



Araştırma Makalesi

Dut Türlerine Ait Meyvelerin Organik Asit ve C vitamini İçerikleri Üzerine Farklı Kurutma Tekniklerinin Etkisi**

Müjde Kıralan¹ , Muttalıp Gündoğdu^{2*} 

¹Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bolu

²Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bolu

Geliş tarihi (Received): 03.09.2021

Kabul tarihi (Accepted): 19.10.2021

Anahtar kelimeler:

Dut, organik asit, C vitamini, kurutma yöntemleri

Özet. Yapılan bu çalışmada, beyaz dut (*M. alba*) ve kara dut (*M. nigra*) meyveleri üç farklı şekilde kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Bu yöntemler, güneşte kurutma, etüvde kurutma (70, 90 ve 110 °C) ve mikrodalgada (450, 600 ve 700 W) kurutmadır. Kurutma işlemlerine bağlı olarak, meyve ağırlığı, nem oranı, C vitamini ve organik asit içeriklerindeki değişimler incelenmiştir. Güneşte kurutulan beyaz ve kara dut örneklerinde meyve ağırlığı sırası ile 1.07 g ve 1.59 g olarak bulunmuştur. Etüvde kurutmada meyve ağırlığı, beyaz dutlarda 0.57 g-0.88 g, kara dutlarda 1.57 g-1.87 g aralığında, mikrodalgada kurutulan beyaz dutlarda 0.62 g-1.22 g, kara dutlarda 0.76 g-1.41 g aralığında tespit edilmiştir. Kurutma yöntemlerine bağlı olarak organik asitlerin miktarlarında önemli değişimler görülmüştür. Beyaz dut meyvelerinde; en yüksek oksalik asit içeriği (2.88 g 100 g⁻¹) güneşte kurutulan meyvelerde, en yüksek sitrik asit içeriği (14.15 g 100 g⁻¹) ve en yüksek malik asit içeriği (17.67 g 100 g⁻¹) etüvde (110 °C) kurutulan meyvelerde tespit edilmiştir. Kara dut meyvelerinin organik asit içerikleri incelendiğinde; en yüksek oksalik asit içeriği (2.88 g 100 g⁻¹), en yüksek malik asit içeriği (18.39 g 100 g⁻¹) ve en yüksek sitrik asit içeriği (9.09 g 100 g⁻¹) güneşte kurutulan meyvelerde belirlenmiştir. En yüksek C vitamini içeriği (31.66 mg 100 g⁻¹) yaş kara dut meyvelerinde tespit edilmiştir. Yapılan bu araştırmanın sonucunda, kurutma yöntemlerine bağlı olarak beyaz dut ve kara dut meyvelerinin biyokimyasal içeriklerinde önemli değişimlerin olduğu ve yaş meyvelerin kuru meyvelere göre C vitamini içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

*Sorumlu yazar

gundogdumuttalip@gmail.com

Effect of Different Drying Techniques on Organic Acid and Vitamin C Contents of Mulberry Species Fruits

Keywords:

Mulberry, organic acid, vitamin C, drying methods

Abstract. Black mulberry (*M. nigra*) and white mulberry (*M. alba*) fruits were dried in three different ways. These methods are drying in the sun, drying in the oven (70, 90 and 110 °C) and microwave (450, 600 and 700 W drying). Fruit weight, moisture content, vitamin C and organic acid contents changes depending on drying processes. Fruit weight is higher in microwave applications than other applications. In sun dried samples, white and black fruit weight were found as 1.07 g and 1.59 g respectively. In the dormitory drying, the fruit weight was 0.57 g-0.88 g in the white mulberry, 1.57 g-1.87 g in the black mulberry, 0.62 g-1.22 g in the white mulberry in the microwave, and 0.76 g-1.41 g in the black mulberry. In the research, changes in the amount of organic acids were observed depended on drying methods. When looking the major organic acid distribution, white mulberry fruits; the highest oxalic acid content (2.88 g 100 g⁻¹) was determined in sun dried fruits, the highest citric acid content (14.15 g 100 g⁻¹) and malic acid content (17.67 g 100 g⁻¹) were determined in dried fruits in oven (110 °C). When the organic acid contents of black mulberry fruits were examined; The highest oxalic acid (2.88 g 100 g⁻¹), malic acid content (g 100 g⁻¹) and citric acid contents (9.09 g 100 g⁻¹) were determined in sun dried fruits. In this study, the highest vitamin C content (31.66 mg 100 g⁻¹) was identified in fresh black mulberry fruits. In this study, it was determined that there were significant changes in the biochemical contents of white mulberry and black mulberry fruits depending on the drying methods, and the vitamin C content of fresh fruits was higher than dried fruits.

GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu coğrafik konumundan dolayı çok farklı iklim koşullarına sahiptir. Bu farklı ekolojik şartlar birçok meyvenin yetişmesini mümkün kılmaktadır. Özellikle üzümü meyveler, Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan meyveler arasında önemli bir yere sahiptir. (Ercişli, 2004). *Urticales* takımı, *Moraceae* familyası, *Morus* cinsi içerisinde yer alan dutun, dünya üzerinde birçok ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dut bitkisinin 100’e yakın türü olduğu bildirilmektedir. Bu türlerden 10-12 tanesi ticari olarak yetişmektedir. Bunlardan 3 tanesi hem ticari açıdan hem de yayılım açısından önem arz etmektedir. Bunlar; *Morus alba*, *Morus nigra* ve *Morus rubra*’dır (Verheij ve Coronel, 1991, Koyuncu ve ark., 2004). Dut çeşitlerinin anavatanları da farklılık göstermektedir. *M.alba* L.’nin anavatanın Çin, *M. nigra* L.’nin İran ve Kafkaslar, *M. rubra* L.’nin ise Kuzey Amerika’dır (Erdoğan, 2003). Ülkemizde dört mevsimin yaşanması, meyve türlerinde zengin genetik kaynaklara ve biyolojik çeşitliliğe imkan sağladığı gibi dut türlerinin yetiştiriciliğinin de rahatlıkla yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Kara dut (*Morus nigra* L.), kırmızı dut (*Morus rubra* L.) ve beyaz dut (*Morus alba* L.) ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen dut türleridir. Dut popülasyonu açısından Anadolu önemli bir varyasyona sahiptir. Türkiye’de beyaz dutun diğer dut türlerine göre yetiştiriciliğinin daha yaygın olduğu görülmektedir (Ercişli, 2004). Dut; sanayide (pestil, pekmez, meyveli dondurma, reçel, ispirto, sirke, vb.) farmakolojide, kozmetikte, ve peyzajda (park ve bahçelerde) kullanılmaktadır. Beyaz dutun dağınık formlu ve manzara ağaçlar gurubunda yer aldığı belirtilirken peyzaj çalışmalarında kullanımı tercih edilen bir tür olduğu bildirilmiştir (Gündoğdu ve ark., 2011). İçerdiği yüksek antioksidan fitokimyasallar ve insan beslenmesine ve sağlığına katkılarından dolayı dut meyvelerinin popülaritesi gün geçtikçe artmaktadır (Ercişli ve Orhan, 2008; Koyuncu ve ark., 2014; Rop ve ark., 2014; Sanchez ve ark., 2014; Sanchez-Salcedo ve ark., 2015).

Gıda muhafaza yöntemleri arasında kurutma işlemi önemli bir yer tutmaktadır. Kurutma işlemi ile birlikte gıda ürünlerindeki serbest su uzaklaştırılarak mikroorganizma gelişimi, gıdalarda istenmeyen kimyasal reaksiyonlar durdurulmakta veya yavaşlatılmaktadır. Buna bağlı olarak kurutma işlemi gıda maddesinin dayanma süresini uzatmakta, ürün hacminin azalması ile depolama ve taşımada kolaylık sağlamaktadır (Evranoz, 1998). Kurutma yöntemlerine bakıldığında, mikrodalga uygulamasının geleneksel kurutma yöntemlerine göre ısıtma hızı yüksek ve işlem süresi oldukça kısadır. Mikrodalga uygulanan gıdalarda vitamin ve mineral kayıplarının daha az olduğu bildirilmiştir. Bunun yanında az yer kaplaması, kolay temizlenmesi ve enerji tasarrufu sağlanması da önemli avantajlarındandır (Oliveira ve ark., 2002).

Söz konusu bu araştırmada; Türkiye açısından önemli üzümü meyvelerden olan kara dut ve beyaz dutun farklı kurutma teknikleri ile organik asitler ve C vitamini gibi meyvenin beslenme açısından önemli karakteristiklerindeki değişimler incelenmiştir. Kurutma teknikleri arasında güneşte kurutma, etüvde kurutma ve mikrodalgada kurutma yöntemleri uygulanmıştır. Yapılan bu araştırmada, kurutulmuş olarak piyasada yer alan dutların hangi kurutma tekniği kullanılarak en iyi beslenme değerine sahip olacağı belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Doğal kurutma işleminde meyveler gölgede serilerek belli nem oranına (%16.94) kadar kurutulması sağlanmıştır. Etüvde ve mikrodalga kurutmada Juhaimi ve ark. (2017)’nin bildirdiği kurutma koşullarında çeşitli modifikasyonlar yapılarak uygulama yapılmıştır. Etüvde kurutma işleminde ise 70, 90 ve 110 °C’de üç farklı kurutma işlemi yapılmıştır. Mikrodalga kurutmada ise 450 W (4 dk), 600 W (3 dk) ve 700 W (3 dk) olmak üzere farklı uygulamalar yapılmıştır.

Kurutma işleminde meyvelerde nem tayini otomatik nem tayin cihazı ile yapılmıştır ve sonuçlar % olarak sunulmuştur. Meyvelerin ağırlık kaybı ise 0.001 g’a duyarlı hassas terazi ile ölçülmüştür. Yapılan araştırmada biyokimyasal analizlerde meyvelerin nem oranlarının farklı olmasından dolayı yöntemi optimize etmek için ağırlık nem oranına bağlı olarak her uygulamada alınan örnek miktarı standardize edilmiştir.

Organik Asitlerin Analizi

Yaş ve kurutulmuş örneklerde organik asitlerin ekstraksiyonu Bevilacqua ve Califano (1989)’nun bildirdiği yöntemin modifikasyonu ile yapılmıştır. 10 g örnek santrifüj tüplerine alınmış ve daha sonra 10 mL 0.009 N H₂SO₄ örneklere ilave edilmiş ve homojenize edilmiştir. Örnekler 1 saat karıştırılmış ve 14.000 rpm’de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüpünün üst kısmında kalan sıvı (süpernatant) filtre kâğıdından süzülmüş, akabinde 0.45 µm membran filtreden ve nihayetinde SEP-PAK C18 kartuşdan geçirilmiştir. HPLC (Agilent HPLC 1100 series G 1322 A, Almanya) cihazına enjekte edilerek uygun kolonda (Aminex HPX - 87 H, 300 mm x 7.8 mm) ayrımları

gerçekleştirilmiştir. Organik asitler 214 ve 280 nm dalga boylarında belirlenmiştir. Mobil faz olarak 0.009 N H₂SO₄ çözeltisi kullanılmıştır.

