsiyeotu, ayıkulağı, kabakulakotu ve farafra gibi

farklı yerel adlarla da anılmaktadır. Yerel kaynaklarda, bitkinin özellikle nemli alanlara yakın yerleşim bölgelerinde tanındığı ve geleneksel amaçlarla kullanıldığı belirtilmektedir (Doğan, 2025).

Yöresel uygulamalarda bitkinin yaprak ve kök kısımlarının çay (sulu ekstrakt) formunda hazırlandığı ve bu preparatların öksürük giderici, göğüs yumuşatıcı ve ağrı hafifletici amaçlarla tüketildiği ifade edilmektedir. Ayrıca türün spazm çözücü, analjezik ve terletici özelliklere sahip olduğuna dair halk hekimliği bilgileri aktarılmaktadır. Türkiye'nin bazı bölgelerinde bitkinin turşu formunda değerlendirildiği ve geniş yapraklarının geleneksel olarak tereyağı muhafazasında kullanıldığı da bildirilmektedir (Doğan, 2025).

Fitokimyasal çalışmalarda, bitkinin köklerinden izole edilen yeni bir biyoaktif bileşiğin belirli biyolojik aktivite gösterdiği rapor edilmiştir (Khaleghi vd., 2011). Bu bulgu, halk arasında bilinen kullanım biçimlerinin yalnızca kültürel değil, aynı zamanda biyolojik temellere de dayandığını göstermektedir.

Bu etnobotanik veriler, *P. hybridus*'un kültürel mirasın bir parçası olarak toplum sağlığı pratiklerinde önemli bir yer tuttuğunu ortaya koymaktadır. Geleneksel kullanım bilgilerinin bilimsel çalışmalarla desteklenmesi, türün fonksiyonel bitki potansiyelinin ve farmakolojik etkinliklerinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu kitap bölümünde, *Petasites hybridus* bitkisinin kök ile gövde/yaprak kısımlarının mineral içeriklerinin belirlenmesine yönelik olarak kullanılan bitkisel materyal, numune hazırlama süreçleri ve

analitik yöntemler ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Çalışmada uygulanan yöntemler, elde edilen verilerin güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini sağlayacak şekilde planlanmış; mineral analizlerinde yaygın olarak kabul gören standart yaklaşımlar esas alınmıştır.

Bu doğrultuda, *Petasites hybridus* bitkisinin farklı bitki kısımlarına ait mineral profillerinin karşılaştırılabilir ve bilimsel olarak değerlendirilebilir biçimde ortaya konması amaçlanmıştır.

2.1. Bitki Materyali

Bu kitap bölümünde kullanılan bitki materyali, *Petasites hybridus* (L.) G. Gaertn., B. Mey. & Scherb. türünün kök ile gövde+yaprak kısımlarından elde edilmiştir.

Bitki örnekleri, doğal yayılış alanında yetişen bireylerden, Erzurum ili Tortum ilçesine bağlı Suyatağı Köyü kırsal alanında, deniz seviyesinden yaklaşık 1500 m rakımda bulunan sahadan 25 Eylül 2025 tarihinde toplanmıştır.

Çalışma kapsamında kök ve gövde+yaprak kısımları ayrı ayrı değerlendirilmek üzere toplanmış ve analizlere hazırlanmıştır (Şekil 4). Örneklerin, yerleşim alanlarına yakın, yarı gölgeli ve nem tutma kapasitesi yüksek mikrohabitatlarda yoğunlaştığı gözlenmiştir.



Şekil 4. *Petasites hybridus* (kabalak) bitkisinin doğal habitatında, örnek toplama aşamasına ait genel görünüm (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

Petasites hybridus bitkisinin doğal ortamda genel görünümü ve temel morfolojik özellikleri Şekil 5'te sunulmuştur. Tür; geniş, yuvarlak-kalp şekilli yaprakları, uzun ve içi boş yaprak sapları ile yaprak alt yüzeyinin yoğun yünlü yapısı sayesinde kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.



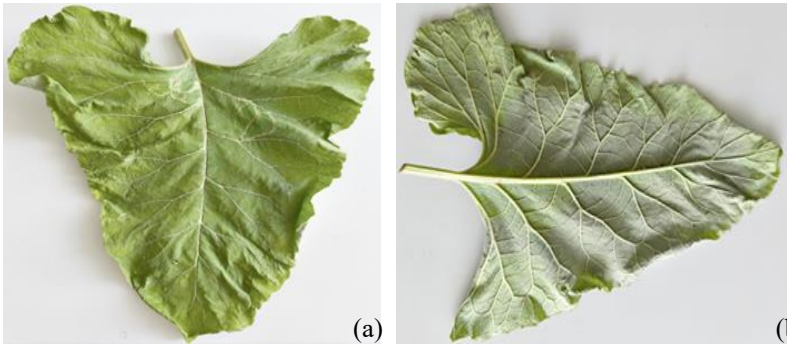
Şekil 5. Erzurum ili Tortum ilçesinde dere kenarı habitatta doğal yayılış gösteren *Petasites hybridus* bireyinin genel görünümü (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

Mineral analizinde kullanılmak üzere seçilen *Petasites hybridus* kök örneklerinin genel görünümü Şekil 6’da sunulmuştur.



Şekil 6. Mineral analizinde kullanılan *Petasites hybridus* bitkisine ait kök örneklerinin genel görünümü (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

Yaprak örnekleri, *Petasites hybridus* bitkisinin olgun ve bütün yaprakları arasından seçilmiş; mekanik hasar görmüş, deformasyon gösteren veya belirgin renk değişimi bulunan yapraklar çalışma kapsamına dâhil edilmemiştir. Yaprak örneklerinin genel görünümü Şekil 7’de sunulmaktadır.



Şekil 7. Mineral analizinde kullanılan *Petasites hybridus* yapraklarının üst yüzeyi (a) ve alt yüzeyi (b) (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

Gövde örnekleri, *Petasites hybridus* bitkisinin genç ve yarı odunsu yapı göstermeye başladığı gelişim dönemindeki kısımlarından seçilmiştir. Bu gelişim evresi, mineral elementlerin bitki dokularındaki dağılımının daha dengeli değerlendirilebilmesi açısından tercih edilmiştir. Numuneler mineral analizine uygun olacak şekilde hazırlanmış; yüzeylerinde bulunan toprak ve yabancı materyaller uzaklaştırılmış ve örnek boyutları standardize edilmiştir. Ayrıca, örneklerin analiz sürecinde dış kaynaklı kontaminasyondan etkilenmemesi için işlemler kontrollü koşullarda yürütülmüştür. *Petasites hybridus* bitkisine ait gövde örneklerinin genel görünümü Şekil 8’de sunulmuştur.



Şekil 8. Mineral analizinde kullanılan *Petasites hybridus* bitkisine ait gövde örnekleri: tek gövde örneğinin genel görünümü (a) ve analizde kullanılan toplu gövde örnekleri (b) (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

Bitkisel materyalin farklı organlarının ayrı ayrı ele alınması, *Petasites hybridus* bitkisinin mineral bileşiminin daha ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine imkân sağlamıştır. Toplanan tüm örnekler, analiz

öncesinde yüzeysel kontaminasyonlardan ve yabancı maddelerden arındırılmış; numune hazırlama sürecine kadar uygun koşullarda muhafaza edilmiştir. Çalışmada incelenen bitki kısımlarının seçimi ve sınıflandırılması, bitkisel materyallerin mineral içeriğinin belirlenmesine yönelik literatürde önerilen bilimsel yaklaşımlar esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

2.2. Numune Hazırlama

Bu kitap bölümünde değerlendirilen *Petasites hybridus*'a ait kök, yaprak ve gövde örneklerinin hazırlanmasında, yörede geleneksel olarak uygulanan çay hazırlama yöntemi esas alınmıştır. Bu amaçla Erzurum ili Tortum ilçesine bağlı Suyatağı Köyü'nde yerel halk ile yapılan yüz yüze görüşmelerden elde edilen bilgiler saha verisi olarak kullanılmıştır.

Elde edilen bilgilere göre, bitkinin kök kısımları ile yaprak ve gövde kısımları ayrı ayrı kullanılarak çay hazırlanmakta olup, bu çalışma kapsamında da aynı yaklaşım izlenmiştir. Bu doğrultuda kök örneklerinden 5–10 adet ayrı bir kapta; yaprak ve gövde örneklerinden ise yine 5–10 adet birlikte olacak şekilde ayrı bir kapta hazırlanmıştır. Her bir örnek grubunun üzerine içme suyu ilave edilmiş ve karışımlar yaklaşık 20 dakika süreyle kaynatılarak sulu ekstrakt (çay) elde edilmiştir. Kaynatma aşamasına ait görünüm Şekil 9'da sunulmuştur. Kullanılan kap ve ekipmanlar işlem öncesinde yıkanarak durulanmış ve dış kaynaklı kontaminasyon riski en aza indirilmiştir.

Kaynatma işlemi sonrasında elde edilen ekstraktlar oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış, sıvı faz temiz kaplara aktarılmış ve

analiz öncesinde PET şişelerde muhafaza edilmiştir. Ekstraktların PET şişelerdeki görünümü de Şekil 9'da gösterilmiştir. Bu örnekler, bitkinin halk arasında tüketilen gerçek kullanım formunu temsil etmekte olup, mineral analizleri bu ekstraktlar üzerinden gerçekleştirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 9. *Petasites hybridus* bitkisinin kök ile yaprak+gövde örneklerinin ekstraksiyon öncesi genel görünümü (a) ve sulu ekstraksiyon sonrası elde edilen örneklerin görünümü (b) (Fotoğraf: Yazarın kişisel arşivi)

2.3. ICP-MS analizi

Petasites hybridus bitkisinden hazırlanan kök çayı ile yaprak-gövde çayı örneklerinde mineral element analizleri, Gümüşhane Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı (GÜ-MERLAB)'da ICP-MS

(Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.3.1. Numune Hazırlama (Mikrodalga Yakma / Çözünürleştirme İşlemi)

Mineral analizleri NMKL 186 metoduna göre yapılmıştır. Her bir numuneden 0,8 mL alınmış, üzerine 6 mL %65’lik nitrik asit (HNO_3) ve 2 mL %30’luk hidrojen peroksit (H_2O_2) ilave edilmiştir. Numuneler teflon kaplara alınarak mikrodalga sindirim cihazına (Milestone START D, İtalya) yerleştirilmiştir.

Mikrodalga sisteminde sıcaklık 15 dakika içerisinde 200 °C’ye çıkarılmış, ardından 15 dakika boyunca 120 W güçte ve 200 °C’de çözünürleştirme işlemi sürdürülmüştür. Numunelerin tamamen şeffaf hale gelmesi ve tortu kalmaması sağlanmıştır. İşlem sonrasında numunelerin hacmi saf su ile 50 mL’ye tamamlanmış ve +4 °C’de muhafaza edilmiştir.

2.3.2. Cihaz Çalışma Koşulları

ICP-MS analizleri Tablo 2’de verilen çalışma koşulları altında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. ICP-MS cihazının çalışma koşulları

Parametre	Değer
Taşıyıcı gaz	Argon
Argon gaz basıncı	500–700 kPa
Helyum gaz basıncı	90–130 kPa
Taşıyıcı gaz akış oranı	0,99 L/dk
Helyum gaz akış oranı	4,5 mL/dk
Plazma gaz akış oranı	15 L/dk

Plazma gücü	1550 W
Su sıcaklığı	15–45 °C
Sprey chamber sıcaklığı	2 °C
TMP devir	%95–100
Tune mode	He / No Gaz
Plazma mode	Low Matrix
Nebulizer pompa hızı	0,3 rps
Numune alımı	42 sn
Stabilizasyon süresi	45 sn
İntegrasyon zamanı	0,1–1 sn/point
Yazılım	Mass Hunter (Version B.01.03)

2.3.3. LOD ve LOQ Değerleri

Analiz edilen elementlere ait LOD (Limit of Detection) ve LOQ (Limit of Quantification) değerleri Tablo 3’te sunulmuştur. Bu değerler cihaz kalibrasyonu sırasında katı numune matrisi (mg/kg, µg/kg) esas alınarak belirlenmiştir. Bu çalışmada analiz edilen örnekler sıvı çay ekstraktı formunda olduğundan sonuçlar mg/L ve µg/L cinsinden raporlanmıştır. Bu nedenle Tablo 4’te verilen sonuçlar ile Tablo 3’teki LOD/LOQ birimleri farklılık göstermektedir.

