



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TARIMDA ENERJİ SİSTEMLERİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ŞEFTALİ VE KAYISI POSALARININ FARKLI ŞARTLARDA
KURUTULMASI VE KALİTE PARAMETRELERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hüsne GÖK

Danışman: Doç. Dr. Hakan POLATCI

TOKAT – 2024

ETİK SÖZLEŞMESİ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Hakan POLATCI danışmanlığında hazırlamış olduğum “**Şeftali ve Kayısı Posalarının Farklı Şartlarda Kurutulması ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi**” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

09/01/2024

Hüsne GÖK



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimine başladığım ilk günden bugüne kadar değerli görüşleri ile bana yol gösteren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, beraber çalışmaktan onur duyduğum çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Hakan POLATCI' ya saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda bulunan kimyasal analizlerde her türlü desteğini ve fikirlerini paylaşan kıymetli hocam Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU'na ve biyoaktif moleküler laboratuvarı ekibine teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarımın her aşamasında yardımcı olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen nişanlım Mehmetcan OLGAC'a ve ailesine, beni maddi ve manevi olarak destekleyip bugünlere getiren annem Nuray GÖK, babam Zafer GÖK'e, her zaman yanımda olan manen tüm desteğini paylaşan kardeşim Sibel GÖK'e teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Hüsne GÖK

Ocak, 2024

ÖZET

ŞEFTALİ VE KAYISI POSALARININ FARKLI ŞARTLARDA KURUTULMASI VE KALİTE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Gök, Hüsne

Yüksek Lisans, Biyosistem Mühendisliği ve Tarımda Enerji Sistemleri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hakan POLATCI

Ocak 2024, xi + 42 sayfa

Meyve işleme sanayinin beraberinde getirdiği gıda atıkları önemli bir sorun haline almıştır. Sürekli artışta olan enerji tüketimini de göz önünde bulundurarak gıda atıklarının değerlendirilmesi sadece ekonomik kayıpların değil doğal kaynakların korunmasında da önemli rol oynamaktadır. Meyve atıkları içerdiği bileşenlerin besin değerinin yüksek ve geri kazanabilir olmasından dolayı işlenmeye uygun, değerli ürünlerdir.

Yapılan çalışmada şeftali ve kayısı posaları beş farklı kurutma yöntemi (etüv, vakum, laboratuvar tipi konvektif kurutucu, güneş ve gölge) ve üç farklı kurutma sıcaklıklarında (50, 60 ve 70 °C) kurutularak kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada kuruma performansı, matematiksel modellemesi, renk değerleri, asitlik değeri (pH), titrasyon asitliği (TA) ve suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerleri belirlenmiştir. Şeftali ve kayısı posalarının gölge ortamında kurutma da küflenme meydana geldiği görülmüştür. Sonuçlara göre en kısa kuruma süresi şeftali ve kayısı posası için laboratuvar tipi konvektif kurutucuda 70 °C kurutma sıcaklığında olduğu belirlenmiştir. Kuruma eğrilerini en iyi tahmin eden model ise şeftali posasında Wang Singh, kayısı posasında Page olduğu tespit edilmiştir. Tazeye en yakın L ve b değerleri şeftali posasında sırasıyla etüv 50 °C’de ve vakum 60 °C’de olduğu belirlenmiştir. Kayısı posasında ise L ve b değerleri vakum kurutucuda 60 ve 70 °C’de olduğu belirlenmiştir. Kimyasal analizler incelediğinde ise şeftali ve kayısı posaları için tazeye en yakın olan değerlerin yine vakum kurutucuda 60 ve 70 °C kurutma sıcaklığında olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada elde edilen veriler sonucunda şeftali ve kayısı posaları için uygulanan farklı kurutma yöntemlerinde kalite parametrelerini taze ürünlere göre en iyi muhafaza eden yöntemin vakum kurutucu olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şeftali, Kayısı, Posa, Kurutma, Renk, Modelleme

ABSTRACT
DRYING PEACH AND APRICOT PUMPS UNDER DIFFERENT CONDITIONS
AND DETERMINING THE QUALITY PARAMETERS

Gök, Hüsne

Master's Thesis, Department of Biosystems Engineering and Energy Systems in
Agriculture

Advisor: Assoc.Prof.Dr. Hakan POLATCI

January 2024, xi + 42 pages

Food waste brought by the fruit processing industry has become a significant problem. Considering the ever-increasing energy consumption, utilizing food waste plays an important role not only in saving economic losses but also in protecting natural resources. Fruit wastes are valuable products suitable for processing due to the high nutritional value and recyclability of the components they contain.

In the study, peach and apricot pomaces were dried with five different drying methods (oven, vacuum, laboratory type convective dryer, sun and shade) and three different drying temperatures (50, 60 and 70° C) and their effects on quality parameters were investigated. In the research, drying performance, mathematical modelling, color values, acidity value (pH), titratable acidity (TA) and water soluble dry matter (W.S.D.M.) values were determined. It has been observed that peach and apricot pomaces develop mold when dried in shade. According to the results, the shortest drying time for peach and apricot pomace was determined to be at 70 °C drying temperature in a laboratory type convective dryer. It was determined that the model that best predicted the drying curves was Wang Singh for peach pulp and Page for apricot pulp. It was determined that the L and b values closest to fresh were found in peach pomace in the oven at 50 °C and the vacuum at 60 °C, respectively. In apricot pomace, L and b values were determined to be at 60 and 70 °C in the vacuum dryer. When chemical analyzes were examined, it was determined that the values closest to fresh for peach and apricot pomaces were at 60 and 70 °C drying temperatures in the vacuum dryer.

As a result of the data obtained in the research, it was determined that the vacuum dryer was the method that best preserved the quality parameters of the different drying methods applied for peach and apricot pomaces compared to fresh products.

Key Words: Peach, Apricot, Pulp, Drying, Color, Modeling

İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞMESİ.....	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM	10
3.1. Kurutulan Ürün	10
3.2 Nem Tayini.....	10
3.3. Kurutma Yöntemi	11
3.4. Etüv Kurutucu.....	11
3.5. Vakum Kurutucu	12
3.6. Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu.....	12
3.7. Güneşte ve Gölgede Kurutma	13
3.8.Renk ölçümü	14
3.9.Kuruma modeli.....	16
3.10. Kimyasal Analiz	16
3.10.1. Suda Çözünür Kuru Madde oranı (SÇKM)	17
3.10.2. pH.....	17
3.10.3. Titre edilebilir Asitlik (TA).....	17
3.11. İstatistiksel Analiz	18
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	19
4.1. Kurutma Performans Değerleri.....	19
4.2. Matematiksel Modelleme.....	22
4.3. Renk Değerleri.....	26
4.4. Kimyasal Analiz	30
5.SONUÇ	33

6.KAYNAKLAR	34
EKLER	38



SİMGELER ve KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
a	: Renk indisi
ANO	: Ayrılabilir nem oranı
b	: Renk indisi
BI	: Kahverengilik değeri
C	: Kroma değeri
cm	: Santimetre
g	: Gram
h :	Model Eşitliği Katsayısı
h°	: Hue açısı
j	: Model Eşitliği Katsayısı
k	: Model Eşitliği Katsayısı
kg	: Kilo gram
l	: Model Eşitliği Katsayısı
L	: Renk indisi
ml	: Mili litre
MR	: Modelin fonksiyonu
p	: Anlamlılık seviyesi
R ²	: Kararlılık katsayısı
SÇKM	: Suda çözünür kuru madde

t	: Süre
TA	: Titre edilebilir asitlik
W	: Watt
y _b	: Yaş baz
ΔE	: Toplam renk değişimi



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1 Ülkelere göre şeftali ve nektarin üretim miktarı (Ton).....	1
Çizelge 3.1. İnce Tabakalı Matematiksel Kuruma Modelleri.....	16
Çizelge 4.1.Şeftali ve kayısı posalarının ortalama son nem değerleri (% yb) ile kuruma süreleri	20
Çizelge 4.2. Şeftali posalarının ince tabakalı kurutma modellerine ait hesaplanan değerleri	22
Çizelge 4.3. Kayısı posalarının ince tabakalı kurutma modellerinin hesaplanan değerleri	24
Çizelge 4.4. Şeftali posalarının ölçülen ortalama renk değerlerinin istatistiksel farklılıkları	26
Çizelge 4.5. Kayısı posalarının ölçülen ortalama renk değerlerinin istatistiksel farklılıkları	27
Çizelge 4.6. Şeftali posalarının hesaplanan renk değerleri	28
Çizelge 4.7. Kayısı posalarının hesaplanan renk değerleri	29
Çizelge 4.8. Şeftali posası için kimyasal analiz değerleri.....	31
Çizelge 4.9. Kayısı posaları için kimyasal analiz değerleri	32

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Kayısı posası örnekleri	10
Şekil 3.2. Hassas terazi (Şimşek Labortechnik, AND GF- 3000) Japonya-Türkiye	11
Şekil 3.3. Etüv kurutucu (Şimşek Labortechnik, ST-120), Türkiye.....	11
Şekil 3.4. Vakum kurutucu (CLS Scientific, CLVO-64T), Türkiye.....	12
Şekil 3.5. Laboratuvar tipi konvektif kurutucunun genel ve şematik görünümü	13
Şekil 3.6. Tel kafes	14
Şekil 3.7. Renk ölçüm cihazı (Minolta, CR300), Japonya.	14
Şekil 3.8. Hue açısının renk radyantı (Agudo ve ark., 2014)	15
Şekil 3.9. Refraktometre (ATAGO, Pocket Refractometer PAL-1), ABD.	17
Şekil 3.10. pH-metre (HANNA-2211), Almanya.....	17
Şekil 3.11. Titrasyon asitliği ölçümü, İtalya.....	18
Şekil 4.1. Gölge ortamında kurutulan şeftali posası	19
Şekil 4.2. Gölge ortamında kurutulan kayısı posası	19

1.GİRİŞ

Şeftali, *Rosales* takımının *Rosaceae* familyasının, *Prunoidea* alt familyasına bağlı olan *Prunus* cinsine dahildir. Botanik adı *Prunus persica* L. olan şeftalinin, ismi nedeniyle kaynağının İran ve Kafkasya olduğu söylenmektedir. Ancak şeftalinin anavatanın 1883'te De'Candolle, Doğu Asya ve Çin olduğunu kanıtlamıştır (Altay, 2016). Şeftali, farklı iklim şartlarına adapte olabilen ve dünyada çok sayıda bölgede var olabilen bir meyve çeşididir. Dünyanın seksenden fazla ülkesinde yetiştiriciliği yapılmakta olan şeftali ve nektarinin en önemli üreticisi Çin'dir. Çin'i sırasıyla İspanya, İtalya, Türkiye, Yunanistan, İran ve ABD izlemektedir (FAO, 2020). Dünya, şeftali/nektarin üretimi 2020 yılında 24 585 847 tona ulaşmıştır (FAO, 2020) (Çizelge 1.1.) Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2020 yılı verilerine göre; 2018 yılında 789 457 ton, 2019 yılında 830 577 ton olan şeftali üretimi, 2020 yılında bir önceki yıla göre % 6.8 bir artış ile 892 048 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2020).

Çizelge 1.1 Ülkelere göre şeftali ve nektarin üretim miktarı (Ton)

Ülke	Şeftali ve Nektarin Üretim Miktarı (Ton)
Çin	15 016 103
İspanya	1 306 020
İtalya	1 015 350
Türkiye	892 048
Yunanistan	890 580
İran	663 564
Amerika	560 423

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.), *Rosaceae* familyasının *Prunoidae* alt familyasında tanımlanmış olup, *Prunus* cinsine aittir (Roussos ve ark., 2016). Kayısı, üretimi dünyanın hemen her yerine ve Akdeniz'e yakın lezzetli bir üründür. Ülkemiz ekonomisinde önemli bir yere sahip olan kayısının anavatanı Çin'dir (İzli, 2016). Türkiye, sahip olduğu büyük potansiyel ve ekolojik koşullar nedeniyle yaş ve kuru kayısı üretiminde en büyük ülke konumundadır. FAO'ya (2020) göre Türkiye 833 398 ton ile ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'yi sırasıyla Özbekistan, İran, Cezayir, İtalya, Afganistan, İspanya ve Yunanistan takip etmektedir (Çizelge 1.2).

TÜİK 2020 yılı verilerine göre; 2018 yılında 750 000 ton olan kayısı üretimi, 2020 yılında %11.11'lik bir artış ile 833 398 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2020). Kayısı, dünyanın birçok

yerinde yetiştirilmektedir. Türkiye; Malatya, Elazığ ve Erzincan bölgeleri dünya taze kayısı üretiminin %10-15'ini, dünya kuru kayısı üretiminin ise %85-90'ını karşılamaktadır.

Çizelge 1.2. Ülkelere göre kayısı üretim miktarı (Ton)

Ülke	Kayısı Üretim Miktarı (Ton)
Türkiye	833 398
Özbekistan	529 109
İran	334 408
Cezayir	187 273
İtalya	173 380
Afganistan	131 788
İspanya	128 700
Yunanistan	125 640

Gıda atıklarının değerlendirilmesi hem ekonomik kayıpların önlenmesi bakımından hem de çevresel etki ve doğal kaynakların korunması bakımından önem arz etmektedir. Posanın; yem sektöründe, tarımsal sanayide, ilaç endüstrilerinde ve aynı zamanda yakıt üretimi için biyoprosesler gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Posalar kolay bozulabilen atık olduğundan raf ömrünü uzatmak ve taşıma-depolama işlemini kolaylaştırmak için uygun bir kurutma işlemi kullanılabilir. Bu manada kurutma özelliklerinin bilinmesi ve en uygun kurutma yönteminin tanımlanması önemlidir.