C vitamini Analizi

Homojenizatörde parçalanmış dut örneklerinin üzerine 5 mL %2.5 M-fosforik asit çözeltisi ilave edilmiştir. Elde edilen karışım +4 °C'de 6500 x g'de 10 dakika süre ile santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüpündeki berrak kısımdan 0.5 mL alınarak ve %2.5'lik M-fosforik asit çözeltisi ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Bu karışım 0.45 µm' lik teflon filtreden filtre edilerek HPLC cihazına enjekte edilmiştir. HPLC analizlerinde C vitamini C18 kolonda (Phenomenex Luna C18, 250x4.60 mm, 5 µ) belirlenmiştir. Kolon fırını sıcaklığı 25 °C olarak ayarlanmıştır. Sistemde mobil faz olarak 1 ml dakika⁻¹ akış hızında pH düzeyi H₂SO₄ ile 2.2'e ayarlanmış ultra saf su kullanılmıştır. Okumalar DAD dedektörde 254 nm dalga boyunda belirlenmiştir. C vitamini pikinin tanımlanması ve düzeyinin tespit edilmesinde farklı konsantrasyonlarda (50, 100, 500, 1000, 2000 ppm) hazırlanan L-askorbik asit (Sigma A5960) kullanılmıştır (Cemeroğlu, 2007).

İstatistiksel Değerlendirme

Kurutma işlemi sırasında değişimlerin incelenmesinde SPSS (23) paket programı kullanılmıştır. Kurutmaya bağlı olarak fenolik madde ve organik asitlerin değişiminin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmış, gruplar arasındaki farklılıkların değerlendirilmesine ise tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Nem ve Ağırlık

Kurutma sırasında beyaz dut ve kara dut meyvelerine ait ağırlık ve nem verileri Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Kara dut ve beyaz dutun yaş meyve ağırlıkları sırası ile 7.06 ve 2.67 g olarak belirlenmiştir. Güneşte kurutmada ağırlık beyaz dutta 1.07 g'a kara dutta ise 1.59 g'a kadar düşüş göstermiştir. Beyaz dutta etüvde kurutma yönteminde 110 °C'da ağırlıkta en fazla kayıp gerçekleşmiş olup, 0.57 g olarak tespit edilmiştir. 70 ve 90 °C sıcaklıklardaki uygulamalarda sırası ile meyve ağırlıkları 0.88 g ve 0.58 g olarak belirlenmiştir. Mikrodalga kurutmada beyaz dutta en fazla ağırlık kaybı 450 W güçte 4 dakika uygulamada tespit edilmiştir (0.62 g). Beyaz dutta 600 W güçte 3 dakika uygulamada ağırlık 0.89 g'a 700 W güçte 3 dakika uygulamada ise 1.22 g'a kadar düşüş sağlanmıştır. Kara dutta etüvde kurutma yönteminde en fazla ağırlık kaybı 70 °C'da gerçekleşmiş ve ağırlık 1.57 g olarak belirlenmiştir. 70 ve 90 °C sıcaklıklardaki uygulamalarda ise kara dut ağırlıkları sırası ile 1.87 g ve 1.80 g olarak belirlenmiştir. Kara dutların mikrodalga ile kurutulmasında en fazla meyve ağırlığı 1.41 g ile 700 W 4.5 dakika uygulamada, en az meyve ağırlığı ise 0.76 g ile 450 W güçte 7 dakika uygulamada tespit edilmiştir. Güneş ve Çekiç (2004), 5 farklı kara dut genotipinde meyve ağırlığının 3.02 g- 5.72 g aralığında, 23 farklı beyaz genotipte ise 3.15 g-6.88 g aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Ercişli ve Orhan (2007) yaptıkları çalışmada Erzurum'da yetişen *M. alba* ve *M. nigra* dut çeşitlerinde yaş meyve ağırlıklarını sırası ile 3.49 g ve 4.37 g olarak belirlemişlerdir. İğdir, Tuzluca ve Kağızman ekolojik koşullarında yetişen kara dut meyvelerinde meyve ağırlığı 2.19 g-3.58 g arasında belirlenmiştir (Pehlivan ve ark., 2012). Uşak ili Ulubey ilçesinde yapılan çalışmada 15 adet kara dut genotipinde yaş meyve ağırlıkları 2.87 g-4.30 g arasında tespit edilmiştir (Erkaleli ve Dalkılıç, 2016). Kara dut meyvesi için çalışmalarda tespit edilen meyve ağırlıkları, Güneş ve Çekiç (2004), Ercişli ve Orhan (2007), Pehlivan ve ark. (2012), Erkaleli ve Dalkılıç (2016)'ın bildirdiği ağırlıkların üzerinde belirlenmiştir. Bu farklılığın özellikle meyvelerin toplandığı lokasyon ve ekolojik koşullardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada yaş beyaz dut meyve ağırlıkları, Güneş ve Çekiç (2004), Ercişli ve Orhan (2007)'in bildirdiği verilerin altındadır. Yine bu farklılığın kara dutta olduğu gibi lokasyon ve ekolojik şartlardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Beyaz dut ve kara dutun yaş meyvede nem oranları sırası ile %83.63 ve % 91.97 olarak belirlenmiştir. Güneşte kurutma ile nem oranları beyaz dutta %17.87'ye kara dutta ise % 16.94'e kadar düşmüştür. Beyaz dutun etüvde kurutulmasında en düşük nem oranı %13.73 ile 110 °C'de gerçekleşirken en fazla nem oranı ise % 29.51 ile 70 °C'deki uygulamada tespit edilmiştir. Mikrodalga uygulamada ise beyaz dutlarda en fazla nem kaybı %55.76 ile 450 W gücün 4 dakika uygulandığı örnekte belirlenmiştir. Bu yöntem ile kurutmada en fazla nem oranı %67.21 ile 700 W gücün 3 dakika uygulandığı örnekte tespit edilmiştir. Kara dutta etüvde kurutma yönteminde en yüksek nem oranı %44.92 ile 90 °C'da, en düşük nem oranı ise %25.70 ile 70 °C'da uygulamada belirlenmiştir. Kara dutun mikrodalga ile kurutulduğu yöntemde ise en düşük nem oranı (% 44.00) ile 450 W güçte 7 dakika uygulamada, en yüksek nem oranı ise %64.05 ile 700 W güçte 4.5 dakika uygulamada tespit edilmiştir. Ercişli ve Orhan (2007) yaptıkları çalışmada Erzurum'da yetişen *M. alba* ve *M. nigra* dut türlerinde nem oranları sırası ile %71.5 ve % 72.6 olarak

