



Üzüksü Meyveler: Sağlıklı Beslenme Üzerine Etkileri^A

Çiğdem KONAK GÖKTEPE^{1*}, Nihat AKIN²

Öz: Beslenme alışkanlıkları ve sağlık arasındaki ilişki, tüketicilerin nutrasötikler açısından zengin diyetler hakkında daha fazla bilimsel kanıt ulaşma talebini artırmıştır. Üzüksü meyveler, antosiyaninler, flavonoidler, fenolikler, fenolik asitler, tanenler ve stilbenler gibi çok çeşitli besleyici olmayan biyoaktif bileşiklerin yanı sıra mineraller, vitaminler, uçucu yağlar, şekerler ve karotenoidler gibi besleyici bileşiklerin zengin bir kaynağıdır. Üzüksü meyvelerde bulunan biyoaktif bileşikler hem *in vitro* hem de *in vivo* olarak güçlü antimikrobiyal, anti nörodejeneratif, antikanser, antienflamatuvar ve antioksidan özelliklere sahiptir. Bu çalışmada, insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri ile ilgili olarak üzüksü meyvelerin besinsel ve besinsel olmayan biyoaktif bileşikleri hakkında kapsamlı ve eleştirel bir inceleme yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşenler, sağlıklı beslenme, üzüksü meyveler.

Berries: Their Effects on Healthy Nutrition

Abstract: The relationship between dietary habits and health has increased consumer' demand for more scientific evidence on diets rich in nutraceuticals. Berries are a rich source of a wide range of non-nutritive bioactive compounds such as anthocyanins, flavonoids, phenolics, phenolic acids, tannins, and stilbenes as well as nutritional compounds such as minerals, vitamins, volatile oils, sugars, and carotenoids. Bioactive compounds

^A Hazırlanan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale yayın ve araştırma etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar bu çalışmaya ortak katkı sağlamış olup, yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Çiğdem KONAK GÖKTEPE, Selçuk Üniversitesi, Karapınar Aydoğanlar Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Konya, Türkiye, ckonak@selcuk.edu.tr, [OrcID 0000-0003-4615-1050](https://orcid.org/0000-0003-4615-1050)

² Nihat AKIN, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kampüs/Konya, Türkiye, nakin@selcuk.edu.tr, [OrcID 0000-0002-0966-1126](https://orcid.org/0000-0002-0966-1126)

in berries have strong antioxidant, anticancer, antimutagenic, antimicrobial, anti-inflammatory, and anti-neurodegenerative properties both *in vitro* and *in vivo*. This study presents a comprehensive and critical review of the nutritional and non-nutritional bioactive compounds of grape berries in relation to their potential effects on human health.

Keywords: Berries, bioactive components, healthy nutrition.

Giriş

Son yıllarda yapılan araştırmalar, meyve biyoaktif bileşiklerinin incelenmesini, bunların karakterizasyonunu ve fonksiyonel gıdalardaki kullanımını ve klinik değerlendirmeye dayalı olarak insan sağlığına faydalı özelliklerinin belirlenmesini hedeflemiştir. Dünya Sağlık Örgütü, özellikle küçük renkli meyvelerden elde edilen fenolik bileşenlerin antioksidan aktivitesinin, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, kanser ve obezite gibi en önemli sağlık sorunlarının önlenmesinde önemini vurgulamaktadır (WHO, 2002; Stapleton ve ark., 2008; Yang ve ark., 2019). Diyetle düzenli meyve ve sebze tüketiminin sağlık açısından faydalar sağladığı ve yaşam tarzıyla ilişkili sağlık sorunlarının risklerini azalttığı bilinmektedir (Yahia ve ark., 2019; del Río-Celestino ve Font, 2020). Meyveler, özellikle de üzümü meyveler, sağlıklı beslenmenin temel bileşenleri olan doğal antioksidanları içermektedir (Skrovankova ve ark., 2015). Çok sayıda çalışma, üzümü meyvelerdeki vitaminler, karotenoidler, terpenler ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşenlerin, bu meyvelerin tüketimiyle elde edilen antioksidan özelliklerle güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu göstermiştir (de Souza ve ark., 2014; Zorzi ve ark., 2020). Üzümsü meyvelerdeki antioksidanlar, hücrel makromoleküllerde oksidatif hasara neden olarak tümör oluşumuna ve karsinojeneze yol açabilen reaktif oksijen türlerini temizleyerek etkilerini göstermektedirler (Sosa ve ark., 2013). Üzümsü meyvelerdeki biyoaktif maddeler antioksidan ve antiinflamatuvar etkileri ile metabolik sendrom, enflamasyonlar, nörodejeneratif ve kardiyovasküler hastalıkların oluşma riskini azaltabilir (Bhaswant ve ark., 2017; King ve Bolling, 2020). Frenk üzümünde bulunan flavonoidlerin retinal hücre tiplerini oksidatif strese bağlı ölümden koruduğu rapor edilmiştir (Kalt ve ark., 2010). Bunun yanı sıra, yaban mersini, böğürtlen ve siyah ahududu gibi antosiyanin bakımından zengin meyvelerin antioksidan, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal aktiviteler gösterdiği ve düzenli tüketildiğinde diyabet, kanser ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Peña-Sanhueza ve ark., 2017). Üzümsü meyveler içerdiği biyoaktif bileşiklere ek olarak sağlık açısından faydaları kanıtlanmış önemli miktarda mineral, şeker ve diyet lifi içermektedir (Castro ve Teodoro, 2015). Sağlık üzerinde olan sayısız faydaları göz önünde bulundurulduğunda üzümü meyveler 'süper gıda' olarak pazarlanmakta ve fonksiyonel gıda uygulamaları için ideal adaylar olarak değerlendirilmektedir (Van den Driessche ve ark., 2018). Taze, dondurulmuş ve işlenmiş formda tüketilen üzümü meyveler arasında çilek, ahududu, yaban mersini, böğürtlen, Hint bekaşıüzümü, kıvılcık, aronya, mürver ve siyah frenküzümü bulunur (Nile ve Park, 2014; Jiang ve ark., 2021;). Meyvelere yönelik tarladan sofraya gıda zinciri boyunca, hasat öncesi üretim faktörleri ve hasat sonrası işleme yöntemleri, üzümü

meyvelerdeki biyoaktif maddelerin bileşimini ve sonuçta bu meyvelerden kazanılan potansiyel sağlık yararlarını etkileyebilir (Di Vittori ve ark., 2018). Oldukça kısa raf ömrüne sahip olan bu meyvelerin yıl boyunca bulunabilirliğini sağlamak ve tüketimini teşvik etmek için meyvede olgunlaşmayı, mikrobiyal gelişmeyi ve çürümeyi azaltmak amacıyla hasat sonrası farklı işleme teknikleri kullanılmaktadır (Sun ve ark., 2019; Arfaoui, 2021). Meyvelerin raf ömrünü etkili bir şekilde uzatmak için kurutma, dondurma, püre haline getirme, soğutma, ışınlama, fumigasyon, klorla sanitizasyon, yenilebilir filmler/kaplamalar, ağartma, kontrollü atmosfer ve modifiye atmosferde paketleme gibi farklı teknolojiler kullanılmaktadır (Nayak ve ark., 2015; Dermesonlouoglou ve ark., 2018; Nilsen-Nygaard ve ark., 2021). Uygulanan bu teknolojilerin işlenmiş meyve ürünlerindeki biyoaktif bileşiklerin stabilitesini değiştirdiği yapılan birçok çalışmada rapor edilmiştir (Weber ve Larsen, 2017; Aaby ve ark., 2018; Dağdelen ve ark., 2019; Martín-Gómez ve ark., 2020). Bu bağlamda meyvelerdeki bozulmaları engellemek ve tüketiminde maksimum biyoyararlılık kazanmak için her meyveye özel depolama stabilitesini artıran en etkili muhafaza yöntemi tespit edilmeli ve uygulanmalıdır.

Bu çalışma, üzüm meyvelerindeki besleyici ve besleyici olmayan biyoaktif maddeler ile ilgili verileri özetlemektedir. Ayrıca üzüm meyvelerde bulunan biyoaktif bileşenlerin insan sağlığını geliştirmedeki önemi ve biyolojik aktiviteleri anlatılmaktadır. Ayrıca sağlıklı beslenme açısından etkileri üzerine yapılan çalışmalardan toplanan veriler tartışılmaktadır.

Üzüm Meyvelerindeki Besleyici Biyoaktif Maddelerin Sağlığa Faydaları

Karbonhidratlar

Çoğu meyve gibi üzüm meyveler de esas olarak çözünebilir şekerler ve diyet liflerinden oluşan karbonhidratları içermektedir (Baenas ve ark., 2020; Coleman ve Ferreira, 2020). Özellikle üzüm meyvelerin, temelde çözünür şekerler ve küçük elektrolitlerden oluşan yaklaşık %15 oranında çözünür katı madde içerdiği bilinmektedir (Yadav, 2021). Sakaroz, glikoz ve fruktoz üzüm meyvelerde en fazla bulunan şekerlerdir (Zhong ve ark., 2023). Genellikle üzüm meyveler tamamen olgunlaştığında sakarozu nazaran daha yüksek fruktoz ve glikoz içeriğine sahiptir ve üzüm meyvelerdeki şekerlerin oranları olgunlaşma seviyesine göre değişiklik göstermektedir (Ma ve ark., 2023). Üzüm meyvelerde bulunan şekerler kalori kaynağı olmasının yanı sıra tüketicinin duyuşal tercihlerini etkilemektedir (Vilela ve Cosme, 2016; Souza Gonzaga ve ark., 2021). Aynı zamanda çözünür şekerler gibi organik asitler de meyve tadını etkileyen ve tüketici tercihini yönlendiren başlıca bileşenler arasındadır (Basile ve ark., 2020).

Diyabet dünya çapında yüksek mortaliteye sahip multifaktöriyel bir hastalıktır. Tip 1 diyabet vakalarının %15'ini oluştururken, geri kalanını Tip 2 diyabet oluşturmaktadır (Hameed ve ark., 2020a). Tip 2 diyabet öncelikle farmakoterapötik ilaçlar, kanıta dayalı alternatif yaklaşımlar ve fonksiyonel gıdaya dayalı yaklaşımlarla tedavi edilmektedir (Nathan ve ark., 2006). Ayrıca, kanıta dayalı alternatif yaklaşımlar, Tip 2 diyabeti ve komplikasyonlarını ertelemek veya önlemek için son zamanlarda alternatif olarak bireyselleştirilmiş diyet ve beslenme önerilerine dayalı yaklaşımlar nedeniyle güvenlik ve toksisite sorunlarına sahip olabilir

(Hameed ve ark., 2020a). Polifenol açısından zengin üzümü meyveler bireyselleştirilmiş beslenmenin temel bileşenleridir ve bu meyvelerin tüketimi, obez veya aşırı kilolu hastalarda Tip 2 diyabet ile mücadele için bir potansiyel teşkil etmektedir (Novotny ve ark., 2015; Kim ve ark., 2016). Yapılan pek çok çalışma Tip 2 diyabetin meyveler ve/veya meyvelerden türetilen özel diyet alımı, egzersiz ve sağlıklı vücut ağırlığının korunmasıyla önenebileceğini veya yönetilebileceğini göstermektedir (Wang ve Hu, 2018). Ek olarak yüksek polifenol içeriğine atfedilen etkiler sayesinde yaban mersini gibi üzümü meyvelerin tüketiminin artmasının kan basıncını, koroner kalp hastalığı ve Tip 2 diyabeti riskini azalttığı rapor edilmiştir (Jenkins ve ark., 2011).

Meyveler çözümler şeker içeriklerine ek olarak sağlığı teşvik eden diyet lifleri açısından da zengindir. Meyvelerdeki ana diyet lifleri esas olarak karbonhidratlardan (selüloz, hemiselüloz ve pektin) ve ligninden oluşur (Reboredo-Rodriguez, 2018). Bitkisel materyalin sindirilemeyen hücre duvarı bileşeni olan diyet lifinin, insan beslenmesinde ve sağlığında önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Prosky, 2000; Cummings ve ark., 2004). Tipik olarak meyvelerdeki diyet lifi içeriği, toplam taze ağırlığa göre %1-7 arasında değişmektedir (Aura ve ark., 2015; Niro ve ark., 2017). Diyet lifleri, iştahın düzenlenmesi, bağırsak peristaltizminin uyarılması, kolonik epitel hücreleri için enerji sağlanması, kolonik pH'nın kontrolü ve mukus üretiminin teşvik edilmesi dahil olmak üzere gastrointestinal kanalda çok sayıda etki gösterir (Musso ve ark., 2011; Koh ve ark., 2016). Meyvelerin günlük tüketiminin düzenli dışkı üretimi ve bağırsak hareketlerini sağlamak için yeterli miktarda çözümler diyet lifi sağladığı bilinmektedir (Căpriță ve ark., 2010). Ayrıca diyet lifleri düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL)-kolesterol seviyesinin düşürülmesi, obezite, kardiyovasküler hastalık, koroner kalp hastalığı, kanser, felç, Tip 2 diyabet ve ölüm risklerinin azaltılması gibi sağlık açısından çeşitli faydalar sağlamaktadır (Slavin ve Lloyd, 2012; Miller ve ark., 2017; Veronese ve ark., 2018). Meyve lifi de dahil olmak üzere lif alım düzeyleri abdominal obezite, insülin direnci, hipertansiyon ve hiperlipidemi ile karakterize patolojik bir durum olan metabolik sendrom ile ters ilişkilidir ve 30-40 g lif gün⁻¹ riski %27 oranında azaltmaktadır (Hosseinpour-Niazi ve ark., 2015).

