

***Prunus cerasus* (Vişne) Meyvesinden Elde Edilen Özütlerin Antimikrobiyal, Antikolinesteraz Aktivitelerinin ve Fenolik Bileşenlerinin Araştırılması**

Cumali KESKİN^{1*}, İbrahim Oğuz ARAS², Mehmet Fırat BARAN³, Ayşe BARAN⁴
Özgür TOPGİDER², Şeyma ASYALI², Esra BİLİCİ⁵

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Mardin

² Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Mardin

³ Batman Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü, Batman

⁴ Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Mardin

⁵ Uşak Üniversitesi, Eşme Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Uşak

*Sorumlu yazar (Corresponding author): cumalikeskin@artuklu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 02.06.2025

Kabul Tarihi (Accepted): 18.07.2025

Özet

Ekşi kirazlar (*P. cerasus*), önemli miktarda antioksidan ve polifenol içerdiğinden yalnızca taze ve dondurulmuş formlarında değil, aynı zamanda birçok kullanımları nedeniyle işlenmiş ve ticari nutrasötik ürünler şeklinde de kullanılan tıbbi meyvelerden biridir. Bu çalışmada vişne kloroform ve metanol özütlerinin toplam fenolik ve flavonoid bileşen miktarları ile patojen mikroorganizmalar ve asetilkolinesteraz enzimi üzerindeki inhibisyon aktiviteleri araştırıldı. *P. cerasus* meyvesinin metanol özütü daha yüksek toplam fenolik içeriğe sahipken, kloroform özütü ise daha yüksek flavonoid içeriğine sahipti. *P. cerasus* meyvesinden elde edilen özütler, düşük dozlarda *Candida albicans* mayası ve *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakteri suşlarının büyümesini önemli ölçüde inhibe etti. Özütlerinin fenolik bileşik konsantrasyonları sıvı kromatografisi-elektrosprey iyonizasyon tandem kütle spektrometrisi (LC-ESI-MS/MS) kullanılarak belirlendi. Kloroform özütünde major bileşikler sırasıyla vanilik asit, naringenin, kikorik ve 4-hidroksibenzoik asit iken, metanol özütünde kikorik, sitrik, klorojenik ve maleik asitti. Ellman metodu ile özütlerin asetilkolinesteraz inhibisyon etkinliği ölçüldü. Kloroform özütü metanol özütüne kıyasla daha yüksek etkinlik gösterdi. *P. cerasus* meyvesinden elde edilen ekstraktların kimyasal yapısı, antipatojenik özellikleri ve enzim inhibisyon yeteneği, özellikle biyomedikal uygulamalarda kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Prunus cerasus*, enzim inhibisyonu, kimyasal yapı analizi

Investigation of Antimicrobial, Anticholinesterase Activities, and Phenolic Contents of Extracts Obtained from *Prunus cerasus* (Sour Cherry) Fruit

Abstract

Sour cherries (*P. cerasus*), are one of the medicinal fruits used not only in fresh and frozen forms due to their significant antioxidant and polyphenol content but also in processed and commercial nutraceutical products due to their many uses. In this study, the total phenolic and flavonoid contents of sour cherry chloroform and methanol extracts and their inhibitory activities on pathogenic microorganisms and acetylcholinesterase enzyme were investigated. The methanol extract of *P. cerasus* fruit had higher total phenolic content, while the chloroform extract had higher flavonoid content. Extracts obtained from *P. cerasus* fruit significantly inhibited the growth of *Candida albicans* yeast and *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacterial strains at low doses. The phenolic compound concentrations of the extracts were determined using liquid chromatography–electrospray ionization tandem mass spectrometry (LC-ESI-MS/MS). Vanillic acid, naringenin, cichoric acid, and 4-hydroxybenzoic acid were the main constituents in the chloroform extract, whereas cichoric acid, citric acid, chlorogenic acid, and maleic acid were in the methanol extract. The chloroform extract showed higher acetylcholinesterase inhibitory activity compared to the methanol. The chemical structure, antipathogenic properties, and enzyme inhibitory ability of the extracts obtained from *P. cerasus* fruit suggest that they may be used in biomedical applications.

Keywords: *Prunus cerasus*, enzyme inhibition, chemical structure analysis

1. Giriş

Geçtiğimiz yüzyılda, canlı bir bitkiyi oluşturan kimyasalların tanımlanmasındaki ilk ilerleme, bilim insanlarını bu moleküllerin yerleşmesi, biyosentezi ve amacı hakkında daha derinlemesine araştırmalar yapmaya yöneltti. Bitkisel doğal bileşikler, kolayca bulunabilmeleri ve yan etkilerinin minimum olması nedeniyle çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Sheikh ve ark., 2024). Çok sayıda küçük bileşik bitki alemine özgüdür ve bitki yapısında, büyümesinde ve çevresel tepkisinde ana ve hayati işlevlere hizmet etme potansiyellerine rağmen bitki ikincil metabolitleri olarak adlandırılırlar. Primer metabolizmadan farklı olarak sekonder metabolizma, organizmanın büyümesi ve üremesi için gerekli olmayan metabolik yolları ve bunlarla ilişkili küçük moleküler ürünleri ifade eder. Bitki sekonder metabolitleri (PSM'ler), patojenlere, zararlılara ve otçullara karşı savunma; çevresel streslere yanıt verme ve organizma etkileşimlerini aracılık etme dahil olmak üzere birçok rol oynar. PSM'ler genellikle biyosentez yollarına göre bazı büyük moleküler ailelere ayrılır: fenolikler, terpenler, steroidler, alkaloidler ve flavonoidler. Genellikle bitkilerin sekonder metabolitleri olarak adlandırılan flavonoidler ve diğer fenolik maddeler, en az bir hidroksil grubu olan aromatik bir halkaya sahiptir. Bitkilerde doğal olarak bulunan 8000'den fazla fenolik kimyasal bildirilmiştir. Dikkat çekici bir şekilde, metillenmiş türevler, glikozitler ve aglikonlar olarak ortaya çıkan flavonoidler, bu fenolik moleküllerin yarısını oluşturur (Piasecka ve ark., 2015; Pang ve ark., 2021). Flavonoidler ve diğer birçok fenolik bileşenin etkili antioksidanlar, kanser karşıtı, antibakteriyel, kardiyoprotektif, antiinflamatuvar, bağışıklık sistemini destekleyici, cildi UV radyasyonundan koruyan ve farmasötik ve tıbbi uygulama için ilgi çekici adaylar olduğu bildirilmiştir. Bu fitokimyasal maddeler gıdalarda ve bitkisel ilaçlarda bulunur. Doğal olarak oluşan antioksidan moleküllerin kullanımı, araştırma çalışmalarında olduğu gibi önemli ölçüde artmıştır (Maeda ve ark., 2007; Divekar ve

