

**FARKLI KURUTMA ÖN İŞLEMLERİ VE  
YÖNTEMLERİNİN PIRASANIN (*Allium porrum* L.)  
FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**HASRET ALTUNKANAT**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN**

**2019**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FARKLI KURUTMA ÖN İŞLEMLERİ VE YÖNTEMLERİNİN**  
**PIRASANIN (*Allium porrum* L.) FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ**  
**ÜZERİNE ETKİSİ**

**Hasret ALTUNKANAT**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN**

**TEKİRDAĞ-2019**

**Her hakkı saklıdır.**

Prof.Dr.Murat TAŞAN danışmanlığında, Hasret ALTUNKANAT tarafından hazırlanan “Farklı Kurutma Ön İşlemleri ve Yöntemlerinin Pırasanın (*Allium porrum* L.) Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Murat TAŞAN

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Figen DAĞLIOĞLU

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## FARKLI KURUTMA ÖN İŞLEMLERİ VE YÖNTEMLERİNİN PIRASANIN (*Allium porrum* L.) FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

**Hasret ALTUNKANAT**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN

Bu çalışmada taze pırasalara (*Allium porrum* L.) suda haşlama ve tuzlu suda haşlama ön işlemleri uygulanmış ve tepsili kurutucu ile mikrodalga kurutucu kullanılarak iki farklı kurutma yöntemi ile kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Tepsili kurutucuda 60°C sıcaklık, 2 m/s hava akım hızı, % 10 bağıl nem ve 3 devir/dk tepsi devri ile çalışılmıştır. Mikrodalga kurutucuda ise pırasanın içeriğindeki su miktarının azalmasıyla birlikte kuruma süresinin uzamaması için farklı mikrodalga güç seviyelerinde çalışılmıştır. İlk 70 dakika için 3200 W, daha sonra belirli zaman aralıkları ile 4000, 4480 ve 5040 W olmak üzere güç seviyeleri kademeli olarak arttırılmıştır. Yapılan kurutmalar sonucunda tepsili kurutucuda en hızlı kuruyan grup kontrol grubu, mikrodalga kurutucuda en hızlı kuruma gösteren grup tuzlu suda haşlama grubu olmuştur. Taze pırasaya uygulanan ön işlemler tepsili kurutucuda kuruma hızını yavaşlatırken, mikrodalga kurutucuda tuzlu suda haşlama ön işlemi kurumayı hızlandırmıştır. Pırasa örneklerine nem, aw, rehidrasyon, toplam fenolik madde, DPPH, askorbik asit, pH, titre edilebilir toplam asitlik ve duyu analizler uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, duyu değerlendirmede renk bakımından en iyi puanı tepsili kurutucudaki kontrol grubu almıştır. Toplam fenolik madde miktarı en yüksek her iki kurutma yöntemiyle kurutulan kontrol grupları olurken, ön işlem uygulanmış gruplarda daha düşük bulunmuştur. Askorbik asit miktarı ön işlem uygulanan gruplarda daha düşük bulunurken, kontrol grupları taze pırasadan sonra en yüksek değere sahip olan gruplar olmuştur. Her iki kurutma yönteminde de rehidre olma özelliği en iyi olan gruplar ön işlem görmüş pırasalar olmuştur. Kurutulmuş pırasalar 45°C sıcaklıkta 4 haftalık hızlandırılmış raf ömrü testine tabi tutularak bazı fizikokimyasal analizler uygulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Pırasa (*Allium porrum* L.), mikrodalga kurutma, tepsili kurutma, fizikokimyasal karakteristikler, hızlandırılmış raf ömrü testi

2019, 95 Sayfa

## **ABSTRACT**

MSc.Thesis

**EFFECTS OF DIFFERENT DRYING PRETREATMENTS AND METHODS ON  
PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF LEEK (*Allium porrum* L.)**

**Hasret ALTUNKANAT**

Tekirdag Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof.Dr. Murat TAŞAN

In this work, fresh leeks (*Allium porrum* L.) were performed pre-treatments such as boiled in hot water and boiled in salted hot water and drying process was carried out by using two different drying methods; tray dryer and microwave dryer. In the tray dryer, 60°C temperature, 2 m/s airflow rate, %10 relative humidity and 3cycles/min tray speed was been worked with. In the microwave dryer, because of increasing drying time with reducing amount of water in the content of leek, different microwave power levels were been worked. For the first 70 minutes 3200 W, then the power levels were gradually increased at certain time intervals like such as 4000, 4480 and 5040 W. As a result of the during process, the fastest group in the tray dryer was the control group, the fastest group in the microwave dryer was the boiled in salted water. Pretreatments applied to fresh leek slowed down the drying rate in the tray dryer, while pretreating boiling in salted water in the microwave dryer accelerated drying. Leek samples were applied as moisture, aw, rehydration, total phenolic substance, DPPH, ascorbic acid, pH, titratable acidity and sensory analysis. As results of the analyses, the control group in the tray dryer received the best score in color sensory evaluation. The total amount of phenolic substance was determined in the control groups dried by both drying methods. However, it was found to be lower in pretreated groups. While the amount of ascorbic acid was lower in the pre-treatment groups, the control groups had the highest value after the fresh leeks. In both methods of drying the groups with the best rehydration were pre-treateted leeks. Dried leeks were subjected to 4 weeks of accelerated shelf life test at 45°C with some physicochemical analyzes.

**Keywords:** Leek (*Allium porrum* L.), tray drying, microwave drying, physicochemical characteristics, accelerated shelf life test

**2019, 95 pages**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>x</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2.KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>4</b>
2.1. <i>Allium</i> Cinsi .....	4
2.1.1.Pırasa ve Özellikleri .....	5
2.1.1.1.Yapısı.....	5
2.1.1.2.Bileşimi.....	7
2.1.1.3.Taze üretimi .....	8
2.1.1.4.Kuru üretimi .....	10
2.2. Gıdaların Kurutulması .....	10
2.2.1.Kurutma Yöntemleri.....	11
2.2.1.1.Güneşte kurutma.....	11
2.2.1.2.Yapay kurutucular .....	12
2.2.1.2.1.Kabin kurutucular .....	12
2.2.1.2.2.Tünel kurutucular .....	13
2.2.1.2.3.Konveyör (Bant) kurutucular.....	14
2.2.1.2.4.Akışkan yataklı kurutucular.....	15
2.2.1.2.5.Sprey kurutucular .....	15
2.2.1.2.6.Valsli (tamburlu) kurutucular .....	16
2.2.1.2.7.Vakumlu kurutucu .....	16

2.2.1.2.8.Puf yapı kazandırarak kurutma .....	16
2.2.1.2.9.Dondurarak kurutma (liyofilizasyon) .....	17
2.2.1.2.10.Mikrodalga kurutucu .....	17
2.2.1.3.Pırasa kurutma çalışmaları.....	19
2.2.1.4.Diğer kurutma çalışmaları .....	20
<b>3.MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>28</b>
3.1.Materyal.....	28
3.2.Yöntem .....	29
3.2.1.Ön İşlem .....	29
3.2.2.Kurutma İşlemi .....	32
3.2.3.Hızlandırılmış raf ömrü işlemi .....	35
3.3.Uygulanan Analizler.....	35
3.3.1.Su aktivitesi .....	35
3.3.2.Nem oranı .....	36
3.3.3.pH değeri .....	37
3.3.4.Titre edilebilir toplam asitlik .....	37
3.3.5.Toplam fenolik madde analizi .....	37
3.3.6.Antioksidan aktivite analizi .....	38
3.3.7.Askorbik asit analizi .....	39
3.3.8.Rehidrasyon oranı.....	39
3.3.9.Duyusal analiz .....	39
3.3.10.İstatistik analiz.....	40
<b>4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>41</b>
4.1.Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Nem Oranları .....	41
4.2.Kurutulmuş Pırasaların Su Aktiviteleri .....	47
4.3.Kurutulmuş Pırasaların Rehidrasyon Oranları .....	50
4.4.Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Toplam Fenolik Madde Analizi Bulguları.....	53

4.5.Taze ve Kurutulmuş Pırasaların DPPH Antioksidan Kapasiteleri .....	56
4.6.Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Askorbik Asit Miktar Tayini.....	59
4.7.Taze ve Kurutulmuş Pırasaların pH Değerleri .....	62
4.8.Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Titre Edilebilir Toplam Asitlik Tayini.....	65
4.9.Kurutulmuş Pırasaların Duyusal Analizi.....	68
<b>5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>72</b>
<b>6.KAYNAKLAR.....</b>	<b>75</b>
<b>7.ÖZGEÇMİŞ. ....</b>	<b>83</b>



## ÇİZELGE DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1.Pırasa bitkisine ait bazı fiziksel özellikler .....	6
Çizelge 2.2. Pırasa üretiminde ilk on ülkenin pırasa toplam üretim miktarları.....	8
Çizelge 2.3. Ülkemizde 2008-2018 yılları arasında pırasa ekim alanları ve üretim miktarları..	9
Çizelge 3.1. Deneme deseninde oluşturulan gruplar .....	29
Çizelge 3.2. Duyusal analizde puanlama.....	40
Çizelge 4.1.Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa gruplarının nem değerleri	41
Çizelge 4.2. Mikrodalga kurutucuda kullanılan güç seviyeleri ve süreleri .....	44
Çizelge 4.3.Tepsili ve mikrodalga kurutucuda kurutma süreleri.....	46
Çizelge 4.4. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların su aktivitelerinde değişimler (aw) .....	48
Çizelge 4.5. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların rehidrasyon oranları.....	50
Çizelge 4.6.Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların toplam fenolik madde miktarları .....	54
Çizelge 4.7.Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların DPPH antioksidan aktivite değerleri ...	57
Çizelge 4.8.Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların askorbik asit değerleri.....	60
Çizelge 4.9. Taze ve kurutulmuş pırasaların pH değerleri .....	63
Çizelge 4.10.Taze ve kurutulmuş pırasaların titre edilebilir toplam asitlik değerleri .....	66
Çizelge 4.11. Taze ve kurutulmuş pırasaların duyusal puanlama sonuçları.....	69

## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 2.1. Pırasa, çiçek ve gövde .....	5
Şekil 2.2. Pırasa bitkisine ait boyutlar (soyulmuş, temizlenmiş ve pazarlanmaya hazır pırasa ve tarlada hasadı yapılmamış pırasa) .....	6
Şekil 2.3. Domatesin güneşte kurutulması .....	11
Şekil 2.4. Güneş enerjili kurutma sistemi.....	12
Şekil 2.5. Laboratuar tipi tepsili kurutucu .....	13
Şekil 2.6. Paralel hava akımlı tünel kurutucuları.....	14
Şekil 2.7. Ters hava akımlı tünel kurutucuları.....	14
Şekil 2.8. Konveyör kurutucu.....	15
Şekil 2.9. Püskürtmeli kurutma sistemleri.....	16
Şekil 2.10. Bantlı sistem mikrodalga kurutucu .....	18
Şekil 3.1. Çalışmada materyal olarak kullanılan İnegöl-92 çeşidi taze pırasalar .....	28
Şekil 3.2. Çalışmada materyal olarak kullanılan taze pırasaların dilimlenmesi.....	30
Şekil 3.3. Çalışmada materyal olarak kullanılan taze pırasaların haşlanması .....	31
Şekil 3.4. Tepsili kurutucuda kurutma işlemleri .....	33
Şekil 3.5. Bantlı sistem laboratuar tipi mikrodalga kurutucu kurutma işlemleri.....	34
Şekil 3.6. Nem ölçme işlemleri .....	37
Şekil 3.7. Ekstraksiyon işlemleri .....	38
Şekil 3.8. Kurutulmuş pırasaların duyu analizi.....	40
Şekil 4.1. Kurutma işlemi uygulanan pırasaların nem oranlarındaki değişimler .....	42
Şekil 4.2. Tepsili kurutucuda kurutulan pırasa gruplarının kuruma eğrileri .....	42

Şekil 4.3. Mikrodalga kurutucuda kurutulan pırasa gruplarının kuruma eğrileri.....	43
Şekil 4.4. Pırasa gruplarının tepsili ve mikrodalga kurutucularda kuruma süreleri .....	45
Şekil 4.5. Kurutma işlemi uygulanan pırasaların su aktivitelerindeki değişimler.....	49
Şekil 4.6. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların rehidrasyon oranları.....	51
Şekil 4.7. Rehidre edilen kurutulmuş pırasa örnekleri .....	52
Şekil 4.8. Kurutulmuş pırasaların toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimler .....	55
Şekil 4.9. Kurutulmuş pırasaların DPPH antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler .....	57
Şekil 4.10. Taze ve kurutulmuş pırasaların askorbik asit miktarlarındaki değişimler .....	60
Şekil 4.11. Kurutulmuş pırasaların pH değerlerindeki değişimler .....	64
Şekil 4.12. Kurutulmuş pırasaların titre edilebilir toplam asitlik değerlerindeki değişimler ...	67
Şekil 4.13. Kurutulmuş pırasaların görünüşleri .....	68
Şekil 4.14. Kurutulmuş pırasaların renk ve gevreklik özellikleri puanları.....	70

## KISALTMALAR

Cm	: Santimetre
Mm	: Milimetre
Gr	: Gram
Mg	: Miligram
t	: Ton
dek	: Dekar
lt	: litre
m	: Metre
sn	: Saniye
dak	: dakika
°C	: Santigrat derece
MHz	: Megahertz
GHz	: Gigahertz
W	: Watt
KW	: Kilowatt
Al	: Alüminyum
B	: Bor
Mg	: Magnezyum
Na	: Sodyum
Ca	: Kalsiyum
Fe	: Demir
Zn	: Çinko
CR	: Krom
K	: Potasyum
Mn	: Mangan
P	: Fosfor
S	: Kükürt
NaCl	: Sodyum Klorür (tuz)
NaOH	: Sodyum Hidroksit
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	: Sodyum karbonat
TK	: Tepsilli kurutucu
MK	: Mikrodalga kurutucu
KS	: Kurutma sonrası
Aw	: Su aktivitesi
mmHg	: Milimetre civa
Pa	: Pascal
ml	: mililitre
N	: Normalite
µL	: Mikrolitre
nm	: nanometre
µM	: Mikromolar
µmol	: Mikromol

## ÖNSÖZ

Tez çalışmamda gerekli bütün ihtiyaçlarımı karşıladığım Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Kurumuna,

Tez çalışmam boyunca bana yol gösteren, yardım eden ve destek olan değerli danışmanım Prof. Dr. Murat TAŞAN'a,

Bütün bilgi birikimlerini paylaşarak tezimin her adımında bana öğretici, yol gösterici olan en başta Kimya Yüksek Mühendisi Seda KAYAHAN olmak üzere bütün Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Gıda Teknolojileri Bölüm arkadaşlarıma ve laboratuvar görevlimize,

Her daim yanımda olan sevgili eşim Fırat'a, sevgisinden güç aldığım kızım Şevval'e, desteğini her zaman yanımda hissettiğim canım annem Nuray AKBULUT ve babam Durmuş AKBULUT' a ve eşimin değerli ailesine her şey için çok teşekkür ederim.

