



**FARKLI ÖN İŞLEMLERLE KURUTULMUŞ PATLICANIN  
REHİDRASYON ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Leyla ROZYKULOVA**

**Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Şubat 2021**

Bu tez çalışması 18.FEN.BİL.48 numaralı proje ile BAP tarafından desteklenmiştir.

**AFYON KOCATE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FARKLI ÖN İŞLEMLERLE KURUTULMUŞ PATLİCANIN**  
**REHİDRASYON ÖZELLİKLERİ**

**Leyla ROZYKULOVA**

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi BİLGE AKDENİZ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Şubat 2021**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### FARKLI ÖN İŞLEMLERLE KURUTULMUŞ PATLICANIN REHİDRASYON ÖZELLİKLERİ

Leyla ROZYKULOVA

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ

Bu araştırmada, ön işlem uygulanmış patlıcan dilimlerinin kuruma ve rehidrasyon durumları incelenmiştir. Bu amaçla dilimlenmiş patlıcanlara üç çeşit ön işlem uygulanıp (ön işlem uygulanmamış örnek (H) - %5 NaCl ve %2 askorbik asit uygulanmış örnek (N) - kaplama çözeltisi uygulanmış (K) örnek) iki farklı sıcaklıkta (60°C ve 80°C) kurutulmuştur. Kurutulan örnekler 40°C ve 60°C su banyosunda rehidre edilmişlerdir. Örneklerin her birinin rehidrasyon süreleri hesaplanmıştır. Hesaplanan rehidrasyon süreleri sonunda elde edilmiş ürünlerde bazı kalite öğeleri incelenmiştir.

**2021, xii + 76 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Patlıcan, Kurutulmuş sebze, Rehidrasyon, Kurutma, Yenilebilir kaplama

ABSTRACT  
M. Sc. Thesis

THE REHYDRATION CHARACTERISTICS OF DRIED EGGPLANT  
WITH DIFFERENT PRETREATMENTS

Student Leyla Rozykulova

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

**Supervisor:** Asst. Prof. Bilge AKDENİZ

In this research, drying and rehydration status of pre-treated eggplant slices were examined. For this purpose, three types of pretreatment were applied to the sliced eggplants (sample without pretreatment (H) - sample with 5% NaCl and 2% ascorbic acid (N) - sample with coating solution applied (K)). The samples were dried at two different temperatures (60°C and 80°C). Some quality parameters were compared in the dried samples. The dried samples were rehydrated in 40°C and 60°C water bath. Rehydration times of each sample were calculated. Some quality properties of the products obtained at the end of the calculated rehydration times were examined.

**2021, xii + 76 pages**

**Keywords:** Eggplant, Dried vegetable, Rehydration, Drying, Edible coating

## TEŞEKKÜR

Doğduğumdan beri hayatım boyunca aldığım tüm kararlara saygı duyarak bana ve kardeşlerimi hiç yalnız bırakmayan, her türlü maddi ve manevi imkânları sağlayan, çıktığım bu yolda beni cesaretlendirip arkamda en büyük payı olan canım annem, babam ve kardeşime en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Lisansüstü çalışmamda her türlü desteği vererek yardımlarını esirgemeyen bu araştırmanın bir yüksek lisans tezi olabilmesi için değerli zamanını benim için ayıran danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ'e, tez yazım sürecinde en büyük destekçim olan Arslan GURBANGULYYEV'a katkılarından ve yardımlarından dolayı sonsuz teőekkürü bir borç bilirim.

Ailemin yokluğunu hissettirmeyen ve bu çalışmamda büyük katkısı olan arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ediyorum.

Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 18.FEN.BİL.48 kodlu proje ile desteklenmiştir.Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Leyla ROZYKULOVA

AFYONKARAHİSAR, 2021

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ.....	2
2.1 Patlıcan ( <i>Solanum Melongena L</i> ).....	2
2.2 Meyve ve Sebzelerin Kurutulması.....	3
2.3 Kurutulmuş Meyve ve Sebzelerin Kalitesi .....	5
2.3.1 Kurutulmuş Meyve ve Sebzelerin Fiziksel Özellikleri .....	6
2.3.1.1 Renk .....	7
2.3.1.2 Kromametre ile Renk Ölçümü .....	8
2.3.1.3 Doku .....	9
2.3.1.4 Gözeneklilik .....	10
2.3.1.5 Büzüşme .....	10
2.3.1.6 Rehidrasyon.....	11
2.3.1.7 Kurutulmuş Ürünün Rehidrasyon Yeteneği .....	13
2.3.1.8 Rehidrasyon Testi Örnekleri .....	15
2.3.2. Kurutulmuş Meyve ve Sebzelerin Kimyasal Özellikleri.....	16
2.3.2.1 Esmerleşme Reaksiyonları ve Diğer Reaksiyonlar .....	16
2.3.2.2 Lezzet .....	20
2.3.2.3 Su Aktivitesi .....	20
2.3.3 Biyolojik Değişmeler.....	22
2.3.4 Besinsel Parametreler .....	22
3. MATERYAL VE METOT.....	24
3.1 Materyal.....	24
3.2 Patlıcan Örneklerinin Hazırlanması ve Kurutulması .....	24

3.3 Yenilebilir Kaplama Çözeltisinin Hazırlanması.....	26
3.4 Analizler.....	27
4. BULGULAR .....	30
4.1 Nem Oranının Değişimi.....	30
4.2 Rehidrasyon Kapasitesi ve EC Ölçülmesi .....	32
4.3 40 VE 60 <sup>0</sup> C Sıcaklık Su Banyosunda Rehidrasyon Süreleri Hesabı .....	35
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	56
6. KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	76



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

F1	Melez
L*	Rengin parlaklığı
a*	Kırmızı/yeşil doygunluk indeksi
b*	Sarı/mavi doygunluk indeksi
h°	Hue açısı
EC	Emülsiyon Konsantrasyonu
NaCl	Sodyum klorür
Mg	Magnezyum
RC	Rehidrasyon kapasitesi
RH	Bağıl nem
RK	Rehidrasyon katsayısı
°C	Santigrat Derece yüzde
%	Yüzde
pH	Çözeltinin asitlik-bazlık derecesi
B <sub>1</sub>	Tiamin
B <sub>2</sub>	Riboflavin
C	Karbon
aw	Su aktivitesi
W <sub>1</sub>	Rehidrasyon önceki kuru madde miktarı
W <sub>2</sub>	Rehidrasyon sonraki kuru madde miktarı
M <sub>1</sub>	Kuru madde ağırlığı
M <sub>2</sub>	Rehidrasyon ürünün ağırlığı
W <sub>0</sub>	Kurutmadan önce nem ağırlık
Wf	Kuru maddenin son nem ağırlığı
Cal	Kalori
cm	Santimetre
µS	Microsiemens
H	Ön işlem uygulanmış örnek
N	%5 NaCl ve %2 askorbik asit uygulanmış örnek
K	Kapalama(pektin, gliserol, askorbik asit, kalsiyum klörür)
Wf	Kuru maddenin son nem ağırlığı
rpm	Revolutions per minute

### Kısaltmalar

CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
FAOSTAT	FAO İstatistik Merkezi
MÖ	Milattan Önce
PPO	Polifenilsülfat
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 4.1 60°C sıcaklıkta kurutma için kütle azalma grafiği değişimi.....	30
Şekil 4.2 80°C sıcaklıkta kurutma için kütle azalma grafiği değişimi.....	31
Şekil 4.3 Ön işlem görmüş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık rehidrasyon sırasında kütle değişimi.....	33
Şekil 4.4 Ön işlem görmüş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık rehidrasyon sırasında ECdeğişimi.....	33
Şekil 4.5 Ön işlem görmüş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık rehidrasyon sırasında kütle değişimi.....	34
Şekil 4.6 Ön işlem görmüş patlıcan örneklerinin 60 °C sıcaklık rehidrasyon sırasında EC değişimi.....	34
Şekil 4.7 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40 <sup>0</sup> C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.....	36
Şekil 4.8 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40 <sup>0</sup> C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.....	37
Şekil 4.9 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60 <sup>0</sup> C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon sürele.....	38
Şekil 4.10 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60 <sup>0</sup> C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.....	38
Şekil 4.11 Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan L* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	39
Şekil 4.12 Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan a* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	40
Şekil 4.13 Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan b* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	40
Şekil 4.14 Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan C* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	41
Şekil 4.15 Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan h <sup>o</sup> değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	41
Şekil 4.16 Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan L* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	42
Şekil 4.17 Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan a* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	42

<b>Şekil 4.18</b> Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan $b^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	43
<b>Şekil 4.19</b> Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan $C^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	43
<b>Şekil 4.20</b> Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan $h^0$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	44
<b>Şekil 4.21</b> 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $L^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri. ....	45
<b>Şekil 4.22</b> 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $a^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri. ....	45
<b>Şekil 4.23</b> 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $b^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	46
<b>Şekil 4.24</b> 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $C^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	46
<b>Şekil 4.25</b> 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $h^0$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	47
<b>Şekil 4.26</b> 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $L^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	47
<b>Şekil 4.27</b> 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $a^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	48
<b>Şekil 4.28</b> 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $b^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	48
<b>Şekil 4.29</b> 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $C^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	49
<b>Şekil 4.30</b> 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $h^0$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	49
<b>Şekil 4.31</b> 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan $L^*$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	51

<b>Şekil 4.32</b> 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan a* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	51
<b>Şekil 4.33</b> 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan b* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	52
<b>Şekil 4.34</b> 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan C* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	52
<b>Şekil 4.35</b> 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan h° değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	53
<b>Şekil 4.36</b> 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan L* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	53
<b>Şekil 4.37</b> 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan a* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	54
<b>Şekil 4.38</b> 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan b* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	54
<b>Şekil 4.39</b> 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan C* değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	55
<b>Şekil 4.40</b> 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan h° değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	55

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 TÜİK ve FAOSTAT verilerinden derlenen patlıcan üretim tonajları.....	3
Çizelge 2.2 Kurutma sırasında renk değişimlerine etki eden faktörler.....	8
Çizelge 2.3 Kurutma sırasında renk değişimlerine etki eden faktörler.....	8
Çizelge 2.4 $\Delta E$ aralığı.....	9
Çizelge 2.5 Kurutulmuş ürünün besinsel değerleri.....	23
Çizelge 4.1 60°C ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.....	36
Çizelge 4.2 60°C ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.....	37
Çizelge 4.3 Ön işlem uygulanmış örneklerinin renk değerleri olan $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ ve $h^\circ$ değerlerinin değişimi ortalama değerleri.....	39
Çizelge 4.4 60°C ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ , $h^\circ$ değerleri.....	44
Çizelge 4.5 60°C ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ , $h^\circ$ değerleri.....	50
Çizelge 5.1 60 ve 80°C sıcaklık kurutulmuş H, N, K kodlu örneklerin nem oranının değişimi değerlerinin ölçüm sonuçları.....	56
Çizelge 5.2 60 ve 80°C sıcaklık kurutulmuş H kodlu örneklerin 40 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütlü artış ve elektriksel iletkenlik değişimleri.....	57
Çizelge 5.3 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş N kodlu örneklerin 40 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütle artış ve elektrik iletkenlik değişimleri.....	58
Çizelge 5.4 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş K kodlu örneklerin 40 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütle artış ve elektrik iletkenlik değişimleri.....	58
Çizelge 5.5 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş H kodlu örneklerin 60 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütlü artış ve elektriksel iletkenlik değişimleri.....	59
Çizelge 5.6 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş N kodlu örneklerin 60 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütlü artış ve elektriksel iletkenlik değişimleri.....	59

<b>Çizelge 5.7</b> 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş K kodlu örneklerin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütlü artış ve elektriksel iletkenlik değişimleri.....	60
<b>Çizelge 5.8</b> 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş H kodlu örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ , $h^0$ değerlerinin ortalama değerleri.....	62
<b>Çizelge 5.9</b> 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş N kodlu örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ , $h^0$ değerlerinin ortalama değerleri.....	62
<b>Çizelge 5.10</b> 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş K kodlu örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ , $h^0$ değerlerinin ortalama değerleri.....	63
<b>Çizelge 5.11</b> 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş H kodlu örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ , $h^0$ değerlerinin ortalama değerleri.....	63
<b>Çizelge 5.12</b> 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş N kodlu örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ , $h^0$ değerlerinin ortalama değerleri.....	63
<b>Çizelge 5.13</b> 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş K kodlu örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ , $h^0$ değerlerinin ortalama değerleri.....	64

## RESİMLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Resim 3.1</b> Kemer patlıcanı.....	24
<b>Resim 3.2</b> Defnalab marka kurutma kabininin genel görünümü.....	25
<b>Resim 3.3</b> 80°C sıcaklıkta işlem görmemiş patlıcan örneklerinin kurutma kabininden çıkan 1 cm kalınlığındaki kuru patlıcanla.....	25
<b>Resim 3.4</b> EC ölçer ve pH metre.....	29
<b>Resim 4.1</b> 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyon.....	35
<b>Resim 4.2</b> 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyon.....	35



## 1. GİRİŞ

Tarımsal ham maddeye değişik hazırlama, işleme, muhafaza ve ambalaj teknikleri uygulanması ile daha dayanıklı ve tüketime hazır gıda üretmek ülkemiz için artan bir önem kazanmaktadır. Kuru meyve ve sebzelerin vitamin ve mineral içeriği açısından ürün çeşidine göre taze tüketimden sonra ikinci sırayı alıyor olması bu tür ürünlerin Avrupa Birleşmiş Devletler Topluluğu ve Asya pazarında hatırı sayılır bir yer edinmesini sağlamaktadır. Dış pazarda çok kolay pazar bulabilmesi ile birlikte iç pazarda da bu ürünlerin;

- Raf ömürlerinin uzun olması
- Fiyatlarının uzun bir süre sabit kalabilmesi
- Sabit bir standartta üretiliyor olmaları
- Yatırım maliyetlerinin düşüklüğü
- Sistemlerinin sade ve kolaylıkla her ortama adapte edilebilir olması
- Proseslerinde düşük enerji kullanımı ve yüksek verim eldesi
- Daha çabuk ve kolay hazırlanabilen ürünlere dönüşebilir olmaları

ayrıca

- Türk mutfak kültüründe zaten ayrı bir yerlerinin olması
- Tarım dışında çalışan kadın nüfusunda yükseliş
- Hipermarket zincirlerindeki artış

açılarından bakıldığında da hızla yükselen bir ivme göstereceği çok açık bir biçimde ortaya çıkmaktadır (Tanatar 1996, Hughes ve Willenberg 1999).

Patlıcan, vitamin ve mineral içeriği bakımından diğer sebzeler kadar değerlidir. Kurutulmuş ürünler pazarında hatırı sayılır bir yeri vardır. Bu nedenle Türkiye’de dahil pek çok ülkede büyük ekonomik değere sahiptir.

Bu çalışmada dilimlenerek kurutulmuş patlıcan örneklerine uygulanan farklı ön işlemlerin ürünün rehidrasyon özelliklerine etkisi incelenmiştir. Böylelikle kurutulmuş sebze üretiminde alternatif bir hazırlama şekli konusunda bir katma değer sağlanması amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR BİLGİSİ

### 2.1 Patlıcan (*Solanum Melongena L*)

Patlıcan, botanik yönden domates, biber ve patates ile aynı familyada (*Solanaceae*) yer almaktadır. Dünyada en fazla Çin, Hindistan, Mısır ve Türkiye'de yetiştirilmektedir. Üretim bakımından patates ve domatesten sonra üçüncü önemli sebzedir. Tropik bölgelerde çok yıllık, bu bölgenin dışındaki iklim bölgelerinde ise tek yıllık bir kültür bitkisi olan patlıcan, çok eski zamanlardan beri Hindistan'da bilinmektedir ve gen merkezi Indo-Burma'dır. Aynı familyadan olan domates, biber yeni dünya ülkelerinde kültüre alınırken, patlıcan (*Solanum melongena*, *Esculentum* = kültür patlıcanı türleri) eski dünya ülkelerinde ve Çin, Hindistan veya Tayland'da kültüre alınmıştır. Patlıcanın ilk yetiştiriciliği M.Ö. 5. yüzyılda Hindistan'da yapılmış, sonra Afrika'ya doğru yayılmış ve Avrupa'ya 16. yüzyılda İspanyollar tarafından getirilmiştir. Patlıcan ilk olarak Avrupa'ya getirildiğinde dekoratif amaçlı yetiştirilmiştir. Güneydoğu Asya'dan Batı'ya getirilen patlıcan önce Batı ve Kuzey Afrika'ya; 17. yüzyıl başlarında da Akdeniz Havzası, Avrupa ve Arap ülkelerinde yayılmıştır. Türkiye'ye gelişi ise İpek Yolu üzerinden yapılan ticaret ile olduğu sanılmakta ancak ne zaman gerçekleştiği tam olarak bilinmemektedir. İsmi yumurtaya benzeyen meyvelerden almıştır. Dünyadaki patlıcan yetiştirici ülkeler sırasıyla: Hindistan, Çin, Mısır, Türkiye, Japonya, Endonezya, bazı Afrika ülkeleri ile İtalya, Fransa ve Amerika'dır. Patlıcan yetiştiriciliği özellikle Asya'nın güneyi ve doğusu ile, Akdeniz ve Afrika ülkelerinde yoğunlaştığı bilinmektedir. Bu ülkeler için ekonomik oluşu ve besleyiciliği ile patlıcan önemli bir sebze türüdür. Gelişmiş ülkelerde ise düşük kalorili olması nedeniyle diyetlerde oldukça önemli bir yeri vardır. Türkiye'de 924 bin ton üretim miktarı ile dünya üretiminin yaklaşık %3'ünü karşılamaktadır. Türkiye'de patlıcan yetiştiriciliği yıllarca açık arazide yapılmış ve üniversite, kamu araştırma kurumlarında örtü altı yetiştiriciliği konusunda yapılan çalışmalar sayesinde 1970'li yılların ikinci yarısından itibaren seralarda yer almaya başlamıştır. Bu serada üretime Kemer, Göl, Halkapınar ve Halep gibi yerli çeşitlerle başlanmıştır. Ancak F1 hibritlerin verimi ve meyve kalitesindeki üstünlüğünü gören üreticiler bu çeşitlere yönelmiştir (Boyacı 2008, Eşiyok ve Bozokalfa 2007).

Patlıcan, vitamin ve mineral bakımından diğer sebzeler gibi değerlidir. Örneğin, yapılan bir çalışmada besin öğeleri açısından 100 g patlıcanda 24 cal enerji ve 1.1 g protein, 2 g yağ, 5.5 g karbonhidrat, 1 g lif, 37 mg fosfor, 15 mg kalsiyum, 1 mg demir, 1 mg sodyum, 15 mg potasyum, 0.4 mg B1 vitamini, 0.5 mg B2 vitamini ve 5 mg C vitamini gibi çok bileşen bulunmaktadır (Akan ve Demir 2012).

**Çizelge 2.1** TÜİK ve FAOSTAT verilerinden derlenen patlıcan üretim tonajları.

Yıllar	Türkiye Üretim (ton)	Dünya Üretim (ton)
2010	846 998	44 072 481
2011	821 770	45 011 687
2012	799 285	46 946 660
2013	826 941	48 885 901
2014	827 380	50 071 892
2015	805 259	50 757 930
2016	854 049	51 513 313
2017	883 917	52 809 783
2018	836 284	54 101 724
2019	822 659	55 197 878

## 2.2 Meyve ve Sebzelerin Kurutulması

Gıdaların kurutulması işlemi eski zamanlardan beri bilinen güvenilir ve doğal bir muhafaza yöntemidir (Tortoe 2010). Kurutma, ısının uygulanmasıyla gıdada bulunan serbest suyun uzaklaştırılmasını sağlayan, gıdanın korunması için uygun maliyetli yollardan biridir (Mujumdar 2004, Mujumdar 2008, Chen ve Mujumdar 2008). Bir başka ifade ile kurutma, meyve ve sebzelerde mevcut %80 – 95 oranındaki su içeriğinin %10 – 20 oranına düşürülerek mikroorganizmaların gelişmesinin önlenmesi ve uzun süre dayanmasını sağlama işlemidir (Cemeroğlu 2011).

Su içeriği, mikroorganizmaların gelişmesinin ana nedeni olarak kabul edilir ve gıdaların en iyi kalitede kalması ve mikrobiyal ve enzimatik gelişmenin önlenmesi için su

içeriğinin istenen bir değere indirilmesi gerekir (Qing-guo vd. 2006). Mikrobiyal gelişme, gıda maddelerinin (meyveler ve sebzeler) duyuşal özelliklerinin kaybolmasına da neden olabilir ve birçok durumda gıdalar kabul edilemez kalite düzeylerine inebilirler (Jangam vd. 2010). Gıdalardan yeterli miktarda nemin uzaklaştırılması sayesinde gıdayı çürüme ve bozulmalara karşı korur. Gıdaların nem oranı azaltıldığında bakteri, küf ve mayaların gelişmesi engellenir. Ancak kurutma, besindeki enzimlerin aktivitesini yavaşlatır ama inaktive etmez (Reynolds 1993). Kurutmadan önce enzimatik çalışmayı durdurmak için çoğu sebzeğe haşlama gibi bir ön işlem uygulanabilir (Kendall ve Allen 2001).

Kimyasal bozulmalardan olan enzimatik esmerleşme, lipit oksidasyonu gibi olaylar işleme sırasında oluşabildiği gibi gıda ürünlerinin depolanması sırasında da oluşabilir. Örneğin, elma gibi meyveler kesildiğinde kahverengileşir (Jangam vd. 2010). Bu olayların hepsi duyuşal özelliklerin kaybına ve hatta gıda ürünlerinin tüketim için kabul edilemez hale gelmesine neden olur (Rahman 1999, Mujumdar 2004). Bazı araştırmacılar gıda maddelerini kurutma, dondurma ve konserve etme yöntemlerinin gıdanın tat ve görünümünün korunması açısından daha iyi sonuçlar verdiğini iddia etmişlerdir ancak kurutma yönteminin, besinlerin tutulmasında daha etkili, daha düşük maliyetli olduğu kadar donmaya ve konserve edilmesine kıyasla çok daha az depolama alanı sağladığını ifade etmişlerdir (Hawlder vd. 2006, Jangam vd. 2010). Kurutulacak meyve ve sebzeler en yüksek lezzet seviyelerinde olduklarında toplanmalıdır. Çoğu sebzeler hafif olgunlaşmış halde toplanır. Baklalar yeşil iken, bezelye ve fasulye de etli olduğunda hasat edilir. Ispanak ve diğer yapraklı sebzeler, yapraklar tam boyuta ulaşmadan önce toplanmalıdır. Mısırın doğal şekerleri nişastaya dönmeden önce, çekirdekleri ise parmakla delindiğinde suyu sıkılacak kadar etli olduğunda toplanmalıdır. Lahana familyası sebzeleri, brokoli, lahana ve yer lahanası olgunlaştıktan sonra ve sert tadı almadan önce toplanmalıdır. Çilek ve domates içeren meyveler toplanmadan önce iyice olgunlaşması için bırakılmalıdır. Şeftali, kayısı ve elma gibi meyveler ağaçta olgunlaştıktan sonra hasat edilirse daha tatlı ve daha lezzetli ürün elde edilir. Genel olarak, bir gıda ne kadar hızlı kurutulursa kalite o kadar iyi olur ancak pişme gerçekleşmemesi için yüksek sıcaklıkta fazla tutulmaz (Phyllis 1994).

### 2.3 Kurutulmuş Meyve ve Sebzelerin Kalitesi

Kalite terimi, “Gıdaya satış özellikleri veren değerlerin bir kombinasyonu” olarak tanımlanmaktadır (Rahman 1999). Müşterilerin bakış açılarından veya üründen de tanımlanabilir (Abbott 1999).

Kalite konusunu farklı faktörler etkiler. Bu faktörler arasında hasat öncesi faktörler (kültürel uygulamalar, genetik oynama ve iklimsel faktörler gibi), hasat faktörleri (hasatta olgunluk ve hasat yöntemleri faktörleri gibi) ve hasat sonrası faktörler (nem, sıcaklık, atmosferik gaz bileşimi, hafif, mekanik yaralanma ve hasat sonrası hastalıklar ve enfeksiyon faktörleri) örnek gösterilebilir. Kurutulmuş bir sebzenin kalitesi kimyasal, mikrobiyal, fiziksel ve besin değerleri olarak sınıflandırılabilir. Kurutulmuş gıda maddelerinin en önemli kalite kriterleri: Renk, genel görünüm, şekil, tat, mikrobiyal yük, değerli bileşiklerin tutulması, yoğunluk, tutarlılık, rehidrasyon, su aktivitesi, haşarelerin ve diğer kirleticilerin yokluğu ve istenmeyen kokuların olmamasıdır (Ratti 2009).

Kurutma sırasında ve sonrasında kurutma başlangıcındaki özelliklerini kaybetmeyen ürün neredeyse hiç yoktur. Kurutma ile yapıdaki makroskopik ve mikroskopik elemanların şekli, boyutu ve düzenlenmesi değişebilir. İlk olarak, kurutma sırasında veya sonrasında suyun uzaklaştırılması ile hammadde içindeki bileşenlerin dağılımı dengelenmeye çalışılırken bu denge bileşenlerin hareketi ve konsantrasyonları nedeniyle kaybolur. Örneğin, yüksek sıcaklıklarla değerli bileşenlerin kaybı, pigmentlerin ve diğer bileşenlerin parçalanmasına neden olan hücre yırtılması ve ayrıca kuru ürünlerde düşük rehidrasyona neden olan kimyasal ve fiziksel değişikliklere yol açar (Timoumi vd. 2007, Santos ve Silva 2008, Miranda vd. 2009). Bu değişikliklerin hızı, üründeki oksijenin akışına ek olarak, çözünür bileşenlerin konsantrasyonuyla artar. Ürünün zarar görmesine neden olan mekanizmaları ve işlemleri bilinmelidir.. Ayrıca kayıpların en aza indirilmesini sağlamak ve farklı reaksiyonları durdurmak için gerekli kritik sıcaklık bilgileri gereklidir. Nitekim bazı enzimlerin olumsuz aktivitesi gibi durumlar söz konusu olduğunda ürün kalitesini korumak için bu bileşenlerin inhibisyonu gerekebilir (Zhang vd. 2017).

