

SONCHUS ASPER SUBSP. GLAUDESCENS (ASTERACEAE)'İN ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ

Cengiz Sarikürkcü^{1*}, Gökhan Zengin², Abdurrahman Aktümsek², Olcay Ceylan³

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı, Isparta

²Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya

³Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Muğla

e-posta: sarikurkc@gmail.com

(Geliş: 20 Ağustos 2014; Düzeltme: 05 Kasım 2014; Kabul: 06 Kasım 2014)

Özet: *Sonchus* (Asteraceae) cinsi Türkiye’de yedi takson ile temsil edilmekte ve Anadolu’da tıbbi amaçla geleneksel olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, *Sonchus asper* subsp. *glaucescens*’in farklı kısımlarından elde edilen farklı özütlere (su ve etil alkol) fitokimyasal içeriği ve antioksidan etkileri farklı test sistemleri kullanılarak belirlendi. Ayrıca, toplam fenolik ve flavonoid miktarları da hesaplandı. Genel olarak, yaprak ve çiçek özütlere yüksek miktardaki antioksidan bileşenler ile önemli düzeyde antioksidan aktivite sergilediği belirlendi. Özütlere toplam fenolik içeriği ile antioksidan aktiviteleri arasında korelasyonun önemli olduğu tespit edildi. *S. asper* subsp. *glaucescens* bitkisinin gıda ve terapötik uygulamalar için doğal antioksidanların bir kaynağı olabileceği belirlendi.

Anahtar kelimeler: *Sonchus*, Antioksidan, Fenolik içerik, Serbest radikal, Türkiye.

Antioxidant Properties of *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* (Asteraceae)

Abstract: The genus *Sonchus* (Asteraceae) is represented in Turkey by seven taxa, which are traditionally used for medicinal purposes in Anatolia. In this study, the phytochemical content and antioxidant effect of different solvent extracts (water and ethyl alcohol) from different parts of *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* were tested using different chemical assays for antioxidant activity. The total phenolics and flavonoids were also calculated. Generally, both extracts from leaves and flowers showed significantly higher antioxidant activity with high antioxidant components. Total phenolic content of the extracts were significantly correlated with antioxidant potentials. On the basis of the results obtained, *S. asper* subsp. *glaucescens* should be regarded as a valuable source of natural antioxidants for food and therapeutic applications.

Keywords: *Sonchus*, Antioxidant, Phenolic content, Free radical, Turkey.

1. Giriş

Tedavi amacıyla kullanılan tıbbi bitkilerin sayısı, eski çağlarda oldukça az sayıda olmasına karşılık 19. yüzyılda bu sayı yaklaşık 13000 civarına ulaşmıştır (Baytop 1999). 20. yüzyılda Dünya Sağlık Örgütü yaptığı çalışmada tedavi amacıyla kullanılan tıbbi bitkilerin sayısının yaklaşık 20000 civarına ulaştığı belirtilmektedir (Kalaycıoğlu ve Öner, 1994). Tıbbi bitkiler özellikle gelişmekte olan ülkelerde birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Bu ülkelerdeki gerek ekonomik şartların zorluğu, gerekse tıbbi tedavilerin yetersizliğinin insanları bu alana yönlendirdiği düşünülmektedir (Alkofahi ve ark., 1990).

Çok sayıdaki fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerde insan vücudunda genellikle oksijen içeren serbest radikaller ve diğer reaktif oksijen türleri oluşmaktadır. Serbest radikallerin aşırı miktarda üretimi biyomoleküllerde (lipid, protein, DNA) oksidatif hasar meydana getirebilir ve sonuçta ateroskleroz, kanser, diyabet, yaşlanma gibi kronik hastalıklara ve diğer dejeneratif hastalıklara neden olur (Halliwell 1994). Bununla birlikte organizmada bu bileşikler etkisiz hale getirebilecek çeşitli koruyucu mekanizmalar mevcuttur. Eğer bu mekanizmalar düzenli bir şekilde çalışmazsa besinsel kaynaklı antioksidanların alımı büyük önem kazanmaktadır. Bitkiler serbest radikal yakalayan ve bu şekilde serbest radikalleri etkisiz hale getiren fenolik bileşikler, azotlu bileşikler, vitaminler, terpenler ve bazı iç metabolitler gibi güçlü antioksidan aktiviteye sahip çeşitli bileşikler içerir (Velioglu ve ark., 1998).

