



T.C.

HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRABZON HURMASININ KURUTULARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

İnci ASLAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
EYLÜL-2023



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRABZON HURMASININ KURUTULARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

İnci ASLAN
ORCID:0000-0001-7480-435X

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANSTEZİ

Danışman
Dr. Öğretim Üyesi Mustafa DİDİN
ORCID:0000-0001-8444-5725

HATAY
EYLÜL-2023

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRABZON HURMASININ KURUTULARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

İnci ASLAN
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dr. Öğretim Üyesi Mustafa DİDİN danışmanlığında hazırlanan bu tez 28/09/2023 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğretim Üyesi Mustafa DİDİN
Başkan

Doç.Dr. Hakan BENLİ
Üye

Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR
Üye

Kod No:

Doç. Dr. Cengiz KARACA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 22.YL.008

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

28.09.2023

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İnci ASLAN

ÖZET

TRABZON HURMASININ KURUTULARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, Hatay’da yoğun olarak üretimi yapılan Trabzon hurması çeşitleri (Hana Fuyu ve Jiro) kullanılmıştır. Trabzon hurmalarının etüvde kurutma, dondurarak kurutma ve son yıllarda giderek yaygınlaşan lazer ısıtma (Fareffect) ile kurutma yöntemleri kullanılmıştır. Kurutulan Trabzon hurmalarının fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Yaş ürün kurutulduğu zaman, içindeki serbest su uzaklaştırılarak gıdalarda meydana gelebilecek biyokimyasal reaksiyonları ve mikroorganizmaların gelişimini durdurarak ürünlerin uzun süre bozulmadan dayanmaları sağlanmıştır. Çalışma sonuncunda, Hatay ilinde yetiştirilen Trabzon hurmalarının fareffect kurutma sistemi ile önışlem uygulamadan, kısa sürede, rengi ve lezzetini koruyarak meyvenin tasarruflu bir şekilde kurutulması sağlanmıştır.

2023, 30 sayfa

Anahtar Kelimeler: Trabzon hurması, Hana Fuyu, Jiro, Kurutma, Lazer ısıtma

ABSTRACT

ASSESSMENT OF TRABZON DATE BY DRYING

In this study, persimmon varieties (Hana Fuyu and Jiro), which are extensively produced in Hatay, were used. Oven drying, freeze drying and laser heated (Fareffect) drying methods, which have become increasingly popular in recent years, have been used for persimmons. Physical and chemical analyzes of dried persimmons were made. When the wet product is dried, the free water in it is removed, stopping the biochemical reactions that may occur in the products and the development of microorganisms, thus ensuring that the products last for a long time without deterioration. At the end of the project, the persimmon grown in Hatay was dried with the Fareffect drying system, in a short time without pre-treatment, while preserving its color and flavor, and drying the fruit economically.

2023, 30 pages

Keywords: Persimmon, Hana Fuyu, Jiro, Drying, Laser heating

TEŞEKKÜR

Mesleki ve akademik hayatımda önemli kararlar almam gerektiğinde sürekli yanımda olan ve varlığı ile benim için önemli bir rol model oluşturan, gerek yüksek lisans tez konumunun belirlenmesinde gerek araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmalarına ışık tutan ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğretim üyesi Mustafa DİDİN'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamı sunarken vermiş oldukları öğütler ve değerli görüşleri için jüri üyeleri Doç. Dr. Hakan BENLİ ve Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR'e, tez çalışmalarım sırasında verdiklerini destekleri için Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü'ne ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım süresince, tüm laboratuvar çalışmalarında yapmış oldukları katkı ve yardımları nedeniyle Arş. Gör. Sercan Dede'ye teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, güvenen ve daima yanımda olan canım aileme ve eşime sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Renk Tayini	14
3.2.2. pH Tayini.....	15
3.2.3. Su Aktivitesi Tayini.....	16
3.2.4. Kuru Madde Tayini	16
3.2.5. Tekstür Analizi	18
3.2.6. Aflatoksin Analizi	18
3.2.7. İstatistiksel Analiz	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	20
4.1. Renk Tayini.....	20
4.2. pH değeri.....	21
4.3. Su Aktivitesi.....	22
4.4. Kuru Madde	23
4.5. Tekstür Analizi.....	24
4.6. Aflatoksin Miktar Analizi	24
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	25
KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Jiro ve Hana fuyu cinsi Trabzon hurmalarının farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmasının renk değerlerine etkileri	20
Çizelge 4.2. Hana Fuyu ve JiroTrabzon hurmalarının farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmasının pHdeğerlerine etkileri	22
Çizelge 4.3. Hana Fuyu ve JiroTrabzon hurmalarının farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmasının su aktivitesi değerlerine etkileri	22
Çizelge 4.4. Hana Fuyu ve Jiro Trabzon hurmalarının farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmasının kuru madde değerlerine etkileri	23
Çizelge 4.5. Hana Fuyu veJiroTrabzon hurmalarının tekstür analiz değerleri	24



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Hana Fuyu ve Jiro Trabzon hurmaları	2
Şekil 1.2. Fareffect ile kurutma	5
Şekil 3.1. Su Aktivitesi Ölçüm Cihazı	16
Şekil 3.2. Etüvde Kurutma	17
Şekil 3.3. Hassas Terazide Tartım	17



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C : Derece Celsius

Ha : Hektar

KISALTMALAR

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

FAO : FoodandAgricultureOrganization of the United Nations

WHO :World HealthOrganization



1. GİRİŞ

Trabzon hurması Ebenales takımının Ebenaceae familyasına ait *Diospyros kaki* türü içinde bulunmaktadır. Dünyada yavaş yavaş yayılım gösteren ve pek çok ülkenin favori meyvesi konumunda bulunan Trabzon hurması, Türkiye’de önemi ve üretimi günden güne artan bir meyve türüdür (Öz ve Özelkök,2003).Çin’den Japonya’ya ve diğer ülkelere yayılmış olan Trabzonhurmasının anavatanı Çin’dir. Türkiye’de Trabzonhurması adını almasının nedeni Trabzon üzerinden diğer tüm illere yayılmış olmasıdır. Bu meyve yerelde ‘Cennet meyvesi’, ‘Amme’, ‘Laz Hurması’, ‘Hurma’ ve ‘Japon hurması’ gibi adlarla da bilinmektedir. Yapılan araştırmalar Trabzon hurmasının tansiyon ve kolesterolü düşürücü, bağışıklık sistemini kuvvetlendirici, sindirim sistemi rahatsızlıkları ve kanser hastalıklarından koruyucu etkilerinin olduğunu ortaya koymaktadır (Wright ve Kader, 1997; Chen ve ark., 2008). Bu meyve özellikle potasyum ve kalsiyum ile B vitamin yönünden zengindir (Rashwan ve ark., 2017). Trabzon hurması meyveleri başta tanen, A, C ve E vitaminleri olmak üzere karbonhidrat, pektin yönünden de zengin olmasının yanı sıra yapraklarında bazı ülkelerde yeşil çay olarak kullanılmaktadır (Mannino ve Cosio, 1997). Ayrıca meyvenin içerdiği flavonoidler ve fenolik asitler insan sağlığı açısından önemini ortaya koymaktadır. Meyveleri sofralık, kurutularak ve dondurularak değerlendirilmektedir. Marmelat, pekmez, dondurma ve reçel gibi farklı şekillerde de tüketilmektedir. Meyve farklı kullanım şekilleri ve içerdiği besin maddeleri nedeniyle son yıllarda tüketimi artan ve yetiştiriciliği ülkemizde ve dünyada yaygınlaşan bir meyve türüdür.

Trabzonhurmasımeyvelerininintatbakımındanburuk(kekre)veburuk(kekre)olmayanç
eşitlerimevcuttur:

1. Buruk olmayan çeşitler: Jiro, Fuyu, Hana Fuyu, Suruga, O’Gosho
2. Buruk çeşitler: Yokono, Hiratanenashi ,Aizumishirazu, Yotsumizo, Hachiya’dır (İto, 1971).

Buruk tat, Trabzon hurması meyvesinin taze tüketimine engel bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Hurmalara ait burukluğun ortadan kaldırılması amacıyla hasat sonrasında veya ağaç üzerinde iken meyvelere etanol buharı uygulama, sıcak su içerisine daldırma,karbondioksit gazı ile muamele,dondurma, soğukta depolama ve meyveleri kurutma benzeri metodlar tercih edilmektedir (Taira, 1997; Özdemir ve ark.,

2014; Toplu ve ark., 2016; 2017; 2020). Genellikle çözünür tanenlerin çözünmez duruma geçmesi ile burukluk ortadan kalkmaktadır (Matsuo, 1998).

Günümüzde yetiştiricilikte daha çok, buruk yerel çeşitler yer almaktadır. Önemli üretici ülkelerden Japonya’da, yetiştirilen çeşitlerin yaklaşık yarısı buruktur ve bunların en önemlisi Hiratanenashi çeşididir. Buruk olmayan çeşitlerden ise, Fuyu çeşidi toplam üretimin yaklaşık %30’unu oluşturmaktadır. Kore’de yetiştiricilik Fuyu (%82) ve Jiro (%10) gibi meyve et rengi kararlı - buruk olmayan çeşitler ile yapılırken, yetiştirilen buruk çeşitlerin buruklukları genellikle kurutularak veya yumuşatılarak giderilmektedir (Yıldız, 2014).



