



**FARKLI KURUTMA KOŞULLARININ ARMUTLARIN KALİTESİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Havva Gizem GÜNGÖR**

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Haziran 2019**

Bu tez çalışması 18.FEN. BİL.47 numaralı proje ile BAP tarafından desteklenmiştir.

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FARKLI KURUTMA KOŞULLARININ ARMUTLARIN**  
**KALİTESİNE ETKİSİ**

**Havva Gizem GÜNGÖR**

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Haziran 2019**

### TEZ ONAY SAYFASI

Havva Gizem GÜNGÖR tarafından hazırlanan “Farklı Kurutma Koşullarının Armutların Kalitesine Etkisi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 11/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği **Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK

**Başkan** : Dr. Öğr. Üyesi Özgür TARHAN  
Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

İmza  




Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun  
...../...../..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....  
Prof. Dr. İbrahim EROL  
Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen bilimleri enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun şekilde atıfta bulunduğuma,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

11/ 06 /2019

Havva Gizem GÜNGÖR

**ÖZET**  
Yüksek Lisans Tezi

**FARKLI KURUTMA KOŞULLARININ ARMUTLARIN KALİTESİNE ETKİSİ**

Havva Gizem Güngör

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK

Kurutma işlemi gıdaların muhafazasında kullanılan en yaygın işlemlerden biridir. Bu çalışmada, Deveci armutunun sade şekilde ve askorbik asitle muamele edilerek farklı sıcaklık (60-70-80 °C) ve hava hızlarında (0,8-1,6 m/s) kurutulmasının kalitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kurutma işlemi laboratuvar ölçekli kabin kurutucuda yapılmıştır. Taze ve kurutulan armutlarda kuru madde, su aktivitesi, pH ve renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) değerleri belirlenmiştir. Nem oranının zamanla değişim verilerini içeren kinetik veriler elde edilmiştir. Ayrıca kurutulmuş armutlarda duyu analizi ve rehidrasyon kapasitesi analizleri yapılmıştır.

Çalışılan armut örneklerinin kurutulma sıcaklıkları (60-70-80 °C) ve hava hızlarının (0,8-1,6 m/s) etkisi incelendiğinde su aktivitesi ( $a_w$ ) değeri taze armut örneğinde 0,998 iken sıcaklığın artışıyla (60-70-80 °C) orantılı olarak kuru örneklerdeki su aktivitesinin 0,370-0,254-0,123 azaldığı gözlemlenmiştir. Zamana bağlı olarak nem oranındaki azalışın düşük sıcaklık ve düşük hava hızında daha yavaş olduğu saptanmıştır. Renk açısından ise sıcaklık değerlerinin artışı ile birlikte  $L^*$  (parlaklık) değeri azalmıştır. +  $a^*$  (kırmızılık) ve +  $b^*$  (sarılık) değerleri sıcaklığın ve hava hızının artışıyla birlikte artmaktadır.

Rehidrasyon işlemi 35-55 °C olmak üzere iki sıcaklıkta yapılmıştır. Bu işlemlerin sonucunda rehidrasyonun yapıldığı sıcaklık arttıkça su tutma kapasitesinin doyum noktasına ulaşma süresi kısalmaktadır. Rehidrasyon işlemi sonucunda sade ve askorbik asitle muamele edilmiş armutlarda en iyi su tutma kapasitesine sahip olan örnek 70 °C

sıcaklık ve 1.6 m/s hava hızında kurutulan örnek olduğu tespit edilmiştir. Kaybettiği suyu en yüksek oranda (% 83,45 ) geri kazanan örneğin 35 °C’ de rehidre edilen askorbik asitle muamele edilmiş, 70 °C sıcaklık 1.6 m/s hava hızında kurutulan örnek olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal değerlendirmelere göre renk ve tat açısından en çok beğenilen armutlar düşük sıcaklık yüksek hava hızında kurutulan örnekler olmuştur (60 °C 1,6 m/s). Doku açısından ise yüksek skoru, yüksek sıcaklık ve yüksek hava hızında (80 °C 1,6 m/s) kurutulan örnekler almıştır.

**2019, xi + 59 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Kurutma, Armut, Renk değişimi, Rehidrasyon

**ABSTRACT**  
M.Sc. Thesis

**EFFECT OF DRYING CONDITIONS ON THE QUALITY OF PEARS**

Havva Gizem GÜNGÖR

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineer

**Supervisor:** Asst. Prof. Dilek DEMİRBÜKER KAVAK

Drying is one of the most common processes used in food preservation. In this study, the effects of the different temperature (60-70-80 °C) and air velocities (0.8-1.6 m / s) on the quality Deveci pear were investigated. The drying process was carried out in a laboratory scale cabinet dryer. Dry matter, water activity, pH and color values ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) were determined in fresh and dried pears. Kinetic data with respect to moisture ratio vs time were collected. Besides, sensory analysis and rehydration capacity analyzes were performed in dried pears.

When the effects of drynig temperature (60-70-80 °C) and air velocities (0.8-1.6 m / s) were investigated; the water activity values ( $a_w$ ) were found 0,998 and for the fresh pear samples and were found 0,370-0,254-0,123 in terms of increasing drying tmeperatures (60-70-80 °C), respectively. It was found that the decrease in moisture ratio was slower at low temperature and lower air velocity. In terms of color, the  $L^*$  (brightness) value decreased with the increase in temperature values. The +  $a^*$  (redness) and +  $b^*$  (yellowness) values increase with increasing temperature and air velocity.

Rehydration was performed at two temperatures, 35-55 °C. As a result of these processes, as the temperature at which rehydration increases, the time to reach the saturation point of water holding capacity is decreased. As a result of rehydration process, the sample which has the best water retention capacity in plain and ascorbic acid treated pears was found to be the sample dried at 70 °C and 1,6 m / s air speed. The sample that recovered the lost water at the highest rate (83.45%) was the sample which

was treated with ascorbic acid; rehydrated at 35 °C and dried at 70 °C temperature 1,6 m / s air speed.

According to the sensory evaluations, the most appreciated pears in terms of color and taste were the samples which were dried at low temperature and high air velocity (60 °C 1.6 m / s). In terms of texture, high temperature and high air velocity (80 °C 1.6 m / s) dry samples had the highest scores.

**2019, xi + 59 pages**

**Keywords:** Drying, Pear, Color change, Rehydration



## TEŞEKKÜR

Öncelikle; hayatım boyunca aldığım bütün kararlara saygı duyarak beni hiç yalnız bırakmayan, maddi manevi hiçbir yardımı esirgemeyen ve çıktığım bu yolda beni cesaretlendirip hep arkamda olan canım annem, babam ve kardeşime,

Çalışmamın her aşamasında değerli bilgi ve görüşleriyle yol göstermesinin yanında maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen sayın danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK'a,

Laboratuvar çalışmalarında değerli vaktini ayırıp tecrübeleriyle yol gösteren Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ'e,

Ve ailemin yokluğunda bana ikinci bir aile olan ve ailenin sadece kan bağıyla olmadığını öğreten, her zaman yanımda olan ve çalışmamda emeği geçen tüm kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 18.FEN. BİL.47 kodlu proje ile desteklenmiştir. Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Havva Gizem GÜNGÖR

AFYONKARAHİSAR, 2019

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                             |      |
|-------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET .....                                                  | i    |
| ABSTRACT .....                                              | iii  |
| TEŞEKKÜR .....                                              | v    |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....                                     | vi   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                        | viii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                       | ix   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....                                      | x    |
| RESİMLER DİZİNİ .....                                       | xi   |
| 1.GİRİŞ .....                                               | 1    |
| 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....                                 | 3    |
| 2.1 Armutun Kültür Tarihi .....                             | 3    |
| 2.2 Deveci Armutu .....                                     | 4    |
| 2.3 Armutun Yapısı .....                                    | 4    |
| 2.4 Armutun Üretimi ve Tüketim Çeşitleri .....              | 5    |
| 2.5 Armutun Sağlık Açısından Faydaları .....                | 7    |
| 2.6 Kurutma Teknolojisi .....                               | 7    |
| 2.7 Ön İşlemler.....                                        | 10   |
| 2.8 Kurutma Yöntemleri .....                                | 11   |
| 2.9 Kurutma Hızı ve Kurutma Hızına Etki Eden Faktörler..... | 13   |
| 2.10 Kurutma Sırasında Meydana Gelen Değişiklikler .....    | 14   |
| 2.10.1 Fiziksel Değişimler.....                             | 15   |
| 2.10.1.1 Yöresel Kuru Madde Birikimi.....                   | 15   |
| 2.10.1.2 Kabuk Bağlama.....                                 | 15   |
| 2.10.1.3 Yapıda Büzülme.....                                | 15   |
| 2.10.1.4 Kitle Yoğunluğundaki Değişmeler .....              | 16   |
| 2.10.1.5 Kurutulmuş Ürünün Rehidrasyon Yeteneği .....       | 17   |
| 2.10.2 Kimyasal Değişimler .....                            | 18   |
| 2.10.2.1 Renk Esmerleşmesi.....                             | 18   |
| 2.10.2.2 Besin Ögesi Kayıpları .....                        | 19   |
| 2.10.2.3 Duyusal Özelliklerdeki Değişimler .....            | 20   |
| 2.10.3 Mikrobiyolojik Değişimler .....                      | 20   |

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3. MATERYAL ve METOT.....                                                                                                                 | 21 |
| 3.1 Materyal .....                                                                                                                        | 21 |
| 3.2 Armut Örneklerinin Hazırlanması ve Kurutulması.....                                                                                   | 21 |
| 3.3 Analizler.....                                                                                                                        | 23 |
| 3.3.1 Refraktometrik Kuru Madde Tayini .....                                                                                              | 23 |
| 3.3.2 Su Aktivitesi Tayini.....                                                                                                           | 23 |
| 3.3.3 Renk Tayini .....                                                                                                                   | 23 |
| 3.3.4 pH Tayini.....                                                                                                                      | 24 |
| 3.3.5 Duyusal Analizler .....                                                                                                             | 24 |
| 3.4. Nem Oranının Hesaplanması .....                                                                                                      | 25 |
| 3.5 Rehidrasyon.....                                                                                                                      | 25 |
| 4. TARTIŞMA ve BULGULAR .....                                                                                                             | 26 |
| 4.1 Farklı Sıcaklık ve Hava hızı Değerlerinin Armut Örneklerinin Kurutulması Üzerindeki Etkisi.....                                       | 26 |
| 4.1.1 Su Aktivitesi değerlerinin değişimi .....                                                                                           | 26 |
| 4.1.2 Nem oranının değişimi .....                                                                                                         | 28 |
| 4.2 Farklı Sıcaklık ve Hava hızı Değerlerinde Yapılan Kurutma İşleminin Armut Örneklerinin Renk Değişimi Üzerindeki Etkisi .....          | 30 |
| 4.2.1 L* (parlaklık) değeri değişimleri .....                                                                                             | 31 |
| 4.2.2 a*(kırmızılık) değeri değişimi .....                                                                                                | 32 |
| 4.2.3 b* (+ sarılık, - mavilik) değeri değişimi.....                                                                                      | 34 |
| 4.2.4 Bl ( kararma indeksi) .....                                                                                                         | 35 |
| 4.3 Farklı Sıcaklık ve Hava hızı Değerlerinde Yapılan Kurutma İşleminin Armut Örneklerinin Rehidrasyon Kapasitesi Üzerindeki Etkisi ..... | 37 |
| 4.4 Farklı Sıcaklık ve Hava hızı Değerlerinde Yapılan Kurutma İşleminin Armut Örneklerinin Duyusal Özellikler Üzerindeki Etkisi .....     | 41 |
| 5. SONUÇ .....                                                                                                                            | 45 |
| 6. KAYNAKLAR .....                                                                                                                        | 48 |
| 7. EKLER.....                                                                                                                             | 58 |
| EK-1 Kurutulmuş Armut Örnekleri Duyusal Analiz Formu.....                                                                                 | 58 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                                                                             | 59 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

|       |                                                                    |
|-------|--------------------------------------------------------------------|
| /     | Böl                                                                |
| Fe    | Demir                                                              |
| °Bx   | Derece Brix                                                        |
| P     | Fosfor                                                             |
| Ca    | Kalsiyum                                                           |
| Bl    | Kararma İndeksi                                                    |
| a*    | Kırmızılık Yeşillik                                                |
| Mg    | Magnezyum                                                          |
| K     | Potasyum                                                           |
| L*    | Rengin parlaklığı                                                  |
| h     | Renk canlılığı                                                     |
| C*    | Renk (Chroma) değeri                                               |
| °C    | Santigrat derece                                                   |
| b*    | Sarılık-Mavilik                                                    |
| Na    | Sodyum                                                             |
| %     | Yüzde                                                              |
| KH160 | 60 °C 0,8 m/s hava hızında kurutulmuş askorbik asitli armut örneği |
| KH260 | 60 °C 1,6 m/s hava hızında kurutulmuş askorbik asitli armut örneği |
| KH170 | 70 °C 0,8 m/s hava hızında kurutulmuş askorbik asitli armut örneği |
| KH270 | 70 °C 1,6 m/s hava hızında kurutulmuş askorbik asitli armut örneği |
| KH180 | 80 °C 0,8 m/s hava hızında kurutulmuş askorbik asitli armut örneği |
| KH280 | 80 °C 1,6 m/s hava hızında kurutulmuş askorbik asitli armut örneği |
| NH160 | 60 °C 0,8 m/s hava hızında kurutulmuş sade armut örneği            |
| NH260 | 60 °C 1,6 m/s hava hızında kurutulmuş sade armut örneği            |
| NH170 | 70 °C 0,8 m/s hava hızında kurutulmuş sade armut örneği            |
| NH270 | 70 °C 1,6 m/s hava hızında kurutulmuş sade armut örneği            |
| NH180 | 80 °C 0,8 m/s hava hızında kurutulmuş sade armut örneği            |
| NH280 | 80 °C 1,6 m/s hava hızında kurutulmuş sade armut örneği            |

### Kısaltmalar

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| aw  | Su aktivitesi                      |
| CIE | Uluslararası Aydınlatma Komisyonu  |
| dk  | Dakika                             |
| g   | Gram                               |
| gkm | Gram Kuru Madde                    |
| gsu | Gram Su                            |
| m   | Metre                              |
| mg  | Miligram                           |
| MÖ  | Milattan Önce                      |
| pH  | Çözeltinin Asitlik-Bazlık Derecesi |
| s   | Saniye                             |
| yy  | Yüzyıl                             |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

|           |                                                                                                                                          |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1 | Armut kurutma akış şeması.....                                                                                                           | 11 |
| Şekil 3.1 | Kurutma işlemi ve deneme planı.....                                                                                                      | 22 |
| Şekil 4.1 | Farklı sıcaklık ve hava hızı değerlerinde kurutulan sade armut örneklerinin nem oranı değerlerinin zamana bağlı değişimi .....           | 28 |
| Şekil 4.2 | Farklı sıcaklık ve hava hızı değerlerinde kurutulan askorbik asitli armut örneklerinin nem oranı değerlerinin zamana bağlı değişimi..... | 29 |
| Şekil 4.3 | 35 °C’ de rehidre edilmiş sade armutun zamana bağlı nem içeriği değişim grafiği .....                                                    | 37 |
| Şekil 4.4 | 55 °C’ de rehidre edilmiş sade armutun zamana bağlı nem içeriği değişim grafiği .....                                                    | 38 |
| Şekil 4.5 | 35 °C’ de rehidre edilmiş kimyasallı armutun zamana bağlı nem içeriği değişim grafiği .....                                              | 38 |
| Şekil 4.6 | 55 °C’ de rehidre edilmiş kimyasallı armutun zamana bağlı nem içeriği değişim grafiği .....                                              | 39 |
| Şekil 4.7 | Sade kurutulmuş armut örneğinin duyusal analiz grafiği .....                                                                             | 42 |
| Şekil 4.8 | Askorbik asitle muamele edilip kurutulmuş armut örneğinin duyusal analiz grafiği .....                                                   | 43 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 2.1 Meyve Üretim Miktarları-1 .....                                                                                 | 6  |
| Çizelge 2.2 Meyve veren- vermeyen ağaç sayısı .....                                                                         | 6  |
| Çizelge 4.1 Sade armut örneklerinin su aktivitesi değerlerinin ölçüm sonuçları .....                                        | 26 |
| Çizelge 4.2 Askorbik asitli armut örneklerinin su aktivitesi değerlerinin ölçüm sonuçları .....                             | 27 |
| Çizelge 4.3 Sade Armut örneklerinin taze ve kuru ‘‘L* değeri’’ değişim verileri .....                                       | 31 |
| Çizelge 4.4 Askorbik asitli Armut örneklerinin taze ve kuru ‘‘L* değeri’’ değişim verileri.....                             | 32 |
| Çizelge 4.5 Sade Armut örneklerinin taze ve kuru ‘‘a* değeri’’ değişim verileri .....                                       | 33 |
| Çizelge 4.6 Askorbik asitli Armut örneklerinin taze ve kuru ‘‘a* değeri’’ değişim verileri.....                             | 33 |
| Çizelge 4.7 Sade Armut örneklerinin taze ve kuru ‘‘b* değeri’’ değişim verileri .....                                       | 34 |
| Çizelge 4.8 Askorbik asitli Armut örneklerinin taze ve kuru ‘‘b* değeri’’ değişim verileri.....                             | 35 |
| Çizelge 4.9 Sade Armut örneklerinin taze ve kuru kararma değerleri (BI) değişim verileri.....                               | 36 |
| Çizelge 4.10 Askorbik asitli Armut örneklerinin taze ve kuru kararma değerleri (BI) değişim verileri .....                  | 36 |
| Çizelge 4.11 Sade armut örneklerinin 35 ve 55 °C’ deki rehidrasyon sıcaklıklarında % su tutma kapasiteleri .....            | 40 |
| Çizelge 4.12 Askorbik asitli armut örneklerinin 35 ve 55 °C’ deki rehidrasyon sıcaklıklarında % su tutma kapasiteleri ..... | 40 |

## RESİMLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Resim 2.1</b> Armut üretim miktarının (1988-2017) yıllara göre değişimi.....     | 6  |
| <b>Resim 2.2</b> 2000-2015 yılları arasındaki Armutun yeterlilik derecesi .....     | 7  |
| <b>Resim 2.3</b> Yapıda büzülme .....                                               | 16 |
| <b>Resim 2.4</b> Patates küplerinin zamana bağlı değişimi.....                      | 17 |
| <b>Resim 2.5</b> Patatesin zamana bağlı değişen paralel yüzey görünümü.....         | 17 |
| <b>Resim 2.6</b> 80 °C 1,6 m/s’ de kurutulmuş armut örneğindeki renk değişimi ..... | 19 |
| <b>Resim 3.1</b> Laboratuvar ölçekli kurutma kabini.....                            | 22 |
| <b>Resim 3.2</b> CIE L*a*b* ve CIE L*C*h renk sistemleri .....                      | 24 |

## 1.GİRİŞ

Rosaceae familyasına ait olan armut (*Pyrus communis* L.) ağaç nitelikli bitki türlerinden bazılarının yenilebilir meyvelerinin ortak adıdır ve sıcak, ılıman iklim meyvesidir ana vatanı Asya bölgesidir (Itai 2007, Pektaş 2009, Amiripour *et al.* 2015).