Lipitler

Üzümler meyvelerin lipit bileşimi ile ilgili olarak, bazı üzümü meyvelerin serbest yağ asitleri içerdiği gösterilmiş olsa da bunların evrensel olarak önemli bir diyetel lipit kaynağı olduğu düşünülmemektedir. Üzümler meyve lipitleri arasında trigliseritler, yağ asitleri, yağ alkoller, alkanlar ve steroller bulunur (Schulz ve Chim, 2019). Üzümler meyvelerde bulunan lipit gruplarının çoğu yüksek biyolojik aktiviteye sahiptir (Klavins ve ark., 2015). Memelilerdeki lipitlerden farklı olduklarından, tüketimleri insan metabolizmasında önemli bir role sahiptir. Örneğin, üzümü meyve sterollerinin (fitosteroller) insanlarda kolesterol seviyelerini düşürdüğü gösterilmiştir (Dulf ve ark., 2012). Literatürde pek çok araştırmacı tarafından üzümü meyvelerin yağ asitlerinin kompozisyonu incelenmiştir (Endes ve ark., 2015; Blasi ve ark., 2017; Bederska-Łojewska ve ark., 2021). Yaban mersini, kekreyemiş ve kızılıçıkta palmitik asit, stearik asit, linoleik asit, elaidik asit ve linoelaidik asit dahil olmak üzere çeşitli yağ asitleri tespit edilmiştir (Klavins ve ark., 2019). Ayrıca kurt üzümünde (Goji berry) en fazla bulunan yağ asitleri linoleik, oleik, palmitik ve stearik asitlerdir ve bu meyvelerdeki toplam yağ asitlerinin yaklaşık %95'ini oluşturmaktadır (Ilić ve ark., 2020). Enerji kaynağı olarak birincil işlevlerinin yanı sıra, *in vivo* çalışmalarda esansiyel ω6 çoklu doymamış yağ asitlerini (ω6-PUFA) içeren meyve lipitlerinin antienflamatuar

özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Kapoor ve Huang, 2006). Üzümsü meyvelerden alınan ω 6-PUFA kardiovasküler üzerindeki etkilerinden dolayı sağlık açısından özellikle ilgi çekicidir (Yang ve ark., 2011). Randomize kontrol çalışmalarının çeşitli meta analizleri, ω 6-PUFA alımının miyokard enfarktüsünü ve toplam serum kolesterolünü azaltabileceğini göstermiştir (Calder, 2009; Farvid ve ark., 2014; Marklund ve ark., 2019). γ -linolenik asidin sağlığa faydaları da, özellikle enflamatuar rahatsızlıkların, alerjik hastalıkların ve kardiyovasküler bozuklukların önlenmesine vurgu yapılarak rapor edilmiştir (Kapoor ve Huang, 2006). Ayrıca yabani iğde (*Hippophae rhamnoides*) posa ve tohum yağları kanser tedavisinde önemli rol oynamaktadır (Zeb, 2006). Çeşitli çalışmalar, bu meyve yağlarının önemli immünostimulan, anti ülser ve kolesterol düşürücü etkilere sahip olduğunu ve çeşitli cilt hastalıklarının tedavisinde de kullanılabileceğini göstermiştir (Yang ve ark., 1999; Johansson ve ark., 2000; Xing ve ark., 2002; Geetha ve ark., 2005).

Vitaminler

Meyveler insan beslenmesinde önemli bir vitamin kaynağıdır (Česonienė ve ark., 2021). Bunlar arasında suda çözünen esansiyel bir vitamin olan C vitamini (l-askorbik asit; 2,3-endiol-l-gulonik asit- γ -lakton) taze meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunur (Naidu, 2003). Aynı zamanda C vitamini serbest radikalleri temizlemek ve oksidatif stresi önlemek için mükemmel bir antioksidandır (Liu, 2013). Ayrıca C vitamininin LDL'nin oksidasyonunu ve oksitlenmiş LDL'nin emilimini engelleyerek lipid peroksidasyonuna bağlı ateroskleroza önlediği bildirilmiştir (Padayatty ve ark., 2003). Askorbik asit, sulu bir ortamda bir dizi serbest radikali ve atomik oksijeni nötralize etmektedir (Hacısevki, 2009). Ayrıca ozon, azot dioksit ve sigara dumanındaki serbest radikaller gibi hava kirleticilerinin detoksifikasyon sürecinde rol oynadığı bilinmektedir (Iqbal ve ark., 2004). Askorbik asit, kolajen ve diğer bağ dokusu proteinlerindeki prolin ve lizinin post-translasyonel hidroksilasyonu, kolajen gen ekspresyonu, norepinefrin ve adrenal hormonların sentezi, birçok peptid hormonun aktivasyonu ve karnitin sentezi dahil olmak üzere çok sayıda fizyolojik reaksiyonda yer alan bir kofaktördür (Bender, 2003; Johnston ve Steinberg, 2007). Ek olarak, redoks potansiyeli nedeniyle, askorbik asit demirin bağırsaktan emilimini kolaylaştırmaktadır. Tek başına ve E vitamininin antioksidan aktivitesiyle birlikte hücrel bir antioksidan olarak işlev görmektedir (Timoshnikov ve ark., 2020). Bu nedenle, gıdalardan ve/veya takviyelerden yeterli miktarda C vitamini alımı insan vücudunun normal işleyişi için hayati önem taşımaktadır. Beslenmede C vitamini açısından eksikliğin, diş eti kanaması, yara iyileşmesinde bozulma, anemi, yorgunluk ve depresyonla karakterize bir hastalık olan ve uygun bakım yapılmadığı takdirde ölümcül olabilen iskorbüt hastalığına neden olduğu uzun zamandır bilinmektedir (Arrigoni ve De Tullio, 2000; Davies ve ark., 2007).

Üzümsü meyvelerdeki C vitamini içeriği tür, çeşit, yetiştirme, iklim, hava koşulları, olgunluk, bölge, depolama süresi ve koşulları gibi çok sayıda faktörden etkilenir (Hakala ve ark., 2003; Pantelidis ve ark., 2007; Sytařová ve ark., 2020). Frenküzümü tüm meyve türleri arasında en zengin C vitamini kaynağıdır. Çileklerde de nispeten yüksek bir C vitamini içeriği rapor edilmiştir (Hägg ve ark., 1995; Hakala ve ark., 2003; Benvenuti ve ark., 2004). Turunçgiller de dahil olmak üzere diğer besin kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, üzüksü meyveler en zengin C vitamini kaynakları arasındadır ve yenilebilir etli kısım ağırlığı bazında portakallara kıyasla çilekler daha yüksek C vitamini içerir (Richardson ve ark., 2018). Üzümsü meyvelerin C vitamini içerikleri 100 g taze meyvede böğürtlen (*Rubus fruticosus*) için 15.5-16.3g, siyah frenküzümü (*Ribes nigrum*) için 125.2-151.1 g,

yaban mersini (*Vaccinium corymbosum*) için 12.4-13.1 g, aronya (*Aronia melanocarpa*) için 13.1 g, ahududu (*Rubus idaeus*) için 22.07-31.09 g, kırmızı frenküzümü (*Ribes rubrum*) için 17-21 g, çilek (*Fragaria x ananassa*) için 29-48 g olarak rapor edilmiştir (Hägg ve ark., 1995; Häkkinen ve ark., 2000; Benvenuti ve ark., 2004). Güçlü bir antioksidan olarak C vitamininin aterosklerozun erken evrelerini hafiflettiği klinik çalışmalarda öne sürülmüş ve hücre içindeki toplam nitrik oksitini korunmasına katkıda bulunarak kardiyovasküler hastalıkların riskini azalttığı belirtilmiştir (Förstermann, 2010; Ashor ve ark., 2019). Yapılan çalışmalarla, çeşitli kanser türleri için yüksek doz C vitamini tedavisinin umut verici olduğu, üst solunum yolu enfeksiyonlarının ve viral enfeksiyonların süresini azalttığı bildirilmiştir (Ngo ve ark., 2019; Vorilhon ve ark., 2019; Colunga Biancatelli ve ark., 2020).

Meyveler, C vitaminine ek olarak suda çözünen B vitaminlerini de (B1, B2, B3, B6, B9 ve B12) içerir, ancak C vitaminine kıyasla miktarları daha düşüktür. Çok sayıda üzümse meyve folatı (B9 vitamini) yüksek konsantrasyonlarda içermektedir (Talcott, 2007). Folat terimi, optimal insan sağlığı ve gelişiminin desteklenmesi için besinsel olarak gerekli olan bir grup suda çözünen bileşiği ifade eder. Folatlar, önemli biyomoleküllerin (lipidler, amino asitler, DNA) metilasyonu da dahil olmak üzere çok sayıda tek karbonlu transfer reaksiyonuna katılır. Folat eksikliği, anemi ve üreme sağlığı ve fetal gelişimde bozukluklar gibi patolojik sonuçlara yol açar (Naderi ve House, 2018). Geleneksel olarak folat eksikliği, rafine tahılların fazla tüketildiği ve yeşil yapraklı sebze ve meyvelerin az tüketildiği toplumlarda daha yaygın olarak görülmektedir (Wakeel ve ark., 2018). Folat eksikliğine ilişkin diğer risk faktörleri arasında, bağırsak pH'ını veya jejunal mukozayı etkileyen hastalıklardan veya genetik kusurlardan kaynaklanabilen folik asit malabsorpsiyonu yer alır (Pfeiffer ve ark., 2005). Yapılan bir meta-analiz çalışmasında folat eksikliğinin depresyon, anksiyete, demans, Alzheimer hastalığı ve kardiyovasküler hastalıkları teşvik ettiği bildirilmiştir (Al Mansoori ve ark., 2021). Folat dahil olmak üzere B vitaminleri hem homosisteini hem de hücrel antioksidan glutasyonu etkileyen esansiyel amino asit metiyoninin metabolizmasında da rol oynar (Goszcz ve ark., 2015). Diğer klinik çalışmalar ve denemeler, folat, B12 vitamini ve B6 vitamini takviyesinin serum homosisteinini ve felç, periferik damar hastalığı, kardiyovasküler hastalıklar ve koroner arter hastalıklarına dair risk faktörlerini azalttığını kanıtlamıştır (Till ve ark., 2005; Antoniadou ve ark., 2007). Böğürtlen vitamin içeriği bakımından diğer üzümse meyvelere kıyasla en yüksek A, E, K ve folat vitamin içeriğine sahiptir (Yousefi ve ark., 2021).

A (retinol), E vitaminleri ve karotenoidler meyvelerde bulunan yağda çözünen vitaminler arasındadır. Bu bileşikler genellikle bitkilerde foto-koruma sağlayan ve tozlaşma için cezbedici olan parlak renklere sahiptir. Endojen olarak, A vitamini bağırsak mikroorganizmaları tarafından β -karotenden sentezlenebilir (Norum ve Blomhoff, 1992). Daha da önemlisi, likopen, lutein, α -karoten ve β -karoten gibi karotenoidler üzümse meyvelerde bol miktarda bulunan karotenoidleri temsil etmektedir (Li ve ark., 2024). β -karoten ve likopenin Cu^{+2} iyonlarının neden olduğu LDL oksidasyonunu inhibe ettiği, aynı zamanda kardiyovasküler hastalıklar için risk faktörlerini toplu olarak azalttığı bilinen plazma kolesterol düzeylerini ve dolaşımdaki LDL'yi azaltmada *in vivo* olarak etkili olduğu rapor edilmiştir (Karppi ve ark., 2010).

Öte yandan E vitamini, tokoferoller ve tokotrienoller olarak bilinen sekiz izomerik bileşiği ifade eden bir terimdir (Goszcz ve ark., 2015). Üzümse meyvelerde α -, β -, γ -, ve δ -, izoformları tespit edilmiş olsa da α -

tokoferollerin üzüksü meyvelerde en bol bulunan izomer olduğu görülmektedir (Bastías-Montes ve ark., 2020; Dienaité ve ark., 2021). Fonksiyonel olarak, *in vitro* çalışmalar α -tokoferolün kardiyoprotektif etkiler gösterebildiğini, ateroskleroz için risk faktörleri olan oksidatif hasara, enflamasyonlara ve endotel disfonksiyonuna karşı koruma sağladığını ortaya koymuştur (Ranard ve Erdman Jr, 2018). Ayrıca, *in vivo* çalışmalar, E vitamini takviyesinin LDL peroksidasyonuna karşı koruma sağlayarak ateroskleroz, damar içi yağ birikintileri ve iskemi reperfüzyonu gelişimini azalttığını göstermiştir (Dröge, 2002; Sagach ve ark., 2002; Otero ve ark., 2005).

