



## Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences

Journal homepage: [www.dergipark.org.tr/ejbc](http://www.dergipark.org.tr/ejbc)



### Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.): Besinsel bileşimi, antioksidan özellikleri ve sağlık faydaları

Atiye Kaynak\*<sup>ID</sup>, Zehra Nur Başkan, Berna Satış, Muhammet Doğan<sup>ID</sup>

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

\*Corresponding author : [atiye.kynk0@gmail.com](mailto:atiye.kynk0@gmail.com)  
Orcid No: <https://orcid.org/0009-0004-3038-9835>

Received : 23/11/2023  
Accepted : 12/01/2024

To Cite / Atf için: Kaynak A, Başkan ZN, Satış B, Doğan M. 2024. Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.): Besinsel bileşimi, antioksidan özellikleri ve sağlık faydaları. Eurasian J Bio Chem Sci, 7(1):52-61 <https://doi.org/10.46239/ejbc.1395054>

**Abstract:** Kırmızı pancar, *Beta vulgaris* L. adlı bitkiden elde edilen bir sebzedir. Besin değeri oldukça yüksek olan kırmızı pancar, çeşitli vitamin, mineraller, lifler ve fitokimyasallar içerir. Kırmızı pancarın, başlıca besin öğeleri arasında folat, demir, potasyum, C vitamini, betanin (kırmızı rengi veren bir pigment), betalainler, betasianinler ve antioksidanlar yer alır. Kırmızı pancar, özellikle betalainler ve betasianinler gibi antioksidan bileşikleri içerir ve antioksidan özelliği açısından en güçlü on sebze arasında yer alır. Kırmızı pancar, mükemmel antioksidanlar olarak da bilinen rutin, epikateşin ve kafeik asit gibi yüksek oranda biyoaktif fenolikler içerir. Bu antioksidanlar, hücre hasarına neden olan serbest radikallerle savaşarak oksidatif stresi azaltabilirler. Sadece mineraller, besinler ve vitaminler açısından zengin olmakla kalmayıp aynı zamanda çeşitli tıbbi özelliklere sahip benzersiz fitobiyokimyasallere sahip olduğu için mükemmel bir besin takviyesidir. Kırmızı pancarda bulunan betanin, özellikle antioksidan özellikleri ile bilinir ve vücudu serbest radikallere karşı koruyabilir. Kırmızı pancar iyi bir sağlık geliştirici, hastalık önleyici ve tedavi edici olarak bilinir. Bunlardan bazıları kardiyovasküler sağlık, antimikrobiyal aktivite, böbrek fonksiyonunu iyileştirme, egzersiz performansını artırma, anti-inflamatuar etkiler, karaciğer sağlığı ve kanser riskini azaltmadır. Bu derleme çalışmanın amacı kırmızı pancarın besin içerikleri, antioksidan özellikleri ve genel sağlık yararlarının sunulmasıdır. Kırmızı pancarın hastalıklar üzerindeki etkilerini ve antioksidan aktivitesini belirlemek için daha fazla deney ve çalışmaya ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, Beslenme ve diyetetik, Fonksiyonel besin, Kırmızı pancar, Sağlıklı beslenme

### *Red beet (*Beta vulgaris* L.): Nutritional composition, antioxidant properties and health benefits*

**Abstract:** Red beet is a vegetable obtained from the plant called *Beta vulgaris* L. Red beet, which has a very high nutritional value, contains various vitamins, minerals, fibers and phytochemicals. The main nutrients of red beets include folate, iron, potassium, vitamin C, betanin (a pigment that gives the red color), betalains, betacyanins and antioxidants. It contains antioxidant compounds, especially betalains and betasianins, and is among the ten most powerful vegetables in terms of antioxidant properties. It contains high amounts of bioactive phenolics such as rutin, epicatechin and caffeic acid, which are also known as excellent antioxidants. These antioxidants can reduce oxidative stress by fighting free radicals that cause cell damage. It is an excellent dietary supplement as it is not only rich in minerals, nutrients and vitamins, but also has unique phytoconstituents with various medicinal properties. Betanin, found in red beets, is particularly known for its antioxidant properties and can protect the body against free radicals. Red beet is known as a good health promoter, disease preventive and therapeutic. Some of these include cardiovascular health, antimicrobial activity, improving kidney function, increasing exercise performance, anti-inflammatory effects, liver health, and reducing cancer risk. The aim of this review study is to present the nutritional contents, antioxidant properties and general health benefits of red beet. More experiments and studies are needed to determine the effects of red beet on diseases and its antioxidant activity.

**Keywords:** Antioxidant, Nutrition and dietetics, Functional food, Red beet, Healthy nutrition

## 1. Giriş

Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) renkli, suda çözünür ve nitrojen pigmentlerine sahiptir (Spiegel ve ark. 2021). Kırmızı pancarın ana üretim yerleri Avrupa'nın kuzeyi ve güneyi olarak bilinmektedir. Türkiye'de en çok Ege ve Marmara bölgelerinde üretilmektedir (Gül ve ark. 2021). Kırmızı pancarın çoğunluğu (%85) işleme için kullanılırken yaklaşık %30'u işleme sırasında kaybedilmektedir (El-Beltagi ve ark. 2022). Günümüzde pancar ağırlıklı olarak gıda için kullanılmaktadır (Vaitkevičienė ve ark. 2022). Pancar kökleri salata ve çorba yapımında kullanılırken pancardan turşu, reçel, şarap ve meyve suyu yapılabilir (Kumar ve Brooks 2018). Ayrıca pancarın kabukları ve sapları kullanılarak farmasötik ürünler, fonksiyonel ve yeni gıda ürünleri üretilmektedir. Bunun yanı sıra endüstriler için diğer faydalı bileşikleri geliştirmek için de yararlanılmaktadır (Vaitkevičienė ve ark. 2022). Aynı zamanda yüksek şeker içeriği nedeniyle tatlandırıcı olarak kullanılabilir ancak tadı ve aroması nedeniyle pek tercih edilmemektedir (Aznury ve ark. 2020). Ayrıca *B. vulgaris*'in yaprakları özellikle magnezyum, demir ve kalsiyum minerallerinden zengin ve sodyum açısından fakirdir (Mzoughi ve ark. 2019). Kırmızı pancar yüksek oranda sitrik, malik ve şikimik asit içerir. Ayrıca yüksek düzeyde ferulik asit içerdiği vardır (Okumuş 2016). Oldukça zengin bir folik asit ve amino asit içeriğine sahip olduğu da bildirilmiştir (Tomar ve ark. 2020). Pancar nitrat içeriği yönünden de zengin bir kaynaktır. Kırmızı pancar gibi nitrat içeren gıdaların tüketimi vücuttaki nitrat miktarını artırabilir (Eroğlu 2020). Nitrat gen ekspresyonunu indükleyerek biyogenez ve mitokondriyal etkinliği artırarak oksidatif enerji metabolizmasını destekleyebilir (Dominguez ve ark. 2018).

Kırmızı pancarın yapısında bulunan betalainler; betasiyaninler ve betaksantinler olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar (Nikan ve Manayi 2019). Kırmızı-mor renklenden sorumlu betanin, prebetanin, izobetanin ve neobetanin gibi betasiyaninlerken, turuncu-sarı renklendirmeden sorumlu betaksantinler, vulgaksantin I, II ve indikaksantindir (da Silva ve ark. 2019). Betalainler kozmetik, ilaç ve gıda sektöründe kullanılmak üzere yerini almaktadır (Kaya ve Baysal 2016). Betalainler, antosiyaninlere kıyasla geniş renk yelpazesi, pH ve sıcaklıktaki değişikliklere karşı stabilite nedeniyle gıda bazı uygulamalar için uygundur (Butt ve ark. 2019). Kırmızı pancarda bulunan betanin Avrupa Birliği tarafından onaylanan gıda renklendiricisi olarak kullanılan tek betasiyanindir (da Silva ve ark. 2019).

