



**ALTIN ÇİLEKTE (*Physalis peruviana* L.)  
FARKLI KURUTMA KOŞULLARININ  
KURUMA ÖZELLİKLERİ VE  
ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ**

**AHMET YAŞAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI  
Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ  
Haziran - 2019  
Her hakkı saklıdır**

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALTIN ÇİLEKTE (*Physalis peruviana* L.)  
FARKLI KURUTMA KOŞULLARININ  
KURUMA ÖZELLİKLERİ VE  
ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ

AHMET YAŞAR

TOKAT  
Haziran - 2019

Her hakkı saklıdır

Ahmet YAŞAR tarafından hazırlanan “Altın Çilekte (*Physalis peruviana L.*) Farklı Kurutma Koşullarının Kuruma Özellikleri ve Ürün Kalitesine Etkisi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 14 Haziran 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Ali İSLAM  
Ordu Üniversitesi

ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

23/06/2019



## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**AHMET YAŞAR**

**14 Haziran 2019**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### ALTIN ÇİLEKTE (*Physalis peruviana* L.) FARKLI KURUTMA KOŞULLARININ KURUMA ÖZELLİKLERİ VE ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ

AHMET YAŞAR

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GAZANFER ERGÜNEŞ)

Çalışmada materyal olarak Altın çilek (*Physalis peruviana* L.) meyvesi Güney Amerika 01 tipi kullanılmıştır. Kurutma işlemi laboratuvar tipi hassas kurutucuda, dış ortamda güneş ve gölgede yapılmıştır. Altın çilek meyveleri; kaliksli ve kaliksiz olarak ön işleme tabi tutulmadan ve kaliksiz olarak %1'lik NaOH çözeltisine bandırılarak kurutulmuştur. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda 50 - 60 ve 70°C olmak üzere 3 farklı sıcaklık kademesi uygulanmıştır. Kurutmada en uygun ince tabaka kuruma modelini belirlemek için, deneysel verilere yedi farklı matematiksel model uygulanmıştır. Taze ve kurutulmuş meyve örneklerinde renk analizleri yapılmıştır. Altın çilek meyvesinin sıcak hava ile kurutulmasında en uygun hava sıcaklığının 60°C olduğu tespit edilmiştir. Kurutma öncesi %1 NaOH çözeltisine bandırılmış kaliksiz ön işlemlenmiş altın çilek meyvesinin, taze altın çilek örneğine en uygun ve yakın kalite değerini yansıttığı görülmüştür. Altın çilek meyvelerinin kurutulmasında, kurutma süresine bağlı olarak alınabilir nem oranı (ANO) değişimini tahmin etmek için yedi farklı matematiksel ince tabaka kuruma modeli verilere uyarlanmıştır. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda 60°C'de kaliksiz halde ön işlem uygulanarak (%1 NaOH) ve kaliksiz ön işlemlenmiş altın çilek meyveleri yaklaşık 7 saatte kurumuşlardır.

2019, 55 SAYFA

**ANAHTAR KELİMELER:** Kurutma, Altın çilek, matematiksel modelleme, renk analizi,

**ABSTRACT**

**MASTER THESIS**

**TITLE OF THE THESIS**

**THE EFFECTS OF DIFFERENT DRYING CONDITIONS  
ON DRYING PROPERTIES AND PRODUCT QUALITY**

**WITH GOLDEN BERRIES (*Physalis peruviana* L.)**

**AHMET YAŞAR**

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY**

**GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING**

**SUPERVISOR: PROF. DR. GAZANFER ERGÜNEŞ**

In the study, Golden berry (*Physalis peruviana* L.) fruits of South America type 01 were used. The drying process is carried out in a laboratory type precision dryer, outside in the sun and shade. The Golden strawberries are not processes with calix or non-calix pretreatment and are dried by dipping into a calix-free 1% NaOH solution. The drying process in the laboratory type precision dryer was carried out at 50, 60 and 70°C temperatures. Seven different mathematical models were applied to experimental data in order to determine the most suitable thin layer drying model in drying. Color analyzes were performed in fresh and dried fruit samples. The best air temperature for drying the goldenberry fruit with hot air was found to be 60°C. It has been observed that the goldenberry fruit that was not pre-treated with calix and were pre-dried in 1% NaOH solution reflects the most suitable and close quality value for the fresh goldenberry samples. To determine the separable moisture content (ANO) in drying of golden berries, depending on the drying time of seven different mathematical thin layers drying models that were created. Both samples of the non pre-treated goldenberry products with non-calix pre-treatment (suspended in 1% NaOH solution) at 60°C, which was in a laboratory-type precision dryer, reached humidity equilibrium after 7 hours.

2019, 55 PAGE

**KEYWORDS:** Drying, Golden berry, drying models, color analysis

## ÖNSÖZ

Lisans ve Yüksek lisans öğrenimim süresince desteğini esirgemeyen ve bu tezin hazırlanmasında bana yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Gazanfer Ergüneş'e, Bölümümüz öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Hakan Polatçı ve Arş. Gör. Muhammed Taşova'ya, Bahçe Bitkileri Bölümü'nden Prof. Dr. Resul Gerçekçioğlu ve Prof. Dr. Mehmet Güneş hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarında yardım ve desteğiyle daima yanımda olan eşim Elif YAŞAR'a ve beni maddi, manevi olarak destekleyip bu günlere getiren anne ve babama sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunuyorum.

**AHMET YAŞAR**

**14 Haziran 2019**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİSİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>4</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>9</b>
3.1. Kurutulacak Ürün .....	9
3.2. Kurutma Ortamları.....	9
3.2.1. Laboratuvar tipi hassas kurutucu .....	9
3.2.2. Dış ortamda (Açıkta) kurutma .....	11
3.3. Kurutma Yöntemi .....	12
3.4. Ürün Neminin Belirlenmesi.....	12
3.5. Kuruma Süresince Ağırlık Değişiminin Belirlenmesi .....	13
3.6. Sıcaklık ve Bağıl Nem Ölçümü .....	13
3.7. Renk Değerlerinin Belirlenmesi .....	14
3.8. SÇKM, Asitlik ve pH Değerleri .....	16
3.9. Kurutma Verilerinin Matematik Modellenmesi .....	17
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>19</b>
4.1. Altın Çilek Meyvesine Ait Özellikler.....	19
4.2. Altın Çilek Meyvelerinin Kuruma Özellikleri.....	19
4.2.1. Hassas kurutucuda altın çileğin kuruma özellikleri .....	19
4.2.2. Açıkta kurutmada altın çileğin kuruma özellikleri .....	23
4.3. Kuruma Kinetiği ve Matematiksel Modeller .....	25



4.4. Kurutulmuş Altın Çilek Meyvelerinin Bazı Kalite Özellikleri.....	36
4.4.1. Renk değerleri.....	36
4.4.2. Kimyasal özellikler .....	42
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>49</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>52</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>55</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
a	Kırmızılık/Yeşillik
b	Sarılık/Mavilik
BI	Kahverengilik değeri
C	Kroma değeri
$h^{\circ}$	Hue açısı
$h_1$	Page eşitliği katsayısı
$h_2$	Geliştirilmiş Page Eşitliği Katsayısı
$h_3$	Midilli Küçük Eşitliği Katsayısı
$h_4$	Jena Das Eşitliği Katsayısı
$h_5$	Difüzyon Yaklaşım Eşitliği Katsayısı
$h_6$	Yağcıoğlu Eşitliği Katsayısı
$j_1$	Midilli Küçük Eşitliği Katsayısı
$j_2$	Jena Das Eşitliği Katsayısı
$j_3$	Difüzyon Yaklaşım Eşitliği Katsayısı
$j_4$	Yağcıoğlu Eşitliği Katsayısı
$k_1$	Page eşitliği katsayısı
$k_2$	Geliştirilmiş Page Eşitliği Katsayısı
$k_3$	Midilli Küçük Eşitliği Katsayısı
$k_4$	Lewis Eşitliği Katsayısı
$k_5$	Jena Das Eşitliği Katsayısı
$k_6$	Difüzyon Yaklaşım Eşitliği Katsayısı
$k_7$	Yağcıoğlu Eşitliği Katsayısı
$L^*$	Parlaklık
$m_1$	Midilli Küçük Eşitliği Katsayısı
$m_2$	Jena Das Eşitliği Katsayısı

R<sup>2</sup>

Belirtme katsayısı

**Kısaltmalar**

**Açıklama**

ANO

Alınabilir nem oranı

BI

Kahverengileşme indeksi

SÇKM

Suda çözünebilir kuru madde miktarı



## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Altın çilek ( <i>Physalis peruviana</i> L.) bitkisi ve meyvesi .....	2
Şekil 3.1. Laboratuvar tipi hassas kurutucunun genel görünüşü .....	10
Şekil 3.2. Laboratuvar tipi hassas kurutucunun şematik görünümü .....	10
Şekil 3.3. Laboratuvar tipi hassas kurutucunun kurutma kanalları ve ürün kabı.....	11
Şekil 3.4. Laboratuvar tipi hassas kurutucuya ait fan ve ısıtıcı ünitesi.....	11
Şekil 3.5. Dış ortamda kurutma denemelerinde kullanılan tel kafesler .....	12
Şekil 3.6. Sıcaklık ölçüm noktaları, kontrol ünitesi ve sıcaklık-bağıl nem kaydedici.....	14
Şekil 3.7. Renk ölçüm cihazı .....	14
Şekil 3.8. Hue açısının renk radyantı .....	15
Şekil 4.1. Hassas kurutucu ile yapılan kurutma denemelerinde kalikssiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin ANO değişimi .....	20
Şekil 4.2. Hassas kurutucu ile yapılan kurutma denemelerinde kalikssiz – ön işlemlili altın çilek meyvelerinin ANO değişimi .....	20
Şekil 4.3. Hassas kurutucu ile yapılan denemelerde kaliksli olarak kurutulan altın çilek meyvelerinin ANO değişimi .....	21
Şekil 4.4. Hassas kurutucu ile yapılan denemelerde 50°C’de kurutulan meyvelerin ANO değişimi.....	22
Şekil 4.5. Hassas kurutucu ile yapılan denemelerde 60°C’de kurutulan meyvelerin ANO değişimi.....	22
Şekil 4.6. Hassas kurutucu ile yapılan denemelerde 70°C’de kurutulan meyvelerin ANO değişimi.....	23
Şekil 4.7. Açıkta kurutma denemelerinin yapıldığı dönemde havanın günlük ortalama sıcaklık ve bağıl nem değerlerindeki değişimi i .....	24
Şekil 4.8. Açıkta kalikssiz - ön işlemsiz kurutmada altın çilek meyvelerinin ANO değişimi.....	24
Şekil 4.9. Açıkta kalikssiz - ön işlemlili kurutmada altın çilek meyvelerinin ANO değişimi.....	25
Şekil 4.10. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Page Modeli.....	29
Şekil 4.11. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Page Modeli.....	29

Şekil 4.12. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Page Modeli.....	29
Şekil 4.13. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Geliştirilmiş Page Modeli.....	30
Şekil 4.14. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Geliştirilmiş Page Modeli.....	30
Şekil 4.15. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Geliştirilmiş Page Modeli.....	30
Şekil 4.16. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Midilli-Küçük Modeli .....	31
Şekil 4.17. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Midilli-Küçük Modeli .....	31
Şekil 4.18. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Midilli-Küçük Modeli .....	31
Şekil 4.19. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Lewis Modeli.....	32
Şekil 4.20. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Lewis Modeli.....	32
Şekil 4.21. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Lewis Modeli.....	32
Şekil 4.22. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Jena-Das Modeli.....	33
Şekil 4.23. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Jena-Das Modeli.....	33
Şekil 4.24. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Jena-Das Modeli.....	33
Şekil 4.25. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Difüzyon Yaklaşım Modeli .....	34
Şekil 4.26. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Difüzyon Yaklaşım Modeli .....	34
Şekil 4.27. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Difüzyon Yaklaşım Modeli .....	34
Şekil 4.28. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Yağcıoğlu Modeli.....	35
Şekil 4.29. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Yağcıoğlu Modeli.....	35
Şekil 4.30. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Yağcıoğlu Modeli.....	35
Şekil 4.31. Taze kalikssiz ön işlemsiz, güneşte-gölgede kurutulan kalikssiz ön işlemsiz ve ön işlemlili altın çilek meyvelerine ait $L^*$ , a ve b renk değerleri.....	39
Şekil 4.32. Taze kalikssiz ön işlemsiz ve Güneş-gölgede kurutulan kaliksli altın çilek meyvelerine ait $L^*$ , a ve b renk değerleri .....	39
Şekil 4.33. Taze kalikssiz ön işlemsiz ürün ile Güneşte kaliksli, kalikssiz ön işlemsiz ve ön işlemlili olarak kurutulan altın çilek meyvelerine ait $L^*$ , a ve b renk değerleri .....	40
Şekil 4.34. Taze kalikssiz ön işlemsiz ürün ile Gölgede kaliksli, kalikssiz ön işlemsiz ve ön işlemlili olarak kurutulan altın çilek meyvelerine ait $L^*$ , a ve b renk değerleri .....	40
Şekil 4.35. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda kurutulan, kalikssiz ön işlemsiz altın çilek örnekleri ile taze kalikssiz ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin renk değerleri .....	41

Şekil 4.36. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda kurutulan, kalikssiz ön işlemlili altın çilek örnekleri ile taze kalikssiz ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin renk değerleri .....	41
Şekil 4.37. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda kurutulan, kaliksli ön işlemsiz altın çilek örnekleri ile taze kalikssiz ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin renk değerleri .....	42
Şekil 4.38. Açıkta kurutulmuş altın çilek meyvelerinin SÇKM değerleri.....	44
Şekil 4.39. Açıkta kurutulmuş altın çilek meyvelerinin asitlik ve pH değerleri.....	44
Şekil 4.40. Hassas kurutucuda kurutulmuş kalikssiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri.....	45
Şekil 4.41. Kurutucuda kurutulmuş kalikssiz – ön işlemlili altın çilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri.....	46
Şekil 4.42. Kurutucuda kurutulmuş kaliksli altın çilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri .....	47

## ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Kurutma Modelleri .....	17
Çizelge 4.1. Denemelerde kullanılan taze altın çilek meyvesine ait bazı özellikler .....	19
Çizelge 4.2. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda farklı sıcaklık dereceleri için matematiksel kuruma modelleri ve katsayı değerleri .....	27
Çizelge 4.3. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda farklı sıcaklık dereceleri için matematiksel kuruma modelleri belirtme katsayıları.....	28
Çizelge 4.4. Kurutma yöntemlerine göre hesaplanan, kroma (C*), hue açısı (°H) ve kahverengileşme indeksi (BI) renk değerleri .....	37
Çizelge 4.5. Kurutma yöntemlerine göre ölçülen renk değerleri.....	38
Çizelge 4.6. Kurutulmuş altın çilek meyvelerine ait bazı kimyasal özellikler .....	43

## 1. GİRİŞ

Yer kirazı, güvey feneri gibi adlarla da bilinen altın çilek (*Physalis peruviana* L.), Güney Amerika'ya özgü bir türdür. *Physalis* bitkilerinin kültüre alınması, Güney Amerika'daki İnka medeniyetine kadar uzanmaktadır (Cailes, 1952; Legge, 1974a). Avrupa'daki yetiştiriciliğinin başlangıcı ise 1700'lü yıllarda Birleşik Krallık'da olmuştur (Legge, 1974b). Daha sonra göçmenler vasıtasıyla Güney Afrika, Avustralya ve Yeni Zelanda'ya taşınmıştır (Benson, 1906; Anonymous, 1953). *Physalis*'in bazı türleri, Amerika, Avrupa ve Asya'da yetiştirilir. Bu altın renkli küresel meyve, Ekvator, Güney Afrika, Kenya, Zimbabve, Avustralya, Yeni Zelanda, Havai, Hindistan, Malezya, Kolombiya ve Çin'de ticari olarak üretilmektedir. Halen altın çileğin üretimi, Karayipler ve başlıca üretici olan Kolombiya gibi, tropikal ve subtropikal ülkelere doğru genişlemiştir (Rodrigues ve ark., 2009).

Altın çilek meyvesi, Güney Amerika orijinli olsa da, günümüzde ticari olarak bazı tropik ve subtropikal ülkelerde yetiştirilmektedir (Novoa ve ark., 2006). Meyveleri misket büyüklüğünde turuncu renkte olup, hoş bir tada sahiptir. Böceklerle, kuşlara, hastalıklara ve olumsuz iklim koşullarına karşı koruyucu kalkan görevi gören kâğıda benzer ince bir zarf (kaliks) ile korunurlar (Ramadan ve Morsel, 2003; Hassanien, 2011).

Altın çilek meyvesine; besleyici bileşimi ve kanser, sıtma, astım, hepatit, dermatit ve romatizma gibi bazı hastalıkların risklerini azaltan biyolojik aktif bileşiklerinin varlığı nedenleriyle dünyada ilgi artmaktadır. Altın çilek meyvesi, bazı minerallerin yanı sıra iyi bir provitamin A, C ve B vitaminleri kaynağıdır. Lif içeriği yüksek, meyve pektini bağırsak düzenleyici etkiye sahiptir (Garau ve ark., 2007; Borchani ve ark., 2011). Altın çilek meyvesi, ağırlıklı olarak şekerler olmak üzere %15 çözünür katı madde içerir. Yüksek fruktoz içeriği nedeniyle diyabet hastaları için önemli bir meyvedir (Ramadan, 2011). Altın çilek meyvesine biyoaktif bileşik içeriği nedeniyle "fonksiyonel gıda" da denir. Daha çok taze şekilde tüketilmekle birlikte, meyve suyu, reçel, kurutulmuş meyve çerezlik olarak da tüketilebilir. Yemeklere, salatalara, tatlılara, dondurmalara ve keklere katılabilir (Ramadan, 2011). Kaliksli meyvenin raf ömrü bir ay iken, kaliksiz bir meyvede yenilebilir raf ömrü sadece 4-5 gün kadardır. Taşıma ve depolama amacıyla, altın çilek daha çok kurutulmuş olarak pazarlanır (Cedeno ve Montenegro, 2004).



Altın çilek, Şekil 1'de görüldüğü gibi, 0.5-2 m yüksekliğinde, rizomlu, çok yıllık bir bitkidir. 4-15 cm uzunluğunda, 4-10 cm genişliğinde oval şekilde, sık damarlı, saplı yaprakları düzensiz sivri uçludur. Yaprak ayası çıplaktır. Yaprak koltuğundan çıkan uzun saplı, çan görünümündeki çiçekleri beyaz/sarı renktedir. Çiçeğin olgunlukta torba şeklini alan, yetiştirme dönemi sonuna doğru kurumaya başlayan 3-3.5 cm uzunluğunda tüylü, soluk sarı renkli çanak bölümünün içinde 1.25-2.5 cm çapında üzüksü meyve bulunur. Olgunlaşınca turuncu renk alan ve 5-7 g ağırlığa ulaşan üzüksü meyve çok tohumludur. 1.75-2 mm çapındaki tohumları açık sarı renktedir (Morton, 1987).



Şekil 1.1. Altın çilek (*Physalis peruviana* L.) bitkisi ve meyvesi

Altın çilek, Türkiye tarımı için yeni sayılabilecek bir meyvedir. Kendine özgü tadı, çekici görüntüsü, depolama özellikleri nedeniyle, kısa sürede piyasada özel bir yer bulmuştur. Türkiye'de altın çilek 2010 yılında basının da ilgisiyle kamuoyu tarafından tanınmaya başlamıştır. Mersin'in Silifke ilçesinde yetiştirilmeye başlandığı, daha sonra Denizli, İzmir, Burdur, Antalya ve Anamur'da da yetiştirildiği bilinmektedir. Ancak ülkemizde altın çilekle ilgili yapılmış akademik çalışma kısıtlı sayıdadır.

Tarımsal ürünlerin uzun süreli muhafaza edilmesi söz konusu olduğunda ilk akla gelen yöntem daha çok kurutmadır. Ürünler; soğukta depolama, dondurma, bazı kimyasal maddelerle işleme, oksijensiz ortamda depolama, ultraviyole ve radyoaktif ışıklardan yararlanma vb. yöntemlerle uzun süreli saklanabilir. Ancak, bu uygulamalar içerisinde kendine en geniş uygulama alanı bulan yöntem kurutma işlemidir. Kurutma kısaca, ürünün içerisindeki fazla nemin uzaklaştırılarak, nem içeriğini güvenle depolanacağı bir düzeye indirme işlemi olarak tanımlanabilir (Yağcıoğlu, 1999).

Tarımsal ürünlerin açık havada güneşli ortamda serilerek kurutulması çok ekonomik bir yöntemdir. Ancak ürünlerin dış etkenlerden korunmaması ve dış ortamdaki kirletici etkenlere karşı açık olması nedeniyle kaliteli ürün elde edilememektedir. Açıkta kurutmada kontrol edilemeyen renk değişimleri, tekrar su kazanımındaki yetersizlik, mikrobiyal aktivite, bazı besin maddeleri ve vitamin kayıpları önemli olumsuzluklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu olumsuzlukların büyük ölçüde ortadan kaldırılması, ürünün kontrollü şartlarda kurutulmasıyla mümkün olabilir.

