



## POTANSİYEL BİR FONKSİYONEL GIDA OLARAK FARKLI TURP (*RAPHANUS SATIVUS*) ÇEŞİTLERİNE AİT TOZLARIN KİMYASAL VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Tekmile Cankurtaran-Kömürcü\***

Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

Geliş/Received: 02.05.2023; Kabul /Accepted: 09.10.2023; Online baskı /Published online: 16.10.2023

Cankurtaran Kömürcü, T. (2023). Potansiyel bir fonksiyonel gıda olarak farklı turp (*Raphanus sativus*) çeşitlerine ait tozların kimyasal ve fonksiyonel özelliklerinin değerlendirilmesi. GIDA (2023) 48 (6) 1185-1198 doi: 10.15237/gida.GD23057

*Cankurtaran Kömürcü, T. (2023). Evaluation of the chemical and functional properties of powders of different radish (Raphanus sativus) cultivars as a potential functional food. GIDA (2023) 48 (6) 1185-1198 doi: 10.15237/gida.GD23057*

### ÖZ

Bu çalışmada, altı farklı turp çeşidinin (Daikon beyaz uzun, Daikon pembe uzun, karpuz, siyah, şalgam ve Antep turp) toz ürün formuna dönüştürülmesi ve gıda katkı maddesi olarak kullanılması üzerine turp çeşitlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda farklı turp çeşitlerinin kurutulmasıyla elde edilen tozların renk, pH, nem, bazı kimyasal özellikleri, DSC, fonksiyonel ve toz özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen turp tozları arasında Daikon beyaz uzun turp örneklerinin parlaklık ve sarılık değerleri diğer turp örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Şalgam turp örneği toplam fenolik madde, DPPH ve CUPRAC antioksidan aktivite ve su absorpsiyon değeri en yüksek turp çeşidi olarak belirlenmiştir. En yüksek ıslanabilirlik ve çözünübilirlik değerleri Daikon pembe uzun turp örneklerinde (107.0 s ve 59.51 s), en yüksek yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri is siyah turp örneklerinde (0.51 ve 2.02 g/cm<sup>3</sup>) belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Turp, antioksidan, DSC, fonksiyonel

### EVALUATION OF THE CHEMICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF POWDERS OF DIFFERENT RADISH (*RAPHANUS SATIVUS*) CULTIVARS AS A POTENTIAL FUNCTIONAL FOOD

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to compare six different radish varieties (Daikon white long, Daikon pink long, watermelon, black, turnip and Antep radish) by converting them into powder product form and using them as food additives. For this purpose, color, pH, moisture, some chemical properties, thermal, functional and powder properties of the different radish powders obtained by drying were determined. Among the radish powders, Daikon white long radish samples were brighter and more yellow than other radish powder. Turnip radish sample was determined as the radish variety with the highest ash, total phenolic substance, DPPH and CUPRAC antioxidant activity and water absorption value. The highest wettability and solubility values were determined in Daikon pink long radish samples (107.0 s and 59.51 s), and the highest bulk and tapped density values were determined in black radish samples (0.51 and 2.02 g/cm<sup>3</sup>).

**Keywords:** Radish, antioxidant, DSC, functional

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: tcankurtaran@erbakan.edu.tr

☎: (+90) (332) 325 20 24 (4125)

Cankurtaran Kömürcü T.; ORCID no: 0000-0001-7281-209X

## GİRİŞ

Sağlıklı işlenmiş gıdaların üretimindeki artış, tüketicilerin diyet ve riskli hastalıkların azaltılması arasındaki korelasyona ilişkin algısı nedeniyle artmaktadır. Böylece, yeni içerik ve katkı maddeleri arayışı, endüstrinin ve araştırmacıların ana odak noktası haline gelmiştir (Ozaki vd., 2020). Bununla birlikte tarımsal alandaki yenilikler, toplumların sağlıklı beslenmesini sağlamak için besin içeriği ve fonksiyonelliği iyileştirilmiş sebzelerin yetiştirilmesine yönelik çaba göstermektedir. Bitkiler, polifenoller, terpenler, indoller ve kükürt içeren bileşikler gibi kanser önleyici fitokimyasal çeşitleri sağlamaktadır (Zitvogel vd., 2017). Bu nedenle tüketicilerin yoğun ilgisini çekmektedir. Turp, Brassicaceae familyasının yaygın olarak yetiştirilen, hızlı büyüyen, soğuğa dayanıklı ancak sıcaklığa duyarlı en eski kök sebzelerinden biridir. Başta Doğu Asya'da (Çin, Japonya ve Kore) üretilen ve tüketilen turpun anavatanı Asya kıtası olup, Anadolu'da, Akdeniz ülkelerinde ve Avrupa'da da üretimi yapılmaktadır. Vejetasyon süresinin kısalığından dolayı ülkemizdeki bütün tarımsal bölgelerde turp yetiştiriciliği yapılabilmekle birlikte, üretimin büyük bir kısmı Akdeniz, Ege ve İç Anadolu Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır (Solmaz vd., 2017). Osmaniye ili tek başına turp üretiminin yaklaşık %75'ini gerçekleştirmektedir (Solmaz ve Sarı, 2012). Turp bitkisinin tamamı yenilebilirdir. Turpun çoğunlukla kökleri sebze olarak tüketilmekle birlikte, yaprakları tüketilen çeşitleri de mevcuttur. Turpun yağ bitkisi olarak da kullanıldığı bilinmektedir (Shen vd., 2013). Kökler yemeklerle birlikte çiğ olarak tüketilebildiği gibi; Güneydoğu Asya ve bazı Avrupa ülkelerinde kaynatılarak, buharda pişirilerek veya kızartılarak tüketilebilmektedir. Tıbbi ilaç sanayinde (özellikle siyah turp) de kullanılabilir. Turpun rengi beyazdan siyaha değişmektedir (Solmaz ve Sarı, 2012).

Turp, hardal ve lahananın içerisinde yer aldığı turpgil sebzeleri ve özellikle turp izotiyosiyanatların suda çözünür bir öncüsü olan biyoaktif bileşikler (Glukosinola) sağlayarak kansere karşı koruma sağladığı bilinmektedir (Tafrihi ve Nakhaei Sistani, 2017). Bu biyoaktif bileşenler, mantar hastalıklarına ve haşere

istilasına karşı savunma mekanizmasının yanı sıra kükürt ve nitrojen metabolizmasının düzenlenmesinde görev alırlar. Yapılan çalışmalarda; turp tüketiminin kandaki toplam lipitlerin, trigliseritlerin ve toplam kolesterolün fekal atılımındaki artış ve kardiyovasküler hastalıklar üzerine olumlu etkileri bulunmuş ve tümör büyümesini inhibe ederek kanserin oluşumunu %30-50 oranında önleyerek yaşlanmayı geciktirdiği bildirilmiştir (Al-Shehbaz vd., 2006). İyi bir potasyum kaynağı olduğu için kan basıncını korumaya yardımcı olduğu bulunmuştur (Walde ve Bamnikar, 2022). Turpun, kan damarlarını güçlendiren ve böylece ateroskleroz riskini azaltan kolajen oluşumuna yardımcı olduğu rapor edilmiştir (Khedr ve El Sheikh, 2016). Turp, 1878 ile 6260 mg/kg arasında değişen yüksek nitrat içeriğine sahiptir (Raczuk vd., 2014). Ayrıca askorbik asit, polifenoller ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşikler içerir (Lyu vd., 2015).

