



Farklı Kurutma Koşullarının Amasya Elmasının Kuruma Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkileri

Sefa TARHAN^{1*} Gazanfer ERGÜNEŞ¹ Mehmet GÜNEŞ² Alper MUTLU¹

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü, Tokat, TÜRKİYE

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, TÜRKİYE

*Uçtu m[c] ct0
g/r quw<sefatarhan@gop.edu.tr

I grk Vetlj R"29.10.2009

MedwVctlj R"08.12.2009

Özet

Ülkemizde yaygın olarak üretilen meyvelerden bir tanesi olan elmanın işlenerek farklı yeni ürünler elde edilmesi gerek tarım ve tarıma dayalı sanayinin güçlendirilmesi açısından önemlidir. Kurutma, tarımsal ürünlerin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan eski bir işleme yöntemi olmakla birlikte, elmaya uygulanması durumunda karşılaşılabilecek sorunlar ve çözümler tam olarak bilinmemektedir. Amasya elma çeşidi 5 mm kalınlığında dilimlendikten ve farklı kimyasal çözeltilere bir dakika süresince bandırıldıktan sonra kurutulmuştur. Kurutma yöntemi olarak dış ortamda çevre havasıyla doğal kuruma, etüvde 65 °C sıcaklıktaki hava ile kurutma ve mikrodalgada kurutma seçilmiştir. Kurutma işleminin çok uzun sürmesi (72 saat) sebebiyle dış ortamda kurutma ve meydana gelen kararmalar nedeniyle mikrodalga kurutma elma kurutma için uygun bulunmamıştır. % 2'lik sitrik asit çözeltisine bandırılan elmaların yüksek sıcaklıkta(65 °C) havayla kurutulması gerek kalite ve gerekse kurutma süresi(5 saat) açısından en iyi sonucu verdiği için ticari amaçlı elma kurutma için uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Amasya, elma kuru, kurutma teknolojileri, kurutma kinetiği

The Effects of Various Drying Conditions on The Drying Time and Quality of "Amasya" Apple Cultivar

Abstract

New products obtained by processing apple, one of the fruits extensively produced in Turkey, will strength countrywide agriculture and industry. Even though drying is a commonly-used and old processing method of agricultural materials, the problems and their solutions associated with apple drying are unclear. 'Amasya' apple cultivar was sliced/cored to ~5 mm thick rings and dipped in one of three chemical solutions for one minute. Three different drying methods selected in this study were natural drying under open atmosphere, hot air drying at 65 °C in an laboratory oven and microwave drying. Natural drying and microwave drying were found not to be appropriate for apple drying because of lengthy drying time (72 hours) and darkening, respectively. Hot air drying (65 °C) of apples rings dipped in 2% citric acid solution is recommended for commercial apple drying since it retains original color and shortens drying time (5 hours).

Keywords: Amasya, dried apple, drying technologies, drying kinetics

GİRİŞ

Türkiye, diğer tarım ürünlerinde olduğu gibi meyvecilik açısından da gen merkezi durumunda olup, bir çok meyve tür ve çeşidi bakımından oldukça zengindir [1]. Yetiştirilen çeşitli meyveler taze olarak ve/veya bazı işlemlerden geçirilerek tüketilmekte ve ihraç edilmektedir. Bu meyveler arasında elma ilk sıralarda yer almaktadır. Dünya elma üretimi 2007 yılı istatistiklerine göre 65 970 706 ton olup, en çok elma üreten ülkeler arasında Türkiye 2 457 845 ton üretimle; Çin, ABD ve İran'dan sonra dördüncü sırayı almakta ve dünya elma üretiminin yaklaşık % 4'ünü karşılamaktadır [2]. Karaman ili 387 000 ton elma üretim değeriyle Isparta'dan sonra ikinci sırada yer almaktadır [3].

Tarımsal ürünlerin hasadından tüketimine kadar geçen sürede birtakım kayıplar söz konusu olmaktadır. Ürün kaybını önlemek, kullanılabilir ekonomik ömrünü artırmak ve kalitesini korumak için günümüze kadar çok sayıda koruma yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında en ucuz ve uygulama alanı en geniş olan yöntem kurutmadır. Ülkemizde ürünlerin büyük bir kısmı doğal

kurutma yöntemiyle kurutulmaktadır. Bu şekilde kurutulan ürünlerde ekonomik açıdan iç ve dış pazarda kalite ve değer kaybı gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Aynı zamanda, açık hava koşullarında yapılan doğal kurutma işlemleri sonucu kuru ürünün elde edilmesinde uzun sürelere ihtiyaç duyulmaktadır [4].

