

## 'Eşme' Ayva Çeşidinin Biyokimyasal Özelliklerine Farklı Kurutma Yöntemlerinin Etkisi

Orhan Karakaya<sup>1</sup> , Mehmet Fikret Balta<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sakarya

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu

Geliş Tarihi / Received Date: 09.07.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 09.08.2021

### Özet

Çalışma, 'Eşme' ayva çeşidinin L\*, a\*, b\*, pH, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi üzerine farklı kurutma yöntemlerinin etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ayva dilimlerinde kurutma işlemi doğal, etüv ve mikrodalga fırında olmak üzere 3 yöntemle gerçekleştirilmiştir. Kurutma yöntemlerine göre, suda çözünebilir kuru madde içeriği %43.47 (mikrodalga fırın)-%54.07 (etüv), titre edilebilir asitlik %0.25 (doğal ve etüv)-0.26 (mikrodalga fırın), C vitamini içeriği 43.67 (etüv)-57.37 (mikrodalga fırın) mg 100 g<sup>-1</sup>, toplam fenolik 424.6 (mikrodalga fırın)-610.9 (doğal) mg 100 g<sup>-1</sup>, toplam flavonoid 103.7 (mikrodalga fırın)-201.7 (etüv) mg 100 g<sup>-1</sup>, antioksidan aktivitesi 1.07 (mikrodalga fırın)-1.87 (doğal) mmol 100 g<sup>-1</sup> (DPPH testine göre) ve 2.45 (mikrodalga fırın)-5.57 (doğal) mmol 100 g<sup>-1</sup> (FRAP testine göre) arasında belirlenmiştir. Bunun yanında, renk özellikleri ile bazı biyokimyasal özellikler arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Sonuç olarak, doğal kurutma yönteminin insan sağlığını teşvik eden fenolikler ve antioksidanlar üzerine olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ayva, kurutma, C vitamini, fenolik, antioksidan

## Effect of Different Drying Methods on Biochemical Properties of 'Eşme' Quince Cultivar

### Abstract

The study was performed to determine of different drying methods on L\*, a\*, b\*, pH, soluble solids content, titratable acidity, vitamin C, total phenolic, total flavonoid and antioxidant activity of 'Eşme' quince cultivar. Drying process in quince slices was performed according to natural, drying oven and microwave oven methods. According to drying methods, soluble solids content, titratable acidity, vitamin C, total phenolic, total flavonoid and antioxidant activity was determined from 43.47% (microwave oven) to 54.07% (drying oven), 0.25% (natural and drying oven) to 0.26% (microwave oven), 43.67 mg 100 g<sup>-1</sup> (drying oven) to 57.37 (microwave oven) mg 100 g<sup>-1</sup>, 424.6 mg 100 g<sup>-1</sup> (microwave oven) to 610.9 (natural) mg 100 g<sup>-1</sup>, 103.7 (microwave oven) mg 100 g<sup>-1</sup> to 201.7 (drying oven) mg 100 g<sup>-1</sup>, 1.07 mmol 100 g<sup>-1</sup> (microwave oven) to 1.87 (natural) mmol 100 g<sup>-1</sup> and 2.45 mmol 100 g<sup>-1</sup> (microwave oven) to 5.57 (natural) mmol 100 g<sup>-1</sup>, respectively. Besides, significant relations was determined between color characteristics and some biochemical properties. As a conclusion, it was determined that positive effect on phenolics ve antioxidants that promote human health of natural drying method.

**Keywords:** quince, drying, vitamin C, phenolics, antioxidant

## Giriş

Ayva (*Cydonia oblonga*), Rosaceae familyasının *Cydonia* cinsi içinde yer alan yumuşak çekirdekli bir meyve türüdür. Ülkemiz ayvanın anavatanları arasında yer almakta olup, önemli bir ayva üreticisidir (Özçağırın vd., 2014). Ülkemiz 176.479 ton ayva üretimi ile dünyada lider konumdadır. Dünya ayva üretimi bakımından ülkemizi 118.593 ton ile Çin, 76.865 ton ile Özbekistan ve 76.508 ton ile İran takip etmektedir (FAO, 2020).

Ayva yetiştiriciliği açısından avantajlı bir ekolojiye sahip olan ülkemizde, 10 ile 1000 m arasındaki yüksekliklerde hemen her bölgede ayva yetişmektedir. Ayva, ülkemizde bazı bölgelerde kapama bahçeler halinde, birçok yerde ise sınır ağacı olarak veya diğer meyve türleri ile karışık olarak yetiştirilir (Ercan ve Özkarakas, 2005). Ayva üretim miktarımız her geçen yıl artış göstermektedir. Ülkemiz ayva üretimi 180.542 ton olup, üretim miktarı bakımından Sakarya (102.004 t) ilk sırada yer almaktadır. Bu ilimizi Bursa (15.049 t), Denizli (6.737 t) ve Bilecik (6.568 t) illeri takip etmektedir (TUİK, 2020).