Bu çalışmanın amacı, dünyada ve ülkemizde en çok tüketilen farklı turp örneklerinden elde edilen turp tozlarının fiziksel, besleyici ve fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra termal ve toz özelliklerini ortaya koymaktır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

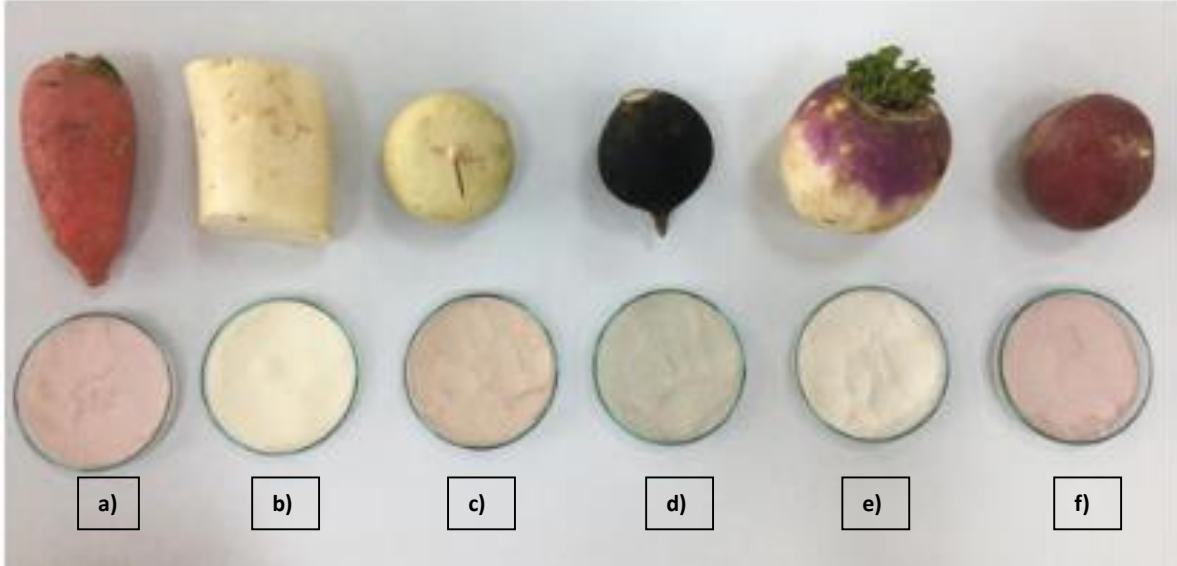
Çalışmada kullanılan Daikon uzun beyaz turp, Daikon uzun pembe turp, karpuz turp, siyah turp, şalgam turp ve Antep turp örnekleri Konya'da faaliyet gösteren farklı marketlerden temin edilmiştir (Şekil 1).

### Metot

#### *Turp tozlarının hazırlanması*

Temin edilen turp örnekleri akar bir su altında yıkanarak yüzeylerindeki kirlilik faktörleri uzaklaştırılmıştır. Yüzeylerindeki fazla su giderildikten sonra kabukları soyulmadan dilimleme aparatı ile 1 cm kalınlığındaki dilimlenen turp örnekleri 40 °C'de 12 saat etüvde (Nüve KD-200, Ankara, Türkiye) kurutulmuştur. Kuru turp dilimleri kahve öğütücüsünde (Sinbo, 2909 model, İstanbul, Türkiye) öğütüldükten sonra 500 µm gözenek aralığına sahip elekten geçirilerek analizlerde kullanılmak üzere kilitli polietilen

ambalajlarda -18 °C de buzdolabında (Vestel, CD6001-E, Manisa, Türkiye) muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Turp örnekleri (a: Daikon uzun pembe turp, b: Daikon uzun beyaz turp, c: karpuz turp, d: siyah turp, e: şalgam turp, f: Antep turp)

Figure 1. Radish samples (a: Daikon long pink radish, b: Daikon long white radish, c: watermelon radish, d: black radish, e: turnip radish, f: Pistachio radish)

#### Turp tozlarında yapılan analizler

##### Renk analizi

Turp tozlarının L\*, a\* ve b\* renk değerleri Minolta CR 400 renk ölçüm cihazı (Chroma Meter, Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Boyutları 9 x 50 mm olan petri kabının içerisine koyulan örneklerin 5 farklı noktasından renk ölçümü yapılmıştır. Numuneler de Hue ve SI değerleri aşağıdaki Eşitlik 1 ve Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Ayala-Silva vd. 2005; Pedišić vd. 2009).

$$\text{Hue} = \arctan (b^*/a^*) \quad (1)$$

$$\text{SI} = (a^{*2}+b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

##### pH ölçümü

Örneklerin pH analizi için, turp tozları 10 kat saf su ile homojenize edildikten sonra pH metre (Mettler-Toledo Seven Compact Duo, Columbus, OH, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

##### Nem, kül, protein ve yağ analizleri

Turp örneklerine ait toz numunelerin nem, kül, protein ve yağ miktarlarının belirlenmesinde

sırasıyla AACC 44-19, AACC 08-01, AACC 46-30 ve AACC 30-25 metotları kullanılmıştır (AACC, 1990).

##### Fitik asit analizi

Turp tozlarının fitik asit içeriği için örnekler 0.2 N hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve daha sonra belirli miktarda Fe<sup>+3</sup> çözeltisi ile muamele edilerek çöktürülmüştür. Serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik (Biochrom Libra S22, Cambridge, Birleşik Krallık) olarak belirlenmiş ve elde edilen sonuçlardan y=-0.0343x+1.0686 denklemi kullanılarak fitik asit miktarı hesaplanmıştır. Sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir (Haug ve Lantzsch, 1983).

##### Fenolik madde analizi

Serbest ve bağlı fenolik içeriği için, Vitali vd. (2009) tarafından kullanılan yöntem kısmen modifiye edilerek ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Serbest fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu için; belirli miktardaki örneğin (1 g) üzerine, 10 mL %1 asitleştirilmiş (HCl) metanol:su çözeltisi (80:20, v/v) eklenmiştir. Ekstraksiyon oda sıcaklığındaki

(24±1 °C) çalkalamalı su banyosunda (Daihan Wisebath WSB-30, Gangwon, Güney Kore) 2 saat çalkalanarak gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyondan sonra karışım 3000 rpm'de santrifüj (Hermle Z 326 K, Wehingen, Almanya) edilmiş ve ayrılan süpernatant, analiz için -20°C'de muhafaza edilmiştir. Bağlı fenolik ekstraksiyon için; serbest fenolik ekstraksiyondan sonra kalan kalıntıya 20 mL metanol/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (10:1) ilave edilerek, karışım 80°C'de 20 saat çalkalamalı su banyosunda inkübe edilmiştir, ardından oda sıcaklığına soğutulan süpernatant santrifüj edilerek ayrılmış ve analiz edilinceye kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Her ekstraktın serbest ve bağlı fenolik içeriği, Naczk ve Shahidi (2004) tarafından gerçekleştirilen Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemine göre belirlenmiştir. Deney tüplerine koyulan 0.1 mL örnek üzerine 1.9 mL saf su ve 2.5 mL Lowry C ilave edilip karıştırıldıktan sonra, 10 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda, 1:10 oranında saf su ile seyreltilmiş Folin-ciocalteu reaktifinden 0.25 mL ilave edilerek karıştırılmış ve oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dk bekletilmiştir. Örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede (Biochrom Libra S22, Cambridge, Birleşik Krallık) 760 nm dalga boyunda okunmuştur. Toplam fenolik madde (TFM), serbest ve bağlı fenolik madde miktarlarının toplanmasıyla elde edilmiştir. Fenolik madde miktarı, gallik asit eşdeğerleri (mg GAE/kg kuru madde) cinsinden ifade edilmiştir.

### Antioksidan aktivite analizi

Örneklerin antioksidan aktivitelerini belirlemek için Yılmaz ve Koca (2017) tarafından tanımlanan ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Ekstraksiyon, 1 g numunenin 10 mL metanol-su karışımı (metanol/su, 80:10, v/v) ile karıştırılmasının ardından serbest fenolik madde ekstraksiyonundaki prosedür uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Turp örneklerinin antioksidan aktivitesi, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalının inhibisyonu (DPPH) (Gyamfi vd., 1999; Beta vd., 2005), Ferrik iyonlarını indirgeme kuvveti (FRAP) (Yılmaz, 2019) ve bakır iyonlarını indirgeme

kuvveti (CUPRAC) (Apak vd., 2004) metotları kullanılarak belirlenmiştir.

Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi Farklı turplardan elde edilen tozların termal özelliklerini incelemek amacıyla diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) cihazı (DSC 25, TA Instruments, New Castle, DE, ABD) kullanılmıştır. Toz formundaki turp örnekler hermetik alüminyum tavalara 5-10 mg arasında tartılmıştır. Analiz 10°C/dk sıcaklık artış hızı ile azot atmosferinde 10°C'den 100°C'ye kadar ısıtılarak gerçekleştirilmiştir. Örneğe verilen enerji (mW), sıcaklık ve zamanın bir fonksiyonu olarak kaydedilmiştir. Referans örneği olarak temiz ve boş bir hermetikli kap kullanılmıştır. Analiz iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

### Fonksiyonel özellikler

Turp örneklerinin su ve yağ absorpsiyon değerleri Hayta vd. (2002) tarafından belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. 5 g numune 25 ml distile su/ayçiçek yağı ile karıştırılarak elde edilen karışım 4000xg'de 20 dakika santrifüj edilmiş (Hermle Z 326 K, Wehingen, Almanya) ve kalan numune süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra tartılmış (Ohaus model T30; Ohaus Scale Corporation, Union, NJ, ABD) ve gram toz örneğin yağ/su absorpsiyon miktarı hesaplanmıştır.