Mineraller

Üzüksü meyveler fosfor, selenyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, manganez, bakır, sodyum ve alüminyum dahil olmak üzere iyi bir mineral kaynağıdır (Di Vittori ve ark., 2018). Farklı üzüksü meyveler kıyaslandığında siyah frenküzümünün kalsiyum, demir, magnezyum ve potasyum gibi mineraller bakımından en yüksek içeriğe sahip olduğu belirtilmiştir (Yousefi ve ark., 2021). Benzer sonuçlar böğürtlen ve yaban mersini için de bildirilmiştir (Nile ve Park, 2014). Bunun yanı sıra, diyetle alınan 100 g ahududunun manganez için tavsiye edilen diyet miktarının %50' sinden fazlasını sağlayabileceği rapor edilmiştir (Kowalenko, 2005). Birçok mineral madde, insan vücudundaki çeşitli önemli fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerde önemli roller oynamakta ve insan sağlığını korumak için beslenme ile düzenli olarak dışarıdan alınmalıdır (Khattak, 2012; Zhang ve ark., 2014). Bazı minerallerin (Cu, Fe, Mn ve Se) antioksidan olarak etkili olduğu ve gıdaların fonksiyonel özelliklerine katkıda bulunduğu da bilinmektedir (Tavares ve ark., 2010). Kemiklerin ve dişlerin gelişimindeki besinsel rollerine ek olarak, minerallerin hipertansiyon yönetiminde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Çalışmalar, mineraller arasında kalsiyum ve magnezyumun kan basıncını kontrol etmede son derece önemli olduğunu doğrulamıştır. Kalsiyum, D vitamini ve parathormon seviyelerinde değişikliklere neden olarak vasküler düz kas hücrelerinin gevşemesine, periferik vasküler direncin düşmesine ve nihayetinde kan basıncının düşmesine yol açmaktadır (Goszcz ve ark., 2015; Cormick ve ark., 2021).

Üzüksü Meyvelerdeki Besleyici Olmayan Biyoaktif Maddelerin Sağlığa Faydaları

Fenolikler

Üzüksü meyvelerdeki besleyici olmayan başlıca biyoaktif maddeler, bitkilerin patojenlere ve ultraviyole radyasyona karşı savunma mekanizmalarında rol oynayan fenolik bileşiklerdir (Rocha ve ark., 2012). Üzüksü meyveler oldukça zengin fenolik kaynaklarıdır ve bu fenolik bileşikler flavonoidler, fenolik asitler, tanenler, lignanlar ve stilbenler olmak üzere alt sınıflara ayrılmaktadır (Di Vittori ve ark., 2018). Üzüksü meyvelerde bulunan birçok fenolik bileşik meyvelerde renk (örn. antosiyaninler) ve lezzetten (örn. tanenler) sorumludurlar (Delgado-Vargas ve ark., 2000). Aynı zamanda fenolik bileşikler, reaktif oksijen türleri ile etkileşimleri göz önüne alındığında güçlü antioksidan etkiye sahiptirler (Galleano ve ark., 2010; Rodrigo ve ark., 2011). Fenolik bileşikler, reaktif oksidan türlerin oluşumunun engellenmesi veya oluşanların temizlenmesi, hücre döngüsünün etkilenmesi, tümörlerin baskılanması, sinyal iletiminin modülasyonu, apoptoz (programlı hücre ölümü),

detoksifikasyon enzimleri ve metabolizması gibi biyolojik olarak önemli birçok etki mekanizmaları sergilemektedirler (Liu, 2004; Han ve ark., 2007). Ek olarak, ksantin oksidaz ve protein kinaz C gibi süperoksit radikallerinin oluşumunda rol oynayan enzimlerin etkisini bloke edebilir ve antioksidan enzimleri aktive edebilirler (Procházková ve ark., 2011; Quideau ve ark., 2011). Beslenme açısından bakıldığında, fenolik bileşikler bakımından zengin meyve ve sebze alımının kalp-damar hastalıkları riskini azaltarak kardiyoprotektif bir etki gösterdiği de kanıtlanmıştır (Nicholson ve ark., 2010). Bunun yanı sıra yapılan *in vivo* çalışmalarda, üzüm meyvelerinde bulunan fenolik bileşiklerin dislipidemi, hipertansiyon, karaciğer rahatsızlıkları, Tip 2 diyabet ve depresyon gibi hastalıkların tedavilerine yardımcı olduğu ortaya konmuştur (Ahrén ve ark., 2015; Hussain ve ark., 2017; Curtis ve ark., 2019; Habanova ve ark., 2019).

Flavonoidler

Flavonoidler üzüm meyvelerinde en fazla bulunan fenolik sınıfı temsil etmektedir (Liu ve ark., 2020). Üzüm meyvelerinin flavonoidleri arasında antosiyaninler (siyanidin glikozitleri ve pelargonidin glikozitleri), flavonoller (kuersetin, kamferol ve mirisetin) ve flavanoller (kateşinler ve epikateşin) bulunur. Flavonoidler birçok üzüm meyve türünde (üzüm, kıvılcık, siyah frenküzümü vb.) kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve antioksidan, antienflamatuvar ve antikanser özellikleri de dahil olmak üzere sağlığı koruyucu potansiyel faydaları olduğu kanıtlanmıştır (Zorzi ve ark., 2020; Bouyahya ve ark., 2022). Hem *in vitro* hemde *in vivo* çalışmalarda bildirildiği üzere üzüm meyve flavonoidleri antimikrobiyal ve nöroprotektif özelliklere de sahiptirler (Debon ve ark., 2016; Silva ve Pogačnik, 2020).

Antosiyaninler

Antosiyaninler üzüm meyvelerinde en fazla bulunan flavonoid bileşiklerdir (Skrovankova ve ark., 2015). Tüm meyveler arasında, üzüm meyveler en zengin antosiyanin kaynaklarından biridir (Lee ve ark., 2015). Üzüm meyvelerden siyah kuş üzümü, siyah mürver, böğürtlen ve yaban mersinindeki antosiyanin konsantrasyonunun 400-500 mg 100 g⁻¹ aralığında değiştiği bildirilmiştir (Zanotti ve ark., 2015). Antosiyaninler asillenmiş antosiyaninler ve antosiyanidin glikozitler şeklinde bulunurken, antosiyanidinler 3-hidroksiantosiyanidinler, 3-deoksiantosiyanidinler ve O-metillenmiş antosiyanidinler olarak sınıflandırılır. Siyanidin, delfinidin, pelargonidin, peonidin, petunidin ve malvidin doğada en sık bulunan antosiyanidinlerdir (Khoo ve ark., 2017). Çoğu meyvede bulunan başlıca antosiyanin siyanidin-3-glukozittir (Chen ve ark., 2014). Malvidin glikozidik türevleri kırmızı üzümde dikkat çekici bir şekilde bulunurken, aronya, mürver ve böğürtlende dahil *Rubus* cinsinin birçok üyesi üzüm meyve siyanidin içermektedir (de Pascual-Teresa ve Sanchez-Ballesta, 2008). Üzüm meyveler başta olmak üzere birçok meyve mavi, mor veya kırmızı rengini antosiyaninlerden almaktadır. Antosiyaninler, aronya, yabanmersini, frenk üzümü, üzüm ve böğürtlende yüksek konsantrasyonlarda bulunan, meyvelerdeki önemli bir çözünür pigment grubunu temsil eder. Üzüm meyvelerinde bulunan antosiyaninler gıda endüstrisi için doğal renklendirici olarak da kullanılabilir (Lee ve ark., 2015). Aynı zamanda antosiyaninler doğal antioksidanlar olarak kanser önleyici, kardiyoprotektif, nöroprotektif, antidiyabetik, antienflamatuvar ve yaşlanmayı geciktirici özelliklere de sahiptirler (Krga ve Milenkovic, 2019; Kalt ve ark., 2020; Sandoval-Ramírez ve ark., 2022).

Flavonoller

Flavonoller üzümü meyvelerde yaygın olarak bulunmaktadır ve bunların başlıcaları kuersetin, kamferol ve mirisetindir (Mikulic-Petkovsek ve ark., 2012). İzorhamnetin (kuersetinin metoksi türevi) ve siringetin (mirisetinin dimetoksi türevi) gibi flavonol aglikonlar da üzümü meyvelerde bulunan flavonoller arasında rapor edilmiştir (Su ve ark., 2016). Bunlara eşlik eden en yaygın şekerler glikoz ve galaktozdur, ancak rutinoz, ksiloz, arabinoz ve ramnoz da bulunabilir (Jimenez-Garcia ve ark., 2013). Bu şeker kısımları asetik, glutarik, glukuronik, oksalik ve kafeik gibi farklı asitlerle asillenebilir. Flavonollerin üzümü meyvelerin antioksidan kapasitesindeki rolü antosiyaninlere kıyasla daha az önemlidir ve toplamın %14'ünü geçmez (Borges ve ark., 2010). Kuersetinin sağlıklı beslenmede antioksidan ve kardiyoprotektif etkileri rapor edilmiştir (Kumar ve ark., 2017; Patel ve ark., 2018). Bunun yanı sıra çilek, üzüm, siyah frenk üzümü gibi üzümü meyvelerden edilen flavonoller, özellikle kuersetin ve türevlerinin beta-amiloid proteinin neden olduğu reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engellediği ve böylece sinir hücresi zarlarında oksidatif stres kaynaklı hasarı etkili bir şekilde azalttığı bilinmektedir (Costa ve ark., 2016). Siyah frenk üzümü, nöroprotektif aktivite gösteren yüksek miktarda mirisetin, kuersetin ve isorhamnetin dahil olmak üzere çeşitli flavonoller içermektedir (McDougall ve ark., 2005). Yapılan in vivo çalışmalarda, siyah frenk üzümü tüketiminin bilişsel performansta iyileşme sağladığı, kan akışının ve kan şekerinin düzenlenmesine yardımcı olduğu bildirilmiştir (Watson ve ark., 2015; Watson ve ark., 2019). Kuersetinin en yüksek batakılık yabancılarını (*Vaccinium uliginosum*) (158 mg kg⁻¹) ve yabancılarını (17-30 mg kg⁻¹) çeşitlerinde bulunduğu bildirilmiştir. Buna ek olarak frenküzümü çeşitlerinde, mirisetin en bol bulunan flavonol (89-203 mg kg⁻¹) olarak belirlenmiş, bunu kuersetin (70-122 mg kg⁻¹) ve kamferol (9-23 mg kg⁻¹) izlemiştir. Buna karşılık, kırmızı ahududunun toplam antosiyanin içeriği yaklaşık 600 mg kg⁻¹ olarak rapor edilmiştir (Mullen ve ark., 2002a; Mullen ve ark., 2002b). Üzümsü meyvelerde tanımlanan spesifik flavonol glikozitler arasında kuersetin-3-O-glukozit, kuersetin-3-O-rutinoz, kuersetin-3-O-laktoz ve kuersetin-3-O-ksilozilglukuronit, mirisetin-3-O-glukozit, mirisetin-3-O-galaktoz ve mirisetin-3-O-rutinoz bulunur (Del Rio ve ark., 2010).

Flavanoller

Proantosiyanidinlerin biyosentetik öncüleri olan monomerik flavanoller veya kateşinler (flavan-3-oller), C halkasının üçüncü pozisyonunda bir hidroksil grubuna sahip bir C6-C3-C6 iskeletine sahip olmaları ile karakterize edilir (Pascual-Teresa ve ark., 2010). Kateşin ve epikateşin üzümü meyvelerde bulunan flavanollerdir. Kateşinlerin antikanser, anti obezite, antidiyabetik, hepatoprotektif ve nöroprotektif etkileri olduğu bilinmektedir (Bernatoniene ve Kopustinskiene, 2018; Ide ve ark., 2018; Shirakami ve Shimizu, 2018). Serbest radikal süpürücü aktivitesi ile kateşinler, hücrel lipitlerin oksidasyonunu önleyerek radikal zincir reaksiyonlarını durdurabilir (Youn ve ark., 2006). Üzümsü meyveler flavan-3-ol monomerleri (+)- kateşin ve (-)- epikateşinin yanı sıra dimerler, trimerler ve polimerik proantosiyanidinler içerebilir. Polimerlerin konsantrasyonu genellikle monomerlerden, dimerlerden ve trimerlerden daha yüksektir ve genel olarak kızılçıklar bu bileşikler açısından özellikle zengin bir kaynaktır (Del Bubba ve ark., 2012). Yapılan çalışmalar, üzümü meyveler gibi flavanol içeren gıdaların yaşam boyunca tüketilmesinin, biliş ve hafızada yaşa bağlı kayıpları sınırlama ve hatta tersine çevirme potansiyeline sahip olabileceğini göstermektedir (Shukitt-Hale ve

ark., 2009; Carey ve ark., 2014). Ayrıca flavanollerin Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıklara karşı koruyucu etki gösterdiği tespit edilmiştir (Gardener ve ark., 2021).

Fenolik Asitler

Fenolik asitler sinamik ve benzoik asit türevleri olarak sınıflandırılır. Üzümde bulunan ana hidroksisinnamatlar; ferulik, kafeik, p-kumarik asitler ve kafeoilkinik esterleri içermektedir. Gallik, salisilik, p-hidroksibenzoik ve elajik asitler üzümde bulunan başlıca benzoik asit türevleridir. Aronyada klorojenik asit gibi yüksek düzeyde hidroksisinnamik türevler tespit edilmiştir (Paredes-López ve ark., 2010). Flavonoidlerle karşılaştırıldığında, hidroksibenzoik asitler ve hidroksisinnamik asitleri içeren fenolik asitler meyvelerdeki fenolik bileşik kompozisyonlarının yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır (Di Vittori ve ark., 2018; Kim, 2018). Hidroksisinnamat esterleri kızılca meyvesinde ortalama 15 mg 100 g⁻¹ taze meyve miktarında bulunur (Pappas ve Schaich, 2009). Ahududu (5-8 mg kg⁻¹), böğürtlen (88 mg kg⁻¹) ve çilek (18 mg kg⁻¹) gibi üzümde bulunan meyvelerde hidroksibenzoatlardan elajik asitin bulunduğu rapor edilmiştir (Amakura ve ark., 2000). Fenolik asitler serbest asitler halinde ortaya çıkabilir veya organik asitler ve şekerlerle esterleşmiş olabilir (Subbiah ve ark., 2020). Bunlar arasında klorojenik asit türevleri (kafeik ve kinik asitlerin esterleri) hidroksisinnamik asitlerin yaygın esterleridir (Paredes-López ve ark., 2010). Ayrıca gallik ve vanilik asitler üzümde bulunan en bol bulunan hidroksibenzoik asitlerdir (Shabani ve ark., 2020; Golovinskaia ve Wang, 2021). Yapılan bazı *in vitro* çalışmalar, fenolik asitlerin sağlık açısından yararlı etkilerinin antioksidan, antiinflamatuvar, immünoregülatör, antialerjik, anti aterosklerotik, antimikrobiyal, antitrombotik, kardiyoprotektif, antikanser ve antidiyabetik aktiviteler gösterme yeteneklerinden kaynaklandığını ortaya koymuştur (Anantharaju ve ark., 2016; Kumar ve Goel, 2019). Ayrıca fenolik asitlerin kolon adenokarsinom hücrelerindeki kolon kanserine odaklanarak çeşitli kanser türlerinin tedavisinde etkili olduğu belirtilmiştir (Rosa ve ark., 2016). Bun yanı sıra basit fenolik asitlerin antidiyabetik etkileri ve Alzheimer hastalığının tedavisinde nöroprotektif etkileri de rapor edilmiştir (Vinayagam ve ark., 2016; Shahidi ve Yeo, 2018).