Kırmızı pancarın betalain, fenolik bileşikler ve flavonoidleri içermesi nedeniyle doğal antioksidan kaynakları olduğu bilinmektedir (Kolaç ve ark. 2017; Spiegel ve ark. 2021). Yapılan deneyler, betalainlerin tek başına veya bir ekstraktın parçası olarak iyi antiradikal ve antioksidan aktivite sergilediğini göstermiştir (Spiegel ve ark. 2021). Antienflamatuar, anti-diyabetik, hepatoprotektif, hipotansif ve yara iyileştirici özelliklere sahip olduğuna inanılmaktadır (Mirmiran ve ark. 2020). Örneğin farelerde yapılan bir deneyde Tip 2 Diyabete ferulik asit tedavisi uygulandığında insülin duyarlılığını ve

hepatik glikojenezi iyileştirdiği bulunmuştur (Lorizola ve ark. 2021). Yapılan başka bir çalışmada pancar bileşenlerinin, vasküler hücre proliferasyonu ve anjiyogenez için yararlı olabileceği aynı zamanda metabolik stres ve inflamasyonu azaltmaya yardımcı olduğunu kanıtlanmıştır (Al-Harbi ve ark. 2021). Bazı araştırmalar da ise pancar veya türevi ürünlerin tüketiminin spor performansını, glisemik kontrolü ve kan basıncını iyileştirebildiğini gözlemlemiştir (Lorizola ve ark. 2021). Bu derleme çalışmasının amacı kırmızı pancarın besin içerikleri, antioksidan özellikleri ve genel sağlık yararlarının sunulmasıdır.

## 2. Besin İçeriği

Kırmızı pancarın 100 gramında bulunan enerji 43 kkal, su % 87.58, protein % 1.61, yağ % 0.17, karbonhidrat % 9.56, şeker % 6.76, lif % 2.8 'dir (Akan ve ark. 2021). Ayrıca triterpenler, seskiterpenoidler, karotenoidler, kumarinler, flavonoidler (tilirosid, astragalin, ramnositrin, ramnetin), betalainler ve fenolik bileşikler gibi güçlü antioksidanlar içerirler (Ceclu ve Nistor 2020). Kırmızı pancardaki doymamış yağ asidi miktarı, doymuş yağ asidine göre daha yüksektir. Kırmızı pancarın içeriğinde kolesterol ve trans yağ asidi bulunmamaktadır (Düker 2017).

### 2.1. Betalain

Betalainler, bitkilerde bulunan azotlu ve suda çözünür bileşiklerdir (Székely ve Mate 2022). Caryophyllales takımına ait 17 bitki ailesinin pigmentleridir. Betalainler hidrofildir ve hücrenin epidermal ve subepidermal dokularında birikir (Sadowska-Bartosz ve Bartosz 2021). Doğada 60 betasiyanin ve 33 betaksantin olmak üzere 90'dan fazla betalain bulunmuştur (Aykın-Dinçer ve ark. 2020). Kırmızı pancar betalain yönünden en zengin kaynaklardan biridir (Akan ve ark. 2019). Kırmızı pancarda 18 betasiyanin ve 12 betaksantin olmak üzere 30 betalain olduğu tespit edilmiştir (Sawicki ve ark. 2016). Betalain içeriğinden dolayı antioksidan yönünden en zengin 10 sebze arasında yer almaktadır (Akan ve ark. 2021). Kırmızı pancarın yapısında bulunan betalainler, betasiyaninler (kırmızı-mor renk maddesi) ve betaksantinler (sarı-turuncu renk maddesi) olarak sınıflandırılırlar (Yılmaz ve ark. 2019). Betasiyaninlerin ve betaksantinlerin konsantrasyon oranı pancar çeşitlerine göre değişmektedir. Betasiyanin doğal bir renklendirici madde olarak kullanılabilir (Lembong ve ark. 2019). Ayrıca oksidatif stresi ve serbest radikallerin zararlı etkilerini azaltır (Székely ve Mate, 2022). Betasiyaninler 538 nm'de maksimum absorpsiyona, betaksantinler ise 480 nm'de maksimum absorpsiyona sahiptirler. Kırmızı pancar rengini içerdiği betalainden almaktadır. Kırmızı pancardan elde edilen pigmentlerin %80'den fazlası betasiyaninlerden, yani betanin ve bir betanin izomeri olan izobetaninden oluşur (Fu ve ark. 2020). Ticari olarak kullanılan ana betalain ürünü kırmızı pancardır. Çeşitli gıda sistemlerinde ve yenilebilir boya olarak kullanılmaktadır (Namazzadeh ve ark. 2022). Kırmızı pancardan elde edilen betalainlerin renklendirici olarak kullanım alanları; gıda, sanatsal, tekstil ve kozmetiktir (Yeler 2021). Gıdalarda yoğurt, dondurma,

hazır toz içecekler ve meyve jellerinde kullanılır (Okumuş 2016). Gıda endüstrisinde doğal ve zararsız pigmentler olarak kullanılmalarının yanı sıra tıbbi açıdan da önemlidir (Masih ve ark. 2019). İlaç endüstrisinde kırmızı pancar pigmentleri hem sıvı hem de katı ilaç formülasyonlarında renklendirici ajan olarak kullanılır (Kumar ve Brooks 2018). Betanin ve betalain bakımından zengin gıdaların LDL oksidasyonunun inhibisyonu, DNA hasarının önlenmesi, anti-enflamatuar, antiproliferatif ve antimikrobiyal aktiviteler gösterdiği tespit edilmiştir (Rodriguez-Amaya 2019).

## 2.2. Karotenoidler

Karotenoidler, 750'den fazla üye ile yeryüzünde doğal olarak bulunan ikinci en bol pigmenttir (Maoka 2020). Beslenme özellikleri açısından, A vitamini öncü bileşikler ve A vitamini olmayan öncü bileşikler olarak ikiye ayrılabilir (Liu ve ark. 2021). Kimyasal yapı için karotenler ve ksantofiller olarak iki gruba ayrılırlar. Karotenoidlerin çoğu 40 karbonlu bir yapıya sahiptir (Maoka 2020). Birçok meyve ve sebzenin sarı, turuncu ve kırmızı renginin kaynağıdır. İçerdiği konjuge çift bağların sayısına bağlı olarak renkleri değişiklik gösterir (Novoveská 2019). 100 gram kırmızı pancarda 87 µg β-karoten ve 6 µg lutein bulunmaktadır (Kasım ve Kasım 2019). β-karoten ve α-karoten gibi provitamin A karotenoidleri, gözler ve bağışıklık sistemi için gerekli olan A vitamini diyet öncüleridir (Sun ve ark. 2022). Lutein ve zeaksantin de göz hastalıkları üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir (Sauer ve ark. 2019). Çalışmalar, karotenoid takviyesinin oksidatif stres belirteçlerini azalttığını göstermiştir (Rodriguez-Amaya 2019). Başka bir çalışma diyetle yer alan luteinin farelerde meme tümörü büyümesini engellediğini bildirmiştir (Lechner ve Stoner 2019).

## 2.3. Fenolik bileşikler

Fenolikler, bitkilerde pigmentasyon, büyüme, üreme ve patojenlere veya avcılara karşı direnç gibi çok çeşitli süreçlerde işlev görmektedirler (Abotaleb ve ark. 2020). Bitkilerin çok önemli ikincil metabolitleridir ve çok çeşitli özelliklere sahiptir (Platosz ve ark. 2020; Sevindik ve ark. 2017; Mohammed ve ark. 2018). Fenolik bileşikler sebzeler, meyveler ve içecekler gibi çeşitli kaynakların tüketimi ile vücuda alınabilirler (Grgić ve ark. 2020). Kırmızı pancarın yapısında flavonoidler ve fenolik asitlerin bulunduğu bilinmektedir (Faggio ve ark. 2017; Bangar ve ark. 2022). Kırmızı pancarın etli kısmı %13 fenolik bileşik içerirken kabuk kısmı %50 fenolik bileşik içermektedir (Maqbool ve ark. 2021). Fenolik bileşikler, oksidasyon zincir reaksiyonunun kırılmasına neden olan serbest radikallere bir hidrojen atomu ve/veya bir elektron vermesi nedeniyle antioksidan olarak kabul edilir. Aynı zamanda antimikrobiyal, anti-enflamatuar, antiproliferatif aktiviteler gibi biyoaktiviteler gösterirler ve çeşitli endüstriler tarafından büyük ilgi görürler (Albuquerque ve ark. 2021). Pişirme, vakum altında kurutma vb. işlemler gıdadaki toplam fenol değişimini etkiler (Pavlović ve ark. 2021). Yapılan bir çalışma sonucunda rendelenmiş pancar ve pancar suyunun uzun süreli soğuk depoda kalmasıyla

fenolik madde içeriğinin azaldığı bulunmuştur (Czyzowska ve ark. 2020).