Tablo 3. ICP-MS yöntemi ile belirlenen elementlere ait LOD ve LOQ değerleri

Element	LOD	LOQ	Birim
Ca	0.029	0.096	mg/kg
Mg	0.028	0.093	mg/kg
Na	0.027	0.092	mg/kg
K	0.020	0.067	mg/kg
Fe	2.288	7.628	µg/kg
Cu	0.565	1.883	µg/kg
Mn	0.226	0.754	µg/kg
Pb	0.659	2.197	µg/kg
Zn	0.066	0.220	mg/kg
Cd	0.197	0.659	µg/kg
Hg	0.269	0.816	µg/kg
As	0.288	0.962	µg/kg

3. Bulgular ve Tartışma

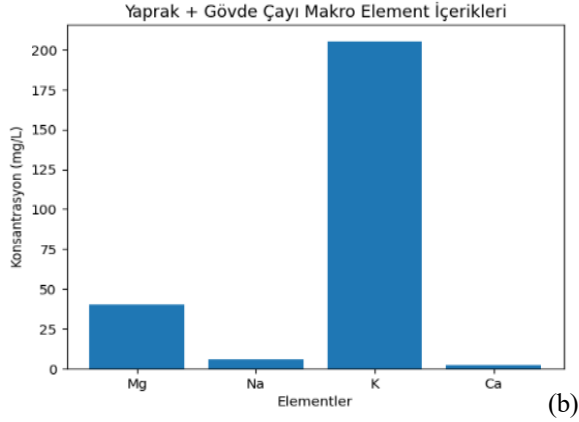
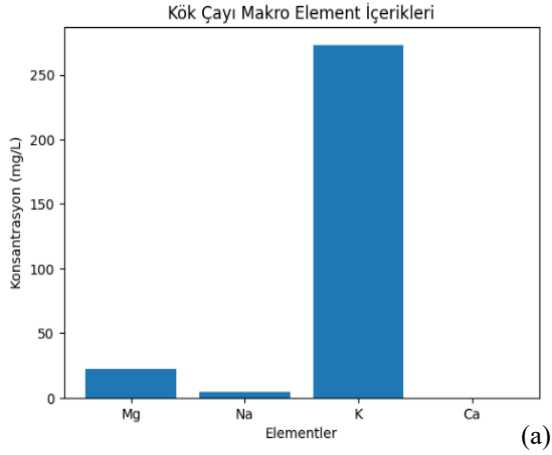
Bu çalışmada, *Petasites hybridus* bitkisinin kök ile yaprak+gövde kısımlarından geleneksel çay hazırlama yöntemiyle elde edilen sulu ekstraktların mineral element içerikleri ICP-MS yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'te sunulmuş olup, bitkinin farklı kısımlarının mineral madde içeriği bakımından belirgin farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Çay formunda analiz edilen bu ekstraktlarda özellikle makro ve iz elementlerin dağılımının bitkinin morfolojik yapısı ve fizyolojik işlevleri ile ilişkili olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca, mineral elementlerin bitkinin farklı organlarında farklı düzeylerde bulunması, bu kısımların besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin karşılaştırmalı olarak yorumlanmasına olanak sağlamaktadır.

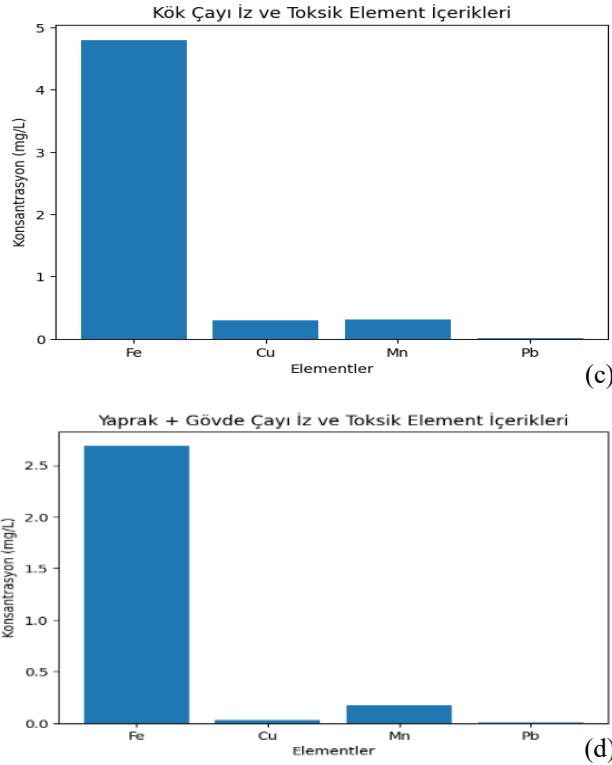
Tablo 4. *Petasites hybridus* kök ve yaprak+gövde çay ekstraktlarında belirlenen makro, iz ve toksik element düzeyleri

Element sınıfı	Elementler	Kök çayı	Yaprak +Gövde çayı	Birim
Makro elementler	Mg	22.2	40.1	mg/L
	Na	4.78	5.90	mg/L
	K	273.2	205.4	mg/L
	Ca	<LOQ	2.19	mg/L
İz elementler	Fe	4.80	2.69	mg/L
	Zn	<LOQ	<LOQ	mg/L
	Cu	294.9	25.5	µg/L
	Mn	305.4	172.9	µg/L
Toksik elementler	Pb	11.7	2.70	µg/L
	Cd	<LOQ	<LOQ	µg/L
	As	<LOQ	<LOQ	µg/L
	Hg	<LOQ	<LOQ	µg/L

Not: Değerler ICP-MS analizi sonucunda laboratuvar raporunda verildiği şekliyle sunulmuştur. <LOQ, ilgili element için limit of quantification değerinin altında olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 4'te sunulan mineral içeriklerinin görsel olarak daha anlaşılır ve karşılaştırılabilir biçimde değerlendirilmesi amacıyla, *Petasites hybridus* çay ekstraktlarına ait mineral profilleri Şekil 10'da sütun grafikler hâlinde sunulmuştur.





Şekil 10. *Petasites hybridus* çay ekstraktlarının mineral elementlerine ait sütun grafikleri: kök çayı (a, c) ve yaprak+gövde çayı (b, d).

3.1. Makro Elementlerin Dağılımı (Mg, Na, K, Ca)

Petasites hybridus bitkisinin kök ve yaprak+gövde kısımlarından hazırlanan çay ekstraktlarında belirlenen makro element içerikleri Tablo 4 ve Şekil 10a–b’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, özellikle potasyum (K) ve magnezyum (Mg) elementlerinin her iki ekstrakta da baskın olduğunu göstermektedir.

Potasyum, kök çayında 273.2 mg/L, yaprak+gövde çayında ise 205.4 mg/L düzeyinde tespit edilmiştir. Bu durum, potasyumun bitki bünyesinde taşınım ve depolanma mekanizmalarıyla ilişkili

olabileceğini düşündürmektedir. Magnezyum elementi ise yaprak+gövde çayında (40.1 mg/L) kök çayına göre daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık, fotosentetik dokuların magnezyum bakımından daha zengin olması ile açıklanabilir.

Sodyum (Na) değerleri her iki ekstrakta da düşük düzeyde kalırken, kalsiyum (Ca) yalnızca yaprak+gövde çayında 2.19 mg/L düzeyinde belirlenmiş, kök çayında ise LOQ değerinin altında kalmıştır. Bu bulgu, kalsiyumun bitkinin üst kısımlarında daha yoğun bulunduğunu göstermektedir.

Petasites hybridus türü üzerine yapılan farmakolojik ve fitokimyasal çalışmalarda, bitkinin özellikle migren, spazm, solunum yolu rahatsızlıkları ve inflamatuvar durumlar üzerindeki etkileri ayrıntılı şekilde ele alınmıştır (Sungur, 2007; Mihajilov-Krstev vd., 2020). Ancak bu etkilerin yalnızca petasin ve benzeri sekonder metabolitler ile açıklanmasının yeterli olmadığı, biyolojik aktiviteye farklı bileşenlerin de katkı sağlayabileceği vurgulanmaktadır. Bu bağlamda çalışmamızda kök ve yaprak+gövde çay ekstraktlarında yüksek düzeylerde belirlenen potasyum ve magnezyum elementleri dikkat çekmektedir.

Magnezyumun nöromüsküler iletim, sinir sistemi dengesi ve migren patofizyolojisi üzerindeki rolü literatürde ayrıntılı şekilde açıklanmıştır (Sungur, 2007). *Petasites* preparatlarının geleneksel olarak migren tedavisinde kullanılması ile magnezyum içeriği arasında olası bir ilişki bulunduğu düşünülmektedir. Bu bulgular, *Petasites hybridus*'un geleneksel kullanım alanlarının yalnızca fitokimyasal bileşenlerle değil, aynı zamanda makro element içeriği ile de

desteklenebileceğini göstermektedir. Ayrıca yaprak ekstraktlarında belirlenen yüksek fenolik ve flavonoid bileşiklerin, antioksidan aktivite ile çok güçlü korelasyon gösterdiği ($r=0.93$) bildirilmiştir. Bu durum, *Petasites hybridus* yapraklarının yalnızca mineral içerik açısından değil, aynı zamanda fenolik bileşenler bakımından da önemli bir biyolojik potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (Frišćić vd., 2025).

3.2. İz Elementlerin Dağılımı (Fe, Mn, Cu, Zn)

Petasites hybridus çay ekstraktlarında belirlenen iz element içerikleri Tablo 4 ve Şekil 10c–d’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, özellikle demir (Fe), manganez (Mn) ve bakır (Cu) elementlerinin her iki ekstrakta da tespit edildiğini, çinko (Zn) elementinin ise her iki numunede de LOQ değerinin altında kaldığını göstermektedir.

Demir elementi kök çayında 4.80 mg/L, yaprak+gövde çayında ise 2.69 mg/L düzeyinde belirlenmiştir. Bu durum, kök dokularının demir bakımından daha zengin olabileceğini düşündürmektedir. Manganez ve bakır elementleri $\mu\text{g/L}$ düzeylerinde tespit edilmiş olup, her iki elementin de kök çayında yaprak+gövde çayına göre daha yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu görülmektedir. Manganez kök çayında 305.4 $\mu\text{g/L}$, yaprak+gövde çayında 172.9 $\mu\text{g/L}$ olarak belirlenirken; bakır kök çayında 294.9 $\mu\text{g/L}$, yaprak+gövde çayında ise 25.5 $\mu\text{g/L}$ düzeyinde bulunmuştur.

Bu sonuçlar, bitkinin kök kısmının iz elementler bakımından daha yoğun birikim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bitkilerde iz elementlerin dağılımı, toprak ile doğrudan temas halinde olan kök

dokularında daha yüksek konsantrasyonlarda bulunabilmektedir. Bu durum, kök çayında iz elementlerin daha yüksek düzeylerde belirlenmesini açıklayabilir.

Petasites hybridus üzerine yapılan çalışmalarda bitkinin anti-inflamatuvar, antioksidan ve solunum yolu rahatlatıcı etkileri sıklıkla vurgulanmıştır (Ożarowski vd., 2013; Mihajilov-Krstev vd., 2020). Bu etkilerin çoğunlukla fitokimyasal bileşenlerle ilişkilendirildiği görüldüğü de, çalışmamızda belirlenen demir (Fe), manganez (Mn) ve bakır (Cu) elementlerinin varlığı bu biyolojik aktivitelerin mineral destekli bir mekanizma ile birlikte ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir.

Demir elementi dokuların oksijenlenmesi ve metabolik faaliyetlerin düzenlenmesinde önemli rol oynarken, manganez ve bakır elementleri vücutta birçok enzimatik reaksiyonun kofaktörü olarak görev yapmaktadır (Soetan vd., 2010). Özellikle manganez ve bakırın antioksidan enzim sistemlerinde yer alması, *Petasites* türlerinin literatürde bildirilen antioksidan ve anti-inflamatuvar etkileri ile paralellik göstermektedir. Bu durum, bitkinin iz element içeriğinin fizyolojik ve farmakolojik etkileri destekleyici nitelikte olabileceğini göstermektedir.

3.3. Toksik Elementlerin Değerlendirilmesi (Pb, Cd, As, Hg)

Petasites hybridus çay ekstraktlarında belirlenen toksik element içerikleri Tablo 4 ve Şekil 10c–d’de sunulmuştur. Elde edilen bulgular, kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve cıva (Hg) elementlerinin her iki numunede de LOQ değerinin altında kaldığını, kurşun (Pb) elementinin ise yalnızca çok düşük düzeylerde tespit edildiğini göstermektedir.

Kurşun düzeyi kök çayında 11.7 µg/L, yaprak+gövde çayında ise 2.70 µg/L olarak belirlenmiştir. Bu değerler, bitkisel çaylar için kabul edilebilir sınırların oldukça altında olup toksik risk oluşturmayacak düzeydedir.

