

KURUTULMUŞ KARADUT (*MORUS NIGRA*) VE ŞIRASININ BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, FENOLİK PROFİLİ, ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI*

Memnune ŞENGÜL¹, Oğuzhan YAVAŞ^{2}, İsa Arslan KARAKÜTÜK³**

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

²Erzurum Büyükşehir Belediyesi, Esker A.Ş., Erzurum, Türkiye

³Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye

Geliş /Received 30.06.2025; Kabul /Accepted: 03.11.2025; Online baskı /Published online: 20.11.2025

Şengül M., Yavaş, O., Karakütük, İ. A. (2025). Kurutulmuş karadut (*Morus nigra*) ve şirasının bazı fizikokimyasal özellikleri, fenolik profili, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesinin karşılaştırılması. GIDA (2025) 50 (6) 1137-1150 doi: 10.15237/ gida.GD25082

Şengül M., Yavaş, O., Karakütük, İ. A. (2025). Comparison of some physicochemical properties, phenolic profile, antioxidant and antimicrobial activity of dried black mulberry (*Morus nigra*) and its syrup. GIDA (2025) 50 (6) 1137-1150 doi: 10.15237/ gida.GD25082

ÖZ

Bu çalışmada kurutulmuş karadut ve ondan üretilen şıranın bazı fizikokimyasal özellikleri, toplam fenolik ve toplam antosiyanin madde miktarı, fenolik profili, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Renk parametrelerinden L* (açıklık-koyuluk) değerinin, şırada meyveden daha yüksek (18.24-12.21) olduğu belirlenmişken, a* (kırmızı-yeşil) (0.72-1.64), b* (sarı- mavi) (1.72-3.96), C* (renk doygunluğu) (1.87-4.30) değerlerinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca şıranın toplam kül, pH, toplam fenolik madde miktarı ile DPPH· ve ABTS+· yöntemleriyle belirlenen antioksidan aktivitesinin kurutulmuş karadut meyvesinden daha yüksek, fakat titrasyon asitliği, indirgen şeker, sakkaroz, toplam şeker, 5-hidroksimetilfurfural (HMF) ve toplam antosiyanin miktarlarının ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak elde edilen şıranın düşük şeker içeriği, yüksek fenolik madde ve antioksidan aktivite göstermesi nedeniyle fonksiyonel bir gıda olarak tüketilebilir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, antimikrobiyal aktivite, fenolik profil, karadut (*Morus nigra*), şıra

COMPARISON OF SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES, PHENOLIC PROFILE, ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF DRIED BLACK MULBERRY (*MORUS NIGRA*) AND ITS SYRUP

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine some physicochemical properties of the dried black mulberry and the syrup produced from it, as well as to evaluate their total phenolic and anthocyanin contents, phenolic profiles, antioxidant and antimicrobial activities. While the L* (lightness-darkness) value from the color parameters was determined to be higher in syrup than in fruit (18.24-12.21), the a*

* Bu çalışma, Oğuzhan Yavaş'ın Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde kabul edilen yüksek lisans tezinin bir kısmıdır / This paper is a part of Oğuzhan Yavaş's MS thesis accepted at Atatürk University.

**Sorumlu yazar / Corresponding author

✉: oguzhanyavas91@gmail.com

☎: (+90) 531 369 3437

Memnune Şengül; ORCID no: 0000-0003-3909-2523

Oğuzhan Yavaş; ORCID no: 0000-0003-1578-6328

İsa Arslan Karakütük; ORCID no: 0000-0002-0317-2882

(red-green) (0.72-1.64), b* (yellow-blue) (1.72-3.96), C* (color saturation) (1.87-4.30) values were determined to be lower. Also it was determined that the total ash, pH, total phenolic content and antioxidant activity determined by DPPH• and ABTS+• methods of the syrup were higher than those of dried black mulberry, but the titratable acidity, reducing sugar, sucrose, total sugar, 5-hydroxymethylfurfural (HMF) and total anthocyanin amounts were lower. As a result, the syrup obtained can be consumed as a functional food due to its low sugar content, high phenolic content and antioxidant activity.

Keywords: Antioxidant activity, antimicrobial activity, phenolic profile, black mulberry (*Morus nigra*), syrup

GİRİŞ

Üzümsü meyvelerden biri olan dut meyvesi farklı iklim, sıcaklık ve toprak şartlarına adaptasyon kabiliyeti yüksek tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişen meyvesinden ve yaprağından yararlanılabilen 73 cinsi ve 100 kadar türü olan bir meyvedir (Erdoğan ve Pırlak, 2005). Halk arasında karadut olarak bilinen *Morus* cinsinin *Moraceae* ailesinin bir üyesi olan karadut (*Morus nigra*) ise ülkemizde yetiştirilen sulu ve yumuşak bir meyvedir (Koyuncu, 2004; Özgen et al., 2009). Anavatanı Çin, Japonya ve Hindistan olan karadut, Akdeniz ülkeleri, ABD, Rusya, Suudi Arabistan ve Asya ülkelerinde de yetiştirilme şartları bulmuştur (Sernikli ve Kadakal, 2020). Karadutun meyvesinden, yaprağından ve ağacından faydalanılabilmektedir. Bazı bölgelerde geçim kaynağı olarak görülen ipek böcekçiliği için yetiştirilen karadut ülkemizde ise daha çok meyvesi için yetiştirilmektedir (Ercisli, 2004). Biyoaktif bileşenlerden olan fenolik maddelerce zengin olması ve iyi bir antioksidan kaynağı olmasının yanı sıra günlük alınması gereken C vitaminini yeterli düzeyde içermesi, organik asit, vitamin ve minerallerce de zengin olması karadutun önemini artırmıştır (Hepsağ et al., 2012). Karadutun, serinletici ve iştah artırıcı özelliğinin yanı sıra ateş ve kan basıncını düşürücü, balgam söktürücü ve kan şekerini düşürücü etki gösterdiği ayrıca antosiyanin bakımından zengin bir meyve olduğu için kalp-damar hastalıkları ve sindirim sistemi kanser tiplerinde de koruyucu etki gösterdiği saptanmıştır (Chen et al., 2006; Gungor ve Sengul, 2008; Sernikli, 2015).

Karadutun kısa sürede bozulması ve yumuşak bir tekstüre sahip olmasından ötürü hasadı, taşınması ve pazarlanmasında zorluklar ortaya çıkmaktadır. Raf ömrü çok kısa olan karadut konsantre,

pekmez, marmelat, reçel ve şurup gibi ürünlere işlenerek; dondurularak dondurma, reçel, meyve suyu, meyveli yoğurt üretiminde kullanılarak daha fazla endüstriyel ürünlerde değerlendirilme imkânı bulmaktadır (Erdoğan ve Pırlak, 2005; Özgen et al., 2009).

