

Fonksiyonel Besin Olarak Böğürtlen (*Rubus fruticosus* L.): Besinsel Bileşimleri ve Antioksidan Özellikleri

Muhammet DOĞAN^{1*}

¹Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman, Türkiye.

*(mtdogan1@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3138-5903)

Özet – Böğürtlenler (*Rubus fruticosus* L.), karbonhidratlar açısından zengindir. Özellikle şekerler, lifler ve nişasta içerirler. Yüksek miktarda diyet lifi içerir. Lif, sindirim sağlığını destekler, tokluk hissini artırır ve kan şekerini düzenler. C vitamini, K vitamini ve folik asit gibi çeşitli vitaminler içerir. Özellikle C vitamini, bağışıklık sistemini destekler. Böğürtlenler, potasyum, manganez ve magnezyum gibi mineralleri içerir. Bu mineraller vücut fonksiyonları için gereklidir. Böğürtlenler, antioksidanlar açısından zengin bir kaynaktır. Özellikle antosiyaninler, flavonoidler ve fenolik bileşenler gibi antioksidanlar, hücre hasarı önleyebilir ve sağlık için faydalıdır. *R. fruticosus*, antioksidan özelliklere sahip bir meyvedir. Antioksidanlar, vücuda zarar veren serbest radikallerle savaşan bileşiklerdir. Antioksidanlar, bu serbest radikalleri nötralize ederek vücudu korur ve hücre hasarı azaltır. Böğürtlenler, çeşitli antioksidan bileşenleri içerirler. Antosiyaninler: Böğürtlenlerin renklerini veren antosiyaninler, güçlü antioksidan özelliklere sahiptir. Bu bileşenler, hücrelerin oksidatif strese korunmasına yardımcı olur. Flavonoidler: Böğürtlenler, çeşitli flavonoid türlerini içerir. Flavonoidler de antioksidan aktivite gösterirler ve iltihaplanma riskini azaltabilirler. Fenolik asitler: Böğürtlenler, kafeik asit, ellajik asit ve diğer fenolik asitleri içerir. Bu bileşenler de antioksidan özelliklere sahiptir. Bu antioksidanlar, böğürtlenlerin sağlık yararlarından birçoğundan sorumludur. Özellikle böğürtlenlerin oksidatif stresin azaltılması, bağışıklık sistemi güçlendirmesi, hücre hasarının önlenmesi ve kronik hastalıkların riskini azaltma potansiyeli vardır. Bu derleme çalışması, besinsel bileşimleri ve antioksidan özellikleri bakımından böğürtlenin (*R. fruticosus*) önemini sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Antisoksidan, Antosiyaninler, Beslenme Ve Diyetetik, Doğal Beslenme, *R. Fruticosus*

I. GİRİŞ

Bitkisel gıdalar (meyveler, şifalı bitkiler, kuruyemişler, baharatlar, sebzeler, baklagiller ve tahıllar), kanıtlanmış sağlığı teşvik edici iddiaları ve bağışıklığı artırıcı etkileri nedeniyle hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerin ekonomik, kültürel ve sağlık sistemlerinde önemli bir konuma sahiptir [1-4]. Meyvelerin, baharatların, kuruyemişlerin, baklagillerin, sebzelerin ve tahılların düzenli tüketimi dengeli ve besleyici bir beslenme için hayati öneme sahiptir ve iltihaplanma, artrit, kanser, diyabet, kalp-damar

hastalıkları, ateroskleroz, katarakt, Parkinson hastalığı gibi çeşitli rahatsızlıkların riskinin azalmasıyla ilişkilidir. Pek çok ilacın, tarifi ve ilacın kökeni bitki besinleri, özellikle de meyveler olabilir. Meyvelerin besin değeri ve insan sağlığına etkileri internette en çok başvurulan ve en çok aranan konular arasında yer alıyor. Meyveler, konsantre enerji, besin, vitamin, temel mineral ve antioksidan kaynağı olarak dünya çapında her yaşta ve gelir grubundan insanlar tarafından çeşitli miktarlarda tüketilmektedir. *Rubus fruticosus* L. (Rosaceae), böğürtlen adı verilen meyvesiyle ünlü, lezzetli tadı, hoş aroması ve besin

profili nedeniyle dünya çapında ticareti yapılan bir çalıdır [1].