Epidemiyolojik çalışmalar antioksidan bileşiklerin anti-inflamatuvar, anti-aterosklerotik, anti-tümör, anti-mutagenik, anti-karsinojenik, anti-bakterial ve anti-viral aktivitelere sahip olduğunu göstermiştir (Halliwell 1994). Antioksidanların özellikle doğal kaynaklı olanları tercih edilmesi tavsiye edilmektedir (Kranl ve ark., 2005). Çünkü sentetik antioksidanların karsinojenik etkileri başta olmak üzere çeşitli toksik etkilere sahip olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Ito ve ark., 1986). Bu bağlamda yeni doğal antioksidan kaynaklarının tespit edilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır.

Asteraceae familyasına dahil olan *Sonchus* (L) cinsi ülkemizde 7 takson ile temsil edilmektedir. *Sonchus* türleri ülkemizde “sütlük”, “kuzu gevreği” ve “eşek marulu” gibi isimlerle anılmaktadır (Baytop 1999). *Sonchus* üyeleri ülkemiz dahil olmak üzere birçok ülkede geleneksel halk hekimliğinde şifa kaynağı olarak kullanılmaktadır. Örneğin, *S. asper* yara iyileştirici, ateş düşürücü, diüretik, sedatif, antiseptik olarak kullanılmaktadır (Rehman 2006; Jeruto ve ark., 2008). *S. asper*'in mevcut biyolojik etkinliği bu türe olan ilginin artmasına sebep olmuş ve çeşitli çalışmalarla türün belirtilen etkinlikleri bilimsel olarak da değerlendirilmiştir (Khan ve ark., 2010; Khan ve ark., 2012). Bununla birlikte ülkemizde yayılış gösteren *S. asper*'in biyolojik aktiviteleri üzerine herhangi bir rapor bulunmamaktadır. Bu bağlamda, mevcut çalışma *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* bitkisinin farklı kısımlarından hazırlanan su ve etil alkol özütlerinin antioksidan aktivitelerinin farklı test sistemleri ile belirlenmesini amaçlamaktadır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında kullanılan *Sonchus asper* (L.) Hill subsp. *glaucescens* (Jordan) Ball. bitkisi Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Yerleşkesi'nden çiçeklenme döneminde toplandı. Bitkinin teşhisi Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Elemanlarından Dr. Olcay Ceylan tarafından yapıldı (Örnek No: MUH5683). Bitkisel örnekler toplanıp gölgede kurutulduktan sonra değirmende iyice toz haline getirildi. Etanol özütü için 5 g bitki 100 ml etanol ile 25 °C'de 24 saat özütlendi. Özütleme aynı şartlarda iki kez daha tekrarlandı ve etanol döner buharlaştırıcıda 50 °C'de uzaklaştırıldı. Su özütü için ise 5 g bitki 200 ml kaynar su ile 15 dk karıştırıldı ve su liyofilize edildi.

2.1. Toplam Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Örneklerin toplam antioksidan aktivitesi, linoleik asit oksidasyonundan ileri gelen konjuge dien hidroperoksitlerin ve uçucu organik bileşiklerinin inhibisyonunun ölçülmesine dayanan β -karoten-linoleik asit sistemiyle belirlendi (Dapkevicus ve ark., 1998). β -karoten çözeltisi, 0.5 mg β -karotenin 1 ml kloroformda çözülmesiyle hazırlandı. Bu çözeltiye 25 μ l linoleik asit ve 200 mg Tween 40 ilave edildi. Kloroform döner buharlaştırıcıda uçurulduktan sonra 100 ml hava geçirilmiş destile su ile karıştırıldı. Bu emülsiyonunun 2.5 mililitresi 2.0 mg/ml derişimdeki özütlerin 0.2 mililitresine ilave edildi. Kontrol için test tüpüne özüt yerine 0.2 ml metanol/su konuldu. Emülsiyon test tüplerine ilave edilir edilmez spektrofotometre (Shimadzu UV-1601, Japan) kullanılarak başlangıç absorbanları 490

nm'de ölçüldü. Tüpler 50 °C'de inkübasyona bırakıldı. β -karotenin rengi kayboluncaya kadar inkübasyona devam edildi (120 dakika). β -karoten renk açılım oranı (R), 1 eşitliğine göre hesaplandı:

$$R = \ln (a/b)/t \quad (1)$$

Burada; ln= doğal logaritma, a = başlangıç absorbansı, b = 120 dakika inkübasyondan sonraki absorbansı ifade etmektedir.