Şekil 1.1. Hana Fuyu ve Jiro Trabzon hurmaları

Uzak doğu ülkelerinde, burukluk güneşte kurutma yöntemi ile ortadan kaldırılmaktadır. Meyveler sert durumda iken, küçük meyveler ikiye, büyük meyveler dörde ayrılarak ipe sıralanmakta ve akabinde güneşte kurutulmaktadır. Bununla birlikte kurutma dolaplarında da kurutma yöntemi uygulanmaktadır (Yönel ve ark., 2008). Bu yöntemlerin uygulanması ile birlikte farklı değişimler meydana gelebilmektedir. Özellikle güneşte kurutma yönteminin kullanımı sonrasında hurmalarda yumuşama ile birlikte tat ve lezzet değişikliği gözlemlenebilmektedir (Asgar ve ark., 2003). Son yıllarda Trabzon hurması meyvesinin kurutularak tüketiminde artış dikkate değerdir.

Trabzon hurmasının pazar değerinin belirlenmesinde temel kriter kalitedir. Kalitede irilik, şekil, renk, burukluk, meyvenin görünüşü ve meyvedeki bozulma miktarı önemli değişkenler arasındadır. Trabzon hurması renkler yönünden sınıflandırıldığında meyve kabuğu rengi hasat zamanında genellikle sarı, yeşilimsi sarı, turuncu sarı, turuncu kırmızı iken; olgunluk zamanında turuncu, koyu turuncu, kırmızı turuncu, kırmızı renklerinde gözlemlenebilmektedir (Mannino ve Cosio, 1997).

Kurutularak tüketilecek Trabzon hurması meyvelerinin tam olgunlaşmadan önce hasat edilerek kurutma iş ve işlemlerinin yapılması, kurutma sonucunda elde edilen hurma kurusu miktarını olumlu anlamda etkileyecektir.

Meyve ve sebzelerin korunmasında kullanılan başlıca muhafaza yöntemlerinden biri kurutma yöntemidir. Kurutma yönteminin başlıca amacı ise ürünün su aktivitesini belirli bir değerin altında tutmak şartıyla kimyasal, mikrobiyolojik, ve enzimatik değişimlere karşı dayanıklılığını artırarak istenmeyen kalite kayıplarının önüne geçmektir (Geankoplis,1993; Gunasekaran, 1999).

Kurutma; ürünlerin içeriğinde mevcut olan nem oranının %80-90 düzeyinden %8-12'ye düzeyine indirerek ürünün dayanımını artırma işlemi olarak da bilinmektedir (Zogzas ve ark., 1996; Ertekin ve Yaldız, 2004; Alibas, 2006; Roberts ve ark., 2008; Ertekin ve Firat, 2017). Kurutma yönteminin sağladığı yararlar içinde ürünün dayanım süresinin uzaması, besin içeriğinin korunması, ürünün depolanma ve taşınmasının kolaylaşması ile birlikte ürünün ticari değeri artması da söz konusudur (Alibas, 2006; Alibas, 2012; Doymaz ve Bilici, 2014; Lyu ve ark., 2015; Sonmete ve ark., 2017; Yılmaz ve Alibas, 2017).

Kurutma yöntemi dünyada ve ülkemizde ürünlerin muhafaza edilmesinde ilk aklı gelen yöntemlerden biri olup çeşitli yöntemlerle sağlanabilmektedir (Akpınar ve Bicer, 2005; Tunde ve Akintunde, 2011). Yıllardan beri en sık kullanılan eski ve doğal kurutma yöntemleri güneşte ve gölgede sererek kurutma yöntemidir. Bu yöntem ek olarak vakumla kurutma, konvektif kurutma, dondurarak kurutma, mikrodalga kurutma, ohmik kurutma, sprey kurutma ve türevleriyle gerçekleştirilen birçok kurutma yöntemi bulunmaktadır (Soysal, 2004; Falade ve Solademi, 2010; Doymaz ve İsmail, 2011).

Yıllardan beri en sık kullanılan ekonomik ve doğal kurutma yöntemlerinin, güneşte ve gölgede sererek kurutma yöntemleri olmasına karşın, bu yöntemlerin birçok dezavantajı da mevcuttur (Soysal, 2004; Kingsly ve ark., 2007). Güneşte veya gölgede sererek gerçekleştirilen kurutma işlemleri, büyük bir kurutma alanı ihtiyacı doğurmaktadır. Bunun yanı sıra uzun kurutma süresi ve yüksek işgücü ihtiyacı da dezavantajlar arasındadır. Ayrıca kurutulan ürünlerin küf ve aflatoxin oluşumuna açık olması ve dış ortamda kurutulan ürünlerin egzoz gazı emülsiyonlarına, toza, böceklenmeye ve patojen oluşumuna maruz kalması geleneksel kurutma yöntemlerinin kalitesini olumsuz etkileyen en temel etmenlerdir (Alibas, 2007; Alibas, 2012; Azam ve

ark., 2019). Tüm bu dezavantajlar sebebiyle geleneksel kurutma yerine günümüzde, sanayiye aktarılabilirliği ve uygulama kolaylığı açısından konvektif (sıcak hava) kurutma yöntemi yaygın olarak tercih edilmektedir (Balladin ve Oliver, 1999; Sonmete ve ark., 2017; Ertekin ve Fırat, 2017).

Günümüzde yaygın olarak geleneksel kurutma yöntemindeki olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla konvektif (sıcak hava) kurutma yöntemi kullanılmaktadır (Alibas ve ark., 2020). Konvektif kurutma yönteminde ısıtıcı (rezistans), dış ortamdan alınan havayı ısıtmakta ve sonrasında ısınan hava ise bir fan vasıtasıyla kurutma alanına eşit şekilde dağıtılmaktadır. Söz konusu kurutma yönteminde ısı iletimi ise; kurutucu ortamdan materyale ısı taşınımı yoluyla gerçekleştirilmekte olup mevcut üründen ayrılan nemin ortamdan uzaklaşma hızı, kurutma havasının hızıyla doğrudan ilintilidir. Konvektif kurutma yönteminde sıcak hava, kurutulan ürün tabakasının üzerinden yada içinden geçirilmektedir (Alibas, 2009; Chandramohan ve Talukdar, 2013; Agrawal ve Methekar, 2017; Onwudeveark., 2018; Chandramohan, 2020).

Dondurarak kurutma (Liyofilizasyon) teknolojisi; ürünlerdeki nemin öncesinde dondurulması ve sonrasında süblimasyon yoluyla buharlaştırılması prensibiyle çalışmaktadır (Yağcıoğlu,1999). Dondurarak kurutma yönteminin uygulamaları; farmakolojik ürünlerde, bakteri kültürlerinde, sebzelerde, meyve sularında, serumlarda, et ve süt üretiminde, çay ve kahve özlerinin temin edilmesinde karşılaşılmaktadır (Güngör ve Özbalta, 1997). Kurumanın materyalin dışından içine doğru gerçekleştirildiği dondurma yönteminin avantajları arasında, zirai ürünlerinin geneline uygulanabilirliği, ilk yatırım maliyetlerinin diğer kurutma yöntemlerine nazaran daha düşük ve basit yapılı olması şeklinde sayılmaktadır. Avantajlarına rağmen bu yöntemde bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar arasında; uzun kuruma süresi ve buna bağlı yüksek enerji ihtiyacı, kurutulan tarımsal ürünlerin kalite parametrelerinde kayıpların oluşması ve ürünün tek düze kurumaması gibi dezavantajlar bulunmaktadır (Toğrul, 2006; Alibas, 2012; Azamveark., 2019).

Geleneksel kurutma yönteminde, kurutma işlemi belirli aşamalardan meydana gelmektedir. Kuruma işlemi sırasında ürünün sıcak olan dış yüzeyi ile daha soğuk olan iç kısmı arasında oluşan sıcaklık farkına bağlı olarak, mevcut ısı kurutulan ürünün dış yüzeyinden iç kısımlara doğru aşamalı bir şekilde dağılmaktadır. Böylece, ürünün önce yüzeyi daha sonra da iç kısımları kurumakta ve bunun sonucunda ürünün dış yüzeyinde

oluşan büzülme nedeniyle meydana gelen sert tabaka ısının iç kısımlara iletimini, ürün içindeki nemin ise dışarıya transferini engellemektedir (Soysal ve ark., 2009).

Kurutma işlemi uygulanırken meyve ve sebze gibi ürünlerin içeriğinde bulunan nemin azaltılması aşamasında, ürün kalitesine öncelikli tutulmalıdır. Bu amaç doğrultusunda kurutma yapılırken uygulanan yüksek sıcaklıklar ve yanlış seçilen koşullar ürünün, hem besin içeriğinde hem de görünüşünde olumsuz sonuçlar meydana getirmektedir (Soysal ve ark., 2009).

Lazer etkili gıda kurutma sisteminde (fareffect) kurutulan ürünler için ön işlem uygulamaya gerek duyulmamaktadır. Kurutma makinelerine yerleştirilen ürünler en iyi kalite ve lezzet; renkleri kararmadan, karamelize olmadan ve acılaşmadan kurumaktadırlar. Örnek olarak 2 mm inceliğinde dilimlenen bir elmayı yakmadan, kalitesini koruyarak kurutmaktadır. Söz konusu kurutma yöntemi ürünün kalitesini korumakla birlikte diğer kurutma fırınlarına nazaran süre açısından da büyük tasarruf sağlamak ve hatta AB standardında ürünler ortaya çıkarmaktadır (Ceylan ve ark, 2006).