Düşük enerjiye sahip olmalarına rağmen çok lezzetlidirler ve fenolik asitler, flavonoidler, antosiyaninler, karotenoidler, tanenler, vitaminler ve mineraller gibi çeşitli biyoaktif bileşiklerin en iyi besin kaynakları arasında sayılmaktadırlar [5-7]. Böğürtlen bitkilerinin antimikrobiyal, antikanser, antidizanteri, antidiyabetik, antidiarreal ve aynı zamanda iyi bir antioksidan gibi bitkisel tıbbi amaçlarla kullanıldığını göstermektedir. Böğürtlen bitkisi tanenler, gallik asit, villosin ve demir içerir; meyve C vitamini, niasin (nikotinik asit), pektin, şekerler ve antosiyaninler içerir ve ayrıca meyveler albümini, sitrik asit, malik asit ve pektin içerir [8]. Bu derleme çalışma antioksidan kapasite ve besinsel içerik bakımından böğürtlen (*R. fruticosus*) değerlendirilmiştir.

II. BESİNSEL İÇERİKLERİ

Böğürtlen, 0,5 g gibi çok düşük bir yağ içeriğine sahiptir. Böğürtlenin kalorisi oldukça düşüktür yani 100 gramı 43 kalori verir. Ancak bunlar hem çözünmeyen hem de çözünebilir lifler açısından zengindir. Böğürtlen, 41,8 mg Kalsiyum, 0,6 mcg selenyum ve florür, 0,9 mg demir, 28,8 mg magnezyum, 31,7 mg fosfor, 233 mg potasyum, 1,4 mg sodyum, 0,8 mg çinko, 0,2 mg bakır ve 0,9 mg manganez gibi iyi miktarda mineral içerir. Böğürtlen yeterli miktarda A vitamini, K vitamini ve E vitamini içerir; 100 g başına RDA %16'dır. Böğürtlenlerde orta miktarda B kompleksi vitaminleri de mevcuttur. Taze böğürtlen mükemmel bir C vitamini (anti-oksidan) kaynağı olarak tavsiye edilir; günlük alım miktarı 100 g başına %35'tir [9].

Bitki materyalleri alkaloidler, flavonoidler, tanenler, saponinler, glikozitler, terpenoidler, steroller ve karbonhidratlar gibi çeşitli fitokimyasal bileşenleri içerir. Ayrıca askorbik asit, organik asitler, tanenler ve uçucu yağlar da içerir. Bu kimyasal bileşenlere dayanarak, bitki çok faydalı bir ishal önleyicidir ve iltihaplı mukozayı rahatlatır. Yapraklarının kaynatılması tonik ve gargara olarak kullanılır. Yapraklarının lapası apselere ve cilt ülserlerine uygulanır. Böğürtlen polifenoller, flavonoidler, antosiyaninler, salisilik

asit, ellagik asit ve lif gibi çok sayıda fitokimyasal içerir. Böğürtlen hem çözünür hem de çözünmez lif içerir [8].

III. ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE YÜRÜTÜLEN BAZI ÇALIŞMALAR

Sicilya'da yetiştirilen *R. fruticosus* meyvelerinin suyu, polifenol bileşikleri açısından analiz edilmiş ve *in vitro* antioksidan ve *in vivo* anti-inflamatuar ve mide koruyucu etkileri değerlendirmek üzere test edilmiştir. Esas olarak siyanidin türevleri gibi antosiyaninler, önemli miktarda fenolik asit ve daha az miktarda flavonoid içeren *R. fruticosus*, DPPH'de (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikali) (4,147,194 ± 17,199 mg troloks eşdeğeri [TE]/100 ml), TE antioksidan kapasitesi (8,312,444 ± 43,055 mg TE/100 ml), ferrik indirgeyici antioksidan güç (2,177,830 ± 21,015 mg TE/100 ml), oksijen radikal absorban kapasitesi (95,377,674 ± 616,194 µmol TE/100 ml meyve suyu) ve β-karoten ağartma (%72 ± 4.58) tahlili olmak üzere önemli antioksidan aktivite göstermiştir. *In vivo* çalışmalar, *R. fruticosus*'un sıçanlarda karragenan kaynaklı pençe ödemi (%63-71) önemli ölçüde inhibe ettiğini ve özellikle fenilbutazon (%94-96) ile ilişkili olarak anlamlı anti-inflamatuar etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Ek olarak RFJ ön tedavisi, sıçanlarda etanolün neden olduğu ülserojenik etkiyi önleyebilmiştir. Tüm *in vivo* sonuçlar histopatolojik gözlemlerle desteklenmiş ve antioksidan aktivite ile iyi bir uyum içinde bulunmuştur. Bu da gözlenen biyolojik etkiler ile *R. fruticosus*'un radikal temizleme özellikleri arasındaki ilişkileri doğrulamıştır [10].