belirlenmiştir. Çoruh Vadisi'nde M. alba genotiplerinde yapılan çalışmada meyvelerde nem oranının %72.85-79.75 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Güngör ve Sengul, 2008). Pakistan'da yapılan çalışmada M. alba ve M. nigra genotiplerinin meyvelerinde nem oranı sırasıyla %81.72 ve % 82.40 olarak tespit edilmiştir (Imran ve ark., 2010). Türkiye'nin Isparta ili Mahmutlar lokasyonunda 8 kara dut genotipinde yapılan çalışmada nem oranı %77.30 ile % 84.27 arasında belirlenmiştir (Koyuncu ve ark., 2014). Uşak ili Ulubey ilçesinde yapılan çalışmada 15 adet kara dut genotipinde nem oranı %69.3-78.4 olarak belirlenmiştir (Erkaleli ve Dalkılıç, 2016). Çalışmada beyaz dut meyvesinde belirlenen nem oranı (%83.63), Ercişli ve Orhan (2007), Güngör ve Sengul (2008), Imran ve ark. (2010)'nın çalışmalarında bildirmiş olduğu değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Kara dut için çalışmada bildirilen nem oranı (%91.97), Ercişli ve Orhan (2007), Imran ve ark. (2010), Koyuncu ve ark. (2014), Erkaleli ve Dalkılıç (2016)'ın bildirdiği değerlerden yüksek bulunmuştur. Çalışma sonuçları ile literatür arasındaki farklılığın lokasyondan, uygulama farklılıklarından, ekolojik koşullardan ve genotip farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Mikrodalga uygulamalarında nem oranı diğer klasik uygulamalara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu durum mikrodalga uygulama ile meyvenin dış yüzeyinde ani bir kuruma gerçekleşmesi ve dolayısı ile nemi dışarıya verememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Juhaimi ve ark. (2017) çalışmalarında hurma meyvesini, güneşte, etüvde ve mikrodalga ile kurutmuşlardır. Güneşte kurutma ile birlikte nem kaybının çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Mikrodalga kurutmada ise nem kaybı daha az olmakta, etüvde kurutmada ise nem kaybı mikrodalgaya nazaran daha fazla, güneşte kurutmaya göre ise daha az bulunmuştur. Meyvelerin gerek fizyolojik yapıları gerekse de nem oranları farklı olmasından dolayı doğrudan bir kıyaslama yapılamasa da sonuçların çalışmamıza benzer olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Kara dut (*Morus nigra* L.) meyvelerinin ağırlık ve nem oranları.

Table 1. Weight and moisture ratios of black mulberry (*Morus nigra* L.) fruits.

Uygulamalar		Ağırlık (g)	Nem (%)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	0.76 ± 0.11 d*	44.00 ± 2.05 c
	600 W 3 dakika	1.30 ± 0.16 c	63.53 ± 1.15 b
	700 W 3 dakika	1.41 ± 0.28 c	64.05 ± 1.02 b
Etüvde kurutma	70 °C	1.57 ± 0.25 bc	25.70 ± 4.05 d
	90 °C	1.87 ± 0.33 b	44.92 ± 3.59 c
	110 °C	1.80 ± 0.27 b	31.16 ± 5.29 d
Güneşte kurutma		1.59 ± 0.21 bc	16.94 ± 4.15 e
Yaş		7.06 ± 0.44 a	91.97 ± 4.43 a

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Çizelge 2. Beyaz dut (*Morus alba* L.) meyvelerinin ağırlık ve nem oranları.

Table 1. Weight and moisture ratios of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits.