Bu çalışmada kayısı ve şeftali posalarını gölge ve güneş ortamında, etüv kurutucu, vakumlu kurutucu, laboratuvar tipi konvektif kurutucu ile 50°C, 60°C ve 70°C sıcaklık değerlerinde kurutularak en uygun kurutma yönteminin ve sıcaklık derecesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca posaların; renk (L, a, b, renk doygunluğu, hue açısı, kahverengileşme indisi ve toplam renk değişimi) ve kimyasal içerik (pH, titrasyon asitliği ve suda çözünür kuru madde) değerlerindeki değişimlerin incelenmesi de hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Polatcı ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada şeftali posasını 60, 65 ve 70 °C kurutma havası sıcaklarında etüv kurutucuda kurutmuşlardır. Kurutma eğrilerini belirlemek için Page, Midilli-Küçük ve Lewis kurutma modellerini kullanmışlardır. Sonuç olarak renk değerlerini en iyi koruyan sıcaklığın 65 °C olduğunu ve kurutma eğrilerini en iyi tahmin eden modelin ise Midilli-Küçük olduğunu bildirmişlerdir. Asitlik değeri (pH), titrasyon asitliği (T.A) ve suda çözünür kuru madde (S.Ç.K.M) açısından ise taze posaya en yakın değer 60 °C kurutma sıcaklığı olduğu söylenmiştir.

Polatcı ve ark. (2020) yaptıkları çalışma kapsamında armut posasını 60, 65 ve 70 °C sıcaklık değerlerinde etüv kurutucu ile kurutmuşlardır. Kurutma eğrilerini en iyi tahmin eden modelin Page, Midilli-Küçük ve Yağcıoğlu modelleri arasından Midilli-Küçük olduğunu belirtmişlerdir. Renk doygunluğunu gösteren kroma değerleri incelendiğinde ise tazeye en yakın değerin 65 °C kurutma sıcaklığında olduğunu bildirmişlerdir.

Çelik ve Parlak (2022) yaptıkları çalışmada şeker pancarı posasının bantlı kurutucuda 85 °C sıcaklıkta kurutmuşlardır. Şeker pancarının nem içeriğinin değişiminin zamana bağlı olarak ilk 40 dakika hızlı ve daha sonra yavaşladığını gözlemlemişlerdir. Fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılmak üzere şeker pancarı posasının biyoyakıta dönüştürülmesi için yapılan kurutma işleminde kullanılan enerji verilerinin olumlu olduğunu söylemişlerdir.

Aslankaya (2019) yaptığı çalışmada üzüm posasını tepsili kurutucuda üç farklı hava hızında (1.5, 2, 2.5 m/s) ve üç farklı hava sıcaklığında (35, 45, ve 55 °C) kurutmuşlardır. Üç farklı sıcaklıkta kurutulan üzüm posalarının kurutma sıcaklığı arttıkça kuruma sürelerinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Kurutulan üzüm posası için en uygun modelin Modified Page olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca çalışmada yağ asitleri analizleri de yapmışlardır ve üzüm posasında palmitikasit (%35.66), çekirdekte de linoleit asit (%59.12) en fazla bulunan yağ olmuştur.

Kayran ve Doymaz (2017) yaptıkları çalışmada kayısı posalarını 40, 50, 60 ve 70°C hava sıcaklığında kabin kurutucuda kurutmuşlardır. Kurutma sıcaklığının artması kuruma sürelerini azaltmıştır. Yapılan modeller arasında en iyi sonuç veren Aghbashlo ve ark. ve Midilli ve ark. modelleri olmuştur. 40 °C'de kurutulan kayısı posasının en yüksek L, a, b

değerlerine sahip olduğunu söylemişlerdir. Kurutma sıcaklıklarının artması ile renk parametrelerinin (L, a, b, C, ve H) değerlerinde azalma olduğunu söylemişlerdir.

Lalas ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada şeftali posasının karotenoid açısından zenginleştirilmiş ekstraktlar elde etmek için kurutma işlemi yapmışlardır. 70 °C kurutma sıcaklığı kullanarak 496 dakikada %24'lük nem seviyesine inmişlerdir. Kurutma koşulları altında maksimum karotenoid verimi taze örneklerle göre neredeyse %63 daha düşük bulmuşlardır. 70 °C nin üzerindeki sıcaklıkların bu konuda daha da zararlı olduğunu göstermişlerdir.

Kayran ve Doymaz (2019) yaptıkları çalışmada farklı kızılötesi güçlerin (62, 74, 88, 104 ve 125 W) kayısı posasının kuruma kinetiği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Kayısı posası kızılötesi güçten büyük ölçüde etkilendiğini görmüşlerdir. Kızılötesi gücün artmasıyla kuruma süreleri önemli ölçüde azalmıştır. Yüksek R^2 (belirleme katsayısı) düşük χ^2 (ki-kare) ve RMSE (tahmini standart hata), nem içeriğini tahmin etmek için Henderson ve Pabis modellerini kabul edilebilir olduğunu göstermişlerdir.

Çelebi (2011) yaptığı çalışmada kayısıların kuruması sırasındaki renk değişimlerini incelemiştir. Kayısıları ön işlemsiz ve ön işlemliler olarak gölgede, güneşte, etüv ortamında 50, 60, 70 ve 80 °C sıcaklıklarda ve mikrodalga ortamında 100 W, 180 W, 300 W, 450 W, 600 W ve 750 W güç seviyelerinde kurutmuşlardır. Kayıslara ön işlem olarak kükürt (SO_2), %5 $Na_2S_2O_5$ çözeltisi ve %2 Etil Oleat + %5 $Na_2S_2O_5$ çözeltisi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda kurutma yöntemleri, sıcaklıkları ve güç seviyeleri karşısında rengi en iyi muhafaza eden kükürtlü kayısılar ve %2 Etil Oleat + %5 $Na_2S_2O_5$ çözeltisi uygulanmış kayısılar olduğu belirlenmiştir.

Kayran (2019) yaptığı çalışmada kayısı ve atıklarının kuruma karakteristiklerini incelemiştir. Kabin kurutucu 40, 50, 60 ve 70°C sıcaklık değerlerinde ve infrared kurutucuda 62, 74, 88, 104 ve 125 W güç değerleri için posanın kurutma karakteristikleri incelemiştir. Kabin kurutucuda artan sıcaklık ve infrared kurutucuda artan güç ile kurutma süresinde azalma olduğunu gözlemlemiştir. Çalışmada kullanılan Lewis, Henderson ve pabis, Logatirmik, Verma vd., Page, Midilli vd., Parabolic, Wang ve Singh, Weibull ve Aghbashlo vd. matematiksel modelleri arasından kurutma eğrilerini en iyi tahmin eden modelin Midilli vd. ve Aghbashlo vd. olduğunu tespit etmiştir.

Akdoğan (2019) yaptığı çalışmada kara havuç posasını; tepsili kurutma, dondurarak kurutma ve radyo frekansı kurutma yöntemlerini kullanmıştır. Bu yöntemlerle kurutulmuş olan kara havuç posa örneklerinin hem kimyasal analizini hem de renk ölçümlerini incelemiştir. Renk ölçümlerinde değerlendirilen L parlaklık değeri en iyi dondurarak kurutma yönteminde olduğu belirtmiştir. Çalışmanın sonucunda renk kalitesi açısından değerlendirildiğinde en uygun yöntemin sırasıyla dondurarak kurutma, radyo frekansı kurutma, tepsili kurutma olduğu bildirmiştir. Ancak dondurarak kurutmanın daha maliyetli ve kurutma süresinin uzun olması göz önüne alındığında radyo frekansı kurutma yönteminin daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Kruczek ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada meyve endüstrisinde posaların potansiyel uygulamalarını incelemişlerdir. Gıda endüstrisinde yan ürünlerin çoğu açık alanlarda bertaraf edildiği bilinmektedir. Çevre kirliliğini azaltmak amacıyla bu atıkların kontrollü olarak ortadan kaldırılması için çalışmalar yapılmasını vurgulamışlardır. Meyve posası, diyet lifi içeriği ve diğer birçok sağlığı geliştirici içerikleri nedeniyle potansiyel bir gıda maddesi olarak kabul edilebilir olduğunu ifade etmişlerdir. Posa şeker içerikli maddelerce zengin olduğu için çevre kirliliğini azaltacak biyogaz ve biyoetanol üretimi için hammadde olabileceğini belirtmişlerdir.

Veral (2019) yaptığı çalışmada kesikli mikrodalga yöntemiyle şeftali ve nektarinin kurutulmasında kurutma parametrelerini incelemiştir. Kurutma işlemlerinde artan kesiklik oranının kurutma süresini uzattığını belirtmiştir. Çalışmada kullandığı altı modelden en uygun modelin Midilli ve ark. modeli olduğunu belirlemiştir. Çalışma sonucunda şeftali ve nektarinin parlaklık (L) ve sarılık (b) değerinde azalma olduğu belirlenmiştir.

Timurtaş (2020) yaptığı çalışmada enerji depolama sistemli güneş enerjili gıda kurutma sistemlerinde kurutma performansını incelemişlerdir. Tasarımını yaptığı kurutma sisteminde 3 mm, 5mm ve 10 mm kalınlıklarda şeftali dilimlerinin kuruma hareketlerini incelemiştir. Yaptığı çalışmada kuruma havasının sıcaklığının kuruma süresini etkilediği görülmüştür. Renk analizinde ürünlerde renk kaybı meydana geldiği ve L, a, b değerlerinin değişkenlik gösterdiğini tespit etmiştir.

İsaeva (2007) yaptığı çalışmada kayısı kurutmasının deneysel ve teorik olarak araştırmışlardır. Çalışmasında Kabaası ve Hacıhaliloğlu cinsi kayısıları kullanmıştır. Kayısılar sodyum metabisülfite ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) çözeltisinde 20 dakika bekletildikten sonra farklı sıcaklıklar kurutulmuştur. Yapılan kurutma işleminde kayısının dış yüzey sıcaklığı $62,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar arttırılabilmektedir. Bu sıcaklıkta kayısının aromasında herhangi bir olumsuz durum oluşmamıştır. Kısa süreli yüksek sıcaklıkta kurutma yöntemi ürünlere içerdiği besin maddesi açısından daha az zarar vermiş olduğunu belirtmiştir.

Kingsly ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada ön işlemlerin ve kurutma havası sıcaklığının seftali dilimleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada potasyum metabisülfite ve askorbik asit ön işlemlerini uygulamış ve $55-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ hava sıcaklıklarını kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda ön işlem gören örneklerin daha hızlı kuruduğunu gözlemlemişlerdir.

Tulef ve Glowacki (2022) yaptıkları çalışmada elma posasının kurutma sürecinin modellemesini yapmışlardır. Çalışmada 40 ve $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ kurutma havası sıcaklığı kullanmışlardır. Elma posasının kurutulmasında en uygun model Page olarak belirlemişlerdir. Kurutma sıcaklığının artması kuruma süresini azaltmış ve posa üzerinden uzaklaşan nem yoğunluğunun artmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir.

İncedayı ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada farklı kurutma parametrelerinin kayısı meyvesinin rengi, β -karoten, antioksidan aktivitesi ve mineralleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Kurutma çalışmalarında mikrodalga, konvektif ve mikrodalga-konvektif kurutma olarak üç farklı yöntem kullanmışlardır. $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ hava sıcaklıklarında; 90 W ve 160 W çıkış gücü seviyelerinde mikrodalga modunda ve mikrodalga-konvektif modda dört farklı güç seviyesi ve sıcaklık kombinasyonunda ($50\text{ }^{\circ}\text{C}+90\text{ W}$, $50\text{ }^{\circ}\text{C}+160\text{ W}$, $75\text{ }^{\circ}\text{C}+90\text{ W}$, $75\text{ }^{\circ}\text{C}+160\text{ W}$) çalışmışlardır. Hem mikrodalga hem de konvektif kurutmada istenmeyen renk kararmalarına neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Endüstriyel kurutma işleminde mikrodalga-konvektif kurutma yöntemini daha az kuruma süresi ve yüksek β -karoten içeriğine sahip olması sebebiyle kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Nasri (2020) yaptığı çalışmada bir güneş bacası kurutucu tasarımı geliştirmeyi, deneysel bir termal çalışma yürütmeyi ve hem muz hem de seftali için uygun ince tabaka kurutma

matematiksel modellerini seçmeyi amaçlamıştır. Hava sıcaklığı arttıkça şeftaliden ayrılan nem yoğunluğunun arttığını gözlemlemiş ve en uygun modelin Midilli Küçük modeli olduğunu belirtmiştir.

Bayana ve İçier (2019) çalışmalarında domates posasını farklı kızılötesi güç seviyelerinde (760, 835 ve 1043 W) kurutmuş ve örneklerin likopen, β -karoten ve renk değişimlerini incelemişlerdir. Kızılötesi güç arttıkça kuruma hızının azaldığı gözlemlenmiştir. Maksimum güç uygulandığında a^* değeri diğer güç uygulamalarına göre istatistiki açıdan daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. 760 W güç uygulamasında domates posası en fazla ısıya ve ışığa maruz kalmış olsa bile L^* ve a^* değerleri için taze haline en yakın değerleri bulmuşlardır.

