

Atıf İçin: Akkoyun, B.M, Ekin, S, Akkoyun, H. T, Bakır, A, Gök, H.N ve Özgökçe, F. (2026). *Astragalus halicacabus* Lam. Bitkisinin Antioksidan Özelliğinin Belirlenmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*,16(2), 634-645.

To Cite: Akkoyun, B.M, Ekin, S, Akkoyun, H. T, Bakır, A, Gök, H. N, Özgökçe, F. (2026). Determination of Antioxidant Properties of *Astragalus halicacabus* Lam. *Plant. Journal of the Institute of Science and Technology*, 16(2), 634-645.

***Astragalus halicacabus* Lam. Bitkisinin Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi**

Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN^{1*}, Suat EKİN², H.Turan AKKOYUN³, Ahmet BAKIR⁴, H.Nazlı GÖK⁵, Fevzi ÖZGÖKÇE⁶

Öne Çıkanlar:

- Endemik bitki
- *Astragalus halicacabus*, C vitamini içeriği
- *Astragalus halicacabus*, anti radikal özellikleri

Anahtar Kelimeler:

- Astragalus halicacabus* Lam
- DPPH
- ABTS
- serbest radikal
- dinitro fenilhidrazin
- C vitamini

ÖZET:

Sunulan çalışmada Türkiye’de endemik olarak yetişen *Astragalus halicacabus* Lam. türünün toplam fenol, flavanoid içeriği, toplam antioksidan kapasitesi, serbest radikal giderim kapasitesi ve güçlü antioksidan vitamin olan askorbik asit (C vitamini) içeriği değerlendirildi. Bitki yapraklarının toplam antioksidan kapasitesi 10.32±0.30 mM askorbik asit/g, toplam fenol içeriği 4.29±0.12 mg gallikasit/g, toplam flavonoid içeriği 3.54±0.22 mg kuersetin/g olarak, askorbik asit (C vitamini) miktarı ise 48.46±0.79 mg/100g düzeyinde bulundu. DPPH(2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ve ABTS(2,2-azino-bis-3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) radikallerinin, %inhibisyon düzeylerinin sırasıyla %56.15 ve %54.60 olduğu, değerlerin birbirine oldukça yakın olduğu, fakat pozitif kontrol olan bileşiklere oranla bitkinin süpürme aktivitesinin zayıf olduğu görüldü. 95.12 µg/ml konsantrasyon değerinde bitkinin süperoksit radikalini süpürmede (%70.46), pozitif kontrole (%49.28) oranla daha etkin olduğu tesbit edildi. Metal şelatlama inhibisyonun %51.66, IC₅₀ değerinin 43.17±0.68 µg/ml olduğu, hidroksil radikalini inhibe eden en yüksek değerin ise %67.09 olduğu görüldü. Bitkinin H₂O₂ giderim kapasitesi değerlendirildiğinde, en yüksek inhibisyonu %58.54, IC₅₀ değeri ise 66.29±1.23 µg/ml olarak rapor edildi. Süperoksit radikali gideriminin, BHT’ye kıyasla daha yüksek bulunması dikkat çekici bir bulgudur ve bitkinin belirli radikal türlerine karşı son derece etkili olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, bitkinin hidroksil, hidrojen peroksit giderim ve metal şelatlama aktivitesi, pozitif kontrollere göre daha düşük düzeylerde kalmıştır. Bu durum, bitkinin belirli radikal türlerine karşı güçlü, bazı türlere karşı ise sınırlı antioksidan etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. *Astragalus halicacabus* Lam. bitkisinin belirli radikal türlerine karşı etkili bir antioksidan potansiyel taşıdığı, zengin fenolik bileşimi, vitamin içeriği ile doğal bir antioksidan kaynağı olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, bitkinin farmakolojik uygulamalarda, fonksiyonel gıdalarda veya doğal antioksidan formülasyonlarında kullanılabilmesi için önemli bir bilimsel temel oluşturmaktadır.

Determination of Antioxidant Capacity of *Astragalus halicacabus* Lam.

Highlights:

- Endemic plant
- *Astragalus halicacabus*, vitamin C content
- *Astragalus halicacabus*, antiradical properties

Keywords:

- *Astragalus halicacabus* Lam
- DPPH
- ABTS
- free radicals
- dinitro phenylhydrazine
- vitamin C

ABSTRACT:

In this study, the total phenolic and flavonoid contents, total antioxidant capacity, free radical scavenging activities, ascorbic acid levels of the endemic *Astragalus halicacabus* Lam. species growing in Turkey were thoroughly evaluated. The total antioxidant capacity of the leaves was determined as 10.32±0.30 mM ascorbic acid/g, while total phenolic and total flavonoid contents were 4.29±0.12 mg gallic acid/g and 3.54±0.22 mg quercetin/g, respectively. The ascorbic acid content was measured as 48.46±0.79 mg/100 g. DPPH(2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) and ABTS (2,2-azino-bis-3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) radical inhibition values were 56.15% and 54.60%, indicating similar activity yet remaining lower than those of the positive controls. In contrast, the plant exhibited markedly higher superoxide radical scavenging activity at 95.12 µg/ml (70.46%), clearly exceeding the positive control (49.28%). Metal chelation inhibition was found to be 51.66% with an IC₅₀ of 43.17±0.68 µg/ml, while hydroxyl radical inhibition reached 67.09%. Hydrogen peroxide scavenging produced a maximum inhibition of 58.54%, with an IC₅₀ value of 66.29±1.23 µg/ml. Overall, the strong superoxide radical scavenging capacity highlights the selective yet potent antioxidant behavior of the plant. Although its hydroxyl radical, hydrogen peroxide scavenging, and metal chelating activities were comparatively lower than those of the reference antioxidants, the plant still demonstrates meaningful antioxidant potential. These findings suggest that *Astragalus halicacabus* Lam., with its rich phenolic profile and notable vitamin content, represents a valuable natural antioxidant source with promising potential in pharmacology, functional food development, and natural antioxidant formulations, while also contributing important insights into the species’ biochemical characteristics and supporting its possible therapeutic relevance in future research.

