

Güneş ve Mikrodalga ile Kurutmanın Mürdüm Eriğinin (*Prunus domestica* subsp. *Insititia*) Fiziksel Kalitesi Üzerine Etkisi

Dilay Yıldız¹ , Özlem Çağındı²  

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa

Geliş Tarihi (Received): 25.05.2021, Kabul Tarihi (Accepted): 17.03.2022

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): ozlem.cagindi@cbu.edu.tr (Ö. Çağındı)

☎ 0236 201 2263 📠 0236 241 2143

ÖZ

Bu çalışmada, farklı kurutma yöntemi kullanılarak mürdüm eriğinin fiziksel kalite özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla, örnekler öncelikle 55°C sıcaklıkta 1 dk. %1'lik NaOH bandırma işlemi uygulanmış ve ardından örnekler iki grup (çekirdekli bütün ve çekirdeksiz yarım) halinde güneşte ve üç farklı mikrodalga güç seviyesinde (450, 720 ve 900W) nem içeriği %18'e ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Kurutulan bütün ve yarım erik örneklerinin toplam kuru madde, kuruma süresi, renk, su aktivitesi, rehidrasyon oranı, serbest yığın yoğunluğu, partikül yoğunluğu, büzüşme ve doku değerleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre kuruma süresi, artan mikrodalga güç seviyesi ile düşüş göstermiştir. Bütün halde kurutulan eriklerde farklı kurutma yöntemlerinin L, a, ΔE, H, rehidrasyon oranı, serbest yığın yoğunluğu, partikül yoğunluğu, büzüşme, iç yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerlerinde anlamlı bir değişikliğe yol açtığı (p<0.05), ancak b değeri, su aktivitesi, sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri arasında anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür (p>0.05). Yarım halde kurutulan eriklerde farklı kurutma yöntemlerinin iç L, a, b, ΔE, H değerleri, rehidrasyon oranı, serbest yığın yoğunluğu, partikül yoğunluğu, büzüşme, sertlik, yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerlerini etkilediği (p<0.05), ancak dış L, a, b, ΔE, H değerleri ve su aktivitesi üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır (p>0.05). Mikrodalga ile kurutulan ürünlerle kıyaslandığında, güneşte kurutulan eriklerin parlaklık değerleri daha iyi korunmuştur. Güç seviyesi arttıkça, erik örneklerinin rehidrasyon oranlarında artış görülmüştür. Üç farklı güç seviyesinde kurutulan erikler için en kısa kuruma süresi olarak 900W mikrodalga uygulaması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Erik, Güneşte kurutma, Kalite, Mikrodalga kurutma

Effect of Sun and Microwave Drying on Physical Quality of Mürdüm Plums (*Prunus domestica* subsp. *Insititia*)

ABSTRACT

In this study, the physical quality properties of Mürdüm plums were determined by using different drying methods. For this purpose, samples were dipped in a solution of 1% NaOH for a minute at 55°C. Then, samples were dried in two groups (whole with seeds and halves without seeds) by solar drying or microwave drying at three different power levels (450, 720 and 900W) until the moisture content of 18%. Total dry matter, drying time, color, water activity, rehydration rate, free bulk density, particle density, shrinkage and texture values of dried whole and half plum samples were determined. Results indicated that drying time decreased with an increase in microwave power level. In whole dried plums, different drying methods resulted in a significant change in L, a, E, H, rehydration rate, free bulk density, particle density, shrinkage, internal stickiness, chewability and elasticity (p<0.05); however, it was observed that there was insignificant differences in b value, water activity, hardness, adhesiveness and flexibility values between drying methods (p>0.05). Different drying methods, internal L, a, b, ΔE, H values, rehydration ratio, free bulk density, particle density, shrinkage, hardness, adhesiveness, flexibility, internal stickiness, chewiness and elasticity values of plums

dried in half were influenced significantly ($p<0.05$). However, it was determined that there was insignificant effect ($p>0.05$) on external L, a, b, ΔE , H values and water activity. Compared to microwave dried products, it was observed that the brightness values of plums that were solar-dried were better preserved. As the microwave power level increased, the rehydration rates of plums increased. For plums dried at three different power levels, 900W microwave application is recommended as the shortest drying time.

Keywords: Plum, Sun drying, Quality, Microwave drying

GİRİŞ

Erik *Prunus* cinsine ait *Rosaceae* familyasından meyvesi yenen bazı ağaç türlerinin ortak adıdır. En çok yetiştirilen sert çekirdekli meyvelerden biri olan erik; potasyum, fosfor, sodyum, demir, lif ve ayrıca A, B₁, B₂, B₃, B₆, C, E vitaminlerini içermekle birlikte, lifçe ve antioksidanlarca zengin olmasından dolayı insan beslenmesi için önemli katkıda bulunacak potansiyele sahiptir [1-4]. Avrupa-Asya türleri arasında bulunan mürdüm eriği (*Prunus domestica* subsp. *Insititia*) Mirabel veya Damson eriği olarak da adlandırılmaktadır [5]. Erik, taze tüketiminin yanı sıra; kurutmalık, meyve suyu, konsantre, reçel, marmelat, konserve, dondurma gibi çok çeşitli şekillerde değerlendirilebilmektedir. Kurutulmuş erik ise tatlandırıcı, renk ve aroma iyileştirici, nem tutucu (kek ve kurabiyeleri nemli tutmak için), sağlıklı atıştırmalık, diyet ara öğünü olarak, ayrıca müsli, tahıl gevreği ve kahvaltılık ürünlerin karışımında, tatlı, puding ve çikolata içerisinde, bisküvi-kek gibi ürünlerde, tatlı ve tuzlu yemeklerde, çikolata kaplı kuru erik şekerlemesinde, içecek-fermenteli içecek, komposto ve dondurma yapımı gibi pek çok farklı alanda kullanılmaktadır [6, 7].

Kurutma en eski gıda muhafaza yöntemlerinden biri olup gıda kalitesini korumak ve depolama sırasında oluşabilecek bozulma ve kontaminasyonu önlemek için gıda sektöründe uzun yıllardır kullanılmaktadır [8, 9]. Kurutma ile nem ve su aktivitesi içerikleri belirli bir miktarda altına düşürülmüş olan gıdalar kimyasal, enzimatik ve mikrobiyolojik bozulmalara karşı daha dayanıklı hale gelmekte ve böylece gıdanın raf ömrü arttırılmaktadır [10, 11]. Ayrıca kurutma ile ürün ağırlığının azalması sonucu depolama ve nakliye maliyetleri de düşmektedir [12, 13]. Ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini önemli ölçüde etkileyen kurutma işlemi sırasında fenolik bileşiklerde, vitaminlerde ve renkte istenmeyen kayıplar meydana gelmektedir. Bu nedenle kurutma işlemi sırasında meydana gelen kayıpları azaltmak için farklı kurutma yöntemleri ve koşulları üzerine çalışmalar gerçekleştirilmektedir [14]. Birçok kurutma yöntemi arasında mikrodalga verimli bir kurutma yöntemi olarak görülmekte ve son yıllarda üzerinde kapsamlı olarak çalışılmaktadır. Gıdaların mikrodalga ile kurutulması sırasında, iç sıcaklık dış sıcaklıktan çok daha yüksek olduğu için kurutma hızı artmakta, kuruma süresi ise kısalmaktadır [15]. Ayrıca enerji tüketiminin nispeten az olması ve ısıya duyarlı bileşiklerin korunması nedeniyle meyveleri kurutmak için tercih edilmektedir [16].

Eriğin kurutulması ile ilgili literatür incelendiğinde Rodriguez ve ark. [17] yılında D'ente (*Prunus domestica* L.) cinsi eriği 8 parçaya bölerek kurutma yönteminin

kombine yöntemlerle etkisini analiz etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada erik örneklerine %1 NaOH ile 10-15 saniye bandırma işlemi uygulandıktan sonra güneşte kurutma işlemi uygulanmıştır [18]. Ayrıca Michalska ve ark. [19] ve Heybeli [20] tarafından farklı mikrodalga güçlerinde ve farklı çeşit eriklerde kurutma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Yener [21] mürdüm eriklerine dondurarak kurutma, vakum kurutma, normal etüv ve ultrases destekli vakum kurutma yöntemlerini uygulamıştır. Yapılan çalışmalarda farklı sıcaklıklar kullanılarak (50, 55, 60 ve 70°C) sıcak hava kurutma yöntemi uygulanmıştır [10, 15, 22]. Erik kurutmada kullanılan yöntemler arasında güneşte kurutma, vakum kurutma, dondurarak kurutma, kabin kurutucular, ozmotik kurutma, konveyör kurutucular, mikrodalga ve bunların kombine şekilde uygulaması yer almaktadır. Literatürde, mürdüm eriğinin hem mikrodalga hem de güneşte kurutma ile kurutulmasının incelendiği bir çalışmaya, araştırmacıların bilgisi dahilinde rastlanmamıştır. Bu konuda yapılan ilk araştırma olması açısından özgün değer taşımaktadır.

Çalışmada güneşte ve mikrodalgada olmak üzere 2 farklı kurutma yöntemi, 3 farklı mikrodalga güç seviyesi ve bütün-yarım olmak üzere 2 farklı şekilde kurutulan Mürdüm eriğinin, bazı fiziksel özellikleri araştırılarak daha kısa sürede ve yüksek kalitede kurutulmasına imkân vereceği düşünülen mikrodalga ile kurutulma olanakları belirlenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmada, İzmir meyve sebze halinden temin edilen mürdüm eriği (*Prunus domestica* subsp. *Insititia*) kullanılmıştır. Erik örnekleri denemelerin gerçekleştirildiği Manisa Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarına getirilerek 4°C sıcaklıkta ve %80-90 bağıl nemde muhafaza edilmiş ve kurutmaya uygun olmayan erikler ayıklama işlemine tabi tutulmuştur. Tekdüze kurutma için eriklerin aynı boyutta olması çok önem taşıdığından erikler boyutlandırılmış ve 35-45 g ağırlığına sahip olan erikler işleme tabi tutulmuştur. Üzerindeki mum tabakasını uzaklaştırmak için erikler 55°C sıcaklıktaki %1 NaOH çözeltisi ile 1 dk. bandırma işlemine tabi tutulduktan sonra akan su altında 1 dk. yıkanmış ve iki kısma ayrılmıştır; ilk kısımdaki erikler bütün olarak ikinci kısımdakiler ise bıçakla ortadan ikiye bölünüp çekirdekleri çıkartılmıştır. Ardından erikler bekletilmeksizin kurutma işlemlerine tabi tutulmuştur.