Turp örneklerinin köpük özellikleri Hayta vd. (2002) tarafından belirtilen yöntemle test edilmiştir. 10 g toz örnek 25 mL distile su ile karıştırıldıktan sonra 4000xg'da 20 dakika santrifüj edilmiş ve elde edilen süpernatant, Whatman no:1 filtre kağıdından süzüldükten sonra bir homojenizatörde (WiseTis Homogenizer, Wisd Laboratory Instruments, Kore) yüksek hızda 2 dakika karıştırılmıştır. Ölçüm silindire aktarılan karışımın hacmi 10 saniye sonra ölçülmüştür. Sonuç, köpük hacminin silindirdeki toplam çözelti hacmine (mL/mL) bölünmesiyle belirlenmiştir. Köpük stabilitesi, ilk köpük hacminin yarı yarıya azalması için geçen süre olarak belirlenmiştir.

*Toz özellikleri*

Turp örneklerine ait tozların ıslanabilirlik ve çözünürlük süreleri Gong vd. (2007), higroskopite (%), dağılıbilirlik (%), yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri Goula ve Adamopoulos (2008) tarafından açıklanan prosedüre göre belirlenirken, numunelerdeki akışkanlık [Carr indeksi (CI)] değeri Cai ve Corke (2000)'e göre ve koheziflik [Hausner oranı (HR)] değerleri Jinapong vd. (2008)'nin metodu kullanılarak ölçülmüştür.

**İstatistik analiz**

İstatistik analizler için SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile istatistik analizleri gerçekleştirilmiştir. Ortalamalar  $P < 0.05$  önem düzeyinde karşılaştırılmıştır.

**SONUÇLAR VE TARTIŞMA**

**Turp tozlarının renk özellikleri**

Farklı turp örneklerinden elde edilen tozlarının renk değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Turp örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri sırasıyla 78.50-92.35, -5.44-5.48 ve 10.22-17.21 arasında değişmiştir. Turp tozları arasında en yüksek  $L^*$  değeri Daikon beyaz uzun turp örneklerinde ( $92.35 \pm 0.09$ ) belirlenmiş olup, bu örnekleri sırasıyla şalgam ( $91.28 \pm 0.07$ ), Daikon pembe uzun ( $83.70 \pm 0.18$ ), siyah ( $79.56 \pm 0.10$ ) ve karpuz turp tozlarının ( $79.16 \pm 0.25$ )  $L^*$  değerleri izlemiştir.  $a^*$  renk değeri en düşük Daikon beyaz

uzun turp tozlarında ( $-5.44 \pm 0.01$ ), en yüksek yerli Antep turp tozlarında ( $5.48 \pm 0.04$ ) ölçülmüştür. Turp örnekleri arasında istatistiksel olarak en yüksek sarılık değeri Daikon beyaz uzun turp örneklerinde ( $17.21$ ) ölçülmüştür ( $P < 0.05$ ). Turp tozlarının Hue ve SI değerleri sırasıyla 61.78 ile 110.50 ve 11.60 ile 18.05 arasında değişim göstermiştir. Örnekler arasında Daikon pembe uzun ve Antep turp örneklerine ait tozlar diğer örneklerden daha düşük Hue ve SI değerlerinin ölçüldüğü örnekler olarak belirlenmiştir. Turp çeşitlerinin başlangıçtaki karakteristik renk değerlerinin farklı olması elde edilen toz örneklerin de renk değerlerinin birbirinden farklı olmasına neden olmuş olabilir. Bununla birlikte Daikon beyaz uzun turpunun başlangıç renginin beyaz-krem olması bu turp örneğinden elde edilen turp tozunun diğer örneklerden daha parlak ve sarı olmasına, Antep turpunun ise pembe kabuk rengi bu örneğe ait tozların diğer turp örneklerinden daha yüksek kırmızılık değeri göstermesinin açıklaması olabilir. Yapılan bir çalışmada; Joo vd. (2017) 50 °C'de kurutulan karpuz ve bordo turp tozlarından elde edilen çay örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerlerini sırasıyla 58.75, 5.65 ve 0.45 ve 57.15, 5.02 ve -2.55 olarak bildirmişler ve bu çalışmadan elde edilen sonuca benzer şekilde kırmızılık değerinin iki turp arasında daha kırmızı olan karpuz turp tozundan yapılan çaylarda sayısal olarak daha yüksek bulduklarını rapor etmişlerdir.

Çizelge 1. Turp tozlarının renk özellikleri

Table 1. Color properties of radish powders

Turp çeşidi	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Hue	SI
Daikon beyaz uzun	$92.35 \pm 0.09a$	$-5.44 \pm 0.01e$	$17.21 \pm 0.80a$	$107.55 \pm 0.73b$	$18.05 \pm 0.77a$
Daikon pembe uzun	$83.70 \pm 0.18c$	$4.94 \pm 0.24b$	$10.59 \pm 0.34d$	$64.99 \pm 1.75d$	$11.69 \pm 0.21d$
Karpuz	$79.16 \pm 0.25e$	$1.83 \pm 0.26c$	$15.59 \pm 0.03b$	$83.32 \pm 0.94c$	$15.70 \pm 0.06b$
Siyah	$79.56 \pm 0.10d$	$-4.73 \pm 0.00d$	$12.66 \pm 0.34c$	$110.50 \pm 0.50a$	$13.51 \pm 0.32c$
Şalgam	$91.28 \pm 0.07b$	$-4.56 \pm 0.01d$	$12.82 \pm 0.12c$	$109.60 \pm 0.15ab$	$13.61 \pm 0.12c$
Antep	$78.51 \pm 0.14f$	$5.48 \pm 0.04a$	$10.22 \pm 0.40d$	$61.78 \pm 1.10e$	$11.60 \pm 0.33d$

<sup>1</sup>Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup>Means followed by the different letters within a column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

**Turp tozlarının pH, nem ve kimyasal özellikleri**

Turp örneklerine ait pH, nem, kül, protein, yağ ve fitik asit değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Örneklerin fenolik içeriği (serbest, bağlı ve toplam

fenolik madde) ve antioksidan aktivite değerleri (DPPH, FRAP ve CUPRAC) ise Çizelge 3'te özetlenmiştir. Turp tozlarının pH değerleri 5.33-5.70 arasında değişmiş olup, Daikon beyaz uzun turp tozlarının pH değeri ( $5.70 \pm 0.07$ ) Daikon

uzun pembe (5.55±0.03), karpuz (5.56±0.01) ve Antep turp (5.33±0.00) örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Joo vd. (2017) 50 °C'de kurutulan karpuz turp tozunun pH değerini 5.77±0.08 olarak bildirmişlerdir. pH değerlerindeki bu farklılıklar turp örneklerinin yetiştiği toprak özellikleri ve çeşit farklılığı ile ilişkilendirilebilir (Cemeroğlu, 2004; Sabuncu, 2019). Kurutmadan sonra ölçülen nem içeriği Daikon uzun beyaz turp ile siyah turp örneklerinde (%4.68 ve %4.89) daha yüksek, Daikon uzun pembe örneklerinde (%3.17) ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Daikon uzun pembe turp tozlarına ait, kül ve fitik asit içeriği diğer örneklerin aynı değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Bu sonuç turp örneklerinin yetiştirildiği toprak, iklim ve turp çeşitlerinin farklı olması ile ilgili olabilir (Sabuncu, 2019). Yağışlı iklim özellikleri veya fazla sulama kuru maddeyi azaltırken, kurak iklim özellikleri artırmaktadır (Cemeroğlu, 2004). Bu nedenle farklı bölgelerde yetiştirilen örneklerin kimyasal ve fiziksel özellikleri değişiklik gösterebilmektedir. Örnekler arasında Daikon uzun pembe ve siyah turp örnekleri, Daikon uzun beyaz, karpuz, şalgam ve yerli Antep turp örneklerinden daha düşük protein içerisine sahip örnekler olarak belirlenmiştir. Daikon uzun beyaz turp tozunun yağ içeriği tüm turp örnekleri arasında en yüksek olup, bu değer Daikon uzun pembe, karpuz ve şalgam turplarının yağ içeriklerinin sırasıyla