Şekil 1.2. Fareffect ile kurutma

Yeteri miktarda yapılmayan kurutma işlemi ve uygun olmayan depolama koşullarına bağlı olarak kurutulmuş meyvelerde küf kontaminasyonuna ve dolayısıyla

mikotoksin oluşumuna bağlı hassas ürünler meydana gelmektedir. Kurutulmuş ürünlerdeki mikotoksin oluşumu çeşitli safhalarda meydana gelmekte olup; hasat öncesi, hasat esnası, kurutma, paketlenme ve depolama aşamalarının herhangi birinde gerçekleşebilmektedir. Bu safhalar içinde hasat sırasında ürünün zedelenmesi ile birlikte yanlış yapılan paketlenme, depolama, kurutma ve taşıma işlemleri artan mikotoksin riskiyle birlikte fungal gelişimi tetiklemektedir. Kurutma sırasında ürünün su aktivitesi değeri küf oluşumunu önleyecek dereceye indirildikten sonra mikotoksin oluşumu riskinin ortadan kaldırılması önemli ölçüde sağlanmış olacaktır (Cemeroğlu, 2004).

Kurutulmuş ürünler barındırdıkları yüksek şeker miktarı, toplanma yöntemi ve kurutma koşullarına bağlı olarak küf gelişimi ile aflatoksin ve okratoksin A oluşumuna yüksek ölçüde yatkındırlar. Bunun yanı sıra ürünün kurutulması sırasında ü r ü n ü n toprakla temas ve ürüne çevreden böceklerin istila etmesi nedeniyle kontamine riski artmaktadır (Ramos ve ark., 2013).

Aflatoksin bir küf çeşidi olup kuru ve yağlı kuru meyvelerde, baharatlarda, tahıllarda, süt ve süt ürünleri ile birlikte hayvan yemlerinde sık sık karşılaşılabilen mikotoksinlerden biridir. Aflatoksinlerin sağlık üzerine olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu olumsuz etkiler arasında karaciğer hastalıkları, kanamalar, kanserojen ve teratojenik etkiler, bağışıklık sistemine baskı gibi olumsuz durumlar sıralanabilmektedir. Aflatoksinlerin gıda ve yemlerde belirlenmesinde kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Söz konusu yöntemler içinde; ince tabaka kromatografisi, kapilarelektroforez, ELISA, yüksek basınçlı sıvı kromatografisi, gaz kromatografisi ve kromatografik metotların kütle spektroskopisi ile birlikte kullanımı gibi yöntemler aflatoksin analizlerinde kullanılmaktadır (Hal, 2014).

Yüksek toksik etkilerine bağlı olarak 410'dan fazla mikotoksin türü olmasına rağmen içlerinde en tehlikelileri arasında aflatoksinler gösterilebilmektedir (Hal, 2014). *Aspergillus* cinsi küflerin gelişmesi için 27-38 °C ara sıcaklık 0.99 aw değeri ve yüksek bağıl nem (%85) koşulları uygun şartlardır. Aflatoksin üretimi 13-40 °C (optimum 30 °C) sıcaklık ve 0.95 aw değeri gibi özel ortam şartlarında meydana gelmektedir (Ediage ve ark., 2015). Ultraviyole ışık altında mavi floresans rengi verenler AFB1 ve AFB2 iken yeşil floresans rengi verenler ise AFG1 ve AFG2'dir. Aflatoksinlerin canlı organizmalarda yarattığı toksik etki derecesi küçükten büyüğe doğru sırasıyla AFG2, AFB2, AFG1 ve AFB1 olacak şekilde sıralanmaktadır (Hal,

2014). Aflatoksinler genellikle *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus nomius* ve *Aspergillus flavus* suşları tarafından üretilmektedir. *Aspergillus flavus* sadece B tipi aflatoksinleri üretebilirken diğer iki tür hem G hem de B tipi aflatoksinleri üretebilmektedir (Sabuncuoğlu ve ark., 2008). Aflatoksin B1 en toksik olan aflatoksin olarak kabul edilmekle birlikte oldukça dirençli bir yapıya sahiptirler. Kavurma, çekirme (ekstrüzyon) ve pişirme gibi ağır işlemlere bile direnç gösterebilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2004). Bunun tam aksine bazı substratlar küf gelişimi ve aflatoksin oluşumuna yatkındırlar. Örneğin; tahıllar, yağlı tohumlar, baharatlar ve sert kabuklu meyvelerin aflatoksinler ile doğal yollarla bulaşmasına pek çok ülkede yaygın şekilde gözlenmektedir (Ziredine ve ark., 2009). Badem, mısır, fıstık, baharatlar, incir ve bunların işlenmiş ürünleri gibi yağlı gıdalarda AFB1, AFB2, AFG1 ve AFG2'ye çoğunlukla rastlanmaktadır (Ediage ve ark., 2015).

Kromatografik yöntemlerin kütle spektroskopisi ile birlikte kullanımı ile daha düşük ölçüm değerlerine ulaşılabilir. Buna bağlı olarak son yıllarda bu yöntemler ön plana çıkmakta olup ülkelerin yasal limiti farklılık göstermektedir. Çizelge 1. 1' de yasal limitler verilmiştir (Açı ve Özdeştan Ocak,2010).

Çizelge1.1.Bazı gıdaların Türkiye’de ve Avrupa Birliği(AB) üye ülkelerinde aflatoksinlerin ve okratoksin A’nın yasal limitleri

Gıda Maddesi	Kabul Edilebilir Üst Limit (Türkiye)(µg/kg)				Kabul Edilebilir Üst Limit (AB üye ülkeler)(µg/kg)			
	AFB1	AFB1+AFB2+AFG1 +AFG2	OTA		AFB1	AFB1+AFB2+AFG1 +AFG2	OTA	
Kurutulmuş meyveler (incir hariç)	8	10	-	2	4	-	-	

Dünya üzerinde son yıllarda hem doğal hem de sağlıklı olması açısından ürünlerin kurutulmasına yönelim artmıştır. Bu da farklı kurutma yöntemlerinin kullanılmasına zemin hazırlayarak temelde ürünlerin kalite kayıplarının önüne geçmek temel hedef haline gelmiştir. Çünkü kurutulmuş ürünlerde meydana gelen kalite kayıpları da uluslararası pazarda önemli ekonomik yan etkiler doğurmaktadır (Yaldız ve ark., 2001). Doğal kuruma yöntemlerinden güneşte kurutma yönteminin zaman ve mekan sınırlılıkları bu yöntemin sürekliliğini zorlaştırmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2003).

Bunların yanında her ürünün güneşte kurutulma imkanına sahip olmaması bir yana mevcut bölgelerin iklim koşullarının güneşte kurutma yöntemine uygun olmadığı görülmektedir.

Dünya genelinde kurutulmuş gıdaların kalitesini; ürünün mikrobiyolojik stabilitesi, işleme ortamı(tavanlar, kirli zeminler ve ekipman), üretim ve paketlenme prosesi (kuru ve ıslak alanlar, ambalaj alanı) ve depolama koşulları ile ilişkilendirmek gerekmektedir (Perera, 2005). Bunlarla birlikte hasat ve hasattan sonraki aşamalarda gıda ürünlerinde oluşan mekanik ve fiziksel zararlar, kimyasal ve mikrobiyel bozulmaları tetiklemektedir (İçier ve Sabancı, 2013). Tüm bu etmenler ürün kalitesinde her aşamanın ne derece önemli olduğunu bir kere daha göstermektedir.

Bu nedenle, bu çalışmadaki amacımız etüvde kurutma, dondurarak kurutma ve lazer ısıtmalı kurutma sistemleri kullanılarak Trabzon hurmasını uygun bir şekilde kurutmaktır. Böylece meyvenin renk ve lezzeti korunarak, kısa sürede, tasarruflu bir şekilde kurutulması sağlanacaktır. Uzun süre bozulmadan dayanmaları hedeflenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Akyıldız ve ark. (2004) Türkay türü Trabzon hurmasının sıcak hava kurutma yönteminde 60, 80 ve 90 °C’lerde kurutma yapılmıştır. Kurutulmuş meyveleri 2 gruba ayırmıştır. Birinci grubun katkı maddesi ilave edilmeden kurutma yapılırken, ikinci grubun ise %85’lik sülfat çözeltisi uygulanarak kurutma yapılmıştır. Her iki gruba da uygulanan kurutma işleminden sonra hurmalarda renk değişimi, sertlik ve toplam fenolik içerik incelenmiştir. Sülfat çözeltisi uygulanmayan grupta 60°C’de kurutulan hurmalardaki sertlik, renk ve toplam fenolik içeriğinin diğer kurutma denemelerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ceylan ve ark. (2006), araştırmalarında, güneş enerjili havalı kolektörlü kurutma fırınında elma kurutulmasını incelemiştir. Çalışmalarında adı geçen güneş enerjili kurutucu; fan, hava kanalları, havalı kolektör, ayar damperi ve kurutma fırını olmak üzere 5 kısımdan oluşmaktadır. Havalı güneş kolektöründen aldığı ısıyı enerji kaynağı olarak kullanmaktadır. Elmaların kurutma fırını içindeki nemi havalı güneş kolektöründen aldığı ısıyla buharlaşıp kurutma havasına karışmaktadır.