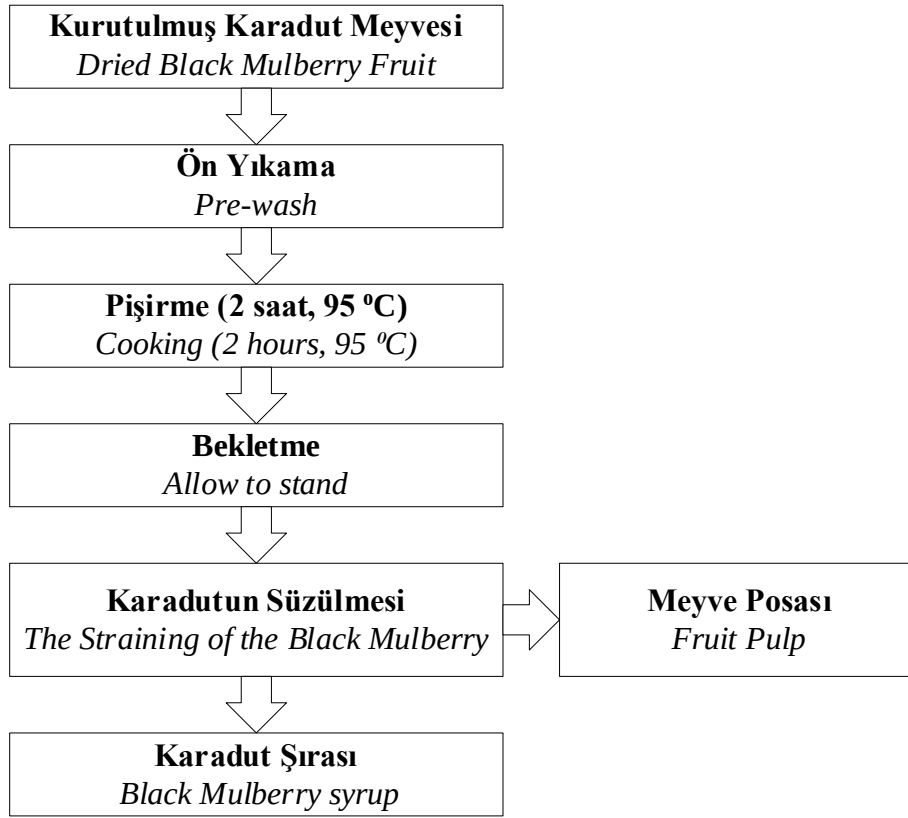
Kuru ve sofralık değerlendirilen dutların dışında kalanların ürüne dönüştürülmesi için şırası alınmalıdır. Meyvelere bazı işlemler uygulanarak şıra üretilmektedir. Şıra, fermentasyon sürecinden geçmesi ve tatlandırıcı eklenmemesinden dolayı şurup ve şerbetten farklı bir içecektir. Yapılan bu çalışmada da kurutulmuş karadutun ve bu meyveden elde edilen şıranın bazı fizikokimyasal özellikleri, toplam fenolik ve antosiyanin madde miktarı, fenolik profili, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitesinde meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırmada Artvin ili Yusufeli ilçesi piyasasından temin edilen geleneksel yöntemlerle kurutulmuş kara dut kullanılmıştır. Geleneksel yöntemle kurutma işlemi, dut üreticisi tarafından kara dutun temiz bir bez üzerine serilerek, 3-7 gün süreyle güneşte kurutulmasıyla gerçekleştirilmiştir. Şıra, kuru dutlar kullanılarak Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve ve Sebze İşleme Laboratuvarı'nda üretilmiştir.

Karadut şırası üretimi

Çelik tencereye kuru karadut ve su (2 L su/1 kg kuru dut) konularak 95 °C'de 2 saat pişirilmiştir. Ardından pişirilmiş dutlar, oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra bez torbalara konulup preslenerek karadut şırası elde edilmiştir. Şekil 1'de karadut şırası üretim akış şeması verilmiştir.



Şekil 1. Karadut şırası üretim akış şeması (Boranbayeva et al., 2014)

Figure 1. Black mulberry syrup production flow chart

Fizikokimyasal analizler

Kurutulmuş karadut ve şıra örneklerinde pH, titrasyon asitliği, kül, suda çözünür kuru madde (SÇKM), volumetrik Lane-Eynon metodu ile sakkaroz, indirgen şeker ve toplam şeker miktarı, spektrofotometrik yöntemle 5- hidroksi metil furfural (HMF) miktarı (Cemeroğlu, 2013), kolorimetre (Chroma Meter, CR- 200, Japan) ile L*, a*, b* değerleri belirlenmiş ve bu değerler kullanılarak C* ve H° değerleri hesaplanmıştır (Ercisli et al., 2011; Turfan, 2008; Zor ve Şengül, 2020).

Toplam antosiyanin tayini için ekstraksiyon hazırlanması

Toplam antosiyanin tayini ekstraksiyonu için Wrolstad (1993)'ın uyguladığı pH diferansiyel yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Plastik tüplere kurutulmuş karaduttan 12.5 g, şıradan 12.5 ml aktararak üzerleri asitlendirilmiş metanol ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Manyetik karıştırıcıda (HI 190M, HANNA) tüpler 3 dakika

karıştırıldıktan sonra soğutmalı santrifüjde (Hettich Mikro 22 R, Germany) 15 dakika 6000 rpm'de 4 °C'de santrifüj edilmiştir. Örneklerde renk açılması son bulana kadar bu işlem tekrarlanmış ve ardından adi filtre kağıdıyla süzölmüştür. Ekstraktlar analiz edilinceye kadar - 20 °C'de muhafaza edilmişlerdir.

Toplam antosiyanin tayini

Ekstraktlardan 1 ml alınarak potasyum klorür (pH 1.0) ve ardından sodyum asetat (pH 4.5) tamponlarıyla karıştırılarak 50 ml'ye tamamlanıp 30 dakika bekletildikten sonra 515 nm ve 700 nm'de UV-Vis (PG Instruments, TV60) spektrofotometrede absorbsanları ölçölmüştür. Sonuçlar mg/L olarak belirtilmiş ve antosiyanin miktarı aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2011).

$$A = A_{515} - A_{700} \text{ pH (1.0)} - (A_{515} - A_{700}) \text{ pH (4.5)}$$

$$\text{Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı (mg/L)} = \frac{A \times MA \times SF \times 1000}{\epsilon \times L}$$

Formülde; A= Absorbans Farkı, MA= Molekül ağırlığı, SF= Seyreltme faktörü, ϵ = Molar absorbans ve L = Okuma küvetinin tabaka kalınlığı (L= 1 cm) ifade etmektedir.

Antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde tayini için ekstrakt hazırlanması

Ekstraksiyon için kuru dut örneğinden 25 gr, sıradan 25 ml alınarak üzerlerine %90'lık etanol-su (90:10) 75 ml ilave edilip Orbital karıştırıcıda (Orbital Shaker SSL1, UK) 6 saat 210 rpm'de karıştırılmıştır. Ardından Whatman No: 1 filtre kağıdından süzülen karışımda bulunan etanol rotary vakum evaporatör (Heidolph Laborota 4000 Efficient, Germany) yardımıyla uzaklaştırıldıktan sonra kalan kısım tüplere alınarak saf suyla 25 ml'ye tamamlanmıştır. Ekstraktlar -20 °C'de analizler yapılincaya kadar muhafaza edilmişlerdir (Sengül et al., 2012).

Toplam fenolik madde tayini

Ekstrakttan 10 ml alınarak üzerine %90 etanol-su karışımından 10 ml eklendi ve orbital karıştırıcıda (Orbital Shaker SSL1, UK) 30 dakika karıştırılmıştır. Bu karışımdan 1 ml alınarak üzerine 46 ml saf su ve 1 ml Folin-Ciocalteu ilave edilerek 3 dakika bekletilmiştir. Ardından %2'lik Na₂CO₃ çözeltisinden 3 ml eklenerek 210 rpm'de 2 saat orbital karıştırıcıda (Orbital Shaker SSL1, UK) karıştırılmıştır. Örneklerin absorbans değerleri UV-Vis (PG Instruments, TV60) 760 nm dalga boyunda spektrofotometrede belirlenmiştir. Numunelerin fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (µg GAE/mg) cinsinden belirlenmiştir (Gülçin et al., 2002).

DPPH• yöntemiyle antioksidan aktivite tayini

Ekstraktlardan ayrı ayrı tüplere 10, 20 ve 30 µL alınarak her bir tüp etanolle toplamda 2000 µL'ye tamamlanmıştır. Ardından üzerlerine DPPH• radikalinden 500 µL eklenerek karanlık ortamda 30 dakika inkübasyona bırakılmışlardır. Örneklerin absorbansları bu sürenin sonunda spektrofotometrede 517 nm'de okunmuştur.

Antioksidan standart eğri grafiği için DPPH• radikalinden (100 µL - 1000 µL) tüplere alınmış ve üzerleri etanolle 2500 µL'ye tamamlanmıştır. Ardından tüpler 30 dakika oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilmiş ve absorbans değerleri UV-Vis (PG Instruments, TV60) spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda okunmuştur. DPPH• inhibisyonu aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{DPPH\cdot} - A_{ÖRNEK}}{A_{DPPH\cdot}} \times 100$$

Formülde; A_{ÖRNEK}: Örnek çözeltisinin absorbans değerini, A_{DPPH•}: DPPH• çözeltisinin absorbans değerini ifade etmektedir.

Antioksidanların farklı konsantrasyonlarına karşı hesaplanan %inhibisyon değerleri ile %50 inhibisyonuna sebep olan konsantrasyonu saptanmış ve sonuçlar IC₅₀ (µg/ml) olarak belirtilmiştir (Huang et al., 2005).

ABTS+• yöntemiyle antioksidan aktivite tayini

ABTS+• yöntemiyle antioksidan aktivite Köksal et al. (2009)'a göre belirlenmiştir. Tüplere kuru karadut ve sıra ekstraktlarından 10-20-30 µl eklenerek etanol ile her bir tüp 1500 µl'ye tamamlanmış daha sonra ABTS+• radikal çözeltisinden tüplere 0.5'er ml aktarılacak yarım saat karanlık bir ortamda inkübe edilmiştir. Etanol kör olarak kullanılmış ve absorbanslar 734 nm'de belirlenmiştir. Kontrol: 0.5 ml ABTS+• 1.5 ml etanolden oluşturulmuştur. Standart antioksidanlarla (BHA, BHT, troloks ve α-tokoferol) örnekler karşılaştırılmıştır. Ölçülen absorbans değerleri ile %inhibisyon aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Kaur and Kapoor, 2002).

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{ABTS+ \cdot} - A_{ÖRNEK}}{A_{ABTS+ \cdot}} \times 100$$

Formülde; A_{ÖRNEK} = Örneğin absorbans değerini, A_{ABTS+•} = ABTS+• çözeltisinin absorbans değerini ifade etmektedir.

Fenolik madde profili ve antimikrobiyel aktivite analizi için ekstrakt hazırlanması

Fenolik madde profili için ekstraksiyon işlemi Coklar and Akbulut (2017)'a göre gerçekleştirilmiştir. Kurutulmuş karaduttan 5 g, sıradan 5 ml alınarak üzerlerine %80'lik metanol-su (80:20) karışımından 25 ml eklenip orbital karıştırıcıda (Orbital Shaker SSL1, UK) 2 saat karıştırılmıştır. Daha sonra örnekler 4 °C'de 10 dakika 5180 rpm'de soğutmalı santrifüjde (Hettich Mikro 22 R, Germany) santrifüjleme işlemine tabi tutulduktan sonra Whatman No:1 filtre kâğıdıyla süzölmüştür. Bu işleme örnekler renksizleşinceye kadar devam edilmiştir. Elde edilen süzöntü içindeki metanol rotary vakum evaporatör (Heidolph Laborota 4000 Efficient, Germany) ile uzaklaştırıldıktan sonra ekstraktlar -20 °C'de analiz yapılana kadar muhafaza edilmiştir.

HPLC ile fenolik madde profili analizi

Bu analiz için sep-pak C₁₈ kartuş ve vakum manifold (Supelco) kullanılmıştır. Manifold vasıtasıyla kartuştan sırasıyla metanol (5 ml), HCl 0.01 N (5 ml), ekstrakt (1 ml) ve 0.01 N HCl (1 ml) geçirildikten sonra 5'er ml metanol 2 defa geçirilerek balona aktarılmıştır. Daha sonra metanol, 35 °C ve 85 rpm'de rotary vakum evaporatör ile uzaklaştırılmıştır. Son durumda balona 250 µl metanol iki kez eklenerek, 0.45 µm membran filtrelerden geçirilmiş ve 1 ml'lik HPLC viallerine alınarak HPLC cihazına yerleştirilmiştir. Ters faz C₁₈ kolonu (5 µm parça iriliği, 250 x 4.6 mm) kullanılmıştır (Coklar ve Akbulut, 2017).

Antimikrobiyel aktivite tayini

Antimikrobiyel aktivite analizinde test edilen mikroorganizmalar, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Mikrobiyolojisi Laboratuvarı Kültür Koleksiyonu'ndan temin edilmiş ve kuyu difüzyon yöntemi kullanılarak sonuçlar belirlenmiştir (Altundağ, 2007). Bakteriler, mayalar ve küfler için hazırlanan süspansiyonlardan her birinden 100'er µL alınarak; bakteriler için Nutrient Agar, mayalar ve küfler için ise Potato Dextrose Agar besiyerlerinin yüzeyine steril drigalski spatülleri yardımıyla homojen şekilde yayılmıştır. Ardından, ekstraktlar

ve antibiyotiklerin uygulanabilmesi amacıyla, petriler üzerinde birbirine eşit uzaklıkta ve 5 mm çapında olacak şekilde toplam sekiz adet kuyucuk açılmıştır. Ortadaki kuyucuklara pozitif kontrol olarak bakterilerde Ofloxacin, mayalar ve küflerde ise Amphotericin B'den 20 µL; negatif kontrol olarak DMSO'dan 20 µL eklenmiştir. Diğer kuyucuklara ise hazırlanmış ekstrakt örneklerinden 20'şer µL yerleştirilmiştir.