Türkiye’de armut yetiştiriciliği en fazla Marmara bölgesinde yapılmaktadır ve daha çok “Deveci” ve “Santa Maria” çeşitleri yetiştirilmektedir (Sakaldaş 2014). Türkiye’de armut üretimi ‘Deveci’, ‘Santa Maria’ ve ‘Williams’ gibi armut üretiminde yaygın olarak kullanılan çeşitlerle her geçen yıl artmaktadır. Türkiye’nin ana maddesi olan ‘Deveci’ armut çeşidi, yüksek meyve kalitesi, üretim ve depolama kapasitesi nedeniyle Türkiye’de son yıllarda popülerlik kazanarak, Anadolu kaynaklı en iyi kış türü armut çeşitlerinden biridir (Sen *et al.* 2009).

A, B, C vitaminleri içeren armut kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum ve demir gibi çeşitli mineraller içermektedir. Lif içeriği açısından da zengindir. 100 gramında 58 kalori vardır. Nezle, grip hastalıklarına karşı içerdiği vitaminlerle vücut direncini artırır. Vücuttaki üre gibi zararlı maddelerin dışarı atılmasına yardımcı olur ve bu şekilde böbreklerin düzenli çalışmasını sağlar. Ayrıca böbreklerde oluşan kum ya da taşların kolay dökülmesinde etkilidir (İnt.Kyn.1).

Armut ham meyve halinde tüketilebildiği gibi alternatif ürün olarak mevsiminde veya başka zamanlarda konserve, reçel, kuru meyve ya da tatlı ve pastaların üstünde jöle gibi şekillerde de tüketime sunulabilmektedir.

Gıdaları muhafaza etmek için tuzlama, dumanlama, pişirme, dondurma, kurutma gibi birçok yöntem kullanılabilir. Kurutma hem maliyet hem de kurutulmuş ürünün taşınmasındaki kolaylık açısından tercih edilen bir gıda muhafaza yöntemidir. Kurutma çevreden öğrendiğimiz en eski gıda muhafaza yöntemlerindendir. Ürünün içindeki suyun buharlaştırılarak uzaklaştırılması yöntemine dayanır. Kurutma işlemi doğal (güneş altında kurutma) ve yapay (kurutucu ekipmanların kullanıldığı kurutma) olarak yapılabilir. Doğal kurutma yönteminde kurutma koşullarının kontrolü yoktur.



Doğal kurutma tamamen doğal ortamda gerçekleştiğinden, standart ürün elde edilmesi zor ve mikrobiyolojik açıdan da bu işlem bir takım birçok dezavantaj oluşturacağından çok sık tercih edilmemektedir. Yapay kurutma yönteminde parametrelerin laboratuvar koşullarında ayarlanabilmesi standart ve istenilen ürünün eldesini kolaylaştırır. Bu koşulların uygun şekilde ayarlanması ile daha yüksek kalitede ürün elde edilebilmekte aynı zamanda hızlı ve etkin bir şekilde kurutma gerçekleştirilebilmektedir. Bu sebeple, yapay kurutmada kurutma koşullarının doğru seçilmesi ve kontrolü son derece önemlidir. Bu çalışmada yapay kurutucu kullanılarak deveci armudunun kurutulmasında farklı sıcaklık (60-70-80 °C) ve hava hızlarının (0,8-1,6 m/s), armutların temel kalite kriterlerine olan etkileri incelenmiş ve kurutma için uygun koşulların neler olduğu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

### 2.1 Armutun Kültür Tarihi

Milattan bin yıl önce Yunanlı yazar Homer'in yazdığı "Odise" adlı eserinde Alcineus bahçelerinde yetişen armudun Allah'ın insanlara bir hediyesi olduğundan bahsedilmiştir. Bu kaynaktan da milattan bin yıl önce armudun Yunanistanda yetiştirilmeye başlandığı anlaşılmaktadır. Homer'in eserinden edinilen bilgilerden 600 yıl sonra bugünkü bilgilerimizden geri sayılmamakta olan yine Yunanlı araştırmacı Theophrastus'un (MÖ 4. yy) armut yetiştiriciliği üzerinde bilgiler vermiştir. Theophrastus, kültür armutlarını yabani armutlardan ayırmakta, armudun tohum, çelik ve aşı ile yetiştirilmesinden söz etmektedir (Özbek 1978, Soylu 2003).

Romalı yazar Cato (MÖ 235 – 150 ), armudun aşılınması, bakımı, saklanması ve 6 çeşidin pomolojik özellikleri üzerine bilgiler vermektedir. Armut kültürü sonraki yüzyıllarda Fransa ve Belçika'ya geçmiş, 9. yüzyılda Fransa'da armut ıslahı üzerine çalışılırken 18. yüzyılda Belçika' da çalışmalar yapılmıştır (Soylu 1997).

Armut kültürüne Anadolu, İtalya, Fransa, Belçika gibi yerlerde de çokça rastlanır. Amerika'ya armut ilk olarak İngiliz ve Fransız kolonistler tarafından 1630 yılında dikilmiştir (Güleryüz 1979). Zamanla büyük oranda geliştirilmiş ve Batı - Doğu armutları ile çok sayıda çalışmalar yürütülmüştür. Kültür armudu bütün dünya üzerinde elma kültürünün yayıldığı hemen her yerde yetiştirilmektedir. Hatta armut, kültür elmalarına oranla sıcaklık ve kuraklığa hassasiyeti daha az olmasından dolayı elmanın sevmediği Akdeniz'in sıcak ikliminde bile önemini korumaktadır. Memleketimizde armut yetiştiriciliği hemen bütün bölgelerimize yayılmıştır (Özbek 1978). Türkiye'de, elmadan sonra armutlar ikinci olarak en önemli pome meyvesidir. Türkiye'de yetişen en yaygın armut türleri *P.communis*, 'tir (Ercişli 2004).

Armut yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı bölgelerin başında Marmara bölgesi gelmektedir. Ülkemizde daha çok "Deveci" ve "Santa Maria" çeşitleri yetiştirilmektedir. (Sakaldaş 2014). Türkiye'de armut üretimi 'Deveci', 'Santa Maria' ve

‘Williams’ gibi armut üretiminde yaygın olarak kullanılan çeşitlerle her geçen yıl artmaktadır.

Türkiye'nin ana maddesi olan 'Deveci' armut çeşidi, yüksek meyve kalitesi, üretim ve depolama kapasitesi nedeniyle Türkiye'de son yıllarda popülerlik kazanarak, Anadolu kaynaklı en iyi kış türü armut çeşitlerinden biridir (Sen *et al.* 2009).

## 2.2 Deveci Armutu

1960 yılında ava meraklı olan Lütfi Deveci tarafından av dönüşü, mevsimi olmamasına rağmen yolda bulduğu armutun dikkatini çekmesiyle armutun serüveni başlamıştır. Çevrede bu armutun ağacını bularak aşı kalemelerini almıştır. Daha sonra bunları İtalyan ve Fransız armutlarına aşılamaştır ve 3 yılın sonunda ağırlığı 1,5 kiloyu bulan armutlar elde etmiştir. Elde edilen armutlara ‘‘Deveci’’ ismi verilmiştir (İnt.Kyn.2).

Anadolu kökenli Deveci armudunun ağaçları yarı yayvan gelişen, orta kuvvette; çiçek çukuru derin ve meyveleri iridir. Bakteriyel olan ateş yanıklığı hastalığına duyarlıdır. Meyve eti beyaz, gevrek, sulu ve lezzetlidir. Soğuk hava depolarında uzun süre muhafaza edilebilir (Burak 2001). Deveci armudu bahçelerinde en iyi sonuçlar, Samsun ve Bursa ovalarında alınmaktadır (Yardımcı 2010).

## 2.3 Armutun Yapısı

Rosaceae (Gülgiller) familyasına ait olan armut (*Pyrus communis* L.) bir sıcak ve ılıman iklim meyvesidir (Amiripour *et al.* 2015). Armut meyveleri, tüketiciler tarafından karakteristik tadı, gevrekliği, kendine has koku ve aroması nedeniyle tercih edilmektedir. Her ne kadar armutlar düşük düzeyde protein ve yağ içermekte olsa da yüksek düzeyde vitamin C, E, B kompleks vitamin, şeker ve organik asit içeriğine sahiptirler (Jackson 2003, Özcağıran *et al.* 2004).

Çoğu armut meyvesi, ticari uygulamaya göre, tamamen olgunlaştıkça, bir monosakkarit, mineral kaynağı olarak doğrudan tüketilir. Meyvenin yenilebilir kısmı önemli miktarda

şeker, vitamin, organik asit, polifenol mineral ve diğer besin maddeleri içerir. Şeker ve organik asitlerin yapısı, konsantrasyonu, meyve ve meyve ürünlerinin organoleptik özelliklerini etkileyen önemli faktörlerdir (Silva *et al.* 2002, Chen *et al.* 2007). Armutla ilgili ürünlerin en önemli bileşenleri arasında şekerler ve asitler bulunmaktadır (Nour *et al.* 2010). Armut meyveleri, sakkaroz, fruktoz, glikoz, sorbitol ve fumarik, malik, sitrik asit gibi organik asitleri içerir (Colaric *et al.* 2006).

Meyvenin kimyasal bileşenlerindeki farklılıklar olgunluk aşamasına, çevresel faktörlere (Colaric *et al.* 1999), bir meyve bahçesinde uygulanan kültürel uygulamalara (Peck *et al.* 2006), depolama koşullarına (Roth *et al.* 2007) bağlı olarak ortaya çıkabilir.

Armut yüksek oranda K, P, Mg, Ca, Na ve Fe elementleri içermektedir. Bu yüzden insan sağlığı açısından tüketimi önemlidir. Armutun 100 gramında 116 mg K, 12 mg P, 10 mg Ca, 7.1 mg Mg, 2.1 mg Na ve 3.27 g lif bulunduğu saptanmıştır (Fröleke 2001). Armut diyetisyenler tarafından diyet listelerince çokça tercih edilen bir meyvedir. Kabuğu ile birlikte tüketilirse iyi bir lif kaynağıdır ve sindirimi kolaylaştırıcı etkisi vardır. Armutun kabuğundaki lifin önemli bir kısmı pektindir. Pektin vücutta kolesterolü dengeler ve çevresel toksinlere karşı koruyucu özelliği bulunmaktadır. Yağ ve protein içeriği düşük olan bir meyvedir (Özbek 1978, Chen *et al.* 2006).

## **2.4 Armutun Üretimi ve Tüketim Çeşitleri**

Armut taze meyve şeklinde tüketime sunulabildiği gibi meyve suyu, şurup, konserve ve kurutulularakta sunulabilmektedir. Toplam üretilen armutun %80' i taze olarak, %20' lik kısmının bir bölümü ise kurutulularak tüketilmektedir. Geri kalanı püre, konsantre, nektar, berrak armut suyu, pulplu meyve suyu üretiminde kullanılmaktadır. Sofralık tüketimin yanında kuru armut; gıda sanayinde hammadde ve katkı maddesi (meyveli dondurma, yoğurt, tahıl, unlu mamüller) olarakta kullanılabilmektedir (Chen *et al.* 2006, İtai 2007, Komes *et al.* 2007).

Yılın belirli bir mevsiminde temin edilen ürünün tüketilinceye kadar geçen sürede en az kayıpla saklanabilmesi için soğukta saklama, dondurma, kurutma, kimyasallarla muamele, ışınlama gibi yöntemler kullanılabilmektedir (Cemeroğlu ve Acar 1986).

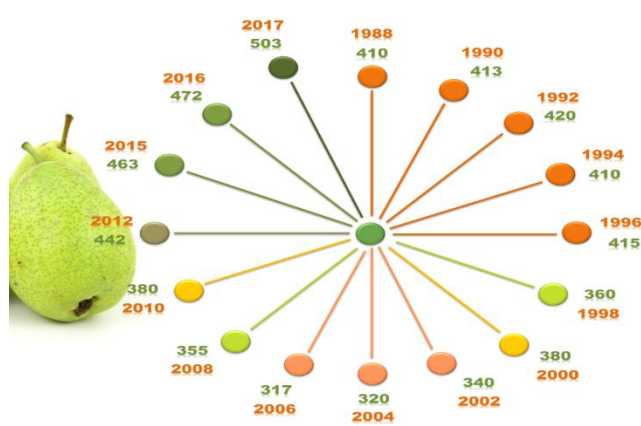
Bitkisel Üretim Verilerine göre ; (Çizelge 2.1, Çizelge 2.2, Resim 2.1, Resim 2.2) armut üretim miktarı 2016 yılında 472.250 ton olarak açıklanmıştır. 2017 yılında ise 503.004 ton olarak belirlenmiştir. Bir önceki yıla göre % 6.5 artış göstermiştir. 2017 yılında Armut, Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri Üretiminden % 2,4 pay almıştır (İnt.Kyn.3).

**Çizelge 2.1** Meyve Üretim Miktarları-1 (ton) (İnt.Kyn.4).

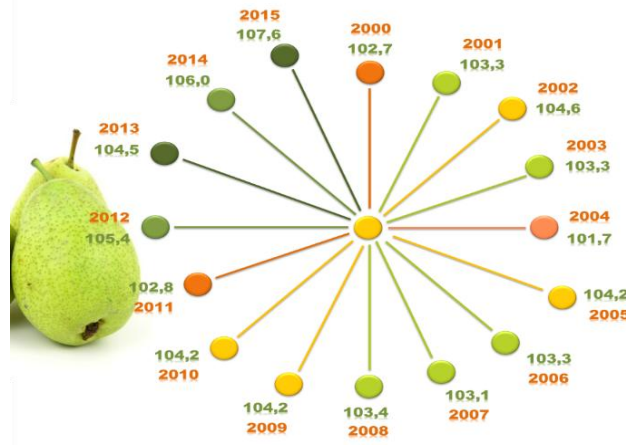
|       | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Armut | 386.382 | 442.646 | 461.826 | 462.336 | 463.623 | 472.250 | 503.004 |

**Çizelge 2.2** Meyve veren- vermeyen ağaç sayısı ( x 1000 ) (İnt.Kyn.3).

|                                   | 1988    | 1998    | 2008    | 2016    | 2017    |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Meyve veren armut ağacı sayısı    | 11.654  | 11.000  | 9.877   | 11.193  | 11.265  |
| Meyve vermeyen armut ağacı sayısı | 3.368   | 2.072   | 1.855   | 2.798   | 2.687   |
| Üretim (ton)                      | 410.000 | 360.000 | 355.476 | 472.250 | 503.004 |



**Resim 2.1** Armut üretim miktarının (1988-2017) yıllara göre değişimi (x1000) (İnt.Kyn.3).



**Resim 2.2** 2000-2015 yılları arasındaki Armutun yeterlilik derecesi (%) (İnt.Kyn.3).  
Yeterlilik Derecesi: (kullanılabilir üretim / Yurt içi kullanım ) x 100

## 2.5 Armutun Sağlık Açısından Faydaları

A, B, C vitaminleri içeren armut kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum ve demir gibi çeşitli mineraller içermektedir. Lif içeriği açısından da zengindir. 100 gramında 58 kalori vardır. Sindirim sistemini düzenleyerek hazımsızlığı ve yiyeceklerin sindirimini kolaylaştırarak kabızlığı önlemektedir. Bağırsak fonksiyonlarını düzenler. İdrar söktürür. Kolesterolü düşürmeye yardımcı olur. Lifli bir yapıya sahiptir. Yüksek miktarda glikoz ve fruktoz içermesi sebebiyle vücudu zinde tutar, güç verir. Yüksek oranda kalsiyum içermesi sebebiyle kemik ve dişleri kuvvetlendirir. Kemik erimesine karşı bir önlem olabilir. Bağışıklık sistemini kuvvetlendirir. Nezle, grip hastalıklarına karşı içerdiği vitaminlerle vücut direncini artırır. Vücuttaki üre gibi zararlı maddelerin dışarı atılmasına yardımcı olur ve bu şekilde böbreklerin düzenli çalışmasını sağlar. Ayrıca böbreklerde oluşan kum ya da taşların kolay dökülmesinde etkilidir (İnt.Kyn.1)

## 2.6 Kurutma Teknolojisi

Kurutma, gıdada bulunan uçucu maddelerin ısı uygulayarak buharlaştırılması işlemine denir (Jayamaraman and Gupta 2006). Kurutma işlemi, suyun kurutma ürününün iç kısmından buharlaştığı yüzeye göç ettiği bir ısı ve kütle aktarım olgusudur.

Isı, çevreleyen havadan ürünün yüzeyine aktarılır. Bu sıcaklığın bir kısmı, ürünün iç kısmına aktararak, sıcaklıkta bir artışa ve su buharının oluşmasına neden olmakta ve

kalan miktar, nemin yüzeyden buharlaşmasında kullanılmaktadır (El-Ghetany 2006). Ürünlerin kurutulmasındaki temel amaç, nem içeriğinin uzun bir süre boyunca güvenli bir şekilde depolanmasını sağlayan bir seviyeye indirgenmesidir. Nemin uzaklaştırılması, mikroorganizmaların çoğalmasına ve nemle alakalı bozunma reaksiyonlarının çoğunu en aza indirir. Ambalaj, depolama ve nakliye maliyetlerini en aza indirerek, ağırlık ve hacimde önemli ölçüde azalma sağlar ve ürünün ortam sıcaklıklarında saklanması sağlar (Mujumdar 1995).

Kurutma, en yaygın olan gıda muhafaza şeklidir. Bu yöntem malzemenin su ve mikrobiyolojik aktivitesini önemli ölçüde azalttığı için gıda stabilitesini ve dayanıklılığını artırır. Ayrıca depolanması sırasında fiziksel ve kimyasal değişiklikleri en aza indirir (Hatamipour *et al.* 2007). Kurutulmuş gıda ürünleri, depolanırken çeşitli ürün böcekleri tarafından zarar görebilir. Böcekler tarafından istila, iyi bir sanitasyon, onaylanmış bir kimyasal fümigant ile fümigasyon ve yeniden istilaya karşı fiziksel koruma kullanımıyla en aza indirilebilir. Işınlama, ısı işlemleri ve kontrollü atmosferler böcek kontrolü için ek araçlar sağlar. Kurutulmuş gıda ürünlerinde %1' in altındaki oksijen seviyeleri olumsuz semptomları geciktirmede etkilidir (Kader vd. 2002).

Gıdaların kurutularak dayandırılması toplumumuzla da alakalandırılır. Göçebe olarak yaşanan dönemlerde gıdaların fazlası kurutularak saklanmıştır. Böylelikle taşınması ve muhafazasında da kolaylık sağlanmış olup gidilen yerlerde hazır gıda olarak tüketilmiştir. Yerleşik hayata geçildikten sonra da bu düzen devam etmiş hasattan sonra hemen tüketilmeyecek olan fazla yiyecekler kurutularak kışın tüketilmek üzere muhafaza edilmiştir (Cemeroğlu 2004b, Ayhan 2005, Acar vd. 2006).

Gıdaların kurutularak muhafaza edilmesi ilk çağlara kadar uzanmış olsa da bu yöntemin endüstriyel boyuta geçişi 18. yüzyılda olmuştur. İngiltere'den Kırım'da savaşan askerlere kurutulmuş sebzelerin gönderilmesi kurutma endüstrisinin en çok askeri alanda geliştiğini göstermektedir. Birinci Dünya Savaşı boyunca gemilerle 4500 ton kurutulmuş sebze taşınmıştır (Vega-Mercado *et al.* 2001). Bizden daha önce 1919'lu yıllarda Amerika taze fasulye, lahana, havuç, kereviz, patates, ıspanak, tatlı mısır, şalgam ve çorbaya konulan sebzeleri kurutarak işleyip tüketime sunmaya başlamıştır

(Vega-Mercado *et al.* 2001). Ülkemizde 1965' te kurulan endüstriyel kurutma tarzındaki ilk tesis sebze kurutmak amacıyla Yenice' de hizmete açılmıştır (Bingöl 1992).