Toplam antioksidan aktivite (TAA) ise 2 eşitliğine göre hesaplandı:

$$TAA = [(R_{\text{kontrol}} - R_{\text{örnek}}) / R_{\text{kontrol}}] \times 100 \quad (2)$$

2.2. Serbest radikal giderim aktivitenin belirlenmesi

Örneklerin serbest radikal giderim aktiviteleri 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikali kullanılarak belirlendi (Hatano ve ark., 1988). İçerisinde 1 mililitre özüt çözeltisi (0.2–1.0 mg/ml) bulunan test tüplerine 1 ml metanolde hazırlanmış DPPH çözeltisi (final derişimi 0.2 mM) ilave edildi. Kontrol için test tüpüne özüt yerine 1 ml metanol/su konuldu. Örnekler oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika inkübasyona bırakıldıktan sonra 517 nm'de absorbansları ölçüldü. Örneklerin serbest radikal giderim aktiviteleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplandı:

$$\text{İnhibisyon (\%)} = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

Burada; A_{kontrol} kontrolün absorbansı ve $A_{\text{örnek}}$ örneğin absorbansını ifade etmektedir.

2.3. İndirgeme gücü kapasitesinin belirlenmesi

İndirgeme gücü kapasitesi Oyaizu (1986) yöntemine göre yapıldı. İçerisinde 1 ml özüt çözeltisi (0.4–2.0 mg/ml) test tüplerine sırasıyla; 2.5 ml fosfat tamponu (0.2 M, pH:6,6) ve 2.5 ml potasyum ferrisiyanür (%1) ilave edilerek karışım 50 °C'de 20 dakika inkübe edildi. Sonra tepkime karışımına 2.5 ml triklorasetik asit (%10) ilave edilerek bu son çözeltiden 2.5 ml alındı. Örnek üzerine 2.5 ml destile su ve 0.5 ml FeCl_3 (%0.1) ilavesinden sonra 700 nm'de absorbans değerleri belirlendi. Kontrol olarak örnek yerine metanol ya da su kullanıldı.

2.4. Şelatlama kapasitesinin belirlenmesi

Örneklerin Fe^{2+} iyonlarını şelatlama kapasiteleri Dinis ve ark. (1994) yöntemine göre belirlendi. İçerisinde 1 ml özüt çözeltisi (1.0–4.0 mg/ml) bulunan test tüplerine 1 ml metanol ve 0.05 ml FeCl_2 (2 mM) çözeltisi ilave edildi. Tepkime 0.2 ml ferrozin (5 mM) ilavesiyle başlatıldı. Karışım karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 10 dakika inkübasyona bırakıldı ve daha sonra 562 nm'de absorbans ölçümü yapıldı. Ferrozin- Fe^{2+} oluşum inhibisyonu (%) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplandı:

$$\text{Metal şelatlama kapasitesi (\%)} = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

Burada; A_{kontrol} kontrolün absorbansı ve $A_{\text{örnek}}$ örneğin absorbansını ifade etmektedir.

2.5. Toplam fenolik bileşik miktarının belirlenmesi

Özütlerin toplam fenolik bileşik miktarları Folin-Ciocalteu Reaktif (FCR) kullanılarak gallik asit eşdeğer olarak belirlendi (Slinkard ve Singleton, 1977). İçerisinde 1 ml özüt çözeltisi bulunan test tüplerine 45 ml destile su, 1 ml FCR ve 3 dakika sonra 3 ml Na_2CO_3 (%2) çözeltisinden ilave edildi. Karışım 2 saat süresince oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldı ve ara sıra çalkalandı. Örneklerin absorbansları 760 nm'de okutuldu. Örneklerin toplam fenolik bileşik miktarları standart gallik asit grafiğinden elde edilen eşitlik kullanılarak belirlendi.