ark., 2021). Birçok doğal antioksidan bileşik, kanserojeneze önemli bir katkıda bulunduğu düşünülen yapay antioksidanlara alternatif olarak farmasötik ve tıbbi ürünlerde kullanılmıştır. Uzun zamandır tıbbi bitkilerin, özellikle bitkiler tarafından kendilerini korumak veya olumsuz ortamlarda gelişmek için üretilen flavonoidler ve fenolik bileşikler gibi ikincil metabolitler olmak üzere doğal antioksidan kimyasalların potansiyel bir kaynağı olduğu bilinmektedir. Ek olarak, flavonoidlerin antioksidan aktivitesi (radikalleri temizleme ve/veya metal iyonlarını şelatlama kapasiteleri gibi) hidroksil gruplarının şekli, organizasyonu, ikamesi ve miktarı üzerinde etkili olmuştur. Antioksidan özelliklere sahip başlıca bitki bazlı fitokimyasal bileşikler fenoller ve flavonoidlerdir (Lim ve ark., 2007; Sun ve Shahrajabian, 2023). İmmünomodülatör ve anti-inflamatuvar özelliklere sahip olmasının yanı sıra, fenolik bileşikler çeşitli insan virüslerine karşı dikkate değer potansiyel etkinlikleriyle de iyi bilinmektedir. En bol bulunan fenolik bileşikler fenolik monoterpenler ve diterpenler, hidroksibenzoik asitler, fenilpropanoik asitler, fenilpropenler, kumarinler, flavano, flavonlar ve flavanollerdir (Pereira ve ark., 2009; Tungmunthum ve ark., 2018; Izuegbuna, 2022; Yusoff ve ark., 2022). Kanser şüphesiz dünya çapında önde gelen ölüm nedenlerinden biridir; ROS ve RNS gibi serbest radikallerin dengesizliği ve yüksek konsantrasyonu aynı zamanda mutajenik veya kanserojen ajanlara dönüşebilir ve bu da kanser gelişimine yol açabilir. Kemoterapi tüm dünyada kanseri tedavi etmek için kullanılsa da birçok sınırlaması vardır. Örneğin, bazen kemoterapi tedavisi sırasında istenmeyen yan etkiler ortaya çıkar. Bu nedenle, yan etkisi olmayan ve çok pahalı olmayan alternatif kanser tedavileri aramak ilgi çekmektedir. "Fonksiyonel gıdalar", "süper gıdalar" ve "yeni gıdalar" gibi fikirlere daha fazla odaklanılmasıyla, günlük beslenmeye ilişkin dünya çapındaki bakış açısı büyük ölçüde değişiyor. Ek olarak, araştırmacılar doğal olarak oluşan bitki biyoaktif bileşenlerinden yeni besin takviyeleri ve katkı maddeleri geliştiriyorlar. Popülerlik

kazanan önemli bir taktik, tıbbi bitkilerden yapılan doğal tedavileri kullanmaktır (Asadi-Samani ve ark., 2016; Dourado ve ark., 2016). *Prunus* cinsinin türleri, çeşitli tıbbi özelliklerden sorumlu olan fitokonstituentler açısından zengindir. *P. avium* (L.) ve *P. cerasus* L. (göve arke ve tohum özütü) kardiyoprotektif aktivite gösterdiği rapor edildiğinden geleneksel halk hekimliğinde de çeşitli kullanımları dikkat çekmektedir. *P. spinosa* L.'nin çiçekleri ve yaprakları litotriptik ve diüretik aktiviteye sahiptir ve peptik ülserlerde faydalıdır. *P. salicina* meyvesi artrit tedavisinde kullanılır. *P. cerasoides*'in küçük dallarının su özütü, düşük önleyici bir ajan olarak kullanılabilir. Yaprakları ve çiçekleri böbrek taşı ve çakıl hastalığının tedavisinde kullanılır. Öz odunu ayrıca cilt renk değişikliği ve burkulmaların tedavisinde de kullanılabilir (Hanbali ve Haddad, 2015; Shikha ve ark., 2024;). Ayrıca *P. cerasus*'un kök, yaprak ve meyve kısımları da tıbbi (antidiyabetik, immünomodülatör, uykuyu artırıcı, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite) ve ekonomik özellikleri sebebiyle yaygın bir kullanıma sahiptir (Blando ve ark., 2004). Bu nedenle, bu çalışmada, Mardinde yetişen *P. cerasus* (vişne) meyvelerinden elde edilen Klf. ve MeOH özütlerinin toplam fenolik ve flavonoid bileşen miktarı ile LC-MS/MS ile kimyasal kompozisyonu belirlendi. Ayrıca özütlerin patojen mikroorganizmalar ve kolinesteraz enzimi üzerindeki inhibisyon aktiviteleri ölçüldü.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan *P. cerasus* numuneleri Temmuz-Ağustos döneminde Mardin'den (K 37°21'01" D 40°43'52") toplandı. Dr. Cumali Keskin, bitki örneğinin taksonomik sınıflandırmasını doğruladı. Bitki örnekleri Mardin Artuklu Üniversitesi Herbaryumunda (Herbaryum No: MAU: 2022-21) muhafaza edildi. Örnekler, özellikleri ve amaçlanan metodolojiler dikkate alınarak yürütülen kurutma işleminden sonra analizlerde kullanılmak üzere hazırlandı.

2.1. Çalışmada kullanılan organizma kültürleri ve kimyasallar

Minumum inhibisyon konsantrasyonu testi için insan patojeni gram pozitif (*S. aureus*/ATCC 25923) ve gram negatif (*E. coli*/ATCC 25922), bakteriler ve maya (*C. albicans*/ATCC 10231) kullanıldı (LGC Standarts, Germany). Biyolojik aktivite deneylerinde kullanılan çözücüler ve bileşikler %99 saflıkta ticari olarak (Merck) temin edildi. 0.5-Polimer McFarland Standardı, vankomisin HCL-DBL-500 mg (vankomisin), Candimax 100 mg (flukonazol) ve Kolutim 150 mg (kolistin) ticari olarak (Thermo Scientific) temin edildi. *E. coli* ve *S. aureus* bakteri suşları için Nutrient Broth (BD234000) ve Nutrient Agar (BD213000) ortamları kullanıldı. *C. albicans* mayasını yetiştirmek için Sabouraud %2 Dekstroz Broth (SDB) ve Sabouraud %4 Dekstroz Agar (SDA) ortamları (Oxoid) kullanıldı.