Son zamanlarda orijinal özelliklerini daha fazla koruyan işlenmiş ürünler için tüketici talebi de artmaktadır. Endüstriyel anlamda bu, işlemenin olumsuz etkilerini en aza indiren işlemlerin geliştirilmesini gerektirmektedir. Gıdaların kurutulması durumunda uçucu ve hoş koku kaybını, renk ve dokudaki değişiklikleri ve besin değerinde bir düşüş olduğunu göstermektedir. Ayrıca, kurutulmuş gıdalardaki enzim aktivitesi ve mikrobiyal aktivite, ürün kalitesini ve raf ömrünü etkileyen temel parametrelerdir. Bu çıkarların yanı sıra, kurutulmuş gıda maddelerinin rehidrasyon özellikleri çok önemlidir. Kurutulmuş gıdaların seri üretimi genellikle konvektif kurutucular kullanılarak gerçekleştirilir. Bu kurutma işlemi, renk, lezzet (tat ve aroma) ve doku ile ilgili kalite kayıplarından mustarıptır, rehidrasyon genellikle düşüktür. Sert bir dış kabuk oluşumu ve büzülme ana problemlerdir. Son yıllarda, proses koşullarını veya ön muameleleri değiştirerek kurutulmuş ürünlerle kalitenin kalıcılığını arttırmak, önemli bir araştırma hedefi olmuştur (Cohen *et al.* 1995).

Kurutma ana hedefleri aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Sokhansanj and Jayas 2006);

Çoğu meyve ve sebze %80' den fazla su içerir ve bu nedenle çok çabuk bozulabilir. Bir kurutulmuş gıda, bakteri, küf ve böceklerin büyümesinden kaynaklanan bozulmaya daha az duyarlıdır. Birçok mikroorganizma ve böceklerin aktivitesi, denge bağlı neminin %70' in altında olduğu bir ortamda inhibe edilir. Benzer şekilde, gıdaların raf ömrünü kısaltan olumsuz oksidatif ve enzimatik reaksiyon riski de azalır.

Yiyeceklerin birçok elverişli özelliği ve besin değerleri kurutularak arttırılabilir. Sindirilebilirlik ve metabolik dönüşümler artırılır. Kurutma ayrıca renk, lezzet ve genellikle bir gıda maddesinin görünümünü değiştirir. Bu değişikliğin kabulü son kullanıcı tarafından değişir.

Kuru bir ürünün ambalajlanması, taşınması ve taşınması daha kolay ve daha ucuzdur çünkü bir ürünün ağırlığı ve hacmi kuru halde daha azdır. Kuru bir ürün, ıslak bir



üründen daha kolay akar; Bu nedenle yerçekimi kuvvetleri, yükleme ve boşaltma ve kısa mesafe çekme için kullanılabilir

Kurutma ayrıca gıda sanitasyonunun bir aracı olarak da kullanılmıştır. Isı ve nem yayılımı sırasında böcekler ve diğer mikroorganizmalar tahrip olmuştur.

Meyve ve sebzeler insan beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. İnsan diyetine lezzet ve çeşitlilik sağlamanın yanı sıra, önemli vitamin ve mineral kaynakları olarak hizmet ederler. Bitki ürünlerinin selülozları, hemiselülozları, pektik maddeleri ve lignin karakteristikleri, diyetin oluşturduğu liflerdir ve insan diyetindeki değeri son yıllarda giderek artmaktadır.

Kurutma işlemi eski zamanlarda kışın gıdaya ulaşmanın zorluğundan kaynaklı olarak ya da eldeki fazla olan gıdayı saklama amaçlı keşfedilmiş olsa da günümüzde bu işlem yeni lezzetlerin keşfi ve yeni ürün elde etmek için birçok gıdaya uygulanmaktadır.

## 2.7 Ön İşlemler

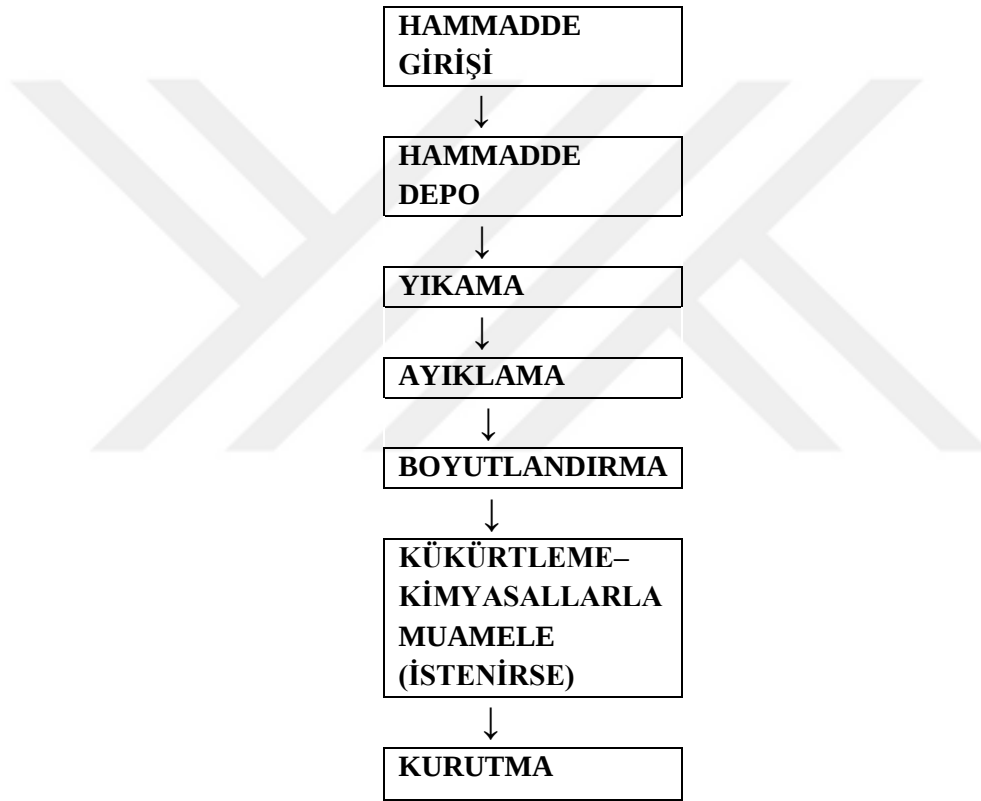
Gıdaları kurutmadan önce daha hijyenik hale getirmek, mikrobiyal gelişimi önlemek, renk, tat, besin değeri gibi unsurları korumak ve standartlara uygun sınıflandırma yapabilmek için fiziksel ve kimyasal olarak yapılan uygulamalara ön işlem denilir. Yapılacak ön işlemler kurutulacak gıdanın yüzey alanına, temizlik oranına ve büyüklük veya küçüklüğüne göre değişiklik gösterebilmektedir.

Ön işlemlerin amacı kaliteli bir son ürün elde etmek ve verimli bir kurutma işlemini sağlayabilmektir (İnt.Kyn.5). Ön işlemler enzimleri etkisiz hale getirerek renk kaybını önler, doku yapısını gevşeterek kuruma süresini azaltır ve iyi kalitede kurutulmuş bir ürün verir (Kingsly *et al.* 2007b).

Her gıdada farklılık gösterebilmekle birlikte genel olarak kullanılan kurutmadan önceki işlemler Şekil 2.1’ de görüldüğü üzere; yıkama, ayıklama, sınıflandırma, kabuk soyma, dilimleme ve çekirdek çıkarma işlemidir. Ayrıca gıdanın yapısına göre bazı meyvelerde

haşlama, bazılarında alkali çözeltisine daldırma, bazılarında ise kükürtleme işlemi yapılabilmektedir (Ayan 2010).

Meyvelerin kurutulmasını hızlandırmak için ticari olarak metil ve etil oleat gibi yağlı asit esterleri kullanılabilmektedir. Bir miktar etil oleat veya başka uygun bir bileşik (genellikle, ıslatıcı maddeler ve emülsiyonlaştırıcılar olarak kullanılan yağlı asit türevleri) çözeltisine mumlu meyveleri daldırmak, kuruma süresini büyük ölçüde azaltır (Radler 1964, Bolin, Petrucci and Fuller 1975, Tulasidas, Raghavan and Norris 1996).



**Şekil 2.1** Armut kurutma akış şeması.

## 2.8 Kurutma Yöntemleri

Kurutma işleminin amacı en az maliyet ve en yüksek verimlilikte, istenilen kalitede kurutulmuş ürünü elde edebilmektir. Bundan yola çıkarak, meyveler ve sebzeler iki çeşit kurutma yöntemi kullanılarak kurutulabilmektedir. Kurutma yöntemine karar verirken materyalin nitelikleri, kurutulmuş ürünün kullanılma alanı, son üründe istenen

nitelikler, minimum ürün zararı, rehidrasyon yeteneği ve ekonomik koşullar göz önünde bulundurulmalıdır.

Güneşte kurutma yöntemi; farklı ülkelerde de kullanıldığı gibi ülkemizin birçok bölgesinde de kullanılmaktadır ve kurutma ürünlerin cinsine göre farklı zamanlarda tamamlanmaktadır. Güneşle kurutma işleminde sürecin yavaşlığı, çevresel kontaminasyona maruz kalma, havanın belirsizliği ve daha fazla el emeği gereksinimi gibi pek çok dezavantaj bulunmaktadır (Abdelhaq and Labuza 1987, Kostaropoulos and Saravacos 1995). Ayrıca fazla miktarda ürünün belirli bir standartta tutarlılık sağlayamaması gibi sorunlarda bulunmaktadır.

Kurutma işleminin kapalı alanlarda ve kontrol edilebilir koşullarda yapılması yöntemine "yapay kurutma" denir. Üründeki suyun uzaklaştırılarak orijinaline en yakın kaliteli son ürün elde etmek amaçlanmıştır. Kurutmada kullanılan ölçüt rehidrasyon kabiliyetidir yani ürünün kurutulduktan sonra su tutma kapasitesini ölçme işlemine dayandırılır, istenilen durum ilk ürünle arasında farkın olmaması ve ya çok az fark olmasıdır (Dadalı 2007).

Kurutma yöntemleri; kurutulacak üründeki suyun uzaklaştırılması için gerekli olan ısıнын kurutma cihazına iletilme şekillerine göre de sınıflandırılabilir. Bunlar; konveksiyon, kontakt ve radyasyonla kurutma olmak üzere 3 çeşittir. Konveksiyonel sistemlerde ürünün içindeki suyun buharlaştırma işlemi için gereken ısı gaz ile taşınmaktadır. Sıcak hava ürünün yanından, üstünden ve içinden geçirilir. Kontakt kurutma ise ürünün temas ettiği yüzeyden ürüne ısıнын taşınması şeklinde gerçekleşir ve bu kurutma yöntemine valsli kurutucular örnek olarak gösterilebilir. Radyasyon kullanılarak kurutma işleminde ise ürüne ısı direkt olarak radyasyon kaynağı ile iletilmektedir. Yani mikrodalga, dielektrik veya infrared gibi elektromanyetik enerji türlerinden yararlanılmaktadır (Cemeroğlu vd. 2003).

Güneşte kurutmada yeterli hijyenin sağlanamaması, standart şekilde kurutulmuş bir ürünün elde edilememesi, fazla işçilik gibi zorluklardan dolayı daha hızlı, güvenli ve kontrol edilebilir olan Sıcak hava (yapay) kurutucuları, alternatif bir kurutma

yöntemidir. Sıcak hava kurutucuları kullanılarak daha düzgün, hijyenik ve iyi bir ürün daha hızlı elde edilebilir (Karathanos and Belessiotis 1997, Doymaz ve Pala 2000a, 2000b).

Ancak sıcak hava kurutucuları da sıcaklıktan dolayı besin değeri kaybı, renk ve tatta da istenmeyen değişimlere neden olmaktadır (Calin-Sanchez *et al.* 2014). Mikrodalga ile kurutma yöntemi ise maksimum enerji verimliliği ile ısı kayıpları ve kurutma süresini azaltmaktadır ancak ürünler üzerinde standart bir kurutma alanı oluşturamaması, ekonomik açıdan maliyetli olması ve üründe oluşan kalite kayıpları gibi olumsuzluklar kullanım alanını sınırlandırmaktadır (Bhattacharya *et al.* 2015). Mikrodalga ve sıcak hava kurutma yöntemlerini birleştirerek birlikte kullanmak; bu yöntemlerin olumsuzluklarını azaltarak gıdaların kurutulmasında ürün kalitesini ve enerji verimliliğini arttıracak yeni bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır (Kumar *et al.* 2016).

## **2.9 Kurutma Hızı ve Kurutma Hızına Etki Eden Faktörler**

Kurutma hızı; kurutulmakta olan gıdanın birim zamanda kaybettiği nem miktarıdır. Kurutma hızı ısı ve kütle transferine etki eden faktörler tarafından denetlenmektedir. Kurutma hızına etki eden başlıca faktörler; havanın sıcaklık derecesi, ortamın nemi, kurutucudaki hava hızı ve ürünün yüzey alanı gibi fiziksel faktörler ve bunun yanında ürünün bileşimi ve özgün nitelikleridir (Krokida *et al.* 2002, Cemeroğlu vd. 2003).

Sıcaklık; en önemli faktörlerden biridir. Sıcaklığın artmasıyla; difüzyon hızı ve havanın nem tutma kapasitesi artacağından ürünün kurutulma süresi kısılır bu avantaj gibi görünse bile bunun yanı sıra yüksek sıcaklıklarda yanma olabileceğinden besin değeri kayıpları da artar (Pratt 1974, Dadalı 2007). Ayrıca renkte ve tekstürde de sıkıntılara rastlanmaktadır.

Hava hızı; kurutucudaki kurutma havasının hızıdır. Gıdaya uygulanan sıcaklıktaki kurutma havasının gıdadan absorplayabileceği nem miktarı sınırlıdır. Yüksek hava hızında havanın sirkülasyonu daha hızlı olacağından doymuş hava ile doymuş olmayan

havanın yer değişimi daha kolay olacaktır böylelikle gıdanın yüzeyinden nem daha hızlı absorplanabileceği için kuruma hızı daha kısa sürede gerçekleşecektir (Dadalı 2007).

Kurutma sırasında yüksek sıcaklıktan kaynaklı ürünün yüzeyinde oluşabilecek olan film tabaka alt tabakalardan yüzeye taşınan suyun dışarı çıkmasını engellenilmiş olacaktır. Bundan dolayı ürünün kuruması gecikir ancak hava hızı sürüklemek suretiyle bu tabakanın oluşumunu engelleyerek suyun buharlaşmasını kolaylaştıracaktır (Barbosa-Canovas and Mercado-Vega 1996).

Yüzey alanı; ısı ve kütle aktarım hızını etkiler. Geniş yüzey alanı yani nemin uzaklaşacağı bölge alanın fazla olması, daha çok buharlaşma demektir. Ve dilimlerin ince, küçük parçacıklar halinde olması ısının gıdanın merkezine daha kısa sürede ulaşmasına yardımcı olmaktadır. Bu yüzden geniş yüzey alanı ve optimum dilim kalınlığı ideal olandır (Heldman and Hartel 1997).

Nem; Kurutulan gıdanın içerdiği nem miktarı ortamda bulunan su buharı miktarına göre değişiklik göstermektedir. Ortamın nemi arttırıldığında ve azaltıldığında maddedeki nem değişimi farklı karakteristiklere sahip olmaktadır (Anonim 2004).

Gıdanın Yapısı; Gıdanın yapısında bulunan su ve makro-mikro bileşenler (karbonhidrat, yağ, protein; vitamin ve mineraller) kurutulacak gıdanın cinsine göre değişiklik göstermektedir. Bu bileşenlerin çeşit ve miktarı kurutma hızını önemli ölçüde etkilemektedir.

## **2.10 Kurutma Sırasında Meydana Gelen Değişiklikler**

Kurutma sırasında meydana gelen kimyasal, fiziksel, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimler gıdalarda; kalite kaybına, besin değerinin düşmesine ve tüketiciler tarafından kötü olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır (Baker 1997).

## **2.10.1 Fiziksel Değişimler**

### **2.10.1.1 Yöresel Kuru Madde Birikimi**

Yöresel kuru madde birikimi kuru maddenin hareketine bağlıdır. Kurutma işleminde yüzeydeki suyun buharlaşmasıyla birlikte merkezdeki suyun tekrar yüzeye doğru hareketi söz konusudur. Suyun dokudaki hareketi sıvı hareketi şeklindeyse bu sıvıyla birlikte suda çözünen alt tabakalardaki maddeler de bu işlemle taşınır ve yüzeye çıkan su buharlaştıktan sonra yüzeyde kuru madde birikimi gözlemlenmektedir.

### **2.10.1.2 Kabuk Bağlama**

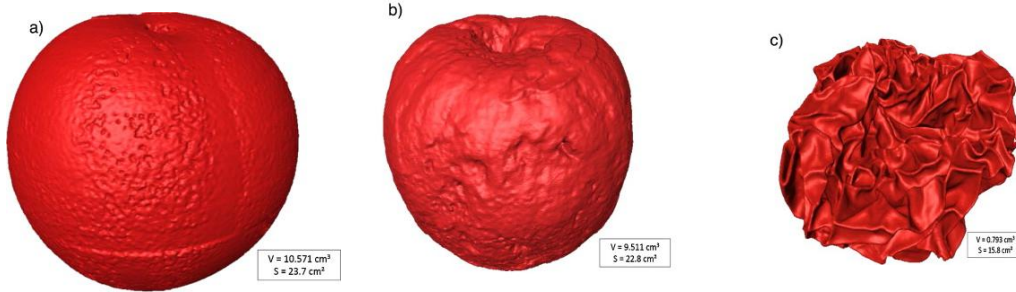
Kurutma şartlarının yanlış seçiminden kaynaklıdır. Yüksek sıcaklık uygulanan ürünün yüzeyinde sert bir kabuk oluşur ve büzülmeyi engeller. Alt katmanlar kuruyup büzülse de sert kabuk kendi yapısını korur. Kabuk bağlanma istenmeyen bir durumdur ayrıca kurutma hızını da yavaşlatır kurutma şartları uygun seçilerek bu oluşum engellenebilmektedir (Cemeroğlu vd. 2003).

### **2.10.1.3 Yapıda Büzülme**

Kurutmanın ilk aşamalarında yüksek sıcaklık uygulamasıyla birlikte, meyve ve sebze parçalarının hacmindeki daralma, buharlaşma ile kaybedilen su miktarına neredeyse eşittir. Yani daha fazla su buharlaştıkça daha fazla büzülme olur. (Resim 2.3) Dış tabaka sertleşir ve son hacim sabitlenir. Ancak düşük kuruma oranlarında, parçalar şekil değişikliği ile küçülür. Kurutma ilerledikçe, dokular içsel olarak açık bir yapı oluşturduğunda bölünür ve kırılır. Hacimde küçülme daha azdır ve daha sonraki aşamalarda hacimde önemli ölçüde azalma olmaz (Maskan 2001).