Analizde örneklerin antimikrobiyel aktiviteleri *Saccharomyces cerevisiae* (BC 6541), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027), *Aspergillus niger* (ATCC 16888), *Candida albicans* (ATCC 1223), *Escherichia coli* (BC 1402), *Bacillus cereus* (ATCC 33019), *Penicillium roqueforti* (BC 111), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213)'a karşı test edilmiştir.

Araştırmada test edilen mikroorganizmaların tanısı (Bergey, 1994), Klasik Tanımlama Testleri ve Mikrobiyal İdentifikasyon Sistemi ile doğrulanmıştır.

İstatistiksel analizler

Araştırmada 2 örnekte (kurutulmuş karadut ve sıra) analizler 3 paralelli olarak tam şansa bağlı deneme planına göre gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları IBM SPSS Statistics 22 paket programı kullanılarak gruplar arasındaki farklılığı belirlemek için t testi kullanılmıştır. Değişkenler arasında Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Fizikokimyasal özellikler

Kurutulmuş karadut ve sıranın bazı fizikokimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmada, örnek çeşidinin L*, a*, b*, C* değerlerinde istatistiki olarak çok önemli seviyede etkili olduğu tespit edilmiştir (p<0.01). Karadutta L* değeri 12.21, sırada ise 18.24 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Meyvenin işlenmesi sırasında su ilavesinin, L* değerinde artış meydana getirdiği yani rengin açılmasına sebep olduğu düşünülmektedir. CIE (L*a*b*) uluslararası renk tanımlama sistemine göre L* değeri (0 -koyu ve 100 -parlak, açık) parlaklık derecesini göstermektedir (Özen, 2008; Polatoğlu, 2013). Kurutulmuş karadut ve sırada L* değerinin sıfıra

yakın olması bu ürünlerin koyu renkte olduğunu göstermektedir. Erbay (2011), yaptığı çalışmada L* değerini ham sırada pastörize edilmiş şıraya göre daha düşük olarak belirlemiştir. (Dincer et al., 2016), ise L* değerini şırada 17.51 olarak belirlemişken farklı yöntemler kullanarak elde ettiği karadut konsantrelerinde ise L* değerini 17.57 ve 17.60 olarak belirlemişlerdir. Çapanoğlu

ve Boyacıoğlu (2009), meyve ve ürünlerinin bileşiminin iklim koşullarından, ürüne işleme sırasında uygulanan ısı işlem ve süresinden, depolama süresi ve ortam sıcaklığından ve ışık gibi faktörlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız araştırma sonuçları ile önceki araştırma sonuçları benzerlik göstermektedir.

Çizelge 1. Kurutulmuş karadutun ve şırasının bazı fizikokimyasal özellikleri
Table 1. Some physicochemical properties of dried black mulberry and its syrup

Özellikler Features	N	Ürün Çeşitleri Product Types		Önem Seviyesi Significance Level
		Kurutulmuş Karadut Dried Black Mulberry	Şıra Syrup	
L*	3	12.21±1.13 ^b	18.24±0.5 ^a	**
a*	3	+1.64±0.34 ^a	+0.72±0.01 ^b	**
b*	3	+3.96±0.29 ^a	+1.72±0.08 ^b	**
C*	3	4.30±0.15 ^a	1.87±0.08 ^b	**
H°	3	67.40±0.15 ^a	67.21±0.15 ^a	ns
Suda çözünür kuru madde (%) Water-soluble dry matter (%)		-	19.90	-
Kül (%) Ash (%)	3	4.39±0.15 ^a	4.96±0.15 ^a	ns
pH	3	5.47±0.18 ^b	5.78±0.03 ^a	**
Titrasyon asitliği (%) Titratable acidity (%)	3	1.30±0.09 ^a	0.24±0.00 ^b	**
İndirgen şeker (g/100g) Reducing sugar (g/100g)	3	83.40±0.95 ^a	12.93±0.39 ^b	**
Sakkaroz (g/100g) Sucrose (g/100g)	3	4.01±0.96 ^a	0.97±0.24 ^b	**
Toplam şeker (g/100g) Total sugar (g/100g)	3	87.41±2.47 ^a	13.90±0.18 ^b	**
HMF (mg/kg)	3	1.50±1.05 ^a	1.31±0.89 ^a	ns

Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı satırdaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Means with the different letter within a row are significantly different

*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde çok önemli, ns: önemsiz

*p<0.05 level is significant, **p<0.01 level is highly significant, ns: not significant

Şıranın a* değeri +0.72, kurutulmuş karadutun ise +1.64 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu duruma uygulanan ısı işlem ve diğer faktörlerin etkisiyle meyveye rengini veren antosiyaninlerin parçalanmasının sebep olduğu düşünülmektedir. Isıl işlem gören gıdalarda a* değerinde meydana gelen azalmalara, uygulanan sıcaklığın derecesi ve süresinin, ortamdaki oksijenin varlığının ve ışık gibi faktörlerin neden olduğu belirtilmiştir (Cavalcanti et al., 2011; Kalt, 2005; Perucka and

Materska, 2007; Sernikli, 2015). Dincer et al. (2016), şırada a* değerini + 0.17 olarak belirlemişlerken; karadut konsantresinde bu değer azaldığını tespit etmişlerdir. Erceyes (2014), vişne suyu konsantresi üretimi sırasında a* değerinde azalma olduğunu belirlemiştir. Uzuner (2008), nar suyuna ısı işlem uygulandığında a* değerinde azalma meydana geldiğini tespit etmiştir. Örneklerin b* değeri şırada +1.72, meyvede +3.96 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Benzer şekilde önceki çalışmalarda da Erceyes (2014), vişne suyu konsantresi üretiminde; Uzuner (2008), nar suyunun pastörizasyonunda b* değerinde azalma olduğunu saptamışlardır.