Bu çalışmanın temel amacı; altın çilek meyvesinin farklı kurutma havası sıcaklıklarında, dış ortamda güneşte ve gölgede kurutulması ile kuruma karakteristiklerini belirlemek, bazı kalite değerlerine göre sıcaklıkların ve ortamların etkisini karşılaştırmak ve kuruma sürecinin matematiksel modellemesini yapmaktır.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Alibaş ve Köksal (2016), ilk nemi % 83.9 olan böğürtlen meyvelerini 850-500 ve 160 W güç seviyelerinde mikrodalga yöntemiyle ve 50°C sıcaklıkta konveksiyon kurutma yöntemi ile nemi % 12.45 olana kadar kurutmuşlardır. Kurutma işlemleri 850, 500 ve 160 W mikrodalga kurutma seviyeleri için sırasıyla 12.67, 27.17 ve 90.25 dakika; 50°C sıcaklıkta kurutma işleminde ise 272.5 dakika sürmüştür. Yapılan kurutma işlemleri enerji tüketimi açısından incelenmiştir. Kurutma verileri altı farklı ince tabaka kurutma modeli ile modellenmiştir. Belirtme katsayısının ( $R^2$ ) en büyük olduğu model en iyi model olarak seçilmiştir. Çalışmada ayrıca mikrodalga ve sıcak hava kurutma tekniği ile kurutulan böğürtlen meyvesinin renk değerleri ( $L^*$ , a, b, C ve  $\alpha$ ) belirlenmiş ve taze ürünün renk değerleri ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Buna göre taze ürüne en yakın renk değerinin 850 W mikrodalga güç seviyesinde elde edildiği belirtilmiştir.

Vega-Galvez ve ark. (2015), altın çilek meyvelerinin konvektif kurutucuda, (50, 60, 70, 80 ve 90°C hava sıcaklıklarında kurutulmasının meyvenin diyet lifi, dokusu ve mikro yapısı üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. 50°C kurutma sıcaklığında, maksimum su tutma kapasitesine ( $47,4 \pm 2,8$  g tutulan su/100 g su) ve en düşük rehidrasyon oranına ( $1.15 \pm 0,06$  g emilen su/g k.m.) yol açan doku yapısı hasarını ortaya koymuşlardır. Doku analizi ile kurutma havası sıcaklıklarının parametreleri üzerindeki etkilerini göstermişlerdir. Çalışılan kurutma sıcaklıklarında mikroyapı dokusunda değişiklikler de gözlenmiştir. Sıcak havayla kurutma teknolojisinin altın çilek meyvesinin sadece korunmasına değil aynı zamanda yeni fonksiyonel ürün geliştirerek ona bir değer kazandırdığını belirtmişlerdir. Sonuçta, 60°C hava sıcaklığında kurutmanın, yüksek kalite özelliklerine sahip kurutulmuş ürün elde etmek için uygun bir çalışma sıcaklığı olduğunu bildirmişlerdir.

İzli ve ark. (2014), konvektif, mikrodalga ve mikrodal-konvektif kurutmanın altın çilek meyvesinin kuruma özellikleri, renk, toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kurutma denemeleri sonucu en uygun ince tabaka kurutma modelini seçmek için, deneysel verilere dokuz matematiksel kurutma modeli uygulanmıştır. İstatistiksel değerlendirmede, Midilli, Wang-Singh modellerinin, tüm kurutma yöntemlerinde meyvelerin kurutma davranışlarını tanımlamak için en iyi modeller olduğu belirtilmiştir. Taze altın çilek meyvesinin ( $L^*$  a, b) renk değerlerinin

kurutma ile azaldığını, taze meyve ile karşılaştırıldığında, kurutulmuş meyvelerde toplam fenolik ve antioksidan içeriğinin sırasıyla %64-75 ve %65-75 düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. Renk, toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesi dikkate alındığında taze meyve örneklerine en yakın değer 160 W güçte mikrodalga kurutma yöntemiyle elde edilmiştir.

Vásquez-Parra ve ark. (2013), altın çilek meyvelerinin kurutulması üzerine yaptıkları çalışmada, kimyasal ön işlemlerin (ayçiçek yağı /  $K_2CO_3$  veya zeytinyağı /  $28^\circ C$ 'de  $K_2CO_3$  ve  $96^\circ C$ 'de NaOH / zeytinyağı) ve fiziksel ön işlemlerin (ağartma) mumlu yüzeyi silmek ve kuruma sırasında nem geçişini hızlandırması üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Kurutma işlemi  $60^\circ C$  sıcaklık ve 2 m/s hava hızında 10 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. En düşük nem içeriği (0.27 kg su/kg db), en yüksek C vitamini içeriği (0.36 mg/g) ve en yüksek rehidrasyon kapasitesi (1.89), zeytinyağı (%9.48) ve  $K_2CO_3$  (%4.74) ile ön işleme tabi tutulmuş meyvelerde elde edilmiştir.

Vega-Galvez ve ark. (2012), altın çilek meyvesinin sıcak hava ile kurutulması üzerine yapmış oldukları çalışmalarında, altın çilek meyvelerinin kurutma kinetiğini incelemişlerdir. Konvektif kurutma denemelerinde; 60, 70, 80 ve  $90^\circ C$  hava sıcaklıkları seçilmiştir. Deneysel kurutma eğrileri, kurutma işleminin sadece azalan hızla kuruma evresinde gerçekleştiğini göstermiştir. Meyvelerin nem değişiminin matematiksel modellenmesinde ince tabaka kuruma modelleri seçilmiştir. Bu amaçla belirlenen ince tabaka kurutma modellerinin istatistik analizleri yapılmış ve belirtme katsayısı değerlerine göre değerlendirilmiştir. Midilli-Küçük modelinin ( $R^2 > 0.99$ ) en doğru uyumu gösterdiği belirtilmiştir.

Mengeş ve Ertekin (2007), çalışmalarında vişnenin farklı kurutma koşullarındaki kuruma davranışını incelemişlerdir. Laboratuvar kurutucusunda yapılan denemeler ile vişnenin nem içeriği değişimine farklı kurutma havası sıcaklığı ve hızlarının etkisini farklı modeller ile açıklamaya çalışmışlardır. Bu çalışmada, bir laboratuvar kurutucusunda vişnenin kuruma süresinin belirli bir anındaki nem içeriğini belirlemek amacıyla 14 model (Newton, Page, Geliştirilmiş Page I, Geliştirilmiş Page II, Henderson ve Papis, Logaritmik, İki Terimli, İki Terimli Eksponansiyel, Wang ve Sing, Thompson, Difüzyon Yaklaşımı, Verma ve ark., Geliştirilmiş Henderson ve Papis, Midilli ve ark.) birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Hataların ortalama karekökü (RMSE) ve

khi-kare ( $X^2$ ) değerleri kullanılarak en uygun model saptanmış ve ayrıca modelin modelleme yeterliliği (EF) de belirlenmiştir. Denemelerde kullanılan vişne örnekleri, tüm olarak tek tabaka halinde kurutulmuştur. Kurutma havası sıcaklığı 60, 70 ve 80°C hava hızı ise 1.0, 2.0 ve 3.0 m/s seğilmiştir. Ürünlerin son nem iğeriklerini belirlemek için, ürün kurutma fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Midilli ve ark. (2002) modelinin vişnenin kuruma davranışını diğerlerinden daha iyi açıkladığını saptamışlardır. Modelleme yeterliliği 0.9970 ile 0.9994 arasında değişmiştir. Sonuç olarak kurutma havası sıcaklığı ve hızının vişnenin kuruması üzerine önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Ergüneş ve Tarhan (2005), yapmış oldukları ęalıřmada, materyal olarak Tokat ve yöresinde yoğun olarak yetişen *Rosa canina* kuşburnu ęeřidi kullanmışlardır. Araştırmada, % 2 etil oleat, % 2 etil oleat + % 2 NaOH, % 2 etil oleat + % 2 NaOH + %4 potasyum karbonat eriyiklerine bandırıldıktan sonra sera tipi kurutucuda ve açıkta güneşe serilerek yapılan geleneksel kurutma işleminde ön işlemlerin kuru ürün rengi üzerine etkileri araştırılmıştır. Uygun olgunlukta toplanan kuşburnu örnekleri kurutma öncesinde belirtilen eriyiklere ęevre sıcaklığında 23°C ve 60°C'de 1 dakika süreyle bandırılmışlardır. Kontrol olarak hiçbir işlem uygulanmamış örnekler kullanılmıştır. Kuru ürün örneklerinde renk ölçümleri laboratuarda yapılarak; L\*, a ve b değerleri okunmuş ve bu değerlerden diğer ikincil renk skala değerleri (Hue açısı, Chroma, Kahverengileşme indeksi) hesaplanmıştır. Kurutma serasında denemeler süresince dış ortama göre ortalama 7.4°C daha yüksek sıcaklık ve ortalama % 17.5 daha düşük bağıl nem değerlerine ulaşılmıştır. Kurutulmuş meyvelerde renklerin; kimyasal ön işleme, bandırma sıcaklığına ve kurutma ortamlarına bağlı olarak değiştiği görölmüştür. En hızlı kurumanın %2 etil oleat + %2 NaOH + %4 potasyum karbonat eriyiğine ęevre sıcaklığında bandırma ile olduğu ve bu uygulamada ilk renge en yakın renk elde edildiği görölmüştür.

Mengeş (2001), Konya Bölgesi'nde yetiştirilen vişne ve kayısıların farklı hava sıcaklığı ve hava hızı şartlarında gösterecekleri kuruma karakteristiklerini belirlemeye ęalıřmıřtır. Denemelerde hava sıcaklığı olarak 60°C, 70°C ve 80°C, hava hızı olarak 1.0 m/s, 2.0 m/s ve 3.0 m/s alınmıştır. Hava sıcaklığı ve hava hızının ürünlerin kuruma hızı üzerine olan etkisi belirlenmiştir. Kurutmada kullanılan hava sıcaklığı ve hızı arttıķa

ürünlerden uzaklaşan nem miktarının artmakta ve bunun sonucu olarak ürünlerin kuruma süresinin kısalmakta olduğunu, bu etkinin hava sıcaklığında daha da fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Maskan (2001), sıcak hava kurutma, mikrodalga kurutma ve sıcak hava ile mikrodalgayla son kurutma kombinasyonu ile yapılan çalışma koşullarında kivi meyvesinin renk değişim kinetiklerini araştırdığı bu çalışmada, renk değişimi için kinetik parametrelerinin belirlenmesinde Hunter L\*, a, b değerleri, Chroma, Hue açısı toplam renk farklılığı ve kahverengileşme indeks değerleri kullanılmıştır. Üç renk parametresini değiştiren kuruma işleminin, daha koyu bölgeye doğru bir renk değişimine neden olduğu belirtilmiştir. L\* ve b değerlerinin kuruma süresince azaldığı, a değerinin ise arttığı gözlemlenmiştir. Hunter parametrelerinin mikrodalga ile kurutmadan daha fazla etkilendiği belirtilmiştir. Renk değişimin tanımlanması için sıfır ve birinci derece kinetik modeller uygulanmıştır. Her iki modelde L\* ve b değerlerini tanımlamada yeterli bulunmuştur.

Yaldız ve ark. (2000), çalışmalarında, sultani çekirdeksiz üzümün ince tabaka halinde güneş enerjili kurutucu ile kurutulmasını modellemiştir. Sistem; güneş enerjili kurutucu, güneş enerjili hava ısıtıcı ve kurutma odasından meydana gelmiştir. Kurutma havası güneş enerjili hava ısıtıcı yardımıyla ısıtılmış ve kurutma odasında bulunan rafın üzerindeki ürünün içerisinden geçirilerek kurutma işleminin gerçekleştiğini açıklamışlardır. Kurutma işlemine kurutma havası hızının etkisini belirlemek amacıyla hava hızını, fanın giriş ağzında bulunan klape yardımıyla 0.5, 1.0 ve 1.5m/s olacak şekilde ayarlamışlardır. Kurutma havası sıcaklığının etkisini ise denemelerin farklı zamanlarda tekrarlanması ile belirlemiştir. Dış ortam ve kurutucuya giriş havası sıcaklığı ve bağıl nem ile güneş ışınımı değerlerini ölçmüşlerdir.

Mengeş ve Aydın (2000), farklı kurutma havası sıcaklıkları, hızları ve kurutma öncesi uygulanan ön işlemlerin Stanley çeşidi eriklerin kuruması üzerine olan etkilerini belirlemiştir. Denemelerde hava sıcaklığı olarak 60°C, 70°C ve 80°C, hava hızı olarak 1.0 m/s, 2.0 m/s ve 3.0 m/s alınmıştır. Erik örneklerini kurutma öncesinde hiçbir ön işlem uygulanmadan ve %2 sodyum hidroksit (NaOH) içeren çözeltiliye bandırıldıktan sonra kurutmuşlardır. Yapılan denemeler sonucunda kurutma havası sıcaklığı ve hızının artmasıyla kuruma süresinin önemli oranlarda kısalma gösterdiği ve

kurutma öncesi uygulanan bandırma işleminin de kuruma süresini yarı yarıya azalttığını belirtmişlerdir.

Ergüneş ve Yağcıoğlu (1991), çekirdeksiz kuru üzümü 55, 60, 65 ve 70°C kurutma havası sıcaklıklarında; 0.3, 0.5, 1.0 ve 2.0 m/s hava hızlarında ön işlemsiz ve potasyum karbonat ( $K_2CO_3$ ) + zeytinyağı çözeltisine bandırarak kurutmuşlardır. Hava hızı ve sıcaklık arttıkça kuruma hızı da yükselmiştir. Tüm sıcaklık ve hız değerleri için bandırma işlemi, kuruma süresini yaklaşık yarıya indirmiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Kurutulacak Ürün

Kurutma materyali olarak, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü bahçesinde, Güney Amerika'dan getirilen tohumlardan üretilen ve yetiştirilen altın çilek (*Physalis peruviana* L.) Güney Amerika 01 tipi meyveleri kullanılmıştır. Teknolojik olum döneminde hasat edilen altın çilek meyveleri, renk ve boyut bakımından homojenlik arz edecek şekilde özenle ayrılmış, yıkama ve temizlik işlemlerinden sonra kurutma denemelerinde kaliksli ve kaliksiz olarak kullanılmıştır.

#### 3.2. Kurutma Ortamları

Denemeler, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü'nde kurutma laboratuvarında ve dış ortamda açıkta yürütülmüştür.

##### 3.2.1. Laboratuvar tipi hassas kurutucu

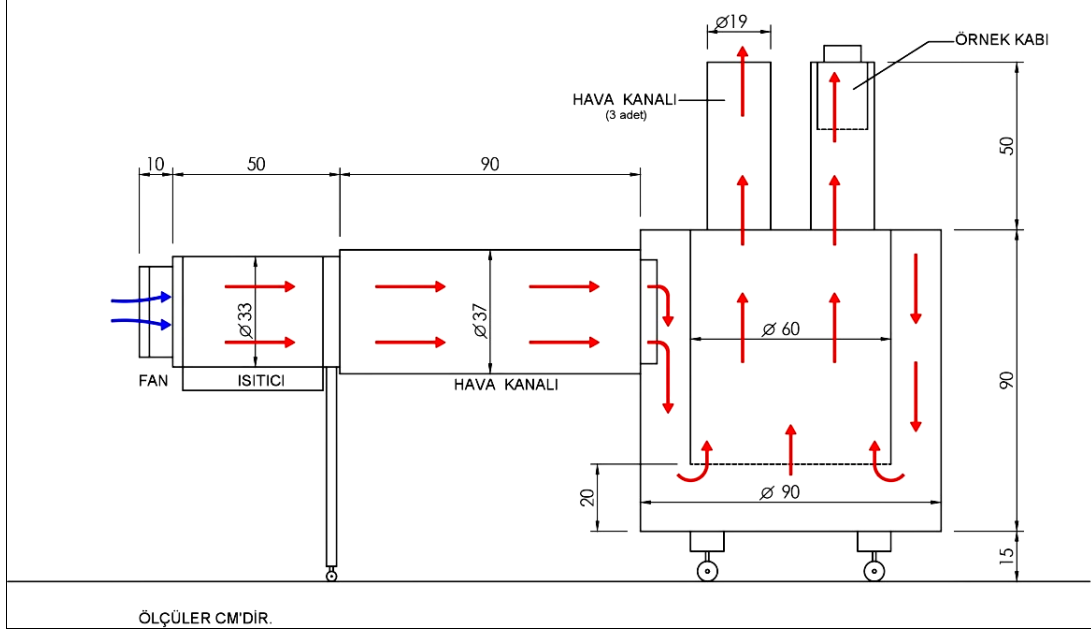
Laboratuvar denemelerinde, kurutma sırasında hava sıcaklığı ve debisi kontrol edilebilen bir hassas kurutucu kullanılmıştır (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Kurutucuda hava bir fan tarafından emilmekte ve elektrikli bir ısıtıcı yardımıyla istenilen hava sıcaklığı sağlanabilmektedir (Şekil 3.3). Sıcak hava, içerisinde iç içe geçmiş iki silindir bulunan bir odacığa gönderilmektedir. Buradan ise ürünlerin yerleştirildiği kurutma kanallarına sevk edilmektedir. Kurutucuda üç adet kurutma kanalı ve kurutma kapları bulunmaktadır (Şekil 3.4).

Kurutma kapları silindirik yapıda olup, alt kısmı delikli saçla kaplanmıştır. Kurutma kapları kanallara sıkıca yerleştirilmiş, hava kaçışının önlenmesi için üst kenarlarına sabit flanşlar yerleştirilmiş ve kanalların içine tam oturması sağlanmıştır (Şekil 3.3). Hava sıcaklığını ölçmek amacıyla bir adet Pt100 sıcaklık algılayıcısı kurutucuya yerleştirilmiştir.





Şekil 3.1. Laboratuvar tipi hassas kurutucunun genel görünüşü



Şekil 3.2. Laboratuvar tipi hassas kurutucunun şematik görünümü



Şekil 3.3. Hassas kurutucuya ait fan ve ısıtıcı ünitesi



Şekil 3.4. Hassas kurutucunun kurutma kanalları ve ürün kabı

### 3.2.2. Dış ortamda (Açıkta) kurutma

Altın çilek meyvesinin kurutulmasında, laboratuvar tipi hassas kurutucu ile yapılan denemelere paralel olarak, dış ortamda (açıkta) güneş ve gölge şartlarında da kurutma işlemi kontrol amaçlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, kurutulacak ürünü dış etkenlerden koruyacak tel kafesler kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Dış ortamda kurutma denemelerinde kullanılan tel kafesler

### 3.3. Kurutma Yöntemi

Altın çilek meyvesinin kurutulmasında denemeler Laboratuvar tipi hassas kurutucuda ve dış ortamda gerçekleştirilmiştir. Hassas kurutucuda yapılan denemelerde, sabit debide, 50°C, 60°C ve 70°C olmak üzere üç farklı sıcaklıkta kurutma havası kullanılmıştır.

Hasat edilen altın çilek meyveleri renk ve boyut bakımından homojenlik gösterecek şekilde sınıflandırılmış, yıkama ve temizlik işlemlerinden sonra, aşağıdaki şekilde kurutma denemelerine alınmıştır.

- ✓ Kalikli - ön işlemsiz
- ✓ Kaliksiz - ön işlemsiz
- ✓ Kaliksiz - ön işlemler (% 1 NaOH çözeltisine bandırılmış)

### 3.4. Ürün Neminin Belirlenmesi

Kurutulacak taze altın çilek meyvelerinin başlangıç nem değerleri ile kurutma sonrası son nem değerleri kurutma dolabı yöntemiyle belirlenmiştir. 70°C sıcaklıkta ağırlıkları sabitlenene kadar kurutma dolabında bekletilen örneklerin nem içerikleri, aşağıdaki eşitlikler yardımıyla yaş ve kuru baz cinsinden hesaplanmıştır (Yağcıoğlu, 1999).

$$N_y = \frac{W_i - W_s}{W_i} \times 100$$

$$N_k = \frac{W_i - W_s}{W_s} \times 100$$

$N_y$  : Yaş baza göre nem (%)

$N_k$  : Kuru baza göre nem (%)

$W_i$  : İlk ağırlık (g)

$W_s$  : Son ağırlık (g)

Denemelerde kurutma süresince üründeki nem değişimini belirlemek amacıyla örnekler belirli aralıklarla tartılmışlardır. Bu amaçla, 0.01 gram duyarlılığında dijital teraziden (Sartorius, Type: BA3100P, Almanya) yararlanılmıştır.

### **3.5. Kuruma Süresince Ağırlık Değişiminin Belirlenmesi**

Kuruma süresince üründe meydana gelecek nem değişiminin belirlenmesi amacıyla, kurutma işlemi süresince belirli aralıklarla tartım yapılmak suretiyle ağırlık değişimi belirlenmiştir. Bu amaçla, 0.01gr duyarlılıkta ölçüm yapabilen elektronik dijital terazi (Sartorius,Type: 3100 P, Almanya) kullanılmıştır.