Erbay ve Küçüköner (2008) araştırmalarında, sıcaklık uygulamaları ve geleneksel açık havada kurutma yöntemi ile yüksek oranda zarar gören mineral maddeler ve vitaminler gibi bileşenlerin; mikrodalga kurutucular, hava üfleli kurutucular, vakum kurutucular, solar kurutucular, dondurarak kurutma yapan sistemler gibi farklı kurutma sistemleri kullanılmıştır ve bunların muhafazasının sağlanabildiğini saptamışlardır. Bu sistemlerin birlikte kullanımları tercih edilen yöntemler içinde yer aldığını belirtmişlerdir. Netice olarak kurutma teknolojisinde, uygun metodun iyi bir şekilde belirlenmesi için ürünün kimyasal ve fiziksel kompozisyonu, rehidrasyon yeteneği ile başlangıç ve son nem değerlerinin en iyi şekilde bilinmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Romano ve ark. (2011), araştırmalarında kurutma sırasında elmaların meyve eti sertliği, nem içeriği ve suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) içeriği değişimlerini aynı anda tahmin etmek için lazeri ışığı geri-saçılım teknolojisini uygulamışlardır. Elma dokusunda foton göçünü tahribatsız bir şekilde analiz etmek için 635 nm dalga boyunda bir lazer diyot kullanmışlardır. Lazer ışık ile aydınlatılan alanı temsil eden piksel sayısındaki geri saçılma alanı ve gri değerlerle ölçülen ışık

parlaklığı, kurutma sırasında iç kalite parametrelerindeki değişiklikleri tahmin etmede kullanılmıştır. Nem içeriğindeki azalmanın, meyve dokusunda azalan ışık yayılımı ile belirlenen foton saçılmasında bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Buna ilaveten saçılan görüntüler, meyve bileşikleri tarafından 635 nm'de ışığın emiliminden dolayı SSC arttıkça daha az foton göçü gösterdiğini belirlemişlerdir. Nem içeriğini tahmin etmek için kalibrasyon modelleri, geri-saçılım alanı ve ışık parlaklığı için sırasıyla 11.6 ve 9.8 çapraz doğrulama standart hataları (SECV) yöntemi ile en yüksek tayin kat sayılarını ($R^2 = 0.8$ ve 0.89) ortaya koymuşlardır. Ancak, SÇKM için elde edilen tahminleri biraz daha düşük bulmuşlardır. 635 nm'de lazer ışık ölçümünün, farklı aşamalarda kurutma sırasında nem içeriğindeki ve elmanın suda çözünür kuru maddesindeki değişiklikleri tahmin etmek için yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Aksine, 635nm'de foton saçılması, sonuçlarına dayanarak, elma kurutma sırasında sertlikteki değişimin tahmincisi olarak önermemişlerdir.

Zorlugenç ve ark. (2012) çalışmalarında, Trabzon hurması meyveleri glikoz, sakaroz ve maltoz çözeltileri içerisinde ozmotik dehidrasyona tabi tutulmuştur. Ardından sıcak hava ile kurutma işlemi yapılmıştır. Ozmotik ve sonrasında uygulanan sıcak hava ile kurutma işleminin örneklerin renk özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Ozmoz süresi, çözelti konsantrasyonu ve bileşimiyle sistemin hareketli veya durgun olması L^* renk değerinin azalmasında etkili bulunmuştur. Sıcak havayla kurutulan kontrol ve ozmoz örneklerin a^* değerlerinin arttığı, en düşük a^* değerine kontrol grubu Trabzon hurmaların, en yüksek a^* değerine 45°C 'de 45°B maltoz çözeltisinde dehidre edilen örneklerin sahip olduğu tespit edilmiştir. Trabzon hurmaların b^* değerleri üzerine çözelti bileşimi ve konsantrasyonu ile sıcaklığının etkisi önemli bulunmuştur. Kontrol örneğin ve ozmoz sonrası sıcak havayla kurutulan Trabzon hurmaların b^* değerleri artış göstermiştir. Sakaroz çözeltisinde dehidre edilen Trabzon hurmalar en düşük hue değerine sahiptir ve bunu sırasıyla glikoz ve maltoz çözeltileri takip etmiştir. Sıcak havayla kurutulan örneklerin hue değerleri üzerine sadece ozmotik işlem sıcaklığı etkili olmuştur. Başlangıçta sarı rengin sahip olduğu Trabzon hurmaların ozmoz ve sıcak havayla kurutma işlemi sonunda da sarı renklerini yüksek oranda korudukları belirlenmiştir.

Polatçı (2013), araştırmasında vakumlu ve normal etüv, hassas ve güneş enerji destekli ısı pompalı kurutucu, güneş altında kurutma ve gölgede kurutma yöntemlerini

kullanmıştır. Destekli ısı pompalı kurutucuda 55°C’de, diğer kurutucularda ise 55, 60, 65 ve 70 °C’lerde kurutma işlemleri yapılmıştır. Kurutma denemeleri üç tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kuruma performansı, matematiksel modellemesi, kuruma kinetiği, enerji tüketim miktarı, renk analizi, kimyasal özellikleri (pH, titre edilebilir asitlik) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre örnekler 20-300 saat arasında hedeflenen nem seviyesine gelmiştir. Kurutucular birbirleriyle kıyaslandığında en hızlı kurutma 55°C’de 28 saatte ısı pompalı kurutucuda tespit edilmiştir. Nem oranı değişimini tanımlamak için zamana bağlı üç adet eşitlik (Page, Logaritmik, Midilli-Küçük) kullanılmıştır. En düşük değerler Page eşitliğinde görülmüştür. “a” kırmızılık değerine bakıldığında taze ürünün değerleri ile normal etüvde 65 °C’de ve 70 °C’de, hassas kurutucuda bütün sıcaklıklarda ve ısı pompalı kurutucuda fark olmadığı tespit edilmiştir. Isı pompalı kurutucu dizayn edilirken sistemden nem uzaklaştırılarak enerji tasarrufu sağlamak hedeflenmiştir. Kurutucu yöntemleri arasında en düşük özgül enerji tüketimi değeri 2.34 kWh/kg su ile ısı pompalı kurutucuda tespit edilmiştir. Kimyasal analizler sonucunda ise taze ürüne en yakın pH değeri ısı pompalı kurutucuda tespit edilmiştir. Netice olarak, ısı pompalı kurutucunun, Selinus domates türünün kurutulması için uygun olduğu tespit edilmiştir.

Yahya ve ark. (2013) çalışmalarında, Trabzon hurmalarının kabin tipi kurutma yönteminde, sıcak havayla kurutulmasında üç farklı sıcaklıkların (55°C, 65°C ve 75°C) ve ön işlemden uygulanan % 20’lik sakkaroz çözeltisinde ozmotik ön kurutma işleminde 80 °C suda 15 dk bekledikten sonra kuruma karakteristiklerine ve renk özelliklerine etkisi araştırılmış olup renk karakteristikleri üzerine daha olumlu etki yaptığı, ayrıca, örneklerin kuruma sürelerinin daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Ortam sıcaklığındaki artışın kuruma sürelerini azalttığı ancak yüksek sıcaklıkların renk karakteristiklerinin kötüleşmesine sebep olduğu saptanmıştır. Renk karakteristiklerindeki değişimlerin birinci dereceden kinetik modele uygun olduğu her bir kurutma işlemi için gerçekleştiği saptanmıştır.

Karaaslan (2014) yaptığı çalışmada, Trabzon hurmalarının ilk nem içeriği yaş baza göre %75,21(±0,03) olan 200 (±0,02) g ağırlığındaki nem içeriği %15 (±0,07) olana kadar 5 farklı mikrodalga güç seviyesinde kurutma yapılmıştır. Kurutma işlemleri mikrodalga güç seviyeleri: 180 W’ta 104 dakika, 360W’ta 41 dakika, 540 W’ta 31 dakika, 72 W’ta 25 dakika ve 900 W’ta 18 dakika sürdüğü belirlenmiştir.

Kaya ve ark.(2014) yaptıkları çalışmada, Kahramanmaraş'ta yetişmiş olan Trabzon hurmasının kuruma işlemini deneyimlemiştir. Deneyler 40, 50 ve 60 °C'lerde 0.5, 1.0 ve 1.5 m/s hız ile üç farklı şekilde konvektif bir kurutucuda yapılmıştır. Literatürde kullanılan üç farklı ince tabakalı kurutma modeline (Lewis, Henderson-Pabis ve iki terimli eksponansiyel) verilerden elde edilen kuruma eğrileri yerleştirildikten sonra, tanımlamada iki terimli eksponansiyel ve Henderson-Pabis modellerinin uygun olduğu görülmüştür. Difüzyon D_{eff} ile birlikte kütle taşınım h_m katsayılarının kurutma hava sıcaklığıyla değişimleri göze alınarak incelendiğinde artan sıcaklıkla birlikte bu katsayılarında arttığı saptanmıştır. Ayrıca kurutma havası sıcaklığının etki ettiği diğer değişkenler arasında hurmanın renk değişimi, su aktivitesi ve protein değişimi belirlenmiştir.

Yıldız ve ark., (2015) Hana Fuyu çeşidi ile yürütülen bir çalışmada, 4 ay depolama sonunda meyvelerde ağırlık kaybının muhafaza ile arttığı bildirilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, hurma meyvelerinin dış görünüşlerinin 3.aydan sonra bozulmaya başladığını ve meyve etinin ilk aydan itibaren yumuşamaya başladığını ifade etmiştir. SÇKM miktarının da muhafaza ile azaldığını (%14,33-13,40) bildirilen araştırmacılar, meyve renginin de muhafaza ile daha koyu olduğunu ve canlılığını kaybettiğini saptamışlardır. Çalışmada, bu çeşidin dört ay boyunca başarılı şekilde depolanabileceği sonucuna varılmıştır.

Yıldız ve Kaplankıran (2018) Hatay'da yapılan bir çalışmada 10 farklı Trabzon hurması çeşidinde, meyvenin biyokimyasal içeriklerinin mevsimsel değişimi takibe dilmiştir. Meyvede toplam fenolik ve toplam flavanoidlerin olgunlaşma ile azaldığı, yeme olumu döneminde, en yüksek toplam fenolik madde içeriği 'Eylül' (131,3mg/100g-1) ve 'Hachiya' (128,5 mg 100g-1) çeşitlerinde saptanmıştır. Araştırmacılar pozitif uyumun toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasitesi arasında olduğu sonucuna varmışlardır.