Elma taze olarak tüketildiği gibi reçel, marmelat, meyve suyu ve konserve yapılarak ya da kurutularak tüketilebilmektedir. Günümüzde daha kaliteli ürün elde edilmesi için kullanılan kurutma yöntemlerinin tüketici tercihleri doğrultusunda geliştirilmesi ve bu amaca yönelik tekniklerin araştırılması çabaları hız kazanmıştır. Elma kurutmada karşılaşılan en büyük problemlerden bir tanesi de kesilen elma iç yüzeylerinde meydana gelen renk değişimleridir [5-7]. Meydana gelen renk değişimi neticesinde parlaklık değeri (L*) azalırken yeşillik/kırmızılık (a*) ve sarılık/mavilik (b*) değeri artmaktadır. Renk değişimini durdurmak için ön ozmatik kurutma, kükürtleme, sıcak suya bandırma, buhara tutma, ön mikrodalga kurutma, sitrik asit çözeltisine bandırma gibi bir çok farklı ön işlemler denenmiş ve değişik etkiye sonuçlar elde edilmiştir [6,7].

Bu çalışmada, Tokat ürün deseninde önemli bir ağırlığı olan Amasya elma çeşidinin kurutulmasında üç farklı kurutma yönteminin (hava akımlı kurutma etüvünde sıcak hava ile kurutma, mikrodalga fırında kurutma ve dış ortamda çevre havasıyla geleneksel kurutma) ve farklı ön işlemlerin etkinliğin belirlenmesi hedeflenmiştir. Farklı şartlarda kurutulan elma örnekleri, kuruma süresi, nem değişimi ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Kurutulacak Ürün

Araştırmada, Tokat şartlarında yetiştirilen Amasya elma çeşidi deneme materyali olarak alınmıştır. Denemeler elma hasat dönemi dışında gerçekleştirildiği için, ortalama ağırlığı 105 gr, boyutları 54.7x64 mm ve ilk nem % 85.7 (yb) olan elma örnekleri soğuk hava deposundan alınarak kullanılmıştır. Renk ve boyut olarak homojenlik gösteren elmalar tercih edilmişlerdir.

Kurutma Ortamları

Denemeler, Tokat şartlarında laboratuvar tipi hava akımlı kurutma etüvünde, mikrodalga fırında ve dış ortamda çevre havasıyla/gölgede geleneksel yöntemle yapılmıştır.

ST-055 (Şimşek Laborteknik, Ankara) model kurutma etüvü kullanılmıştır. Etüv tabanında bulunan fan, hava akımı/karışımı sağlamış ve bacadan nemli hava dışarı atılmıştır.

Mikrodalga kurutma denemelerinde, Vestel MD-GD23 marka mikrodalga fırın kullanılmıştır. Mikrodalga fırın; 230 V~, 50 Hz, 1400 W teknik özelliklerine sahip, maksimum 900 W çıkış gücüne ayarlanabilmektedir. Güç kademeleri; maksimum gücün % 80'i (720 W), % 60'ı (540 W) ve % 40'ı (360 W) olup, iç ölçüleri 215 x 350 x 330 mm (23

Kurutulacak Ürünlerin Hazırlanışı ve Ön İşlemler

Denemeye alınan elmaların çekirdek yuvaları özel bir aparatla çıkartıldıktan sonra kabukları soyulmuş ve yaklaşık 5-6 mm kalınlığında halkalar şeklinde dilimlenmiştir. Yüzeyledeki kararmayı önlemek amacıyla; elma dilimleri % 2 limon suyu (M1), % 25 limon suyu (M2) veya % 2 sitrik asit çözeltisine (M3) 1 dakika süreyle bandırılmıştır. Ayrıca, bandırma işleminin renk değişimine etkisini gözlemleyebilmek için bazı örnekler hiçbir işleme tabi tutulmadan (K) kurutulmuşlardır. Üç tekerrürlü olarak yürütülen denemelerde her muamele için taze ürün miktarı yaklaşık 70-80 gram olarak alınmıştır.