Bu araştırmada Turia'da (Romanya) yetiştirilen bahçe böğürtlen meyvelerinin antioksidan özelliklerini karakterize edilmiştir. Böğürtlen meyvelerinden dört farklı solvent ile ekstraktlar yapılmış ve antioksidan kapasitesi DPPH ve FRAP testi uygulanarak incelenmiştir. Toplam fenolik içerik (Folin-Ciocalteu reaktifi ile), toplam antosiyanin içeriği (pH diferansiyel yöntemiyle) ve toplam flavonoid içeriği (alüminyum klorür kolorimetrik yöntemiyle) de ölçülmüştür. Quercetin ve gallik asit içeriği de HPLC-DAD ile belirlenmiştir. En iyi sonuçlar %90 v/v asitleştirilmiş asetonitril ile elde edildiğinden,

Hansen parametre analizi, solvent olarak asetonitril-su solvent karışımı ve çözünen madde olarak siyanidin-3-O-glukozit için gerçekleştirilmiştir [11].

R. fruticosus yaprak ekstraktının hızlandırılmış depolama sırasında ayçiçek yağının stabilize edilmesindeki etkinliği incelenmiştir. *R. fruticosus* ekstraktları farklı solventlerde hazırlanmış ve metanolik ekstrakt verimi %15.43 ile su ve asetona göre daha yüksek çıkmıştır (sırasıyla %11.87 ve %6.62). Metanolik ekstrakt, en yüksek verim, antioksidan ve antiradikal potansiyel ve aynı zamanda diğer solventlerle karşılaştırıldığında yüksek fenolik bileşik içeriği nedeniyle ayçiçeği yağında 70 °C'de termal stabilitesini değerlendirmek için seçilmiştir. Böylece ayçiçek yağına farklı konsantrasyonlarda metanolik ekstrakt (200, 400, 600, 800 ve 1.000 ppm) eklendi. Kontrolün yanı sıra 200 ppm'deki BHA ve BHT standart olarak görev yapmıştır. *R. fruticosus* yaprak ekstraktının ayçiçeği yağının stabilizasyonundaki etkinliğinin değerlendirilmesinde peroksit değeri (PV) ve tiyobarbitürik asit (TBA) parametre olarak alınmıştır. Ayrıca ekstraktın ransimatta 120 °C'de antioksidan aktivite indeksi (AAI) yapılmıştır. Farklı parametrelerden elde edilen sonuçlar birbirleriyle uyum içindeydi; bu, ekstrenin en yüksek verimliliğinin 1.000 ppm olduğunu ve ardından BHT, BHA ve ekstrenin diğer konsantrasyonlarının geldiğini ortaya koymuştur. Sonuçlar, *R. fruticosus* yaprakları ekstraktının ayçiçek yağının stabilizasyonu için güçlü bir antioksidan olduğunu ortaya koymuştur [12].

Yürütülen bu çalışmada, maltodekstrin (MD), Arap zıncığı (GA) ve peynir altı suyu protein konsantresi (WPC) içeren hücre duvarı malzemesinin, kapsüllenmiş böğürtlenlerin fizikokimyasal ve antioksidan özellikleri üzerindeki etkileri, püskürtmeli kurutma tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. Antosiyanin konsantrasyonu, polimerik renk, toplam polifenoller, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil radikalinin radikal temizleme aktivitesi, indirgeme gücü ve farklı depolama koşullarındaki stabilite değerlendirilmiştir. GA ve MD, mikrokapsüller yüksek nem içeriğinin

($a_w > 0.902$) aksine düşük su aktivitelerinde ($a_w < 0.515$) depolandığında antioksidan bileşiklere benzer bir koruma sağlarken, WPC yüksek bir koruma sunmuştur [13].

