

**SU TERESİNİN (Nasturtium officinale R. BR.) BESLENME-DİYET POTANSİYELİ
ve ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ: BİR DERLEME**

Muhammet DOĞAN^{ID}

*Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik
Bölümü, Karaman, Türkiye*

Geliş Tarihi/Received
08-05-2020

Kabul Tarihi/Accepted
29-05-2020

Yayın Tarihi/Published
30-12-2020

Correspondence: Dr. Muhammet Doğan, E-mail: mtdogan1@gmail.com

Cite this article as:

DOĞAN, M. (2020). SU TERESİNİN (Nasturtium officinale R. BR.) BESLENME-DİYET POTANSİYELİ ve ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ: BİR DERLEME. IAAOJ Health Sciences , 6 (3) , 222-233.

ÖZET

Sulak ortamlarda yetişen su teresi (Nasturtium officinale R. Br.) sağlık için son derece kıymetlidir. Su teresi düşük kalorilidir ancak çok besleyicidir. Kalp hastalığı ve çeşitli kanser türleri riskini azaltabilecek miktarda antioksidan içerir. Kalsiyum, magnezyum, fosfor ve potasyum yönünden zengin olan su teresi kemik sağlığı için önemlidir. Su teresi oksidatif strese yol açan zararlı moleküller olan serbest radikallere karşı koruma sağlar. Doğal bir antioksidandır. Bu nedenle mevcut derleme çalışmada su teresinin beslenme-diyet açısından önemi ve antioksidan kapasitesi araştırılmıştır. Diyabetik sıçanlar ile yürütülen çalışmada su teresinin sulu özütlerin oksidatif stres hasarını azalttığı ve glikoz seviyelerini düşürdüğü görülmüştür. Su teresinin özütü ile tedavi, diyet gruplarında serum aspartat aminotransferaz ve alanin aminotransferaz düzeylerini düşürmüştür. Diyabetik sıçanlarda yürütülen çalışmada su teresinin oral uygulaması önemli bir hipoglisemik etkiye sahip bulunmuştur. Su teresinin yüksek antioksidan kapasite gösterdiğine dair çok sayıda araştırma yürütülmüştür. Su teresi özütleri güçlü ferrik indirgeyici özellik ve yüksek DPPH radikalini süpürme aktivitesine sahiptir. Su teresinin etanolik özütlerinin meme kanseri hücrelerinin inhibisyonu üzerinde önemli bir etkisi vardır. Su teresi flavonoidler, tanenler, saponinler ve steroidler gibi biyoaktif içeriğe sahiptir. Bu bitkiden önemli sekonder metabolitler izole edilebilir ve ilaç sektöründe kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Beslenme, diyabet, DPPH, oksidatif stres, glikoz

**NUTRITIONAL-DIETARY POTENTIAL and ANTIOXIDANT PROPERTIES of
WATERCRESS (Nasturtium officinale R. BR.): A REVIEW**

ABSTRACT

Watercress that grows in wet environments is extremely valuable for health. It is low-calorie but very nutritious. It contains an amount of antioxidants that can reduce the risk of heart disease and various types of cancer. Rich in calcium, magnesium, phosphorus and potassium, watercress is important for bone health. Watercress protects against free radicals, harmful molecules that cause oxidative stress. It is a natural antioxidant. Therefore, in the current review, the importance of watercress in terms of nutrition and diet and antioxidant capacity were

investigated. In a study conducted with diabetic rats, watercress has been shown to reduce oxidative stress damage of aqueous extracts and decrease glucose levels. Treatment with the extract of watercress reduced serum aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase levels in diet groups. In the study conducted in diabetic rats, oral administration of watercress has a significant hypoglycemic effect. Numerous studies have been conducted to show that watercress shows high antioxidant capacity. Watercress extracts have strong ferric reducing properties and high DPPH radical scavenging activity. The ethanolic extract of watercress has a significant effect on the inhibition of breast cancer cells. Watercress has bioactive ingredients such as flavonoids, tannins, saponins and steroids. Important secondary metabolites can be isolated from this plant and used in the pharmaceutical industry.

Kewwords: Nutrition, diabetes, DPPH, oxidative stress, glucose

1. GİRİŞ

Su bitkileri akuatik ortamın temel üreticileridir. Bir hücreli ve çok hücreli olabilirler. Farklı şekillerde ve büyüklüklerde sucul ortamda bulunurlar (1). Sucul bitkiler, gıda, yem, ilaç gibi kullanım alanları ile eskiden beri insanların yaşamlarında önemli rol oynamıştır (2). Bilim insanları da bu bitkiler ile ilgili sağlık (3), çevre (4) ve biyoteknoloji (5,6) başta olmak üzere çeşitli araştırmalar yürütmüşlerdir. Böylece bu bitkilerin aktiviteleri ve özellikleri daha iyi öğrenilmiş olacaktır.