### **3.6. Sıcaklık ve Bağıl Nem Ölçümü**

Laboratuvar tipi hassas kurutucuda hava sıcaklığını ölçmek ve denetlemek amacıyla bir adet Pt100 sıcaklık algılayıcısı kurutucuya yerleştirilmiş olup, algılayıcısından gelen sinyaller üniversal kontrol ünitesi tarafından değerlendirilerek ısıtıcıya gelen akım miktarı ayarlanabilmektedir (Şekil 3.6).

Kurutma ortamlarının sıcaklık ve bağıl nem değerlerini kaydetmek için ölçme ve depolama işlemini birlikte yapan kaydediciler (HOBO RH/Temp, Type: HO8-003-02, A.B.D) kullanılmıştır (Şekil 3.6). Bu kaydediciler, 0.6 °C sıcaklık ve % 0.5 bağıl nem hassasiyetinde olup, Box Car Pro 3.5 programıyla çalıştırılmış ve kaydediciden elde edilen veriler deneme sonunda bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Sıcaklık ve bağıl nem değerleri 15 dakika aralıklarla kaydedilmiştir.



Şekil 3.6. Sıcaklık ölçüm noktaları, kontrol ünitesi, sıcaklık-bağıl nem kaydedici

### 3.7. Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Tarımsal ürünlerin, özellikle meyve ve sebzelerin kurutulmasında, taze ürün renginin korunması önemli kalite kriterleri arasında yer alır. Kurutulmuş ürün renginin taze ürün rengine yakın olması istenmektedir.

Taze ve kurutulmuş örneklerin renk değerleri, Minolta (CR-400, Japonya) renk ölçer (Chromameter) ile belirlenmiştir (Şekil 3.7). Her bir örnekten 10 kez okuma yapılmıştır. Renk ölçer, üç farklı renk skalasına ( $L^*$ ,  $a$  ve  $b$ ) ait sayısal değer vermektedir.



Şekil 3.7. Renk ölçüm cihazı

$L^*$  : Parlaklık değerini ifade eder ve 0-100 arasında değer alabilir.  $L^*$ , 0 değerini siyah renkte hiçbir yansımanın olmadığı durumda, 100 değerini ise mükemmel yansımanın olduğu beyaz renkte almaktadır.

**a** : Kırmızılık değerini ifade etmektedir. Pozitif a değerleri kırmızılığı temsil ederken, negatif a değerleri yeşil rengi temsil etmektedir.

**b** : Sarılık değerini ifade etmektedir. Pozitif b değerleri sarılığı temsil ederken, negatif b değerleri maviliği temsil etmektedir.

**a** = 0 ve **b** = 0 olması durumu renksizlik yani griliği ifade etmektedir.

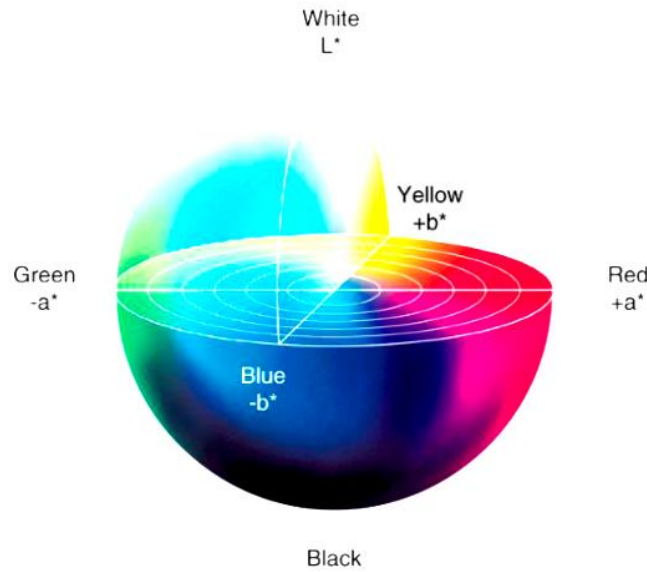
L\*, a ve b değerleri, piyasada doğrudan alıcı ve satıcı tarafından algılanan renk ölçuları olmadığı için, bu değerlerden insanların renk algısına hitap eden Hue açısı ve Kroma değerleri hesaplanmış ve hue değerinin renk radyantı şekil 3.8’de gösterilmiştir. Kroma değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Donuk renklerde kroma değerleri düşerken canlı renklerde ise kroma değeri yükselmektedir. Hue açısı ve Kroma değeri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır (Mc Guire, 1992; Ergüneş ve Tarhan, 2006).

Hue açısı :

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

Kroma değeri :

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



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

Hue açısı bir renk dairesi olarak tanımlanmakta olup kırmızı - mor renkleri 0° ve 360° açı değerlerinde almakta, sarı rengi 90° açı değerinde almakta ve mavimsi yeşil rengini de 180° ve 270° açı değerlerinde almaktadır.

Ürün renginde meydana gelen değişimi tanımlamada kullanılan ikinci ifade ise kahverengileşme indeksidir. Kahverengileşme indeksi, kahverengi renginin saflığını temsil etmekte ve kahverengileşme reaksiyonlarının ürün renginde meydana getirdiği değişimleri tanımlamada önemli bir parametredir.

Kahverengileşme indeksi (BI) aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmaktadır;

$$BI = \frac{[100 \times (x - 0.31)]}{0,17}$$

Eşitlikte yer alan x değeri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmaktadır;

$$x = \frac{a^* + (1.75 \times L^*)}{[(5.645 \times L^*) + (a^* - (3.012 \times b^*))]}$$

L\*, a ve b renk değerlerinin belirlenmesi için taze ve kurutulmuş örneklerde Duncan testi yapılarak, ürünler arasındaki renk değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca renk kriterlerinden, L\*, a ve b değerleri kullanılarak hesaplanan kroma (C\*), hue açısı (°H) ve Kahverengileşme indeksi (BI) değerleri taze ve kurutulmuş örneklerde kıyaslanmıştır. Kurutma sonrası kaliksli altın çilek meyvesinin renk değerleri tespit edilirken, meyvenin etrafını çevreleyen kabuk (kaliks) soyularak renk ölçümleri yapılmıştır.

### **3.8. Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM), Asitlik ve pH Değerleri**

Taze ve kurutulan örneklerde renk değerleri dışında SÇKM, asitlik ve pH değerleri analizler yapılarak belirlenmiştir. Bu analizler Bahçe Bitkileri Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

### 3.9. Kuruma Kinetiği Modelleri ve İyilik Derecelerinin Belirlenmesi

Kurutma eğrilerinin oluşturulmasında kullanılan alınabilir nem oranı, aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$ANO = \frac{N_k - N_{k,e}}{N_{k,0} - N_{k,e}}$$

ANO: Alınabilir nem oranı

$N_k$ : Kuruyan materyalin herhangi bir kuruma anındaki nem içeriği (%) (kb)

$N_{k,e}$ : Kuruyan materyalin verilen şartlardaki denge nemi (%) (kb)

$N_{k,o}$ : Kurutulan materyalin ilk nemi (%) (kb)

Kurutma havasının nem içeriğinin kurutma süresince değişken olması ve denge nem değerlerinin diğer nem değerlerine ( $N_k$  ve  $N_{k,o}$ ) göre çok düşük olması sebebiyle, alınabilir nem oranı tanımı basitleştirilerek aşağıdaki eşitlik elde edilmiştir;

$$ANO = \frac{N_k}{N_{k,o}}$$

Kurutma işleminin nem değişimini modellemek için Çizelge 3.1'de eşitlikleri verilen ince tabaka kurutma modelleri kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Kurutma Modelleri

Kurutma Modeli	Model Eşitliği	Kaynak
Page	$f = \exp(-k \cdot t^2 \cdot h)$	Sarsavadia ve ark.(1999)
Geliştirilmiş Page	$f = \exp((-k \cdot t)^2 \cdot h)$	Yaldız ve ark. (2000).
Midilli - Küçük	$f = h \cdot \exp(-j \cdot (t^2 \cdot k)) + (m \cdot t)$	Midilli ve ark. (2002).
Lewis	$f = \exp(-k \cdot t)$	Avhad ve ark. (2016).
Jena-Das	$f = k \cdot \exp(-h \cdot t + j \cdot (t^2/2) + m)$	Jena- Das (2007).
Difüzyon Yaklaşım	$f = k \cdot \exp(-h \cdot t) + (1-k) \cdot \exp(-j \cdot t)$	Kassem. (1998).
Yağcıoğlu	$f = k \cdot \exp(-h \cdot t) + j$	Yağcıoğlu. (1999).



Kuruma eğrilerinin tanımlanmasında kullanılan, matematiksel ince tabaka kuruma modellerine ait parametrelerin sayısal değerlerinin belirlenmesi için SigmaPlot programı kullanılarak verilere modeller uydurulmuştur. Matematiksel ince tabaka kuruma modelleri arasında  $R^2$  değerleri karşılaştırılmıştır.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Altın Çilek Meyvesine Ait Özellikler

Kurutma denemelerinde altın çilek (*Physalis peruviana* L.) Güney Amerika 01 tipi kullanılmıştır. Altın çilek meyvelerine ait özellikler Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemelerde kullanılan taze altın çilek meyvesine ait bazı özellikler

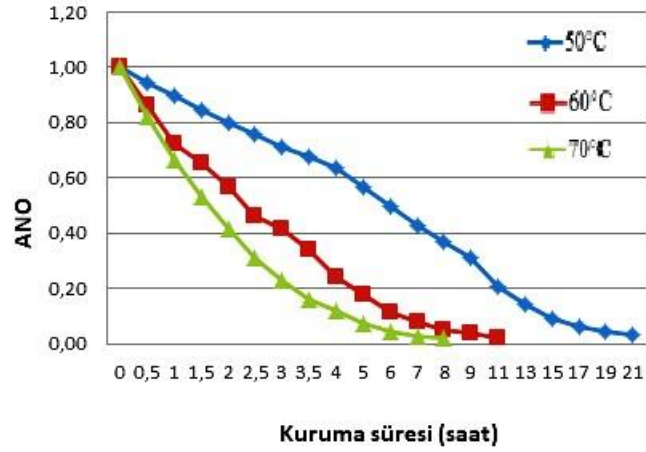
Meyve Özellikleri	Değerler	
Ortalama meyve boyu (mm)	21,11	
Ortalama meyve eni (mm)	21,21	
Ortalama meyve ağırlığı (g)	3,52	
Renk değerleri	L*	56,26
	a	8,72
	b	32,17
Başlangıç nemi (% yb)	% 77,83	
SÇKM (%)*	15.87	
Asitlik (%)*	1.98	
pH*	4.07	

\* Ergür. ( 2012).

### 4.2. Altın Çilek Meyvelerinin Kuruma Özellikleri

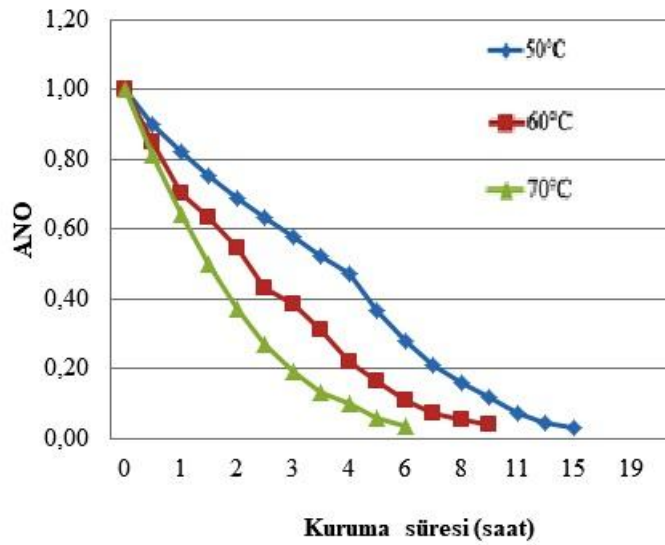
#### 4.2.1. Hassas kurutucuda altın çileğin kuruma özellikleri

Hassas kurutucuda yapılan denemelerde, 50°C, 60°C ve 70°C olmak üzere üç farklı sıcaklıkta kurutma havası kullanılmıştır. Hassas kurutucuda hava debisi değeri 0.034 dm<sup>3</sup>/s olarak hesaplanmıştır. Hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde hava debisi kurutma boyunca sabit tutulmuştur. Altın çilek meyveleri; kaliksli, kaliksiz - ön işlemsiz ve kaliksiz - ön işlemlili (%1 NaOH çözeltisine bandırılmış) olarak kurutulmuşlardır. Denemelerde, Alınabilir Nem Oranı (ANO) değerleri kullanılarak, ürünlerin ilk nem değerleri arasındaki farklılıklar ortadan kaldırılmıştır. Denemeler üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kuruma süresine bağlı olarak ANO değişimleri farklı muameleler için Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de verilmiştir.



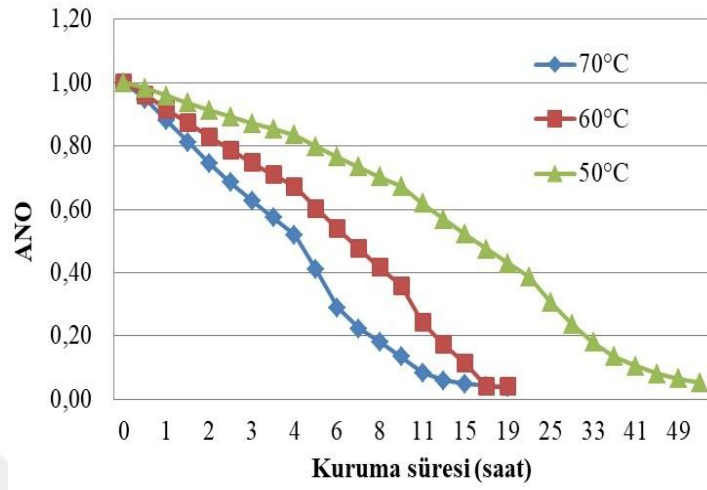
Şekil 4.1. Hassas kurutucu ile yapılan kurutma denemelerinde kalikssiz - ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin ANO değişimi

Hassas kurutucuda 50°C 'de yapılan kurutma denemelerinde ürün 21 saatte, 60°C 'de yapılan kurutma denemelerinde 11 saatte, 70°C 'de yapılan kurutma denemelerinde 8 saatte istenilen nem düzeyine ulaşılmıştır (Şekil 4.1).



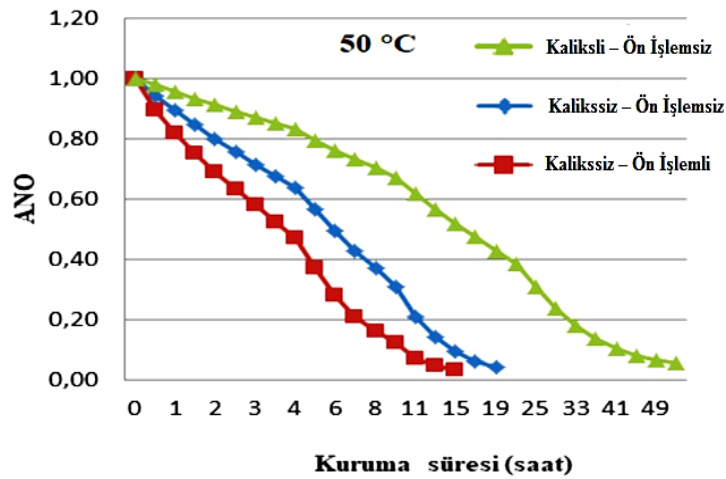
Şekil 4.2. Hassas kurutucu ile yapılan kurutma denemelerinde kalikssiz - ön işlemlili altın çilek meyvelerinin ANO değişimi

Şekil 4.2'de görüldüğü üzere; laboratuvar tipi hassas kurutucuda, kalikssiz - ön işlemlili (%1 NaOH çözeltisine bandırılmış) meyvelerin 50°C'de 15 saatte, 60°C'de 10 saatte, 70°C'de ise 6 saatte denge nemi düzeyine ulaştıkları görülmektedir.



Şekil 4.3. Hassas kurutucu ile yapılan denemelerde kaliksli – ön işlemsiz olarak kurutulan altın çilek meyvelerinin ANO değişimi

Şekil 4.3’de görüldüğü üzere; laboratuvar tipi hassas kurutucuda, kaliksli - ön işlemsiz kurutulan meyvelerin 50°C’de kurutmada 50 saatte, 60°C’de 18 saatte, 70°C’de ise 16 saatte denge nemi düzeyine ulaştıkları görülmektedir.

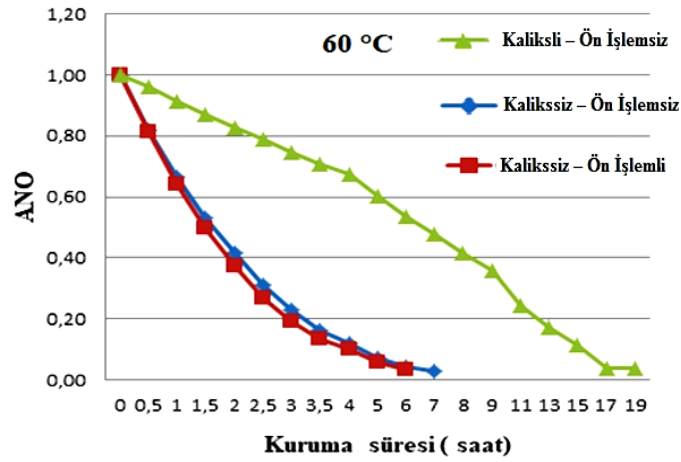


Şekil 4.4. Hassas kurutucu ile yapılan denemelerde 50°C’de kurutulan meyvelerin ANO değişimi

Şekil 4.4’de, laboratuvar tipi hassas kurutucuda 50°C de, kaliksli, kaliksiz - ön işlemsiz ve kaliksiz - ön işlemsiz (%1NaOH çözeltisine bandırılmış) üründe yapılan

kurutma denemelerinde zamana bağı olarak alınabilir nem oranı (ANO) değışimi görölmektedir. Kuruma süreleri sırasıyla; 50 saat, 19 saat ve 15 saat olmuştur.

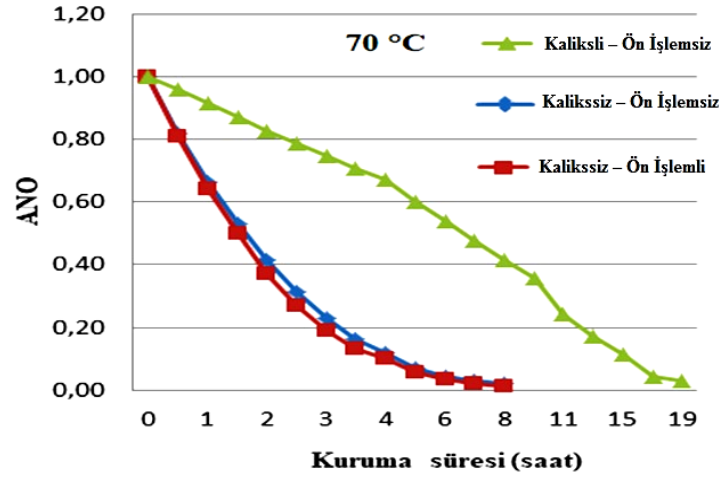
Şekil 4.5’de ise laboratuvar tipi hassas kurutucuda 60°C kurutma havası sıcaklığında, kalikli, kalikssiz - ön işlemsiz ve kalikssiz - ön işlemlı (%1NaOH çözeltilisine bandırılmış) meyvelerin kurutulmasında zamana bağı olarak alınabilir nem oranı (ANO) değışimi görölmektedir.



Şekil 4.5. Hassas kurutucu ile yapılan denemelerde 60°C’de kurutulan meyvelerin ANO değışimi

Uygulanan ön işlemlere bağı olarak kuruma süreleri; kalikli meyvede 17 saat, kalikssiz - ön işlemsiz meyvelerde 7 saat, kalikssiz - ön işlemlı (%1 NaOH çözeltilisine bandırılmış) meyvelerde ise 7 saat olmuştur (Şekil 4.5).

Şekil 4.6’da, laboratuvar tipi hassas kurutucuda 70°C kurutma havası sıcaklığında, kalikli, kalikssiz - ön işlemsiz ve kalikssiz - ön işlemlı (%1 NaOH çözeltilisine bandırılmış) meyvelerin kurutulmasında zamana bağı olarak alınabilir nem oranı (ANO) değışimi görölmektedir.