Bu çalışma, meyve olgunlaşmasının fonksiyonel bileşikler (pH, çözünür katı madde içeriği, titre edilebilir asitlik ve mineraller) ve antioksidan aktivite üzerindeki etkisini incelemek amacıyla, üç olgunlaşma aşamasında mutasyona uğramış beş böğürtlen hattında meyve kalitelerini, fonksiyonel bileşikleri (toplam fenolik içerik, toplam flavonoid içeriği, antosiyaninler ve ellagik asit) ve antioksidan aktiviteyi değerlendirmek için yürütülmüştür. Şeker içeriği, toplam fenolik içerik, toplam flavonoid içeriği ve antosiyaninler (siyanidin-3-O-glukozit, siyanidin-3-O-ksilosit, siyanidin-3-O-malonilglukozit ve siyanidin-3-O-dioksalilglukozit) arttı meyve gelişimi ilerledikçe ellagik asit içeriği meyve olgunlaştıkça azalmıştır. Test edilen mineraller arasında potasyum, gelişimin tüm aşamalarında en yüksek konsantrasyonları göstermiştir. Antioksidan aktivite, toplam fenolik içerik ($P \leq 0.01$), toplam flavonoid içeriği ($P \leq 0.01$) ve toplam antosiyaninler ($P \leq 0.05$) ile korele çıkmıştır. Sonuçlar, Maple ve B201 hatlarının en yüksek antosiyanin içeriğini içerdiğini ve daha fazla antioksidan aktivite sergilediğini göstermiştir [14].

Yürütülen bu çalışmada hasat döneminde böğürtlenin mineral bileşimi, toplam fenolik içeriği (Folin-Ciocalteu yöntemi) ve toplam antioksidan kapasitesi (plazmanın demir indirgeme yeteneği, FRAP) belirlenmiştir. Yaprak ve meyveler aynı yerlerde yabani olarak yetiştirilen ve kültür bitkilerinden hasat edilmiştir. Sonuçlar örnekleme zamanı ve yetiştirme yerinin element kompozisyonunu etkilediğini göstermiştir. Ca, Fe, K, Mg, P, Zn konsantrasyonu kültür meyvelerinde anlamlı derecede yüksek iken Al, Cu, Mn içeriği yabani olarak yetiştirilen örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Yapraklardaki toplam fenolik içerik (TPC) ve FRAP değerleri vejetasyon döneminde bir miktar artış göstermiştir. Meyveler aynı olgunluk döneminde hasat edilmiş olup, TPC ve FRAP düzeyleri hasat zamanından etkilenmemiştir. Böğürtlen meyvelerinde TPC ve FRAP düzeyleri

yapraklara göre daha yüksek çıkmıştır. Yabani ve kültür bitkileri arasında TPC ve FRAP açısından önemli farklılıklar elde edilmiş, her iki parametre de kültür böğürtlenlerinde daha yüksek bulunmuştur. Yabani ve kültür böğürtlen yaprak ve meyvelerinin TPC sonuçları arasında pozitif doğrusal korelasyon bulundu ve aynı durum FRAP değerleri için de geçerliydi. TPC ile FRAP arasında hem yapraklarda hem de meyvelerde güçlü bir pozitif ilişki gözlenmiştir. Bulgularımız kültür böğürtleni meyvelerinin yabani olanlara göre daha yüksek mineral düzeyine ve antioksidan özelliklere sahip olduğunu; ancak yabani popülasyonlardan elde edilen yaprakların antioksidan gücü, kültür bitkilerinininkine benzer çıkmıştır [15].