Kurutma Yöntemleri

Hava akımlı kurutma etüvünde yürütülen denemelerde sıcaklık 65 °C olarak alınmış ve kurutma sırasında sabit tutulmuştur. Mikrodalga kurutucuda uygun güç kade-

mesinin belirlenmesi için bir seri ön deneme yapılmış ve 540 W güç kademesi seçilmiştir. Daha yüksek güç kademelerinde elma örneklerinde yanmalar gözlenmiştir. Mikrodalga kurutucuda elma örnekleri, belirlenen güç kademesinde 1 dakika süreyle içeride tutulmuş ve 2 dakika soğumaya bırakılmıştır. Bu işleme kuruma tamamlanincaya kadar devam edilmiştir. Dış ortamda çevre havasıyla yapılan geleneksel kurutmada örnekler üzerlerine güneş gelmeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Bütün örnekler, denemeler için özel hazırlanmış olan yatay kurutma askısına elma dilimlerinin merkezinde bulunan deliklerden geçirilmesiyle kurutulmuştur. Yatay kurutma askıları kullanılarak elma dilimlerinin bütün yüzeylerinden sıcak hava akımının geçmesi sağlanmıştır. Elmalar, son nem değerleri yaklaşık % 5 (yb) oluncaya kadar kurutulmuştur.

Çevre Havası Sıcaklığı ve Bağlı Nem Ölçümleri

Dış ortamda yürütülen denemelerde ortamın sıcaklık ve bağlı nem değerleri elektronik kaydedicilerle 15 dakika aralıklarla ölçülmüştür. Bu amaçla ölçme ve veri depolama işlemini birlikte yapan kaydediciler (HOBORH/Temp, Type: HO8-003-02, A.B.D) kullanılmıştır. Bu kaydediciler, 0.6 °C sıcaklık ve % 0.5 bağlı nem hassasiyetinde olup, Box Car Pro 3.5 programıyla çalıştırılmaktadır.

Ürün Neminin Belirlenmesi

Kurutma öncesinde taze elma örneklerinin ilk nem değerlerinin belirlenmesinde etüv yöntemi kullanılmıştır. Etüvde 70 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa düşünceye kadar örnekler kurutulmuş ve nem içerikleri belirlenmiştir. Kurutma süresince, üründeki ağırlık değişimini belirlemek amacıyla örnekler belirli aralıklarla tartılmıştır. Bu amaçla, 0.01 g duyarlılığında dijital teraziden yararlanılmıştır.

Renk ve Kalite Analizleri

Taze ve kurutulmuş elma örneklerine ait renk değerleri Minolta (CR-400) Renk Ölçer (Chromameter) kullanılarak belirlenmiştir. L*, a* ve b* renk skala değerleri okunarak kurutma yöntemleri ve ön işlem uygulamalarının renk değişimi üzerine etkileri incelenmiştir.

Taze ve kurutulmuş elma örneklerinin suda çözünbilir kuru madde oranları TSE 4890'a göre, pH değerleri TSE 1728'e göre ve titre edilebilir asitlik değeri TSE 1125'e göre belirlenmiştir [8-10].

Matematiksel Modelleme

Kurutma yöntemlerinin kuruma hızı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, kurutulan elma örnekleri belirli aralıklarla tartılmış ve kuruma süresindeki nem değişimleri ve Ayrılabilir Nem Oranları (ANO) hesaplanmıştır;

$$ANO = \frac{N}{N_0} \dots\dots\dots(1)$$

Çizelge 1. Elma dilimlerinin kurutma süreleri ve son nem değerleri

Kurutma Yöntemi		Kurutma Süresi	Son Nem Değeri (%, yb)
Etüv	M1	6 saat	5.36
	M2	6 saat	4.28
	M3	5 saat	5.54
	Kontrol	7 saat	3.61
Dış Ortam	M1	72 saat	1.59
	M2	72 saat	1.63
	M3	72 saat	1.98
	Kontrol	72 saat	3.03
Mikrodalga		13 dakika	33.49