Su teresi (*Nasturtium officinale* R. Br.) Brassicaceae familyasına ait çok yıllık bir su bitkisidir. Bu bitki Avrupa ve Asya'ya özgüdür. Bulunduğu bölgelerde ekonomik olarak da değerli bir bitkidir (7). Su teresi, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından güvenli bir yenilebilir bitki olarak kabul edilir ve “yaprak, sebzeler, otlar ve yenilebilir çiçekler” monograflarına dahil edilmiştir (8). Özellikle yerel mutfaklarda geniş uygulamalara sahiptir. Su teresi yaprakları salata yeşillikleri olarak kullanılır veya normal işlenmiş bir sebze olarak tüketilebilir (9). Su teresi, karakteristik kokusunu etkileyen ancak besinsel faydalarına katkıda bulunan büyük miktarda C vitamini, provitamin A, folik asit, iyot, demir, protein ve özellikle kalsiyum ve kükürt bileşikleri içerir (10).

Su teresi zengin kimyasal bileşimi ile farmakolojik potansiyeli yüksek bir bitkisel besindir. Bitki içindeki en önemli biyoaktif bileşikler grubu izotiyosiyanatlar, polifenoller, vitaminler, karotenoidler ve glukosinolatlardır (11,12). Yüksek besinsel kaliteye sahip bu bitki çok faydalıdır. Oldukça fazla mineral ve vitamin içeriğine sahiptir. Kalori içeriği çok düşüktür ve yeterli miktarda lif içerir. Su teresi, sindirim ve böbrek sağlığını korumak, vücuttaki toksinleri temizlemek, kanser hücrelerinin gelişimini engellemek, boğaz ağrısını tedavi etmek, tüberkülozu tedavi etmek ve uyuzları tedavi etmek için kullanılabilir (13).

Su teresi yaprakları geleneksel olarak mide, depuratif, idrar söktürücü, balgam söktürücü, hipoglisemik, odontaljik ve uyarıcı olarak kullanılır. Ayrıca ağrı, ülser, sarılık ve ateşe iyi geldiği bildirilmiştir. Bu arada astım, bronşit, iskorbüt, tüberküloz ve idrar yolu enfeksiyonu ve böbrek taşı tedavisinde kullanılmaktadır (14-16). Bu sebze, esas olarak yüksek antioksidan içeriğinden dolayı antikanser özellikleri ile ilgili çeşitli çalışmaların odak noktası olmuştur (17). Kanserin önlenmesi için mükemmel bir fonksiyonel gıda olarak kabul edilir (14). Bu derleme çalışmada gittikçe önemi artan su teresinin beslenme-diyetetik özellikleri ve antioksidan kapasiteleri sunulmuştur.

2. SU TERESİNİN BESLENME-DİYET POTANSİYELLERİ

Su teresi yaprak özütü ile zenginleştirilmiş çinko oksit nanopartikülleri (ZnO) diyabet kontrolü ve bakteriyel inhibisyon için değerlendirilmiştir. Alloksan-diyabetik Wistar sıçanlarını tedavi etmek için ekstrakte ZnO, su teresi yaprak ekstresi, ZnO'lu insülin terapileri uygulanmış ve tedavi edici etkileri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. İnsülin, açlık kan şekeri ve lipit profili (toplam trigliserit, toplam kolesterol ve yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol) gibi ana diyabetik indekslerin serum seviyeleri sağlıklı ve diyabetik olarak kurgulanmıştır. En iyi performansı su teresi ile zenginleştirilmiş ZnO nanoparçacıkları göstermiş ve sıçanların diyabetik durumunu bastırılmıştır. Ayrıca, her iki ZnO numunesi de tatmin edici bir şekilde *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterilerinin aktivitelerini inhibe etmiştir. Sonuçlara dayanarak, su teresi yaprak ekstresinin uygulanması, ZnO nanoparçacıklarını üstün antidiyabetik ve gelişmiş antibakteriyel aktivitelere doğru güçlendireceği ortaya konmuştur (18).

Fenton-Navarro ve ark.(19), oral yoldan verilen su teresi sulu, asetonik ve alkollü özütlerinin antioksidan ve hipoglisemik aktivitesini değerlendirmiştir. Erkek Wistar sıçanlarında hiperglisemiyi indüklemek için alloksan (200 mg/kg) ve streptozotosin (60 mg/kg) uygulanmıştır. Su teresi özleri, çok yüksek bir antioksidan etkiye ek olarak, yüksek konsantrasyonlarda fenol, polifenol ve flavonoid içerdiği bulunmuştur. Sulu ekstrelerin akut uygulama üzerindeki hipoglisemik etkisi, insülininden %76.6 daha yüksek çıkmıştır. Kronik olarak uygulandığında, üçüncü haftadan sekizinci haftaya kadar glikoz seviyeleri normalleşmiştir. Sonuç olarak diyabetik sıçanlara sulu ekstrelerin uygulanması oksidatif stres

hasarını azaltmış ve glikoz seviyelerini düşürmüştür. Bu çalışma, bu bitkinin diyabet tedavisi için kullanımını desteklemiştir.