Meyve ve sebzelerin kalite özelliklerini ölçmek ve değerlendirmek için kullanılan araçsal yöntemler, geçtiğimiz yüzyılda dünya genelinde büyük ölçüde geliştirilmiştir. Kurutulmuş meyveler ve sebzeler fiziksel parametreler (renk, doku, büzülme, gözeneklilik, rehidrasyon oranı ve kurutma oranı gibi), kimyasal parametreler (lezzet, su aktivitesi ve raf ömrü gibi), biyolojik parametreler ve besin değerleri ile değerlendirilebilir (antioksidanlar ve besin maddeleri gibi). Genel büzülme oranı, rehidrasyon oranı ve kuruma oranı kullanılarak hesaplanabilir. Kurutulmuş ürünlerin kalitesini etkileyen diğer parametreler nişasta, C vitamini, klorofil içeriği, kütle yoğunluğu, proteinler, toplam şeker, indirgen şeker, yağ ve enerji değerini içerir. Bazı araştırmacılar, bu parametrelerin genellikle dehidrasyon işleminden önemli ölçüde etkilenmediği sonucuna varmıştır. Nitekim Rahman vd. (2010)'ne göre kurutulmuş havuç için protein, nişasta, toplam şeker, indirgeyici şeker, yağ, C vitamini ve enerji değerinin kurutma işleminden hafifçe etkilendiği sonucuna varmıştır.

Kurutulmuş sebzelerin kalitesi, kurutma işleminde çelişkili taleplere yol açabilecek çok sayıda faktörden etkilenir. Kurutulmuş sebzelerde en önemli sorun, renk esmerleşmesidir. Haşlanan sebzelerde enzimatik renk esmerleşmesi önlenirse bile enzimatik olmayan esmerleşme hem kurutma sırasındaki yüksek sıcaklık etkisiyle hem de uygun olmayan depolama koşullarında kendini gösterir (Cemeroğlu 2011). Hücre yapısının mümkün olan en iyi şekilde tutulması ve bu nedenle rehidrasyon özellikleri için düşük kurutma sıcaklıkları seçilmelidir (Vega-Gálvez vd. 2009). Bununla birlikte, aromaların en iyi şekilde tutulması için en azından işlemin ilk aşamasında çok yüksek sıcaklıklarda kurumasını önermiştir (Thijssen 1979). Maillard reaksiyonunun baskılanması için kurutma işleminin sonundaki sıcaklığının çok düşük ayarlanması gerekmektedir (Miranda vd. 2009).

### **2.3.1 Kurutulmuş Meyve ve Sebzelerin Fiziksel Özellikleri**

Gıda ürünlerinin fiziksel özellikleri renk, doku, büzülme, gözeneklilik ve rehidrasyonu içermektedir. Bu özelliklerin birindeki veya tamamındaki değişiklikler, kurutulmuş ürünün son kalitesini etkiler (Jangam vd. 2010).

### 2.3.1.1 Renk

Kurutulan üründe daima ortaya çıkan en önemli olumsuzluk rengin esmerleşmesidir. Renk esmerleşmesi kurutulmadan önce, kurutma sırasında veya depolama sırasında da oluşabilir. Renk esmerleşmesi enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonlar sebebiyle olabilir. Özellikle haşlanmadan kurutulan ürünlerde oksidasyon enzimlerinin faaliyetiyle, başta fenolik maddeler olmak üzere birçok maddenin oksidasyonuna dayalı renk esmerleşmesi reaksiyonu oluşabilir (Cemeroğlu 2011).

Pigmentler, sebzelerin rengini belirler ve maruz kaldıkları çevre koşullarına, özellikle de kurutma ve depolama sırasında pH ve sıcaklıklara karşı çok hassastır (Marty-Audouin vd. 1992). Meyve ve sebzelerin çoğu, karotenoidler, klorofiller, antosiyaninler ve betalainler gibi pigmentler içerir. Bunlar kurutma sırasında oluşan enzimatik veya nonenzimatik reaksiyonlar tarafından bozulmaya karşı hassastır ve bu reaksiyonlar depolama sırasında devam eder (Bonazzi ve Dumoulin 2011). Gıda maddelerinin kurutulması sırasında, Crapiste (2000) tarafından tarif edildiği gibi çok sayıda kimyasal ve biyokimyasal değişiklik gözlemlenebilir. Bir ürünün kurutma sırasındaki rengini değiştiren özellikleri şu şekilde özetlemektedir: Pigmentlerin (özellikle klorofil ve karotenoidlerin) bozulması, esmerleşme reaksiyonları (enzimatik ve süre, çeşitlilik, ön işlem ve bileşiklerin konsantrasyonu) ve ağır metallerle bulaşması sonucunda oluşur (Fernandez vd. 2011).

Renk, belki de ürün görünümünden ayrı olarak tüketicilerin kabul seviyesini belirleyecek en önemli özelliktir. Renk pigmentleri, Maillard reaksiyonları ve enzimatik esmerleşme, kurutma sırasında ürünün renk değişimlerinde önemli rol oynar (Marty-Audouin vd. 1999). Çok yüksek sıcaklık ve pH aşağıdaki çizelge 2.2 ve 2.3'de gösterildiği gibi işleme sırasında önemli bir rol oynar.

**Çizelge 2.2** Kurutma sırasında renk değişimlerine etki eden faktörler.

<b>Bileşenler</b>	<b>Bileşikler</b>	<b>Kurutma etkileri</b>
Pigmentler	Klorofiller	Yeşilden sarıya veya kırmızıya değişen renkler,
	Karotenoidler	Karotenoid pigmentlerin havada oksijen ile oksidasyonu,
	Antosiyaninler	Düşük pH'da işleme sırasında oldukça kararlı,
	Betalainler	pH'a çok duyarlıdır, nötr pH'ta kahverengiye bileşiğe dönüşür.

**Çizelge 2.3** Kurutma sırasında renk değişimlerine etki eden faktörler.

<b>Reaksiyonlar</b>	<b>Bileşenler</b>	<b>Kurutma etkileri</b>
Maillard reaksiyonları	Şekerler, amino asitler, proteinleri azaltma	Kahverengi veya siyah pigmentlerin oluşumu, melanoidinler ve diğer aromatik bileşikler,
Enzimatik esmerleşme	Fenolik	Fenolik bileşiklerin kahverengi veya siyah polimerlere dönüşümü.

### 2.3.1.2 Kromametre ile renk ölçümü

Rengi tanımlamak için çeşitli renk skalası kullanılmıştır. Hunter L \*, a \*, b \* CIE sistemi ve Munsell renk katısı gıda endüstrisinde en çok kullanılanlardır (Giese 2000). Renk her zaman renk fark ölçerleriyle ölçülür. Kurutulmuş sebzelerin değerleri belirlenir. Burada L \* (beyazlık / karanlık) aydınlık indeksi ve a \* (kırmızılık / yeşillik) ve b \* (sarılık / mavilik) doygunluk indeksidir (Chin ve Law 2010, Chua vd. 2001). İşlenmiş veya depolanmış gıdalarda doğal rengi korumak gıda işlemede büyük bir zorluk yaratmıştır (Clydesdale vd. 1970, Ihl vd. 1998). Yeşil sebzelerin rengi, esas olarak güneş ışığından enerji almak için bitki materyalinde bulunan klorofil pigmentleri tarafından belirlenir. Pişirilmiş ve depolanmış brokoli çiçeklerinde enstrümantal renk, duysal sarılık ve klorofil içeriği arasında iyi bir ilişki olduğunu bildirmiştir (Kidmose ve Hansen 1999).

CIELAB renk alanı (L \*, a\*, b \*) kullanılarak, L \*, a \* ve b \* değerleri, 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişen açık-koyu spektrumunu, yeşil-kırmızı spektrumunu

sırasıyla -60 (yeşil) ile +60 (kırmızı) ve mavi-sarı spektrumunu sırasıyla -60 (mavi) ile +60 (sarı) aralığındaki değeri temsil eder (Abbott 1999). Burada (+) ve (-) sırasıyla kalite parametresinin oluşumunu ve bozulmasını gösterir. Hunter renk parametresi ( L\*, a\*, b\*) daha önce görsel renk bozulmalarının açıklanmasında meyve ve sebze ürünlerinde kalite kontrolü için yararlı bilgiler sağlamada değerli olduğunu kanıtlamıştır (Lopez-malo vd. 1998). Yüksek renk açısı değeri daha az kahverengileşmeyi ve bunun tersini gösterirken, kroma yoğunluk veya doygunluk gibi rengin gücünün bir ölçümüdür. Çizelge 4.2'de  $\Delta E$  değerlerinden belirlenen renk tanımlayıcı seviyelerini göstermektedir (Chen 2008). Çoğu durumda  $\Delta E$ 'deki büyük bir fark arzu edilmez çünkü tüketiciler kurutmadan önce taze ürünün rengine benzeyen ürünü tercih etme eğilimindedir. Çok büyük  $\Delta E$  değeri, görünümü çekici olmayan yüksek derecede esmerleşme derecesini gösterebilir (Jangam vd. 2010).

**Çizelge 2.4**  $\Delta E$  aralığı.

Seviye	$\Delta E$ aralığı
İzlenebilir farkı	0-0.5
Hafif farklı	0.5 - 1.5
Hissedebilir fark	1.5 - 3.0
Önemli fark	3.0 - 6.0
Büyük fark	6.0 - 12.0
Çok büyük fark	> 12.0

### 2.3.1.3 Doku

Meyvelerin ve sebzelerin yapısında, kurutma işlemi sırasında ve sonrasında nemin uzaklaşması yüzünden büyük değişiklikler meydana gelmektedir. Bu da kurutulmuş ürünün gözenekliliğinde büzülme ve değişmeye neden olur (Jangam vd. 2010). Doku, gıda tüketiminden dolayı ağızda meydana gelen genel duygu ya da tat olarak tanımlanır ve genellikle dokunuşla tahmin edilebilecek yiyeceklerin özelliklerinden oluşur. Doku, su içeriği, biyokimyasal bileşenler, hücresel organeller ve hücre duvarı yapısı gibi meyve ve sebzelerin bazı özelliklerinden etkilenir. Kurutma işlemi sırasında, tüm

kurutma koşulları, genellikle ürünlerin kalitesinde değişikliklere yol açan bu özellikleri etkileyebilir. Kurutulmuş gıdanın tüketici tarafından değerlendirilmesi, görünüm, renk ve doku gibi organoleptik niteliklere dayanmaktadır. Bu nedenle birçok araştırma, kurutulmuş meyvelerin ve sebzelerin dokusal özelliğini geliştirmeye ve kontrol etmeye odaklanmıştır (Guine ve Barroca 2011).

#### **2.3.1.4 Gözeneklilik**

Gözeneklilik, havanın hacminin (gözenekler veya boş alan), kurutulmuş meyve ve sebzelerin toplam hacmine oranı olarak tanımlanır (Ramos vd. 2003). Gözenek çökmesi veya gözenek oluşumu, kurutma işlemi sırasında meydana gelen çok önemli ve karmaşık bir işlemdir. Birçok araştırmacılar için gözeneklilik konusunu araştırmanın bir zorluk olduğu düşünülmektedir. Gözenek oluşumu içsel olan (sıcaklık, basınç, gaz atmosferi, hava sirkülasyonu ve bağıl nem gibi), meyve ve sebzelerin başlangıç yapısını, kimyasal bileşimini içeren dışsal etkenler gibi iki ana faktörden etkilenir (Rahman 2000). Gözeneklilik oluşumu hem mekanik hem de dokusal özellikleri etkiler (Jangam vd. 2010). Gözenekli meyve ve sebzeler daha iyi rehidrasyon hızı gösterir ancak daha kısa raf ömrüne sahiptir (Ramos vd. 2003). Gözenek büyüklüğü, malzemenin yapısının dağılımına göre farklılık göstermektedir. Örneğin, sıcak hava yöntemiyle kurutulmuş ürünler, vakumlu mikrodalga veya liyofilizatörler kullanılarak kurutulanlardan daha düşük gözeneklilik değerine sahip olduğu bildirilmektedir.

#### **2.3.1.5 Büzüşme**

Kurutma işlemi sırasında meyve ve sebze ürünlerinden su içeriğinin uzaklaştırılması genellikle ürünün içinde ve dışında, çatlamaya (yüzey çatlaması olarak da bilinir) ve büzülme olayına neden olan bir basınç farkı oluşturur (Jangam vd. 2010). Büzülme, kurutma sırasında çıkarılan su hacmi ile orantılı olarak artar. Nem içeriğinin uzaklaştırılmasından sonra ürünün iç hacmi küçüldüğünde, ürünün dış yüzeyleri veya tabakası büzüşmeye neden olacaktır, ürünün kalitesini olumsuz yönde etkileyecek, ürünün sertliğini artıracak ve ardından müşteri tercihlerini de değiştirecektir. Bazı araştırmacılar tarafından bildirilen büzüşmenin önemi, kuru meyve ve sebzelerin

rehidrasyon oranını düşürmesidir (Mayor ve Sereno 2004). Mcminn ve Magee (1997), kurutulmuş patates dilimlerinin daha çok büzülmüş olanlarının daha düşük dehidrasyon oranına ve kapasitesine sahip olduğu sonucuna varmıştır. Büzüşme seviyesi (yüksek veya düşük) üründen ayrılan suyun hacmine bağlıdır. Bazı araştırmacılar kurutmada büzüşme seviyesinin yüksek sıcaklıkta düşük sıcaklıktan daha düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Yapılan çalışmada büzüşme seviyesi patatesin yoğunluğunu ve gözenekliliğini etkilemiştir. Yüzeyde çatlama, kurutulmuş ürünün dış yüzeyinin büzüşmesi yüzey boyunca homojen olmadığında da meydana gelebilmektedir (Wang ve Brennan 1995).

### **2.3.1.6 Rehidrasyon**

Rehidrasyon, kurutulmuş madde su ile temas ettiğinde hammadde özelliklerinin yenilenmesini amaçlayan karmaşık bir işlemdir. Ön kurutma işlemleri, ardından kurutma ve tekrar rehidrasyon bitki dokusunun yapısında ve bileşiminde birçok değişikliğe neden olur (Lewicki 1998) ve bu da rekonstitüsyon özelliklerinin bozulmasına neden olur. Bu nedenle, rehidrasyon kurutmadan kaynaklanan malzemelerin yararlanmasının ve dehidrasyonun önceki işlemlerin bir ölçüsü olarak düşünülebilir. Genel olarak rehidrasyon derecesinin, hücrel ve yapısal bozulma derecesine bağlı olduğu kabul edilir (Krokida ve Philippopoulos 2005).

Kurutulmuş sebzenin rehidrasyonu, nihai ürünün başlangıçtaki hammadde özelliklerini alabilmesi için suya batırılarak ham ürünün özelliklerinin geri kazanılması için gerekli olan prosestir (Krokida ve Philippopoulos 2005). Rehidrasyon, kurutulmuş ürünlere tekrar su kazandırma işlemidir. Rehidrasyon ile suyun doku içine absorpsiyonu ve buna bağlı olarak üründe kütle artışı meydana gelmektedir. Fakat aynı zamanda üründen de rehidrasyon için kullanılan suya bir kütle transferi söz konusudur. Kurutulmuş meyve ve sebzelerin rehidrasyonu sırasında üründe rehidrasyon ortamından su kazanımı gerçekleşirken bir yanda da şeker, asit, vitamin ve mineral madde gibi bileşenlerin de rehidrasyon ortamına geçişi meydana gelebilmektedir. Bu olay sızıntı olarak tanımlanmaktadır. Ürüne uygulanan kurutma yöntemi ve koşulları, ürünün kimyasal ve

fiziksel yapısı, rehidrasyon için kullanılan suyun sıcaklığı gibi faktörler rehidrasyon özelliklerini etkilemektedir (Maskan 2001).

Kurutularak muhafaza edilen hemen hemen tüm sebzeler yüksek rehidrasyon özellikleri ile makarna, pizza, pide gibi gıdalar için kullanıma hazır (instant) materyal teşkil etmektedir (Sanjuan vd. 1999, Bestard vd. 200, Krokida ve Philippopoulos 2005).

Rehidrasyon kapasitesini kurutma koşullarında, uygulanan ön işlemler, tekstürel karakteristikler gibi çok farklı özellik etkilemektedir (Sulaeman vd. 2001). Kurutulmuş gıda ürünlerinin çoğu tüketimden önce rehidre edilir. Malzemenin gözenekliliğine büyük ölçüde bağlı olan suda belirli bir sıcaklıkta rehidrasyon sırasında kurutulmuş numuneler tarafından kazanılan orijinal ağırlık yüzdesi olarak kabul edilir (Perera 2005). Ayrıca gözenekli doku nedeniyle rehidrasyon işlemi hızlı bir şekilde gerçekleştirilir. Bununla birlikte, flavonoidlerin ve antioksidan aktivitenin mevcudiyeti hammaddede bulunanlardan çok fazla yüksektir (Mounir vd. 2014).

Rehidrasyon süresi 2 dakika ile 24 saat arasında değişebilir. Rehidrasyon suyu ya hareketsiz bırakılır ya da ara sıra karıştırılır. Rehidrasyona uğrayan malzeme, hafif bir vakumla filtre kağıdından veya bir elek üzerinde süzülür. Kuru malzemenin ilk su içeriği dikkate alınmaz. Deneylerin sonuçları değişken yollarla ifade edilir ve sıklıkla birçok araştırmacı tarafından da aynı indeks farklı farklı adlandırılmaktadır. Kuru bitki dokusunun rehidrasyonunu ifade etmek için kullanılan en yaygın indeks oranı:

$$\text{Rehidrasyon kapasitesi} = \frac{\text{rehidrasyon sonrası ağırlık}}{\text{ilk ağırlık}} \quad (2.1)$$

Rehidrasyon kapasitesi diye adlandırılır (Lewicki P. P. 1998), rehidrasyon oranı (Kalra vd. 1986), su emme yüzdesi (Abdul-Kadir vd. 1990), rehidrasyon katsayısı (Ogwal ve Davis 1994).

$$\text{Rehidrasyon oranı} = \frac{\text{rehidrasyon sonrası ağırlık}}{\text{kuru madde kütlesi}} \quad (2.2)$$

Bu oran ise rehidrasyon oranı olarak adlandırılır (Mudahar vd. 1989). İndeks belirsizdir çünkü bazı yazarlar madde kütlesinin rehidrasyondan öncemi yoksa sonra mı alınacağını belirtmez.

$$\text{Rehidrasyon yüzdesi} = \frac{\text{Rehidrasyon sonrası ağırlık}}{\text{rehidrasyon öncesi ağırlık}} \quad (2.3)$$

Bu oran ise rehidrasyon yüzdesi olarak adlandırılır (Jayaraman vd. 1990), rehidratabilite (Farkas ve Singh 1991), restorasyon oranı (Zhang vd. 1994).

### 2.3.1.7 Kurutulmuş Ürünün Rehidrasyon Yeteneği

Kurutulmuş ürünlerin en önemli kalite kriteri rehidrasyon yeteneğidir. Kuru ürünlerde rehidrasyon yeteneğinin saptanmasına yönelik farklı yöntemler vardır. Ürünün kullanılması sırasında verilen su ile eski haline dönüşebilme düzeyidir. Şöyle ki kurutulmuş bir ürün, suda bekletilince taze halde içerdiği kadar su alarak eski haline ve şekline dönüşürse mükemmel nitelikte olduğu kabul edilir. Rehidrasyon yeteneği sadece parça halinde kurutulan ürünlerde değil, aynı zamanda sıvı halde kurutulup toz haline getirilen meyve tozu, domates tozu gibi ürünler için de geçerlidir. Kurutulmuş bir ürünün rehidrasyon yeteneği, onun suda belli koşullarda ıslatılması sonucunda kazandığı su miktarı ile ölçülür (Cemeroğlu 2011).

Kurutulmuş gıda maddesi suya daldırıldığında, taze haldeyken bünyesinde bulunan su kadar suyu absorbe ederek eski haline ne kadar dönebilirse o kadar mükemmel nitelikte olduğu kabul edilir. Ancak bu iş dondurularak kurutulan ürünlerde görülmektedir. Rehidrasyon kapasitesi kuru ürünlerin kalitesini belirlemede önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır (Dobooğlu ve Çınar 2012). Rehidrasyon işlemi sırasındaki koşullar, özellikle suyun sıcaklığı ve rehidrasyon süresi ürünün rehidrasyon yeteneği üzerinde oldukça etkilidir. Kurutulmuş ürünlerde rehidrasyon durumu bizzat fiziksel bir olgu gibi görünse de, bu kurutma sırasında materyaldeki kimyasal, fizikokimyasal ve fiziksel değişmelerle de bağlantılıdır. Kurutma şartlarına bağlı olarak büzülme ve parçalanma sonucu, hücrelerde ve dokuda kapiler yapı bozulması, rehidrasyonu olumsuz etkileyen fiziksel unsurlardan biridir. Kurutmada uygulanan sıcaklık etkisiyle

ve kurutma sonucu hücredeki tuzların konsantr olmasına bağlı olarak proteinler de denatüre olabilmektedir. Bu denatüre proteinler suyu tekrar absorbe etme ve bağlama yeteneğini büyük ölçüde kaybetmektedirler. Aynı sebeplerle kurutulmuş ürünlerde nişasta ve gam maddeleride daha az hidrofil özellik gösterirler. Ayrıca kuru ürünlerde hücre duvarı da esnekliğini kaybetmektedir. Rehidrasyon çözeltisine hücre içinden tuz ve şeker geçmesi de hücrenin turgor özelliğini kaybetmesine sebep olabilmektedir (İntepe 2010). İşte kurutma sırasında tüm bu sebepler yüzünden gerçekleşen yapısal ve hücresel bozulmalar minimize edilebilirse rehidrasyon yeteneği de en yüksek seviyeye ulaşabilmektedir (Bingöl ve Devres 2010).

Kurutulmuş gıda maddesi su içerisinde bırakıldığı zaman, taze olduğunda bünyesinde bulundurduğu su kadar suyu alarak eski haline dönerse mükemmel nitelikte olduğu kabul edilir. Ancak bu durum, yalnızca dondurularak kurutulan ürünler için geçerlidir. Sıcak hava ile kurutma işleminde bazı özelliklerin değişmesiyle birlikte rehidrasyon yeteneği önemli ölçüde kaybolur (Doymaz 1998).

Kurutma koşullarına bağlı olarak buruşma ve parçalanma sonucu, hücreler ve dokunun kapiler yapısının bozulması, rehidrasyonu olumsuz yönde etkileyen fiziksel faktörlerdir. Buna karşın rehidrasyon yeteneği daha çok kimyasal ve fizikokimyasal nedenlerden etkilenmektedir. Kurutulmuş bir ürünün rehidrasyon yeteneği, onun suda belli koşullarda ıslatılması sürecunda kazandığı su miktarıyla ölçülür. Ancak rehidrasyon sırasındaki koşullar, özellikle suyun sıcaklığı ve süre, rehidrasyon yeteneği üzerinde son derece etkilidir. Bu yüzden bir ürünün rehidrasyon yeteneğine ilişkin sayısal bir değer verilirken, bunun nasıl saptandığına ait yöntemin ve koşullarında ayrıntıyla tanımlanması gerekir. Donmuş ürünlerin donunun çözülmesinde olduğu gibi kurutulmuş ürünlerin rehidrasyon sırasında kaybedilen kuru madde, kuru ürünün kalitesinin bir ölçüsüdür. Rehidrasyon, sadece yeterli miktarda su kullanılarak bu kayıp azaltılabilir (Cemeroğlu 2011).

Kurutulmuş bir ürünün rehidrasyon yeteneği, onun suda belirli koşullarda bekletilmesi sonucunda bünyesine aldığı su miktarı ile ölçülür. Rehidrasyon denemeleri için örnekler farklı süre ve sıcaklıklarda denge nem değerine gelinceye kadar rehidrasyona tabi

tutulurlar. Rehidrasyon kapasiteleri kütle (g) cinsinden ortalama  $\pm$ std olarak verilebilir. Rehidrasyon kapasitesi (RC) ya da rehidrasyon katsayısı (RK) aşağıdaki formüle elde edilmektedir.

$$RC = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \quad (2.4)$$

Burada  $W_1$  rehidrasyon işleminden önceki kuru madde miktarını  $W_2$  rehidrasyon işleminden sonraki madde miktarını (süzme ağırlığını) (g veya mg) göstermektedir (Von Loesecke 1955). Aşağıdaki formülle rehidrasyon katsayısının hesaplanmasını önermektedir:

$$RK = \frac{M_2}{\frac{M_1 - 0,01 \cdot M_1 \cdot W_0}{100 - W_f}} \quad (2.5)$$

$M_1$ -kuru maddenin ağırlığı,

$M_2$ - rehidrasyonlu malzemenin ağırlığı,

$W_0$ - kurutmadan önce nem ağırlığı (%),

$W_f$ - kuru maddenin son nem ağırlığı (%).