Ürünün belli bir t anında sahip olduğu nem içeriğinin (N) ürünün ilk nem içeriğine (N₀) oranı olarak ifade edilen Ayrılabilir Nem Oranı (NO) değişimi Page modeli kullanılarak

tahmin edilmiştir;

$$ANO = e^{-k \cdot t^n} \dots\dots\dots(2)$$

Yukarıdaki eşitlikte (t) kurutma zamanını temsil ederken diğer değişkenler (k ve n) model parametrelerini temsil etmektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Amasya elma çeşidinin ortalama ilk nem içeriği % 85.7 (yb) olarak belirlenmiştir. Farklı ön işlem görmüş veya görmemiş (kontrol) elma dilimlerinin kurutma süreleri ve son nem değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Etüvde kurutma işlemi 5 ile 7 saat arasında tamamlanmıştır. Son nem değerleri de % 3.61 ile % 5.54 arasında değişmiştir. % 2 sitrik asit çözeltisine (M3) bandırma işlemi, kurutmanın yaklaşık 2 saat daha kısa sürede tamamlanmasını sağlamıştır. Diğer ön işlemlerin ise kurutma süresine sınırlı bir olumlu etki yaptığı görülmektedir. Doymaz (2009) 8 mm kalınlığında dilimlediği ve soyduğu Granny Smith çeşidi elmaları (ilk nem içeriği: % 87.8 yb) 65 °C sıcaklığında ve 2.0 m/s hızındaki hava ile % 14 (yb) son nem seviyesine kadar kurutmuştur. Kurutma denemelerinde % 4 sitrik asit çözeltisine bandırma (3 dakika), 80 °C sıcaklığındaki suya bandırma (3 dakika) veya su buharına tutma (3 dakika) ön işlemlerinden bir tanesi uygulandığı bildirilmiştir. Sitrik asit çözeltisine daldırılan elma örnekleri, istenilen son nem seviyesine 4.5 saatte ulaşırken; ön işlem görmemiş elma dilimleri ise 6 saatte ulaşmıştır. Her iki araştırma sonuçları da göstermektedir ki sitrik çözeltisine bandırma, kuruma işlemini hızlandırıcı etkiye sahiptir. Sitrik asit çözeltisinin yapmış olduğu etkinin mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, elmanın dış dokusunu daha geçirgen hale getirdiği tahmin edilmektedir.

Dış ortamda çevre havasıyla doğal kurutma işlemi 72 saat sürmüştür. Kurutma süresince ortalama çevre havası sıcaklığı 21.71 °C ve ortalama çevre havası bağıl nemi de

% 61.90 olmuştur. Kurutma süresince en yüksek çevre havası sıcaklığı 37.0 °C ve en düşük çevre havası sıcaklığı 19.8 °C olarak gerçekleşmiştir. Diğer taraftan, kurutma süresince en yüksek çevre havası bağıl nemi %70 ve en düşük çevre havası bağıl nemi %23.1 olarak gerçekleşmiştir. Son nem içerikleri de % 1.59 ile % 3.03 arasında değişmiştir.

Uygulanan ön işlemlerin kuruma süresini belirgin olarak kısaltmadığı görülmektedir. Ön işlemlerin kuruma süresine yaptığı etkinin kurutma sıcaklığına bağlı olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, dış ortamda yapılan kurutmada olduğu gibi düşük sıcaklıklarda ön işlemlerin kuruma süresine bir etkisi olmamaktadır. Dış ortamda yapılacak elma kurutma işlemlerinde daha ince dilimlerin kullanımı gerekli olmaktadır. Ticari amaçlı elma kurutma işlemlerinde kesinlikle yüksek sıcaklıklarda kurutma yapabilen kurutucuların kullanımı zorunluluktur.

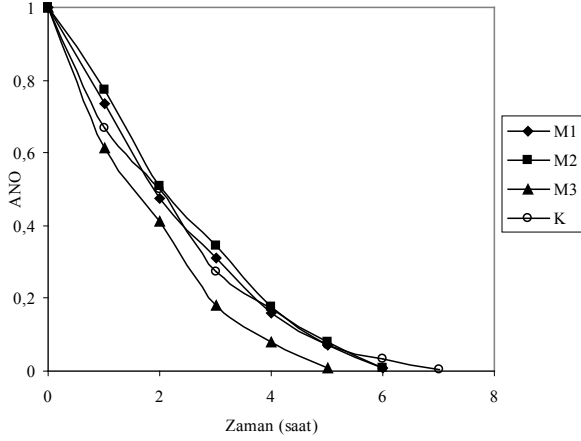
Mikrodalgada (1 dakika mikrodalgada ısıtma ve 2 dakika dış ortamda serinletme) toplam kurutma işlemi 13 dakika sürmüştür ve son nem değeri % 33.49 olmuştur. Mikrodalgada kurutma işlemi, elma dilimlerinde meydana gelen kararmalar sebebiyle son nem değeri % 5’e kadar devam ettirilememiştir. Elma dilimlerinde kararmalar meydana geldiği için tek başına mikrodalga, elma kurutma için uygun değildir. Mikrodalga kurutma işleminde elma dilimlerinin serinletilmesi kararma işlemini yavaşlatabilir. Serinletme işlemi, kurutulan elma dilimlerinin çevresinden yüksek hızda hava geçirilerek sağlanabilir.