¹Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN (Orcid ID:0000-0001-5150-5402)Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü,Biyokimya ABD.Siirt, Türkiye

²Suat EKİN (Orcid ID:0000-0002-6502-5028)Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Van, Türkiye

³H.Turan AKKOYUN (Orcid ID:0000-0002-4547-8003)Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, Fizyoloji ABD. Siirt, Türkiye

⁴Ahmet BAKIR (Orcid ID:0000-0002-0797-285X),Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Van, Türkiye

⁵H.Nazlı GÖK (Orcid ID:0000-0003-4115-7509) Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Ankara, Türkiye

⁶Fevzi ÖZGÖKÇE (Orcid ID:0000-0002-3119-8561)Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü. Van, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author:Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN, e-mail: mahireakkoyun@siirt.edu.tr

GİRİŞ

Metabolizmada serbest radikallerin meydana gelmesi pek çok hastalık sürecinin gelişimi ve ilerlemesinde oldukça önemli bir rol oynar. Bu radikallerin miktarının artması ve yüksek düzeyde birikmeleri, serbest radikal süpürücülerin ya da antioksidanların miktarlarının azalması, çevresel faktörlere (ultraviyole radyasyon, duman ve kirleticiler vb) yüksek düzeyde maruz kalma, hipoksi ve doku zararları sonucu meydana gelebilmektedir (Yılmaz ve ark., 2005). Serbest radikallerin ve radikal türlerinin kimyasal aktivitelerinin yüksek olması, lipid, protein, enzim, DNA, nükleotid, RNA koenzimler gibi oldukça fazla sayıda biyolojik materyale saldırarak onlarda hasar oluşmasına sebebiyet verir (Gill ve Tuteja, 2010; Ningappa ve ark., 2008). Meydana gelen bu hasalar neticesinde, yüksek oranda kalp damar hastalıkları, inme, romatoid artrit, katarakt, yaşlanma, diyabet, farklı kanser türleri, bağışıklık sisteminde zayıflama ve çökme, sinir sistemi problemleri gibi birçok kronik hastalık meydana gelir. Sonuç olarak da hücre ölümleri kaçınılmaz olur (Akkoyun 2024; Fubunive Hubbard, 2003). Serbest radikallerin neden olduğu ciddi hasarları önlemek için metabolizma tarafından çeşitli savunma mekanizmaları geliştirilmiştir. Geliştirilen mekanizmalar antioksidan savunma sistemleri ya da kısa bir tanım olarak antioksidanlar şeklinde isimlendirilirler (Bounous ve Molson, 2003; Patekar ve ark. 2013). Antioksidan karektere sahip olan bileşenler, serbest radikaller ve reaktif oksijen molekülleri tarafından meydana getirilen bu hasarı en aza indirmede yardımcı ya da destekleyici olarak kullanıma sahiptirler (Halliwell ve ark. 1984; Mau ve ark. 2001). *Astragalus L* (Geven) Avrupa, Asya ve Afrika olmak üzere eski dünya olarak bilinen üç farklı kıtada toplamda 2389 farklı tür ile Leguminosae (Fabaceae) ailesine ait olan, dünyanın en geniş cinsi olarak bilinir. Türkiye florasında 490 tür ile temsil edilen, *Astragalus L.*'nin bu floraya özgü endemiklik oranı %51 olarak bilinmektedir (Aytaç ve ark., 2021; Tunçkol ve ark., 2020). Uzun yıllardan bu yana halk arasında *Astragalus* türlerinin, terlemeyi önleyici, şeker hastalığı başta olmak üzere pek çok hastalığın, nefritin, rahim kanserinin ve löseminin tedavisinde kullanım alanının olduğu ortaya konmuştur (Tang ve Eisenbrand, 1992). Ayrıca Doğu Anadolu'da *Astragalus* türlerinin, kanser ve boğaz ağrılarında kullanıldığı da bildirilmiştir (Djimtombaye ve ark., 2013).

Sunulan çalışmanın amacı, Türkiye'de endemik olarak yetişen *Astragalus halicacabus* Lam. bitkisinin antioksidan potansiyelini değerlendirmektir. Yapılan çalışmada *Astragalus halicacabus* Lam. türünün seçilmesinin sebebi bitkinin endemik bir tür olması ve halk tarafından kanser üzerinde olumlu etkisinin bulunması, bağışıklık güçlendirici olduğuna inanılmasıdır. Yapılan literatür taramalarında *Astragalus halicacabus* Lam. türünün antioksidan özelliğine ait herhangi çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda bitki yapraklarının serbest radikalleri süpürme kapasitesi, toplam fenol ve toplam flavonoid içeriği, C vitamini düzeyi ile toplam antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Elde edilen veriler ile bu türün antioksidan özelliklerinin ortaya konulması, ileride yapılacak farmakolojik ve kimyasal çalışmalara referans teşkil etmesi ve potansiyel yeni ilaç ya da gıda takviyesi geliştirme çalışmalarına bilimsel bir temel sağlanması hedeflenmektedir.

MATERYAL VE METOT

Astragalus halicacabus Lam. Bitki Materyalinin Toplanması ve Ekstraktın Hazırlanması

Astragalus halicacabus Lam (Fabaceae) B9 Van: Erciş ilçesi, Hasanabdal Mahallesi step, 390 12' 37'' N, 430 21' 54'' E, 2608 m, F 2085 m, F15184, toplanmıştır.

Bu çalışma kapsamında incelenen bitki türü, Prof. Dr. Fevzi Özgökçe tarafından, gerekli izinler alındıktan sonra toplanmış olup, toplanan bitki örneği VANF 20296 numarasıyla Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu (VANF)'nda muhafaza edilmektedir. Arazi çalışmaları ve örnek toplama süreçleri, Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar, 14. Bölge

Müdürlüğü, Van Şube Müdürlüğünün sorumluluğunda yürütülen “Van İlinde Biyolojik Çeşitliliğe Dayalı Geleneksel Bilginin Kayıt Altına Alınması Projesi” kapsamında alınan izin doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca endemik ve nadir türlerin toplanması ve bilimsel amaçla kullanımı, tüm ilgili Kanun ve yönetmeliklere uygun olarak yürütülmüştür. Tüm bu iş ve işlemler ulusal biyogüvenlik, etik ve veri koruma ilkeleriyle uyumlu olarak yürütülmüştür.

Astragalus halicacabus bitki örneği gölgede kurutulduktan sonra yaprakları ayrılarak öğütüldü. Öğütülen yaprak örneklerden 5 g tartıldı. Ardından renkli şişelere aktarıldı. Öğütülmüş numunelerin üzerlerine %80’lik metanol ilave edildikten sonra karıştırıcılı su banyosunda 24 saat süresinde 35°C’de ekstrakte edildi. Ekstrakte edilen numuneler yaklaşık 5000 rpm’de 10 dk. santrifüjlendi ve whatman süzgeç kağıdı yardımıyla süzüldü. Ardından rotary evaporator kullanılarak metanol ortamdan atıldı. Elde edilen metanol ekstresi liyofilizasyona tabi tutuldu ve liyofilizat -20°C’de saklandı (Cai ve ark., 2004).