Bu çalışmada, böğürtlenin meyve ağırlığı, meyve uzunluğu, meyve genişliği, toplam çözünür katı madde (TSS), titre edilebilir asitlik, TSS/asitlik oranı, pH, toplam fenolik içerik, antioksidan aktivite ve serbest radikal temizleme kapasitesi gibi seçilmiş bazı fiziko-kimyasal özellikler incelenmiştir. Türkiye'de yetiştirilen 9 adet kültüre alınan ve 16 adet seçilmiş yabani böğürtlen (*R. fruticosus*) genotipi araştırılmıştır. Böğürtlen çeşitlerinin ve genotiplerinin toplam fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi ve serbest radikal temizleme kapasitesi, Folin-Ciocalteu, β -karoten ağartma ve DPPH radikal analizleri kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar, kültür böğürtlenlerinde ortalama meyve ağırlığı ve meyve boyutlarının yabani böğürtlenlere göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ancak yabani materyallerde TSS, asitlik ve pH değerleri daha yüksek çıkmıştır. Böğürtlen çeşitlerinin ve yabani genotiplerin toplam fenolik içerikleri, ifade edilen şekilde 584 (Bartın çeşidi) ila 788 (Chester çeşidi) mg/100 g ve 610 (Genotypr R2) ila 1455 mg/100 g (Genotip R16) aralığında çıkmıştır. Kültürü yapılan ve yabani olarak yetişen böğürtlen meyvelerinin antioksidan aktivitesi sırasıyla %72,15 (Ev. Arapaho)-%89,75 (Ev. Bursa 3) ve %59,85 (R1)-%87,42 (R10) arasında bulunmuştur. Standart BHA'nın antioksidan aktivitesi %85,07 idi. Aynı yerde yetiştirilen farklı çeşitler sürekli olarak antioksidan kapasitede farklılıklar göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları, test edilen böğürtlen meyvelerinin iyi bir doğal antioksidan kaynağı olduğunu ortaya koymaktadır [16].

Bu çalışma, su (BJW) ve yağı alınmış süt (BJM) ile hazırlanan böğürtlen suyu (BJ) tüketiminin plazma antioksidan kapasitesi ile enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar üzerindeki olası etkisini değerlendirmek üzere tasarlanmıştır. Her iki BJ'nin alımından sonra plazmadaki askorbik asit içeriğinde önemli ($p < 0.05$) bir artış gözlemlendi. Ancak plazma ürat ve α -tokoferol düzeylerinde herhangi bir değişiklik gözlenmiştir. ORAC tahlili ile plazma antioksidan kapasitesinde bir artış yalnızca BJW tüketiminden sonra gözlenmiş ancak istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Plazma antioksidan kapasitesi askorbik asit ile iyi bir pozitif korelasyona ($r = 0.93$) ve ürat düzeyi ile negatif bir korelasyona ($r = -0.79$) sahip çıkmıştır. Antioksidan kapasite ile toplam siyanidin veya toplam ellagik asit içeriği arasında herhangi bir korelasyon gözlenmemiştir. Ayrıca BJ alımının ardından plazma katalazının arttığı gözlenmiştir. Plazma ve eritrosit CAT ve glutatyon peroksidaz aktivitelerinde değişiklik gözlenmemiştir. Her iki BJ'nin alımından sonraki 1 ila 4 saat arasında idrar antioksidan kapasitesinde önemli bir azalma ($p < 0.05$) gözlenmiştir. Toplam antioksidan kapasite ile ürat ve toplam siyanidin seviyeleri arasında iyi bir korelasyon gözlenmiştir. Bu sonuçlar, antosiyanin seviyeleri ile CAT arasındaki ilişkiyi ve BJ alımından sonra insan plazmasındaki antioksidan kapasite ile askorbik asit arasında iyi bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Polifenollerin sağlık açısından faydalarını göstermek için antioksidan özelliklerini ve sağlık yararlarını araştıran takip çalışmaları gereklidir [17].

Gama ışınlamasının böğürtlen bitkilerindeki morfolojik ve biyokimyasal değişiklikler üzerindeki sonuçlarını incelemek için *in vitro* yöntemler kullanıldı. Gama ışınına tabi tutulan (20, 40 ve 60 Gy) bitkicikler, Murashige ve Skoog (MS) ortamı kullanılarak alt kültüre alınmıştır. Her ışınlama tedavisi dozu, kavanoz başına üç sürgün içeren on kavanozdan oluşmuştur. Toplam fenolik içeriğin, fenolik asitlerin, flavonoid içeriklerinin, DPPH kullanılarak antioksidan aktivitenin ve askorbik asidin belirlenmesi için metanolik ekstraktlar kullanılmıştır. γ -ışınlama dozundaki artış (40 Gy) köklenme yüzdesini önemli ölçüde