Ayva meyvesi buruk, asitli ve sert bir yapıya sahip olması nedeniyle genellikle marmelat, jöle, reçel, püre, meyve suyu ve gıda katkı maddesi olarak kullanılır (Antoniewska vd., 2017; Sharma vd., 2011; Silva vd., 2006). Düşük yağ içeriğine sahip olan ayva, vitaminler, mineral maddeler, organik asitler, proteinler, karbonhidratlar, aminoasitler ve lifler bakımından zengindir (Ali vd., 2015; Rodriguez-Guisado vd., 2009). Bunun yanında, ayva antioksidanlar ve fenolik maddelerce zengindir (Grygorieva vd., 2020; Legua vd., 2013). Ayva bu özelliklerinden dolayı egzama (Shinomiya vd., 2009), kanser (Carvalho vd., 2010) ve ülser (Hamauzu vd., 2006) gibi hastalıklara karşı koruyucu, kalp ve beyini güçlendirici bir etkiye sahiptir (Fattouch vd., 2007; Legua vd., 2013; Shinomiya vd., 2009).

Son yıllarda, tüketicilerin işlenmiş meyve ürünlerine olan talebi artmıştır (Szychowski vd., 2018). Bu bağlamda, özellikle biyokimyasal içeriği yüksek kurutulmuş atıştırmalık ürünler daha çok tercih edilmektedir (Turkiewicz vd., 2019). Kurutma, meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak için en yaygın kullanılan bir yöntemdir. Kurutma, meyve ve sebzelerin nem içeriğini azaltmak, ürünleri etkili korumak ve uzun süreyle depolamak amacıyla kullanılır. Bunun yanında kurutma uygulaması ile depolama süresince mikroorganizma gelişiminin önlenmesi amaçlanır (Tzempelikos vd., 2014; Wojdylo vd., 2016).

Tüketici tercihleri ve kurutulmuş ürünün kalitesi göz önünde bulundurulduğunda, kullanılacak olan kurutma yönteminin, üründeki biyokimyasal bileşiklerin miktarını maksimum düzeyde tutması ve taze meyveye kıyasla renk, tat ve aroma özelliklerini çok fazla etkilememesi istenir (Turkiewicz vd., 2019). Meyve ve sebzelerin kurutulması amacıyla doğal kurutma yönteminin yanında, farklı kaynaklardan elde edilen ısı yardımıyla da kurutma işlemi (mikrodalga, dondurarak, konvektif) yapılmaktadır (Figiel vd., 2010; Huang vd., 2009).

Bu çalışma, farklı kurutma yöntemlerinin 'Eşme' ayva çeşidinin renk ve biyokimyasal özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışmanın materyalini Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Arazisinde yetiştirilen Eşme çeşidine ait meyveler oluşturmuştur. Meyvelerde hasat işlemi Ekim ayının ilk haftasında yapılmıştır. Eşme ayva çeşidinin meyveleri yuvarlak, orta-iri, sarımsı limon renginde, gevrek, az kumlu, sulu ve mayhoş bir yapıya sahiptir (Soylu, 1997).

### Yöntem

Hasat edilen meyvelerde yıkama işleminden sonra paslanmaz bir bıçak yardımıyla kabukları soyulmuş ve meyve eti 5 mm kalınlığında olacak şekilde dilimlenmiştir. Ayva dilimlerinde kurutma işlemi doğal (gölge ortamda), etüv ve mikrodalga fırında olmak üzere 3 yönteme göre yapılmıştır. Dilimlenen ayva örneklerinde kurutma işlemi etüvde (Ecocell, Almanya) 65°C'de, mikrodalga fırında (Siemens, Almanya)

ise 360 W güç seviyesi kullanılarak yapılmıştır. Ayva dilimlerinin nem içeriği %12 oluncaya kadar kurutulmuştur (Çelen ve Kuş, 2016). Ayva meyvesinin ilk nem içeriği, örneklerin etüvde 70°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmasıyla belirlenmiştir. Kurutulan ayva örneklerinde renk özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ), pH, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TA), C vitamini, toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre) incelenmiştir. Biyokimyasal özelliklerin incelenmesi amacıyla kurutulan ayva örnekleri elektrikli el blenderi yardımıyla öğütülmüştür.