### 2.3.1. Flavonoidler

Flavonoidler, 2-fenilkromanlar (flavonoller, flavonlar, flavanonlar, flavan-3-oller, antosiyanidinler ve yoğun tanenler) ve 3-fenilkromanlar (izoflavonoidler) olarak ikiye ayrılabilir (Kaurinovic ve Vastag 2019). Bitkilerin saplarını, yapraklarını, çiçeklerini ve meyvelerini renklendirmekten sorumlu ikincil metabolitlerdir. Flavonoidler sarı, turuncu, kırmızı, mor ve mavi gibi çeşitli renkler üretebilir, ancak bazıları renksizdir. (Székely ve Mate 2022). Pancarın yapısında bulunan flavonoid grupları flavonlar ve flavonollerdir (Faggio ve ark. 2017). Sarı flavonlar ve flavonoller antimikrobiyal ajan ve böcek tozlayıcılarını çeken pigmentler olarak işlev görmektedirler (Kaurinovic ve Vastag 2019). Flavonoidler oksidatif strese karşı koruyucu rol oynayarak antioksidan etki gösterirler. Aynı zamanda aterosklerozis, damar tıkanması ve tümör oluşmasına etki eden düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) yükseltgenip bozulmasını da önlemekte yardımcıdır (Düker 2017). Bunların yanı sıra flavonoid'in kanseri önleme gibi güvenilir pozitif faydalarının da doğrulandığı bilinmektedir (Mutha ve ark. 2021).

### 2.3.2. Fenolik asitler

Fenolik asitler, meyveler, sebzeler, baharatlar, tahıllar ve içecekler gibi çeşitli bitki kaynaklarında bulunan biyoaktif kimyasalların en önde gelen sınıfıdır (Rashmi ve Negi 2020). Fenolik asitlerin iki ana grubu olan hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asidin pancarda bol miktarda olduğu bulunmuştur (Bangar ve ark. 2022). Hidroksibenzoik asitler; protokatekuik, gallik, vanilik, gentisik ve şirnga asitlerini içerirken, hidroksisinnamik asitler; kafeik, sinapik, *p*-kumarik, *o*-kumarik, ferulik ve izoferulik asitleri içerir (Zhang ve ark. 2019). Pancarda 50-60 mmol/g fenolik asit içeriği saptanmıştır (Kathiravan ve ark. 2014).

Fenolik asitler, terapötik, kozmetik ve gıda endüstrilerinde düzenli olarak kullanılır. Aynı zamanda antioksidan, antimikrobiyal, antibakteriyel, antikanser ve anti-enflamatuar etki gösterdikleri bilinmektedir (Kumar ve Goel 2019). Fenolik asitlerin radikal yakalama kapasitesi için önemli olduğu ve antioksidan aktiviteyi azalttığı belirtilmektedir (Kaurinovic ve Vastag 2019). Yapılan bazı çalışmalarda fenolik asitlerin kansere karşı koruyucu etkisinin olduğu da belirtilmektedir (Kiokias ve ark. 2020). Fenolik asitten zengin beslenmenin bazı alerjilere karşı koruma sağladığı ve Alzheimer hastalığını yavaşlattığı da bildirilmiştir (Shahidi ve Ju Dong 2018).

## 2.4. İnorganik nitrat

Diyetle alınan nitrat ağızdaki bakteriler tarafından nitrite daha sonra çeşitli reaksiyonlarla nitrik oksite indirgenir (Carlström ve ark. 2018). Nitrik oksit (NO), vücutta mitokondriyal solunum, vazodilatasyon, anjiyogenez ve kas glikoz alımına katkıda bulunur (Wong ve ark. 2021). Yumru kökü ve yeşil yaprağı bulunan sebzeler, nitratın ana kaynağıdır (Aydın ve ark. 2019). Kırmızı pancarın

içeriğinde de nitrat bulunur ve nitrat bulunma oranları çoktan aza doğru sırasıyla yaprak sapı, yaprak, gövde, kök, yumru, soğan, meyve ve tohum şeklindedir (Akan ve ark. 2021). Kırmızı pancarın inorganik nitrat içeriği 250 mg/100 g olarak bilinmektedir (Capper ve ark. 2020). Pancar suyunun da çok yüksek miktarda nitrat (964 mg/L) içerdiği ve pancar nitratlarının yetişkinlerde hipertansiyonun düşürülmesinden sorumlu olduğu bulunmuştur (Merceddy ve ark. 2017). Kırmızı pancardaki inorganik nitratın endotel fonksiyonunu iyileştirdiği ve kardiyovasküler hastalıkları önlemede yardımcı olduğu da bildirilmiştir (Bahrami ve ark. 2021). Diyetle inorganik nitrat alımı dolaşımdaki nitrik oksit düzeylerini artırarak kas kasılmasının ve mitokondriyal solunumun iyileşmesine fayda sağlamıştır (Capper ve ark. 2020).

### 2.5. Vitamin ve mineraller

Kırmızı pancar suda çözünen vitaminler bakımından zengindir ve 100 gramında K vit. 280 mg, C vit. 10.01 mg, A vit. 2 µg, B1 vit. 0.031 mg, B2 vit. 0.027 mg, B3 vit. 0.331 mg, B5 vit. 0.145 mg, B6 vit. 0.067 mg, B9 vit. 80 µg şeklinde bulunmaktadır (Akan ve ark. 2021). A ve K vitamini açısından yüksek olan pancar yaprakları tüketilerek kan basıncı düşürülebilir (Bangar ve ark. 2022).

Pancar kökleri, Mn, Mg, K, N, P, Fe, Zn, Cu, Br ve Se içeriğinden dolayı iyi bir mineral kaynağıdır (Ceclu ve Nistor 2020). Pancarın 100 gramında 16 mg Ca, 325 mg K, 23 mg Mg, 40 mg P, 0.80 mg Fe, 78 mg Na, 0.35 mg Zn bulunmaktadır (Akan ve ark. 2021). Pancar yapraklarının roka ve su teresine benzer şekilde yüksek bir Cu konsantrasyonuna (13.42 mg/kg) sahip olduğu bulunmuştur. Pancarın yüksek bakır içeriği vücudun demir emilimine yardımcı olur, bu nedenle ateş ve kabızlığı tedavi etmek için kullanılır (Bangar ve ark. 2022).

### 4. Antioksidan Özellikleri

Bitkiler genellikle antioksidan özelliklere sahip birçok bileşen içerir. Antioksidanlar, vücutta serbest radikallerle savaşarak oksidatif stresi azaltabilen bileşenlerdir (Mohammed ve ark. 2018; Dogan ve Emsen 2018; Jamshidi-Kia ve ark. 2020; Doğan 2020; Göldağ ve ark. 2022; Shinde ve Pawar 2023; Erkokmaz ve ark. 2023; Tokgoz ve ark. 2023). Kırmızı pancar, antioksidan özelliği açısından en güçlü on sebze arasında yer alır. Sadece mineraller, besinler ve vitaminler açısından zengin olmakla kalmayıp aynı zamanda çeşitli tıbbi özelliklere sahip benzersiz fitobileşenlere sahip olduğu için mükemmel bir besin takviyesidir (Masih ve ark. 2019). Avrupa'da genellikle gıda olarak tüketilen doğal gıda boyası ve tıbbi bitki olarak kullanılan kırmızı pancar, antioksidan bileşiklerin harika bir kaynağıdır ve suda çözünür nitrojen içeren nitrat bakımından zengin bir bitkidir (Shaban ve ark. 2021).

Pancar rengini, topluca betalainler adıyla bilinen mor ve sarı pigmentlerinden almaktadır. Kırmızı pancarda bulunan tek antioksidan bileşikler betalainler değildir. Pancar, mükemmel antioksidanlar olarak da bilinen rutin, epikateşin ve kafeik asit gibi yüksek oranda biyoaktif fenolikler içerir (Masih ve ark. 2019). Kırmızı pancarın toplam fenolik

madde içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada özellikle kırmızı pancar özütünde ve kabuğunda farklı sebzelerle kıyaslandığında fazla oranda fenolik madde olduğuna rastlanılmıştır (Okumuş 2016). Kırmızı pancar fenolik asitler ve flavonoidler fenolik bileşiklerin en iyi kaynaklarından biridir. Bu bileşikler, bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan bitkiye patojenlere ve avcılara karşı koruma sağlayan ve antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuar, antiaterjenik, antitrombotik, antiaterojenik, kardiyoprotektif ve vazodilatör özelliklerle ilişkili ikincil metabolitlerdir (Kumar ve Brooks 2018).