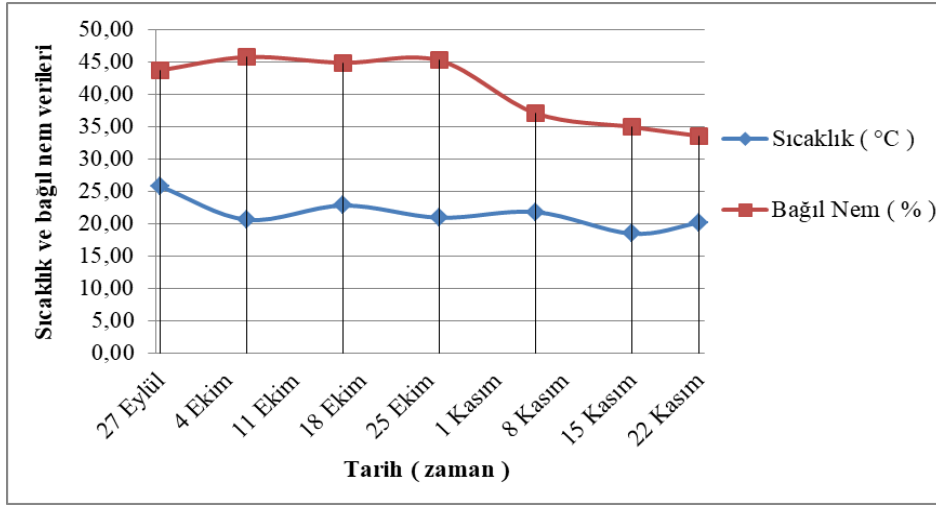
Şekil 4.6. Hassas kurutucu ile yapılan denemelerde 70°C’de kurutulan meyvelerin ANO değişimi

Şekil 4.6 incelenecek olursa, altın çilek meyvelerinde ön işlemlere bağlı olarak kuruma süreleri; kalikli meyvede 18 saat, kalikssiz - ön işlemsiz meyvelerde 7 saat, kalikssiz - ön işlemlı (%1 NaOH çözeltisine bandırılmış) meyvelerde de yine 7 saat olmuştur.

#### 4.2.2. Açıkta kurutmada altın çileğin kuruma özellikleri

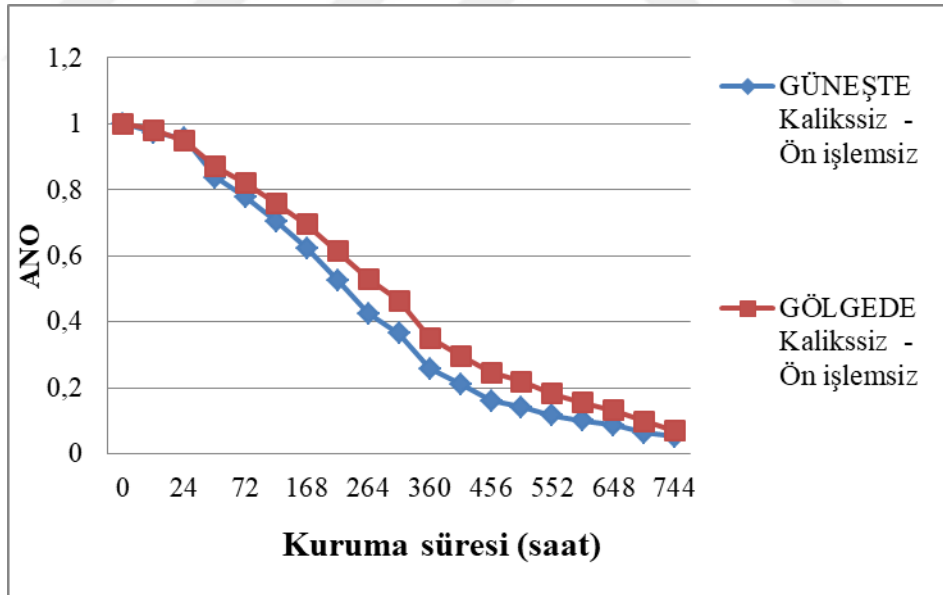
Açıkta (dış ortamda) yapılan kurutma denemeleri, geleneksel kurutma yöntemini temsilen kontrol amacıyla yapılmıştır. Taze altın çilek meyveleri açık havada, güneş ve gölge ortamda kurutulmuştur. Altın çilek meyveleri, hassas kurutucuda olduğu gibi; kalikssiz - ön işlemsiz ve %1 NaOH çözeltisine bandırılmış kalikssiz olarak kurutulmuştur. Denemeler üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Şekil 4.7.’de açıkta kurutma denemelerinin yapıldığı 27 Eylül – 22 Kasım tarihleri arasında günlük ortalama sıcaklık ve bağıl nem değerlerindeki değişim verilmiştir. Ortalama sıcaklık 21.51°C, ortalama bağıl nem ise % 40.76 olmuştur. Aynı dönemde sıcaklık değerleri 18.47-25.77°C ve bağıl nem % 33.58-45.79 arasında değişmiştir.



Şekil 4.7. Açıkta kurutma denemelerinin yapıldığı dönemde havanın günlük ortalama sıcaklık ve bağıl nem değerlerindeki değişimi

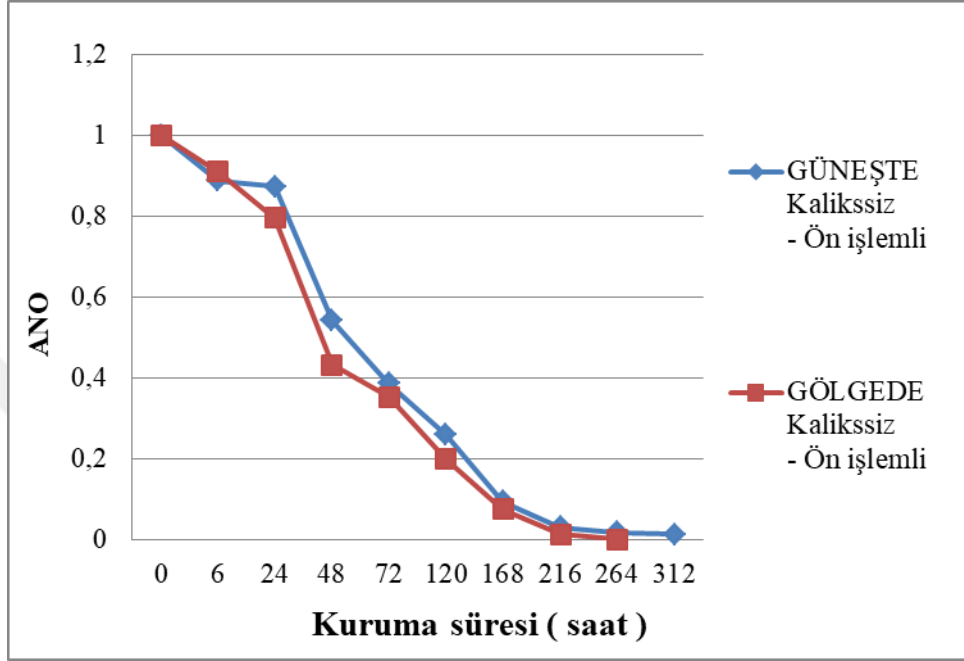
Şekil 4.8’de dış ortamda (açıkta) kurutma uygulamasında güneş ve gölge ortamda kaliksiz - ön işlemsiz olarak kurutulan altın çilek meyvelerinin ANO değişimi kuruma süresine bağlı olarak verilmiştir.



Şekil 4.8. Açıkta kaliksiz - ön işlemsiz kurutmada altın çilek meyvelerinin ANO değişimi.

Şekil 4.8’de verilen grafikte, açık havada yapılan kurutmada kuruma süresinin, hassas kurutucuda yapılan kurutmaya göre ürün ve çevre koşullarına bağlı olarak oldukça uzadığı görülmektedir. Güneşte ve gölgede kurutulan kaliksiz - ön işlemsiz altın çilek meyveleri yaklaşık 744 saat (31 gün) sonra istenilen nem düzeyine ulaşmıştır.

Şekil 4.9’da dış ortamda (açıkta) kurutma uygulamasında güneş ve gölge ortamda kalikssiz - ön işlemlili (%1 NaOH çözeltisine bandırılmış) olarak kurutulan altın çilek meyvelerinin ANO değışimini kuruma süresine bağılı olarak verilmiştir.



Şekil 4.9. Açıkta kalikssiz - ön işlemlili kurutmada altın çilek meyvelerinin ANO değışimini.

Şekil 4.9’deki grafikte de görüldüğü gibi, güneşte kurutulan % 1 NaOH çözeltisine bandırılmış kalikssiz altın çilek meyveleri yaklaşık 264 saat (11 gün) sonra denge nemine ulaşırken, aynı şartlarda gölgede kurutulan örneklerin ise 312 saat (13 gün) sonra kuruduğu görülmektedir.

### 4.3. Kuruma Kinetiği ve Matematiksel Modeller

Kuruma eğrileri, zamana bağılı olarak nem oranındaki değışimleri ifade etmektedir. Alınabilir nem oranı (ANO) değeri kullanılarak, ürünlerin ilk nem değeri arasındaki farklılıklar ortadan kaldırılmıştır. Kuruma eğrisi, 1 değeriinden başlar sıfıra doğru azalır. Sıfır değeri, kurutulan üründe alınabilir nem kalmadığını yani mevcut şartlarda ürünün denge nemine ulaştığını ifade etmektedir.

Çalışmada ince tabaka kurutma modelleri kullanılmıştır. Bu amaçla kullanılan çok sayıda matematiksel model geliştirilmiştir. Elde edilen deneysel veriler Page,



Geliştirilmiş Page, Midilli-Küçük, Lewis, Jena-Das, Difüzyon Yaklaşım ve Yağcıoğlu modelleri olmak üzere 7 farklı modele uygulanmıştır. Kuruma eğrilerinin tanımlanmasında kullanılan, matematiksel modeller ve katsayılar Çizelge 4.2’de, modellerin parametre değerleri ise Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Altın çilek meyvelerinin kurutulmasında, 50-60 ve 70°C hava sıcaklığında yapılan denemelere ait deneysel veriler ile matematiksel modellere ait tahmini verilerin uyumunu gösteren eğriler aşağıdaki şekillerde sırasıyla verilmiştir.



Çizelge 4.2. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda farklı sıcaklık dereceleri için matematiksel kuruma modelleri ve katsayı değerleri

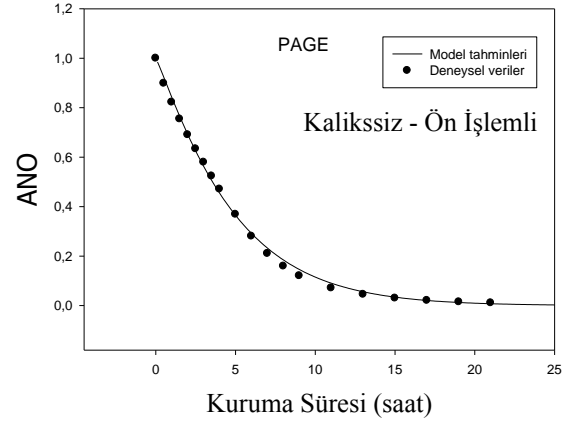
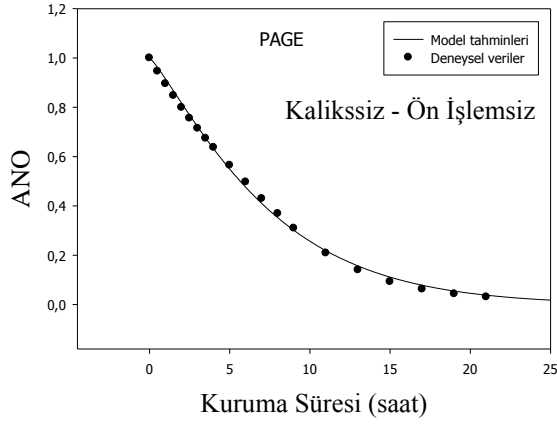
MODELLER	KATSAYI	KURUTMA HAVASI SICAKLIĞI					
		50°C		60°C		70°C	
		ÖN İŞLEMSİZ	ÖN İŞLEMLİ	ÖN İŞLEMSİZ	ÖN İŞLEMLİ	ÖN İŞLEMSİZ	ÖN İŞLEMLİ
<b>PAGE</b> $f = \exp(-k_1 \cdot (t^2 h_1))$	$k_1$	0.0894	0.1713	0.2778	0.3085	0.4069	0.4451
	$h_1$	1.1824	1.1009	1.121	1.0852	1.1614	1.1733
<b>GELİŞTİRİLMİŞ PAGE</b> $f = \exp(-(k_2 \cdot t)^2 h_2)$	$k_2$	0.1297	0.2047	0.319	0.3383	0.461	0.5016
	$h_2$	1.1824	1.134	1.1209	1.0852	1.1614	1.1733
<b>MİDİLLİ- KÜÇÜK</b> $f = h_3 \cdot \exp(-j_1 \cdot (t^2 k_3)) + (m_1 \cdot t)$	$k_3$	1.1753	1.195	1.1358	1.1092	1.1909	1.2015
	$h_3$	0.9833	0.9737	0.9852	0.988	0.9925	0.9948
	$j_1$	0.0844	0.146	0.2658	0.2968	0.398	0.4386
	$m_1$	-0.0015	0.0002	-0.0006	0.0002	0.0011	0.0013
<b>LEWIS</b> $f = \exp(-k_4 \cdot t)$	$k_4$	0.1273	0.2035	0.32	0.3394	0.4674	0.5103
<b>JENA - DAS</b> $f = k_5 \cdot \exp(-h_4 \cdot t + j_2 \cdot (t^2 / 2) + m_2)$	$k_5$	1.0207	1.0109	1.0105	1.0064	1.0137	1.0136
	$h_4$	0.4709	0.5088	0.5679	0.5765	0.6453	0.6678
	$j_2$	0.6737	0.5978	0.4797	0.4624	0.3249	0.2799
	$m_2$	0.0169	0.0137	0.0114	0.009	0.0179	0.0202
<b>DİFÜZYON YAKLAŞIM</b> $f = k_6 \cdot \exp(-h_6 \cdot t) + (1 - k_6) \cdot \exp(-h_5 \cdot j_3 \cdot t)$	$k_6$	-4.0428	-2.7139	-2.1705	-1.0684	-0.0036	2.0277
	$h_5$	0.2347	0.3563	0.5492	0.5838	0.4666	0.3815
	$j_3$	0.8773	0.8502	0.8313	0.7572	1.0044	0.7599
<b>YAĞCIOĞLU</b> $f = k_7 \cdot \exp(-h_6 \cdot t) + j_4$	$k_7$	1.1394	1.0449	1.0552	1.0334	1.0541	1.052
	$h_6$	0.1043	0.1957	0.2942	0.3241	0.4474	0.4955
	$j_4$	-0.1268	-0.029	-0.0463	-0.0258	-0.031	-0.0251

**ÖNİŞLEMLİ:** %1'lik NaOH çözeltisine bandırılmış

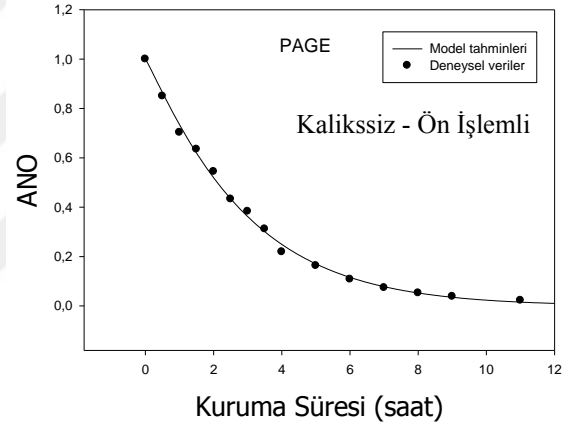
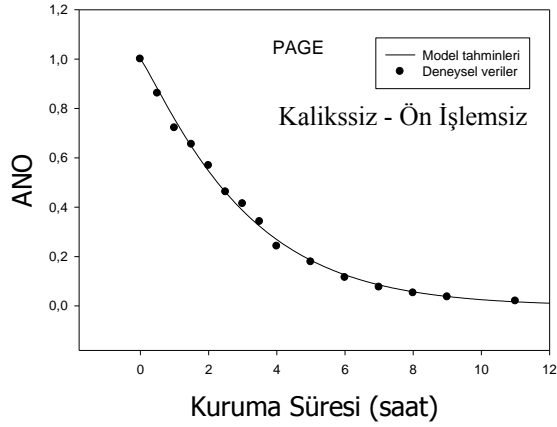
Çizelge 4.3. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda farklı sıcaklık dereceleri için matematiksel kuruma modelleri belirtme katsayıları

MODELLER	KATSAYI	KURUTMA HAVASI SICAKLIĞI					
		50°C		60°C		70°C	
		ÖN İŞLEMSİZ	ÖN İŞLEMLİ	ÖN İŞLEMSİZ	ÖN İŞLEMLİ	ÖN İŞLEMSİZ	ÖN İŞLEMLİ
<b>PAGE</b> f= exp(-k <sub>1</sub> *(t <sup>2</sup> h <sub>1</sub> ))	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	R <sup>2</sup>	0.9980	0.9970	0.9969	0.9973	0.9992	0.9995
<b>GELİŞTİRİLMİŞ PAGE</b> f= exp(-(k <sub>2</sub> *t) <sup>2</sup> h <sub>2</sub> )	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	R <sup>2</sup>	0.9980	0.9982	0.9969	0.9973	0.9992	0.9995
<b>MİDİLLİ - KÜÇÜK</b> f= h <sub>3</sub> *exp(-j <sub>1</sub> *(t <sup>2</sup> k <sub>3</sub> ))+ (m <sub>1</sub> *t)	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	R <sup>2</sup>	0.9990	0.9987	0.9972	0.9974	0.9993	0.9996
<b>LEWIS</b> f= exp(-k <sub>4</sub> *t)	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	R <sup>2</sup>	0.9894	0.9944	0.9934	0.9956	0.9941	0.9939
<b>JENA - DAS</b> f= k <sub>5</sub> *exp(-h <sub>4</sub> *t+j <sub>2</sub> *(t <sup>2</sup> 1/2)+m <sub>2</sub> )	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	R <sup>2</sup>	0.9920	0.9952	0.9941	0.9959	0.9954	0.9954
<b>DİFÜZYON YAKLAŞIM</b> f= k <sub>6</sub> *exp(-h <sub>6</sub> *t)+(1-k <sub>6</sub> )*exp(-h <sub>5</sub> *j <sub>3</sub> *t)	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	R <sup>2</sup>	0.9986	0.9987	0.9974	0.9976	0.9941	0.9966
<b>YAĞCIOĞLU</b> f= k <sub>7</sub> *exp(-h <sub>6</sub> *t)+j <sub>4</sub>	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	R <sup>2</sup>	0.9980	0.9964	0.9962	0.9967	0.9967	0.9964

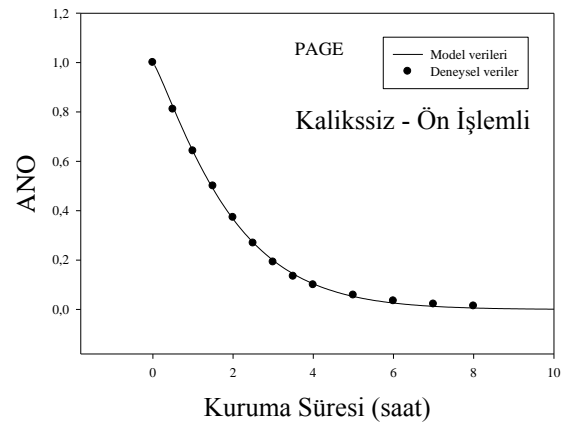
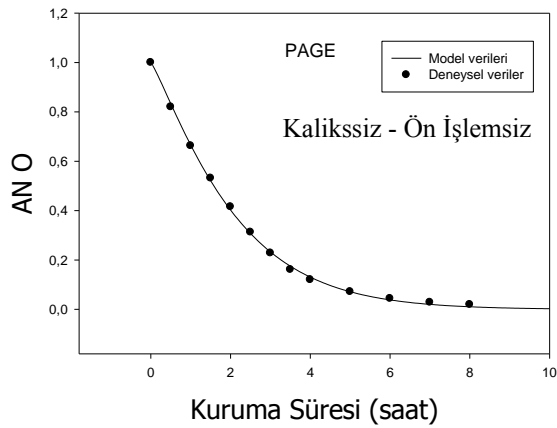
ÖN İŞLEMLİ: %1'lik NaOH çözeltisine bandırılmış



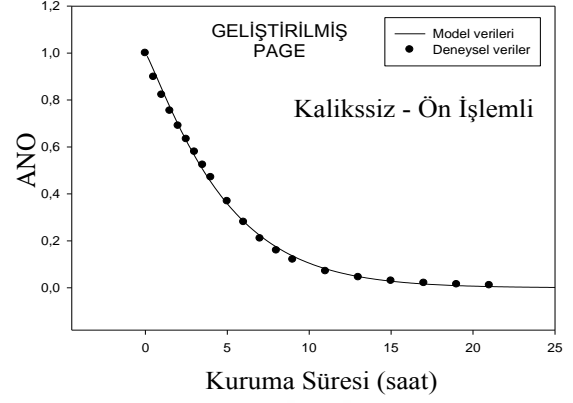
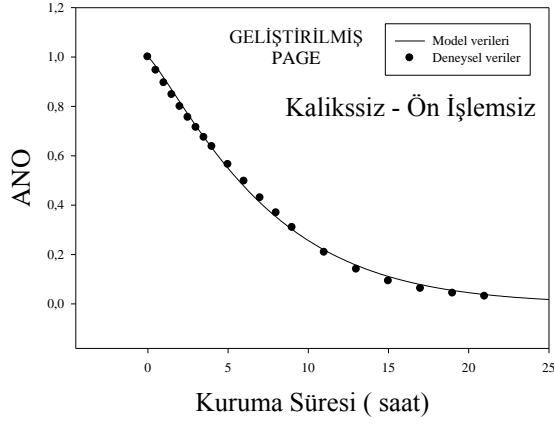
Şekil 4.10. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Page Modeli