Yapının çökmesi ve gıda maddelerinin dehidrasyona uğradığı durumlarda gözeneklilikteki değişiklikler doku dahil tüketiciler tarafından algılanan önemli organoleptik özellikler için çok önemlidir (Karatanos *et al.* 1993). Bu fiziko-kimyasal

özellik, rehidrasyon kapasitesi ve nihai su dağıtımı ile birlikte, kullanılan dehidrasyon rejimlerine bağlı olarak farklı derecelerde etkilenir (Ayrosa 2003).

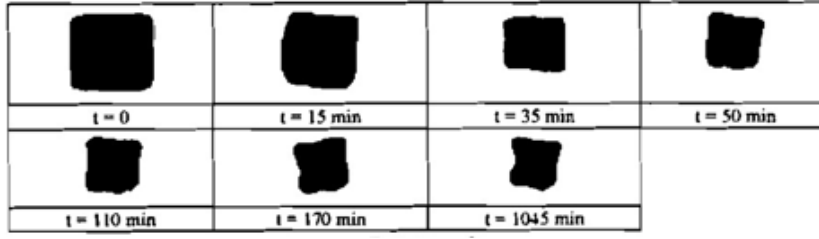


**Resim 2.3** Yapıda büzülme.

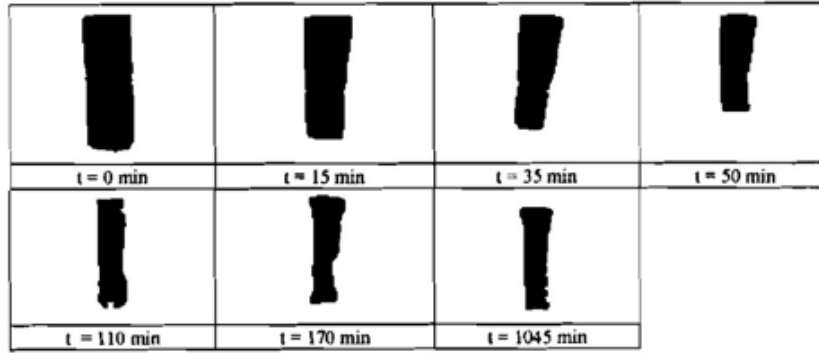
#### 2.10.1.4 Kitle Yoğunluğundaki Değişmeler

Kitle yoğunluğu Resim 2.4 ve Resim 2.5’ te görüldüğü üzere bir materyalin birim hacminin ağırlığına denilmektedir ve kurutulmuş ürünün kalite olgusudur. Kurutulmuş bir ürünün kitle yoğunluğu, onun kurutulmasında uygulanan koşulların bir belirteçidir. Aynı ürünün, düşük kitle yoğunluğunda veya yüksek kitle yoğunluğunda olmasının olumlu ve olumsuz yönleri vardır. Kitle yoğunluğu düşük olanlar tüketici tarafından tercih edilir. Çünkü ilk olarak satın alınan aynı ağırlıktaki ürün, daha fazla görülür ve bunların rehidrasyon yetenekleri daha iyidir. Kurumuş ürün orijinaline daha fazla benzer. Yoğunluğu fazla olan kuru ürünler, özellikle bunları başka ürünlere işleyen imalatçılar tarafından tercih edilirler (Cemeroğlu vd. 2003).

Yığın yoğunluğu, genellikle gözeneklilikle ters orantılıdır, böylece yüksek gözenekli malzemenin düşük yığın yoğunluğuna sahip olması sağlanır. Bu iki özellik kurutulmuş malzemelerin rehidrasyonunda ve ayrıca kullanım ve ambalajlama yönlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Gözeneklilik ayrıca, bir gıda maddesinin kurutma sırasında maruz kaldığı büzülme derecesi hakkında bir gösterge verir, bu da bitmiş ürünün boyutunu ve şeklini belirler (Ayrosa 2003).



**Resim 2.4** Patates küplerinin zamana bağlı değişimi (Mulet *et al.* 2000).



**Resim 2.5** Patatesin zamana bağlı değişen paralel yüzey görünümü (Mulet *et al.* 2000).

#### 2.10.1.5 Kurutulmuş Ürünün Rehidrasyon Yeteneği

Kuru malzemenin nemlendirilmesi işlemi rehidrasyon olarak adlandırılır. Kurutma kalitesini belirleyen bir parametredir. Yüksek miktarda su uygulanarak meydana gelir. Uygulamada, kurutma sırasındaki değişikliklerin çoğu geri dönüşümsüzdür ve rehidrasyon, basit bir şekilde dehidrasyona geri döndürülebilir bir süreç olarak düşünülemez (Rahman 2001 ve 2007). Genel olarak, su emme işlemi işlemin başlangıcında hızlıdır ve daha sonra işlemin sonuna kadar yavaşlar. Bu hızlı nem alımı yüzey ve kılcal emme şeklinde oluşur ve rehidrasyon denir.

Rahman ve Perera (1999) ve Lewicki (1998) çalışmalarında rehidrasyon sürecini etkileyen faktörleri göstermiştir. Bu faktörler, yüzeye yakın gözeneklilik, kılcal boşluklar, sıcaklık, sıkışmış hava kabarcıklarıdır. Yüzeye yakın gözeneklilik ve kılcal boşluklar rehidrasyon sürecini arttırırken, hapsolmuş hava kabarcıklarının varlığı akışkanın ürüne nüfuz edememesi için önemli bir engeldir. Boşluk veya hava boşlukları su ile dolduruluncaya kadar su, katı fazı boyunca ürüne nüfuz eder. Doğrudan kurutma



için kullanılan işleme koşullarına ve kullanılan kurutma yöntemine bağlıdır. Dolayısıyla, kurutulmuş ürünün gözenekliliğine de bağlıdır.

### **2.10.2 Kimyasal Değişimler**

Kimyasal değişiklikler kendisini, kurutulmuş ürünün veya rehidre edilmiş ürünün, rengine, lezzetinde, tekstüründe, viskozitesinde, beslenme değeri ve depolama stabilitesinde gösterir. Her üründe bu değişmeler farklı düzeyde ve ürüne özgü gerçekleşir ayrıca bu değişmelerde kurutma sıcaklığı ve süre en önemli etkidir (Cemeroğlu vd. 2003). Kimyasal esmerleşme reaksiyonları, gıdaların saklanması esnasında gerçekleşen ve ürün kalitesini olumsuz etkileyen reaksiyonlardır.

#### **2.10.2.1 Renk Esmerleşmesi**

Meyve ve sebze ürünleri genellikle, çoğu bitki dokusunda polifenoloksidaz adı verilen doğal olarak oluşan bir enzime substrat olan fenolikleri içerir. Bu enzimatik reaksiyon kurutma, depolama ve dağıtımda kahverengi pigmentler oluşturmak üzere daha sonra da polimerize olan okside olmuş fenolik formları oluşturmaya devam etmektedir. Kurutma ve saklama sırasında oluşabilecek diğer kimyasal reaksiyonlar Maillard reaksiyonu (indirgeyici şekerlerin aminoasitlerle reaksiyonu ile oluşturulan esmerleşme reaksiyonu), karamelizasyon ve askorbik asit esmerleşmesidir (Perera and Baldwin 2001).



**Resim 2.6** 80 °C 1,6 m/s' de kurutulmuş armut örneğindeki renk değişimi.

Renk esmerleşmesi kurutmadan önce, kurutma sırasında (Resim 2.6) ve depolama süresinde oluşmaktadır (Baloch *et al.* 1973, Cemeroğlu ve Acar 1986). Renk esmerleşmesi enzimatik veya enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu olabilir. Ancak, kurutulmuş ürünlerdeki renk esmerleşmesi daha çok enzimatik olmayan yolla meydana gelmektedir (McWeeny *et al.* 1974, Cemeroğlu ve Acar 1986).

Sıcaklık, nem miktarı ve pH kurutulmuş gıdaların kararma oranını etkileyen etmenlerin başında gelmektedir. Özel aroma ve renk karakteristiklerine katkıda bulunan oluşum ürünleri Maillard Reaksiyon Ürünleri olarak adlandırılır (Mlotkiewicz 1998, Tressl *et al.* 1999). Enzimatik olmayan renk kahverengileşmeleri olarak da bilinen bu reaksiyonlar pH, sıcaklık, su aktivitesi gibi faktörlere bağlı olarak renkli veya renksiz reaksiyon ürünleri oluşturur (Hidalgo *et al.* 2000).

#### **2.10.2.2 Besin Ögesi Kayıpları**

Gıdaların kurutulmasıyla özellikle gıdaların yapılarında bulunan yağda çözünebilir (A, D, E ve K Vitamini) ve suda çözünebilir (B ve C) vitaminlerin kurutma işlemi sırasında meydana gelen oksidasyon ürünleri ile reaksiyonları sonucunda vitamin miktarında azalma görülür (Hernandez *et al.* 2006). Kurutmanın erken döneminde, ürünün nem içeriği yüksek ve ürünün sıcaklığı nispeten düşük olduğunda, bazı vitaminlerin kaybına neden olan bir dizi enzimatik reaksiyon meydana gelebilir. Örneğin askorbik asit

oksidaz C vitamini tahrip edebilir, tokoferol oksidaz E vitamini tahrip edebilir, lipoksijenaz A vitamini ve beta karoteni tahrip edebilir. Bunların yanı sıra askorbik asit ve A vitaminin, kurutma ve sonrasında depolama sırasında kaybedildiği veya büyük ölçüde azaldığı iyi bilinmektedir. Kurutma ve depolama sırasında, Maillard türünün esmerleşmesine ve sonuçta besin kaybına yol açan şeker-amin reaksiyonları gibi bir dizi kimyasal etkileşimler meydana gelebilir (Damoderan 1996).

Vitamin kayıplarının azaltılabilmesi için kurutma süresi kısa tutulmalı ve depolanmaları sırasındaki sıcaklık, nem miktarı ve oksijen düzeyi düşük tutulmalıdır (Teymur 1999).

### **2.10.2.3 Duyusal Özelliklerdeki Değişimler**

Kurutma için olgunlaşmış meyveler lezzet açısından idealdir. Kurutma esnasındaki su kaybına bağlı olarak aroma maddeleri azalmaktadır.

Tüm bu beslenme değeri kayıplarına karşın şu husus unutulmamalıdır ki, kurutulmuş ürünler çeşitli besin maddelerini yoğun bir şekilde içerirler. Çünkü kurutma ile su uzaklaşmış ve geride yoğun bir kuru madde kalmıştır (Cemeroğlu vd. 2003).

### **2.10.3 Mikrobiyolojik Değişimler**

Su aktivitesi (aw) değeri 0.7 değerinin altına düşürülerek gıdanın, mikrobiyolojik değişimlere karşı daha dayanıklı hale getirilmesi sağlanabilir. Çünkü aktiflik için bakteriler 0.9, maya ve küfler ise 0.7 aw ister. Bu değerin altında mikrobiyolojik faaliyetler yavaşlar.

Kurutmada mikroorganizmalardan kaynaklı sorunların önlenilmesi için kurutma öncesi ön işlemlerdeki ve kurutma sırasındaki el hijyenine önem verilmesi gerekmektedir. Bu yapılmadığında, özellikle fekal kontaminasyonlar nedeniyle, son üründe mikroorganizma kaynaklı sorun çıkma ihtimali artmaktadır. *E.coli* gibi mikroorganizmaların son üründe bulunması onun satılamaması anlamına gelir (Ural 1996).

### **3. MATERYAL ve METOT**

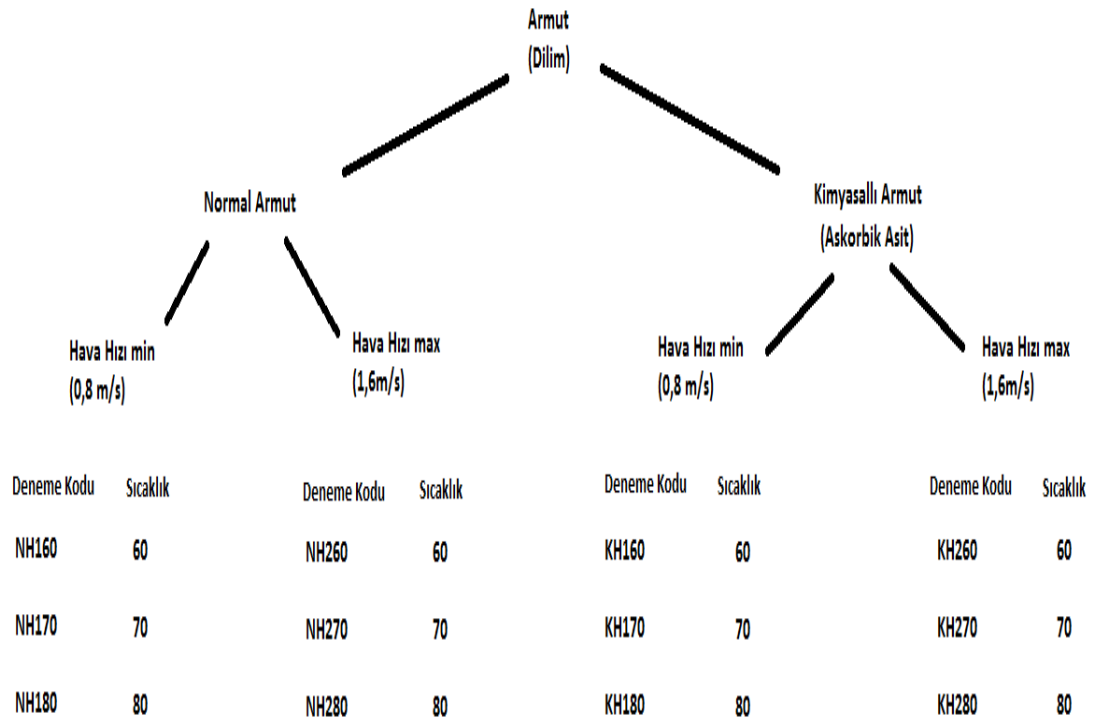
#### **3.1 Materyal**

Araştırmada kullanılan Deveci armudu Afyon ilindeki yerel marketlerinden temin edilmiştir. Deneylerde kullanılacak deveci armutlarının pH değeri  $4,19 \pm 0.04$  ve Brix değerleri  $13,9 \pm 0.1$  olarak ölçülmüştür. Kurutma işlemi için kimyasal olarak gıdaya uygun askorbik asit (Applichem; food grade) kullanılmıştır. Kullanılan diğer tüm kimyasallar analitik veya teknik özelliktedir.

#### **3.2 Armut Örneklerinin Hazırlanması ve Kurutulması**

Çalışmamızda kullanılan armutlar yıkanıp,  $0,6 \pm 0.1$  boyutlarda dilimlenmiştir. Askorbik asitle uygulaması için ise örnekler bu aşamadan sonra %2 (w/v)' lik askorbik asit çözelti içerisine 5 dk. süreyle daldırılmıştır. Daha sonra tüm örnekler kurutucu tepsisine sıralanmıştır. Kurutucuya konulmadan önce fotoğraflanmıştır. Askorbik asit kullanılmayan örnekler “normal armut” olarak, kullanılanlar ise “ kimyasallı armut” olarak nitelendirilerek Şekil 3.1’ deki gibi kodlanmıştır. Aşağıda gerçekleştirilen deney sonuçları 2 tekrar 3 tekerrürün ortalamaları alınarak verilmiştir.

Kurutma işlemi ve deneme planı aşağıdaki gibidir:



**Şekil 3.1** Kurutma işlemi ve deneme planı.

Kurutma işlemi özel olarak tasarlanmış laboratuvar ölçekli Defnelab konveksiyonel kurutma kabini ile yapılmıştır. Kurutucu ve kontrol panelleri Resim 3.1’ deki gibidir.



**Resim 3.1** Laboratuvar ölçekli kurutma kabini.

Bu sistem 60x80x80 cm ebatlarında, çalışılabilir sıcaklık aralığı 20-90 °C, çalışılabilir bağıl nem aralığı %20 - %95 arasında, çalışılabilir hava hızı 0-1.8 m/s arasında, çalışılabilir ağırlık 500g-5000 g (  $\pm$  %1) arasında ve sıcaklık-bağıl nem -ağırlık dijital göstergeli bir sistem olarak tasarlanmıştır. Numuneler için ise sistemde 40x60 cm boyunda, sabit olmayan paslanmaz çelik kafes telli 2 adet tepsisi mevcuttur.

### **3.3 Analizler**

#### **3.3.1 Refraktometrik Kuru Madde Tayini**

Kurutma öncesi örneklerin suda çözünür kuru maddenin tespiti refraktometre cihazı ile belirlenmiş (Atago Co., Japonya) ve sonuçlar briks derecesi (Bx °) olarak kaydedilmiştir.

#### **3.3.2 Su Aktivitesi Tayini**

Kurutma işlemi öncesi ve sonrasında örnek için aw tayini yapılmıştır. Su aktivitesi tayininde Higrolab 2 (Rotronik, İsviçre) su aktivitesi tayin cihazı kullanılmıştır. Cihazın ekranındaki değer sabitleninceye kadar beklenilip sabitlenen değer okunup kaydedilmiştir.

#### **3.3.3 Renk Tayini**

Kurutma işlemi öncesi ve sonrasında renklerini belirlemek amacıyla Choroma Meter CR-400 (Minolta, Japonya ) kalorimetresi kullanılmıştır.

Renk üç boyut ile gösterilir (Resim 3.2).

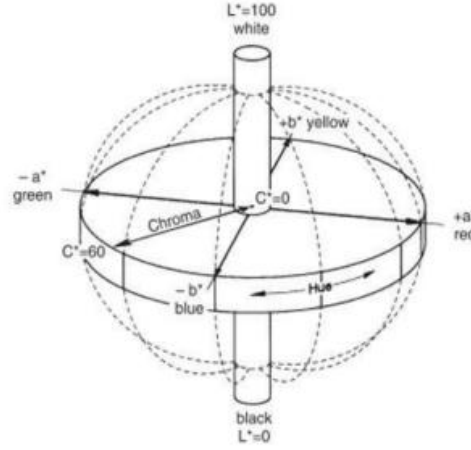
L\*: Rengin parlaklığı ( 0-100 arasındadır. Değer 100' e yaklaştıkça renk siyahtan beyaza geçiş yapar. )

a\*: Kırmızılık Yeşillik ( -60'tan +60' a yeşilden kırmızıya )

b\*: Sarılık Mavilik ( -60'tan +60' a maviden sarıya )

C\*: Renk (Chroma) değeri (0-60 renk değeri artışı gösterir.)

h: Renk canlılığını gösterir birimi derece (°)' dir.



**Resim 3.2** CIE L\*a\*b\* ve CIE L\*C\*h renk sistemleri (Xrite 2007).

Renk ölçümleri örnekler üzerinde üç farklı noktadan 3'er çakmanın sonucu tek bir okuma değeri olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

### 3.3.4 pH Tayini

Kurutma öncesi örneklerin pH değerleri OHAUS starter3100 pH metre cihazı ile tayin yapılmıştır.

pH metre; pH'sı bilinen pH 4, pH 7 ve pH 10' luk tampon çözeltilere batırılarak kalibre edilmiştir. Kalibrasyon sonrasında batırma tip elektrot saf su ile yıkanıp taze armuta batırılarak okunan değerler kaydedilmiştir.

### 3.3.5 Duyusal Analizler

Kurutulmuş armutların duyusal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü akademik personeli ve lisansüstü öğrencilerinden oluşturulan 15 kişilik panel grubu tarafından puanlama testi uygulanarak duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Panelistlere ön eğitim panelleri

uygulanmıştır. Duyusal analizler beyaz flüoresan ışığı altında gerçekleştirilmiştir. Panelistler örnekleri renk, doku, tat, genel beğeni açısından değerlendirmiş bu amaçla 1–5 skala (hiç beğenmedim- çok beğendim) arasında hedonik test kullanılmıştır (Altuğ 1993).