2.2. Çalışmada kullanılan özütlerin hazırlanması

Özütleme işleminin ilk aşaması toz haline getiren bitki örneğine 300 ml kloroform ilave edilerek soxelet cihazında yaklaşık 4 saat devam etti. Süre sonunda elde edilen özüt süzülüp katı bitki kısmı çözücüsünden uzaklaştırıldıktan sonra işlemler aynı miktarda metanol ilave edilerek tekrar edildi. Evaporatör yardımıyla düşük basınç altında elde edilen farklı polariteye sahip özütler çözücülerinden uzaklaştırıldı. Toplam Fenolik ve Flavonoid Bileşen Miktarların Ölçülmesi Özütlerdeki fenolik bileşiklerin miktarını toplam olarak hesaplamak için Folin-Ciocalteu tekniği kullanıldı. Elde edilen sonuçlar gallik aside eşdeğer olacak şekilde hesaplandı (Keskin, 2015). Vişne kloroform ve metanol ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları kuersetine eşdeğer olarak hesaplandı (Moreno-Montoro ve ark., 2015).

2.3. LC-ESI/MS/MS kullanarak fenolik bileşen kompozisyonun belirlenmesi

Test edilen numunen kimyasal içeriğini belirlemek için 31 standartlık 100 mg'lık kuru bitki özütü örneği 10 mL metanol ile karıştırıldı ve çözelti yüksek saflıkta suda %50

metanol kullanılarak 2 mg mL⁻¹'ye seyreltildi. Daha sonra çözelti membran filtreden süzülür (0.22 mm'lik). Kromatografik analiz için Poroshell 120 EC-C18 kolonu kullanıldı. Test numunesi ile birlikte %0.1 formik asit taşıyıcı faz ve 5 mM amonyum formatlı mobil faz A ve ayrıca metanolde %0.1 formik asit ve 5 mM amonyum formatlı mobil faz B kullanılarak kolondan aşağı geçirildi (Baran ve ark., 2023).

2.4. Antimikrobiyal aktivite testi

Patojen bakteri suşları ve mayası Mardin Artuklu Üniversitesi Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarından temin edildi. Test edilen özütlerin gram (-) ve gram (+) bakteri suşları ve maya üzerindeki antimikrobiyal aktiviteleri mikrodilüsyon yöntemi ile 2ml'lik 96 kuyucuklu mikropalakalar kullanılarak belirlendi. İnkübasyondan sonra büyümenin gözlemlendiği en düşük konsantrasyon (Koloni yoğunluğu 5x10⁵) MİK değeri olarak hesaplandı. Ayrıca, ticari antibiyotikler flukonazol, vankomisin ve kolistin özütlerin mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkilerini karşılaştırmak için kullanıldı. Bakteriler Muller Hinton (MHA), *C. albicans* mayası ise RPMI sıvı besiyerlerinde üremeye bırakıldı. Optik yoğunluk 0.5 McFarland standardı kullanılarak belirlendi (Keskin ve ark., 2022).

2.5. Antikolinesteraz aktivitenin belirlenmesi

P. cerasus kloroform ve metanol özütlerinin asetilkolinesteraz enziminin aktivitesini inhibe etme etkilerini ölçmek için Ellman ve ark., (1961) tarafından test edilen yöntem kullanıldı. Asetiltiyokolin iyodür reaksiyon substratı

olarak görev yaparken, antikolinesteraz aktivitesini değerlendirmek için 5,5-ditiyo-bis(2-nitrobenzoik) asit (DTNB) kullanıldı. İnhibisyon yüzdeleri standart ilaç olarak kabul edilen takrin ile mukayese edildi. Reaksiyon 412 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak mikro plaka okuyucuda (BioTek Power Wave XS) ölçüldü.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toplam fenolik ve flavonoid bileşen miktarı

Bitkilerdeki en yaygın ikincil metabolizma ürünleri arasında fenoller bulunur. Bunlar tüm bitki hücrelerinde şikimat ve asetat-malonat yollarıyla sentezlenir. Fenilpropanoidler, flavonoidler ve fenolik oligomerik ve polimerik moleküller gibi polifenoller üretilir. Fenolik çeşitlilik biyolojik aktiviteyi ve işlevi etkiler. Temsilcilerinin çoğu bitkilerde ve insanlarda besin zincirleri aracılığıyla reaktif oksijen türleri ile etkileşime girer. Fenolik kimyasallar güçlü biyolojik aktiviteleri nedeniyle etkili ilaçlar ve besin takviyeleridir. Bitki polifenollerini işlevsel beslenme için gerekli ve halk sağlığı için farmasötik olarak değerlidir. Umut vadeden bitki polifenollerini araştırma ve geliştirme alanları önerilmektedir (Zagoskina ve ark., 2023). Toplam fenolik bileşen için 765 nm, toplam flavonoid için 415 nm dalga boyunda absorbans değerleri UV-vis spektrofotometre kullanılarak ölçüldü. *P. cerasus* özütlerinin toplam fenolik içerik miktarının metanol özütünde, toplam flavonoid bileşen miktarlarının ise kloroform özütünde daha yüksek olduğu belirlendi (Tablo 1).

Tablo 1. *P. cerasus* kloroform ve metanol özütlerinin toplam (Σ) fenolik ve flavonoid içerikleri

Table 1. Total (Σ) phenolic and flavonoid contents of *P. cerasus* chloroform and methanol extracts

<i>P. cerasus</i>	Σ Fenolik İçerik*		Σ Flavonoid İçerik**	
	Klf	MeOH	Klf	MeOH
	34.46±1.27	62.24±1.59	59.32±0.39	27.52±0.36

* (µg GAE mg⁻¹ özüt), ** (µg QE mg⁻¹ özüt), Klf: Kloroform, MeOH: Metanol, Standart sapma (S.D) değeri ölçümler 3 kez tekrarlanarak hesaplandı.

3.2. LCMS/MS fenolik kompozisyon analiz sonuçları

Kikoric asit bir polifenol ve dikafeiltartarik asittir, iki kafeik asidin tartarik asit esteridir.