Şekil 1. *Astragalus halicacabus* Lam

Toplam Fenol , Toplam Flavonoid ve Toplam Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

Bitkinin hazırlanan yaprak ekstraktlarının, toplam fenol, toplam flavanoid, toplam antioksidan kapasitesinin ölçülmesinde spektrofotometrik yöntem kullanıldı. Toplam fenol içeriği 765 nm dalga boyunda (Gamez-Meza ve ark., 1999), toplam flavanoid içeriği 415 nm dalga boyunda (Park et al. 1997), toplam antioksidan kapasite ise 695 nm dalga boyunda (Prieto ve ark., 1999) ölçüldü.

DPPH Serbest Radikali ve ABTS Radikalini Giderme Kapasitesinin Belirlenmesi

Bitki yaprak ekstraktının, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalini giderme aktivitesi spektrofotometrik olarak 517 nm dalga boyunda belirlendi (Cuendet ve ark., 1997; Burits ve ark., 2001). Bitki yaprak ekstraktının ABTS (2,2-azino-bis-3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) radikal süpürücü aktivitesi 734 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak belirlendi. Pozitif kontrol olarak sırasıyla BHT ve Trolox, kullanıldı (Arnao ve ark. 2001).

Süperoksit Radikali, Hidroksil Radikali ve Hidrojen Peroksit Giderme Kapasitenin Belirlenmesi

Bitki yaprağına ait örneklerin, süperoksit radikalı giderme kapasitesinin belirlenmesi için 0.05 M’lık pH:7.8 olan fosfat tamponu hazırlandı. Ekstrakta, 0.2 ml riboflavin, 0.2 ml L-metiyonin ve 0.2 ml NBT ilave edildi. Oluşan tepkime karışımı oda sıcaklığında 40 dakika floresans ışığa maruz bırakıldı. Absorbans, sudan oluşan köre karşı 560 nm’de kaydedildi (Zhishen ve ark., 1999).

Bitki yaprağına ait örneklerinin hidroksil radikalının giderme kapasitesinin belirlenmesi için, hazırlanan ekstrakta 2.8 mM deoksiriboz, 1 mM FeCl₃, 1 mM EDTA, 1 mM askorbik asit ve 1 mM H₂O₂ çözeltilerinden eklenerek son hacimleri 20 mM fosfat tamponu ile (pH: 7.4) 1 ml’e tamamlandı.

Vorteks edildikten sonra tepkime karışımı 37 °C’de 1 saat inkübe edildi. Daha sonra 1 ml TBA ve 1 ml TCA eklenip tekrar vortekslendi. Ardından 30 dakika 100° C’ de kaynatıldı. Açığa çıkan MDA’nın TBA ile oluşturduğu renkli karışımın 532 nm’de absorbansı kontrol örneğine karşı okundu. (Kunchandy ve Rao, 1990). Bitki yaprak örneklerinin hidrojen peroksit giderme kapasitesinin belirlenmesi için fosfat tamponunda (pH: 7.4) 43 mM’lık hidrojen peroksit (H₂O₂) çözeltisi hazırlandı. Bitki numunelerine 0.6 ml hidrojen peroksit çözeltisi ilave edildi. 10 dakika oda sıcaklığında inkübe edildikten sonra hidrojen peroksidin azalan miktarı 230 nm’de kaydedildi. Kör olarak tampon çözelti kullanıldı (Ruch, 1989).

Metal Şelatlama Kapasitesinin Belirlenmesi

Farklı konsantrasyonlarda (15-180 mg/ml aralığında) bitki yaprak özütlerinden 0.4 ml alınarak, 0.6 mM FeCl₂ (0.1 ml) çözeltisine ilave edildi. Tepkime 5 mM ferrozin (0.2 ml) eklenerek başlatıldı. Daha sonra karışım kuvvetlice çalkalandı ve oda sıcaklığında 10 dakika bekletildi. Çözeltinin absorbansı daha sonra 562 nm’de spektrofotometrik olarak ölçüldü (Dinis ve ark., 1994; Decker ve Welch, 1990)

Vitamin C (askorbik asit) tayini

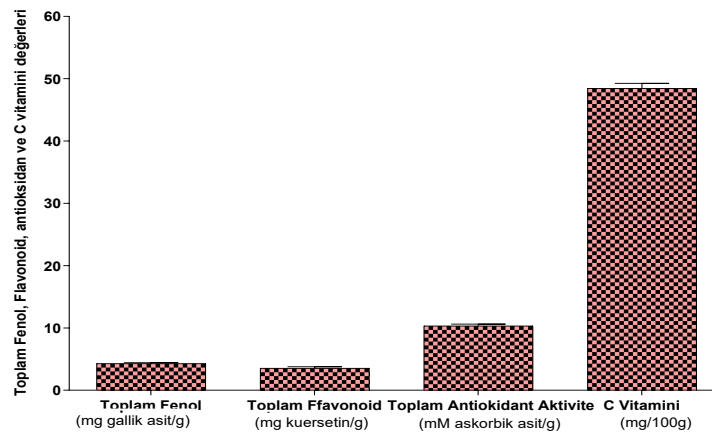
C vitamini düzeyinin belirlenmesinde, 500 mg olarak alınan kuru yaprak örneğine, 2 ml asetik asit, 2 ml okzalik asit eklenerek 5 dk. santrifüjlendi. Santrifüjün ardından 2 ml süzöntünün üzerine, 1-2 damla tiyoüre ayırıcı ardından 0,5 ml 2,4-DNPH (2,4-dinitrofenilhidrazin) ilave edilerek, 90°C sıcaklıktaki su banyosunda bekletildi. Ardından örnekler buz banyosu üzerinde sülfürik asit çözeltisi eklendi. İnkübasyonun ardından spektrofotometre kullanılarak 521 nm dalga boyunda absorbansları okunmak suretiyle ölçümler gerçekleştirildi (Brewster, 1984; Golubkina ve ark., 1989).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Astragalus halicacabus bitkisinin toprak üstü kısımlarından olan yaprakları kullanılarak hazırlanan metanol ekstratının toplam fenol, toplam flavanoid içeriği, toplam antioksidan kapasitesi ve C vitamini düzeyi standart grafikler hazırlanarak hesaplandı.