Tanenler

Tanenler; yapısal bakımdan hidrolize olabilen (gallik asit ve elajik asit esterleri) ve hidrolize olmayan kondanse tanenler (proantosiyanidinler) olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Üzümde bulunan kondanse tanenler hidrolize edilebilir tanenlere kıyasla daha yaygın olarak bulunmaktadır (Shahidi ve Naczki, 2003). Üzümde bulunan meyveler arasında yüksek polimerizasyon derecesine sahip kondanse tanen miktarı aronyada en yüksek olarak rapor edilirken, bal yemişi (honeynerry) ve böğürtlen az miktarda tanen bulunduğu bildirilmiştir (Seeram ve ark., 2001; Cheynier ve ark., 2006). Hidrolize edilebilir tanenlere (gallik ve elajik asit türevleri) daha az rastlansa da çilek, ahududu ve böğürtlen saptandığı rapor edilmiştir (Shahidi ve Naczki, 2003). Kırmızı ahudududa antosiyaninler ve hidrolize edilebilir tanenler, özellikle de siyanidin glikozitler ve elaji tanenler en bol bulunan fenolik bileşiklerdir. Mullen ve ark. (2002a) kırmızı ahudududa siyanidin-3-sophoroside ve siyanidin-3-(2G-glukozilrutinozot) ve siyanidin-3-glukozitin en bol bulunanlar olduğu 11 farklı antosiyanin rapor etmiştir. Tanenler, meyvelerin duyu özelliklerinin şekillenmesinde önemli bir rol oynar. Üzümde bulunan meyvelerde yüksek miktarda tanen bulunması kuru-büzücü his ile buruk tada neden olmakta ve gıdaların koyu rengi de yüksek tanen

içerikleriyle ilişkilendirilmektedir (Puupponen-Pimiä ve ark., 2005a; Puupponen-Pimiä ve ark., 2005b). Tanenler kopolimerler oluşturmak için antosiyaninlere bağlandıklarında üzümü meyvelerin ve meyve sularının renklerinin stabilize edilmesine yardımcı olmaktadır (Lorenzo ve ark., 2005). Yapılan son araştırmalar, tanenlerin antioksidan, antikanser, antialerjik, antienflamatuvar, antihelmintik, antimikrobiyal, enterik virüs, herpes simpleks virüsü, poliovirüse karşı antiviral etki olmak üzere çok sayıda sağlık yararının olduğunu doğrulamıştır (Ashok ve Upadhyaya, 2012; Sharma ve ark., 2021). Kondanse tanenler astım, aşırı duyarlılık pnömonisi, alerjik rinit, halı tozundan kaynaklanan akar alerjenleri ve daha birçok alerji türüne karşı da etkilidir (Chung ve ark., 1998). Tıbbi olarak, tanenler antihemoroidal, antidiareal ve hemostatik tedavi için de kullanılmaktadır (Dönmez ve ark., 2020). Tanenler koruyucu bir örtü oluşturarak dokunun enfekte olmasını önlemekte ve böylece deri ülserleri, dizanteri, boğaz ağrısı, ishal, kanama ve yorgunluk gibi durumlarda acil rahatlama sağlamak için de kullanılmaktadır (Ashok ve Upadhyaya, 2012). Ayrıca elaji tanenler, sanguin H6 ve lambertianin kullanılarak yapılan çalışmalarda antitümör aktiviteleri de rapor edilmiştir. Ayrıca tanen açısından zengin üzüm çekirdeği takviyesinin kullanıldığı klinik çalışmalar, test grubundaki hastaların plazma triaçilgliserollerini ve kan basıncını düşürerek kardiyovasküler sağlıklarında iyileşme olduğunu ortaya koymuştur (Zern ve ark., 2005; Sivaprakasapillai ve ark., 2009).

Lignanlar

Lignanlar, iki sinamik asit kalıntısının veya bunların biyogenetik eşdeğerlerinin birleşmesiyle oluşan fenolik bileşiklerdir (Ayres ve ark., 1990). Üzümü meyvelerdeki lignan içeriğine ilişkin ayrıntılı bilgi sınırlı olmasına karşın, matairesinol, nortrakelogenin, siringaresinol, larisiresinol, pinoresinol ve sekoizolarisiresinolün bu önemli besin kaynağı grubunda bulunan önemli lignanlar olduğu bildirilmiştir (Smeds ve ark., 2012). Antioksidan, antimikrobiyal, antienflamatuvar, antiviral, antitümörjenik, antidiyabetik ve antiobezite etkileri gibi birçok sağlığı geliştirici etkiler gösterdikleri ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruma sağlayabildikleri rapor edilmiştir (Bhathena ve Velasquez, 2002; Willför ve ark., 2003; Saarinen ve ark., 2007; Hu ve ark., 2021). Antimikrobiyal aktivite ile ilgili olarak, çeşitli lignanlar biyofilm oluşumunu, bakteri metabolitlerini, membran reseptörlerini ve iyon kanallarını değiştirerek gram-pozitif bakterilere karşı antiviral ve antibakteriyel aktivite sergilemiştir (Álvarez-Martínez ve ark., 2020). Örneğin pinoresinol bazı virüslere karşı aktivite göstermiştir (Azman ve ark., 2018). Lignanların menopoz semptomlarını ve bunun neden olduğu sonuçları (örneğin klimakterik semptomlar, osteoporoz ve östrojene bağlı kanserler) iyileştiren fitoöstrojenler olması nedeniyle çoğu çalışma menopoz sonrası kadınlara odaklanmıştır. Diyetteki lignanların menopoz sonrası kadınlarda kalp damar hastalıklarıyla ilgili risklerin azaltılmasında da rol oynadığı bildirilmiştir (Sammartino ve ark., 2006). Aynı zamanda, menopoz sonrası kadınlarda ve yaşlı erkeklerde yüksek lignan tüketimi ile hipertansiyon ve kalp damar hastalıklarının gelişimi arasında ters bir ilişki olduğu rapor edilmiştir (Pellegrini ve ark., 2010; Witkowska ve ark., 2018).

Stilbenler

Stilbenler, çift bağ ile bağlanmış iki aromatik halkadan oluşan bileşiklerdir ve üzümü meyvelerde monomer, dimer veya oligomer şeklinde bulunurlar (Szajdek ve Borowska, 2008). Bu bileşikler, resveratrol, pterostilben,

pikeatannol, 30-hidroksipterostilben ve piseit gibi stilbenoid bileşiklerle ilişkili sağlık yararları nedeniyle ilgi çekmektedir (Rimando ve ark., 2004). Üzümsü meyvelerdeki en yaygın monomerik stilbenler *E*-resveratrol ve *E*-piseittir. Yaban mersini, kızılıklık ve çilekte düşük resveratrol, pterostilben ve pikeatannol konsantrasyonu bildirilmiştir (Paredes-López ve ark., 2010; Błaszczuk ve ark., 2019). Yapılan bir çalışmada, tuzla indüklenen hipertansif gebe sıçan modelinde resveratrol uygulamasının kan basıncını düşürme üzerindeki etkisi araştırılmış ve sonuçlar kan basıncında düşüş olduğunu göstermiştir (Jia ve ark., 2020). Resveratrolün antihipertansif aktivitesinde rol oynayan olası mekanizmalar arasında; süperoksit dismutaz aktivitesinin artması, nitrik oksit süpürme ve reaktif oksijen türleri üretiminin inhibisyonu ve nükleer faktör- κ B'nin regülasyonu yer almaktadır (Fogacci ve ark., 2019). Stilbenoid bileşikler, anti tümöral, antiviral, antiinflamatuvar, anti aterosjenik, yaşlanmayı geciktirici ve nöroprotektif etkiler dahil olmak üzere çok çeşitli biyolojik ve farmakolojik aktiviteler göstermiştir (Lin ve Yao, 2006; Ramprasath ve Jones, 2010; Zhang ve ark., 2010; Nguyen ve ark., 2011; Kasiotis ve ark., 2013; Tsai ve ark., 2017). Yapılan *in vivo* çalışmalar resveratrolün kolon tümörü insidansını, tümör çeşitliliğini ve tümör hacmini azalttığını göstermiştir (Cui ve ark., 2010; Gündoğdu ve Özyurt, 2023). Stilbenler potansiyel anti obezite ajanları olarak büyük ilgi görmektedir. Obezite dünyadaki en yaygın beslenme bozukluğudur. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'ne göre obezite, sağlığı etkileyebilecek anormal veya aşırı yağ birikimi olarak tanımlanmaktadır. DSÖ verilerine göre 2022 yılında 890 milyon yetişkinin obez olduğu ve bunun dünya yetişkin nüfusunun yaklaşık %16'sını temsil ettiği belirtilmektedir (WHO, 2024). Dahası, genç nüfusla ilgili endişe verici rakamlar sunulmaktadır (Benbouguerra ve ark., 2021). Obezite, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve endometriyal, meme, yumurtalık, prostat, karaciğer, safra kesesi, böbrek ve kolon gibi bazı kanser türlerinin gelişmesi için de potansiyel bir risk oluşturabilir (Gallagher ve LeRoith, 2015). Enerji/yağ/şeker alımının azaltılması ve fiziksel aktivitenin artırılması yoluyla yaşam tarzının değiştirilmesi yanında, obezitenin engellenmesi adına stilbenler gibi obezite karşıtı biyoaktif moleküller üzerinde çalışmalar yoğunlaştırılabilir.

Üzümsü Meyve Bazlı Terapötik Fonksiyonel Gıdalar

Son yıllarda hem sağlığı destekleyici hem de hastalıkları önleyici özelliklere sahip üzümsü meyve bazlı fonksiyonel gıdalara ve üzümsü meyvelerin fonksiyonel bileşenlerine olan talepte inanılmaz bir artış görülmektedir. Daha önceden de bahsedildiği üzere, meyveler zengin bir bitkisel besin, diyet lifi, mineral, vitamin, karotenoid, likopen, terpenoid ve yağ asidi kaynağıdır. Üzümsü meyveleri fonksiyonel gıda olarak kullanmanın birçok yolu vardır ve bunlar genel olarak üçe ayrılabilir:

(a) Taze hasat edilmiş meyvelerin tamamının kullanılması ve/veya çeşitli gıda maddelerine ve geleneksel gıda formülasyonlarına dahil edilmesi. En yaygın olarak kullanılan bu yaklaşımda taze hasat edilen üzümsü meyveler bütün olarak yüksek glisemik içerikli unlu mamullere (ekmek, bisküvi/kurabiye, kek, simit, çörek vb.), süt ürünlerine (yoğurt, dondurma) ve yüksek kalorili içeceklerle (meyve suları, spor içecekleri, alkollü içecekler, enerji içecekleri, gazlı içecekler, kokteyller, nektarlar vb) ilave edilip yüksek glisemik indekse sahip kalorili gıdaların olumsuz etkilerini azaltabilir. Benzer şekilde, taze üzümsü meyveler şurup haline getirilebilir, salamura edilebilir, fermente edilebilir, dondurularak toz haline getirilebilir ve evde çeşitli yiyecek/içecek reçetelerinde

kullanılabilir. Dondurularak kurutulmuş tozlar, taze ürünlere kıyasla 4.3 kata kadar daha yüksek antioksidan etki göstermektedir (Miller ve ark., 2000).

(b) Üzüm sü meyvelerden elde edilen biyoaktif bileşenleri (lif, doğal renklendiriciler, uçucu aromatik yağlar vb.) gıda/içecek işleme ve hazırlama süreçlerinde kullanmak. Üzüm sü meyveler aynı zamanda doğal renklendiriciler (likopen, karotenoidler, lutein), diyet lifi (pektin) antioksidanlar (askorbik asit, inülin), meyve dolgu maddeleri, düşük glisemik indeksli doğal meyve tatlandırıcıları ve çok sayıda yiyecek/içeceğin işlenmesinde/hazırlanmasında kullanılabilen yüksek çözünür katı madde içeriği gibi biyoaktif bileşenlerin kaynağıdır (Wallace ve ark., 2020).