C* değerinin sırada (1.87) meyveden (4.30) daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). C* değeri renk düzleminin 0 noktasında rengin matlığını ifade ederken, bu noktadan uzaklaştıkça ise rengin parlaklığının arttığını ifade etmektedir (Özen, 2008). Şıra üretimi sonucunda C* değerinde a* ve b* değerlerindeki azalmalara paralel olarak düşüş gerçekleşmiş olup, bu azalma rengin matlaştığını göstermektedir. Erbay (2011), karadut ham suyuna pastörizasyon uygulanması ile, Erceyes (2014), vişne suyunun konsantreye işlenmesiyle C* değerlerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Sonuçlar, yaptığımız çalışmanın literatür ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Örneklerde H° değerinin 67.21-67.40 arasında değiştiği, sırada meyveye göre azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1 incelendiğinde kurutulmuş karadut ve sıranın sırasıyla pH değeri 5.47-5.78, titrasyon asitliği ise %1.30-0.24 olarak belirlenmiş, sıranın titrasyon asitliğinin meyveden daha düşük ve pH değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu duruma şıra üretimi sırasında ortama ilave edilen suyun nispi bir azalma meydana getirerek sebep olduğu düşünülmektedir. Daha önceki çalışmalarda Erbay (2011), sıranın karadut konsantresine işlenmesiyle pH değerinin azaldığını saptamıştır. Dincer et al. (2016), sırada pH değerini 3.74, farklı yöntemlerle üretilen karadut konsantresinde ise 3.63 ve 3.73 olarak tespit ederken, Boranbayeva (2011), sırada 3.91 olarak tespit ettiği pH değerinin konsantrede 3.29'a düştüğünü belirlemiştir. Örneklerin indirgen şeker miktarları meyvede 83.40 g/100g, sırada 12.93 g/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Üretim sırasında su ilavesi nedeniyle kuru meyveye göre sıranın indirgen şeker içeriği azalmıştır. İndirgen şekerler diğer taraftan da şıra üretimi sırasında gerçekleşen Maillard reaksiyonuna katılmaktadırlar. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından olan Maillard reaksiyonu, gıdalardaki indirgen şekerler

ile serbest aminoasitlerin, proteinlerin ya da peptitlerin serbest amino grupları arasında oluşmaktadır (Yıldız et al., 2010).

Kurutulmuş karadutta sakkaroz miktarının 4.01 g/100g, sırada 0.97 g/100g olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Şıra üretilirken ortama su ilave edilmesiyle ve ısı uygulamasıyla gerçekleşen inversiyon sebebiyle sırada sakkaroz miktarında azalma olduğu düşünülmektedir. Şekerli gıdaların üretimi esnasında sakkaroz miktarı ortamın sıcaklığına ve asitliğine bağlı olarak inversiyona uğramakta ve azalmaktadır (Karataş and Şengül, 2018). Araştırmada toplam şeker miktarı kurutulmuş karadutta (87.41 g/100g) sıradan (13.90 g/100g) daha yüksek olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Kurutulmuş karaduttan şıra elde edilirken sakkaroz ve indirgen şeker miktarında meydana gelen azalmaya bağlı olarak toplam şeker miktarında da azalma meydana gelmiştir.

Örneklerin HMF miktarı kurutulmuş karadutta ve sırada sırasıyla 1.50 mg/kg ve 1.31 mg/L olarak tespit edilmiş olup, sırada HMF miktarının daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Boranbayeva (2011), HMF miktarını sırada 45.70 mg/L, karadut konsantresinde 93.22 mg/kg olarak saptamıştır. Hepsağ et al. (2016), yaptıkları çalışmada farklı tür dut örneklerinde HMF değerlerinin 6,77- 36,15 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir.

Toplam antosiyanin, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite

Kurutulmuş karadutun ve sırasının toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin miktarları ve antioksidan aktivitesi Çizelge 2'de verilmiştir.

Toplam antosiyanin miktarının meyveye göre (165.60 mg/L) sırada (162.54 mg/L) azaldığı ancak bu farklılığın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). Toplam antosiyanin miktarındaki bu azalmanın, uygulanan ısıl işleme ve pH değerindeki değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Gıdalardaki antosiyaninlerin miktarının, gıdanın kimyasal bileşimi, sıcaklık, şekerlerin varlığı, oksijen, pH, askorbik asit, ışık, kopigmentler, ekstraksiyon işlemlerindeki farklılıklar ve ekstraksiyon etkinliği

gibi faktörlerden etkilendiği belirtilmiştir (Cavalcanti et al., 2011; Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2009; Erbay, 2011; Sernikli, 2015).

Çizelge 2. Kurutulmuş karadutun ve şırasının toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin miktarları
Table 2. Total phenolic content and total anthocyanin amounts of dried black mulberry and its syrup

Özellikler Features	N	Ürün Çeşitleri Product Types		Standart Antioksidanlar Standard Antioxidants		Önem Seviyesi Importance Level
		Kurutulmuş Karadut Dried Black Mulberry	Şıra Syrup	Troloks	α-Tokoferol	
Toplam antosiyanin (mg/L) Total anthocyanin (mg/L)	3	165.60±0.23 ^a	162.54±0.14 ^a	-	-	ns
Toplam fenolik madde (µg GAE/mg) Total phenolic content (µg GAE/mg)	3	281.99±2.62 ^b	754.02±33.72 ^a	-	-	**
DPPH· IC ₅₀ (µg/ml)	3	22.35±0.35 ^a	17.61±1.66 ^b	9.35	12.96	**
ABTS+· IC ₅₀ (µg/ml)	3	8.94±0.35 ^a	8.08±0.027 ^a	7.78	7.81	ns

Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı satırdaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Means with the different letter within a row are significantly different

*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde çok önemli, ns: önemsiz

*p<0.05 level is significance, **p<0.01 level is highly significance, ns: not significance

Yapılan çalışmada toplam fenolik madde miktarı kurutulmuş karadutta ve şırasında sırasıyla 281.99-754.02 µg GAE/mg olarak belirlenmiştir. Şırada toplam fenolik madde miktarı meyveden daha yüksek olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Fenolik madde miktarında tespit edilen artışın şıra üretimi sırasında uygulanan ısı işlem ile parçalanmış hücre duvarından ortama fenolik maddelerin daha iyi geçişinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Lo Scalzo et al. (2004) ve Hartmann et al. (2008), ısı işlem uygulamaları sonucunda toplam fenolik madde miktarında görülen değişimin; hücre duvarının parçalanması sonucunda fenolik bileşiklerin ortaya çıkışından, proses sırasında uygulanan ısı işlemin etkisi ile suda çözünabilen fenolik bileşiklerin ortaya çıkışından, indirgen şekerler ve serbest halde bulunan amino asitler arasında Maillard reaksiyonu sonucu oluşan bileşiklerden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Gecer et al. (2016), toplam fenolik madde miktarının meyvenin olgunluk durumuna, hasat dönemine, depolama koşullarına ve tüketim öncesi ısı işlem uygulamalarına (pişirme) gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğini bildirmişlerdir. Boranbayeva (2011), şıraya ısı işlem uygulayarak elde ettiği karadut konsantresinde toplam fenolik madde miktarının yükseldiğini saptamıştır.