Üzüm, vişne, erik, elma ve armut gibi bazı meyvelerin kabukları üzerinde ince bir mum tabakası bulunmaktadır. Kurutma hızını yavaşlatan bu tabakanın uzaklaştırılması amacıyla örnekler uygun bir çözeltiliye daldırılmakta ve bu işlem bandırma olarak isimlendirilmektedir. Literatüre bakıldığında eriklere uygulanan bandırma işleminin genellikle suya farklı oranlarda NaOH ilavesi ile 60°C'de gerçekleştiği belirlenmiştir. Ancak yapılan çalışmada bu sıcaklıkta erik örneklerinin kabuk yüzeylerinin parçalandığı ve ürünlerde aşırı sertlik meydana geldiği görülmüştür. Bu nedenlerle daha sonra sıcaklık 55°C olarak denemiş ve üründe herhangi bir olumsuzluğa rastlanmadığı için işlem sıcaklığının 55°C'de daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Kurutma Yöntemleri

Bütün ve yarım erik örnekleri güneşte ve farklı mikrodalga güç seviyelerinde kurutma işlemlerine tabi tutulmuştur (GK-Güneşte kurutma; P100-900 W Mikrodalga kurutma; P80- 720 W Mikrodalga kurutma; P50-450 W Mikrodalga kurutma). Eriğin kurutulması üzerine yapılan çalışmalarda, ürünün son nem içeriği %16-20 olduğunda kurutmaya son verildiği bildirilmektedir [3, 5, 23]. Bu sebeple çalışmada son ürün %82 TKM içeriğine (%18 nem içeriği) ulaşana kadar kurutma işlemine devam edilmiştir.

Güneşte Doğal Kurutma: bütün ve yarım erikler gün aşırı üst yüzeyleri değiştirilerek 30 Ağustos tarihinden 20 Eylül tarihine kadar 09:00–21:00 saatleri arasında güneşte bekletilmiş, diğer saatlerde nem değişimini en aza indirmek için laboratuvar ortamına alınmıştır. Bu tarihler arasında Manisa'da ölçülen en yüksek sıcaklık ortalaması 33.7°C, en düşük sıcaklık ortalaması ise

19.4°C olarak kaydedilmiştir. Her bir kurutma grubu için 4 kg ürün kullanılarak son kuru madde içeriğine (%82) ulaşip ulaşmadıkları, kuruma süresi boyunca ağırlıklarının takip edilmesiyle belirlenmiştir. Kurutulmuş erikler 5 dk. oda koşullarında bekletildikten sonra sıcak paketlenme amacıyla buzdolabı poşetine aktarılmış, alüminyum folyo ile sarılmış ve kapaklı cam kavanozlara doldurularak derin dondurucuda analize alınincaya kadar depolanmıştır.

Mikrodalga (MW) ile Kurutma: erikler bütün ve ikiye bölünmüş olarak iki grup halinde mikrodalgada kurutulmuştur. MW kurutma işleminde, muffak tipi mikrodalga fırında (AR 245, Arzum, İstanbul, Türkiye) 3 farklı güç seviyesinde (450 W (P50), 720 W (P80) ve 900 W (P100)) kurutulmuştur. Tüm kurutma işlemleri 400 gram taze erik ile gerçekleştirilmiştir. Mikrodalga kurutma öncesinde uygun kurutma formunun belirlenebilmesi için bir seri (1 dk., 45 s, 30 s ve 20 s) ön deneme yapılmıştır. Yapılan ön denemeler sonucunda ürünün yanmasını engellemek için uygun işlem süresinin 20 s olduğuna karar verilmiştir. Bu nedenle kurutma işlemi 20 s süre güç uygulama ve 20 s süre bekleme şeklinde uygulanmıştır. Güç uygulama ve bekleme süreleri ön denemelerle belirlenmiştir. Her beş dakikalık bekleme periyodunun sonunda ürün ağırlığı tartılarak belirlenmiştir. Şekil 1'de mikrodalga kurutma işlemi uygulanan eriklerin zamanla değişimi gösterilmektedir. Eriklerin son kuru madde içeriğine (%82) ulaşip ulaşmadıkları, kuruma süresi boyunca ağırlıklarının takip edilmesiyle belirlenmiştir. Kurutulmuş erikler 5 dk. oda koşullarında bekletildikten sonra sıcak paketlenme amacıyla buzdolabı poşetine aktarılmış, alüminyum folyo ile sarılmış ve kapaklı cam kavanozlara doldurularak derin dondurucuda analize alınincaya kadar depolanmıştır.



Şekil 1. Mikrodalga kurutma işlemi uygulanan eriklerin zamanla değişimi
Figure 1. Changes of plums during microwave drying process over time

Toplam Kuru Madde (TKM) Tayini

Taze ve kuru erik örneklerinde toplam kuru madde (TKM) miktarı AOAC 934.06'a göre yapılmıştır [24].

Kuruma Süresinin Belirlenmesi

Erik örneklerinin kuruma süresi, kurutma işlemi süresince örneklerin ağırlıklarındaki azalma takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Her kurutma denemesinde kurutucuya başlangıç toplam kuru madde oranı bilinen yaklaşık 400 g taze erik yerleştirilmiş ve 5 dk. aralıklarla örnek ağırlığı takip edilmiştir. Kuru madde denkliği yapılarak son ürün %82 TKM içeriğine (%18 nem içeriği)

ulaştığı anda ürünün sahip olduğu ağırlık belirlenmiştir. Kurutma işleminde ürün bu ağırlığa ulaştığında kurutma işlemi sonlandırılmış ve kuruma süresi kaydedilmiştir.

Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Kuru erik örneklerinde renk tayini, renk ölçüm cihazı (Minolta CR-5, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla eriklerin iç ve dış yüzeyinin L, a, b renk değerleri ve taze eriğin (hammadde) renk değerleri referans alınarak Hue açısı (eşitlik 1) hesaplanmıştır. Ayrıca toplam renk farkı (ΔE) eşitlik 2'ye göre belirlenmiştir [25].

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{a}{b}\right) \quad (1)$$

(H: Hue açısı; a, b: Numuneye ait renk değerleri)

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (2)$$

Su Aktivitesinin Belirlenmesi

Kuru erik örneklerinde su aktivitesi tayini, veri kaydediciye (Testo 400, Almanya) bağlı, su aktivitesi ölçüm probu içeren ölçüm seti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla erikler küçük parçalara kesilmiş ve yaklaşık 3 g numune ölçüm haznesine yerleştirilerek ve kap içerisindeki bağıl nem dengeye ulaşınca kadar bekledikten sonra su aktivitesi değeri okunmuştur [26].

Rehidrasyon Oranının Belirlenmesi

Son ürünün rehidrasyon oranının ölçülmesi amacıyla 10 g numune 1:30 (meyve/su) oranında distile su içerisinde 24°C'de (ortam sıcaklığı) toplam 24 saat bekletilmiş ve bu süre içerisinde ilk 12 saat boyunca 30 dk. aralıklarla örneklerin üzerindeki fazla su hafifçe silinerek ağırlıkları takip edilmiştir. Ortalama 8 saat sonra eriklerde parçalanma başladığı için 8 saat sonundaki süzölmüş ağırlığı belirlenerek eşitlik 3'e göre rehidrasyon oranı hesaplanmıştır [27, 28, 29, 30].

$$R_R = \frac{M_R}{M_D} \quad (3)$$

(R_R: Rehidrasyon oranı; M_D: Kuru örneğin ağırlığı (g); M_R: Nemlendirilmiş örneğin ağırlığı (g))

Serbest Yiğın Yoğunluğu Değerlerinin Değerlendirilmesi

Serbest yiğın yoğunluğunun belirlenmesinde bir miktar örnek 500 mL'lik cam ölçü silindire dökülmüş ve silindirin hacim skalasından karşılık geldiği değer okunmuştur. Büyük ölçekli yiğın yoğunluğu eşitlik 4 kullanılarak hesaplanmıştır. Silindir aynı örnekle pürüzsüz, düzgün bir yüzeyi olacak şekilde üç kez doldurulmuş ve örnek hacmi skaladan okunarak değerlendirilmiştir [31].

$$p_b = \frac{M}{V^*} \quad (4)$$

(p_b: Yiğın yoğunluğu, g/mL; M: Örnek miktarı, g; V*: Örnek hacmi, mL)

Partikül Yoğunluğu Değerlerinin Belirlenmesi

500 mL hacimli ölçü silindire 100 mL kerosen (gazyacı) koyulmuş ve yaklaşık 10 g örnek, solüsyon içerisine eklenmiştir. Silindirin skalasındaki son hacim değeri okunmuştur. Aşağıdaki 5 nolu eşitlik kullanılarak numunenin partikül yoğunluğu hesaplanmıştır [31].

$$p_p = \frac{M_p}{V_f - V_c} \quad (5)$$

(p_p: Partikül yoğunluğu, g/mL; M_p: Örnek miktarı, g; V_c: Kerosen hacmi, mL; V_f: Son hacim (numune+kerosen), mL)

Büzüşme Değerlerinin Belirlenmesi

Büzüşme derecesi ürünün yiğın yoğunluğu değerleri kullanılarak eşitlik 6'ya göre hesaplanmıştır [31].

$$B = \frac{p_{b,0} \cdot (x_{kuru} + 1)}{p_{b,kuru} \cdot x_0 + 1} \quad (6)$$

(B: Büzüşme derecesi; p_{b,0}: Taze materyal yiğın yoğunluğu; p_{b,kuru}: Kuru materyal yiğın yoğunluğu; X_{kuru}: Kuru materyal nem içeriği; X₀: Taze materyal nem içeriği)

Doku Profil Analizi

Kurutulan mürdüm eriklerinin tekstür özelliklerinin belirlenmesinde Tekstür Profil Analizi (TPA) yöntemi kullanılmıştır. Analizler tekstür analiz cihazı TA-XT Plus (Stable Microsystems, Surrey, Birleşik Krallık) ile gerçekleştirilerek örneklerin sertlik, kırılma, yapışkanlık, iç yapışkanlık, esneklik, elastikiyet ve çignenebilirlik özellikleri belirlenmiştir. Doku ölçüm parametreleri: ön test hızı: 1 mm/s, test hızı: 3 mm/s, son test hızı 5 mm/s, baskılama tipi–auto, baskılama kuvveti %50, yük hücresi 50 kg olarak belirlenmiştir.

İstatistiksel Analiz Yöntemi

Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirmek üzere, SPSS (Version 22) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi ve ardından farklılıkları belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Ayrıca bütün ve yarım şekilde kurutma işlemi uygulanmış örneklerin farklılığını belirlemek için T testi uygulanmıştır. Veriler %95 önem seviyesinde analiz edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kuru erik örneklerinin toplam kuru madde değerleri ve kuruma süresi Tablo 1'de yer almaktadır. Bu parametre, özellikle kurutulmuş meyvelerde önemli bir kalite indeksidir [32]. Kullanılan taze erikte %18.08 olan toplam kuru madde değerinin her iki yöntem ve şekil ile kurutulan örneklerde 81.07-82.17 aralığındadır. Farklı kurutma yöntemlerinin, bütün ve yarım halde kurutulan eriklerin toplam kuru madde miktarı üzerine etkisinin sırasıyla önemsiz olduğu tespit edilmiştir [F(0.946)= 0.437, p>0.05; F(0.607)= 0.618, p>0.05]. Tüm kurutma tiplerinin etkisi bütün veya yarı kurutma için toplam kuru madde miktarı açısından önemsizdir (p>0.05).

Eriğin kurutulması üzerine yapılan çalışmalarda ürünün son nem içeriği %16-20 olduğunda kurutmaya son verildiği bildirilmektedir [3, 5, 23]. Bu nedenle yapılan çalışmada ürünün son nem içeriği %18 olarak seçilmiştir. Ancak literatüre bakıldığında farklı nem değerlerine sahip çalışmalarda görülmektedir. Li ve ark. [15] kurutulmuş eriklerin nem değerlerini %24.16-%24.62, Karaat [33] %25, Toğrul ve Pehlivan [18] %15-

17 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların temel sebebi hedeflenen kuru madde değeri olmakla birlikte meyvelerin olgunluk durumu, tarımsal

koşullar ve iklim değişikliklerinin kuru madde değeri etkilediği düşünülmektedir [34].