yaklaşık 3.2, 2.5 ve 4.2 katına eş değer bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda kırmızı turpun ortalama kül, protein ve yağ miktarları sırasıyla %16.17, %11.98 ve %1.47 olarak bildirilmiştir (Ankita ve Prasad, 2015; Goyeneche vd., 2015; Chihoub vd., 2019). Turp tozlarının fitik asit içeriği 315.98 mg/100 g ile 476.00 mg/100 g arasında değişmiş olup, en düşük fitik asit içeriği Daikon pembe uzun turp örneklerinde en yüksek fitik asit içeriği ise şalgam turp tozlarında belirlenmiştir. Fitik asit esas olarak bitkilerin tohumlarında, köklerinde ve gövdelerinde bulunan, insan beslenmesi açısından gerekli olan Ca, Fe, Zn, Mg ve Cu gibi minerallerle kompleks oluşturarak bunların biyoyararlılığını düşüren antibesinsel bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Bilgiçli, 2002). Bununla birlikte turp gibi toprak altı yumru bitkilerde fitik asit içeriği tahıl ve çoğu baklagilden daha düşük orandadır (Kaushal ve Sharma, 2014). Diğer taraftan fitik asit, polifenol oksidazı inhibe ederek çeşitli meyve ve sebzelerin kararmasını ve çürümesini önlemektedir ki bu çimlenme süreci dışındaki durumlarda fitatın önemli bir antioksidan işlevine işaret etmekte ve fitatın, birçoğu potansiyel sağlık tehlikeleri oluşturan, oksalik asit, oksalasetik asit, askorbik asit-2-fosfat, sistein, glutatyon, N-asetilsistein, kojik asit ve 4-heksil resorsinol gibi günümüzde kullanılan koruyucuların yerine geçebileceğini göstermektedir (Graf vd., 1987).

Çizelge 2. Turp tozlarının pH değeri, nem içeriği ve kimyasal özellikleri  
Table 2. pH value, moisture content and chemical properties of radish powders

Turp çeşidi	pH	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Fitik asit (mg/100g)
Daikon beyaz uzun	5.70±0.07a	4.68±0.10a	5.31±0.05d	14.70±0.72a	1.51±0.02a	469.00±15.84a
Daikon pembe uzun	5.55±0.03b	3.17±0.11d	4.62±0.10e	12.40±0.48b	0.47±0.16c	315.98±25.15c
Karpuz	5.56±0.01b	3.51±0.20c	5.35±0.13d	14.70±0.21a	0.60±0.03c	359.80±51.42bc
Siyah	5.63±0.00ab	4.89±0.06a	5.97±0.08c	12.70±0.07b	1.14±0.10b	448.00±63.33ab
Şalgam	5.62±0.01ab	4.01±0.16b	6.78±0.04a	15.20±0.04a	0.36±0.09c	476.00±6.71a
Antep	5.33±0.00c	3.70±0.07c	6.50±0.02b	15.10±0.17a	1.06±0.15b	424.20±53.45ab

<sup>1</sup>pH ve nem hariç sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P < 0.05).

<sup>1</sup>Results except pH and moisture are based on dry matter. Means followed by the different letters within a column are significantly different (P < 0.05).

Turp tozlarının fenolik içeriği (serbest, bağlı ve toplam fenolik madde) ve antioksidan aktivite (DPPH, FRAP ve CUPRAC) değerleri Çizelge

3'te gösterilmektedir. Turpgillerin, karotenoidler ve askorbik asit kadar tokoferoller de dahil olmak üzere yüksek fenolik bileşik içerikleri nedeniyle iyi

bir doğal antioksidan kaynağı olarak dikkatleri üzerine çekmektedir (Tatsuzawa vd., 2012; Koley vd., 2020). Gıdalarda bulunan fenolik bileşikler, serbest, diğer moleküllere bağlı veya çözünmeyen makromoleküller olarak sınıflandırılır (Shahidi ve Yeo, 2016). Tahılların aksine meyve ve sebzeler serbest fenolik bileşikler açısından daha zengindir (Méndez-Lagunas vd., 2020). Farklı turp örneklerine ait tozların serbest fenolik madde (SFM) miktarı 4426.59 mg GAE/kg ile 6083.96 mg GAE/kg arasında değişmiştir. Çalışmada kullanılan turp çeşitleri arasında en yüksek SFM

miktarı yerli turp çeşidi Antep turp örneklerinde belirlenmiş olup (6083.96±16.42 mg GAE/kg), bunu sırasıyla karpuz turpu ve Daikon pembe uzun turp çeşitlerinin SFM miktarları (5340.34±38.74 mg GAE/kg ve 5305.93±48.04 mg GAE/kg) izlemiştir. Sonuçlar bağlı fenolik madde (BFM) miktarı açısından değerlendirildiğinde; en yüksek BFM miktarı siyah turp örneklerinde (6326.28±22.53 mg GAE/kg), en düşük BFM miktarı ise Daikon uzun pembe turp çeşidinde (707.99±11.11 mg GAE/kg) belirlenmiştir.

Çizelge 3. Turp tozlarının serbest, bağlı ve toplam fenolik içeriği ile antioksidan aktivite değerleri<sup>1</sup>  
*Table 3. Free, bound and total phenolic content and antioxidant activity values of radish powders<sup>1</sup>*

Turp çeşidi	SFM (g GAE/kg)	BFM (g GAE/kg)	TFM (g GAE/kg)	DPPH (umol TE/g)	FRAP (umol TE/g)	CUPRAC (umol TE/g)
Daikon beyaz uzun	4494.64±414.53c	2110.66±24.48b	6605.29±390.03c	5.63±0.03d	6.47±0.98f	21.08±7.05b
Daikon pembe uzun	5305.93±48.04b	707.99±11.11e	6013.92±37.95c	4.92±0.01e	8.12±0.23e	11.01±1.33b
Karpuz	5340.34±38.74b	935.61±18.49d	6275.94±20.25c	5.86±0.10c	13.19±0.67d	15.00±1.25b
Siyah	4426.59±16.31c	886.29±1.48d	5312.88±17.79d	6.05±0.01b	17.16±0.62c	40.03±2.58ab
Şalgam	4558.84±13.99c	6326.28±22.53a	10885.11±162.49a	6.61±0.05a	19.90±0.70b	53.04±6.33a
Antep	6083.96±16.42a	1333.44±43.74c	7417.40±207.98b	5.81±0.01c	26.86±0.24a	66.35±6.22a

<sup>1</sup>Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup>Results are based on dry matter. Means followed by the different letters within a column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

Çizelge 3'te verilen sonuçlar, siyah turp (10885.11±162.49 mg GAE/kg) ve Antep turp (7417.40±207.98 mg GAE/kg) örneklerinin toplam fenolik madde (TFM) miktarının diğer turp çeşitlerine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Aynı familyaya ait turp örneklerinin başta çeşit farklılığından kaynaklı karakteristik özellikleri olmak üzere toprak özellikleri, iklim şartları ve turp örneklerinin olgunluk düzeyleri fenolik bileşenleri arasında farklılık oluşmasına neden olmuş olabilir. Goyeneche vd. (2015) kırmızı turp örneklerinin TFM miktarını 341.45±5.70 mg GAE/100g olarak bildirdikleri çalışmalarında serbest fenolik madde miktarının TFM miktarının yaklaşık %32'sini oluşturduğunu rapor etmişlerdir. Bors vd. (2015) tarafından yapılan başka bir çalışmada; beyaz, siyah ve kırmızı turp çeşitlerine ait TFM miktarı sırasıyla 11.6, 13.7 ve 12.9 mg GAE/g olarak belirlenirken, Ozaki vd. (2020) et kaplamada kullandıkları turp tozlarının TFM miktarını 293.74 mg GAE/100 g olarak

bildirilmiştir. Çalışmada altı farklı turp çeşidinin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), FRAP (Ferrik iyonlarını indirgeme kuvveti) ve CUPRAC (Bakır iyonlarını indirgeme kuvveti) antioksidan aktivite tayin metotları kullanılmıştır. Bitki özlerinin antioksidan aktivitesi, fenolik, flavonoid ve antosiyanin bileşiklerinin seviyelerine bağlıdır (Park vd., 2016). Bazı araştırmacılar, turptaki antosiyaninlerin karakterizasyonunun çalışılan çeşide bağlı olduğunu belirtmişler ve turp örneklerindeki ana antosiyaninlerin Daikon çeşidinde olduğu gibi asillenmiş pelargonidinler olduğunu bildirmişlerdir (De Nicola vd., 2013). Şalgam turp örneklerinin DPPH değerinin (6.61±0.05 umol TE/g) diğer turp örneklerinden daha yüksek olduğu, Daikon uzun pembe turp örneklerinin ise en düşük DPPH değerini (4.92±0.01 umol TE/g) gösterdiği belirlenmiştir. Sonuçlar FRAP değerleri açısından ele alındığında en yüksek antioksidan aktivite değeri yerli Antep turp örneklerinde (26.86±0.24 umol TE/g)