Rehidrasyon kapasitesini şu şekilde hesaplanır (Le Loch-Bonazzi vd. 1992).

$$RC = \frac{\text{rehidrasyon boyunca emilen suyun ağırlığı}}{\text{kuruma boyunca açığa çıkan suyun ağırlığı}} \quad (2.6)$$

### 2.3.1.8 Rehidrasyon Testi Örnekleri

Bu amaçla 50 g kuru sebze örneği bir beher yada kavanoza alınır, üzerine soğuk su eklenir. Su miktarı sebzelere göre farklı olmalıdır. Örneğin, kök sebzeler için 300 mL, fasulye, domates, ıspanak gibi sebzeler için 400-500 mL, bezelye ve patates için 200 mL su yeterli bulunmaktadır. Materyal parçacıkları suda yüzüyorsa uygun çaplı bir elekten su içinde bastırılmış halde basılı tutulmalıdır. Bu şekilde 12 saat bekletilir, daha sonra bir elek üzerinde 3-4 dakika süreyle süzülüp, tartılarak rehidrasyon sonundaki süzme ağırlığı bulunur.

Rehidrasyon yöntemi konusunda yukarıda verilen bu basit işlemler baz alınarak farklı araştırmacıların farklı modifikasyonları da bulunmaktadır (Cemeroğlu 2011). Singh vd. (2006)'ne göre araştırmasında sitrik asit ve potasyum metabisülfid çözeltilerinin patates dilimlerinin rehidrasyon özelliği üzerine etkili olmadığını belirtmiştir. Kumar vd. (2001)'ne göre dondurarak kurutulmuş havuç, sıcak hava ile kurutulmuş havuç ve balkabağının fizikokimyasal özelliklerini karşılaştırmışlar. Dondurarak kurutulmuş havuçların benzer şekilde hızlı rehidrasyon özelliğinin olduğunu belirtmişlerdir. Meda ve Ratti (2005)'e göre dilimlenmiş çileklerin ve dondurarak kurutulmuş çileklerin rehidrasyon özelliklerini belirlemişler ve 2 dakikadan daha kısa süre içinde rehidre olduklarını belirtmişlerdir. Curry vd. (2006)'ne göre sodyum klorür çözeltisinin dondurarak kurutulmuş havuç dilimlerinin rehidrasyon özelliğini etkilediğini ve konsantrasyonunun da rehidrasyon hızı üzerine etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Rehidrasyon testi sonunda oluşan veya elde edilen örneklerde duyu muayeneler yapılabilir. Bu amaçta rehidre edilmiş sebzelere tuz eklenerek, tadına bakılabildiği gibi en doğrusu, örneğin bir elektrik ocağı üzerinde, suyunun buharlaşıp kayıp olamaması için gerekli önlemler alınarak pişirilmesi sonunda duyu yöntemleri kullanılarak lezzeti, rengi, tekstürü ve kokusu incelenip değerlendirilebilir (Cemeroğlu 2011).

### **2.3.2. Kurutulmuş Meyve ve Sebzelerin Kimyasal Özellikleri**

Kimyasal özellikler kurutulmuş meyve ve sebzelerin önemli özellikleridir. Kurutulmuş ürün kalitesi üzerinde önemli etkisi vardır. Kimyasal özellikler lezzet, su aktivitesi ve raf ömrü gibi kalite seviyesini belirlemede rol oynar (İbrahim vd. 2012).

#### **2.3.2.1 Esmerleşme Reaksiyonları ve Diğer Reaksiyonlar**

Kurutma sırasında fiziksel değişimler olduğu gibi çeşitli kimyasal değişimler de olur. Bu bileşiklerin kendisini, kurutma ürünün veya daha sonra rehidre edilmiş ürünün, renginde, lezzetinde, dokusunda, viskozitesinde, beslenme değeri ve depolama stabilitesinde gösterir. Değişmelerin oluşumu ve düzeyi her üründe kendine özgü bir

şekilde gelişir. Ayrıca, kurutma işleminde uygulanan sıcaklık ve süre bu değişimlerin düzeyini etkileyen en önemli faktördür (Cemeroğlu 2011).

Esmerleşme reaksiyonları ürünün rengini değiştirmenin yanı sıra besinsel değerlerini azaltmakta; tadı istenmeyen şekilde değiştirmekte ve geri dönüşü olmayan yapısal değişimlere de neden olmaktadır. Enzimatik olmayan iki ana esmerleşme reaksiyonları, Maillard ve karamelizasyon reaksiyonlarıdır. Bu reaksiyonlar orta seviyeli nem miktarında hızlanmakta, çok düşük ve yüksek nem oranlarında ise yavaşlamaktadır. Kararma reaksiyonlarının engellenmesi için literatürde farklı tavsiyeler bulunmakla beraber hemen hemen hepsi kurutma sırasında ürünün gereksiz yüksek sıcaklıklara maruz kalmamasını önermektedir (Okos vd. 2007).

Karamelizasyon reaksiyonunda şekerler veya polihidroksikarbonik asitler gibi bileşikler, kuru halde veya yoğun çözeltiler halindeyken, aminoasit bulunmayan ortamlarda yüksek sıcaklıklarla ısıtılınca, önce moleküler dehidratasyona, sonra polimerizasyona uğrayarak esmer - kahverenkli ürünler oluştururlar. Karamelizasyon özellikle 160°C'den sonra hızlanmakta ve reaksiyon hem asitler hem de bazlar tarafından katalize edilmektedir. Karamelizasyon reaksiyonu, Maillard reaksiyonuna göre daha yüksek ısı enerjisine gereksinim duymaktadır. Ayrıca, karamelizasyonda oksijene gereksinim duyulmamaktadır. Depolama sürecince karamelizasyon olayının olmaması, bu reaksiyonunun en önemli ayrıcalığıdır. Salça, reçel, meyve ve sebze gibi ürünlerin, uygun olmayan koşullarda üretimi sırasında bazen karamelizasyon olayı ile karşılaşılabilir (Cemeroğlu 2011).

Maillard reaksiyonları denildiğinde ise ısı varlığında bir amino asit ile glikoz ve fruktoz gibi bir indirgeyici şeker arasındaki kimyasal bir dizi reaksiyon anlaşılmaktadır. Şekerin karbonil grubu ile amino asitin nükleofilik amino grubu arasındaki bu reaksiyonlar, gıdalarda çok çeşitli aroma, koku ve gözle görülebilir esmerleşme renk bileşiklerini oluşturur. Maillard esmerleşme reaksiyonu bir karbonil grubuyla bir amino grubu arasında gerçekleşmektedir. Bu sebeple reaksiyon amino-karbonil reaksiyonu olarak da anılmaktadır. Reaksiyonda karbonil grubu olarak, indirgen şekerlerin serbest aldehit veya keton grupları öncelik kazanmaktadır. Amino grubu olarak ise, serbest amino

asitlerin, proteinlerin ve peptinlerin amino grupları rol almaktadır. Özetle Maillard esmerleşme reaksiyonlarında, reaktif karbonil kaynağı indirgen şekerler, amino kaynağı ise amino asittir. Bu sebeple maillard reaksiyonu çoğu kez şekerlerle amino asitler arasında gerçekleşen reaksiyon olarak tanımlanmaktadır. Maillard esmerleşme reaksiyonu her zaman olumsuzluklara neden olan bir olay değildir. Görünüş ve lezzet bakımından çekici niteliklerde gıda üretimi amacıyla, maillard reaksiyonundan binlerce yıldır yararlanılmaktadır (Ames 1998, Cemeroğlu 2011).

Maillard reaksiyonları, meyve ve sebzelerde kurutma ve depolama sırasında devam etmesi sebebiyle esmerleşmeye neden olduğu için istenmeyen olaylardır (Rockland ve Stewart 1981). Ortamda belli bir düzeyde su varlığı maillard reaksiyonlarının oluşumu için gereklidir. %2 nemin altında, hiç bir esmerleşme reaksiyonu gerçekleşmez. Buna karşın nem düzeyi %15-20 arasındayken, Maillard reaksiyonları oluşum hızı artmaktadır. Nem düzeyi %15'in altına indiğinde ve pH'nın yükselmesi reaksiyon hızı azalmaktadır. Esmerleşme reaksiyonu sıcaklığa bağlı olduğundan depolamada da sıcaklıklar düşük olmalıdır. Nitekim ürünün içerdiği nem oranına bağlı olarak depolamada her 10°C sıcaklık artışının, esmerleşme reaksiyon hızını 6-8 misli arttırdığı belirlenmiştir (Reynolds 1965, Aguilera vd. 1975, Cemeroğlu ve Acar 1986, Cemeroğlu vd. 2003).

Maillard esmerleşme reaksiyonunun hızı, sıcaklık süre kombinasyonu, pH ve su aktivitesi gibi başlıca üç faktör etkilidir. Ayrıca, reaksiyona giren maddelerin niteliklerinin yani; gıdanın bileşimi, oksijen ve metal iyonlarını varlığı gibi diğer bazı faktörlerin de reaksiyon üzerinde etkisi vardır. Diğer taraftan ortamda, SO<sub>2</sub> gibi herhangi bir reaksiyon yavaşlatıcının bulunması, reaksiyonu engellemektedir (Ames, 1998). Sıcaklık yükseldikçe maillard reaksiyonu hızlanmaktadır. Çok düşük ve çok yüksek su aktivite düzeyinde reaksiyon çok yavaşlarken, kritik bir su aktivite düzeyinde reaksiyon en yüksek hızda gerçekleşmektedir. Reaksiyon genellikle  $a_w = 0,6 - 0,8$  arsında hızlı bir şekilde gelişmektedir. Maillard reaksiyonunun hızı, ayrıca yönü üzerinde etkili bir faktör olan  $pH = 7,0 - 10,0$  aralığında en fazla etkide bulunmaktadır. Ancak bunu pH aralığını gıdalarda geçerli normal pH değerlerinin dışında olduğu hatırlanmalıdır (Cemeroğlu 2011).

Maillard reaksiyonu renkte ve kokuda görünür ayrıca görünebilir ve hissedilebilir olmayan daha bir çok sonuçları vardır. Renk oluşumu ve renk değişimi ile flavor ve off-flavor oluşumu dışında, gıdanın beslenme değerinde de olumsuzluklar ortaya çıkabilmektedir. Besin öğelerindeki bu kayıplar, esansiyel amino asitlerin tahrip olması, proteinlerin sindirilebilirlik değerinin düşmesi ve bazı maillard reaksiyon ürünleri tarafından proteolitik enzimlerin inhibasyonu gibi nedenlere dayanmaktadır (Cemeroğlu 2011).

Enzimatik esmerleşme reaksiyonlarına değinilecek olunursa; gıda ürünleri su, karbonhidrat, protein, lipitler ve vitaminler, mineraller, asitler ve fenolikler gibi çok sayıda küçük bileşenden oluşan çok bileşenli sistemlerdir. Bu bileşikler, kullanılan kurutma koşulları nedeniyle birbirleriyle kolayca etkileşime girebilir ve gıda kalitesinin düşmesine neden olabilir (Sokhansanj ve Jayas 1987). Gıdaların esmerleşmesi, enzimatik (polifenol oksidaz [PPO] ) enzimleri reaksiyonları ile oluşabilir (Martinez and Whitaker 1995). Enzimatik esmerleşmenin oluşumunda dört bileşen gereklidir: Oksijen, enzim, bakır ve bir fenolik substrat (Laurila vd. 1998). Bu reaksiyonun esas enzimlerin PPO grubunun, bitkilerde fenolik bileşiklerin ortokinonlara oksidasyonunu katalize etmesine dayanmaktadır. Kinonlar belirsiz yapıların koyu kahverengi, siyah veya kırmızı pigmentlerini üretmek için nonenzimatik olarak diğer fenolik bileşikler ve amino asitlerle reaksiyona girer (Whitaker ve Lee 1995, Martinez ve Whitaker 1995), ortamda mevcut düşük pH değerlerinin, enzimi aktive eden bakırın az bağlanması nedeniyle PPO'nun aktivitesini azaltmaya yardımcı olduğunu, böylece asit moleküllerinin bakırın ayrılmasına izin verdiği ve böylece esmerleşmeyi azalttığını bulmuşlardır. Sonuç olarak, oksijenin uzaklaştırılması veya düşük pH ortamlarının uygulanması esmerleşmeyi önlemeyi kolaylaştırabilir. Ayrıca kurutmada renk esmerleşmesinin en fazla olduğu nem düzeyinin hızla aşılması ve nem düzeyinin düşük değerlere indirilmesi, rengin korunmasında izlenebilecek en doğal ve doğru yollardır. Meyve ve sebzelerin kurutulmasında enzimatik kökenli renk esmerleşmesinin tümünden ortadan yok olması için, onların haşlanması üzerinde de durulmaktadır (Aguilera vd. 1987, Cemeroğlu 2011).

### 2.3.2.2 Lezzet

Lezzet, “tat ve aromadan sorumlu bileşiklerin bir arada algılanmasının deneyimi” olarak tanımlanır (İbrahim vd. 2012). Gıdada aroma ve tadı sağlayan uçucu bileşikler sudan daha düşük kaynama noktasına sahiptir. Bu sebeple kurutma aşamasında buharlaşma yoluyla üründen uzaklaşabilmektedir. Kurutmanın ilk aşamasında ürün yüzeyi üzerinde çepre çevre ince kuru bir tabak halini oluşturabilirse bu bileşikler muhafaza edilebilmektedir (Okos vd. 2007). Kurutulmuş meyve ve sebzelerin lezzeti, renk ve son görünümüyle birlikte tüketici için en önemli özelliklerden biri olarak kabul edilir. Bu gıdanın tadını ve kokusunu oluşturur. Bazı lezzet verici bileşikler uçucudur ve bunlar nem giderme işlemi sırasında taşınırlar (uzaklaştırılır veya nakledilir). Şekil ve dokudaki değişiklik, gıda ürününün mikro yapısını etkiler ve işleme ve tüketim sırasında lezzet salınımını kontrol eder (Jangam vd. 2010).

Kurutma işlemi sırasında nemin giderilmesi nedeniyle ürünün şeklindeki, boyutundaki ve yapısındaki değişim, lezzetini etkiler. Lezzetin bazı özellikleri kurutulmuş olarak uzaklaştırılır ve buna uçucu lezzet denir. Kimyasal analiz ve duyuşal değerlendirme, kuruma sırasında lezzet değişiklikleri değerlendirmek için kullanılan iki ana yöntemdir. Kimyasal analiz kantitatif veriyi sağlar, duyuşal değerlendirme genellikle kurutulmuş ürünü taze ürünle karşılaştırarak yapılır (Jangam vd. 2010).

### 2.3.2.3 Su Aktivitesi

Su Aktivitesi ( $a_w$ ) suyun buhar basıncıyla ilgili bir fenomendir ve buna göre bir çözeltinin, örneğin bir şeker şurubunun su aktivitesi “ çözeltinin su buharı basıncının, aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranıdır” şeklinde bir tanımıyla konuyu en anlaşılır şekilde ortaya koymaktadır (Cemeroğlu 2011).

Genel olarak, gıdanın ve diğer doğal ürünlerin, toplam nem içeriğinden çok, su aktivitesinin ( $a_w$ ) mikrobik, kimyasal ve fiziksel özelliklerle daha yakından ilişkili olduğu kabul edilmektedir. Çiğ ve işlenmiş gıda ürünlerinin renk, aroma, lezzet, doku, stabilite ve kabul edilebilirlik özel değişiklikleri, dar  $a_w$  aralıklarıyla ilişkilendirilmiştir

(Rockland ve Nishi 1980). Sıcaklığın yanında aw, gıda muhafazasında ve işlenmesinde en önemli parametrelerden biri olarak düşünülür (Van den Berg 1986).

Enzim aktivitesi ve stabilitesi, nispeten hassas nitelikleri nedeniyle aw tarafından önemli ölçüde etkilenir (Blain 1962, Acker 1969, Potthast vd. 1975, Potthast 1978, Schwimmer 1980, Drapron 1985). Çoğu enzim ve protein aktif kalabilmek için konformasyon sağlamalıdır. Enzimlerde yapısal değişiklikler önlemek için kritik aw düzeylerini korumak, gıda kalitesi için önemlidir. Çoğu enzimatik reaksiyon, 0.80'in altındaki su aktivitelerinde yavaşlar, ancak bazı reaksiyonlar çok düşük aw değerlerinde bile gerçekleşir (Gustavo vd. 2007).

Su aktivitesi ayrıca gıdalardaki mikroorganizmaların gelişimini kontrol etmek için iyi bilinen bir parametredir (Chirife ve Buera 1995, 1996). Ancak, esas gelişmeyi kontrol eden pH ve sıcaklık gibi birkaç faktör daha vardır. Mikroorganizmaların gelişmesi için aw sınırlarının belirlenmesinde, aw'nin sıcaklık bağımlılığı genellikle göz ardı edilir. Oda sıcaklığında aw ve mikroorganizmaların büyümesi için sınırlar varsayıldığında, çeşitli gıdalardaki mikroorganizmalara uygulanan birkaç önemli kritik aw değerleri vardır. Bu kritik değerlerden en önemli iki tanesi; herhangi bir mikroorganizmanın büyümesi için aw 0,6 ve patojen bakterilerin büyümesinin görüldüğü en düşük aw 0,86'dır (Gustavo vd. 2007). Gıda stabilitesinde suyun rolü, hem fiziksel hem de kimyasal bozulma reaksiyonlarına katkıda bulunma potansiyeliyle, reaktanları çözme, onları harekete geçirme ve reaksiyonlara katılma becerisi sayesinde önemli ölçüde tanımlanabilir. Gıdalardaki suyun durumunun ölçüsü olan su aktivitesi (aw), gıda güvenliği ve kalitesiyle ilişkili olarak yaygın bir şekilde kullanılan başarılı bir kavramdır. Su aktivitesi, gıda stabilitesinde eşsiz bir faktördür ve belirli tip bozulma reaksiyonlarının baskın olduğu alanlardaki genelleştirilmiş limitlerin geliştirilmesini sağlar (Scott 1957). Mikrobiyal ve kimyasal bozulmaya karşı gıda güvenliği sağlamak için ana muhafaza yöntemlerinden biri gıdadaki aw değerini kontrol etmektir. Bu nedenle, çeşitli gıda muhafaza teknikleri, mikrobiyal büyüme ve kimyasal reaksiyonların oranlarını düşürmek için aw değerinin düşürülmesine dayanmaktadır. Kararlılık haritasında, enzimatik olmayan esmerleşme ve enzim reaksiyonları gibi sulu bir faz gerektiren reaksiyonlar için 0.2 ila 0.3 arasındaki aw'de genellikle daha düşük

bir sınır vardır (Sherwin ve Labuza 2006). Öte yandan, lipid oksidasyonu, minimum 0,2 ila 0,35 aw aralığında ve her iki yandaki orandaki artışı, diğer bir deyişle, aw düzeyinde bir artış veya azalmayı göstermektedir (Labuza 1971). Stabilitate haritası ayrıca küflerin genellikle mayadan daha düşük seviyelerde de büyüebileceğini gösterir; Bu sınırlar bakterilerinkinden daha düşüktür. Bilinen şey,  $\leq 0,6$  aw'de herhangi bir mikropun büyümemesidir. Bununla birlikte, büyümelerine rağmen, düşük seviyede hayatta kalabilirler ve eğer uygun bir ortam oluşursa yeniden canlanabilir ve yeniden büyümeye başlayabilirler. Bu göz önüne alındığında, nem içeriği ile bir gıdadaki aw arasındaki ilişkiyi bilmek önemlidir (Gustavo vd. 2007)

### **2.3.3 Biyolojik Değişmeler**

Taze ve kurutulmuş gıda maddelerinin biyolojik özellikleri, gıda güvenliği ile ilgili çok önemli konulardır. Nem içeriği, malzemede mikrobik üremeye izin verir, bu da kurutulmuş ürünlerde küf ve maya gibi birçok gıdalarda ciddi soruna yol açar (Vasile Minea 2016). Gıda ürünlerindeki mikrobiyal büyüme tolere edilemeyecek kadar kritik bir konudur (Jangam vd. 2010). Biyolojik özellikler ürünlerin hem raf ömrünü hem de kalitesini etkiler (Vasile Minea 2016).

Mikroiyojik aktivite sonucu oluşan mikotoksinlerin güçlü kanserojen, mutajen ve tetraojen olduğu gösterilmiştir (Kumar vd. 2008). Yiyeceklerde bulunan mikotoksinler insan sağlığı için çok tehlikelidir ve bazen çok çeşitli hastalıklara neden olabilir. Bu gibi sorunlardan kaçınmak için, küf gelişim düzeyinin su içeriği 0,65 seviyeyi aşmamalıdır. Mikotoksinlerin bazı örnekleri zearalenon, flatoksinler, okratoksinler, trikotesenler, aflatoksinler, ve fumonisinlerdir (Vasile Minea 2016). En yaygın mikotoksin üreten mantarlar *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus ochraceus*, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium graminearum* ve *Penicillium spp'*dır (Kumar vd.2008).

### **2.3.4 Besinsel Parametreler**

Kurutulmuş ürünlerin besin içeriğinin istenen değerde tutulması meyve ve sebzelerin kurutulmasında en önemli endişelerden biridir. Meyve ve sebzelerin, insan sağlığı için

çok faydalı olan, yüksek besin değerine sahip oldukları bilinmektedir. Kurutma işlemi sırasında ve sonrasında bu değer azalır. Ancak su miktarının azalması ile hacimde kuru madde bazında yoğunlaşma olduğundan kütlece miktarları artmış görünür. Çizelge 2.5’de kurutma sırasında oluşabilecek tipik besin öğeleri değişikliklerini gösterilmektedir (Perera 2005).

**Çizelge 2.5** Kurutulmuş ürünün besinsel değerleri.

<b>Öğeler:</b>	<b>Değişimler:</b>
Kalori içeriği	Değişmez, fakat nem giderildiği için daha küçük bir kütleye konsantre edilir.
Vitamin A	Kontrollü ısı yöntemleri altında oldukça iyi korunur.
Vitamin C	Sebzelerin kurutması ve haşlanması sırasında çoğunlukla tahrip olur.
Tiamin, riboflavin ve niasin	Haşlama sırasında meydana gelen bazı kayıplar olur, rehidrasyon için kullanılan suyun da tüketilmesi durumunda nispeten korunur.
Mineraller	Bazıları daldırma çözeltisi kullanıldığında rehidrasyon sırasında kaybolabilir.
Mineraller	Kurutma sırasında demir tahrip olmaz.
Protein	Isı denatürasyonuna maruz kalabilir, ışık oksidasyonuna duyarlıdır, enzimatik ve enzimatik olmayan bozunma olabilir.
Lipidler	Kurutma işleminin ilk aşamasında enzimatik hidroliz olabilir. Düşük su aktivitesinde, doymamış yağ asitlerinin otooksidasyon bozulmasına neden olur.
Karbonhidratlar	Maillard esmerleşmesi ve yüksek ısıda aroma değişimleri, şeker karamelize olabilir ve kurutulmuş ürüne daha koyu renk verebilir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

Bu çalışmada yerel marketten satın alınan Kemer patlıcanı çeşidi kullanılmıştır. Bu patlıcanlar 70 - 80 cm boyunda bir patlıcan çeşididir. Dış kabuk rengi parlak koyu renkte meyve eti yumuşak erkenci bir cinstir. Temin edilen patlıcanlar +4 °C'de muhafaza edilerek işleme ve uygulanan işlemler sonucu analizlere tabi tutulmuştur.



**Resim 3.1** Kemer patlıcanı.

#### 3.2 Patlıcan Örneklerinin Hazırlanması ve Kurutulması

İşlemler Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kurutma işleminde resim 3.2'de gösterilen DEFNELAB şirketine sipariş edilmiş hava sirkülasyonu, kütle kaybı ve sıcaklık değişimleri ölçümlerini inline yerleştirilmiş sensörler vasıtası ile veren proses ekranına sahip özel üretim bir kurutma kabini kullanılmıştır. İstenilen sıcaklıklar, cihaz üzerindeki kontrol panelinden dijital sıcaklık göstergesinden ayarlanabilmektedir.

Çalışmamızda kullanılan patlıcanlar ilk önce yıkanıp daha sonra kağıt havluyla iyice kurulanmıştır. 1 cm kalınlığında silindirik olarak kesilen örnekler darası önceden belirlenmiş örnek kabında tartılmıştır. Tartımları alınan örnekler kabin tepsi üzerine

dizilmişlerdir. Üç çeşit ön işlem uygulanıp (ön işlem uygulanmamış H kodlu örnek, %5 NaCl ve %2 askorbik asit uygulanmış N kodlu örnek, kaplama çözeltisi uygulanmış K kodlu örnek resim 3.2'de görüldüğü üzere kurutma kabiniinde (Defnelab) iki farklı sıcaklıkta (60 ve 80°C) sabit tartıma gelene kadar kurutulmuşlardır. Patlıcan kurutma denemeleri gerçekleştirilen kurutucudaki havanın sirkülasyon hızı  $2\pm 0,1$  m/s olarak ölçülmüştür. Kurutma sonu ağırlık sensörünün sabitleşmesi ile belirlenmiştir. Ağırlık değişimi gözlenmeyen sabit tartıma gelen patlıcanlar kabinden alınıp darısı alınmış hassas terazide tartılmışlardır.



**Resim 3.2** Defnelab marka kurutma kabiniinin genel görünümü.



**Resim 3.3** 80°C sıcaklıkta H kodlu örnek kurutma kabiniinden çıkan 1cm kalınlığındaki kuru patlıcanlar.

Sodyum klorür ve askorbik asitle ön işleme alınmış patlıcanlar için %5 NaCl ve %2 askorbik asit içeren 2.5 L çözeltiye 10 dakika süre ile daldırılan patlıcan dilimleri sonra kaba filtre kağıdı üzerine alınıp suyu alınmıştır. Hassas terazide darası önceden alınmış kaba konulup tartılmıştır. Patlıcanlar etüv tepsisine dizilerek sabit tartıma gelene kadar kurutmaya alınmışlardır.