Tablo 1. Kuru erik örneklerine ait toplam kuru madde (TKM) ve kuruma süresi değerleri
Table 1. Total dry matter content and drying time values of dried plum samples

Kurutma şekli	Toplam kuru madde (%)		Kuruma süresi	
	Bütün	Yarım	Bütün	Yarım
GK	81.82±0.52 ^a	81.62±0.92 ^a	17 gün 16 sa.	4 gün 14 sa.
P100	81.71±0.50 ^a	82.17±0.31 ^a	28 dk. 46 s	26 dk. 27 s
P80	81.07±0.56 ^a	81.72±0.88 ^a	29 dk. 40 s	27 dk. 7 s
P50	81.50±0.57 ^a	81.54±0.44 ^a	48 dk.20 s	43 dk. 40 s

(GK: Güneşte kurutma, P100: 900 W Mikrodalga kurutma, P80: 720 W Mikrodalga kurutma, P50:450 W Mikrodalga kurutma)

Güneşte kurutulan bütün erikler için kuruma süresi 17 gün 16 sa., yarım erikler için 4 gün 14 saat olarak belirlenmiştir. Bütün ve yarım olmak üzere mikrodalga kurutma işlemi yapılan erik örneklerinin kuruma süresinin ise 26 dk. 27 s ile 48 dk. 20 s arasında değiştiği saptanmıştır. Bütün eriklerin mikrodalga ile kurutulması sırasında en yüksek güç değeri olan P100 kurutma işlemi için kuruma süresi 28 dk. 46 s, P80 kurutma işlemi için 29 dk 40 s., P50 kurutma işlemi için ise 48 dk. 20 s olarak bulunmuştur. Yarım eriklerin

mikrodalga ile kurutulması sırasında en yüksek güç değeri olan P100 kurutma işlemi için kuruma süresi 26 dk. 27 s, P80 kurutma işlemi için 27 dk. 7 s, P50 kurutma işlemi için ise 43 dk. 40 s olarak saptanmıştır. Sonuçlara bakıldığında, mikrodalgada kurutmanın, güneşte kurutmaya kıyasla kuruma süresini oldukça azalttığı görülmektedir. Güneş ve mikrodalga ile kurutulan bütün ve yarım erik örnekleri Şekil 2'de gösterilmektedir.



Güneşte Kurutma



Mikrodalga P100 Güç



Mikrodalga P80 Güç



Mikrodalga P50 Güç

Bütün Örnekler



Güneşte Kurutma



Mikrodalga P100 Güç



Mikrodalga P80 Güç



Mikrodalga P50 Güç

Yarım Örnekler

Şekil 2. Güneşte ve mikrodalgada kurutulan bütün ve yarım erik örnekleri

Figure 2. Samples of whole and half plums that were solar- and microwave-dried

Çalışma kapsamında örneklere uygulanan tüm mikrodalga kurutmalarda, mikrodalga gücünün artışı ile kuruma süresinde azalma meydana gelmiştir. Benzer sonuçları Sarı ve ark. [35] çalışmalarında ananasın mikrodalgada kurutulması ile elde etmişlerdir. Güneşte kurutulan yarım erikler bütün eriklere göre neredeyse 4 kat daha hızlı kurumuştur. Bunun sebebi olarak, bütün

eriklerin kabuklu yapısından dolayı ısı transferinin daha zor olması düşünülmektedir. Toğrul ve Pehlivan [18] erik örneklerine %1 NaOH ile 10-15 saniye bandırma işlemi uyguladıktan sonra güneşte kurutma işlemi ile hedefledikleri nem içeriği olan %15-17 değerine 5 günde ulaşmışlardır. Kimyasal daldırma ön işleminin kuruma süresindeki azalmaya olan etkisi, farklı erik örnekleri ile

yapılan çalışmalarda da rapor edilmiştir [10, 11, 33]. Michalska ve ark. [19] farklı mikrodalga güçlerinde erik kuruttukları çalışmada mikrodalga vakum kuruma süresini 32-120 dk. ve konveksiyon ön kurutma-mikrodalga son kuruma süresini 394-664 dk. olarak saptamışlardır. Heybeli [20] farklı kurutma havası sıcaklığı (60, 70 ve 80°C) ve farklı mikrodalga güçleri (300, 400 ve 500 W) kullanarak kuruttuğu Stanley erik çeşitlerinde örneklerin %20 nem içeriğine düşürülmeleri için gerekli süreyi hesaplamıştır. Kurutulacak erikler bandırma işlemine tabi tutulmuştur. 60°C için mikrodalga ışın gücü sıralamasına göre ön işlem gören örneklerde 4780 dk. (79 saat 40 dk.), 4620 dk. (77 saat) ve 4450 (74 saat 10 dk.), 70°C için 1946 dk. (32 saat 26 dk.), 1904 dk. (31 saat 44 dk.) ve 1902 dk. (31 saat 42 dk.), 80°C için 1165 dk. (19 saat 25 dk.), 1122 dk. (18 saat 42 dk.) ve 1097 dk. (18 saat 17 dk.) arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Bizim çalışmamıza kıyasla, kurutma işleminde sadece mikrodalga kurutma değil mikrodalga destekli ısıtılmış hava kullanılması ve mikrodalga sıcaklık güçlerinin daha düşük olması nedeniyle kuruma süresinin daha uzun olduğu düşünülmektedir. Elma dilimlerinin mikrodalga ile kurutulduğu çalışmalarda kuruma süreleri 20, 44, 58 ve 138 dakika olarak belirtilmiştir [36, 37]. Karaat [33] ön işlem olarak fiziksel, kimyasal ve mikrodalga yöntemleri uygulanmış Stanley çeşidi erik örnekleri güneş altında kurutulmuştur. Ön işlemlerin kuruma süresi ve kuru erik rengi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada kuruma sürelerinin 95-401 saat arasında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma ile benzer olan NaOH (%1, 60°C, 1 dk.) ön işlemi uygulanmış örneklerin kuruma süresi ise 182 saat olarak bulunmuştur, kurutma sürelerindeki

farklılığın güneşte kurutma işleminin her iki çalışmada aynı yıl içerisinde farklı tarihlerde yapılmasından ve istenilen nem değerlerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Renk tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği üzerindeki etkisi nedeniyle önemli duyu kalite özelliklerinden biridir [38]. Bu nedenle kurutma sırasında ürünün rengindeki değişikliklerin minimum seviyede olması beklenmektedir [15]. Tablo 2'de görüldüğü gibi, farklı kurutma yöntemlerinin, bütün halde kurutulan eriklerin parlaklık değerlerinin (L) [F(10.670)=0.0..01, p<0.05], a [F(12.670)=0.0..01, p<0.05], ΔE [F(6.711)=0.001, p<0.05] ve H [F(10.800)=0.0..01, p<0.05] değerleri üzerine etkisinin önemli (p<0.05), ancak b değeri üzerine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir [F(1.435)=0.252, p>0.05]. Kurutma işleminin erik örneklerinin b değerleri dışında renk parametrelerini etkilemiş olup L değeri bütün erikler için 18.37- 21.07 değerleri arasındadır. Bütün erikler için minimum L değeri P50 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde ve en yüksek L değeri güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Taze eriklerin L değerlerinin kurutma işleminden sonra azaldığı görülmüştür. Kurutma tekniği sebze ve meyvelerin esmerleşmesine neden olmaktadır. Mikrodalga ile kurutulan ürünlerle kıyaslandığında, güneşte kurutulan eriklerin parlaklık değerlerinin daha iyi korunduğu gözlenmiştir. Kurutulan örneklerin kırmızılık (+a) -yeşillik (-a) değerleri incelendiğinde örneklerin kırmızı pozitif bölümde kaldığı belirlenmiştir.

Tablo 2. Kurutulmuş bütün ve yarım (dış kısım) eriklerin renk değerleri

Table 2. Color values of dried whole and half (outer part) plums

	Taze	GK		P100		P80		P50	
		Bütün	Yarım(dış)	Bütün	Yarım(dış)	Bütün	Yarım(dış)	Bütün	Yarım(dış)
L	26.15±0.81	21.07±1.22 ^a	18.30±0.42 ^a	19.36±0.55 ^b	18.88±0.64 ^a	19.43±0.99 ^b	18.78±0.31 ^a	18.37±0.41 ^b	18.99±0.50 ^a
a	1.37±0.24	0.69±0.14 ^c	0.98±0.33 ^a	1.69±0.27 ^{ab}	1.37±0.11 ^a	2.02±0.81 ^a	1.29±0.20 ^a	1.21±0.09 ^{bc}	1.04±0.31 ^a
b	-2.49±0.61	0.43±0.11 ^a	0.36±0.23 ^a	0.29±0.21 ^a	0.37±0.12 ^a	0.55±0.39 ^a	0.36±0.29 ^a	0.30±0.01 ^a	0.29±0.25 ^a
ΔE	24.38±0.68	27.26±0.62 ^b	29.33±0.37 ^a	28.20±0.65 ^{ab}	28.69±0.57 ^a	27.95±1.16 ^b	28.24±0.23 ^a	29.18±0.39 ^a	28.69±0.40 ^a
H	-29.72±9.44	60.20±4.59 ^a	72.61±8.15 ^a	41.25±5.46 ^b	77.65±3.52 ^a	76.12±4.61 ^b	76.21±12.01 ^a	76.03±1.12 ^b	77.67±10.85 ^a

(GK: Güneşte kurutma, P100: 900 W Mikrodalga kurutma, P80: 720 W Mikrodalga kurutma, P50:450 W Mikrodalga kurutma)

(GK: Sun drying, P100: 900 W Microwave drying, P80: 720 W Microwave drying, P50: 450 W Microwave drying)

Bütün erikler için a değeri 0.69-2.02 olarak saptanırken, minimum güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde ve maksimum P80 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Taze erik örneklerinin a değerlerinin güneşte kurutma ve P50 güç mikrodalga kurutma ile azaldığı; fakat P100 ve P80 güçlerde mikrodalga kurutma ile a değerinin arttığı görülmüştür. Ayrıca P100 ve P80 güçlerde mikrodalga kurutma ile kurutulan ürünlerde kurutma sıcaklığı arttıkça, örneklerin a değerleri yükselmiştir. Ortalama olarak, en yüksek a değerleri P100 ve P80 güçlerde mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Taze erik için b değeri mavilik düzeyinde iken, örneklerin kurutulması ile b değerlerinin sarılık bölümünde olduğunu saptanmıştır. Bütün erikler için b değeri 0.29-0.55 olarak hesaplanırken minimum P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde, maksimum P80 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde

kaydedilmiştir. ΔE değeri bütün erikler için 27.26-29.18 olarak hesaplanmıştır. Minimum ΔE değeri güneşte kurutulan eriklerde ve en yüksek ΔE değeri P50 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Minimum ΔE değeri baz alınarak, renk değerini iyi derecede muhafaza eden örnekler güneşte kurutulan erikler olarak saptanmıştır. Bütün erik örnekleri için H değeri 41.25-76.12 olarak hesaplanmıştır. McGuire [39] çalışmasında H° değerini bir renk dairesi olarak tanımlayıp kırmızı- mor renkler 0°-270°arasındaki açı değerini almakta iken, sarı 90° açı değerini, mavimsi yeşil renkler ise 180°-270° arasındaki açı değeri ile tanımlandığını belirtmektedir. Hem taze örnek hem de kurutma yöntemlerinden elde edilen eriklerin H değerleri H<90° olduğu için mor bölgesinde olduğu söylenebilir. Minimum H değeri P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulan ürünlerde ve en yüksek H değeri P80 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulan

ürünlerde kaydedilmiştir. Tüm kurutma tiplerinin etkisi bütün veya yarım kurutma için H değeri açısından önemlidir ($p < 0.05$). Çalışmada renk değişimlerinde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu oluşumun sebebi olarak, mikrodalga ısıtma sırasında ürün sıcaklığının anlık yüksek değerlere ulaşılmasının sonucunda renk maddelerinin parçalanmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Urun [29] yaptığı çalışmada patlıcan ve kabak örneklerinin L değerlerini incelediğinde, taze patlıcanların L değerlerinin kurutma işleminden sonra azaldığını belirlemiştir. Ortalama olarak en yüksek toplam renk değişimi güneşte kurutulan örneklerde gözlemiştir. Heybeli [20] taze ve farklı sıcaklık uygulaması ile kurutulan erik örneklerin renk değişimleri incelediğinde, ön işlem gören örnekler uygulanan sıcaklığın artması ile parlaklığının arttığını, ön işlem görmeyen örneklerde ise azalma meydana geldiğini saptamıştır. Kurutulan örneklerin kırmızı bölümde kaldığını belirlemiştir. Kurutma havası sıcaklığının artışı ile ön işlem gören örneklerin kırmızılık değerlerinde artış olurken, ön işlem görmeyen örneklerde azalma oluşmuştur. Taze eriğin b^* değeri mavilik düzeyinde olup, buna karşın örneklerin kurutulması esnasında b^* değerlerinin sarılık bölümünde olduğunu saptamıştır. Kurutma havası sıcaklığının 60°C olması durumunda ön işlem görmeyen örneklerde bu değerlerin mavi renk bölgesinde bulunduğunu belirlemiştir. Uygulamalar sonucunda elde edilen verilere göre ön işlem görmeyen örneklerde 60°C kurutma havası sıcaklığında renk skalasında mor renk alanına yakın değerler elde edildiğini belirlemiştir. Diğer örneklerin ise b^* değeri pozitif eksende ilerlediği için örnek renk skalasında koyu kırmızı alanda yer aldığını saptamıştır. Li ve ark. [15] 60°C 'de kurutulan erik örneklerinin L^* değerlerini 24.25-27.63, a^* değerlerini 4.04-4.95, b^* değerlerini 2.07-2.76, ΔE değerlerini ise 5.64-7.38 olarak tespit etmişlerdir.

ΔE değerlerine bakıldığında en düşük değer baz alınarak, renk değerini iyi derecede muhafaza eden örnekler; ön işlem görenlerin kurutma havası sıcaklığının 70°C , ön işlem görmeyenlerde ise 60°C uygulamasında gerçekleştiğini rapor etmiştir. Hue (H) açısının sayısal değerinin 0'a yaklaşması kırmızı renk yoğunluğunun arttığını belirtir. Hue açısı ön işlem gören örneklerin 70°C ve görmeyen örneklerin ise 60°C 'lik kurutma havası sıcaklıklarında "0" değerine yakın olduklarını saptamış ve örnekte kırmızı renk yoğunluğunun arttığını belirlemiştir. Ayrıca tüm kurutma havası sıcaklıklarında elde edilen değerlerin $H < 90^\circ$ olduğu için mor bölgesinde olduğunu bildirmiştir [20]. Tarhan [40] yaptığı çalışmada bandırma işlemi sonrası kurutulan eriklerin L değerlerini 16.57-21.23, a değerlerini 2.53-7.56 b değerlerini ise 0.35-4.71 olarak saptamıştır. Karaat [33] farklı fiziksel, kimyasal ve mikrodalga ön uygulamalarının ardından güneş altında kurutulan Stanley çeşidine ait erik örneklerinde L^* değerlerini 16.82-21.25, a^* değerlerini 1.66-6.34 ve b^* değerlerini 1.66-4.06 olarak bildirmiştir.

Farklı kurutma yöntemlerinin, yarım şekilde kurutulan eriklerin dış kısımlarının L [F(1.422)=0.254, $p > 0.05$], a [F(2.024)=0.130, $p > 0.05$], b [F(0.030)=0.993, $p > 0.05$], toplam renk farkı [F(1.774)=0.172, $p > 0.05$] ve H [F(0.387)=0.763, $p > 0.05$] üzerine etkisinin önemsiz

olduğu tespit edilmiştir ($p > 0.05$). L değeri yarım erik örneklerinin dış kısımları için 18.30-18.99 değerleri arasında saptanırken minimum güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde, maksimum P50 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Yarım erik örneklerinin dış kısımlarının L değerleri incelendiğinde, taze eriklerin L değerlerinin kurutma işleminden sonra azaldığı belirlenmiştir. Ortalama olarak, en düşük L değeri güneşte kurutma yöntemi ile kurutulan erik örneklerinde tespit edilmiştir. Bu durumun enzimatik esmerleşme reaksiyonuyla ilişkisi olduğu düşünülmektedir. Güneşte kurutma için bütün veya yarım kurutma L değeri açısından anlamlı bulunurken ($p < 0.05$), P100, P80 ve P50 güç mikrodalga tipleri için önemsiz ($p > 0.05$) olduğu tespit edilmiştir. a değeri yarım erik örneklerinin dış kısımları için 0.98-1.37 olarak saptanırken minimum güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde ve maksimum P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Erik örneklerinin dış kısımlarının a değerleri incelendiğinde, taze erik örneklerinin a değerlerinin kurutma işlemi ile azaldığı görülmüştür. Ortalama olarak, en yüksek a değeri P100 mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde olduğu kaydedilmiştir. Güneşte kurutma, P100 ve P50 kurutma tipleri için bütün veya yarım kurutmanın a değeri açısından önemsiz olduğu ($p > 0.05$) bulunurken P80 güç mikrodalga tipi için anlamlı ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır. Taze eriğin b değeri mavilik düzeyinde iken, örneklerin kurutulması ile b değerlerinin sarılık bölümünde olduğunu saptamıştır. b değeri yarım erik örneklerinin dış kısımları için 0.29-0.37 olarak hesaplanmıştır. Minimum b değeri P50 güçte mikrodalga kurutma yöntemle kurutulmuş ürünlerde ve maksimum b değeri P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Tüm kurutma tiplerinin etkisi bütün veya yarım kurutma için b değeri açısından önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). ΔE yarım erik örneklerinin dış kısımları için 28.24-29.33 olarak hesaplanmıştır. Minimum ΔE değeri P80 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulan eriklerde ve en yüksek ΔE değeri güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Minimum ΔE değeri baz alınarak, renk değerini iyi derecede muhafaza eden örnekler mikrodalga ile kurutulan erikler olarak saptanmıştır. Güneşte kurutma için bütün veya yarım kurutma ΔE değeri açısından anlamlı bir değişikliğe yol açtığı ($p < 0.05$), ancak P100, P80 ve P50 güç mikrodalga tipleri için ise anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). H değeri yarım erik örneklerinin dış kısımları için 72.61-77.67 olarak hesaplanmıştır. Hem taze örnek hem de kurutma yöntemlerinden elde edilen eriklerin H değerleri $H < 90^\circ$ olduğu için mor bölgesinde olduğu söylenebilir. Minimum H değeri güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde ve en yüksek H değeri P50 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulan eriklerde kaydedilmiştir. Tüm kurutma tiplerinin etkisi bütün veya yarım kurutma için H değeri açısından önemlidir ($p < 0.05$).

Tablo 3'de görüldüğü gibi, farklı kurutma yöntemlerinin, yarım şekilde kurutulan eriklerin iç kısmı için L [F(5.173)=0.005, $p < 0.05$], a [F(41.014)=0.0..01, $p < 0.05$], b [F(41.691)=0.0..01, $p < 0.05$], ΔE [F(10.559)=0.0..01, $p < 0.05$] ve H [F (4.739)=0.008,

$p < 0.05$) değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Yarım erik örneklerinin iç kısımlarının taze ve kuru halde renk parametrelerinin incelenmesi ile kurutma işleminin renk parametreleri üzerinde önemli etkileri olduğu bulunmuştur. L değeri yarım erik örneklerinin iç kısımları için 20.42-23.37 değerleri arasında saptanırken minimum P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde, maksimum güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Taze eriklerin L değerlerinin kurutma işleminden sonra azaldığı belirlenmiştir. Ortalama olarak, en düşük L değeri, P100 mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutulan erik örneklerinde tespit edilmiştir. Bu durumun enzimatik esmerleşme reaksiyonuyla ilişkisi olduğu düşünülmektedir. a değeri yarım erik örneklerinin iç kısımları için 4.00-7.50 olarak hesaplanırken minimum P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde, maksimum güneşte kurutma ile kurutulmuş

ürünlerde kaydedilmiştir. Yarım erik örneklerinin iç kısımlarının a değerleri incelendiğinde, taze erik örneklerinin a değerlerinin kurutma işlemi ile arttığı görülmüştür. Nizamlioğlu ve ark. [41] tarafından güneşte ve 65°C'de kurutulan erik örneklerinin L* değerleri sırasıyla 21.06-19.11, H değerleri ise 125.11-108.90 olarak tespit edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada Mürdüm eriklerinin normal etüv, vakum etüv, ultrases destekli vakum kurutma ve dondurarak kurutma olmak üzere 4 farklı teknik ile 60°C sıcaklıkta gerçekleştirilen kurutma işlemi sonrası taze ve kuru örneklerin kabuk dışı ölçümlerde L değerinin 22.62-35.15 arasında, a değerinin 0.51-8.76 arasında ve b değerinin -4.9-(-0.21) arasında olduğu tespit edilmiştir. Erik iç yüzey ölçümlerinde ise L değerinin 30.53-61.97 arasında, a değerinin 1.99-7.21 arasında ve b değerinin 0.39-32.62 arasında olduğu bulunmuştur. Hue açısı kurutulmuş örnekler için 51.21-72.91 arasında saptanmıştır [42].