arttırmıştır. *R. fruticosus* bitkiciklerinin birinci, ikinci ve üçüncü alt kültürlerinde γ -ışınlama doz düzeyinin 40 Gy'ye yükseltilmesi bitkisel özelliklerde önemli bir artışa yol açmıştır. 40 Gy γ ışınlamasına maruz bırakılan bitkiciklerde klorofil a, b ve karotenoid seviyelerinde önemli bir artış gözlenmiştir. Bu arada ışınlama dozunun 60 Gy'e çıkarılmasıyla klorofil ve karotenoid içeriğinin azaldığı görülmüştür. Maksimum anlamlı artış, toplamda $165,08 \pm 0,36$ mg/100g t.a, $110,92 \pm 0,99$ mg/100g t.a ve $13,37 \pm 0,74$ mg/100g t.a değerleri ile gama ışınlama dozu seviyesi 60 Gy ile elde edilmiştir. Aynı model askorbik asit değerlerinde de bulunmuştur. Işınlama dozu 60 Gy'e yükseltildiğinde bitkiciklerin toplam antioksidan kapasitesi ve DPPH'ye göre antioksidan aktivitesi istikrarlı bir şekilde önemli ölçüde artmıştır. Sonuçlar, gama ışınlamasının (40 Gy) *in vitro* sürgün çoğalmasının büyümesini iyileştirdiğini, böğürtlen bitkiciklerinin fitokimyasal içeriği ve antioksidan aktivitesinin ise 60 Gy doz seviyesi ile artırıldığını göstermiştir [18].

Toplam polifenolik içeriği, antioksidatif kapasite ve antiproliferatif aktivite, yabani ve kültüre alınmış böğürtlen posasında test edilmiştir. Yabani böğürtlen posası ekstraktı Tw2 şu en yüksek içerikleri göstermiş: toplam polifenolikler (50,16 mg GAE/g k.a), flavonoidler (7,73 mg Qc/g k.a), flavonoller (6,63 mg Qc/g k.a) ve toplam monomerik antosiyaninler (13,40 mg Cy/g). Tw2 ekstraktı serbest radikalleri önemli ölçüde inhibe etti: $IC_{50}DPPH = 127,76$ μ g/mL, $IC_{50}ABTS = 26,53$ μ g/mL ve $IC_{50}OH = 168,62$ μ g/mL ve meme adenokarsinomu $IC_{50}MCF7 = 306,68$ μ g/mL ve serviks epiteloid karsinomunun büyümesi hücre çizgileri $IC_{50}HeLa = 315,49$ μ g/mL. Yabani böğürtlen çeşitleri, kültür böğürtlenlerine kıyasla daha yüksek ekstraksiyon verimine, daha yüksek toplam polifenolik içeriğe ve daha güçlü biyolojik etkilere sahip çıkmıştır ($P < 0,05$). Tüm böğürtlen ekstraktları, yüksek toplam polifenol ve flavonoid içeriğine atfedilebilecek ve katma değerli fonksiyonel gıda olarak kullanılabilir yüksek biyolojik potansiyel göstermiştir [19].