Yenilebilir kaplama çözeltisi için ön işleme alınmış patlıcanlar için yine patlıcanlar alınıp yıkandıktan sonra kurutma kağıdı üzerinde fazla suları alınmıştır. 1 cm kalınlığında yuvarlak dilimlere ayrıldıktan sonra tartılmıştır. Püskürtücü ile tüm dilimlenmiş patlıcanlar üzerine püskürtülerek yedirilmiştir. Bu amaçla önce çözeltinin yarısı püskürtülmüştür. Patlıcanlar sıcak hava yardımı ile kurutulduktan sonra ters çevrilerek arka yüzlerine de kalan çözelti püskürtülmüştür. Kaplanmış patlıcanlar etüv tepsisine dizilerek sabit tartıma gelene kadar kurutmaya alınmışlardır.

### **3.3 Yenilebilir Kaplama Çözeltisinin Hazırlanması**

300 ml'lik hazırlanacak kaplama çözeltisi için 6g pektin (E444), 6 g gliserol, 3 g askorbik asit, 4.5 g kalsiyum klorür tartılmıştır. öncelikle 6 g pektin, 100 ml'lik saf su içinde 1250 rpm de homejenizatör yardımı ile homojenize edilmiştir. Bu karışım 300 ml'lik balon jöje içine ısıtıcılı manyetik karıştırıcı üzerine alınmıştır. Daha sonra tartılmış 6 g gliserol ve 3 g askorbik asit 100 ml saf su yardımıyla pektin çözeltisine ilave edilmiştir. Isıtıcılı manyetik karıştırıcıda 80°C'de 800 rpm de karıştırılarak pektin jeli oluşumu sağlanmıştır. Daha sonra 50 ml saf suda çözündürülmüş 4.5 g kalsiyum klorür ilave edilmiştir. Oluşan pektin jeli yüzeye uygulandığında yüzeyde bir film olarak kuruyabilmesi için gereklidir. Çözelti 300 ml saf su ile tamamlanarak işlem tamamlanmıştır ve 5 dakika daha ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda 80°C'de 800 rpm'de berrak karışım oluşması için beklenmiştir. Böylece çözeltinin içinde kalan hava kabarcıkları uzaklaştırılmıştır. Karışım sprey başlı püskürtme aparatına alınmıştır ve püskürtücü içindeki karışımda oluşmuş hava kabarcıkları kaplama sırasında sorun yaratacağından aparat ultrasonik banyoya alınıp hava kabarcıkları uzaklaştırılmıştır. Bu

sayede elde edilen berrak ve homojen karışım yenilebilir kaplama çözeltisi olarak kullanıma hazır hale gelmiştir.

### 3.4 Analizler

Nem Oranının Hesaplanması: Patlıcan numunelerinin laboratuvar tipi kurutucuda kurutulması sırasında, nem oranı (MR: birimsiz) değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$MR=(M_t-M_e)/(M_0- M_e)$$

Burada  $M_t$ ,  $M_0$  ve  $M_e$  sırasıyla; herhangi bir t anındaki nem içeriği (g su/ g KM), başlangıç (t=0) nem içeriği (g su/ g KM), ve denge nem içeriği (g su/ g KM)'dir.

Renk tayini: Örneklerin renk değerlerini belirlemek amacıyla Minolta CR400 serisi renk ölçer (Chroma Meter) ve CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  renk değerleri ölçülmüştür (Anonim 1991). Bu amaçla patlıcan dilimlerinin etli kısımları üzerinde 3 farklı noktadan olmak üzere 2 paralel ile ölçüm yapıp ortalaması alınmış ve  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $h^\circ$  renk değerleri belirlenmiştir.

$L^*$ : Sıyahlık beyazlık 0 ile 100 arasındadır. Değerler 100'e yaklaştıkça ürünün rengi siyahtan beyaza dönüşür.

$a^*$ : Kırmızılık yeşillik (-60'tan +60'a yanı yeşilden kırmızıya)

$b^*$ : Sarılık mavilik (-60'tan +60'a yanı sarıdan maviye)

$C^*$ : Renk değeri (0-60 renk değerinin artışını gösterir)

$h^\circ$ : renk canlılığını gösteren birim derece ( $^\circ$ ) dir.

Renk değerleri belirlenerek aşağıda eşitlikler kullanılarak verilmiş olan bazı karakteristik özelliklerin hesaplaması yapılmıştır. Renk değişimi ( $\Delta E^*$ ), renk yoğunluğu (kroma,  $C^*$ ) gibi esmerleşme indeksi (BI), beyazlık indeksi (WI) gibi renk karakteristikleri hesaplanmıştır (Cisneros-Zevallos vd. 1997, Baysal vd. 2003, Markowski vd. 2006, Maskan 2001).

$$\Delta E^* = \sqrt{[(L^* - L^*_{taze})^2 + (a^* - a^*_{taze})^2 + (b^* - b^*_{taze})^2]} \quad (3.1)$$

$$C^* = \sqrt{[(a^*)^2 + (b^*)^2]} \quad (3.2)$$

$$BI = \frac{[100(x-0.31)]}{0.17} \quad (3.3)$$

$$\text{Burada } x = \frac{(a^* + 1.75L^*)}{(5.645aL^* + a^* - 3.012b^*)}$$

Kararma indeksi (Browning index BI), gıdanın görünümünde ve organoleptik yapısında değişikliklere neden olabilen ve bu nedenle numunelerin kahverengileşmesi ile ilişkili önemli bir parametre olarak kabul edilen enzim aktivitesi nedeniyle meyve etindeki kahverengi rengin saflığını temsil eder (Jalae vd 2011).

Öte yandan beyazlaşma indeksi WI, daha az kahverengileşmeye ve ürün renk değişikliğine karşılık gelir ve enzimatik renk değişikliğinin bir göstergesidir (Pathare vd 2012).

$$WI = \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^* + b^*} \quad (3.4)$$

EC (elektriksel iletkenlik) üzerinden sızıntı ölçümü: Kuru ürünlerde doku hasarlanmasının bir ölçümüdür. Kuru patlıcanların orta nemli hale getirilmesi için rehidrasyon uygulaması yapılmıştır ve bu sırada kalibre edilmiş elektriksel iletkenlik ölçer ile prob yardımı ile rehidrasyon suyunun elektriksel iletkenlik değişimi ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ölçülmüştür. Çalışmada OHAUS starter 3100 marka elektriksel iletkenlik ölçer (resim 3.2) kullanılmıştır.



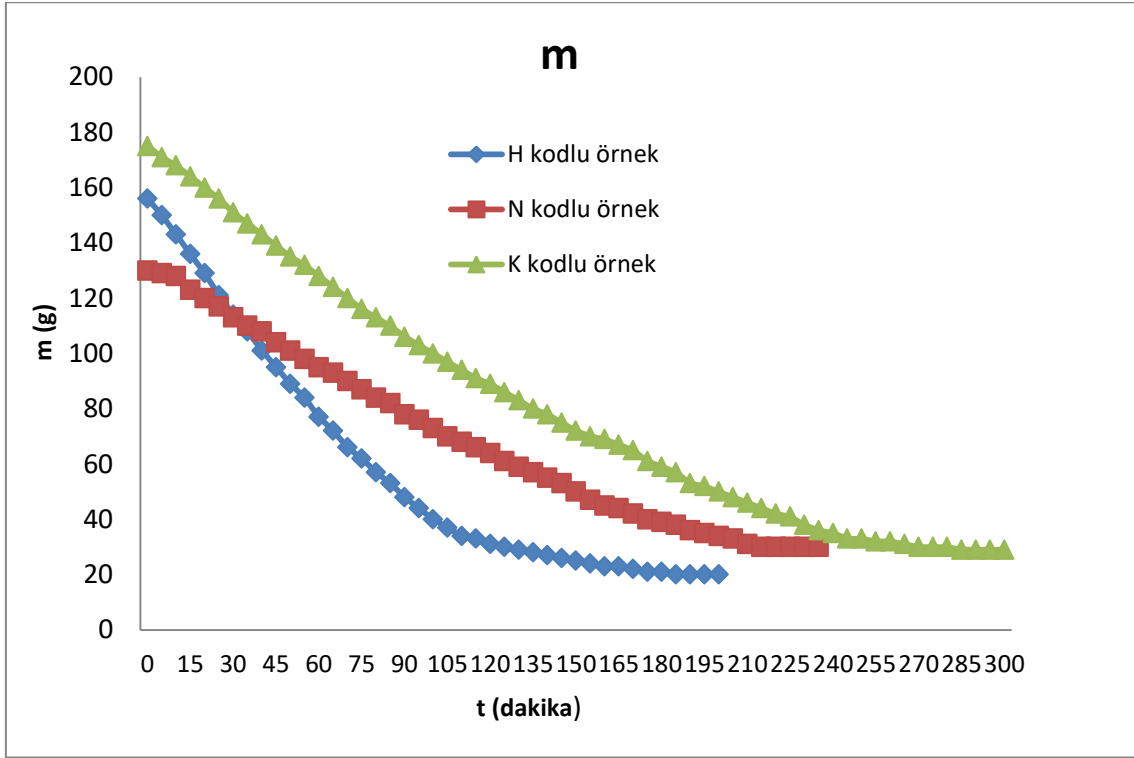
**Resim 3.4** EC ölçer ve pH metre.

Rehidrasyon işlemleri sırasında zedelenen dokulardan rehidrasyon suyuna geçen çözünen maddelerin rehidrasyon suyundaki konsantrasyonunu izlemek için iletkenlik ölçümleri kullanılmıştır.

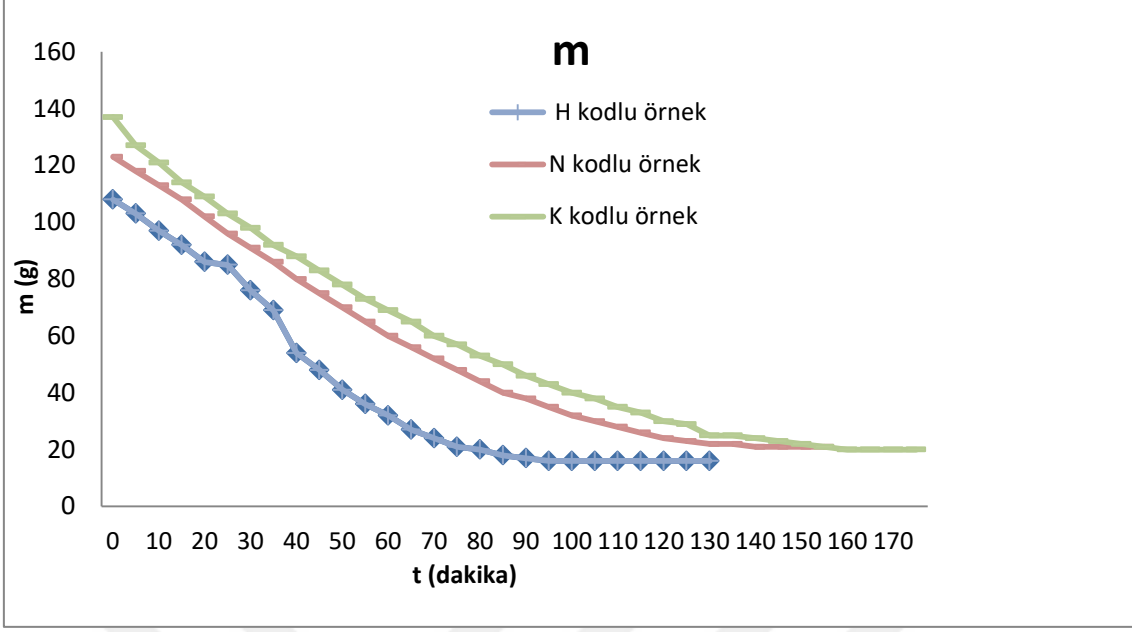
## 4. BULGULAR

### 4.1 Nem Oranının Değişimi

Ön işlemlerle ilgili zamana bağlı kütle azalma değişimi grafiği 60°C sıcaklık için şekil 4.1’de ve 80°C sıcaklık için şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1 60°C sıcaklıkta kurutma için kütle azalma grafiği değişimi.



Şekil 4.2 80°C sıcaklıkta kurutma için kütle azalımı grafiği değişimi.

Genel olarak şekiller, kaplama çözeltisiyle ön muamele görmüş örnekler, askorbik asitle ön muamele görmüş örnekler, hem de normal örnekler için kurutma sıcaklığının ve hava hızının kurutma süresi üzerine oldukça etkili olduğu göstermişlerdir. Özellikle yüksek sıcaklıkta H kodlu örneklerin (80°C) kurutma süresi ( dengeye gelme süresi) 140 dakika civarında iken, bu değerler 60°C sıcaklıkta yaklaşık olarak 210 dakikanın altına düşmektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre genel olarak kurutma öncesi uygulanan ön işlemin (askorbik asit uygulaması ve kaplama çözeltisi uygulaması ) kurutma süresi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Askorbik asitli örnekler, kaplama çözeltisi ve normal örneklerin kurutma süreleri incelendiğinde, genel olarak ön işlem uygulanmış patlıcanların kurutma sürelerinin normal örneklere kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür. Örneğin 80 °C sıcaklıkta kurutmanın dengeye gelme süresi normal örnek için yaklaşık 130 dk. civarında iken, askorbik asit ile muamele edilmiş örnek için bu süre yaklaşık olarak 150 dk. civarında, kaplama çözeltisi ilave edilmiş örnekleri için 170 dk. civarındadır. Bunun sebebinin muhtemelen yüzeyde uygulanan kaplama çözeltisi ve asit muamelesi yüzey pH sını değişmesi, dokularda değişen asitlik ile bir takım değişikliklerin olması ve yüzeyden

suyun uzaklaşmasında asit ile değişen dokusal yapının olumlu etkisi olduğu düşünülmektedir.

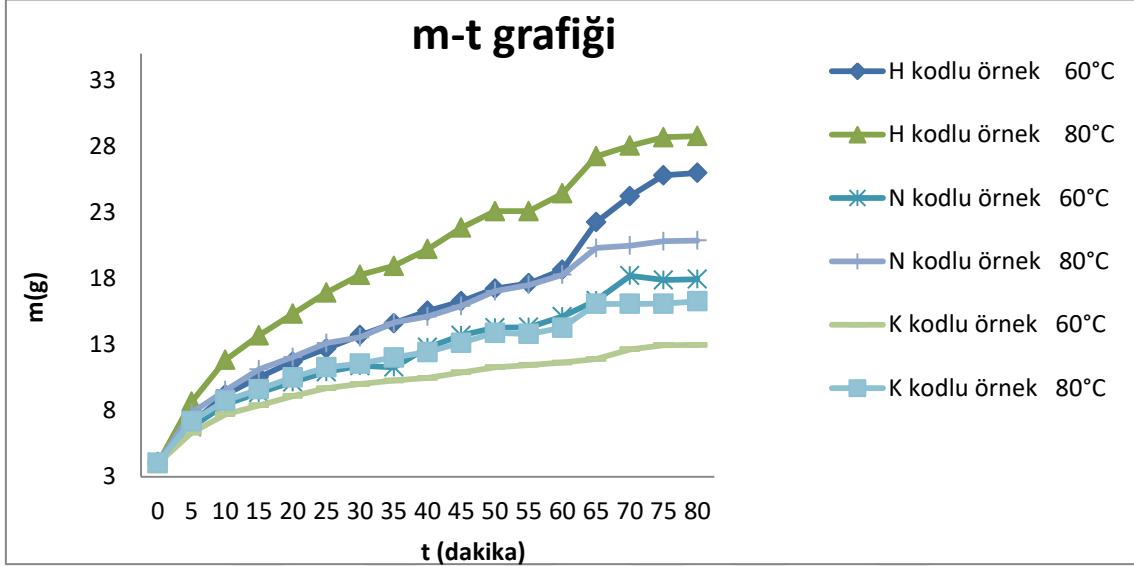
#### **4.2 Rehidrasyon Kapasitesi ve EC Ölçülmesi**

H, N, K kodlu örneklerin iki farklı sıcaklıkta kurutulduktan sonra patlıcan dilimlerinin rehidrasyon yetenekleri ve doku hasarlanması ölçülmüştür. Kurutulmuş bir ürünün rehidrasyon yeteneği, onun suda belirli koşullarda ıslatılması sonucunda kazandığı su miktarı ile ölçülür. Ancak rehidrasyon sırasındaki koşullar, özellikle suyun sıcaklığı ve süresi, rehidrasyon yeteneği üzerinde son derece etkilemiştir. Bu işlemler Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

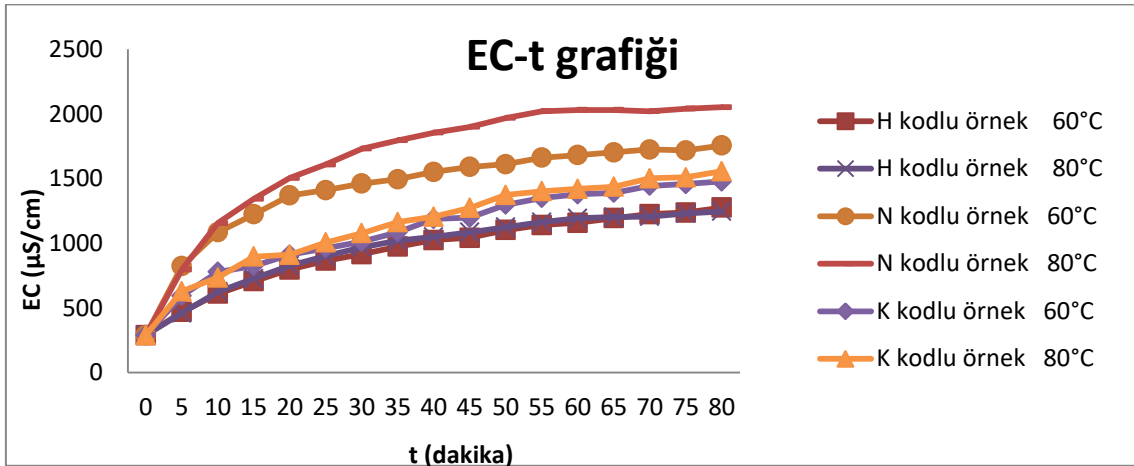
Doku hasarlanması da hasarlı dokudan rehidrasyon sırasında rehidrasyon sıvısına kütle transferi sebebiyle rehidrasyon sıvısının elektriksel iletkenlik değerinin (EC) değişimi vasıtası ile ölçülmüştür. Bu yüzden bir ürünün rehidrasyon yeteneğine ilişkin sayısal bir değer verilirken, bunun nasıl saptandığına ait yöntemin ve koşulların da ayrıntıyla tanımlanması gerekir.

40°C ve 60°C olmak üzere iki farklı sıcaklığa ayarlanmış su banyosunda rehidrasyon denemesine tabi tutulmuşlardır. Bu amaçla 500' ml'lik beherlere 300 ml saf su konularak 6 adet beher hazırlanmıştır. Behere konulan saf suyun elektriksel iletkenliği ölçülmüştür. Başlangıçta yaklaşık 4'er g tartılan kuru patlıcan örnekleri numaralandırılmış 300 ml saf su içeren beher içerisine alınarak su banyosunda bekletilmiştir. Örnekler 15 dakikadan bir örnekler çıkarılıp kaba filtre kağıdına alınıp darası alınmış hassas terazide tartılmıştır ve beherler içindeki rehidrasyon sıvısında EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) değişimi incelenmiştir. Örnekler tekrar behere alınarak işlem her 15 dakikada bir tekrarlanarak rehidrasyon işlemi sürdürülmüştür. Aynı işlemler patlıcanlar sabit tartıma gelene kadar tekrarlanmıştır.

Değişik sıcaklıkta kurutulmuş ön işlem görmüş kurutulmuş patlıcanların 40 °C’de rehidrasyonları sırasında kütle ve elektriksel iletkenlik değişimleri sırası ile şekil 4.3 ve 4.4’de verilmiştir.

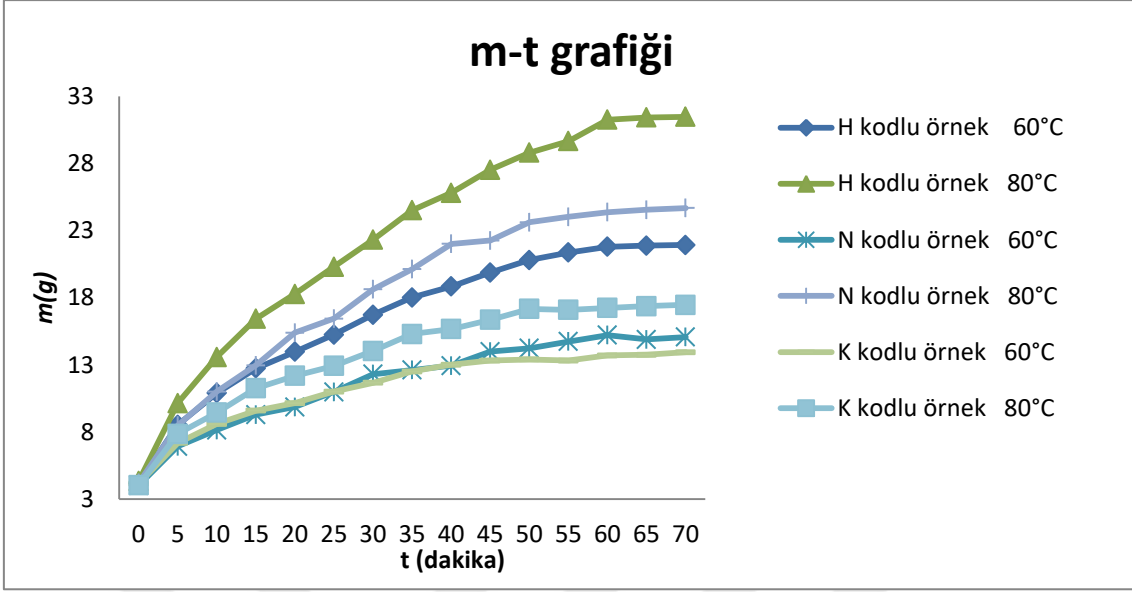


Şekil 4.3 Ön işlem görmüş patlıcan örneklerinin 40 °C sıcaklık rehidrasyon sırasında kütle değişimi.

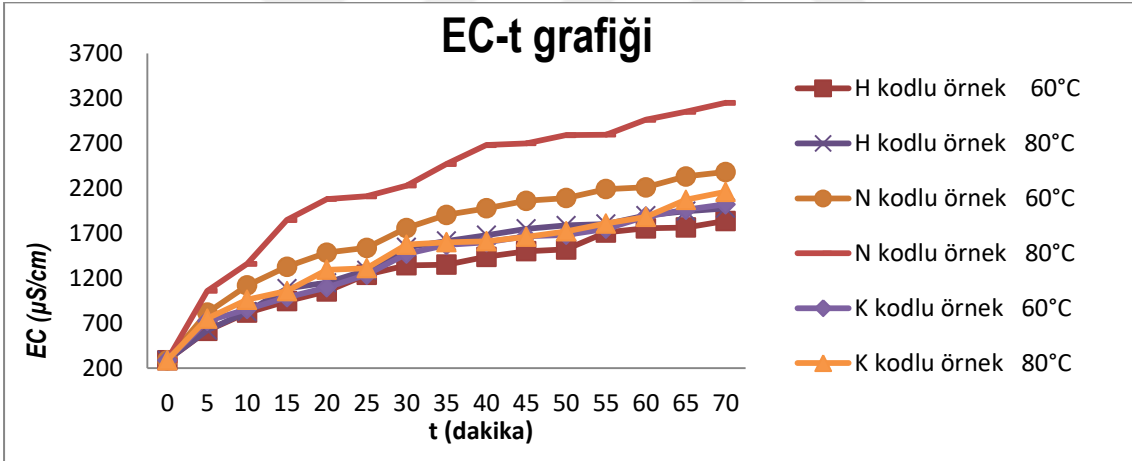


Şekil 4.4 Ön işlem görmüş patlıcan örneklerinin 40 °C rehidrasyon sırasında EC değişimi.

Değişik sıcaklıkta kurutulmuş ön işlem görmüş kurutulmuş patlıcanların 60°C’de rehidrasyonları sırasında kütle ve elektriksel iletkenlik değişimleri sırası ile şekil 4.5 ve 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.5 Ön işlem görmüş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık rehidrasyon sırasında kütle değişimi.



Şekil 4.6 Ön işlem görmüş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık rehidrasyon sırasında EC değişimi.

Su banyosunda rehidrasyon sırasında görüntüler resim 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.