Betalainler, iyi bir polifenoller, mineraller ve vitaminler kaynağıdır (Shaban ve ark. 2021). Betalain potansiyel bir nutrasötik olarak kabul edilir. Betalain'in yüksek antioksidan aktivitesi, olağanüstü elektron bağışlama kapasitesinden ve hücre zarlarını hedef alan oldukça reaktif radikalleri etkisiz hale getirme yeteneğinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Masih ve ark. 2019). Betalainler, yüksek antioksidan içeriğine sahip olan dondurma, şarap, reçel, marmelat ve yoğurt gibi farklı besinleri renklendirmek amacıyla kullanılmaktadır (Akan ve ark. 2021). Betalain, anti-kanser, antimikrobiyal, anti-lipidemik ve antioksidan gibi farmakolojik aktiviteleri nedeniyle insan sağlığında hayati bir rol oynamaktadır (Naseer ve ark. 2019).

Yoğurda pancar ekstratı ilave edilerek yapılan bir çalışmada farklı taşıyıcı ajanlarla kapsüllenmiş yoğurdun fizikokimyasal özellikleri, rengi, betalain, polifenol içeriği ve antioksidan kapasitesi üzerindeki etkisi incelenmesi sonucunda yoğurdun fonksiyonel özelliklerini artırmak için yoğurda pancar ekstraktlarının eklenmesiyle antioksidan aktivitesi önemli ölçüde artırılmıştır. Burada betalainler ve diğer polifenoller, söz konusu biyoaktiviteden sorumlu ana bileşiklerdir (Flores-Mancha ve ark. 2021). Kırmızı pancar ayrıca yüksek konsantrasyonlarda ikincil metabolitlere (fenolik asitler, flavonoidler, askorbik asit) sahiptir (El-Beltagi ve ark. 2018). Bu bileşiklerin güçlü antioksidan özellikleri, metal bağlama ve serbest radikal tutma özellikleri vardır (Babagil ve ark. 2018).

Kırmızı pancar suyundaki karotenoidlerin, vitaminlerin ve özellikle C vitamininin bileşiklerinin antioksidan aktiviteleri vardır bu nedenle kırmızı pancar oksidatif strese karşı hücrel bileşenler için koruyucu bir role sahiptir ve çeşitli hastalıklar için klinik sonuçları iyileştirebilir (Shaban ve ark. 2021). Bunlar arasında koroner kalp hastalıkları riski, kan basıncını düşürmek ve iltihabı azaltmak olarak sıralanabilir. Pancar suyunun bu özellikleri sebebiyle sporcular tarafından kullanım popülaritesini artmıştır (Eroğlu 2020). Pancar tozunun yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile incelendiği bir çalışmada pancar tozunun zengin ham lif kaynağı, toplam fenolikler, flavonoid bileşikleri ve antioksidan aktivite içerdiği gözlemlenmiştir (Alshehry 2019). Son araştırmalar, pancar kökü alımının yararlı fizyolojik etkiler gösterdiğini ve hipertansiyon, ateroskleroz gibi çeşitli patolojileri iyileştirdiğini kanıtlamıştır ve gıdalardaki antioksidan bileşiklerin sağlığı koruyucu bir faktör olarak önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Shaban ve ark. 2021; El-Beltagi ve ark. 2018).

## 5. Bazı Sağlık Faydaları

### 5.1. Hipertansiyon üzerine etkisi

Kırmızı pancar takviyesi kan basıncını düşürmek için kolay, erişilebilir, güvenli ve kanıta dayalı bir strateji olabilir. Pancar suyu uygulamasından sonra kan basıncındaki potansiyel azalma, serebrovasküler hastalıklar için ölüm oranındaki azalmaya katkıda bulunmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda pancar suyu takviyesi hem sağlıklı hem de kardiyovasküler riski olanlarda sistolik kan basıncı ve diyastolik kan basıncı değerlerini düşürme konusunda büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir (Bonilla Ocampo ve ark. 2018). Pancar suyu nitrat açısından zengindir ve kan basıncını düşürme potansiyeline sahiptir. Nitrat nitrik oksit üretimi için bir öncüdür ve kan dolaşımındaki konsantrasyonlarını artırarak endotel fonksiyonunu optimize eder (Benjamim ve ark. 2022). Son yapılan araştırmalar, hipertansiyonu durdurmak için diyet yaklaşımı gibi diyet modellerinin yararlı yüksek tansiyon düşürücü etkilerini, inorganik nitrat alımının artmasına bağlamaktadır. Başka bir çalışmada ise 16 denemenin yakın tarihli bir meta-analizi sonucu, inorganik nitrat ve pancar suyu takviyesinin sistolik de önemli bir azalma ile ilişkili olduğunu, oysa diyastolik yüksek tansiyon için anlamlı bir etki gözlenmediğini göstermiştir (Jajja ve ark. 2014). Bununla birlikte, bu tür beslenme yaklaşımları önerilmeden önce, inorganik nitratın uzun vadeli etkinliğinin, müdahalelerin toleransı, güvenliği, uyumluluğu ve maliyet etkinliğinin değerlendirilmesiyle birlikte daha yüksek kardiyovasküler risk altındaki kişilerde test edilmesi gerekir (Siervo ve ark. 2013).

### 5.2. Diyabet üzerine etkisi

Kırmızı pancar tüketimi, bir dizi sağlık yararı ile ilişkilendirilmiştir. Yakın zamanda yapılan bir çalışma, neobetaninden zengin pancar suyu tüketimini takiben, yemek sonrası glikoz ve insülin tepkisinde orta derecede bir azalma olduğunu göstermiştir. Hem glikoz hem de insülinin azaltılmasının, tip 2 diyabet riskini azaltma açısından yararlı olduğu düşünülmektedir (Chang ve ark. 2018). Yapılan bir çalışmada ise nitrat redüktaz aktivitesinin inhibisyonunun sadece glikoz ile birleştirilmiş pancar suyuna yönelik metabolik tepki isteğini azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda obez bireylerde insülin direncini ve gizli insülin duyarlılığını desteklediği de ortaya çıkmıştır (Beals ve ark. 2017). Kırmızı pancarın glukoz düşürücü etkisinden sorumlu tek bileşen betalainler değildir. Buna ek olarak flavonoidler, apigenin, luteolin, kuersetin, kaempferitrin ve epikateşin de aktif bileşenler de katılır. Ayrıca protein glikasyonunda, glikatif ürünlerde azalma, insülin üreten hücrelerin yeniden canlanması, hiperglisemiye bağlı kardiyojenik fibrozis ile mücadele, insülin üreten hücrelerin hem sayı hem de salgılanma hacminde artış, inhibisyon dahil olmak üzere birçok etkisi vardır (Hadipour ve ark. 2020).

### 5.3. Antimikrobiyal aktivitesi

Pancarın antimikrobiyal potansiyeli, çeşitli bulaşıcı hastalıkları tedavi etmek için bir bitki olarak kullanılması sayesinde belirlenebilir. Antimikrobiyal potansiyel

açısından, gram-pozitif bakterilerin kırmızı pancarlara gram-negatiflere göre daha duyarlı olduğu bulunmuştur (Kumar ve Brooks 2018). Gram-pozitif bakterilerin pancar ekstraktlarının antibakteriyel etkisine karşı daha duyarlı iken gram negatif bakterilerin pancar ekstraktlarının antimikrobiyal etkisine karşı dirençli olduğu kaydedilmiştir (Spórna-Kucab ve ark. 2023). Pancar ekstraktları ve kırmızı pancardan elde edilen fitokimyasallar, renklendirici özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, özellikle insan sağlığını ve güzelliğini hedefleyen gıda ile ilgili uygulamalarda ve tüketici ürünlerinde antimikrobiyal özelliklerinden yararlanma konusunda çok fazla potansiyel vardır. Örneğin, kırmızı pancar bileşikleri, antimikrobiyal gıda ambalajları ve kozmetik ürünler gibi birçok ürüne ve ayrıca hastalığa karşı tedavi için aktif ilaç formülasyonlarına dahil edilmektedir (Kumar ve Brooks 2018). Pancardaki polifenolik bileşiklerin ekstraksiyon verimliliği mikrobiyal inhibitör aktivite ile ilişkilidir. Çünkü belirli ekstraktlar mikroorganizmaların ve metabolitlerinin gelişimini inhibe edebilen veya teşvik edebilen bu tür bileşiklerden oluşur. Pancar metanol ve etanol ekstraktlarında farklı antioksidan bileşikleri vardır. Metanol ekstraktlarının 1-dodekanamin, n,n-dimetil açısından zengin olduğu bulunurken, etanol ekstraktlarının daha yüksek konsantrasyonlarda oksiran, heksadekanoik asit ve n-hekzadekanoik asittir bulunur (Bangar ve ark. 2022).