Kaplan ve Levent (2019) yaptıkları çalışmada 12-Kadioğlu kayısı çeşidinin güneşte, kükürtleme ön işleminden sonra güneşte ve fırın kurutucuda kurutma olarak üç farklı yöntem uygulayarak kayısının uçucu organik bileşenlerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada uygulanan kükürtleme işlemi ve yapılan kurutma işlemlerinin uçucu organik bileşenler üzerinde ciddi etkisi olmuştur. Kükürtleme ön işleminin miktarına göre uçucu organik bileşenlerin azaldığı ve farklı kurutma yöntemlerinin istatistiksel olarak etkisi olduğunu belirlenmiştir.

Gündoğdu (2020) çalışmasında farklı kurutma yöntemlerinin (liyofilizasyon, etüv, vakum ve mikrodalga) balkabağı posasından fenolik madde ekstraksiyonuna etkisini incelemiştir. Bu kurutma yöntemlerinde kurutma havası sıcaklığı 30-60 $^{\circ}\text{C}$ ve mikrodalga gücü 120-600 W olarak belirlemişlerdir. Liyofilizasyon, etüv, vakum ve mikrodalga gibi üç farklı yöntemle kurutulan balkabağı posasının renk değerleri (L^* , a^* , b^* , ΔE , C ve H°) incelendiğinde liyofilize balkabağı posası en yüksek L ve b değerine sahip olduğunu bildirmiştir.

Özbek ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada farklı ön işlem (kükürtleme ve ekstrakt uygulaması) ve kurutma yöntemiyle (güneşte kurutma ve kombine güneş enerjisi destekli havalı ön kurutma ve radyo frekans kurutma işlemi) kurutulan kayıların renk parametreleri üzerine depolamanın etkisini incelemişlerdir. Ürünler 48 hafta boyunca üç farklı depolama sıcaklığında (5, 20 ve 35 $^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilmiş ve bu süreçte renk değerleri ve özelliklerinde meydana gelen değişiklikler izlenmiştir. Çalışmanın sonunda

renk değerleri ve özelliklerini en iyi koruyan depolama sıcaklığının 5  C olduğunu bulmuşlardır. Kükürtleme n işlemine tabi tutulan kayısıların renk değerleri ve özellikleri ön işlem uygulanmayan kayısılarla göre önemli ölçüde koruduklarını gözlemlemişlerdir. Kombine kurutma sisteminin güneşte kurutmaya göre karşılaştırıldığında düşük kükürt oranında bile çok yüksek olmayan depolama sıcaklıklarında (5 ve 20  C) depolanması esnasında renk kalitesine olumlu katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Kurtulmuş ve ark. (2020) araştırmalarında sıcak hava, elektrohidrokinamik ve elektrohidrokinamik-sıcak hava kurutma yöntemlerini kullanarak kayısı kurutma işleminde kuruma hızı ve ürünün nem oranı üzerine etkilerini yapay sinir ağları ile modellenmiştir. Elektrohidrokinamik- sıcak hava yönteminde kayısı kurutmada kuruma hızı ve nem tahminine göre yapay sinir ağları modellerinin performansları 0.96'dan yüksek değerler olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elektrohidrokinamik kurutma yöntemi ile kurutma işlemlerinin yapay sinir ağları temelli yöntemlerle modellenebileceğini belirtmişlerdir.

Elik (2023) yaptığı çalışmada siyah havuç posasının radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulması ve kalite özellikleri üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada kullanılan radyo frekans kurutma sisteminde sıcak hava kullanılmadan işleme devam edilmesi kurutma süresini arttırmıştır (110 dk'dan 210 dk'ya) ve dolayısıyla bu durum renk kalitesini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan Newton, Page, Henderson ve Pabis, Wang Singh, Logaritmik ve Midilli modelleri arasından kurutma eğrilerini en iyi tahmin eden modelin Midilli olduğunu tespit etmiştir.

Polat ve ark. (2021) araştırmalarında şeftali püresini kurutmak için konvektif kurutma, mikrodalga kurutma ve kombine (konvektif-mikrodalga) kurutma yöntemlerini uygulamışlardır. Ürünün nem içeriğini etüv kurutucuda 24 saat süreyle 105  C sıcaklıkta kurutarak 4.73 g su/ g kuru madde olarak belirlemişlerdir. En uzun kurutma süresini konvektif kurutucuda 220 dakika en kısa kuruma süresini ise mikrodalga kurutucuda 10 dakika olarak açıklamışlardır. Kurutma işlemi uygulanmamış şeftali püresinin L, a ve b değerlerini sırasıyla 69.72, 14.43 ve 63.50 olarak tespit etmişlerdir. Kurutma işlemi sonrasında toplam renk değişimi değerini (ΔE) en düşük olarak mikrodalga yönteminde olduğunu vurgulamışlardır.

Bousselma ve ark. (2021) ön işlem görmüş bütün kayısının kurutma kinetiğinin yapay zekâ ve matematiksel modellemesi üzerine çalışmayı amaçlamıştır. Mikrodalga fırında 200, 400 ve 800 W güç uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar artan mikrodalga gücü ile kuruma süresinin azaldığını göstermiştir. Matematiksel modellemede Modifiye Henderson-Pabis, Henderson-Pabis ve Two-Term olmak üzere üç model en iyi uyumu göstermiştir.

Vega-Gálvez ve ark (2019) çalışmalarında 1.5 ms⁻¹ sabit kurutma havası hızında ve 40-50-60-70 ve 80 °C sıcaklıkta kayısı kurutma işlemi gerçekleştirmiştir. Kuruma eğrilerinin modellenmesinde Difüzyon ve Weibull eşitliklerini kullanmış olup kurumayı en iyi tahmin eden modelin Weibull olduğunu belirtmişlerdir. Mikro yapı incelendiğinde ve renk değişimi (ΔE) göz önünde bulundurulduğunda düşük sıcaklıkların kullanılmasını önermişlerdir.

Yıldız ve ark. (2021) bu çalışmada, mikrodalga (100 W), sıcak hava (50 ve 75 °C) ve mikrodalga-sıcak hava (100 W-50 °C, 100 W-75 °C) yöntemlerinin ultrason ön işlemi uygulanan İğdır kayısının renk kalitesi üzerine etkisi incelemişlerdir. Ultrasonik ön işlem uygulanan kuru örnekleri ön işlem uygulanmamış örneklerle göre tüm kurutma yöntemlerinde daha iyi özellikler gösterdiği ve ürün kalitesini direkt etkilediği belirtilmiştir.

Pavkov ve ark. (2021) çalışmalarında ozmotik kurutma ön işlemi uygulayarak kayısı kurutmuşlardır. Kurutma işlemi öncesinde sakkaroz solüsyonunda 40 ve 60 °C'de ve %50 ve %65 konsantrasyonlarda ozmotik kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemi konvektif kurutucuda 40, 50 ve 60 °C'de 1.0 m/s ve 1.5 m/s hava akış hızlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda ozmotik dehidrasyon ve kurutma parametrelerinin en uygun kombinasyonlarının 40 °C kurutma sıcaklığı ve 1.0 m/s kurutma havası hızında ozmotik kurutmanın 60 °C sıcaklıktaki %50 konsantrasyonu önerilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Kurutulan Ürün

Çalışma materyali Tokat' ta bulunan meyve ve süt ürünleri işletme tesisinden temin edilmiştir (Şekil 3.1.). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği kurutma laboratuvarına getirilerek kurutma işlemleri sonlanana kadar ürünler buzdolabında ($+4 \pm 0.5$ °C) muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Kayısı posası örnekleri

3.2 Nem Tayini

Kurutma işlemine başlamadan önce şeftali ve kayısı posalarının ilk nem seviyesini belirlemek için 150 g örnek kullanılmıştır. Nem tayini 70 °C sıcaklıkta ürün ağırlığı sabitlenene kadar bekletilmiştir. Kurutma süresi boyunca ürünlerdeki ağırlık değişimini belirlemek için, kurutulan ürün başlangıçta 30 dakika daha sonra 60 dakika olmak üzere periyodik artış yapılarak tartılmıştır. Tartım işlemlerinde 0.01 g hassasiyetinde çalışan Şimşek Labortechnik marka AND GF- 3000 model elektronik terazi kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Hassas terazi (Şimşek Laborteknik, AND GF- 3000) Türkiye

3.3. Kurutma Yöntemi

Çalışma kapsamında şeftali ve kayısı posaları; etüv kurutucu, vakum kurutucu, laboratuvar tipi konvektif kurutucu, güneş ve gölge de olmak üzere beş farklı kurutma yöntemi kullanılmıştır. Etüv, vakum ve laboratuvar tipi konvektif kurutucularda 50, 60 ve 70 °C kurutma havası sıcaklıkları kullanılarak kurutma işlemi yapılmıştır. Kurutma işlemleri üç tekerrür şeklinde yapılmış ve her tekerrürde de 140 g ürün kullanılmıştır. Kurutucuda bulunan ürünler çıkartıldıklarında 0.01 g hassasiyete sahip bir terazi ile tartılıp, nem içeriği yaş baza göre %10-13 seviyesine düşene kadar kurutma işlemine devam edilmiştir (Polatçı ve Taşova 2017).

3.4. Etüv Kurutucu

Kurutma işlemlerinde Şimşek Laborteknik marka / ST-120 model sıcak havalı kabin tip kurutucu etüv kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Etüv kurutucu (Şimşek Laborteknik, ST-120), Türkiye.

3.5. Vakum Kurutucu

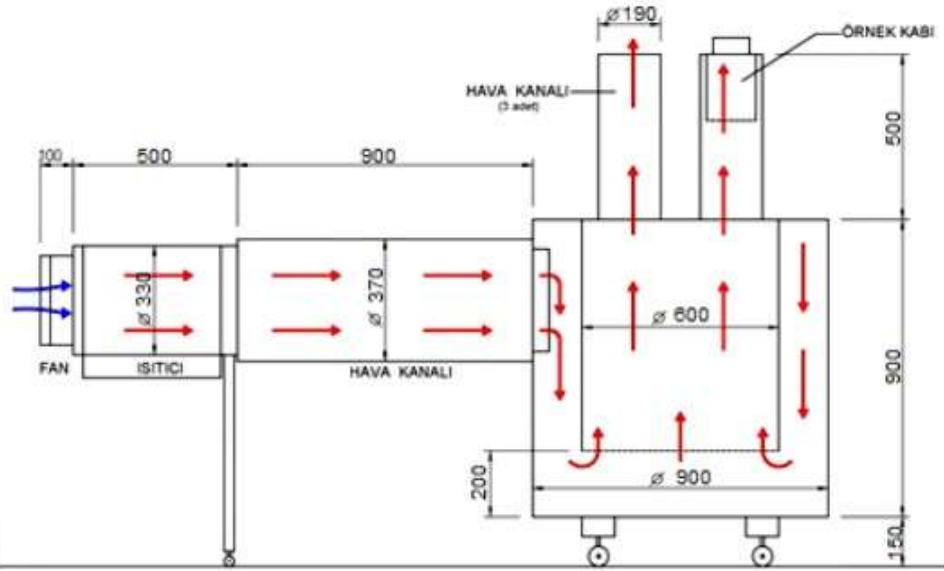
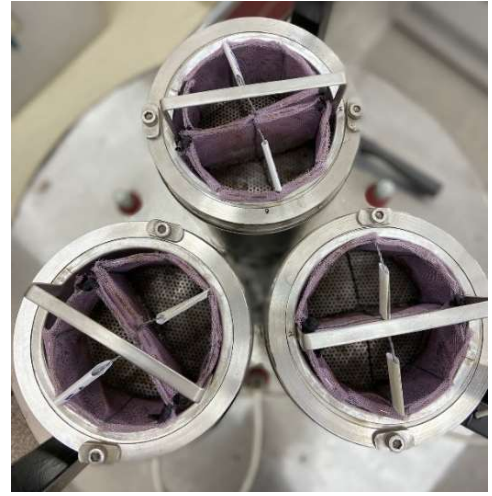
Kurutma işlemlerinde CLS Scientific marka / CLVO-64T model vakumlu kurutucu kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Vakum kurutucu (CLS Scientific, CLVO-64T), Türkiye.

3.6. Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu

Laboratuvar tipi konvektif kurutucu ile yapılan kurutma işleminde fan yardımıyla içeri çekilen hava, elektrikli ısıtıcıdan geçerek kurutma odasına gelmektedir. Kurutma odası; iç ve dış olarak iç içe bulunan iki silindirden oluşmaktadır. Silindirler arasındaki ısıtılmış hava, basıncın etkisiyle beraber iç silindirin tabanından geçerek kurutma kanallarına gitmektedir. İç silindirin üzerinde bulunan ürün kurutma kanalından gelen sıcak hava ile kurutma işlemi gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Laboratuvar tipi konvektif kurutucunun genel ve şematik görünümü

3.7. Güneşte ve Gölgede Kurutma

Bu yöntemde ürünleri dış ortamda kurutabilmek için tel kafesler kullanılmıştır (Şekil 3.6). Dış ölçüleri 75 x 75 cm ve çita kalınlığı 3.5 cm olan kurutma kafesleri; kurutulacak ürüne zararlı böceklerin gelmesini, kuşların ürüne zarar vermesini engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Kurutma kafesleri açılır kapanır şekildedir.