Diyabetik sıçanlarda su teresi özütlerinin kan şekeri seviyesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Streptozotosin enjeksiyonu ile diyabet indüklendikten sonra, hayvanlara kısa bir süre (bir hafta) ve uzun (iki ay) süreyle çeşitli konsantrasyonlarda su teresi özleri (etil asetat, metanol ve sulu) verilmiştir. Su teresinin sadece 800 ve 1000 mg/kg metanol özütü, bir haftalık tedaviden sonra kan şekeri seviyesinde önemli bir azalmaya neden olmuştur. İki aylık etil asetat özü ile yapılan tedavinin sonunda kan şekeri seviyesi düşmüş ve bu düşüş gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır (20).

Bahramikia ve Razieh (14) su teresinin hidroalkolik ekstraktının birçok kardiyovasküler hastalık ile yakından ilişkili olan serum lipit profili üzerindeki etkisini araştırmak için bir araştırma yürütmüşlerdir. Buna göre araştırılan parametreler; serum total kolesterol (TC), trigliserit (TG), düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol (LDL-C) ve yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol (HDL-C) olmuştur. Hepatik hücre hasarlarının bir ölçüsü olarak serum aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz (ALT) seviyelerinin aktivitelerini de değerlendirilmiştir. 10 gün boyunca hiperkolesterolemik sıçan gruplarına hidroalkolik ekstraktının intragastrik uygulaması (günde 500 mg/kg vücut ağırlığı), serum TC'yi % 34.2, TG'yi %30.1 ve LDL-C'leri %52.9 oranında düşürmüştür. Buna karşın, 10 günlük tedaviden sonra serum HDL-C seviyesini %27.0 artmıştır. Su teresinin ekstratı ile tedavi, yüksek diyet gruplarına kıyasla serum ALT ve AST düzeylerini düşürmüştür. Bu verilere dayanarak, su teresinin ekstratının kesin kardiyoprotektif potansiyele sahip olduğu ve bu sonuçların *N. officinale*'nin tıbbi uygulama için tüketilmesi için geçerli bir bilimsel temel oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Su teresinin diyabetik sıçanlarda oral yoldan glikoz ve lipidlerin serum düzeylerine ve Langerhans adacıklarının morfolojisine etkisini incelemiştir. Bu deneysel çalışmada, erkek Wistar sıçanları (n = 36) kontrol, tedavi edilmiş kontrol, diyabetik ve tedavi edilmiş diyabetik gruplar olmak üzere rastgele dört gruba ayrılmıştır. Tedavi gruplarına 6 hafta boyunca bitki ile karıştırılmış peletlenmiş gıda (% 6.25) oral yoldan verilmiştir. Sıçanlarda tek bir doz Streptozotosin (60 mg/kg, IP) uygulanarak diyabet uyarılmıştır. Serum glikoz, trigliserit, toplam kolesterol, LDL- ve HDL-kolesterol düzeyleri belirlenmiştir. Dört gruptaki Langerhans adacıklarının morfolojisi Gomori monokrom boyama yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Diyabetik sıçanların tedavisi önemli bir hipoglisemik etki göstermiştir (p <0.01). Tedavi edilen

diyabetik grupların serum total kolesterol, HDL- ve LDL-kolesterol düzeylerinde, tedavi edilmemiş diyabetik gruba göre anlamlı bir değişiklik tespit edilmemiştir. Diğer taraftan, tedavi edilen diyabetik grup, tedavi edilmemiş diyabetik gruba kıyasla anlamlı derecede daha düşük bir serum trigliserit seviyesi göstermiştir ($p < 0.05$). Langerhans adacıklarının histolojisi ile ilgili olarak, diyabetik grupta daha az sayıda beta hücresi görülmüş ve tedavi bu açıdan herhangi bir yararlı etki üretmemiştir. Kısaca su teresinin oral uygulaması önemli bir hipoglisemik etkiye sahip bulunmuş ve sadece serum trigliseritte uygun değişikliklere yol açtığı kaydedilmiştir (21).

Cruz ve ark.(22) sıcaklık ihlallerinin yeni dondurulmuş su teresinin renk ve C vitamini içeriği üzerindeki etkisini araştırılmıştır. Bitkinin C vitamini içeriği ve rengi dört aylık dondurulmuş depolama süresi sonunda yanlış sıcaklık uygulaması ile değerlendirilmiştir. Yanlış sıcaklık uygulamasında bir miktar dalgalanma gözlenmesine rağmen, C vitamini bozulması veya önemli renk değişiklikleri meydana gelmemiştir. Bu çalışma, dondurulmuş su teresinin donmuş depolama ve soğuk zincirde kullanılan koşullar altında dağıtılması sırasında meydana gelebilecek duyuşal ve besinsel kalite değişikliklerini tahmin etmeye ve anlamaya yardımcı olacağı vurgulanmıştır.