Akbulut (2021) yaptığı çalışmada, kurutma işleminin gıdaların muhafazasında kullanılan en yaygın işlemlerden biri olduğunu saptamayı amaçlamıştır. Yapılan çalışmada Trabzon hurmasının farklı ortamlarda kurutulan örneklerinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite parametrelerinin üzerine etkisi incelenmiştir. Kurutma işlemi güneşte, fırında ve mikrodalgada kurutma yapılmıştır. Taze ve kurutulan Trabzon hurması örneklerinin pH, kuru madde, su aktivitesi, renk (L^*, a^*, b^*)

değerleri, duyuusal analiz, tekstür analizi, istatistiksel analiz, toplam mezofilik bakteri, maya-küf sayımı, koliform grubu bakteri sayımı ve ozmofilmaya değerleri belirlenmiştir. Trabzon Hurması örneklerinin ilk su aktivitesi (a_w) değeri 0,92 dir. Kurutma işlemi sonrası fırında kurutulan hurmanın ilk a_w değeri 0,72 dir. Güneşte kurutulan hurmanın ilk a_w değeri 0,83 tür. Mikrodalgada kurutulan hurmanın ilk a_w değeri ise 0,75 olarak incelenmiştir. Trabzon hurmasının, L^* (parlaklık) değeri renk durumu açısından, güneşte kurutulmuş hurma ve fırında kurutulmuş hurmada azaldığı, mikrodalgada kurutulmuş hurmanın ise parlaklık değerinin arttığı saptanmıştır. Trabzon hurmasının a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerleri fırında kurutulmuş hurmada, güneşte kurutulmuş hurmada ve mikrodalgada kurutulmuş hurmada azaldığı sonucuna varılmış olup duyuusal değerlendirmeye göre genel beğeni toplayan ürünler mikrodalgada 100Watt'ta kurutulan Trabzon hurması, 60°C'de fırında kurutulan kivi ve güneşte kurutulan Trabzon hurması şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada, Türkiye’de kurutma işlemine uygun Trabzon hurması çeşitlerinden Hana Fuyu ve Jiro çeşitleri materyal olarak seçilmiştir.

3.2. Yöntem

Araştırmada kullanılan Trabzon hurmaları Hatay’ın Dört Yol ilçesinde bulunan Mustafa Kemal Üniversitesi’nin bahçesinden temin edilmiştir. Daha sonra Trabzon hurmaları etüvde kurutma, dondurarak kurutma ve lazer ısıtmalı kurutma ile 2 farklı dilim(2mm ve 4mm) kalınlıklarında kurutma sağlanmıştır. Ancak 2 mm kalınlığında yapılan dilimlemenin daha uygun olduğu görülmüş ve çalışmaya bu şekilde dilimleme ile devam edilmiştir. Meyve kurutulduktan sonra belirlenen analizler yapılmış ve sonrasında elde edilen veriler incelenmiştir.

Etüvde kurutmada: Trabzon hurmaları mutfak tipi dilimleme aparatı ile 2 mm doğranıp tepsilere yerleştirilmiş ve etüve koyulmuştur. Etüv içi sıcaklık 75 °C’yi geçmeyecek şekilde ayarlanıp 2-3 saat kurutma işlemi yapılmıştır. Kurutulan hurmalarla belirlenen analizler yapılmıştır.

Dondurarak kurutmada: Trabzon hurmaları mutfak dilimleme aparatı ile 2 mm doğranıp makineye dizilmiştir. Daha sonra makinenin sıcaklığı -40 °C’ye ayarlanıp makine çalıştırılmıştır ve 24 saat sonra kurutulan hurmalar çıkarılıp analizleri yapılmıştır.

Lazer ısıtmalı kurutmada: Trabzon hurmaları dilimleme aparatı ile 2 mm doğranıp tepsilere yerleştirilmiş ve cihaza koyulmuştur. 2-3 saat süre sonunda kurutulan hurmalar çıkarılıp analizleri yapılmıştır.

3.2.1. Renk Tayini

Kurutma işlemi öncesi ve sonrası renklerini belirlemek amacıyla renk tayin cihazı (Konica Minolta Cr 400) kullanılmıştır.

*L**; Rengin Parlaklığı (0-100 arasındadır. Değer 100'e yaklaştıkça renk siyahtan beyaza geçiş yapar)

*a**; Kırmızı- Yeşil (-60'tan +60'a yeşilden kırmızıya)

*b**; Sarı- Mavi (-60'tan +60'a maviden sarıya)

*C**; Kroma (Chroma) değeri (0-60 renk değeri artışını gösterir)

H; Hue değeri, renk canlılığını gösterir birimi derecedir(Francis,1998; Elgün ve ark., 2002).

Kurutulmuş Trabzon hurması homojen hale getirilip 6.3 cm çapında, 4.3 cm yüksekliğinde kristal kuvars cam tüplere, hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulup *L**, *a** ve *b** değerleri saptanmıştır.

Kurutmadan önce örneklerin kuru maddesi bir etüv yardımı ile belirlenmiş (FN 055/120) ve sonuçlar % olarak kaydedilmiştir (AACC,1990).

Kuru madde tayini, belirli miktardaki gıda maddesinin suyunun uçurulup, geriye kalan kuru madde miktarının belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda mevcut üründen 2-3 gram numune alınmış olup öncesinde kuru madde fırınında 105 °C'de 2-3 saat tutularak tartımı yapılmıştır. Sonrasında ise 105°C'de 1 saat tutularak iki tartım arasındaki farka bakılmıştır. Elde edilen veriler neticesinde iki tartım karşılaştırıldığında iki tartım arasındaki fark 0.02 mg'dan küçükse işleme son verilerek tartım alınıp kuru madde gözlemlenmiştir.

3.2.2. pH Tayini

Kurutma öncesi örneklerin pH değerleri (Thermo Scientific A 211) belirlenmiştir. pH metre; pH'ı bilinen pH 4, pH 7 ve pH 10'luk tampon çözeltilere batırılarak kalibre edilmiştir. Kalibrasyon sonrasında saplamalı tip elektrot saf su ile yıkanıp taze Trabzon hurmasına saplanan değerler saptanarak kayıt altına alınmıştır. (Akbulut Yıldız, 2021).

Trabzon hurması homojenize edilmiştir. Homojenizattan uygun bir miktar alınıp temiz bir behere aktarılmıştır. Alınan bu homojenizatın beher içinde pH metrenin elektrotlarını örtecek yükseklikte olması gerekmektedir. Elektrotlar homojenizatın içerisine daldırılıp, ölçüm yapıp, değeri saptanmıştır. Elde edilen veriler neticesinde en az iki ölçüm yapılarak ortalama değer temel alınmıştır. Elektrotların homojenizat ile temasını kolaylaştırmak amacıyla, homojenizata distile su eklenmiştir. Ölçüm

yapıldıktan hemen sonra elektrotlar %96'lık etil alkol veya su ile doydurulmuş dietil eterle silinerek temizlenip distile su ile yıkanmıştır.

3.2.3. Su Aktivitesi Tayini

Kurutma öncesi ve sonrasında su aktivitesi (a_w) tayini yapılmıştır. Su aktivitesi tayininde Atago RX 50000 cihazı kullanılarak sabitlenen değer kaydedilmiştir (Akbulut Yıldız, 2021).

Su aktivitesi, gıda maddesindeki su buhar basıncının, aynı sıcaklıktaki saf suyun su buhar basıncına oranıdır. Kuru gıdalarda a_w 0,6 dan düşük olduğunda uzun süre depolanmadan kalabilirler.

Su aktivitesi 3-4 g parçalanmış numune, zaman kaybı olmadan cihazın (su aktivitesi ölçüm seti) paslanmaz çelikten üretilmiş sızdırmaz haznesine yerleştirilmiştir. Su aktivitesi değerinde 10 dakika boyunca 0.001'den az bir değişim olduğunda sistemin dengeye ulaştığı varsayılarak cihazın göstergesinden su aktivitesi değeri doğrudan saptanmıştır.



Şekil 3.1. Su Aktivitesi Ölçüm Cihazı

3.2.4. Kuru Madde Tayini

Kurutmadan önce örneklerin kuru maddesi bir etüv yardımı ile belirlenmiş (FN 055/120) ve sonuçlar % olarak kaydedilmiştir (AACC,1990).

Kuru madde tayini, belirli miktardaki gıda maddesinin suyunun uçurulup, geriye kalan kuru madde miktarının belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda mevcut üründen 2-3 gram numune alınmış olup öncesinde kuru madde fırınında 105 °C'de 2-3 saat tutularak tartımı yapılmıştır. Sonrasında ise 105 °C'de 1 saat tutularak iki tartım arasındaki farka bakılmıştır. Elde edilen veriler neticesinde iki tartım karşılaştırıldığında iki tartım arasındaki fark 0.02 mg'dan küçükse işleme son verilerek tartım alınıp kuru madde gözlemlenmiştir.



Şekil 3.2. Etüvde Kurutma



Şekil 3.3. Hassas Terazide Tartım

3.2.5. Tekstür Analizi

Tekstür ölçümünde enstrümental metotlar ikiye ayrılarak yapı bozucu ve yapı bozmayan metotlar adını almışlardır. Gıda çeşidine dayanarak farklı bozucu kuvvet ve deformasyon teknikleri ile tekstürel özelliklerin ölçülmesi büyük oranda tercih edilmektedir (Kilcast 2010). Doku Profili Analizi (Texture Profile Analysis) 5 kg yük hücresi kullanılarak tekstür analiz cihazında (TA-TX Plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems, Godolming, England) %20 sıkıştırılması ile Trabzon hurmasının yapışkanlık (adhesiveness), sertlik (hardness), çiğnenebilirlik (chewiness), esneklik (springiness), bağlılık (cohesiveness), sakızimsılık (gumminess) ile birlikte dayanıklılık (resilience) değerleri belirlenmiştir.(AACCC,2002).