Uygulamalar		Ağırlık (g)	Nem (%)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	0.62 ± 0.09 d*	55.76 ± 3.18 d
	600 W 3 dakika	0.89 ± 0.11 c	63.53 ± 4.77 c
	700 W 3 dakika	1.22 ± 0.14 b	67.21 ± 4.63 b
Etüvde kurutma	70 °C	0.88 ± 0.07 c	29.51 ± 1.37 e
	90 °C	0.58 ± 0.13 d	15.49 ± 1.11 fg
	110 °C	0.57 ± 0.17 d	13.73 ± 1.01 g
Güneşte kurutma		1.07 ± 0.13 bc	17.87 ± 2.12 f
Yaş		2.67 ± 0.38 a	83.63 ± 4.55 a

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Organik Asitler ve C Vitamini

Örneklere altı farklı organik asit ve C vitamini (askorbik asit) belirlenmiştir. Belirlenen organik asitler; okzalik asit, sitrik asit, tartarik asit, malik asit, süksinik asit ve fumarik asittir. Kurutma yöntemlerine bağlı olarak organik asitlerin bileşimlerinde değişiklikler tespit edilmiş ve istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($P < 0.05$). Yaş meyvede beyaz dutta en fazla miktarda belirlenen organik asit malik asit olup $3.31 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Bu organik asidi $0.68 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ miktar ile tartarik asit izlemiştir. Bu organik asitler dışında belirlenen diğer organik asitlerin miktarı $1 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ 'in altında belirlenmiştir. Beyaz ve kara dutların kurutma yöntemlerine göre organik asit bileşimindeki değişim Çizelge 3,4,5 ve 6'da gösterilmiştir. Yaş meyvede en fazla miktarda belirlenen organik asit malik asit olup kurutma ile birlikte artış göstermiştir. Kurutma işlemleri kıyaslandığında en fazla artış etüvde ($110 \text{ }^\circ\text{C}$) yapılan kurutma yönteminde belirlenmiş ve miktar olarak $17.67 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.

Mikrodalga ile kurutulmuş beyaz dutların malik asit içeriği güneşte kurutulan meyvelere göre daha fazla bulunmuştur. Mikrodalga ile kurutulan beyaz dut meyvelerinde en fazla malik asit artışı 600 W uygulamasında ($16.30 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) belirlenirken en az artış ise 450 W uygulamasında ($12.68 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) görülmüştür (Çizelge 5). Okzalik asit miktarı kurutma ile birlikte bir miktar artış göstermiştir. En fazla artış güneşte kurutma yönteminde belirlenmiş ve miktar $2.88 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Etüvde kurutma yönteminde en fazla okzalik asit $90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ uygulamada ($1.80 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) belirlenirken en düşük okzalik asit $0.99 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ile $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ uygulamada tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Kara dut (*Morus nigra* L.) meyvelerinin okzalik, sitrik, tartarik ve malik asit içerikleri.

Table 3. Oxalic, citric, tartaric and malic acid contents of black mulberry (*Morus nigra* L.) fruits.

Uygulamalar		Okzalik (g 100 g ⁻¹)	Sitrik (g 100 g ⁻¹)	Tartarik (g 100 g ⁻¹)	Malik (g 100 g ⁻¹)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	1.90 ± 0.05 b*	8.80 ± 0.15 a	0.48 ± 0.07ab	15.37 ± 0.17 c
	600 W 3 dakika	0.45 ± 0.02 fg	7.60 ± 0.26 c	0.48 ± 0.03 ab	12.55 ± 0.15 e
	700 W 3 dakika	0.51 ± 0.02 f	5.82 ± 0.07 e	0.50 ± 0.04 a	10.09 ± 0.09 f
Etüvde kurutma	70 °C	1.49 ± 0.12 c	8.28 ± 0.10 b	0.46 ± 0.08 ab	17.27 ± 0.11 b
	90 °C	0.88 ± 0.02 d	5.34 ± 0.14 f	0.37 ± 0.03 c	13.28 ± 0.09 d
	110 °C	0.74 ± 0.03 e	6.41 ± 0.12 d	0.47 ± 0.01 ab	9.29 ± 0.09 g
Güneşte kurutma		2.88 ± 0.09 a	9.09 ± 0.14 a	0.43 ± 0.02 bc	18.39 ± 0.11 a
Yaş		0.36 ± 0.03 g	2.47 ± 0.05 g	0.28 ± 0.00 d	5.87 ± 0.08 h

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4. Kara dut (*Morus nigra* L.) meyvelerinin süksinik asit, fumarik asit ve C vitamini içerikleri.

Table 4. Succinic acid, fumaric acid and vitamin C contents of black mulberry (*Morus nigra* L.) fruits.

Uygulamalar		Süksinik (g 100 g ⁻¹)	Fumarik (g 100 g ⁻¹)	Vitamin C (mg 100 g ⁻¹)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	0.87 ± 0.02 ab*	0.55 ± 0.02 c	25.96 ± 0.23 b
	600 W 3 dakika	0.65 ± 0.04 de	0.47 ± 0.05 cd	17.55 ± 0.18 c
	700 W 3 dakika	0.71 ± 0.06 cd	0.45 ± 0.03 d	15.28 ± 0.24 d
Etüvde kurutma	70 °C	0.93 ± 0.08 a	0.78 ± 0.07 a	15.37 ± 0.20 d
	90 °C	0.74 ± 0.03 c	0.23 ± 0.04 e	13.58 ± 0.09 e
	110 °C	0.63 ± 0.04 e	0.27 ± 0.03 e	12.19 ± 0.07 f
Güneşte kurutma		0.85 ± 0.09 b	0.65 ± 0.04 b	15.73 ± 0.11 d
Yaş		0.48 ± 0.07 f	0.11 ± 0.00 f	31.66 ± 0.29 a

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Okzalik asitteki en az artış mikrodalga uygulamalarında görülmüştür. İstatistiki olarak tüm uygulamalar aynı grup içerisinde yer almış ve $0.97\text{-}1.16 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ aralığında tespit edilmiştir. Sitrik asit miktarı kurutma işlemine bağlı olarak istatistiki olarak önemli artışlar görülmüştür. Güneşte kurutmada sitrik asit miktarı $3.75 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Beyaz dut (*Morus alba* L.) meyvelerinin okzalik, sitrik, tartarik ve malik asit içerikleri.**Table 5.** Oxalic, citric, tartaric and malic acid contents of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits.