Streptozotosin kaynaklı diyabetik sıçanlarda su teresi yapraklarının hidroalkolik özütünün antihiperlipidemik ve antidiyabetik etkilerini incelenmiştir. Dişi Wistar sıçanları rastgele 4 gruba ayrılmıştır. Bunlar; kontrol grubu, diyabetik ve 100 ve 200 mg/kg'lık dozlarda su teresi özü ile tedavi edilen diyabetik grup. Diyabetik sıçanlara, diyabet onayından sonraki günden itibaren 4 hafta boyunca günlük olarak su teresi özütü verilmiştir. Streptozotosin kaynaklı diyabetik sıçanlarda serum glikoz, trigliserit, toplam kolesterol ve LDL kolesterolünde, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL)-kolesterolün azalmasıyla birlikte önemli bir artış görülmüştür. Diyabetik sıçanların hidroalkolik su teresi özütü ile tedavisi, diyabetik tedavi edilmemiş sıçanlara kıyasla 4 haftalık bir süre boyunca serum glikozu, toplam kolesterol ve LDL kolesterolü önemli ölçüde azaltmıştır. Çalışma bulguları 200 mg/kg'lık bir dozda su teresi özütü ile 4 haftalık bir tedavinin, streptozotosin-diyabetik sıçanlarda hipoglisemik ve hipolipidemik etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, su teresi yapraklarının tüketiminin, diyabetle ilişkili hiperglisemi ve dislipidemi komplikasyonlarının azaltılmasında yardımcı olabileceği anlamına geleceği ifade edilmiştir (15).

Konvektif kurutma sıcaklığının su teresinin kalite nitelikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. 40°C'de 230 dk, 55°C'de 119 dk ve 70°C'de 92 dk kuruma süreleriyle uygulanmıştır. Beslenme parametreleri kurutma sıcaklığı ile negatif korelasyon göstermiştir. C vitamini %12.5–72.8,

toplam fenolik bileşikler %51.1–80.4 ve toplam antioksidan kapasite 44.3–92.1 arasında sıralanmıştır. Kurutma sıcaklığı arttıkça toplam renk farkı ve kızarma indeksi değerlerinde artış ve yüksek klorofil kayıpları (%26.1-55.6) da gözlenmiştir. Sonuç olarak, daha düşük kurutma sıcaklıkları için daha uzun süreler gerekmesine rağmen, su teresi beslenme özellikleri ve tüketiciye genel kalite açısından bu durum daha yararlı bulunmuştur (23).

Gonçalves ve ark. (9) 400 gün boyunca üç farklı sıcaklıkta (-7, -15 ve -30 ° C) ağartılmış, dondurulmuş ve depolanmış su teresinin renk Hunter Lab parametreleri, klorofil bozulması, C vitamini içeriği kaybı ve peroksidaz üzerindeki etkileri incelemiştir. Beyazlatma, renk değerleri, klorofiller ve C vitamini içeriği üzerinde önemli değişikliklere neden olmuştur. Peroksidaz aktivitesi başlangıç değerinden %85 düşürülmüştür. Dondurma işlemi, bitkinin klorofilleri ve C vitamini seviyelerini etkilememiştir, ancak renk değerleri ve peroksidaz aktivitesi önemli farklılıklar göstermiştir. Dondurulmuş depolama sırasında klorofiller ve dehidroaskorbik asit içerikleri sabit kalmıştır.

Su teresinin transkriptomun karakterizasyonu ve insan sağlığına bakımından önemli besin özellikleri için aday genlerin tanımlanması RNASeq kullanarak araştırılmıştır. Su teresi transkriptomu 80800 transkripte (48732 unigen) monte edilmiştir. Bunların %71'i Arabidopsis ortolojisine dayanarak açıklanmıştır. Su teresi yüksek (145) ve düşük (94) antioksidan kapasite ve glukosinolat içeriği ile diferansiyel olarak analiz edilmiştir. Yüksek ve düşük antioksidan kapasitesine sahip su tereleri arasındaki farkları ifade edilen lokuslar, bitki savunması ve uyarılara cevap veren genler için önemli ölçüde zenginleştirilmiştir. Yüksek ve düşük glukosinolat içeriğine sahip su tereleri arasındaki diferansiyel ifadeler, glukosinolat düzenleme bağlantılarıyla tanımlanmıştır. Bu çalışma sonuçları su teresinin ilk transkriptomunu açıklamıştır. Dizi verileri, açıklamalı transkriptler, aday genler ve işaretleyiciler de dahil olmak üzere değerli kaynaklar sağlayarak ileri moleküler çalışmaların temelini oluşturacağı ifade edilmiştir (24).

3. SU TERESİNİN ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ

Antioksidanlar, reaktif oksijen türlerinin (serbest radikaller dahil), vücudun çevresel ve diğer baskılara tepki olarak ürettiği kararsız moleküllerin neden olduğu hücrelere zarar vermesini önleyebilen veya yavaşlatabilen maddelerdir. Bunlara bazen “serbest radikal temizleyicileri” denir. Antioksidan kaynakları doğal veya yapay olabilir (25). Çoğu yaygın sentetik

antioksidanın insan vücudu üzerinde zararlı bir etkiye sahip olduğundan şüphelenildiğinden, bitkilerde bulunan doğal antioksidan bileşiklere (özellikle fenolik bileşikler) giderek daha fazla dikkat edilmektedir (26). Bu bölümde su teresinin antioksidan kapasitesi üzerine yürütülen çalışmalara yer verilmiştir.