Hasret ALTUNKANAT

Tekirdağ, 2019

## 1.GİRİŞ

Pırasa (*Allium porrum L.*), soğan ve sarımsak gibi *Allium* cinsine ait Alliceae familyasına ait bitkilerden olup, ülkemizde geniş alanlarda ve önemli miktarlarda yetiştirilmektedirler. *Allium* cinsi türleri halk tıbbında lipid düşürücü, kardiyovasküler, antimikrobiyel, hipokolesterolemik, antitrombotik, hipoglisemik ve antitümörijenik özelliklerinden dolayı ilaç olarak kullanılmaktadır (Lundegardh ve ark. 2008). *Allium* türleri fenolik asitler ve türevleri, flavonoidler (flavan, flavanon, flavonlar, flavonol, dihidroflavonol, flavan-ol, flavan-4-ol) ve flavonoid polimerler gibi sağlığa yararları olan polifenolik bileşikler gibi sekonder metabolitlerin öneml kaynaklarıdır (Bernaert ve ark. 2013). İlave olarak, pırasa nitrat kaynağı olduğu gibi, tiyopropanal S-oksit, tiyosülfinatlar ve zengin aroma yapısına katılan iz miktarlardaki bileşikler gibi zengin uçucu sülfürün de önemli bir kaynağıdır (Hirschegger ve ark. 2009). Aynı zamanda E, C ve B grubu vitaminler de bulunmaktadır (Bernaert ve ark. 2012).

Ülkemiz pırasa üretiminde dünyada ikinci sırada yer almakta olup, 2018 yılında bir önceki yıla göre %21,5 artarak 252.958 tona ulaşmıştır (TÜİK 2019). Pırasa üretiminde Bursa, İzmir, Aydın gibi illerimiz ilk sıralarda yer almaktadır. Ayrıca Türkiye pırasa sebzesinde Almanya, Hollanda, İsveç gibi ülkelere ihracatçı ülke konumundadır. Pırasanın toprak ve iklim bakımından seçici olmaması ülkemizde hemen her bölgede yetiştirilmesine imkân vermiştir. Ege ve Akdeniz Bölgelerinde kış boyunca tarlada kalıp, istenildiği zaman hasadı yapılarak tüketiciye ulaştırılabilen bir sebzedir. Ancak hasat edildikten sonra pırasada diğer sebzeler gibi çabuk bozulabilir yapıda olduğundan dondurarak ya da kurutarak muhafaza edilmelidir (Anonim 2019c).

Tarım ürünlerinin, yılın belirli zamanlarında elde edilebilmesi ve kısa zamanda tüketilmesinin gerekmesi sebebi ile çeşitli yöntemlerle muhafaza edilmesi gerekmektedir. Bu yöntemlerden birisi de en çok dikkat çeken ve ilk çağlardan bu yana kullanılan en eski gıda muhafaza yöntemi kurutma yöntemidir (Babayiğit 2010). Tarım ürünlerinin kurutulması su içeriğinin üründen uzaklaştırılması işlemidir. Tarım ürünlerine uygulanan kurutmanın çeşitli amaçları bulunmaktadır. En önemli amacı da ürünün bozulmadan uzun süre depolanma imkânının sağlanmasıdır (Nasıroğlu 2007).

Gıda maddesinin ısıtılarak içerisindeki suyun ayrılma işlemi olup, taze meyve ve sebzelerin kalitesinin ve stabilitesinin korunabilmesi için uygulanan yaygın olan bir muhafaza

yöntemidir. Kurutulmuş gıdaların paketlenmesi, taşınması, nakliyesi ve muhafazası çok daha kolaydır (Kovacı ve ark. 2018).

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte doğal yollarla kurutma işlemi yerini giderek yeni yöntemlere bırakmıştır. Ülkemizde tarımsal ürünlerin önemli bir bölümü bilhassa meyve ve sebzeler halen güneş altında açık havada kurutulmaktadır. Güneşte kurutmanın uzun süreli ve dışarıdan olabilecek bulaşmalara karşı açık olması ve benzeri konular bakımından olumsuz yönleri bulunmaktadır. Ekonomik açıdan hem dış pazarda hem de iç pazarda tarımsal ürünlerin bu şekilde kurutulması ile kalite ve değer kaybı gibi çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu durum kurutma tesis ve sistemlerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Nasıroğlu 2007).

Yapay kurutma yöntemleri ile tarım ürünleri hem hızlı hem de kontrol edilebilir bir ortamda kurutulabilmektedir. İlave olarak, bu şekilde kurutulan tarımsal ürünlerde gıda bileşenlerinde kayıplar çok daha az olmaktadır. Bütün bu avantajlar ile birlikte ürün kalitesini de arttırmaktadır. Kurutulacak ürünlerin çok çeşitli olması ve her ürünün farklı niteliklere sahip olması sebebi ile kurutma yöntemleri de farklılıklar göstermektedir. Ayrıca kurutma sürecinde gerekli ısıyı sağlamanın da farklı yöntemleri bulunmaktadır (Babayiğit 2010).

Günümüzde artık kabin kurutucular, tünel kurutucular, sprey kurutucular, vakumlu kurutucular, dondurmalı kurutucular, infrared kurutucular, mikrodalga kurutucular gibi gıdanın yapısına ve istenilen özelliklere göre çeşitli kurutucular kurutma amacı ile kullanılmaktadır (Topbaş 1992, Güngör ve Özbalta 1997, Choa ve Chou 2003). Bunlarla birlikte, son yıllarda bilhassa mikrodalga kurutucu ile yapılan kurutma çalışmaları dikkat çekmektedir. Enerji tüketiminin düşük olması ve diğer yöntemlere kıyasla kurutmayı daha kısa zamanda gerçekleştirmesi sebebiyle mikrodalga kurutucular gittikçe daha çok tercih edilir bir yöntem haline gelmiştir.

Kurutma işlemi tarımsal ürünler için çok gerekli, buna karşın çeşitli parametrelerin en uygun düzeylerde belirlenmesini gerektiren çok hassas bir süreçtir. Tarımsal ürünlerin kuruma karakteristiklerinin ve en verimli kuruma koşullarının belirlenebilmesi bu alanda en önemli konuları teşkil etmektedir. Tarımsal ürünlerin çeşitliliği ve her birinin kendine özgü özellikleri bu ürünler için geçerli bir kurutma yönteminin geliştirilmesini imkânsız kılmaktadır. Tarımsal ürünün sahip olduğu özelliklerden en az kayıpla muhafazasını sağlayacak başarılı bir kurutma

uygulamasının yapılabilmesi için, tarımsal ürünün niteliklerinin yanı sıra kurutma ile ilgili hem teorik ve hem de pratik bilgilerin de çok iyi anlaşılması gerekmektedir (Babayiğit 2010).

Bu çalışmanın amacı, pırasaları haşlama ve tuzlu suda haşlama ön işlemlerinden geçirerek, bantlı sistem mikrodalga kurutucu ile tepsili kurutucuda kurutmak ve farklı ön işlem ve farklı kurutma yöntemlerinin son ürüne etkisini bazı fizikokimyasal ve duyuşal özellikler bakımından değerlendirmektedir. İlave olarak, kurutulmuş pırasalara dört hafta süre ile hızlandırılmış raf ömrü testinin uygulanması amaçlanmıştır.



## 2.KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. *Allium* Cinsi

*Allium* cinsi, Alliaceae familyasında soğanlı bitki grubu içerisinde yer almaktadır. Sekiz yüzden fazla türü bulunmaktadır. Bazı *Allium* türleri gıda amaçlı sebze olarak üretilip tüketilmesinin yanında, güzel çiçekleri sebebi ile süs bitkisi gibi amaçlarla da kullanılmaktadır (Fritsch ve ark. 2010, Akgün 2018). Dünyada çok fazla yetiştirilip kullanılan hem tıbbi özelliklere sahip hem de ekonomik olarak önemli bilinen *Allium* cinsi; sarımsak (*Allium sativum*), soğan (*Allium cepa*), pırasa (*Allium porrum L.*), taze soğan (*A. fistulosum*), frenk soğanı (*A. schoenoprasum*) ve arpacık soğanı (*A. ascalonicum*) gibi türlerde içinde yer alır. *Allium* cinsine ait bitkilerden soğan, sarımsak ve pırasa günümüzde bütün dünya ülkeleri tarafından yaygın bir şekilde yetiştirilir ve tüketilmektedir (İrkin 2007, Bernaert ve ark. 2013).

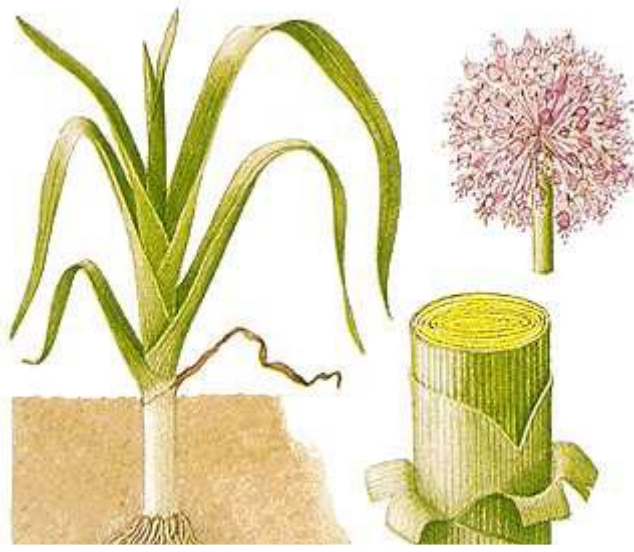
*Allium* türleri eski dönemlerden beri hem mutfaklarda hem de tıbbi uygulamalarda kullanılmaktadır. *Allium* cinsine ait sebzelerin kanser de dâhil olmak üzere birçok çeşitli hastalıklara olumlu etki gösterdiği yapılan çeşitli bilimsel çalışmalarla ispatlanmıştır. Bilhassa anti-karsinojen etkisi, içerdiği organosülfür bileşiklerin ve antioksidan aktivitesi yüksek diğer biyofenollerin varlığı ile ilişkilidir (Bianchini ve Vainio 2001, Özgür ve ark. 2011, Poojary ve ark. 2017). İlave olarak, *Allium* türleri kardiyovasküler hastalıkların riskini azaltmaya yardımcı olmakla birlikte, antioksidan, antiviral, antidiyabetik, antimitojenik, anti-enflamatuvar, immünojenik ve prebiyotik özellikleri çok iyi bilinmektedir. (Putnik ve ark. 2019).

*Allium* sebzeleri (soğan, sarımsak ve taze soğan) tüketimi ile mide kanseri ve yemek borusu kanseri ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Gao ve ark. 1999), seçilmiş *Allium* sebzelerin mide ve yemek borusu kanseri riskini önemli ölçüde düşürdüğü belirlenmiştir. Başka bir çalışmada (Setiawan ve ark. 2005), soğan, sarımsak ve sarımsak saplarının tüketiminin artmasının mide kanseri riskini azalttığı tespit edilmiştir. Buna karşın, diğer *Allium* sebzelerinin mide kanseri ile böyle bir ilişki ortaya çıkmamıştır. Turati ve ark. (2015) çalışmalarında yüksek miktarda *Allium* sebzesi tüketmenin (soğan ve sarımsak) yine mide kanseri riskini azaltabileceğini göstermişlerdir.