2.6. Toplam flavonoit bileşik miktarının belirlenmesi

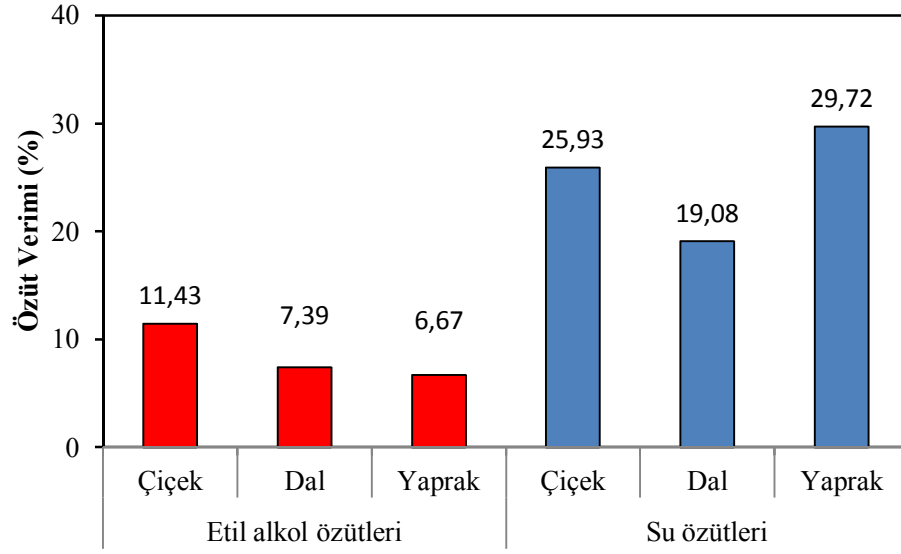
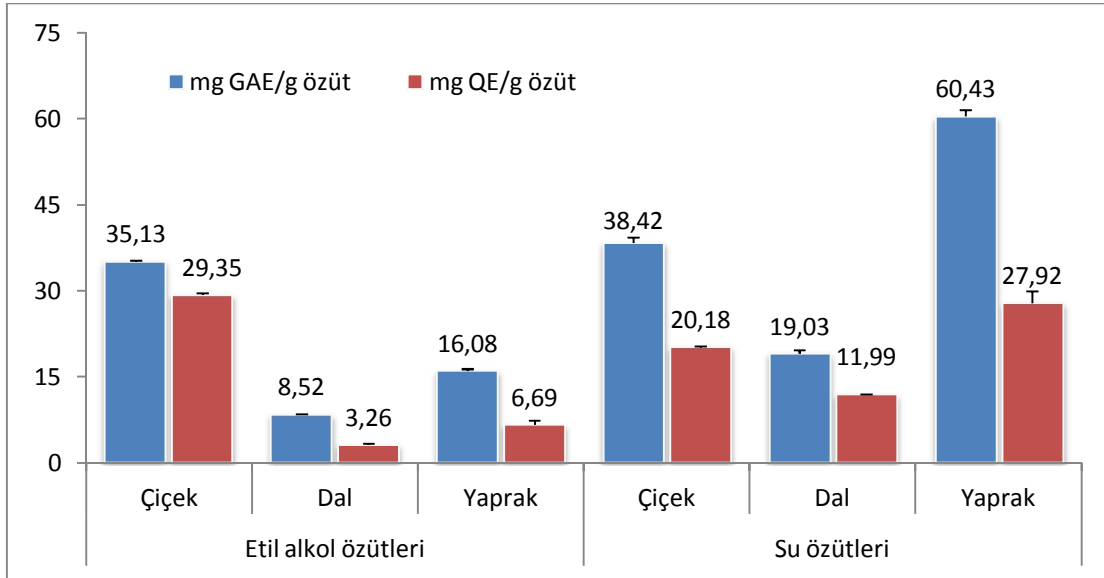
Özütlerin toplam flavonoit bileşik miktarları Arvouet-Grand ve ark. (1994) yöntemi kullanılarak kuarsetin eşdeğer olarak belirlendi. İçerisinde 1 ml özüt çözeltisi bulunan test tüplerine 1 ml