Tablo 3. Kurutulmuş yarım eriklerin renk değerleri (iç kısım)

Table 3. Color values of dried half plums (inner part)

Kurutma şekli	Yarım (iç kısım)				
	L	a	b	ΔE	H
GK	23.37±1.24 ^a	7.50±0.26 ^a	7.36±0.49 ^a	20.98±1.33 ^b	45.53±1.03 ^b
P100	20.42±0.67 ^b	4.00±0.16 ^c	3.07±0.34 ^c	25.61±0.62 ^a	52.71±3.65 ^a
P80	21.25±1.34 ^b	4.47±0.32 ^c	3.72±0.35 ^c	24.63±1.56 ^a	50.36±1.69 ^{ab}
P50	21.49±2.54 ^{ab}	5.87±1.30 ^b	5.03±1.60 ^b	23.64±3.05 ^a	49.90±2.56 ^{ab}

(GK: Güneşte kurutma, P100: 900 W Mikrodalga kurutma, P80: 720 W Mikrodalga kurutma, P50:450 W Mikrodalga kurutma)

(GK: Sun drying, P100: 900 W Microwave drying, P80: 720 W Microwave drying, P50: 450 W Microwave drying)

Ortalama olarak, en yüksek a değerleri güneşte kurutma yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Taze eriğin b değeri mavilik düzeyinde iken, örneklerin kurutulması ile b değerlerinin sarılık bölümünde olduğunu saptamıştır. b değeri yarım erik örneklerinin iç kısımları için 3.07-7.36 olarak hesaplanırken minimum P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde, maksimum güneşte kurutulan ürünlerde kaydedilmiştir. ΔE yarım erik örneklerinin iç kısımları için 20.98-25.61 olarak hesaplanmıştır. Minimum ΔE değeri güneşte kurutulan eriklerde ve en yüksek ΔE değeri P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Minimum ΔE değeri baz alınarak, renk değerini iyi derecede muhafaza eden örnekler güneşte kurutulan erikler olarak saptanmıştır. H değeri yarım erik örneklerinin iç kısımları için 45.53-52.71 olarak hesaplanmıştır. Hem taze örnek hem de kurutma yöntemlerinden elde edilen eriklerin H değerleri $H < 90^\circ$ olduğu için mor bölgesinde olduğu söylenebilir. Minimum H değeri güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde ve en yüksek H değeri P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulan eriklerde kaydedilmiştir.

Albanese ve ark. [43] yaptıkları çalışmada sıcak hava ve mikrodalga kullanarak *Vitillo* (*Prunus armeniaca* L.) çeşidi kayısıları kurutmuşlardır. Mikrodalga ile kurutulmuş kayısılarda daha düşük bir açıklık (L^*) kaybı gözlemlendiği kaydedilmiştir. Rodriguez ve ark. [17] taze erikteki renk parametrelerini $L = 22.582 \pm 3.147$, $a = -1.108 \pm 0.646$ ve $b = 14.105 \pm 2.330$ olarak tespit etmişlerdir. Kurutma işlemi sonrası L, a ve b değerleri taze meyve ile karşılaştırmışlardır. L değerleri 21.091-29.831 arasında, a değerleri 4.591-9.057 ve b değerleri

5.515-16.940 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar elde ettiğimiz çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Elma dilimlerinin kalite özellikleri üzerine tepsili kurutma, ısı pompası kurutma, dondurarak kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin etkilerinin, yanı sıra kurutma yöntemlerinin enerji verimliliğini araştırdıkları çalışmada H değerlerini 67.68-82.56 arasında bulmuşlardır [36]. Arıkan [44], yaptığı çalışmada havuç kullanarak mikrodalga-konvektif kurutma uygulamalarının etkinliklerini geleneksel konvektif kurutma yöntemiyle karşılaştırmıştır. Elde edilen verilere göre kesikli mikrodalga-konvektif hava, konvektif havayla kurutmaya kıyasla önemli oranda kazanç sağladığını belirlemiş olup, bu kombinasyonların fiziksel (renk ve tekstür) ve duyuusal nitelikler bakımından yüksek kalitede kuru ürün üretiminde en uygun kurutma yöntemleri olduğunu belirtmiştir.

Bütün ve yarım olmak üzere, güneşte ve üç farklı güçte (450, 720 ve 900 W) mikrodalga kurutma işlemi yapılan erik örneklerinin su aktivitesi, rehidrasyon oranı, serbest yığın yoğunluğu, partikül yoğunluğu ve büzüşme değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Kullanılan taze erikte 0.75 olan su aktivitesi değerinin her iki yöntem ve şekil ile kurutulan örneklerde 0.60-0.68 aralığına düştüğü tespit edilmiştir. Bu değerlerin mikrobiyolojik açıdan ürünü güvenli sağlayacak düzeyde olduğu görülmektedir [45]. Farklı kurutma yöntemlerinin, bütün ve yarım halde kurutulan eriklerin su aktivitesi üzerine etkisinin sırasıyla önemsiz bulunmuştur [$F(2.674)=0.075$, $p > 0.05$]; $F(2.665)=0.076$, $p > 0.05$]. Mikrodalga kurutma tipleri için bütün veya yarı kurutma su aktivitesi açısından da önemsizdir ($p > 0.05$). Güneşte kurutma için bütün veya

yarı kurutma su aktivitesi açısından anlamlıdır ($p<0.05$). Su aktivitesi gıda teknolojisinde önemli bir fizikokimyasal özelliktir. Nem değerinden farklı olarak gıda kalitesinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kararlılığı belirlemektedir. Yüksek oranda su içeren taze meyvelerde 0.97-0.99 olan su aktivitesi değerleri kurutulmaları ile 0.60 aw değerine kadar düşmektedir [45]. Mikrobiyal gelişme için mutlak limit 0.60 olarak belirtilmektedir. Depolama ve nakliye işlemlerinin hijyenik koşullarda gerçekleştirilmesi koşuluyla, kurutulmuş gıdalarda 2 yıla kadar mikrobiyal bozulmanın görülmeyeceği bildirilmektedir [16]. Kuru meyvelerdeki su aktivitesi değerlerinin 0.505-0.694 aralığında değiştiği saptanmıştır [45]. Taze erikteki su aktivitesi değerleri 0.966 ± 0.002 aralığında bulunmuşken, kurutma işleminden sonra deney koşullarına bağlı olarak su aktivitesi değerlerinin 0.441 ile 0.845 arasında değiştiği görülmüştür [17]. Nizamıoğlu ve ark. [41] güneşte ve 65°C 'de kuruttıkları erik örneklerinin su aktivitesi

değerlerini sırasıyla 0.487 ve 0.500 olarak belirtmişlerdir. Tüm kurutma tipleri için elde edilen su aktivitesi değerleri bu değerlere yakın bulunmuş olup çalışmamız ile uygunluk göstermektedir. Farklı kurutma yöntemlerinin, bütün ve yarım halde kurutulan eriklerin rehidrasyon oranı üzerine etkisinin sırasıyla önemli olduğu tespit edilmiştir [$F(50.808)=0.0.01$, $p<0.05$; $F(2.579)=0.0.01$, $p<0.05$]. Rehidrasyon oranı değeri bütün erikler için 1.44-3.60 olarak hesaplanmıştır. Bütün erikler için minimum rehidrasyon oranı değeri güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde ve en yüksek rehidrasyon oranı değeri P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Rehidrasyon oranı değeri yarım erikler için 2.30-3.24 olup minimum rehidrasyon oranı değeri güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde ve en yüksek rehidrasyon oranı değeri P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerdir.

Tablo 4. Kurutulmuş eriklerin su aktivitesi, rehidrasyon oranı, serbest yığın yoğunluğu, partikül yoğunluğu ve büzüşme değerleri

Table 4. Water activity, rehydration rate, bulk density, particle density and shrinkage values of dried plums

	GK		P100		P80		P50	
	Bütün	Yarım	Bütün	Yarım	Bütün	Yarım	Bütün	Yarım
Su aktivitesi değerleri	0.66 \pm 0.02 ^a	0.60 \pm 0.02 ^a	0.61 \pm 0.02 ^a	0.68 \pm 0.01 ^a	0.65 \pm 0.04 ^a	0.66 \pm 0.07 ^a	0.65 \pm 0.05 ^a	0.65 \pm 0.09 ^a
Rehidrasyon oranı değerleri (8 saat sonra)	1.44 \pm 0.15 ^b	2.30 \pm 0.20 ^b	3.60 \pm 0.09 ^a	3.24 \pm 0.19 ^a	3.48 \pm 0.42 ^a	3.00 \pm 0.16 ^a	3.32 \pm 0.51 ^a	3.00 \pm 0.24 ^a
Serbest yığın yoğunluğu değerleri (g/mL)	0.41 \pm 0.01 ^a	0.42 \pm 0.02 ^a	0.32 \pm 0.02 ^b	0.31 \pm 0.04 ^b	0.34 \pm 0.01 ^b	0.35 \pm 0.01 ^b	0.31 \pm 0.02 ^b	0.35 \pm 0.03 ^b
Partikül yoğunluğu değerleri (g/mL)	0.93 \pm 0.01 ^{ab}	1.91 \pm 0.04 ^a	0.95 \pm 0.03 ^{ab}	1.27 \pm 0.02 ^b	0.96 \pm 0.01 ^a	1.26 \pm 0.03 ^b	0.91 \pm 0.04 ^b	1.28 \pm 0.02 ^b
Büzüşme değerleri	0.27 \pm 0.01 ^b	0.27 \pm 0.02 ^c	0.36 \pm 0.03 ^a	0.38 \pm 0.04 ^a	0.34 \pm 0.01 ^a	0.33 \pm 0.01 ^b	0.35 \pm 0.04 ^a	0.33 \pm 0.02 ^b

(GK: Güneşte kurutma, P100: 900 W Mikrodalga kurutma, P80: 720 W Mikrodalga kurutma, P50: 450 W Mikrodalga kurutma)

(GK: Sun drying, P100: 900 W Microwave drying, P80: 720 W Microwave drying, P50: 450 W Microwave drying)

Güneşte kurutma ve P100 güç mikrodalga tipleri için bütün ya da yarım kurutma yöntemlerinin rehidrasyon oranı açısından anlamlı ($p<0.05$), P80 ve P50 güç mikrodalga tipleri için ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır. Güç seviyesi arttıkça erik örneklerinin rehidrasyon oranlarında artış gerçekleşmiştir. Bunun sebebi, daha yüksek sıcaklıklarda kurutulan örneklerde istenilen toplam kuru madde değerine daha kısa sürede ulaşılması olarak açıklanabilir. Benzer şekilde, elma dilimleri üzerine yaptıkları çalışmada daha yüksek sıcaklıklarda kurutulmuş ürünlerin rehidrasyon süresince daha fazla su aldığını bildirmişlerdir [46]. Rehidrasyon hızı, kurutma sırasında hücre duvarına ve dokuya verilen fiziksel hasarın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [47]. Kurutulmuş bir üründe aranan en önemli nitelik olan rehidrasyon yeteneği, kullanılan su ile ürünün eski haline dönüşebilme düzeyidir. Kurutulmuş bir ürün suda tutulunca, taze halinde içerdiği kadar su alarak eski haline ve şekline dönüşürse, mükemmel niteliklerde olduğu kabul edilir [48]. Yüksek sıcaklıklarda rehidrasyon, sıcaklığın hücre duvarı ve dokusu üzerine etkisiyle gelişir [49]. Yüksek sıcaklıklarda kurutulan ürünlerin rehidrasyon kabiliyet kaybı yüzeysel kabartma olayı, hücre yapısının çökmesi ve ürün porozitesinin azalması ile ilgilidir [50]. Kurutulmuş örneklerde en düşük rehidrasyon oranının güneşte kurutulan örneklerde olduğu saptanmıştır. Güneşte kurutulan örneklerin su içeriğinin başlangıç değerlerini geri kazanmamıştır. Ayrıca mikrodalgada kurutulmuş ürünler