Çizelge 1. *A. halicacabus*, C vitamini, fenol, flavonoid ve total antioksidan kapasitesi

Bitki Adı	C Vitamini (mg/100g)	T. fenol (mg gallik asit/g)	T. flavonoid (mg kuersetin/g)	T. antioksidan kapasite (mM askorbik asit/g)
<i>Astragalus halicacabus</i>	48.46 ± 0.79	4.29 ± 0.12	3.54 ± 0.22	10.32 ± 0.30



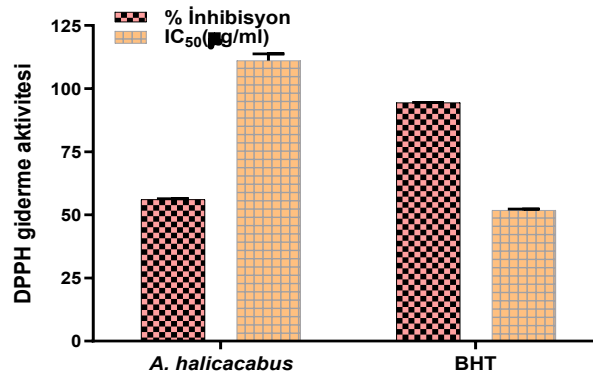
Şekil 2. *Astragalus halicacabus* total antioksidan, toplam fenol, toplam flavanoid ve C vitamini içeriği

Sonuçlar Çizelge 1 ve Şekil 2’de verildi. Bitkinin toplam antioksidan kapasitesi 10.32 ± 0.30 mM askorbik asit/g, toplam fenolik madde içeriği 4.29 ± 0.12 mg gallikasit/g ve toplam flavonoid içeriği 3.54 ± 0.22 mg kuersetin/g olarak, askorbik asit(C vitamini) miktarı ise 48.46 ± 0.79 mg/100g düzeyinde bulundu.

Astragalus halicacabus yaprak ekstraktının, DPPH radikal giderme aktivitesi spektrofotometrik olarak belirlendi. Pozitif kontrol olarak BHT kullanıldı. Sonuçlar Çizelge 2. ve Şekil 3’de verildi. *Astragalus halicacabus* bitki yaprak ekstraktının DPPH radikalini 56.15 ± 0.21 oranında inhibisyona uğrattığı, fakat pozitif kontrol olarak kullanılan BHT’ye oranla süpürme aktivitesinin zayıf olduğu görüldü.

Çizelge 2. *A. halicacabus* DPPH radikali inhibisyon yüzdeleri ve IC_{50} değerleri

	% Inhibisyon	IC_{50} (µg/ ml)
<i>Astragalus halicacabus</i>	56.15 ± 0.21	111.11 ± 2.69
BHT	94.46 ± 0.084	51.89 ± 0.38

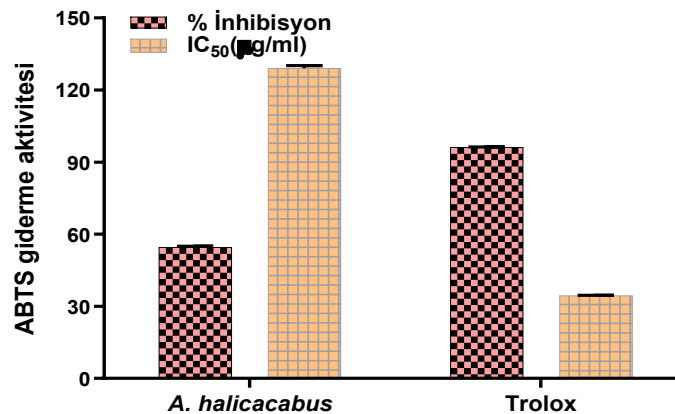


Şekil 3. *Astragalus halicacabus* DPPH giderme % İnhibisyon ve IC_{50} grafiği

Astragalus halicacabus, ABTS radikali giderme kapasitesi; Çizelge 3. ve Şekil 4’de verildi. ABTS radikalinin %inhibisyon düzeyinin 54.60 ± 0.46 olduğu, fakat pozitif kontrol olarak kullanılan troloksa oranla bitkinin süpürme aktivitesinin zayıf olduğu tesbit edildi.

Çizelge 3. *A. halicacabus* ve troloksun, ABTS radikali inhibisyon yüzdeleri IC_{50} değerleri

	% Inhibisyon	IC_{50} (µg/ml)
<i>Astragalus halicacabus</i>	54.60 ± 0.46	129.09 ± 1.08
Troloks	96.24 ± 0.043	34.42 ± 0.19

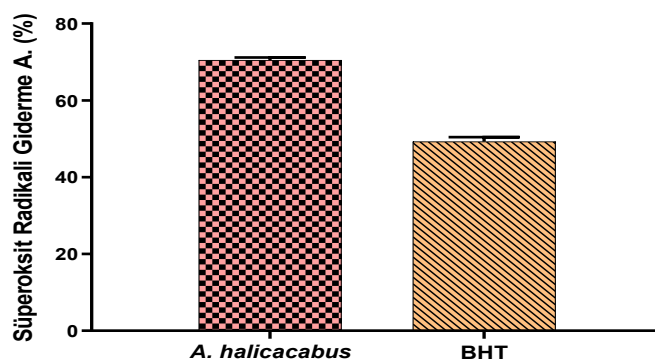


Şekil 4. *Astragalus halicacabus* ABTS giderme % inhibisyon ve IC_{50} grafiği

Bitki yaprak ekstraktının süperoksit radikali giderme kapasitesi değerlendirildiğinde 95.12 µg/ml konsantrasyon değerinde %70.46±0.72 inhibisyon etkisine sahip olduğu pozitif kontrol olarak kullanılan BHT'nin ise 49.28±1.15 inhibisyonunda değerinde kaldığı %50 inhibisyon değeri göstermediği belirlendi. Buradan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde bitkinin etkin bir süpürme kapasitesine sahip olduğu belirlendi. Sonuçlar Çizelge 4. ve Şekil 5'te verildi.

Çizelge 4. *A. halicacabus*, süperoksit radikalini giderme kapasitesi

Konsantrasyon(95.12 µg/ml)	% İnhibisyon
<i>Astragalus halicacabus</i>	70.46±0.72
BHT	49.28±1.15

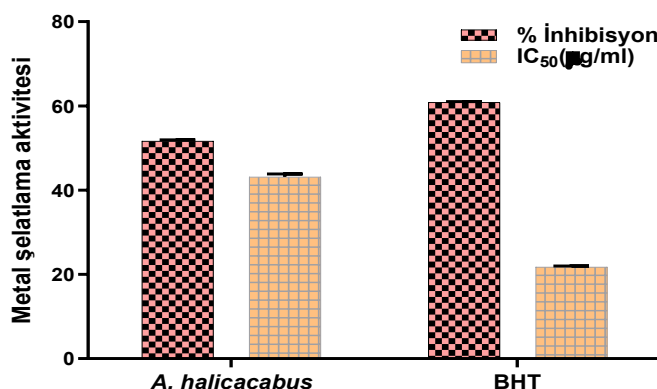


Şekil 5. *Astragalus halicacabus*, süperoksit radikali % inhibisyon grafiği

Bitki yaprak ekstraktının belirlenen metal şelatlama aktivitesi Çizelge 5 ve Şekil 6'da verildi. Metal şelatlama aktivitesi değerlendirildiğinde pozitif kontrole kıyasla bitkinin etkisinin daha zayıf kaldığı belirlenirken, bitki yaprak ekstraktının %51.66 oranında inhibisyon gösterdiği raporlandı.