**Resim 4.1** 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyon.



**Resim 4.2** 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyon.

### 4.3 40 ve 60°C Sıcaklık Su Banyosunda Rehidrasyon Süreleri Hesabı

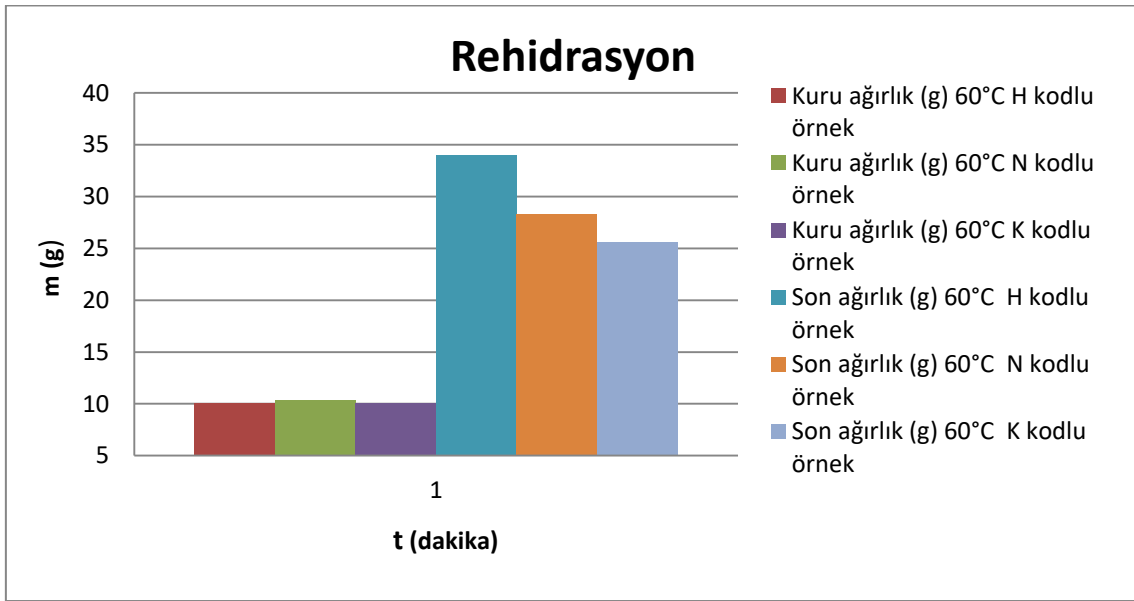
Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş H,N,K kodlu örnekler aşağıdaki çizelgede verildiği üzere yaklaşık 10 g civarı tartılmıştır. Örnekler bekleme süreleri sonunda analize alınmak üzere hazırlanmıştır. Örnekler 40 ve 60 °C sıcaklık su banyosunda sabit tartıma gelen örneklerin kütle ve EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) değişim grafiklerinden toplam rehidrasyon süreleri tespit edilmiştir.

60-80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri çizelge 4.1'de verilmiştir.

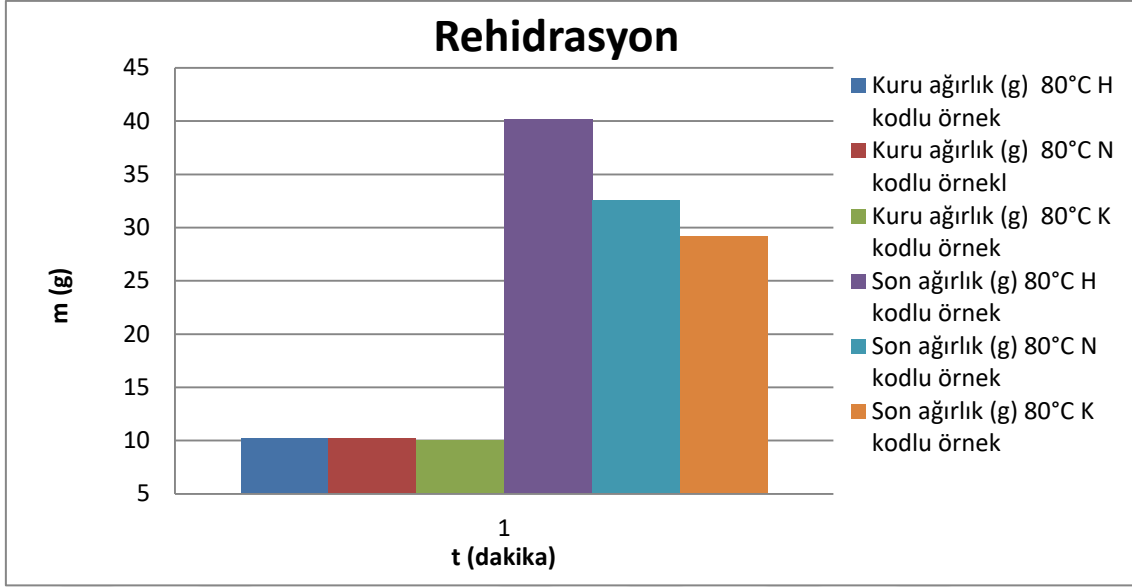
**Cizelge 4.1** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.

	40°C su banyosu	ilk ağırlık	Son ağırlık	Bekleme saat
60°C'de kurumuş	H kodlu örnek	10,12	34,05	4 saat
	N kodlu örnek	10,34	28,31	3saat 15 dakika
	K kodlu örnek	10,10	25,62	3 saat 45 dakika
80°C'de kurumuş	H kodlu örnek	10,22	40,14	3 saat 45 dakika
	N kodlu örnek	10,20	32,51	3 saat 15 dakika
	K kodlu örnek	10,05	29,14	3saat 15 dakika

60-80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri şekili 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.



**Şekil 4.7** 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.



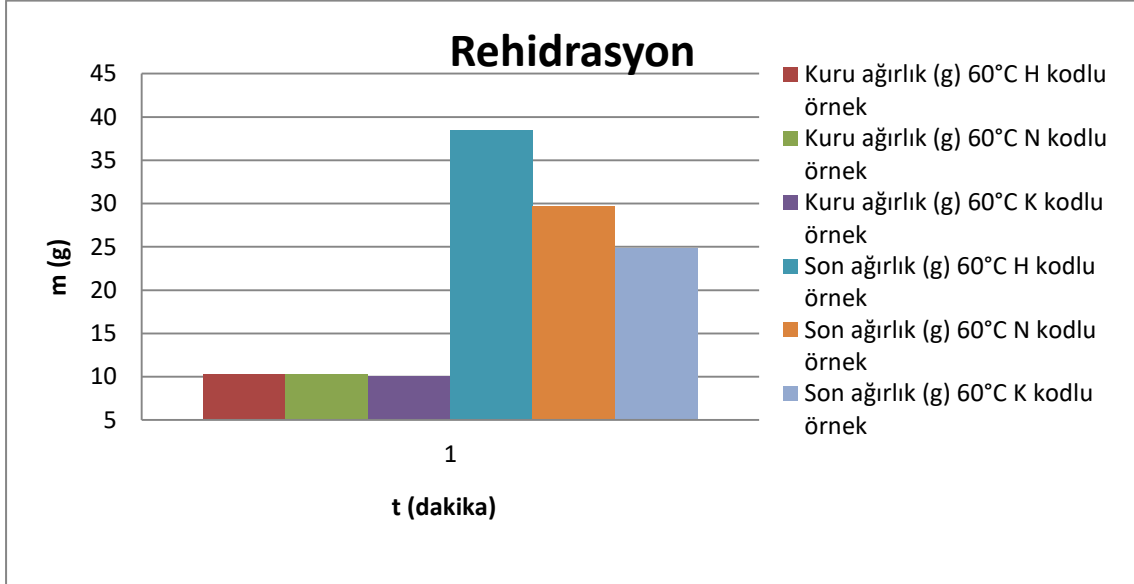
**Şekil 4.8** 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.

60-80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri çizelge 4.2'de verilmiştir.

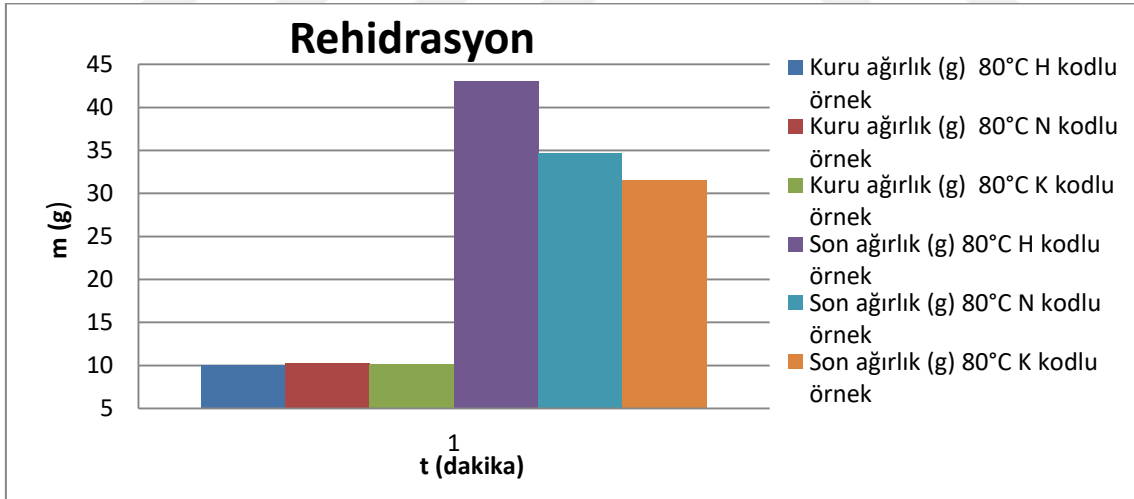
**Çizelge 4.2** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.

		İlk		
		60°C su banyosu	Son tartım	Bekleme saat
		tartım		
60°C'de kurumuş	H kodlu örnek	10,25	38,40	3 saat
	N kodlu örnek	10,23	29,67	3saat
	K kodlu örnek	10,02	24,87	2saat 30 dakika
80°C'de kurumuş	H kodlu örnek	10,08	43,05	3 saat
	N kodlu örnek	10,28	34,68	2 saat 15 dakika
	K kodlu örnek	10,15	31,62	2saat 15 dakika

60°C ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklıkta rehidrasyon şekili 4.9 ve 4.10'da aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.9 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.



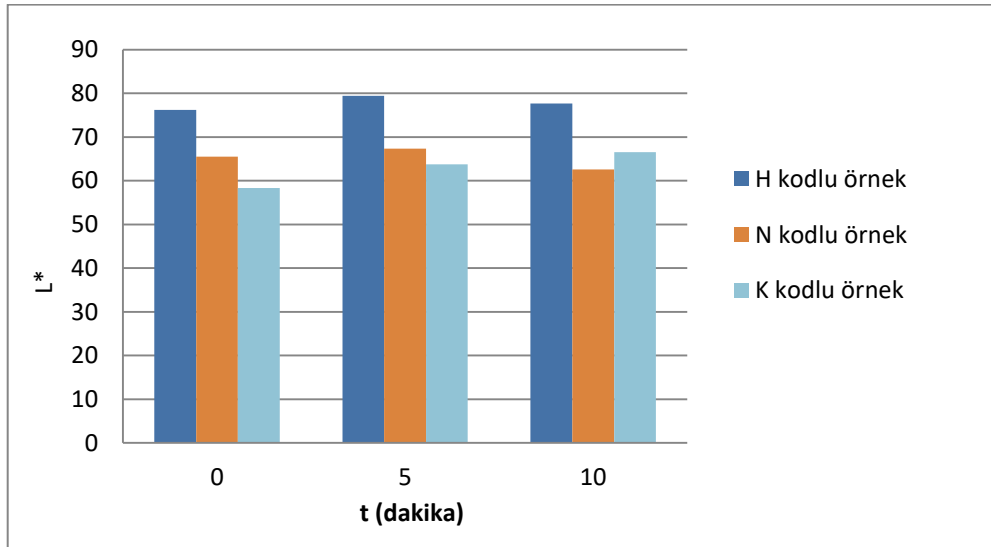
Şekil 4.10 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosundaki rehidrasyon süreleri.

60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^0$  değerlerinin değişimi ortalama değerleri çizelge 4.3'de verilmiştir.

**Çizelge 4.3** Önişlem uygulanmış örneklerinin renk değerleri olan L\*, a\*, b\*, C\* ve h° değerlerinin değişimi değerleri.

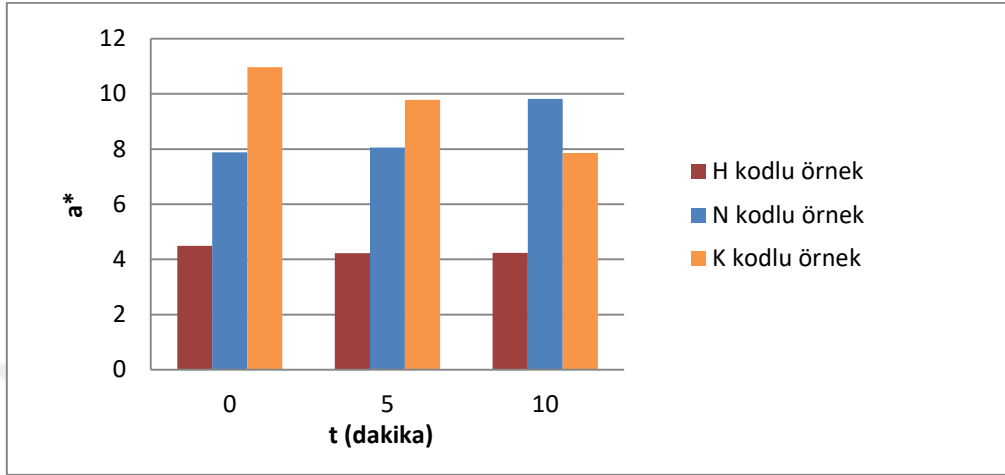
Kurutulmuş patlıcan örnekleri	L*	a*	b*	C*	h°	
60°C' de kurumuş	H kodlu örnek	76,17	4,49	18,62	19,15	76,43
		79,40	4,22	19,37	19,82	77,70
		77,68	4,24	17,57	18,08	76,43
	N kodlu örnek	65,51	7,88	22,15	23,51	70,42
		67,34	8,05	22,72	24,10	70,50
		62,56	9,82	29,43	31,03	71,55
	K kodlu örnek	58,31	10,96	26,08	28,29	67,20
		63,72	9,78	24,56	26,44	68,29
		66,51	7,86	22,46	23,79	70,71
80°C' de kurumuş	H kodlu örnek	69,05	4,58	13,74	14,48	41,57
		69,42	4,79	14,77	15,53	72,02
		60,02	6,72	15,53	16,92	66,60
	N kodlu örnek	57,82	8,47	22,79	24,32	69,61
		60,66	9,20	24,85	26,49	69,68
		62,38	8,71	23,99	25,52	70,05
	K kodlu örnek	65,35	6,30	24,05	24,86	75,32
		66,73	5,84	21,91	22,67	75,07
		63,44	9,22	22,11	23,95	67,36

Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan L\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.11'de verilmiştir.



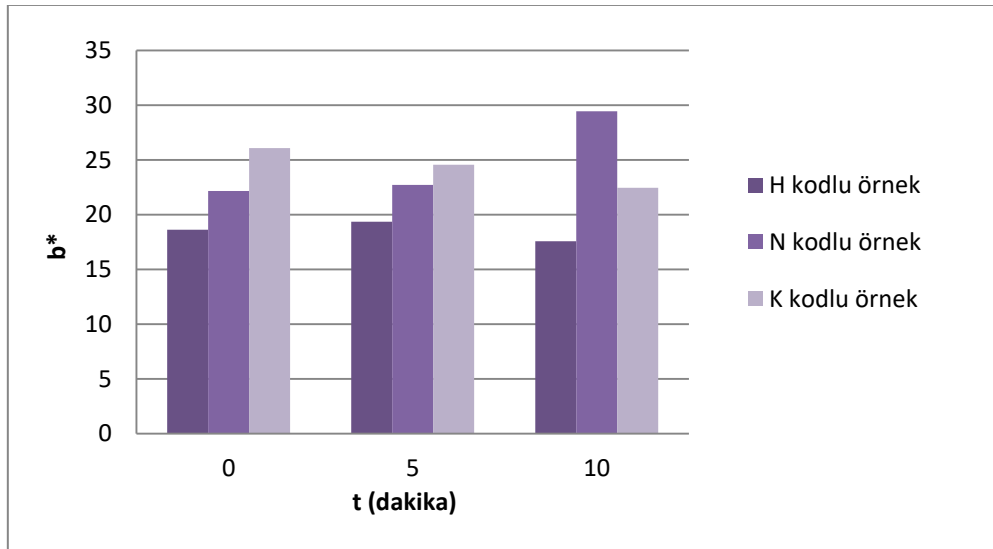
**Şekil 4.11** Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan L\* değerlerinin değişimi değerleri.

Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan a\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.12'de verilmiştir.



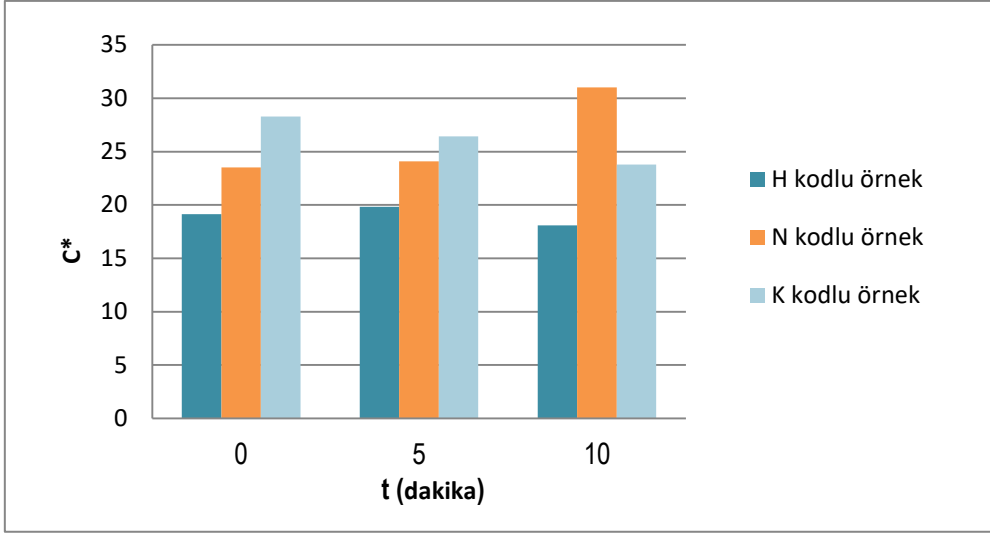
Şekil 4.12 Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan a\* değerlerinin değişimi değerleri.

Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.13'de verilmiştir.



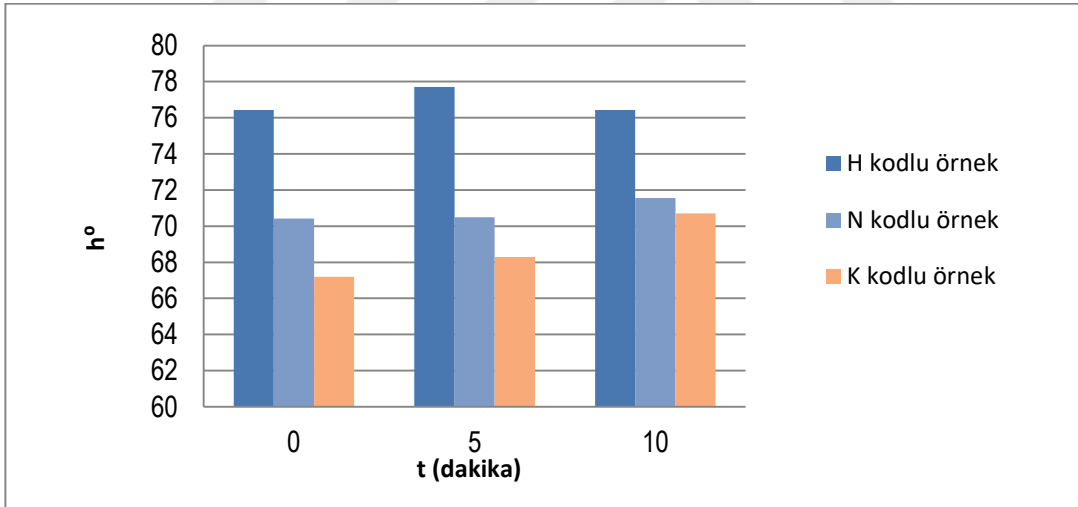
Şekil 4.13 Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri.

Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan C\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.14'de verilmiştir.



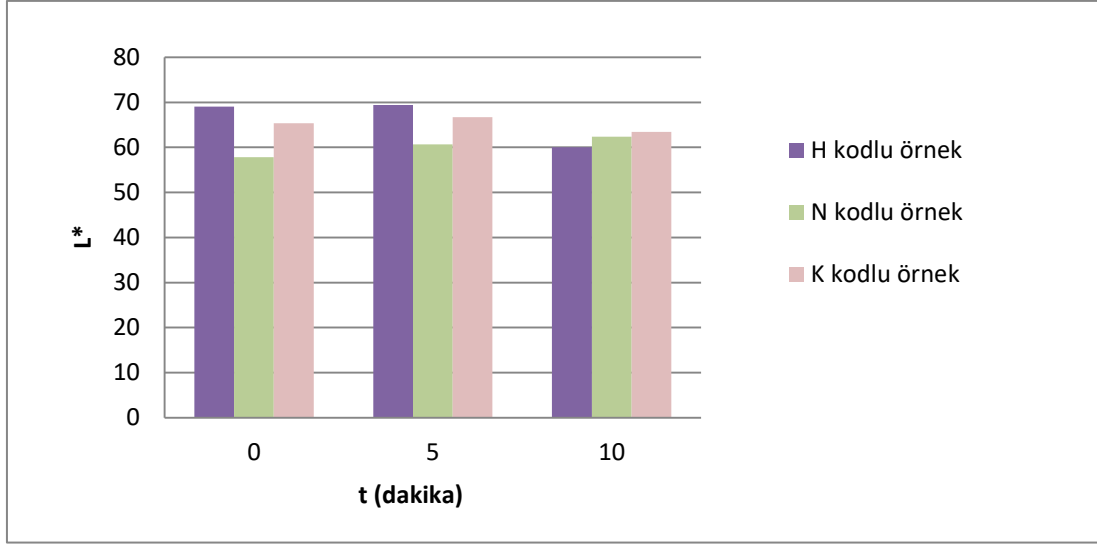
Şekil 4.14 Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan C\* değerlerinin değişimi değerleri.

Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan h° değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.15'de verilmiştir.



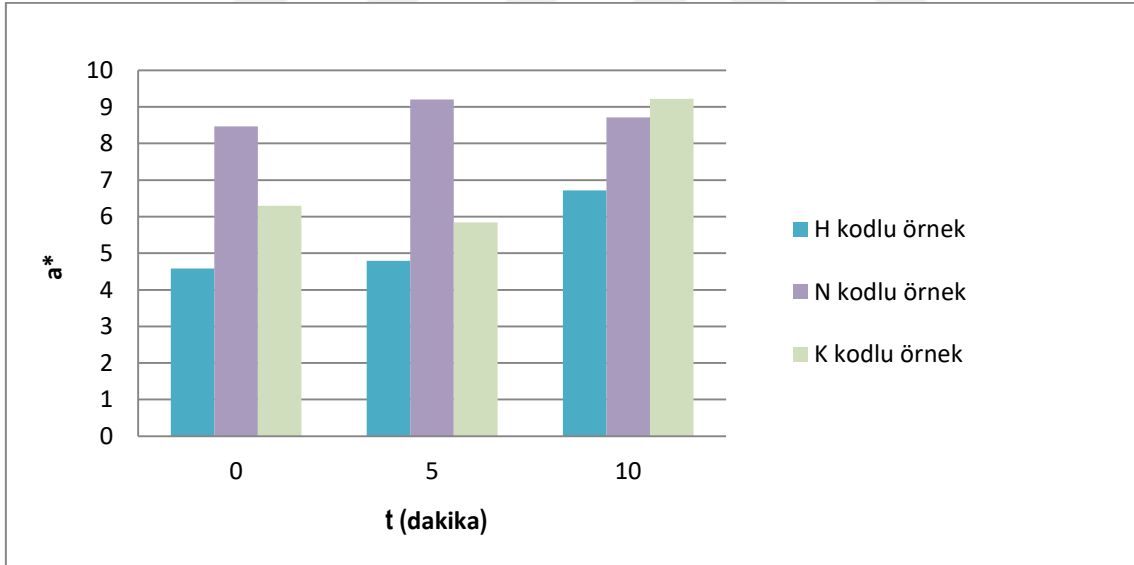
Şekil 4.15 Patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan h° değerlerinin değişimi değerleri.

Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan L\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.16'da verilmiştir.



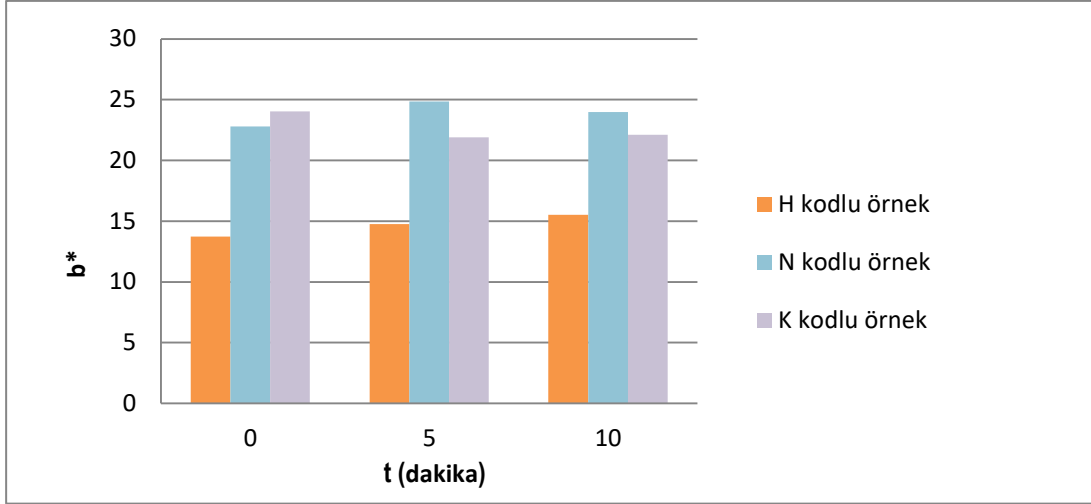
**Şekil 4.16** Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan L\* değerlerinin değişimi değerleri.

Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan a\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.17'de verilmiştir.