3.2.6. Aflatoksin Analizi

YBSK(Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi) yöntemi bir sıvıda çözülmüş bileşenlerin, bir kolon içerisinde bulunan genellikle katı bir destek üzerindeki sabit faz ile değişik etkileşimlere girmesi, kolon içinde değişik hızlarla hareket etmeleri sonucu, farklı zamanlarda bileşenlerin kolonu terk ederek birbirlerinden ayrılması temeline dayanmaktadır. Yaygın kullanılma sebepleri içinde duyarlılığı, kantitatif tayinlere kolaylıkla uyarlanabilir olması, uçucu olmayan veya sıcaklıkla kolayca bozunabilen bileşiklerin ayrılmasına uygunluğu yer almaktadır. Doğal floresan olan aflatoksinler UV absorpsiyon, floresans ve MS dedektörü ile YBSK’de analiz edilebilmektedir (Açu ve Özdeştan Ocak, 2010).

Sistem ekstraksiyon IAC cihaza enjeksiyon prensibine dayanmaktadır. Ekstraksiyonda su, metanol, aseton ve aseto nitril gibi solventler kullanılmaktadır. Uygun solventlerle numunedeki aflatoksinler solvent kısmına geçirilerek süzöldükten sonra elde edilen süzöntü IAC’ye getirilmiştir. İmmun oaffinite kolondan hazırlanan örnek geçirilerek aflatoksinler burada tutuklanmıştır. IAC saf su ile yıkanıp sonrasında IAC’den metanol ile aflatoksinler ayrılarak YBSK’ne verilmiştir (Açu ve Özdeştan Ocak, 2010).

Ekstraksiyon için; 50 g numune 0.0 1 g hassasiyetli terazide alüminyum kaplarda tartılmış ve vida kapaklı 500 ml’lik erlene alınmıştır. Üzerine 4 g NaCl ilave edilmiştir.

Önce 60 ml saf su üzerine eklenmiş ve bununla tartım kabında kalan örnek de alınmıştır. Son olarak 240 ml MeOH eklenmiştir. Önce elde hızlıca karıştırılıp, daha sonra 30 dk 200 rpm’de çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Cam huni kullanılarak kaba filtre kağıdından geçirilerek süzölmüştür. Süzöntüden 10ml pipetle alınmış ve üzerine 60 ml PBS solüsyonu ilave edilmiştir.

Hesaplama için; numuneler verilmeden önce cihaza standardın enjeksiyonu yapılarak koşullar kontrol edilmiştir ve kalibrasyon eğrisi kullanılarak analiz edilen numunede bulunan Aflatoksin miktarı (B₁, B₂, G₁, G₂) cihaz tarafından belirlenmiştir ve sonuç 2 ile çarpılarak, numunedeki toplam aflatoksin miktarı ppb düzeyinde hesaplanmıştır.

3.2.7. İstatistiksel Analiz

Analizlerden elde edilen sonuçlar SPSS 20 istatistik paket programı kullanılarak istatistiki değerdendirmeden geçirilmiştir. Varyans analizi grup ortalamaları arasındaki farklar belirlenmiştir.Önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.($p \leq 0.05$) (Akbulut Yıldız, 2021).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Farklı yöntemlerle kurutma işlemine maruz bırakılan Hana Fuyu ve Jiro çeşit Trabzon hurmalarında yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

4.1. Renk Tayini

Minolta renk ölçer cihazı (L^* , a^* , b^*) ile her tekerrürdeki 2 meyvede üçer okuma yaparak ortalaması alınmıştır. Elde edilen verilerin renk değişimini gösteren tablo aşağıda verilmiştir. L^* değeri meyvenin parlaklığını, $+a^*$ meyvelerde kırmızı ve $+b^*$ değeri meyvelerde sarı rengin değişimini ifade etmektedir.

Yapılan araştırmada farklı yöntemlerle kurutulan hurmaların renk analiz değerlerine etkisi Çizelge 4.1. de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Jiro ve Hana fuyu cinsi Trabzon hurmalarının farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmasının renk değerlerine etkileri

Hurma Cinsi	Renk değerleri	Kurutma yöntemi		
		Etüvde	Dondurarak	Farrefect ile
Jiro	L^*	$57,84 \pm 6,04$	-	$53,98 \pm 16,89$
	a^*	$14,57 \pm 2,94$	-	$7,98 \pm 1,76$
	b^*	$43,14 \pm 4,26$	-	$59,79 \pm 7,25$
	C^*	$45,66 \pm 3,10$	-	$49,85 \pm 7,09$
	Hue	$71,10^\circ \pm 5,32$	-	$79,44^\circ \pm 3,96$
Hana Fuyu	L^*	$51,62 \pm 8,51$	$74,22 \pm 3,27$	$67,18 \pm 10,02$
	a^*	$6,23 \pm 2,44$	$3,31 \pm 1,59$	$9,34 \pm 3,53$
	b^*	$32,28 \pm 2,23$	$40,60 \pm 7,68$	$59,79 \pm 7,76$
	C^*	$32,94 \pm 1,83$	$40,74 \pm 7,79$	$60,59 \pm 7,61$
	Hue	$78,90^\circ \pm 4,73$	$85,48^\circ \pm 1,30$	$80,96^\circ \pm 3,58$

*Sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir.

Trabzon hurması örneklerinde yapılan renk analizlerine göre Hana Fuyu örneklerinin ort&std sapma değerlerine göre renk parlaklığı ve canlılığının en iyi olduğu

kurutma yöntemi dondurarak kurutma bulunurken, renk parlaklığının daha az olduğu kurutma yöntemi etüvde kurutma olduğu saptanmıştır. Jiro örneklerinin ort&std sapma değerlerine göre renk parlaklığı ve canlılığın en iyi olduğu kurutma yöntemi fareffect olduğu saptanmıştır. Benzer bulgular Akbulut Yıldız (2021)'ın çalışmasında da mevcut olup elde edilen veriler bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Trabzon hurmaları kurutulduktan sonra oluşacak renk değişimi ürünün piyasa koşullarını doğrudan etkilemektedir. Çünkü renk etmeni tüketiciler tarafından aranan en önemli özellik olup genellikle tüketiciler ürünlerin kurutma öncesi renklerine yakın olmalarını tercih etmektedir (Yılmaz, 2021).

4.2. pH değeri

Yapılan araştırmada farklı yöntemlerle kurutulan hurmaların pH analiz değerlerine etkisi Akbulut(2021)'un çalışması ile benzer olup Çizelge 4.2. de verilmiştir. Trabzon hurması örneklerinde yapılan pH analizlerine göre Jiro çeşidi örneklerinde ort&std sapma değerlerinin fareffect ile yapılan kurutmada daha yüksek olduğu tespit edilirken Hana Fuyu çeşidi örneklerinde ort&std sapma değerleri etüvde kurutmada daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

pH değeri gıdalar açısından önemli bir kriterdir. Çünkü pH değeri, gıda güvenliği ve kalitesinin göstergesi olup kalite ve gıda güvenliği açısından önemli bir yere sahiptir. Ayrıca pH değeri ve gıdaların raf ömrü arasındaki ilişki üzerinde yapılan çalışma sayısının artması ve birçok ürün için modern pH sensörlerinin geliştirilmesinin, günümüz üreticisinin ilgisini çekeceği ve beklentisini karşılayacağı, nakliye ve depolama aşamalarında gıda güvenliği açısından kritik bir yere sahip olacağı öngörülmektedir. Gıda-pH ilişkisinin değişik açılardan incelenmesi temelinde hazırlanan bu çalışma ile gıda sektörüne ve literatüre bilgi anlamında katkı sağlandığı düşünülmektedir (Aksoy, 2021).

Çizelge 4.2. Hana Fuyu ve JiroTrabzon hurmalarının farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmasının pHdeğerlerine etkileri

Ph	Kurutma yöntemi		
	Etüvde	Dondurarak	Farrefect
Jiro	4,82±0,02	-	6,16± 0,01
Hana Fuyu	4,99± 0,01	6,22± 0,06	6,11± 0,01

*Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Yıldız bu araştırmada kullanılan üründen elde edilen pH değeri, literatür verileri ile de uyum içindedir. Kuzucu ve Kaynaş (2004)’a ait çalışmada pH’ nın 5.90 - 6.42, Koca (2007)’ya ait çalışmada ise 5.66 - 6.42 aralıkları arasında değişkenlik gösterdiği sonuçlarına varılmıştır. Bu değişkenliğin sebebi olarak hurmanın olgunluğu ve çeşidi gösterilebilir.

4.3. Su Aktivitesi

Su aktivitesi 3-4 g Trabzon hurması ufak ufak parçalandı. Örnek hızlı bir şekilde aletin(su aktivitesi ölçüm seti) paslanmaz çelikten yapılmış sızdırmaz haznesine yerleştirildi. Cihazın göstergesinden su aktivitesi değeri doğrudan okunarak kaydedildi.