#### ***L\*, a\* ve b\****

Kurutulmuş ayva dilimlerinde renk özellikleri bir renk ölçer (Minolta, CR-400, Japonya) vasıtasıyla belirlenmiştir.

#### ***pH, Suda Çözünabilir Kuru Madde (%) ve Titre Edilebilir Asitlik (%)***

Kurutulmuş ayva örnekleri saf su ile sulandırıldıktan sonra, elde edilen meyve suyunda pH değeri dijital pH metre (Hanna, HI4221, ABD) ve suda çözünebilir kuru madde içeriği dijital refraktrometre (Atago, PAL-1, ABD) kullanılarak tespit edilmiştir. Titre edilebilir asitlik ise meyve suyunun saf su ile seyreltilmesi (1:1) ve elde edilen çözeltinin pH değerinin 8.1'e gelinceye kadar NaOH ile titre edilmesi sonucunda belirlenmiştir.

#### ***C Vitamini (mg 100 g<sup>-1</sup>)***

Kurutulmuş ayva örnekleri saf su ile sulandırıldıktan sonra, elde edilen meyve suyunda C vitamini içeriği reflektometre (RQ flex, Plus 10, Merck, Almanya) yardımıyla tespit edilmiştir.

#### ***Toplam Fenolik (mg 100 g<sup>-1</sup>)***

Toplam fenolik içeriği spektrofotometrede (Shimadzu, UVmini-1240, Japonya) 760 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Elde edilen değerler gallik asit cinsinden mg 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir (Beyhan vd., 2010).

#### ***Toplam Flavonoid (mg 100 g<sup>-1</sup>)***

Toplam flavonoid içeriği spektrofotometrede 415 nm dalga boyunda tespit edilmiştir. Okunan absorbans değerleri kuersetin cinsinden hesaplanarak, mg 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir (Zhishen vd., 1999).

#### ***Antioksidan Aktivitesi (mmol 100 g<sup>-1</sup>)***

##### *DPPH*

DPPH testine göre antioksidan aktivitesi Blois (1958)'in yöntemine göre belirlenmiştir. Hazırlanan numuneler spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen değerler torolox cinsinden mmol 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.

##### *FRAP*

FRAP testine göre antioksidan aktivitesi Benzie ve Strain (1996)'in yöntemine göre belirlenmiştir. Hazırlanan numuneler spektrofotometrede 700 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Okunan absorbans değerleri torolox cinsinden hesaplanarak, mmol 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.

#### **İstatistiksel Analizler**

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma yöntemine göre %5 önem seviyesinde belirlenmiştir. Temel bileşen analizleri renk ve biyokimyasal özellikler kullanılarak yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Renk ve görünüş bir ürünün kalitesini değerlendirmede kullanılan önemli parametrelerdir. Bu özelliklerde meydana gelen değişimler vitaminler, fenolik bileşikler ve renk maddelerinin bozulmasına neden olmaktadır (Mac-Dougall, 2010). Meyvelerde görülen renk değişimlerinin enzimatik veya enzimatik olmayan kararmalarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Konopacka ve Plochanski, 2001). İncelenen Eşme ayva çeşidinde renk özellikleri bakımından kurutma yöntemleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre,  $L^*$  değeri 62.28 (mikrodalga fırın)-65.44 (doğal),  $a^*$  değeri 3.34 (mikrodalga fırın)-7.24 (etüv) ve  $b^*$  değeri 40.38 (etüv)-45.61 (mikrodalga fırın) arasında belirlenmiştir (Tablo 1). Ayvada konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde  $L^*$  değeri 67.20 (70°C)-70.30 (50°C),  $a^*$  değeri 4.06 (50°C)-5.69 (70°C) ve  $b^*$  değeri 29.27 (70°C)-31.21 (50°C) ve mikrodalga ile farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde  $L^*$  değeri 67.65 (60°C/120W)-69.08 (70°C/120W),  $a^*$  değeri 4.54 (70°C/120W)-5.15 (60°C/120W) ve  $b^*$  değeri 29.77 (50°C/120W)-30.73 (70°C/120W) arasında belirlemişlerdir. Bunun yanında, kullanılan iki yöntem arasında renk özellikleri bakımından önemli farklılıkların olmadığını bildirmişlerdir (Turkiewicz vd., 2019). Mevcut çalışmada ise renk özellikleri bakımından doğal ve etüv kurutma yöntemleri arasında farklılığın olmadığı, buna karşılık mikrodalga fırın yönteminin bu yöntemlerden farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, renk özellikleri bakımından elde edilen bulgular araştırmacıların bulgularıyla büyük oranda benzerlik göstermektedir.