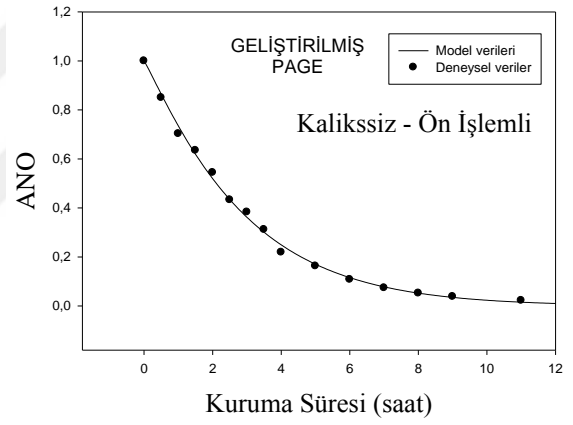
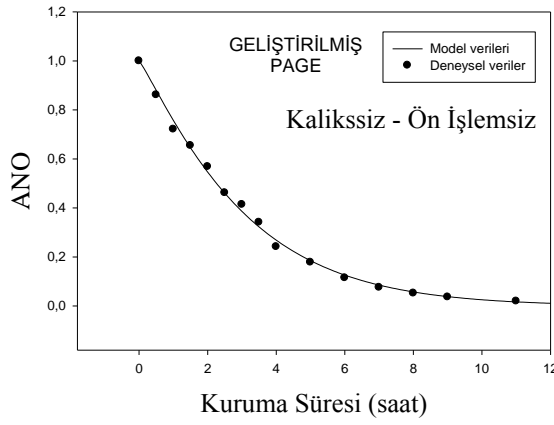
Şekil 4.11. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Page Modeli



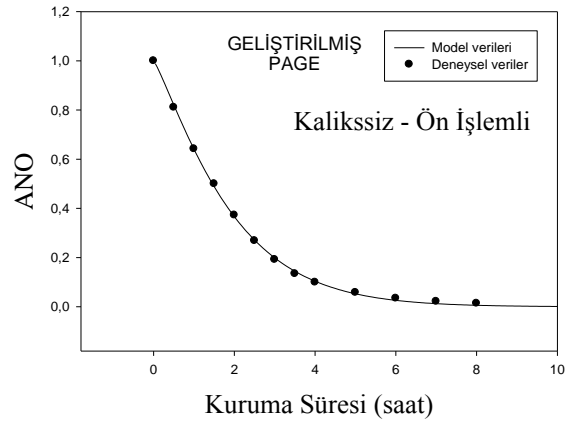
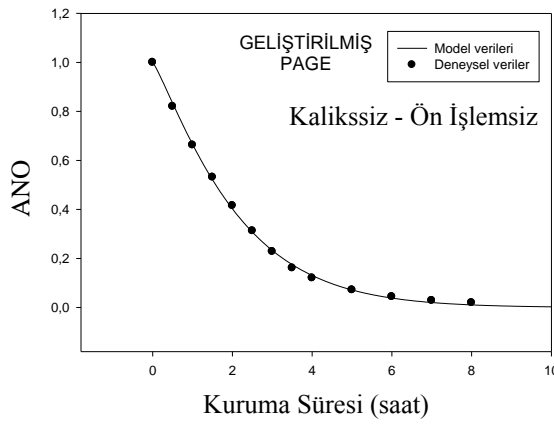
Şekil 4.12. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Page Modeli



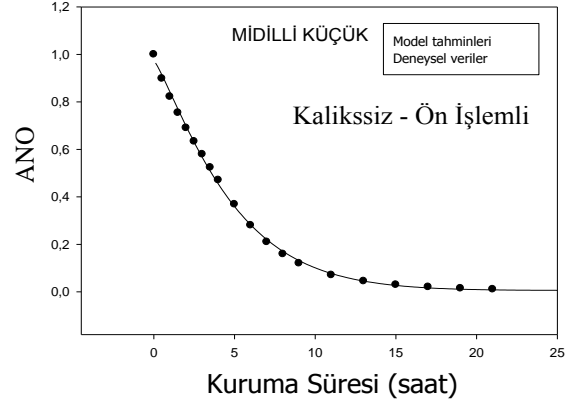
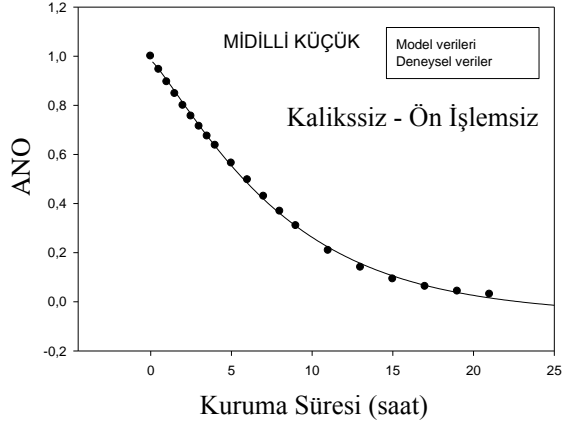
Şekil 4.13. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Geliştirilmiş Page Modeli



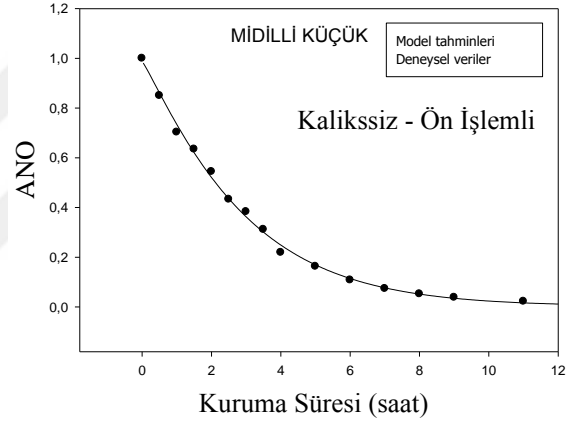
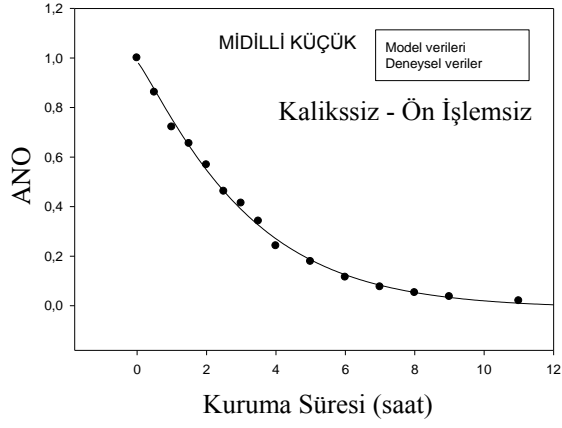
Şekil 4.14. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Geliştirilmiş Page Modeli



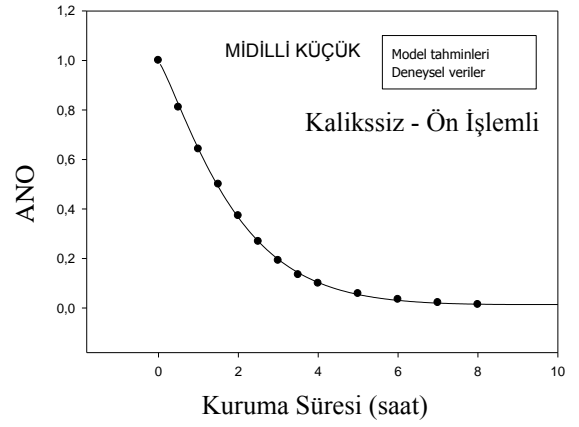
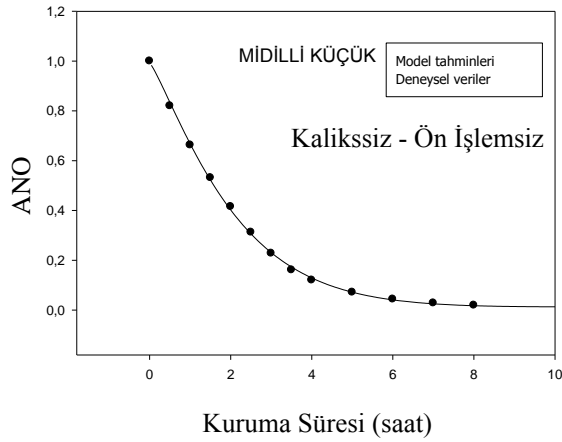
Şekil 4.15. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Geliştirilmiş Page Modeli



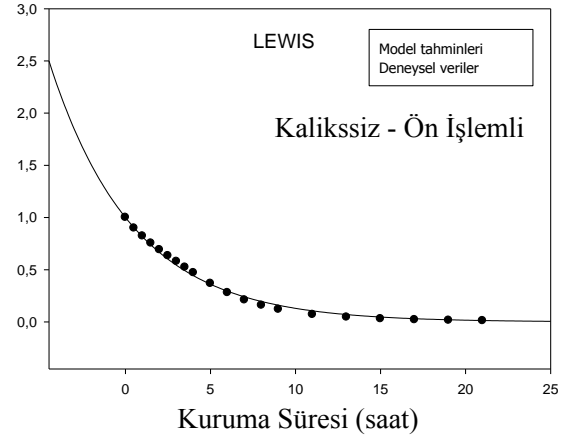
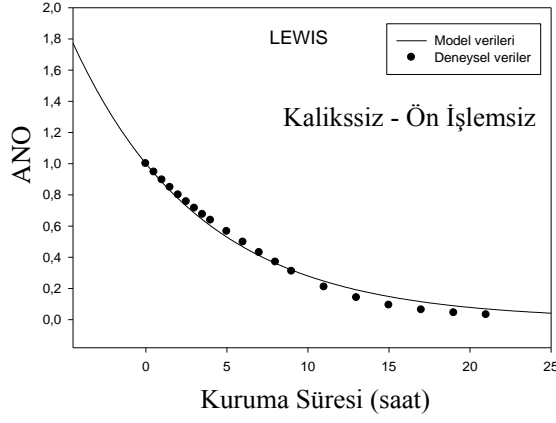
Şekil 4.16. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Midilli-Küçük Modeli



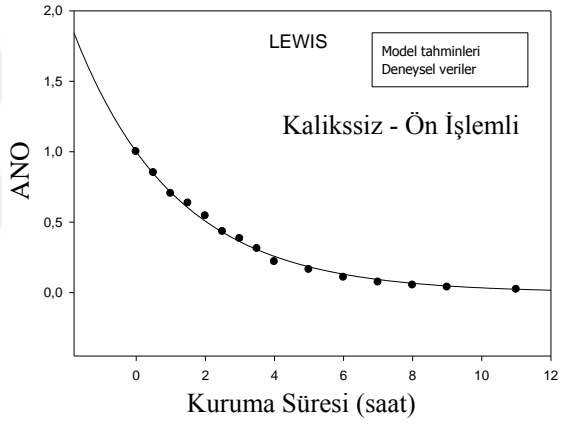
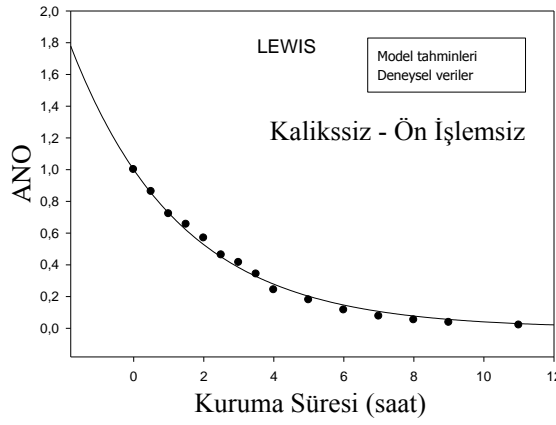
Şekil 4.17. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Midilli-Küçük Modeli



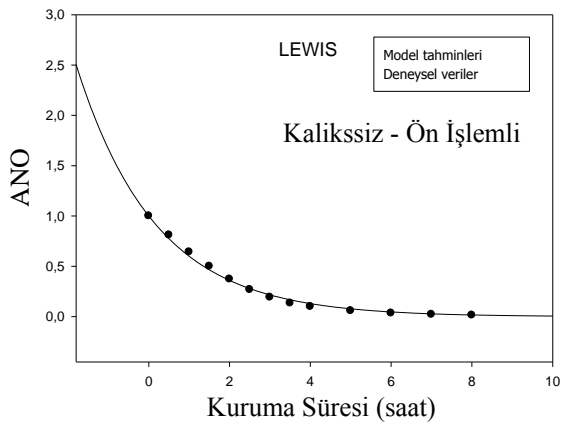
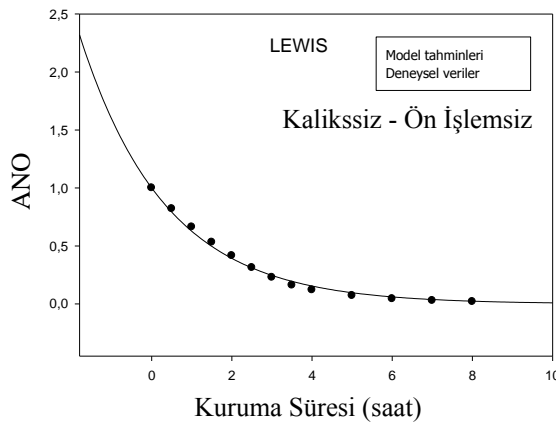
Şekil 4.18. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Midilli-Küçük Modeli



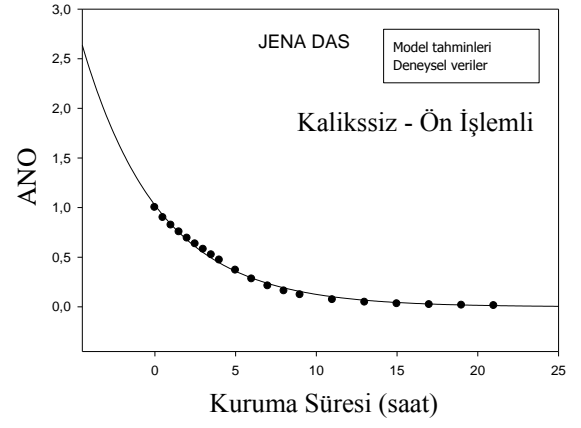
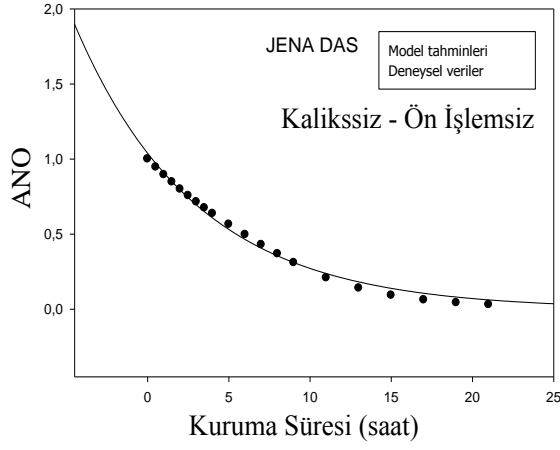
Şekil 4.19. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Lewis Modeli



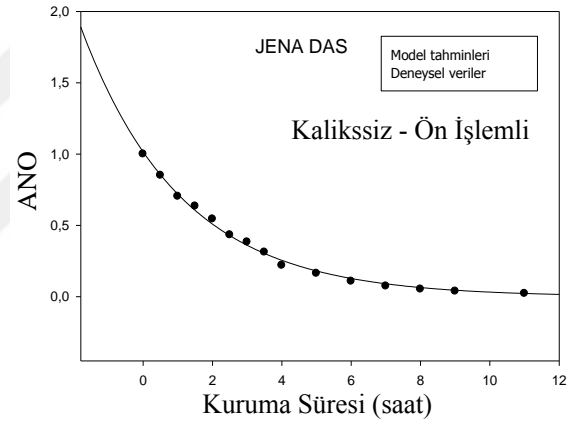
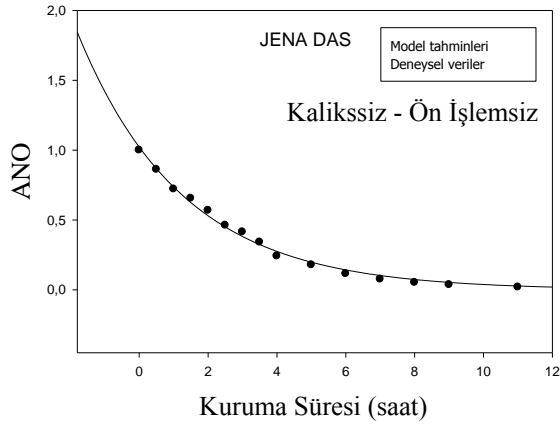
Şekil 4.20. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Lewis Modeli



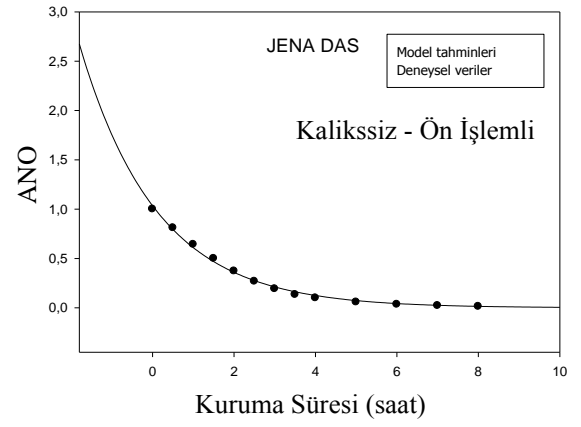
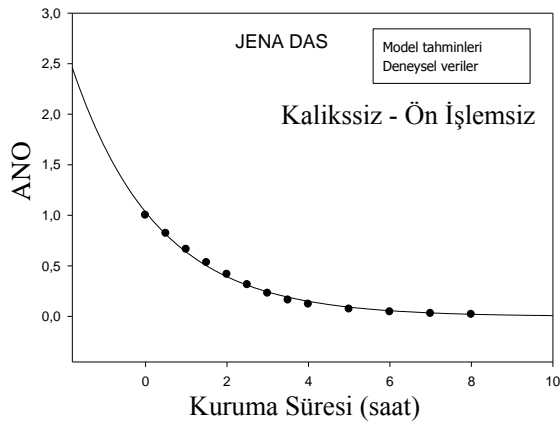
Şekil 4.21. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Lewis Modeli



Şekil 4.22. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Jena-Das Modeli

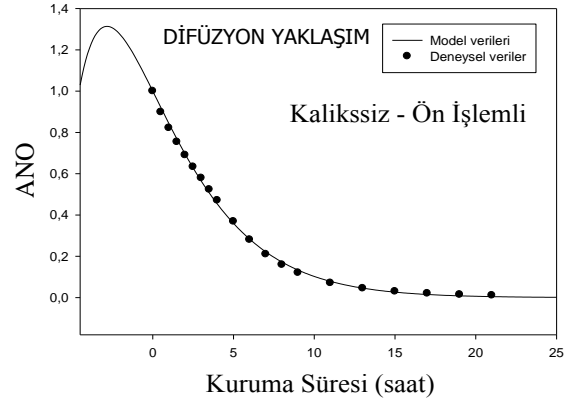
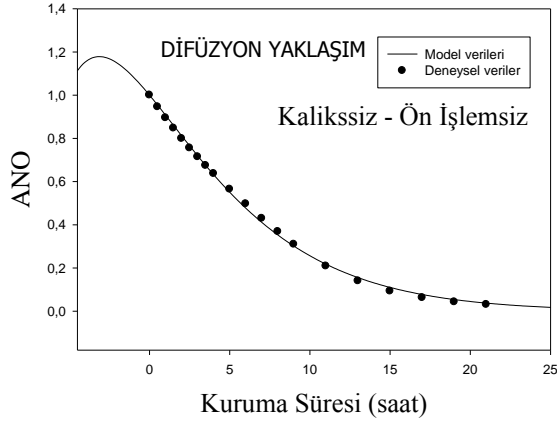


Şekil 4.23. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Jena-Das Modeli

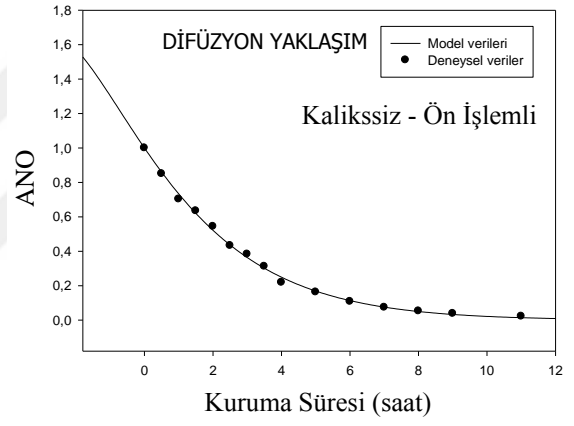
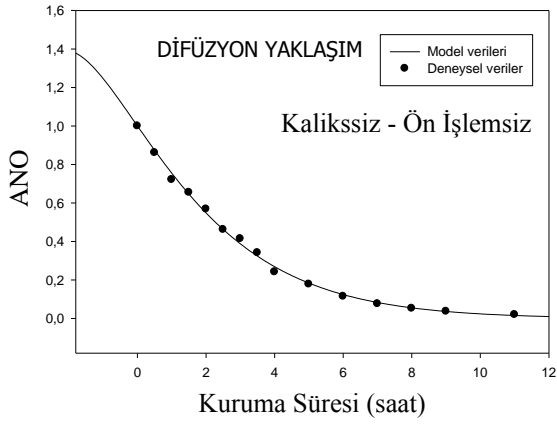