belirlenmiş ve Antep turpunu sırasıyla şalgam turpu ( $19.90 \pm 0.70$  umol TE/g) ve siyah turp ( $17.16 \pm 0.62$  umol TE/g) örneklerinin FRAP değerleri izlemiştir. Son yıllarda ülkemizde tüketimi ve tanınırlığı artan Çin kökenli turp örneklerinin FRAP değerleri genel olarak yerli turp çeşitlerinden düşük bulunmuştur. Şalgam turp örnekleri ile Antep turp örneklerinin CUPRAC değerleri Daikon uzun beyaz ve pembe turp örnekleri ile karpuz turp çeşitlerinden daha yüksek bulunmuştur. Bitkisel kaynaklı gıdalarda antioksidan aktiviteyi sağlayan biyoaktif bileşenlerin karmaşık yapılarından dolayı antioksidan aktivite analizinde daha doğru bir değerlendirme yapmak için en az iki metot uygulanması gerektiği literatürde belirtilmiştir (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2007; Tacer, 2008). Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlarda da ortaya çıktığı gibi farklı metotlarla yapılan antioksidan aktivite analiz sonuçları farklılık gösterebilmektedir. Bu durum örnekteki antioksidan maddelerin moleküler çeşitliliği ve farklı turp çeşitlerinde bulunun antioksidan bileşenlerin reaksiyon hızından yani analiz zamanına bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir ve bu yöntemler arasında her zaman doğrusal ilişki oluşmasını engelleyebilir. Literatürde farklı turp çeşitlerinin antioksidan ve fenolik madde miktarlarının belirlenmesine yönelik araştırma çalışmaları bulunmakta olup, yapılan bir çalışmada; siyah turp örneklerinin antioksidan kapasitesi farklı yöntemlerle karşılaştırılmış ve siyah turp örneğinin kabuklu formunun kabuğu soyulmuş halinden 2.8 kat daha yüksek DPPH değerine sahip olduğu bildirilmiştir (Enkhtuya ve Tsend, 2020). Goyeneche vd. (2015) kırmızı turp örneklerinin DPPH, FRAP ve ORAC antioksidan aktivite analiz sonuçlarını sırasıyla  $1.36 \pm 0.20$ ,  $1.96$

ve  $11.09$  mmol TE/100 g olarak bildirirken, Bors vd. (2015) kırmızı, beyaz ve siyah turp çeşitlerinin DPPH değerlerini sırasıyla %51.7, 45.7 ve 52.0 olarak rapor etmişlerdir. Bu çalışmada da genel olarak renkli turp çeşitleri Daikon beyaz turp örneklerinden daha yüksek DPPH antioksidan aktivite değeri göstermiştir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlardaki farklılıklar kuşkusuz çeşit, iklim, toprak yanında analiz metoduna ve turplara uygulanan işlemlerin farklılığı ile açıklanabilir.

### Turp tozlarının termal özellikleri

Turp tozlarının başlangıç geçiş sıcaklığı ( $T_0$ ), pik geçiş sıcaklığı ( $T_{pik}$ ), final geçiş sıcaklığı ( $T_{final}$ ) ve entalpi değeri ( $\Delta H$ ) değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Bu değerler örneklerin jelatinizasyon başlangıç, pik ve final sıcaklıklarını ve jelatinizasyon entalpi değerini göstermektedir. Turp tozlarının  $T_0$ ,  $T_{pik}$  ve  $T_{final}$  değerlerinin sırasıyla  $35.79 - 43.53$  °C,  $57.39 - 29.59$  °C ve  $54.36 - 48.98$  °C arasında olduğu belirlenmiştir. Karpuz, siyah ve Antep turp örneklerinin ortalama  $T_0$  değerleri ( $42.52$ ,  $42.47$  ve  $43.53$  °C) istatistiksel olarak benzer olup, Daikon beyaz uzun, pembe ve şalgam turp tozlarının aynı değerlerinden ( $38.30$ ,  $35.79$  ve  $37.52$  °C) daha yüksek bulunmuştur. Örnekler arasında karpuz ve siyah turp örnekleri en yüksek  $T_{pik}$  değeri ( $57.32$  ve  $57.39$  °C) elde edilen örnekler olarak belirlemiştir. Toz örneklerinde yapılan DSC analizinde Daikon beyaz uzun, siyah, şalgam ve Antep turp örneklerinin  $T_{final}$  değerlerinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamış olup, bu turp çeşitlerinin  $T_{final}$  değerleri sırasıyla karpuz ( $51.55$  °C) ve Daikon pembe uzun turp ( $48.98$  °C) örneklerinin aynı değerinden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4. Turp tozlarının termal özellikleri<sup>1</sup>

Table 4. Thermal properties of radish powders<sup>1</sup>

Turp çeşidi	$T_0$ (°C)	$T_{pik}$ (°C)	$T_{final}$ (°C)	$\Delta H$ (J g <sup>-1</sup> )
Daikon beyaz uzun	$38.30 \pm 0.37b$	$39.14 \pm 0.95c$	$53.76 \pm 0.86a$	$3.82 \pm 0.12d$
Daikon pembe uzun	$35.79 \pm 0.78c$	$29.59 \pm 0.77e$	$48.98 \pm 0.79c$	$5.76 \pm 0.29b$
Karpuz	$42.52 \pm 0.51a$	$57.32 \pm 0.33a$	$51.55 \pm 0.21b$	$8.07 \pm 0.11a$
Siyah	$42.47 \pm 1.01a$	$57.39 \pm 0.21a$	$53.80 \pm 1.11a$	$4.53 \pm 0.36c$
Şalgam	$37.52 \pm 1.12b$	$37.51 \pm 0.59d$	$53.45 \pm 0.86ab$	$0.86 \pm 0.12f$
Antep	$43.53 \pm 0.87a$	$55.36 \pm 0.99b$	$54.36 \pm 0.57a$	$1.45 \pm 0.42e$

<sup>1</sup>Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup>Means followed by the different letters within a column are significantly different ( $P < 0.05$ ).



Sonuçlar entalpi değerleri açısından değerlendirildiğinde; 8.07 J/g ile karpuz turp örnekleri en yüksek entalpi değerini, 0.86 J/g değeri ile şalgam turp tozları ise en düşük entalpi değeri gösteren turp tozları olmuştur. DSC kurvesinden elde edilen entalpi değeri jelatinizasyon geçişi sırasında ölçülen enerji miktarını göstermektedir. Aynı zamanda entalpi değerinin yüksek olması retrogradasyonun hızlı olduğunu göstermektedir (Arıcı, 2016). Bu bilgi doğrultusunda karpuz turpuna ait toz örneklerini jelatinizasyon için ihtiyaç duydukları enerjinin daha yüksek olduğu sonucuna varılabilir. Elde edilen sonuçlar jelatinizasyon sıcaklığının ve entalpisinin turp çeşidine göre farklılık gösterebildiğini ortaya koymuştur. Turp örneklerinin jelatinizasyon profili, nişasta bileşenlerinin oranının (amiloz- amilopektin oranı) yanında granüler yapı ve amilopektinin moleküler yapısından da (dallanma boyutu, zincir uzunluğu) etkilenmektedir (Gunaratne ve Hoover, 2002). Yapılan bir çalışmada Arıcı (2016) ekme hamuruna göleveze unu ilavesinin örneklerin  $T_0$ ,  $T_{pik}$  ve  $T_{final}$  değerleri üzerine bir etkisi olmadığını ancak değişen nişasta profili sonucu örneklerin entalpi değerinin düştüğünü rapor etmişlerdir.