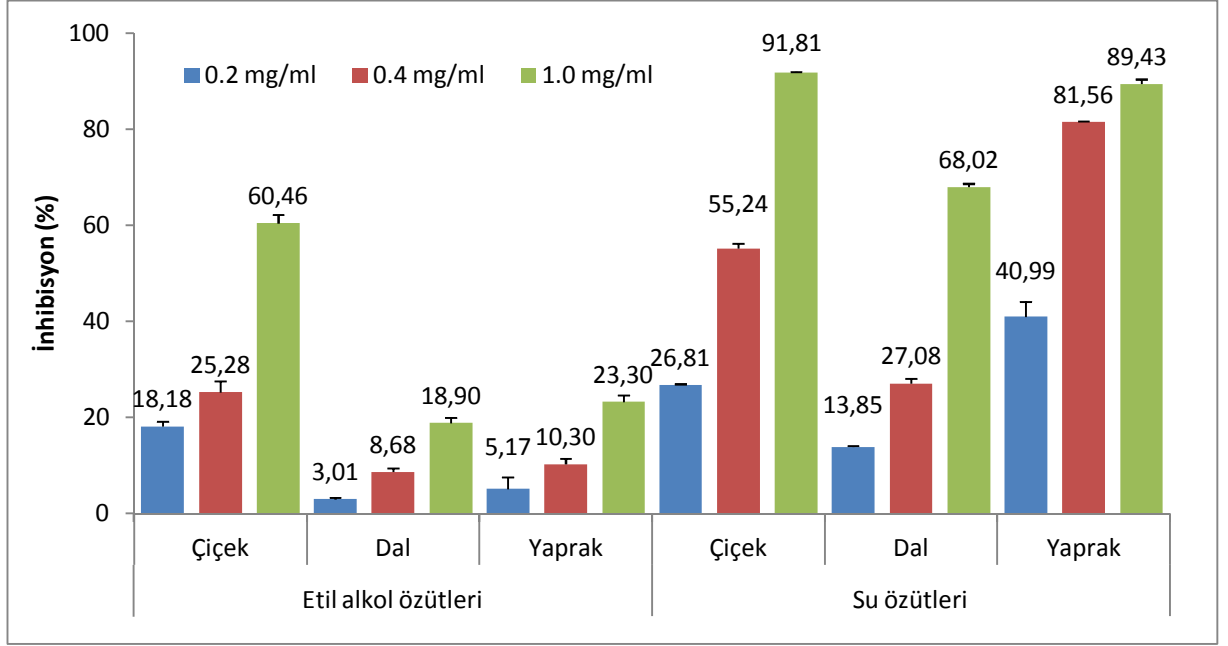
metanolde hazırlanmış $AlCl_3$ (%2) çözeltisi ilave edildi ve oda sıcaklığında 10 dakika inkübasyona bırakıldı. Kör örnek, 1 ml özüt çözeltisi ve 1 ml metanol içermektedir. Örneklerin absorbanları 415 nm'de okutuldu. Örneklerin toplam flavonoid bileşik miktarları standart kuarsetin grafiğinden elde edilen eşitlik kullanılarak belirlendi.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bu çalışmada, *S. asper* subsp. *glaucescens*'in farklı kısımlarının su ve alkol özütleri kullanılmış ve özütleri ait özüt verimleri Şekil 1'de verilmiştir. Verimler incelendiğinde su ile özütleme verimlerinin alkol ile özütleme verimlerine kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bitkisel sekonder metabolitler içerisinde antioksidan özelliklerin başta fenolik bileşiklerden kaynaklandığı ve yapılan birçok çalışmada fenolik içerik ile antioksidan kapasite arasında bir ilişki olduğu rapor edilmiştir. Fenolik bileşikler içerisinde temel grubu flavonoidler oluşturur. Flavonoidler bitkiler aleminde geniş bir dağılıma sahip olup oldukça önemli fenolik bileşikleridir. Genel olarak halkasal yapı ve özel hidroksil grupları içermektedir. Aromatik halka yapılarındaki hidroksil grupları sayesinde flavonoidler hidrojen vererek redoks reaksiyonlarına girebilirler. Bu sayede serbest radikalleri yok edebilirler. Aromatik heterosiklik ve çoklu doymamış bağlardan oluşan yapılarıyla dayanıklı bir kimyasal yapı oluştururlar. Metal şelatlama kapasitesine sahip yapısal grupları vasıtasıyla hidroksil ve süperoksit radikalleri gibi reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engelleyebilirler (Cam ve Hışıl 2003, Naczka ve Shahidi 2004). *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* in farklı kısımlarının toplam fenolik içeriği FCR kullanılarak tespit edilmiş ve en yüksek içerik yaprağa ait su özütünde tespit edilmiştir (60.43 mg GAE/g özüt). Genel olarak su özütlerinin alkol özütlerine kıyasla daha yüksek fenolik içeriğe sahip olduğu söylenebilir. Bitkinin farklı kısımlarının toplam flavonoid içerikleri ise $AlCl_3$ metodu ile belirlenmiş ve en yüksek flavonoid içeriğinin çiçeğe ait alkol özütünde (29.35 mg QE/g özüt) olduğu gözlenmiştir. Bu özütü yaprak ve çiçeğe ait su özütleri takip etmektedir. En düşük flavonoid seviyesi ise bitkinin dal kısmına ait alkol özütünde (3.26 mg QE/g özüt) tespit edilmiştir (Şekil 2).

DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) azot köprüsünde eşleşmemiş bir elektron taşıyan stabil bir serbest radikaldir (Eklund ve ark. 2005). DPPH yönteminde antioksidan kapasitesi tayin edilecek özüte DPPH çözeltisi ilave edilir. DPPH serbest radikali bir hidrojen aldığı zaman sarı renkli difenilpikrilhidrazine dönüşür. DPPH çözeltisine antioksidan ilave edildiğinde absorbanda bir düşüş meydana gelir ve renk sarıya döner. *Sonchus asper* subsp. *glaucescens*'in farklı kısımlarına ait su ve alkol özütlerinin DPPH radikali üzerindeki inhibisyon etkileri Şekil 3'de gösterilmiştir. Özütlerin radikal süpürme etkinliği derişime bağlı bir şekilde değişiklik göstermektedir. Çalışılan özütler dikkate alındığında çiçek ve yaprağa ait su özütlerinin diğer özütleri kıyasla daha yüksek etkinliğe sahip olduğu söylenebilir. Dal ve yaprağa ait alkol özütlerinin DPPH radikali üzerine etkinliği ise oldukça düşük seviyelerdedir.

Şekil 1. *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* bitkisi çözücü özüt verimleriŞekil 2. *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* özütlerinin toplam fenolik ve flavonoit içerikleri (Ortalama \pm SD.)