Örneklerin antioksidan aktivitesi DPPH· ve ABTS+· yöntemleriyle belirlenmiş ve IC₅₀ değeri (radikalin %50'sinin inhibisyonunu sağlayan miktar) ile hesaplanmıştır. IC₅₀ değeri ile antioksidan aktivite ters orantılıdır (Cemeroğlu, 2010). DPPH· radikal giderme aktivitesi IC₅₀ değeri 17.61 µg/ml (şıra)- 22.35 µg/ml (kurutulmuş karadut) olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Antioksidan aktivitede meydana gelen

artışa ısı işlem sonucu oluşan Maillard reaksiyon ürünlerinin antioksidan etki göstermeleri, düşük molekül ağırlıklı fenolik bileşiklerin serbest kalarak antioksidan aktivite göstermeleri, meyvenin suyunun çıkması sırasında antioksidan aktivite gösteren bileşiklerin çözünürlüklerinin artmasının neden olduğu düşünülebilir. Yıldız et al. (2010), Maillard reaksiyonu ürünlerinin antioksidan özellikler bakımından faydalı etkilerinin olduğunu saptamışlardır. Baltacıoğlu ve Doğanay (2021), yaptıkları çalışmada ısı işlemi antioksidan aktivitede artış meydana getirdiğini belirtmişlerdir. ABTS+• yöntemiyle belirlenen IC₅₀ değeri 8.08 µg/ml (şıra), 8.94 µg/ml

(kurutulmuş karadut) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Kurutulmuş karadutun ve şıranın antioksidan aktiviteleri Troloks ve α-Tokoferol'e göre daha düşük olarak tespit edilmiştir. Meyvenin işlenmesiyle antioksidan aktivite de artmıştır. Bu artışa, ısı işlemin etkisiyle Maillard reaksiyonu ürünlerinin oluşumunun veya polimerizasyon reaksiyonlarının antioksidan özellikte bileşikler oluşturmalarının sebep olabileceği düşünülmektedir (Tomaş, 2013).

Kurutulmuş karadutun ve şıranın fenolik madde profilleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Kurutulmuş karadutun ve şırasının fenolik madde profili
Table 3. Phenolic content profile of dried black mulberry and its syrup

Fenolik Maddeler (µg/ml) Phenolic Compounds (µg/ml)	Örnek Çeşidi Sample Type	
	Kurutulmuş Karadut Dried Black Mulberry	Şıra Syrup
Resveratrol	Te	Te
Kamferol-3- glikozit	Te	Te
Kuersetin	Te	Te
Klorojenik asit	49.9	Te

Te: Tespit edilemedi
nd: not detected

Çalışmada üzüm sü meyvelerde yüksek miktarda bulunan ve fenolik bileşiklerden olan resveratrol ile kamferol-3- glikozit, kuersetin ve klorojenik asitin kurutulmuş karadut ve şıradaki miktarlarının varlığı analiz edilmiştir. Kurutulmuş karadut ve şıradaki standart olarak kullanılan fenolik profillerden resveratrol, kamferol-3- glikozit, kuersetin tespit edilememiştir. Klorojenik asit ise karadutta 49.8 µg/ml olarak belirlenmiş, şıradaki ise belirlenememiştir. Klorojenik asit miktarını karadut örneklerinde Gundogdu et al. (2011), 3.11 mg/g, Gundogdu et al. (2018), 53.13 mg/100g, olarak belirlemişlerdir. Tomaş (2013), şıra ve karadut reçelinde klorojenik asit miktarını sırasıyla 84.9 mg/100g ve 8.5 mg/100g olarak belirlemiştir. Isıl işlem uygulanan ürünlerde uygulanan sıcaklık derecesi ve süresinin fenolik profili miktarında azalmaya sebep olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Sitotoksik özelliğinden dolayı klorojenik asit kolon, lösemi,

prostat ve meme kanseri gibi kanser türlerinde kanserli hücrelerin büyümesini önlemektedir (Naso et al., 2014).

Şekil 2'de Kurutulmuş karadutun klorojenik asit içeriğine ait HPLC kromatogramı verilmiştir.

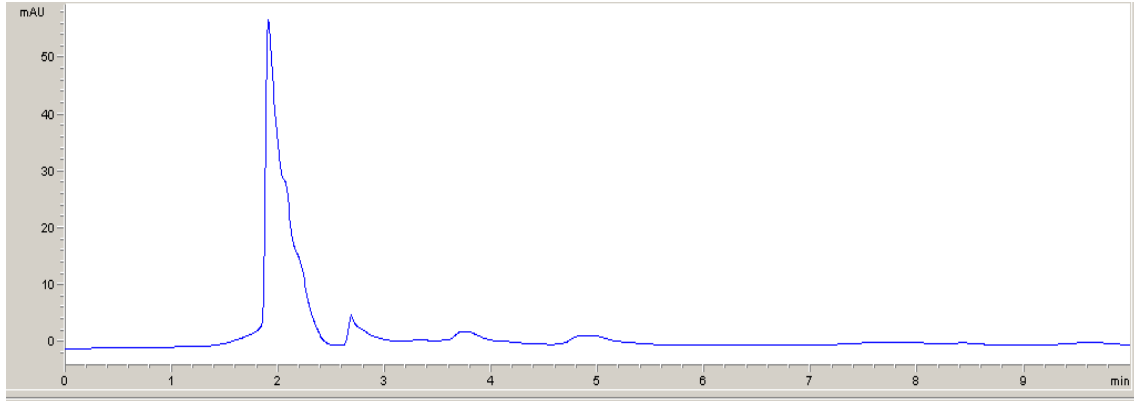
Antimikrobiyel Aktivite

Kurutulmuş karadutun ve şırasının antimikrobiyel aktivitesi Çizelge 4'te verilmiştir.

Yapılan araştırmada kurutulmuş karadutun ve şıranın test edilen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel aktivite göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4). Karadutta, kurutma ve depolama sırasında uygulanan sıcaklık, süre ve ışık gibi faktörlerin etkisiyle antimikrobiyel maddeler parçalanmış olabileceğinden dolayı test edilen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel aktivite göstermediği düşünülmektedir. Bu durum, bir

gıdanın biyoaktif bileşenleri üzerine hammaddenin ve hammaddeye uygulanacak

işlemlerin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Akbal ve Vural, 2018).



Şekil 2. Kurutulmuş karadutun klorojenik asit içeriğine ait HPLC kromatogramı, 330 nm.

Figure 2. HPLC chromatogram of chlorogenic acid content of dried black mulberry, 330 nm.