**Tablo 1.** Eşme Ayva Çeşidinde Farklı Kurutma Yöntemlerine Göre  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  Değerleri

Kurutma yöntemleri	$L^*$		$a^*$		$b^*$	
Doğal	65.44±0.35	$a^*$	6.60±0.09	a	40.81±0.59	b
Etüv	64.36±1.15	ab	7.24±0.43	a	40.38±0.82	b
Mikrodalga fırın	62.28±1.41	b	3.34±0.17	b	45.61±1.26	a

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p<0.05$ ).

İncelenen Eşme ayva çeşidinde pH, suda çözünebilir kuru madde ve titre edilebilir asitlik bakımından kurutma yöntemleri arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre, pH değeri 3.69 (mikrodalga fırın)-4.10 (etüv), suda çözünebilir kuru madde %43.47 (mikrodalga fırın)-%54.07 (etüv) ve titre edilebilir asitlik %0.25 (doğal ve etüv)-%0.26 (mikrodalga fırın) arasında tespit edilmiştir (Tablo 2). Ayvada pH, suda çözünebilir kuru madde ve titre edilebilir asitlik içeriği üzerine kurutma yöntemlerinin etkisinin incelendiği bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

**Tablo 2.** Eşme Ayva Çeşidinde Farklı Kurutma Yöntemlerine Göre pH, Suda Çözünebilir Kuru Madde, Titre Edilebilir Asitlik ve C Vitamini

Kurutma yöntemleri	pH		Suda çözünebilir kuru madde (%)		Titre edilebilir asitlik (%)		C vitamini (mg 100 g <sup>-1</sup> )	
Doğal	3.72±0.03	$b^*$	48.23±1.42	b	0.25±0.004	b	45.17±0.76	b
Etüv	4.10±0.06	a	54.07±1.80	a	0.25±0.005	b	43.67±0.57	b
Mikrodalga fırın	3.69±0.04	b	43.47±1.35	c	0.26±0.004	a	57.37±0.81	a

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p<0.05$ ).

İncelenen Eşme ayva çeşidinde C vitamini içeriği bakımından kurutma yöntemleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre, C vitamini içeriği 43.67 (etüv)-57.37 (mikrodalga fırın) mg 100 g<sup>-1</sup> arasında tespit edilmiştir (Tablo 2). Ayvada mikrodalga ile farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde 573.8 (50°C/120W)-650.1 (60°C/120W) mg 100 g<sup>-1</sup> ve konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde 600.7 (70°C)-672.3 (50°C) mg 100 g<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir (Turkiewicz vd., 2019). Bunun yanında, dondurularak kurutulmuş ayva örneğinde C vitamini içeriği 10.9 mg 100 g<sup>-1</sup> (Silva vd., 2004) ve 18.0-36.55 mg 100 g<sup>-1</sup> (Yildiz ve İzli, 2019) arasında bildirilmiştir. Yapılan araştırmalar incelendiğinde sıcaklık arttıkça C vitamini içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Bunun yanında, C vitamininin içeriğinin kurutma yöntemlerine göre farklılık gösterdiği ve konvektif kurutma yönteminde mikrodalga kurutma yöntemine göre C vitamini içeriğinin

daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Turkiewicz vd., 2019). Mevcut çalışmada ise C vitamini içeriği en yüksek mikrodalga fırın uygulamasında belirlenmiştir. Görülen farklılıkların kurutma yöntemleri ve uygulanan sıcaklık derecelerinden kaynaklı olabileceği ifade edilebilir.

Fenolikler, gıdaların fonksiyonel (antioksidan, anti-kanser, anti-alerjik aktiviteleri gibi) ve duyuşal özelliklerine (aroma, tat, lezzet, renk, görünüş vb.) katkı sağlayan sekonder metabolitlerdir (Fernandes vd., 2008). İncelenen Eşme ayva çeşidinde toplam fenolik içeriği bakımından kurutma yöntemleri arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre, toplam fenolik içeriği 424.6 (mikrodalga fırın)-610.9 (doğal) mg 100 g<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir (Tablo 3). Toplam fenolik içeriği, etüvde kurutulan farklı ayva genotiplerinde 3473-4899 mg 100 g<sup>-1</sup> (Grygorieva vd., 2020) olarak bildirilmiştir. Bunun yanında, ayvada toplam fenolik içeriği konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde yapılan kurutma uygulamasında 51122 (50°C)-53174 (70°C) mg 100 g<sup>-1</sup> (Elmizadeh vd., 2017) ve 3691 (70°C)-6702 (50°C) mg 100 g<sup>-1</sup> (Szychowski vd., 2018), mikrodalga ile farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde 4084 (60°C/120W)-5104 (70°C/120W) mg 100 g<sup>-1</sup> ve konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde 4272 (50°C)-4500 (70°C) mg 100 g<sup>-1</sup> (Turkiewicz vd., 2019) arasında bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde toplam fenolik içeriğinin sıcaklık uygulamalarına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bunun yanında, konvektif yöntemle yapılan kurutma uygulamasında mikrodalga kurutma yöntemine göre toplam fenolik içeriğinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmada da doğal ve etüv kurutma yöntemlerinde mikrodalga fırın yöntemine göre toplam fenolik içeriği daha yüksek bulunmuştur.