Şekil 4.24. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Jena-Das Modeli

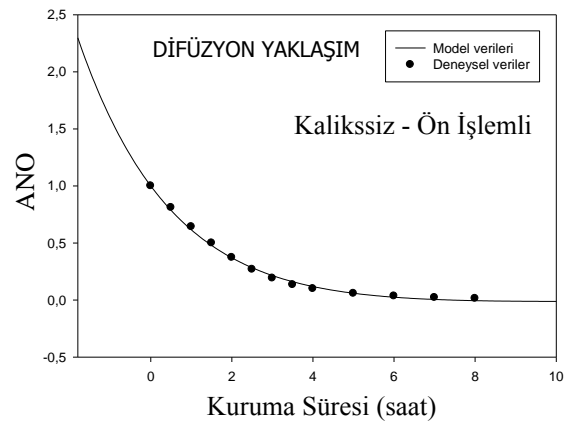
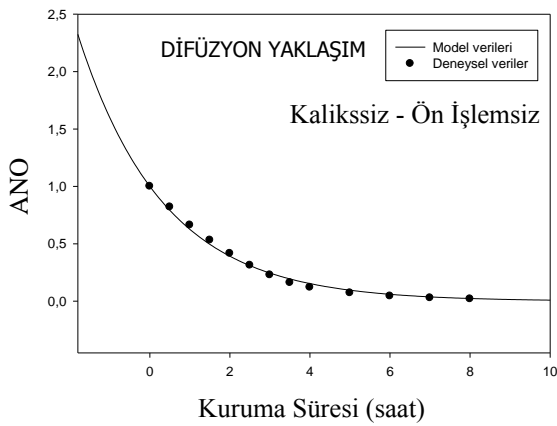




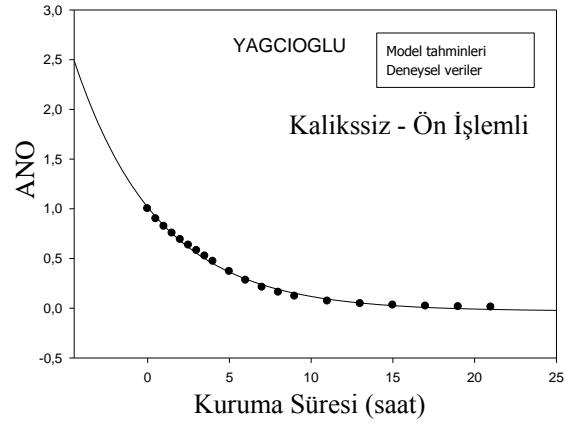
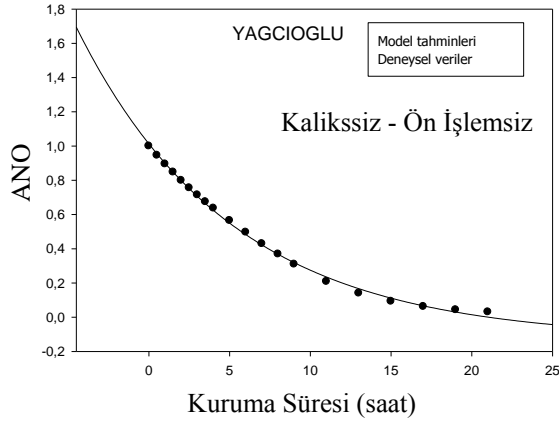
Şekil 4.25. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Difüzyon Yaklaşım Modeli



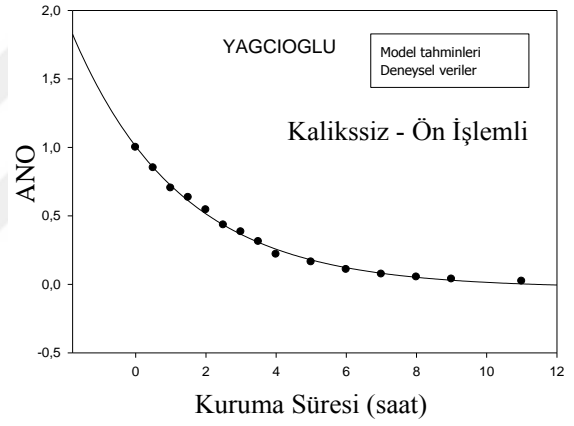
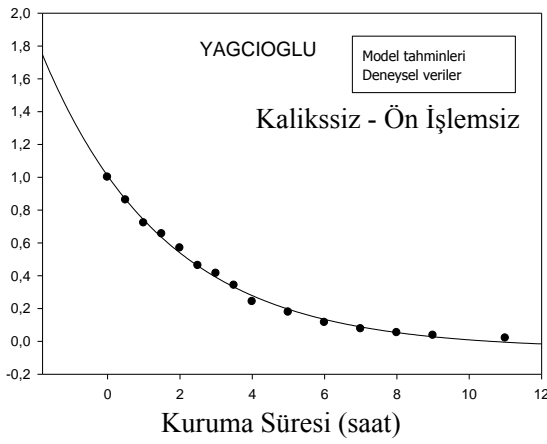
Şekil 4.26. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Difüzyon Yaklaşım Modeli



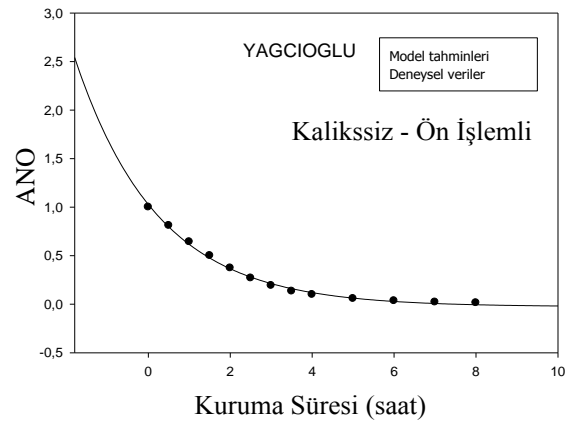
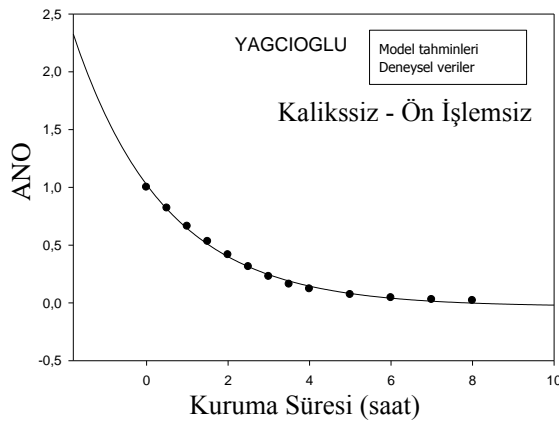
Şekil 4.27. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Difüzyon Yaklaşım Modeli



Şekil 4.28. 50°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Yağcıoğlu Modeli



Şekil 4.29. 60°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Yağcıoğlu Modeli



Şekil 4.30. 70°C sıcaklığında kuruma eğrilerine ait Yağcıoğlu Modeli

Çalışmada, altın çilek meyvelerinin kurutulmasında, kurutma süresine bağlı olarak alınabilir nem oranı (ANO) değişimini belirlemek için kuruma eğrileri oluşturulmuştur. Kuruma eğrilerinin modellenmesinde; Page, Geliştirilmiş Page, Midilli-Küçük, Lewis, Jena-Das, Difüzyon Yaklaşım ve Yağcıoğlu modelleri olmak üzere yedi farklı matematiksel ince tabaka kuruma modeli kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda; modellerin parametre değerlerinde en yüksek  $R^2$  değeri Midilli-Küçük eşitliğinde  $70^\circ\text{C}$  'de kaliksiz – ön işlemlili üründe elde edilmiş ve 0.9996 olarak bulunmuştur. En düşük  $R^2$  değeri ise Jena-Das eşitliğinde  $50^\circ\text{C}$  'de kaliksiz – ön işlemsiz üründe elde edilmiş ve 0.9920 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.3'de verilmiş olan modellerin parametre değerleri incelenecek olursa, belirtme katsayısı ( $R^2$ ) değerlerinin tüm modellerde oldukça yüksek olduğu ve modeller arasında belirgin bir farkın olmadığı görülmüştür.

#### **4.4. Kurutulmuş Altın Çilek Meyvelerinin Bazı Kalite Özellikleri**

##### **4.4.1. Renk değerleri**

Kurutma uygulamalarında renk en önemli kalite özelliklerinden birisidir. Kurutulmuş olan ürünün renginin taze ürünün rengine olabildiğince yakın olması gerekmektedir. Kararmış ve parlaklığını kayıp etmiş ürünlerin ticari değeri önemli ölçüde azalmaktadır. Bu durum ürün kalitesinde meydana gelen biyokimyasal bozulma reaksiyonlarının gerçekleştiğinin açık göstergesidir. Ürünlerin, kuruma sırasında yüksek sıcaklığa maruz kalmaları veya oksijenle temas etmeleri sonucunda üründe kararmanın ortaya çıktığı gözlenmektedir.

Renk kriterlerinden,  $L^*$ , a ve b değerleri kullanılarak hesaplanan, kroma ( $C^*$ ), hue açısı ( $^\circ\text{H}$ ) ve Kahverengileşme indeksi (BI) sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kurutma yöntemlerine göre hesaplanan, kroma (C\*), hue açısı (°H ) ve kahverengileşme indeksi (BI) renk değerleri

KURUTMA YÖNTEMİ		KURUTMA ÖNCESİ İŞLEMLER	RENK DEĞERLERİ		
			Kroma (C*),	Hue açısı (°H )	Kahverengileşme indeksi (BI)
<b>TAZE MEYVE</b>		Kalikssiz – Ön İşlemsiz	33.76	72.52	95.58
<b>AÇIKTA</b>	<b>GÜNEŞ</b>	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	21.34	56.13	115.75
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	27.33	51.73	135.49
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	25.09	62.12	106.88
	<b>GÖLGE</b>	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	22.80	48.81	125.67
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	26.47	52.64	126.50
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	25.63	59.58	110.77
<b>LAB. TİPİ HASSAS KURUTUCU</b>	<b>50°C</b>	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	32.34	59.64	121.78
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	34.27	60.66	122.22
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	31.14	57.49	124.68
	<b>60°C</b>	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	29.77	59.16	122.40
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	33.46	62.78	120.22
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	31.49	59.58	122.43
	<b>70°C</b>	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	28.78	62.67	116.55
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	30.51	62.62	118.86
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	24.98	52.09	126.40

Kroma değeri açısından taze örneklere en yakın değeri; laboratuvar tipi hassas kurutucuda 60°C 'de kalikssiz – ön İşlemlı üründe yapılan denemede elde edilmiştir. Hue açısı bakımından taze örneklere en yakın ve en yüksek değeri; 62.78 ile 60°C 'de kalikssiz – ön İşlemlı üründe elde edilmiştir. Kahverengileşme indeksi (BI) bakımından taze örneklere en yakın ve en düşük değeri; 106.88 ile güneşte kalikslı – ön İşlemsiz üründe elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

Kurutma yöntemleri ve kurutma öncesi uygulanan ön işlemlere göre, altın çileğın kurutulması sonrası, kurutulmuş örneklerde ölçülen renk değerlerine göre Duncan test sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

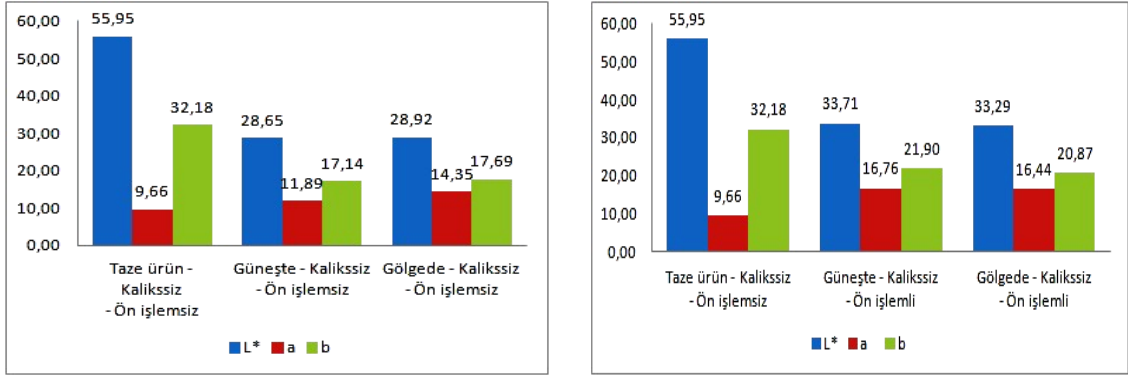
Çizelge 4.5. Kurutma yöntemlerine göre ölçülen renk değerlerinin Duncan test sonuçları

KURUTMA YÖNTEMİ		KURUTMA ÖNCESİ İŞLEMLER	RENK DEĞERLERİ		
			L*	a	b
TAZE MEYVE		Kalikssiz – Ön İşlemsiz	55.95 <sup>a</sup>	9.66 <sup>f</sup>	32.18 <sup>a</sup>
AÇIKTA	GÜNEŞ	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	28.65 <sup>g</sup>	11.89 <sup>e</sup>	17.14 <sup>f</sup>
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	33.71 <sup>f</sup>	16.76 <sup>a</sup>	21.90 <sup>e</sup>
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	35.64 <sup>f</sup>	11.94 <sup>e</sup>	20.89 <sup>e</sup>
	GÖLGE	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	28.92 <sup>g</sup>	14.35 <sup>cd</sup>	17.69 <sup>f</sup>
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	33.29 <sup>f</sup>	16.44 <sup>a</sup>	20.87 <sup>e</sup>
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	37.99 <sup>e</sup>	12.49 <sup>e</sup>	22.53 <sup>e</sup>
LAB. TİPİ HASSAS KURUTUCU	50°C	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	43.70 <sup>c</sup>	15.90 <sup>ab</sup>	27.63 <sup>c</sup>
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	46.19 <sup>b</sup>	16.84 <sup>a</sup>	29.65 <sup>b</sup>
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	40.69 <sup>e</sup>	16.81 <sup>a</sup>	26.03 <sup>c</sup>
	60°C	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	40.05 <sup>e</sup>	15.13 <sup>bc</sup>	25.28 <sup>d</sup>
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	45.99 <sup>b</sup>	14.89 <sup>bc</sup>	29.37 <sup>b</sup>
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	42.18 <sup>cd</sup>	15.76 <sup>b</sup>	26.87 <sup>c</sup>
	70°C	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	40.55 <sup>de</sup>	13.25 <sup>d</sup>	25.50 <sup>d</sup>
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	42.14 <sup>cd</sup>	13.58 <sup>d</sup>	26.95 <sup>c</sup>
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	31.23 <sup>f</sup>	15.12 <sup>bc</sup>	19.31 <sup>e</sup>

Çizelge 4.5 incelenecek olursa, taze altın çilek örneklerine ait olan renk değerlerine en yakın L\* değeri hassas kurutucuda 60°C 'de kalikssiz – ön işlemlı meyvelerde elde edilmiştir. Taze meyvelere en yakın a değeri ise güneşte kalikssiz – ön işlemlı ürünlerde ve en yakın b değeri 50°C 'de kalikssiz – ön işlemlı ürünlerde elde edilmiştir.

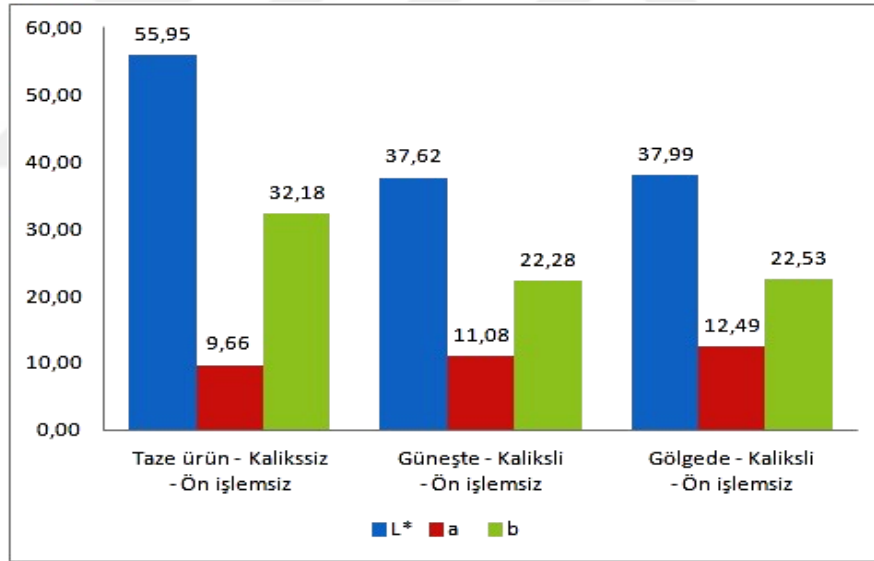
#### 4.4.1.1. Açıkta Kurutulan Altın Çilek Meyvelerinin Renk Değerleri

Açıkta kurutma yöntemlerine göre, altın çileğin kurutulması sonrası, kurutulmuş örneklerde ölçülen renk değerleri aynı zamanda Şekil 4.30-4.33'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



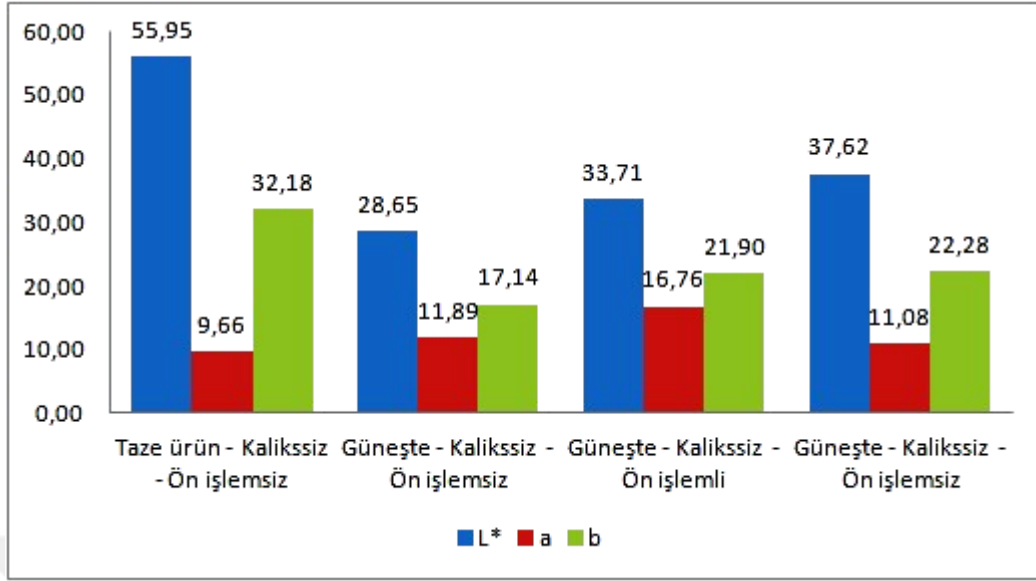
Şekil 4.31. Taze ürün kalikssiz ön işlemsiz, güneşte-gölgede kurutulan kalikssiz ön işlemsiz ve ön işlemlü altın çilek meyvelerine ait L\*, a ve b renk değerleri

Taze altın çileğin renk değerlerine en yakın L\* değeri güneşte kurutulan kalikssiz - ön işlemlü örneklerde elde edilmiştir. Taze altın çilek örneklerine en yakın a değeri ise güneşte kurutulan kalikssiz - ön işlemsiz örneklerde, en yakın b değeri güneşte kurutulan kalikssiz - ön işlemlü örneklerde elde edilmiştir (Şekil 4.31).