Pek çok bitki türünde bulunan umut verici bir doğal bileşiktir. Araştırmalar, sikorik asidin bitkilerin virüsler, bakteriler, mantarlar, nematodlar ve böceklerle savaşmasına yardımcı olduğunu göstermektedir (Nishimura

ve ark., 2006; Cheynier ve ark., 2013; Lee ve ark., 2013). Sikorik asit ve diğer fenolikler sağlık avantajları açısından incelenmektedir. Sikorik asit (CA) bir antioksidan polifenoldür. Kolajen gibi yapısal proteinleri serbest radikal hasarından korumanın yanı sıra serbest radikal temizleyici, antiviral, bağışıklık sistemini uyarıcı ve fagosit destekleyicidir. Fare çalışmalarına göre CA, anti-inflamatuvar, antiaterosklerotik, antiallerjik ve antidiyabetik etkilere sahiptir. Obez farelerde CA, insülin duyarlılığını, glikoz toleransını, mitokondriyal aktiviteyi ve hiperglisemiye önemli ölçüde etkilediği rapor edilmiştir (Jabłońska-Trypuć ve ark., 2020; Jiang ve ark., 2024). Klorojenik asit (CGA), kahve tannik asidi ve 3-kafeoilkinik asit olarak da bilinir, bitkiler tarafından aerobik solunum sırasında şikimik asit yoluyla üretilen suda çözünür bir polifenolik fenilakrilat bileşiğidir. CGA, "bitki altını" ününe sahip olan yüksek dikotiledonlu bitkilerde, eğrelti otlarında ve birçok Çin tıbbi bitkisinde yaygın olarak bulunur. *In vitro* ve *in vivo* çalışmalar klorojenik asidin başlıca biyolojik aktivitelerinin antioksidan, karaciğer ve böbrek koruma, antibakteriyel, antitümör, şeker ve lipid metabolizmasının düzenlenmesi, antiinflamatuvar ve sinir sisteminin korunması olduğunu göstermiştir. Ayrıca gıda katkı maddeleri, gıda depolama, gıda bileşimi modifikasyonu, gıda ambalaj malzemeleri, fonksiyonel gıda malzemeleri ve prebiyotikler dahil olmak üzere CGA'nın gıda endüstrisindeki ana uygulamaları mevcuttur (Wang ve ark., 2022). Limon, portakal, ananas ve greyfurtlar sitrik asit (CA) adı verilen organik asit içerir. Detoksifikasyona, enerjiyi artırmaya ve sindirimi ve böbrek fonksiyonunu doğal olarak iyileştirmeye yardımcı olur. Ekşi, ferahlatıcı tadıyla meşrubat, meyve suları ve diğer sıvılardaki tatlılığı dengeler. Sitrik asit, meyve sularının, dondurmaların ve reçellerin lezzetlerini ve kokularını artırmak için asitlendirici olarak yiyecek ve içeceklerde (F&B) veya yiyecekleri korumak için antioksidan olarak kullanılır. İlaç sektöründe, vitaminleri korumak için antioksidan, köpüren, pH düzeltici, kan koruyucu, demir sitrat tabletleri, merhemler, kozmetikler ve daha fazlası olarak kullanılır. Sitrik asit, malik asit,

kan akışını düzenleyici önemli organik asitlerdir (Chuda ve ark., 1999; García-Gómez ve ark., 2020). Vanilik asit 4-hidroksi-3-metoksibenzoik asit, olarak da bilinir. Bitkilerde bilinen en yüksek vanilik asit miktarı, Angelica sinesis kökünde bulunur. Acai palmyesinin (*Euterpe oleracea*) meyvesinden elde edilen acai yağı, zenginleştirilmiş bir vanilik asit kaynağıdır. Vanilik asit ayrıca gümüş oksit yöntemi ile vanilinden sentezlenebilir. Vanillik asit, doğal ürünlerde yaygın olarak bulunan bir fenolik asit türüdür. Vanillik asidin antimikrobiyal, antioksidan, antikanser, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antiülser ve antinosiseptif ajan olduğu ayrıca vanillik asit hidrazon türevleri, yeni antimikrobiyal bileşikler olarak kullanılabileceği rapor edildi (Pearl, 1946; Malik ve ark., 2023). Naringenin (4',5,7-trihidroksiflavonon), turuncgillerde ağırlıklı olarak bulunan ve avantajlı etkileri nedeniyle insan sağlığı için potansiyel bir fitokimyasaldır (Shin ve ark., 2020). Naringenin antidiyabetik, antikanser, antibakteriyel, antiobezite, gastroprotektif, immünomodülatör, kardiyoprotektif, nefroprotektif ve nöroprotektif etkilere sahiptir. Bu özellikler başlıca antioksidan ve antiinflamatuvar yeteneklerine atfedilir (Salehi ve ark., 2019). Naringenin, serbest radikal temizleme ve lipid peroksidasyonunun önlenmesi de dahil olmak üzere önemli antioksidan özellikler sergiler (Wang ve ark., 2017; Sobhani ve ark., 2021). Naringenin antioksidan enzimlerin seviyelerini artırabilir ve metal şelasyonunu ve bazı pro-oksidan enzimleri engelleyebilir. Naringenin'in antiinflamatuvar etkileri, proinflamatuvar sitokin ve enzim üretimi ve salınımının modülasyonu yoluyla mitogenle aktive olan protein kinazların ve nükleer faktör kappa B'nin azaltılmış aktiviteleriyle bağlantılıdır. *In vitro* ve *in vivo* araştırmalar, naringenin'in çeşitli hastalıklar için potansiyel biyolojik aktivite sahip olduğunu göstermektedir (Wang ve ark., 2006; Uçar ve Göktaş, 2023). Hidroksibenzoik asitler, bitkisel tıpta büyük öneme sahip, farmakolojik olarak çekici bir bitki metabolitleri grubudur. Hidroksibenzoik asitlerin bitkilerde, alglerde, bakterilerde, mantarlarda ve hayvanlarda

kimyasal yapıları ve doğal dağılımı dikkate alınır. Bu organik bileşik sınıfının temsilcileri arasında p-hidroksibenzoik asit öne çıkar. Ayrıca birçok ilaç, kozmetik, farmasötik ve gıdada koruyucu olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Hidroksibenzoik asitlerin türevleri arasında en ilgi çekici olanlar, esterleri ve ayrıca çeşitli biyolojik olarak aktif özelliklere sahip azot içeren türevleridir (Safarova, 2022). 4-Hidroksi benzoik asidin antibakteriyel (Gram + ve Gram - bakterilere karşı), antifungal, antialgal, antimitojenik, oraklanma karşıtı ve östrojenik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca serebral iskemi ve reperfüzyon sırasında hidroksil radikal oluşumunu incelemek için bir tuzaklama maddesi olarak kullanılır ve ayrıca ilaçlarda, kozmetiklerde, farmasötiklerde,

yiyeceklerde ve içeceklerde koruyucu olarak yaygın olarak kullanılır (Manuja ve ark., 2013). *P. cerasus* meyvesi özütlerinde bulunan fenolik bileşikler tespit etmek için LC-ESI/MS cihazı ile 31 standart bileşik içeren bir teknik kullanıldı. *P. cerasus* metanol özütü için en belirgin bileşenler sırasıyla klorojenik asit (600.8315 ng ml⁻¹), sitrik asit (189.3632 ng ml⁻¹), klorojenik asit (168.2660) ve maleik asit (139.4702 ng ml⁻¹) olarak tespit edilirken kloroform özütünde ise vanilik asit (4272.4521 ng ml⁻¹), naringenin (930.3421 ng ml⁻¹), şikorik asit (602.7988 ng ml⁻¹) ve 4-hidroksibenzoik asit (444.3571 ng ml⁻¹) olarak tespit edildi (Tablo 2). Çalışmada elde edilen sonuçlar biyoloji aktiviteden sorumlu fenolik bileşiklerin varlığına atfedilebilir niteliktedir.