## 2.1.1.Pırasa ve Özellikleri

### 2.1.1.1.Yapısı

Pırasa (*Allium porrum L.*) Alliaceae familyasına ait *Allium* cinsindedir. Pırasa yılın her mevsiminde yetiştirilebilen ve tohum almak amacıyla üretildiğinde iki yıllık otsu bir bitkidir. Genellikle yaprakları için yetiştirilmektedir. Birinci yılında tükettiğimiz vejetatif yalancı gövde meydana getirmektedir. İkinci yılında generatif devreye geçmektedir. Üzerinde top şeklinde çiçek bulunduran bir tek çiçek sapı oluşturur ve tohum vermektedir (Kurtuluş 2012, Kiremit 2015).

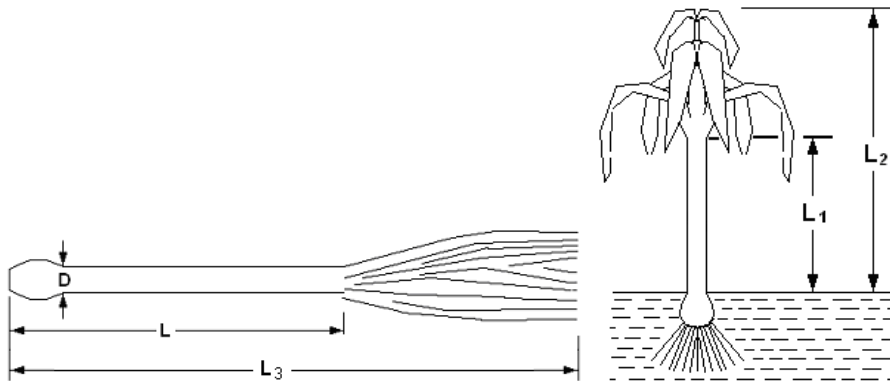


Şekil 2.1. Pırasa, çiçek ve gövde

Pırasa çok yoğun birbirinden bağımsız saçak kök yapısına sahiptir. Hasat edildiklerinde atık köklerin toprakta bıraktıkları galeriler sayesinde toprak yapısı iyileşmektedir. Kendisinden sonra gelen sebze de iyi bir toprak bıraktığından pırasa iyi bir münavebe bitkisi olarak kabul edilmektedir. Köklerin büyük bir kısmı 20 cm'lik derinliğinde yer almaktadır. Geriye kalan kısmı ise sulamaya bağlı olarak 50-60 cm derinliğe kadar inebilmektedir (Anonim 2010, Anonim 2012a).

Pırasada esas gövde soğanlarda olduğu gibi rozet (basık bir düğme) gövde şeklinde olup 1-2 cm genişliğindedir. Yaprak kınlarının sonu ile kökler arasındadır. Yalancı gövde yaprak kınlarından oluşmakta olup beyaz renklidir ve boyu 10-150 cm, çap 1,5-8 cm

aralığında değişim göstermektedir. Boy ve çapları tiplerine göre değişkenlik göstermektedir. Yalancı gövdesi kısa boylu ve kalın olanları Batı Avrupa eşitleri olup, kış soğuğuna daha dayanıklı tiplerdir. Daha ince ve uzun beyaz kısma sahip olanları ise yazlık pırasa olarak tanımlanmakta olup ticari açıdan önemlidir (Anonim 2010, Akgün 2018). Pırasada en kuvvetli gelişen organ yapraklardır. Yaprakları sapsız olup kın şeklini alan geniş tabanlarıyla gövdeye bağlanmaktadır. İlk oluşan yapraklar en dışta, daha sonraki yapraklar ise birbirinin kını içinde biçimlenmektedir. En dıştaki yapraklar ilk oluşan yapraklar olduğundan en yaşlı olanlarıdır (Eminağaoğlu 2011). Pırasa bitkisinin Şekil 2.2.’de pazarlanmaya hazır hali ve tarlada hasadı yapılmamış haline ait genel ölçüler gösterilmektedir (Uğurluay 2008).



Şekil 2.2. Pırasa bitkisine ait boyutlar (soyulmuş, temizlenmiş ve pazarlanmaya hazır pırasa ve tarlada hasadı yapılmamış pırasa)

Çizelge 2.1’de ise pırasa bitkisine ait bazı fiziksel özellikler verilmektedir (Uğurluay 2008).

Çizelge 2.1 Pırasa bitkisine ait bazı fiziksel zellikler

Ortalama D (mm)	Ortalama L (cm)	Ortalama L <sub>1</sub> (cm)	Ortalama L <sub>2</sub> (cm)	Ortalama L <sub>3</sub> (cm)
21,66 ± 6,69	35,93 ± 7,05	20,55 ± 5,42	83,27 ± 8,76	80

### 2.1.1.2.Bileşimi

Pırasa genelde taze olarak yemeklerde kullanılmakla birlikte, daha çok Asya diyetinde yer almaktadır (İrkin 2007). Soğan, sarımsak ve birlikte Alliceae familyasına ait olan pırasanın zengin bir sekonder metabolit kaynağı olduğu, tüketilmelerinin sağlığa faydalı olduğu çeşitli bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır (Tsouvaltzis ve ark. 2006). Sağlık üzerine olumlu etkilerinin içerdikleri organoleptik parametrelerinden sorumlu organosülfür bileşiklerin ve flavonol glikozitleri içeren polifenolikler gibi bileşik sınıflarının varlığı olduğu öne sürülmektedir. İlave olarak pırasa önemli miktarlarda lutein,  $\beta$ -karoten, E ve C vitaminlerini, B grubu vitaminlerini içerdiği iyi bilinmektedir. Pırasanın antioksidan kapasitesinin içeriğindeki askorbik asit ve toplam fenolik maddelerden geldiği belirlenmiştir (Bernaert ve ark. 2012). Taze pırasanın (100 gr üründe) ana bileşenleri şunlardır; 5-11,2 gr karbonhidrat, 1,6-2,2 gr protein, 0,1-0,4 gr yağ, 1,0-3,2 gr diyet lif ile 248-347 mg/100gr K, 48-75 mg/100gr Ca, 10-11 mg/100gr Mg, 5-9 mg/100 gr Na, 0,06-0,30 mg/100 gr Cu gibi çeşitli elementleri içermektedir (Grzelak-Blaszczyk ve ark. 2011).

*Allium* sebzelerinin tüketilmesi ile kanser arasındaki ilişki, çeşitli vaka kontrol çalışmaları başta olmak üzere birçok epidemiyolojik çalışma ile incelenmiştir. Buna karşın, bu konuda pırasa ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Pırasa ve sarımsak tüketiminin artmasının göğüs kanseri riskini düşürdüğü önemli ölçüde ilişkilendirilmiştir. *Allium* sebzelerinin anti-kanser etkisi içerdiği organo-sülfür bileşiklerine atfedilmiştir (Pourzand ve ark. 2016). İsveç ve Belçika gibi ülkelerde pırasa tüketiminin mide kanseri riski üzerine yapılan çalışmalarda, pırasa tüketiminin artmasıyla mide kanseri riskinin düştüğü sonucu elde edilmiştir (Tuyns ve ark. 1992, Hansson ve ark. 1993). Çin Halk Cumhuriyetinde yapılan bir çalışmada sarımsak, yeşil soğan, frenk soğanı ve pırasa dâhil *Allium* sebzelerinden en yüksek tüketime sahip kategorinin, istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bir prostat kanseri riski göstermiştir (Hsing ve ark. 2002). Günlük 20 gr *Allium* sebzesi (soğan, sarımsak, pırasa, taze soğan) tüketimi artışının mide kanseri riskini azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir (Nicastro ve ark. 2015).

### 2.1.1.3.Taze üretimi

Pırasa (*Allium porrum L.*) anavatanı Orta ve Doğu Akdeniz Bölgesidir. Kökeni İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran, Suriye, Filistin, Azerbaycan ve Afganistan gibi ülkeleri içerisine alan bölgeleri kapsamaktadır (Fidan 2010). Serin hava koşullarını seven bir sebze çeşididir. Düşük sıcaklıklara dayanıklı olup, yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilenmektedir. Ülkemizde de özellikle karasal iklim koşullarına sahip bölgeler başta olmak üzere hemen her bölgede yetiştirilmektedir. Özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerimizde kış aylarında önlem alınmaksızın tarlada bırakılıp istendiği zaman hasat edilebildiğinden bu dönemde yetiştirme yapılamayan bölgelerimize pazarlaması yapılabilmektedir (Anonim 2013).

Ülkemizde yetiştirilen pırasalar kamış pırasalar ve kara pırasalar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Kamış pırasaların yalancı gövdeleri 40-60 cm kadar oldukça uzundur. Kara pırasaların gövdeleri daha kısa ve kalındır. Kamış pırasalar ülkemizde daha çok tercih edilip yetiştirilmekle birlikte en bilinenleri Kartal, Ödemiş, Denizli ve İnegöl pırasasıdır (Kiremit 2015).

Ülkemiz dünyada pırasa üretiminde ilk sıralarda yer almaktadır. Dünyadaki pırasa üretiminde Endonezya ilk sırada gelmektedir. Türkiye ikinci sırada yer almakta olup Belçika, Fransa ve Kore olarak sıralama devam etmektedir.

Çizelge 2.2'de pırasanın dünyadaki ilk on üreticisinin 2012-2016 yılları arasındaki ortalama pırasa üretim miktarları verilmiştir (Anonim 2018a).

Çizelge 2.2. Pırasa üretiminde ilk on ülkenin pırasa toplam üretim miktarları

Ülkeler	Pırasa Üretim Miktarları (t) 2012-2016 Yılları Ortalaması
Endonezya	562.367
Türkiye	230.380
Belçika	166.230
Fransa	158.424
Güney Kore	141.699
Çin	116.493
Polonya	109.113
Almanya	102.204
İspanya	91.970
Hollanda	91.660

2018 yılında Türkiye’de 77.779 dekarlık alana pırasa ekilmiş ve 252.958 ton pırasa hasat edilmiştir.

Çizelge 2.3.’de ülkemizde 2008-2018 yılları arasında pırasa ekim alanları ve üretilen pırasa miktarları verilmiştir (TÜİK 2019).

Çizelge 2.3. Ülkemizde 2008-2018 yılları arasında pırasa ekim alanları ve üretim miktarları

Yıllar	Ekim Alanı (dekar)	Üretim Miktarı (t)
2008	95.237	252.286
2009	93.115	251.120
2010	89.100	244.812
2011	86.564	246.144
2012	86.477	229.359
2013	85.934	240.391
2014	79.607	223.303
2015	79.908	231.678
2016	78.414	227.172
2017	72.989	208.239
2018	77.779	252.958

Çizelge 2.3.’de görüldüğü gibi 2017 yılında 208.239 ton olan pırasa üretimi 2018 yılında % 21,5’luk bir artış ile 252.958 tona ulaşmıştır. Türkiye sebze üretiminde de dünya sıralamasında ilk sıralarda yer almaktadır. 2018 yılında Türkiye’de sebze üretimi genel olarak azalırken, üretimi artan sebzelerin başında % 21,5 oranla pırasa birinci sıradadır. % 12,9 ile havuç, % 9,4 ile kuru soğan onu takip etmektedir. Pırasa iç pazarda tüketiminin yanı sıra Almanya, Hollanda, İsveç, İsviçre, Polonya ve Bulgaristan gibi Avrupa ülkelerine ihraç edilmektedir. Ülkemizde pırasa üretimi hemen her bölgede olmakla birlikte Bursa, İzmir, Aydın şehirlerimiz üretimde ilk sıralarda yer almaktadır (TÜİK 2019).

Pırasa diğer sebzeler gibi çabuk bozulabilir özelliktedir ve hızlı bir şekilde tüketilmesi gerekmektedir. Pırasa, taze olarak tüketilmesinin yanında dondurma, kurutma gibi teknikler ile muhafaza edilebilmektedir. Her mevsim üretilip tüketilebilen bir sebze olması ve son yıllarda taze, dondurulmuş ve kurutulmuş olarak ihraç edilmesi sayesinde pırasa üretiminin 2018 yılında olduğu gibi gelecek yıllarda da üretiminin artacağı konusunda beklentiler oluşmaktadır (Doymaz 2008, Anonim 2013).

#### **2.1.1.4.Kuru üretimi**

Dünyada kurutulmuş ürünlere olan ilgi giderek artmaktadır. Kurutulmuş ürünlerin başında meyve ve sebzeler gelmektedir. Kurutulmuş ürünler taze ürün pazarına alternatif bir seçenek olmuştur. Bu ürünler hem direkt olarak tüketilebilir hem de ara ürün olarak hazır çorbalarda; bebek mamalarında; köfte, çiğköfte, balık, tavuk, et harçlarında; makarna, mantı, erişte hamurlarında katkı olarak ürünlerin besin değerlerini arttırmak ve lezzet katmak amacıyla kullanılabilirler (Anonim 2019d). Ülkemizde kurutulan sebzelerin arasında taze üretimi giderek artan pırasa da önemli yer almaktadır. Özellikle Isparta, Antalya, Samsun, Çanakkale illerinde kurutulmuş sebze üreten ve pazarlayan, yurt dışına ihraç eden firmalar mevcuttur.