Şekil 3. *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* özütlerinin DPPH radikali üzerine etkisi (Ortalama \pm SD.)

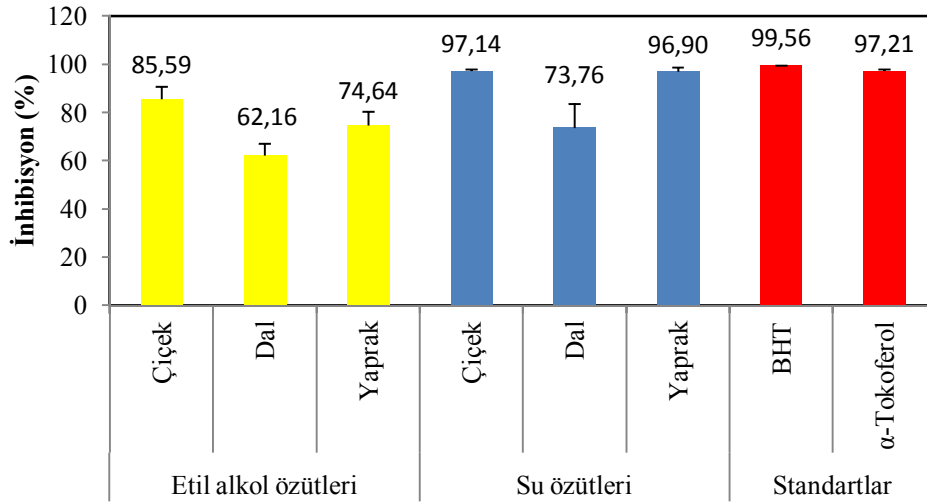
Antioksidan kapasite tayininde kullanılan diğer bir yöntem olan indirgeme gücünde yüksek absorbans yüksek indirgeme potansiyelini göstermektedir. Yöntemde asidik ortamda antioksidan fenolik bileşiklerin $[K_3Fe(CN)_6]$ içindeki Fe (III)'ün Fe(II)'ye indirgenmesine dayanmaktadır. İndirgeme reaksiyonu sonucu oluşan Prusya mavisi renkli kompleks 700 nm'de maksimum absorbans göstermektedir. Antioksidan maddelerin etkinliğine bağlı olarak Prusya mavisi renk yeşil ile mavi arasında değişmektedir. Absorbansın artması indirgeme gücünün yüksekliğini gösterir (Mathew ve Abraham 2006). Bitki özütlerinin demir indirgeme gücü Tablo 1'de gösterilmiştir. Özütlerin demir indirgeme gücü derişime bağlı değişim göstermektedir. DPPH radikal süpürme etkinliğine benzer şekilde, indirgeme gücü açısından çalışılan özütler arasında en yüksek aktivite çiçeğe ait su özütünde gözlenmiş bu özütü sırasıyla çiçeğe ait alkol ve yaprağa ait su özütleri takip etmektedir. Bununla birlikte standart olarak kullanılan BHT, kuarsetin ve tokoferol özütlere kıyasla oldukça yüksek demir indirgeme aktivitelerine sahiptir.

Tablo 1. Bazı antioksidanlar ve *S. asper* subsp. *glaucescens* özütlerinin demir indirgeme güçleri (Ortalama \pm SD).

Örnek	Derişim (mg/ml)	Absorbans (700 nm)
<i>Standartlar</i>		
BHT	0.4	1.267 \pm 0.083
	0.8	1.763 \pm 0.034
Kuarsetin	0.2	1.733 \pm 0.081
	0.4	2.713 \pm 0.012
Tokoferol	0.2	0.369 \pm 0.002
	0.4	0.695 \pm 0.047
<i>Etil alkol özütleri</i>		
Çiçek	0.4	0.156 \pm 0.006
	0.8	0.251 \pm 0.002
	2.0	0.580 \pm 0.001
Dal	0.4	0.062 \pm 0.003
	0.8	0.080 \pm 0.005
	2.0	0.176 \pm 0.013
Yaprak	0.4	0.092 \pm 0.002
	0.8	0.135 \pm 0.004
	2.0	0.326 \pm 0.011
<i>Su özütleri</i>		
Çiçek	0.4	0.221 \pm 0.001
	0.8	0.382 \pm 0.001
	2.0	0.846 \pm 0.017
Dal	0.4	0.100 \pm 0.001
	0.8	0.152 \pm 0.001
	2.0	0.314 \pm 0.006
Yaprak	0.4	0.151 \pm 0.005
	0.8	0.257 \pm 0.010
	2.0	0.567 \pm 0.017