Çizelge 4.3. Hana Fuyu ve JiroTrabzon hurmalarının farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmasının su aktivitesi değerlerine etkileri

Su aktivitesi	Kurutma Yöntemi		
	Etüvde	Dondurarak	Farrefect
Jiro	0,35± 0,006	-	0,51± 0,001
Hana Fuyu	0,37± 0,007	0,35± 0,002	0,56± 0,004

*Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Yapılan araştırmada farklı yöntemlerle kurutulan hurmaların su aktivitesi analiz değerlerine etkisi AkbulutYıldız (2021) çalışması ile benzer olup Çizelge 4.3. de verilmiştir. Trabzon hurması örneklerinde yapılan su aktivitesi analizlerine göre Hana Fuyu çeşidi örneklerinde ort&std sapma değerlerinin fareffect ve etüvde yapılan

kurutmada yüksek olduğu tespit edilmiştir. Jiro çeşidi örneklerinin ort&std sapma değerlerinin fareffect ile yapılan kurutmada daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kurutma sonrası gıdalarda ölçülmesi gereken en önemli değerlerden biri su aktivitesidir. Su aktivitesi ürünlerde mikrobiyal çoğalmanın gerçekleşmesi için gerekli kullanılabilir sudur. Su aktivitesi değeri, mikrobiyal gelişme olmayacak seviyelere indirildiğinde gıdanın depolanmasında herhangi bir bozulma meydana gelmez. Kurutulmuş meyveler için su aktivitesi değeri 0,7 altındaki değerlerde mikrobiyolojik faaliyetler gerçekleşmez (Hastürk ve ark., 2012).

4.4. Kuru Madde

Yapılan araştırmada farklı yöntemlerle kurutulan hurmaların kuru madde değerlerine etkisi Polatçı (2013)'nın çalışması ile benzer olup Çizelge 4.4 de verilmiştir. Trabzon hurması örneklerinde yapılan kuru madde analizlerine göre Jiro ve Hana Fuyu örneklerinin ort&std sapma değerleri fareffect ile kurutmada daha yüksek kuru madde değeri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Hana Fuyu ve Jiro Trabzon hurmalarının farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmasının kuru madde değerlerine etkileri

Kuru madde %	Kurutma Yöntemi			
	Etüvde	Dondurarak	Farrefect	Yaş örnek
Jiro	89,57± 0,76	-	47,70± 8,36	22,14± 1,26
Hana Fuyu	87,94± 2,83	88,97± 0,38	43,92± 3,73	20,04± 0,05

*Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Aksu ve ark.(1994)'nın çalışmasında kuru madde değerleri (% 18.03 - 23.95) iken Kuzucu ve Kaynaş (2004)'ın çalışmasında kuru madde değerleri (% 17.04 - 20.70) olarak belirlenmiştir. Bu farklılığın sebepleri arasında olgunluk, çeşitlilik ve meyve bileşimi gibi bileşenlerin rol oynadığı düşünülmektedir.

4.5. Tekstür Analizi

Yapılan araştırmada farklı yöntemlerle kurutulan hurmaların tekstür analiz değerlerine etkisi Akbulut Yıldız (2021) çalışması ile benzer olup Çizelge 4.5 de verilmiştir. Trabzon hurması örneklerinde yapılan tekstür analizlerine göre Hana Fuyu örneklerinde ort&std sapma değerleri Jiro örneklerinin ort&std değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Jiro hurmalarının Hana Fuyu hurmalarına göre daha yumuşak bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Hana Fuyu ve Jiro Trabzon hurmalarının tekstür analiz değerleri

Hurma çeşitleri	Hana Fuyu*	Jiro*
Sertlik	0,89± 0,02	0,87 ± 0,05

*Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

4.6. Aflatoksin Miktar Analizi

Meyve kurusu gıdaların en önemli sorunlarından biri olan aflatoksinin varlığının tespit edilmesi amacıyla yapılan analizlerde; Fareffect cihazı ile kurutulan Trabzon hurması örneklerinde aflatoksin tespit edilmemiştir. Gürhayta ve Çağıntı (2015) yaptığı çalışmada benzer sonuçlara ulaşılmış etüvde kurutulan Trabzon hurması örneklerinde aflatoksin tespit edilmemiş ve bu meyve kurusu örneklerinin tüketime uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Litaratür incelendiğinde kurutulmuş meyvelerde aflatoksin kontaminasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalarda kurutulmuş üzüm, kurutulmuş incir, hurma, kurutulmuş kayısı, kurutulmuş erik, kurutulmuş dut ve kurutulmuş kirazda aflatoksin kontaminasyonu varlığının gözlemlendiği çalışmalar da mevcuttur. 21 adet kurutulmuş eriği aflatoksin kontaminasyonu açısından incelemiş ve 8 tanesinde kontaminasyon tespit etmişlerdir. Bu farklılıkların nedenleri arasında ürünün tarladaki gelişimi, hasat edilme, depolanma ve son ürün haline getirilmesi süreçleri ile birlikte nem ve sıcaklık faktörlerinin de etkili olmuş olabileceği düşünülmektedir (Masood ve ark., 2015).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kurutma işleminin amacı gıdayı uzun süre bozulmadan muhafaza etmektir. Bu çalışmada, Trabzon hurmalarının (Hana Fuyu ve Jiro çeşitleri) farklı kurutma yöntemleri ve bu kurutma yöntemlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Kurutulmuş meyveler besin maddeleri açısından zengin ve sağlık açısından yararlı etkileri olan yaygın olarak tüketilen gıda maddeleridir. Kurutulmuş meyveler, taze meyvelerden daha kolay depolanır ve yıl boyunca tüketilebilir.

Ülkemizde Trabzon hurması genellikle taze meyve olarak tüketilmektedir. Ürünün taze meyve olarak nakliyesi, depolanması, satış ve pazarlanmasında yaşanan her türlü olumsuz durumlar ürünün kalitesine zarar verip satılamayacak duruma gelmektedir. Trabzon hurmasının yılın her döneminde bulunan ve tüketilen bir ürüne dönüştürülebilmesi için çeşitli kurutma yöntemleri uygulanmıştır. Trabzon hurması, sağlıklı ve besleyici değeri yüksek ve kolayca bulunabilen bir ürün haline dönüşürken, ticari getirisi yüksek depolama ve nakliye maliyeti düşük bir ürün olacaktır.

Bu araştırmada Hatay'ın Dört Yol ilçesinden temin edilen Trabzon hurmaları ile etüvde kurutma, dondurarak kurutma ve lazer ısıtılmalı kurutma ile 2 mm dilim kalınlıklarında kurutma sağlanmıştır. Meyve kurutulduktan sonra belirlenen analizler yapılmış ve sonrasında elde edilen veriler incelenmiştir. İncelenen veriler neticesinde etüvde kurutma yönteminde zamandan tasarruf edildiği ancak üründe renk ve kalite yönünde deformasyon görülmüştür. Dondurarak kurutma yönteminde ise renk ve kalitenin korunduğu ancak dondurma sürecinin zaman alıcı olduğu gözlemlenmiştir. Lazer ısıtılmalı teknik kullanıldığında ise ürün hem renk ve kalitesini korumuş, zaman yönünden de tasarruf sağlamıştır. Tüm bunlar neticesinde kullanılan kurutma yöntemleri içinde en sağlıklı kurutma yönteminin Lazer ısıtılmalı kurutma tekniği olduğu sonucuna varılmıştır.

Trabzon hurmasının kalitesine zarar vermeden yılın her döneminde bulunan ve tüketilen bir ürüne dönüştürülebilmesi adına Lazer ısıtılmalı kurutma tekniğinin kullanımının artırılması gerekmektedir. Trabzon hurmasından alınan olumlu sonuçlar incelendiğinde bu yöntemin diğer meyve ve sebzelerin kurutulmasında da etkili sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir. Bu açıdan meyve ve sebzelerin kurutulması kalite ve verimliliğin korunması ve bu yöntemin ülke genelinde yaygınlaştırılması her

anlamda insanlık adına olumlu sonuçlar doğuracaktır. Mevsimi geçen ürünlerin temin maliyetinin, mevsimlik ürünlere kıyasla daha yüksek olduğu düşünüldüğünde bu şekilde yüksek maliyetlerin de önüne geçilmiş, sağlıklı yaşam adına daha güzel adımlar atılmış olacaktır.