### 3.4. Nem Oranının Hesaplanması

Armut 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.

### 3.5 Rehidrasyon

Kurutulmuş örneklerin rehidrasyon işlemi ısıtılmalı su banyosunda (Memmert, Almanya) gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için 1/100 oranı ( 1 gr armut örneği için 100 gr su ) kullanılmıştır. İki sıcaklık (35 °C – 55 °C ) değerinde örneklerin zamana bağlı su tutma kapasiteleri kaydedilmiştir. Ağırlığın dengeye ulaşması ile deneyler sonuçlandırılmıştır.



#### 4. TARTIŞMA ve BULGULAR

##### 4.1 Farklı Sıcaklık ve Hava hızı Değerlerinin Armut Örneklerinin Kurutulması Üzerindeki Etkisi

###### 4.1.1 Su Aktivitesi değerlerinin değişimi

Bu çalışmada laboratuvar ölçekli kabin kurutucu kullanılarak kurutulan sade armut örneklerinin, kurutmadan önce ve sonra su aktivitesi değerleri ölçülmüştür ve Çizelge 4.1’ de gösterilmiştir. Bu değerlere göre taze armut örneklerinin su aktivitesi 0,998 iken 60-70-80 °C sıcaklıklarda kurutulduktan sonra ölçülen su aktivitesi 0,370-0,254-0,123 tür. Sıcaklığın artışı ile birlikte aynı oranda azaldığı gözlemlenmiştir. Aktaş ve Kara (2013), güneş enerjili ve ısı pompalı ısıtıcıda kivi örneklerinin kurutulması çalışmasında, su aktivitesi (aw) değerinin kurutulmanın etkisiyle 0,58-0,47 değerlerine düştüğünü tespit etmişlerdir.

Su aktivitesi gıdalarda mikrobiyal gelişimin gerçekleşmesi için gerekli kullanılabilir su olarak karşımıza çıkmaktadır. Kurutulmuş meyveler için aw değeri 0.7 olduğunda bu değer en yüksek güven sınırıdır. Genellikle yaşamsal faaliyetleri için bakteriler 0.9; maya ve küfler 0.7 su aktivitesi ister. 0.7 su aktivitesi değeri altındaki değerlerde ise mikrobiyolojik faaliyetler gerçekleşemez ( Ayan 2010 ).

**Çizelge 4.1** Sade armut örneklerinin su aktivitesi değerlerinin ölçüm sonuçları.

| Örnekler | Başlangıç aw değerleri | Kurutma sonunda aw değerleri |
|----------|------------------------|------------------------------|
| NH160    | 0,998                  | 0,370                        |
| NH260    | 0,998                  | 0,387                        |
| NH170    | 0,997                  | 0,254                        |
| NH270    | 0,998                  | 0,317                        |
| NH180    | 0,972                  | 0,123                        |
| NH280    | 0,997                  | 0,103                        |

Çizelge 4.1 ve 4.2’ den de görüldüğü üzere kütle dengesine ulaşana kadar kurutma işlemine devam edildiğinde son aw değerlerinin bu güven aralığının çok altında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla kurutma sonucu elde edilen deveci armutlarının aw değerleri göz önüne alındığında, bu tarz kurutulmuş meyve ve sebzeler için mikrobiyolojik anlamda güvenilir ürünler ortaya çıktığı görülmektedir. Bu ürünler genellikle meyve cipleri olarak karşımıza çıkmakta ve her yaş grubundan insanın gerek öğün aralarındaki açlığı bastırmak gerekse atıştırmalık olarak yaygın şekilde tüketebileceği sağlıklı gıdalar olarak tüketime sunulmaktadırlar (Gürbüz 2015).

**Çizelge 4.2** Askorbik asitli armut örneklerinin su aktivitesi değerlerinin ölçüm sonuçları.

| Örnekler     | Başlangıç aw değerleri | Kurutma sonunda aw değerleri |
|--------------|------------------------|------------------------------|
| <b>KH160</b> | 0,991                  | 0,307                        |
| <b>KH260</b> | 0,998                  | 0,347                        |
| <b>KH170</b> | 0,998                  | 0,327                        |
| <b>KH270</b> | 0,998                  | 0,275                        |
| <b>KH180</b> | 0,998                  | 0,130                        |
| <b>KH280</b> | 0,998                  | 0,176                        |

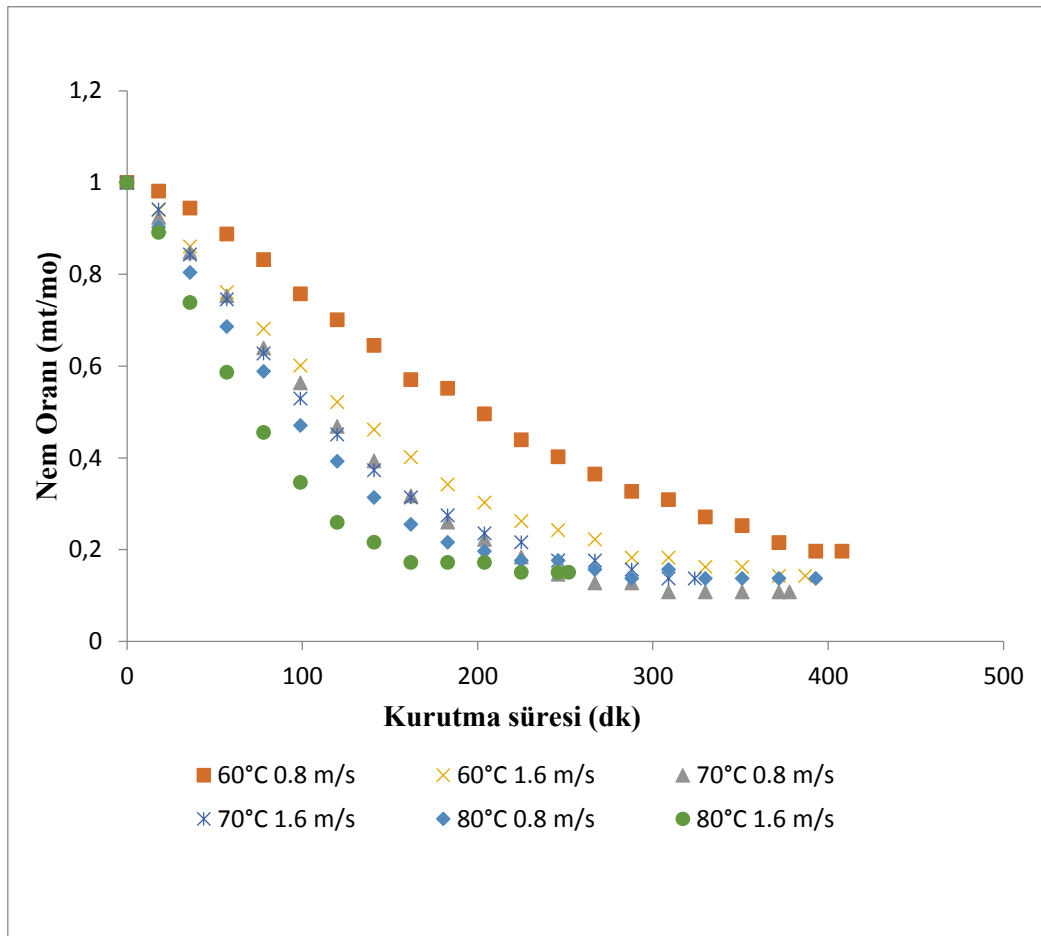
Çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde Özer (2010), sıcak havalı kurutucularda bazı tıbbi bitkileri (ısırgan otu) kurutma çalışmasında yaş ısırgan otu örneklerine ait su aktivitesi değerleri, % nem değerleri ile paralellik göstermektedir. Isırgan otu yaprağının kurutulmadan önceki su aktivitesi (aw) değeri 0.90 iken; 30-40-50-60 °C sıcaklıklarda kurutulduktan sonraki su aktivitesi değerleri 0.41, 0.40, 0.21 ve 0.16’ dır. Kurutma sıcaklığının artışıyla birlikte nem değerlerinin düşmesi su aktivitesinde büyük oranda azalmaya sebep olmuştur. Kurutma sıcaklığı arttıkça su aktivitesi değeri düştüğü belirlenmiştir.

Dağhan (2015), farklı kurutma koşullarında pul biber kurutma çalışmasında yaptığı su aktivitesi analizinde Taze kırmızıbiberde su aktivitesi değeri  $0.98 \pm 0.01$  olarak belirlenmiş ve kurutulduktan sonraki örneklerde (pul biber) su aktivitesinin  $0.27 \pm 0.002$  ile  $0.49 \pm 0.025$  arası değerler aldığı tespit edilmiştir. Benzer olarak Cano-Chauca vd.

(2004), yaptığı çalışmada 50-60-70 °C’ lerde yapılan kurutma sonunda yine bu çalışmada olduğu gibi, su aktivitesi değerlerinin yüksek sıcaklıklarda daha düşük değer aldığı tespit edilmiştir.

#### 4.1.2 Nem oranının değişimi

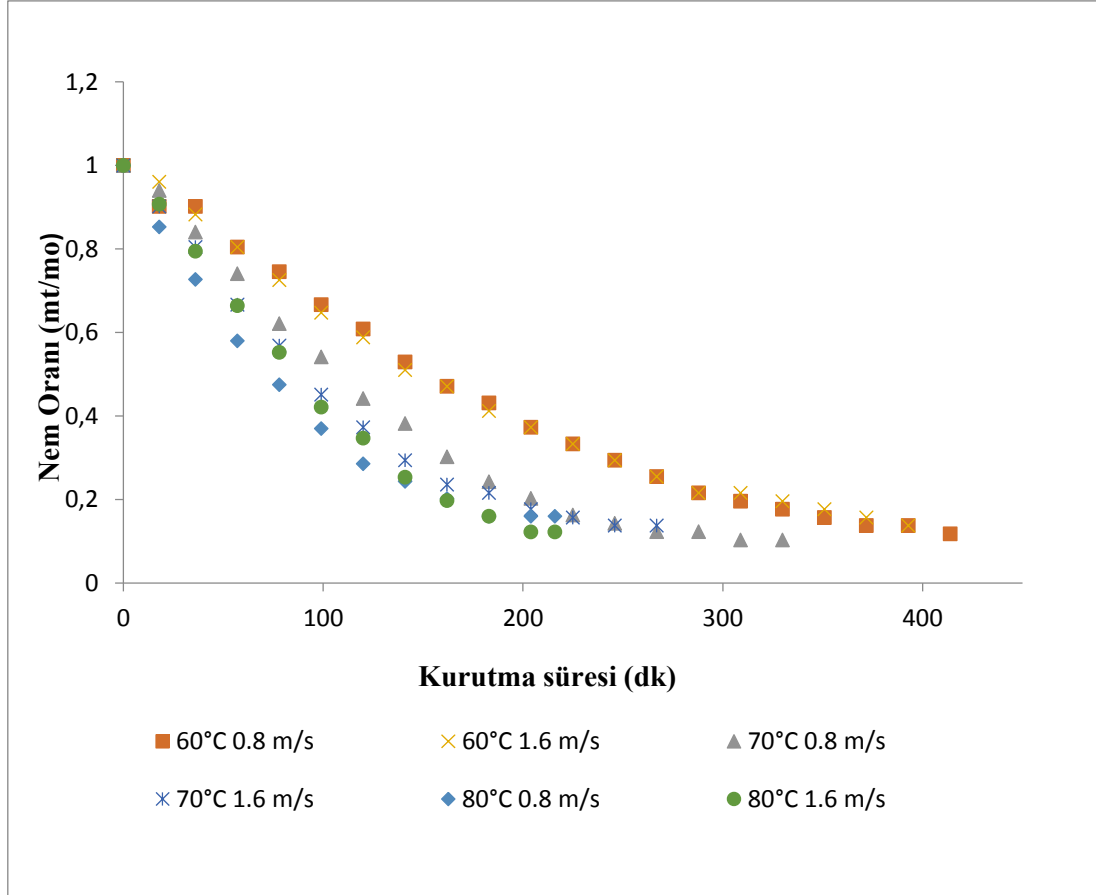
Farklı sıcaklık (60-70-80 °C) ve hava hızlarında (0,8-1,6 m/s) kurutulan armutun nem oranındaki değişim grafiği Şekil 4.1 ve 4.2’ de gösterilmiştir.



**Şekil 4.1** Farklı sıcaklık ve hava hızı değerlerinde kurutulan sade armut örneklerinin nem oranı değerlerinin zamana bağlı değişimi.

Genel olarak şekiller, hem 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 sıcaklık ve yüksek hava hızlarında (80 °C; 1,6

m/s) kurutma süresi ( dengeye gelme süresi) 200 dk civarında iken, bu değerler 60 °C ve 0,8 m/s hava hızında yaklaşık olarak 400 dk. nın altına düşmektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre genel olarak kurutma öncesi uygulanan ön işlemin (askorbik asit uygulaması) kurutma süresi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.2** Farklı sıcaklık ve hava hızı değerlerinde kurutulmuş askorbik asitli armut örneklerinin nem oranı değerlerinin zamana bağlı değişimi.

Askorbik asitli örnekler ile normal örneklerin kurutma süreleri incelendiğinde, genel olarak ön işlem uygulanmış armutların kurutma sürelerinin normal örneklere kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür.

Örneğin 80 °C, 0,8 m/s hava hızında kurutmanın dengeye gelme süresi normal örnek için yaklaşık 290 dk. civarında iken, askorbik asit ile muamele edilmiş örnek için bu süre yaklaşık olarak 220 dk. civarındadır. Bunun sebebinin muhtemelen yüzeyde uygulanan asit muamelesi yüzey pH sınırın değişmesi, dokularda değişen asitlik ile bir

takım değişikliklerin olması ve yüzeyden suyun uzaklaşmasında asit ile değişen dokusal yapının olumlu etkisi olduğu düşünülmektedir. Uygulamanın sabit nem oranına gelme sürelerine etkisi göz önüne alındığında, süre olarak yaklaşık %25' lik bir azalma gözlenmiştir. Doymaz (2010) tarafından elmalar üzerine yapılan bir çalışmada da sitrik aside daldırılarak n muamele uygulanmış elmalar ile kontrol grubu kıyaslanmış, sitrik asit uygulanan örneklerin kuruma sürelerinin kontrol örneklerine nazaran daha kısa olduğu tespit edilmiştir.

Benzer şekilde literatürde de kurutma hızı ve sıcaklığının kurutma süresi üzerine etkisini inceleyen çalışmalar mevcuttur. Demiray (2009), Kurutma işleminde domatesin Likopen,  $\beta$ -Karoten, Askorbik Asit ve renk değişim kinetiğinin belirlenmesi çalışmasında, 60-70-80-90-100 °C de kurutulan domates örneklerinin sıcaklık değerinin artmasıyla zamana bağlı nem oranındaki değişim süresi bizim çalışmamızla benzer olarak azaldığı gözlemlenmiştir. Yılmaz vd. (2017), kurutma koşullarının nar meyvesinin derisine etkisi çalışmasında 50-60-70 °C kurutma sıcaklıklarındaki nem oranı, zaman grafiği bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Doymaz (2010), Sitrik asit ve ağartma n işlemlerinin Amasya kırmızı elmasının kurutma ve rehidrasyonuna etkisi çalışmasında 55-65-75 °C' deki nem değişimleri sıcaklığın artışıyla, srenin kısalması bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

#### **4.2 Farklı Sıcaklık ve Hava hızı Değerlerinde Yapılan Kurutma İşleminin Armut rneklerinin Renk Değişimi zerindeki Etkisi**

Renk, taze meyveler için olduğu kadar kurutulmuş ürünler için de önemli bir kalite kriteridir. Kurutma sırasında da renkte esmerleşmeler ve pigment degradasyonları meydana gelmektedir. Renk esmerleşmeleri genelde enzimatik veya enzimatik olmayan yolla olabilmektedir. Fakat kurutma sürecinde olan renk esmerleşmeleri (kararmalar) genellikle enzimatik olmayan yolla meydana gelmektedir (Cemeroğlu ve Acar 1986) ve kurutma koşulları büyük ölçüde esmerleşmeyi etkilenmektedir.

#### 4.2.1 L\* (parlaklık) değeri değışimleri

Farklı sıcaklık ve hava hızlarında kurutulan sade armut örneklerinin taze ve kurutulmuş L\* değeri ölçümlerinin ortalama değeri çizelge 4.3’ te belirtilmiştir. Yapılan çalışmada 60 °C’ de kurutulan örnekler hariç, hava hızının L\* değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi görülmemiştir ( $p > 0.05$ ).

Burada özellikle 60 °C’ de ki yüksek hava hızındaki olumsuz etkinin, diğer sıcaklıklarla kıyaslandığında 60 °C için kuruma süresinin uzun olması ve daha uzun bir kuruma süresinde, yüksek hava hızında kuru ürüne temas eden oksijen miktarının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sıcaklık artışı gıdalarda büyük ölçüde pigment degradasyonuna yol açmaktadır. Çizelgeye göre sıcaklık değeriindeki artış L\* değerini olumsuz etkilemiş, 60 °C’ de ölçülen parlaklık  $75,31 \pm 2,08$  iken 80 °C’ de parlaklık değeri  $65,81 \pm 2,82$  olduğu tespit edilmiştir. Yani sıcaklığın artışıyla birlikte L\* (parlaklık) değeri azalma gözlemlenmiştir. Doymaz vd. (2003), yaptıkları maydanozun kurutulması ile ilgili çalışmada 40-50-60-70 °C sıcaklıklarda yapılan kurutma işlemlerinde sıcaklığın artışıyla birlikte L\* (parlaklık) değerinin azaldığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.3** Sade Armut örneklerinin taze ve kuru “L\* değeri” değışim verileri.

| Örnekler | Başlangıç renk değeri | Kurutma sonunda renk değeri |
|----------|-----------------------|-----------------------------|
|          | L*                    | L*                          |
| NH160    | $72,99 \pm 1,44$      | $75,31 \pm 2,08$            |
| NH260    | $73,02 \pm 2,51$      | $70,12 \pm 3,33$            |
| NH170    | $71,85 \pm 3,05$      | $67,89 \pm 3,47$            |
| NH270    | $76,51 \pm 1,58$      | $69,08 \pm 5,04$            |
| NH180    | $72,07 \pm 2,32$      | $65,81 \pm 2,82$            |
| NH280    | $73,88 \pm 2,31$      | $64,48 \pm 3,80$            |

Farklı sıcaklık ve hava hızlarında kurutulan askorbik asitle muamele edilmiş örneklerin taze ve kurutulmuş haldeki  $L^*$  değeri ölçümlerinin ortalama değerleri çizelge 4.4’ te belirtilmiştir.