Bitkisel ürünlerde toksik element birikimi çoğunlukla toprak yapısı ve çevresel faktörlerle ilişkilidir. Ancak elde edilen bu sonuçlar, *Petasites hybridus*'tan hazırlanan çay ekstraktlarının ağır metal kontaminasyonu açısından güvenli sınırlar içerisinde yer aldığını göstermektedir. Bu bulgu, bitkinin geleneksel kullanımının güvenilirliği açısından da önemli bir veri sunmaktadır.

Literatürde *Petasites* preparatlarının güvenliği üzerine yapılan çalışmalarda, özellikle bitkinin çay ve sulu ekstrakt formunda kullanımının toksik bileşenler açısından daha güvenli olduğu belirtilmektedir (Vogl vd., 2013; Mihajilov-Krstev vd., 2020). Bu çalışmalarda, bitkinin bazı kısımlarında bulunabilen potansiyel toksik bileşiklerin genellikle uçucu fraksiyonlarda yer aldığı, sulu ekstraktlarda ise bu bileşiklerin bulunmadığı ifade edilmektedir.

Bununla birlikte, *Petasites hybridus*'ta toksikolojik riskin ağır metal birikiminden ziyade bitkinin içerdiği pyrrolizidin alkaloidler (PA) ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu alkaloidlerin başlıcaları senecionine, integerrimine ve senkirkine olup hepatotoksik, mutajenik ve potansiyel kanserojen etkilere sahiptir. Bu bileşikler karaciğerde metabolize edilerek reaktif pirol türevlerine dönüşmekte ve hücresel düzeyde hasara yol açabilmektedir (Chizzola, 1993). Ayrıca bu toksik bileşiklerin yoğun *Petasites* popülasyonlarının bulunduğu alanlarda

yüzey ve yeraltı sularına sızabildiği ve çevresel kirletici niteliği taşıdığı da gösterilmiştir (Kisielius vd., 2020).

Literatürde PA'ların bitkinin farklı kısımlarında eşit dağılmadığı açıkça ortaya konmuştur. Rizomlarda ortalama 49 ppm PA bulunurken, yapraklarda bu değerin ortalama 0.51 ppm olduğu belirlenmiştir (Aydın vd., 2013). Benzer şekilde, kuru ağırlık üzerinden yapılan değerlendirmelerde rizomlarda PA düzeyinin 4.8–89.9 µg/g, yapraklarda ise 0.02–1.50 µg/g aralığında olduğu; toplam PA içeriğinin yaklaşık %90'ının senecionine ve integerrimine'den oluştuğu belirtilmektedir (Ożarowski vd., 2013). Bu veriler, yaprak kısımlarının toksikolojik açıdan daha güvenli olduğunu göstermektedir.

Güncel çalışmalarda, pyrrolizidin alkaloidlerden tamamen arındırılmış *Petasites hybridus* kök ekstraktlarının petasin içeriğini koruyarak yüksek farmakolojik aktivite gösterdiği ve normal hücreler üzerinde belirgin bir toksisite oluşturmadığı ortaya konmuştur (Apostolova vd., 2023). Benzer şekilde, yaprak ekstraktlarının yüksek dozlarda dahi deney hayvanlarında akut, subkronik veya genotoksik etki oluşturmadığı rapor edilmiştir (Park vd., 2021).

Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, *Petasites hybridus*'un toksisite değerlendirmesinde ağır metallerden ziyade pyrrolizidin alkaloid düzeylerinin esas alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Özellikle yaprak kısımlarının deneysel ve fonksiyonel kullanımlar açısından daha güvenli bir materyal olduğu literatür bulgularıyla desteklenmektedir.

Pyrrolizidin alkaloidlerden arındırılmış standart kök ekstraktlarının meme kanseri hücre hatlarında seçici sitotoksik ve apoptotik etki gösterdiği (Tzoneva vd., 2021), deneysel hayvan

modellerinde karaciğer hasarını azalttığı (Alhusayan vd., 2020) ve klinik çalışmalarda karaciğer enzimlerinde herhangi bir değişikliğe yol açmadan migren profilaksisinde etkili olduğu gösterilmiştir (Lipton vd., 2004). Bu bulgular, toksikolojik riskin bitkiden değil, pyrrolizidin alkaloid bileşiklerinden kaynaklandığını açıkça göstermektedir.

4. Genel Değerlendirme

Elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, *Petasites hybridus* bitkisinin farklı kısımlarından hazırlanan çay ekstraktlarının mineral element profili bakımından belirgin farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Özellikle potasyum ve magnezyum gibi makro elementlerin yüksek düzeylerde bulunması bitkinin besinsel değerine işaret ederken; demir, manganez ve bakır gibi iz elementlerin varlığı, türün fizyolojik açıdan zengin bir mineral içeriğe sahip olduğunu göstermektedir. Toksik elementlerin ise büyük ölçüde LOQ değerinin altında kalması, hazırlanan çay ekstraktlarının güvenli kullanım potansiyelini ortaya koymaktadır.

Literatür incelendiğinde, *Petasites hybridus* üzerine yapılan çalışmaların büyük ölçüde farmakolojik, fitokimyasal ve terapötik özelliklere odaklandığı, mineral içerik çalışmalarının ise oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle bitkinin çay formundaki sulu ekstraktlarının mineral profiline yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle elde edilen veriler, literatüre özgün katkı sağlamak ve bitkinin geleneksel kullanım biçimi ile bilimsel veriler arasında önemli bir köprü oluşturmaktadır.

Türün geleneksel kullanım alanları ve biyolojik etkileri incelendiğinde, özellikle rizom ve yaprak kısımlarının migren, solunum yolu rahatsızlıkları, inflamatuvar hastalıklar ve gastrointestinal problemlerde değerlendirildiği bildirilmektedir (Sungur, 2007; Mihajilov-Krstev vd., 2020). Bu çalışmada elde edilen mineral içerik sonuçları, bitkinin yalnızca fitokimyasal bileşenleriyle değil, aynı zamanda mineral profili ile de biyolojik aktiviteye katkı sağlayabilecek bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Magnezyumun nöromüsküler iletim, sinir sistemi dengesi ve migren patofizyolojisi üzerindeki etkileri literatürde ayrıntılı şekilde açıklanmıştır (Sungur, 2007). Bu bağlamda, *Petasites* çayının geleneksel olarak migren tedavisinde kullanılmasının yalnızca petasin türevleriyle değil, magnezyum içeriğiyle de ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde potasyumun hücresel iyon dengesi ve kas fonksiyonları üzerindeki rolü, bitkinin anti-inflamatuvar ve spazmolitik etkilerine katkı sağlayabilecek bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Slavin ve Lloyd, 2012). Demir elementi ise dokuların oksijenlenmesi ve metabolik faaliyetlerin düzenlenmesi açısından önemli olup, bitkinin tonik ve güçlendirici etkileriyle ilişkili olabilir (Soetan, 2010).

Petasites türleri üzerine yapılan fitokimyasal çalışmalarda özellikle seskiterpen laktonlar, petasin ve izopetasin bileşenlerinin anti-inflamatuvar ve antikolinergik etkileri vurgulanmıştır (Mihajilov-Krstev vd., 2020). Bu çalışmada elde edilen mineral verileri, söz konusu fitokimyasal etkilerin mineral destekli bir biyolojik etki ile birlikte ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca literatürde *Petasites*

preparatlarının güvenliği üzerine yapılan çalışmalarda, özellikle çay formunda kullanımın daha güvenli olduğu belirtilmiştir (Vogl vd., 2013). Bu durum, analiz edilen çay ekstraktlarında toksik elementlerin LOQ altında kalması ile uyum göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, *Petasites hybridus* bitkisinin kök ile yaprak+gövde kısımlarından geleneksel çay hazırlama yöntemiyle elde edilen sulu ekstraktların mineral element içerikleri ICP-MS yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, bitkinin farklı morfolojik kısımlarının mineral içerik bakımından belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur.

Makro elementler açısından özellikle potasyum ve magnezyumun yüksek düzeylerde bulunması, bitkinin besinsel değerini ortaya koyarken; demir, manganez ve bakır gibi iz elementlerin varlığı bitkinin mineral bakımından zengin bir profile sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte toksik elementlerin büyük ölçüde LOQ değerinin altında kalması ve kurşun elementinin oldukça düşük seviyelerde tespit edilmesi, bu bitkiden hazırlanan çay ekstraktlarının güvenli kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Literatürde *Petasites hybridus* üzerine yapılan çalışmaların çoğunlukla farmakolojik ve fitokimyasal içerik üzerine yoğunlaştığı, mineral içerik çalışmalarının ise son derece sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle bitkinin çay formunda hazırlanan sulu ekstraktlarına ait mineral profilinin ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuş

olması, elde edilen bulguların literatüre özgün katkı sağladığını göstermektedir.

Sonuç olarak, *Petasites hybridus* bitkisinden hazırlanan çay ekstraktlarının hem mineral zenginliği hem de toksik elementler açısından güvenli yapısı, bitkinin geleneksel kullanımının bilimsel verilerle desteklenmesini sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Alhusayan, R. M., Aldahmash, B. A., El-Nagar, D. M., Rady, A., Ibrahim, K. E., & Alkahtani, S. (2020). Butterbur (*Petasites hybridus*) extract ameliorates hepatic damage induced by ovalbumin in mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, Article 3178214. <https://doi.org/10.1155/2020/3178214>
- Apostolova, S., Oreshkova, T., Uzunova, V., Georgieva, I., Maslenkova, L., & Tzoneva, R. (2023). A standardized extract of *Petasites hybridus* L., containing the active ingredients petasins, acts as a pro-oxidant and triggers apoptosis through elevating NF- κ B in a highly invasive human breast cancer cell line. *Frontiers in Bioscience (Landmark Edition)*, 28(6), Article 111. <https://doi.org/10.31083/j.fbl2806111>
- Aydın, A. A., Zerbes, V., Parlar, H., & Letzel, T. (2013). The medical plant butterbur (*Petasites*): Analytical and physiological (re)view. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 75, 220-229. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2012.11.028>
- Bizim Bitkiler. (2026). *Petasites hybridus*. <http://www.bizimbitkiler.org.tr/v3/demo/details.php?id=2651>
- Borlak, J., Diener, H. C., Kleeberg-Hartmann, J., Messlinger, K., & Silberstein, S. (2022). *Petasites* for migraine prevention: New data on mode of action, pharmacology and safety, a narrative review. *Frontiers in Neurology*, 13, 864689. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.864689>
- Chizzola, R. (1993). The main pyrrolizidine alkaloids of *Petasites hybridus*: Variation within and between populations. *Acta*

- Horticulturae*, 333, 143–150. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.333.15>
- Doğan, H. (2025). *Petasites hybridus* (kabalak). Kocaeli Bitkileri. <https://kocaelibitkileri.com/petasites-hybridus-kabalak/>
- Friščić, M., Vilić, K., Jurić, S., Pilepić, K. H., & Maleš, Ž. (2025). Total phenolic content, flavonoid content and antioxidant potential of *Petasites hybridus* and related species from Croatia and considerations regarding their pharmaceutical significance. *Acta Pharmaceutica*, 74(4), 709–723. <https://doi.org/10.2478/acph-2024-0032>
- Gündüz, M., & Karabıyıklı Çiçek, Ş. (2024). Karadeniz bölgesinde yetişen bazı yenilebilir yabani otlar ve biyoaktif özellikleri. *Toros University Journal of Food, Nutrition and Gastronomy*, 2(2), 183–195. <https://izlik.org/JA29NN29EG>
- Halbgsuth, C., Merk, V. M., Drewe, J., Boonen, G., & Butterweck, V. (2025). Wild harvesting vs. cultivation: Total petasin content in *Petasites hybridus* rhizome extracts determines spasmolytic effects. *Scientia Pharmaceutica*, 93(2), 15. <https://doi.org/10.3390/scipharm93020015>
- Khaleghi, F., Din, L., Charati, F., Yaacob, W., Khalilzadeh, S., Skelton, B., & Makha, M. (2011). A new bioactive compound from the roots of *Petasites hybridus*. *Phytochemistry Letters*, 4(3), 254–258. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2011.04.009>
- Kisielius, V., Hama, J. R., Skrbic, N., Hansen, H. C. B., Strobel, B. W., & Rasmussen, L. H. (2020). The invasive butterbur contaminates stream and seepage water in groundwater wells with toxic