#### **2.2.Gıdaların Kurutulması**

Kurutma işlemi, en eski gıda muhafaza yöntemlerinden biri olarak bilinmektedir. Kurutma sonrası son üründe istenmeyen değişikliklerin olması sebebiyle aynı zamanda zor bir gıda prosesi olarak tanımlanır. (Maskan 2000). Kurutma, su oranı % 80-95 olan meyve ve sebzelerin % 5-20'e ulaşıncaya kadar suyun buharlaştırma işlemidir. Suyun madde içinden yüzeye (sıvı veya buhar difüzyonu) ve daha sonra da yüzeyden havaya hareketi söz konusudur. Kurutma işleminde yaş tarımsal ürünlerdeki serbest suyu uzaklaştırmanın amacı son üründe meydana gelebilecek çeşitli biyokimyasal reaksiyonları ve mikroorganizmaların faaliyetlerini durdurarak ürünün muhafaza süresini arttırmaktır (Çetin 2014, Özen 2016).

İnsanoğlu kurutmayı ilk çağlardan beri uygulamaktadır ve de bu yöntemi tabiatın öğrendiği gibidir. Zira bu kuruma olayı tabiatın kendiliğinden gerçekleşmektedir. Tarımsal kökenli gıdaların kurutulması muhafazasına sebep olan aslında belli başlı ihtiyaçlar ve zorunluluklardır. Eski dönemlerde uzun süren deniz seyahatleri, savaşlar, keşif zamanları gibi şartlar kurutma yönteminin doğmasına neden olmuştur (Dadalı 2007). Özellikle de savaş zamanlarında yiyeceklerin cephelelere taşınması açısından hafif olması ve uzun süre muhafazaya uygun tarımsal ürünler olması kurutulmuş gıdalara ihtiyacı ortaya çıkarmıştır.

Gıda muhafaza yöntemleri arasında kurularak muhafaza etmenin diğer yöntemlere göre çeşitli avantajı bulunmaktadır. Kurutulmuş gıdalar, diğer yöntemlerle muhafaza edilen gıdalara kıyasla gıda bileşenleri açısından yoğunlaştırılmış bir özellik kazanırlar. İlave olarak da gerek gıdanın üretiminde daha az işçi ve daha az ekipman gerekmesi, gerekse gıdaların depolanması ve taşınması sırasında daha az masraf yapılması bu yöntemin en ucuz gıda

muhafaza yöntemi olduğunu göstermektedir. Kurutulmuş ürünlerin çoğunun özel kullanım alanları vardır. Örnek olarak kuru çorba üretiminde hammadde olarak kurutulan sebzelerin kullanılması verilebilir (Cemeroğlu 2011).

Kurutma işlemi eski zamanlarda sadece güneşte kurutma yöntemi ile yapılmaktayken, günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle birlikte artık çok farklı yöntemlerle de gerçekleştirilmektedir. Kurutma yöntemleri güneşte kurutma ve yapay kurutma olarak sınıflandırılabilir. Diğer bir sınıflandırma ise kurutulacak maddedeki suyun uzaklaştırılması amacıyla gerekli ısının maddeye taşınması yöntemine dayanılarak yapılabilir. Buna göre bu açıdan, konveksiyon kurutma, kontakt kurutma ve radyasyon kurutma olarak üç farklı kurutma yönteminden bahsedilebilir (Cemeroğlu 2011). Ayrıca gıda maddesindeki nemin uzaklaştırılması radyasyon kaynağı ile de gerçekleştirilebilir. Radyasyon ile kurutmada mikrodalga dielektrik veya infrared gibi elektromanyetik enerji çeşitlerinden faydalanılabilir. Bunlarla birlikte, bütün bu kurutma yöntemlerinden ikisi seçilerek kombine kurutmada gerçekleştirilebilir.

## **2.2.1.Kurutma Yöntemleri**

### **2.2.1.1.Güneşte kurutma**

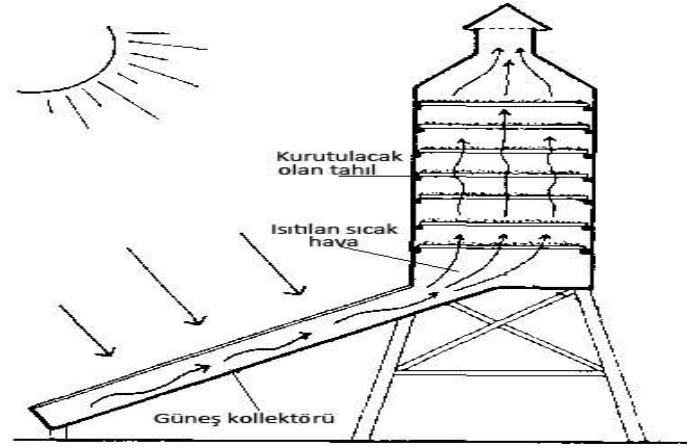
Gıda ürünlerinin güneşte kurutularak muhafazası çok eski zamanlara uzanmaktadır. Buna karşın, güneşte direkt olarak kurutma yönteminin geniş alanlara ve uzun süreye ihtiyacı olması, böceklenme, tozlanma gibi dış faktörlere açık olduğu için hijyenik olmayan bir yöntem olması, senenin sadece belirli aylarında güneşten yararlanılabilmesi gibi olumsuzluklarından dolayı çok fazla tercih edilmemektedir. Güneşte kurutma ile tarımsal ürünün nem içeriği % 15'in altına inmez ve bu durum çoğu tarımsal ürün için istenmez (Kutlu ve ark. 2015).



Şekil 2.3. Domatesin güneşte kurutulması (Anonim 2014)



Son yıllarda geliştirilen solar kurutucular sayesinde geleneksel güneşte kurutmanın olumsuzluklarını yok etmekte ve güneş enerjisinden daha çok yararlanılmaktadır. Direkt solar kurutucuların maliyeti düşük ve kullanımı kolaydır. Bunun yanında, sıcaklık kontrolünün yapılamaması, ürünün dış etkenlere karşı korumasız olması ve uzun süre güneş ışınlarını görmesinden dolayı renk kayıplarının yaşanması gibi çeşitli olumsuz yönleri bulunmaktadır. İndirekt solar kurutucular sayesinde ürünlerin sıcaklığı daha iyi bir şekilde kontrol altına alınabilmektedir. Güneşin ultraviyole radyasyonlarına maruz kalmaması ve ürünün renginde değişiklik olmaması gibi avantajları vardır. Bu avantajlarına karşılık ise maliyet yükselmektedir (Al-Juamily ve ark. 2007).

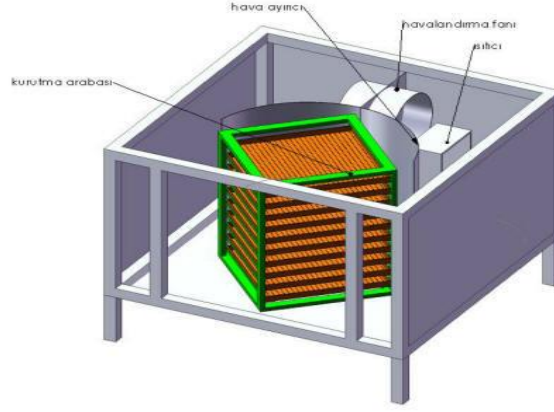


Şekil 2.4. Güneş enerjili kurutma sistemi (Anonim 2012c)

## 2.2.1.2.Yapay kurutucular

### 2.2.1.2.1.Kabin kurutucular

Tepsili kurutucu olarak da bilinir. Kabin kurutucuların birçok çeşidi olmasına rağmen çalışma prensibi genel olarak aynıdır. Kurutulacak gıda maddesi kurutma arabasına altı ızgaralı tepsiler ile konular ve kabin içerisinde kurutmaya alınır. Sıcak hava gıdaların içerisinde geçirilerek kurutma gerçekleşmektedir. Sıcak hava hızı genelde 2,5-5 m/s'dir. Şekil 2.5.'de görüldüğü gibi, sıcak hava üst üste dizilmiş tepsilerin arasından ve her tepsideki ürünün üzerinden geçer, ısıtma bölgesine geri dönmektedir.

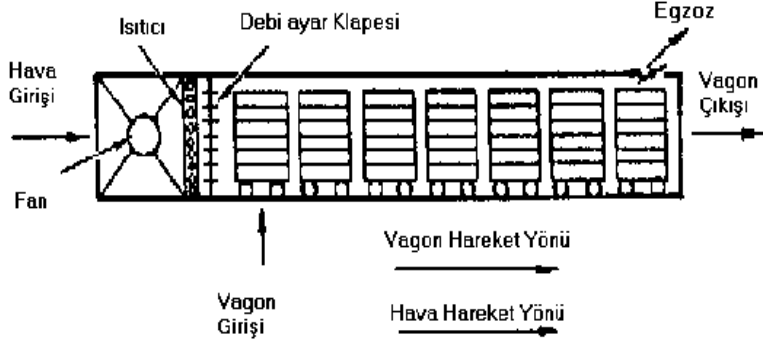


Şekil 2.5. Laboratuvar tipi tepsili kurutucu (Anonim 2019a)

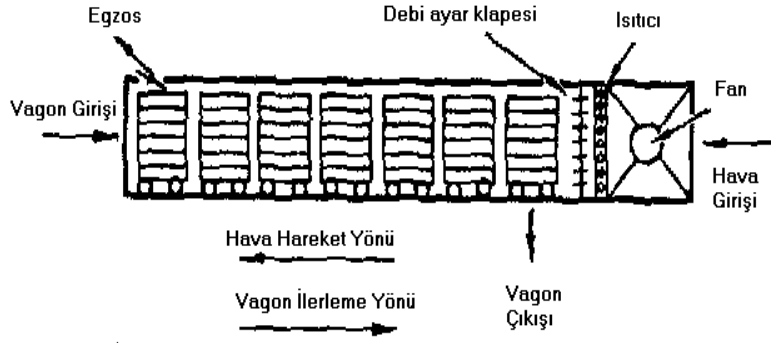
Kabin kurutuculardaki en önemli sorun tepsilerin her yerinde aynı kurutma hızının sağlanamamasıdır. Bunun nedeni, kurutma tepsilerinin her alanında hava hızı, sıcaklığı ve nemin aynı düzeyde tutulamamasıdır. Diğer bir sorunları ise sıcak hava kuruma hücreğine ilk girdiği alanı daha çok ısıtır ve bu da diğer taraftakilerin daha yavaş kurumasına neden olmaktadır. Önlem olarak hava sirkülasyon fanının yerini değiştirmek ya da bu amaçla kabinde uygun bir alana yerleştirilmiş çift fan kullanmak olabilir. Kabin kurutucular genelde büyük miktarda ürünü kurutabilecek kapasitede olmayıp, birkaç ton meyve-sebze kurutabilirler. Kuruma süresi uzun olup, ürüne ve istenen son neme göre 10-20 saat arasında değişmektedir. Sabit yatırımları genelde az ve kullanımları kolaydır (Çalışkan 2002, Cemeroğlu 2011).

#### 2.2.1.2.2. Tünel kurutucular

Kabin kurutucuların daha gelişmiş şeklidir ve meyve sebze kurutmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Kabin kurutuculardan en önemli farkı üzerine gıda maddesi konulan tepsilerin hareketli raflarda tünel boyunca hareket etmesidir. Farklı tip tünel kurutucularda hava ve ürünün birbirlerine göre hareket yönleri de farklıdır. Eğer, arabalarla hava aynı yönde hareket ediyorsa paralel hava akımlı kurutma tüneli denir. Sıcak hava ile arabalar birbirine zıt yönde ise ters hava akımlı kurutma tüneli denir (Çalışkan 2002, Cemeroğlu 2011).



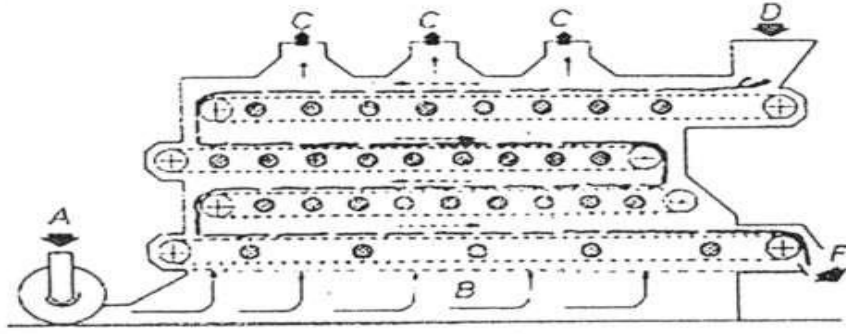
Şekil 2.6. Paralel hava akımlı tünel kurutucuları (Çalışkan 2002)



Şekil 2.7. Ters hava akımlı tünel kurutucuları (Çalışkan 2002)

### 2.2.1.2.3. Konveyör (Bant) kurutucular

Bantlı kurutucularda ürün sürekli bir iletim bandı üzerinde kurutucu içinde hareket etmektedir ve sıcak kurutma havası üflenmektedir. Bu tip kurutucular çok yönlüdür. Hem ısıya duyarlı hem de kırılğan olan büyük miktarlarda farklı şekillerdeki yükleri taşıyabilmektedir (Güngör 2013).