Askorbik asit ilk muamelede örneklerin rengini olumlu etkilese de kurutma sürecinde ısı işleme bağlı olarak askorbik asitin bozunması sonucunda askorbik asit etkisini yitirmektedir. Askorbik asitle muamele edilen örnekler için hava hızının etkisi incelendiğinde, normal örneklere benzer şekilde daha yüksek sıcaklıklarda daha kısa süren kurutma periyotları için  $L$  değerlerinde kısmen daha olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Renk değerleri ölçüm sonuçları incelendiğinde  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’ de  $0,8\text{ m/s}$  hava hızında (KH160) kurutulan örneğin  $L^*$  değeri  $69,87\pm 6,24$  iken  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’ de  $1,6\text{ m/s}$  hava hızında (KH260) kurutulan örneğin  $L^*$  değeri  $69,78\pm 2,42$  dir. Bu etki daha kısa sürede kurutmanın gerçekleştiği  $70$  ve  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’ ler için daha belirgindir. Sıcaklık ise normal örneklere benzer şekilde askorbik asitli örneklerde de  $L^*$  değerlerini düşürmüş yani kararmayı artırmıştır.

**Çizelge 4.4** Askorbik asitli Armut örneklerinin taze ve kuru “ $L^*$  değeri” değişim verileri.

| Örnekler     | Başlangıç renk değerleri | Kurutma sonunda renk değerleri |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|
|              | $L^*$                    | $L^*$                          |
| <b>KH160</b> | $71,22\pm 0,87$          | $69,87\pm 6,24$                |
| <b>KH260</b> | $73,97\pm 0,81$          | $69,78\pm 2,42$                |
| <b>KH170</b> | $73,85\pm 1,19$          | $64,13\pm 4,52$                |
| <b>KH270</b> | $75,24\pm 1,49$          | $67,14\pm 3,59$                |
| <b>KH180</b> | $75,74\pm 1,80$          | $62,67\pm 6,76$                |
| <b>KH280</b> | $78,37\pm 2,84$          | $64,45\pm 3,26$                |

#### 4.2.2 $a^*$ (kırmızılık) değeri değişimi

Farklı sıcaklık ve hava hızlarında kurutulan sade armut örneklerinin taze ve kurutulmuş haldeki  $a^*$  (kırmızılık) değeri ölçümlerinin ortalama değerleri Çizelge 4.5-4.6’ da

belirtilmiştir. Bu renk ölçüm sonuçlarına göre sıcaklığın artışıyla birlikte  $a^*$  değerlerinde artış gözlemlenmiştir.

**Çizelge 4.5** Sade Armut örneklerinin taze ve kuru “ $a^*$  değeri” değişim verileri.

| Başlangıç renk değerleri |           | Kurutma sonunda renk değerleri |
|--------------------------|-----------|--------------------------------|
| Örnekler                 | $a^*$     | $a^*$                          |
| NH160                    | 2,65±0,17 | 8,80±0,65                      |
| NH260                    | 3,49±0,61 | 10,08±1,98                     |
| NH170                    | 3,03±0,45 | 8,44±0,89                      |
| NH270                    | 2,74±0,28 | 11,11±2,22                     |
| NH180                    | 2,74±0,39 | 12,47±2,79                     |
| NH280                    | 2,84±0,79 | 12,02±2,61                     |

**Çizelge 4.6** Askorbik asitli Armut örneklerinin taze ve kuru “ $a^*$  değeri” değişim verileri.

| Başlangıç renk değerleri |           | Kurutma sonunda renk değerleri |
|--------------------------|-----------|--------------------------------|
| Örnekler                 | $a^*$     | $a^*$                          |
| KH160                    | 2,96±0,10 | 7,42±0,79                      |
| KH260                    | 2,90±0,57 | 7,80±1,54                      |
| KH170                    | 2,60±0,10 | 11,32±1,95                     |
| KH270                    | 2,73±0,13 | 12,98±2,56                     |
| KH180                    | 2,76±0,14 | 13,48±2,89                     |
| KH280                    | 2,15±0,32 | 13,92±1,59                     |

Literatürde de benzer çalışmalar mevcuttur. Özer (2010), sıcak hava ile kurutma cihazı kullanılarak kurutulmuş olan ısırgan otu yapraklarının renk değerleri ölçülmüştür ve bu sonuçlar incelendiğinde  $+a^*$  (kırmızılık) değerlerinde ise sıcaklığın artışıyla birlikte bir



artış gözlemlenmiştir. Askorbik asitle muamele edilmiş örneklerde a\* değeri ön işlemsiz örneklerle göre daha yüksektir. Hava hızının belirgin bir etkisi bulunmamaktadır.

#### 4.2.3 b\* (+ sarılık, - mavilik) değeri değişimi

Farklı sıcaklık ve hava hızlarında kurutulan armut örneklerinin taze ve kurutulmuş haldeki b\* (+ sarılık, - mavilik) değeri ölçümlerinin ortalama değerleri Çizelge 4.7-4.8’ te belirtilmiştir. Bu renk ölçüm sonuçlarına göre sıcaklığın artışıyla b\* değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Literatürde de benzer çalışmalar mevcuttur. Özer (2010), sıcak hava ile kurutma cihazı kullanılarak kurutulmuş olan ısırgan otu yapraklarının renk değerleri ölçülmüştür ve bu sonuçlar incelendiğinde +b\* (sarılık) değerlerinde ise sıcaklığın artışıyla birlikte bir artış gözlemlenmiştir. Heybeli ve Ertekin (2007) ise farklı sıcaklıklarda elma dilimlerinin kurutulması çalışmasında renk parametrelerinden L\* (parlaklık) ve a (kırmızılık) değerlerinin sıcaklık değişiminden belirgin şekilde etkilenmediği ve birbirine yakın değerler aldığı belirlenmiştir fakat b (+ sarılık, - mavilik) değerlerinin sıcaklığın artışı ile birlikte arttığı gözlemlenmiştir.

**Çizelge 4.7** Sade Armut örneklerinin taze ve kuru “b\* değeri” değişim verileri.

| Örnekler | Başlangıç renk değerleri | Kurutma sonunda renk değerleri |
|----------|--------------------------|--------------------------------|
|          | b*                       | b*                             |
| NH160    | 7,59±0,69                | 17,51±1,16                     |
| NH260    | 8,58±1,21                | 16,66±2,05                     |
| NH170    | 8,24±2,69                | 21,64±1,87                     |
| NH270    | 7,57±1,32                | 24,37±2,36                     |
| NH180    | 7,77±1,09                | 27,99±2,81                     |
| NH280    | 8,06±1,04                | 26,10±2,47                     |

Askorbik asit gibi farklı kıyasallara muamelenin renge etkisi de literatürde araştırılmıştır. Şahin vd. (2012), farklı ön işlemlerin ve vakum kurutma yönteminin domatesin kuruma karakteristikleri ve kalite kriterleri üzerine etkisi çalışmasında 65 ve

75 °C sıcaklıkta, 2dk %1 askorbik asit ve %1 sitrik çözeltisine daldırılmış domatesleri vakum kurutma yöntemiyle kurutmuştur.

Bunun sonucunda, ön işlem uygulanmamış domateslere göre uygulanmış olan örnekler 75 °C sıcaklıkta en yüksek L\*, a\* ve b\* değerlerine sahiptirler. Çalışmamızda da benzer şekilde askorbik asit uygulamasının b\* değerlerinde hafif bir artışa neden olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 4.8** Askorbik asitli Armut örneklerinin taze ve kuru “b\* değeri” değişim verileri.

| Örnekler     | Başlangıç renk değerleri | Kurutma sonunda renk değerleri |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|
|              | b*                       | b*                             |
| <b>KH160</b> | 5,51±0,41                | 20,54±3,35                     |
| <b>KH260</b> | 5,85±1,36                | 15,45±2,94                     |
| <b>KH170</b> | 5,26±0,99                | 27,32±1,21                     |
| <b>KH270</b> | 5,45±0,77                | 29,62±3,33                     |
| <b>KH180</b> | 7,54±0,71                | 29,02±3,58                     |
| <b>KH280</b> | 7,50±0,81                | 28,10±1,33                     |

#### 4.2.4 BI ( karar ma indeksi)

Farklı sıcaklık ve hava hızlarında kurutulan armut örneklerinin taze ve kurutulmuş haldeki BI ( karar ma indeksi) değeri hesaplamalarının ortalama değerleri çizelge 4.9-4.10’ da belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre sıcaklık değerinin artışıyla birlikte karar ma değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

Askorbik asit uygulamasının ise karar ma BI değerleri üzerinde olumsuz bir etkisi gözlenmiştir. Kurutma öncesi askorbik asit örneklerde karar ma önleyici ajan olarak etkisini göstermiş, nitekim BI değerleri sade örneklerde 13.39-15.73 arası değişirken, askorbik asit uygulanmış örneklerde 9.78-12.91 arasında değişmektedir.

**Çizelge 4.9** Sade Armut örneklerinin taze ve kuru kararma değerleri (BI) değişim verileri.

| Örnekler | Başlangıç BI değerleri | Kurutma sonunda BI değerleri |
|----------|------------------------|------------------------------|
| NH160    | 13,39±1,23             | 34,61±2,00                   |
| NH260    | 15,73±2,73             | 37,23±9,35                   |
| NH170    | 15,00±3,74             | 46,90±5,53                   |
| NH270    | 12,80±1,86             | 54,62±10,12                  |
| NH180    | 13,94±2,07             | 68,20±12,26                  |
| NH280    | 14,11±1,21             | 64,61±12,27                  |

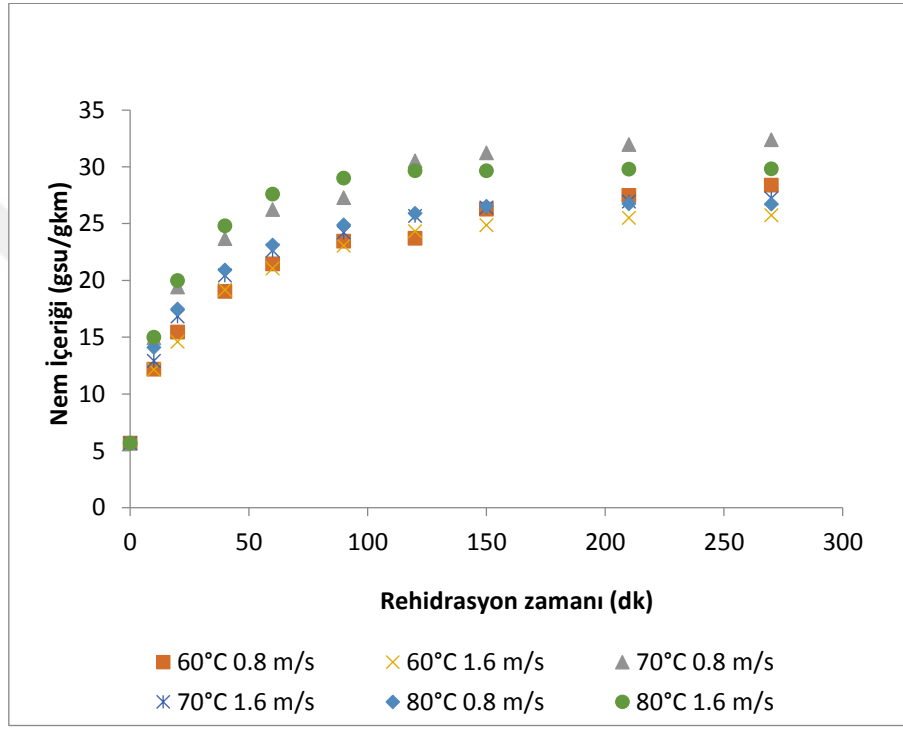
Literatürde Nath vd. (2019) üzümleri kararmalarını önleyip önlemeyeceğinin incelenmesi amacıyla askorbik aside (100-500 ppm) daldırmışlardır. Ardından üzümlere kurutma işlemi uygulamışlardır. Sonuç olarak askorbik aside daldırılmış örneklerin L\* değerleri askorbik asidin konsantrasyonu arttıkça artmış, spektrofotometrik ölçümle gerçekleşen kararma indeksi değerlerinde ise 200 ppm üzerinde uygulamanın, yaptığımız çalışmaya benzer şekilde kararma indeksi değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.10** Askorbik asitli Armut örneklerinin taze ve kuru kararma değerleri (BI) değişim verileri.

| Örnekler | Başlangıç BI değerleri | Kurutma sonunda BI değerleri |
|----------|------------------------|------------------------------|
| KH160    | 10,89±0,59             | 42,05±10,54                  |
| KH260    | 10,90±1,56             | 32,81±7,00                   |
| KH170    | 9,78±1,46              | 67,35±13,51                  |
| KH270    | 9,98±1,13              | 71,14±12,14                  |
| KH180    | 12,91±0,74             | 76,52±14,93                  |
| KH280    | 11,84±1,28             | 71,66±6,46                   |

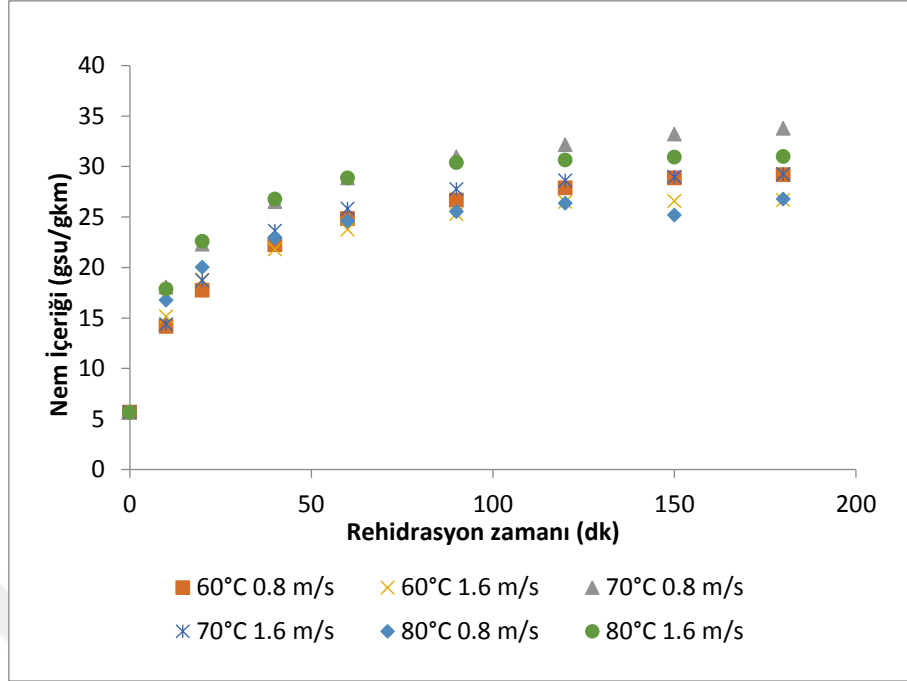
### 4.3 Farklı Sıcaklık ve Hava hızı Değerlerinde Yapılan Kurutma İşleminin Armut Örneklerinin Rehidrasyon Kapasitesi Üzerindeki Etkisi

Farklı sıcaklık ve hava hızlarında kurutulan sade ve kimyasallı armut örnekleri Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’ da görüldüğü üzere 35 °C ve 55 °C’ lerde rehidrasyon işlemine tabi tutulmuştur.

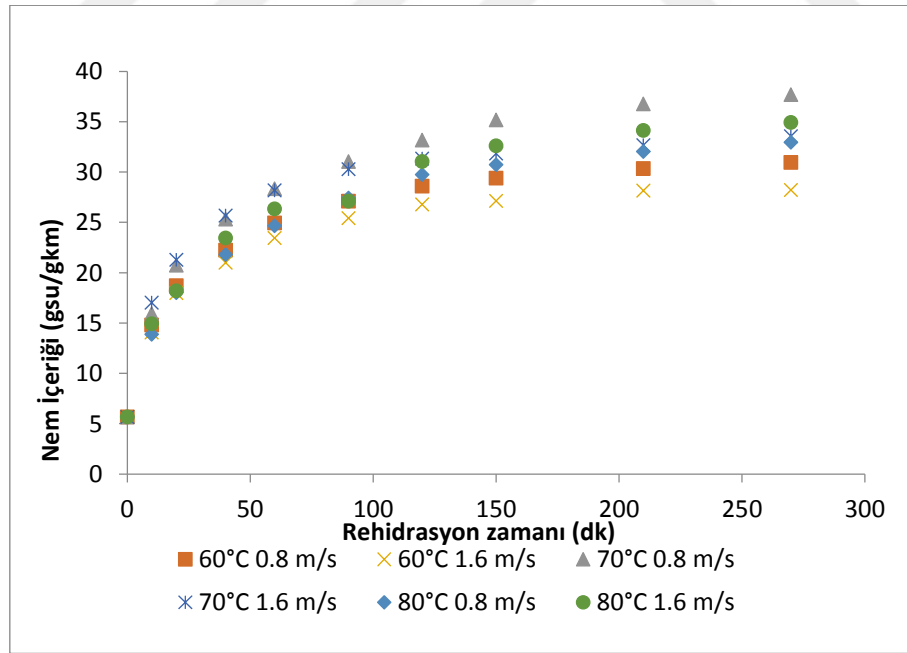


Şekil 4.3 35 °C’ de rehidre edilmiş sade armutun zamana bağlı nem içeriği değişim grafiği.

35 °C’ de yapılan rehidrasyon işleminde örneklerin su tutma kapasitesinin denge noktasına ulaşma süresi 55 °C’ de yapılan rehidrasyon işlemine göre daha uzun sürmüştür. Bu sonuçlara göre rehidrasyon işleminin yapıldığı sıcaklık arttıkça su tutma kapasitesinin denge noktasına ulaşma süresi kısalmaktadır. Dengeye ulaşma süresinin kısalmamasının sebebi kütle transfer hızının sıcaklıkla etkilenmesi dolayısıyla sıcaklık arttıkça kütle transfer hızının artmasıdır.



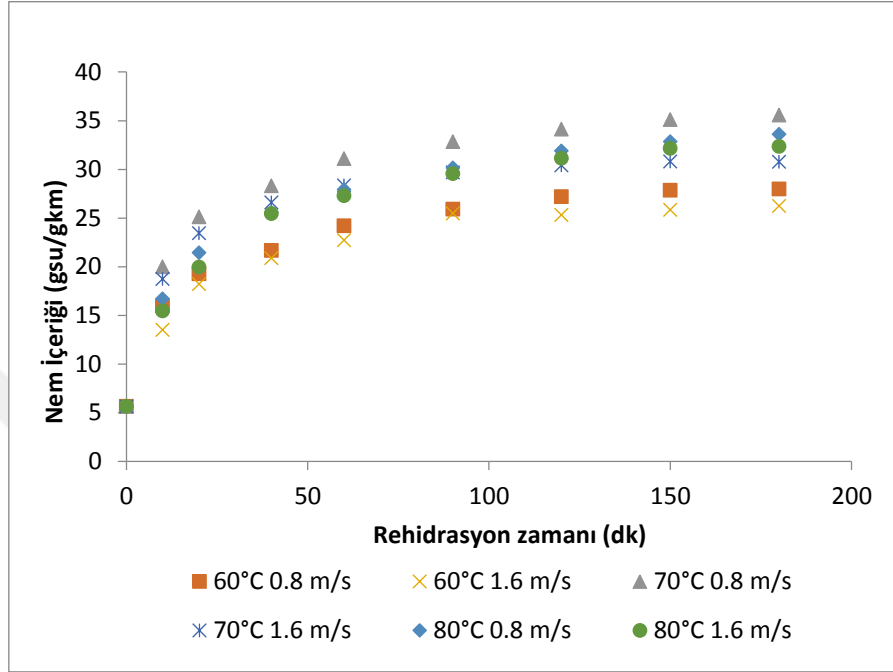
Şekil 4.4 55 °C’ de rehidre edilmiş sade armutun zamana bağlı nem içeriği değişim grafiği.