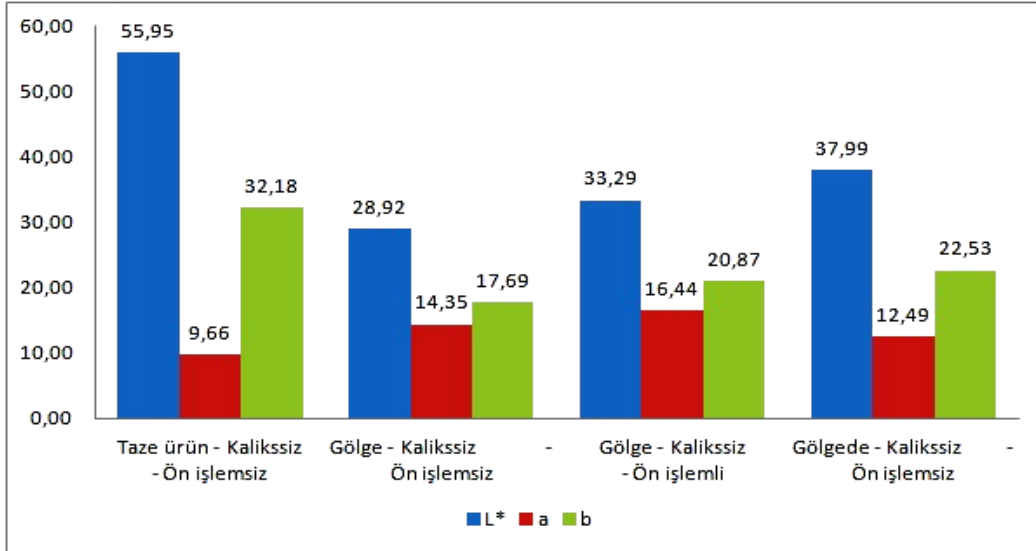
Şekil 4.32. Taze ve Güneş-gölgede kurutulan kaliksli altın çilek meyvelerine ait L\*, a ve b renk değerleri

Taze altın çileğin L\* değerine en yakın L\* değeri, gölgede kurutulan kaliksli örneklerde elde edilmiştir. En yakın a değeri ise güneşte kurutulan kaliksli örneklerde, en yakın b değeri gölgede kurutulan kaliksli örneklerde elde edilmiştir (Şekil 4.32, Çizelge 4.4).



Şekil 4.33. Taze ürün ile Güneşte kaliksli, kaliksiz ön işlemsiz ve ön işlemlı olarak kurutulan altın çilek meyvelerine ait L\*, a ve b renk değerleri

Taze altın çilek örneklerine en yakın L\*, a ve b değerleri, güneşte kurutulan kaliksli örneklerde elde edilmiştir (Şekil 4.33, Çizelge 4.4).



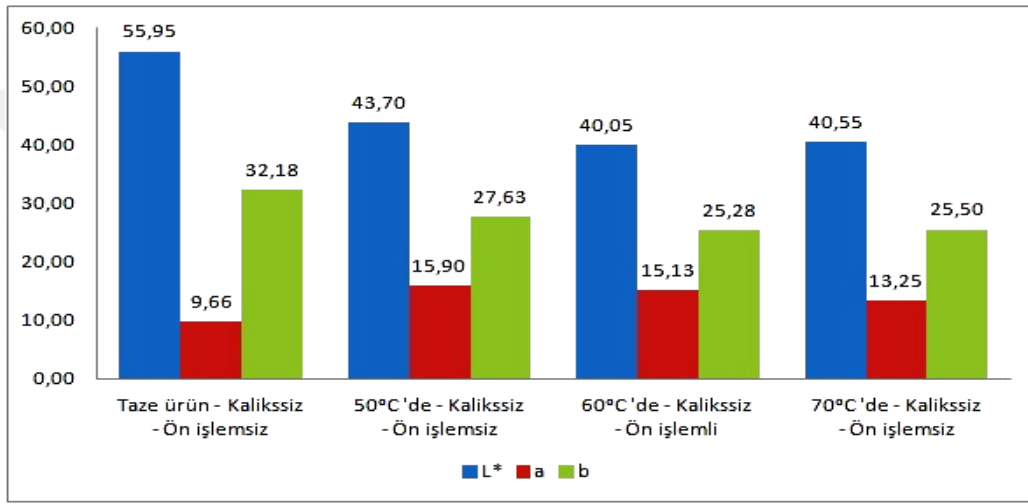
Şekil 4.34. Taze ürün ile Gölgede kaliksli, kaliksiz ön işlemsiz ve ön işlemlı olarak kurutulan altın çilek meyvelerine ait L\*, a ve b renk değerleri

Taze altın çilek meyvesine ait renk değerlerine en yakın L\*, a ve b değerleri gölgede kurutulan kaliksli örneklerde görülmüştür (Şekil 4.34 ve Çizelge 4.4).

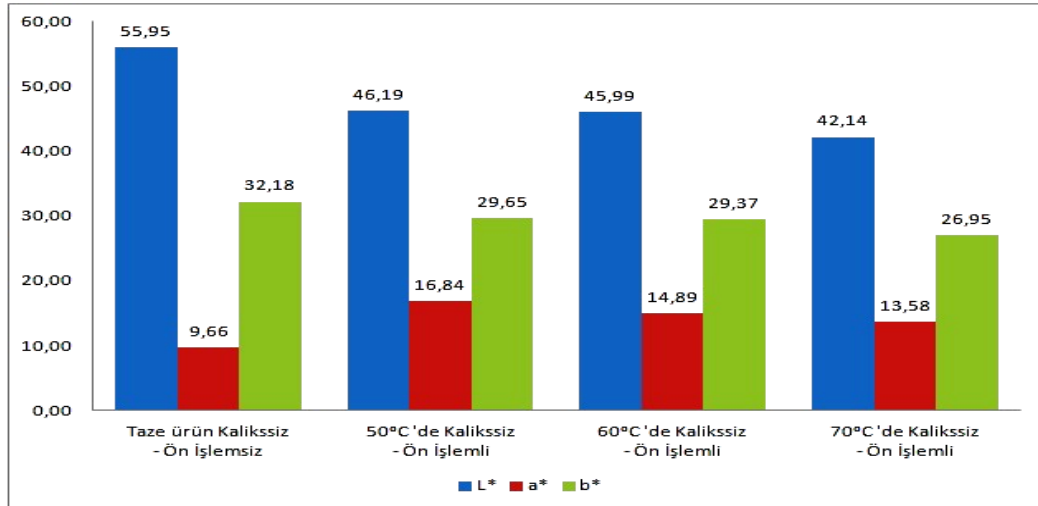
Güneşte ve gölgede yapılan kurutma denemelerinde; kaliksli olarak kurutulan altın çilek meyvelerinin L\*, a ve b değerinin taze ürüne en yakın değerde olduğu gözlenmiştir.

Güneşte ve gölgede kurutulan kaliksli altın çilek meyvelerin L\* değerinin birlerine ve taze ürüne daha yakın olduğu gözlenmiştir. Güneşte ön işlemsiz olarak kurutulan meyveler ile gölgede kaliksli olarak kurutulan meyvelerin a değerlerinin birbirlerine ve taze ürüne daha yakın olduğu gözlenmiştir. b değerleri için, güneşte ve gölgede kurutulan kaliksli meyvelerden elde edilen değerlerin birbirlerine ve taze ürüne daha yakın olduğu söylenebilir.

#### 4.4.1.2. Laboratuvar Tipi Hassas Kurutucuda Altın Çilek Meyvelerinin Renk Değerleri

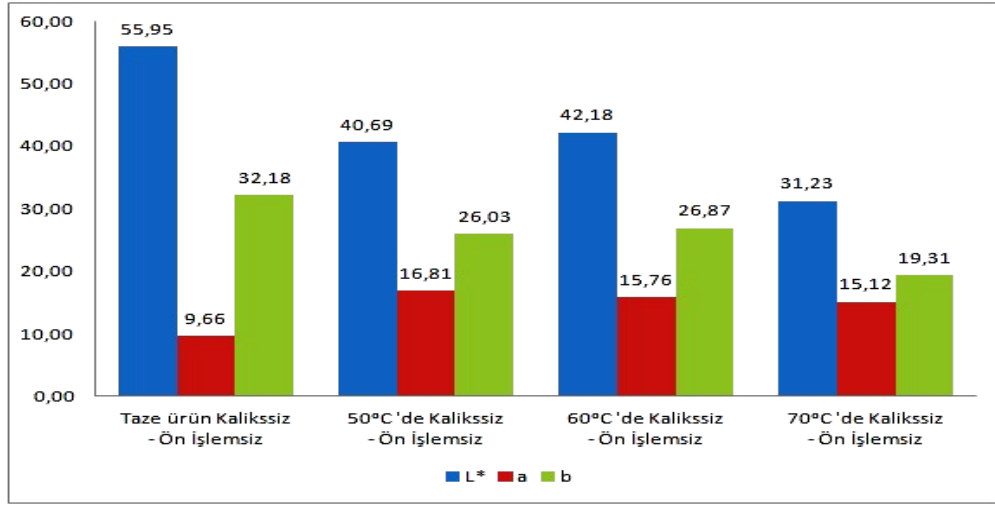


Şekil 4.35. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda kurutulan, kaliksiz ön işlemsiz altın çilek örnekleri ile taze altın çilek meyvelerinin renk değerleri



Şekil 4.36. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda kurutulan, kaliksiz - ön işlemsiz altın çilek örnekleri ile taze kaliksiz - ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin renk değerleri





Şekil 4.37. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda kurutulan, kaliksli - ön işlemsiz altın çilek örnekleri ile taze kaliksiz - ön İşlemsiz altın çilek meyvelerinin renk değerleri

Şekil 4.35, 4.36 ve 4.37 incelenecek olursa, laboratuvar tipi hassas kurutucuda kurutulan altın çilek meyvelerinin L\* değerlerinde taze ürüne göre düşüş gözlenmiştir. Genel olarak kaliksiz - ön işlemlilerle kurutulan ürünlerin L\* değerleri taze ürünün L\* değerine daha yakındır. Ayrıca, kurutma havası sıcaklığı arttıkça kurutulan ürünün L\* değeri ile taze ürünün L\* değeri arasındaki farkta artmaktadır. Tüm uygulamalarda a değerlerinde, taze ürüne göre bir artış olmuştur. 70°C sıcaklıkta kurutulan meyveler taze örneklere daha yakın a değeri vermiştir. b değerleri taze ürüne göre azalma göstermiş olup, özellikle 50 ve 60°C 'de kurutulan bandırılmış ürünler taze ürüne daha yakındır.

Kaliksli olarak kurutulan altın çilek meyvelerinde, taze ürüne en yakın L\* ve b değerleri 50 ve 60°C sıcak havayla kurutmada elde edilmiştir. a değerinde taze örneklere göre artış gözlenmekle birlikte, sıcaklıklar arasında önemli bir fark gözlenmemiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.36 ve Şekil 4.37).

#### 4.4.2. Kimyasal özellikler

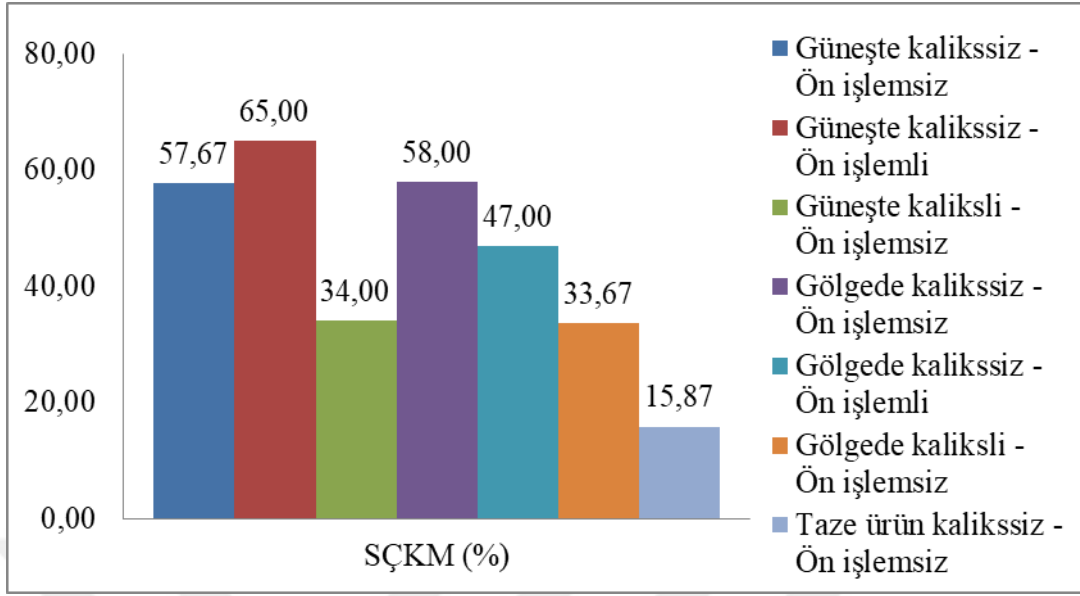
Denemelerde farklı yöntemlerle kurutulan altın çilek meyvelerinin suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), pH ve asitlik değerleri belirlenmiş ve Çizelge 4.6 'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kurutulmuş altın çilek meyvelerine ait bazı kimyasal özellikler

KURUTMA YÖNTEMİ		KURUTMA ÖNCESİ İŞLEMLER	SÇKM (%)	ASİTLİK (%)	pH
TAZE MEYVE*		Kalikssiz – Ön İşlemsiz	15.87	1.98	4.07
AÇIKTA	GÜNEŞ	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	57.67	0.53	4.48
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	65.00	0.58	4.40
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	34.00	0.27	4.55
	GÖLGE	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	58.00	0.50	4.64
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	47.00	0.52	4.55
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	33.67	0.21	4.93
LAB. TİPİ HASSAS KURUTUCU	50°C	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	55.67	0.59	4.39
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	63.00	0.67	4.26
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	53.33	0.50	4.54
	60°C	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	60.33	0.71	4.29
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	60.67	0.75	4.25
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	62.33	0.54	4.53
	70°C	Kalikssiz – Ön İşlemsiz	61.67	0.74	4.23
		Kalikssiz – Ön İşlemlı	63.33	0.82	4.17
		Kalikslı – Ön İşlemsiz	64.00	0.78	4.35

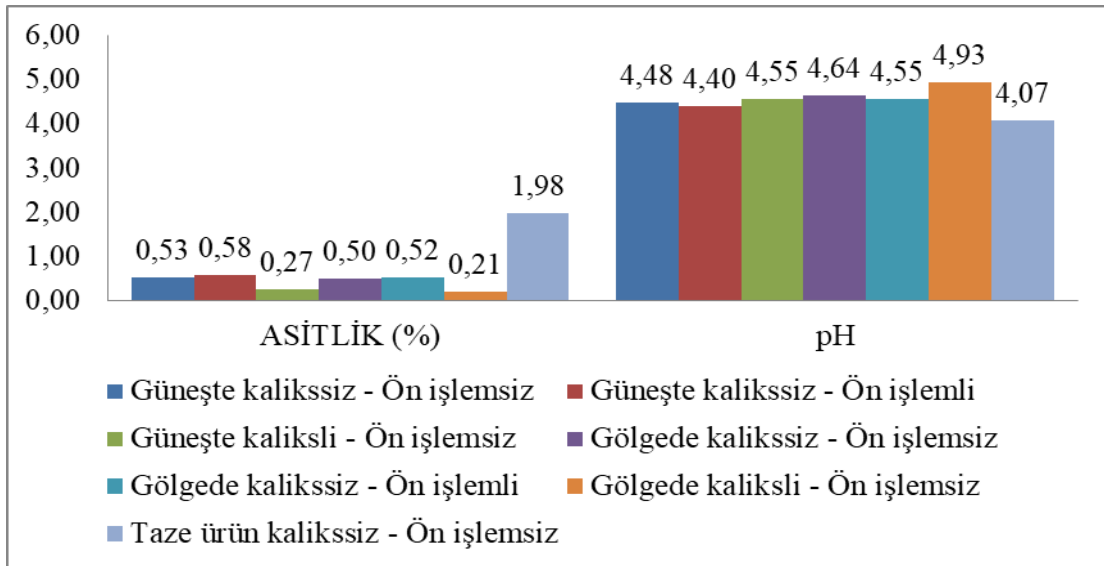
\* Ergür. ( 2012).

Açık alanda güneş ve gölge koşullarındaki kurutma denemelerinde, kalikssiz olarak kurutulmuş altın çilek meyvelerinin SÇKM ve asitlik değerleri, kalikslı olarak kurutulan altın çilek meyvelerinin değerlerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.38).



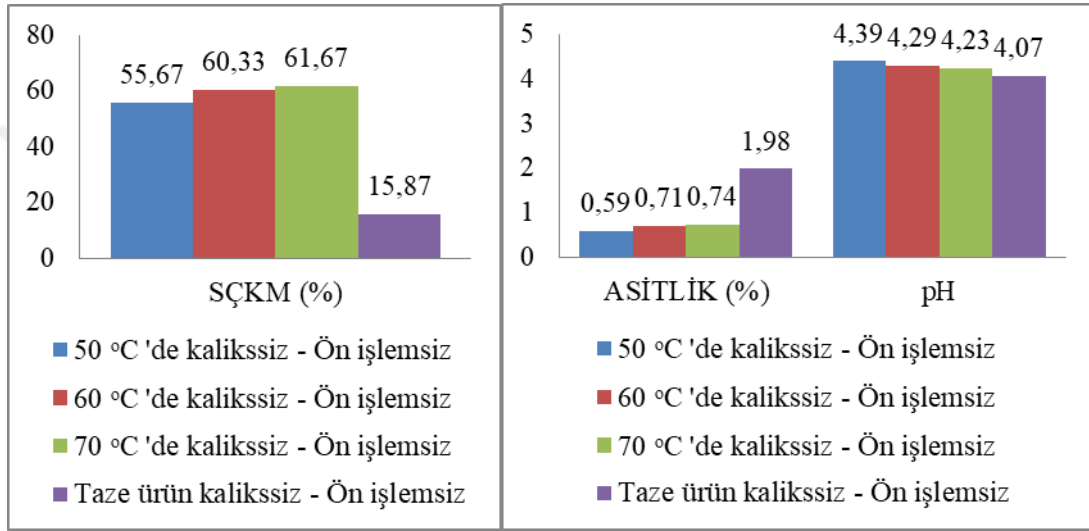
Şekil 4.38. Açıkta kurutulmuş altın çilek meyvelerinin SÇKM değerleri

Açık alanda güneş ve gölge koşullarında yapılan kurutma denemelerinin ve taze altın çilek meyvelerinin suda çözülebilir kuru madde (SÇKM) değerleri Şekil 4.38'de görülmektedir. Açık alanda güneş ve gölge koşullarında yapılan kurutma denemelerinde SÇKM değerlerinin genel olarak yükseldiği görülmektedir. En yüksek SÇKM değerinin ise güneşte kurutulan kalikssiz – ön işlemlı altın çilek meyvelerinin olduğu görülmektedir.



Şekil 4.39. Açıkta kurutulmuş altın çilek meyvelerinin asitlik ve pH değerleri

Açık alanda güneş ve gölge koşullarında yapılan kurutma denemelerinin ve taze altın çilek meyvelerinin asitlik ve pH değerleri Çizelge 4.6 ve Şekil 4.39’da görülmektedir. Açık alanda güneş ve gölge koşullarında yapılan kurutma denemelerinde asitlik değerlerin genel olarak taze örneklere göre düştüğü görülmektedir. En düşük asitlik değerini gölgede kurutulmuş kaliksiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin olduğu görülmektedir. Taze altın çilek meyvelerine en yakın pH değerinin ise güneşte kurutulmuş kaliksiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin olduğu görülmektedir.



Şekil 4.40. Hassas kurutucuda kurutulmuş kaliksiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri

Laboratuvar tipi hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde kurutulmuş kaliksiz – ön işlemsiz ve taze kaliksiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri şekil 4.40’da görülmektedir.

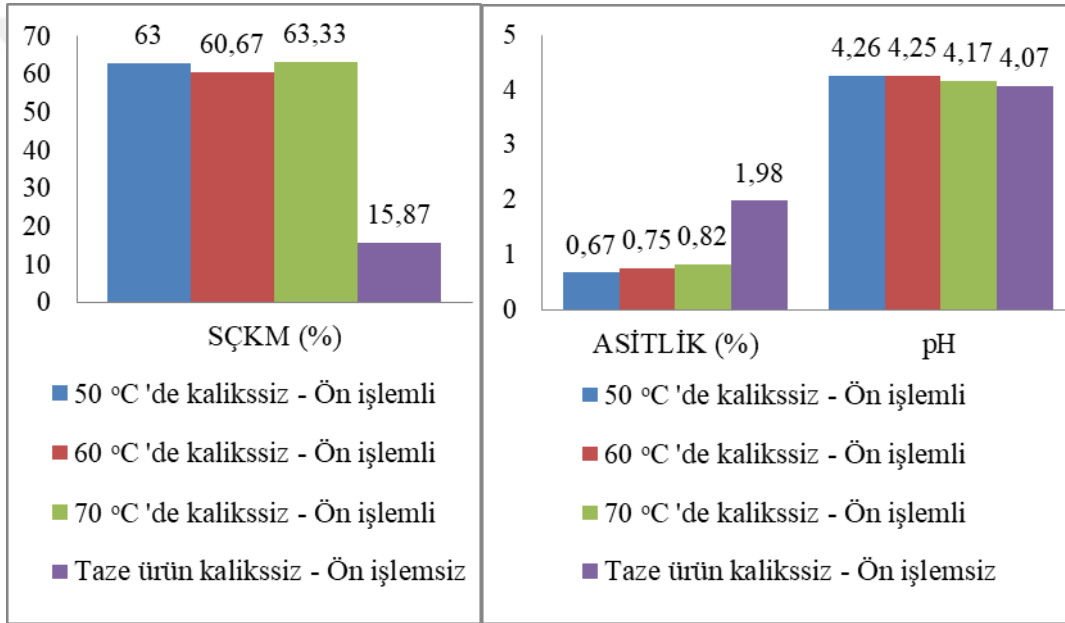
Laboratuvar tipi hassas kurutucuda 50°C, 60°C ve 70°C ’de yapılan kurutma denemelerinde SÇKM değerinin taze kaliksiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerine göre yükseldiği görülmüştür. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde 70°C ’de kurutulmuş kaliksiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin SÇKM değerinin en yüksek olduğu görülmüştür. En düşük SÇKM değeri ise 50°C’de kurutulmuş kaliksiz –ön işlemsiz altın çilek meyvelerinde ortaya çıkmıştır.