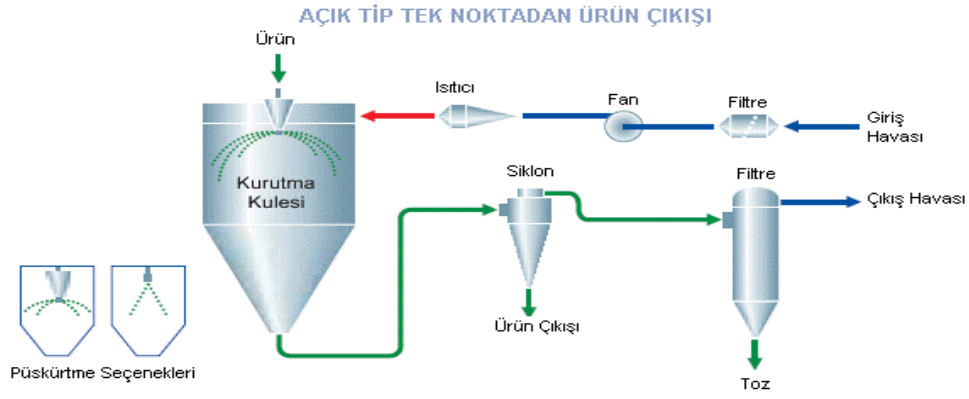
Şekil 2.8. Konveyör kurutucu (Çalışkan 2002)

#### 2.2.1.2.4. Akışkan yataklı kurutucular

Akışkan yataklı kurutucular tekne şeklindeki bantlı kurutucuların geliştirilmiş halidir. Modern kurutma yöntemleri arasında akışkan yataklı kurutucular önemli bir yere sahiptir. Kurutulacak ürün, alttan yüksek bir hızla verilen sıcak hava sayesinde askıda kalır, akışkan bir yatak halinde bulunur. Bu haldeki, parçacıkların akışkan kalabilmesi için ise havanın belli bir hızda verilmesi gerekir. Gaz hızı önemli bir faktör olup, çok iyi ayarlanması gerekmektedir. Meyveler öz suyunu vererek birbirlerine yapışıp bir kitle haline dönüştüğünden, bu sistem meyve kurutmak için elverişli değildir. Çok çeşitli baklagiller ve tahıllar ile doğranmış sebzelerin kurutulmasında başarılı bir yöntemdir. Bu sistem otomatik olarak yükleme boşaltma yapılabilmesinin yanı sıra en önemli özelliği kurutmanın kısa sürede gerçekleşebilmesidir. Son yıllarda ise mikrodalga ile kombine edilerek daha kısa sürede daha kaliteli ürün elde edilmiştir (Yüzgeç 2005, Ersöz ve Doğan 2010, Cemeroğlu 2011).

#### 2.2.1.2.5. Sprey kurutucular

Genel prensibi kurutulacak ürün sıcak kurutucu haznesine püskürtülerek (atomize edilerek) nem uzaklaştırılır. Püskürtmeli kurutma ile sıvı formda veya viskozitesi düşük ezme ve püre halindeki gıdalar toz forma dönüştürülmektedir. Gıda sanayiinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çünkü gıdalar ısıya oldukça duyarlıdır ve tüketicilerin toz ürünlere olan talebidir. Süt tozu, peynir altı suyu proteini, kahve, çay ekstraktları, bebek mamaları bu yöntem ile üretilmektedir (Tunç Odabaş 2017).



Şekil 2.9. Püskürtmeli kurutma sistemleri (Anonim 2019b)

#### 2.2.1.2.6. Valsli (Tamburlu) kurutucular

Bu tip kurutucularda genel prensip içten ısıtılan bir silindirin sıcak olan yüzeyine ince bir tabaka halinde sıvı veya lapa halindeki gıda ürünü yayılır. Silindir yaklaşık 300 derece ile dönerken gıdayı kurutur ve yüzeyden kazınıp alınabilir. Valsli kurutucular da püskürtmeli kurutucular gibi sadece sıvı ve yarı sıvı ürünlerin kurutulması için uygundur. Patates püresi gibi sebze püreleriyle, domates salçası kurutulabilir (Cemeroğlu 2011).

#### 2.2.1.2.7. Vakumlu kurutucular

Bu tip kurutucularda vakum gıdadaki suyun düşük sıcaklıklarda atmosferik koşullardan daha kolay buharlaşmasını sağlamakta ve ortamda hava bulunmadığı için oksidasyon reaksiyonlarını azaltmaktadır. Böylelikle ürünlerde renk, tekstür ve aroma çok iyi bir şekilde korunabilmektedir. Meyve suyu konsantrelerinin kurutulmasında yaygın olmakla birlikte parça halindeki ürünlerin kurutulmasında da oldukça başarılıdır (Erbay ve Küçüköner 2008, Cemeroğlu 2011).

#### 2.2.1.2.8. Puf yapı kazandırarak kurutma

Meyve ve sebzelerde kurutma ilerledikçe doğal gözenekler bozular, kapillar borular kırılır ve kuruma gittikçe yavaşlar. İşte bu aşamada ürüne puf yapı kazandırılırsa hem kuruma yeniden hızlandırılır hem de kurutma süresi kısalmış olur. Bu yöntemde prensip yüksek basınç ve kızgın buhar etkisi ile ürün dokusu gevşetilir ve üründeki nem atmosferik basınçtan daha düşük basınç altında olabildiğince fazla ve hızlı bir şekilde uzaklaştırılır. Ürüne bal peteğinin yapısına benzer bir gözenekli yapı kazandırılır (Köprüalan ve ark. 2019).

### **2.2.1.2.9.Dondurarak kurutma (Liyofilizasyon)**

Dondurarak kurutma işlemi “dondurma” ve “kurutma” olmak üzere iki aşamalı bir kurutma yöntemidir. Dondurulmuş ürünün süblimasyon ile dehidrasyonu işlemine dayanmaktadır. Gıdada bulunan suyun katı formda olması kurutulmuş üründe ilk yapının ve asgari düzeyde hacimsel küçülme ile ilk şeklin korunmasını sağlamaktadır (Ratti 2001). Dondurarak kurutma diğer yöntemlere göre yüksek yatırım gerektirmektedir. Ayrıca ısının dıştaki kuru tabakayı aşır içteki buz fazına ulaşması zor olduğundan kurutulacak gıdanın küçük parçalar halinde doğranmış olması şarttır.

Dondurarak kurutmanın olumsuzluklarına karşı birçok olumlu yönü bulunmaktadır. Dondurularak kurutulan ürünlerin kalitesine diğer kurutma yöntemlerinin hiç biri ile erişilemez. Pahalı bir yöntem olmasına rağmen değerli ve ısıya duyarlı ürünlerin kurutulmasında ticari boyutlarda uygulanmaktadır. Örneğin; kahve ekstraktı, meyve suları, kuşbaşı piliç eti, karides, mantar ve çilek bu yöntemle kurutulur. Dondurularak kurutulan ürünlerin aroma ve beslenme değeri çok yüksektir. Çünkü dondurma işlemi ile su bulunduğu yerde buz formuna dönüştürüldüğünden herhangi bir sıvı hareketi yoktur. Rehidrasyon yetenekleri çok yüksektir. Kurutulduklarında hacimlerinde bir buruşma vs. olmayıp orijinal şekil ve hacmini korur (Cemeroğlu 2011).

### **2.2.1.2.10.Mikrodalga kurutucu**

Mikrodalga teknolojisi İkinci Dünya Savaşı sırasında askeri ekipmanların üretimi ve dizaynı üzerine yapılan çalışmalar sırasında keşfedilmiştir. En çok kullanıldığı alan ise gıda sanayidir. Yemek pişirme, buz çözme, temperleme, kurutma, dondurarak kurutma, pastörizasyon, sterilizasyon, fırında pişirme ve ısıtma gibi işlemlerde kullanılmaktadır. Metalürji alanı, biyomedikal uygulamaları, kimya alanı mikrodalga enerjisinin diğer kullanım alanlarıdır (Konak ve ark. 2009, Gümüşderelioğlu ve Kaynak 2012).

Mikrodalgalar, elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır. Işık ile radyo dalgaları arasında yer almaktadır. Mikrodalgalar genellikle 300 MHz - 300 GHz aralığındaki elektromanyetik dalgalardır. Endüstriyel, bilimsel ve tıbbi mikrodalga frekansları, 12 cm ve 34 cm dalga boyuna karşılık gelen 2450 MHz ve 915 MHz'dir. Bu frekans değerleri gıda uygulamalarında da kullanılan değerlerdir (Baysal ve ark. 2011). Mutfak tipi olarak kullanılan mikrodalga fırınlarda 2450 MHz frekansları yaygın olarak kullanılırken,

endüstriyel proseslerde, laboratuvar ve araştırma projelerinde 2450 ve 915 MHz frekansları tercih edilir.



Şekil 2.10. Bantlı sistem mikrodalga kurutucu (Anonim 2018b)

Mikrodalga tekniğinin temeli ürünlerdeki su moleküllerinin polarize edilerek hızla hareket etmelerine olanak vermek ve buna bağlı olarak ortaya çıkan moleküler sürtünmeyle ısıyı ortaya çıkmasıdır. Diğer bir ifade ile mikrodalga enerjisi maddeler tarafından absorplanır ve absorplanan enerji ısıya dönüşmektedir. Ortaya çıkan ısı materyalin hücrelerinde bulunan suyu buharlaştırmaktadır. Ürünün sıcaklığını arttırarak ısınmasına neden olmaktadır. Bu olay ürünü ısıtma gibi görünse de aslında nemin gıdadan ayrılma işlemidir (Öztürk 2014). Gıdanın yüksek su içeriği, kurumayı da hızlandırmaktadır. Yüksek tuz içeriği de mikrodalga absorpsiyonunu arttırmakta ve penetrasyon derinliğini azaltmaktadır (Erdem 2007, Baysal ve ark. 2011, Öztürk 2014, Karabacak ve ark. 2015). Mikrodalga ile kurutma işlemi daha çok kuruma hızının yavaşladığı son kurutma aşamasında daha etkilidir. Bu nedenle sadece tek başına değil diğer geleneksel yöntemlerle de birlikte kullanılıp hem enerji hem zamandan tasarruf edilmektedir.

Mikrodalga kurutmanın diğer kurutma yöntemlerine göre çeşitli avantajları bulunmaktadır. En belirgin özelliği kurutmanın çok daha hızlı olmasıdır. Geleneksel yöntemlere göre enerji kullanımı açısından da daha ekonomiktir. Zira sadece ürünü ısıtır ve ortamı ısıtmaz. Uygulama gücü ve zamanı ürüne göre iyi bir seçim yapıldığında ürün kalitesinde iyileşmeler sağlanabilmektedir. Mikrodalga kullanımının avantajları olduğu gibi çeşitli dezavantajları da vardır. Yatırım maliyeti yüksektir ve bu nedenle sanayide kullanımı

yavaş gelişim göstermektedir. Karmaşık bir sisteme sahip olduğu için mikrodalga ile çalışacak kişilerin bu alanda eğitimi olmaları gerekliliktir (Kalender 2013).

### 2.2.1.3. Pırasa kurutma çalışmaları

Krokida ve ark. (2003) çalışmalarında, patates, havuç, biber, sarımsak, mantar, soğan, pırasa, bezelye, bezelye, mısır, kereviz, kabak ve domatesi konveksiyonel sıcak-hava ile kurutmuşlardır. Bu çalışmada çeşitli sıcaklık (65, 75, 85°C), çeşitli hava bağıl nem (% 20, % 30, % 40), farklı hız (1,5; 2; 2,6 m/s) ve çeşitli ürün boyutları (5, 10, 15 mm) karşılaştırmışlardır. En önemli etkenin sıcaklık olduğu görülmüş ve sıcaklığın yükselmesinin kurumayı hızlandırdığı belirlenmiştir. Nem ve hava hızının ise sıcaklık kadar etkili olmasa da, nemin düştükçe ve sıcak hava hızının arttıkça kurutmayı hızlandırdığı görülmüştür. Farklı boyutların da kurutma işleminde önemli bir faktör olduğu, boyutlar küçüldükçe kurumanın hızlandığı tespit edilmiştir.

Nasıroğlu (2007) çalışmasında, infrared kurutma yöntemi ile kırmızıbiber, elma ve pırasa kurutmuştur. Farklı lamba gücü (300, 400, 500W) ve farklı hava akım hızları (1; 1,5; 2 m/s) ile ürünleri kurutarak kuruma süresi, büzülme, askorbik asit gibi parametrelere etkisini incelemiştir. Ürünlerin kuruma süresi lamba gücü arttıkça azalmış ve hava hızının artması ile azalmıştır. Pırasanın farklı lamba gücündeki kuruma süreleri sırasıyla 305-341, 195-244, 183-241 dakika değerleri arasında değişim göstermiştir.

Dadalı ve Özbek (2008) çalışmalarında, ev tipi mikrodalgada beş farklı güç seviyesini (180, 360, 540, 720, 900 W) pırasa kurutmak için denemişlerdir. 180 W'ın üzerindeki seviyeler üründe kararmaya sebep olduğundan 180 W kurutma için seçilmiştir. Bu çalışmada 100 ve 300 g miktarlarında pırasaların yeşil ve beyaz kısımları ayrı olarak kurutulmuştur. Pırasanın beyaz kısımları 100 gr kurutulduğunda 52 dakikada kururken, miktar 300 gr'a ulaştığında süre de 130 dakikaya çıkmıştır. Pırasanın yeşil kısımları da kurutulurken aynı miktar artış uygulandığında süre 55 dakikadan 135 dakikaya yükselmiştir.