İncelenen Eşme ayva çeşidinde toplam flavonoid içeriği bakımından kurutma yöntemleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre, toplam flavonoid içeriği 103.7 (mikrodalga fırın)-201.7 (etüv) mg 100 g<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir (Tablo 3). Etüvde kurutulmuş farklı ayva genotiplerinde toplam flavonoid içeriği 59-107 mg 100 g<sup>-1</sup> arasında bildirilmiştir (Grygorieva vd., 2020). Toplam flavonoid içeriği bakımında elde edilen bulguların Grygorieva vd., (2020)'nin sonuçlarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Görülen farklılığın çeşitten, meyvenin olgunluk durumundan, teknik ve kültürel uygulamalardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Meyvelerin antioksidan aktivitesi, içeriğinde bulunan polifenoller, flavonoidler, fenolikler, antosiyaninler, kateşinler, askorbik asit ve beta karoten gibi bileşiklere bağlı olarak değişmektedir. Antioksidanlar, insan sağlığını teşvik eden önemli bileşikler olup, kalp ve sinir sistemi hastalıkları ve kanser riskini azaltması bakımından önemlidir (Karadeniz vd., 2005). İncelenen Eşme ayva çeşidinde antioksidan aktivitesi bakımından kurutma yöntemleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre, antioksidan aktivitesi DPPH testine göre 1.07 (mikrodalga fırın)-1.87 (doğal) mmol 100 g<sup>-1</sup> ve FRAP testine göre 2.45 (mikrodalga fırın)-5.57 (doğal) mmol 100 g<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Eşme Ayva Çeşidinde Farklı Kurutma Yöntemlerine Göre Toplam Fenolik, Toplam Flavonoid ve Antioksidan Aktivitesi

Kurutma yöntemleri	Toplam fenolik (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Toplam flavonoid (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Antioksidan aktivitesi (mmol 100 g <sup>-1</sup> )					
			DPPH		FRAP			
Doğal	610.9±9.58	a*	173.4±4.92	b	1.87±0.01	a	5.57±0.03	a
Etüv	534.8±6.14	b	201.7±3.90	a	1.31±0.02	b	3.10±0.02	b
Mikrodalga fırın	424.6±17.19	c	103.7±4.18	c	1.07±0.01	c	2.45±0.07	c

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p < 0.05$ ).

Ayvada antioksidan aktivitesi konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde FRAP testine göre 9 (50°C)-15 (60°C) mmol 100 g<sup>-1</sup> (Szychowski vd., 2018), mikrodalga ile farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde FRAP testine göre 10.34 (50°C/120W)-14.03 (70°C/120W) mmol 100 g<sup>-1</sup> ve konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde FRAP testine göre 11.43 (50°C)-13.84 (70°C) mmol 100 g<sup>-1</sup> (Turkiewicz vd., 2019) arasında bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde kurutma sıcaklığı arttıkça antioksidan aktivesinin de arttığı belirlenmiştir. Bunun