Çizelge 4. Kurutulmuş karadut ve şırasının antimikrobiyel aktivitesi

Table 4. Antimicrobial activity of dried black mulberry and its syrup

Örnekler Samples	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Penicillium Rouqforti</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Saccharomyces cerevisia</i>
Kurutulmuş karadut Dried black mulberry	-	-	-	-	-	-	-	-
Şıra Syrup	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphotericin B					-	2.5*	-	-
Ofloxacin	10*	20*	12*	20*				

(*): İnhibisyon zon çapı birimi (mm), (-): İnhibisyon zonu çapının olmadığını göstermektedir

(*): Inhibition zone diameter unit (mm), (-): It shows that the inhibition zone diameter is not

Amphotericin B; Maya ve Küfler için antibiyotik, Ofloxacin; Bakteriler için antibiyotik

Amphotericin B; antibiotics for yeast and molds, Ofloxacin; antibiotics for bacteria

Bilenler (2010), yaptığı bir araştırmada 100 mg/mL konsantrasyonda hazırlanan karadut ekstraktının *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyel aktivite gösterdiğini belirlemiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Taze olarak tüketim süresi oldukça sınırlı olan karadutun hasat mevsimi dışında da tüketilebilmesi için, kurutulmakta ya da çeşitli yöntemlerle raf ömrü daha uzun olan pekmez, pestil, köme ve konsantre gibi ürünlere işlenmektedir. Bu araştırmada kurutulmuş karadut ile pekmez, pestil, köme üretiminde ara ürün olan şıranın bazı fizikokimyasal özellikleri ile biyoaktif

bileşikleri, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Uygulanan ısı işleminden dolayı karadut sırasının L* değerinde meyveye göre artış meydana geldiği ve rengin açıldığı; a* ve b* değerlerinde ise azalma olduğu belirlenmiştir. Kurutulmuş karadutun ve sıranın antosiyanin içeriğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yapılan çalışmada sıranın fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitesinin meyveden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu duruma ısı işlem uygulaması sonucunda parçalanmış hücre duvarından ortama daha fazla miktarda biyoaktif bileşen geçişinin olması ve bu bileşenlerin antioksidan etki göstermesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kurutulmuş karadutta 49.8 µg/ml klorojenik asit tespit edilirken sırada belirlenememiştir. Uygulanan ısı işlem ve süresine bağlı olarak klorojenik asidin parçalandığı, ayrıca sıra üretiminde ilave edilen sudan dolayı seyreltik bir ortam oluşması nedeniyle sırada klorojenik asit tespit edilemediği düşünülmektedir. Klorojenik asit, kolon, meme ve prostat kanserlerinde kanser hücrelerinin büyümesini önlemektedir. Hem kurutulmuş karadutun hem de sıranın araştırmada test edilen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel aktivite göstermedikleri tespit edilmiştir. Kısaca, karadutun kurutulması ve çeşitli yöntemlerle muhafazası veya farklı ürünlere işlenmesi sırasında biyoaktif bileşiklerin degradasyonunun ve renk kayıplarının en aza indirilmesi için biyoaktif bileşenlerin kayıpları minimize edilecek şekilde proses şartları oluşturularak karadutun ve ürünlerinin fonksiyonel özellikleri korunmalıdır. Sonuç olarak üretilen sırada kurutulmuş karadut meyvesine göre sakkaroz miktarının azalması, fenolik madde miktarının artış göstermiş olması, antioksidan aktivitede artış saptanması bu ürünün fonksiyonel bir içecek ve antioksidan aktiviteyi zenginleştirecek doğal bir gıda katkı maddesi olarak tüketilmesine imkân sunacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya 2019/7235 no'lu BAP projesi ile destek sağlayan Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz. Yazar İsa Arslan KARAKÜTÜK,

TÜBİTAK-BİDEB 2211-A Yurt İçi Doktora Burs Programı tarafından desteklenmektedir.

FİNANSMAN

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi [Proje kodu: 2019/7235] tarafından desteklenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

YAZAR KATKILARI

Fikir- M.Ş., O.Y.; Denetleme- M.Ş.; Malzemeler-BAP; Şekillerin, Çizelgelerin Hazırlanması ve Düzenleme- İ.A.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi- O.Y.; Analiz ve/veya yorum- O.Y., İ.A.K.; Literatür Taraması- O.Y.; Yazıyı Yazan- O.Y.; Eleştirel İnceleme- M.Ş.,

KAYNAKLAR

- Akbal, N., Vural, A. (2018). Kurutulmuş meyve örneklerinde mikrobiyolojik kalite özelliklerinin araştırılması. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(2), 93-97.
- Altundağ, Ş. (2007). *Labiatae familyasına ait bazı endemik türlerin önemli bitki patojeni bakteriler üzerine antimikrobiyel etkisinin araştırılması* (Publication Number 212657) [Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Baltacıoğlu, H., Doğanay, G. (2021). ısı işlemin elma suyunda enzim aktivitesi ve fenolik bileşiklere etkisi: FTIR ve HPLC çalışması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(1), 14-26.
- Bergey, D. H. (1994). *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Lippincott Williams ve Wilkins.
- Bilenler, T. (2010). *Karadut meyvesinin antimikrobiyel aktivitesinin ve bileşenlerinin belirlenmesi* (Publication Number 275754) [Yüksek Lisans, İnönü Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Boranbayeva, T. (2011). *Karadut suyunda biyoaktif bileşikler ve antioksidan aktivitenin depolamada değişimi* (Publication Number 299608) [Yüksek Lisans, Ankara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Boranbayeva, T., Karadeniz, F., Yilmaz, E. (2014). Effect of storage on anthocyanin degradation in black mulberry juice and concentrates. *Food and Bioprocess Technology*, 7(7), 1894-1902. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1296-8>
- Cavalcanti, R. N., Santos, D. T., Meireles, M. A. A. (2011). Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems-An overview. *Food Research International*, 44(2), 499-509. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.007>
- Cemeroğlu, B. S. (2010). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları.
- Cemeroğlu, B. S. (2011). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Chen, P. N., Chu, S. C., Chiou, H. L., Kuo, W. H., Chiang, C. L., Hsieh, Y. S. (2006). Mulberry anthocyanins, cyanidin 3-rutinoside and cyanidin 3-glucoside, exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell line. *Cancer Letters*, 235(2), 248-259. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2005.04.033>
- Coklar, H., Akbulut, M. (2017). Anthocyanins and phenolic compounds of berries and their contributions to antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 35, 166-174. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.05.037>
- Çapanoğlu, E., Boyacıoğlu, D. (2009). Meyve ve sebzelerin flavonoid içeriği üzerine işlemenin etkisi. *Akademik Gıda*, 7(6), 41-46.
- Dincer, C., Tontul, I., Topuz, A. (2016). A comparative study of black mulberry juice concentrates by thermal evaporation and osmotic distillation as influenced by storage. *Innovative Food Science ve Emerging Technologies*, 38, 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.09.012>
- Erbay, B. (2011). *Karadut antosiyaninlerinin ısl ve depolama stabilitesi* (Publication Number 295144) [Doktora, Süleyman Demirel Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Erceyes, E. (2014). *Vişne suyu konsantresinin üretim ve depolama süresince kalite değişimleri* (Publication Number 376097) [Yüksek Lisans, Gaziosmanpaşa Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ercisli, S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51(4), 419-435. <https://doi.org/10.1023/B:GRES.0000023458.60138.79>
- Ercisli, S., Yilmaz, S. O., Gadze, J., Dzubur, A., Hadziabulic, S., Aliman, J. (2011). Some fruit characteristics of cornelian cherries (*Cornus mas* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1), 255-259. <https://doi.org/10.15835/nbha3915875>
- Erdoğan, Ü., Pırlak, L. (2005). Ülkemizde dut (*Morus spp.*) üretimi ve değerlendirilmesi. *Alatarm*, 4(2), 38-43.
- Gecer, M. K., Akin, M., Gundogdu, M., Eydurhan, S. P., Ercisli, S., Eydurhan, E. (2016). Organic acids, sugars, phenolic compounds, and some horticultural characteristics of black and white mulberry accessions from Eastern Anatolia. *Canadian Journal of Plant Science*, 96(1), 27-33. <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0070>
- Gundogdu, M., Muradoglu, F., Sensoy, R. I. G., Yilmaz, H. (2011). Determination of fruit chemical properties of *Morus nigra* L., *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC. *Scientia Horticulturae*, 132, 37-41. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.09.035>
- Gundogdu, M., Tunçtürk, M., Berk, S., Sekeroglu, N., Gezici, S. (2018). Antioxidant capacity and bioactivecontents of mulberry species from Eastern Anatolia Region of Turkey. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52(4), 96-101. <https://doi.org/10.5530/ijper.52.4s.82>
- Gungor, N., Sengul, M. (2008). Antioxidant activity, total phenolic content and selected physicochemical properties of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *International Journal of Food Properties*, 11(1), 44-52. <https://doi.org/10.1080/10942910701558652>
- Gülçin, I., Oktay, M., Küfrevioğlu, Ö. I., Aslan, A. (2002). Determination of antioxidant activity of lichen *Cetraria islandica* (L.) Ach. *Journal of Ethnopharmacology*, 79(3), 325-329.