Bu çalışmada, *R. fruticosus*'un farklı olgunluk aşamalarında (olgunlaşmamış, orta ve olgunlaşma) anti diyabetik, antikolinesteraz ve antioksidan özelliklerini araştırılmıştır. Bu amaçla örneklerin etanol ve su ekstraktlarının asetilkolinesteraz (AChE), bütirikolinesteraz (BChE), α -glukosidaz ve α -amilaz enzim aktiviteleri üzerindeki inhibitör etkileri test edilerek anti diyabetik ve nöroprotektif potansiyelleri değerlendirilmiştir. Ekstraktların inhibitör aktiviteleri ayrıca anti diyabetik ilaç olan akarboz ve nöroprotektif ilaçlar, neostigmin ve galantamin ile karşılaştırılmıştır. Antioksidan aktivitelerine ek olarak, her iki ekstraktın üç aşaması, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) ve 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) dahil olmak üzere üç antioksidan yöntemle değerlendirilmiştir. Öte yandan her iki ekstrakttaki toplam fenolik bileşik miktarları mgGAE/g ekstrakt olarak belirlenmiştir. *R. fruticosus*'un olgunlaşmamış, orta ve olgunlaşma evrelerine ait etanol ve su ekstraktları, α -glukozidaz ve α -amilaz enzimlerini farklı oranlarda inhibe ederek anti diyabetik özellikler sergilemiştir. Ara madde ($IC_{50}=0,019$ mg/ml), olgunlaşmamış ($IC_{50}=0,021$ mg/ml) ve olgunlaşma ($IC_{50}=0,520$ mg/ml) aşamalarının etanol ekstraktı ve olgunlaşmamış ($IC_{50}=0,014$ mg/ml), ara aşamaların su ekstraktları ($IC_{50}=0,014$ mg/ml) ve olgunlaşma aşamaları ($IC_{50}=0,136$ mg/ml) α -glukosidaza karşı en güçlü inhibitörler olarak belirlenmiştir. Farklı olgunluk aşamalarındaki meyvelerin etanol ve su ekstraktları, neostigmin ve galantamin ile karşılaştırıldığında AChE ve BChE'ye karşı oldukça zayıf inhibitörler olarak görev yapmıştır. Ara ($IC_{50}=0,01$ mg/ml), olgunlaşma ($IC_{50}=0,05$ mg/ml) ve olgunlaşmamış ($IC_{50}=0,06$ mg/ml) aşamaların etanol ekstraktlarının DPPH radikal temizleme aktivitesi Trolox'tan ($IC_{50}=0,12$ mg/ml) daha yüksek çıkmış ve BHA ($IC_{50}=0,16$ mg/ml) iken su ekstraktlarının DPPH radikal temizleme aktivitesi nispeten daha düşük çıkmıştır. Olgunlaşmamış ($IC_{50}=0,002$ mg/ml), ara ($IC_{50}=0,004$ mg/ml) ve olgunlaşma ($IC_{50}=0,028$ mg/ml) aşamalarının etanol ekstraktlarının ABTS radikal temizleme güçleri BHA ($IC_{50}=0,05$ mg/ml) ile karşılaştırıldığında daha yüksek çıkmıştır. Meyvenin tüm etanol ve su

ekstraktlarının indirgeme gücü aktiviteleri, 200 µg/ml konsantrasyonundaki Trolox ve BHA ile karşılaştırıldığında daha düşük çıkmıştır [20].

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada, antioksidan özellikleri ve beslenme odaklı fonksiyonel besin olarak *R. fruticosus* üzerinde durulmuştur. Meyvenin tıbbi, kozmetik ve besleyici değeri vardır. Değerli besinlerin konsantrasyonuna bir kaynağı olmasının yanı sıra, fonksiyonel bir gıda olarak önemini vurgulayan terapötik öneme sahip biyoaktif bileşenlerdir. *R. fruticosus*, tohum yağında vitaminler, steroidler ve lipitler ve antioksidan, anti-karsinojenik, anti-inflamatuar, antimikrobiyal, anti-diyabetik, anti-inflamatuar gibi çeşitli farmakolojik aktivitelere sahiptir. Böğürtlen, yüksek polifenol ve vitamin içeriği nedeniyle antioksidanlar açısından zengindir ve bu da onları mükemmel bir sağlık koruma kaynağı haline getirir.