Su teresi özütünün antioksidan ve kanser hücrelerine karşı antiproliferasyon potansiyeli araştırılmıştır. Çalışmada meme kanseri hücreleri (MCF-7) ve vero hücreleri kullanılmıştır. Su teresi, su ve %70 etanol kullanılarak ekstrakte edilmiş ve biyokimyasal testler yapılmıştır. Antioksidan aktivitenin değerlendirilmesi 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH) yöntemi kullanılarak ölçülmüş ve kanser hücresindeki inhibitör proliferasyonu MTT testi yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Fitokimyasal testlerin sonuçları, su teresi özütlerinin flavonoidler, tanenler, saponinler ve steroidler gibi biyoaktif içeriğe sahip olduğunu ortaya koymuştur. En fazla toksisite %70 etanol ekstraktında LC50 değeri 406.02 ppm olarak ve en yüksek antioksidan aktivite IC50 değeri 102.26 ppm olarak belirlenmiştir. Buna karşın MCF-7 meme kanseri hücrelerinde bulunan proliferasyon inhibitör testinin IC50 değeri 1.696 ug/mL idi ve vero hücreleri için toksik bulunmamıştır. Sonuçlar, su teresinin etanolik ekstraktının 50, 400, 800 ve 1000 ppm konsantrasyonda MCF-7 meme kanseri hücrelerinin inhibisyonu üzerinde önemli bir etki gösterdiği ortaya koymuştur (27).

Çeşitli in vitro test sistemleri kullanılarak *N. officinale* özütünün antioksidan aktivitesini araştırılmıştır. Su teresi özütleri güçlü ferrik indirgeyici özellik göstermiştir. Ayrıca 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit), DPPH, nitrik oksit ve hidrojen peroksit radikalleri üzerinde güçlü bir süpürme kapasitesi göstermiştir. *N. officinale* özütü, sıçan karaciğer homojenatında askorbat kaynaklı lipid peroksidasyonunda tiyobarbitürik asit reaktif maddelerin oluşumunu önlemiştir. Çalışma sonuçları *N. officinale* özütünün serbest radikallerin doğrudan yakalanması, gücünün azaltılması ve ayrıca metal şelatlama özellikleri bakımından güçlü bir antioksidan kapasiteye sahip olduğunu açıkça göstermiştir (28).

Meriem ve ark. (29) su teresinin yapraklı gövdelerinden elde edilen etanolik özütünün in vivo akut toksisitesini ve in vitro antioksidan etkisini incelemiştir. Akut oral toksisitenin değerlendirilmesi sırasında, bitki özütünün farklı dozlarda, özellikle 80 mg/kg ve 100 mg/kg dozlarında fareler üzerinde stres yaptığını tespit edilmiştir. Bazı klinik bulgularda güçlü ajitasyon ve ardından hareketsizlik ve ölüm kaydedilmiştir. Bu nedenle, *N. officinale* ekstresi 50-500 mg/kg vücut ağırlığında LD50'ye göre toksik bir madde olarak düşünülebilir. Antioksidatif özelliği in vitro olarak DPPH radikal süpürme testi ile değerlendirilmiştir.

Sonuçlar, 10 mg/mL'lik bir konsantrasyonda *N. officinale* özütünün, pozitif kontrole (askorbik asit) kıyasla düşük bir indirgeme gücüne ($I\% = 3.396$, $IC_{50} = 11.60$ mg/ml) sahip olduğunu fakat 100 mg/ml'lik dozda yüksek bir indirgeme gücüne sahip olduğunu göstermiştir.

Su teresinin sulu ve etanolik özütlerinin *in vitro* ve *in vivo* antioksidatif özelliklerini incelenmiştir. Toplam antioksidan aktivite, ferrik tiyosiyanat yöntemi, potasyum ferrisiyanit indirgeme yöntemi, DPPH radikal süpürme aktiviteleri, süperoksit anyon radikal süpürme aktiviteleri ve lipit peroksidasyonu ile değerlendirilmiştir. Etanolik ekstraktlar, DPPH radikalleri ve süperoksit anyon radikalleri temizleme faaliyetlerinde en etkili olarak kaydedilmiştir. Etanol ekstraktının sıçanlara uygulanması, karaciğer, beyin ve böbrekte lipit peroksidasyonunu azaltmıştır. *N.officinale* özütleri indirgeme gücü, serbest radikal ve süperoksit anyon radikal süpürme aktivitelerini ve hücrel lipit peroksidasyonunu azaltması bakımından yüksek bir antioksidan özellik göstermiştir (30).