### 5.4. Kansere üzerine etkisi

Önemli antioksidan ve anti-inflamatuar aktivitenin yanı sıra, kırmızı pancar fitokimyasalları hem iç hem de dış apoptotik yolların indüklenmesi yoluyla meme, karaciğer, kolon ve mesane kanseri hücre dizilerinde anti-proliferatif bir etki sağlar. Betanin ise kanser hücre hatlarına karşı *in vitro* anti-proliferatif etkiler gösterir (Babarykin ve ark. 2019). Pancarın kanser oluşumunu ve gelişimini engellemesinin ana yolları; hücre çoğalmasını engellemesi, apoptozu teşvik etmesi ve otofaji olduğu görülmüştür (Chen ve ark. 2021). Betaninler ayrıca bilinmeyen bir mekanizma ile inflamatuvar lezyonlara sızan nötrofillerin sayısını ve tümörlerde yeni kan damarı oluşumunu azaltır. Bu gözlemler, betaninlerin inhibe edici mekanizmalarından birinin, inflamatuvar lezyonlarda stromal elementlerin gelişimini engellemek olduğunu göstermektedir. Betaninler mutajenik değildir ve transforme hücrelerin moleküler mekanizmalarını, öncelikle büyüme hızlarını azaltarak ve apoptozu indükleyerek etkiler. Böylece, betaninlerin hem tümör ortamını hem de tümör hücresinin kendisini etkilediği sonucuna varılabilir (Lechner ve Stoner 2019). Betalainler için önerilen ilk antitümör mekanizması; tümör hücreleri ile çevre dokular arasındaki metabolit alışverişini ve tümör hücrelerinin infiltrasyon kapasitesini engelleyecek şekilde kesintiye uğratmasıdır (Ninfali ve Angelino 2013). Bir antikanser ilacı (doksorubisin) ve kırmızı pancar özü karışımı ile tedavi sonucunda meme ve prostat kanseri hücre dizilerinde sinerjistik bir antiproliferatif etki gösterdiği gözlemlenmiştir (Nikan ve Manayi 2019).

### 5.6. Böbrek fonksiyonu üzerine etkisi

Pancar suyunun pozitif hipertansif ve hiperglisemik etkisine rağmen, sınırlı sayıda çalışma böbrek koruyucu özelliklerin belirli böbrek parametreleri ile ilişkisini kabul etmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda da kırmızı pancarın iyileştirici etkisini doğrulamıştır. Böbreğin fonksiyonel parametreleri üzerinde faydalı bir ek tedavi olarak hipertansif kronik böbrek hasarı ve diyabetik nefropati hastaları dahil olmak üzere yüksek risk gruplarında mortaliteyi azalttığı görülmüştür (Mirmiran ve ark. 2020). Kreatinin ve üre, böbrek hasarı olan hastalarda böbrek fonksiyonunun temel belirteçleridir. Kreatinin ve üre, esas olarak vücuttan idrarla atılan metabolik atık ürünlerdir. Bu nedenle, klorpirifose maruz kalmanın ardından bu belirteçlerin artan seviyeleri renal disfonksiyonu yansıtır. Serumda artmış kreatinin, azalmış glomerüler filtrasyon hızını yansıtırken, yüksek üre, disfonksiyonel yeniden emilimi gösterir. Kırmızı pancar ekstraktının ile ön tedavi, serum kreatinin ve üre seviyelerinde klorpirifosenin neden olduğu artışları önemli ölçüde azaltmıştır. Bu durum, kırmızı pancar ekstraktının membran bütünlüğünü koruduğunu ve biyobelirteçlerin kana sızmasını sınırlayarak böbrek koruyucu etkilere neden olduğunu göstermiştir (Albasher ve ark. 2019). Kırmızı pancar bazlı içeceklerin gentamisin kaynaklı böbrek stresini iyileştirmek için nefroprotektif etkileri değerlendirilmiştir. Özellikle böbrek dokularındaki ve serum proteinlerindeki antioksidan enzimler önemli ölçüde iyileşirken, nefrotoksisite ile indüklenen sıçanlarda lipid peroksidasyonu, nitrik oksit, üre ve kreatinin seviyeleri önemli ölçüde azalmıştır. Ayrıca, histolojik değerlendirme, pancar içecekleri ile tedavi edilen sıçanlarda daha iyi böbrek portföyü olduğunu göstermiştir (Butt ve ark. 2019).

### 5.7. Anti-inflamatuvar etkisi

*B. vulgaris* anti-inflamatuvar etkileri, süperoksit anyonunun ve proinflamatuvar sitokinlerin üretimini inhibisyonuna bağlı olan ve artan sitokin salınımını içeren bir mekanizma tarafından yürütülür (Martinez ve ark. 2015). Betalainlerin sitokinlerle güçlendirilmesi ile endotelial hücrelerde hücreler arası hücre adezyon molekülü etkili bir biçimde zorladığı gösterilmiştir. Üstelik betalainler, lipoksijenaz ve siklooksijenaz enzimlerini engelleme kabiliyetini de göstermiştir. Bu doğrultuda araştırmaların etkisi, betalainlerin değişik serin ve tirozin kalıntıları ya da substrat bağlayıcı amino asitler ile birbirlerini etkilemeleriyle ortaya çıktığını gösterilmiştir (Milton-Laskibar ve ark. 2021). Pancar suyu, mitojen fitohemaglutinin ve konkanavalin A ile uyarılmış kültürlerde, triptofan bozulmasını ve neopterin üretimini inhibe etmiştir. Ayrıca hücreler daha yüksek konsantrasyonlarda meyve suyu ile muamele edildiğinde daha düşük bir neopterin konsantrasyonu elde edilmiştir. Pancar suyunun, mitojenle uyarılan periferik kan mononükleer hücrelerinde triptofan ve neopterin üretimini bozulmasına neden olan interferon- $\gamma$ 'nın oluşumu ve salınması üzerinde baskılayıcı bir etkisi olduğunu göstermektedir. *B. vulgaris*'in antioksidan bileşikleri triptofan degradasyonunun inhibisyonundan sorumlu

olabilmektedir. Çünkü reaktif oksijen türlerini detoksifiye ederek ve reaktif oksijen türleri oluşumunda bir azaltarak etki edebilirler (Moreno ve ark. 2021).

### 5.8. Kardiyovasküler hastalıklar üzerine etkisi

Kardiyovasküler hastalıkların gelişimi için majör bir risk faktörü artmış kan basıncı veya hipertansiyondur. Epidemiyolojik kanıtlar, meyve ve sebzeler açısından zengin bir diyetin kan basıncını ve ardından gelen kardiyovasküler hastalık riskini azalttığını göstermektedir (Jakubcik ve ark. 2021). Pancarın kardiyovasküler sağlık yararları, yüksek inorganik nitrat konsantrasyonuna bağlıdır. Vücutta nitrat, vazodilatör ve endotelial fonksiyon koruyucu olarak işlev gören nitrit ve nitrik okside dönüştürülür. İnorganik nitrat takviyesinin, sonuçta endotel fonksiyonunda iyileşmeye yol açan kan basıncının düşmesiyle sonuçlanan periferik vasküler vazodilatasyona neden olduğu görülmüştür. Ayrıca kardiyovasküler durum üzerindeki etkisine ek olarak, inorganik nitrat müdahalesinin kan pıhtılaşması üzerinde de olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Pancardan elde edilen inorganik nitrat ekstresi, trombosit agregasyonunu azaltarak ateroskleroz ve felci azalmıştır ve bunun sonucunda kalp krizi riski de azalmıştır (Bahrami ve ark. 2022). Yapılan bir çalışmada koroner arter hastalığı olan hastalarda betalain içeriğinden zengin besin özlery ile takviyenin aterosklerotik risk unsurları ile ilgili potansiyel etkileri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak homosistein, glikoz, toplam kolesterol, trigliserit ve düşük yoğunluklu lipoprotein konsantrasyonunu önemli oranda düşürdüğü görülmüştür. Üstelik, betalain içeriği açısından verimli takviyeler hem sistolik hem de diyastolik kan basıncını düşürmüştür (Rahimi ve ark. 2019).