KAYNAKLAR

- [1] Zia-Ul-Haq, M., Riaz, M., De Feo, V., Jaafar, H. Z., & Moga, M. (2014). *Rubus fruticosus* L.: constituents, biological activities and health related uses. *Molecules*, 19(8), 10998-11029.
- [2] Göldağ, R., Göldağ, Ö. G., & Doğan, M. (2022). Beslenme ve Sağlık İçin Kara Mürver'in (*Sambucus nigra* L.) Önemi: Biyolojik Aktiviteleri. *Academic Platform Journal of Halal Lifestyle*, 4(1), 10-17.
- [3] Doğan, M. (2020). Su teresinin (*Nasturtium officinale* R. BR.) beslenme-diyet potansiyeli ve antioksidan özellikleri: bir derleme. *International Anatolia Academic Online Journal Health Sciences*, 6(3), 222-233.
- [4] Erkorkmaz, F., Altunbay, M., Demirci, Z., & Doğan, M. (2023). Chia Tohumunun (*Salvia hispanica* L.) Bileşimi, Besinsel Değeri ve Sağlık Faydaları: Composition, Nutritional Value and Health Benefits of Chia Seed (*Salvia hispanica* L.). *Scientific and Academic Research*, 2(1), 96-106.
- [5] de Souza, V. R., Pereira, P. A. P., da Silva, T. L. T., de Oliveira Lima, L. C., Pio, R., & Queiroz, F. (2014). Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food chemistry*, 156, 362-368.
- [6] Namiesnik, J., Vearasilp, K., Nemirovski, A., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Pasko, P., ... & Gorinstein, S. (2014). In vitro studies on the relationship between the antioxidant activities of some berry extracts and their binding properties to serum albumin. *Applied biochemistry and biotechnology*, 172, 2849-2865.
- [7] Koczka, N., Stefanovits-Banyai, E., & Prokaj, E. (2018). Element composition, total phenolics and antioxidant activity of wild and cultivated blackberry (*Rubus fruticosus* L.) fruits and leaves during the harvest time. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 563-569.
- [8] Verma, R., Gangrade, T., Punasiya, R., & Ghulaxe, C. (2014). *Rubus fruticosus* (blackberry) use as an herbal medicine. *Pharmacognosy reviews*, 8(16), 101.
- [9] Rasheed, H. U., Nawaz, H., Rehman, R., Mushtaq, A., & Rashid, U. (2017). The Blackberry: A Review on its Composition and Chemistry, Uses and Bioavailability and Potential Health Benefits. *Int. J. Chem. Biochem. Sci*, 11, 120-128.
- [10] Monforte, M. T., Smeriglio, A., Germanò, M. P., Pergolizzi, S., Circosta, C., & Galati, E. M. (2018). Evaluation of antioxidant, antiinflammatory, and gastroprotective properties of *Rubus fruticosus* L. fruit juice. *Phytotherapy Research*, 32(7), 1404-1414.
- [11] Albert, C., Codină, G. G., Héjja, M., András, C. D., Chetariu, A., & Dabija, A. (2022). Study of antioxidant activity of garden blackberries (*Rubus fruticosus* L.) extracts obtained with different extraction solvents. *Applied Sciences*, 12(8), 4004.
- [12] Asnaashari, M., Tajik, R., & Khodaparast, M. H. H. (2015). Antioxidant activity of raspberry (*Rubus fruticosus*) leaves extract and its effect on oxidative stability of sunflower oil. *Journal of food science and technology*, 52, 5180-5187.
- [13] Díaz, D. I., Beristain, C. I., Azuara, E., Luna, G., & Jimenez, M. (2015). Effect of wall material on the antioxidant activity and physicochemical properties of *Rubus fruticosus* juice microcapsules. *Journal of microencapsulation*, 32(3), 247-254.
- [14] Ryu, J., Kwon, S. J., Jo, Y. D., Jin, C. H., Nam, B. M., Lee, S. Y., ... & Kang, S. Y. (2016). Comparison of phytochemicals and antioxidant activity in blackberry (*Rubus fruticosus* L.) fruits of mutant lines at the different harvest time. *Plant Breeding and Biotechnology*, 4(2), 242-251.
- [15] Koczka, N., Stefanovits-Banyai, E., & Prokaj, E. (2018). Element composition, total phenolics and antioxidant activity of wild and cultivated blackberry (*Rubus fruticosus* L.) fruits and leaves during the harvest time. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 563-569.
- [16] Yilmaz, K. U., Zengin, Y., Ercisli, S., Serce, S., Gunduz, K., Sengul, M., & Asma, B. M. (2009). Some selected physico-chemical characteristics of wild and cultivated blackberry fruits (*Rubus fruticosus* L.) from Turkey. *Romanian biotechnological letters*, 14(1), 4152-4163.
- [17] Hassimotto, N. M. A., Pinto, M. D. S., & Lajolo, F. M. (2008). Antioxidant status in humans after consumption of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) juices with and without defatted milk. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(24), 11727-11733.
- [18] Aly, A. A., El-Desouky, W., & El-Leel, O. F. A. (2022). Micropropagation, phytochemical content and antioxidant activity of gamma-irradiated blackberry

- (*Rubus fruticosus* L.) plantlets. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 58(3), 457-469.
- [19] Jazić, M., Kukrić, Z., Vulić, J., & Četojević-Simin, D. (2019). Polyphenolic composition, antioxidant and antiproliferative effects of wild and cultivated blackberries (*Rubus fruticosus* L.) pomace. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(1), 194-201.
- [20] Akyüz, M. (2022). The determination of antidiabetic, anticholinesterase and antioxidant properties of ethanol and water extracts of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) fruits at different maturity stages. *South African Journal of Botany*, 151, 1035-1048.