Şekil 4.5 35 °C’ de rehidre edilmiş kimyasallı armutun zamana bağlı nem içeriği değişim grafiği.

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’ da görüldüğü üzere sade örneklerde olduğu gibi askorbik asitli örneklerde de rehidrasyon işleminin yapıldığı sıcaklık arttıkça su tutma kapasitesinin

denge noktasına ulaşma süresi kısalmaktadır. Askorbik asitle muamele bu durumu etkilememiştir.



**Şekil 4.6** 55 °C’ de rehidre edilmiş kimyasallı armutun zamana bağlı nem içeriği değişim grafiği.

Çizelge 4.11’ de farklı sıcaklık ve hava hızlarında kurutulan sade armut örneklerinin, 35 ve 55 °C’ de yapılan rehidrasyon işlemi sonucunda su tutma kapasitelerinin rehidrasyon sıcaklığının artışına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Su tutma kapasitesi sade armut örneklerinde %69,50-%76,81 arasında değişmektedir. Sade armut örneklerinde su tutma kapasitesi en iyi olan örnek 70 °C sıcaklıkta 1.6 m/s hava hızında kurutulan örnek olduğu tespit edilmiştir. Hava hızının artışı su tutma kapasitesinde az da olsa artışa sebep olmuştur. Kurtar Bozbıyık (2013), İnfrared kurutucuda kurutulan fejoya meyveleri çalışmasında yapılan rehidrasyon analizinde, kuru tartımı 3g olan Fejoya meyveleri, analizlere göre 2.46-2.84 arasında değişen rehidrasyon oranları gösterdiği belirtilmiştir. Kuru Fejoya meyveleri bu oranlara göre ortalama %80.78-93.08 oranında kaybettiği suyu geri kazandığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.11** Sade armut örneklerinin 35 ve 55 °C’ deki rehidrasyon sıcaklıklarında % su tutma kapasiteleri.

| Örnekler | Sade 35 % su tutma kapasitesi | Sade 55 % su tutma kapasitesi |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| NH160    | 70,53                         | 69,78                         |
| NH260    | 69,50                         | 71,88                         |
| NH170    | 70,92                         | 73,85                         |
| NH270    | 71,73                         | 76,81                         |
| NH180    | 71,70                         | 74,35                         |
| NH280    | 73,23                         | 76,00                         |

**Çizelge 4.12** Askorbik asitli armut örneklerinin 35 ve 55 °C’ deki rehidrasyon sıcaklıklarında % su tutma kapasiteleri.

| Örnekler | askorbik asit 35 % su tutma kapasitesi | askorbik asit 55 % su tutma kapasitesi |
|----------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| KH160    | 73,75                                  | 66,84                                  |
| KH260    | 78,20                                  | 72,88                                  |
| KH170    | 76,19                                  | 71,99                                  |
| KH270    | 83,45                                  | 76,65                                  |
| KH180    | 69,28                                  | 70,57                                  |
| KH280    | 73,80                                  | 68,54                                  |

Askorbik asitli örneklerde ise Çizelge 4.12’ de görüldüğü üzere rehidrasyon sıcaklığının artışı su tutma kapasitesini olumsuz etkilemiştir. Su tutma kapasitesi %66,84-%83,45 arasında değişmektedir. En iyi su tutma kapasitesine sahip olan örneğin 70 °C sıcaklıkta 1.6 m/s hava hızında kurutulan örnek olduğu tespit edilmiştir. Hava hızındaki

artışın askorbik asitli örneklerin su tutma kapasitesini olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

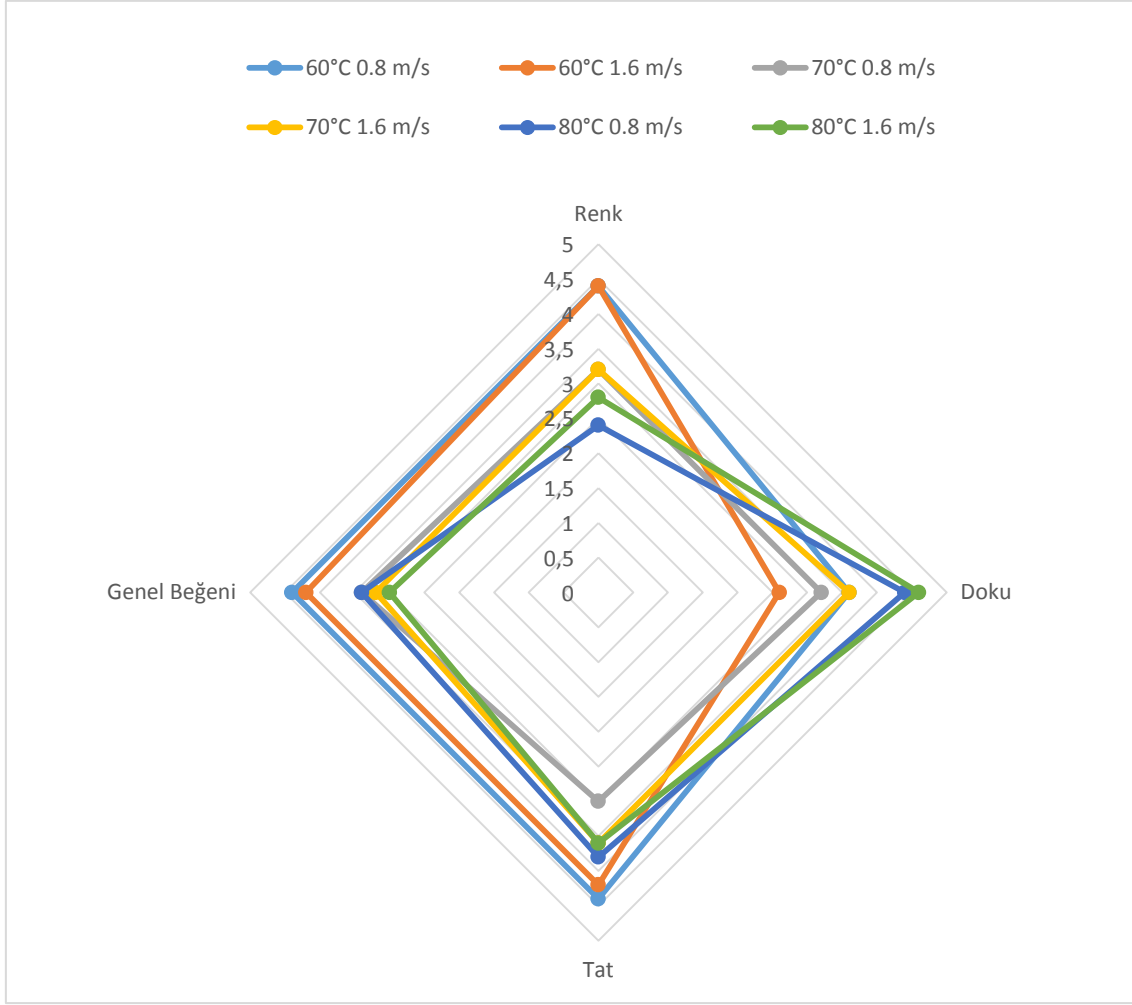
Askorbik asitli örneklerin su tutma kapasiteleri rehidrasyon sıcaklığının artışıyla düşüş göstermiştir yani rehidrasyon sıcaklığının artışından olumsuz etkilenmiştir. Rehidrasyon işlemi sonucunda sade ve kimyasallı armutlarda en iyi su tutma kapasitesine sahip olan örneklerin aynı olduğu tespit edilmiştir. Bütün örneklerle bakılacak olursa kaybettiği suyu en yüksek oranda (% 83,45) geri kazanan örneğin 35 °C’ de rehidre edilen askorbik asitle muamele edilmiş, 70 °C sıcaklık 1.6 m/s hava hızında kurutulan örnek olduğu tespit edilmiştir.

Heybeli ve Ertekin (2007), sıcak hava ile kurutulan elma dilimlerinin kurutulması ile ilgili çalışmada, oda sıcaklığında yapılan rehidrasyon analizinde ön işlem uygulanan örneklerde su tutma kapasitesi %56.91 ile %65.19 arasında iken ön işlemsiz örneklerde %50.41 ile %66.69 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek yeniden su tutma kapasitesi değeri ön işlem uygulanan örneklerde 80 °C, ön işlem uygulanmayan örneklerde ise 50 °C’ lik sıcaklıkta olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla yapılan deneyler ve literatür bilgileri sonucunda asit uygulaması gibi kimyasal ön işlem uygulamasının rehidrasyon üzerine etkisi olduğu fakat muhtemel olarak ürüne ve bazı biyokimyasal değişikliklere bağlı olarak farklılıklar gösterebileceği tespit edilmiştir.

#### **4.4 Farklı Sıcaklık ve Hava hızı Değerlerinde Yapılan Kurutma İşleminin Armut Örneklerinin Duyusal Özellikler Üzerindeki Etkisi**

Farklı sıcaklık ve hava hızlarında laboratuvar ölçekli kabin kurutucuda kurutulan sade ve askorbik asitle muamele edilmiş örneklerin duyusal analiz sonuçları Şekil 4.7 ve 4.8’ de gösterilmiştir. Sade örneklerde renk, tat ve genel beğeni açısından en iyi sonuç 60 °C kurutulan örneğe aittir. Dokusu en çok beğenilen ise 80 °C 1,6 m/s hızında kurutulan örnek olmuştur.



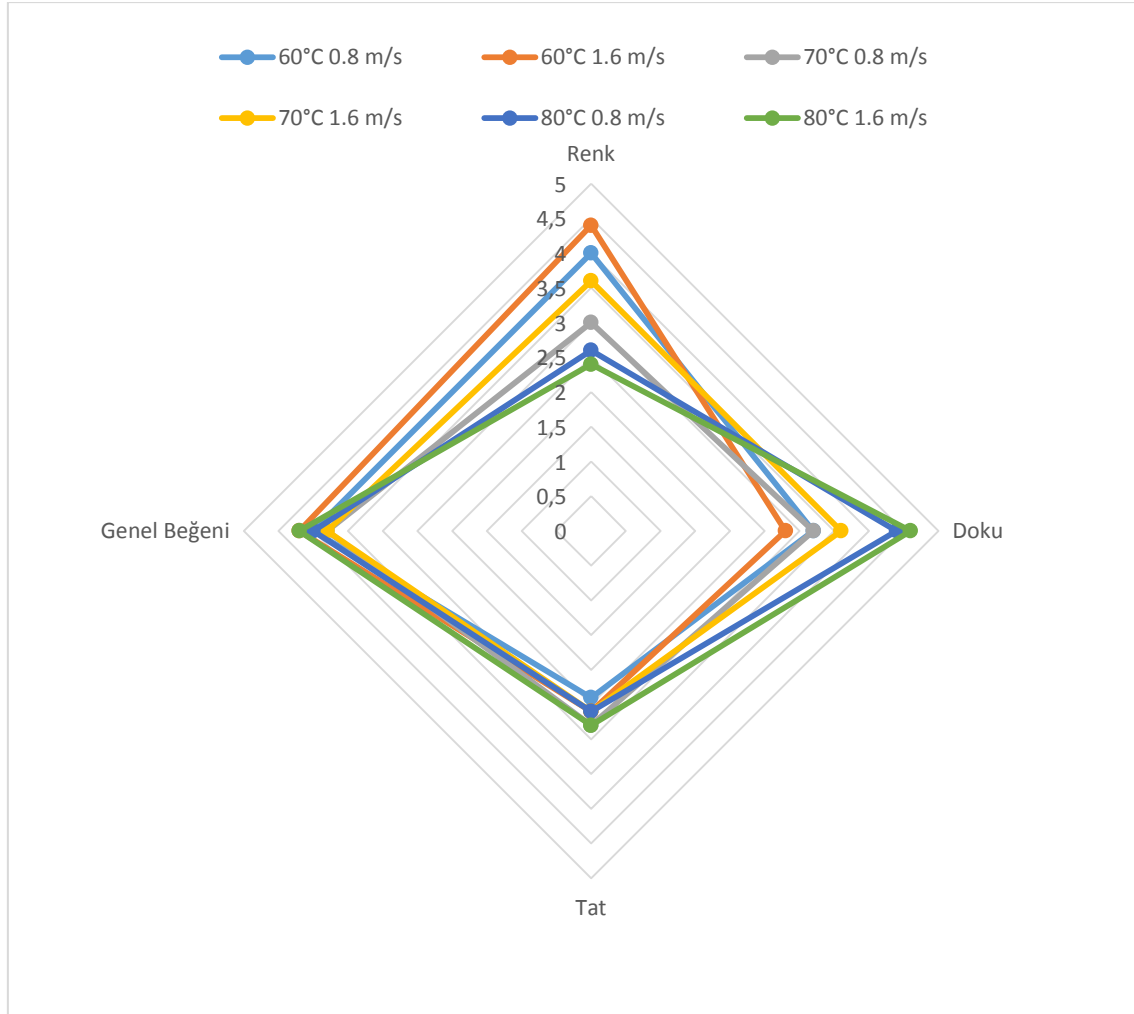


**Şekil 4.7** Sade kurutulmuş armut örneğinin duyu analizi grafiği.

Askorbik asitle muamele edilip kurutulmuş örneklerde ise tat açısından sade armuta göre daha az beğenilmiştir. (Şekil 4.8) Askorbik asit örneğe ekşi bir tat vermektedir. Kurutma sıcaklığı ve hava hızının tat değerlerine belirgin bir etkisi bulunmamaktadır. En iyi renk ise 60 °C 1,6 m/s’ de kurutulan üründe gözlemlenmiştir. Düşük sıcaklıklarda kurutulan ürünlerin renk açısından daha çok beğenildiği sonucuna ulaşılmıştır. Doku (sertlik-yumuşaklık) açısından değerlendirildiğinde duyu analiz sonuçlarına göre sertliği en fazla olan daha çok beğenilmiştir. Bu örnekte yüksek sıcaklık ve yüksek hava hızında; 80 °C 1,6 m/s’ de kurutulan örnektir.

Benzer olarak Heybeli ve Ertekin (2007), sıcak hava ile kurutulan elma dilimlerinin farklı sıcaklıklarda kurutulma işleminin duyu analiz sonuçlarına göre en iyi renk 40 °C ile 80 °C arasındaki sıcaklıklardan 70 °C’ de kurutulan örnek olduğu tespit edilmiştir.

Tat ve koku da en ideal olan; ön işlem uygulanan örneklerde 60 °C, görünüş ise ön işlem uygulanmayan örneklerin 60-70 °C sıcaklık uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. Kuru ürünlerin genelinde ön işlem görmeyen örnekler uygulama sıcaklıklarının büyük bir kısmında daha çok beğeni topladığı tespit edilmiştir.



**Şekil 4.8** Askorbik asitle muamele edilip kurutulmuş armut örneğinin duyusal analiz grafiği.

Dağyan (2015), farklı kurutma koşullarında pul biberlerin kurutulması çalışmasında yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre renk açısından 75 °C vakum kurutucuda en iyi görünüm elde edildiği belirtilmiştir. Sertlik- yumuşaklık açısından en sert olan 75 °C’ deki kabin kurutucusunda kurutulan örnek, en yumuşak olan ise 55 °C vakum kurutucuda kurutulan örnek seçilmiştir. Tat ve aroma da ise en beğenilmeyen 75 °C’ li

kabin kurutucudan alınan örnek olmakla birlikte en çok beğenilen 55 °C vakum kurutucuda kurutulan örnek olduğu belirlenmiştir.

Erbay vd. (2009), farklı antioksidanlarla muamele edilmiş dondurarak kurutulmuş havuç dilimlerinin duyusal analiz sonuçlarına göre turuncu renk ve esmerleşme; kontrol grubu ve 4heksilresorsinol çözeltisiyle muamele edilmiş örneklerde çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Askorbik asit ve sitrik asit çözeltisi ile muamele edilmiş örneklerde fazla miktarda sarılaşma olduğu belirlenmiştir. Şekil özelliklerinde, askorbik asitle muamele edilen ve kontrol grubu örnekleri yuvarlak şeklini muhafaza etmiş, sitrik asit çözeltisiyle muamele edilen örnekte ise büzüşmenin olduğu tespit edilmiştir.



## 5. SONUÇ

Farklı kurutma koşullarının Deveci armudunun kalite bileşenleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen bulgular ile ilgili olarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Yapılan çalışmalara göre son su aktivitesi değerlerinin kurutma sıcaklığından etkilendiği görülmektedir. Örneklerdeki su aktivitesi değerleri kurutma sıcaklığının artışı ile düşmektedir. Hava hızının su aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Nem oranı grafikleri göz önünde bulundurularak; kurutma sıcaklığının ve hava hızının, kurutma süresi üzerinde oldukça etkili olduğu gözlemlenmiştir. Düşük sıcaklık ve düşük hava hızında (60 °C 0,8 m/s) kurutulan örneğin nem oranı zamana bağlı olarak daha yavaş azalmaktadır. Askorbik asitli örnekler ile normal örneklerin kurutma süreleri incelendiğinde, kısmen ön işlem uygulanmış armutların kurutma sürelerinin normal örneklere kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür.

Renk üzerindeki değişime bakılacak olursa hava hızı değerlerinin genel olarak renk üzerinde belirgin bir etkisi bulunmamaktadır. Kurutma sıcaklığındaki artış (60-70-80 °C), L\* (parlaklık) değerini olumsuz etkilemiştir. a\* (kırmızılık) ve b\* (+ sarılık, - mavilik) değerleri sıcaklığın artışıyla birlikte kurutma sırasında meydana gelen biyokimyasal değişimlerden kaynaklı olarak artmaktadır. Askorbik uygulaması kurutma öncesi örneklerin rengini olumlu etkilese de kurutma sürecinde ısı ileme bağı olarak askorbik asitin bozunması sonucunda askorbik asit etkisini yitirmektedir. Muhtemel biyokimyasal reaksiyonlar sonucu BI (kararma) değerlerinin sıcaklık değerinin artışıyla birlikte arttığı tespit edilmiştir. Askorbik asit uygulamasının ise kararma BI değerleri üzerinde olumsuz bir etkisi gözlenmiştir. Kurutma öncesi askorbik asit örneklerde kararma önleyici ajan olarak etkisini göstermiş olsa da kurutmada renk koruyucu ajan olarak uygulamanın pek yararlı olmadığı, ısı ileme ve muhtemel biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda etkisini yitirdiği öngörülmektedir.

Rehidrasyon işlemi 35 °C ve 55 °C’ lerde yapılmıştır. 35 °C’ de yapılan rehidrasyon işleminde örneklerin su tutma kapasitesinin denge noktasına ulaşma süresi, 55 °C’ de yapılan rehidrasyon işlemine göre daha uzun sürmüştür. Kütle transferi işlemleri sıcaklığa bağlıdır ve sıcaklık arttıkça kütle transfer hızı artmaktadır. Dolayısıyla elde edilen sonuçlara göre rehidrasyon işleminin yapıldığı sıcaklık arttıkça su tutma kapasitesinin denge noktasına ulaşma süresi kısalmaktadır. Rehidrasyon işlemi sonucunda sade ve kimyasallı armutlarda en iyi su tutma kapasitesine sahip olan örneklerin aynı denemeye ait olduğu tespit edilmiştir. Bütün örneklerle bakılacak olursa kaybettiği suyu en yüksek oranda (%83,45) geri kazanan örneğin 35 °C’ de rehidre edilen askorbik asitle muamele edilmiş, 70 °C sıcaklık 1,6 m/s hava hızında kurutulan örnek olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre sade örneklerde renk, tat ve genel beğeni açısından en iyi sonuç 60 °C kurutulan örneğe aittir. Dokusu en çok beğenilen ise 80 °C 1,6 m/s hızında kurutulan örnek olmuştur. Askorbik asitle muamele edilip kurutulmuş örneklerde ise askorbik asitin örneğe ekşi bir tat vermesinden dolayı sade armuta göre daha az beğenilmiştir. Kurutma sıcaklığı ve hava hızının tat değerlerine belirgin bir etkisi bulunmamaktadır. En iyi renk 60 °C 1,6 m/s’ de kurutulan üründe gözlemlenmiştir. Düşük sıcaklıklarda kurutulan ürünlerin renk açısından daha çok beğenildiği sonucuna ulaşılmıştır. Doku (sertlik-yumuşaklık) açısından duyusal analiz sonuçlarına göre sertliği en fazla olan daha çok beğenilmiştir. Bu örnekte yüksek sıcaklık ve yüksek hava hızında; 80 °C 1,6 m/s’ de kurutulan örnektir.