Sağlıklı ve kaliteli bir yaşam adına bu araştırma çerçevesinde aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Doğru kurutma yöntemlerinin kullanılması ve bu yönde yapılacak çalışmaların artırılması önerilebilir.
- Çalışmaların okul ve işyeri ortamları dışında ev ortamlarına entegre edilebilmesi ve bu yöntemlerin günlük hayatın bir parçası haline gelmesinin sağlanması önerilebilir.
- Meta analiz çalışmalarını kapsayan farklı değişkenlerin incelendiği daha detaylı tarama çalışmalarının yapılması önerilebilir.
- Yurt dışında kurutma tekniklerinin hangi formatlarının daha yaygın kullanıldığı ve bu formatların okul, iş ve ev ortamlarına nasıl entegre edildiği gibi konuların araştırılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Açu, M., Özdeştan Ocak ,Ö., 2019. Gıdalarda Aflatoksin Düzeylerinin Belirlenmesinde Kullanılan Analiz Yöntemleri. Sinop Üniversitesi **Fen Bilimleri Dergisi**, 4 (2): 168-181.
- Agrawal, S. G., ve Methekar, R. N., 2017. Mathematical model for heat and mass transfer during convective drying of pumpkin. **Food and Bioproducts Processing**, 101, 68-73.
- Akbulut Yıldız, E., 2021. Farklı Koşullarda Kurutulan Trabzon Hurması (*Diospyros Kaki*) ve Kivi (*Actinidia Deliciosa*) nin Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**.
- Aksu, M.İ., Nas., S. Ve Gökalp, H.Y., 1994. Artvin ve Yusufeli Vadisinde Yetiştirilen Trabzon hurması Meyvelerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. **Gıda** 1994. 19(6) 367 -371.
- Aksoy, A., 2021. Gıdalarda pH ölçümünün önemi. Haliç Üniversitesi **Fen Bilimleri Dergisi** 4/2 193-216.
- Akyıldız, A., Aksay, S., Benli, H., Kiroğlu, F., and Fenercioğlu, H., 2004. Determination of changes in some characteristics persimmon during dehydration at different temperatures. **Journal of Food Engineering**, 65, 95-99.
- Alibas, I., 2006. Characteristics of chard leaves during microwave, convective, and combined microwave-convective drying. *Drying Technology*, 24(11), 1425–1435.
- Azam, S. M. R., Zhang, M., Law, C. L., and Mujumdar, A. S., 2019. Effects of drying methods on quality attributes of peach (*Prunus persica*) leather. **Drying Technology**, 37(3), 341-351.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M., 2003. **Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi**, Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 541-567.
- Cemeroğlu, B., 2004. **Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi**. İkinci Baskı, 2 cilt, Ankara.
- Ceylan, İ., Aktaş, M., Doğan, H., 2006. Güneş enerjili fırında elma kurutulması. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi. Cilt: 9 Sayı: 4 s.289-294, Ankara.
- Chandramohan, V. P., & Talukdar, P., 2013. Design of an experimental set up for convective drying: Experimental studies at different drying temperature. **Heat and Mass Transfer**, 49(1), 31-40.
- Chandramohan, V. P., 2020. Convective drying of food materials: An over view with fundamental aspect, recent developments, and summary. **Heat Transfer**, 49(3), 1281- 1313.
- Chen, X.N., J.F. Fan., X. Yue., X.R. Wu., L.T. Li. 2008. Radical Scavenging Activity and Phenolic Compounds in Persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Mopan). **Journal of Food Science**, Vol. 00, Nr. 0.
- Doymaz , I., and İsmail, O., 2011. **Drying characteristics of sweet cherry**. 31-38.
- Erbay, B. ve Küçüköner, E., 2008. Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri. **Türkiye 10. Gıda Kongresi**. 1045-1048. Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Falade, K.O., Solademi, O. J., 2010. Modelling of air drying of fresh and blanched sweet potato slices. 278-288.

- Geankoplis, C. J. 1993. In Transport Processes and Unit Operations. Prentice Hall International. **Food Chemistry**. Inc., 45 (2):151 – 155, U.S.A.
- Gunasekaran, S., 1999. Pulsed microwave vacuum drying of food material. **Drying Technology**, 17(3): 395-412.
- Güngör, A., Özbalt, N., 1997. Endüstriyel kurutma sistemleri. **III.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Bildiriler Kitabı**, II.Cild, pp. 737-747, İzmir.
- Gürhayta, O.F ve Çağındı, Ö. 2015.Kurutulmuş Meyvelerde Aflatoksin ve Okratoksin A Varlığının ve Sağlık Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi. **CBÜ Fen Bilimleri Dergisi**,12(2), 327-338.
- Hastürk F Ş, Ülger P, Aktaş T & Orak H. H. 2012.Farklı ön işlemlerin ve vakum kurutma yönteminin domatesin kuruma karakteristikleri ve kalite kriterleri üzerine etkisi. **Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 9(1):15-25
- Ito, S.,1971. The Persimmon. The Biochemistry of Fruits and Products. 281-301.
- Karaaslan S, 2014. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** 9 (1): 8-15, ISSN 1304-9984, Araştırma Makalesi.
- Kaya A, M S Kamer, H E Şahin 2014. Trabzon Hurmasının (*Diospyros Kaki L.*) Kuruma Davranışının Deneysel İncelenmesi. Mühendisliği Bölümü Makine Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- Kuzucu, C., K. Kaynaş. 2004. Farklı zamanlarda Hasat Edilen Trabzon Hurması (*Diospyros kaki L.*) Meyvelerinin Fizyolojik ve Kimyasal Yapılarında Meydana Gelen Değişmeler". **Bahçe** 33.
- Koca, İ. 2007. Kızılıçık ve Trabzon Hurması Pekmezlerinin Üretim Teknikleri. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 33 - 37
- Mannino, S. ve Cosio, M.S., 1997. Determination of ascorbicacids in food stuff by microdialysis sampling and liquid chromatography with electrochemical detection. **Analyst**. 122, 1153-1154.
- Masood, M, Iqbal SZ, Asi MR, Malik N., 2015. Natural Occurrence of Aflatoxins in Dry Fruits and Edible Nuts. **Food Control**, 55: 62–65.
- Martin-Belloso, O., Trakhtenberg, S. 1999. Comparative content of total poly phenols and dietary fiber in tropical fruits and persimmon.
- Onwude, D. I., Hashim, N., Abdan, K., Janius, R., ve Chen, G., 2018. The effectiveness of combined infrared and hot-air drying strategies for sweet potato. **Journal of Food Engineering**, 241, 75-87.
- Öz, A.T. ve Özelkök, İ.S. 2003. ‘Moralı’ Trabzon hurması (*DiospyroskakiL.*) meyvesinin burukluğunun giderilmesinde kuru buz uygulamasının etkisi. **Bahçe**, 32 (1-2), 7 – 13.
- Özdemir, A.E., Toplu, C., Yıldız, E., Duman,C., Ünlü, M., Bozdağ, E.C. ve Aydın, N., 2014. Vainiglia Trabzon hurması çeşidinde soğukta muhafazanın burukluğu önlemeye etkisi. **VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu**, Bursa, 221-227.
- Özdemir, A.E., Toplu, C., Yıldız, E., Duman, C. ve Sarıgül, Z., 2017. ‘Aman Kaki’ ve ‘Hachiya’ trabzon hurması çeşitlerinde sıcak su uygulamalarının burukluğu önlemeye ve kaliteye etkisi. **Alatırım Dergisi** 16 (2) 19-27.
- Özdemir, A.E., Çandır, E., Toplu, C. ve Yıldız, E., 2020.Effect of hot water treatment on astringency removal in persimmon cultivars. **International Journal of Fruit Science** (doi:10.1080/15538362.2020.1746729) 20 (2) S557–S569.
- Polatçı, H., 2013. Tokat ilinde güneş enerji destekli ısı pompalı bir kurutucu sistem geliştirilmesi ve domates kurutma performansının farklı kurutma sistemleri ile

- karşılaştırılması. **Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Doktora Tezi, Erzurum, 125 s.
- Rashwan, M. R. A., Khalifa, A. H., Zeiad, F. K. A. ve Mohamed, M. I. A. 2017. Nutrient and Phyto chemical Compounds of Persimmon and Husk Tomato. Assiut **J AgricSci**, 48, 102-112.
- Romano, G., Nagle, M., Argyropoulos, D., Müller, J., 2011. Laser light backscattering to monitor moisture content, soluble solid content and hardness of apple tissue during drying. **Journal of Food Engineering**, 104 (4), 657-662.
- Sabuncuoğlu, S. A.; Baydar, T.; Belma, G.; Şahin, G. 2008. Mikotoksinler: Toksik Etkileri, Degredasyonları, Oluşumlarının Önlenmesi ve Zararlı Etkilerinin Azaltılması. Hacettepe Üniversitesi **Eczacılık Fakültesi Dergisi**, 28, 63–92.
- Soysal, Y., Ayhan, Z. ve Eştürk, O. 2009. Mikrodalga ile Meyve ve Sebze Kurutmada Enerji kullanım Verimliliği ve Ürün Kalitesinin Arttırılmasında İleri Kurutma Tekniklerinin Uygulanması Üzerine Araştırmalar. **TÜBİTAK** Proje No:105 O 547, 136 sayfa, Antakya, HATAY.
- Taira, S., Ono, M., Matsumoto, N., 1997. Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. **Post harvest Biol. And Technol.**, 12 (3) 265-271.
- Toplu, C., Özdemir, A.E., Yıldız, E., Coşkun, G., Güzel, U., Duman, C. ve Ünlü, M., 2016. Amankaki ve Vainiglia Trabzon hurması çeşitlerinde etanol uygulamalarının burukluğu önlemeye etkisi. **VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi**, Çanakkale, 25-29 Ağustos 2015, Bahçe 45 (Özel sayı Cilt 1) 390-395.
- Toğrul H, 2006. Suitable drying model for infrared drying of carrot. **Journal of Food Engineering**, 77 (3): 610-619.
- Wright, K., A.A. Kader. 1997. Effect of Slicing and Controlled-atmosphere Storage on the Ascorbate Content and Quality of Strawberries and Persimmons. **Post harvest Biology and Technology**, 10, 39 - 48.
- Yağcıoğlu, A.K, 1999. **Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği**, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.2-4.
- Yılmaz İ., 2021. Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Yıldız E, 2014. **Farklı Trabzon Hurması Genotiplerinin Çiçek Tozu Canlılık ve Çimlenme Oranları**. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi 51 (2): 117-123 ISSN 1018 – 8851
- Yıldız, E., Özdemir, A. E., Toplu, C., Duman, C. ve Ünlü, M. 2015. Sıcak Su Uygulamalarının 'Hana Fuyu' Trabzon Hurmalarında Soğukta Muhafazaya Etkileri. **Meyve Bilimi**, 2(2), 1-8.
- Yıldız, E. ve Kaplankiran, M. 2018. Changes in sugars content and some biochemical substances during fruit development in different persimmon cultivars. Mustafa Kemal Üniversitesi **Ziraat Fakültesi Dergisi**, 23(1), 12-23.
- Yönel, S.P., Uylaşer, V. ve Yonak, S., 2008. Trabzon hurmasının bileşimi ve besleyici değeri. **Türkiye 10.Gıda Kongresi**: 339-342.
- Zorlugenç FK, 2012. Ozmotik Dehidrasyon Uygulamasının Trabzon Hurması Meyvelerinin Kuruma Davranışı ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.