(c) Spesifik fitokimyasaların veya bunların ekstraktların/tozların izolasyonu. Üzüm sü meyvelerden elde edilen antosiyanin ve flavonoidler süperkritik sıvı ekstraksiyonu, hızlandırılmış çözücü ekstraksiyonu ve ardından vakumlu kuru evaporatör konsantrasyonu, ultrafiltrasyon, santrifugal konsantrasyon ve/veya dondurarak kurutma gibi yöntemler kullanılarak ekstrakte edilmektedir (Shi ve ark., 2005; Sun-Waterhouse, 2011).

Üzüm sü meyvelerden elde edilen polifenolik ekstraktlar temel olarak gıdaları veya içecekleri zenginleştirmek veya geliştirmek için kullanılabilir. Ayrıca, önceki çalışmalar bu ekstraktların pH'a duyarlı ve ısıya dayanıklı olduğunu ortaya koymuştur ve bu da bağırsak düzeyinde stabilite ve biyoerişilebilirlik/biyoyararlanım açısından bir sorun teşkil etmektedir (Hameed ve ark., 2020b). Bununla birlikte, bu sorun, ince taneli ve kolayca çözülebilen tozların oluşturulduğu polifenolik ekstraktların (mikro/nano) kapsüllemesiyle aşılabilir (Hameed ve ark., 2020a). Kapsülleme, biyoaktif bileşiklerin hedeflenen uygulaması için iyi bir seçenek olmakla kalmaz, aynı zamanda stabiliteyi ve biyoyararlanımı da iyileştirir (Wattanathorn ve ark., 2019). Bu meyvelerin polifenollerini, tek bir fitokimyasalın veya bir grup polifenolün kapsül şeklinde ticari olarak temin edilebildiği doğal sağlık ürünlerine de dönüştürülebilir (Alvarado ve ark., 2016). İleriye dönük olarak, meyvelerden geliştirilen sağlıklı teşvik edici ürünler ne olursa olsun, tüketici algısı/refahı, gıda güvenliği sorunları, (uluslararası) gıda düzenlemeleri, hedef nüfus, hedef biyoaktif bileşikler, hedef bölge, hedef doz ve sağlık talepleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç

Üzüm sü meyvelerin öğünlere dahil edilmesi, insanlarda yemek sonrası glisemik yanıt, enflamasyon belirteçleri ve antioksidatif kapasite üzerinde olumlu etkiye sahiptir. Uzun süreli üzüm sü meyve ve ürünlerinin tüketimi plazma lipid profilini iyileştirebilir ve metabolik sendrom ve kardiyovasküler hastalıkların risk faktörlerini azaltabilir. En önemli sağlık faydaları, çoğunlukla antioksidan, antikanser, antimutajenik, antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve nöroprotektif özelliklerden kaynaklanan fenolik bileşiklere ve C vitaminine atfedilmektedir. Bu derlemede meyve biyoaktif fenolikleri ve flavonoidleri ile ilgili sunulan tüm bu biyolojik aktivitelerin kullanımı, çeşitli hastalık ve bozuklukların önlenmesi ve kontrolü için alternatif üzüm sü meyve bileşiklerinin geliştirilmesini teşvik edebilir. Bu konu, üzüm sü meyvelerin gıda endüstrisinde ve tıpta kullanılması için çok

sayıda fırsat sunabilecek ve çok çeşitli sağlık yararları sağlayacak gelecekteki araştırma öncelikleri için kritik olacaktır.

Bilgi Notu

Hazırlanan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale yayın ve araştırma etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar bu çalışmaya ortak katkı sağlamış olup, yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Aaby, K., Grimsbo, I. H., Hovda, M. B. and Rode, T. M. 2018. Effect of high pressure and thermal processing on shelf life and quality of strawberry purée and juice. *Food Chemistry*, 260: 115-123.
- Al Mansoori, A., Shakoor, H., Ali, H. I., Feehan, J., Al Dhaheri, A. S., Cheikh Ismail, L., Bosevski, M., Apostolopoulos, V. and Stojanovska, L. 2021. The effects of bariatric surgery on vitamin B status and mental health. *Nutrients*, 13(4): 1383.
- Alvarado, J. L., Leschot, A., Olivera-Nappa, Á., Salgado, A.-M., Rioseco, H., Lyon, C. and Vigil, P. 2016. Delphinidin-rich maqui berry extract (Delphinol®) lowers fasting and postprandial glycemia and insulinemia in prediabetic individuals during oral glucose tolerance tests. *BioMed Research International*, 2016.
- Álvarez-Martínez, F. J., Barrajón-Catalán, E., Encinar, J. A., Rodríguez-Díaz, J. C. and Micol, V. 2020. Antimicrobial capacity of plant polyphenols against gram-positive bacteria: A comprehensive review. *Current Medicinal Chemistry*, 27(15): 2576-2606.
- Amakura, Y., Okada, M., Tsuji, S. and Tonogai, Y. 2000. High-performance liquid chromatographic determination with photodiode array detection of ellagic acid in fresh and processed fruits. *Journal of Chromatography A*, 896(1-2): 87-93.
- Anantharaju, P. G., Gowda, P. C., Vimalambike, M. G. and Madhunapantula, S. V. 2016. An overview on the role of dietary phenolics for the treatment of cancers. *Nutrition Journal*, 15: 1-16.
- Antoniades, C., Shirodaria, C., Crabtree, M., Ratnatunga, C., Pillai, R., Neubauer, S. and Channon, K. 2007. Low-and high-dose treatment with folic acid, equally improve endothelial function and decrease superoxide production in human vessels via tetrahydrobiopterin-mediated eNOS coupling. *European Heart Journal*, 28.
- Arfaoui, L. 2021. Dietary plant polyphenols: Effects of food processing on their content and bioavailability. *Molecules*, 26(10): 2959.
- Arrigoni, O. and De Tullio, M. C. 2000. The role of ascorbic acid in cell metabolism: between gene-directed functions and unpredictable chemical reactions. *Journal of Plant Physiology*, 157(5): 481-488.

- Ashok, P. K. and Upadhyaya, K. 2012. Tannins are astringent. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(3): 45-50.
- Ashor, A. W., Brown, R., Keenan, P. D., Willis, N. D., Siervo, M. and Mathers, J. C. 2019. Limited evidence for a beneficial effect of vitamin C supplementation on biomarkers of cardiovascular diseases: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Nutrition Research*, 61: 1-12.
- Aura, A.-M., Holopainen-Mantila, U., Sibakov, J., Kössö, T., Morkkila, M. and Kaisa, P. 2015. Bilberry and bilberry press cake as sources of dietary fibre. *Food & Nutrition Research*, 59(1): 28367.
- Ayres, D. C., Loike, J. D. and Loike, J. D. 1990. *Lignans: chemical, biological and clinical properties*. Cambridge university press.
- Azman, N. S. N., Hossan, M. S., Nissapatorn, V., Uthaipibull, C., Prommana, P., Jin, K. T., Rahmatullah, M., Mahboob, T., Raju, C. S. and Jindal, H. M. 2018. Anti-infective activities of 11 plants species used in traditional medicine in Malaysia. *Experimental Parasitology*, 194: 67-78.
- Baenas, N., Nuñez-Gómez, V., Navarro-González, I., Sánchez-Martínez, L., García-Alonso, J., Periago, M. J. and González-Barrio, R. 2020. Raspberry dietary fibre: Chemical properties, functional evaluation and prebiotic in vitro effect. *LWT - Food Science and Technology*, 134: 110140.
- Basile, T., Marsico, A. D., Cardone, M. F., Antonacci, D. and Perniola, R. 2020. FT-NIR analysis of intact table grape berries to understand consumer preference driving factors. *Foods*, 9(1): 98.
- Bastías-Montes, J. M., Monterrosa, K., Muñoz-Fariña, O., García, O., Acuña-Nelson, S. M., Vidal-San Martín, C., Quevedo-Leon, R., Kubo, I., Avila-Acevedo, J. G. and Domiguez-Lopez, M. 2020. Chemoprotective and antiobesity effects of tocopherols from seed oil of Maqui-berry: Their antioxidative and digestive enzyme inhibition potential. *Food and Chemical Toxicology*, 136: 111036.
- Bederska-Łojewska, D., Pieszka, M., Marzec, A., Rudzińska, M., Grygier, A., Siger, A., Cieślak-Boczula, K., Orczewska-Dudek, S. and Migdał, W. 2021. Physicochemical properties, fatty acid composition, volatile compounds of blueberries, cranberries, raspberries, and cuckooflower seeds obtained using sonication method. *Molecules*, 26(24): 7446.
- Benbouguerra, N., Hornedo-Ortega, R., Garcia, F., El Khawand, T., Saucier, C. and Richard, T. 2021. Stilbenes in grape berries and wine and their potential role as anti-obesity agents: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 112: 362-381.
- Bender, D. 2003. Vitamin C (ascorbic acid). *Nutritional Biochemistry of the Vitamins*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 357-384.
- Benvenuti, S., Pellati, F., Melegari, M. A. and Bertelli, D. 2004. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of Rubus, Ribes, and Aronia. *Journal of Food Science*, 69(3): FCT164-FCT169.
- Bernatoniene, J. and Kopustinskiene, D. M. 2018. The role of catechins in cellular responses to oxidative stress. *Molecules*, 23(4), 965.

- Bhaswant, M., Shafie, S. R., Mathai, M. L., Mouatt, P. and Brown, L. 2017. Anthocyanins in chokeberry and purple maize attenuate diet-induced metabolic syndrome in rats. *Nutrition*, 41: 24-31.
- Bhathena, S. J. and Velasquez, M. T. 2002. Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(6): 1191-1201.
- Blasi, F., Montesano, D., Simonetti, M. S. and Cossignani, L. 2017. A simple and rapid extraction method to evaluate the fatty acid composition and nutritional value of goji berry lipid. *Food Analytical Methods*, 10: 970-979.
- Błaszcyk, A., Sady, S. and Sielicka, M. 2019. The stilbene profile in edible berries. *Phytochemistry Reviews*, 18: 37-67.
- Borges, G., Degeneve, A., Mullen, W. and Crozier, A. 2010. Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, red currants, and cranberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7): 3901-3909.
- Bouyahya, A., Omari, N. E., El Hachlafi, N., Jemly, M. E., Hakkour, M., Balahbib, A., El Menyiy, N., Bakrim, S., Naceiri Mrabti, H. and Khouchlaa, A. 2022. Chemical compounds of berry-derived polyphenols and their effects on gut microbiota, inflammation, and cancer. *Molecules*, 27(10): 3286.
- Calder, P. C. 2009. Polyunsaturated fatty acids and inflammatory processes: New twists in an old tale. *Biochimie*, 91(6): 791-795.
- Căpriță, A., Căpriță, R., Simulescu, V. O. G. and Drehe, R. M. 2010. Dietary fiber: chemical and functional properties. *J. Agroaliment. Processes Technol*, 16: 406-410.
- Carey, A. N., Gomes, S. M. and Shukitt-Hale, B. 2014. Blueberry supplementation improves memory in middle-aged mice fed a high-fat diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(18): 3972-3978.
- Castro, D. D. S. D. and Teodoro, A. J. 2015. Anticancer properties of bioactive compounds of berry fruits-a review, *British Journal of Medicine and Medical Research*, 6(8): 771-794.
- Česonienė, L., Labokas, J., Jasutienė, I., Šarkinas, A., Kaškonienė, V., Kaškonas, P., Kazernavičiūtė, R., Pažereckaitė, A. and Daubaras, R. 2021. Bioactive compounds, antioxidant, and antibacterial properties of *Lonicera caerulea* berries: Evaluation of 11 cultivars. *Plants*, 10(4): 624.
- Chen, L., Xin, X., Lan, R., Yuan, Q., Wang, X. and Li, Y. 2014. Isolation of cyanidin 3-glucoside from blue honeysuckle fruits by high-speed counter-current chromatography. *Food Chemistry*, 152: 386-390.
- Cheyrier, V., Duenas-Paton, M., Salas, E., Maury, C., Souquet, J.-M., Sarni-Manchado, P. and Fulcrand, H. 2006. Structure and properties of wine pigments and tannins. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3): 298-305.
- Chung, K.-T., Wong, T. Y., Wei, C.-I., Huang, Y.-W. and Lin, Y. 1998. Tannins and human health: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(6): 421-464.
- Coleman, C. M. and Ferreira, D. 2020. Oligosaccharides and complex carbohydrates: A new paradigm for cranberry bioactivity. *Molecules*, 25(4): 881.