Sonuç olarak yapılan çalışma ile kurutma parametrelerinin kurutma üzerine etkisi ortaya konmuş, kurutma süresinde en etkili parametrenin sıcaklık olduğu belirlenmiştir. Askorbik asit uygulaması şeklinde yapılan ön işlemin armutların kurutulması sırasında renk koruyucu ajan olarak kullanılmasının etkili olmadığı görüşmüştür. 80 °C gibi yüksek bir sıcaklık uygulaması ile örneklerin özellikle renklerinde kayıpların (kararmaların) fazla olması ve bir takım duyusal özelliklerin yitirilmesi söz konusu olabilmektedir.

70 °C' nin üstü sıcaklıklarda kurutulan meyve sebzelerin sıcaklığa bağı olarak biyokimyasal yapılarında olabilecek bazı değışimler göz önüne alındığında endüstriyel kurutmalarda 60-70 °C gibi bir sıcaklık aralığının tercih edilmesi daha uygun olabilecektir.



## 6. KAYNAKLAR

- Abdelhaq, E. H., and Labuza, T. P. (1987). Air drying characteristics of apricots. *Journal of Food Science*, **52**: 342–345.
- Acar, J., Gökmen, V., Us, F., (2006). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 241-300s. Ankara.
- Altuğ, T. (1993). Duyusal Test Teknikleri. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, yayın No: 28. İzmir.
- Amiripour, M, Habibi-Najafi M.B, Mohebbi M., Emadi B. (2015). Optimization of osmo-vacuum drying of pear (*Pyrus communis* L.) using response surface methodology. *Journal Food Meas Characteristicts*, **9**: 269-280.
- Anonim, (2004). Preservation of Fruits and Vegetables by Drying III UNISWORK. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) Uluslararası Gıda Güvenliği ve Saklama Yöntemleri Çalışma Program Raporu, Gebze Kocaeli.
- Ayan, H. (2010). Güneşte ve Yapay Kurutucuda Kurutulmuş Domates (*Lycopersitcum esculentum*) Üretimi ve Proses Sırasındaki Değişimlerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ayhan, A., (2005). Çeşitli Tarımsal Ürünlerin Vakumla Kurutulmasında Kurutma Parametrelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Ayrosa, A.M.I.B., (2003). Nogueira-de-Moraes-Pitombo, R. Influence of platetemperature and mode of rehydration on textural parameters of precooked freeze-dried beef. *Journal Food Processing and Preservation*. **27**: 173–180.
- Baker, G. J. C. (1997). Industrial Drying of Foods, Chapman and Hall Publication, New York, 299s.
- Barbosa – Canovas, G. V. and Vega – Mercado, H. (1996). Dehydration of Foods, Chapman & Hall Publication., First Edition, New York, 327s.

- Bhattacharya, M., Srivastav, P.P., Mishra, HN. (2015). Thin-layer modeling of convective and microwave-convective drying of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal Food Science Technology*, **52**: 2013-2022.
- Bolin, H. R., Petrucci, V., and Fuller, G. (1975). Characteristics of mechanically harvested raisins produced by dehydration and by field drying. *Journal of Food Science*, **40**: 1036–1038.
- Burak, M., (2001). Meyvecilik 1, YAYÇEP (Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi), Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Yayın Dairesi Başkanlığı Matbaası, Yayın No: 37, Ankara.
- Calin-Sanchez, A., Figiel, A., Wojdyło, A., Szarycz M, CarbonellBarrachina AA. (2014). Drying of garlic slices using convective pre-drying and vacuum-microwave finishing drying: kinetics, energy consumption, and quality studies. *Food Bioprocess Technology*, **7**: 398-408.
- Cano-Chauca, M., Ramos, A., Stringheta P., Pereira, J. (2004). Drying curves and water activity evaluation of dried banana. Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004) São Paulo, Brazil, 22-25 August 2004, vol. C, pp. 2013-2020.
- Cemeroğlu, B. ve Acar, J. (1986). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:6, Ankara.
- Cemeroğlu, B., (2004b). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Kurutma Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Başkent Klişe Matbaacılık, 628s. Ankara.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz F. ve Özkan M. (2003). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Bölüm: Kurutma Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 28, s541-675, Ankara.
- Chen, J., Wang, Z., Wu, J., Wang, Q., Hu, X. (2006). Chemical Compositional Characterization of Eight Pear Cultivars Grow in China. *Food Chemistry*, **104**: 268-275.



- Cohen, J.S. and Yang, T.C.S. (1995). 'Progress in Food Dehydration' in *Trends Food Science Technology*, **6**: 20 ±25.
- Colaric, M., Stampar, F., Solar A and Hudina M., (2006). Influence of branch bending on sugar, organic acid and phenolic content in fruits of 'Williams' pears (*Pyrus communis* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **86**: 2463-2467.
- Dadalı, G. (2007). Bamyas ve ıspanağın mikrodalga tekniğini kullanarak kurutulması, doku ve renk özelliklerinin incelenmesi ve modellenmesi., Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 195s.
- Dağhan, Ş. (2015). Farklı Kurutma Metodlarının Pul Biber Kalitesi ve Kurutma Kinetiği Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Damoderan, (1996). S. Amino acids, peptides and proteins. In *Food Chemistry*, 3rd ed.; Fennema, O.R., Ed.; Marcel Dekker: New York, 321–429.
- Demiray, E. (2009). Kurutma işleminde Domatesin Likopen, β-Karoten, Askorbik Asit ve Renk Değişim Kinetiğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Doymaz, I., and Pala, M. (2002a). The effects of dipping pretreatments on air-drying rates of the seedless grapes. *Journal of Food Engineering*, **52**: 413–417.
- Doymaz, İ., (2010). Effect of citric acid and blanching pre-treatments on drying and rehydration of Amasya red apples. *Food and bioproducts processing*, **88**: 124-132.
- Doymaz. İ., Tuğrul N. ve Pala M. (2003). Maydanozun Kurutma Karakteristiklerinin İncelenmesi. *Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi*.
- El-Ghetany, H.H. (2006). Experimental investigation and empirical correlations of thin layer drying characteristics of seedless grapes. *Energy Conversion and Management*, **47**: 1610-1620.
- Erbay, B., Kıvrak, E., Orhan, H., Küçüköner, E. (2009). Dondurarak Kurutulmuş Havuç Dilimlerinin Renk, Rehidrasyon Özellikleri ve Bazı Duyusal Özellikleri Üzerine

- Farklı Antioksidan Çözeltilerin Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **13**: 229-236.
- Erbersdobler, H. F. (1986). In: Concentration and Drying of Foods. MacCarthy, D., Ed. Elsevier, London. 69-87.
- Ercisli S., (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **51**: 419-435.
- Ergüneş, G., Güneş, M., Mutlu, A. ve Tarhan, S. (2009). Farklı Kurutma Koşullarının Amasya Elmasının Kuruma Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, **2**: 1-6, 2009. ISSN: 1308-3945.
- Fröleke, H. (2001). *Kleine Naehrwerttabelle*, 4. baskı, Umschau, Bremen, Germand.
- Gülyüz, (1979). Özel Meyvecilik Ders Notları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Gürbüz, M. (2015). Elma Cipsi Üretimi ve Dehidrasyon Şartlarının Optimizasyonu. Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Hatamipour, M.S., Kazemi, H.H., Nooralivand, A. and Nozarpoor, A., (2007). Drying characteristics of six varieties of sweet potatoes in different dryers. *Food Bioproduction Process*, **85**: 171–177.
- Heldman, D., R. and Hartel, R., W. (1997). Principles of Food Processing, Chapman and Hall Publication, New York, 288s.
- Hernandez, Y., Lobo, M.G. and Gonzalez, M. (2006). Determination of Vitamin C in Tropical Fruits: A Comparative Evaluation of Methods”. *Food Chemistry*, **96**: 654-664.
- Heybeli ve Ertekin (2007). Elma dilimlerinin ince tabaka halinde kuruma karakteristiği. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, **3**: 179 – 187.
- Hidalgo, F.J., and Zamora, R., (2000). The role of lipids in nonenzymatic browning. *Grasas Aceites*, **51**: 35-49.
- Itai, A, (2007). Pear. Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. *Fruit and Nuts*, **4**: 157-170.

- Jackson, J.E., (2003). Biology of apples and pears. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Jayaraman, K.S. and D.K.D. Gupta. (2006). Drying of fruits and vegetables. In Handbook of industrial drying, ed. by Arun S. Mujumdar, 606-631 CRC Press.
- Kale, S.J., Nath P. and Sharma A.K. (2019). Efficacy of ascorbic acid treatments in the production of green raisins. *Current Science*, Vol. 116, No. 6.
- Karatanos, V.; Anglea, S.; Karel, M. (1993). Collapse of structure during drying of celery. *Drying Technology*, **11**: 1005–1023.
- Kingsly, A.R.P., Singh, R., Goyal, R.K. and Singh, D.B., (2007). Thin-layer drying behaviour of organically produced tomato. *Am. Journal Food Technology*, **2**: 71–78.
- Komes, D., Lovric, T., Ganic, K. K. (2007). Aroma of Dehydrated Pear Products, *LWT-Food Science and Technology*, **40**: 1578-1586
- Kostaropoulos, A. E., and Saravacos, G. D. (1995). Microwave pretreatment for sun-dried raisins. *Journal of Food Science*, **60**: 344– 347.
- Krokida, M. K., Karathanos, V. T., Maroulis, Z.B. and Marinos-Kouris, D. (2003) *Drying Kinetics of Some Vegetables Journal of Food Engineering*, **59**: 391-403.
- Kumar, C., Joardder. MUH, Farrell, TW, Karim, MA. (2016). Multiphase porous media model for intermittent microwave convective drying (IMCD) of food. *International Journal Thermal Science*, **104**: 304-314.
- Kurtar Bozbıyık, N. (2013). Fejoja'nın Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması ve Infrared Kurutma Yöntemi ile Kurutma Parametrelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Onsekizmart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Lewicki, P. P. (1998). Effect of pre-drying treatment, drying and rehydration on plant tissue properties: a review. *International Journal of Food Properties*, **1**: 1-22.
- Maskan, M. (2001). Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, **48**: 177-182.

- Maté, J.I., Zwietering, M. and van't Riet, K., (1999). The effect of blanching on the mechanical and rehydration properties of dried potato slices. *European Food Research Technology*, **209**: 343–347.
- McWeeny, D.T., Knowles, M.E. and Hearne, J.F., (1974). The chemistry of non-enzymic browning in food and its control by sulphites. *Journal Science Food Agriculture*, **25**: 735-746.
- Mlotkiewicz, J.A., (1998). The role of the Maillard Reaction in the food industry. In: The Maillard Reaction in Foods and Medicine, J.O'Brien, M.J.C. Crabbe, J.M. Ames (Eds.), vol.223, The Royal Society of Chemistry Special Publication, Cambridge, UK, pp. 19–27.
- Mujumbar, A. S. (1995). Handbook of industrial drying (second ed.). New York: Marcel Dekker. O. Sobukola, *International Journal Food Engineering*, **5** (2009).
- Mulet, J. Garcia-Reverter, J. Bon and A. Berna (2000). Effect of shape on potato and cauliflower shrinkage during drying. *Drying Technology*, **18**: 6,1201-1219
- Nour, V., Trandafir I and Ionica, ME. (2010). Compositional Characteristics of Fruits of several Apple (*Malus domestica* Borkh.) Cultivars. *Natulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, **39**: 228-233.
- Ozcagiran, R., Unal, A., Ozeker, E. and Isfendiyaroglu, M. (2004). Pear. Temperate Fruit Trees (Pome Fruits) Volume-II. Ege University Agriculture Faculty Publications Number: 556, Bornova-Izmir, Turkey, pp. 73-126 (in Turkish).
- Özbek, S., (1978). Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 128, 486s, Adana.
- Özer, A. (2010). Bazı Tıbbi Bitkilerin Sıcak Havalı Kurutucuda Kurutulması ve Kurutma Sıcaklıklarının Ürün Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Peck, G. M., Andrews, P. K., Reganold, JP and Fellman, K., (2006). Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional, and integrated management. *HortScience*, **41**: 99-107.

- Pektaş, M., (2009). Hasat Öncesi Bazı Bitki Büyümeyi Düzenleyici Madde (BBDM) uygulamalarının ‘Akça’ ve ‘B. P. Morettını’ Armutlarında (*Pyrus communis* L.) Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 58 s, Isparta.
- Perera, C.O.; Baldwin, E.A. (2001). Biochemistry of fruits and its implications on processing. In Fruit Processing; Nutrition, Products and Quality Management, 2nd ed.; Arthey, D., Ashurst, P.R., Eds.; Aspen Publishers: Gaithersburg, MD, 19–36.
- Pratt, G.H. (1974). Timber Drying Manual, *Building Research Establishment Report*, Londra.
- Radler, F. (1964). The prevention of browning during drying by the cold dipping treatment of sultana grapes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **15**: 864–868.
- Rahman, M. S. (2001). Towards prediction of porosity in foods during drying: a brief review. *Drying Technology*, **19**: 3-15.
- Rahman, M. S. (2007). Handbook of food preservation. (2<sup>nd</sup> ed.). Marcel Dekker, New York, CRC press.
- Roth, E., Berna, A., Beullens, K., Lammertyn, J., Schenk, A and Nicolai, B., (2007). Postharvest quality of integrated and organically produced apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, **45**: 11-19.
- Saçılık, K. and Elicin, A.K., (2005). The thin layer drying characteristics of organic apple slices. *Journal of Food Engineering*, **73**: 281-289.
- Sakaldaş, M. (2014). Çanakkale yöresinde yetiştirilen “Deveci” armut çeşidinde hasat sonrası 1–methylcyclopropane uygulamalarının depolama süresince kaliteye olan etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU Journal of Agriculture Faculty)*, **2**: 109-116.
- Sen, F., Ünal, A. and Arda, E. (2009). Bursa yöresinde yetiştirilen 'Deveci' armut çeşidinin yöresel olgunluk standartlarının ve depolama durumlarının saptanması üzerinde bir araştırma. *Anadolu*, **9**: 33-48.

- Silva, MB., Andrade, PB., Mendes, GC., Seabra, FM and Ferreira, MA., (2002). Study of the Organic Acids Composition of Quince (*Cydonia oblonga* Miller) Fruit and Jam. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**: 2313–2317.
- Sokhansanj, Shahab and Jayas, Digvir S. (2006). Drying of Foodstuffs. In *Handbook of Industrial Drying*, ed Arun S. Mujumdar, 522-545. CRC Press.
- Soylu, (2003), Ilıman İklim Meyveleri – II, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları 251s, Bursa.
- Soylu, A., (1997). Ilıman İklim Meyveleri –II, Uludağ Üniversitesi Ders Notları No: 72, Bursa.
- Şahin, H.F., Ülger, P., Aktaş, T., Orak, H.H. (2012). Farklı Önışlemlerin ve Vakum Kurutma Yönteminin Domatesin Kuruma Karakteristikleri ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **9**.
- Tembo, L., Chiteka, Z.A., Kadzere, I., Akinnifesi, F.K. and Tagwira, F., (2008). Blanching and drying period affect moisture loss and vitamin C content in *Ziziphus mauritiana* (Lamk.). *African Journal Biotechnology*, **7**: 3100–3106.
- Teymur, N. (1999). Maydanoz ve dereotunun kurutulması ve kuruma karakteristiklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 64s.
- Tressl, R., Rewicki, D., (1999). Heat generated flavors and precursors. In: Flavor Chemistry: Thirty Years of Progress, R.Teranishi, I. Hornstein, E.L. Wick (Eds.), Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 305-325.
- Tulasidas, T. N., Raghavan, G. S. V., & Norris, E. R. (1996). Effects of dipping and washing pre-treatments on microwave drying of grapes. *Journal of Food Process Engineering*, **19**: 15–25.
- Ural, A. 1996. Kurutulmuş domates yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve Sebze İşleme Mühendisliği Bilim Dalı Güneşte Kurutulmuş Domates Üretimi Semineri, İzmir.
- Vega Mercado, H., Gángora Nieto, M. M., Barbosa Cánovas, G. V., (2001). Advances in Dehydration of Foods. *Journal of Food Engineering*, **49**: 271- 289.

Xrite (2007). A Guide to Understanding Color Communication. Xrite, Michigan, USA. 26pp.

Yardımcı, B. (2010). <http://www.cine-tarim.com.tr/dergi/arsiv56/sektorel05.htm> *Cine Tarım Dergisi*, (20.01.2010).

Yılmaz, F. M., Yüksekaya, S., Vardin, H., Karaaslan, M., (2017). The effects of drying conditions on moisture transfer and quality of pomegranate fruit leather (pestil). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, **16**: 33-40.



## İnternet Kaynakları

- 1- <https://www.sifalibitkitedavisi.com/armut-faydalari-nelerdir.html>, 11.10.2018
- 2- <http://www.agaclar.net/forum/yumusak-cekirdekli-meyveler/1871.html>, 12.10.2018
- 3- <http://www.tarimsalistatistik.com/tr-TR/Sayfa/armut-istatistikleri>, 15.12.2018
- 4-<https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>, 18.10.2018
- 5- <http://www.bilgininadresi.net/Madde/43485/Meyve-SebzeKurutma>, 03.09.2018





## 7. EKLER

### EK-1 Kurutulmuş Armut Örnekleri Duyusal Analiz Formu

| <b>DUYUSAL ANALİZ FORMU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---|---|---|---|
| Lütfen size sunulan örnekleri tadarak aşağıdaki formu doldurunuz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |   |   |   |   |
| Tarih:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |   |   |   |   |
| Panelist:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |   |   |   |   |
| Kriterler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Değerlendirme |   |   |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| RENK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |   |   |   |   |
| TAT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |   |   |   |   |
| DOKU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |   |   |   |   |
| GENEL BEĞENİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |   |   |   |   |
| AÇIKLAMA:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |   |   |   |   |
| <div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div> <div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> <div><div>Hiç beğenmedim</div><div>Biraz beğenmedim</div><div>Emin değilim</div><div>Biraz beğendim</div><div>Çok beğendim</div></div> |               |   |   |   |   |

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Havva Gizem Güngör  
Doğum Yeri ve Tarihi : Isparta / 30.08.1995  
Yabancı Dili : İngilizce  
İletişim (Telefon/e-posta) : 546 726 27 42 / hgizem95@gmail.com

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Turan Yazgan Anadolu Lisesi, (2009-2013)  
Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği  
Bölümü, (2013-2017)  
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri  
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,  
(2017-2019)