Çizelge 5. *A. halicacabus*, metal şelatlama aktivitesi, inhibisyon yüzdeleri IC₅₀ değerleri

	% İnhibisyon	IC ₅₀ (µg/ml)
<i>Astragalus halicacabus</i>	51.66 ± 0.30	43.17 ± 0.68
BHT	60.88 ± 0.15	21.79 ± 0.20

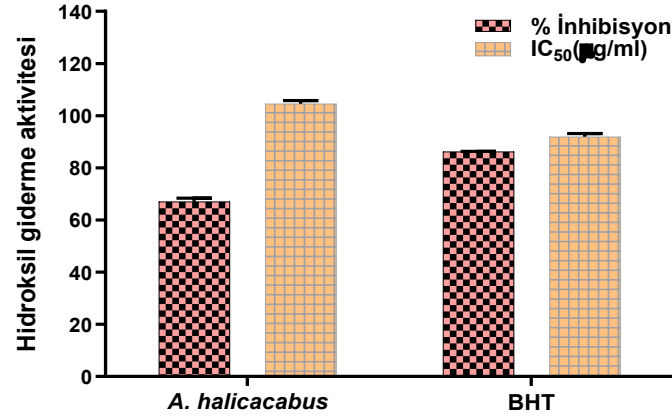


Şekil 6. *Astragalus halicacabus* metal şelatlama % inhibisyon ve IC₅₀ grafiği

Astragalus halicacabus ve BHT'nin hidroksil radikalini %50 inhibe eden derişimi ve %inhibisyon değerleri Çizelge 6. Şekil 7'de verildi. Bitkinin IC₅₀ değeri 104.55±1.24 iken pozitif kontrolde bu değer 91.95±1.20 µg/ml olarak belirlendi. Aktivite düzeylerinin birbirine yakın olduğu BHT'nin bitkiye oranla daha yüksek aktiviteye sahip olduğu görüldü.

Çizelge 6. *A. halicacabus* ve pozitif kontrolün, hidroksil radikali inhibisyon yüzdeleri IC₅₀ değerleri

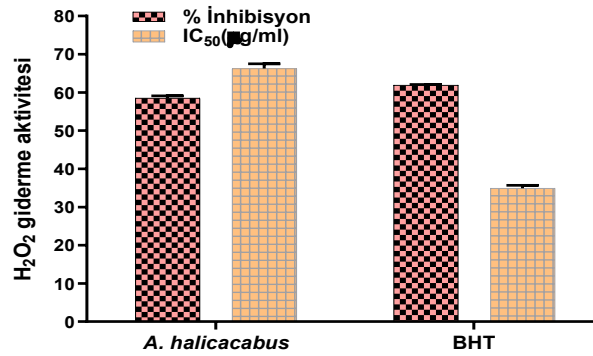
	% İnhibisyon	IC ₅₀ (µg/ml)
<i>Astragalus halicacabus</i>	67.09 ± 1.29	104.55 ± 1.24
BHT	86.24 ± 0.082	91.95 ± 1.20

**Şekil 7.** *Astragalus halicacabus* hidroksil radikali % inhibisyon ve IC₅₀ grafiği

Bitki yaprak ekstraktının hidrojen peroksit radikalini en yüksek % inhibisyon değeri 58.54±0.59 ve IC₅₀ değeri ise 66.29±1.23 olarak belirlendi. Pozitif kontrol olan BHT ile kıyaslandığında bitkinin daha zayıf aktiviteye sahip olduğu tesbit edildi. Sonuçlar Çizelge 7. ve Şekil 8’de verildi.

Çizelge 7. *A. halicacabus* ve BHT’nin, H₂O₂ radikali inhibisyon yüzdeleri ve IC₅₀ değerleri

	% İnhibisyon	IC ₅₀ (µg/ml)
<i>Astragalus halicacabus</i>	58.54 ± 0.59	66.29 ± 1.23
BHT	61.88 ± 0.23	34.92 ± 0.77

**Şekil 8.** *Astragalus halicacabus* hidrojen peroksit radikali % inhibisyon ve IC₅₀ grafiği

Genel olarak bakıldığında bitkiler metabolizmalarında çok farklı çeşitlilikte ikincil metabolitler oluşturmaktadırlar. Bitkilerin oluşturdıkları ikincil metabolitlerden fenolik bileşenler bunların arasında en önemlilerden bir tanesidir (Bravo, 1998; Michalak, 2006). Fenolik bileşikler meyve, sebze ve birçok bitkinin tohum, yaprak, gövde, çiçek ve dallarında yüksek oranlarda yer alırlar. Glikozitler şeklinde, yaprak, çiçek, meyve gibi dokularda, aglikonlar olarak da odunsu dokularda lokalize olurlar (Iwashina, 2000; Kahkönen ve ark., 1999). Fenolik bileşiklerin insan sağlığı üzerine olumlu etkileri oldukça yüksektir. Bu etkilerden en önemlisi serbest radikalleri inhibisyona uğratmaları ve metabolizmayı hasara karşı korumalarıdır (Narayana ve ark., 2001; Nijveldt ve ark., 2001; Thouillas ve ark., 2003). Fenolik asitler ve flavanoidler bitki fenolik bileşiklerinin en yaygın gruplarıdır. Genel olarak fenolik asitler fenolik halka ve karboksilik fonksiyonel grup içeren aromatik bileşenler olarak