- Colunga Biancatelli, R. M. L., Berrill, M. and Marik, P. E. 2020. The antiviral properties of vitamin C. *Expert Review of Anti-infective Therapy*, 18(2): 99-101.
- Cormick, G., Ciapponi, A., Cafferata, M. L., Cormick, M. S. and Belizán, J. M. 2021. Calcium supplementation for prevention of primary hypertension. *Cochrane Database of Systematic Reviews* (8).
- Costa, S. L., Silva, V. D. A., dos Santos Souza, C., Santos, C. C., Paris, I., Muñoz, P. and Segura-Aguilar, J. 2016. Impact of plant-derived flavonoids on neurodegenerative diseases. *Neurotoxicity Research*, 30: 41-52.
- Cui, X., Jin, Y., Hofseth, A. B., Pena, E., Habiger, J., Chumanevich, A., Poudyal, D., Nagarkatti, M., Nagarkatti, P. S. and Singh, U. P. 2010. Resveratrol suppresses colitis and colon cancer associated with colitis. *Cancer Prevention Research*, 3(4): 549-559.
- Cummings, J. H., Edmond, L. M. and Magee, E. A. 2004. Dietary carbohydrates and health: do we still need the fibre concept? *Clinical Nutrition Supplements*, 1(2): 5-17.
- Dağdelen, C., Seyhan, B. ve İncedayı, B. 2019. Dondurulmuş bazı meyve ve sebzelerin toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve mikrobiyal yük açısından değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak.Derg.*, 33(2): 273-292.
- Davies, M. B., Partridge, D. A. and Austin, J. 2007. *Vitamin C: its chemistry and biochemistry*. Royal Society of Chemistry.
- de Pascual-Teresa, S. and Sanchez-Ballesta, M. T. 2008. Anthocyanins: from plant to health. *Phytochemistry Reviews*, 7: 281-299.
- Debom, G., Gazal, M., Soares, M. S. P., do Couto, C. A. T., Mattos, B., Lencina, C., Kaster, M. P., Ghisleni, G. C., Tavares, R. and Braganhol, E. 2016. Preventive effects of blueberry extract on behavioral and biochemical dysfunctions in rats submitted to a model of manic behavior induced by ketamine. *Brain Research Bulletin*, 127: 260-269.
- Del Bubba, M., Checchini, L., Chiuminatto, U., Doumet, S., Fibbi, D. and Giordani, E. 2012. Liquid chromatographic/electrospray ionization tandem mass spectrometric study of polyphenolic composition of four cultivars of *Fragaria vesca* L. berries and their comparative evaluation. *Journal of Mass Spectrometry*, 47(9): 1207-1220.
- del Río-Celestino, M. and Font, R. 2020. The health benefits of fruits and vegetables. In (Vol. 9, pp. 369): MDPI.
- Del Rio, D., Borges, G., and Crozier, A. 2010. Berry flavonoids and phenolics: bioavailability and evidence of protective effects. *British Journal of Nutrition*, 104(S3): S67-S90.
- Delgado-Vargas, F., Jiménez, A. and Paredes-López, O. 2000. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains—characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(3): 173-289.

- Dermesonlouoglou, E., Chalkia, A., Dimopoulos, G. and Taoukis, P. 2018. Combined effect of pulsed electric field and osmotic dehydration pre-treatments on mass transfer and quality of air dried goji berry. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 49: 106-115.
- de Souza, V. R., Pereira, P. A. P., da Silva, T. L. T., de Oliveira Lima, L. C., Pio, R. and 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.
- Di Vittori, L., Mazzoni, L., Battino, M. and Mezzetti, B. 2018. Pre-harvest factors influencing the quality of berries. *Scientia Horticulturae*, 233: 310-322.
- Dienaitė, L., Baranauskienė, R. and Venskutonis, P. R. 2021. Lipophilic extracts isolated from European cranberry bush (*Viburnum opulus*) and sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berry pomace by supercritical CO₂—Promising bioactive ingredients for foods and nutraceuticals. *Food Chemistry*, 348: 129047.
- Dönmez, C., Yalçın, F. N., Boyacıoğlu, Ö., Korkusuz, P., Akkol, E. K., Nemitlu, E., Balaban, Y. H. and Çalışkan, U. K. 2020. From nutrition to medicine: Assessing hemorrhoid healing activity of *Solanum melongena* L. via *in vivo* experimental models and its major chemicals. *Journal of Ethnopharmacology*, 261: 113143.
- Dröge, W. 2002. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological reviews*.
- Dulf, F. V., Andrei, S., Bunea, A. and Socaciu, C. 2012. Fatty acid and phytosterol contents of some Romanian wild and cultivated berry pomaces. *Chemical Papers*, 66: 925-934.
- Endes, Z., Uslu, N., Özcan, M. M. and Er, F. 2015. Physico-chemical properties, fatty acid composition and mineral contents of goji berry (*Lycium barbarum* L.) fruit. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 21(1): 36-40.
- Farvid, M. S., Ding, M., Pan, A., Sun, Q., Chiuve, S. E., Steffen, L. M., Willett, W. C. and Hu, F. B. 2014. Dietary linoleic acid and risk of coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Circulation*, 130(18): 1568-1578.
- Fogacci, F., Fogacci, S. and Cicero, A. 2019. Resveratrol for high blood pressure: A total failure or the need to identify the right patient? *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*, 26: 421-423.
- Förstermann, U. 2010. Nitric oxide and oxidative stress in vascular disease. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*, 459: 923-939.
- Gallagher, E. J. and LeRoith, D. 2015. Obesity and diabetes: the increased risk of cancer and cancer-related mortality. *Physiological Reviews*, 95(3), 727-748.
- Galleano, M., Verstraeten, S. V., Oteiza, P. I. and Fraga, C. G. 2010. Antioxidant actions of flavonoids: thermodynamic and kinetic analysis. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 501(1): 23-30.
- Gardener, S. L., Rainey-Smith, S. R., Weinborn, M., Bondonno, C. P. and Martins, R. N. 2021. Intake of products containing anthocyanins, flavanols, and flavanones, and cognitive function: a narrative review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13: 640381.

- Geetha, S., Singh, V., Ram, M. S., Ilavazhagan, G., Banerjee, P. and Sawhney, R. 2005. Immunomodulatory effects of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) against chromium (VI) induced immunosuppression. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 278: 101-109.
- Golovinskaia, O. and Wang, C. K. 2021. Review of functional and pharmacological activities of berries. *Molecules*, 26(13): 3904.
- Goszcz, K., Deakin, S. J., Duthie, G. G., Stewart, D., Leslie, S. J. and Megson, I. L. 2015. Antioxidants in cardiovascular therapy: panacea or false hope? *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 2: 29.
- Gündoğdu, A. Ç. and Özyurt, R. 2023. Resveratrol downregulates ENaCs through the activation of AMPK in human colon cancer cells. *Tissue and Cell*, 82: 102071.
- Hacisevki, A. 2009. An overview of ascorbic acid biochemistry. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 38(3): 233-255.
- Hägg, M., Ylikoski, S. and Kumpulainen, J. 1995. Vitamin C content in fruits and berries consumed in Finland. *Journal of Food Composition and Analysis*, 8(1): 12-20.
- Hakala, M., Lapveteläinen, A., Huopalahti, R., Kallio, H. and Tahvonon, R. 2003. Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. *Journal of Food composition and Analysis*, 16(1): 67-80.
- Häkkinen, S. H., Kärenlampi, S. O., Mykkänen, H. M., Heinonen, I. M. and Törrönen, A. R. 2000. Ellagic acid content in berries: Influence of domestic processing and storage. *European Food Research and Technology*, 212: 75-80.
- Hameed, A., Galli, M., Adamska-Patrano, E., Krętownski, A. and Ciborowski, M. 2020a. Select polyphenol-rich berry consumption to defer or deter diabetes and diabetes-related complications. *Nutrients*, 12(9): 2538.
- Hameed, A., Hussain, S. A., Ijaz, M. U., Ullah, S., Muhammad, Z., Suleria, H. A. R. and Song, Y. 2020b. Antioxidant activity of polyphenolic extracts of filamentous fungus *Mucor circinelloides* (WJ11): Extraction, characterization and storage stability of food emulsions. *Food Bioscience*, 34: 100525.
- Han, X., Shen, T., and Lou, H. 2007. Dietary polyphenols and their biological significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8(9): 950-988.
- Hosseinpour-Niazi, S., Mirmiran, P., Mirzaei, S. and Azizi, F. 2015. Cereal, fruit and vegetable fibre intake and the risk of the metabolic syndrome: a prospective study in the Tehran Lipid and Glucose Study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 28(3): 236-245.
- Hu, Y., Li, Y., Sampson, L., Wang, M., Manson, J. E., Rimm, E. and Sun, Q. 2021. Lignan intake and risk of coronary heart disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 78(7): 666-678.
- Hussain, F., Malik, A., Ayyaz, U., Shafique, H., Rana, Z. and Hussain, Z. 2017. Efficient hepatoprotective activity of cranberry extract against CCl₄-induced hepatotoxicity in Wistar albino rat model: Down-regulation of liver enzymes and strong antioxidant activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10(11): 1054-1058.

- Ide, K., Matsuoka, N., Yamada, H., Furushima, D. and Kawakami, K. 2018. Effects of tea catechins on Alzheimer's disease: Recent updates and perspectives. *Molecules*, 23(9): 2357.
- Ilić, T., Dodevska, M., Marčetić, M., Božić, D., Kodranov, I. and Vidović, B. 2020. Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial properties of goji berries cultivated in Serbia. *Foods*, 9(11): 1614.
- Iqbal, K., Khan, A. and Khattak, M. 2004. Biological significance of ascorbic acid (vitamin C) in human health-a review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(1): 5-13.
- Jenkins, D., Srichaikul, K., Kendall, C., Sievenpiper, J., Abdunour, S., Mirrahimi, A., Meneses, C., Nishi, S., He, X. and Lee, S. 2011. The relation of low glycaemic index fruit consumption to glycaemic control and risk factors for coronary heart disease in type 2 diabetes. *Diabetologia*, 54: 271-279.
- Jia, X., Zhang, R., Guo, J., Yue, H., Liu, Q., Guo, L. and Zhang, Q. 2020. Resveratrol supplementation prevents hypertension in hypertensive pregnant rats by increasing sodium excretion and serum nitric oxide level. *International Journal of Hypertension*, 2020: 1-7.
- Jiang, H., Zhang, W., Li, X., Xu, Y., Cao, J. and Jiang, W. 2021. The anti-obesogenic effects of dietary berry fruits: A review. *Food Research International*, 147: 110539.
- Jimenez-Garcia, S. N., Guevara-Gonzalez, R. G., Miranda-Lopez, R., Feregrino-Perez, A. A., Torres-Pacheco, I. and Vazquez-Cruz, M. A. 2013. Functional properties and quality characteristics of bioactive compounds in berries: Biochemistry, biotechnology, and genomics. *Food Research International*, 54(1): 1195-1207.
- Johansson, A. K., Korte, H., Yang, B., Stanley, J. C. and Kallio, H. P. 2000. Sea buckthorn berry oil inhibits platelet aggregation. *The Journal of nutritional biochemistry*, 11(10): 491-495.
- Johnston, C. and Steinberg, F. 2007. Ascorbic acid In J. Zempleni, RB Rucker, DB McCormick & JW Suttie (Eds.), Handbook of Vitamins. In: Boca Raton CRC Press.
- Kalt, W., Cassidy, A., Howard, L. R., Krikorian, R., Stull, A. J., Tremblay, F. and Zamora-Ros, R. 2020. Recent research on the health benefits of blueberries and their anthocyanins. *Advances in Nutrition*, 11(2): 224-236.
- Kalt, W., Hanneken, A., Milbury, P. and Tremblay, F. 2010. Recent research on polyphenolics in vision and eye health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7): 4001-4007.
- Kapoor, R. and Huang, Y. S. 2006. Gamma linolenic acid: an antiinflammatory omega-6 fatty acid. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 7(6): 531-534.
- Karppi, J., Nurmi, T., Kurl, S., Rissanen, T. H. and Nyssönen, K. 2010. Lycopene, lutein and β -carotene as determinants of LDL conjugated dienes in serum. *Atherosclerosis*, 209(2): 565-572.
- Kasiotis, K. M., Pratsinis, H., Kletsas, D. and Haroutounian, S. A. 2013. Resveratrol and related stilbenes: their anti-aging and anti-angiogenic properties. *Food and Chemical Toxicology*, 61: 112-120.
- Khattak, K. F. 2012. Free radical scavenging activity, phytochemical composition and nutrient analysis of *Elaeagnus umbellata* berry. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(39): 5196-5203.

- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T. and Lim, S. M. 2017. Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1): 1-21.
- Kim, J. S. 2018. Antioxidant activities of selected berries and their free, esterified, and insoluble-bound phenolic acid contents. *Preventive Nutrition And Food Science*, 23(1): 35.
- Kim, Y., Keogh, J. B. and Clifton, P. M. 2016. Polyphenols and glycemic control. *Nutrients*, 8(1): 17.
- King, E. S. and Bolling, B. W. 2020. Composition, polyphenol bioavailability, and health benefits of aronia berry: A review. *Journal of Food Bioactives*, 11: 13-30.
- Klavins, L., Klavina, L., Huna, A. and Klavins, M. 2015. Polyphenols, carbohydrates and lipids in berries of *Vaccinium* species. *Environmental and Experimental Biology*, 13: 147-158.
- Klavins, L., Viksna, A., Kvišis, J. and Klavins, M. 2019. Lipids of cultivated and wild *Vaccinium* spp. berries from Latvia.
- Koh, A., De Vadder, F., Kovatcheva-Datchary, P. and Bäckhed, F. 2016. From dietary fiber to host physiology: short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. *Cell*, 165(6): 1332-1345.
- Kowalenko, C. G. 2005. Accumulation and distribution of micronutrients in Willamette red raspberry plants. *Canadian Journal of Plant Science*, 85(1): 179-191.
- Krga, I. and Milenkovic, D. 2019. Anthocyanins: From sources and bioavailability to cardiovascular-health benefits and molecular mechanisms of action. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(7): 1771-1783.
- Kumar, N. and Goel, N. 2019. Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnology reports*, 24: e00370.
- Kumar, R., Vijayalakshmi, S., and Nadasabapathi, S. 2017. Health benefits of quercetin. *Def. Life Sci. J*, 2(10).
- Lee, S. G., Vance, T. M., Nam, T.-G., Kim, D.-O., Koo, S. I. and Chun, O. K. 2015. Contribution of anthocyanin composition to total antioxidant capacity of berries. *Plant foods for human nutrition*, 70: 427-432.
- Li, Y., Li, T., Yan, Z., Bariami, W., Wu, C., Yan, S., Fan, G., Li, X., Zhou, D., Cong, K. and Cheng, J. 2024. Carotenoids in berries: Composition, benefits, metabolic processes and influencing factors - A review. *Scientia Horticulturae*, 329: 112956.
- Lin, M. and Yao, C.-S. 2006. Natural oligostilbenes. *Studies in Natural Products Chemistry*, 33: 601-644.
- Liu, R. H. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *The Journal of Nutrition*, 134(12): 3479S-3485S.
- Liu, J., Hefni, M. E. and Witthöft, C. M. 2020. Characterization of flavonoid compounds in common Swedish berry species. *Foods*, 9(3): 358.
- Liu, R. H. 2013. Health-Promoting Components of Fruits and Vegetables in the Diet. *Advances in Nutrition*, 4(3): 384S-392S.