Etüvde kurutulan elma dilimlerinin kuruma eğrileri Şekil 1’de verilmiştir. Sitrik asit çözeltisine bandırılan elmaların kuruma eğrisinin diğer kuruma eğrilerinden kurutma boyunca farklı bir seyir izlediği ve daha hızlı bir düşüş gösterdiği görülmektedir. Bu durum, sitrik asit çözeltisine daldırmanın elma yapısında kalıcı ve kararlı bir değişime sebep olduğunu göstermektedir.

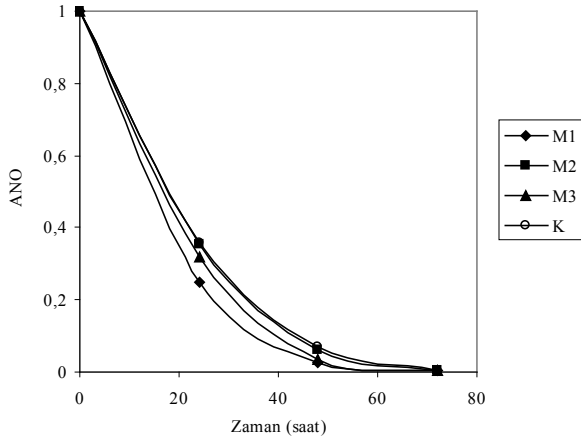
Dış ortamda çevre havasıyla kurutulan elma dilimlerinin kuruma eğrileri Şekil 2’de verilmiştir. % 2 limon suyuna bandırma işleminin kurumanın başlangıcında daha hızlı bir kurumaya sebep olduğu ve daha sonra ise bu etkinin kayıp olduğu görülmektedir. Sitrik asit çözeltisine bandırma işleminin ise kuruma eğrisine belirgin bir değişime sebep olmadığı görülmektedir.

Ön işlemlerin yapacağı etkininde kurutma sıcaklığına bağlı olarak değişim gösterdiği ortaya çıkmaktadır.

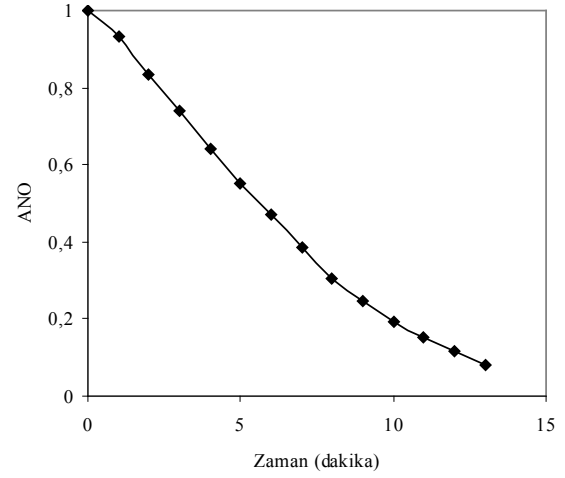
Şekil 3'te mikrodalga destekli yapılan elma kurutma denemesine ait kuruma eğri verilmiştir. Mikrodalga destekli elma kurutmada elde edilen eğri daha doğrusal bir azalma göstermiştir. Bu eğilimin, mikrodalgaların ürünü homojen ve hızlı bir şekilde ısıtmasına bağlı olduğu tahmin edilmektedir.



Şekil 1. Etüvde 65 °C sıcaklıkta kurutulan elma dilimlerinin kuruma eğrileri



Şekil 2. Dış ortamda çevre havasıyla kurutulan elma dilimlerinin kuruma eğrileri



Şekil 3. Mikrodalgada elma dilimleri kuruma eğrileri

Kuruma eğrilerini matematiksel olarak tanımlamak amacıyla Page eşitliği kullanılmıştır. Page eşitliğinin parametre değerleri ve kararlılık katsayısı değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Kararlılık katsayısı değerlerinin 1 veya 1'e çok yakın olması, Page eşitliğinin kuruma eğrilerini büyük başarıyla tanımladığını göstermektedir. "k" parametre değerleri birden küçük iken "n" parametre değerleri birden büyük olmuştur.