- pyrrolizidine alkaloids. *Scientific Reports*, 10, 19784. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76586-1>
- Lipton, R. B., Göbel, H., Einhäupl, K. M., Wilks, K., & Mauskop, A. (2004). *Petasites hybridus* root (butterbur) is an effective preventive treatment for migraine. *Neurology*, 63(12), 2240–2244. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000147290.68260.11>
- Mihajilov-Krstev, T., Jovanović, B., Zlatković, B., Matejić, J., Vitorović, J., Cvetković, V., Ilić, B., Đorđević, L., Joković, N., Miladinović, D., Jakšić, T., Stanković, N., Stankov Jovanović, V., & Bernstein, N. (2020). Phytochemistry, toxicology and therapeutic value of *Petasites hybridus* subsp. *ochroleucus* (common butterbur) from the Balkans. *Plants*, 9(6), 700. <https://doi.org/10.3390/plants9060700>
- Ożarowski, M., Przysanowicz, J., & Adamczak A. (2013). Phytochemical, pharmacological and clinical studies of *Petasites hybridus* (L.) P. Gaertn., B. Mey. & Scherb. A review. *Herba Polonica*, 59(4). <https://doi.org/10.2478/hepo-2013-0028>.
- Park, S., Lim, J., Lee, K. T., Oh, M. S., & Jang, D. S. (2021). Single and repeated oral dose toxicity and genotoxicity of the leaves of butterbur. *Foods*, 10(8), 1963. <https://doi.org/10.3390/foods10081963>
- Petasites hybridus* (Butterbur). (2001). *Alternative Medicine Review*, 6(2), 207-209. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11302783>
- Royal Botanic Gardens, Kew. (2026). *Petasites hybridus* (L.) G. Gaertn., B. Mey. & Scherb. Plants of the World Online. <https://powo.science.kew.org>

- Silva-Néto, R. P. (2024). *Petasites hybridus* in migraine prophylaxis: Literature review. *Headache Medicine*, 15(3), 131–136. <https://doi.org/10.48208/HeadacheMed.2024.28>
- Slavin, J. L., & Lloyd, B. (2012). Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 3(4), 506–516. <https://doi.org/10.3945/an.112.002154>
- Soetan, K. O., Olaiya, C. O., & Oyewole, O. E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5), 200–222.
- Sungur, T. E. (2007). *Migren tedavisinde kullanılan fitoterapötikler* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TUBİVES). (2026). *Petasites hybridus*. <https://www.tubives.com>
- Tzoneva, R., Uzunova, V., Stoyanova, T., Borisova, B., Momchilova, A., Pankov, R., & Maslenkova, L. (2021). Anti-cancer effect of *Petasites hybridus* L. (Butterbur) root extract on breast cancer cell lines. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35(1), 853–861. <https://doi.org/10.1080/13102818.2021.1932594>
- UMass Extension. (2025). *Petasites hybridus*. *Weed Herbarium, Landscape, Nursery & Urban Forestry Program*. <https://extension.umass.edu/weed-herbarium/weeds/petasites-hybridus>
- Vogl, S., Picker, P., Mihaly-Bison, J., Fakhrudin, N., Atanasov, A. G., Heiss, E. H., Wawrosch, C., Reznicek, G., Dirsch, V. M., Saukel, J., & Kopp, B. (2013). Ethnopharmacological in vitro studies on Austria's folk medicine—An unexplored lore: In vitro anti-

inflammatory activities of 71 Austrian traditional herbal drugs.
Journal of Ethnopharmacology, 149, 750–771.

<https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.06.007>

White, P. J., & Brown, P. H. (2010). Plant nutrition for sustainable development. *Annals of Botany*, 105(7), 1073–1080.

<https://doi.org/10.1093/aob/mcq085>

Wikipedia contributors. (2026). *Petasites hybridus*. *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Petasites_hybridus

BÖLÜM 3

ÖNEMLİ BİR BİYOKAYNAK OLAN KAYISI ÇEKİRDEĞİNİN KİMYASAL BİLEŞİMİ ve YENİLİKÇİ UYGULAMA ALANLARI

İbrahim CANBEY

GİRİŞ

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.), Rosaceae familyası içerisinde yer alan *Prunus* cinsine ait, çekirdekli meyve oluşturan ve yaprak döken odunsu bir meyve ağacıdır (Ahmed vd., 2023). Bitkinin kökeninin ağırlıklı olarak Çin'in kuzey, kuzeybatı ve kuzeydoğu bölgelerine dayandığı düşünülmekle birlikte; bazı kaynaklar, Kore veya Japonya menşeli olabileceğini de göstermektedir (Kitic vd., 2022). Günümüzde *P. armeniaca* L., dünya genelinde birçok subtropikal ve tropikal bölgede yetiştirilmekte olup Türkiye, İran, Pakistan, Özbekistan ve Cezayir, yüksek üretim miktarları ile küresel ihracat ve tüketimde önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır (Wojdyło ve Nowicka, 2021). Dünya kayısı üretiminin büyük bir bölümü, Türkiye'de gerçekleştirilmekte olup özellikle Malatya ili, bu üretimde merkezi bir konuma sahiptir. Malatya'nın kayısı üretimi ile

güçlü bir şekilde ilişkilendirilmesi, bölgenin kendine özgü coğrafi yapısı ve uygun toprak özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Aydın vd., 2024).

Kayısı ağaçları, Asya'dan Kuzey Amerika'ya kadar geniş bir coğrafyada yaygın olarak yetiştirilmekte olup yüzyıllardır lezzetli ve besleyici meyveleri sayesinde kullanılmaktadır (Karatas, 2022). Kayısının, besin değeri ve tıbbi özellikleri açısından “altın meyve” olarak nitelendirildiği ifade edilmektedir (Alajil vd., 2021). *P. armeniaca* meyveleri; karotenoidler, diyet lifi, mineraller ve organik asitler bakımından zengin içeriğiyle yüksek besin değerine sahiptir. Bu meyveler, gıda endüstrisinde başta kurutulmuş ve konserve ürünler olmak üzere reçel, püre ve dondurulmuş ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmakta olup üretimin yaklaşık %79'u işlenmiş formda değerlendirilirken, yaklaşık %20'si taze tüketim amacıyla pazarlanmaktadır (Wojdyło ve Nowicka, 2021).

Kayısı meyvesinin önemli bir yan ürünü olan kayısı çekirdeği; proteinler, vitaminler ve karbonhidratlar bakımından zengin bir bileşime sahiptir. Bunun yanı sıra tıbbi amaçlarla ve fonksiyonel gıda bileşenlerinin geliştirilmesinde kullanılabilmektedir. Buna ek olarak kayısı çekirdeği; ısıl enerji depolama sistemleri, kozmetik endüstrisi,

farmasötik endüstri ve gıda endüstrisi gibi birçok sektörde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle gıda endüstrisinde, düşük yağlı bisküvi, kurabiye ve kek üretiminde değerlendirilebilmekte ve antimikrobiyal özellikte film ile kaplama materyallerinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Akhone vd., 2022).

Bu bölümde, bilimsel çalışmalar ve literatürler ışığında önemli bir biyolojik kaynak olarak değerlendirilen kayısı çekirdeğinin fitokimyasal kompozisyonu, biyolojik özellikleri ve yenilikçi uygulama alanları ele alınmış; bu kapsamda çalışmanın, gelecekte gerçekleştirilecek bilimsel araştırmalar için kapsamlı ve güvenilir bir başvuru kaynağı oluşturması amaçlanmıştır.

1. Kayısı Çekirdeğinin Yapısı ve Kimyasal Kompozisyonu

Kayısı çekirdekleri, kayısıdan elde edilen en değerli ürünler arasında yer almaktadır (Dikilitaş Saçkesen, 2025). Geleneksel olarak kayısı meyvesinin eti (apricot flesh) değerlendirildikten sonra geriye kalan kayısı çekirdeği kabuğu (apricot fruit stone/pit), kayısı çekirdeğini (apricot kernel) içermektedir (Kate vd., 2018). Kayısı çekirdeği (apricot kernel), kayısı meyvesinin endokarp tabakası içinde bulunan tohumdur (apricot seed) ve sert bir yapı olan çekirdek kabuğu

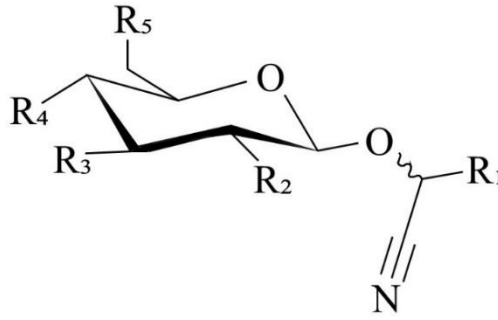
(apricot stone veya apricot pit) tarafından çevrenmiştir (Url-1, 2026). Kayısı çekirdeğini çevreleyen bu kabuk tabakası, oldukça sert olup kırılması güç bir yapıya sahiptir. Buna karşılık çekirdek oldukça yumuşak, kırılabilir ve kolaylıkla parçalanabilen bir yapıya sahiptir (Fayed vd., 2020).

Kayısı çekirdeklerinin fiziksel özellikleri, mekanik işleme süreçleri açısından büyük önem taşımaktadır (Semwal vd., 2023). Kayısı çekirdeği, yumuşak ve kırılabilir yapısı nedeniyle dış kabuğundan mekanik olarak ayrılması güç bir materyaldir. Geleneksel dekortikasyon (soyma) yöntemleri, yüksek iş gücü gereksinimi ve hijyen sorunları nedeniyle verimsizdir. Bu bağlamda yapılan bir bilimsel çalışmada, darbe ve basma kuvvetleri prensibine dayalı mekanize bir kayısı çekirdeği dekortikatörü (soyucu) geliştirilmiş ve çalışma kapsamında sistemin yüksek dekortikasyon verimliliği, düşük kırık çekirdek oranı ve azaltılmış iş yükü sağladığı belirlenmiştir. Geliştirilen dekortikatörün, çekirdeğin ticari ölçekte üretimine ve katma değerli uygulamalarına katkı sunma potansiyeli bulunduğu belirtilmiştir (Kate vd., 2018).

Kayısı meyvesinin bir yan ürünü olan kayısı çekirdeği; proteinler, vitaminler ve karbonhidratlar bakımından zengin bir bileşime sahiptir (Akhone et al., 2022). Daha geniş bir ifadeyle, meyvenin merkezinde bulunan ve gıda işleme süreçlerinde çoğu zaman göz ardı edilen kayısı çekirdeği; yağ, protein, vitaminler, diyet lifi, mineraller ve çok sayıda biyoaktif bileşen açısından önemli bir fonksiyonel kaynak niteliğindedir. Çekirdekte bulunan başlıca esansiyel amino asitler, arjinin ve lösin iken; en önemli esansiyel olmayan amino asit, glutamik asittir. Ayrıca kayısı çekirdeklerinde polifenoller, karotenoidler, tokoferoller ve fitosteroller gibi çeşitli fitokimyasallar yer almaktadır (Dikilitaş Saçkesen, 2025).

Bunlara ilaveten, kayısı çekirdekleri, hidrosiyanik asit (hidrojen siyanür veya HCN) gibi toksik bir bileşiğe dönüşebilmeleri nedeniyle antinutrisyonel (anti-nutritional) olarak sınıflandırılan siyanojenik glikozitler (amigdalın) içermektedir (El-Hajjaji vd., 2025). Siyanojenik glikozitler, bitki aleminde yaygın olarak dağılım gösteren ve insanlar tarafından yaygın biçimde tüketilen çok sayıda bitkide bulunan geniş bir sekonder metabolit grubunu oluşturmaktadır. Siyanojenik glikozitler, bir aglikon yapı ile bir şeker kısmından

oluşurlar (Bolarinwa vd., 2014). Siyanojenik glikozitlerin genel kimyasal yapısı, Şekil 1’de gösterilmektedir.

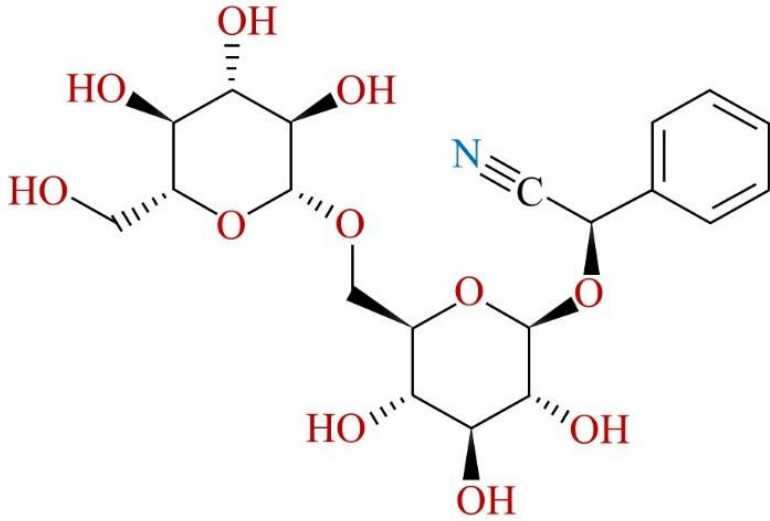


Şekil 1. Siyanojenik glikozitlerin temel yapısı (R₁ aglikon grubunu; R₂, R₃, R₄ ve R₅ glukoz birimine bağlı sübstitüentlerin konumlarını; N ise, nitril grubunu temsil etmektedir) (Anjum vd., 2022 kaynağından esinlenerek oluşturulmuştur).