Uygulamalar		Okzalik (g 100 g ⁻¹)	Sitrik (g 100 g ⁻¹)	Tartarik (g 100 g ⁻¹)	Malik (g 100 g ⁻¹)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	0.97 ± 0.1 d*	3.42 ± 0.11 e	0.84 ± 0.06 bc	12.68 ± 0.21 d
	600 W 3 dakika	1.16 ± 0.05 d	5.52 ± 0.18 d	0.88 ± 0.07 b	16.30 ± 0.31 b
	700 W 3 dakika	1.00 ± 0.02 d	6.03 ± 0.14 c	0.83 ± 0.05 bc	15.45 ± 0.16 c
Etüvde kurutma	70 °C	0.99 ± 0.06 d	3.88 ± 0.19 e	0.87 ± 0.07 b	10.95 ± 0.19 e
	90 °C	1.80 ± 0.11 b	10.32 ± 0.25 b	0.75 ± 0.02 c	16.84 ± 0.24 b
	110 °C	1.45 ± 0.04 c	14.15 ± 0.21 a	0.71 ± 0.03 c	17.67 ± 0.11 a
Güneşte kurutma		2.88 ± 0.18 a	3.75 ± 0.15 e	3.60 ± 0.15 a	4.66 ± 0.16 f
Yaş		0.36 ± 0.07 e	0.65 ± 0.10 f	0.68 ± 0.10 d	3.31 ± 0.14 g

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 6. Beyaz dut (*Morus alba* L.) meyvelerinin süksinik asit, fumarik asit ve C vitamini içerikleri.**Table 6.** Succinic acid, fumaric acid and vitamin C contents of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits.

Uygulamalar		Süksinik (g 100 g ⁻¹)	Vitamin C (mg 100 g ⁻¹)	Fumarik (g 100 g ⁻¹)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	0.99 ± 0.07 e*	17.48 ± 0.41 b	0.08 ± 0.00 f
	600 W 3 dakika	1.76 ± 0.15 c	16.51 ± 0.24 c	0.14 ± 0.01 c
	700 W 3 dakika	0.79 ± 0.05 e	16.40 ± 0.11 c	0.10 ± 0.00 e
Etüvde kurutma	70 °C	1.87 ± 0.16 c	18.26 ± 0.17 b	0.20 ± 0.01 b
	90 °C	2.69 ± 0.21 b	14.37 ± 0.09 d	0.13 ± 0.00 d
	110 °C	1.35 ± 0.18 d	11.34 ± 0.16 f	0.10 ± 0.00 e
Güneşte kurutma		3.24 ± 0.13 a	13.40 ± 0.16 e	1.31 ± 0.13 a
Yaş		0.60 ± 0.04 f	26.30 ± 0.14 a	0.07 ± 0.04 f

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 seviyesinde önemlidir.

Etüvde kurutma yöntemlerinde sıcaklık arttıkça sitrik asit miktarında artış olmuştur. En yüksek sitrik asit miktarı 14.15 g 100 g⁻¹ ile 110 °C'da yapılan uygulamada, en düşük sitrik asit miktarı ise 3.88 g 100 g⁻¹ ile 70 °C'da yapılan uygulamada tespit edilmiştir. Mikrodalga ile yapılan uygulamalarda sitrik asit miktarı etüvde kurutma yöntemine nazaran daha düşük bulunmuştur. Güç uygulamasına paralel olarak sitrik asit miktarında artış tespit edilmiştir. En fazla sitrik asit miktarı 6.03 g 100 g⁻¹ ile 700 W güç uygulamasında, en düşük sitrik asit miktarı ise 3.42 g 100 g⁻¹ ile 450 W güç uygulamasında belirlenmiştir. Tartarik asit miktarı kurutma yöntemlerine göre artma eğilimi göstermiştir. Güneşte kurutma yönteminde tartarik asit miktarı 3.60 g 100 g⁻¹ tespit edilmiştir. Etüvde kurutma yönteminde 0.71-0.87 g 100 g⁻¹ aralığında tartarik asit belirlenirken, mikrodalga kurutma yönteminde ise 0.83-0.88 g 100 g⁻¹ aralığında tespit edilmiştir. Süksinik asit içeriğine bakıldığında; kurutma yöntemlerine göre artış göstermiş ve en yüksek değer güneşte kurutmada 12.24 g 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Askorbik asit, kurutma ile birlikte azalış gözlemlenen organik asitlerdendir. Askorbik asit miktarı güneşte kurutmada 13.40 mg 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Askorbik asit miktarı, etüvde kurutma yönteminde, sıcaklık uygulaması artışına bağlı olarak düşüş sergilemiştir. 70 °C'da kurutulan örneklerde askorbik asit miktarı 18.26 mg 100 g⁻¹ iken 110 °C'de kurutulan örneklerde ise 11.34 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Mikrodalga kurutmada kurutma gücüne bağlı olarak askorbik asit az da olsa düşüş sergilemiştir. Mikrodalga kurutmada askorbik asit miktarı 16.40-17.48 mg 100 g⁻¹ aralığında değişim göstermiştir. Beyaz dutların kurutulmasında fumarik asit de tartarik asidin gösterdiği eğilimi sergilemiştir. Güneşte kurutmada, fumarik asit miktarı (1.31 g 100 g⁻¹) yaş meyveye göre daha fazla belirlenmiştir. Etüvde kurutmada sıcaklığa bağlı olarak fumarik asit miktarı düşüş göstermiştir. Fumarik asit miktarı etüvde kurutulan beyaz dutlarda 0.10- 0.20 g 100 g⁻¹ aralığında tespit edilmiştir. Mikrodalga yöntemiyle kurutulan beyaz dutlarda fumarik asit miktarı düşük olmakla birlikte, 0.08-0.14 g 100 g⁻¹ aralığında tespit edilmiştir. Van ilinden toplanan beyaz dutlarda sitrik asit 0.393 g 100 g⁻¹, tartarik asit 0.223 g 100 g⁻¹, malik asit 3.095 g 100 g⁻¹, süksinik asit 0.168 g 100 g⁻¹, fumarik asit 0.024 g 100 g⁻¹ ve askorbik asit 24.422 g 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Gündoğdu ve ark., 2011). İğdir'da iki adet beyaz dut genotipi ile yapılan çalışmada, sitrik asit 0.480, 0.687 g 100 g⁻¹, tartarik