Şekil 3.6. Tel kafes

3.8. Renk ölçümü

Taze ve kurutulmuş şeftali ve kayısı posalarının, Japon ürünü olan Minolta markasına ait CR300 model ile renk ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3.7). Cihaz ile taze ve kurutma işlemine tabii tutularak değişen posaların Hunter Lab Chromameter renk değerleri (L, a, b) ölçülmüştür. Ürünün parlaklığını ifade eden “L” değeri, 0 (siyah) ile 100(beyaz) arasında bir değer almaktadır. “a” kırmızı ve yeşil renkleri ifade etmekle birlikte “+” işaretli ise kırmızıyı, “-” işaretli ise yeşili göstermektedir. “b” değeri de sarı-mavi renkleri ifade etmektedir. “+” işaretli ise sarı rengi, “-” işaretli olursa mavi rengi göstermektedir. (McGuire, 1992).



Şekil 3.7. Renk ölçüm cihazı (Minolta, CR300), Japonya.

Ölçülen, Hunter Lab Chromameter renk değerleri yalnız bir anlam ifade etmemektedir.

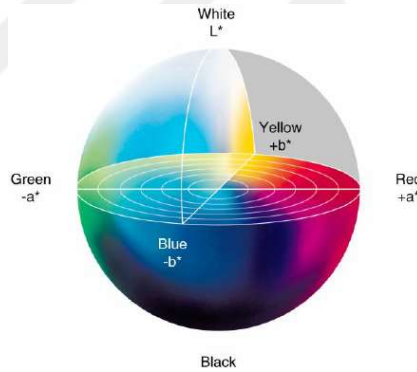
L, a ve b değerleri kullanılarak posanın ticari renk değeri açısından önem ifade eden ve hesaplanarak belirlenen kroma, hue açısı, toplam renk değişimi ve kahverengileşme indeks değerleri belirlenmiştir. Bu değerler;

Kroma değeri: Şeftali ve kayısı posalarına ait rengin doygunluk derecesini ifade etmektedir. Ürün renginin canlılık oranını belirtir. Kavdır ve ark. (2007), ürünlerin kroma değerlerini belirlerken 1 numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$C = \sqrt{(a^2 + b^2)} \quad (1)$$

Hue değeri: Ölçülen renk değerlerinin 360°'lik bir renk gradyanında denk geldiği açıya göre renklerin ne olduğunun anlaşılmasını kolaylaştırır (Şekil 3.8). Hue renk açısı değeri belirlenirken 2 numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$h^0 = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right) \quad (2)$$



Şekil 3.8. Hue açısının renk gradyanı (Agudo ve ark., 2014)

Toplam renk değişim değeri: Taze ürünün renk değerlerine göre kurutma şartlarının etki ettiği toplam renk farklılık değerini belirlemek için kullanılmaktadır. Çakır (2015), toplam renk farklılık değerini belirlemek için 3 numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_t - L_k)^2 + (a_t - a_k)^2 + (b_t - b_k)^2} \quad (3)$$

Eşitlik 3'e göre; L_t , a_t ve b_t değerleri sırasıyla taze posaların parlaklık, kırmızı-yeşillik ve sarılık-mavilik renk değerlerini ifade ederken, L_k , a_k ve b_k değerleri ise kurutulmuş ürüne ait sırasıyla aynı renk değerlerini ifade etmektedir.

Kahverengileşme indeks değeri: Ürünün kahverengileşme indeks değerini ifade eden simge "BI" ve bu değerin hesaplanmasında ise "x" katsayısı değeri kullanılmaktadır.

Plou ve ark. (1999)' na göre "BI" ile "x" katsayısı değerlerinin belirlenmesi 4 ve 5 numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$BI = \frac{[100 (x-0,31)]}{0,17} \quad (4)$$

$$x = \frac{a+(1,75 \times L)}{[(5,64 \times L)+(a-(3,012 \times b))]} \quad (5)$$

3.9.Kuruma modeli

Kurutulan şeftali ve kayısı posalarının zamana bağlı ayrılan nem oranı değerlerini belirlemek için 6 numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$ANO = \frac{M-M_e}{M_0-M_e} \quad (6)$$

ANO: Ayrılabilir nem oranı

M: Ürünün anlık nem içeriği (kg su/kg kuru madde)

M_e: Ürüne ait verilen durumdaki nem değeri (kg su/kg kuru madde)

M₀: Ürünün başlangıç nem içeriği

Çizelge 3.1. İnce Tabakalı Matematiksel Kuruma Modelleri

Model ismi	Eşitlik	Kaynak
Exponential Decay	MR = k exp(-ht)+l exp(-jt)	Kemp ve ark. (2001)
Lewis	MR= exp (-kt)	Lewis WK (1921)
Page	MR = exp (-kt ⁿ)	Page (1949)
Wang Singh	MR= 1+k.t+h.t ²	Wang Singh (1978)

MR: Modelin fonksiyonu, k-h-l-j: Modele ait sabit katsayılar, t: Süre

Posaların kuruma verilerini modellemek için Exponential Decay, Lewis, Page ve Wang-Singh eşitlikleri kullanılmıştır (Çizelge 3.1.). Kurutma sonucunda ürünlerde nem oranları verilen eşitliklerle hesaplanmış ve verilen model eşitlikleri ile alınabilir nem oranı modellenmiş ve hangi modelin alınabilir nem oranını daha iyi tahmin ettiği belirlenmiştir.

3.10. Kimyasal Analiz

Taze ve kurutulmuş posaların suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve titrasyon asitliği (TA) analizleri yapılarak tüm kurutma yöntemleri karşılaştırılmıştır.

3.10.1. Suda Çözünür Kuru Madde oranı (SÇKM)

Taze şeftali ve kayısı posaları 5 kat, kurutulmuş şeftali ve kayısı posaları 15 kat seyreltilerek içeriklerinin belirlenmesi için mikser yardımıyla homojen hale getirilmiştir. Homojen hale gelen posalar ATAGO marka Pocket Refractometer PAL-1 tip dijital refraktometre yardımıyla S.Ç.K.M değeri ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Refraktometre (ATAGO, Pocket Refractometer PAL-1), ABD.

3.10.2. pH

Homojen haldeki şeftali ve kayısı posalarından 10 g posa örneği 40 g saf su eklenerek 50 g'a tamamlanmıştır. Çözelti HANNA 2211 marka pH-metre ile doğrudan cam elektrot daldırılarak pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. pH-metre (HANNA-2211), Almanya.

3.10.3. Titre edilebilir Asitlik (TA)

Karışım pH-8.01 olana kadar 0.1 normal NaOH ile fenolfitaleyn eşliğinde VELP SCIENTIFICA- ARE marka karıştırıcı ile titre edilerek titrasyon asitliği değeri belirlenmiştir (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Titrasyon asitliği ölçümü, İtalya.

Aşağıda verilen formüllerle % asitlik miktarı hesaplanmış ve g/100g olarak ifade edilmiştir.

$$\%Asitlik (g/100g) = \frac{V \times N \times Me}{M} \times 100 \quad (7)$$

V = Titrasyonda harcanan 0,1 N Na OH miktarı, ml

N = Na OH çözeltisinin normalitesi

Me = Eşdeğer gram ağırlığı

M = Örnek ağırlığı, g

3.11. İstatistiksel Analiz

Kurutma sıcaklıklarının posaların renklerine olan etkilerini belirlemek için SPSS paket programında $p < 0.05$ önem seviyesine göre, çoklu karşılaştırma analizi (DUNCAN) yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Kurutma Performans Değerleri

Bu çalışmada şeftali ve kayısı posaları etüv kurutma, vakumlu kurutma, laboratuvar tipi konvektif kurutma, gölge ve güneş ortamlarında kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuştur. Çalışmada şeftali için 83 ± 2 , kayısı için ise 79 ± 1 nem seviyelerinden $10-13$ nem seviyelerine inene kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. Çalışma 2021 yılının haziran ve ağustos aylarında sürdürülmüştür. Meteorolojiden alınan verilere göre haziran ayının ortalama sıcaklığı $20.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, ağustos ayının ortalama sıcaklığı $23.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Şeftali ve kayısı posalarının gölge ortamında kurutma da küflenme meydana geldiği görülmüştür (Şekil 4.1., Şekil 4.2.). Bu nedenle çizelgelerde ve modellemelerde gölge ortamındaki kurutma değerleri göz önünde bulundurulmayacaktır. Çizelge 4.1'de şeftali ve kayısı posalarının ortalama son nem değerleri (%yb) ile kuruma süreleri (dakika) verilmiştir.



Şekil 4.1. Gölge ortamında kurutulan şeftali posası



Şekil 4.2. Gölge ortamında kurutulan kayısı posası

Çizelge 4.1.Şeftali ve kayısı posalarının ortalama son nem değerleri (% yb) ile kuruma süreleri

Kurutma Materyali	Kurutma Yöntemleri	Kurutma Sıcaklıkları	Ortalama Son Nem Değerleri %yb	Kurutma Süreleri (dakika)
Şeftali Posası	Etüv	50°C	10.21	2430
		60°C	12.46	990
		70°C	12.84	630
	Vakum	50°C	10.21	1650
		60°C	12.76	930
		70°C	12.76	570
	Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	12.99	510
		60°C	10.44	390
		70°C	10.50	270
	Güneş	-	10.77	2520
Kayısı Posası	Etüv	50°C	11.62	2250
		60°C	11.12	1170
		70°C	13.23	810
	Vakum	50°C	10.96	1710
		60°C	10.38	990
		70°C	11.57	630
	Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	10.27	630
		60°C	11.76	510
		70°C	12.14	330
	Güneş	-	10.15	3240

Etüv, vakum ve konvektif kurutucu için kurutma hava sıcaklıkları 50, 60 ve 70 °C sabit tutularak kurutma işlemi uygulanmıştır.

Çizelge 4.1’ de verildiği gibi şeftali posasının en kısa kuruma süresi 70 °C’de laboratuvar tipi konvektif kurutucuda 4.5 saat olarak belirlenmiştir. En uzun kuruma süresi ise 42 saat ile güneş ortamında elde edilmiştir.

Kayısı posası örneklerinde ise en kısa kuruma süresi 70 °C’de laboratuvar tipi konvektif kurutucuda 5.5 saat olarak belirlenmiştir. En uzun kuruma süresi ise 54 saat ile güneş ortamında elde edilmiştir.

Etüv kurutucuda şeftali posası örnekleri için kurutma sıcaklıkları küçükten büyüğe olarak kuruma süreleri 40.5, 16.5 ve 10.5 saat olarak belirlenmiştir. Yaş baza göre son nem değerleri ise sırasıyla 10.21, 12.46 ve 12.84 olarak hesaplanmıştır. Kayısı posası örnekleri

için ise kurutma sıcaklıkları küçükten büyüğe olarak kuruma süreleri 37.5, 19.5 ve 13.5 saat olarak bulunmuştur. Yaş baza göre son nem değerleri ise 11.62, 11.12 ve 13.63 olarak hesaplanmıştır.

Vakum kurutucuda şeftali posası örnekleri için kurutma sıcaklıkları küçükten büyüğe olarak kuruma süreleri 27.5, 15.5 ve 9 saat olarak bulunmuştur. Yaş baza göre son nem değerleri ise 10.21, 12.76 ve 12.76 olarak hesaplanmıştır. Kayısı örneklerinde ise kuruma süreleri 28.5, 16.5 ve 10.5 saat olarak belirlenmiştir. Yaş baza göre son nem değerleri ise 10.96, 10.38 ve 11.57 olarak hesaplanmıştır.

Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda şeftali posası örnekleri için kurutma sıcaklıkları küçükten büyüğe olarak kuruma süreleri 8.5, 6.5 ve 4.5 saat olarak belirlenmiştir. Yaş baza göre son nem değerleri ise 12.99, 10.44 ve 10.50 olarak hesaplanmıştır. Kayısı posası örnekleri için ise 10.5, 8.5 ve 5.5 saat olarak belirlenmiştir. Yaş baza göre son nem değerleri ise 10.27, 11.76 ve 12.14 olarak hesaplanmıştır.

Güneş ortamında kurutmada şeftali posası 42 saat olarak belirlenmiş ve ürünler yaş baza göre %10.77 nem seviyesine gelene kadar kurutulmuştur. Kayısı posası ise 54 saat olarak belirlenmiş ve yaş baş baza göre %10.15 nem seviyesine gelene kadar kurutma işlemine devam edilmiştir.

Çizelge 4.1. incelendiğinde en hızlı kuruma her iki örnek için de 70 °C kurutma sıcaklığında laboratuvar tipi konvektif kurutucu olduğu gözlemlenmiştir. En yavaş ise kurutma ise şeftali posasında 10,5 saat, kayısı posasında 13,5 saat ile etüv kurutucu olduğu belirlenmiştir.

Kurutma sıcaklığı 60 °C olduğunda etüv, vakum ve laboratuvar tipi konvektif kurutucu için kuruma süreleri sırasıyla şeftali posasında 16.5, 15.5, 6.5 saat kayısı posasında ise 19.5, 16.5, 8.5 saat olarak belirlenmiştir. Aynı kurutma sıcaklığına sahip örneklerin laboratuvar tipi konvektif kurutucuda diğer kurutma yöntemlerine göre daha kısa sürmesinin sebebini kurutma havasının bir fan yardımıyla direkt olarak dışarı atılmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Kurutma sıcaklığı 50 °C olduğunda şeftali posasında etüv, vakum ve laboratuvar tipi konvektif kurutucu için sırasıyla kuruma süreleri 40.5, 27.5 ve 8.5 saat, kayısı posası için

sırasıyla kurutma süreleri 37.5, 28.5 ve 10.5 saat olarak belirlenmiştir. Kurutma sıcaklığı aynı olmasına rağmen arada bariz fark olmasının sebebi havadaki nemin uzaklaştırılma oranına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Kayran ve Doymaz (2017)' a göre kabinli kurutucuda yaptığı kayısı posası kurutma çalışmasında kurutma sıcaklığının artmasıyla kuruma süresinin azaldığını ifade etmiştir.