Bitkilerin sahip olduğu savunma mekanizmalarından biri, toksik HCN oluşturma potansiyeline sahip kimyasal bileşikler olan siyanojenik glikozitleri sentezleyebilme yeteneğidir. Siyanojenik glikozitler; suda çözünebilen, ısıya dayanıklı, ikincil metabolitler olup yapısal çeşitlilikleri, diğer doğal ürün sınıflarına kıyasla daha sınırlıdır ve genellikle acı tat ile ilişkilendirilmektedir (Anjum vd., 2022). Bu bileşikler, biyolojik olarak stabil olmakla birlikte; çiğneme, sindirim veya enzimatik hidroliz süreçleri sırasında parçalanarak HCN açığa çıkarabilmekte ve bu durum, tüketiciler açısından potansiyel toksisite riski oluşturmaktadır (Anjum vd., 2022).

Siyanür toksisitesinin önlenmesi amacıyla tüketim öncesinde potansiyel toksisiteyi azaltmak için soyma, ezme, öğütme, rendeleme, ıslatma, fermentasyon ve kurutma gibi çeşitli işleme yöntemleri yüzyıllardır uygulanmaktadır. Bu işlemlerin temel amacı, suyla çözünebilen glikozitlerin uzaklaştırılması yoluyla veya bitkisel veya mikrobiyal enzimlerin etkisiyle HCN'nin en yüksek düzeyde oluşmasının sağlanması ve tüketim öncesinde, HCN'nin atmosfere uzaklaştırılması yoluyla toksisitenin azaltılmasıdır (Bolarinwa vd., 2014).

Yukarıda da bahsedildiği üzere siyanojenik glikozitler, bitkilerde bulunan ikincil metabolitler arasında yer almaktadır. Badem ve kayısı çekirdeklerinde, amigdalin en bol bulunan siyanojenik glikozitlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Şekil 2). Tüketim sonrasında amigdalin, enzimatik süreçler aracılığıyla HCN'ye metabolize olmaktadır. Tüketilen çekirdek sayısı ve içerdiği amigdalin konsantrasyonuna bağlı olarak amigdalin içeren çekirdeklerin alımı, çeşitli olumsuz sağlık etkilerine yol açabilmektedir (Makovi vd. 2023).



Şekil 2. Amigdalinin kimyasal yapısı (Barakat vd., 2022 kaynağından esinlenerek oluşturulmuştur).

Kayısı çekirdeklerinde bulunan amigdaline bağlı olarak ortaya çıkan HCN zehirlenmeleri, özellikle Türkiye gibi kayısı tüketiminin yaygın olduğu ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunu olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda yapılan bir çalışmada, acı ve tatlı kayısı çekirdekleri arasında amigdalin içeriği bakımından belirgin farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir. HPLC (yüksek performanslı sıvı kromatografisi) kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde, acı kayısı çekirdeklerinin tatlı kayısı türlerinininkine kıyasla çok daha yüksek düzeylerde amigdalin içerdiği; buna karşılık tatlı kayısı çekirdeklerinde bu bileşiğin, ihmal edilebilir seviyelerde bulunduğu

tespit edilmiştir. Ayrıca kükürtleme ve kavurma gibi işlemlerin, amigdalin içeriği ve buna bağlı HCN salınım potansiyeli üzerinde etkili olabildiği belirtilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen bulgulara göre araştırmacılar, özellikle acı kayısı çekirdeklerinin düşük miktarlarda dahi tüketilmesinin potansiyel toksisite riski taşıdığını göstermişler ve kayısı çekirdeklerinin, gıda güvenliği ve halk sağlığı perspektifinden dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır (Karsavuran vd., 2015).

Benzer şekilde yabani acı kayısı çekirdeği yağı (wild bitter apricot kernel oil), içerdiği siyanogenik glikozitler (özellikle amigdalin) nedeniyle doğrudan kullanımında toksisite riski oluşturabilmekte olup bu durum, söz konusu kaynağın yeterince değerlendirilememesine yol açmaktadır (Joia vd., 2025).

Başka bir çalışmada, kayısı çekirdeklerinde ve bademlerde amigdalin miktarının belirlenmesine yönelik güvenilir ve hassas bir LC-MS/MS yöntemi geliştirilmiştir (Makovi vd. 2023).

Bir diğer araştırmada ise, kayısı çekirdeklerinin etanolik ekstraktlarındaki amigdalin içeriği, HPLC yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre %70 ve %99,9 etanol ile elde

edilen kayısı çekirdeği ekstraktlarında amigdalin miktarı, sırasıyla 5,72 g/100 g ekstrakt ve 10,22 g/100 g ekstrakt olarak saptanmıştır (Ramadan vd., 2020).

Bunlara ilaveten, kayısı çekirdeğinde uçucu yağ da bulunmaktadır (Lee vd., 2014; Makrygiannis vd., 2023). Uçucu yağlar genellikle sudan daha düşük yoğunluğa sahip olmaları, sulu ortamlarda çözünmemeleri ve renksiz ya da açık sarıdan soluk sarıya kadar değişen hafif renk tonlarında bulunmalarıyla karakterize edilmektedir. Bu bileşikler, bitkilerin kendine özgü aromasından sorumlu olup yoğun koku ve keskin duyuşsal özellikleriyle tanınmaktadır (Canbey & Gürbüz, 2026). Uçucu, doğal ve kimyasal açıdan karmaşık yapılar sergileyen bu maddeler, aromatik bitkiler tarafından sekonder metabolitler olarak biyosentezlenmekte ve farklı biyolojik aktivitelere sahip çeşitli biyoaktif bileşiklerin karışımı şeklinde bulunmaktadır (Canbey, 2025a).

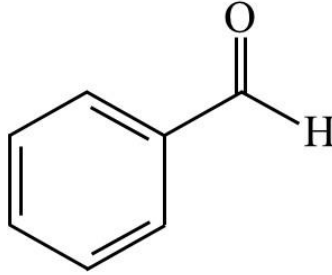
Kayısı çekirdeğindeki uçucu yağ üzerine yapılan bir bilimsel çalışmada; hidrodestilasyon yöntemiyle kayısı çekirdeğinden uçucu yağ elde edilmiş ve GC-MS analiz sonucunda majör bileşiklerin

sırasıyla; benzaldehit (%90,6), mandelonitril (%5,2) ve benzoik asit (%4,1) oldukları tespit edilmiştir (Lee vd., 2014).

Benzer şekilde, bir diğer araştırmada da kayısı çekirdeklerinden hidrodestilasyon ile uçucu yağ elde edilmiş ve GC-MS sonuçlarına göre majör bileşiğin, benzaldehit olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte analiz sonucunda; benzil alkol, 2-metilpropanal, 1,3-dimetilbenzen, 1,2,4,5-tetrametilbenzen, 2-etil-1,3-dimetilbenzen ve etilbenzen başta olmak üzere çeşitli diğer uçucu bileşikler de saptanmıştır (Makrygiannis vd., 2023).

Çalışmalardaki analiz sonuçlarından da görüleceği üzere benzaldehit (Şekil 3), majör bileşik olarak tespit edilmiştir. En basit aromatik aldehitlerden biri olan benzaldehit, doğada yaygın olarak bulunan uçucu bileşikler arasında yer almaktadır (Huang vd., 2022). Doğada benzaldehit; çoğunlukla badem, kayısı, kiraz ve şeftali çekirdeklerinde glikozit formunda bağlı halde bulunmaktadır. Acı badem yağının karakteristik benzaldehit kokusu, glikozit yapısındaki amigdalinin hidrolizi sonucu açığa çıkan iz miktardaki serbest benzaldehitten kaynaklanmaktadır (Opgrande vd., 2000). Benzaldehit; tozlayıcıları cezbedici, aroma verici ve antifungal özellikleri sayesinde

farklı biyolojik ve teknolojik işlevler üstlenmektedir (Huang vd., 2022).



Şekil 3. Benzaldehidin kimyasal yapısı (Bisceglie vd., 2020 kaynağından esinlenerek oluşturulmuştur).

Kayısı çekirdeğinin kimyasal bileşimi hakkında yukarıda verilen bilgilere ilaveten Tablo 1’de kayısı çekirdeğinin fitokimyasal bileşimi üzerine yapılmış bazı önemli çalışmalar sunulmuştur.

Tablo 1. Kayısı çekirdeğinin kimyasal kompozisyonu üzerine yapılan bazı çalışmalar

Kullanılan materyal	Kimyasal Kompozisyon	Kaynaklar
Kayısı çekirdeği etanolik ekstraktları	Toplam fenoller, toplam flavonoidler, toplam karotenoidler	Ramadan vd., 2018
Kayısı çekirdek yağı	Palmitik, palmitoleik, margarik, stearik, cis-vaksenik, oleik, linoleik, α -linolenik, araşidik ve gondoik asitler	Rodríguez-Blázquez vd., 2023
Kayısı çekirdeği	Protein, yağ, kül, karbonhidrat, toplam polifenoller, antioksidanlar, amigdalin	Borczak vd., 2025
Acı kayısı	Fenolik bileşikler (proantosiyanidin;	El-Hajjaji vd.,

çekirdeği (bitter apricot kernel)	epikateşin; klorojenik, siringik, salisilik, vanilik ve gallik asitler)	2025
Kayısı çekirdeği	Ham protein, diyet lifi, ham yağ, mineraller (potasyum, fosfor ve magnezyum başta olmak üzere iz elementler; toksik ağır metaller ise, tespit sınırlarının altında bulunmuştur), şekerler (sakkaroz, glikoz, fruktoz ve sorbitol), organik asitler (malik ve sitrik asitler), vitaminler (C vitamini ve B-kompleks vitaminleri), fenolik asitler (protocateşuik, kafeik, <i>p</i> -kumarik ve ferulik asitler), lipit fraksiyonu (düşük doymuş yağ asidi içeriğine karşılık, başta oleik ve linoleik asitler olmak üzere doymamış yağ asitlerince zengin) ve tokoferoller (baskın olarak γ -tokoferol)	Günal-Köroğlu vd., 2025
Kayısı çekirdek yağı	Kalıntı (residual) yağ asitleri (risinoleik asit, oleik asit ve (Z)-9-oktadesenoik asit-2,3-dihidroksipropil esteri), sakkaroz, stilben türevi, γ -tokoferol ve γ -sitosterol	Vaccari vd., 2025
Kayısı çekirdeği kabuk tozu (Apricot kernel skin powder)	Mineraller (Mn, Fe, K, Cu, Mg, Ca, Na ve Zn), tokoferoller, diyet lifi, fenolik bileşikler, yağ ve yağ asitleri (palmitik asit, oleik asit ve linoleik asit), karbonhidrat ve protein	Baran vd., 2026

Tablo 1’de de görüleceği üzere kayısı çekirdeğinde önemli biyoaktif bileşikler ve besin unsurları bulunmaktadır. Bunlar arasında özellikle %60’ın üzerinde protein içeriğine sahip kayısı çekirdeği tohum proteinleri, küresel protein açığının azaltılması ve tarımsal yan ürünlerin sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Ancak bu potansiyelin etkin biçimde değerlendirilebilmesi için protein ekstraksiyon süreçlerinin optimize

edilmesi gereklidir (Zhu et al., 2025). Kayısı çekirdeğinin bileşiklerinin ekstraksiyonunda hem geleneksel hem de yeşil (çevre dostu) yöntemler uygulanmakta olup genellikle yeşil ekstraksiyon tekniklerinin daha yüksek verimlilik sağladığı bildirilmektedir (Makrygiannis vd., 2024). Kayısı çekirdeğinden biyoaktif bileşiklerin elde edilmesine yönelik olarak çözücü ekstraksiyonu, ultrason destekli ekstraksiyon, enzim destekli ekstraksiyon, mikrodalga destekli ekstraksiyon ve sulu ekstraksiyon gibi çeşitli yöntemler uygulanmaktadır (Akhone vd., 2022).