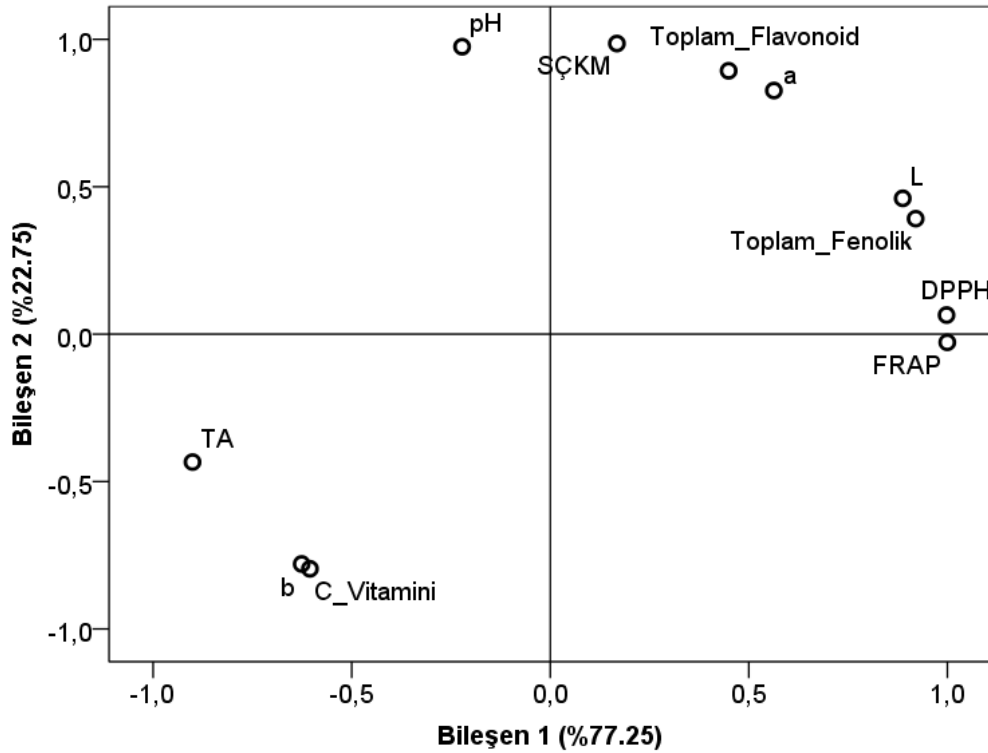
yanında, konvektif kurutma ile mikrodalga kurutma arasında antioksidan aktivitesi bakımından farklılığın olmadığı bildirilmiştir (Turkiewicz vd., 2019). Mevcut çalışmada ise antioksidan aktivitesinin doğal ve etüv kurutma yöntemlerinde mikrodalga fırın yöntemine göre önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Farklılıkların kurutma yöntemleri ve uygulanan sıcaklık derecelerinden kaynaklanabileceği ifade edilebilir.

**Tablo 4.** İncelenen Bazı Renk ve Biyokimyasal Özellikler Arasındaki İlişkiler

	b*	TA	Toplam fenolik	C vitamini
L*	-0.915 <sup>öd</sup>	1.000*	0.997*	-0.904 <sup>öd</sup>
a*	0.997*	0.866 <sup>öd</sup>	0.842 <sup>öd</sup>	0.999*
Toplam Fenolik	-0.881 <sup>öd</sup>	0.999*	-	-0.869 <sup>öd</sup>
C Vitamini	1.000*	0.891 <sup>öd</sup>	-0.869 <sup>öd</sup>	-

öd: önemli değil, \*  $p < 0.05$ .

L\* parametresi ile titre edilebilir asitlik ve toplam fenolik ( $r = 1.00$  ve  $0.997$ ); a\* parametresi ile b\* ve C vitamini ( $r = 0.997$  ve  $0.999$ ); toplam fenolik ile titre edilebilir asitlik ( $r = 0.999$ ); b\* parametresi ile C vitamini ( $r = 1.00$ ) arasında pozitif yönde ve yüksek düzeyde bir ilişki bulunmuştur (Tablo 4).



**Şekil 1.** Farklı Kurutma Yöntemleri Kullanılarak Kurutulan Eşme Ayva Çeşidinin Renk ve Biyokimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkileri Gösteren Temel Bileşen Grafiği

Temel bileşen analizi sonucunda oluşan ilk 2 bileşen, elde edilen verilerin toplam varyasyonunun %100'ünü açıklamıştır. 1. bileşen L\*, titre edilebilir asitlik, toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP) ile ilişkili olup, toplam varyasyonun %77.25'ini açıklamıştır. 2. bileşen a\*, b\*, pH, suda çözünebilir kuru madde, C vitamini ve toplam flavonoid ile ilişkilidir. Bu bileşen elde edilen verilerin toplam varyasyonunun %22.75'ini açıklamıştır (Tablo 5; Şekil 1). Bunun yanında, temel bileşen analizi ile kolerasyon analizi sonuçlarının birbirini desteklediği belirlenmiştir. Nitekim, 1. ve 2. bileşende yer alan özelliklerin kendi aralarında yüksek düzeyde ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4; Tablo 5).