Koukouch ve ark. (2017)' na göre güneş enerjili bir kurutucu kullanarak kuruttıkları zeytin posasının kuruma süresinin, kurutma havası sıcaklığına bağlı olduğunu ve kurutma sıcaklığı arttıkça kuruma süresinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Karabulut ve ark. (2007)' na göre sıcak havalı kurutucu kullanarak yaptıkları kayısı kurutma çalışmasında kurutma sıcaklığının artması kurutma süresinin azaldığını belirtmiştir.

Sokac ve ark. (2022)' na göre vakumlu kurutucuda kurutma, konvansiyonel kurutucu kurutma ve güneşte kurutma yöntemlerini kullanarak yaptıkları üzüm posası kurutma çalışmasında kurutma sıcaklığının artması kuruma süresinin azalmasına sebep olduğunu ifade etmişlerdir.

4.2. Matematiksel Modelleme

Çalışmada yaygın olarak kullanılan Lewis, Page, Wang Singh ve Exponential Decay eşitlikleri kullanılmıştır. Modelleme işleminde kullanılan eşitlikler için parametre değerleri varyans analizi sonucu elde edilen p değerleri ve kararlılık katsayısı (R^2) değerleri Çizelge 4.2, 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.2. Şeftali posalarının ince tabakalı kurutma modellerine ait hesaplanan değerleri

Kurutma Materyali	Model Eşitlikleri	Kurutma Yöntemleri	Kurutma Sıcaklıkları	R^2	k	h	l	j
Şeftali Posası	Lewis	Etüv	50°C	0.9802	0.0703	-	-	-
			60°C	0.9899	0.1709	-	-	-
			70°C	0.9377	0.1809	-	-	-
		Vakum	50°C	0.9908	0.0978	-	-	-
			60°C	0.9829	0.1364	-	-	-
			70°C	0.9820	0.2326	-	-	-
			50°C	0.9589	0.2309	-	-	-
			60°C	0.9624	0.3004	-	-	-

		Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	70°C	0.9547	0.4444	-	-	-
		Güneş	-	0.9437	0.0834	-	-	-
	Page	Etüv	50°C	0.9981	0.0278	1.3470	-	-
			60°C	0.9996	0.1190	1.2162	-	-
			70°C	0.9982	0.0632	1.6773	-	-
		Vakum	50°C	0.9980	0.0641	1.1836	-	-
			60°C	0.9933	0.0915	1.2104	-	-
			70°C	0.9958	0.1638	1.2510	-	-
		Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	0.9938	0.1266	1.4510	-	-
			60°C	0.9930	0.1934	1.4038	-	-
			70°C	0.9962	0.3041	1.5033	-	-
		Güneş	-	0.9650	0.1519	0.7718	-	-
	Wang Singh	Etüv	50°C	0.9983	-0.0531	0.0007	-	-
			60°C	0.9993	-0.1327	0.0045	-	-
			70°C	0.9869	-0.1281	0.0030	-	-
		Vakum	50°C	0.9989	-0.0747	0.0014	-	-
			60°C	0.9990	-0.1037	0.0027	-	-
			70°C	0.9999	-0.1768	0.0079	-	-
		Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	0.9956	-0.1710	0.0064	-	-
			60°C	0.9982	-0.2209	0.0105	-	-
			70°C	0.9964	-0.3170	0.0213	-	-
		Güneş	-	0.8864	-0.0585	0.0009	-	-
	Exponential Decay	Etüv	50°C	0.9851	0.5388	0.0750	0.5166	0.0750
			60°C	0.9933	0.5268	0.1808	0.5162	0.1808
			70°C	0.9566	0.5601	0.2027	0.5334	0.2027
		Vakum	50°C	0.9926	0.5216	0.1025	0.5125	0.1025
			60°C	0.9855	0.5202	0.1418	0.5113	0.1418
			70°C	0.9857	0.5271	0.2443	0.5143	0.2443
		Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	0.9722	0.5461	0.2546	0.5207	0.2546
			60°C	0.9688	0.5387	0.3245	0.5181	0.3245
			70°C	0.9635	0.5481	0.4799	0.5208	0.4799
		Güneş	-	0.9727	0.2241	0.7160	0.7768	0.0622

Tüm değerlerde $p < 0.05$ olduğundan istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.2'ye göre şeftali posaları için Lewis eşitliğinde yüksek R^2 değeri vakum kurutucuda 50 °C'de 0.9908 iken, en düşük değer etüv kurutucuda 70 °C'de 0.9377 olarak belirlenmiştir (Ek-1).

Page eşitliğinde en yüksek R^2 değeri etüv kurutucuda 60 °C'de 0.9996 iken en düşük değer laboratuvar tipi konvektif kurutucuda 60 °C'de 0.9930 olarak belirlenmiştir (Ek-2).

Wang Singh eşitliğinde en yüksek R^2 değeri vakum kurutucuda 70 °C'de 0.9999 iken en düşük değer güneş ortamında 0.8864 olarak belirlenmiştir (Ek-3).

Exponential Decay eşitliğinde ise en yüksek R^2 değeri etüv kurutucuda 60 °C’de 0.9933 iken en düşük değer etüv kurutucuda 70 °C’de 0.9566 olarak belirlenmiştir (Ek-4).

Çizelge 4.3. Kayısı posalarının ince tabakalı kurutma modellerinin hesaplanan değerleri

Kurutma Materyali	Model Eşitlikleri	Kurutma Yöntemleri	Kurutma Sıcaklıkları	R^2	k	h	n	m
Kayısı Posası	Lewis	Etüv	50°C	0.9808	0.0665	-	-	-
			60°C	0.9972	0.1554	-	-	-
			70°C	0.9966	0.2005	-	-	-
		Vakum	50°C	0.9888	0.0963	-	-	-
			60°C	0.9901	0.1527	-	-	-
			70°C	0.9722	0.2009	-	-	-
		Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	0.9818	0.2573	-	-	-
			60°C	0.9832	0.2869	-	-	-
			70°C	0.9819	0.4433	-	-	-
		Güneş	-	0.9291	0.0508	-	-	-
	Page	Etüv	50°C	0.9989	0.0273	1.3296	-	-
			60°C	0.9998	0.1292	1.1036	-	-
			70°C	0.9993	0.1723	1.0995	-	-
		Vakum	50°C	0.9984	0.0578	1.2225	-	-
			60°C	0.9990	0.1077	1.1958	-	-
			70°C	0.9965	0.1184	1.3545	-	-
		Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	0.9998	0.1723	1.3171	-	-
			60°C	0.9963	0.2145	1.2481	-	-
			70°C	0.9977	0.3524	1.2808	-	-
		Güneş	-	0.9309	0.0391	1.0863	-	-
	Wang Singh	Etüv	50°C	0.9984	-0.0508	0.0007	-	-
			60°C	0.9958	-0.1190	0.0037	-	-
			70°C	0.9970	-0.1568	0.0065	-	-
		Vakum	50°C	0.9985	-0.0746	0.0014	-	-
			60°C	0.9994	-0.1192	0.0037	-	-
			70°C	0.9986	-0.1524	0.0056	-	-
		Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	0.9977	-0.2008	0.0103	-	-
			60°C	0.9994	-0.2234	0.0128	-	-
			70°C	0.9997	-0.3375	0.0292	-	-
		Güneş	-	0.9396	-0.0388	0.0004	-	-
	Exponential Decay	Etüv	50°C	0.9880	0.5403	0.0718	-	-
			60°C	0.9983	0.5125	0.1603	0.5110	0.1603
			70°C	0.9977	0.5112	0.2063	0.5096	0.2062
		Vakum	50°C	0.9923	0.5264	0.1018	0.5125	0.1018
			60°C	0.9933	0.5242	0.1610	0.5161	0.1610
			70°C	0.9778	0.5372	0.2190	0.5186	0.2190
		Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	0.9899	0.5418	0.2793	0.5207	0.2793
			60°C	0.9843	0.5292	0.3097	0.5134	0.3097
			70°C	0.9830	0.5353	0.4793	0.5130	0.4793
		Güneş	-	0.8358	0.1351	0.0481	0.7706	0.0481

Tüm değerlerde $p < 0.05$ olduğundan istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.3 incelendiğinde kayısı posalarında Lewis eşitliği en yüksek R^2 değeri etüv kurutucuda 60 °C’de 0.9972, en düşük R^2 değeri ise güneş ortamında 0.9291 olarak belirlenmiştir (Ek-5).

Page eşitliği için en yüksek R^2 değeri etüv kurutucuda 60 °C’de laboratuvar tipi konvektif kurutucuda 50 °C’de 0.9998 iken, en düşük değer ise güneş ortamında 0.9309 olarak belirlenmiştir (Ek-6).

Wang Singh eşitliği için en yüksek R^2 değeri laboratuvar tipi konvektif kurutucuda 70 °C’de 0.9997 iken, güneş ortamında 0.9396 olarak belirlenmiştir (Ek-7).

Exponential Decay eşitliğinde ise en yüksek R^2 değeri etüv kurutucuda 60 °C’de 0.9983 iken, en düşük R^2 değeri güneş ortamında 0.8358 olarak belirlenmiştir (Ek-8)

Şeftali ve kayısı posalarından elde edilen R^2 değerleri genel olarak bire çok yakın bulunmuştur. Ancak Page, Wang Singh ve Exponential Decay eşitlikleri için en düşük hesaplama başarısının güneş ortamında olduğu belirlenmiştir.

Elik (2023) radyo frekans kurutma teknolojisini kullanarak siyah havuç posası kurutmuş ve matematiksel modellemesini yapmıştır. Çalışmada kuruma karakteristiklerini en iyi tanımlayan model Midilli modeli olmuştur.

Maamar ve ark. (2023) zeytin posasını vakumla kurutulmasının matematiksel modellemesini çalışmışlardır. En uygun modelin ise Diffusion Approach olduğunu tespit etmişlerdir.

Öztürk ve Öztürk (2022) kabin tipi kurutucularda güneş enerjisi ile kayısı kurutmuşlardır. Kuruma karakteristiklerine en uygun modelin Weibull olduğunu tespit etmişlerdir.

Kingsly ve ark. (2007) şeftali dilimlerini tünel kurutucuda kurutulmuş ve sıcaklık ve ön işlemlerin etkisini araştırmışlardır. Matematiksel modelleme ise Newton, Page, Modified Page, Henderson and Pabis, Logaritmik ve Wang Singh olmak üzere altı farklı model kullanmıştır. En uygun sonucu veren modelin ise Logaritmik olduğunu tespit etmiştir.

Doymaz (2014)’a göre farklı kızılötesi güç seviyelerinde kuruttuğu şeftali dilimlerini 15 farklı ince katmanlı kurutma modeline yerleştirdi. En uygun modelin Midilli ve ark. olduğunu tespit etmiştir.

4.3. Renk Değerleri

Yapılan analizde tüm örneklerden 15'er veri alınıp bunların ortalama değerleri kullanılmıştır. Sonucunda Kroma değerleri (C), Hue açısı (h°), kahverengilik indeksi (BI) ve toplam renk değişimi (ΔE) değerlerine ulaşılmıştır. Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5' te şeftali ve kayısı posalarına ait ölçülen ortalama renk değeri ile Duncan testine göre yöntemlerine göre arasındaki farklar verilmiştir. Çizelge 4.6. ve Çizelge 4.7' de ise şeftali ve kayısı posalarına ait hesaplanan renk değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.4. Şeftali posalarının ölçülen ortalama renk değerlerinin istatistiksel farklılıkları

Kurutma Yöntemleri	Kurutma Sıcaklıkları	L	a	b
Taze	-	50.92 ^c	10.98 ^g	32.47 ^a
Etüv	50°C	50.84 ^c	12.28 ^f	20.76 ^g
	60°C	53.84 ^a	16.19 ^{bc}	23.14 ^{ef}
	70°C	51.67 ^{bc}	16.15 ^{bc}	21.07 ^g
Vakum	50°C	54.32 ^a	13.53 ^e	23.92 ^{de}
	60°C	53.83 ^a	13.50 ^e	25.92 ^{bc}
	70°C	52.36 ^b	13.34 ^e	24.92 ^{cd}
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	49.01 ^d	15.60 ^{cd}	26.51 ^b
	60°C	52.28 ^b	16.96 ^{ab}	22.60 ^f
	70°C	52.31 ^b	17.24 ^a	25.69 ^{bc}
Güneş	-	49.00 ^d	14.87 ^d	18.74 ^h

Çizelge 4.4. incelendiğinde şeftali posalarının taze ürüne göre “L” parlaklık değerinin yalnız etüv kurutucuda 50 °C’de aynı olduğu gözlemlenmiştir. Diğer kurutma yöntemleri ve kurutma sıcaklıklarında “L” değerinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Etüv 60 °C ve vakum 50-60°C ile vakum 70°C ve laboratuvar tipi konvektif kurutucu 60-70°C’de %5 önem seviyesine göre istatistiki açıdan bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca laboratuvar tipi konvektif kurutucu 50 °C ve güneşte kurutmada da fark olmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelgeye bakıldığında tüm kurutma yöntemleri ve kurutma sıcaklıklarında “a” kırmızılık değerinin farklı olduğu gözlemlenmiştir. Etüv 60-70 °C ve vakum tüm kurutma sıcaklıkları arasında istatistiki açıdan fark olmadığı belirlenmiştir.