Doymaz (2008) çalışmasında, 1 ve 2 cm dilim kalınlığında doğranmış pırasaları, haşlanmış (70°C'de 3 dakika) ve haşlanmamış olarak iki gruba ayırmış ve farklı sıcaklık dereceleri (60°C, 70°C, 80°C) kullanmıştır. Kurutma hızı her grup için sabit olup 2,5 m/s'dir. Çalışmada nem içeriği % 91 olan pırasalar % 10 nem içeriğine ulaşana dek kurutulmuştur. Ve dilim kalınlığının, haşlama ön işleminin ve farklı kurutma sıcaklıklarının kurutma süreleri kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda en uzun kurutma süresi 2 cm kalınlığındaki, haşlanmamış



ve 60°C’de kurutulmuş pırasalarda olup, en kısa kurutma süresinin ise 1 cm kalınlığındaki, haşlanmış ve 80°C’de kurutulmuş pırasalarda 240 dakika olduğu görülmüştür. Kurutma sıcaklığı yükseldikçe ve dilim kalınlığı azaldıkça kurutma süresi kısalmıştır. Aynı sıcaklık derecesinde kurutulmuş pırasalarda kurutma süresinin haşlanmış olanlarda haşlanmamışlara göre daha kısa olduğu belirlenmiştir. Kurutulmuş pırasaların rehidrasyon oranları da kıyaslanmış olup, haşlanmış pırasaların daha yüksek rehidrasyon oranına sahip oldukları bildirilmektedir.

Karaaslan (2008) tarafından bildirildiğine göre, Tunçer (1990)’ın mikrodalga ve konveksiyonel olarak sebzeleri kurutma çalışmasında, pırasa, kırmızı ve yeşilbiber, patlıcan, soğan, patates sebzeleri materyal olarak kullanılmıştır. Mikrodalga ile yapılan çalışma sonucu sebzelerde herhangi bir yanık bereleri, renkte solma, tipik koku ve tadın değişmesi gibi olumsuz özellikler görülmemiştir. Kurutma süresi olarak da konveksiyonel kurutmaya kıyasla mikrodalga kurutmada 1/5 ile 1/12 arasında değişen kısa sürede kurutma gerçekleşmiştir.

Zakipour ve Hamidi (2011), kurutma işlemi gerçekleştirdikleri çalışmada, pırasa, çemen, nane ve maydanozu vakum kurutucuda 30°C, 35°C ve 40°C sıcaklıklarda kurutmuşlardır. Pırasayı 2 cm kalınlığındaki dilimler halinde keserek kurutmuşlardır. Kurutma hızının kurutmanın ilk zamanlarında hızlı, nem oranı düştükçe ise yavaş olduğu, her sebze için kuruma eğrileri çizildiği, kurutma sıcaklığının yüksek olması ile kurutma oranının da hızlandığı ifade edilmektedir.

Çınar (2014) çalışmasında, konveksiyonel ve akışkan yataklı sistemlerde ıspanak, pazı ve pırasanın 70°C’deki kurutma karakteristiklerini incelemiştir. Çalışmada sebzeler 0,5x10 cm’ lik şeritler halinde kesilmiş ve her iki kurutma sisteminde de ürünler birer saat tutularak ağırlık kayıpları gözlemlenmiştir. Çalışmada kurutma süresi arttıkça ağırlık kaybının arttığı belirlenmiş olup, akışkan yataklı sistemde doğrudan temas sayesinde ısı-kütle transferi daha hızlı gerçekleştiğinden ağırlık kaybı daha yüksek bulunmuştur. Bir saatlik kurutma boyunca ağırlık kayıpları akışkan yataklı sistemde pırasada % 81,7, ıspanakta % 81,5, pazıda % 80,90, konveksiyonel sistemde ise ıspanakta % 49,3, pazıda % 40,85, pırasada % 23,97 olduğu belirlenmiştir.

#### **2.2.1.4. Diğer kurutma çalışmaları**

Maskan (2000) çalışmasında, muz dilimlerini (4,3; 7,4; 14 mm) sıcak hava (60°C ve 1,45 m/s) ve mikrodalga kurutucuda (350, 490, 700 W) ve sıcak hava-mikrodalga kombine

ederek kurutma işlemini gerçekleştirmiştir. Elde edilen verilere göre sıcak hava ile kurutma en uzun sürede gerçekleşmiştir. Sıcak hava-mikrodalga kombinasyonlu kurutmada ise son aşamaya mikrodalga eklenmesi ile kuruma süresini sadece sıcak hava kurutmanın süresine kıyasla %64,3 azalmıştır. Sıcak hava-mikrodalga kombinasyonu ile kurutulan muz dilimlerinin de rehidrasyon yeteneğinin diğer kurutma yöntemlerine göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir.

Mengeş (2005) çalışmasında, farklı boyutlardaki patatesleri 2 m/s sabit hava akım hızında 60°C, 70°C ve 80°C sıcaklıklarında kurutma yaparak farklı boyutların ve kurutma sıcaklıklarının kuruma karakteristiklerine etkisini incelemiştir. Patateslerin boyutları küçüldükçe ve kurutma sıcaklığı yükseldikçe kuruma hızının yükseldiği, ayrılan nem miktarının arttığı belirlenmiştir.

Keçebaş (2007) çalışmasında, brokolileri farklı içerikteki haşlama suları (su, % 3'lük NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgO, MgCO<sub>3</sub>) ile üç dakika ön işlem uygulamış olup, 65°C'de tepsili kurutucuda kurutmuştur. Çalışmada farklı ön işlemlerin ve depolama süresinin kurutulmuş brokolinin antioksidan aktivitesi, renk, klorofil ve antioksidan içeriği üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Duyusal değerlendirmede renk ve koku bakımından en yüksek puanı su ve tuz ile haşlanarak kurutulan brokoliler aldığı belirlenmiştir. En yüksek rehidrasyon kapasitesine 24 saatin sonunda tuz çözeltisi ile muamele edilerek kurutulan ürünler ulaştığı ifade edilmektedir. Depolama süresince klorofil a içeriğinde en az kayıp yaşanan grup MgCO<sub>3</sub>, en fazla kaybı ise MgO gruplarının verdiği belirlenmiştir. MgCO<sub>3</sub> ve MgO çözeltileri ile muamele edilen grupların antioksidan aktiviteleri daha düşük bulunmuştur. Depolama süresi boyunca L-askorbik asit içeriğini en iyi koruyan haşlama işlemi görmeden kurutulan kontrol grubu olmuştur. En yüksek L-askorbik asit içeriği ise haşlanmamış kurutulmamış taze brokolilerde tespit edilmiştir.

Özkan ve ark. (2007) ıspanak yapraklarını mikrodalga ile sekiz farklı güçte (90-1000 W) kurutma gerçekleştirmişler olup, kuruma süreleri 290-4005 sn arasında değişmiştir. Çalışmada optimum kurutma güç seviyesinin 750 W olması hem kurutma süresi ile enerji tüketimi düşük olması, hem de askorbik asit içeriği ve renk açısından en uygun kalite kriterlerine sahip olması ile ilişkilendirilmiştir.

Perez ve Schmalko (2007) kurutma çalışmalarında kabak dilimlerine haşlama ön işleminin ve farklı kurutma sıcaklıklarının (50°C, 60°C ve 70°C) kuruma hızları, renk ve

rehidrasyon özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Haşlama ön işleminin kuruma hızına çok fazla etki göstermediği, fakat kurutma sıcaklığı arttıkça kuruma hızının da arttığı görülmüştür. Benzer şekilde ön işlemlerin kurutulmuş ürünlerde rehidrasyon özelliklerini önemli sayılabilecek kadar etkilemediği, kurutma sıcaklıklarının daha etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle ön işlem uygulanmadan 70°C’de kurutulan örneklerin rehidrasyon özelliklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Taze kabak dilimlerinin renk özelliklerine en yakın olan grubun yine ön işlem uygulanmadan 70°C’de kurutulan grup olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kabak dilimlerini kurutmada en iyi kombinasyonun ön işlemsiz 70°C’de kurutma olduğu anlaşılmıştır.

Adedeji ve ark. (2008) kurutma işlemi gerçekleştirdikleri bir çalışmalarında bamya sebzesini çeşitli ön işlemlerden (haşlama, mikrodalga, darbeli elektrik alanı uygulaması) geçirerek, ön işlemlerin kuruma ve rehidrasyon davranışları üzerine etkilerini incelemiştir. Ön işlem uygulamalarının kontrol grubu ile kıyaslandığında kuruma hızını önemli derecede etkilediği, en yüksek kuruma hızının ise darbeli elektrik alanı uygulaması yapılan grupta olduğu görülmüştür. Kontrol grupları ile ön işlemler arasındaki rehidrasyon kapasiteleri arasında ilk üç saatte önemli bir fark tespit edilmiş, ön işlemler grubunun daha yüksek rehidrasyon davranışı sergiledikleri belirlenmiştir. Üç saatten sonraki fark önemsiz olarak görülmüştür.

Demir (2010) çalışmasında, siyah havuçları haşlama ve mikrodalga gibi farklı ön işlemlerle muamele edip, 60°C, 70°C ve 80°C sıcaklıklarında kurutmuştur. Farklı ön işlem ve sıcaklıkların ürünün toplam fenolik madde, antosiyanin, antioksidan kapasite, karotenoid miktarı gibi kimyasal ve renk gibi fizikokimyasal özelliklerini incelemiştir. Çalışmada haşlama ön işlemi uygulamasının tüm bileşenlerde artış olduğu görülmüştür. Tüm kurutma sıcaklıklarının önemli bileşenlerde azalmaya neden olduğu, en az azalmanın kontrol grubuna kıyasla ön işlem uygulanarak kurutulan grupta olduğu belirlenmiştir. Çalışmada en uygun ön işlem ve kurutma kombinasyonunun suda haşlama ve 70°C’de kurutma olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çelen (2010) çalışmasında, elma ve domates dilimlerini vakum (70°C, 80°C ve 90°C) ve mikrodalga kurutucuda (90, 180, 360, 600 W) kurutarak kalite parametrelerini kıyaslamıştır. Çalışmada, vakum kurutucuda en uygun kurutma sıcaklığı süre açısından 90°C olduğu, kalite parametreleri açısından 70°C olduğu belirlenmiştir. Mikrodalga ile kurutmada

en kısa süre 600 W için 6 dakika, 90 W için 100 dakika olarak bulunmuştur. Mikrodalgada son ürünün kalite kriterlerinde en iyi sonuç 90 W ile alındığı görülmüştür.

İzli (2012) çalışmasında, barbunya, domates, mantar ve patatesi konvektif, mikrodalga ve mikrodalga-konvektif yöntemleri ile kurularak kurutma davranışlarının tanımlanması amaçlanmıştır. Ürünler farklı sıcaklık ve mikrodalga güçlerinde kurutulmuşlardır. Hava akım hızı konvektif yöntem için 1m/s, konvektif kurutma için sıcaklıklar ise 50°C ve 75°C olarak belirlenmiştir. Yüksek sıcaklık ve yüksek mikrodalga gücünde kurutma yapılan ürünler daha kısa sürede kurumuş olup, sıcaklık ve mikrodalga gücü düştükçe sürenin uzadığı görülmüştür. En yüksek kuruma hızına ise mikrodalga-konvektif kombinasyonu ile kurutulan ürünlerde ulaşılmıştır. Kurutulan ürünlerin renk ve mikro yapıları incelenerek kalite parametreleri ortaya konulmuştur. Artan süre ve sıcaklık ile renk pigmentlerinin bozulduğu ve renkte bozulmalar olduğu görülmüş, en iyi renk sonucunu veren kurutmanın 50°C'de konveksiyonel kurutma olduğu tespit edilmiştir. Diğer kurutma gruplarında ise sıcaklığın ve mikrodalga gücünün artması renk kayıplarını arttırdığı ifade edilmektedir.

Atıcı (2013) çalışmasında, erik pulpuna mısır nişastası ve kristal şeker katarak pişirmiş, daha sonra belli kalınlıkta yağlı kâğıtlara sererek ev tipi mikrodalga ve sıcak havalı etüv ile kurutma işlemini gerçekleştirmiştir. Kurutulan ürünler dokuz ay boyunca depolanmışlar ve farklı kurutma yöntemleri kıyaslanmıştır. Etüv ile yapılan kurutma işlemi 420 dakika sürerken mikrodalgadaki işlem 165 dakika sürmüştür. Kurutulan örneklerin depolama boyunca toplam fenolik madde miktarlarında genel olarak bir azalış gözlemlenirken antioksidan aktivite değerlerinde teorik olarak önemli bir azalma olmamıştır. Depolamada örneklerin renginin açıklığı ve parlaklığı giderek azalma göstermiştir. Duyusal değerlendirmede en yüksek puanı mikrodalga ve etüvde kurutulan örnekler alırken, diğerleri azalan puana göre sırasıyla içeriğinde şeker olmayan mikrodalgada kurutulan kontrol grubu ve etüvde kurutulan kontrol grubu izlemiştir. Kurutma yöntemlerinin kurutulmuş örneklerin titrasyon asitliğine, fenolik madde miktarına, antosiyaninler ile depolamaya istatistiksel olarak önemli bir etkisi olduğu görülmüştür.