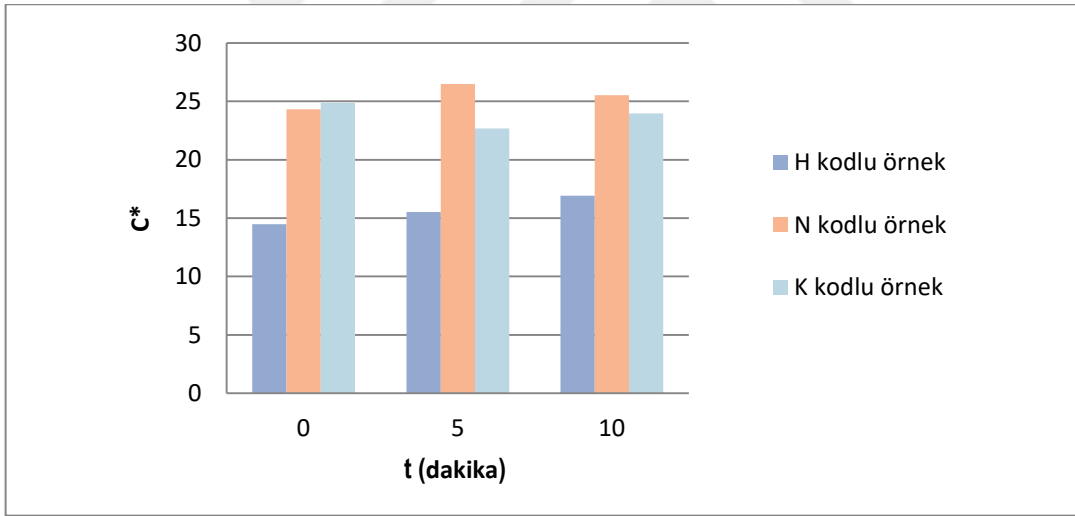
**Şekil 4.17** Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan a\* değerlerinin değişimi değerleri.

Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.18'de verilmiştir.



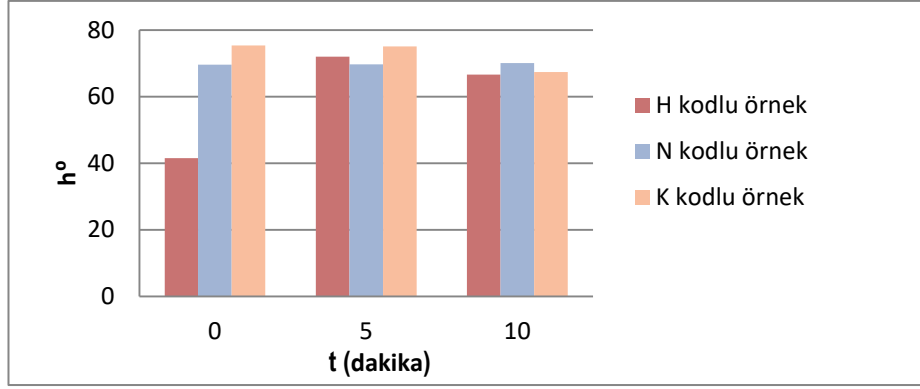
**Şekil 4.18** Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan  $b^*$  değerlerinin değişimi değerleri.

Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan  $C^*$  değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.19'da verilmiştir.



**Şekil 4.19** Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan  $C^*$  değerlerinin değişimi değerleri.

Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan  $h^0$  değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.20'de verilmiştir.



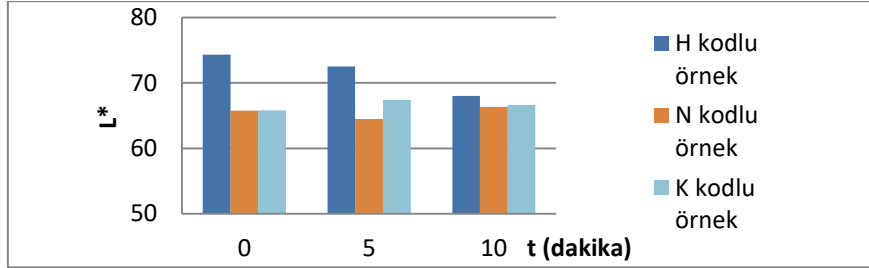
**Şekil 4.20** Patlıcan örneklerinin 80°C sıcaklık sırasında renk değerleri olan  $h^{\circ}$  değerlerinin değişimi değerleri.

60°C ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş örneklerin 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyon sonu elde edilen renk değişimleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^{\circ}$ ) çizelge 4.4'de verilmiştir.

**Çizelge 4.4** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^{\circ}$  değerleri.

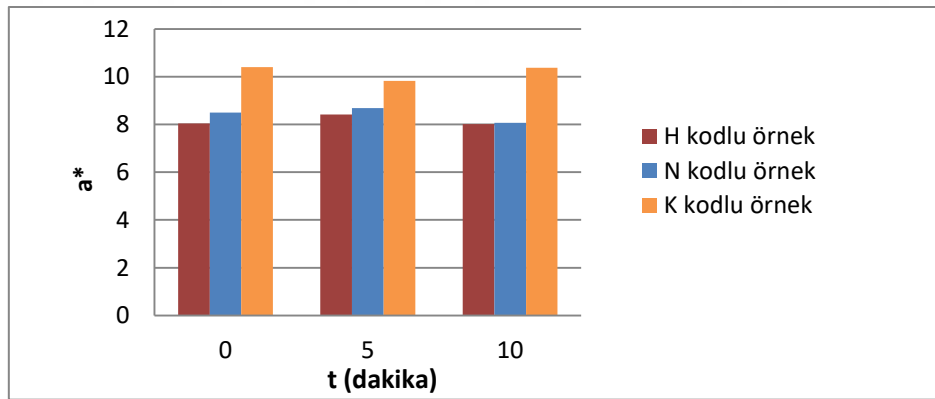
40°C su banyosu rehidrasyon sonu kuru patlıcan örnekleri	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^{\circ}$	
60°C	H kodlu örnek	74,30	8,04	17,49	19,25	65,30
		72,50	8,42	19,59	21,32	66,73
		68,02	8,01	19,70	21,27	67,86
	N kodlu örnek	65,74	8,50	20,93	22,59	67,89
		64,49	8,68	21,21	22,91	67,72
		66,34	8,07	23,52	24,87	71,06
	K kodlu örnek	65,79	10,40	30,57	32,29	71,22
		67,35	9,82	30,19	31,75	71,97
		66,63	10,37	30,23	31,96	71,06
80°C	H kodlu örnek	69,13	6,37	15,67	16,92	67,87
		68,75	6,23	15,52	16,72	68,11
		67,76	8,02	18,15	19,84	66,17
	N kodlu örnek	71,72	5,90	19,12	20,01	72,84
		71,23	6,18	19,53	20,48	72,44
		62,22	6,97	19,19	20,41	70,04
	K kodlu örnek	77,62	4,36	18,90	19,39	77,01
		78,11	4,42	19,03	19,53	76,91
		72,62	7,14	19,146	20,73	69,87

60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan L\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.21'de verilmiştir.



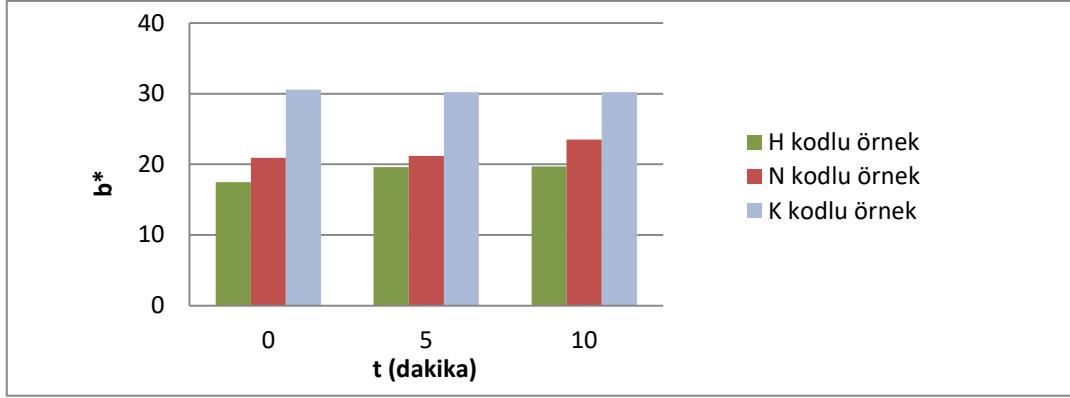
**Şekil 4.21** 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan L\* değerlerinin değişimi değerleri.

60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan a\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.22'de verilmiştir.



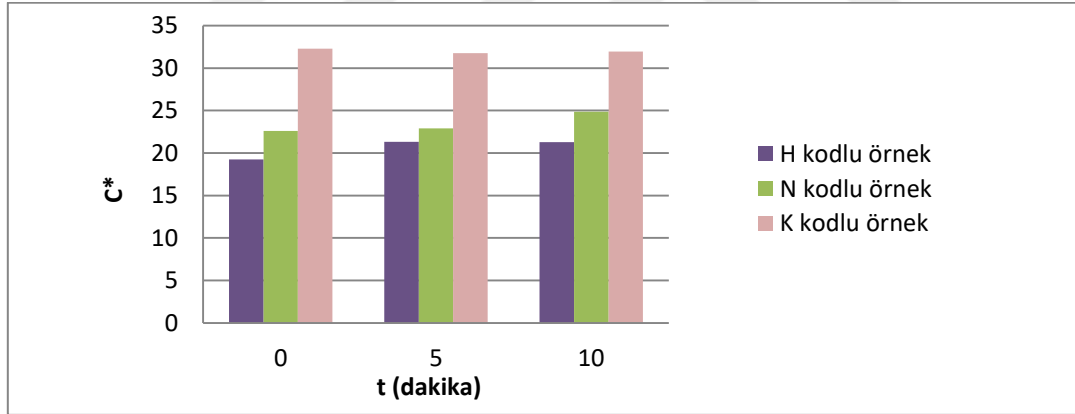
**Şekil 4.22** 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan a\* değerlerinin değişimi değerleri.

60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.23'de verilmiştir.



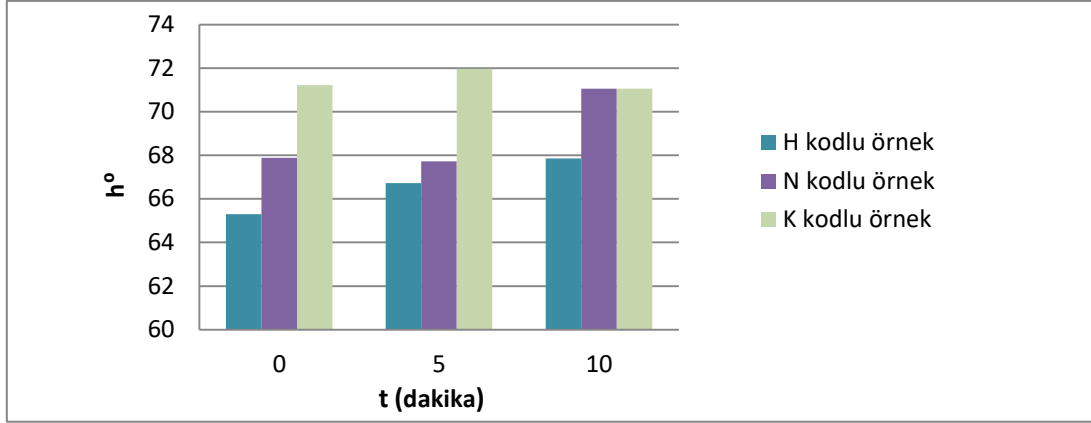
Şekil 4.23 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri.

60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan C\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.24'de verilmiştir.



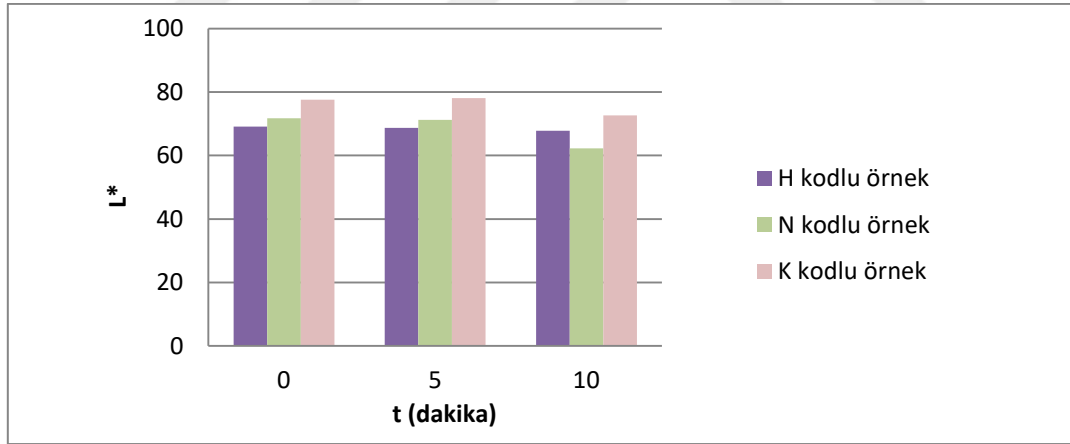
Şekil 4.24 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan C\* değerlerinin değişimi değerleri.

60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan h° değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.25'de verilmiştir.



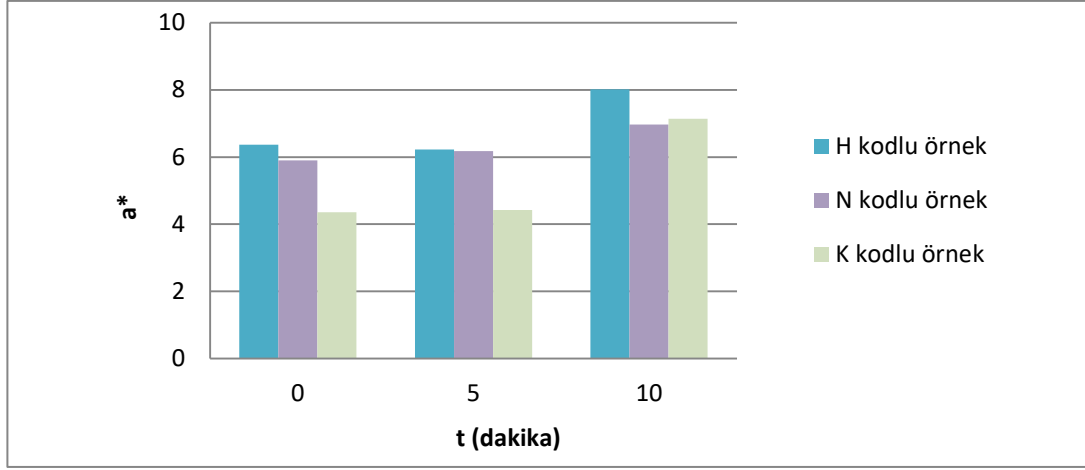
**Şekil 4.25** 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan  $h^{\circ}$  değerlerinin değişimi değerleri.

80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan  $L^*$  değerlerinin değişimi değerleri Şekil 4.26'da verilmiştir.



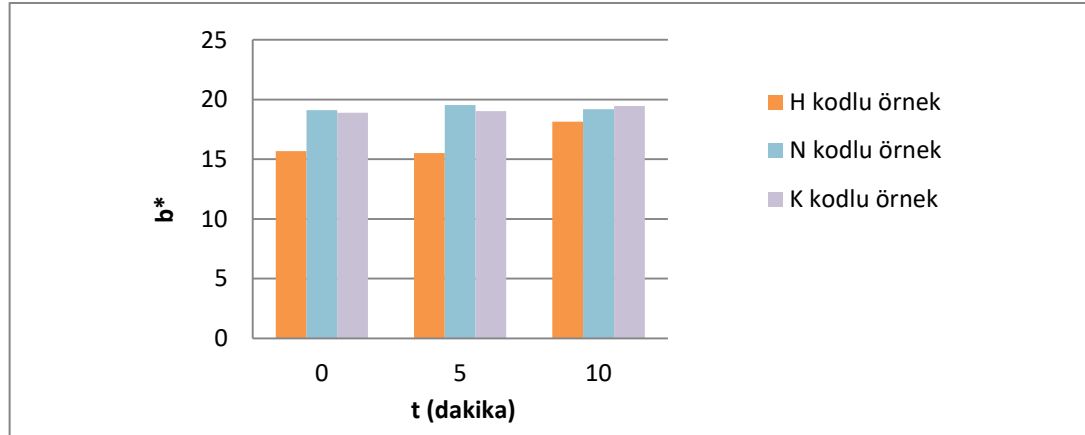
**Şekil 4.26** 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan  $L^*$  değerlerinin değişimi değerleri.

80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan  $a^*$  değerlerinin değişimi değerleri Şekil 4.27'de verilmiştir.



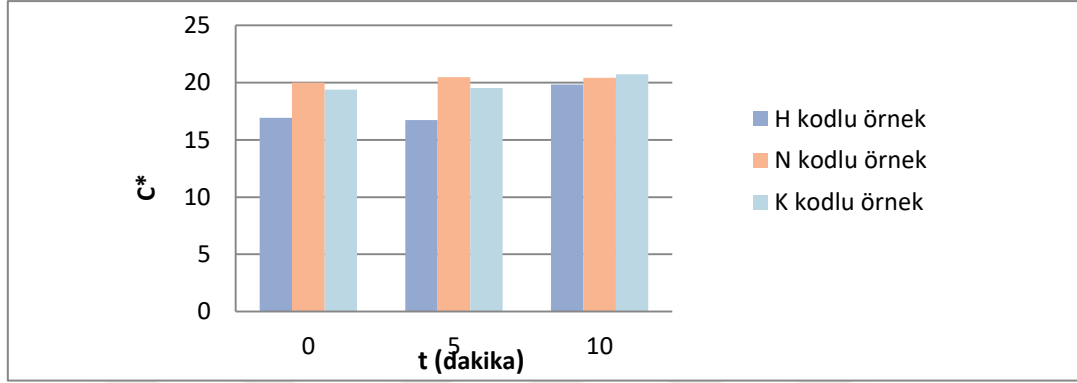
**Şekil 4.27** 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan a\* değerlerinin değişimi değerleri.

80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.28'de verilmiştir.



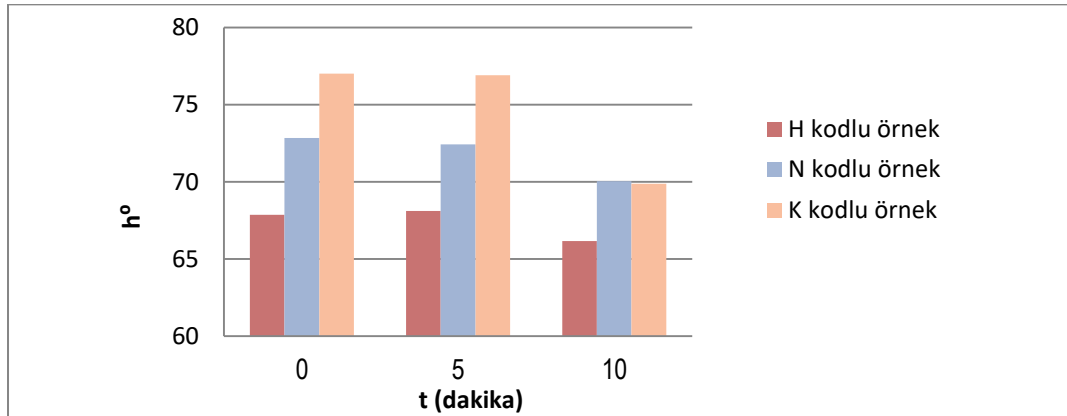
**Şekil 4.28** 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri.

80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan C\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.29'da verilmiştir.



Şekil 4.29 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan C\* değerlerinin değişimi değerleri.

80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan h° değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.30'da verilmiştir.



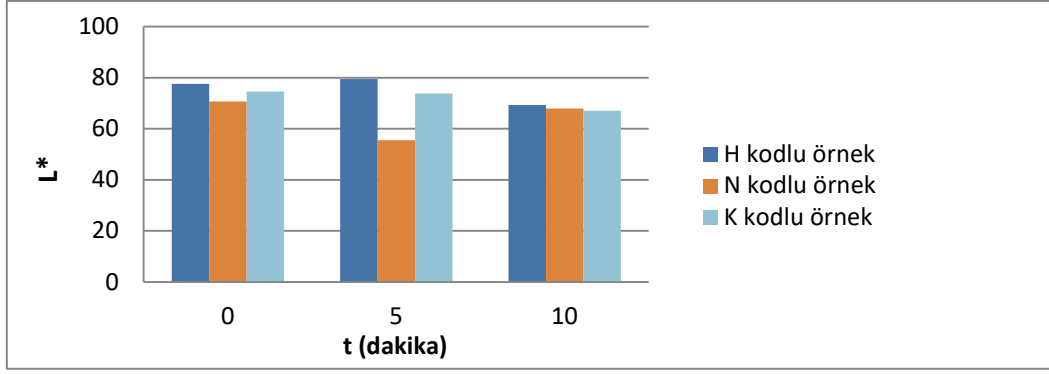
Şekil 4.30 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan h° değerlerinin değişimi değerleri.

60°C ve 80° sıcaklıkta kurutulmuş örneklerin 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonundan elde edilen renk değişimleri (L\*, a\*, b\*, C\*, h°) çizelge 4.5'de verilmiştir.

**Çizelge 4.5** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu L\*, a\*, b\*, C\*, h° değerleri.

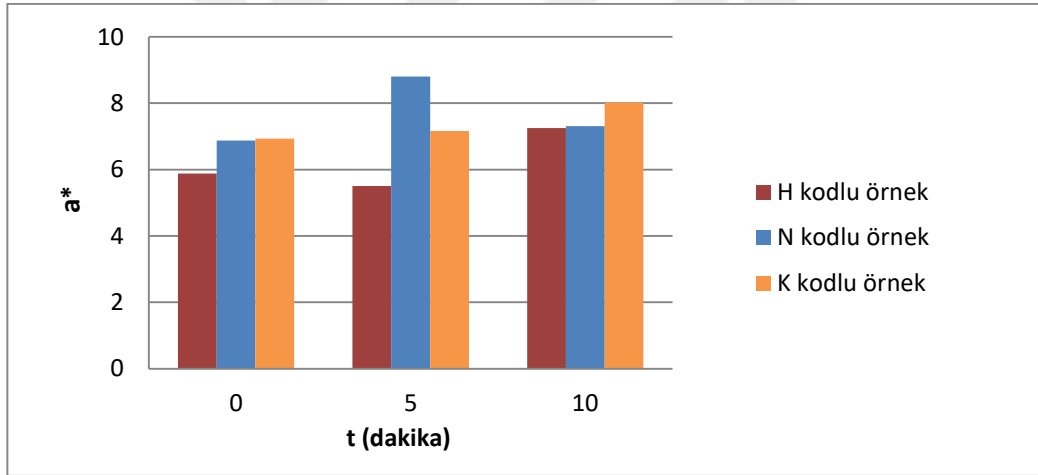
60°C su banyosu rehidrasyon sonu kuru patlıcan örnekleri	L*	a*	b*	C*	H	
60°C	H kodlu örnek	77,62	5,88	15,21	16,30	68,87
		79,41	5,50	15,07	16,04	69,96
		69,27	7,25	18,71	20,06	68,82
	N kodlu örnek	70,71	6,87	6,59	7,95	67,50
		55,56	8,80	19,89	21,75	66,13
		67,93	7,31	22,33	23,50	71,87
	K kodlu örnek	74,62	6,93	22,15	23,21	72,62
		73,89	7,16	22,30	23,51	72,26
		67,02	8,02	19,01	20,64	67,12
80°C	H kodlu örnek	81,31	5,37	13,05	14,52	67,90
		81,11	5,16	12,87	13,86	68,15
		72,83	6,58	16,94	18,17	68,78
	N kodlu örnek	71,58	7,34	23,75	24,86	72,83
		70,02	7,72	24,17	25,38	72,28
		68,71	7,05	19,00	20,27	69,65
	K kodlu örnek	72,55	5,33	22,29	22,92	76,56
		74,04	5,39	22,18	22,82	76,33
		76,95	6,37	17,51	18,64	70,01

60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan L\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.31'da verilmiştir.



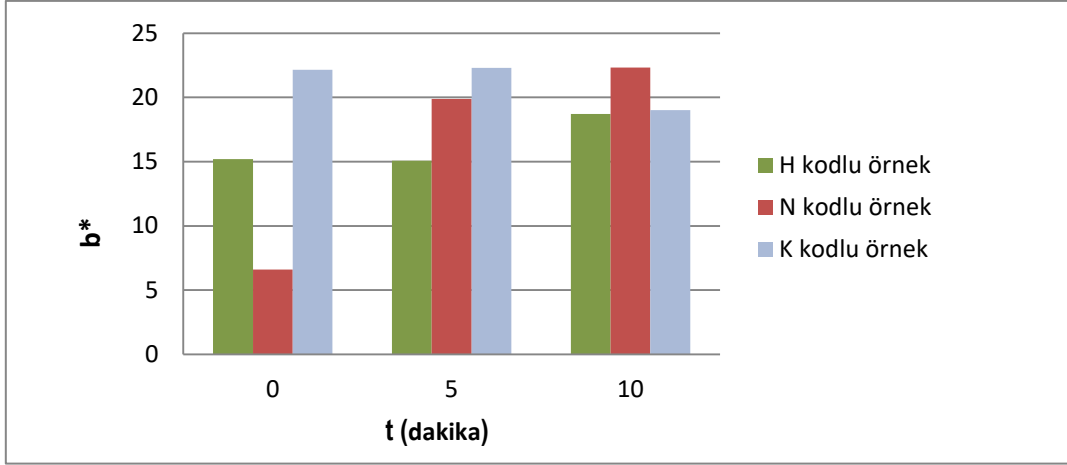
**Şekil 4.31** 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan L\* değerlerinin değişimi değerleri.