bilinirken, flavanoidler C6-C3-C6 iskeletine sahip di-fenilpropan yapısında olan fenil grupları arasında üçlü karbon köprüsüne rastlanan bileşiklerdir. Diğer gruplar arasında gözlemlenen farklar, hidroksil gruplarının sayılarından, üçlü karbon segmentinin oksidasyonundan ve doymamışlık derecesinden dolayıdır (Bravo, 1998; Hertog ve ark., 1992; Spanos ve Wrolstad, 1992). *Astragalus* L yaklaşık olarak 3000 farklı tür ile Leguminosae ailesine ait olarak bilinen en geniş cinslerden birisidir. Doğu Anadolu'da farklı *Astragalus* türlerinin kanser ve boğaz ağrılarında kullanıldığı bildirilmiştir (Djimtombaye ve ark., 2013). Yapılan farklı farmakolojik çalışmalarda, *Astragalus* türlerinin ham özleri ve izole edilmiş bileşenlerin, anti-enflamatuar, immünostimülan, antioksidatif, anti-kanser, antidiyabetik, kardiyoprotektif, hepatoprotektif ve antiviral aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Li ve ark., 2014). Farklı bir tür olan *Astragalus fasciculifolius* manna ekstraktının, farelerde antiinflamatuar, antinosiseptif ve antioksidan özellikleri değerlendirilmiştir. *Astragalus* ekstraktın anti-inflamatuar ve antioksidan gücü, ksilen testi ve ferrik indirgeyici antioksidan güç analizi ile belirlenmiş, *A. fasciculifolius* mannanın yüksek miktarda saponin varlığı nedeniyle ağrı ve iltihabı önleyebildiğini göstermiştir (Shahrani ve ark., 2020). Literatürde *Astragalus halicacabus* türünün antioksidan kapasitesini doğrudan değerlendiren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu eksiklikten yola çıkılarak, mevcut çalışmada bitkinin toplam fenol ve toplam flavonoid içeriği, toplam antioksidan kapasitesi, serbest radikal giderme etkinliği ve askorbik asit düzeyi gibi parametreler incelenerek antioksidan özelliklerinin kapsamlı bir şekilde ortaya konulması amaçlanmıştır. Sunulan çalışmada; *Astragalus halicacabus* Lam. bitkisinin toplam antioksidan kapasitesi 10.32 ± 0.30 (mM askorbik asit/g) toplam fenol içeriği 4.29 ± 0.12 (mg gallik asit/g) ve toplam flavonoid içeriği ise 3.54 ± 0.22 (mg kuersetin/g) olarak tesbit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada *Astragalus* cinsine ait *A. condensatus* Ledeb., *A. schizopterus* Boiss., *A. leporinus* Boiss. var., *A. densifolius* Lam., *A. plumosus* Willd., *A. drusorum* Boiss. ve *A. akmanii* türlerinden çözücü olarak metanol ve etanol kullanılarak elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde içeriği, toplam flavonoid içeriği, antioksidan aktiviteleri ve antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir. Türlerin toplam fenol içeriğinin 5.15 ile 24.81 mg gallik asit/g arasında, toplam flavonoid içeriğinin 2.98 ile 10.84 mg kuersetin/g arasında değiştiği rapor edilmiştir (Çolak ve ark., 2025). Bir başka çalışmada Türkiye florasına ait, 2'si endemik olmak üzere dört *Astragalus* türünün fenolik madde içeriği, antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. *A. gummifer*, *A. microcephalus*, *A. talasseus*, *A. acmophyllus* türlerinin toplam fenol içeriği 5.49 ile 13.81 mg gallik asit/g arasında, toplam flavonoid içeriğinin ise 0.76 ile 2.19 mg kuersetin/g arasında değiştiği belirlenmiştir (Albayrak ve Kaya, 2018). Farklı *Astragalus* türlerinde yapılan bu çalışmalar dikkate alındığında, çalışmada değerlendirdiğimiz endemik türün toplam fenol ve toplam flavonoid içeriğinin literatür verileriyle uyumlu olduğu ve bitki yapraklarının toplam fenol ve toplam flavonoid içeriğinin iyi düzeyde olduğu, toplam antioksidan kapasitesinin de toplam fenol ve toplam flavonoid içeriğiyle orantılı olarak yüksek olduğu belirlenmiştir. *A. halicacabus* türünün, C vitamini içeriğinin ise 48.46 ± 0.79 (mg/100g) olduğu görülmüştür. Bitkinin belirlenen antioksidan kapasitesinin, yüksek C vitamini içeriği ile uyumlu olduğu söylenebilir. *A. halicacabus* bitki yapraklarının metanol ekstraktının önemli bir serbest radikal olan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) giderme aktivitesi değerlendirildiğinde ise bitkinin DPPH radikali inhibiyon yüzdesinin en fazla $\%56.15 \pm 0.21$, IC_{50} değerinin ise 111.11 ± 2.69 μ g/ml olduğu bulunmuştur. Sentetik bir antioksidan olan BHT ile kıyaslandığında bitkinin DPPH radikalini inhibe etmede BHT'ye oranla daha zayıf olduğu görülmüştür. *A. halicacabus* türünün DPPH süpürme aktivitesinin değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır farklı türlerle yapılan çalışma sonuçları incelendiğinde, *A. acmophyllus* türünün DPPH temizleme kapasitesinin IC_{50} değerinin 253.88 μ g/ml olduğu, *A. microcephalus* türünün ise IC_{50} değerinin 86.67 μ g/ml olduğu rapor edilmiştir (Albayrak ve Kaya, 2018) Yine farklı