Bir çalışmada su teresinin toplam fenolikler ve toplam flavonoidler içerikleri spektrofotometrik olarak incelemiş ve antioksidan aktiviteleri Toplam Antioksidan Kapasite yöntemi ile elde edilmiş ve daha sonra bütillenmiş hidroksianisol ve bütillenmiş hidroksitolüen gibi standartlarla karşılaştırılmıştır. Bulgular, *N.officinal*'in hava kısımlarının toplam fenol içeriğinin vejetatif dönemde 8.03 ile 9.35 mg ve üretken dönemde 6.5 ile 7.65 mg olduğunu göstermiştir. Toplam flavonoid içeriği vejetatif dönemde 26.5 ile 31.11 mg ve üretken dönemde 36.89 ile 42.65 mg olarak belirlenmiştir. Yüksek rakımlardaki (1400 m) su üstü dokularının yüksek miktarda fenolik ve flavonoid bileşikler içerdiği kaydedilmiştir. Bitkinin su üstü kısımlarındaki IC_{50} içerikleri 932 ile 1494 ug/ml bulunmuştur. En yüksek antioksidan aktivite ve radikal süpürme etkileri 932 ile 1227.5 ug/ml ile vejetatif dönemde gözlenmiştir. Buna karşın en fazla IC_{50} miktarına sahip olan üretken dönem, en zayıf antioksidan aktivite göstermiştir. Bulgular, antioksidan aktivite ile en önemli ikincil metabolitler arasında pozitif bir korelasyon göstermiştir (31).

Gentamisin bakteriyel enfeksiyonlara karşı kullanılır. Gentamisinin nefrotoksik enflamasyonu ve oksidatif hasarı Wistar sıçanlarında değerlendirilmiş ve su teresinin nefrotoksisiteye karşı koruyucu etkilerini araştırılmıştır. Hayvanlar sekiz gruba ayrılmıştır: kontrol grubu, çözücü uygulananlar, 80 mg/kg IP gentamisin uygulananlar, su teresi hidroalkolik özütü ile üç doz gentamisin uygulananlar (50, 100 ve 200 mg/kg/gün), bir grup sadece yüksek dozda ekstre uygulananlar ve art arda 10 gün boyunca gentamisin ve E vitamini alan bir gruplar. Daha sonra hayvanlar öldürülmüş ve böbrek dokuları izole edilmiştir. Reaktif oksijen türleri, glutatyon

içeriği, lipit peroksidasyonu, protein karbonil, nitrik oksit ve tümör nekroz faktörü-alfa (TNF- α) değerlendirilmiştir. Ayrıca, kan üre azotu ve kreatinin patolojik incelemesi ve ölçümü yapılmıştır. Bulgularda gentamisinin 10 gün uygulanması, böbrek belirteçlerinde bir artışa ve böbrek dokusunda patolojik değişikliklere neden olmuştur. Ayrıca gentamisin grubunda oksidatif stres, artan ROS, lipid peroksidasyonu ve protein karbonil seviyesi ve glutasyon oksidasyonu ile belirginleşmiştir. Enflamasyon işleminde artış, nitrik oksit ve TNF-a'daki artışla gösterilmiştir. Su teresi özütü uygulamasının nefrotoksik belirteçlerde bozulmaya karşı koruduğu ve oksidatif stres ve inflamasyonu azalttığu rapor edilmiştir (16).

Boligon ve ark. (11) su teresinin diklorometan, etil asetat ve butanolik fraksiyonlarının DPPH ve tiyobarbitarik asit reaktif tür yöntemlerini kullanarak antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Klorojenik ve kafeik asitler, yüksek performanslı sıvı kromatografisi-fotodiyot dizi detektörü ile ham özütten nicellendirilmiştir. Ham özüt ve fraksiyonlarının antioksidan ve radikal süpürücü aktivitesi, sırasıyla: butanolik fraksiyon> etil asetat fraksiyonu> diklorometan fraksiyonu> ham özüt olarak bulunmuştur. Antioksidan aktivitelerin kapsamı, özütü ve fraksiyonlarda bulunan fenolik ve flavonoid miktarlarına uygun çıkmıştır. Etil asetat ve butanolik fraksiyonlar, tiyobarbitarik asit reaktif türlerin üretiminde keskin bir düşüşe neden olmuştur. Yazarlar su teresinin değerli bir doğal antioksidan kaynak olabileceğini ve sağlık, tıp ve gıda endüstrisinde uygulanabilir olduğunu öne sürmüşlerdir.

Farklı su teresi özütleri (kökler, gövde ve yapraklar) pigment bileşimi, toplam fenolik içerikler ve radikal süpürücü aktivite açısından analiz edilmiştir. Yaprakların ve köklerin fenolik profili, ters fazlı HPLC-DAD kullanılarak incelenmiştir. Sonuçlar, tüm numunelerdeki toplam fenolik bileşikler, metanolik özütlerde sulu özütlere göre daha yüksek çıkmıştır. Metanolik ekstraktların radikal temizleme aktivitesi sulu ekstraktlardan daha yüksek bulunmuştur. Yapraklarda on dört fenolik bileşik tespit edilmiştir. Kumarik asit ve türevleri, katarik asit ve kuersetin türevleri daha yüksek miktarlarda kaydedilmiştir. Köklerde, toplam 20 bileşik geçici olarak tanımlanmış ve kumarik asit ve türevleri ile sinapik asit, katarik asit ve kuersetin türevleri başlıca fenolik bileşikler olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, su teresi önemli bir antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve biyolojik açıdan önemli fenolik bileşikler içerdiiği rapor edilmiştir (32).