“b” sarılık değeri incelendiğinde tüm kurutma yöntemleri ve kurutma sıcaklıklarının farklı olduğu tespit edilmiştir. Etüv 50-60 °C ile vakum 60 °C ve laboratuvar tipi konvektif kurutucu 70°C arasında da istatistiki açıdan fark bulunamamıştır.

Çizelge 4.5. Kayısı posalarının ölçülen ortalama renk değerlerinin istatistiksel farklılıkları

Kurutma Yöntemleri	Kurutma Sıcaklıkları	L	a	b
Taze	-	54.77 ^a	6.75 ^e	34.85 ^a
Etüv	50°C	44.66 ^f	15.04 ^a	22.03 ^e
	60°C	46.55 ^{de}	15.11 ^a	23.56 ^{cd}
	70°C	47.59 ^{cd}	14.76 ^a	24.93 ^c
Vakum	50°C	50.48 ^b	14.93 ^a	28.22 ^b
	60°C	55.78 ^a	14.08 ^b	34.58 ^a
	70°C	55.05 ^a	14.09 ^b	34.58 ^a
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	46.31 ^{de}	12.96 ^c	22.65 ^{de}
	60°C	44.66 ^b	15.04 ^d	22.03 ^b
	70°C	48.31 ^c	11.92 ^d	29.42 ^b
Güneş	-	45.47 ^{ef}	15.19 ^a	20.28 ^f

Çizelge 4.5 incelendiğinde kayısı posası taze ürüne göre “L” parlaklık değeri vakum 60-70°C kurutma sıcaklıklarında istatistiki açıdan fark olmadığı tespit edilmiştir. Etüv 60°C ve laboratuvar tipi konvektif kurutucu 50°C ile vakum 50°C ve laboratuvar tipi konvektif kurutucu 60°C aralarında %5 önem seviyesine göre istatistiki açıdan fark olmadığı gözlemlenmiştir.

“a” kırmızılık değeri incelendiğinde taze ürüne göre bütün kurutma yöntemleri ve kurutma sıcaklıklarının farklı olduğu tespit edilmiştir. Etüv kurutucunun tüm sıcaklıkları ve vakum 50°C, vakum 60-70°C ile laboratuvar tipi konvektif kurutucu 60-70°C kurutmada %5 önem seviyesine göre istatistiki açıdan fark olmadığı tespit edilmiştir.

“b” sarılık değeri incelendiğinde taze ürüne göre vakum 60-70°C kurutmada fark olmadığı gözlemlenmiştir. Vakum 50°C ve laboratuvar tipi konvektif kurutucu 60-70°C kurutmada da istatistiki açıdan fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Şeftali posalarının hesaplanan renk değerleri

Kurutma Yöntemleri	Kurutma Sıcaklıkları	C	H, Derece	ΔE	BI
Taze	-	34.28	75.05	-	-
Etüv	50°C	24.11	51.05	64.81	104.91
	60°C	28.24	58.85	74.79	121.03
	70°C	26.54	54.79	69.67	112.74
Vakum	50°C	27.48	58.40	74.12	120.00
	60°C	29.23	62.51	79.30	128.39
	70°C	28.27	60.33	76.55	123.93
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	30.76	65.15	82.70	133.88
	60°C	28.26	58.45	74.33	120.27
	70°C	30.94	64.75	82.27	133.15
Güneş	-	23.92	49.19	62.58	101.25

Çizelge 4.6. incelendiğinde taze ürünün kroma değeri (renk doygunluğu, C) 34.28 olarak bulunmuştur. En düşük değer güneşte kurutmada 23.92 iken en yüksek değer 30.94 olarak laboratuvar tipi konvektif kurutucuda bulunmuştur. Taze ürüne en yakın değer 70 °C’de laboratuvar tipi konvektif kurutucuda hesaplanmıştır. Güneşte kurutma yöntemi en düşük değeri vermiş olup bunun sebebi kurutma süresinin daha uzun olması ve dış ortam havasının sıcaklığının gece gündüz farkına bağlı olarak değişken olması düşünülmektedir.

Taze ürünün hue açısı 75.05 olarak belirlenmiştir. En düşük hue açısı 49.19 ile güneşte kurutmada, en yüksek ve taze ürüne en yakın hue açısı 65.15 ile 50 °C’de laboratuvar tipi konvektif kurutucuda bulunmuştur.

Toplam renk değişimi (ΔE) en düşük 62.58 ile güneşte kurutmada, en yüksek 82.70 ile 50 °C’de laboratuvar tipi konvektif kurutucuda hesaplanmıştır.

BI (Kahverengileşme indeksi) kurutma yöntem ve sıcaklıkları ayrı ayrı incelendiğinde en düşük kahverengileşme indeksi 101.25 ile güneşte kurutmada bulunmuştur.

Etüv kurutmada kahverengileşme indeksi değerleri 50, 60 ve 70 °C için sırasıyla 104.91-121.03 ve 112.74 olarak bulunmuştur.

Vakum kurutmada kahverengileşme indeksi değerleri 50, 60 ve 70 °C için sırasıyla 120-128.39 ve 123.93 olarak hesaplanmıştır.

Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda kahverengileşme indeksi değerleri 50, 60 ve 70 °C için sırasıyla 133.88-120.27 ve 133.15 olarak hesaplanmıştır. En yüksek değer 50 °C kurutma sıcaklığında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Kayısı posalarının hesaplanan renk değerleri

Kurutma Yöntemleri	Kurutma Sıcaklıkları	C	H, Derece	ΔE	BI
Taze	-	35.50	78.80	-	-
Etüv	50°C	26.67	55.73	70.81	114.60
	60°C	27.99	58.83	74.72	120.94
	70°C	28.97	61.32	77.85	126.02
Vakum	50°C	31.93	68.20	86.52	140.08
	60°C	37.34	81.09	102.76	166.42
	70°C	37.34	81.08	102.75	166.40
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	26.10	55.40	70.32	113.84
	60°C	26.67	55.73	70.81	114.60
	70°C	31.74	68.94	87.37	141.49
Güneş	-	25.34	52.43	66.66	107.88

Çizelge 4.7. incelendiğinde kroma (Renk doygunluğu, C) değeri taze ürünün 35.50 olarak belirlenmiştir. En düşük değer güneşte kurutmada 25.34 iken, en yüksek değer 37.34 ile vakum kurutmada 60 ve 70 °C’lerde bulunmuştur.

Hue açısı taze ürünün 78.80 olarak hesaplanmıştır. Kayran ve Doymaz (2017)’a göre yaptıkları kayısı posası kurutma çalışmasında Hue açısı değerini taze üründe 76.93 olarak hesaplamıştır. En düşük hue açısı güneşte kurutmada 52.43 iken en yüksek hue açısı 60 °C vakum kurutmada 81.09 olarak bulunmuştur.

Toplam renk değişimi en düşük güneşte kurutmada 66.66, en yüksek 60°C vakum kurutmada 102.76 olarak bulunmuştur.

BI (Kahverengileşme indeksi) değeri en düşük güneşte kurutmada 107.88 iken en yüksek 60°C vakum kurutucuda 166.42 olarak hesaplanmıştır.

Kayısı posasının hesaplanan renk değerlerinde tazeye en yakın değerler vakum kurutma yönteminde tespit edilmiştir.

Bayana ve İçier (2019)' a göre farklı kızılötesi ısıtma güçleri ile kuruttukları domates posası çalışmasında en düşük güç uygulamasında ürün her ne kadar daha fazla ısıya ve ışığa maruz kalmış olsa da uygulanan güç değeri düşük olduğu için L^* ve a^* değerlerinin daha yüksek değerlerde olduğunu belirtmişlerdir.

Karabulut ve ark. (2007)' na göre sıcak havalı kurutucu kullanarak yaptıkları kayısı kurutma çalışmasında güneşte kurutmada a^* değerleri yaklaşık iki kat artarak rengin koyulaştığını göstermiştir. Sıcak havayla yapılan kurutma işleminin renk değerleri her durumda güneşte kurutmadan daha iyi sonuç verdiğini ifade etmişlerdir.

Kayran ve Doymaz (2017) yaptıkları çalışmada kayısı posasını farklı sıcaklıklarda kurutmuştur. L parlaklık değerinin kurutma sıcaklığının artması ile birlikte azaldığını, toplam renk değerinin de arttığını belirtmişlerdir.

Polatçı ve ark. (2018)' na göre etüv kurutucuda farklı kurutma havası sıcaklıklarında kurutulan şeftali posasının sıcaklık değerleri arttıkça kuru ürünlerde kahverengileşme değerinin taze ürünlere göre daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Constenla ve ark. (2002)' yaptıkları çalışmada elma posasını farklı kurutma sıcaklıklarında kurutmuşlardır. Kurutulan elma posasının kurutma hava sıcaklığının artması ile toplam renk değişim değerinin de arttığını bildirmişlerdir.

4.4. Kimyasal Analiz

Belirtilen tüm kurutma yöntemlerinde kurutulan ürünler ile taze ürünler %5 önem seviyesine göre SPSS programı kullanılarak Duncan testi yapılmıştır. Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da kimyasal analizlere ait sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 4.8. Şeftali posası için kimyasal analiz değerleri

Kurutma Yöntemi	Kurutma Sıcaklıkları	pH	TA	SÇKM
Taze	-	4.12 ^b	0.31 ^e	10.5 ^f
Etüv	50°C	4.16 ^a	1.16 ^d	59.5 ^a
	60°C	3.98 ^f	1.71 ^b	53.0 ^{cde}
	70°C	4.02 ^d	1.58 ^b	54.0 ^{bcd}
Vakum	50°C	4.05 ^c	1.37 ^c	56.0 ^{bc}
	60°C	4.17 ^a	1.15 ^d	52.5 ^{de}
	70°C	3.87 ^g	1.86 ^a	55.0 ^{bcd}
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	4.01 ^d	1.43 ^c	57.0 ^{ab}
	60°C	4.03 ^{cd}	1.58 ^b	55.5 ^{bcd}
	70°C	4.02 ^d	1.66 ^b	52.0 ^e
Güneş	-	3.92 ^e	1.90 ^a	54.0 ^{bcd}

*Ortalama değerler (p<0.05) önem seviyesine göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.8'deki değerler incelendiğinde taze şeftali posasının pH değeri 4.12 olarak hesaplanmıştır. En yüksek pH değeri vakum kurutucuda 60 °C'de 4.17 iken en düşük değer 3.87 ile yine vakum kurutucuda 70 °C 'de olduğu belirlenmiştir.

pH değerlerine bakıldığında etüv 50 °C ile vakum 60 °C arasında, etüv 70 °C ile laboratuvar tipi konvektif kurutucu 50 ve 70 °C aralarında istatistiki açıdan bir fark bulunmamıştır.

TA değerleri incelendiğinde taze posa 0.31 olarak belirlenmiştir. Etüv 50 °C ile vakum 60°C, etüv 60-70 °C ile laboratuvar tipi konvektif kurutucu 60-70 °C, etüv 50 ile vakum 60 °C, vakum 70 °C ile güneş arasında istatistiki açıdan bir fark bulunamamıştır.

Çalışmada şeftali posasının SÇKM değerleri göz önüne alındığında taze posanın değeri 10.5 olarak hesaplanmıştır. Etüv 70 °C vakum 70 °C ve güneş arasında istatistiki açıdan fark bulunamamıştır.

Çizelge 4.9. Kayısı posaları için kimyasal analiz değerleri

Kurutma Yöntemi	Kurutma Sıcaklıkları	pH	TA	SÇKM
Taze	-	4.38 ^a	0.39 ^c	14.33 ^d
Etüv	50°C	4.33 ^c	1.67 ^b	58.50 ^c
	60°C	4.33 ^{cd}	1.71 ^b	60.50 ^{bc}
	70°C	4.31 ^e	1.86 ^a	64.50 ^{ab}
Vakum	50°C	4.31 ^{de}	1.86 ^a	67.50 ^a
	60°C	4.38 ^a	1.66 ^b	62.50 ^{abc}
	70°C	4.38 ^a	1.68 ^b	63.00 ^{abc}
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	50°C	4.32 ^{cde}	1.86 ^a	64.00 ^{ab}
	60°C	4.38 ^a	1.71 ^b	63.50 ^{abc}
	70°C	4.35 ^b	1.73 ^{ab}	63.50 ^{abc}
Güneş	-	4.33 ^{cde}	1.87 ^a	64.00 ^{ab}

*Ortalama değerler (P<0.05) önem seviyesine göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9 incelendiğinde pH değeri taze kayısı posasında 4.38 olarak bulunmuştur. Vakum 60-70 °C ve laboratuvar tipi konvektif kurutucu 60 °C’de tazeye göre istatistiki açıdan bir fark olmadığı gözlemlenmiştir.

TA değerinde taze kayısı posası 0.39 olarak hesaplanmıştır. Etüv 50-60 °C, Vakum 60-70 °C ve laboratuvar tipi konvektif kurutucu 60 °C arasında istatistiki açıdan fark bulunamamıştır.

SÇKM değeri taze kayısı posasında 14.33 olarak bulunmuştur. En yüksek SÇKM değerini vakum 50 °C’de 67.50 iken en düşük değer 58.50 ile etüv 50 °C de olduğu belirlenmiştir. Vakum 60-70 °C ile laboratuvar tipi konvektif kurutucu 60-70 °C arasında istatistiki açıdan fark bulunmamıştır.