Tablo 2. LC-ESI-MS/MS kullanılarak *P. cerasus* özütlerinde tespit edilen bazı fenolik bileşenlere ait kantitatif analiz verileri

Table 2. Quantitative analysis data of some phenolic compounds detected in *P. cerasus* extracts using LC-ESI-MS/MS

Kantitatif Analiz Verileri				Me-OH	Klf.
Standart Bileşikler	R.T	R ²	Geri dönüşüm (%)	Final Kons.	Final Kons.
Sitrik Asit	1.71	0.998	97.25	189.36	119.62
Maleik Asit	1.77	0.998	100.93	139.47	23.31
Askorbik Asit	1.78	0.995	97.10	55.91	74.20
Fumarik Asit	1.78	0.997	98.81	31.55	22.69
Tartarik Asit	1.92	0.998	99.95	36.30	34.31
Kikorik Asit	1.95	0.997	89.03	600.83	602.80
Gallik Asit	2.53	0.995	100.98	T.E	T.E
Klorojenik Asit	5.70	0.998	87.99	168.27	167.73
Vanilik Asit	6.31	0.999	96.00	95.65	4273.45
Kafeik Asit	6.38	0.998	101.00	T.E	62.60
Rutin	6.51	0.999	100.98	18.63	T.E
Hesperidin	6.64	0.997	100.10	137.95	T.E
Sirinjik Asit	6.74	0.998	102.00	T.E	T.E
Epikateşin	6.75	0.998	93.70	46.41	46.50
Kateşin	6.79	0.998	97.93	43.25	51.29
Luteolin-7-Glukozid	6.64	0.998	103.93	70.8222	7.7242
4-Hidroksibenzaldehit	6.74	0.998	100.10	10.9813	121.1975
Quercetin-3-Xyloside	6.75	0.997	100.01	T.E	T.E
Apigenin-7-O-Glikozid	6.75	0.999	97.09	0.4066	T.E
P-Kumarik Asit	6.77	0.998	99.98	8.9773	329.0230
Rosmarinik Asit	6.79	0.997	95.99	17.4366	17.0963
Trans-Ferulik Asit	6.82	0.998	96.10	23.85	186.37
4-Hidroksibenzoik Asit	6.85	0.998	95.07	67.65	444.36
Oleuropein	7.13	0.998	101.89	T.E	T.E
Gentisik Asit	7.14	0.998	99.00	T.E	T.E
Kuersitin	7.20	0.998	102.00	T.E	14.53
Protokateşoik Asit	7.29	0.998	97.96	81.43	34.21
Trans-Sinamik Asit	7.48	0.998	102.10	30.02	29.93
Naringenin	7.49	0.998	101.00	T.E	930.34
Apigenin	7.50	0.998	101.90	34.43	18.320
Kaempferol	7.53	0.999	101.00	36.30	T.E

T.E: Tespit Edilmedi; RT: Çıkış zamanı; RSD: Bağlı standart sapma; R²: Belirleme katsayısı; LOD / LOQ (µg L⁻¹): Tespit sınırı/Kantitasyon

3.3. Antimikrobiyal aktivite sonuçları

Mikro dilüsyon tekniği kullanılarak başlangıç konsantrasyonu 1 mg ml⁻¹ olarak ayarlanan kloroform ve metanol özütlerinin ve

standart antibiyotiklerin gram bakteriler, mayanın üremesini durduran minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) hesaplandı. Elde edilen veriler Tablo 3'te gösterildi.

Tablo 3. *P. cerasus* meyve özütlerinin patojen mikroorganizmalar üzerindeki inhibisyon etkileri

Table 3. Inhibitory effects of *P. cerasus* fruit extracts on pathogenic microorganisms

Patojen Mikroorganizmalar	Özütler (mg mL ⁻¹)		
	Klf	MeOH	Standart Antibiyotik*
<i>S. aureus</i> (Gram +)	0.0039	0.500	1
<i>E. coli</i> (Gram -)	0.0312	0.0625	2
	0.0039	0.0039	2

* Gram negatif (vankomisin), gram pozitif (kolistin); maya (flukonazol).

Birçok patojenik bakteri geleneksel ilaçlara dirençli olduğundan, antibiyotik direnci klinik ortamlarda önemli bir risk oluşturmaktadır. Metisiline dirençli *S. aureus* (MRSA) özel bir sorundur. MRSA, metisiline ve penisilin gibi birçok ilaca dirençli hale gelmiştir. Bazı suşlar daptomisin ve vankomisine karşı dirençlidir ve bu da tedaviyi daha da zorlaştırmaktadır (Nikolic ve Mudgil, 2023). Çalışmada kullanılan kloroform özütünün *S. aureus*'a karşı ticari antibiyotik kolistin ile kıyaslandığında yaklaşık olarak 256 kat daha etkili inhibisyon göstermesi *P. cerasus* kloroform özütünün *S. aureus*'a karşı önemli bir antimikrobiyal kaynak olabileceğini göstermektedir (Tablo 3). *E. coli*, edinilmiş virülans faktörleri aracılığıyla birçok ortamda adapte olma, kolonileşme ve gelişme kapasitesi nedeniyle dikkate değer bir patojendir. Varlığı gıda işleme işini etkiler ve gıda zehirlenmesine neden olur ve bu yüzden gıda, tarım ve sağlık sektörleri için önemli bir ekonomik yük oluşturur (Oliveira ve ark, 2024). Özellikle kloroform özütünün *E. coli*'nin üremesi üzerindeki baskılayıcı etkisinin vankomisin ile kıyaslandığında yaklaşık 64 kat daha etkili olması çalışmada elde ettiğimiz önemli bulgulardadır (Tablo 3). *C. albicans*, vücudun doğal mikrobiyotasıyla simbiyotik olarak oluşan bir mantardır. Sağlıklı kişilerde asemptomatik olarak bulunur ve vücudun çeşitli bölgelerinde bulunabilir. İnsanlarda yüzeysel mukokutanöz enfeksiyonlardan şiddetli sistemik enfeksiyonlara kadar bozukluklara yol açabilen fırsatçı bir mantar patojenidir. Klinik ortamlarda *C. albicans* ile