rehidrasyon analizi sonucu görsel olarak taze erik görüntüsüne yakın olmuştur. Bu durumda kalite açısından mikrodalga ile kurutulan ürünlerin daha iyi olduğu sonucuna varılabilir. Urun, 2015 [29] yaptığı çalışmada, organik patlıcan ve kabak örneklerini güneşte kurutma, konvektif kurutma ve infrared destekli konvektif kurutma olmak üzere üç farklı kurutma yöntemi ile kurutmuştur. Patlıcan için rehidrasyon oranı değerleri 5.32-6.00 arasında değişirken, güneşte kurutulan örneklerin rehidrasyon oranı değerleri en düşük çıkmıştır. Kabak örnekleri için ise rehidrasyon oranı değerleri 4.35-4.66 arasında değişmiş ve güneşte kurutulan örneklerin rehidrasyon oranı değerlerinin en düşük olduğu saptanmıştır. 5 saatlik rehidrasyon süresi boyunca, farklı yöntemlerle kurutulmuş patlıcan ve kabak örneklerinde rehidrasyon oranlarının artış gösterdiğini rapor etmiştir. Ayva dilimlerinin kurutma özellikleri üzerine ön işlemlerin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 5 mm kalınlık, 50, 57, 64 ve 71°C sıcaklık, 0.4 m/s hava hızı ile işlemler yürütülmüştür. Rehidrasyon oranının, sıcaklıkların 25°C 'den 65°C 'ye yükselmesiyle arttığını saptamışlardır [28]. Benzer şekilde ürüne uygulanan sıcaklık artışı ile rehidrasyon oranının arttığı belirtilmiştir [51]. Krokida ve ark. [52] tarafından sıcak hava yöntemiyle 70°C 'de kurutulmuş bazı meyve ve sebzelerin rehidrasyon oranı üzerine bir çalışma yapılmıştır. Kurutulmuş örnekler 40, 50 ve 60°C 'de rehidrasyon işlemine tabi tutulup 50 dakikalık zaman aralıklarıyla 200 dk. boyunca rehidrasyon oranı

takip edilmiştir. Sonuçta 60°C'de 200 dk. bekletilen domates örneklerinde 4.0 ile en yüksek rehidrasyon oranı elde edildiği belirtilmiştir. Bunu yaklaşık 3.0-3.8 arasında rehidrasyon oranı ile kurutulmuş biber, havuç, balkabağı, pırasa, soğan ve elma örnekleri takip etmiştir. En düşük rehidrasyon oranına sahip ürünler ise 1.0-2.0 arasında olup kurutulmuş mısır, patates, muz, mantar ve bezelye örnekleri olarak rapor etmişlerdir. Mikrodalga güç seviyelerinin rehidrasyon oranını etkilemediği görülmüştür, Souza ve ark. [53] tarafından mikrodalga ve sıcak hava ile kurutulan havuç örneklerinde de benzer sonuçlara rastlanmaktadır.

Farklı kurutma yöntemlerinin, bütün ve yarım halde kurutulan eriklerin serbest yığın yoğunluğu üzerine etkisinin sırasıyla önemli olduğu tespit edilmiştir [F(52.172)=0.0.01, p<0.05); F(20.742)=0.0.01, p<0.05)]. Bütün erikler için 0.31-0.41 g/mL olarak hesaplanan serbest yığın yoğunluğu değeri, en düşük P50 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde, en yüksek güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Yarım erikler için ise 0.31-0.42 g/mL olarak hesaplanmış ve minimum serbest yığın yoğunluğu değeri P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde ve maksimum güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Güneşte kurutma ve P100 güç mikrodalga ile P80 güç mikrodalga tipleri için bütün veya yarı kurutma serbest yığın yoğunluğu açısından önemsizdir (p>0.05). P50 güç mikrodalga tipi için bütün veya yarı kurutma serbest yığın yoğunluğu açısından anlamlıdır (p<0.05). Hammaddenin serbest yığın yoğunluğu değeri 0.53±0.00 g/mL olarak ölçülmüşken son üründe serbest yığın yoğunluğu değerleri 0.31-0.42 g/mL arasında değişiklik göstermektedir. Hammaddeye oranla serbest yığın yoğunluğunda meydana gelen düşüşün erik örneklerindeki su kaybı oranından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ozmotik kurutma sonrası mikrodalga kurutucu, mikrodalga+kızılötesi kurutucu ve tepsili kurutucu kullanarak siyah üzümün kurutulduğu bir çalışmada, kurutulan ürünlerde serbest yığın yoğunluğu değerlerine bakıldığında 0.52-0.54 g/mL arasında değiştiği görülmektedir [26]. Çalışmamızdaki sonuçlar bu sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Farklı kurutma yöntemlerinin, bütün ve yarım halde kurutulan eriklerin partikül yoğunluğu üzerine etkisinin sırasıyla önemli olduğu tespit edilmiştir [F(4.008)=0.022, p<0.05); F(655.329)=0.0.01, p<0.05)]. Bütün erikler için 0.91-0.96 g/mL olarak hesaplanan partikül yoğunluğu değeri minimum P50 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde, maksimum P80 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Yarım erikler için ise 1.26-1.91 g/mL olarak hesaplanan partikül yoğunluğu değeri minimum P80 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde, maksimum güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Tüm kurutma tiplerinin etkisi bütün ya da yarı kurutma için partikül yoğunluğu açısından anlamlıdır (p<0.05). Havuç ve sarımsak örneklerinin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulması üzerine yaptıkları bir çalışmada, havuç örneklerinin %84.02 kuru madde içeriğine kadar sıcak hava ile kurutulmuş örneklerin partikül yoğunluğu değerlerini 1.40 g/mL; mikrodalga ile %92.87 kuru

madde içeriğine kadar kurutulmuş örneklerin parçacık yoğunluğu değerlerini 0.70 g/mL; kızılötesi dalgalarla %88.82 kuru madde içeriğine kadar kurutma işlemine tabi tutulmuş örneklerin parçacık yoğunluğu değerlerini ise 1.12 g/mL olarak belirtmişlerdir [31]. Benzer bir çalışmada partikül yoğunluğu değerlerinin 1.13-1.27 g/mL arasında değiştiği görülmektedir [26]. Bu çalışmada kullanılan mürdüm eriği ile %82 kuru madde içeriğine kurutulmuş örneklerin partikül yoğunluğu sonuçlarının yukarıdaki çalışmada elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Kurutulmuş gıdalarda doğal bir fiziksel değişiklik olan büzüşme istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle kurutulmuş meyvelerde önemli bir kalite parametresi olarak kabul edilmektedir. Ürüne olan olumsuz görsel etkisinin yanı sıra kurutma ve ısı transferi sırasında nemin uzaklaştırılmasına da engel olmaktadır [54]. Farklı kurutma yöntemlerinin, bütün ve yarım halde kurutulan eriklerin büzüşme miktarı üzerine etkisinin sırasıyla önemli olduğu tespit edilmiştir [F(19.442)=0.0.01, p<0.05); F(16.816)=0.0.01, p<0.05)]. Bütün erikler için 0.27-0.36 olarak hesaplanan büzüşme değeri minimum güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde, maksimum P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Yarım erikler için 0.27-0.38 olarak hesaplanan büzüşme değeri minimum güneşte kurutma ile kurutulmuş ürünlerde ve maksimum P100 güçte mikrodalga yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kaydedilmiştir. Tüm kurutma tiplerinin etkisi bütün veya yarı kurutma için büzüşme değeri açısından önemsizdir (p>0.05). Kurutma sırasında çoğu gıda maddesinin boyutlarında büzülme adı verilen önemli oranda küçülme gözlenmektedir. Bu şekilsel deformasyonun büyüklüğü kurutulmuş ürünün kalitesi açısından önemlidir. Gıdanın boyutunda küçülmeye ve şeklinde değişikliğe neden olan su kaybı ve ısıtma, gıdaların hücreli yapısında bir zorlamaya sebep olur. Gıda materyallerinin büzülmesi, şekil değişikliği, hacim azalması ve sertliğin artması tüketici üzerinde negatif etkiye neden olur [48]. Souza ve ark. [53] sıcak hava ve mikrodalga ile havuç örneklerini kuruttukları çalışmada büzüşme değerlerini 0.672-0.839 arasında tespit etmişlerdir. Baysal ve ark. [31] havuç ve sarımsak örneklerinin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulması üzerine yaptıkları bir çalışmada, havuç örneklerinin büzüşme değerlerinin 1.85, 2.17 ve 1.96 olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı şartlarda farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan sarımsak örneklerinin büzüşme değerlerinin 1.04, 0.94 ve 0.98 olduğunu tespit etmişlerdir. Mürdüm eriğinde yapılan bu çalışmada büzüşme değerlerinin daha düşük (0.27-0.38) çıkması, söz konusu çalışmalarda kurutulan sarımsak (%88.65) ve havuç (%92.87) örneklerine göre daha düşük kuru madde içeriğine (%82) sahip olmasından kaynaklandığını düşündürmektedir. Literatürde, mikrodalga kurutmanın düşük büzüşme değerleri gösterdiği yaygın bir durumdur [51, 53, 55], ancak yapılan çalışmada bu etki gözlenmemiştir. Benzer durum Macedo ve ark. [16] tarafından çilek örnekleri ile yapılan çalışmada da görülmektedir. Mikrodalga kurutma sırasında nemin hızlı uzaklaştırılmasıyla, dokunun içi ve dışı arasında basınç dengesizliğine yol açtığı ve böylece büzülme için

kompresif streslere neden olunan durumlarda yüksek sıcaklık artışı ile meydana gelen ani sıcaklık dalgalanmalarından dolayı ürünün dokusuna daha fazla zarar verebileceği bildirilmektedir [53, 56].