asit 0.153, 0.430 g 100 g⁻¹, malik asit 1.130, 2.103 g 100 g⁻¹, süksinik asit 0.267, 0.437 g 100 g⁻¹, fumarik asit 0.100, 0.123 g 100 g⁻¹ ve askorbik asit 13.400, 18.220 mg 100 g⁻¹ düzeylerinde belirlenmiştir (Eyduran ve ark., 2015). Bozhüyük ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada 3 farklı beyaz dut genotipinde organik asit bileşiminde sitrik asit, tartarik asit, malik asit, süksinik asit, laktik asit, fumarik asit ve asetik asit içeriklerini ortalama olarak sırası ile 0.940-2.827 mg 100 g⁻¹, 0.128-0.155 mg 100 g⁻¹, 8.493-9.888 mg 100 g⁻¹, 2.094-4.119 mg 100 g⁻¹, 0.349-1.063 mg 100 g⁻¹, 0.177-0.242 mg 100 g⁻¹ ve 0.042-0.069 mg 100 g⁻¹ aralığında tespit etmişlerdir. İğdir ilinde yapılan bir diğer çalışmada, beyaz dut bileşiminde sitrik asit 0.6367 g 100 g⁻¹, tartarik asit 0.1500 g 100 g⁻¹, malik asit 2.1333 g 100 g⁻¹, süksinik asit 0.2500 g 100 g⁻¹, fumarik asit 0.1067 g 100 g⁻¹ ve askorbik asit 16.420 mg 100 g⁻¹ düzeyinde belirlenmiştir (Gecer ve ark., 2016). Hakkari’de yetiştirilen beyaz dut genotiplerinde yapılan çalışmada, organik asitler olan okzalik asit 0.30-0.64 g 100 g⁻¹, sitrik asit 1.66-2.37 g 100 g⁻¹, tartarik asit 0.14-0.54 g 100 g⁻¹, malik asit 8.63-13.51 g 100 g⁻¹, süksinik asit 0.80-2.06 g 100 g⁻¹, fumarik asit 0.12-0.16 g 100 g⁻¹ ve askorbik asit 25.51-30.45 mg 100 g⁻¹ aralığında değişim göstermiştir (Gündoğdu ve ark., 2018). Beyaz dutta elde edilen okzalik asit sonuçları Gündoğdu ve ark. (2018)’in bildirdiği değerler ile benzerlik teşkil etmektedir. Sitrik asit miktarı, Gündoğdu ve ark. (2011), Bozhüyük ve ark. (2015) ve Gündoğdu ve ark. (2018)’in bildirdiği değerlerin altında, Gecer ve ark. (2016)’ın bildirdiği değerlerin üzerindedir. İncirde güneşte ve etüvde kurutma yapılmış ve sitrik asit ve malik asit içerikleri incelenmiştir. Kurutma yöntemlerine göre taze incirle kıyaslama yapıldığında sitrik asit ve malik asit içeriklerinde kurutmaya bağlı olarak ciddi artışlar olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, kurutulmuş incirlerin daha az su içermesi yani organik asitlerin konsantr olarak bulunmasına dayandırılmıştır (Slatnar ve ark., 2011).