- Lorenzo, C., Pardo, F., Zalacain, A., Alonso, G. L. and Salinas, M. R. 2005. Effect of red grapes co-winemaking in polyphenols and color of wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19): 7609-7616.
- Ma, W., Lu, S., Li, W., Nai, G., Ma, Z., Li, Y., Chen, B. and Mao, J. 2023. Transcriptome and metabolites analysis of water-stressed grape berries at different growth stages. *Physiologia Plantarum*, 175(3): e13910.
- Marklund, M., Wu, J. H. Y., Imamura, F., Del Gobbo, L. C., Fretts, A., de Goede, J., Shi, P., Tintle, N., Wennberg, M., Aslibekyan, S., Chen, T. A., de Oliveira Otto, M. C., Hirakawa, Y., Eriksen, H. H., Kröger, J., Laguzzi, F., Lankinen, M., Murphy, R. A., Prem, K., Samieri, C., Virtanen, J., Wood, A. C., Wong, K., Yang, W. S., Zhou, X., Baylin, A., Boer, J. M. A., Brouwer, I. A., Campos, H., Chaves, P. H. M., Chien, K. L., de Faire, U., Djoussé, L., Eiriksdottir, G., El-Abbadi, N., Forouhi, N. G., Michael Gaziano, J., Geleijnse, J. M., Gigante, B., Giles, G., Guallar, E., Gudnason, V., Harris, T., Harris, W. S., Helmer, C., Hellenius, M. L., Hodge, A., Hu, F. B., Jacques, P. F., Jansson, J. H., Kalsbeek, A., Khaw, K. T., Koh, W. P., Laakso, M., Leander, K., Lin, H. J., Lind, L., Luben, R., Luo, J., McKnight, B., Mursu, J., Ninomiya, T., Overvad, K., Psaty, B. M., Rimm, E., Schulze, M. B., Siscovick, D., Skjelbo Nielsen, M., Smith, A. V., Steffen, B. T., Steffen, L., Sun, Q., Sundström, J., Tsai, M. Y., Tunstall-Pedoe, H., Uusitupa, M. I. J., van Dam, R. M., Veenstra, J., Monique Verschuren, W. M., Wareham, N., Willett, W., Woodward, M., Yuan, J. M., Micha, R., Lemaitre, R. N., Mozaffarian, D. and Risérus, U. 2019. Biomarkers of Dietary Omega-6 Fatty Acids and Incident Cardiovascular Disease and Mortality. *Circulation*, 139(21): 2422-2436.
- Martín-Gómez, J., Varo, M. Á., Mérida, J. and Serratos, M. P. 2020. Influence of drying processes on anthocyanin profiles, total phenolic compounds and antioxidant activities of blueberry (*Vaccinium corymbosum*). *LWT - Food Science and Technology*, 120: 108931.
- McDougall, G. J., Gordon, S., Brennan, R. and Stewart, D. 2005. Anthocyanin–flavanol condensation products from black currant (*Ribes nigrum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20): 7878-7885.
- Mikulic-Petkovsek, M., Slatnar, A., Stampar, F. and Veberic, R. 2012. HPLC–MSn identification and quantification of flavonol glycosides in 28 wild and cultivated berry species. *Food Chemistry*, 135(4): 2138-2146.
- Miller, H. E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A. and Kanter, M. 2000. Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables. *Journal of the American college of Nutrition*, 19(sup3), 312S-319S.
- Miller, V., Mente, A., Dehghan, M., Rangarajan, S., Zhang, X., Swaminathan, S., Dagenais, G., Gupta, R., Mohan, V. and Lear, S. 2017. Fruit, vegetable, and legume intake, and cardiovascular disease and deaths in 18 countries (PURE): a prospective cohort study. *The Lancet*, 390(10107): 2037-2049.
- Mullen, W., McGinn, J., Lean, M. E., MacLean, M. R., Gardner, P., Duthie, G. G., Yokota, T. and Crozier, A. 2002a. Ellagitannins, flavonoids, and other phenolics in red raspberries and their contribution to antioxidant capacity and vasorelaxation properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(18): 5191-5196.
- Mullen, W., Stewart, A. J., Lean, M. E., Gardner, P., Duthie, G. G. and Crozier, A. 2002b. Effect of freezing and storage on the phenolics, ellagitannins, flavonoids, and antioxidant capacity of red raspberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(18): 5197-5201.

- Musso, G., Gambino, R. and Cassader, M. 2011. Interactions between gut microbiota and host metabolism predisposing to obesity and diabetes. *Annual review of medicine*, 62: 361-380.
- Naderi, N. and House, J. D. 2018. Chapter Five - Recent Developments in Folate Nutrition. In N. A. M. Eskin (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research*, 83: 195-213.
- Naidu, K. A. 2003. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. *Nutrition Journal*, 2: 1-10.
- Nathan, D. M., Buse, J. B., Davidson, M. B., Heine, R. J., Holman, R. R., Sherwin, R. and Zinman, B. 2006. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a consensus algorithm for the initiation and adjustment of therapy: a consensus statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*, 29(8): 1963-1972.
- Nayak, B., Liu, R. H. and Tang, J. 2015. Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables, and grains—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(7): 887-918.
- Ngo, B., Van Riper, J. M., Cantley, L. C. and Yun, J. 2019. Targeting cancer vulnerabilities with high-dose vitamin C. *Nature Reviews Cancer*, 19(5): 271-282.
- Nguyen, T. N. A., Dao, T. T., Tung, B. T., Choi, H., Kim, E., Park, J., Lim, S.-I. and Oh, W. K. 2011. Influenza A (H1N1) neuraminidase inhibitors from *Vitis amurensis*. *Food Chemistry*, 124(2): 437-443.
- Nicholson, S. K., Tucker, G. A. and Brameld, J. M. 2010. Physiological concentrations of dietary polyphenols regulate vascular endothelial cell expression of genes important in cardiovascular health. *British Journal of Nutrition*, 103(10): 1398-1403.
- Nile, S. H. and Park, S. W. 2014. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition*, 30(2): 134-144.
- Nilsen-Nygaard, J., Fernández, E. N., Radusin, T., Rotabakk, B. T., Sarfraz, J., Sharmin, N., Sivertsvik, M., Sone, I. and Pettersen, M. K. 2021. Current status of biobased and biodegradable food packaging materials: Impact on food quality and effect of innovative processing technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(2): 1333-1380.
- Niro, S., Fratianni, A., Panfili, G., Falasca, L., Cinquanta, L. and Alam, M. R. 2017. Nutritional evaluation of fresh and dried goji berries cultivated in Italy. *Italian Journal of Food Science*, 29(3): 398-408.
- Norum, K. R. and Blomhoff, R. 1992. McCollum Award Lecture, 1992: vitamin A absorption, transport, cellular uptake, and storage. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56(4): 735-744.
- Novotny, J. A., Baer, D. J., Khoo, C., Gebauer, S. K. and Charron, C. S. 2015. Cranberry Juice Consumption Lowers Markers of Cardiometabolic Risk, Including Blood Pressure and Circulating C-Reactive Protein, Triglyceride, and Glucose Concentrations in Adults^{1, 2, 3, 4}. *The Journal of Nutrition*, 145(6): 1185-1193.
- Otero, P., Bonet, B., Herrera, E. and Rabano, A. 2005. Development of atherosclerosis in the diabetic BALB/c mice: prevention with vitamin E administration. *Atherosclerosis*, 182(2): 259-265.

- Padayatty, S. J., Katz, A., Wang, Y., Eck, P., Kwon, O., Lee, J.-H., Chen, S., Corpe, C., Dutta, A. and Dutta, S. K. 2003. Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention. *Journal of the American College of Nutrition*, 22(1): 18-35.
- Pantelidis, G. E., Vasilakakis, M., Manganaris, G. A. and Diamantidis, G. 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*, 102(3): 777-783.
- Pappas, E. and Schaich, K. 2009. Phytochemicals of cranberries and cranberry products: characterization, potential health effects, and processing stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(9): 741-781.
- Paredes-López, O., Cervantes-Ceja, M. L., Vigna-Pérez, M. and Hernández-Pérez, T. 2010. Berries: improving human health and healthy aging, and promoting quality life—a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65: 299-308.
- Pascual-Teresa, D., Moreno, D. A. and García-Viguera, C. 2010. Flavanols and anthocyanins in cardiovascular health: a review of current evidence. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(4): 1679-1703.
- Patel, R. V., Mistry, B. M., Shinde, S. K., Syed, R., Singh, V. and Shin, H. S. 2018. Therapeutic potential of quercetin as a cardiovascular agent. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 155: 889-904.
- Pellegrini, N., Valtueña, S., Ardigò, D., Brighenti, F., Franzini, L., Del Rio, D., Scazzina, F., Piatti, P. and Zavaroni, I. 2010. Intake of the plant lignans matairesinol, secoisolariciresinol, pinoresinol, and lariciresinol in relation to vascular inflammation and endothelial dysfunction in middle age-elderly men and post-menopausal women living in Northern Italy. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 20(1): 64-71.
- Peña-Sanhueza, D., Inostroza-Blancheteau, C., Ribera-Fonseca, A. and Reyes-Díaz, M. 2017. Anthocyanins in berries and their potential use in human health. *Superfood and Functional Food—The Development of Superfoods and Their Roles as Medicine; Shiomi, N., Waisundara, V., Eds*, 155-172.
- Pfeiffer, C. M., Caudill, S. P., Gunter, E. W., Osterloh, J. and Sampson, E. J. 2005. Biochemical indicators of B vitamin status in the US population after folic acid fortification: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2000. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(2): 442-450.
- Prosky, L. 2000. What is dietary fiber? *Journal of AOAC International*, 83(4): 985-987.
- Puupponen-Pimiä, R., Nohynek, L., Alakomi, H.-L. and Oksman-Caldentey, K.-M. 2005a. Bioactive berry compounds—novel tools against human pathogens. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 67: 8-18.
- Puupponen-Pimiä, R., Nohynek, L., Hartmann-Schmidlin, S., Kähkönen, M., Heinonen, M., Määttä-Riihinen, K. and Oksman-Caldentey, K. M. 2005b. Berry phenolics selectively inhibit the growth of intestinal pathogens. *Journal of Applied Microbiology*, 98(4): 991-1000.
- Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C. and Pouységü, L. 2011. Plant polyphenols: chemical properties, biological activities, and synthesis. *Angewandte Chemie International Edition*, 50(3): 586-621.

- Ramprasath, V. and Jones, P. 2010. Anti-atherogenic effects of resveratrol. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(7): 660-668.
- Ranard, K. M. and Erdman Jr, J. W. 2018. Effects of dietary RRR α -tocopherol vs all-racemic α -tocopherol on health outcomes. *Nutrition Reviews*, 76(3): 141-153.
- Reboredo-Rodriguez, P. 2018. Potential roles of berries in the prevention of breast cancer progression. *Journal of Berry Research*, 8(4): 307-323.
- Richardson, D. P., Ansell, J. and Drummond, L. N. 2018. The nutritional and health attributes of kiwifruit: a review. *European Journal of Nutrition*, 57: 2659-2676.
- Rimando, A. M., Kalt, W., Magee, J. B., Dewey, J. and Ballington, J. R. 2004. Resveratrol, pterostilbene, and piceatannol in vaccinium berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15): 4713-4719.
- Rocha, L. D., Monteiro, M. C. and Teodoro, A. J. 2012. Anticancer properties of hydroxycinnamic acids-a review. *Cancer Clin Oncol*, 1(2): 109-121.
- Rodrigo, R., Miranda, A. and Vergara, L. 2011. Modulation of endogenous antioxidant system by wine polyphenols in human disease. *Clinica Chimica Acta*, 412(5-6): 410-424.
- Rosa, L., Silva, N., Soares, N., Monteiro, M. and Teodoro, A. 2016. Anticancer properties of phenolic acids in colon cancer-a review. *Journal of Nutrition and Food Sciences*, 6(2): 468.
- Saarinen, N. M., Wärrä, A., Airio, M., Smeds, A. and Mäkelä, S. 2007. Role of dietary lignans in the reduction of breast cancer risk. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51(7): 857-866.
- Sagach, V. F., Scrosati, M., Fielding, J., Rossoni, G., Galli, C. and Visioli, F. 2002. The water-soluble vitamin E analogue Trolox protects against ischaemia/reperfusion damage *in vitro* and *ex vivo*. A comparison with vitamin E. *Pharmacological Research*, 45(6): 435-439.
- Sammartino, A., Tommaselli, G. A., Gargano, V., Di Carlo, C., Attianese, W. and Nappi, C. 2006. Short-term effects of a combination of isoflavones, lignans and *Cimicifuga racemosa* on climacteric-related symptoms in postmenopausal women: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Gynecological Endocrinology*, 22(11): 646-650.
- Sandoval-Ramírez, B.-A., Catalán, Ú., Llauradó, E., Valls, R.-M., Salamanca, P., Rubió, L., Yuste, S. and Solà, R. 2022. The health benefits of anthocyanins: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses of observational studies and controlled clinical trials. *Nutrition Reviews*, 80(6): 1515-1530.
- Schulz, M. and Chim, J. F. 2019. Nutritional and bioactive value of Rubus berries. *Food Bioscience*, 31, 100438.
- Seeram, N. P., Momin, R. A., Nair, M. G. and Bourquin, L. D. 2001. Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant cyanidin glycosides in cherries and berries. *Phytomedicine*, 8(5): 362-369.
- Shabani, S., Rabiei, Z. and Amini-Khoei, H. 2020. Exploring the multifaceted neuroprotective actions of gallic acid: A review. *International Journal of Food Properties*, 23(1): 736-752.
- Shahidi, F. and Naczki, M. 2003. *Phenolics in Food and Nutraceuticals*. CRC press.