Kurutulmuş ürünlerde en önemli kalite parametrelerinden bir tanesi renktir. Taze ve kurutulmuş elma dilimlerine ait renk değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Başarılı bir kurutma işleminde elma dilimlerinin taze iken sahip olduğu rengi koruması ve kararmaması istenir. Bu açıdan incelendiğinde ve üç farklı renk kriteri dikkate alındığında en çok renk korunmasının % 2 sitrik asit çözeltisinde olduğu görülmektedir. % 2 sitrik asit çözeltisine daldırma işlemi parlaklık değerini (L*) taze elma dilimlerinin üzerine çıkartırken, hiçbir ön işlem görmeden kurutulmuş elma dilimlerinin parlaklık renginde bir azalmanın olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. Elma dilimlerinin kuruma eğrilerine ait Page eşitliği parametreleri ve kararlılık katsayısı değerleri

Kurutma Yöntemi	Parametreler		R ²	
	k	N		
Etüv	M1	0.2902	1.3363	0.9975
	M2	0.2410	1.4320	0.9966
	M3	0.4353	1.2301	0.9929
	Kontrol	0.3397	1.2145	0.9941
Dış Ortam	M1	0.0153	1.4175	1.0000
	M2	0.0110	1.4310	1.0000
	M3	0.0087	1.5354	1.0000
	Kontrol	0.0130	1.3755	1.0000
Mikrodalga		0.062	1.4196	0.9993

Çizelge 3. Taze ve kurutulmuş elma dilimlerinin renk değerleri

Kurutma Yöntemi		L*	a*	b*
Etüv	M1	81.36	2.137	28.11
	M2	83.29	1.507	28.37
	M3	84.55	1.155	26.86
	Kontrol	79.13	1.726	32.04
Dış Ortam	M1	82.58	1.38	26.64
	M2	84	1.485	27.77
	M3	84.64	0.575	28.79
	Kontrol	78.88	4.211	31.60
Taze Elma Dilimi		81.39	-5.03	18.05

Taze elma dilimlerinin yeşillik değerinin (a*) sıfırdan küçük olması yeşil rengin varlığını gösterirken kurutma işleminin yeşil rengi daha kırmızı bir renge çevirdiği görülmektedir. Yeşillik değerindeki en fazla değişim dış ortamda kurutmada işlem görmemiş kontrol örneklerinde meydana gelirken etüvde kurutmada en fazla değişim % 2'lik limon suyu çözeltisinde gözlemlenmiştir.

Ayrıca, elma dilimlerinin ön işlem görmesi, kurutma süresinin dış ortamda olduğu gibi çok uzamasına rağmen renk değişimini çok yavaşlattığı görülmektedir. Sarılık değeri (b*) açısından en fazla artışın kontrol örneklerinde gerçekleştiği görülmektedir. Renk değerleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde seçilen ön işlemlerin hepsinin etkin bir renk tutumu sağlamakla birlikte en etkili renk korunmasının % 2 sitrik asit çözeltisine bandırma ile elde edildiği görülmektedir.

Taze ve kurutulmuş elma dilimlerinin tat alma duyusuna yönelik bazı kimyasal özellikleri Çizelge 4'te verilmiştir. Taze ve kurutulmuş elmaların şeker içeriğinin bir göstergesi olan suda çözünür kuru madde oranları (SÇKM) arasında yaklaşık 6-8 kat bir farklılığın olduğunu göstermektedir. Kurutma işlemi, elma dilimlerinden suyu uzaklaştırdığı için SÇKM oranını artırmış ve kuru elmaları daha tatlı hale getirmiştir. İki farklı ku-