5.SONUÇ

Bu çalışmada şeftali ve kayısı posaları beş farklı kurutma yönteminde ve üç farklı kurutma sıcaklık değerlerinde kurutulmuştur.

Kurutma yöntemleri kurutma süreleri bakımında incelendiğinde hem şeftali hem de kayısı posası için en kısa kuruma süresi laboratuvar tipi konvektif kurutucu yönteminde 70 °C kurutma sıcaklığında sırasıyla 4.5 ve 5.5 saat olarak bulunmuştur. En uzun kurutma süresi ise şeftali posasında 42 saat, kayısı posasında 54 saat olarak güneşte kurutma yönteminde bulunmuştur.

Matematiksel modelleme için Lewis, Page, Wang Singh ve Exponential Decay olmak üzere dört eşitlik kullanılmış ve aralarında en büyük R^2 değeri şeftali posası için Wang Singh modelinde vakum kurutucuda 70 °C kurutma sıcaklığında 0.9999 olarak, kayısı posası için Page modelinde laboratuvar tipi konvektif kurutucuda 50 °C kurutma sıcaklığında ve etüv kurutucuda 60 °C kurutma sıcaklığında 0.9998 olarak bulunmuştur.

Kurutulan posalarda tazeye en yakın L değeri şeftali posası için etüv kurutucuda 50 °C kurutma sıcaklığında, kayısı posası için vakum kurutucuda 60 ve 70 °C kurutma sıcaklığında görülmüştür. a değerini en iyi koruyan yöntem şeftali posasında etüv kurutucuda 50 °C kurutma sıcaklığında, kayısı posasında laboratuvar tipi konvektif kurutucu 70 °C kurutma sıcaklığında görülmüştür. b değerini en iyi koruyan yöntem şeftali posasında vakum kurutucuda 60 °C kurutma sıcaklığında ve kayısı posasında vakum kurutucuda 60 ve 70 °C kurutma sıcaklığında görülmüştür.

Kroma değerini en iyi koruyan yöntem şeftali posasında konvektif kurutucuda 70 °C, kayısı posasında ise vakum kurutucuda 60 ve 70 °C kurutma sıcaklığında tespit edilmiştir.

Kimyasal analizlerin sonuçları incelendiğinde şeftali ve kayısı posaları için en iyi değerleri veren yöntemin vakum kurutucuda 60 ve 70 °C kurutma sıcaklığında olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak yapılan araştırmada tüm veriler incelendiğinde, şeftali ve kayısı posası için uygulanan kurutma yöntemleri arasından, renk değerini en iyi koruyan yöntem vakum kurutucu olduğu tespit edilmiştir.

6.KAYNAKLAR

- Agudo, J.E., Pardo, P.J., Sánchez H., Pérez, A. L., Suero, M. I., 2014. A Low Cost Real Color Picker Based on Arduino Sensors. 14 (7), 11943-11956.
- Akdoğan, Ş., 2019. Kara Havuç Posasından Farklı Kurutma Yöntemleri Kullanılarak Kara Havuç Tozu Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Altay, K., 2016. Iğdır Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Şeftali Genotiplerinin Fenolojik, Pomolojik ve Kimyasal Özelliklerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi, Iğdır.
- Anonim, 2020. Food and Agriculture Organization.. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Erişim Tarihi: 01.04.2023.
- Anonim, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> Erişim Tarihi: 01.04.2023
- Aslankaya, Ö., 2019. Üzüm Posasının (Cibre) Farklı Kurutucular Kullanılarak Kurutulması ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elâzığ.
- Bayana, D., ve İçier, F., 2019. Domates Posasının Farklı Kızılötesi Isıtma Güçlerinde Kurutulması. 4th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress, Afyonkarahisar.
- Bousselma, A., Abdessemed, D., Tahraoui, H., Amrane, A., 2021. Artificial intelligence and mathematical modelling of the drying kinetics of pre-treated whole apricots. *Kemija u industriji*, 70 (11-12), 651-667.
- Constenla, D., Ponce, A.G., Lazano, J.E., 2002. Effect of Pomace Drying on Apple Pectin, *LWT - Food Science and Technology* 35(3), 216–221.
- Çakır, M.T. 2015. Güneş Enerjisinden Yararlanarak Tarım Ürünlerinin Kurutulması. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1), 41-56.
- Çelebi, K., 2011. Kayısının kuruması sırasında renk değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Çelik, E., Parlak, N., 2022. Şeker Pancarı Posasının Bantlı Kurutucuda Kuruma Karakteristiklerinin Deneysel İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (34), 733-738.
- Doymaz, İ., 2014. Şeftali dilimlerinin kızılötesi kurutulması için ince tabaka kurutma modellerinin uygunluğu. *Gıda işleme ve muhafaza dergisi*, 38 (6), 2232-2239.
- Elik, A., 2023. Siyah havuç posasının radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulması ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (29), 12-20.
- Gündoğdu, B., 2020. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Balkabağı Posasından Fenolik Madde Ekstraksiyonuna Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye.

- İncedayı, B., Tamer, C. E., Sinir, G.Ö., Suna, S., Çopur, Ö.U., 2016. Impact of different drying parameters on color, β -carotene, antioxidant activity and minerals of apricot (*Prunus armeniaca* L.). Food Science and Technology, 36, 171-178.
- İsaeva, J., 2007. Kayısı kurutmasının deneysel ve teorik olarak araştırılması. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- İzli, N., 2016. Kayısının (*Prunus armeniaca* L.) konvektif, mikrodalga ve mikrodalga-konvektif yöntemleriyle kurutulması ve matematiksel modellenmesi. Anadolu Journal of Agriculture Sciences, 31, 375-384.
- Kaplan, M., Levent, O., 2019. Farklı kurutma yöntemlerinin 12-Kadıoğlu kayısı çeşidinin uçucu organik bileşenleri üzerine etkisi. Derim, 36(2), 168-176.
- Karabulut, İ., Topcu, A., Duran, A., Turan, S., Öztürk, B., 2007. Effect of hot air drying and sun drying on color values and β -carotene content of apricot (*Prunus armeniaca* L.). LWT-Food Science and Technology, 40(5), 753-758.
- Kavdır, İ., Kocabıyık, H., Büyükcın, M.B., Ceylan, K., 2007. Farklı Renk Sistemlerinin Elmanın Hasat Sonrası Değerlendirmesindeki Etkinlikleri. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi, 5-6 Eylül, Kahramanmaraş.
- Kayran, S. ve Doymaz, İ., 2017. Sıcak hava kurutucusunda kayısı posasının kurutma kinetiğinin ve fizikokimyasal karakterizasyonunun belirlenmesi. Termal Analiz ve Kalorimetri Dergisi, 130, 1163-1170.
- Kayran, S., 2019. Kayısı ve Atıklarının Kurutma Karakteristiklerinin İncelenmesi ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kayran, S., Doymaz, İ., 2019. Infrared drying of apricot pomace. Latin American Applied Research-An international journal, 49(4), 213-218.
- Kemp, I.C., Fyhr, B.C., Laurent, S., Roques, M.A., Groenwold, C.E., Tsotsas, E., Sereno, A.A., Bonazzi, C.B., Bimbenet, J.-J. and Kind, M., 2001. Methods for processing experimental drying kinetics data, Drying Technology, 19(1): 15 –34.
- Kingsly, R.P., Goyal, R.K., Manikantan, M.R., İlyas, S.M., 2007. Ön işlemlerin ve kurutma havası sıcaklığının şeftali diliminin kuruma davranışına etkisi. Uluslararası gıda bilimi ve teknolojisi dergisi, 42 (1), 65-69.
- Koukouch, A., Idliman, A., Asbik, M., Sarh, B., Izrar, B., Bostyn, S., Bah, A., Ansari, O., Zegaoui, O., Amine, A., 2017. Perimental Determination of the Effective Moisture Diffusivity and Activation Energy During Convective Solar Drying of Olive Pomace Waste. Renewable Energy, 101, 565-574.
- Kruczek, M., Drygaś, B., Habryka, C., 2016. Meyve endüstrisinde prina ve çağdaş potansiyel uygulamaları. World Scientific News, (48), 259-265.
- Kurtulmuş, F., Polat, A., İzli, N., 2020. Yapay Sinir Ağları Kullanarak Kayısının Farklı Kurutma Yöntemleriyle Kurutulmasında Kuruma Hızı ve Nem İçeriği Parametrelerinin Modellenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(2), 261-269.

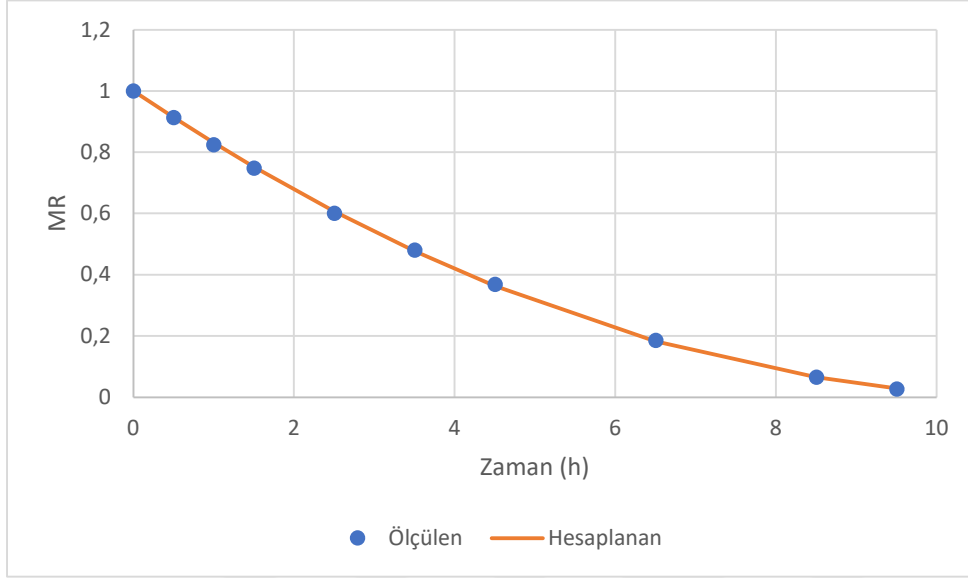
- Lalas, S., Alibade, A., Bozinou, E., Makris, D. P., 2019. Drying optimisation to obtain carotenoid-enriched extracts from industrial peach processing waste (pomace). *Beverages*, 5(3), 43.
- Lewis W.K., 1921. The rate of drying of solid materials. *Industrial Engineering Chemistry*, 13, 427-443.
- Maamar, M.I., Badraoui, M., Mazouzi, M., Mouakkir, L., 2023. Zeytin Prinasının Vakumla Kurutulmasının Matematiksel Modellenmesi. *Bilimlerde Eğilimler*, 20(2), 3822-3822.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, 27, 1254- 1255.
- Nasri, F., 2020. Solar thermal drying performance analysis of banana and peach in the region of Gafsa (Tunisia). *Case Studies in Thermal Engineering*, 22, 100771.
- Özbek, H. N., Elik, A., Işınay, B., Sever, M., Bulut, Ş. E., Yanık, D. K., Göğüş, F., 2021. Kombine Kurutma Sistemiyle Kurutulan Kayısıların Renk Parametreleri Üzerine Depolamanın Etkisi. *Akademik Gıda*, 19(3), 257-266.
- Öztürk, H.K., Öztürk, H.M., 2022. Kabin Tipi Kurutucularda Güneş Enerjisi ile Kayısı Kurutulması. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 37(2), 198-210.
- Page, G., 1949. Factors Influencing the Maximum Rates of Air-Drying Shelled Corn in Thin Layer. M.S. Thesis. Department of Mechanical Engineering, Purdue University, West Lafayette, IN, USA.
- Pavkov, I., Radojčin, M., Stamenković, Z., Kešelj, K., Tylewicz, U., Sipos, P., Sedlar, A., 2021. Effects of osmotic dehydration on the hot air drying of apricot halves: Drying kinetics, mass transfer and shrinkage. *Processes*, 9(2), 202.
- Plou, E., Lopez-Malo, A., Barbosa-Canovas, G.V., WeltiChanes, J., Swanson, B.G., 1999. Polyphenoloxidase Activity and Color of Blended and High Hydrostatic Pressure Treated Banana Puree. *Journal of Food Science*, 64(1), 42- 45.
- Polat, A., Taşkın, O., İzli, N., 2021. Application of Different Drying Techniques on Peach Puree. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(2), 211-218.
- Polatçı, H., Taşova, M., 2017. Sıcaklık Kontrollü Mikrodalga Kurutma Yönteminin Alıç (*Crataegus* spp. L.) Meyvesinin Kuruma Karakteristikleri ve Renk Değerleri Üzerine Etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(10), 1130-1135.
- Polatçı, H., Taşova, M., Saraçoğlu, O., 2020. Armut (*Pirus communis* L.) posasının bazı kalite değerleri açısından uygun kurutma sıcaklığının belirlenmesi. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 8(3), 540-546.
- Polatçı, H., Taşova, M., Saraçoğlu, O., Taşkın, O., 2018. Şeftali (*Prunus persica* L.) Posasının Farklı Sıcaklıklarda Kuruma Parametrelerin Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 14(3), 149-156.
- Roussos, P.A., Denaxa, N.K., Tsafouros, A., Efsthios, N., Intidhar, B., 2016. Nutritional composition of fruit cultivars. London: Academic Press. 19-46.
- Sokač, T., Gunjević, V., Pušek, A., Tušek, A.J., Dujmić, F., Brnčić, M., Ganič, K.K., Jakovljević, T., Uher, D., Mitrić, G., Redovniković, I.R., 2022. Comparison of

Drying Methods and Their Effect on the Stability of Graševina Grape Pomace Biologically Active Compounds. Foods, 11 (1), 112.