- Shahidi, F. and Yeo, J. 2018. Bioactivities of phenolics by focusing on suppression of chronic diseases: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(6): 1573.
- Sharma, K., Kumar, V., Kaur, J., Tanwar, B., Goyal, A., Sharma, R., Gat, Y. and Kumar, A. 2021. Health effects, sources, utilization and safety of tannins: A critical review. *Toxin Reviews*, 40(4): 432-444.
- Shi, J., Nawaz, H., Pohorly, J., Mittal, G., Kakuda, Y. and Jiang, Y. 2005. Extraction of polyphenolics from plant material for functional foods—Engineering and technology. *Food reviews international*, 21(1): 139-166.
- Shirakami, Y. and Shimizu, M. 2018. Possible mechanisms of green tea and its constituents against cancer. *Molecules*, 23(9): 2284.
- Shukitt-Hale, B., Cheng, V. and Joseph, J. A. 2009. Effects of blackberries on motor and cognitive function in aged rats. *Nutritional Neuroscience*, 12(3): 135-140.
- Silva, R. F. and Pogačnik, L. 2020. Polyphenols from food and natural products: Neuroprotection and safety. *Antioxidants*, 9(1): 61.
- Sivaprakasapillai, B., Edirisinghe, I., Randolph, J., Steinberg, F. and Kappagoda, T. 2009. Effect of grape seed extract on blood pressure in subjects with the metabolic syndrome. *Metabolism*, 58(12): 1743-1746.
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T. and Sochor, J. 2015. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10): 24673-24706.
- Slavin, J. L. and Lloyd, B. 2012. Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in nutrition*, 3(4): 506-516.
- Smeds, A. I., Eklund, P. C. and Willför, S. M. 2012. Content, composition, and stereochemical characterisation of lignans in berries and seeds. *Food Chemistry*, 134(4): 1991-1998.
- Sosa, V., Moliné, T., Somoza, R., Paciucci, R., Kondoh, H. and LLeonart, M. E. 2013. Oxidative stress and cancer: an overview. *Ageing Research Reviews*, 12(1): 376-390.
- Souza Gonzaga, L., Capone, D., Bastian, S. and Jeffery, D. 2021. Defining wine typicity: Sensory characterisation and consumer perspectives. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 27(2): 246-256.
- Stapleton, P. A., James, M. E., Goodwill, A. G. and Frisbee, J. C. 2008. Obesity and vascular dysfunction. *Pathophysiology*, 15(2): 79-89.
- Su, S., Wang, L.-J., Feng, C.-Y., Liu, Y., Li, C.-H., Du, H., Tang, Z.-Q., Xu, Y.-J. and Wang, L.-S. 2016. Fingerprints of anthocyanins and flavonols of *Vaccinium uliginosum* berries from different geographical origins in the Greater Khingan Mountains and their antioxidant capacities. *Food Control*, 64: 218-225.
- Subbiah, V., Zhong, B., Nawaz, M. A., Barrow, C. J., Dunshea, F. R. and Suleria, H. A. 2020. Screening of phenolic compounds in Australian grown berries by LC-ESI-QTOF-MS/MS and determination of their antioxidant potential. *Antioxidants*, 10(1): 26.

- Sun-Waterhouse, D. 2011. The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(5): 899-920.
- Sun, Y., Zhang, M. and Mujumdar, A. 2019. Berry drying: Mechanism, pretreatment, drying technology, nutrient preservation, and mathematical models. *Food Engineering Reviews*, 11: 61-77.
- Sytařová, I., Orsavová, J., Snopek, L., Mlček, J., Byczyński, Ł. and Mišurcová, L. 2020. Impact of phenolic compounds and vitamins C and E on antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries and leaves of diverse ripening times. *Food Chemistry*, 310: 125784.
- Szajdek, A. and Borowska, E. 2008. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63: 147-156.
- Talcott, S. T. 2007. Chemical components of berry fruits, *Berry Fruit: Value-Added Products for Health Promotion, Food Science And Technology-New York-Marcel Dekker*, 168: 51.
- Tavares, L., Carrilho, D., Tyagi, M., Barata, D., Serra, A. T., Duarte, C. M. M., Duarte, R. O., Feliciano, R. P., Bronze, M. R. and Chicau, P. 2010. Antioxidant capacity of Macaronesian traditional medicinal plants. *Molecules*, 15(4): 2576-2592.
- Till, U., Röhl, P., Jentsch, A., Till, H., Müller, A., Bellstedt, K., Plonné, D., Fink, H. S., Vollandt, R. and Sliwka, U. 2005. Decrease of carotid intima-media thickness in patients at risk to cerebral ischemia after supplementation with folic acid, vitamins B6 and B12. *Atherosclerosis*, 181(1): 131-135.
- Timoshnikov, V. A., Kobzeva, T. V., Polyakov, N. E. and Kontoghiorghes, G. J. 2020. Redox interactions of vitamin C and iron: Inhibition of the pro-oxidant activity by deferiprone. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(11): 3967.
- Tsai, H.-Y., Ho, C.-T. and Chen, Y.K. 2017. Biological actions and molecular effects of resveratrol, pterostilbene, and 3'-hydroxypterostilbene. *Journal of food and drug analysis*, 25(1): 134-147.
- Van den Driessche, J. J., Plat, J. and Mensink, R. P. 2018. Effects of superfoods on risk factors of metabolic syndrome: a systematic review of human intervention trials. *Food & Function*, 9(4): 1944-1966.
- Veronese, N., Solmi, M., Caruso, M. G., Giannelli, G., Osella, A. R., Evangelou, E., Maggi, S., Fontana, L., Stubbs, B. and Tzoulaki, I. 2018. Dietary fiber and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 107(3): 436-444.
- Vilela, A. and Cosme, F. 2016. Drink Red: Phenolic composition of red fruit juices and their sensorial acceptance. *Beverages*, 2(4): 29.
- Vinayagam, R., Jayachandran, M. and Xu, B. 2016. Antidiabetic effects of simple phenolic acids: A comprehensive review. *Phytotherapy Research*, 30(2): 184-199.
- Vorilhon, P., Arpajou, B., Vaillant Roussel, H., Merlin, É., Pereira, B. and Cabaillet, A. 2019. Efficacy of vitamin C for the prevention and treatment of upper respiratory tract infection. A meta-analysis in children. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 75: 303-311.

- Wakeel, A., Arif, S., Bashir, M. A., Ahmad, Z., Rehman, H. U., Kiran, A., Ibrahim, S. and Khan, M. R. 2018. Perspectives of folate biofortification of cereal grains. *Journal of Plant Nutrition*, 41(19): 2507-2524.
- Wallace, T. C., Bailey, R. L., Blumberg, J. B., Burton-Freeman, B., Chen, C. O., Crowe-White, K. M., Drewnowski, A., Hooshmand, S., Johnson, E. and Lewis, R. 2020. Fruits, vegetables, and health: A comprehensive narrative, umbrella review of the science and recommendations for enhanced public policy to improve intake. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(13): 2174-2211.
- Wang, D. D. and Hu, F. B. 2018. Precision nutrition for prevention and management of type 2 diabetes. *The lancet Diabetes & Endocrinology*, 6(5): 416-426.
- Watson, A. W., Haskell-Ramsay, C. F., Kennedy, D. O., Cooney, J. M., Trower, T. and Scheepens, A. 2015. Acute supplementation with blackcurrant extracts modulates cognitive functioning and inhibits monoamine oxidase-B in healthy young adults. *Journal of Functional Foods*, 17: 524-539.
- Watson, A., Okello, E., Brooker, H., Lester, S., McDougall, G. and Wesnes, K. 2019. The impact of blackcurrant juice on attention, mood and brain wave spectral activity in young healthy volunteers. *Nutritional Neuroscience*, 22(8): 596-606.
- Wattanathorn, J., Kawvised, S. and Thukham-Mee, W. 2019. Encapsulated mulberry fruit extract alleviates changes in an animal model of menopause with metabolic syndrome. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019: 1-23.
- Weber, F. and Larsen, L. R. 2017. Influence of fruit juice processing on anthocyanin stability. *Food Research International*, 100: 354-365.
- Willför, S. M., Ahotupa, M. O., Hemming, J. E., Reunanen, M. H., Eklund, P. C., Sjöholm, R. E., Eckerman, C. S., Pohjamo, S. P. and Holmbom, B. R. 2003. Antioxidant activity of knotwood extractives and phenolic compounds of selected tree species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26): 7600-7606.
- Witkowska, A. M., Waśkiewicz, A., Zujko, M. E., Szcześniewska, D., Stepaniak, U., Pająk, A. and Drygas, W. 2018. Are total and individual dietary lignans related to cardiovascular disease and its risk factors in postmenopausal women? A nationwide study. *Nutrients*, 10(7): 865.
- WHO. 2002. *The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life* (9241562072).
- WHO. 2024. Obesity and overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Erişim tarihi: 16.09.2024.
- Xing, J., Yang, B., Dong, Y., Wang, B., Wang, J. and Kallio, H. P. 2002. Effects of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed and pulp oils on experimental models of gastric ulcer in rats. *Fitoterapia*, 73(7-8): 644-650.
- Yadav, R. B. 2021. Potential benefits of berries and their bioactive compounds as functional food component and immune boosting food. In *Immunity Boosting Functional Foods to Combat COVID-19*, (pp. 75-90). CRC Press.

- Yahia, E. M., García-Solis, P. and Celis, M. E. M. 2019. Contribution of fruits and vegetables to human nutrition and health. In *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables* (pp. 19-45). Elsevier.
- Yang, B., Kalimo, K. O., Mattila, L. M., Kallio, S. E., Katajisto, J. K., Peltola, O. J. and Kallio, H. P. 1999. Effects of dietary supplementation with sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seed and pulp oils on atopic dermatitis. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 10(11): 622-630.
- Yang, B., Ahotupa, M., Määttä, P. and Kallio, H. 2011. Composition and antioxidative activities of supercritical CO₂-extracted oils from seeds and soft parts of northern berries. *Food Research International*, 44(7): 2009-2017.
- Youn, H. S., Lee, J. Y., Saitoh, S. I., Miyake, K., Kang, K. W., Choi, Y. J. and Hwang, D. H. 2006. Suppression of MyD88-and TRIF-dependent signaling pathways of Toll-like receptor by (-)-epigallocatechin-3-gallate, a polyphenol component of green tea. *Biochemical Pharmacology*, 72(7): 850-859.
- Yang, H., Tian, T., Wu, D., Guo, D. and Lu, J. 2019. Prevention and treatment effects of edible berries for three deadly diseases: Cardiovascular disease, cancer and diabetes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(12): 1903-1912.
- Yousefi, M., Shadnough, M., Khorshidian, N. and Mortazavian, A. M. 2021. Insights to potential antihypertensive activity of berry fruits. *Phytotherapy Research*, 35(2): 846-863.
- Zanotti, I., Dall'Asta, M., Mena, P., Mele, L., Bruni, R., Ray, S. and Del Rio, D. 2015. Atheroprotective effects of (poly) phenols: a focus on cell cholesterol metabolism. *Food & Function*, 6(1): 13-31.
- Zeb, A. 2006. Anticarcinogenic potential of lipids from Hippophae; Evidence from the recent literature. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 7(1): 32.
- Zern, T. L., Wood, R. J., Greene, C., West, K. L., Liu, Y., Aggarwal, D., Shachter, N. S. and Fernandez, M. L. 2005. Grape polyphenols exert a cardioprotective effect in pre- and postmenopausal women by lowering plasma lipids and reducing oxidative stress. *The Journal of Nutrition*, 135(8): 1911-1917.
- Zhang, F., Liu, J. and Shi, J. S. 2010. Anti-inflammatory activities of resveratrol in the brain: role of resveratrol in microglial activation. *European Journal of Pharmacology*, 636(1-3): 1-7.
- Zhang, H., Wang, Z.-Y., Yang, X., Zhao, H.-T., Zhang, Y.-C., Dong, A.-J., Jing, J. and Wang, J. 2014. Determination of free amino acids and 18 elements in freeze-dried strawberry and blueberry fruit using an Amino Acid Analyzer and ICP-MS with micro-wave digestion. *Food Chemistry*, 147: 189-194.
- Zhong, H., Yadav, V., Wen, Z., Zhou, X., Wang, M., Han, S., Pan, M., Zhang, C., Zhang, F. and Wu, X. 2023. Comprehensive metabolomics-based analysis of sugar composition and content in berries of 18 grape varieties. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1200071.
- Zorzi, M., Gai, F., Medana, C., Aigotti, R., Morello, S. and Peiretti, P. G. 2020. Bioactive compounds and antioxidant capacity of small berries. *Foods*, 9(5): 623.