60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan a\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.32'de verilmiştir.



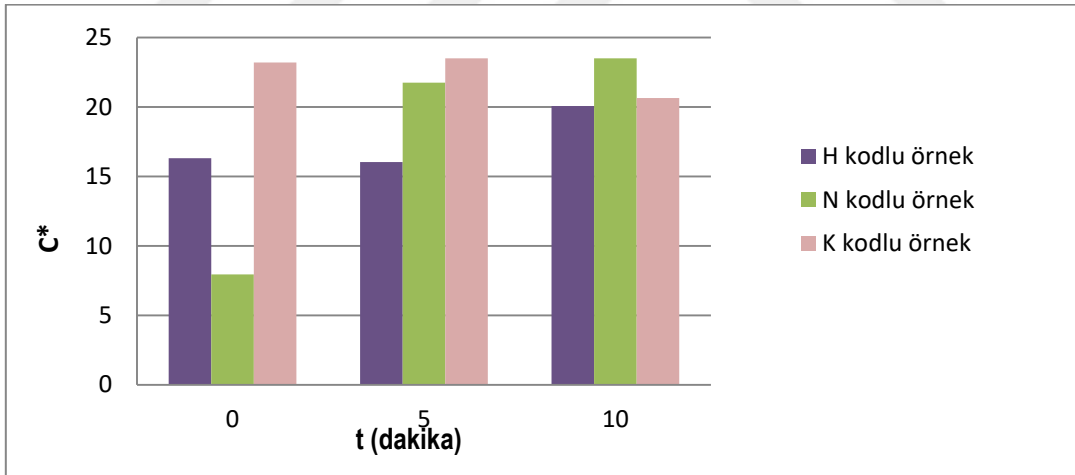
**Şekil 4.32** 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan a\* değerlerinin değişimi değerleri.

60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.33'de verilmiştir.



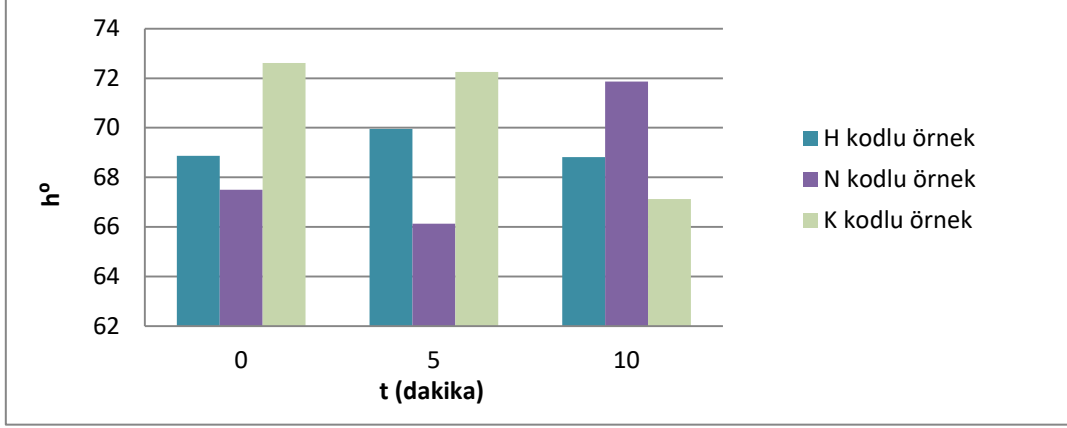
**Şekil 4.33** 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri.

60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan C\* değerlerinin değişimi değerleri Şekil 4.34'de verilmiştir.



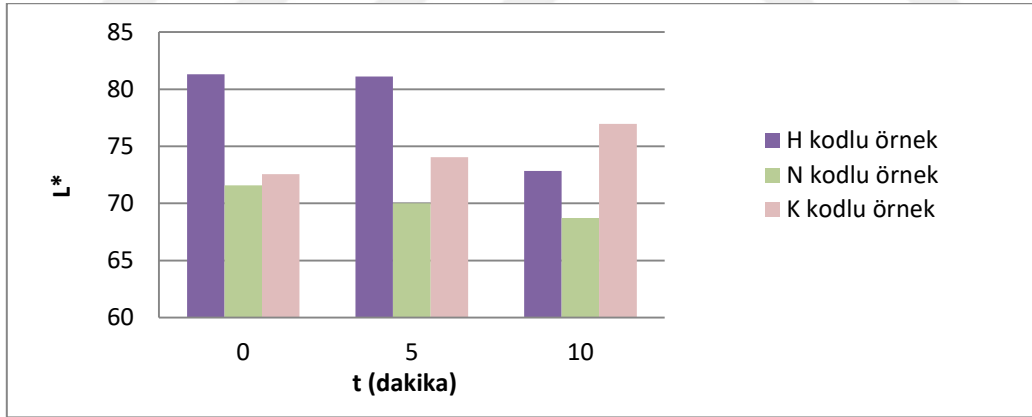
**Şekil 4.34** 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan C\* değerlerinin değişimi değerleri.

60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan h° değerlerinin değişimi değerleri Şekil 4.35'de verilmiştir.



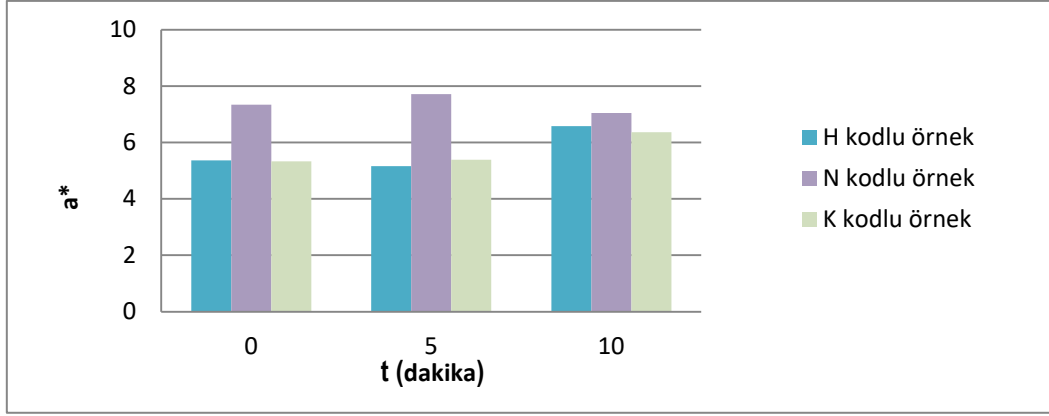
**Şekil 4.35** 60°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan  $h^{\circ}$  değerlerinin değişimi değerleri.

80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan  $L^*$  değerlerinin değişimi değerleri Şekil 4.36'da verilmiştir.



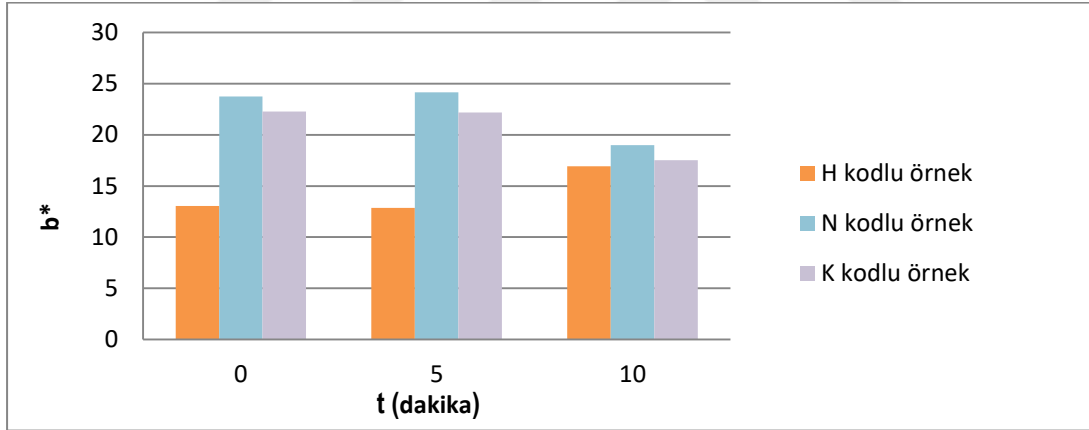
**Şekil 4.36** 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan  $L^*$  değerlerinin değişimi değerleri.

80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan  $a^*$  değerlerinin değişimi değerleri Şekil 4.37'de verilmiştir.



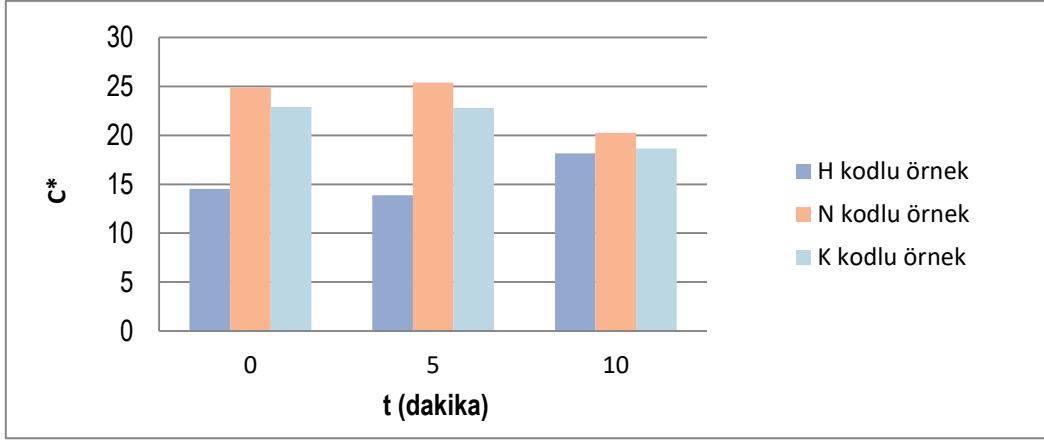
**Şekil 4.37** 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan a\* değerlerinin değişimi değerleri.

80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.38'de verilmiştir.



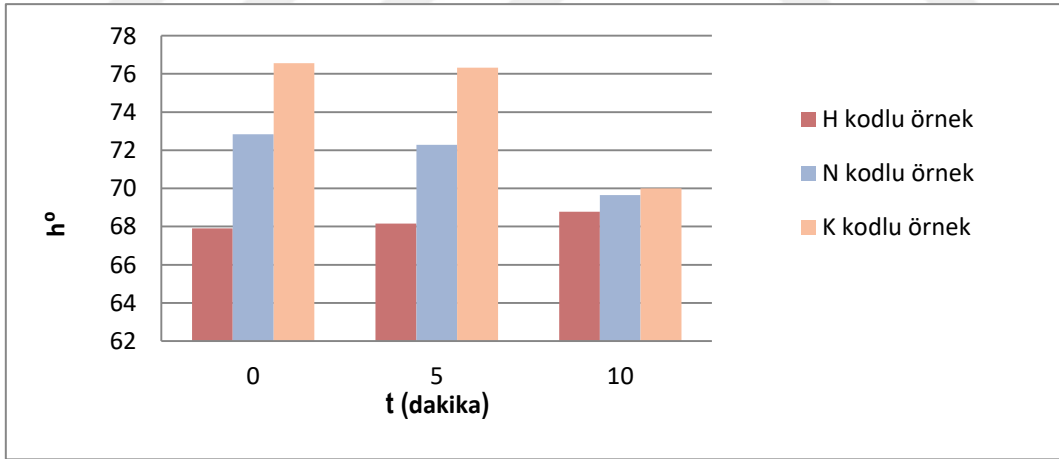
**Şekil 4.38** 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan b\* değerlerinin değişimi değerleri.

80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan C\* değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.39'da verilmiştir.



**Şekil 4.39** 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan C\* değerlerinin değişimi değerleri.

80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan h° değerlerinin değişimi değerleri şekil 4.40'da verilmiştir.



**Şekil 4.40** 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonları sırasında renk değerleri olan h° değerlerinin değişimi değerleri.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Farklı sıcaklık 60-80°C ve 1 m/s hava hızında kurutulan patlıcan örneklerinin nem oranındaki değişimi çizelge 5.1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.1** 60 ve 80°C sıcaklık kurutulmuş H, N, K kodlu örneklerin nem oranının değişimi değerlerinin ölçüm sonuçları.

Örnekler	Başlangıç nem değerleri	Kurutma sonu nem değerleri	% nem değerleri
H 60°C	156	20	% 12,82
N 60°C	130	30	% 23,07
K 60°C	175	29	% 16,57
H 80°C	108	16	% 14,81
N 80°C	123	21	% 17,07
K 80°C	137	20	% 14,59

Bu çalışmada laboratuvar ölçekli kabin kurutucu kullanılarak kurutulan patlıcan örneklerinin, kurutmadan önce ve sonra nem oranının değişimi değerleri ölçülmüştür ve çizelge 5.1' de gösterilmiştir. Kurutma sırasında beklenildiğimiz üzere H kodlu örneklerin çizelge 5,1'de görüldüğü gibi hem 60°C sıcaklıkta hem de 80 °C sıcaklıkta H kodlu örnek ağırlığını hızlı kayıp etmiştir. N kodlu örnek orta derecede, K kodlu örnek daha geç kurumuştur. Sıcaklığın artışı ile birlikte aynı oranda azaldığı gözlemlenmiştir. Havva (2019), Farklı kurutma koşullarının armutların kalitesine etkisi çalışmasında 60-70-80°C'deki nem değişimleri sıcaklığın artışıyla, sürenin kısılması bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Cansu (2015), Dilim kalınlığı 0,6 cm olan sitrik asit kodlu patlıcan dilimlerinin 40, 50, 60 ve 70°C'deki kurutma zamanları sırasıyla 240, 210, 150 ve 90 dakika iken haşlama kodlu patlıcan dilimlerinin kurutma zamanları 285, 240, 165 ve 135 dakikadır. Hiçbir ön işlem yapılmadan kurutulan natürel kodlu patlıcan dilimlerinde ise kurutma zamanları ise sırasıyla 435, 345, 210 ve 180 dakikadır. Ön işleme tabi tutularak kurutulan örneklerin kurutma zamanlarının ön işlemsiz örneklere göre daha kısa olduğu saptanmıştır. Doymaz ve Aktaş (2017), Patlıcan dilimlerini kurutmada ve rehidrasyon

karakteristiklerinin belirlemesi çalışmasında sıcak havalı bir kurutucuda 40, 50, 60 ve 70°C sıcaklıkta yapılan kurutma işleminde hava sıcaklığı ve ön işlemlerin patlıcan kurutma karakteristikleri: Kurutma sıcaklığı arttıkça kurutma hızının arttığı ve bunun sonucu olarak da kurutma süresinin düştüğü gözlemlenmiştir.

60 ve 80 °C'de kurutulmuş H, N, K kodlu örneklerin 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sonu kütlü artış ve elektriksel iletkenlik değişimleri sırasıyla çizelge 5.2-5.3-5.4-5.5-5.6-5.7'de verilmiştir.

**Çizelge 5.2** 60 ve 80°C sıcaklık kurutulmuş H kodlu örneklerin 40 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütlü artış ve elektriksel iletkenlik değişimleri.

t(s)	60°C sıcaklık H kodlu örnek		80°C sıcaklık H kodlu örnek	
	m(g)	EC (µS/cm)	m(g)	EC (µS/cm)
0	4.10	288	4.01	288
5	7.03	467	8.66	459
10	9.21	608	11.83	623
15	10.52	705	13.68	726
20	11.70	795	15.32	825
25	12.69	864	16.93	899
30	13.70	914	18.26	967
35	14.60	972	18.94	1020
40	15.54	1023	20.21	1048
45	16.26	1040	21.83	1084
50	17.22	1101	23.08	1123
55	17.62	1140	23.08	1162
60	18.65	1157	24.43	1192
65	22.25	1193	27.23	1201
70	24.22	1224	28.03	1205
75	25.79	1236	28.67	1230
80	25.97	1275	28.76	1245

**Çizelge 5.3** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş N kodlu örneklerin 40 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütle artış ve elektrik iletkenlik değişimleri.

t(s)	60°C sıcaklık N kodlu örnek		80°C sıcaklık N kodlu örnek	
	m(g)	EC (µS/cm)	m(g)	EC (µS/cm)
0	4.08	288	4.02	288
5	6.75	823	7.82	795
10	8.45	1084	9.53	1155
15	9.35	1223	11.12	1343
20	10.15	1368	12.04	1504
25	10.92	1410	13.10	1608
30	11.38	1460	13.54	1730
35	11.27	1493	14.65	1794
40	12.78	1550	15.12	1854
45	13.69	1589	15.91	1898
50	14.27	1610	17.03	1968
55	14.30	1661	17.50	2020
60	15.12	1681	18.27	2030
65	16.33	1701	20.30	2030
70	18.20	1724	20.48	2020
75	17.87	1716	20.81	2040
80	17.93	1755	20.86	2050

**Çizelge 5.4** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş K kodlu örneklerin 40 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütle artış ve elektrik iletkenlik değişimleri.

t(s)	60°C sıcaklık K kodlu örnek		80°C sıcaklık K kodlu örnek	
	m(g)	EC (µS/cm)	m(g)	EC (µS/cm)
0	4.00	288	4.05	288
5	6.32	592	7.19	627
10	7.72	777	8.75	733
15	8.40	824	9.60	896
20	9.10	909	10.51	909
25	9.69	960	11.27	1005
30	10.00	1011	11.56	1077
35	10.27	1084	12.01	1162
40	10.47	1187	12.43	1204
45	10.89	1196	13.13	1272
50	11.27	1297	13.88	1372
55	11.44	1349	13.80	1401
60	11.63	1377	14.27	1419
65	11.89	1388	16.07	1435
70	12.63	1443	16.07	1501
75	12.95	1457	16.08	1508
80	12.96	1476	16.27	1555

**Çizelge 5.5** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş H kodlu örneklerin 60 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütlü artış ve elektriksel iletkenlik değişimleri.

t(s)	60°C sıcaklık H kodlu örnek		80°C sıcaklık H kodlu örnek	
	m(g)	EC (µS/cm)	m(g)	EC (µS/cm)
0	4.19	287	4.35	287
5	8.53	614	10.15	620
10	10.9	816	13.59	826
15	12.74	943	16.44	1085
20	13.98	1053	18.28	1148
25	15.26	1237	20.31	1287
30	16.74	1343	22.33	1542
35	18.02	1350	24.52	1614
40	18.85	1437	25.82	1678
45	19.88	1500	27.53	1749
50	20.81	1518	28.81	1786
55	21.37	1708	29.67	1802
60	21.8	1754	31.27	1896
65	21.89	1762	31.43	1944
70	21.93	1835	31.48	1976

**Çizelge 5.6** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş N kodlu örneklerin 60 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütlü artış ve elektriksel iletkenlik değişimleri.

t(s)	60°C sıcaklık N kodlu örnek		80°C sıcaklık N kodlu örnek	
	m(g)	EC (µS/cm)	m(g)	EC (µS/cm)
0	4.03	287	4.21	287
5	6.94	816	8.49	1058
10	8.15	1118	11.01	1358
15	9.3	1326	12.97	1846
20	9.87	1484	15.40	2080
25	10.99	1537	16.45	2110
30	12.31	1757	18.63	2230
35	12.62	1904	20.13	2470
40	12.94	1977	22.01	2680
45	13.99	2060	22.27	2700
50	14.24	2090	23.63	2790
55	14.75	2190	24.03	2796
60	15.22	2210	24.37	2960
65	14.9	2330	24.55	3050
70	15.08	2380	24.68	3150

**Çizelge 5.7** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş K kodlu örneklerin 60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sırasında kütlü artış ve elektriksel iletkenlik değişimleri.

t(s)	60°C sıcaklık K kodlu örnek		80°C sıcaklık K kodlu örnek	
	m(g)	EC (µS/cm)	m(g)	EC (µS/cm)
0	4.16	287	4.04	287
5	7.19	723	7.87	750
10	8.60	854	9.45	959
15	9.59	987	11.26	1056
20	10.16	1097	12.19	1293
25	11.01	1238	12.93	1311
30	11.67	1470	14.04	1573
35	12.51	1568	15.3	1598
40	13.01	1598	15.67	1609
45	13.33	1664	16.36	1659
50	13.41	1680	17.17	1720
55	13.32	1749	17.11	1808
60	13.71	1884	17.25	1881
65	13.76	1960	17.38	2070
70	13.95	2020	17.47	2160

Çözünmüş katıların konsantrasyonunu izlemek için iletkenlik ölçümleri kullanılmıştır ve toplam çözünmüş katı konsantrasyonunun artırılmasının spesifik iletkenliği artırması beklenebilir (Lewis 1987). Gıdaların dayanıklılığı veya iletkenliği, gıdaların işlenmesinde ilgi çekicidir, ancak meyve ve sebzelerde belirlenmesine yalnızca sınırlı miktarda dikkat gösterilmiştir. Kurutma ve rehidrasyon işlemleri sırasında deforme olan gıda matriksinden dış ortama kütle transferi olabilmektedir. Bu durum rehidrasyon sıvısının elektriksel iletkenliğinin zaman için de artmasına yol açmıştır. Zamana karşı EC değişimleri incelendiğinde en yüksek değerlerin 80°C'de kurutulmuş N kodlu örnekler ve sonrasında 60°C'de kurutulmuş aynı şekilde muamele edilmiş örnekler olduğu görülmektedir. Bu durumun tuz ve asidin bitki dokusunda aşınma yaratıp dokuyu deforme ettiği şeklinde yorumlanabilir. Sonrasında sırası ile EC büyükten küçüğe 80°C'de kurutulmuş K kodlu örnek, 60°C'de kurutulmuş K kodlu örnek, 80°C'de kurutulmuş H kodlu örnek ve 60°C'de kurutulmuş H kodlu örnek gelmektedir. Aşındırıcı anti oksidanların kaplama materyali içinde bitki dokusuna uygulanmasının etkisinin olumlu olacağı sonucuna varılabilir.

Rehidrasyon sırasında kütle artış hızı en yüksekten en düşüğe 80°C'de kurutulmuş H kodlu örnek, 80°C'de kurutulmuş N kodlu örnek, 60°C'de kurutulmuş H kodlu örnek,

80°C'de kurutulmuş K kodu örnek, 60°C'de kurutulmuş N kodlu örnek ve 60°C'de kurutulmuş K kodlu örnek şeklinde sıralanmıştır.

40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sonu kütle artışı değerlerine baktığımızda çizelge 5.2'de görüldüğü gibi eski haline yani yaş haline dönme isteği 80°C sıcaklık H kodlu örneklerde görülmüştür. Burada yüksek sıcaklıkta daha doku hasarlandığı için olabilir. 60°C sıcaklıkta H kodlu örnek 80°C sıcaklık H kodlu örneğe göre biraz az ama yine de yüksek görülmüştür. Orta derecede N kodlu örnekleri, K kodlu örneklerde daha az su kaybı olmuştur. H kodlu örnekler doğal olarak daha hızlı çünkü hiçbir şey eklenmediği için, N kodlu örnekler orta ve K kodlu örnekler diğer örnekler göre daha geç kütle artışı gözlenmiştir. Doğal olarak K kodlu örneklerin üstünde bir katman olduğundan dolayıdır.

40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyon sonu yani rehidrasyon sıvısına madde salma doku bozulmasının bir ölçüsü olan EC değerine bakıldığında ise çizelge 5.3'de kaplanmamış ancak koruyucu madde edilmiş N kodlu örneklerin koruyucu madde değerlerini sıvıya saldığını görüyoruz çünkü 60 ve 80°C sıcaklık N kodlu örnekler yüksek EC değerini vermiştir. Yani H kodlu ve K kodlu örneklerin EC değerleri daha düşüktür. Eğer kaplama yapmadan rehidrasyon yaparsak koruyucu maddeler suya geçebilir ve koruyucu özelliklerini kayıp edebilirler.

60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyon sonu kütle artış değerlerine baktığımızda çizelge 5.5'de görüldüğü gibi 40°C sıcaklık su banyosu rehidrasyona göre bir dağınıklık görülmüştür. Bu dağınıklığın sebebi rehidrasyon süresinin daha uzun olmasıdır. 80°C H kodlu örnekler madde suya daha çok salmıştır. En az K kodlu örneklerde daha az su kaybı olmuştur. Burada 80°C sıcaklıkta kurutulmuş örnekler 60 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonda daha çabuk dağılabilirler. 80°C sıcaklıkta kurutma doku daha çabuk hasar görür. O yüzden 60°C sıcaklıkta yapmak daha uygundur.

60°C sıcaklık su banyosu rehidrasyon sonu yanı rehidrasyon sıvısına madde salma doku bozulmasının bir ölçüsü olan EC değerine bakıldığında ise çizelge 5.6'da kaplanmamış ancak koruyucu madde edilmiş N kodlu örneklerin koruyucu madde değerlerini sıvıya saldıgını görülmüştür. H ve K kodlu örneklerin EC değerleri daha düşüktür ve bu ikisi arasında ise çok çok farkı yoktur. Burada sonuç olarak: N kodlu örneklerin EC değerleri yüksek çıktığından dolayı yanı doku hasarlanması daha fazla olduğundan, H ve K kodlu örneklerin arasında neredeyse çok fark olmadığından dolayı renk değeri olan L\* değerlerine bakarak bizim için hangisi uygun olduğunu söyleyebiliriz.

60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş H, N ve K kodlu örneklerinin 40-60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu L\*, a\*, b\*, C\*, h<sup>0</sup> değerlerinin ortalama değerleri çizelge 5.8-5.9-5.10-5.11-5.12-5.13'de verilmiştir.

**Çizelge 5.8** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş H kodlu örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu L\*, a\*, b\*, C\*, h<sup>0</sup> değerlerinin ortalama değerleri.