### 5.9. Obezite üzerine etkisi

Obezite önemli sağlık sorunlarından biridir ve dünya genelinde milyonlarca insanın sağlığını etkileyen kronik bulaşıcı olmayan hastalıklarla doğrudan ilişkilidir (de Castro ve ark. 2019). Pancar, yüksek lif içeriği ve düşük yağ içeriği nedeniyle obezite için iyi bir bileşendir (Farida 2021). Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar, kırmızı pancar yaprağı takviyesinin, LDL düzeyi yüksek olan dislipidemilerin tedavisinde destek olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca katımların vücut ağırlıklarında ve BKİ'lerinde önemli azalma olduğu görülmüştür (de Castro ve ark. 2019). Adiposit öncesi farklılaşmayı engelleme veya lipogenez sürecini kontrol etmenin obezite için etkili bir tedavi olduğu yaygın olarak bilinmektedir. Pancar ekstresi pankreatik lipaz inhibisyonu ile yağ asidinin girişini bloke edebilir ve aşırı trigliserit birikimini önleyebilir. Ayrıca preadiposit hücre ve yağ globüllerini inhibe ederek antiobezite ve zayıflama ile sonuçlanabilir (Song 2021).

### 5.10. İskelet kası üzerine etkisi

Nitrik oksit önemli bir sinyal molekülüdür. Kan akışı tarafından gözden geçirildiğinde, iskelet kası uyarım-kasılması eşleşmesi ve mitokondriyal biyoenerjetikler dahil olmak üzere birçok biyolojik sürecin düzenlenmesinde yer

almaktadır. Ayrıca kırmızı pancar suyu tüketiminin kas kasılması sırasında ATP dönüşümünü azalttığı ve bunun egzersiz sırasında oksijen tüketiminde gözlemlenen zayıflamaya katkıda bulunduğu ifade edilmiştir (Whitfield ve ark. 2016). Pancar suyu alımı, iskelet kas gücünü veya maksimum güç çıkışına ulaşmak için gereken süreyi artırmaktadır. Böylece, pancar suyu spor performansını çeşitli mekanizmalarla geliştirebilir. Bunlar, iskelet kasında oksijen tüketiminde bir azalma, kas bozulmasını azaltabilen ve yorgunluğun başlamasını geciktirebilen anaerobik ve aerobik solunum arasındaki geçişte hızlanma ve ayrıca artan güç çıkışı ve kuvveti içerir (Zamani ve ark. 2021).

## 6. Sonuç

Kırmızı pancar genellikle gıda amaçlı kullanılmasının yanında ilaç, boya gibi farklı alanlarda da yararlanılmaktadır. Kırmızı pancarın yapısında bulunan bileşikler sayesinde biyoyararlılığı da yüksektir. Biyoyararlılığın yüksek olması vücuda alınan besinlerin kolay bir şekilde emilip vücut için yararlı etki göstermesini sağlamaktadır. Kırmızı pancar içerdiği betalainler, fenolik bileşikler ve karotenoidler sebebiyle antioksidan ve anti-inflamatuar etkilere sahiptir. Bu etkiler sayesinde pancar çeşitli hastalıkların rol oynamaktadır. Aynı zamanda içeriğinde bulunan inorganik nitrat da hastalıkların iyileştirilmesinde ve önlenmesinde etkilidir. Vitamin ve mineral içeriği sayesinde vücutta gerçekleşen çeşitli mekanizmalara yardımcı olurlar. Tüm aktif maddeler ve aktiviteleri klinik deneylerle doğrulanmamış ve ilgili mekanizmalar da tam olarak aydınlatılmamıştır ancak ucuz ve düşük toksik doğal fonksiyonel gıda olarak uygulama potansiyeli de küçümsenmemelidir. Kırmızı pancarın hastalıklar üzerindeki etkisini ve antioksidan aktivitesini tespit etmek için daha fazla deney ve çalışmaya ihtiyaç vardır.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

Abotaleb M, Liskova A, Kubatka P, Büsselberg D. 2020. Therapeutic potential of plant phenolic acids in the treatment of cancer. *Biomolecules*. 10:221

Akan S, Horzum Ö, Güneş NT. 2019. Fonksiyonel Gıda Kaynağı 'Kırmızı Pancar'. *Proceedings Book of 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healthy Life & Sport*, 1537-1550

Akan S, Tuna Güneş N, Erkan M. 2021. Red beetroot: Health benefits, production techniques, and quality maintaining for food industry. *J Food Process Preserv*. 45(10):e15781.

Albasher G, Almeer R, Alarifi S, Alkhtani S, Farhood M, Al-Otibi FO, Rizwana H. 2019. Nephroprotective role of *Beta vulgaris* L. root extract against chlorpyrifos-induced renal injury in rats. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2019: 3595761.

Albuquerque BR, Heleno SA, Oliveira MBP, Barros L, Ferreira IC. 2021. Phenolic compounds: Current industrial applications, limitations and future challenges. *Food Funct*. 12:14-29

Al-Harbi LN, Pandurangan SB, Al-Dossari AM, Shamlan G, Salamatullah AM, Alshatwi AA, Alotiby A A. 2021. *Beta vulgaris rubra* L. (Beetroot) peel methanol extract reduces

oxidative stress and stimulates cell proliferation via increasing VEGF expression in H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> induced oxidative stressed human umbilical vein endothelial cells. *Genes*. 12(9):1380

Alshehry GA. 2019. Utilization of beetroot as a natural antioxidant, pigment and antimicrobial in cupcake during the storage period. *Int J Eng Res Technol*. 8:652-659

Aydın R, Akça F, Aras D, Baydan M. Kırmızı pancar suyu yoluyla nitrat tüketiminin fizyolojik performans ve sağlık üzerine etkileri. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17:14-27

Aykın-Dinçer E, Güngör KK, Çağlar E, Erbaş M. 2020. The use of beetroot extract and extract powder in sausages as natural food colorant. *Int J Food Eng*. 17(1):75-82.

Aznury M, Farhan I, Agustina L. 2020. Characterization of Red Beetroot Soft Jelly Candy with Guava Extract and Gel Colloid Added. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1), p. 012053, IOP Publishing.

Babagil A, Tasgin E, Nadaroglu H, Kaymak HC. 2018. Antioxidant and antiradical activity of beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva* Alef.) grown using different fertilizers. *J Chem*. 2018:7101605

Babarykin D, Smirnova G, Pundinsh I, Vasiljeva S, Krumina G, Agejchenko V. 2019. Red beet (*Beta vulgaris*) impact on human health. *J Biosci Med* 7:61-79

Bahrami LS, Arabi SM, Feizy Z, Rezvani R. 2021. The effect of beetroot inorganic nitrate supplementation on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-regression of randomized controlled trials. *Nitric Oxide*. 115:8-22

Bangar SP, Sharma N, Sanwal N, Lorenzo JM, Sahu JK. 2022. Bioactive potential of beetroot (*Beta vulgaris*). *Food Res Int*. 158:111556

Beals JW, Binns SE, Davis JL, Giordano GR, Klochak AL, Paris HL, Bell C. 2017. Concurrent beet juice and carbohydrate ingestion: influence on glucose tolerance in obese and nonobese adults. *J Nutr Metab*. 2017:6436783

Benjamim CJR, Porto AA, Valenti VE, Sobrinho ACDS, Garner DM, Gualano B, Bueno Junior CR. 2022. Nitrate derived from beetroot juice lowers blood pressure in patients with arterial hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Front Nutr*. 9:823039

Bonilla Ocampo DA, Paipilla AF, Marín E, Vargas-Molina S, Petro JL, Pérez-Idárraga A. 2018. Dietary nitrate from beetroot juice for hypertension: a systematic review. *Biomolecules*. 8:134

Butt MS, Randhawa MA, Shahid M. 2019. Nephroprotective effects of red beetroot-based beverages against gentamicin-induced renal stress. *J Food Biochem*. 43(7):e12873

Capper TE, Houghton D, Stewart CJ, Blain AP, McMahon N, Siervo M, Stevenson EJ. 2020. Whole beetroot consumption reduces systolic blood pressure and modulates diversity and composition of the gut microbiota in older participants. *NFS Journal*. 21:28-37

Carlström M, Lundberg JO, Weitzberg E. 2018. Mechanisms underlying blood pressure reduction by dietary inorganic nitrate. *Acta Physiol*. 224(1):e13080

Ceclu L, Nistor OV. 2020. Red beetroot: Composition and health effects-A review. *J Nutr Med Diet Care*. 6:043

Chang P, Hafiz M, Boesch C. 2018. Beetroot juice attenuates glycaemic response in healthy volunteers. *Proc Nutr Soc*. 77(OCE4): E165

Chen L, Zhu Y, Hu Z, Wu S, Jin C. 2021. Beetroot as a functional food with huge health benefits: Antioxidant, antitumor, physical function, and chronic metabolomics activity. *Food Sci Nutr*. 9:6406-6420

Czyzowska A, Siemianowska K, Sniadowska M, Nowak A. 2020. Bioactive compounds and microbial quality of stored