Çetin (2014) çalışmasında on iki kuru soğan çeşidine dört farklı ön işlem uygulayarak dört farklı kurutma yöntemi (kabin kurutucu, vakum kurutucu, güneş enerjili kurutucu, açık havada kurutma) ile kurutma yapmıştır. Vakum kurutucu ile yapılan kurutmanın hem kurutma süresinin diğer yöntemlere kıyasla en kısa sürede gerçekleşmesi hem de kalite özelliklerini optimum miktarlarda koruyan yöntem olması, kurutma işlemi için en uygun yöntem olduğunu

göstermiştir. Açık havada gerçekleşen kurutmada ise hem uzun sürede olması hem de önemli ölçüde kalite kayıplarına yol açması gibi dezavantajları olduğu tespit edilmiştir.

Yoğurtçu (2014) çalışmasında limon dilimlerini (8 mm) mikrodalga kurutucuda farklı seviyelerde (90, 180, 360, 600 W) kurutmuştur. Güç seviyeleri arttıkça kuruma hızının da arttığı, böyle kuruma süresinin kısaldığını tespit etmiştir. Farklı güç seviyelerindeki kuruma sırasıyla 52, 16, 8 ve 5,5 dakikalarda gerçekleşmiştir.

Yılmaz (2015) çalışmasında brokoli ürününü mikrodalgada kurutmuştur. Çalışmada kontrol grubu olarak tepsili fırında kurutulan brokoli kullanılıp farklı mikrodalga güçleri (90, 180, 270 W) ile kurutma yapılmış ve değişkenlerin ürünün kuruma süresi, renk, rehidrasyon kapasitesi ve fenolik madde miktarı üzerine etkileri incelemiştir. Nem içeriğinin yüksek olması sebebiyle mikrodalgada direkt kurutmanın brokolide pişme meydana getirdiği görülmüş olup, nem içeriğinin tepsili fırında belli bir düzeye indirildikten sonra mikrodalgada kurutulmuştur. Mikrodalga gücündeki artış kurutma süresini kısalttığı gibi aynı zamanda en yüksek fenolik madde içeriğine de ulaştırmıştır. Farklı mikrodalga güçlerinin kurutulmuş brokolinin rehidrasyon kapasitesinin üzerine etkili olmadığı görülmüştür. Çalışma sonucunda brokolinin mikrodalga ile kurutulmasının hem kısa sürede kurutmanın tamamlanması hem de kaliteli son ürün eldesi gibi avantajlar sağladığı görülmüştür.

Aktaş (2015) çalışmasında, patlıcanları farklı boyutlarda (0,6; 0,9; 1,2 cm), farklı kurutma sıcaklıklarında (40°C, 50°C, 60°C ve 70°C) ve farklı ön işlemler (sitrik asit muamele, haşlama) uygulayarak sabit kurutma hızında (2 m/s) kurutmuştur. Kurutma sıcaklığının 40°C'den 70°C'ye çıkarılmasının kuruma zamanını % 58,62 oranında azalttığı, ön işlem uygulamalarının da ön işlemsiz kurutulan kontrol grubu ile kıyaslandığında kuruma hızını arttırdığı görülmüştür. Benzer şekilde, dilim kalınlıklarının azalması ile de kuruma süresinin kısaldığı tespit edilmiştir. Rehidrasyon kapasiteleri incelendiğinde ön işlem uygulanmış grubun daha yüksek rehidrasyon özellik gösterdiği ortaya konmuştur. Renk ve görünüm açısından sitrik asit ile muamele edilerek kurutulan ürünlerin daha açık renkli olduğu belirlenmiştir.

Urun Bayraktaroğlu (2015) çalışmasında, organik patlıcan ve kabak örneklerini kurutma sıcaklıkları 40°C, 50°C ve 60°C olmak üzere üç farklı sıcaklık ve konvektif, güneşte ve infrared kurutma yöntemleri ile kurutmuştur. Kuruma süresi artan sıcaklık ile birlikte düştüğü ve en fazla renk değişimine uğrayan güneşte kurutulan ürünlerin olduğu

belirlenmiştir. En çok askorbik asit kaybının ise 60°C’de kuruyan grupta olduğu, patlıcan için 40°C’de konvektif kurutma en iyi kurutma yöntemi olarak belirlendiği, kabak için 40°C’de infrared destekli konvektif kurutma yönteminin en iyi kurutma yöntemi olduğu anlaşılmıştır. Altı ay süre ile depolanan ürünlerde 150. günden sonra belirgin olarak kalite kayıplarının yaşandığı görülmüştür.

Özsoy (2015) çalışmasında 2, 4, 6 mm kalınlığındaki elma dilimlerini laboratuvar tipi bantlı mikrodalgada kurutmuştur. Mikrodalga kurutucuda farklı güçlerde (1400, 2000, 2800 W) ve farklı bant hızlarında (0,175; 0,210; 0,245 m/dk) çalışmıştır. Farklı mikrodalga güçlerinin, bant hızlarının kuruma süresi, renk değişimi ve enerji tüketimi üzerine etkisini incelemiştir. Kuruma süresi ve enerji tüketimi bakımından en iyi sonuçları veren çalışma verileri 2800 W mikrodalga gücü ve 0,175 m/dk bant hızı olmuştur. Çalışılan dilim kalınlıklarında mikrodalganın gücünün artırılması hem kuruma süresini hem de enerji tüketimini azaltmış fakat kalite değerlerine düşüslere yol açmıştır. Bant hızındaki artışın ise kuruma süresini arttırdığı görülmüştür. Renk açısından değerlendirildiğinde en düşük çalışılan değer olan 1400 W ile en yüksek renk değerlerine yani taze ürüne en yakın sonucu veren güç olmuştur. Mikrodalga gücünün artması renk kalite kayıplarına sebebiyet vermiştir. Bu çalışma ile birlikte düşük mikrodalga gücü ve bant hızı ile çalışılmasının daha yüksek kalite kriterleri açısından yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Çelen ve ark. (2016) mikrodalga kurutucu ile kurutma yaptıkları bir çalışmada 1, 2 ve 3 mm kalınlığındaki patates dilimlerini kullanmışlardır. Kurutma işlemini farklı güç seviyelerinde ve farklı bant hızlarında gerçekleştirmişlerdir. En kısa kurutma süresine 1 mm kalınlığındaki 1500 W ve 0,175 m/dak bant hızında kurutulmuş örneklerde, en az enerji tüketimine ise 2100 W ve 0,175 m/dak kurutma kombinasyonunda ulaşılmıştır. Renk kriterlerinde taze patatese en yakın sonuçları vererek en yüksek renk kalitesine sahip olan 1 mm kalınlığındaki 1500 W ve 0,175 m/dak. kurutma kombinasyonu en uygun kurutma kombinasyonu olmuştur.

Özen (2016) çalışmasında domates sebzesini tepsili kurutucu, infrared kurutucu ve püskürtmeli kurutucularda kurularak ürünlerin kuruma hızları ile besin değerleri kıyaslanmıştır. Sıcaklık arttıkça kuruma hızının arttığı tespit edilmiş, en hızlı kurumanın ise püskürtmeli kurutucu ile gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Kurutulmuş ürünlerdeki besin değerleri ve kuruma hızı kıyaslandığında en düşük verim infrared kurutucudan alınmıştır. İnfrared kurutucu ile yapılan kurutma işlemi hem en uzun süren kurutma yöntemi olmuş, hem de

ürünlerin askorbik asit değerleri sıfır çıkmıştır. Likopen ve  $\beta$ -karoten değerleri açısından kıyaslandığında yine en düşük sonuçları infrared kurutucu ile kurutulan ürünler vermiştir.

Karataşer (2017) çalışmasında, güneş enerjili bantlı sistem mikrodalga kurutucuda farklı kalınlıktaki turp dilimlerini (4, 6, 8 mm) farklı mikrodalga güçlerinde (700, 100, 1400 W) kurutmuştur. Dilim kalınlığının azalması ve mikrodalga gücünün artması kurutulmuş ürünlerin renk kalitesini olumsuz etkilediği görülmüştür. Mikrodalga gücünün artması kuruma süresini kısaltırken renk kayıplarına yol açtığı tespit edilmiştir.

Akbaş (2017) çalışmasında farklı çeşitteki zeytin yapraklarını mikrodalga, etüv ve atmosfer şartlarında kurularak kurutma yöntemlerinin fenolik bileşen, antioksidan aktivite ve mineral içerikleri üzerine etkisini incelemiştir. Mikrodalga kurutma işlemi 180, 360 ve 540 W güçlerinde, etüvde kurutma işlemi ise 70°C sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesi en fazla 540 W güç uygulanan mikrodalga kurutma ile elde edilmiştir. Mineral içerikleri bakımından Al, B, Mg ve Na elementlerinin mikrodalga 540 W ile kurutulan zeytin yapraklarından; Ca, Fe ve Zn elementlerinin kontrol yöntemi ile kurutulan zeytin yapraklarından; Cr, K, Mn, P ve S elementlerinin ise mikrodalga 360 W ile kurutulan zeytin yapraklarından elde edilen ekstraktların diğer yöntemlerle kurutulanlara kıyasla daha yüksek içeriğe sahip oldukları belirlenmiştir.

Horuz (2018), bazı sebze ve meyveleri kuruttuğu çalışmasında 50°C, 60°C ve 70°C'lerde konveksiyonel; 120, 150, 180 W mikrodalga güçlerinde 50°C, 60°C ve 70°C'lerde sıcak hava ile kombinlenerek hibrit kurutma uygulanarak iki farklı yöntem kullanılmıştır. Ürünlerin kuruma süreleri her iki kurutma yönteminde de hava sıcaklığı ve mikrodalga gücü arttıkça azalmış, kuruma hızları ise artmıştır. Kuruma işlemi sırasında ürünlerin toplam fenol içeriklerinde ortalama % 60-70 oranlarında düşüş gözlenmiştir. Ayrıca kurutulmuş ürünlerde renk farkı, rehidrasyon kapasitesi, sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri kurutma sıcaklığı ve mikrodalga gücü arttıkça artmıştır. Rehidrasyon kapasiteleri kıyaslandığında ise hibrit kurutma uygulanan grubun rehidrasyon kapasitesinin konveksiyonel kurutulan gruba göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Öztürk Erdem (2018) çalışmasında, Hicaz narını konvektif (50°C ve 90°C), mikrodalga (180, 360, 540, 720 W) ve kızılötesi ışınım ile (50°C ve 90°C) kurularak farklı yöntemlerin kurutulmuş ürünlerdeki renk kalitesi ve kurutma karakteristiklerine etkilerini incelemiştir. Sıcak hava ile kurutma diğerlerine kıyasla en uzun sürede gerçeklemiştir.

Kızılötesi ışıının ile yapılan kurutmada kuruma süresi sıcak havayla kurutmaya kıyasla 50°C'de 2 kat, 90°C'de 8 kat azalmıştır. Mikrodalga kurutmada ise güç seviyeleri arttıkça süre kısalmış olup, 180 W'da 56 dakika, 720 W'da 14 dakikada gerçekleşmiştir. Taze ürünün rengine en yakın olup en iyi renk parametrelerine sahip olan 90°C kızılötesi ışıının ve 180 W mikrodalga kurutucu ile kurutulan nar örnekleridir. Nar tanelerinin kalite parametrelerini korumak adına seçilen en iyi kurutma metotlar 90°C kızılötesi ışıının enerjisi ve 180 W mikrodalga kurutucu olmuştur.



### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1.Materyal

Çalışmada materyal olarak, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü bahçesinde ekimi yapılmış olan ve 2019 yılı Mart ayında toplanan ticari değeri yüksek İnegöl-92 çeşidi taze pırasalar (*Allium porrum L.*) kullanılmıştır. Taze pırasalara hızla deneme işlemleri uygulanmakla birlikte, deneme zamanına kadar 4°C’de muhafaza edilmiştir.

İnegöl-92 çeşidi pırasa (*Allium porrum L.*) tek sel seleksiyon yolu ile ıslah edilmiş olup, soğuğa dayanıklı bir pırasa çeşididir. Taze tüketilmeye, kurutmaya ve dondurulmaya uygunluk göstermektedir. Pırasanın beyaz kısmı 9-10 cm uzunluğunda ve çapı 3-3,5 cm’dir.

Çalışma için gerekli taze pırasa (*Allium porrum L.*) miktarları çalışmada kullanılacak kurutulmuş pırasa miktarı hesabından yola çıkılmak suretiyle farklı kurutma yöntemleri ile farklı ön işlemler sonucunda oluşan gruplar ve tekerrürler dikkate alınarak belirlenmiştir. Her bir kurutma yöntemi ve ön işlemler iki tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, her bir grup tekerrürü için 2400 g taze pırasa olmak üzere ön denemeler de dâhil edilerek toplamda 36 kg taze pırasa kullanılmıştır. Şekil 3.1.’de Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü bahçesinde ekimi yapılan İnegöl-92 çeşidi pırasalar görülmektedir.