### Turp tozlarının fonksiyonel özellikleri

Turp tozlarının fonksiyonel özellikleri Çizelge 5'te gösterilmiştir. Bitkisel kaynakların fonksiyonel özellikleri, çözünür/çözünmez lif oranına, partikül boyutuna, bitki polisakkaritlerinin yapısına ve bitkisel kaynağa bağlıdır (Jaime vd., 2002). Turp çeşitlerinden Daikon beyaz uzun, pembe, şalgam ve Antep turp örneklerinin köpük kapasitesi değerleri arasında önemli bir fark ( $P > 0.05$ ) bulunmamış olup, karpuz ve siyah turp örneklerinden daha yüksek köpük kapasitesi değerleri belirlenen turp tozları olmuşlardır. Graham ve Phillips (1976) köpük kapasitesinin protein moleküllerinin konfigürasyonuna bağlı olduğunu ifade etmektedir. Elastik proteinler iyi köpürme kapasitesine sahiptir, ancak çok düzenli küresel molekül köpük kabiliyetini azaltmaktadır. Örnekler arasında en yüksek köpük stabilite (69 dk) değerini Daikon pembe turp çeşidine ait tozlar gösterirken, en düşük köpük stabilite değeri ise siyah turp örneklerinde (17.0 dk) belirlenmiştir. Köpük stabilitesi, köpüğün şeklini ve hacmini belirli bir süre boyunca muhafaza etme kabiliyetidir; bu, bazı içecekler ve biralarda, butik kahveler ve unlu mamuller gibi gıda ürünlerinde arzu edilen bir özelliktir (Famuwagun vd., 2020). Turp örneklerinin köpük stabilitesi üzerine pH ve protein konsantrasyonu ile turp çeşidin etkisi olmuş olabilir.

Çizelge 5. Turp tozlarının fonksiyonel özellikleri<sup>1</sup>  
Table 5. Functional properties of radish powders<sup>1</sup>

Turp çeşidi	Köpük kapasitesi (mL/mL)	Köpük stabilitesi (dk)	Su absorpsiyon kapasitesi (mL/g)	Yağ absorpsiyon kapasitesi (mL/g)
Daikon beyaz uzun	0.50±0.03a	31.0±1.41cd	4.12±0.01c	1.33±0.01cd
Daikon pembe uzun	0.50±0.04a	69.0±2.83a	3.75±0.72e	2.44±0.02ab
Karpuz	0.33±0.05c	49.0±4.24b	3.41±0.02f	1.24±0.01cd
Siyah	0.35±0.06bc	17.0±2.80e	3.82±0.13d	0.95±0.21d
Şalgam	0.50±0.06a	34.0±1.41c	4.71±0.25a	2.82±0.54a
Antep	0.46±0.06ab	25.0±1.51d	4.45±0.32b	1.73±0.71bc

<sup>1</sup>Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup>Means followed by the different letters within a column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

Turp çeşidi, örneklerin su absorpsiyonunu önemli ölçüde etkilemiş olup, turp çeşitlerine ait su absorpsiyonu değerleri 3.41 ile 4.71 mL/g arasında değişmiştir. Örnekler arasında en yüksek su absorpsiyonu değeri şalgam turp örneklerinde (4.71±0.25 mL/g) belirlenmiş olup, bu değeri

sırasıyla Antep turp (4.45±0.32 mL/g) ve Daikon turp tozları (4.12±0.01 mL/g) izlemiştir. Şalgam turpuna ait tozların 2.82±0.54 mL/g ile sayısal olarak en yüksek yağ absorpsiyonu gösterdiği belirlenirken, siyah turp örneklerinde 0.95±0.21 mL/g ile en düşük yağ absorpsiyonu değeri

ölçülmüştür. Yüksek yağ absorpsiyonu şalgam turplarındaki lipofilik bileşenlerin varlığına işaret ediyor olabilir. Singh ve Sharma (2020) siyah turpta klorofiller ve karotenoidler gibi çeşitli lipofilik pigmentler rapor etmişlerdir. Bu bileşikler çok az miktarda mevcut olmasına rağmen, bulunduğu örneğin yağ absorpsiyon değerini önemli ölçüde etkileyebilmektedirler.

### Turp tozlarının toz özellikleri

Turp tozu örneklerine ait toz özellikleri Çizelge 6'da verilmiştir. İslanabilirlik, çözünürlük, higroskopite, dağılıbilirlik, yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk, akabilirlik ve yapışkanlık gibi toz özellikler toz ürünlerin fonksiyonel, ekonomik ve ticari özellikleri üzerine etkili faktörlerdir.

Çizelge 6. Turp tozlarının toz özellikleri<sup>1</sup>  
Table 6. Powder properties of radish powders<sup>1</sup>

Turp çeşidi	İslanabilirlik (s)	Çözünürlük (s)	Higroskopite (%)	Dağılıbilirlik (%)
Daikon beyaz uzun	44.50±2.12c	45.85±0.61b	70.41±0.82a	54.56±1.01c
Daikon pembe uzun	107.00±7.07a	59.51±1.26a	69.73±1.18a	68.91±0.51b
Karpuz	65.50±0.71b	43.47±0.66b	57.75±1.03b	72.83±0.57a
Siyah	26.00±1.41d	46.90±0.26b	53.47±1.67c	53.80±0.30c
Şalgam	65.00±2.83b	46.02±0.01b	72.49±1.49a	55.37±1.35c
Antep	61.50±2.12b	33.45±4.33c	69.46±0.79a	29.51±0.29d
Turp çeşidi	Yığın yoğunluğu (g/cm <sup>3</sup> )	Sıkıştırılmış yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Akabilirlik (CI)	Yapışkanlık (HR)
Daikon beyaz uzun	0.30±0.02c	0.52±0.04c	42.86±1.83e	1.75±0.04d
Daikon pembe uzun	0.26±0.03c	0.69±0.04c	62.50±0.88b	2.67±0.12b
Karpuz	0.40±0.03b	1.03±0.15b	80.00±1.57a	5.00±0.27a
Siyah	0.51±0.06a	2.02±0.14a	50.00±0.30d	2.00±0.36c
Şalgam	0.22±0.01c	0.50±0.21c	55.56±0.16c	2.25±0.28bc
Antep	0.42±0.05b	1.04±0.07b	60.00±0.31b	2.50±0.16bc

<sup>1</sup>Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup>Means followed by the different letters within a column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

Toz ürünlerin ıslanabilme süresi, toz ürünün kendi ve su yüzeyi arasında oluşan yüzey gerilimini yenerek sıvı emme yeteneği hakkında bilgi verir (Fang vd., 2007). İslanabilirlik değeri partikül büyüklüğüne, yüzey gerilimine, yoğunluğa, maddenin yüzeyinde bulunan karbonhidrat, yağ ve protein kompozisyonuna bağlıdır (Fang vd., 2007; Koç vd., 2011). Turp tozlarına ait ortalama ıslanabilirlik süreleri 26 s ile 107 s arasında değişmiştir. Örnekler arasında Daikon pembe uzun turp örnekleri en yüksek ıslanabilirlik değerini verirken, siyah turp örneklerinde en düşük ıslanabilirlik ve higroskopite değeri okunmuştur. Ayrıca en düşük nem içeriğine sahip örneklerin (%3.70) en yüksek ıslanabilirlik süresi gösterdiği belirlenmiştir. Jumah vd. (2000) yaptıkları çalışmalarında azalan nem içeriği ile birlikte toz ürünlerin ıslanabilme süresinin arttığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar Çalışkan Koç (2018) tarafından ıspanak tozları ve Chegini ve Ghobadian (2005) tarafından portakal suyu

tozu için de bildirilmiştir. Toz ürünlerin su içerisinde hızlı ve yüksek oranda çözünmesi toz ürünlerin rekonstitüsyonu ve tüketiciler açısından önemli bir kriterdir (Chen ve Patel, 2008). Turp tozlarının çözünebilirlik değerleri 33.45 s ile 59.51 s arasında değişmiştir. En kısa sürede çözünen örnekler Antep turp örnekleri olurken, Daikon uzun beyaz, siyah, karpuz ve şalgam turp örneklerinin çözünürlük değerleri Daikon uzun pembe turp örneklerinden daha uzun, Antep turp örneklerinden ise daha düşük bulunmuştur. Toz ürünlerin dağılıbilirliği su içerisinde kuru kısım kalmaksızın ıslanabilmesini ifade etmektedir (Martinelli vd., 2007). Farklı turp örneklerinin dağılıbilirlik değerleri karşılaştırıldığında karpuz turp örnekleri (%72.83±0.57) diğer örneklerden daha yüksek dağılıbilirlik özelliği gösteren örnek olarak belirlenmiştir. Toz gıdaların yığın ve sıkıştırılmış yoğunluğu ile akabilirlik özellikleri ürünün partikül çapı ile partikül boyut dağılımına bağlıdır (Barbosa-Canovas vd., 2005). Düşük