SONUÇ

Yapılan araştırmada, mikrodalga yöntemli ile kurutulan örneklerde meyve ağırlığındaki düşüş yüzeydeki hızlı kurumaya bağlı olarak diğer yöntemlere kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Etüvde kurutulan örneklerin bazılarında nem oranı güneşte kurutulanlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Mikrodalga uygulamalarda ise nem oranı daha yüksek oranda belirlenmiştir. Mikrodalga uygulamada nem oranı diğer yöntemlere nazaran daha yüksek bulunmasının nedeni meyvenin kabuğunun aniden kuruması ve içindeki nemi hapsetmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu ürünler daha kuru değil jel formunda ürünler oluşturmuşlardır. Yapılan araştırmada etüvde (110 °C) kurutulan beyaz dut meyve örneklerinde ve güneşte kurutulan karadut meyve örneklerinde en fazla belirlenen organik asit malik asit olduğu tespit edilmiştir. Doğal kurutulan beyaz dut örneklerinde en fazla belirlenen organik asitlerin malik asit ve sitrik asit olduğu görülmüştür. Etüv ve mikrodalga ile kurutulan örneklerin organik asitlerin değerleri birbirlerine yakın olmakla birlikte güneşte kurutulan örneklerin organik asit miktarları farklılık göstermiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Makalenin yazımı ve analiz işlemleri M.K. tarafından yürütülmüştür. Konu dizaynı ve yöntem tercihini M.G. planlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Tez çalışması olan bu araştırma Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığınca desteklenmiştir (Proje No: 2017.10.05.1209)

KAYNAKLAR

- Bevilacqua, A. E., & Califano, A. N. (1989). Determination of organic acids in dairy products by high performance liquid chromatography. *Journal of Food Science*, 54, 1076–1079.
- Bozhüyük, M. R., Pehlivan, M., Kaya, T., & Doğru B. (2015). Organic acid composition of selected mulberry genotypes from Aras Valley. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(2), 69-74.
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. No: 34, Ankara.
- Datta, A. K. (2001). *Handbook of Microwave Technology for Food Application*. CRC Press, USA.

- Ercisli, S. & Orhan, E. (2007). Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry*, 103(4), 1380-1384.
- Ercisli, S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51(4), 419-435.
- Ercisli, S., & Orhan, E. (2008). Some physico-chemical characteristics of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from Northeast Anatolia Region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 116, 41-46.
- Erdoğan, E. (2003). *İspir ve Pazaryolu ilçelerinde yetiştirilen dutların (Morus sp.) seleksiyon yoluyla islahı üzerinde bir araştırma*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Erkaleli, Z. Ö., & Dalkılıç, Z. (2016). Uşak İli Ulubey ilçesinde yetişen kara dutların (*Morus nigra* L.) morfolojik, fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 89-106.
- Evranoz, Ö. (1998). *Gıda Mühendisliği Tasarımı Ders Notları*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Eyduran, S. P., Ercisli, S., Akin, M., Beyhan, O., Geçer, M. K., Eyduran, E., & Erturk, Y. E. (2015). Organic acids, sugars, vitamin c, antioxidant capacity and phenolic compounds in fruits of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry genotypes. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88(1), 134-138.
- Gecer, M. K., Akin, M., Gündoğdu, M., Eyduran, S. P., Ercisli, S., & Eyduran, 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.
- Gündoğdu, M., Muradoğlu, F., Sensoy, R. G., & Yılmaz, 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.
- Gündoğdu, M., Tunçtürk, M., Berk, S., Şekeroğlu, N., & Gezici, S. (2018). Antioxidant capacity and bioactive contents of mulberry species from Eastern Anatolia Region of Turkey. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52, 96-101.
- Güneş, M., & Cekiç, Ç. (2004). Some chemical and physical properties of fruits of different mulberry species commonly grown In Anatolia, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 16(3), 1849-1855.
- Güngör, 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.
- Imran, M., Khan, H., Shah, M., Khan, R., & Khan, F. (2010). Chemical composition and antioxidant activity of certain *Morus* Species. *Journal of Zhejiang University Science B*, 11(12), 973-980.
- Juhaimi, F. A., Özcan, M. M., & Uslu, N. (2017). The effect of microwave and conventional drying on antioxidant activity, phenolic compounds and mineral profile of date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) flesh. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 58-63.
- Koyuncu, F. (2004). Organic acid composition of native black mulberry fruit. *Chemistry of Natural Compounds*, 40(4), 367-369.
- Koyuncu, F., Çetinbaş, M., & Erdal, İ. (2014). Nutritional constituents of wild-grown black mulberry (*Morus nigra* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87, 93-96.
- Oliveira, M. E. C., & Franca, A. S. (2002). Microwave heating of foodstuffs. *Journal of Food Engineering*, 53(4), 347-359.
- Pehlivan, M., Kaya, T., Doğru, B., & Bozhüyük, M. R. (2012). *Farklı lokasyon ve hasat zamanlarının kara dutun (Morus nigra L.) bazı meyve özellikleri üzerine etkisi*. IV. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Antalya.
- Rop, O., Ercisli, S., Mlcek, J., Jurikova, T., & Hoza, I., (2014). Antioxidant and radical scavenging activities in fruits of 6 sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 224-232.
- Sanchez, E. M., Calin-Sanchez, A., Carbonell-Barrachina, A. A., Mel-Garejo, P., Hernandez, F., & Martinez-Nicolas, J. J. (2014). Physicochemical characterization of eight Spanish mulberry clones: Processing and fresh market aptitudes. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 477-483.
- Sanchez-Salcedo, E. M., Mena, P., Garcia-Viguera, C., Martinez, J. J., & Hernandez, F. (2015). Phytochemical evaluation of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry fruits, a starting point for the assessment of their beneficial properties. *Journal of Functional Foods*, 12, 399-408.
- Slatnar, A., Klancar, U., Stampar, F., & Veberic, R. (2011). Effect of drying of figs (*Ficus carica* L.) on the contents of sugars, organic acids, and phenolic compounds. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21), 11696-11702.
- Verheij, E. W. M., & Coronel, R. E. (1991). *Plant resources of South-East Asia 2. Edible Fruits and Nuts*. 348, Netherlands.