- fermented red beetroots and red beetroot juice. Polish J Food Nutr Sci. 70:35-44
- da Silva, D. V. T., dos Santos Baião, D., de Oliveira Silva, F., Alves, G., Perrone, D., Del Aguila, E. M., & Paschoalin, V. M. F. (2019). Betanin, a natural food additive: Stability, bioavailability, antioxidant and preservative ability assessments. *Molecules*, 24(3):458
- de Castro APRB, da Cunha DT, Antunes AEC, Corona LP, Bezerra RMN. 2019. Effect of freeze-dried red beet (*Beta vulgaris* L.) leaf supplementation on biochemical and anthropometrical parameters in overweight and obese individuals: A pilot study. *Plant Foods Hum Nutr*. 74:232-234
- Dogan M, Emsen B. 2018. Anti-cytotoxic-genotoxic influences of in vitro propagated *Bacopa monnieri* L. Pennell in cultured human lymphocytes. *Eurasian J Bio Chem Sci* 1(2):48-53
- Doğan M. 2020. Su teresinin (*Nasturtium officinale* R. BR.) beslenme-diyet potansiyeli ve antioksidan özellikleri: bir derleme. *International Anatolia Academic Online Journal Health Sciences, Int Anatol Acad Online J (Health Sciences)*. 6(3):222-233
- Domínguez R, Maté-Muñoz JL, Cuenca E, García-Fernández P, Mata-Ordoñez F, Lozano-Estevan MC, Garnacho-Castaño MV. 2018. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. *J Int Soc Sports Nutr*. 15(1):2
- Düker GO. 2017. *Beta vulgaris* L.(kırmızı pancar) ve turşularında PH değişimleri, antioksidan ve sitotoksik aktiviteleri ile fenolik bileşenlerinin incelenmesi, Anadolu University, Turkey.
- El-Beltagi HS, El-Mogy MM, Parmar A, Mansour AT, Shalaby TA, Ali MR. 2022. Phytochemical characterization and utilization of dried red beetroot (*Beta vulgaris*) peel extract in maintaining the quality of Nile Tilapia Fish Fillet. *Antioxidants*. 11(5):906
- El-Beltagi HS, Mohamed HI, Megahed BM, Gamal M, Safwat G. 2018. Evaluation of some chemical constituents, antioxidant, antibacterial and anticancer activities of *Beta vulgaris* L. root. *Fresenius Environ Bull*. 27: 6369-6378
- Erkorkmaz F, Altunbay M, Demirci Z, Doğan M. 2023. Chia tohumunun (*Salvia hispanica* L.) bileşimi, besinsel değeri ve sağlık faydaları. *Scientific and Academic Research*. 2(1):96-106
- Eroğlu MN. 2020. Farklı dozlarda alınan pancar suyunun submaksimal koşu performansına etkisi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Turkey.
- Faggio C, Sureda A, Morabito S, Sanches-Silva A, Mocan A, Nabavi SF, Nabavi SM. 2017. Flavonoids and platelet aggregation: a brief review. *Eur J Pharmacol*. 807:91-101
- Farida F, Santoso AH, Rahman N. 2022. Modification of snack bar cheubit with addition of seaweed (*Eucheuma Cottonii*) and beet (*Beta vulgaris* L.) as a snack alternative for elementary school children obesity. *Journal of Local Therapy*. 1:24-29
- Flores-Mancha MA, Ruiz-Gutiérrez MG, Sánchez-Vega R, Santellano-Estrada E, Chávez-Martínez A. 2021. Effect of encapsulated beet extracts (*Beta vulgaris*) added to yogurt on the physicochemical characteristics and antioxidant activity. *Molecules*. 26(16):4768
- Fu Y, Shi J, Xie SY, Zhang TY, Soladoye OP, Aluko RE. 2020. Red beetroot betalains: Perspectives on extraction, processing, and potential health benefits. *J Agric Food Chem*. 68:11595-11611
- Göldağ R, Göldağ ÖG, Doğan M. 2022). Beslenme ve sağlık için kara mürver'in (*Sambucus nigra* L.) önemi: biyolojik aktiviteleri. *AP Journal of Halal Lifestyle*. 4(1):10-17
- Grgić J, Šelo G, Planinić M, Tišma M, Bucić-Kojić A. 2020. Role of the encapsulation in bioavailability of phenolic compounds. *Antioxidants*. 9(10):923
- Gül H, Hayıt F, Özer B, Acun S. 2021. Kırmızı pancar ununun glutensiz bisküvi üretiminde kullanılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*. 9:1166-1173
- Hadipour E, Taleghani A, Tayarani-Najaran N, Tayarani-Najaran Z. 2020. Biological effects of red beetroot and betalains: A review. *Phytother Res*. 34:1847-1867
- Jajja A, Sutjarjoko A, Lara J, Rennie K, Brandt K, Qadir O, Siervo M. 2014. Beetroot supplementation lowers daily systolic blood pressure in older, overweight subjects. *Nutr Res*. 34:868-875
- Jakubcik EM, Rutherford-Markwick K, Chabert M, Wong M, Ali A. 2021. Pharmacokinetics of nitrate and nitrite following beetroot juice drink consumption. *Nutrients*. 13:281
- Jamshidi-Kia F, Wibowo JP, Elachouri M, Masumi R, Salehifard-Jouneghani A, Abolhassanzadeh Z, Lorigooini Z. 2020. Battle between plants as antioxidants with free radicals in human body. *J HerbMed Pharmacol*. 9(3):191-199
- Kasım R, Kasım MU. 2019. Renkli meyve ve sebzelerin bileşimi ve insan sağlığı açısından önemi. 8 th International Vocational Schools Symposium, Cilt 3:31
- Kathiravan T, Nadasabapathi S, Kumar R. 2014. Standardization of process condition in batch thermal pasteurization and its effect on antioxidant, pigment and microbial inactivation of Ready to Drink (RTD) beetroot (*Beta vulgaris* L.) juice. *Int Food Res J*. 21(4): 1305-1312
- Kaurinovic B, Vastag D. 2019. Flavonoids and phenolic acids as potential natural antioxidants. London, UK: IntechOpen, pp:1-20
- Kaya G, Baysal T. 2016. Production of fermented red beet juice powder by using spray and drum drier. *Gıda*, 41:305-310
- Kiokias S, Proestos C, Oreopoulou V. 2020. Phenolic acids of plant origin-A review on their antioxidant activity in vitro (o/w emulsion systems) along with their *in vivo* health biochemical properties. *Foods*. 9:534
- Kolaç T, Gürbüz P, Yetiş G. 2017. Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi. 5:26-42
- Kumar N, Goel N. 2019. Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnol Rep*. 24:e00370
- Kumar S, Brooks MSL. 2018. Use of red beet (*Beta vulgaris* L.) for antimicrobial applications-a critical review. *Food Bioproc Tech*. 11:17-42
- Lechner JF, Stoner GD. 2019. Red beetroot and betalains as cancer chemopreventative agents. *Molecules*. 24:1602
- Lembong E, Utama GL, Saputra RA. 2019. Phytochemical test, vitamin C content and antioxidant activities beet root (*Beta vulgaris* Linn.) extracts as food coloring agent from some areas in Java Island. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 360:1-7
- Liu C, Hu B, Cheng Y, Guo Y, Yao W, Qian H. 2021. Carotenoids from fungi and microalgae: A review on their recent production, extraction, and developments. *Bioresour Technol*. 337:125398
- Lorizola IM, Miyamoto JÉ, Vieira ALF, Sumere BR, Bezerra RMN, Torsoni MA, Capitani CD. 2021. Beet (*Beta vulgaris* L.) stalk and leaf supplementation changes the glucose homeostasis and inflammatory markers in the liver of mice exposed to a high-fat diet. *Food Chemistry: Molecular Sciences*. 2:100018
- Maoka T. 2020. Carotenoids as natural functional pigments. *J Nat Med*. 74:1-16
- Maqbool H, Safeena MP, Abubacker Z, Azhar M, Kumar S. 2021. Effect of beetroot peel dip treatment on the quality