Bunlara ilaveten kayısı çekirdeği yağı üzerine de bilimsel çalışmalar yaygınlaştırılmalıdır. Yapılan bir bilimsel çalışmada; kayısı çekirdeği yağlarında (apricot kernel oil) yağ asidi, tokoferol ve amigdalın içerikleri; soğuk pres (soğuk sıkım) ve süperkritik karbondioksit (SK-CO₂) ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. SK-CO₂ yöntemiyle elde edilen yağların toplam tokoferol içeriği, soğuk sıkım yağlara kıyasla belirgin düzeyde daha yüksek bulunurken; her iki yöntemde de palmitik, oleik ve linoleik asitlerin baskın olduğu ve yağ asidi kompozisyonu açısından anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Amigdalın içeriği her iki yağda da

düşük düzeyde saptanmış olup SK-CO₂ ekstraksiyonu, daha düşük amigdalin içeriği ile öne çıkmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre araştırmacılar, çevre dostu ekstraksiyon teknolojileri kullanılarak kayısı çekirdeğinden, özellikle tokoferoller ve yağ asitleri bakımından zengin, yüksek kaliteli yağların üretilebileceğini ortaya koymuşlardır (Pavlović vd., 2018).

Buna ilaveten bir diğer bilimsel çalışmada; *Saccharomyces cerevisiae* fermantasyonunun kayısı çekirdeği yağı ekstraksiyonu üzerindeki etkisi ve elde edilen yağın kalite özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda, çekirdek içleri ayrıldıktan sonra jelatinizasyon ve fermantasyon işlemlerine tabi tutulmuş; ardından, fizikokimyasal ve antioksidan özellikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre araştırmacılar; fermantasyonun, kayısı çekirdeği yağının yararlı özelliklere sahip olacak şekilde elde edilmesinde uygun bir yaklaşım olduğunu belirlemişlerdir (Nausad vd., 2024).

2. Kayısı Çekirdeğinin Uygulama Alanları

Kayısı gibi çekirdekli meyveler, dünya genelinde yaygın olarak tüketilmekte olup hasat, işleme, paketlenme, depolama, taşımacılık, perakende ve nihai tüketim aşamalarının her birinde

önemli miktarlarda kayısı kaynaklı atık oluşmaktadır. Bu durum, küresel ölçekte her yıl tonlarca atığın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Söz konusu atıkların içerdiği yüksek düzeydeki fenolik bileşikler, güçlü antioksidan kapasitelerinden ve buna bağlı olarak sağladıkları sağlık yararlarından büyük ölçüde sorumludur. Bu bağlamda, kayısı çekirdekleri, polifenoller ve tokoferoller başta olmak üzere zengin biyoaktif fitokimyasal içeriği ile öne çıkmakta; bu özellikleri sayesinde kozmetik ve gıda endüstrileri dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde kullanım alanı bulmaktadır (Makrygiannis vd., 2024). Ayrıca, tıbbi uygulamalarda ve fonksiyonel gıda bileşenlerinin geliştirilmesinde değerlendirilebilmektedir (Akhone et al., 2022).

Kimyasal bileşiminin zenginliği sayesinde kayısı çekirdeği; un, yağ, biyodizel, biyo-yag (bio-oil), kömürleşmiş ürün (char) ve protein izolatları gibi çeşitli ürünlere dönüştürülebilmektedir (Kıralan ve Ketenoglu, 2022).

%40'ın üzerinde protein içeriğine sahip olan kayısı çekirdekleri, tarımsal yan ürünlerin sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesi açısından potansiyel bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, kayısı çekirdeklerinden elde edilen

protein izolatlarının sindirilebilirliğinin insan beslenmesine uygun olduğu bildirilmektedir (Kıralan ve Ketenoglu, 2022). Ancak kayısı çekirdeğindeki proteinlerin etkin biçimde değerlendirilebilmesi için alerjenite riskinin azaltılması ve biyoaktif peptitlerin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi gibi temel zorlukların aşılması gerekmektedir. Gelecek araştırmaların, kayısı çekirdeği tohum proteinlerinden fonksiyonel gıdalar ve terapötik ajanların endüstriyel ölçekte üretimine yönelik disiplinlerarası yaklaşımlara odaklanması, bu kaynağın sürdürülebilir kalkınmaya katkısını güçlendirecektir (Zhu vd., 2025).

Bilimsel bir çalışmada, kayısı çekirdeklerinin yağsız küspesinden elde edilen kayısı çekirdeği protein izolatının (apricot kernel protein isolate) yapısal ve fonksiyonel özellikleri üzerine yüksek basınçlı mikroakışkanlaştırma (high-pressure microfluidization) işleminin etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre özellikle 80 MPa'da uygulanan yüksek basınçlı mikroakışkanlaştırma işleminin, bitkisel proteinlerin yapısal özelliklerini modüle ederek gıda sistemlerindeki fonksiyonel ve besinsel kullanım potansiyelini artırdığı, termal olmayan ve

sürdürülebilir bir işlem olarak öne çıktığı belirtilmiştir (Katariya vd., 2025).

Proteinlere ilaveten, kayısı çekirdeği yağ verimi yaklaşık %61 olup bu değer; ayçiçeği, soya ve pamuk tohumu gibi yaygın yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağlarla karşılaştırılabilir düzeydedir (Kıralan ve Ketenoglu, 2022). Soğuk sıkım (cold pressing) yöntemiyle kayısı çekirdeğinden yağ (apricot kernel oil) elde edilebilmektedir. Bu yağ; içerdiği yüksek miktardaki doymamış yağ asitleri (oleik asit), fenolik bileşikler ve tokoferoller sayesinde oldukça değerli bir üründür (Dikilitaş Saçkesen, 2025). Kayısı çekirdeği yağının, tek başına veya ayçiçeği yağı veya argan yağı gibi diğer taşıyıcı yağlarla karıştırılarak kullanıldığında; akne lezyonları, siyah noktalar, sivilceler, püstüller, yaralar ve döküntüler gibi çeşitli deri problemlerine bağlı enflamasyonun azaltılmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, kayısı çekirdeği yağı içeren sıvı sabunların dermatit tedavisinde kullanıldığı bildirilmektedir (Semwal vd., 2023). Bundan başka, kayısı çekirdeği yağının yenilenebilir yakıtlar ve kimyasal maddeler için potansiyel bir biyokaynak olarak değerlendirilebileceği belirtilmektedir (Makrygiannis vd., 2024). Bu bağlamda, kayısı

ekirdeği yağı, biyo-yağ üretiminde de değerlendirilmektedir (Kıralan ve Ketenoglu, 2022).

Bilgilerden de açıkça anlaşılacağı üzere kayısı çekirdeği yağı, kullanım potansiyeli yüksek bir çekirdek bileşenidir. Kayısı ekirdeği, yağ üretiminin yanı sıra çekirdek unu haline getirilerek makarna ve ekmek gibi bazı gıda ürünlerinde protein ve diyet lifi zenginleştirici bir bileşen olarak kullanılabilmektedir (Kıralan ve Ketenoglu, 2022). Buna ilaveten kayısı çekirdekleri, farmasötik ürünler ve parfüm üretiminde kullanılırken; çekirdek kabukları (pit) ise, yakıt eldesinde değerlendirilmektedir (Semwal vd., 2023).

2.1. Gıda alanındaki uygulamalar

Bitkiler, sağlık üzerinde önemli etkilere sahip bileşiklerin başlıca kaynakları arasında yer almakla birlikte, bitkisel kaynaklı gıda endüstrisi, özellikle yağ üretimi süreçlerinde, önemli miktarlarda atık oluşumuna neden olmaktadır (Dudasova Petrovicova vd., 2025). Bununla birlikte, günümüzde işlenmiş meyve ürünlerine yönelik artan talep, meyve işleme endüstrilerinin hızla büyümesini teşvik etmiş ve bu durum, çok büyük miktarlarda yan ürünün ortaya çıkmasına neden olmuştur (Teshome vd., 2023). Bu bağlamda, *Prunus* türlerine ait

meyve çekirdekleri, reçel, meyve suyu ve konservelerin üretimi amacıyla gerçekleştirilen meyve işleme süreçleri sırasında dünya genelinde oluşan başlıca tarım-gıda atığı türlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Rodríguez-Blázquez vd., 2023).

Gıda işleme süreçlerinden kaynaklanan artıkların geri kazanımı önemli bir sorun alanı oluşturmakta olup kayısı çekirdekleri, bu kapsamda henüz yeterince değerlendirilmemiş, yüksek potansiyele sahip yan ürünler arasında yer almaktadır (Sheikh vd., 2025). Kayısı çekirdekleri (*P. armeniaca* L.), sert çekirdekli meyve yetiştiriciliğinin değerli bir yan ürünü olup gıda, kozmetik ve farmasötik endüstrilerde çeşitli kullanım alanları sunmaktadır (Vaccari vd., 2025). Bu bağlamda; kayısı çekirdeğinin, kullanım potansiyeli yüksek bir kayısı yan ürünü olduğu anlaşılmaktadır (Akhone vd., 2022; Vaccari vd., 2025). Kayısı çekirdeğinin, gıda endüstrisindeki kullanım potansiyelini gösteren bazı önemli çalışmalar, Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Kayısı çekirdeğinin gıda endüstrisindeki çeşitli uygulamaları

Kullanılan materyal	Uygulamalar ve sonuçlar	Kaynaklar
Kayısı çekirdeği (apricot)	Yağ (apricot kernel oil) üretimi	Kate vd., 2015; Dikilitaş Saçkesen,

kernel)		2025
Kayısı, kavun ve karpuz çekirdeği yağı	Kayısı, kavun ve karpuz çekirdekleri yağlarının, oksidasyona karşı bir gıda ürünü olan margarinin korunmasında kullanılmaları üzerine araştırma yapılmış ve incelenen yağların, zengin yağ asidi profilleri sayesinde margarinin besinsel kalitesini artırabileceği ve doğal antioksidan bileşenler içermeleri sayesinde oksidatif bozulmaya karşı koruyucu etki gösterebileceği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, söz konusu çekirdek yağlarının margarin formülasyonlarında doğal ve fonksiyonel bileşenler olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur	Brahmi vd., 2023
Acı kayısı çekirdeği yağı	Acı kayısı çekirdeği yağının taze meyvelerin muhafazasında güçlü bir koruyucu olarak kullanılabileceği ve gıda endüstrisi uygulamaları için uygun bir alternatif oluşturduğu ortaya konmuştur	Hamid vd., 2024
Etanolik kayısı çekirdeği tohumu ekstraktı	Ekstraktlar, farklı oranlarda kitosan bazlı ambalaj filmlerine entegre edilmiş ve γ-ışınlama uygulamasının film özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, kitosan/etanolik kayısı çekirdeği tohumu ekstrakt filmlerinin üstün fiziksel ve antimikrobiyal (<i>Escherichia coli</i> ve <i>Candida albicans</i> 'a karşı belirgin antimikrobiyal etki) özellikleri sayesinde aktif gıda ambalajı uygulamaları için umut verici bir potansiyel sunduğu ortaya konmuştur	Saied vd., 2024
Kayısı çekirdeği pres küspesi (apricot seed press cake)	Kayısı işleme endüstrisinin bir yan ürünü olan kayısı çekirdeği pres küspesinin, fonksiyonel ve sürdürülebilir gıda bileşenlerinin geliştirilmesindeki potansiyeli değerlendirilmiştir. Pres küspesi, kayısı çekirdeği sütüne (apricot seed milk) dönüştürülmüş ve püskürtmeli kurutma yöntemiyle protein yönünden zenginleştirilmiş toz ürün (apricot seed milk powder) elde edilmiştir. Bulgular, kayısı çekirdeği yan ürünlerinin katma değerli, bitki bazlı ve protein açısından zengin gıda uygulamaları için umut verici bir kaynak olduğunu göstermektedir.	Dikme ve Hayaloğlu, 2025