Su teresinin yaprak, gövde ve çiçeğinin uçucu yağları GC-MS ile analiz etmiştir. Yaprak yağının ana bileşikleri miristisin (%57.6), α -terpinolen (%8.9) ve limonen (%6.7) olarak, gövde için karyofillen oksit (%37.2), p-cymene-8-ol (%17.6), α -terpinolen (%15.2) ve limonen

(%11.8) olarak ve çiçekler için limonen (%43.6), α -terpinolen (%19.7), p-cymene-8-ol (%7.6) ve karyofilen oksit (%6.7) olarak bulunmuştur. Tüm numuneler DPPH ve p-karoten-linoleik asit deneyleri kullanılarak olası antioksidan aktiviteleri için bir taramaya tabi tutulmuştur. Yaprakların metanol özütleri, sapların ve çiçeklerin metanol ekstratlarından daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir (33).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su teresi birçok farklı disiplinin de dikkatini çeken önemli bir sucul bitkidir. Son yıllarda bu çalışmalar özellikle sağlık ve fitoremediasyon başta olmak üzere hızla artmaktadır. Bu derleme çalışma, su teresinin beslenme ve antioksidan kapasiteleri yönünü ele almıştır. Oldukça fazla ve değerli biyokimyasal içeriklere sahip olması bu önemi artırmaktadır. Bu metabolitlerin insan sağlığı üzerindeki tedavi edici özelliği nedeniyle bitkinin tüketimi Avrupa ve Asya ülkelerinde önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle salatalarda ve bazı ısıtılmış işlem görmüş yemeklerde kullanılmaktadır. Su teresinin besin kalitesinin yanında diyabetik hiperglisemi ve hiperlipidemiye iyileştirebildiği vurgulanmıştır. Ayrıca su teresinin mükemmel bir antioksidan ve mineral kaynağı olduğu sonucuna varılabilir. Su teresinin olası bir gıda takviyesi olarak kullanılabileceği ve ileride farmasötik sektörde ilaç üretimi için umut verici olduğunu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bolat Y, Koca HU, Yıldırım UG, Özvarol Y, Turna İİ, Şener E ve ark. Eğirdir Gölü Makrofitlerinin Gelişme ve Yayılma Özelliklerinin Sualtı GözlemLeri ile İzlenmesi. Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research 2015;1(3):103-111.
2. Swapna MM, Prakashkumar R, Anoop KP, Manju CN, Rajith NP. A review on the medicinal and edible aspects of aquatic and wetland plants of India. Journal of Medicinal Plants Research 2011;5(33):7163-7176.
3. Saini N, Singh D, Sandhir R. Bacopa monnieri prevents colchicine-induced dementia by anti-inflammatory action. Metabolic Brain Disease 2019;34(2):505-518.
4. Venkateswarlu V, Venkatrayulu CH, Bai TJL. Phytoremediation of heavy metal Copper (II) from aqueous environment by using aquatic macrophytes Hydrilla verticillata and Pistia stratiotes. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 2019;7(4):390-393.
5. Dogan M. Callus formation from full leaf and leaf parts of Rotala rotundifolia (Buch-Ham. ex Roxb) Koehne. Acta Biologica Turcica 2018;32(2):78-83.

6. Dogan M, Emsen B. Anti-cytotoxic-genotoxic influences of in vitro propagated *Bacopa monnieri* L. Pennell in cultured human lymphocytes. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences* 2018;1:48-53.
7. Camponogara C, Silva CR, Brusco I, Piana M, Faccin H, de Carvalho LM ve ark. *Nasturtium officinale* R. Br. effectively reduces the skin inflammation induced by croton oil via glucocorticoid receptor-dependent and NF- κ B pathways without causing toxicological effects in mice. *Journal of Ethnopharmacology* 2019;229:190-204.
8. Klimek-Szczykutowicz M, Szopa A, Ekiert, H. Chemical composition, traditional and professional use in medicine, application in environmental protection, position in food and cosmetics industries, and biotechnological studies of *Nasturtium officinale* (watercress)—a review. *Fitoterapia* 2018;129:283-292.
9. Gonçalves EM, Cruz RMS, Abreu MTRS, Brandão TR, Silva CL. Biochemical and colour changes of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) during freezing and frozen storage. *Journal of Food Engineering* 2019;93(1):32-39.
10. Rose P, Faulkner K, Williamson G, Mithen R. 7-Methylsulfinylheptyl and 8-methylsulfinyloctyl isothiocyanates from watercress are potent inducers of phase II enzymes. *Carcinogenesis* 2000;21(11):1983-1988.
11. Boligon AA, Janovik V, Boligon AA, Pivetta CR, Pereira RP, Rocha JBTD, Athayde, ML. HPLC analysis of polyphenolic compounds and antioxidant activity in *Nasturtium officinale*. *International Journal of Food Properties* 2013;16(1):61-69.
12. Jeon J, Bong SJ, Park JS, Park YK, Arasu MV, Al-Dhabi NA. Park SU. De novo transcriptome analysis and glucosinolate profiling in watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.). *BMC Genomics* 2017;18(1):401.
13. Haro G, Iksen I, Rumanti RM, Marbun N, Sari RP, Gultom RPJ. Evaluation of antioxidant activity and minerals value from watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.). *Rasayan Journal of Chemistry* 2018;11:232-237.
14. Bahramikia S, Yazdanparast R. Effect of hydroalcoholic extracts of *Nasturtium officinale* leaves on lipid profile in high-fat diet rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 2018;115(1):116-121.
15. Hadjzadeh MR, Rajaei Z, Moradi R, Ghorbani A. Effects of hydroalcoholic extract of watercress (*Nasturtium officinale*) leaves on serum glucose and lipid levels in diabetic rats. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology* 2015;59(2):223-230.
16. Shahani S, Behzadfar F, Jahani D, Ghasemi M, Shaki F. Antioxidant and anti-inflammatory effects of *Nasturtium officinale* involved in attenuation of gentamicin-induced nephrotoxicity. *Toxicology Mechanisms and Methods* 2017;27(2):107-114.
17. Murphy SE, Johnson LM, Losey LM, Carmella SG, Hecht SS. Effects of watercress consumption on coumarin metabolism in humans. *Drug Metabolism and Disposition* 2001;29:786-788.
18. Bayrami A, Ghorbani E, Pouran SR, Habibi-Yangjeh A, Khataee A, Bayrami M. Enriched zinc oxide nanoparticles by *Nasturtium officinale* leaf extract: Joint ultrasound-microwave-facilitated synthesis, characterization, and implementation for diabetes control and bacterial inhibition. *Ultrasonics Sonochemistry* 2019;58:104613.