Astragalus türlerinden, *A.microcephalus*, *A.macrocephalus*, *A.erinaceus* Fisch.&Mey. *A.psoaloides* ve *A.argyroides*, türlerinin non-polar ekstraktlarının DPPH radikalini süpürmede etkin oldukları, IC₅₀ değerlerinin sırası ile 35.2 µg/ml, 21.0 µg/ml, 22.0 µg/ml, 20.3 µg/ml ve 38.0 µg/ml olduğu belirtilmiştir (Adıgüzel ve ark., 2009). *A.halicacabus* türünün DPPH radikalini süpürmede bu türlere oranla daha zayıf kaldığı, *A.acmophyllus* türüne göre ise daha etkin olduğu tesbit edilmiştir. *Astragalus halicacabus* bitki ekstraktının ABTS radikalini giderme kapasitesi değerlendirildiğinde, en yüksek inhibisyon yüzdesinin %54.60±0.46 olduğu IC₅₀ değerinin ise 129.09±1.08 (µg/ml) olduğu tesbit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde ABTS bir radikal değildir ancak potasyum persülfat veya sodyum persülfat ile reaksiyona girerek ABTS⁺⁺ radikali oluşturur. Oluşan bu radikal koyu mavi/yeşil renktedir ve oldukça karardır. Bu radikal aracılığıyla çözeltilerin antioksidan kapasitesi belirlenir. Antioksidan varlığında koyu mavi/yeşil renk açılması meydana gelir. Çalışmada, biyolojik sistemlerde bulunan en güçlü radikal olarak bilinen hidroksil radikali (•OH), birçok enzimin normal katalitik fonksiyonu sırasında oluşan süperoksit (O₂•⁻) radikali ve serbest radikal olmamasına rağmen Fe²⁺ gibi geçiş metalleri ile reaksiyona girerek radikal oluşumunu tetikleyen ve hücre zarları üzerinden hücre içine geçebilen hidrojen peroksit (H₂O₂) için bitkinin giderim kapasiteleri genel olarak değerlendirildiğinde elde edilen bulgular, bitkinin bu üç reaktif türü inhibe etmede etkin olduğunu ve inhibisyon oranlarının yüzde ellinin üzerinde gerçekleştiğini göstermektedir. Bitki yaprak ekstraktının süperoksit radikalini temizlemede oldukça etkin olduğu %70.46±0.72 inhibisyon değerine ulaştığı belirlenmiştir. Farklı bir Astragalus türü *Astragalus membranaceus* (*A. membranaceus*) ile yapılan çalışmada tüm örneklerin süperoksit radikali giderme aktivitelerinin yüksek olduğu rapor edilmiştir (Kim ve ark., 2009). Çalışmamızla uyum gösteren bu sonuç değerlendirildiğinde Astragalus türlerinin süperoksit radikalini süpürmede etkin bileşenler içerebileceği görüşünü ortaya koymaktadır. Hidrojen peroksit ve hidroksil radikallerini süpürmede, bitkinin pozitif kontrollere oranla zayıf kaldığı görülmektedir. Canlılar için metallerin farklı yollarla aşırı alımı son derece zararlıdır ve onarılamayan durumlara neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca, Fe²⁺ gibi ağır metaller canlı sistemlerde ROS üretimini kolaylaştırabilirler. Bu amaçla kullanılan ajanların metal şelatlama yeteneği, antioksidan özellikler açısından son derece değerli role sahiptir. Bitkinin metal şelatlama aktivitesi değerlendirildiğinde ise IC₅₀ değerinin 43.17±0.68 (µg/ml) olduğu belirlendi. Yapılan bir çalışmada *Astragalus Chrysostachys* türünün metal şelatlama kapasitesi değerlendirilmiş alkol ekstraktı, ve butanol ekstraktının IC₅₀ değerleri sırasıyla 268.9 (µg/ml) ve 231.7 (µg/ml) olarak belirlenmiş etil asetat ekstraktında ise IC₅₀ değeri belirlenememiştir Bitkinin bu türe oranla metal şelatlamada daha etkin olduğu söylenebilir (Ghasemian-Yadegari ve ark., 2019)

SONUÇ

Bu çalışma, Türkiye’de endemik olarak yetişen *Astragalus halicacabus* Lam. türünün antioksidan kapasitesini kapsamlı biçimde değerlendirerek bitkinin fenolik bileşik profili, flavonoid düzeyi, askorbik asit içeriği ve çeşitli serbest radikal türleri üzerindeki temizleme aktivitelerini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, bitkinin toplam antioksidan kapasitesinin (10.32±0.30 mM askorbik asit/g) yüksek seviyede olduğunu, ayrıca toplam fenolik madde (4.29±0.12 mg gallikasit/g) ve toplam flavonoid içeriğinin (3.54±0.22 mg kuersetin/g) dikkate değer düzeylerde bulunduğunu göstermektedir. Bitkinin askorbik asit miktarının (48.46±0.79 mg/100 g) belirlenmiş olması da, türün doğal bir vitamin ve antioksidan kaynağı olabileceğini desteklemektedir. Serbest radikal giderim testlerinde, DPPH ve ABTS radikalleri için elde edilen inhibisyon oranlarının (%56.15 ve %54.60) birbirine yakın olduğu, ancak pozitif kontrollere göre daha düşük kaldığı belirlenmiştir. Buna karşın, süperoksit radikali gideriminde aynı konsantrasyon değerinde bitkinin %70.46±0.72’lik aktivite ile

pozitif kontrolü (49.28 ± 1.15) belirgin şekilde aştığı görülmüş, bu durum bitkinin özellikle belirli radikal türlerine karşı güçlü bir etki gösterdiğine işaret etmiştir. Metal şelatlama (51.66 ± 0.30), H_2O_2 giderimi (58.54 ± 0.59) ve hidroksil radikali inhibisyonunda (67.09 ± 1.29) pozitif kontrollere kıyasla daha düşük değerlerin elde edilmesi ise bitkinin antioksidan etkisinin radikal türüne bağlı olarak farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, *A. halicacabus* Lam. bitkisinin fenol, flavanoid ve vitamin içeriğiyle birlikte belirli oksidatif stres belirteçlerine karşı yüksek aktivite göstermesi, türün doğal bir antioksidan kaynağı olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, bitkinin farmakolojik preparatlar, fonksiyonel gıda ürünleri ve doğal antioksidan formülasyonlarında kullanılabilmesine yönelik önemli bir bilimsel dayanak sağlamaktadır. Ayrıca elde edilen veriler, *A. halicacabus*'un antioksidan özelliklerinin daha geniş kapsamlı biyolojik ve farmakolojik çalışmalarla desteklenmesi gerektiğini de ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2021-SİÜVET-048 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne (Bap) Finansal Destek İçin Teşekkür Ederiz.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Adigüzel, A., Soekmen, M., Oezkan, H., Ağar, G., Guelluece, M., & Şahin, F. (2009). In vitro antimicrobial and antioxidant activities of methanol and hexane extract of *Astragalus* species growing in the eastern Anatolia region of Turkey. *Turkish journal of Biology*, 33(1), 65-71.
- Akkoyun, M. B. (2024). *Salvia hypargeia* Fisch. & C.A. Mey. yapraklarının vitamin, fitosterol ve yağ asit içeriğinin belirlenmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(3), 604-611.
- Albayrak, S., Kaya, O. (2018). Antioxidant and antimicrobial activities of four *Astragalus* species growing wild in Turkey. *Turkish Journal of Biochemistry*, 43(4), 425-434.
- Anrnu, M. B., Cano, A., & Acosta, M. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*, 73(2), 239-244.
- Aytaç, Z., Hamzaoğlu, E., & Ertuğrul, K. (2021). *Astragalus* (Fabaceae) cinsi taksonomisine katkılar. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 8(1), 173-180.
- Bounous, G., Molson, J.H., 2003. The Antioxidant System, *Anticancer Research*, 23: 1411-1416.
- Brewster, M. A. (1984). Vitamins. In *Clinical Chemistry, Theory, Analysis and Correlation*. Edited: Kaplan L.A. and Pesce A. J., Th. C. V. USA: Mosby Company, St., Louis.
- Bravo, L., (1998). Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance, *Nutrition Reviews*, 56 (11): 317-333
- Burits, M., Asres, K., & Bucar, F. (2001). The antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia afra*, *Artemisia abyssinica*, and *Juniperus procera*. *Phytotherapy Research*, 15, 103-108.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., & Corke, H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*, 74, 2157-2184.
- Cuendet, M., Hostettmann, K., Potterat, O., & Dyatmiko, W. (1997). Iridoid glucosides with free radical scavenging properties from *Fagraea blumei*. *Helvetica Chimica Acta*, 80(4), 1144-1152.