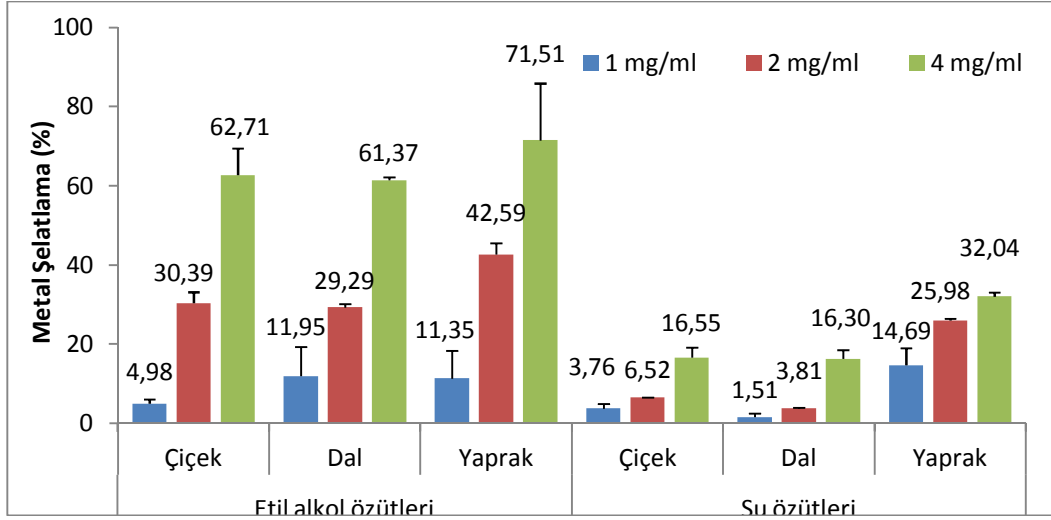
Sonchus asper subsp. *glaucescens*'in farklı çözücü özütlerinin toplam antioksidan aktiviteleri, β -karoten-linoleik asit model sistemiyle belirlendi. Bu sistem, linoleik asidin inkübasyonu sırasında oluşan peroksit ürünlerinin β -karotenin karakteristik sarı rengini tepkime vererek gidermesi ve bu renk gideriminin spektroskopik olarak takip edilmesi temeline bağlıdır. Sistemde antioksidanların bulunması ya da sisteme antioksidan içerikli özütlerin ilave edilmesi, linoleik asitten oluşan peroksit ürünlerinin bu antioksidanlarla nötrale edilmesini sağlar ve bunun sonucu olarak da β -karotenin

karakteristik sarı rengi korunmuş olur. Dolayısıyla inkübasyon sonunda 490 nm’de ilgili türün daha yüksek absorpsiyon değerine sahip olması daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği anlamına gelmektedir. *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* bitkisine ait farklı çözücü özütlerinin bu test sistemindeki toplam antioksidan aktiviteleri Şekil 4’te gösterilmiştir. Sonuçlara göre en güçlü aktivite çiçeğe ait su özütünde gözlenmiş bu özütü yaprağa ait su özütü ve çiçeğe ait alkol özütü takip etmektedir. Bu sonuçlar DPPH radikal süpürme etkinliği ve demir indirgeme yetenekleri ile benzerlik göstermektedir. Özellikle yaprağa ait su özütünün sergilediği yüksek inhibisyon yeteneği, bu özütün yağlı gıdalarda yağ asidi oksidasyonun önlenmesi için katkı maddesi olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Standart antioksidanlar ve *S. asper* subsp. *glaucescens* özütlerinin β-karoten-linoleik asit test sistemindeki antioksidan aktiviteleri (Ortalama ±SD, 2 mg/ml derişimde).

Geçiş metallerinin radikal oluşumlarını katalitik olarak başlattığı ileri sürülmüştür. Şelatlama yeteneğine sahip reaktifler canlı sistemde geçiş metallerini stabilize edebilirler ve radikallerin oluşumunu inhibe ederler. Bunun doğal sonucu olarak serbest radikallerin neden olduğu zararları en aza indirmiş olurlar (Deshpande ve ark., 1995). *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* özütlerinin antioksidan aktivitelerini daha iyi değerlendirebilmek için Fe^{2+} iyonlarını şelatlama yetenekleri belirlenmiştir (Şekil 5). Şelatlama aktiviteleri açısından özütler kıyaslandığında, konstrasyona bağımlı bir şekilde alkol özütlerinin su özütlerine kıyasla daha güçlü aktiviteye sahip olduğu söylenebilir. En yüksek şelatlama aktivitesi ise yaprağa ait alkol özütünde tespit edilmiştir.



Şekil 5. *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* özütlerinin metal şelatlama aktiviteleri (Ortalama \pm SD.)