**Tablo 5.** Farklı Kurutma Yöntemleri Kullanılarak Kurutulan Eşme Ayva Çeşidinin Renk ve Biyokimyasal Özelliklerine Ait Temel Bileşen Analizi Sonuçları

Özellikler	Bileşenler	
	1	2
L*	0.888	0.461
Titre edilebilir asitlik	-0.901	-0.434
Toplam fenolik	0.920	0.392
DPPH	0.998	0.065
FRAP	1.000	-0.028
a*	0.563	0.826
b*	-0.626	-0.780
pH	-0.222	0.975
Suda çözünebilir kuru madde miktarı	0.168	0.986
C vitamini	-0.605	-0.796
Toplam flavonoid	0.449	0.894
Eigen değeri	8.50	2.50
Varyans (%)	77.25	22.75
Kümülatif varyans (%)	77.25	100

Faktör yükü 0.77 ve üzeri olanlar değerlendirilmiştir.

### Sonuç

'Eşme' ayva çeşidine ait meyvelerin renk ve biyokimyasal özellikleri üzerine farklı kurutma yöntemlerinin etkisinin incelendiği araştırmada, L\* ve a\* değerleri üzerine doğal ve etüv kurutma yöntemleri, b\* değeri üzerine mikrodalga fırın, suda çözünebilir kuru madde içeriği üzerine etüv ile kurutma, insan sağlığını teşvik eden fenolikler ve antioksidanlar üzerine doğal kurutma, C vitamini içeriği üzerine ise mikrodalga fırın uygulaması diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

### Yazar Katkısı

*Orhan Karakaya*, araştırmanın planlanması, denemelerin kurulması, verilerin değerlendirilmesi, istatistiksel analizler ve makalenin yazım aşamalarında katkıda bulunmuştur. *Mehmet Fikret Balta*, araştırmanın planlanması, verilerin değerlendirilmesi ve makalenin yazım aşamalarında katkıda bulunmuştur.

### Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

### ORCID

*Orhan KARAKAYA*  <https://orcid.org/0000-0003-0783-3120>

*Mehmet Fikret BALTA*  <https://orcid.org/0000-0002-3859-6490>

### Kaynaklar

Ali, N. Y., Abbas, A., Ali, M., Shahnawaz, N., Hussain, A. ve Hussain, A. (2015). Physico-chemical nutritional and sensory evaluation of local quince fruit of nomal village, Gilgit-Baltistan, Pakistan. *International Journal of Nutrition and Food Science*, 4, 600-608. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20150406.11>

- Antoniewska, A., Rutkowska, J. ve Adamska, A. (2017). Charakterystyka owoców pigwowca japońskiego oraz ich zastosowanie w przemyśle spożywczym. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 24(2), 5-15. <https://doi.org/10.15193/ZNTJ/2017/111/181>
- Benzie, I. F. ve Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Beyhan, Ö., Elmastaş, M. ve Gedikli, F. (2010). Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(11), 1065-1072. <https://doi.org/10.5897/JMPR10.008>
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Carvalho, M., Silva, B. M., Silva, R., Valentao, P., Andrade, P. B. ve Bastos, M. L. (2010). First report on *Cydonia oblonga* Miller anticancer potential: Differential antiproliferative effect against human kidney and colon cancer cells. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 58(6), 3366-3370. <https://doi.org/10.1021/jf903836k>
- Çelen, S. ve Serhat, K. (2016). Mikrodalga enerjisinin ayva dilimlerinin kurutulmasına etkisi. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 6(3), 30-40. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/460601>
- Elmizadeh, A., Shahedi, M. ve Hamdami, N. (2017). Comparison of electrohydrodynamic and hot-air drying of the quince slices. *Innovative Food Science ve Emerging Technologies*, 43, 130-135. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.07.030>
- Ercan, N. ve Özkarakaş, İ. (2005). Ege bölgesinden toplanan bazı ayva (*Cydonia vulgaris* Pers.) materyalinin adaptasyonu ve değerlendirilmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 27-42. <https://dergipark.org.tr/en/pub/anadolu/issue/1771/21801>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2021). Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberoso, C. I., Angioni, A., Dessi, S., ... ve Cabras, P. (2007). Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga* Miller) pulp and peel polyphenolic extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 963-969. <https://doi.org/10.1021/jf062614e>
- Fernandes, F. A. Gallão, M. I. ve Rodrigues, S. (2008). Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration. *LWT-Food Science and Technology*, 41(4), 604-610. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.05.007>
- Figiel, A., Szumny, A., Gutiérrez-Ortiz, A. ve Carbonell-Barrachina, Á. A. (2010). Composition of oregano essential oil (*Origanum vulgare*) as affected by drying method. *Journal of Food Engineering*, 98(2), 240-247. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.002>
- Grygorieva, O., Klymenko, S., Vergun, O., Mňahončáková, E., Brindza, J., Terentjeva, M. ve Ivanišová, E. (2020). Evaluation of the antioxidant activity and phenolic content of Chinese quince (*Pseudocydonia sinensis*Schneid.) fruit. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 19(1), 25-36. <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2020.0738>
- Hamauzu, Y., Inno, T., Kume, C., Irie, M. ve Hiramatsu, K. (2006). Antioxidant and antiulcerative properties of phenolics from Chinese quince, quince, and apple fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(3), 765-772. <https://doi.org/10.1021/jf052236y>