- Colak, S., Comlekcioglu, N., Aygan, A., Kocabas, Y. Z., & Comlekcioglu, U. (2025). Phytochemical properties and bioactive potential of various Astragalus spp. From Turkey. *Food Bioscience*, 64, 105901.
- Djimtombaye, B. J., Alankuş-Çalışkan, Ö., Gülcemal, D., Khan, I. A., Anıl, H., & Bedir, E. (2013). Unusual secondary metabolites from Astragalus halicacabus LAM. *Chemistry & Biodiversity*, 10(7), 1328-1334.
- Decker E. A., Welch B. (1990) Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 38(3), 674-677.
- Dinis TC., Madeira VM., Almeida, LM. (1994) Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxyl radical scavengers. *Archives of biochemistry and biophysics*, 315(1), 161-169.
- Fubuni, B., Hubbard, A., (2003). Reactive Oxygen Species (ROS) And Reactive Nitrogen Species Generation by Silica in Imflammation and Fibrozis. *Free Radical Biology&Medicine*, 34 (12): 1507-1516.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega-Garcia, J., Cazarez-Casanova, R., & Argulo-Guerreo, O. (1999). Antioxidant activity in soybean oil of extracts from Thompson grape bagasse. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76, 1445–1447.
- Ghasemian-Yadegari, J., Hamedeyazdan, S., Nazemiyeh, H., & Fathiazad, F. (2019). Evaluation of phytochemical, antioxidant and antibacterial activity on Astragalus chrysostachys Boiss. roots. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 18(4), 1902.
- Gill, S.S., Tuteja, N. 2010. Reactive Oxygen Species and antioxidant machinery in abiotic stres tolerace in crop plants”, *Plant Physiology and Biochemistry*, 48: 909-930.
- Golubkina, N.A., Prudnik, O.V. 1989. Vitamin C determination in food products, *Journal of Analvtical Chemistry of the USSR*. 44: 8, 1091-1100 Nutrition-Abstracts-and-Reviews.-Series-A 1992 062-00028.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C. 1984. Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease, *Biochemistry Journal* 219, 3-16.
- Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H., Katan, M.B. 1992. Content of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids of 28 Vegetables and 9 Fruits Commonly Consumed in the Netherlands. *Journal Agicultural Food Chemistry*, 40: 2379-2383.
- Iwashina, T., 2000. The Structure and Distribution of the Flavonoids in Plants, *Journal of Plant Research*, 113: 287-299.
- Kahkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kujala, T.S., Heinonen, M. 1999. “Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds”, *Journal of Agicultural Food Chemistry*, 47: 3954-3962.
- Kim, J. Y., Do, J. R., Kwon, J. H., & Kim, H. K. (2009). Antioxidant effects of Astragalus membranaceus extracts with extraction conditions. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 52(6), 702-707.
- Kunchandy, E., & Rao, M. N. A. (1990). Oxygen radical scavenging activity of curcumin. *International Journal of Pharmaceutics*, 58(3), 237–240.
- Li, X., Qu, L., Dong, Y., Han, L., Liu, E., Fang, S., Wang, T. 2014. A review of recent research progress on the astragalus genus. *Molecules*, 19(11), 18850-18880.
- Mau, J. L., Chao, G. R., Wu, K. T. 2001. “Antioxidant properties of methanolic extracts from several mushrooms”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 5461-5467.

- Michalak, A. 2006. "Phenolic Compounds and Their Antioxidant Activity in Plants Growing Under Heavy Metal Stress", *Polish Journal of Environmental Study*, 15 (4): 523-530.
- Narayana, K. R., Reddy, M. S., Chaluvadi, M. R., Krishna, K. 2001. "Bioflavonoids Classification, Pharmacological Biochemical Effects and Therapeutic Potential", *Indian Journal of Pharmacology*, 33: 2-16.
- Nijveldt, R., Nood, E. V., Van-Hoorn, E. D., Boelens, P. G., Van-Norren, K., Van-Leeuwen, P. 2001. "Flavonoids: a review of probable mechanism of action and potential applications", *Journal of the American of Nutrition*, 74: 418-425.
- Ningappa, B. M., Dinesha, R., Srinivas, L., 2008. "Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Polyphenol-enriched Curry Leaf Extract", *Food Chemistry*, 106: 720-728.
- Park, Y. K., Koo, M. H., Ikegaki, M., & Contado, J. L. (1997). Comparison of the flavonoid aglycone contents of *Apis mellifera* propolis from various regions of Brazil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 40, 97-106.
- Patekar, D., Kheur, S., Bagul, N., Kulkarni, M., Mahalle, A., Ingle, Y., Dhas, V. 2013. "Antioxidant Defence System", *Oral&Maxillofacial Pathology Journal*, 4 (1): 976-1225.
- Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, 269(2), 337-341.
- Ruch, R. J., Cheng, S. J., & Klaunig, J. E. (1989). Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular
- Shahrani, M., Asgharzadeh, N., Torki, A., Asgharian, S., Lorigooini, Z. 2020. *Astragalus fasciculifolius* manna; antinociceptive, antiinflammatory and antioxidant properties in mice. *Immunopathologia Persa*, 7(1), e02-e02.
- Spanos, G. A., Wrolstad, R. E. 1992. Phenolic of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage a review, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 1478-1487.
- Tang, W., Eisenbrand, G., Tang, W., & Eisenbrand, G. (1992). *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. *Chinese drugs of plant origin: Chemistry, pharmacology, and use in traditional and modern medicine*, 191-197.
- Trouillas, P., Calliste, C.A., Allais, D.P., Simon, A., Marfak, A., Delage, C., Duroux, J. L. 2003. Antioxidant anti-inflammatory and antiproliferative properties of sixteen water plant extracts used in the Limousin countryside as herbal teas, *Food Chemistry*, 80: 399-407.
- Tunçkol, B., Aytaç, Z., Aksoy, N., & Fişne, A. (2020). *Astragalus bartinense* (Fabaceae), a new species from Turkey. *Acta Botanica Croatica*, 79(2), 131-136.
- Yılmaz, S., Bahçecioğlu, I.B. 2000. Karbontetraklorür ile Siroz Oluşturulmuş Ratlarda Lipid Peroksidasyonu, Antioxidant Enzim ve Pirüvat Kinaz Aktiviteleri, *Turk Journal Vet Animal Science*, 24: 25-28..
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555-559.