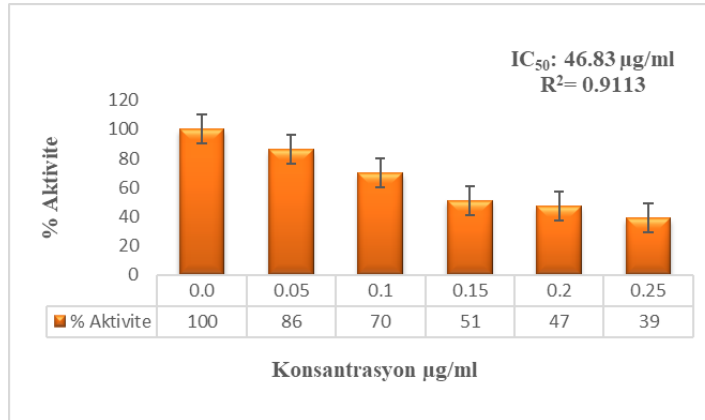
ilgili en büyük endişe, hem *in vivo* (konak doku üzerinde) hem de tıbbi implantların yüzeylerinde biyofilm oluşturma yeteneğidir. *C. albicans*'ın biyofilmi çok karmaşık bir yapıya sahiptir ve birçok hücre tipini içerir. Biyofilm hücreleri antimikrobiyaller gibi birçok dış stres faktörüne karşı daha dirençli hale getirir ve *C. albicans*'ın tedavi edilmesini ve konaktaki bağışıklık sisteminden kaçma yeteneğini önemli ölçüde zorlaştırır. Klinik önemini göz önünde bulundurarak, bitki biyomoleküllerinin antibiyofilm olarak kullanan oldukça önemlidir. Çalışmada kullandığımız özütlerin *C. albicans*'ın üremesi üzerindeki baskılayıcı etkisi standart ilaç olarak kullanılan flukonazol ile kıyaslandığında yaklaşık 512 kat daha etkilidir (Tablo 3).

3.4. Antikolinesteraz aktivite sonuçları

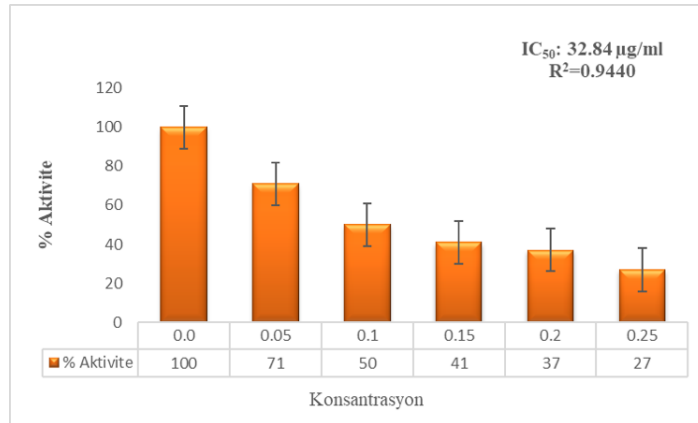
Beyin kolinerjik sistem nörotransmitteri asetilkolin (ACh), öğrenmeyi, hafızayı, stresi ve bilişsel işlevi etkiler. AChE ve bütirilkolinesteraz onu kolin ve asetik aside hidrolize eder. Alzheimer hastalığı gibi nörodejeneratif hastalıklar (ND'ler), ACh seviyelerini düşüren kolinerjik nöron kaybı veya dejenerasyonu ile bağlantılıdır. Çok sayıda çalışma, kolinesteraz inhibitörlerinin ACh seviyelerini yükseltebileceğini ve yaşam kalitesini iyileştirebileceğini veya en azından geçici olarak ND semptomlarını azaltabileceğini göstermektedir (Khan ve ark., 2023). *P. cerasus* özütleri için bulunan AChE IC₅₀ değerleri metanol özütü için 46.83 µg ml⁻¹ ve kloroform özütü için 32.84 µg ml⁻¹ olarak, takrinin için ise 98.4 µg mL⁻¹ hesaplandı (Şekil

1,2). Elde edilen veriler 0.25 mg ml⁻¹ konsantrasyonda vişne kloroform özütünün asetilkolin esterase enziminin aktivitesini % 73 oranında baskıladığını göstermektedir. Bu değer metanol özütünde % 61 dir. (Şekil 1,2). ChE'ler ve monoamin oksidaz aktiviteleri üzerinde potansiyel inhibitör etkilere sahip polifenoller gibi diyet fitokimyasalları son zamanlarda ilgi görmektedir. Dahası, çalışmalar biyoaktif bileşiklere sahip bitkilerin

serbest radikalleri temizleme ve geçiş metallerinin şelatlanması yoluyla oksidatif stres kaynaklı nörodejenerasyonu önleyebileceğini ortaya koymuştur (Obok ve ark., 2017). Bu sebeple *P. cerasus* kloroform ve metanol özütlerinde yüksek oranda bulunan fenolik bileşiklerin asetilkolinesteraz enzimin çalışmasını engelleyen ana faktörler olduklarını söyleyebiliriz.



Şekil 1. *P. cerasus* metanol özütünün enzim inhibisyonu aktivitesi
Figure 1. Enzyme inhibition activity of *P. cerasus* methanol extract



Şekil 2. *P. cerasus* kloroform özütünün enzim inhibisyonu aktivitesi
Figure 2. Enzyme inhibition activity of *P. cerasus* chloroform extract