Kabak, ayçiçeği ve kayısı çekirdeği posalarından ürettilmiş unlar	Yağlı tohum işleme yan ürünlerinden elde edilen kabak, ayçiçeği ve kayısı çekirdeği unlarının karakterizasyonu yapılarak bunların beyaz ve tam buğday unlarıyla karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuçlar, buğday unlarının daha yüksek polifenol içeriğine sahip olmasına karşın, kayısı çekirdeği ununun hidrofilik ve lipofilik biyoaktif bileşik çeşitliliğine bağlı olarak en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterdiğini ortaya koymuştur. Bulgular, yağ presleme küspelerinin döngüsel ekonomi yaklaşımı doğrultusunda, proteinle zenginleştirilmiş ve yenilikçi gıda ürünlerinin geliştirilmesi için besinsel açıdan değerli ham maddeler olduğunu göstermiştir	Dudasova Petrovicova vd., 2025
Kayısı çekirdeği unu (apricot kernel flour)	Kayısı çekirdeği ununun %10 ila %50 oranlarında buğday unlu erişte (wheat flour noodles) formülasyonlarına ilavesinin ürün kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmış ve unun; eriştelerin besinsel değerini ve raf ömrünü artıran, agro-endüstriyel bir yan ürüne katma değer kazandıran ve sağlık odaklı gıda uygulamaları için sürdürülebilir bir fonksiyonel bileşen olduğu belirlenmiştir	Farhab vd., 2025
Kayısı çekirdeği	100 W – 600 W güç aralığında 6 dakika süreyle uygulanan mikrodalga işleminin kayısı çekirdeklerinin bileşimsel profili, antioksidan kapasitesi ve antinutrisyonel bileşenleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Bulgular, mikrodalga uygulamasının kayısı çekirdeklerinin fonksiyonel değerini ve gıda güvenliğini artıran, çevre dostu bir detoksifikasyon stratejisi olarak öne çıktığını; endüstriyel kullanım potansiyelini genişleterek gıda işleme atıklarının azaltılmasına katkı sağlayabileceğini göstermiştir	Sheikh vd., 2025
Kayısı çekirdeği kabuk tozu (apricot kernel skin powder)	Lifli yapısı sayesinde kayısı çekirdeği kabuk tozu, biyobozunur ambalaj materyallerinin yapısal bütünlüğünü artırabilmektedir. Bunun yanı sıra içerdiği fenolik bileşikler sayesinde antioksidan ve antimikrobiyal özellikler kazandırmakta olup aktif ambalaj uygulamalarında fonksiyonel bir katkı maddesi olarak kullanılabilecek çevre dostu ve umut	Baran vd., 2026

Tablo 2’de açıkça görüldüğü üzere kayısı çekirdeğinin farklı formlarda çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Burada önemli olan hususlardan biri, çekirdeğin uçucu yağının da değerlendirilmeye alınması gerekliliğidir. Bilindiği üzere uçucu yağlar, bitki türlerine özgü karakteristik kokulardan sorumlu olan ve aynı zamanda antibakteriyel, antifungal, antienflamatuvar ve antioksidan gibi önemli biyoaktif özellikler sergileyen, tıbbi ve aromatik bitkilerde yaygın olarak bulunan ikincil metabolitlerdir. Çeşitli baharat ve bitkilerden elde edilen uçucu yağların, geniş bir mikroorganizma spektrumuna karşı güçlü inhibitör etkiler gösterdiği bilinmektedir (Canbey vd., 2025). Uçucu yağlar, çok sayıda sektörde değerlendirilebilen doğal bileşenler olmakla birlikte, gıda endüstrisinde de aromatik özellik kazandırma, raf ömrünü uzatma ve doğal koruyucu olarak kullanım gibi çeşitli amaçlarla önemli bir uygulama potansiyeli sunmaktadır (Canbey, 2025b). Tablo 3’te kayısı çekirdeği uçucu yağı üzerine yapılmış olan bazı önemli çalışmalar sunulmuştur.

Tablo 3. Kayısı çekirdeği uçucu yağının gıda endüstrisindeki çeşitli uygulamaları

Kullanılan materyal	Uygulamalar ve sonuçlar	Kaynaklar
Acı kayısı çekirdeği yağı	Farklı konsantrasyonlarda acı kayısı çekirdeğinden kayısı çekirdeği uçucu yağı içeren kitosan bazlı filmler, çözücü döküm yöntemiyle hazırlanarak aktif gıda ambalajlama amacıyla ilk kez kullanılmıştır. Yağdaki güçlü antioksidan ve antimikrobiyal karakterli bir bileşik olan N-metil-2-pirrolidon olduğu önemli miktarda tespit edilmiştir. Söz konusu filmler, saf kitosan filmlerine kıyasla üstün antimikrobiyal ve antioksidan özellikler sergilemiş ve paketlenmiş ekmek dilimleri üzerinde fungal gelişimi başarıyla inhibe etmiştir	Priyadarshi vd., 2018
Kayısı çekirdeği uçucu yağı	Biyolojik atık kökenli kayısı çekirdeği uçucu yağı, fonksiyonel özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla sodyum aljinat–guar gam esaslı filmlere entegre edilmiştir. Yapılan karakterizasyon çalışmaları kapsamında; taramalı elektron mikroskobu ve Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi analizleri, kayısı çekirdeği uçucu yağının filmlerin yüzey mikroyapısını ve kimyasal yapısını belirgin şekilde değiştirdiğini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, geliştirilen filmin aktif gıda ambalajı uygulamaları için umut vadeden bir alternatif olduğunu göstermiştir	Ananthan vd, 2025

Tablo 3’te sunulan çalışmalara ilaveten kayısı çekirdeğinin uçucu yağında bulunan ve uygulanabilirlik potansiyeli yüksek olan benzaldehit bileşiğinin kullanılabilirliğinin daha detaylı şekilde araştırılması önemli bir husustur.

Reaktif aldehit hidrojeni, karbonil grubu ve benzen halkasının varlığı sayesinde benzaldehit, çok yönlü bir ara bileşik olarak çeşitli kimyasal ve endüstriyel uygulamalarda yaygın şekilde kullanılmaktadır (Opgrande vd., 2000). Özellikle tarçın aromasına benzer organoleptik özellikleri sayesinde başlıca gıda takviyesi olarak kullanılır. Ayrıca, aroma verici maddeler veya antioksidanlar olarak değerlendirilebilmektedir (Alcolado vd., 2023).

Sonuç olarak meyve üretimi ve işleme sektörleri, önemli ekonomik kayıplara ve çevre üzerinde istenmeyen etkilere yol açan çok büyük miktarlarda yan ürün ve atık oluşturmaktadır. Bu meyve atıklarının etkin bir şekilde değerlendirilmesi, karbon ayak izinin ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olabilmektedir. Söz konusu yan ürünler; diyet lifi, flavonoidler, fenolik bileşikler, antioksidanlar, polisakkaritler ile sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip çeşitli besin öğeleri ve fitokimyasallar dahil olmak üzere çok sayıda biyoaktif bileşen içermektedir. Bu biyoaktif bileşikler, ekstrakte edilerek farklı endüstriyel uygulamalarda katma değerli ürünler olarak kullanılabilir. Elde edilen biyoaktif bileşenler, nutrasötik

ürünlerin, fonksiyonel gıdaların veya gıda katkı maddelerinin geliştirilmesinde değerlendirilme potansiyeline sahiptir (Nirmal vd., 2023).

3. Sonuç ve Öneriler

Kayısı (*P. armeniaca* L.), Rosaceae familyası ait yapraklarını döken bir meyve ağacıdır. Kayısı ağacının meyveleri; zengin fitokimyasal bileşime sahiptir ve birçok alanda kullanım potansiyeli sunmaktadır. Özellikle gıda endüstrisinde; taze, kurutulmuş ve konserveleşmiş şekilde veya reçel, marmelat ve meyve suyuna dönüştürülerek değerlendirilmektedir.

Kayısı meyvesinin değerlendirilmesinden sonra çekirdekler, kullanım potansiyeli yüksek yan ürünler olarak arta kalmaktadır. Kayısı çekirdekleri; protein, yağ ve doymamış yağ asitleri, karbonhidratlar, vitaminler, mineraller, fenolik bileşikler, tokoferoller ve uçucu yağlar gibi çok zengin bir fitokimyasal bileşime sahiptir. Böylesine zengin biyoaktif bileşiğe ve besin ögesine sahip olması, kayısı çekirdeğinin farklı formlarda (çekirdek yağı, çekirdek uçucu yağı, çekirdek unu, çekirdek ekstraktı vb.) çeşitli alanlarda kullanımına olanak tanımaktadır. Özellikle gıda endüstrisinde umut

vadeden fonksiyonel kullanım potansiyeli, kayısı çekirdeğine yönelik ilgiyi daha da artırmaktadır. Bu bağlamda, gıdaların besinsel yönden zenginleştirilmesine yönelik bazı bilimsel çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca antimikrobiyal ve antioksidan özellikteki bileşiklere sahip olması, kayısı çekirdeğinin özellikle gıda ambalajlarına uygulanabilirliği ve gıdaların doğal yolla muhafaza edilmesi gibi alanlarda fonksiyonelliğini arttırmaktadır.

Bunlara ilaveten kayısı çekirdeğinin gıda olarak farklı şekillerde (çekirdek yağı, çekirdek unu vb) tüketimine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken hususların başında, çekirdekte bulunan ve toksik etkili olabilen antinutrisyonel bileşiklerin varlığı gelmektedir. Bu bileşiklerden amigdalın, kayısı çekirdeğinde belirli oranlarda bulunabilmekte ve tüketiciler için sağlık riski oluşturabilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, amigdalın seviyesi düşürülecek şekilde kayısı yetiştiricisinin yapılması ve tüketimden önce çekirdeklere inovatif ön işlemlerin uygulanması gerekliliğidir. Bu kapsamda, laboratuvar ve klinik düzeylerinde multidisipliner çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bununla birlikte, kayısı çekirdeğindeki diğer önemli biyoaktif bileşiklerin ve besin unsurlarının en az düzeyde tahribata uğrayacak şekilde ekstrakte edilmelerine yönelik yenilikçi ekstraksiyon metotlarının geliştirilmesi, elzem bir husustur. Bu bağlamda, özellikle çekirdekte bulunan doymamış yağ asitleri, proteinler, vitaminler, mineraller ve fenolik bileşiklerin kullanılabilirliğine yönelik araştırmaların yaygınlaştırılması ve bu bileşenlerin belirli standartlar çerçevesinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak kayısı, başta Malatya ili olmak üzere Türkiye'nin belirli bölgelerinde yetiştirilen gerek ülkemiz gerekse dünya genelinde ekonomik ve biyolojik değeri yüksek önemli bir bitki türüdür. Kayısı meyvelerinin işlenmesi sonucunda ortaya çıkan kayısı çekirdeklerinin, çeşitli endüstriyel alanlarda kullanıma uygun bir biyokaynağa dönüştürülmesi hem üreticiler hem de ülke ekonomisi açısından yüksek katma değer sağlayan bir uygulama niteliği taşımaktadır. Bu bağlamda, bilimsel araştırmacılar ile endüstriyel ölçekte faaliyet gösteren iş gücü arasında düzenli ve etkin bir koordinasyonun sağlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle kayısı üretimi yapılan yerlerde ikincil pilot işletmeler kurularak kayısı çekirdeklerinin

fonksiyonel kullanılabilirlik düzeyinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılabilir. Bu bağlamda, konunun bilimsel ve uygulamaya yönelik yönlerinin daha kapsamlı biçimde ortaya konulabilmesi için ilave çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ahmed, S. Z., Panezai, M. A., Achakzai, J. K., Kakar, A. M., Khan N. Y., Tareen, A. K., Tareen, S., Habibullah, B., & Khan, N. G. (2023). Biological activities and phytochemistry of apricot (*Prunus armeniace L.*) grown in Balochistan (A Review). *European Academic*, XI(1), 114-121.
- Akhone, M. A., Bains, A., Tosif, M. M., Chawla, P., Fogarasi, M., & Fogarasi, S. (2022) Apricot kernel: bioactivity, characterization, applications, and health attributes. *Foods*, 11, 1-15.
- Alajil, O., Sagar, V. R., Kaur, C., Rudra, S. G., Sharma, R. R., Kaushik, R., Verma, M. K., Tomar, M., Kumar, M., & Mekhemar, M. (2021). Nutritional and phytochemical traits of apricots (*Prunus armeniaca L.*) for application in nutraceutical and health industry. *Foods*, 10, 1-16.
- Alcolado, C. I., Garcia-Rio, L., Mejuto, J. C., Moreno, I., Pobleto, F. J., & Tejeda, J. (2023). Oxidation of aldehydes used as food additives by peroxyxynitrite. *Antioxidants*, 12, 1-13.
- Ananthan, P. P., Kulandhaivelu, S. V., & Manivasakan, K. (2025). Development and characterization of biowaste-derived apricot kernel essential oil incorporated sodium alginate/guar gum-based antimicrobial active packaging. *Journal of Polymer Research*, 32(8). DOI:10.1007/s10965-025-04491-0.
- Anjum, N., Sheikh, M. A., Saini, C. S. Hameed, F., Sharma, H. K., & Bhat, A. (2022). Chapter 10 – Cyanogenic glycosides. *Handbook of plant and animal toxins in food*, pp.1-202.
- Aydın, Ç. M., Çelikbıçak, Ö., & Hayaloğlu, A. A. (2024). Evaluation of antioxidant, antimicrobial, and bioactive properties and peptide sequence composition of Malatya apricot kernels. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 104, 8022–8036.
- Barakat, H., Aljutaily, T., Almutaydil, M. S., Algheshairy, R. M., Alhomaid, R. M., Almutairi, A. S., Alshimali, S. I., &