Hassas kurutucuda 50°C, 60°C ve 70°C ’de yapılan kurutma denemelerinde; 50°C’de kurutulmuş kaliksiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin pH değerinin taze ürüne göre

en yüksek değerde olduğu grlmştr. En düşük pH değeri ise 70°C’de kurutulanan kalikssiz – n işlemsiz altın ilek meyvelerine aittir.

Hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde asitlik değerlerinin genel olarak taze örneklere göre düştüğü grlmektedir. En yüksek asitlik değeri ise 70°C’de kurutulanan kalikssiz – n işlemsiz altın ilek meyvelerinde grlrken; en düşük asitlik değeri ise 50°C’de kurutulanan kalikssiz – n işlemsiz altın ilek meyvelerinden elde edilmiştir.

Laboratuvar tipi hassas kurutucu denemelerinde kurutulanan kalikssiz – n işlemli altın ilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri Şekil 4.41’de grlmektedir.



Şekil 4.41. Kurutucuda kurutulmuş kalikssiz – n işlemli altın ilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri

Laboratuvar tipi hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde kurutulanan kalikssiz – n işlemli ve taze kalikssiz – n işlemsiz altın ilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri Şekil 4.41’de grlmektedir.

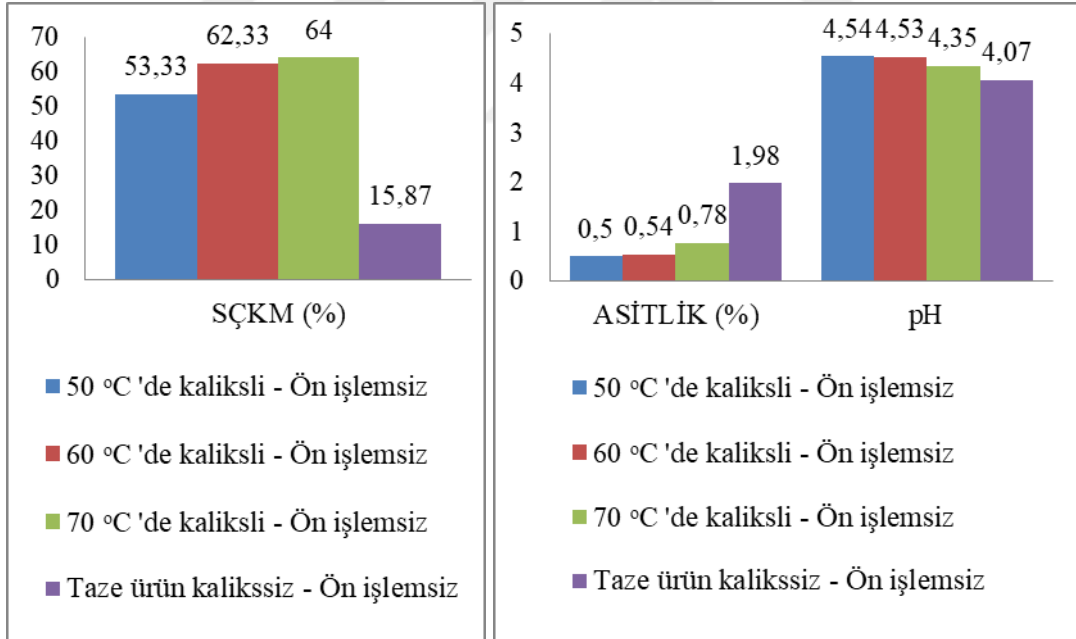
Laboratuvar tipi hassas kurutucuda 50°C, 60°C ve 70°C ’de yapılan kurutma denemelerinde SÇKM değerinin taze kalikssiz – n işlemsiz altın ilek meyvelerine göre yükseldiği grlmştr. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde 70°C ’de kurutulanan kalikssiz – n işlemli altın ilek meyvelerinin SÇKM

değerinin en yüksek olduğu görülmüştür. En düşük SÇKM değeri ise 60°C’de kurutulan kalikssiz –ön işlemlili altın çilek meyvelerinde ortaya çıkmıştır.

Hassas kurutucuda 50°C, 60°C ve 70°C ’de yapılan kurutma denemelerinde; 50°C’de kurutulan kalikssiz – ön işlemlili altın çilek meyvelerinin pH değerinin taze ürüne göre en yüksek değerde olduğu görülmüştür. En düşük pH değeri ise 70°C’de kurutulan kalikssiz – ön işlemlili altın çilek meyvelerine aittir.

Hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde asitlik değerlerinin genel olarak taze örneklerle göre düştüğü görülmektedir. En yüksek asitlik değeri ise 70°C’de kurutulan kalikssiz – ön işlemlili altın çilek meyvelerinde görülürken; en düşük asitlik değeri ise 50°C’de kurutulan kalikssiz – ön işlemlili altın çilek meyvelerinden elde edilmiştir.

Laboratuvar tipi hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde kurutulan kalikli altın çilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri şekil 4.42’de verilmiştir.



Şekil 4.42. Kurutucuda kurutulmuş kalikli altın çilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri

Laboratuvar tipi hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde kurutulan kalikli – ön işlemsiz ve taze kalikssiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin SÇKM, asitlik ve pH değerleri şekil 4.42’de görülmektedir.

Laboratuvar tipi hassas kurutucuda 50°C, 60°C ve 70°C 'de yapılan kurutma denemelerinde SÇKM değerinin taze kalikssiz – ön işlemsiz altın çilek meyvelerine göre yükseldiği görölmüştür. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde 70°C 'de kurutulan kaliksli – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin SÇKM değerinin en yüksek olduğu görölmüştür. En düşük SÇKM değeri ise 50°C'de kurutulan kaliksli – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinde ortaya çıkmıştır.

Hassas kurutucuda 50°C, 60°C ve 70°C 'de yapılan kurutma denemelerinde; 50°C'de kurutulan kaliksli – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinin pH değerinin taze ürüne göre en yüksek değerde olduğu görölmüştür. En düşük pH değeri ise 70°C'de kurutulan kaliksli – ön işlemsiz altın çilek meyvelerine aittir.

Hassas kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde asitlik değerlerinin genel olarak taze örneklere göre düştüğu görölmektedir. En yüksek asitlik değeri ise 70°C'de kurutulan kaliksli – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinde görölürken; en düşük asitlik değeri ise 50°C'de kurutulan kaliksli – ön işlemsiz altın çilek meyvelerinden elde edilmiştir.

## 5. SONUÇ

Yapılan çalışmada altın çilek (*Physalis peruviana* L.) Güney Amerika 01 tipi ürünün açıkta kuruma özellikleri incelendiğinde; güneşte ve gölgede ön işleme tabi tutulmamış kalikssiz altın çilek meyvelerinin yaklaşık 31 gün sonra istenilen nem düzeyine ulaştığı görülmüştür. Güneşte ve gölgede kalikssiz -ön işlemlenmiş (%1 NaOH çözeltisine bandırılmış) olarak kurutulan altın çilek meyvelerinde ise; güneşte kurutulan % 1 NaOH çözeltisine bandırılmış kalikssiz altın çilek meyveleri yaklaşık 11 gün sonra denge nemine ulaşırken, aynı şartlarda gölgede kurutulan örneklerin ise 13 gün sonra kuruduğu görülmektedir. Açıkta kurutmada; %1 NaOH çözeltisine bandırılmış kalikssiz altın çilek meyveleri diğerlerine göre daha kısa sürede denge nemine ulaşmıştır. Açıkta kurutmada altın çileğin (*Physalis peruviana* L.); güneşte kalikssiz %1 NaOH çözeltisine bandırılmış şekilde kurutulması önerilmektedir.

Laboratuvarında sıcaklık ve debi kontrollü hassas kurutucuda yapılan denemelerde ise üç farklı sıcaklık (50 – 60 - 70 °C) değerlerinde altın çilek meyveleri; kaliksli - ön işlemlenmiş, kalikssiz - ön işlemlenmiş, kalikssiz – ön işlemlenmiş (%1 NaOH çözeltisine bandırılmış) olarak kurutulmuştur. Hassas kurutucunun, açıkta güneşte ve gölgede kurutma yöntemlerine göre kuruma süresi daha kısa olduğu görülmektedir. Laboratuvar tipi hassas kurutucuda 60°C’de kalikssiz-ön işlemlenmiş (%1 NaOH çözeltisine bandırılmış) ve kalikssiz -ön işlemlenmiş altın çilek ürünleri 7 saat sonrasında her ikisi birden denge nemine ulaşmıştır.

Hassas kurutucu ile yapılan denemelere yönelik yapılan modelleme çalışmalarında (Page, Geliştirilmiş Page, Midilli – Küçük, Lewis, Jena – Das, Difüzyon Yaklaşım ve Yağcıoğlu ) tüm modellerin kullanılabilir olduğu görülmüştür. Çalışmada matematiksel ince tabaka kuruma modellerinin, parametre değerleri incelendiğinde belirtme katsayısı ( $R^2$ ) değerlerinin, tüm modellerde oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda; modellerin parametre değerlerinde en yüksek  $R^2$  değeri Midilli-Küçük eşitliğinde 70°C ’de kalikssiz – ön işlemlenmiş üründe elde edilmiş ve 0.9996 olarak bulunmuştur. En düşük  $R^2$  değeri ise Jena-Das eşitliğinde 50°C’ de kalikssiz – ön işlemlenmiş üründe elde edilmiş ve 0.9920 olarak bulunmuştur.



Açıkta kurutulan ürünlerin duncan renk analizi sonuçlarına göre; taze ürüne en yakın renk değeri, gölgede kurutulan kaliksli – ön işlemsiz üründe elde edilmiştir.

Hassas kurutucuda kurutulan ürünlerin duncan renk analizi sonuçları incelendiğinde; taze ürüne en yakın renk değerinin 60°C 'de kaliksiz - ön işlemlili (% 1'lik NaOH çözeltisine bandırılmış) ürünün açıkta (güneşte ve gölgede) kurutma yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Altın çilek (*Physalis peruviana* L.) meyvesinin L\* , a ve b renk değerleri genel olarak dikkate alınacak olursa laboratuvar tipi hassas kurutucuda 60°C'de kaliksiz-ön işlemlili (% 1 NaOH çözeltisine bandırılmış) olarak kurutulması önerilmektedir.

Hassas kurutucuda kurutulan ürünlerin kroma (C\*) , hue açısı (°H) ve kahverengileşme indeksi (BI) değerleri incelenmiştir. Kroma (C\*) , hue açısı (°H) ve kahverengileşme indeksi (BI) değerlerinin taze ürün değerlerine en yakın değerde olması istenmektedir. Taze ürüne en yakın kroma (C\*) değeri ve hue açısı (°H) değeri 60°C 'de kaliksiz - ön işlemlili (% 1'lik NaOH çözeltisine bandırılmış) ürününde elde edilmiştir. Taze ürün değerlerine en yakın kahverengileşme indeksi (BI) değerlerinin ise; 70°C 'de kaliksiz - ön işlemsiz üründe elde edilmiştir.

Altın çilek meyvesi (*Physalis peruviana* L.) Güney Amerika 01 tipi meyvelerin kurutma sonrası kimyasal özellik olarak suda çözünebilir kuru madde oranı (SÇKM), pH ve asitlik değerleri incelenmiştir. Açıkta kurutma denemelerinde kurutma sonrası en yüksek SÇKM değerinin 65.00 ile güneşte kaliksiz – ön işlemlili üründe olduğu gözlemlenmiştir. En düşük SÇKM değerinin 33.67 ile gölgede kaliksli – ön işlemsiz üründe elde edilmiştir. Ürünlerde kurutma sonrası asitlik değerinin düşük olması istenmektedir. En düşük değer 0.27 ile güneşte kaliksli – ön işlemsiz üründe olduğu görülmüştür. Kurutulan ürünlerde pH değerinin ise taze ürüne en yakın değerde olması beklenir. Bu değer 4.17 ile 70°C 'de kaliksiz – ön işlemlili üründe elde edilmiştir.

Kurutma işleminde, meyvelerin renginin taze ürünün rengine yakın olması önemli bir kalite kriteridir. Bu yönüyle, konvektif kurutmada, 60°C kurutma havası sıcaklığında, kaliksiz - ön işlemlili (%1'lik NaOH çözeltisine bandırılmış) üründe yapılan kurutma işleminin en uygun kurutma yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Altın ilek meyvesinin kurutulması üzerine yapılan çalışmalar az sayıdadır. Bundan sonra, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar dikkate alınarak, kuruma kinetiği ve ürün kalitesi üzerine çalışmalar yapılması, altın ilek meyvesinin daha çok tanınmasına ve üretimine katkı sağlayacaktır.



## 6. KAYNAKLAR

- Agudo, J.E., Pardo, P.J., Sanchez, H., Perez, A.L. ve Suero, M.I., 2014. A Low-Cost Real Color Picker Based on Arduino. *Sensors*, 14(7), 11943-11956; doi:10.3390/s140711943.
- Alibaş, İ.ve Köksal, N., 2016. Böğürtlenin mikrodalga ve sıcak hava ile kurutulması ve kurutmanın renk ve askorbik asit içeriği üzerine etkisinin belirlenmesi. *Uluslararası Katılımlı V. Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, Adana.
- Anonymous, 1953. Tomato, cape gooseberry, eggplant and capsicums. *Queensland agricultural journal* 76:265- 292.
- Avhad MR. and Marchetti JM., 2016. Mathematical modelling of the drying kinetics of Hass avocado seeds. *Industrial Crops and Products*, 91: 76-87. A.
- Borchani, C., Besbes, S., Masmoudi, M., Blecker, C., Paquot, M. ve Attia, M., 2011. Effect of drying methods on physico-chemical and antioxidant properties of date fibre concentrates. *Food Chem*, 125, 1194–1201.
- Benson. A. H. 1906. *Fruits of Queensland*, Department of Agriculture and Stock. Brisbane, Government Printer. 45 p.
- Cailles. R. L. 1952. The cultivation of cape gooseberry. *Journal of agriculture of Western Australia* 1: 363- 365.
- Cedeño, M., & Montenegro, D., 2004. Plan exportador, logístico y comercialización de uchuva al mercado de Estados Unidos para Frutexpo Scı Ltda. Facultad de Ingeniería, vol. Ingeniero Industrial. : Bogotá Pontificia Universidad Javeriana.
- Ergüneş, G. ve Yağcıoğlu, A., 1991. Çekirdeksiz üzümün sıcak hava ile kurutulmasında kuruma üzerine etki eden faktörler. *Tarımsal Mekanizasyon* 13. Ulusal Kongresi, 25-27 Eylül 1991, Konya.
- Ergüneş, G. ve Tarhan, S., 2005. Color change of chemically-pretreated rosehips during greenhouse and open sun drying. *Asian J. of Chemistry*, 17(3), 1736-1746.
- Ergüneş G. ve Tarhan, S., 2006. Color retention of red peppers by chemical pretreatments during greenhouse and open sun drying. *Journal of Food Eng.*, 76, 446-452.
- Ergür E.G., 2012. Bazı Yer Kirazı (*Physalis sp.*) Genotiplerinin Tokat Ekolojisindeki Performansları. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı*.
- Garau, M., Simal, S., Rossello, C. ve Femenia, A., 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium v. Canoneta*) by-products. *Food Chemistry*, 104, 1014–1024.
- Kassem,A.S.,1998.Comparative Studies on Thin Layer Drying Models for Wheat.13th Int. Int. Congress on Agricultural Mechanization and Enerdy,Morocco.
- Legge. A. P. 1974a. Notes on the history. cultivation and uses of *P. peruviana* L. *Journal of the Royal Horticultural Society* 99: 310-314.
- Legge. A. P. I 974b. Are we bold enough to carve out a place in the market for cape gooseberries? *Grower* 81 : 232-234.

- Hassanien, M.F.R., 2011. *Physalis Peruviana*: A rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceutical. *Food Rev.Int.*, 27, 259–273.
- Izli, N., Yıldız, G., Unal, H., Isık, E. ve Uylaser, V., 2014. Effect of different drying methods on drying characteristics, colour, total phenolic content and antioxidant capacity of Goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 9-17.
- Jena S & Das H (2007). Modeling for vacuum drying characteristics of coconut presscake. *Journal of Food Engineering* 79:92-99.
- Maskan, M., 2001. Drying, shrinkage and dehydration characteristics of Kiwi fruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Eng.*, 48, 177-182.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254-1255.
- Mengeş, H.O. ve Aydın, C., 2000. Konya bölgesinde yetiştirilen Stanley çeşidi eriklerin sıcak hava ile kurutulmasında kuruma üzerine etki eden faktörler. *Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi*, 1-2 Haziran 2000, Erzurum.
- Mengeş, H.O., 2001. Konya bölgesinde yetiştirilen vişne ve kayısıların kontrollü şartlar altında kuruma karakteristiklerinin belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi*, 13-15 Eylül 2001, Şanlıurfa.
- Mengeş, H.O. ve Ertekin, C., 2007. Vişne kurutmada kurumanın çeşitli modellerle açıklanması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(42), 4-10
- Midilli, A., Kucuk, H. ve Yapar, Z. 2002. A new model for single layer drying. *Drying Technology*, 20, 1503–1513.
- Morton, J. 1987. Cape Gooseberry, Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, FL. p. 430-434.
- Novoa, H.R., Bojaca, M., Galvis, J.A. ve Fischer, G., 2006. Fruit maturity and calyx drying influence post-harvest behavior of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) stored at 12 °C. *Agronomia Colombiana*, 24(1), 77–86.
- Ramadan, M.F. ve Morsel, J.T., 2003. Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 969–974.
- Ramadan, M.F., 2011. Bioactive phytochemicals, nutritional value and functional properties of Cape gooseberry (*P. peruviana*): An overview. *Food Research International*, 44, 1830–1836.
- Rodrigues, E., Rockanbach, I. I., Cataneo, C., Gonzaga, L. V., Chaves, E. S. ve Fett, R., 2009. Minerals and essential fatty acids of the exotic fruit *Physalis peruviana* L., *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 29(3), 642-645.
- Sarsavadia, P., Sawhney, R., Pangavhane, D. R., & Singh, S. P., 1999. Drying behaviour of brined onion slices. *Journal of Food Engineering*, 40, 219–226.
- Vásquez-Parra, J.E., Ochoa-Martínez, C.I. ve Bustos-Parra, M., 2013. Effect of chemical and physical pretreatments on the convective drying of cape gooseberry fruits (*Physalis peruviana*). *Journal of Food Engineering*, 119, 648-654.
- Vega-Galvez, A., Puente-Diaz, L., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M. ve Torres, M. 2012. Mathematical modeling of thin-layer drying kinetics of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 38: 728-736.

- Vega Gálvez, A., Zura Bravo, L., Lemus Mondaca, R., Martinez Monzó, J., Quispe-Fuentes, I., Puente, L. ve Di Scala, K., 2015. Influence of drying temperature on dietary fibre, rehydration properties, texture and microstructure of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) *J. Food Science Technology*, 52(4), 2304-2311.
- Yağcıoğlu, A., 1999. Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:536, ISBN: 975-483-400-8, İzmir.
- Yaldız, O., Ertekin, C. ve Uzun, İ., 2000. Çekirdeksiz üzümün ince tabaka halinde güneş enerjisi ile kurutulmasının matematiksel modellenmesi üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi, Erzurum



## 8. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ahmet YAŞAR  
Doğum Tarihi-Yeri : 13.06.1986 - Ankara  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dili : İngilizce  
Telefon : +90537 682 2969  
E-mail : ahmysr@hotmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü	07/2010
Lise	Hasan Ali Yücel Anadolu Öğretmen Lisesi	06/2004

### İş Deneyimi

Şirket Bilgileri / Birim ünvan	Tarih Ay / Yıl
Başarı Arıcılık Mühendislik Sanayi ve Tic. Ltd. Şti. Ziraat Müh. Satış Temsilcisi	Devam ediyor
Paysa Prefabrik İnşaat Turizm ve Endüstri Ltd. Şti. Hayvansal Yapılar - Ziraat Müh. Satış Sorumlusu	08/2018
Fayat Grup Marini Makina A.Ş. Yedek Parça Satış Mühendisi	10/2016
Başer Grup Başer Otomotiv A.Ş. Mert Başer Otomotiv New Holland Traktör bayii Satış Temsilcisi	04/2016
İşbir Holding İşbir Sünger Sanayi A.Ş. İşbir Ziraat Temelli Şb. Ziraat Müh. Satış Temsilcisi	05/2015
Almanyalı Yedek Parça ve Makine İmalatı Sanayi - Tokat Ziraat Müh. Satış Temsilcisi	06/2011
Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarım Aletleri ve Test Merkezi Müdürlüğü – Stajyer öğrenci	05/2010

**Hobiler :** Seyahat, Kitap okumak, Film izlemek