4. Sonuç

Birçok araştırmacı, ürettikleri doğal metabolik ürünler nedeniyle tıbbi özellikleri bilinen bitkilerle ilgilenmektedir. Bitkiler, patojenik bakterilere, otçullara ve değişen çevresel koşullara karşı kendilerini savunmak için fenolikler, flavonoidler, terpenler ve

proantosiyanidinler dahil olmak üzere çeşitli ikincil metabolitler üretir. Bu ürünlerde çeşitli biyolojik işlevler vardır. Antioksidan aktivite bunların en önemlilerinden biridir. Antioksidan nitelikleri nedeniyle fenoller en iyi bilinen bileşikler arasındadır. Epikateşin, kuersetin, kafeik asit, klorojenik asit ve ferulik asit en yaygın fenolik asitlerdir. Ek olarak,

polifenoller antibakteriyel özelliklere sahiptir, insan bağışıklık sistemini güçlendirir, virüslerin çoğalmasını durdurur ve virüslerin konak hedef hücresinin zarından yayılmasını azaltır. Fenolik bileşiklerin antibakteriyel aktivite yöntemleri hala iyi anlaşılmamıştır. Şimdiye kadar yapılan araştırmalara göre, bu eylem hücre zarlarının geçirgenliğini artırarak, fenolik bileşiklerin farklı hücre enzimlerine hidrojen bağıyla bağlanması yoluyla farklı hücre içi süreçleri değiştirerek ve parazitin hücre bütünlüğünü kaybetmesiyle açıklanmaktadır. Bununla birlikte, kolinerjik enzim inhibitörlerinin fenolik maddelerde de bulunduğu bilinmektedir. Araştırmamızda kullandığımız *P. cerasus* kloroform ve metanol özütlerinin antibakteriyel ve antikolinesteraz aktivitesi, fenolik bileşen konsantrasyonlarına atfedilebilir. Her iki özüt de etkili antibakteriyel ajanlar olarak kullanılabilir ve genellikle insan patojenik mikroorganizmaların gelişimini önemli ölçüde sınırladığı görülmektedir. Araştırmamızın önemi, zararlı metallerden arındırılmış olması ve metabolizma için gerekli olan bakır ve çinko gibi mineraller için günlük gereksinimleri karşılayabilmesi gerçeğiyle daha da gösterilmektedir. Zengin bileşimleri nedeniyle, *P. cerasus* meyve özleri çok çeşitli bilimsel araştırmaların yanı sıra endüstriyel uygulamalarda da kullanılma potansiyeline sahiptir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

Akcura, M., Kaya, Y., 2008. Non-parametric stability methods for interpreting genotype by environment interaction of bread wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). *Genetics and Molecular Biology*, 31(4): 906-913.

Asadi-Samani, M., Kooti, W., Aslani, E., 2016. A systematic review of Iran's medicinal plants with anti-cancer effects. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 21: 143-153.

Baran, M.F., Keskin, C., Baran, A., Eftekhari, A., Omarova, S., Khalilov, R., Atalar, M.N., 2023. The investigation of the chemical composition and applicability of gold nanoparticles synthesized with *Amygdalus communis* (almond) leaf aqueous extract as antimicrobial and anticancer agents. *Molecules*, 28(6): 2428.

Blando, F., Gerardi, C., Nicoletti, I., 2004. Sour cherry (*Prunus cerasus* L) anthocyanins as ingredients for functional foods. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 253-258.

Cheyrier, V., Comte, G., Davies, K.M., Lattanzio, V., Martens, S., 2013. Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology. *Plant Physiology and Biochemistry*, 72: 1-20.

Chuda, Y., Ono, H., Ohnishi-Kameyama, M., Matsumoto, K., Nagata, T., Kikuchi, Y., 1999. Mume-fural, citric acid derivative improving blood fluidity from fruit-juice concentrate of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3): 828-831.

Divekar, P.A., Narayana, S., Divekar, B.A., Kumar, R., Gadratagi, B.G., Ray, A., Behera, T.K., 2022. Plant secondary metabolites as defense tools against herbivores for sustainable crop protection. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5): 2690.

Dourado, F., Van den Berg, C., Gama, M., 2016. European regulatory framework on novel foods and novel food additives Bacterial Nanocellulose. *Biotechnology for the Bioeconomy*, 8: 135-144.

- Ellman, G.L., Courtney, K.D., Andres Jr, V., Featherstone, R.M., 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, 7(2): 88-95.
- García-Gómez, B.E., Salazar, J.A., Nicolás-Almansa, M., Razi, M., Rubio, M., Ruiz, D., Martínez-Gómez, P., 2020. Molecular bases of fruit quality in *Prunus* species: An integrated genomic, transcriptomic, and metabolic review with a breeding perspective. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1): 333.
- Hanbali, B.L., Haddad, J.J., 2015. The antioxidant properties of red sour cherry (*Prunus cerasus* L.) extracts: Laboratory assessment of antioxidant activity and antioxidant compounds under temperature variations. *Current Nutrition & Food Science*, 11(1): 31-43.
- Izuegbuna, O.O., 2022. Polyphenols: Chemoprevention and therapeutic potentials in hematological malignancies. *Frontiers in Nutrition*, 9: 1008893.
- Jabłońska-Trypuć, A., Wydro, U., Wołejko, E., Świderski, G., Lewandowski, W., 2020. Biological activity of new cichoric acid–metal complexes in bacterial strains, yeast-like fungi, and human cell cultures *in vitro*. *Nutrients*, 12(1): 154.
- Jiang, Z., Xu, C., Gan, J., Sun, M., Zhang, X., Zhao, G., Lv, C., 2024. Chicoric acid inserted in protein Z cavity exhibits higher stability and better wound healing effect under oxidative stress. *International Journal of Biological Macromolecules*, 258: 128823.
- Keskin, C., Baran, A., Baran, M. F., Hatipoğlu, A., Adican, M. T., Atalar, M.N., ... & Eftekhari, A., 2022. Green synthesis, characterization of gold nanomaterials using *Gundelia tournefortii* leaf extract, and determination of their nanomedicinal (antibacterial, antifungal, and cytotoxic) potential. *Journal of Nanomaterials*, 211066: 1-10.
- Keskin, C., 2015. Antioxidant, anticancer and anticholinesterase activities of flower, fruit and seed extracts of *Hypericum amblysepalum* HOCHST. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 16(7): 2763-2769.
- Khan, S.A., Akhtar, M.J., Gogoi, U., Meenakshi, D.U., Das, A., 2023. An overview of 1, 2, 3-triazole-containing hybrids and their potential anticholinesterase activities. *Pharmaceuticals*, 16(2): 179.
- Lee, J., Scagel, C., 2023. Chicoric acid: Chemistry, distribution, and production. *Frontiers in Chemistry*, 1: 40.
- Lim, Y.H., Kim, I.H., Seo, J.J., 2007. *In vitro* activity of kaempferol isolated from the *Impatiens balsamina* alone and in combination with erythromycin or clindamycin against *Propionibacterium acnes*. *Jornal of Microbiology*, 45: 473–477.
- Maeda, H., Dudareva, N., 2012. The Shikimate Pathway and aromatic amino acid biosynthesis in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 63: 73–105.
- Malik, A., Khatkar, A., Kakkar, S., 2023. A Review on pharmacological activities of vanillic acid and its derivatives. *Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences*, 13: 1-12.
- Nikolic, P., Mudgil, P., 2023. The cell wall, cell membrane and virulence factors of *Staphylococcus aureus* and their role in antibiotic resistance. *Microorganisms* 11(2): 259.
- Manuja, R., Sachdeva, S., Jain, A., Chaudhary, J., 2013. A comprehensive review on biological activities of p-hydroxy benzoic acid and its derivatives. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 22(2): 109-115.