rutma yöntemi sonuçları dikkate alındığında uygulanan ön işlemler arasında kararlı bir farklılığın oluşmadığı görülmektedir. Gerek etüvde ve gerekse dış ortamda kurutulan örneklerin suda çözünür kuru madde içerikleri % 67 ile % 86 arasında değişmiştir. Bu değişimin kurutmada kullanılan elmaların farklı olgunluk seviyelerine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gerek kurutma sıcaklığının ve gerekse de ön işlemlerin SÇKM üzerinde belirgin etkisi olmamıştır. Diğer taraftan ise, bütün ön işlemlerin örneklerin pH değerini düşürdüğü görülmektedir. Fakat, pH ve asitlik değeri üzerinde en önemli etki % 2 sitrik asit çözeltisine bandırma ön işleminde (M3) elde edilmiştir. Sitrik asit çözeltisine bandırma ön işlemi pH değerini düşürmüştür, asitlik değerini ise artırmıştır. Bu durum, kuruyan elma dilimlerinin daha ekşi bir tada sahip olmasını sağlamış ve elma dilimlerinin daha mayhoş, yenilenebilir bir tada dönüştürmüştür. % 2'lik sitrik asit çözeltisine bandırma işlemi kurutulan elma dilimlerinde kalıcı bir etki bıraktığı pH ve asitlik değerindeki değişimlerden de görülmektedir. Elde edilen bu kalıcı etki elmalarının daha yenilenebilir bir hale dönüştürürken daha uzun süre muhafaza edilebilmelerinin de önünü açacağı tahmin edilmektedir.

Çizelge 4. Taze ve kurutulmuş elma dilimlerinin bazı kimyasal özellikleri

Kurutma Yöntemi		SÇKM (%)	pH	Titre Edilebilir Asitlik (%)
Etüv	M1	67.0	5.92	0.07
	M2	86.0	5.04	0.10
	M3	77.5	5.07	0.40
	Kontrol	86.0	5.86	0.10
Dış Ortam	M1	75.5	5.84	0.23
	M2	67.0	5.51	0.13
	M3	82.0	5.00	0.37
	Kontrol	86.0	5.78	0.13
Taze Elma Dilimleri		10.5	5.94	0.19

SONUÇ

Ülkemiz meyve üretiminde elmanın önemli bir yeri vardır. Çoğunlukla taze olarak tüketilen elma, insan beslenmesi açısından önemli bir değere sahiptir. Elmanın kurutularak yeni ürünlerin elde edilmesi, elma üretiminden/işlenmesinden sağlanacak geliri artıracak ve elmanın yıl boyu tüketilmesine imkan sağlayacaktır. % 2'lik sitrik asit çözeltisine bandırma işlemi elma dilimlerinin kurumasını hızlandırırken orijinal elma renginin korunmasına imkan sağlamıştır. Ticari amaçlı elma kurutma işleminin, 65 °C sıcaklıkta hava ile yapılmasının uygun olduğu görülmüştür. Diğer taraftan, dış ortamda çevre havasıyla doğal kurutma ve mikrodalgada kurutma, elma dilimlerinin kurutulması için yeterli bulunmamıştır. Dış ortamda elma kurutma işlemi uzun sürelerde tamamlanırken mikrodalgada elma kurutmada kararmalar meydana gelmiştir. Kurutulmuş örneklerin suda çözünür madde içeriği taze örneklerle göre çok yükselirken, % 2'lik sitrik çözeltisine bandırma işlemi ise asitlik değerini artırarak kurutulmuş elma dilimlerinin daha ekşi (mayhoş) tat vermelerini sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Özbek S, 1978. Genel Meyvecilik. Ç.Ü.Z.F. Yayınları, 128, Adana.
- [2] FAO, 2007. Dünya Elma Üretim Değerleri. <http://faostat.fao.org>.
- [3] TÜİK, 2007. Türkiye İstatistik Yıllığı. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- [4] Öztekin S, Başçetinçelik A, Soysal Y, 1999. Crop Drying Programme in Turkey. *Renewable Energy*, 16:789-794.
- [5] Akyıldız A, Öcal ND, 2006. Effects of Dehydration Temperatures On Colour And Polyphenoloxidase Activity of Amasya and Golden Delicious Apple Cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86:2363-2368.
- [6] Doymaz İ, 2009. An Experimental Study on Drying of Green Apples. *Drying Technology*, 27: 478-485.
- [7] Krokida MK, Kiranoudis CT, Maroulis ZB, Marinou-Kouris D, 2000. Effect of Pretreatment on Color of Dehydrated Products. *Drying Technology*, 18:1239-1250
- [8] TSE, 1986. Meyve ve Sebze Mamulleri- Çözünür Katı Madde Miktarı Tayini- Refraktometrik Metot. Standart numarası: TS 4890. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [9] TSE, 1974. Meyve ve Sebze Mamulleri pH Tayini. Standart Numarası: TS 1728. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [10] TSE, 1972. Meyve ve Sebze Mamulleri Titre Edilebilen Asitlik Tayini. Standart numarası: TS 1125. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.