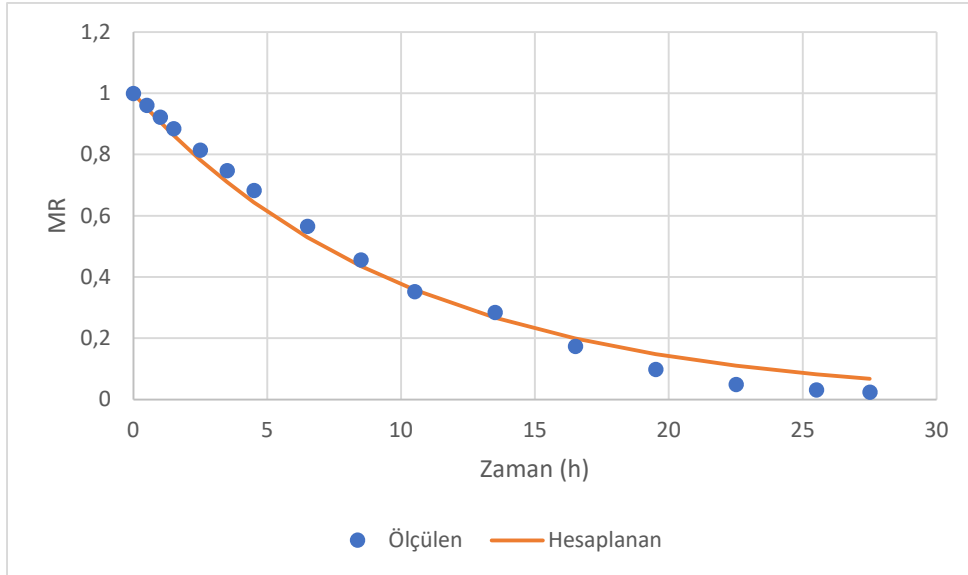
- Timurtaş, Ö., 2020. Enerji depolama sistemli güneş enerjili gıda kurutma sistemlerinde kurutma performansının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Tulej, W., Głowacki, S., 2022. Modeling of the Drying Process of Apple Pomace. Applied Sciences, 12(3), 1434.
- Vega-Gálvez, A., Quispe-Fuentes, I., Uribe, E., Martinez-Monzo, J., Pasten, A., Lemus-Mondaca, R., 2019. Bioactive compounds and physicochemical characterization of dried apricot (*Prunus armeniaca* L.) as affected by different drying temperatures. CyTA-Journal of Food, 17(1), 297-306.
- Veral, E., 2019. Kesikli mikrodalga yöntemiyle şeftali ve nektarinin kurutulmasında kurutma parametrelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Wang, C.Y., Singh, R.P., 1978. A single layer drying equation for rough rice. ASAE paper no: 78-3001. ASAE, St. Joseph.
- Yıldız, G., İzli, G., Çavuş, M., Ceylan, M.M., 2021. Ultrason Ön İşleminin Kurutulmuş İğdır Kayısının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(1), 303-313.

EKLER

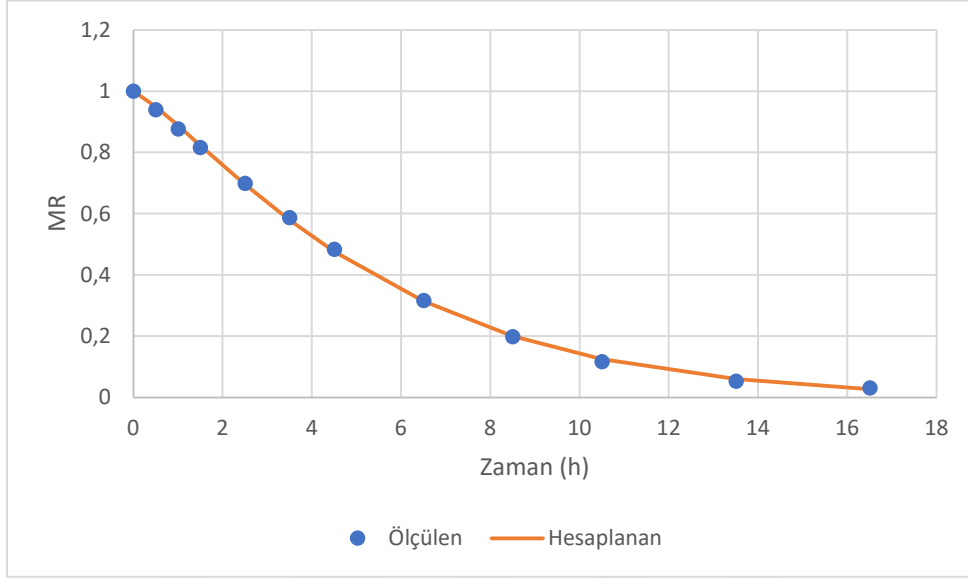
Ek 1. Vakum 70 °C için şeftali posası örneğinin zaman bağılı ölçülen ve hesaplanan nem oranları (Wang Singh)



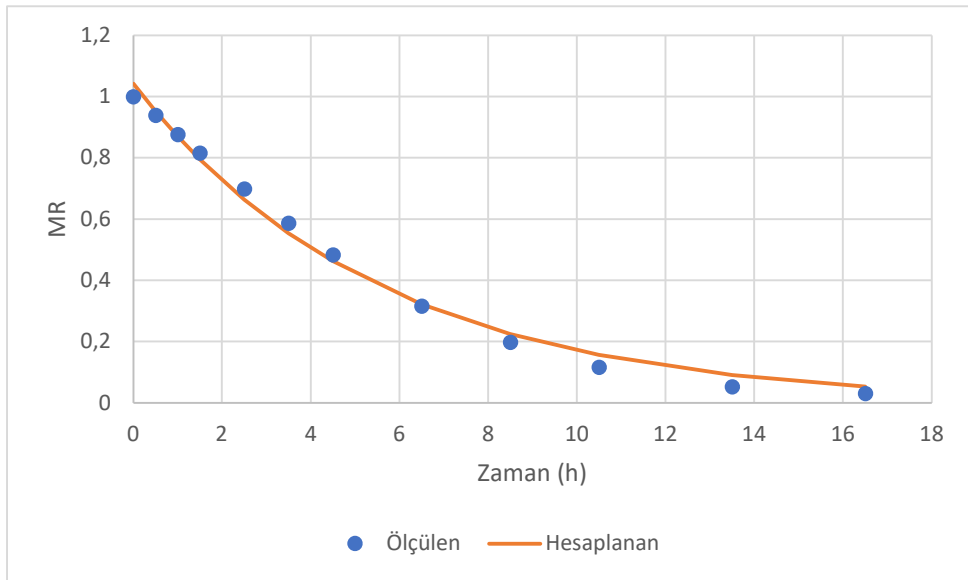
Ek 2. Vakum 50 °C için şeftali posası örneğinin zaman bağılı ölçülen ve hesaplanan nem oranları (Lewis)



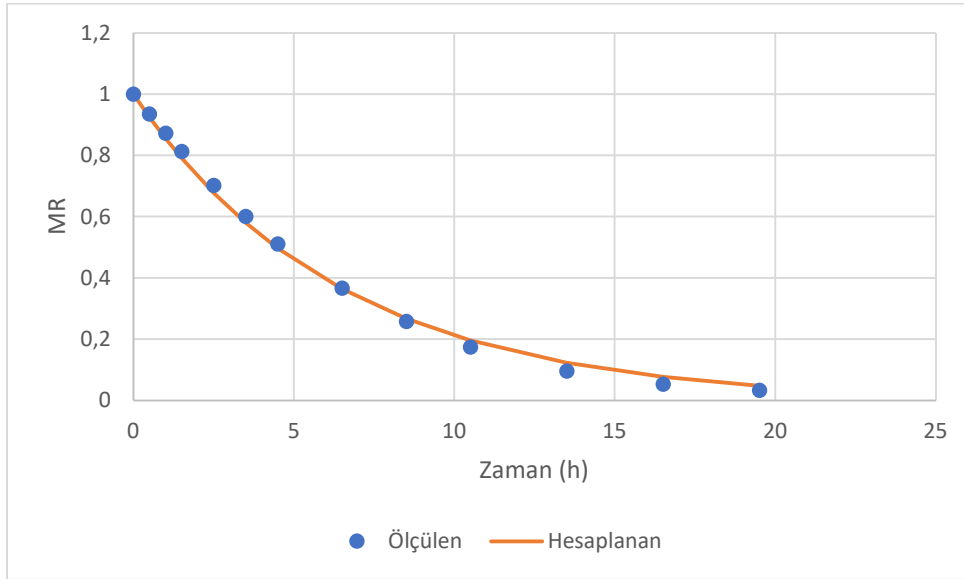
Ek 3. Etüv 60 °C için şeftali posası örneğinin zaman bağılı ölçülen ve hesaplanan nem oranları (Page)



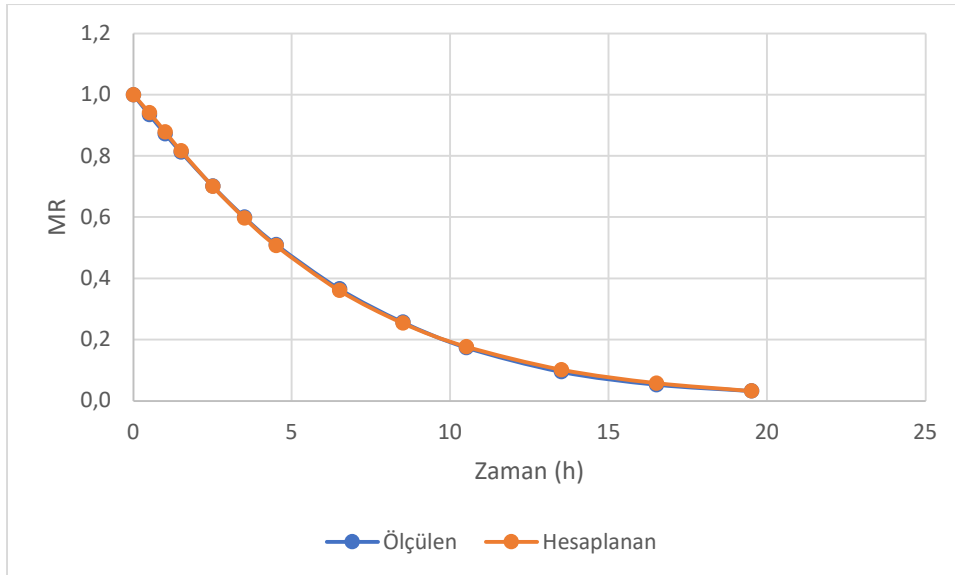
Ek 4. Etüv 60 °C için şeftali posası örneğinin zaman bağılı ölçülen ve hesaplanan nem oranları (Exponential Decay)



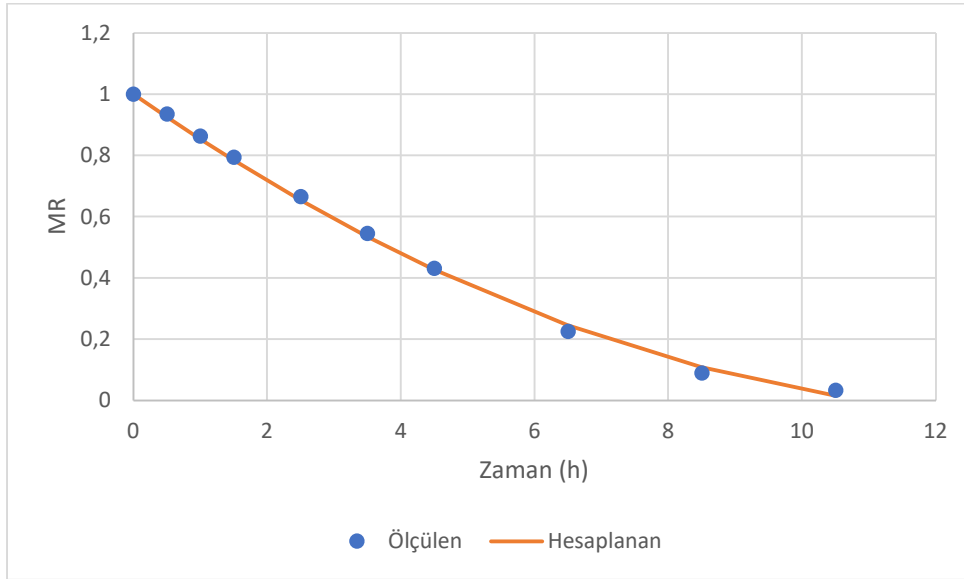
Ek 5. Etüv 60 °C için kayısı posası örneğinin zaman bağılı ölçülen ve hesaplanan nem oranları (Lewis)



Ek 6. Etüv 60 °C için kayısı posası örneğinin zaman bağılı ölçülen ve hesaplanan nem oranları (Page)



Ek 7. Vakum 70 °C için kayısı posası örneğinin zaman bağılı ölçülen ve hesaplanan nem oranları (Wang Singh)



Ek 8. Etüv 60 °C için kayısı posası örneğinin zaman bağılı ölçülen ve hesaplanan nem oranları (Exponential Decay)