- Moreno-Montoro, M., Olalla-Herrera, M., Gimenez-Martinez, R., Navarro-Alarcon, M., Rufian-Henares, J.A., 2015. Phenolic compounds and antioxidant activity of Spanish commercial grape juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 38: 19-26.
- Nishimura, H., Satoh, A., 2006. Antimicrobial and nematocidal substances from the root of chicory (*Cichorium intybus*). Allelochemicals: *Biological Control of Plant Pathogens and Diseases*, 2: 177–180.
- Oboh, G., Ogunraku, O.O., Oyeleye, S.I., Olasehinde, T.A., Ademosun, A.O., Boligon, A.A., 2017. Phenolic extracts from *Clerodendrum volubile* leaves inhibit cholinergic and monoaminergic enzymes relevant to the management of some neurodegenerative diseases. *Journal of Dietary Supplements*, 14(3): 358-371.
- Oliveira, A., Dias, C., Oliveira, R., Almeida, C., Fucinos, P., Sillankorva, S., Oliveira, H., 2024. Paving the way forward: *Escherichia coli* bacteriophages in a One Health approach. *Critical Reviews in Microbiology*, 50(1): 87-104.
- Pang, Z., Chen, J., Wang, T., Gao, C., Li, Z., Guo, L., Cheng, Y., 2021. Linking plant secondary metabolites and plant microbiomes: a review. *Frontiers in Plant Science*, 12: 621276.
- Pearl I.A., 1946. Reactions of vanillin and its derived compounds. I. The reaction of vanillin with silver oxide. *Journal of the American Chemical Society*, 68: 429-432.
- Pereira, D.M., Valentão, P., Pereira, J.A., Andrade, P.B., 2009. Phenolics: From chemistry to biology. *Molecules*, 14(6): 2202-2211.
- Piasecka, A., Jedrzejczak-Rey, N., Bednarek, P., 2015. Secondary metabolites in plant innate immunity: conserved function of divergent chemicals. *New Phytologist*, 206: 948–964.
- Safarova, I.R., 2022. Hydroxybenzoic acid derivatives and their biological activity. *Processes of Petrochemistry and Oil Refining*, 23(1): 134-147.
- Salehi, B., Fokou, P.V.T., Sharifi-Rad, M., Zucca, P., Pezzani, R., Martins, N., Sharifi-Rad, J., 2019. The therapeutic potential of naringenin: a review of clinical trials. *Pharmaceuticals*, 12(1): 11.
- Sheikh, Z.N., Sharma, V., Raina, S., Bakshi, P., Zari, A., Zari, T.A., Hakeem, K.R., 2024. Phytochemical screening, HPLC fingerprinting and *in vitro* assessment of therapeutic potentials of different apricot cultivars against diabetes, Alzheimer's disease and cancer. *Heliyon*, 10(19).
- Shikha, A., Adarsh, K., Ankit, K.S., Harshwardhan, S., Suresh, T., Pradeep, K., 2024. A comprehensive review on pharmacognosy, phytochemistry and pharmacological activities of 8 potent *Prunus* species of southeast Asia. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 44(3): 620.
- Shin, S.A., Joo, B.J., Lee, J.S., Ryu, G., Han, M., Kim, W.Y., Lee, C.S., 2020. Phytochemicals as anti-inflammatory agents in animal models of prevalent inflammatory diseases. *Molecules*, 25(24): 5932.
- Sobhani, M., Farzaei, M.H., Kiani, S., Khodarahmi, R., 2021. Immunomodulatory; anti-inflammatory/antioxidant effects of polyphenols: a comparative review on the parental compounds and their metabolites. *Food Reviews International*, 37(8): 759-811.
- Sun, W., Shahrajabian, M.H., 2023. Therapeutic potential of phenolic compounds in medicinal plants—Natural health products for human health. *Molecules* 28(4): 1845.

- Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., Yangsabai, A., 2018. Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: An overview. *Medicines*, 5(3): 93.
- Uçar, K., Göktaş, Z., 2023. Biological activities of naringenin: A narrative review based on *in vitro* and *in vivo* studies. *Nutrition Research*, 119: 43-55.
- Yusoff, I.M., Taher, Z.M., Rahmat, Z., Chua, L.S., 2022. A review of ultrasound-assisted extraction for plant bioactive compounds: Phenolics, flavonoids, thymols, saponins and proteins. *Food Research International*, 157: 111268.
- Wang, M.J., Chao, P.D., Hou, Y.C., Hsiu, S.L., Wen, K.C., Tsai, S.Y., 2006. Pharmacokinetics and conjugation metabolism of naringin and naringenin in rats after single dose and multiple dose administrations. *Journal of Food and Drug Analysis*, 14(3): 4.
- Wang, K., Chen, Z., Huang, J., Huang, L., Luo, N., Liang, X., Xie, W., 2017. Naringenin prevents ischaemic stroke damage via anti-apoptotic and anti-oxidant effects. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 44(8): 862-871.
- Wang, L., Pan, X., Jiang, L., Chu, Y., Gao, S., Jiang, X., Peng, C., 2022. The biological activity mechanism of chlorogenic acid and its applications in food industry: A review. *Frontiers in Nutrition*, 9: 943911.
- Zagoskina, N.V., Zubova, M.Y., Nechaeva, T.L., Kazantseva, V.V., Goncharuk, E.A., Katanskaya, V.M., Aksenova, M.A., 2023. Polyphenols in plants: structure, biosynthesis, abiotic stress regulation, and practical applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(18): 13874.

Atf Şekli: Keskin, C., Aras, İ.O., Baran, M.F., Baran, A., Topgider, Ö., Asyalı, Ş., Bilici, E., 2025. *Prunus cerasus* (Vişne) Meyvesinden Elde Edilen Öütlerin Antimikrobiyal, Antikolinesteraz Aktivitelerinin ve Fenolik Bileşenlerinin Araştırılması. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 10(3): 588–599. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17065502>.

To Cite: Keskin, C., Aras, İ.O., Baran, M.F., Baran, A., Topgider, Ö., Asyalı, Ş., Bilici, E., 2025. Investigation of Antimicrobial, Anticholinesterase Activities, and Phenolic Contents of Extracts Obtained from *Prunus cerasus* (Sour Cherry) Fruit. *MAS Journal of Applied Sciences*, 10(3): 588–599. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17065502>.