Doku Profili

Tekstür, kurutulmuş gıdaların kalitesini yansıtan önemli bir parametredir [15]. Bütün ve yarım olmak üzere, güneşte ve üç farklı güçte (450, 720 ve 900 W) mikrodalga kurutma işlemi yapılan erik örneklerinin doku özellikleri Tablo 5'te verilmiştir. Taze ve kurutulmuş bütün erik örneklerinin dokusal özelliklerinin istatistiksel olarak incelenmesi sonucunda, farklı kurutma yöntemlerinin, bütün halde kurutulan eriklerin sertlik [$F(1.686)=0.204, p>0.05$], yapışkanlık [$F(1.510)=0.241, p>0.05$], esneklik [$F(2.299)=0.088, p>0.05$] üzerine etkisinin önemsiz olduğu ($p>0.05$); fakat iç yapışkanlık [$F(7.528)=0.001, p<0.05$], elastikiyet [$F(3.705)=0.018, p<0.05$] üzerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Kurutulmuş bütün erik

örneklerindeki sertlik, esneklik, iç yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin taze erikten daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Garcia-Martinez ve ark. [57] 40 ve 60°C'de sıcak hava (HAD 40 ve HAD 60), 100 W gücünde (MW) mikrodalga kurutma, 40°C 100 W'da kombine sıcak hava-mikrodalga kurutma (HAD-MW) teknikleri ile kayısı kurutmuşlardır. Sonuçlar incelendiğinde sıcak havayla kurutmaya kıyasla, mikrodalgaların kullanılması ile istenilen kırılğan dokunun daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Yarım şekilde kurutulan eriklerin sertlik [$F(21.844)=0.001, p<0.05$], yapışkanlık [$F(11.976)=0.001, p<0.05$], esneklik [$F(5.578)=0.002, p<0.05$], iç yapışkanlık [$F(30.375)=0.001, p<0.05$], çiğnenebilirlik [$F(192.825)=0.001, p<0.05$], elastikiyet [$F(20.339)=0.001, p<0.05$] üzerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Kurutulmuş yarım erik örneklerindeki sertlik, çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerlerinin taze erikten daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Kurutulmuş bütün ve yarım eriklerin doku özellikleri

Table 5. Texture characteristics of dried whole and half plums

	Kurutma şekli	Sertlik (g)	Yapışkanlık	Esneklik	İç yapışkanlık	Çiğnenebilirlik	Elastikiyet
Bütün Erik	H	1391.96±183.59	-12.50±1.95	0.64±0.01	0.77±0.02	1190.05±286.81	0.24±0.03
	GK	5125.99±1442.04 ^a	-0.78±0.50 ^a	0.83±0.07 ^a	0.83±0.05 ^b	4479.77±2101.80 ^a	0.33±0.04 ^a
	P100	4823.19±2404.16 ^a	-0.78±0.5 ^a	0.82±0.09 ^a	0.84±0.09 ^b	1919.7±955.17 ^b	0.33±0.05 ^a
	P80	2971.72±2259.63 ^a	-0.74±0.44 ^a	0.88±0.07 ^a	0.90±0.05 ^a	450.00±284.35 ^b	0.31±0.04 ^{ab}
	P50	5812.34±5258.68 ^a	-1.51±0.23 ^a	0.89±0.04 ^a	0.88±0.06 ^a	369.78±202.04 ^b	0.31±0.06 ^b
Yarım Erik	H	1391.96±183.59	-12.50±1.95	0.64±0.01	0.77±0.02	1190.05±286.81	0.24±0.03
	GK	7585.22±5448.54 ^b	-2.40±1.37 ^b	0.78±0.22 ^{ab}	0.89±0.04 ^a	4988.82±2893.55 ^a	0.37±0.10 ^b
	P100	2529.93±1627.56 ^b	-2.03±1.87 ^b	0.82±0.25 ^b	0.97±0.15 ^a	2167.17±1275.83 ^b	0.32±0.05 ^b
	P80	4919.13±3297.93 ^b	-35.40±21.63 ^a	0.85±0.24 ^{ab}	0.72±0.12 ^b	4588.36±2911.81 ^b	0.47±0.04 ^a
	P50	12486.47±7130.23 ^a	-63.24±48.10 ^a	1.40±0.38 ^a	0.72±0.15 ^b	5719.45±2186.43 ^a	0.48±0.09 ^a

(H: Hammadde, GK: Güneşte kurutma, P100: 900 W Mikrodalga kurutma, P80: 720 W Mikrodalga kurutma, P50: 450 W Mikrodalga kurutma)

(H: Fresh, GK: Sun drying, P100: 900 W Microwave drying, P80: 720 W Microwave drying, P50: 450 W Microwave drying)

Yapışkanlık değerleri açısından incelendiğinde erik örneklerinin bütün veya yarım olarak işlenmesinin; güneşte kurutma, P100 ve P50 güç mikrodalga uygulamaları için önemsiz ($p>0.05$), P80 güç mikrodalga uygulamaları için ise önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. İç yapışkanlık değerleri açısından incelendiğinde erik örneklerinin bütün veya yarım olarak işlenmesinin; P100 güç mikrodalga uygulaması için önemsiz ($p>0.05$), güneşte kurutma, P80 ve P50 mikrodalga uygulamaları için ise önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Tüm kurutma tiplerinin etkisi bütün veya yarı kurutma için esneklik değeri açısından önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Elastikiyet değerleri açısından incelendiğinde erik örneklerinin bütün veya yarım olarak işlenmesinin; güneşte kurutma ve P100 güç mikrodalga uygulamaları için önemsiz ($p>0.05$), P80 ve P50 güç mikrodalga uygulamaları için ise önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Rodriguez ve ark. [17] yılında D'ente (*Prunus domestica* L.) cinsi eriği 8 parçaya bölerek kurutma yönteminin kombine yöntemlerle etkisini analiz etmişlerdir. Bu amaçla eriklere öncelikle ozmotik dehidrasyon, ardından sıcak hava kurutma uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında taze eriklerin sertlik değerinin, 0.858±0.282 N/mm olduğu, kuru eriklerin ise sertlik değerlerinin 1.079- 3.829 N/mm arasında değiştiği gözlenmiştir.

Taze ve dondurulmuş olarak depolanan yabancımsını ürünlerinin sıcak hava ve mikrodalga destekli vakum kurutucuda kurutulduğu bir çalışmada Mikrodalga ile kurutulan ürünlerin sertlik, esneklik, iç yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerlerini sırasıyla 2±2, 0.54±0.11, 0.50±0.12, 0.5±0.4 olarak bulmuşlardır. Dondurma işleminden sonra mikrodalga destekli vakumlu kurutucuda kurutulan ürünlerde ürünlerin sertlik, esneklik, iç yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerlerini sırasıyla 5±1, 0.69±0.07, 0.47±0.10, 1.8±0.5, olarak bulmuşlardır [58]. Li ve ark. [15] tarafından 60°C'de kurutulan erik örneklerinin esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri sırasıyla 0.81-0.93 ile 275.11-353.53 olarak tespit edilmiştir. Rahanan ve ark. [22] 2019 55°C sıcak havada kuruttıkları erik örneklerinin yapışkanlık (-0.32-0.85), esneklik (0.69-0.83), iç yapışkanlık (0.67-0.76), sakızimsılık (59.04-102.01) ve çiğnenebilirlik (41.23-78.74) ve elastikiyet (0.23-0.27) olarak belirtmişlerdir. Arıkan [44] havuç kurutma ile ilgili mikrodalga-konvektif hava ve konvektif hava kurutma uygulaması ile çalışmıştır. Sonuçlara bakıldığında mikrodalga-konvektif hava ile kurutma uygulamalarında konvektif hava ile kurutma uygulamalarına göre daha gevrek ürünler elde edilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada farklı mikrodalga güçleri ve iki farklı kurutma yöntemi kullanılarak mürdüm erik çeşidinin kalite özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre kuruma süresi açısından, güneşte kurutulan yarım eriklerin bütün eriklere göre daha hızlı kuruduğu saptanmıştır. 450, 720 ve 900 W mikrodalga güç seviyelerinin uygulanması ile kurutulan bütün eriklerin kuruma süreleri sırasıyla 48 dk. 20 s, 29 dk. 40 s, 28 dk. 46 s ve aynı güç seviyesinde kurutulan yarım eriklerin kuruma süreleri sırasıyla 43 dk. 40 s, 27 dk. 7 s ve 26 dk. 27 s, olarak bulunmuştur. Mikrodalga kurutmanın kuruma süresini önemli derecede azalttığı görülmüştür. Ayrıca mikrodalga güç seviyesinin artışı ile kuruma süresinin azaldığı belirlenmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde Mürdüm eriğinin kurutma denemelerinde önerebileceğimiz kurutma koşulları, mikrodalga ile kurutma koşulları olarak saptanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda mikrodalga kurutma yönteminde kurutma süresinin kısalmasıyla işletme maliyetlerinin önemli ölçüde azalacağı, ayrıca kurutma işleminin iklim koşullarına bağlı olmayacağı ve geniş kurutma alanlarına ihtiyacın kalmayacağı düşünülmektedir. Böylece yapılan çalışmanın hem meyve sebze kurutma endüstrisine hem de ülke ekonomisine katkı sağlama potansiyeli olduğu düşünülmektedir. Erik örneklerinin rehidrasyon oranları incelendiğinde, farklı kurutma yöntemlerinin hem bütün hem de yarım halde kurutulan eriklerin rehidrasyon oranı üzerine etkisinin önemli olduğu kaydedilmiştir. Güç seviyesi arttıkça erik örneklerinin rehidrasyon oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz verilere göre, kurutulmuş erik örneklerinin kalite özelliklerinin iyileştirilmesi için, örneklerin mikrodalgada homojen bir şekilde kurutulmasına yönelik çalışmalar yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Çalışma kapsamında belirlenen kurutma güçleri dışındaki güçlerde denemeler yapılarak, bu kurutma güçlerinin erik örneklerinin kurutma kinetiği ve kalite özellikleri incelenebilir. Mikrodalga kurutma sırasında kesikli çalıştırma işleminden kaynaklanan iş yükünün azaltılması cihaz içine zamanlayıcı yerleştirilerek çözümlenebilir. Mikrodalga kurutma sonrası hemen gerçekleştirilen paketleme işlemi için materyal olarak oksijen ve nem geçirgenliği daha az olan ambalaj malzemeleri kullanılması eriğin kalite özelliklerinin korunmasında fayda sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Atıcı, G. (2013). Erik Pestilinin Kalite Parametreleri ve Kuruma Davranışı Üzerine Sıcak Havalı Kurutma ve Mikrodalga Kurutma Yöntemlerinin Etkisinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- [2] Tunaloğlu, R., Keskin G., (2004). Erik. T.E.A.E – Bakış. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü*, 7(9).
- [3] Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M. (2004). Iliman İklim Meyve Türleri, Sert Çekirdekli Meyveler Cilt-1. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.

- [4] Bahrin, A.A., Moshawih, S., Dhaliwal, J.S., Kanakal, M.M., Khan, A., Lee, K.S., Goh, B.H., Goh, H.P., Kifli, N., Ming, L.C. (2022). Cancer protective effects of plums: A systematic review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 146, 112568.
- [5] Özvardar, S., Önal, K. (1990). Erik Yetiştiriciliği. Kocaoluk Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
- [6] Anona. (2016). Erişim adresi: <http://www.ahufrenk.com/2012/10/murdum-erigi-damson.html>. (Erişim Tarihi: 03.08.2017).
- [7] Anonb. (2016). Erişim adresi: <http://www.bilgilersitesi.com/murdum-erigi-nedir-nelere-iyi-gelir-faydalari-nelerdir-kullanim-alanlari-nerelede-kullanilir-ne-ise-yarar.html>. (Erişim Tarihi: 03.08.2017).
- [8] González-Cavieres, L., Pérez-Won, M., Tabilo-Munizaga, G., Jara-Quijada, E., Díaz-Álvarez, R., Lemus-Mondaca, R. (2021). Advances in vacuum microwave drying (VMD) systems for food products. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 626-638.
- [9] Ojediran, J.O., Okonkwo, C. E., Adeyi, A.J., Adeyi, O., Olaniran, A.F., George, N.E., Olayanju, A.T. (2020). Drying characteristics of yam slices (*Dioscorea rotundata*) in a convective hot air dryer: application of ANFIS in the prediction of drying kinetics. *Heliyon*, 6(3), e03555.
- [10] Ojediran, J.O., Okonkwo, C.E., Olaniran, A.F., Iranloye, Y.M., Adewumi, A.D., Erinle, O., Afolabi, Y.T., Adeyi, A. (2021). Hot air convective drying of hog plum fruit (*Spondias mombin*): effects of physical and edible-oil-aided chemical pretreatments on drying and quality characteristics. *Heliyon*, 7(11), e08312.
- [11] Brar, H.S., Kaur, P., Subramanian, J., Nair, G.R., Singh, A. (2020). Effect of chemical pretreatment on drying kinetics and physio-chemical characteristics of yellow European plums. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup2), S252-S279.
- [12] Chen, J., Zhang, M., Xu, B., Sun, J., Mujumdar, A.S. (2020). Artificial intelligence assisted technologies for controlling the drying of fruits and vegetables using physical fields: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 105, 251-260.
- [13] Alp, D., Bulantekin, Ö. (2021). The microbiological quality of various foods dried by applying different drying methods: a review. *European Food Research and Technology*, 247(6), 1333-1343.
- [14] Eyiz, V., Tontul, İ., Türker, S. (2020). Effect of variety, drying methods and drying temperature on physical and chemical properties of hawthorn leather. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(6), 3263-3269.
- [15] Li, L., Yu, Y., Xu, Y., Wu, J., Yu, Y., Peng, J., An, K., Zou, B., Yang, W. (2021). Effect of ultrasound-assisted osmotic dehydration pretreatment on the drying characteristics and quality properties of Sanhua plum (*Prunus salicina* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 138, 110653.
- [16] Macedo, L.L., Corrêa, J.L.G., Júnior, I.P., da Silva Araújo, C., Vimercati, W.C. (2022). Intermittent microwave drying and heated air drying of fresh and isomaltulose (Palatinose) impregnated