- preservation of Deccan mahseer (Tor khudree) steaks during frozen storage (-18 C). *Lwt.* 151:112222
- Martinez RM, Longhi-Balbinot DT, Zarpelon AC, Staurengo-Ferrari L, Baracat MM, Georgetti SR, Casagrande R. 2015. Anti-inflammatory activity of betalain-rich dye of *Beta vulgaris*: effect on edema, leukocyte recruitment, superoxide anion and cytokine production. *Arch Pharm Res.* 38:494-504
- Masih D, Singh N, Singh A. 2019. Red beetroot: A source of natural colourant and antioxidants: A review. *J Pharmacogn Phytochem.* 8:162-166
- Mereddy R, Chan A, Fanning K, Nirmal N, Sultanbawa Y. 2017. Betalain rich functional extract with reduced salts and nitrate content from red beetroot (*Beta vulgaris* L.) using membrane separation technology. *Food Chem.* 215:311-31
- Milton Laskibar I, Martínez JA, Portillo MP. 2021. Current knowledge on beetroot bioactive compounds: Role of nitrate and betalains in health and disease. *Foods.* 10:1314
- Mirmiran P, Houshialsadat Z, Gaeini Z, Bahadoran Z, Azizi F. 2020. Functional properties of beetroot (*Beta vulgaris*) in management of cardio-metabolic diseases. *Nutr. Metab.* 17:1-15
- Mohammed FS, Akgul H, Sevindik M, Khaled BMT. 2018. Phenolic content and biological activities of *Rhus coriaria* var. *zebaria*. *Fresen Environ Bull.* 27(8):5694-5702
- Moreno Ley CM, Osorio-Revilla G, Hernández Martínez DM, Ramos-Monroy OA, Gallardo-Velázquez T. 2021. Anti-inflammatory activity of betalains: a comprehensive review. *Hum Nutr Metab.* 25:200126
- Mutha RE, Tatiya AU, Surana SJ. 2021. Flavonoids as natural phenolic compounds and their role in therapeutics: An overview. *Future J Pharm Sci.* 7:1-13
- Mzoughi Z, Chahdoura H, Chakroun Y, Cámara M, Fernández-Ruiz V, Morales P, Majdoub H. 2019. Wild edible Swiss chard leaves (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*): Nutritional, phytochemical composition and biological activities. *Food Res. Int.* 119:612-621
- Namazzadeh G, Ehsani A, Ghasempour Z. 2022. Microencapsulation of red beet extract using chitosan-Persian gum complex coacervates. *J Food Process Preserv.* 46(12):e17148
- Naseer S, Hussain S, Abid A. 2019. Betalain as a Food Colorant: its Sources, Chemistry and Health Benefits: Chemistry of Betalain and its Role as Food Colorant. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences.* 56:1-8
- Nikan M, Manayi A. 2019. *Beta vulgaris* L. In *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*. Academic Press, pp:153-158
- Ninfali P, Angelino D. 2013. Nutritional and functional potential of *Beta vulgaris cicla* and *rubra*. *Fitoterapia.* 89:188-199
- Novoveská L, Ross ME, Stanley MS, Pradelles R, Wasiolek V, Sassi JF. 2019. Microalgal carotenoids: A review of production, current markets, regulations, and future direction. *Marine Drugs.* 17:640
- Okumuş E. 2016. Doğal renklendirici siyah havuç ve kırmızı pancar suyu konsantresi kullanılarak sürülebilir peynir üretimi. *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.*
- Pavlović NV, Mladenović J, Stevović V, Bošković-Rakočević L, Moravčević Đ, Poštić D, Zdravković J. 2021. Effect of processing on vitamin C content, total phenols and antioxidative activity of organically grown red beetroot (*Beta vulgaris* ssp. *rubra*). *Food and Feed Research.* 48:131-139
- Platosz N, Sawicki T, Wiczowski W. 2020. Profile of phenolic acids and flavonoids of red beet and its fermentation products. Does long-term consumption of fermented beetroot juice affect phenolics profile in human blood plasma and urine?. *Polish J Food Nutr Sci.* 70:55-65
- Rahimi P, Mesbah-Namin SA, Ostadrahimi A, Abedimanesh S, Separham A, Jafarabadi MA. 2019. Effects of betalains on atherogenic risk factors in patients with atherosclerotic cardiovascular disease. *Food Funct.* 10:8286-8297
- Rashmi HB, Negi PS. 2020. Phenolic acids from vegetables: A review on processing stability and health benefits. *Food Res Int.* 136:109298
- Rodriguez-Amaya DB. 2019. Update on natural food pigments-A mini-review on carotenoids, anthocyanins, and betalains. *Food Res Int.* 124:200-205
- Sadowska Bartosz I, Bartosz G. 2021. Biological properties and applications of betalains. *Molecules.* 26: 2520
- Sauer L, Li B, Bernstein PS. 2019. Ocular carotenoid status in health and disease. *Annu Rev Nutr.* 39:95-120
- Sawicki T, Bączek N, Wiczowski W. 2016. Betalain profile, content and antioxidant capacity of red beetroot dependent on the genotype and root part. *J Funct Foods.* 27:249-261
- Sevindik M, Akgul H, Pehlivan M, Selamoglu Z. 2017. Determination of therapeutic potential of *Mentha longifolia* ssp. *longifolia*. *Fresen Environ Bull.* 26(7):4757-4763
- Shaban NZ, Abd El-Kader SE, Mogahed FA, El-Kersh MA, Habashy NH. 2021. Synergistic protective effect of *Beta vulgaris* with meso-2, 3-dimercaptosuccinic acid against lead-induced neurotoxicity in male rats. *Sci. Rep.* 11:252
- Shahidi F, Yeo J. 2018. Bioactivities of phenolics by focusing on suppression of chronic diseases: A review. *Int J Mol Sci.* 19:1573
- Shinde ST, Pawar VS. 2023. The antioxidant effect of certain fruit and vegetables: A review. *J Curr Res Food Sci.* 4(1):11-16
- Siervo M, Lara J, Ogbonmwan I, Mathers JC. 2013. Inorganic nitrate and beetroot juice supplementation reduces blood pressure in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Nutr.* 143:818-826
- Song H. 2021. Anti-Obesity Effects of Red Beet Extract. *Int J Adv Smart Convergence.* 10:225-232
- Spiegel M, Gamian A, Sroka, Z. 2021. Antiradical activity of beetroot (*Beta vulgaris* L.) betalains. *Molecules.* 26:2439
- Spórna-Kucab A, Tekieli A, Grzegorzczak A, Świątek Ł, Boguszewska A, Skalicka-Woźniak K. 2023. Betaxanthin profiling in relation to the biological activities of red and yellow *Beta vulgaris* L. extracts. *Metabolites.* 13:408
- Sun T, Rao S, Zhou X, Li L. 2022. Plant carotenoids: Recent advances and future perspectives. *Mol Hortic.* 2: 3
- Székely D, Máté M. 2022. Red Beetroot (*Beta vulgaris* L.). In *Advances in Root Vegetables Research*. IntechOpen, 1-21
- Tokgoz A, Emsen B, Dogan M. 2023. Allelopathic effects of some lichens on growth and antioxidant activities of in vitro propagated *Bacopa monnieri* (L.) Wettst. *J Taibah Univ Sci.* 17(1):2229595
- Tomar O, Akarca G, Çağlar A. 2020. Kırmızı Pancar Sirkesinin Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi.* 26:1234-1238
- Vaitkevičienė N, Saprionaitė A, Kulaitienė J. 2022. Evaluation of proximate composition, mineral elements and bioactive compounds in skin and flesh of beetroot grown in Lithuania. *Agriculture.* 12:1833
- Whitfield J, Ludzki A, Heigenhauser GJF, Senden JM, Verdijk LB, van Loon LJ, Holloway GP. 2016. Beetroot juice supplementation reduces whole body oxygen consumption but does not improve indices of mitochondrial efficiency in human skeletal muscle. *J Physiol.* 594:421-435
- Wong TH, Sim A, Burns SF. 2021. The effect of beetroot ingestion on high-intensity interval training: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients.* 13:3674

- Yeler HB. 2021. Kırmızı pancar ve üzüm kabuğundan farklı ekstraksiyon koşullarında boyar madde üretimi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye
- Yılmaz FM, Gençdağ E, Görgüç A, Birişik M, Genç E, Başkurt C. 2019. Kırmızı pancar suyu üretiminde enzim ön uygulaması: işlem koşullarının meyve suyu verimi, betanin miktarı, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite üzerine etkisi. Gıda. 44:593-604.
- Zamani H, De Joode MEJR, Hossein IJ, Henckens NFT, Guggeis MA, Berends JE, van Breda SGJ. 2021. The benefits and risks of beetroot juice consumption: A systematic review. Crit Rev Food Sci. 61:788-804
- Zhang L, Li Y, Liang Y, Liang K, Zhang F, Xu T, Wang M, Song H, Liu X, Lu, B. 2019. Determination of phenolic acid profiles by HPLC-MS in vegetables commonly consumed in China. Food Chem. 276:538-546