40°C Sıcaklık Su Banyosu Rehidrasyon										
	60°C					80°C				
H kodlu örnek	L*	a*	b*	C*	h <sup>0</sup>	L*	a*	b*	C*	h <sup>0</sup>
Ortalama	71,61	8,16	18,93	20,61	66,63	68,55	6,87	16,45	17,83	67,38
kuruma başı	77,75	4,31	18,52	19,01	76,85	66,16	5,363	14,68	15,64	60,06
fark	-6,14	3,84	0,41	1,60	-10,22	2,38	1,51	1,77	2,18	7,32

**Çizelge 5.9** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş N kodlu örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu L\*, a\*, b\*, C\*, h<sup>0</sup> değerlerinin ortalama değerleri.

40°C Sıcaklık Su Banyosu Rehidrasyon										
	60°C					80°C				
N kodlu örnek	L*	a*	b*	C*	h <sup>0</sup>	L*	a*	b*	C*	h <sup>0</sup>
Ortalama	65,52	8,42	21,89	23,46	68,89	68,39	6,35	19,28	20,30	71,77
kuruma başı	65,13	8,58	24,77	26,21	70,82	60,28	8,79	23,88	25,44	69,78
fark	0,39	-0,17	-2,88	-2,76	-1,93	8,10	-2,44	-4,60	-5,14	1,99

**Çizelge 5.10** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş K kodlu örneklerinin 40°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^0$  değerlerinin ortalama değerleri.

40°C Sıcaklık Su Banyosu Rehidrasyon										
	60°C					80°C				
K kodlu örnek	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^0$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^0$
Ortalama	66,59	10,20	30,33	32,00	71,42	76,12	5,31	18,97	19,88	74,60
kuruma başı	62,84	9,53	24,36	26,17	68,73	65,17	7,12	22,69	23,82	72,58
fark	3,75	0,66	5,96	5,83	2,68	10,94	-1,81	-3,73	-3,94	2,01

**Çizelge 5.11** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş H kodlu örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^0$  değerlerinin ortalama değerleri.

60°C Sıcaklık Su Banyosu Rehidrasyon										
	60°C					80°C				
H kodlu örnek	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^0$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^0$
Ortalama	75,43	6,21	16,33	17,47	69,2	78,41	5,70	14,28	15,51	68,27
kuruma başı	77,75	4,32	18,52	19,01	76,85	66,16	5,36	14,68	15,64	60,06
fark	-2,31	1,89	-2,19	-1,55	-7,63	12,25	0,34	-0,39	-0,12	8,21

**Çizelge 5.12** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş N kodlu örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^0$  değerlerinin ortalama değerleri.

60°C Sıcaklık Su Banyosu Rehidrasyon										
	60°C					80°C				
N kodlu örnek	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^0$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^0$
Ortalama	64,73	7,66	16,27	17,73	68,5	70,10	7,37	22,30	23,50	71,58
kuruma başı	65,13	8,58	24,77	26,21	70,8	60,28	8,79	23,88	25,44	69,78
fark	-0,40	-0,92	-8,49	-8,48	-2,32	9,81	-1,42	-1,57	-1,94	1,80

**Çizelge 5.13** 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş K kodlu örneklerinin 60°C sıcaklık su banyosunda rehidrasyonu sonu L\*, a\*, b\*, C\*, h° değerlerinin ortalama değerleri.

60°C Sıcaklık Su Banyosu Rehidrasyon										
	60°C					80°C				
K kodlu örnek	L*	a*	b*	C*	h°	L*	a*	b*	C*	h°
Ortalama	63,51	7,37	21,15	22,45	70,66	74,51	5,69	20,66	21,46	74,3
kuruma başı	62,84	9,53	24,36	26,17	68,73	65,17	7,17	22,69	23,82	72,58
fark	0,66	-2,16	-3,21	-3,72	1,933	9,34	-1,42	-2,03	-2,36	1,71

Kurutma ve rehidrasyon işlemlerinin renk üzerine etkisi ile ilgili olarak 60-80°C sıcaklıkta kurumuş ürünlerin renk değerlerinde en aydınlık değerler sırası ile 60°C'de kurutulmuş H kodlu örnek, 80°C'de kurutulmuş H kodlu örnek, 80°C'de kurutulmuş K kodlu örnek, 60°C'de kurutulmuş N kodlu örnekler, 60°C'de kurutulmuş K kodlu örnek, 80°C'de kurutulmuş N kodlu örnekler olmuştur.

Ürünler rehidre edildiğinde ise renk değişimleri gözlenmiştir nitekim en aydınlık örnekler sırasıyla 80°C'de kurutulmuş H kodlu örnek, 60°C'de kurutulmuş H kodlu örnek, 80°C'de kurutulmuş K kodlu örnekler, 60°C'de kurutulmuş K kodlu örnekler, 80°C'de kurutulmuş N kodlu örnekler, 60°C'de kurutulmuş N kodlu örnekler olmuştur.

Kaplanmış materyaller rehidrasyon sonrası rengin diğer örneklerle kıyasla daha geç kararmasının sebebinin rehidrasyon sırasında kaplama maddesindeki antioksidan yapıların dokuda daha uzun süre kalıp, kaplama suyuna daha geç karışıyor olabilmesi dolayısı ile etkisinin daha uzun sürüyor olabileceği düşünülmüştür.

60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerinin L\*, a\*, b\*, C\* ve h° değerlerinin değişimi Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi renk değerlerinin en büyük ölçüsü olan L\* değerine bakılmıştır. 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş patlıcan örneklerin L\* değerlerinin 60 ve 80°C sıcaklıkta kurutulmuş H, N, K kodlu örneklerin 40 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyon sonu ve 60 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyon sonu incelenmiştir. Farklı sıcaklıkta 60 ve 80°C'de kurutulmuş N, N, K kodlu örneklerin L

değeri aynısının 40 ve 60°C sıcaklıkta su banyosu rehidrasyonu sonu L\* değerini çizelge 5.8-5.9-5.10-5.11-5.12-5.13'de görüldüğü gibi bir birinden çıkarıp farkını alınmıştır. Burada 80°C sıcaklıkta kurutulan H, N,K kodlu örneklerin 60 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sonunda L\* değerlerinde çok büyük dalgalanma görülmüştür. Bu yüzden 60° sıcaklık rehidrasyon çok uygun değildir.

60 °C sıcaklıkta kurumuş örneklerin 40 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sonu ve 60°C sıcaklıkta kurumuş örneklerin 60 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu sonu güzel sonuçlar vermiştir. Burada N kodlu örneklerin EC değerleri yüksek çıktığından dolayı yanı doku hasar gördüğü için uygun değildir. Bu yüzden H ve K kodlu örnekler değerlendirilmiştir. H ve K kodlu örnekleri hesaplayıp değerlendirildiğinde bizim için en uygun hem doku hasarlanması hem de EC değerinin az olduğu ve renk değerini daha iyi koruduğu örnek 40 °C sıcaklık su banyosu rehidrasyonu 60 °C sıcaklıkta kurumuş örneklerin daha iyi olduğu görülmüştür. Hawwa (2019), yaptıkları farklı kurutma koşullarının armutlarının kalitesine etkili ile ilgili çalışmada 60-70-80°C sıcaklıklarda yapılan kurutma işlemlerinde sıcaklığın artışıyla birlikte L\* (parlaklık) değerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Gıda sektöründe kurutulmuş sebzeler genellikle hammadde olarak hazır yemek, çorba, soslar vs gibi ikincil ürünlerin işlenmesinde yaygın kullanılmaktadır. Burada bu sebzelere kurutma işleminin nasıl uygulandığı onların ikincil proseslerin içinde nasıl davranacağı üzerinde önemlidir. Özellikle de rehidrasyon kapasiteleri son ürünün kalite özelliklerine etkisi oldukça önemlidir.

Gıda sektöründe kuru ürünlerin kuruma sırasında bazı kaplama materyalleri ile muamele edilmesi işlemleri ilgi çeken ve önem verilen uygulamalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple patlıcan örneklerinin uygun materyallerle muamele edilip kurutulması ile onların rehidrasyon özelliklerinin düzenlenmesi ve dolayısı ile kalite özelliklerinin artırılması önemlidir. Değişik ürün kombinasyonlarının denenmesi ile uygun kombinasyon üzerinde çalışılması; kuru ürün sektörü ürün yelpazesine üretici ve

tüketici beklentilerini karşılayacak alternatif bir ürün çalışması daha eklenerek ülkemizin bu alandaki iç pazar ve ihracat potansiyelini artırma yönünde sektöre katkıda bulunulacaktır.



## 6. KAYNAKLAR

- Abbott J A, 1999, Quality measurement of fruits and vegetables, *Postharvest Biology and Technology*, 15, 207–225.
- Abdul-Kadir R, Bergman T J & Rupnow J H, 1990, Effect of infrared heat processing on rehydration rate and cooking of *Phaseolus vulgaris* (var Pinto), *Journal of Food Science*, 55, 1472-1473.
- Acker L, 1969, Water activity and enzyme activity, *Food Technology*, 23, 27–40.
- Ames J M, 1998, Applications of the Maillard Reaction, *Food Chemistry*, 62, 431.
- Agurella J M, Oppermann K, Sanchez F, 1987, Kinetics of Browning of Sultana Grapes, *Food Science*, 52, 990.
- Anomin 1991, Instruction Manual, Cromameter CR300/ CR310/ CR321/ CR331/ CR331C, Minolta Co, Ltd, Japan.
- AOAC 2005, Official Methods of Analysis of the A O C C, 16th Edition Association of Official Analysis, Washington DC.
- Baysal T, İçier F, Ersus S, Yıldız H, 2003, Effects of Microwave and Infrared Drying on the Quality of Carrot and Garlic, *European Food Research and Technology*, 68-73.
- Bestard M J, Sanjuan N, Rossello C, Antoni M, Femeenia A, 2001, Effect of Storage Temperature on the Cell Wall Components of Broccoli, Plant Tissues during Rehydration, *Journal of Food Engineering*, 317-323.
- Bingöl G, ve Devres B, 2010, Gıda işlemede Kurutma Teknolojilerinin Temel İlkeleri IV, Kısaltılmış doktora tezi, İstanbul Sanayi Odası - İstanbul Teknik Üniversitesi Doktora / Yüksek Lisans Tezlerine Sanayi Desteği Projesi, İSO, 114s, İstanbul.
- Blain J A, 1962, Moisture levels and enzyme activity, *Recent Advances in Food Science* 2, 41–45.

- Bonazzi C E, Dumoulin 2011, Quality changes in food materials as influenced by drying processes, In Modern Drying Technology, Mujumdar A S, Vol3, Product Quality and Formulation, 1st edn., eds, Tsotsas E, 1–20.
- Boyacı H F, ABAK K, 2008, Patlıcanlarda fusarium solgunluğuna dayanıklılık kaynakları ve dayanıklılığın kalıtımı, Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Cilt:17-3,43-54s, Adana.
- Cemeroğlu B, 2013, Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 34s, Ankara.
- Cemeroğlu B, 2011, Kurutma teknolojisi, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi ciltII, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti, 479-620s, Ankara.
- Cemeroğlu B, Acar J, 1986, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın 6, 479-620s, Ankara.
- Cemeroğlu B, Karadeniz F, Özkan M, 2003, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları: 28, 541s, Ankara.
- Chen X D, 2008, Food drying Fundamentals, In Chen X D, Mujumdar A S, Drying Technologies in Food Processing. Blackwell Publishing, 1–54p, Oxford.
- Chen X D, Mujumdar A S, 2008, Drying Technologies In Food Processing, Wiley-Blackwell.
- Chin S K, Law C L, 2010, Product quality and drying characteristics of intermittent heat pump drying of Ganoderma tsugae murrill, Drying Technology 28, 1457–1465.
- Chirife J, Buera M P, 1995, A critical review of some non-equilibrium situations and glass transitions on water activity values of foods in the microbiological growth range, Journal of Food Engineering, 25, 531–552.
- Chua K J, Mujumdar A S, Hawlader M N A, Chou S K, Ho J C, 2001, Batch drying of banana pieces—Effect of stepwise change in drying air temperature on drying kinetics and product colour, Food Research International 34, 721–731.
- Cisneros-Zevallos L, Saltveit M E, Krochta J M, 1997, Hygroscopic Coatings Control Surface White Discoloration of Peeled (Minimally Processed) Carrots During Storage, Journal of Food Science, 62, 363-366.

- Clydesdale F M, Fleischman D L, Francis F J, 1970, Maintenance of color in processed green vegetables Food Product Develop, 4, 127-130.
- Crapiste G H, 2000, Simulation of drying rates and quality changes during the dehydration of foodstuffs, In Lozano J E, Anon C, Parada-Arias E, Barbosa-Cánovas G V, Trends in Food Engineering, Technomic Publishing Co, Inc, Lancaster PA.
- Dobooglu H, Çınar İ, 2012, Liyofilizasyonun Karadut (Morus nigra) Kurutmadaki Potansiyelinin Belirlenmesi, Akademik Gıda, 10, 40-47.
- Doymaz İ. Aktaş C, 2017, Patlıcan Dilimlerini Kurutma ve Rehidrasyon karakteristiklerinin belirlenmesi, Gazı Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 5000210455.
- Doymaz İ, 1998, Üzüm ve Kahramanmaraş Biberinin Kuruma Karakteristiklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Drapron R, 1985, Enzyme activity as a function of water activity, In: Properties of Water in Foods in Relation to Quality and Stability, eds, Simato D and Multon J L, 171–190p, Dordrecht, the Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers.
- Eşiyok D, Bozokalfa M K, 2007, Patlıcan yetiştiriciliği ve besi içeriği, Dünya yayıncılık, GIDA, 91-91s, Bağcılar/İstanbul.
- Farkas B E, Singh R P, 1991, Physical properties of air dried and freeze-dried chicken white meat, Journal of Food Science, 56, 611-615.
- Fernandez F A N, Rodrigues S, Law C L, Mujumdar A S, 2011, Drying of exotic tropical fruits: A comprehensive review, Food and Bioprocess Technology, 4, 163–185.
- Giese J, 2000, Color measurement in foods as a quality parameter, Food Technology, 54, 62-65.
- Guine R P F, Barroca M J, 2011, Influence of freeze-drying treatment on the texture of mushrooms and onions, Croatian Journal of Food Science and Technology 3, 26–31.

- Havva G G, 2019, Farklı Kurutma Koşullarının Armutlarını Kalitesine Etkisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 59s, Afyon.
- Hawlder M N A, Perera C O, Tian M, 2006a, Properties of modified atmosphere heat pump dried foods, *Journal of Food Engineering*, 74, 392–401.
- Ibrahim G E, El-Ghorab A H, El-Massry K F, Osman F, 2012, Effect of microwave heating on flavor generation and food processing, Chapter 2, 40691.
- Ihl M M, Monslaves M, Bifani V, 1998, Chlorophyllase inactivation as a measure of blanching efficacy and colour retention of artichokes (*Cynara scolymus L*), *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 31, 1-56.
- İntepe M, 2010, Farklı Şekillerde Kurutulmuş Kayıların Rehidrasyon Yeteneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Jalae F, Fazeli A, Fatemian H, Tavakolipour H, 2011, Mass transfer coefficient and the characteristics of coated apples in osmotic dehydrating, *Food Bioprod Process*, 89, 367–374.
- Jangam S V, Law C L, Mujumdar A S, 2010, *Drying of Foods, Vegetables and Fruits*, Vol 1, 1–30, Singapore.
- Jayaraman K S, Das Gupta D K, Babu Rao N, 1990, Effect of pretreatment with salt and sucrose on the quality and stability of dehydrated cauliflower, *International Journal of Food Science and Technology*, 25, 47-60.
- Kalra C L, Beerh O P, Manan J K, Teotia M S, Sharma T C, 1986, Studies of the influence of cultivars on the quality of dehydrated onion. *Indian Food Packer*, 40, 20-27.
- Kidmose U, Hansen M, 1999, The influence of postharvest storage, temperature and duration on the quality of cooked broccoli florets, *Food Quality*, 22, 135-146.
- Krokida M K, Philippopoulos C, 2005, Rehydration of Dehydrated foods, *Drying Technology*, 23, 799-830.

- Kumar H S P, Radhakrishna K, Nagawu P K, Rao D V, 2001, Effect of Combination Drying on Physico-Chemical Characteristics of Carrot and Pumpkin, *Journal of Food Processing Preservation*, 25, 447- 460p.
- Kumar V, Basu M S, Rajendran T P, 2008, Mycotoxin Research and Microflora in Some Commercially Important Agricultural Commodities, *Crop Protection*, 27, 891-905p, Taiwan.
- Labuza T P, 1971, Kinetics of lipid oxidation in foods, *Critical Reviews in Food Technology* 2:355–405p.
- Laurila E R, Kervinen R, Ahvenainen, 1998, Inhibition of browning in minimally processed vegetables and fruits. *Postharvest News and Information*, 9, 53–66.
- Le Loch-Bonazzi C, Wolff E, Gilbert H, 1992, Quality of dehydrated cultivated mushrooms: a comparison between different drying and freeze-drying processes. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 25, 334-339.
- Lewicki P P, 1998, Effect of pre-drying treatment, drying and rehydration on plant tissue-a review, *International Journal of Food Properties*, 1, 1-22.
- Lewis MJ, 1987. *Physical Properties of Foods and Food Systems*, Chichester, Ellis Horwood Ltd, 377-380.
- Lopez-malo A E, Palou G V, Barbosa-Canovas J, Welti-Chanes and Swanson B G, 1998, Polyphenoloxidase activity and color changes during storage of high hydrostatic pressure treated avocado puree, *Food Research International*, 318, 549-556.
- Markowski M, Stankiewicz I, Zapotoczny P, Borowska J, 2006, Effect of Variety on Drying Characteristics and Selected Quality Attributes of Dried Carrots, *Drying Technology*, 1011- 1018.
- Martinez M V, Whitaker J R, 1995, The biochemistry and control of enzymatic browning, *Trends in Food Science & Technology*, 195–200.
- Marty-Audouin C, Lebert A, Rocha-Mier T, 1992, Influence of drying on the color of plant products, In A, S, Mujumdar, *Drying of Solids*, Oxford and IBH Publishing Co, 326–346p, New Delhi, India.

- Marty-Audouin C, Leber A, Rocha-mier T, 1999, Influence of Drying on the Color of Plant Products, In *Developments in Drying: Food Dehydration*, Mujumdar, A.S., Sirikalaya S, Eds, Kasetsart University Press: Vol I, 207–234p, Bangkok, Thailand.
- Maskan M, 2001, Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48, 169-175.
- Mayor L, Sereno A M, 2004, Modelling Shrinkage during Convective Drying of Food Materials: A Review, *Journal of Food Engineering*, 61, 373-386.
- Mcminn W A M, Magee T R A, 1997, Physical characteristics of dehydrated potatoes—Part I, *Journal of Food Engineering*, 33, 37–48.
- Meda L, Ratti C, 2005, Rehydration of Freeze-Dried Strawberries at Varying Temperatures, *Journal of Food Process Engineering*, 28, 233 – 246.
- Miranda M, Maureira H, Rodríguez K, Vega-Gálvez A, 2009, Influence of temperature on the drying kinetics, physicochemical properties, and anti-oxidant capacity of Aloe Vera (*Aloe Barbadosis* Miller) gel, *Journal of Food Engineering*, 91, 297–304.
- Moshenin N N, 1984, Electromagnetic Radiation properties of Foods and Agricultural Products, In *physical properties of plant and animal materials*, London: Gordon and Breach, Chapter 7, 235-293p, London.
- Mounir S, Téllez-Pérez C, Alonzo-Macías M, Allaf K, 2014, Swell-Drying in Instant Controlled Pressure Drop (D,I,C) in Food Processing: From Fundamental to Industrial Applications, 3–44p, Springer, New York.
- Mudahar G S, Toledo R T, Floras J D, Jen J J, 1989, Optimization of carrot dehydration process using response surface methodology, *Journal of Food Science*, 54, 714-719.
- Mujumdar A S, 2004, *Dehydration of products of biological origin*, Science Publishes, UK.
- Mujumdar A S, 2008, *Guide to Industrial Drying: Principles, Equipments & New Developments*, 3rd Ed, Three S Colors Publications, India.

- Ogwal M, Davis D R, 1994, Rapid rehydration methods for dried beans, *Journal of Food Science*, 59, 11-12.
- Okos M R, Campanella O, Narsimhan G, Sing R P, Taylor Francis Group, LLC., Florida, R.K. ve Weitnauer , A.C. 2007, Food Dehydration, in *Handbook of Food*.
- Pathare P B, Opara U L, Al-Said F A, 2012a, Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review, *Food Bioprocess Technol*, Doi:10.1007/s11947-012-0867-9.
- Perera C O, 2005, Selected Quality Attributes of Dried Foods, *Drying Technology*, 23, 717-730.
- Phyllis H, 1994, *Making & Using Dried Foods*, Storey publishing LLC.
- Potthast K, 1978, Influence of water activity on enzymic activity in biological systems, In: *Dry Biological Systems*, eds, J, H, Crowe and J, S, Clegg, 323 p, New York: Academic Press.
- Potthast K, Hamm R, Acker L, 1975, Enzymatic reactions in low moisture foods, In: *Water Relations in Foods*, ed, Duckworth R B, 365–377p. San Diego, CA: Academic Press.
- Qing-guo H Z, Min A S, Mujumdar D, Wei-hua S, Jin-cai, 2006, Effects of different drying methods on the quality changes of granular edamame, *Drying Technology*, 24, 1025–1032.
- Rahman M M, Kibria G, Karim Q R, Khanom S A, Islam L, Islam M F, Begum M, 2010, Retention of nutritional quality of solar dried carrot during storage, *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 45, 359–362.
- Rahman M S, 2000, Mechanism of pore formation in foods during drying: Present status, In *Proceedings of the 8th International Congress on Engineering and Foods*, Puebla, Mexico.
- Rahman M S, 1999, *Handbook of Food Preservation*, Marcel Dekker, Inc, New York.
- Ramos I N, Brandao T R S, Silva C L M, 2003, Structural changes during air drying of fruits and vegetables, *Food Science and Technology International*, 9, 201–206.

- Ratti C, 2009, *Advances in Food Dehydration*, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Reynolds S, 1993, *Drying*, Athens, GA, University of Georgia, Cooperative Extension Service, Ref: So Easy To Preserve, Cooperative Extension Service, The University of Georgia, College of Agricultural Environmental Sciences, Third Edition.
- Rockland L B, Stewart G F, 1981, *Water activity: influences on food quality*, Academic Press, 106-311p, New York.
- Rockland L B, Nishi S K, 1980, Influence of water activity on food product quality and stability, *Food Technology*, 34, 42–59.
- Sanjuan vd, 1999, Bestard vd, 2001, Krokida ve Philippopoulos, 2005, Sanjuan N, Santos P H S, Silva M A, 2008, Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables: A review, *Drying Technology*, 26, 1421–1437.
- Schwimmer S, 1980, Influence of water activity on enzyme reactivity and stability, *Food Technology*, 34, 64.
- Scott W J, 1957, Water relations of food spoilage microorganisms, *Advances in Food Research* 7, 83–124.
- Sherwin C, Labuza T P, 2006, Beyond water activity and glass transition: A broad perspective on the manner by which moisture can influence reaction rates in food, In: *Proceedings ISOPOW 9*, ed, Cano P, Buenos Aires, Argentina.
- Singh S, Raina C S, Bawa A S, Saxenal D C, 2006, Effect of Pretreatments on Drying and Rehydration Kinetics and Color of Sweet Potato Slices, *Drying Technology*, 24, 1487–1494.
- Sokhansanj S, Jayas D S, 1987, Drying of foodstuffs. In *Handbook of Industrial Drying*, Vol. 2. ed. Mujumdar A S, 517–554p, Marcel Dekker, New York.
- Sulaeman A, Steve L K, Taylor L, Giraud D W, Driskell J A, 2001, Carotenoid Content.
- Tanatar A, 1996, Türkiye’de yeni bir yatırım konusu kurutulmuş sebze ve meyve üretimi, *Gıda ve Teknoloji*, 1, 38-39.
- Thijssen H A C, 1979, Optimization of process conditions during drying with regards to quality factors. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 12, 308–317.

- Timoumi S, Mihoubi D, Zagrouba F, 2007, Shrinkage, vitamin C degradation and aroma losses during infra-red drying of apple slices, *LWT-Food Science and Technology*, 40, 1648–1654.
- Tortoe C, 2010, A review of osmodehydration for food industry, *African Journal of Food Science*, 4, 303–324.
- Van Berg C, 1986, Water activity, In: *Concentration and Drying of Foods*, ed, MacCarthy D, 11–36p, London: Elsevier Applied Science Publishers.
- Vasile Minea, 2016, *Advances in Heat Pump-Assisted Drying Technology*, CRC Press, 256-285p, London New York.
- Vega-Gálvez A, Di Scala K, Rodríguez K, Lemus-Mondaca R, Miranda M, López J, Perez-Won M, 2009, Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper *Food Chemistry*, 117, 647–653.
- Wang N, Brennan J G, 1995, Changes in structure, density and porosity of potato during dehydration, *Journal of Food Engineering*, 24,61–76.
- Whitaker J R, Lee C Y, 1995, Recent advances in the chemistry of enzymatic browning, In *Enzymatic Browning and Its Prevention*, eds. Lee C Y, Whitaker J R, 2–7p, American Chemical Society Symposium Series 600, Washington, DC.
- Zhang M, Bhandari B, Fang Z, 2017, *The Handbook of Drying of Vegetables and Vegetable Products* CRC Press, 510 - 538.
- Zhang M, Wang C, Ma X, Li C, 1994, Study of rehydration before eating on dehydrated vegetables, In *Developments in Food Engineering*, eds Yano T R, Matsuno & Nakamura K, Blackie Academic Professional, 412-4 14p, London,