- strawberry. *LWT-Food Science and Technology*, 155, 112918.
- [17] Rodríguez, M.M., Rodriguez, A., Mascheroni, R.H. (2015). Color, texture, rehydration ability and phenolic compounds of plums partially osmodehydrated and finish-dried by hot air. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2647-2662.
- [18] Toğrul, İ.T., Pehlivan, D. (2004). Modelling of thin layer drying kinetics of some fruits under open-air sun drying process. *Journal of Food Engineering*, 65(3), 413-425.
- [19] Michalska, A., Honke, J., Łysiak, G., Andlauer, W. (2016). Effect of drying parameters on the formation of early and intermediate stage products of the Maillard reaction in different plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 932-938.
- [20] Heybeli, N. (2017). Farklı Kurutma Sistemlerinin Birlikte Kullanımı ile Stanley Erik Çeşidinin Kurutulması Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya.
- [21] Yener, E. (2020). Farklı Kurutma Yöntemlerinin Erik Meyvesinin Fizikokimyasal Özellikleri ve Biyoaktif Maddelerinin Sindirilebilirliği Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- [22] Rahaman, A., Zeng, X.A., Kumari, A., Rafiq, M., Siddeeg, A., Manzoor, M.F., Baloch, Z., Ahmed, Z. (2019). Influence of ultrasound-assisted osmotic dehydration on texture, bioactive compounds and metabolites analysis of plum. *Ultrasonics sonochemistry*, 58, 104643.
- [23] Cemeröglü, B. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, cilt 2, Nobel Akademik, Ankara, Türkiye, 2011, 650 s.
- [24] AOAC, (2005a). Metot No:934.06 Moisture in Dried Fruits.
- [25] Özbek, H.N., Elik, A., Işınay, B., Sever, M., Bulut, Ş.E., Yanık, D.K., Dalgıç, A.C., Erdoğan, F., Göğüş, F. (2021). Kombine Kurutma Sistemiyle Kurutulan Kayısların Renk Parametreleri Üzerine Depolamanın Etkisi. *Akademik Gıda*, 19(3), 257-266.
- [26] Eroğlu, E. (2012). Farklı Ozmotik Çözeltiler Kullanarak Ön Kurutması Yapılan Siyah Üzümlerin Kurutulmasında Sıcak Hava, Mikrodalga ve Mikrodalga+Kızılötesi Dalgaların Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
- [27] Singh, G.D., Sharma, R., Bawa, A.S., Saxena, D.C. (2008). Drying and rehydration characteristics of water chestnut (*Trapa natans*) as a function of drying air temperature. *Journal of Food Engineering*, 87(2), 213-221.
- [28] Doymaz, İ., Demir, H., Yildirim, A. (2015). Drying of quince slices: Effect of pretreatments on drying and rehydration characteristics. *Chemical Engineering Communications*, 202(10), 1271-1279.
- [29] Urun, G.B. (2015). Organik Patlıcan ve Kabağın Farklı Kurutma Şartlarında Kuruma Karakteristiklerinin ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Doktora Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
- [30] Cemeröglü, B.S. (2013). Gıda Analizleri. 3. Baskı, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- [31] Baysal, T., İcier, F., Ersus, S., Yıldız, H. (2003). Effects of microwave and infrared drying on the quality of carrot and garlic. *European Food Research and Technology*, 218(1), 68-73.
- [32] Szparaga, A., Stachnik, M., Czerwińska, E., Kocira, S., Dymkowska-Malesa, M., Jakubowski, M. (2019). Multi-objective optimization based on the utopian point method applied to a case study of osmotic dehydration of plums and its storage. *Journal of Food Engineering*, 245, 104-111.
- [33] Karaat, F.E. (2019). Drying of stanley plum with some post-harvest applications, *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(2), 203-208.
- [34] Gościnnia, K., Pobereźny, J., Wszelaczyńska, E., Szulc, W., Rutkowska, B. (2021). Effects of drying and extraction methods on bioactive properties of plums. *Food Control*, 122, 107771.
- [35] Sarı, M., Karaaslan, S. (2014). Ananasın mikrodalga ile kurutulması ve uygun kuruma modelinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 42-50.
- [36] Baysal, T., Ozbalta, N., Gokbulut, S., Capar, B., Tastan, O., Gurlek, G. (2015). Investigation of effects of various drying methods on the quality characteristics of apple slices and energy efficiency. *Journal of Thermal Science and Technology*, 35(1), 135-144.
- [37] Conte, P., Cuccurullo, G., Metallo, A., Micalizzi, A., Cinquanta, L., Corona, O. (2019). Comparing different processing methods in apple slice drying. Part 2 solid-state Fast Field Cycling 1H-NMR relaxation properties, shrinkage and changes in volatile compounds. *Biosystems Engineering*, 188, 345-354.
- [38] da Silva, E.S., Brandão, S.C.R., da Silva, A.L., da Silva, J.H.F., Coêlho, A.C.D., Azoubel, P.M. (2019). Ultrasound-assisted vacuum drying of nectarine. *Journal of Food Engineering*, 246, 119-124.
- [39] McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- [40] Tarhan, S. (2007). Selection of chemical and thermal pretreatment combination for plum drying at low and moderate drying air temperatures. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 255-260.
- [41] Nizamlioglu, N.M., Yasar, S., Bulut, Y. (2022). Chemical versus infrared spectroscopic measurements of quality attributes of sun or oven dried fruit leathers from apple, plum and apple-plum mixture. *LWT-Food Science and Technology*, 153, 112420.
- [42] Yener E., Karadağ A., Saroğlu Ö. (2020). Farklı kurutma yöntemlerinin erik meyvesinin fizikokimyasal özellikleri ve biyoaktif maddelerinin sindirilebilirliği üzerine etkisi. *2.Uluslararası Gıda, Tarım ve Hayvancılık Kongresi*, 29 Şubat- 1 Mart, 2020, Konya, Türkiye, Bildiri Kitabı, 105,106.

- [43] Albanese, D., Cinquanta, L., Cuccurullo, G., Di Matteo, M. (2013). Effects of microwave and hot-air drying methods on colour, β -carotene and radical scavenging activity of apricots. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(6), 1327-1333.
- [44] Arkan, M.F. (2009). Mikrodalga ile Kurutulan Havuçların Kuruma Özelliklerinin ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Hatay.
- [45] Özay, G., Pala, M., Saygı, B. (1993). Bazı gıdaların su aktivitesi yönünden incelenmesi. *Gıda*, 18(6), 377-383.
- [46] Vega-Gálvez, A., Ah-Hen, K., Chacana, M., Vergara, J., Martínez-Monzó, J., García-Segovia, P., Lemus-Mondaca, R., Di Scala, K. (2012). Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity, total phenolic content, colour, texture and microstructure of apple (var. *Granny Smith*) slices. *Food Chemistry*, 132(1), 51-59.
- [47] Monteiro, S.S., Silva, W.P.D., Monteiro, S.S., Gomes, J.P., Pereira, E.M., Ferreira, J.P.D.L. (2022). Probiotic coating applied to papaya slices for high quality snack production by convective drying. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(1), e16183.
- [48] Arısoy, İ. (2010). Vişne ve Kirazın Kuruması Sırasında Buzülmenin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Koca Tepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon.
- [49] Singh, S., Raina, C.S., Bawa, A.S., Saxena, D.C. (2006). Effect of pretreatments on drying and rehydration kinetics and color of sweet potato slices. *Drying Technology*, 24(11), 1487-1494.
- [50] Chan, E.W.C., Lim, Y.Y., Wong, S.K., Lim, K.K., Tan, S.P., Lianto, F.S., Yong, M.Y. (2009). Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry*, 113(1), 166-172.
- [51] Tepe, T.K., Tepe, B. (2020). The comparison of drying and rehydration characteristics of intermittent-microwave and hot-air dried-apple slices. *Heat and Mass Transfer*, 56(11), 3047-3057.
- [52] Krokida, M.K., Marinos-Kouris, D. (2003). Rehydration kinetics of dehydrated products. *Journal of Food Engineering*, 57(1), 1-7.
- [53] de Souza, A.U., Corrêa, J.L.G., Tanikawa, D.H., Abrahão, F.R., de Jesus Junqueira, J.R., Jiménez, E.C. (2022). Hybrid microwave-hot air drying of the osmotically treated carrots. *LWT-Food Science and Technology*, 113046.
- [54] Dehghannya, J., Hosseinlar, S.H., Heshmati, M.K. (2018). Multi-stage continuous and intermittent microwave drying of quince fruit coupled with osmotic dehydration and low temperature hot air drying. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, 132-151.
- [55] Calín-Sánchez, Á., Lipan, L., Cano-Lamadrid, M., Kharaghani, A., Masztalerz, K., Carbonell-Barrachina, Á.A., Figiel, A. (2020). Comparison of traditional and novel drying techniques and its effect on quality of fruits, vegetables and aromatic herbs. *Foods*, 9(9), 1261.
- [56] Xu, Y., Xiao, Y., Lagnika, C., Li, D., Liu, C., Jiang, N., Song, J., Zhang, M. (2020). A comparative evaluation of nutritional properties, antioxidant capacity and physical characteristics of cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata* var. L.) subjected to different drying methods. *Food Chemistry*, 309, 124935.
- [57] García-Martínez, E., Igual, M., Martín-Esparza, M.E., Martínez-Navarrete, N. (2013). Assessment of the bioactive compounds, color, and mechanical properties of apricots as affected by drying treatment. *Food and Bioprocess Technology*, 6(11), 3247-3255.
- [58] Zielinska, M., Sadowski, P., Błaszczak, W. (2015). Freezing/thawing and microwave-assisted drying of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 555-563.