yoğunluğunun paket hacmini artırması ve düşük yoğunluktan kaynaklı partiküller arası hava boşluklarının oranının artması oksidasyon riskini artırmakta ve ürünün depolama stabilitesini azaltabilmektedir (Koç vd., 2011). Turp örnekleri arasında siyah turp örnekleri diğer örneklerden daha yüksek yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri ( $0.51 \pm 0.06$  g/cm<sup>3</sup> ve  $2.02 \pm 0.14$  g/cm<sup>3</sup>) göstermiştir. Karpuz ve Antep turp örneklerinin yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri ise siyah turp örneklerinden daha düşük ancak Daikon beyaz ve pembe uzun turp örnekleri ile şalgam turp örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Toz gıdaların akabilirlik ve yapışkanlık davranışları nem içeriği ve partikül büyüklüğü gibi faktörlerden etkilenmekte olup, Carr Index ve Hausner oranına göre belirlenmektedir. CI ve HR değerleri sırasıyla; <15 (çok iyi), 15-20 (iyi), 20-35 (orta) ve >35 (kötü) ve <1.2 (düşük), 1.2-1.4 (orta) ve >1.4 (yüksek) olarak değerlendirilmektedir (Jinapong vd., 2008). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre turp tozlarının akabilirlik (CI) değerleri 42.89-80.00 arasında değişmiştir. Tüm turp örneklerinin kötü akabilirlik özelliği gösterdiği, en zayıf akabilirlik özelliği gösteren örneğin ise karpuz turp örnekleri olduğu tespit edilmiştir. Toz örneklerin yapışkanlık (HR) değerleri ise 1.75-5.00 arasında tespit edilmiş olup, karpuz turpundan elde edilen tozların yapışkanlık özelliklerinin diğer turp çeşitlerinden elde edilen örneklere göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Toz gıdaların akabilirlik ve yapışkanlık özellikleri depolama, paketleme, taşıma gibi faktörler açısından önemlidir. Elde edilen verilere göre karpuz turp örneklerine ait tozların diğer örneklere göre, zayıf akabilirlik ve yüksek yapışkanlık özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Toz ürünlerin akabilirliklerinin iyi olması ve yapışkan olmamaları özellikle toz formundaki karışımlarda (hazır çorba, puding vb.) kullanımları açısından önemlidir. Bu durumda Daikon beyaz uzun turp çeşitlerine ait tozların çalışmada kullanılan turp örneklerine ait tozlar arasında daha akışkan ve daha az yapışkan özellik göstermesi ile gıda formülasyonlarında değerlendirilebilir olduğu düşünülebilir.

### SONUÇLAR

Bu çalışmada, farklı şekillerde tüketilen 6 farklı turp çeşidine ait toz örneklerin fiziksel, kimyasal, termal, fonksiyonel ve toz özellikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Daikon uzun beyaz turp örneklerinin daha parlak ve sarı olduğu, Antep tur örneklerine ait tozların ise daha kırmızı olduğu belirlenmiştir. Turp örneklerinin protein içerikleri birbirine yakın değerler göstermiş olsa da, Daikon uzun pembe ve siyah turp tozları diğer örneklerden daha düşük protein ve yağ içeriğine sahip örnekler olarak belirlenmiştir. Biyoaktif bileşen içeriklerine göre şalgam turpunun TFM ve BFM miktarları ve Antep turpunun SFM miktarı ile antioksidan aktivite değerleri genel olarak diğer turp örneklerinden daha üstün bulunmuştur. Turp çeşitleri arasında şalgam turpu en düşük entalpi değerini verirken, karpuz turp en yüksek entalpi değeri hesaplanan örnek olarak belirlenmiştir. Daikon uzun pembe turp çeşide ait toz örneklerin köpük kapasitesi diğer örneklerden daha yüksekken, su absorpsiyonu açısından zayıf kalmıştır. Antep turp çeşidi en kısa sürede çözünen ancak dağılılırlığı en düşük olan örnek olarak belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirilecek olursa; şalgam ve Antep turp çeşitlerinin biyoaktif bileşenler açısından olduğu kadar yağ ve su absorpsiyon değerlerinin yüksek olduğu belirlenirken, köpük özelliklerinin önemli olduğu formülasyonlarda Daikon uzun pembe turp çeşidinin kullanılabilirliği sonucu elde edilmiştir. Bununla birlikte turp tozlarının gıda formülasyonlarında toz özellikleri iyileştirici ve biyoaktif bileşenler açısından zenginleştirme ajanı olarak kullanılması konusunda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

### KAYNAKÇA

AACC (1990). Approved methods of the AACC. 8th ed., American Association of Cereal Chemists Saint Paul, MN, USA.

Al-Shehbaz, I.A., Beilstein, M.A., Kellogg, E.A. (2006). Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. *Plant Systematics and Evolution*, 259: 89-120.

- Ankita, P.K., Prasad, K. (2015). Characterization of dehydrated functional fractional radish leaf powder. *Der Pharmacia Lettre*, 7(1): 269-279.
- Apak, R., Güclü, K., Özyürek, M., Celik, S.E. (2008). Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchimica Acta*, 160 (4): 413-419. DOI 10.1007/s00604-007-0777-0.
- Arıcı, M. (2016). Fonksiyonel Bir Bileşen Olarak Gölevez (*Colocasia esculenta* L. Schott) Ununun Fırıncılık Ürünlerinde Kullanımı.
- Ayala-Silva, T., Winterstein, R.J., Meerow, A.W., Winterstein, M., Cervantes, C., Brown, J. S. (2005). Determination of color and fruit traits of half-sib families of mango (*Mangifera indica* L.). In *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 118: 253-257.
- Barbosa-Cánovas, G.V., Ortega-Rivas, E., Juliano, P., Yan, H. (2005). Particle properties. *Food Powders: Physical Properties, Processing, and Functionality*, 19-54.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., Sapirstein, H.D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82 (4): 390-393.
- Bilgiçli, N. (2002). Fitik Asitin Beslenme Açısından Önemi ve Fitik Asit Miktarı Düşürülmüş Gıda Üretim Metotları. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 16(30): 79-83.
- Bors, M.D., Semeniuc, C.A., Socaci, S., Varva, L., Moldovan, O., Vlaic, R., Tofana, M. (2015). Total phenolic content and antioxidant capacity of radish as influenced by the variety and vegetative stage. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 72(1): 77-81.
- Cai, Y.Z., Corke, H. (2000). Production and properties of spray-dried *Amaranthus betacyanin* pigments. *Journal of Food Science*, 65(7): 1248-1252.
- Çalışkan Koç, G. (2018). Püskürtmeli kurutucu ile ıspanak ve havuç sularının kurutulması ve örnek gıda sisteminde denenmesi.
- Cemeroğlu, B., Özkan, M. (2004). Kurutma teknolojisi. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, 2, 479-618 s.
- Chegini, G.R., Ghobadian, B. (2005). Effect of spray-drying conditions on physical properties of orange juice powder. *Drying Technology*, 23(3): 657-668.
- Chen, X.D., Patel, K.C. (2008). Manufacturing better quality food powders from spray drying and subsequent treatments. *Drying Technology*, 26(11): 1313-1318.
- Chihoub, W., Dias, M.I., Barros, L., Calhelha, R.C., Alves, M.J., Harzallah-Skhiri, F., Ferreira, I.C. (2019). Valorisation of the green waste parts from turnip, radish and wild cardoon: Nutritional value, phenolic profile and bioactivity evaluation. *Food Research International*, 126: 108651.
- De Nicola, G. R., Bagatta, M., Pagnotta, E., Angelino, D., Gennari, L., Ninfali, P., ... Iori, R. (2013). Comparison of bioactive phytochemical content and release of isothiocyanates in selected brassica sprouts. *Food Chemistry*, 141(1): 297-303.
- Enkhtuya, E., Tsend, M. (2020). The effect of peeling on antioxidant capacity of black radish root. *Italian Journal of Food Science*, 32(3).
- Famuwagun, A.A., Alashi, A.M., Gbadamosi, S.O., Taiwo, K.A., Oyedele, D.J., Adebooye, O.C., Aluko, R.E. (2020). Comparative study of the structural and functional properties of protein isolates prepared from edible vegetable leaves. *International Journal of Food Properties*, 23(1): 955-970.
- Fang, Y., Selomulya, C., Chen, X.D. (2007). On measurement of food powder reconstitution properties. *Drying Technology*, 26(1): 3-14.
- Gong, Z., Zhang, M., Mujumdar, A.S., Sun, J. (2007). Spray drying and agglomeration of instant bayberry powder. *Drying Technology*, 26(1): 116-121.
- Goula, A.M., Adamopoulos, K.G. (2008). Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. Powder properties. *Drying Technology*, 26(6): 726-737.
- Goyeneche, R., Roura, S., Ponce, A., Vega-Gálvez, A., Quispe-Fuentes, I., Uribe, E., Di Scala, K. (2015). Chemical characterization and antioxidant capacity of red radish (*Raphanus sativus*