Çalışmanın sonucunda *S. asper* subsp. *glaucescens*'in antioksidan etkinliğinin kullanılan kısım ve çözücüye bağlı olarak değiştiği genel olarak yaprağa ait su özütü ile çiçeğe ait su ve alkol özütlerinin daha yüksek etkinliğe sahip olduğu gözlenmiştir. Bu çalışma ile, doğal antioksidanlar için yeni hammadde kaynaklarının tespitinin büyük önem taşıdığı günümüzde *Sonchus asper* subsp. *glaucescens*'in doğal antioksidanların bir kaynağı olarak gıda, farmakoloji ve kozmetik sektörlerinde etkin bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu açıdan çalışmamızın sonuçları bu tür üzerine yapılacak başta *in vivo* çalışmalar olmak üzere yeni çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

Kaynaklar

- Alkofahi A.S, Abdelaziz, A, Mahmoud, I, Abuirjie, M, Hunaiti, A, El-Oqla, A (1990). Cytotoxicity, mutagenicity and antimicrobial activity of forty jordanian medicinal plants. *International Journal of Crude Drug Research* 28(2), 139-144.
- Arvouet-Grand A, Vennat, B, Pourrat A, Legret P (1994). Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituents. *Journal de Pharmacie de Belgique* 49, 462-468.
- Baytop T (1999). Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün), Nobel Tıp Kitabevleri. İstanbul.
- Cam M, Hışıl, Y (2003). Gıdalardaki flavonoidler ve önemleri. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara, 2-4 Ekim, s. 67-82.
- Dapkevicius A, Venskutonis R, Van Beek T.A, Linssen PH (1998). Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 77, 140-146.
- Deshpande SS, Deshpande, U.S, Salunkhe, DK (1995). Nutritional and health aspects of food antioxidants. In D.L. Madhavi, S.S. Deshpande, & D.K. Salunkhe (Eds.), *Food antioxidants. Technological, toxicological, and health perspectives* (pp. 361-469). NY, Basel, Hong Kong: Marcel Dekker, Inc.
- Dinis T.C.P, Madeira, V.M.C, Almeida L.M (1994). Action of phenolic derivatives (acetoaminophen, salicylate and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 315, 161-169.
- Eklund P.C, Langvik, O.K, Warna, J.P, Salmi, T.O, Willför, S.M, Sjöholm, R.E (2005). Chemical studies on antioxidant mechanisms and free radical scavenging properties of lignans. *Organic and Biomolecular Chemistry* 21, 3336-3347.
- Halliwell B (1994). Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence. *Lancet* 344: 721- 724

- Hatano T, Kagawa, H, Yasuhara, T, Okuda, T (1988). Two new flavonoits and other constituents in licorice root: their relative astringency and radical scavenging effects. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 36, 1090-2097.
- Ito N, Hirose, M, Fukushima, S, Tsuda, H, Shirai, T, Tatematsu, M (1986). Studies on antioxidants: Their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology* 24, 1071-1082.
- Jeruto P, Lukhoba, C, Ouma, G, Otieno, D, Mutai, C (2008). An ethnobotanical study of medicinal plants used by Nandi people in Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*, 116, 370-376.
- Kalaycıoğlu A, Öner C. (1994). Bazı bitki ekstraktlarının antimutajenik etkilerinin Amest- Salmonella test sistemi ile araştırılması. *Turkish Journal of Botany* 18, 117-122.
- Khan RA, Khan, M.R, Sahreen, S, Bokhari J (2010). Prevention of CCl₄-induced nephrotoxicity with *Sonchus asper* in rat. *Food and Chemical Toxicology* 48, 2469-2476.
- Khan RA, Khan, M.R, Sahreen, S, Ahmed, M (2012). Evaluation of phenolic contents and antioxidant activity of various solvent extracts of *Sonchus asper* (L.) Hill. *Chemistry Central Journal* 6.
- Kranl K, Schlesier, K, Bitsch, R, Hermann, H, Rohe, M, Böhm, V. (2005). Comparing antioxidative food additives and secondary plant products- use of different assays. *Food Chemistry* 93, 171-175.
- Mathew S, Abraham T.E (2006). Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models. *Food Chemistry* 94, 520-528.
- Naczki M, Shahidi, F (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A* 1054, 95-111.
- Oyaizu M (1986). Studies on products of browning reactions: Antioxidative activities of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition* 44, 307-315.
- Rehman EU (2006). Indegenous knowledge on medicinal plants, village Barali Kass and its allied areas, District Kotli Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *Ethnobotanical Leaflets* 10, 254-264.
- Slinkard K, Singleton, V.L (1977). Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture* 28, 49-55.
- Velioglu YS, Mazza, G, Gao, L, Oomah, B.D (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46, 4113-4117.