[https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(01\)00396-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(01)00396-8)

Hartmann, A., Patz, C. D., Andlauer, W., Dietrich, H., Ludwig, M. (2008). Influence of processing on quality parameters of strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(20), 9484-9489. <https://doi.org/10.1021/jf801555q>

Hepsağ, F., Hayoğlu, İ., Hepsağ, B. (2012). Karadut meyvesinin antosiyanin içeriği ve antosiyaninlerin gıda sanayinde renk maddesi olarak kullanım olanakları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 9-19.

Hepsağ, F., Gölge, Ö., Hayoğlu, İ. (2016). Dutların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine genotipin etkisi. *Hacettepe J. Biol. ve Chem.*, 44 (3), 225-231.

Huang, D. J., Ou, B. X., Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856. <https://doi.org/10.1021/jf030723c>

Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70(1), 11-19. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09053.x>

Karataş, N., Şengül, M. (2018). Effect of storage on some chemical and physical properties, antioxidant activity of mulberry pekmez. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(1), 34-43.

Kaur, C., Kapoor, H. C. (2002). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 37(2), 153-161. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2002.00552.x>

Koyuncu, F. (2004). Morphological and agronomical characterization of native black mulberry (*Morus nigra* L.) in Sütçüler, Turkey. *International Plant Genetic Resources Institute*, 138, 32-35.

Köksal, E., Gülçin, I., Beyza, S., Sarıkaya, Ö., Bursal, E. (2009). In vitro antioxidant activity of silymarin. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 24(2), 395-405. <https://doi.org/10.1080/14756360802188081>

Lo Scalzo, R., Iannocari, T., Summa, C., Morelli, R., Rapisarda, P. (2004). Effect of thermal treatments on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. *Food Chemistry*, 85(1), 41-47. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.05.005>

Naso, L. G., Valcarcel, M., Roura-Ferrer, M., Kortazar, D., Salado, C., Lezama, L., Rojo, T., González-Baró, A. C., Williams, P. A. M., Ferrer, E. G. (2014). Promising antioxidant and anticancer (human breast cancer) oxidovanadium(IV) complex of chlorogenic acid. Synthesis, characterization and spectroscopic examination on the transport mechanism with bovine serum albumin. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 135, 86-99. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2014.02.013>

Özen, G. (2008). *Siyah havuç suyu konsantresinin Türk lokumunda renklendirici olarak kullanılması ve depolama stabilitesinin belirlenmesi* (Publication Number 178291) [Yüksek Lisans, Selçuk Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Özgen, M., Serçe, S., Kaya, C. (2009). Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits. *Scientia Horticulturae*, 119(3), 275-279. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.007>

Perucka, I., Materska, M. (2007). Antioxidant vitamin contents of *Capsicum annuum* fruit extracts as affected by processing and varietal factors. *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6(4), 67-73.

Polatoğlu, B. (2013). *Farklı yöntemler ile kurutulan kızzılçık (Corns mas L.) meyvesinin kuruma karakteristiklerinin incelenmesi* (Publication Number 335138) [Doktora, Atatürk Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Sengül, M., Erkaya, T., Sengül, M., Yıldız, H. (2012). The effect of adding sour cherry pulp into yoghurt on the physicochemical properties, phenolic content and antioxidant activity during storage. *International Journal of Dairy Technology*, 65(3), 429-436. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2012.00838.x>

Sernikli, C. (2015). *Karadut (Morus nigra) suyunda toplam fenolik madde ve suda çözünen vitaminlerin ısı parçalanma kinetiği* (Publication Number 409996) [Yüksek Lisans, Pamukkale Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Sernikli, C., Kadakal, Ç. (2020). Karadut (*Morus nigra*) suyunda rutin ve toplam fenolik bileşiklerin ısı parçalanma kinetiği. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(3), 290-300. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.687653>

Tomaş, M. (2013). *Karadutun meyve suyu ve reçele işlenmesi sırasında antioksidanlarında ve in-vitro biyoerişebilirliğinde meydana gelen değişimler* (Publication Number 352263) [Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Turfan, Ö. (2008). *Nar suyu konsantresi üretim ve depolama sürecinde antosiyaninlerdeki değişimler* (Publication Number 233180) [Yüksek Lisans, Ankara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Uzuner, S. (2008). *Nar suyunda farklı üretim ve depolama koşullarında ellajik asit ve toplam antioksidan aktivitelerindeki değişimler* (Publication Number 216152) [Yüksek Lisans, Hacettepe Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Wrolstad, R. E. (1993). Color and pigment analyses in fruit products.

Yıldız, O., Şahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan, Ö., Kolaylı, S. (2010). Maillard reaksiyonları ve reaksiyon ürünlerinin gıdalardaki önemi. *Akademik Gıda*, 8(6), 44-51.

Zor, M., Şengül, M. (2020). Ayva (*Cydonia oblonga* Miller) meyvesi ile farklı ambalaj ve sıcaklıklarda depolanan ayva reçelinin bazı fizikokimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(1), 97-108. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.590938>