- Abdellatif, A. A. H. (2022). Amygdalin: A review on its characteristics, antioxidant potential, gastrointestinal microbiota intervention, anticancer therapeutic and mechanisms, toxicity, and encapsulation. *Biomolecules*, 12, 1-22.
- Baran, U., Kanmaz, H., Turan, B. K., Şahingil, D., & Hayaloğlu, A. A. (2026). Effect of roasting and sonication-assisted extraction conditions on phenolic compounds, physical properties and other constituents of EU PDO Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernel skins. *Applied Food Research*, 6, 1-11.
- Bisceglie, F., Degola, F., Rogolino, D., Giannelli, G., Orsoni, N., Spadola, G., Pioli, M., Restivo, F. M., Carcelli, M. & Pelosi, G. (2020). Sisters in structure but different in character, some benzaldehyde and innamaldehyde derivatives differentially tune *Aspergillus flavus* secondary metabolism. *Scientific Reports*, 10, 1-14.
- Bolarinwa, I. F., Orfila, C., & Morgan, M. R. A. (2014). Amygdalin content of seeds, kernels and food products commercially-available in the UK. *Food Chemistry*, 152, 133–139.
- Borczak, B., Kapusta-Duch, J., Dziadek, K., & Sikora, E. (2025). Apricot seeds as a sustainable source of nutrients and bioactive compounds with health-relevant properties. *Applied Sciences*, 15, 1-13.
- Brahmi, F., Chennit, B., Batrouni, H., Benallaoua, K., Madani, K., & Boulekbache-Makhlouf, L. (2023). Valorization of apricot, melon, and watermelon by-products by extracting vegetable oils from their seeds and formulating margarine. *Oilseeds & fats Crops and Lipids*, 30, 1-11.
- Canbey, İ. (2025a). Bölüm 8 - Propolisin kimyasal kompozisyonu, özellikleri ve gıda endüstrisi açısından önemi. *Gıda Bilimi ve Teknolojisinde Güncel Yaklaşımlar ve Araştırmalar I. Iksad International Publishing House*, Ankara, pp. 141-175. ISBN: 978-625-378-431-7.
<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17896340>.

- Canbey, İ. (2025b). Lamiaceae familyasına ait üç önemli tür olan fesleğen, melisa ve biberiye bitkilerinin uçucu yağ bileşenleri, biyolojik etkileri ve kullanım alanları. *UBAK International Academy of Science Association Publishing House*, Ankara, pp. 1-106. ISBN: 978-625-5923-72-1. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15979305>.
- Canbey, I., Ozcan, T., & Gurbuz, O. (2025). The impact of essential oils from aromatic plants on microbial dynamics and nutrition in lacto-fermented systems. *Food Science & Nutrition*, 13, 1-24.
- Canbey, İ. ve Gürbüz, O. (2026). Ülkemizde yetişen önemli kekik türlerinin etkileri, özellikleri, kullanım alanları ile kekik ve ürünlerinin muhafaza yöntemleri. *Turkish Science and Technology Publishing*, pp. 1-39. ISBN: 978-625-97746-6-4.
- Dikilitaş Saçkesen, Ş. N., Karakaya, S., Durmaz, G., Gündüz, O., Şahingil, D., & Hayaloğlu, A. A. (2025). Unveiling the potential of EU PDO registered Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.): compositional, functional, nutritional, and economic aspects. *ACS Food Science & Technology*, 5, 909–924.
- Dikme, T. G. & Hayaloğlu, A. A. (2025). A new plant-based milk and milk powder analogue from apricot (*Prunus armeniaca* L.) seed press cake after cold pressing process. *European Food Research and Technology*, 251, 2291–2305.
- Dudasova Petrovicova, O., Dabetic, N., Zrnic Ciric, M., Djordjevic, B., & Todorovic, V. (2025). Nutritional and antioxidant comparison of oil press cakes and wheat flours. *Molecules*, 30, 1-17.
- El-Hajjaji, M. A., Nouioura, G., Fikri-Benbrahim, K., Soulo, N., Ouassete, M. E., Lyoussi, B., & Ouaritini, Z. B. (2025). Phytochemical profiling and toxicity assessment of aqueous extract from bitter apricot kernels cultivated in Morocco. *Scientifica*, 2025, 1-10.
- Farhab, M., Shah, F. U. H., Hafeez, H., Sajid, M. W., Ahmad, Z., Ali, U., Tariq, M. R., Ercisli, S., Uddin, J., Mugabi, R., & Nayik, G.

- A. (2025). Functional enrichment of dried fettuccine noodles through apricot kernel flour addition. *International Journal of Food Science and Technology*, 60(2), 1-11.
- Fayed, M. I. A., El-Shal, M. S., & Omar, O. A. (2020). Determination of some apricot seed and kernel physical and mechanical properties. *CIGR Journal*, 22(4), 229-237.
- Günel-Köroğlu, D., Topcu, A., & Turan, S. (2025). Nutritional and bioactive composition of apricot kernel: fatty acids, tocopherols, and phenolics. *ITU Journal of Food Science and Technology*, 3(2), 91-98.
- Hamid, Z., Akbar, A., Khan, N. A., Kamran, K., & Sher, H. (2024). Bitter apricot seed kernel oil coating for food preservation and shelf-Life extension. *Journal of Food Processing and Preservation*. DOI:10.1155/2024/7404659. Corpus ID: 273018364.
- Huang, X.-Q., Li, R., Fu, J., & Dudareva, N. (2022). A peroxisomal heterodimeric enzyme is involved in benzaldehyde synthesis in plants. *Nature Communications*, 13, 1-15.
- Joia, S., Rao, H., Siddiqi, R. A., & Singh, T. P. (2025). Hydro-treatment of wild bitter apricot kernel oil: a cheap and cost-effective alternative for reducing toxicity and enhancing quality. *Sustainable Food Techonolgy*, 1, 1-10.
- Karatas, N. (2022). Evaluation of nutritional content in wild apricot fruits for sustainable apricot production. *Sustainability*, 14, 1-13.
- Karsavuran, N., Charehsaz, M., Celik, H., Asma, B. M., Yakıncı, C., & Aydın, A. (2015). Amygdalin in bitter and sweet seeds of apricots. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 1-7.
- Katariya, A., Bajaj, M., Razdan, T., Loushigam, G. L., Nihal, N. S., Sari, T. P., & Badgujar, P. (2025). Valorization of apricot kernel meal: functional enhancement of protein isolates through high pressure microfluidization. *Food Biophysics*, 20(4). DOI:10.1007/s11483-025-10053-0.

- Kate, A. E., Sarkar, A., Shahi, N. C., Lohani, U. C. (2015). Cracking force analysis for apricot pit decortication based on mathematical model of Hertz's Theory. *International Journal of Food Properties*, 18, 2528–2538.
- Kate, A., Lohani, U. C., & Shahi, N. C. (2018). Development and testing of apricot (*Prunus armeniaca* L.) pit decorticator. *Journal of Food Process Engineering*, 41(3), 1-12.
- Kiralan, M. & Ketenoglu, O. (2022). Chapter - Apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernel: a valuable by-product. *Mediterranean Fruits Bio-wastes*, pp 547–558.
- Kitic, D., Miladinovic, B., Randjelovic, M., Szopa, A., Sharifi-Rad, J., Calina, D., & Seidel, V. (2022). Anticancer potential and other pharmacological properties of *Prunus armeniaca* L.: an updated overview. *Plants*, 11, 1-22.
- Lee, H.-H., Ahn, J.-H., Kwon, A.-R., Lee, E. S., Kwak, J.-H., & Min, Y.-H. (2014). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of apricot seed. *Phytotherapy Research*, 28(12), 1-6.
- Makovi, C. M., Parker, C. H., & Zhang, K. (2023). Determination of amygdalin in apricot kernels and almonds using LC-MS/MS. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 106(2), 457–463.
- Makrygiannis, I., Athanasiadis, V., Chatzimitakos, T., Bozinou, E., Mantzourani, C., Chatzilazarou, A., Makris, D. P., & Lalas, S. I. (2023). Exploring the chemical composition and antioxidant properties of apricot kernel oil. *Separations*, 10, 1-10.
- Makrygiannis, I., Athanasiadis, V., Chatzimitakos, T., Mantiniotou, M., Bozinou, E., & Lalas, S. I. (2024). Unveiling the potential of apricot residues: from nutraceuticals to bioenergy. *Waste*, 2, 1–28.
- Nausad, M., Kumar, H., Sharma, G., Dulta, K., Dviwedi, A., Guyot, S., & Sharma, S. (2024). Characterization of oil extracted from wild apricot seeds kernel using submerged alcoholic

- fermentation and its quality characteristics. *Process Biochemistry*, 142, 175–183.
- Nirmal, N. P., Khanashyam, A. C., Mundanat, A. S., Shah, K., Babu, K. S., Thorakkattu, P., Al-Asmari, F., & Pandiselvam, R. (2023). Valorization of fruit waste for bioactive compounds and their applications in the food industry. *Foods*, 12, 1-26.
- Oprgrande, J. L., Dobratz, C. J., Brown, E., Liang, J., Conn, G. S., Shelton, F. J., & With, J. (2000). Benzaldehyde. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. DOI:10.1002/0471238961.0205142615160718.a01.
- Pavlović, N., Vidović, S., Vladić, J., Popović, L., Moslavac, T., Jakobović, S., & Jokić, S. (2018). Recovery of tocopherols, amygdalin, and fatty acids from apricot kernel oil: Cold pressing versus supercritical carbon dioxide. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(11), 1800043.
- Priyadarshi, R., Sauraj, Kumar, B., Deebe, F., Kulshreshtha, A., & Negi, Y. S. (2018). Chitosan films incorporated with apricot (*Prunus armeniaca*) kernel essential oil as active food packaging material. *Food Hydrocolloids*, 85, 158-166.
- Ramadan, A., Kamel, G., Awad, N. E., & Shokry, A. A. (2018). Phytochemical screening, acute toxicity, analgesic and anti-inflammatory effects of apricot seeds ethanolic extracts. *Journal of Applied Veterinary Sciences*, 3(1), 26-33.
- Ramadan, A., Kamel, G., Awad, N. E., Shokry, A. A., & Fayed, H. M. (2020). The pharmacological effect of apricot seeds extracts and amygdalin in experimentally induced liver damage and hepatocellular carcinoma. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 9(4), 400-407.
- Rodríguez-Blázquez, S., Gómez-Mejía, E., Rosales-Conrado, N., León-González, M. E., García-Sánchez, B., & Miranda, R. (2023). Valorization of prunus seed oils: fatty acids composition and oxidative stability. *Molecules*, 28, 1-18.

- Saied, M. A., Ward, A. A., & Hamieda, S. F. (2024). Effect of apricot kernel seed extract on biophysical properties of chitosan film for packaging applications. *Scientific Reports*, 14, 1-15.
- Semwal, P. C., Semwal, A., Bhatt, S. P., Parashar, T., Ankur, Jakhmola, V., & Kumar, S. (2023). Apricot - a new source of chemically active constituents: A medicinal overview. *Biomedical & Pharmacology Journal*, 16(2), 1133-1142.
- Sheikh, M. A., Ubaid, M., Ahmed, N., & Gul, K. (2025). Effects of controlled microwave heat treatment on the compositional attributes, antioxidant potential, and anti-nutritional components of apricot kernel flour. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 19(3), 1859-1873.
- Teshome, E., Tekla, T. A., Nandasiri, R., Rout, J. R., Harouna, D. V., Astatkie, T., & Urugo, M. M. (2023). Fruit by-products and their industrial applications for nutritional benefits and health promotion: a comprehensive review. *Sustainability*, 15, 1-27.
- Vaccari, M. E., Cavalloro, V., Bedeschi, M., Serra, P., Simonetti, G., Casali, E., Porta, A., Fossati, A., Martino, E., Collina, S., & Tesei, A. (2025). Preparation of a micronutrient-enriched apricot kernel oil and assessment of in vitro chemopreventive properties. *International Journal of Molecular Sciences*, 26, 1-13.
- Wojdyło, A. & Nowicka, P. (2021). Profile of phenolic compounds of *Prunus armeniaca* L. leaf extract determined by LC-ESI-QTOF-MS/MS and their antioxidant, anti-diabetic, anti-cholinesterase, and anti-inflammatory potency. *Antioxidants*, 10, 1-15.
- Zhu, X., Meng, T., Ren, F., An, N., Chen, B., Liu, X., & Liu, H. (2025). A review on apricot kernel seed proteins and peptides: biological functions and food applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 292, 139053.

Url-1

<

https://en.wikipedia.org/wiki/Apricot_kernel#:~:text=An%20apr

icot%20kernel%20is%20the,pyrena%20(stone%20or%20pit).&t
ext=The%20kernel%20contains%20amygdalin%2C%20a,conce
ntrations%20that%20vary%20between%20cultivars>, erişim
tarihi, 23.01.2026.