- L.) leaves and roots. *Journal of Functional Foods*, 16: 256-264.
- Graf, E., Empson, K.L., Eaton, J.W. (1987). Phytic acid. A natural antioxidant. *Journal of Biological Chemistry*, 262(24): 11647-11650.
- Graham, D.E., Phillips, M.C. (1976). The conformation of proteins at the air-water interface and their role in stabilizing foams. *Foams*, 237-255.
- Gunaratne, A., Hoover, R. (2002). Effect of heat-moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. *Carbohydrate Polymers*, 49(4), 425-437.
- Gyamfi, M.A., Yonamine, M., Aniya, Y. (1999). Free-radical scavenging action of medicinal herbs from Ghana: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries. *General Pharmacology: The Vascular System*, 32(6), 661-667.
- Haug, W., Lantzsch, H.J. (1983). Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34: 1423-1426. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740341217>.
- Hayta, M., Alpaslan, M., Baysar, A. (2002). Effect of drying methods on functional properties of tarhana: A wheat flour-yogurt mixture. *Journal of Food Science*, 67(2): 740-744.
- Jaime, L., Mollá, E., Fernández, A., Martín-Cabrejas, M.A., López-Andréu, F.J., Esteban, R.M. (2002). Structural carbohydrate differences and potential source of dietary fiber of onion (*Allium cepa* L.) tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1): 122-128.
- Jinapong, N., Suphantharika, M., Jamnong, P. (2008). Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84(2): 194-205.
- Joo, S.Y., Park, J.D., Choi, Y.S., Sung, J.M. (2017). Quality characteristics and antioxidant activity of red radish (Bordeaux and watermelon radish) tea with use of different processing methods. *The Korean Journal of Food And Nutrition*, 30(5): 908-915
- Jumah, R.Y., Tashtoush, B., Shaker, R.R., Zrai, A.F. (2000). Manufacturing parameters and quality characteristics of spray dried jameed. *Drying Technology*, 18(4-5): 967-984.
- Kaushal, P., Sharma, H.K. (2014). Effect of incorporating taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*), and pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour blends on noodle properties. *International Journal of Food Properties*, 17(4): 765-781.
- Khedr, A., El Sheikh, N. (2016). Antidiabetic and Antiatherosclerotic activity of dried red radish roots (*Raphanus sativus* L) on hypercholesterolemic diabetic rats. *Bulletin of the National Nutrition Institute of the Arab Republic of Egypt*, 47(2): 1-31.
- Koç, M., Koç, B., Kaymak-Ertekin, F. (2011). Toz gıdaların fiziksel karakterizasyon özellikleri. *Akademik Gıda* 9(4): 60-70.
- Koley, T. K., Khan, Z., Oulkar, D., Singh, B. K., Maurya, A., Singh, B., Banerjee, K. (2020). High resolution LC-MS characterization of phenolic compounds and the evaluation of antioxidant properties of a tropical purple radish genotype. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(1): 1355-1366.
- Liyana-Pathirana, C.M., Shahidi, F. (2007). Antioxidant and free radical scavenging activities of whole wheat and milling fractions. *Food Chemistry*, 101(3), 1151-1157.
- Lyu, F., Huang, R.J., Liu, L., Zhou, X., Ding, Y.T. (2015). Effect of slaughter methods on the quality of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*) during refrigerated storage. *Journal of Food Science and Technology*, 52:1742-1747.
- Martinelli, L., Gabas, A.L., Telis-Romero, J. (2007). Thermodynamic and quality properties of lemon juice powder as affected by maltodextrin and arabic gum. *Drying Technology*, 25(12): 2035-2045.
- Méndez-Lagunas, L.L., Cruz-Gracida, M., Barriada-Bernal, L.G., & Rodríguez-Méndez, L.I. (2020). Profile of phenolic acids, antioxidant activity and total phenolic compounds during blue corn tortilla processing and its bioaccessibility. *Journal of Food Science and Technology*, 57: 4688-4696.

- Naczki, M., Shahidi, F. (2004). Extraction and Analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054(1-2): 95-111.
- Ozaki, M.M., Munekata, P.E., de Souza Lopes, A., do Nascimento, M.D.S., Pateiro, M., Lorenzo, J.M., Pollonio, M.A.R. (2020). Using chitosan and radish powder to improve stability of fermented cooked sausages. *Meat Science*, 167: 108165.
- Park, C.H., Baskar, T.B., Park, S.Y., Kim, S.J., Valan Arasu, M., Al-Dhabi, N.A., ... & Park, S.U. (2016). Metabolic profiling and antioxidant assay of metabolites from three radish cultivars (*Raphanus sativus*). *Molecules*, 21(2): 157.
- Pedišić, S., Levaj, B., Dragović-Uzelac, V., Škevin, D., Skendrović Babojević, M. (2009). Color parameters and total anthocyanins of sour cherries (*Prunus cerasus* L.) during ripening. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74(3), 259-262.
- Raczuk, J., Wadas, W., Glozak, K. (2014). Nitrates and nitrites in selected vegetables purchased at supermarkets in Siedlce, Poland. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 65(1).
- Sabuncu, M. (2019). Farklı turp (*Raphanus sativus* L.) tiplerinin antioksidan kapasite ve biyoalınabilirliklerinin belirlenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Bursa, Türkiye, 35 s.
- Shahidi, F., Yeo, J. (2016). Insoluble-bound phenolics in food. *Molecules* 21(9): 1216.
- Shen, D., Sun, H., Huang, M., Zheng, Y., Li, X., Fei, Z. (2013). Radish Base: a database for genomics and genetics of radish. *Plant and Cell Physiology*, 54(2): e3-e3.
- Singh, A., Sharma, S. (2020). Radish. *Antioxidants in Vegetables and Nuts-Properties and Health Benefits*, 209-235.
- Solmaz, İ., Akbaş, F., Erköse, H., Sarı, N., Dal, B. (2017). Farklı dozlarda kükürt uygulamasının turp (*Raphanus sativus* L.)'ta verim ve kalite üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6: 257-262.
- Solmaz, İ., Sarı, N. (2012). Turp ve Tarımı. *Agromedya*, 6: 51-53.
- Tacer, Z. (2008). Bulgurun Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi. İstanbul, Türkiye. 76 s.
- Tafrihi, M., Nakhaei Sistani, R. (2017). E-cadherin/ $\beta$ -catenin complex: a target for anticancer and antimetastasis plants/plant-derived compounds. *Nutrition and Cancer*, 69(5): 702-722.
- Tatsuzawa, F., Saito, N., Toki, K., Shinoda, K., Shigihara, A., Honda, T. (2010). Acylated cyanidin 3-sophoroside-5-glucosides from the purple roots of red radish (*Raphanus sativus* L.)'Benikanmi'. *Journal of The Japanese Society for Horticultural Science*, 79(1): 103-107.
- Vitali, D., Dragojević, I.V., Šebečić, B. (2009). Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114(4): 1462-1469.
- Walde, P.D., Bamnikar, M.D. (2022). Charkokta Harit Varga and Immunity.
- Yılmaz, V. A. (2019). Effects of different cooking and drying methods on phenolic acids, carotenoids, and antioxidant activity of emmer (*Triticum turgidum* ssp. dicoccum) bulgur. *Cereal Chemistry*, 96(6). 1093-1102.
- Yılmaz, V.A., Koca, A.F. (2017). Effect of different production techniques on bioactive compounds and antioxidant capacity of einkorn (*Triticum monococcum* L.) and durum (*Triticum turgidum* subsp. durum) bulgur. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(1): 269-277.
- Zitvogel, L., Pietrocola, F., Kroemer, G. (2017). Nutrition, inflammation and cancer. *Nature Immunology*, 18(8): 843-850.