- Huang, L. L., Zhang, M., Yan, W. Q., Mujumdar, A. S. ve Sun, D. F. (2009). Effect of coating on post-drying of freeze-dried strawberry pieces. *Journal of Food Engineering*, 92(1), 107-111. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.10.031>
- Karadeniz, F., Burdurlu, H. S., Koca, N. ve Soyer, Y. (2005). Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(4), 297-303. <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-05-29-4/tar-29-4-9-0409-12.pdf>
- Konopacka, D. ve Plochanski, W. J. (2001). Effect of raw material storage time on the quality of apple chips. *Drying Technology*, 19(3-4), 559-570. <https://doi.org/10.1081/DRT-100103934>
- Legua, P., Serrano, M., Melgarejo, P., Valero, D., Martínez, J. J., Martínez, R. ve Hernández, F. (2013). Quality parameters, biocompounds and antioxidant activity in fruits of nine quince (*Cydonia oblonga* Miller) accessions. *Scientia Horticulturae*, 154, 61-65. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.02.017>
- MacDougall, D. B. (2010). Colour measurement of food: principles and practice. In *Colour Measurement* (1st, pp. 312-342). Sawston, Cambridge, Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857090195.2.312>
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özekler, E. ve İsfendiyaroğlu, M. (2014). *İlman iklim meyve türleri yumuşak çekirdekli meyveler*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Rodríguez-Guisado, I., Hernández, F., Melgarejo, P., Legua, P., Martínez, R. ve Martínez, J. J. (2009). Chemical, morphological and organoleptical characterisation of five Spanish quince tree clones (*Cydonia oblonga* Miller). *Scientia horticulturae*, 122(3), 491-496. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.06.004>
- Sharma, R., Joshi, V. K. ve Rana, J. C. (2011). Nutritional composition and processed products of quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Indian Journal of Natural Products and Resources* 2(3), 354-357. <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/12741/1/IJNPR%202%283%29%20354-357.pdf>
- Shinomiya, F., Hamazu, Y. ve Kawahara, T. (2009). Anti-allergic effect of a hot-water extract of quince (*Cydonia oblonga*). *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 73(8), 1773-1778. <https://doi.org/10.1271/bbb.90130>
- Silva, B. M., Andrade, P. B., Martins, R. C., Seabra, R. M. ve Ferreira, M. A. (2006). Principal component analysis as tool of characterization of quince (*Cydonia oblonga* Miller) jam. *Food Chemistry*, 94(4), 504-512. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.045>
- Silva, B. M., Andrade, P. B., Valentão, P., Ferreres, F., Seabra, R. M. ve Ferreira, M. A. (2004). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4705-4712. <https://doi.org/10.1021/jf040057v>
- Soylu, A. (1997). *İlman iklim meyveleri-II*. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 72, Bursa.
- Szychowski, P. J., Lech, K., Sendra-Nadal, E., Hernández, F., Figiel, A., Wojdyło, A. ve Carbonell-Barrachina, Á. A. (2018). Kinetics, biocompounds, antioxidant activity, and sensory attributes of quinces as affected by drying method. *Food chemistry*, 255, 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.075>
- Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Lech, K., Tkacz, K. ve Nowicka, P. (2019). Influence of different drying methods on the quality of Japanese quince fruit. *LWT*, 114, 108416. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108416>
- Türkiye İstatistik Kurumu (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92velocale=tr> adresinden alınmıştır.

- Tzempelikos, D. A., Vouros, A. P., Bardakas, A. V., Filios, A. E. ve Margaritis, D. P. (2014). Case studies on the effect of the air drying conditions on the convective drying of quinces. *Case Studies in Thermal Engineering*, 3, 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2014.05.001>
- Wojdyło, A., Figiel, A., Legua, P., Lech, K., Carbonell-Barrachina, Á. A. ve Hernández, F. (2016). Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of dried jujube fruits as affected by cultivar and drying method. *Food Chemistry*, 207, 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.099>
- Yildiz, G. ve Izli, G. (2019). The effect of ultrasound pretreatment on quality attributes of freeze-dried quince slices: Physical properties and bioactive compounds. *Journal of Food Process Engineering*, 42(5), e13223. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13223>
- Zhishen, J., Mengcheng, T. ve Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)