19. Fenton-Navarro B, Martínez MU, Castro BF, Castillo OM, López-Rodríguez M, Arellanes SP, Hernández AV. Antioxidant and hypoglycemic effects of watercress (*Nasturtium officinale*) extracts in diabetic rats. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines* 2018;15(2):68-79.
20. Hoseini HF, Gohari AR, Saeidnia S, Majd NS, Hadjiakhoondi A. The effect of *Nasturtium officinale* on blood glucose level in diabetic rats. *Pharmacologyonline* 2009;3:866-871.
21. Qeini MH, Roghani M, Alagha A. The effect of *Nasturtium officinale* feeding on serum glucose and lipid levels and reorganization of beta cells in diabetic rats. *Razi Journal of Medical Sciences* 2010;17(73):53-61.
22. Cruz RM, Vieira MC, Silva CL. Effect of cold chain temperature abuses on the quality of frozen watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.). *Journal of Food Engineering* 2009;94(1):90-97.
23. Ek P, Araújo AC, Oliveira SM, Ramos IN, Brandão TR, Silva CL. Assessment of nutritional quality and color parameters of convective dried watercress (*Nasturtium officinale*). *Journal of Food Processing and Preservation* 2018;42(2):e13459.
24. Voutsina N, Payne AC, Hancock RD, Clarkson GJ, Rothwell SD, Chapman MA, Taylor G. Characterization of the watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.; Brassicaceae) transcriptome using RNASeq and identification of candidate genes for important phytonutrient traits linked to human health. *BMC Genomics* 2016;17(1):378.
25. Paul A. Bhattacharyya D. Analysis and study on the antioxidant of citrus fruits. *The Pharma Innovation Journal* 2019;8(5):397-398.
26. Olszowy M. What is responsible for antioxidant properties of polyphenolic compounds from plants?. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2019;144:135-143.
27. Rahman DR, Rimbawan R, Madanijah S, Purwaningsih S. Potensi selada air (*Nasturtium officinale* R. Br) sebagai antioksidan dan agen anti proliferasi terhadap sel MCF-7 secara in vitro. *Jurnal Gizi dan Pangan* 2018;12(3):217-224.
28. Bahramikia S, Yazdanparast, R. Antioxidant efficacy of *Nasturtium officinale* extracts using various in vitro assay systems. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies* 2010;3(4):283-290.
29. Meriem T, Soumia K, Fairouz S. Oral acute toxicity and antioxidant activity of the watercress ethanolic extract: *Nasturtium officinale* R. Br (Brassicaceae). *Research & Reviews: Journal of Botanical Sciences* 2017;6:14-18
30. Ozen T. Investigatio of antioxidant properties of *Nasturtium officinale* (watercress) leaf extracts. *Acta poloniae Pharmaceutica* 2009;66(2):187-193.
31. Mazandarani M, Momeji A, Zarghami MP. Evaluation of phytochemical and antioxidant activities from different parts of *Nasturtium officinale* R. Br. in Mazandaran. *Iranian Journal of Plant Physiology* 2013;3(2):659-664.
32. Zeb A. Phenolic profile and antioxidant potential of wild watercress (*Nasturtium officinale* L.). *SpringerPlus* 2015;4(1):1-7.
33. Amiri H. Volatile constituents and antioxidant activity of flowers, stems and leaves of *Nasturtium officinale* R. Br. *Natural Product Research* 2012;26(2):109-115.