Şekil 3.1. Çalışmada materyal olarak kullanılan İnegöl-92 çeşidi taze pırasalar

Taze pırasalar, iki farklı haşlama ön işlemi (sadece suda ve % 3 NaCl içeren suda) ve iki farklı kurutma yöntemi (tepsili kurutucuda ve mikrodalgada kurutma) ile kurutulmuş ve taze pırasalar ile birlikte çalışmada 7 ayrı grup oluşmuştur. Tüm örneklerde analizler yapılmış ve bu farklı haşlama ve kurutma yöntemleri elde edilen kurutulmuş pırasalar hem kendi içinde hem de taze pırasalar ile karşılaştırılmıştır. Çalışma ile oluşturulan gruplar Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme deseninde oluşturulan gruplar

Grup	Ürün	İşlem aşaması 1	İşlem aşaması 2
1TK	Taze pırasa	-	Tepsili kurutucuda kurutma
1MK		-	Mikrodalgada kurutucuda kurutma
2TK		Suda haşlama (100°C-90sn)	Tepsili kurutucuda kurutma
2MK			Mikrodalgada kurutucuda kurutma
3TK		% 3 NaCl içeren suda haşlama (100°C-90sn)	Tepsili kurutucuda kurutma
3MK			Mikrodalgada kurutucuda kurutma

### 3.2.Yöntem

#### 3.2.1.Ön işlemler

Sebzelerin kurutulmasında diğer muhafaza yöntemlerinde de olduğu gibi benzer ön işlemler uygulanmaktadır. Bu ön işlemler ayıklama, yıkama, kabuk soyma, doğrama, haşlama, soğutma ve benzeri genel işlemlerdir. Bu ön işlemler arasında en önemli ön işlem haşlama işlemidir. Haşlama işleminin koruyucu avantajı bulunmasına rağmen besinlerin özellikle de vitaminlerin parçalanmasına ve renk kayıplarına yol açabilmektedir. Haşlama sıcaklığı ve süresi bazı enzimleri inaktif hale getirir. Özellikle peroksidaz enzimi ısıya en dayanıklı enzimlerdendir ve haşlamanın bir indeksi olarak kabul edilir. Daha yüksek haşlama sıcaklığında daha yüksek enzim inaktivasyonu sağlanır. Kontrollü bir haşlama ile hem enzim inaktivasyonu hem de besin öğelerinin korunması mümkün olabilmektedir (Keçebaş 2007).

Çalışmada taze pırasaların dilimlenme boyutları önceki çalışmalar (Krokida ve ark. 2003, Nasıroğlu 2007, Dadalı ve Özbek 2008, Doymaz 2008, Zakipour ve Hamidi 2011)

dikkate alınarak ve ön denemeler de yapılarak belirlenmiştir. Kurutma süresi ile ürün boyutu arasındaki ilişkiye bakıldığında dilim küçüldükçe kuruma hızının arttığı ve kuruma süresinin azaldığı görülmüştür.

Şekil 3.2’de çalışmada materyal olarak kullanılan taze pırasaların dilimlenme işlemi görülmektedir.



Şekil 3.2. Çalışmada materyal olarak kullanılan taze pırasaların dilimlenmesi

Dadalı ve Özbek (2008) pırasa dilimlerini 0,6; 1,2 mm, Nasıroğlu (2007) 0,6 cm, Zakipour ve Hamidi (2011), 2 cm, Krokida ve ark. (2003) 0,5; 1; 1,5 cm ve Doymaz (2008) 1; 2; 3 cm olarak dilimlenmiş farklı boyutlardaki pırasalara kurutma işlemi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada gerçekleştirilen ön denemeler sonucunda taze pırasa dilimlenme boyutunun 1 cm olmasına karar verilmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda haşlama ön işlemlerini; Sanjuan ve ark. (2001) tarafından brokolileri  $99\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 4 dakika, Keçebaş (2007) tarafından yine brokolileri su ve değişik çözeltilerde (%3'lük NaCl,  $\text{CaCl}_2$ , MgO,  $\text{MgCO}_3$ )  $98^{\circ}\text{C}$ 'de 3 dakika, Perez ve Schmalko (2007) ise kabak dilimlerini kaynayan suda 150 sn, Bayraktaroğlu Urun (2015) patlıcan örneklerini kaynayan suda sırası ile 2, 4, 6 dakika; kabak örneklerini ise sırasıyla 5, 10, 15 dakika süre ile gerçekleştirilmiştir. Doymaz (2008) ise pırasa dilimlerini  $70^{\circ}\text{C}$ 'de 3 dakika haşlama ön işlemi uygulamıştır. Bizim çalışmamızda diğer sebze örneklerinde olduğu gibi haşlama sıcaklığı  $100\pm 1^{\circ}\text{C}$  seçilmiş olup süre olarak da Doymaz (2008) pırasa kurutma çalışmasındaki 3 dakika olan süre, haşlama sıcaklığı yükseldiği için düşürülmüş ve 90 sn olarak seçilmiştir.

Çalışmada taze pırasaların dilimlenmesi sonrası iki farklı haşlama ön işlemi uygulanmıştır. Birinci grup taze pırasalar sadece suda olmak üzere 4 lt su içinde  $100\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de ve 90 sn süre ile haşlanmıştır. İkinci grup taze pırasalar ise  $100\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de ve % 3 NaCl çözeltisinde (4 lt su + 120 gr tuz) 90 sn süre ile haşlanmıştır. Her haşlama işleminde 600 gr örnek tartılmış ve her kurutma grubu için haşlama işlemi 4 kere tekrarlanmıştır. Her kurutma grubu için toplam 2400 gr taze pırasa kullanılmıştır. Haşlama sonrası soğuk suya 2-3 dakika süre ile daldırılmış ve fazla yüzey suları filtre kağıtlara dizilerek alınmıştır. Şekil 3.3.'de çalışmada materyal olarak kullanılan taze pırasaların haşlanma işlemi görülmektedir.



Şekil 3.3. Çalışmada materyal olarak kullanılan taze pırasaların haşlanması



### 3.2.2. Kurutma işlemi

Kurutma işlemi iki farklı yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birisi tepsili kurutucudur. Tepsili kurutucu olarak Eksis marka laboratuvar tipi kurutucu kullanılmıştır. 60°C sıcaklıkta 2 m/s hava akım hızı ve % 10 bağıl nem ile çalıştırılarak kurutulmuştur. Tepsilerin devri 3 devir/dakika olarak kullanılmıştır. Her bir tepside 600 g olmak üzere toplam 2400 gr taze pırasa 4 tepsisi kullanılarak kurutma gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.4.'de tepsili kurutucuda kurutma işlemleri görülmektedir.

Tepsili kurutucunun fanı yukarıda bulunup en üstten başlayarak aşağıdaki tepsilere tepsiler arasına üflenen havanın hızı azalmaktadır. Her tepsideki ürünün eşit oranda kuruması amacıyla tepsiler kurutma sırasında yerleri sırası takip edilerek değiştirilmiştir. Saatte bir her tepside eşit miktarda örnek alınarak nem takibi yapılmıştır. Örnek alımı sırasında dört tepsinin de eşit kurumuş olması için tepsilerin yerleri 15 dakikada bir değiştirilmiştir. Ön denemelerle kuruma süresi tahmin edilebildiğinden kurutmanın sonlarına doğru örnek alımı 30 dakika ve daha sonra 15 dakikada bir düşürülmüştür. Su aktivitesi (aw) 0,3-0,4 aralığına ve nem oranı % 5-10 aralığına ulaştığında kurutma işlemi sonlandırılmıştır.





Şekil 3.4. Tepsili kurutucuda kurutma işlemleri

Diğer kurutucu olarak ise Siner Marka 8 KW bantlı sistem laboratuvar tipi mikrodalga kurutucu kullanılmıştır. Mikrodalga kurutucu 4 magnetrona sahiptir. Kurutma işlemi sırasında mikrodalga kurutucunun bant hızı 7 (4,2 cm/dk) olarak seçilmiştir. Mikrodalga kurutucu, kapalı sistem olmadığından magnetronlardan gelen elektromanyetik dalgalarda kaybın en az seviyede yaşanması için giriş ve çıkışlar ürünlerin geçebileceği aralığa kadar ayarlanmıştır. Şekil 3.5.'de bantlı sistem laboratuvar tipi mikrodalga kurutucu kurutma işlemleri görülebilmektedir.





Şekil 3.5. Bantlı sistem laboratuvar tipi mikrodalga kurutucu kurutma işlemleri

Mikrodalğanın çalışma prensibi gıdanın içerisindeki su moleküllerinin titreşimi ile gıdayı ısıtmaktır. Diğer bir ifade ile mikrodalğanın içinde ne kadar çok ürün varsa o kadar çok ısınma olacaktır. Mikrodalgaya farklı miktarlarda ürün konulması farklı ısınma ve dolayısıyla farklı kuruma süreleri gerektirdiğinden, her tekerrürde mikrodalğanın içine aynı miktarda pırasa konularak kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Her tekerrürde 2400 gr taze pırasa kurutucunun içerisine konmuş, bandın sonuna gelen ürün derhal alınarak tekrar bandın baş kısmından içeri verilmiştir. Mikrodalga kurutucu ile yapılan kurutma işlemi tepsili kurutucuya kıyasla daha hızlı gerçekleşeceğinden ilk örnek ilk yarım saatin sonunda, daha sonra 20 dakika aralıklarla ve daha sonra 15 dakika ara ile örnek alınmıştır. Su aktivitesi (aw) 0,3-0,4 aralığına ve nem oranı % 5-10 aralığına ulaştığında kurutma işlemi sonlandırılmıştır.

Kurutma çalışmalarından önce kurutma süreleri, sıcaklığı ve güç seviyelerini belirlemek amacıyla çeşitli ön denemeler yapılmıştır. Bilhassa mikrodalga kurutucu ile yapılan ön denemelerde kurutma sırasında farklı mikrodalga güç seviyelerinde çalışılmıştır. Mikrodalğanın çalışma prensibi gıdanın içerisindeki su moleküllerinin titreşip gıdanın ısınmasını sağlamaktır. Bu nedenle gıdanın içerisindeki su miktarı azaldıkça kuruma hızı da yavaşlamaktadır. Pırasa dilimlerini kurutma işleminde kuruma hızının yavaşlamaması ve

kuruma süresinin kısılması için aynı kurutma sırasında farklı güç seviyelerinde çalışılmıştır. Güç seviyesi her grupta kademeli olarak belli zaman aralığında yükseltilmiştir. Renk kayıplarının minimum düzeyde yaşanması için kurutmanın başından itibaren yüksek güç seviyelerinde çalışılmaması gerektiğine karar verilmiştir. İlk 70 dakikaya kadar 3200 W, 100. dakikaya kadar 4000 W, 130. dakikaya kadar 4480 W ve kuruma sonlandırılana kadar da 5040 W güç seviyeleri uygulanmıştır.

### **3.2.3. Hızlandırılmış raf ömrü işlemi**

Raf ömrü tanımı ambalajlı bir ürünün, önerilen koşullarda kalite özellikleri önemli bir değişikliğe uğramadan, sağlığa zarar vermeyecek bir şekilde iletilebilmesi için geçmesi öngörülen teknolojik, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik dayanım süresidir. Günümüzde uygulanan hızlandırılmış raf ömrü testleri kısa zamanda gıdaların raf ömrünü tahmin etmede kullanılmaktadır. Bu testler gerçek depolama süresinden çok daha kısa zamanda raf ömrünü belirleme olanağı sağlamaktadır (Gökmen ve Öztan 1995, Tryzno ve ark. 2013, Türköz Bakırcı ve Zeyrek 2018).

Raf ömrüne etki eden faktörler sıcaklık, bağıl nem, oksijen ve ışık olarak belirlenmiştir. Sıcaklık arttıkça zamana bağlı olarak kalite kayıpları da artmaktadır. Sıcaklığın düşük olması ürünün raf ömrünü uzatmaktadır. Sıcaklık gıdaların raf ömrünü belirlemede önemli bir faktördür. Hızlandırılmış raf ömrü testlerinde kurutulmuş gıdalar için kullanılan sıcaklıklar ise 25°C, 30°C, 35°C, 40°C ve 45°C olarak bildirilmektedir (Gökmen ve Öztan 1995).

Bu çalışmada kurutulmuş pırasalar polietilen steril numune poşetlerine konularak kilitlenmiştir. Hızlandırılmış raf ömrü testi için Nüve FN 500 etüv kullanılmıştır. Hızlandırılmış raf ömrü çalışmamızda önceki çalışmalar da dikkate alınarak 45°C sıcaklık kullanılmış olup, süre dört hafta olarak belirlenmiştir.

## **3.3. Uygulanan analizler**

### **3.3.1. Su aktivitesi**

Bir gıdanın su aktivitesi, gıdanın su buharı basıncının (gıdadaki suyun buhar basıncının) aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranıdır. Aşağıda verilen eşitlik bu tanımı göstermektedir.



$$\text{Su aktivitesi (a}_w\text{)} = \frac{P}{P_0}$$

Burada;

P: Gıdanın su buharı basıncı (mmHg veya Pa),

P<sub>0</sub>: Gıda ile aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncı (mmHg veya Pa),

Taze ve kurutulmuş örneklerin su aktivitesi analizi ölçüm cihazı (Novasina AG, Switzerland) kullanılarak yapılmıştır. Su aktivitesi değerleri kurutma işlemi sürecinde kurutulmuş sebzeler için güvenli aralığa ulaşmaya kadar ölçülmüştür. Hızlandırılmış raf ömrü sürecinde de belirli periyodlar ile ölçümler yapılmıştır.

### 3.3.2.Nem Oranı

Kurutma sırasında infrared nem tayin cihazı ile nem miktarları kontrol amaçlı takip edilmiştir. Esas nem oranlarını elde etmek için taze ve kurutulmuş örnekler vakumlu etüvde (Nüve FN 500) 105°C sıcaklıkta sabit tartıma ulaşmaya kadar kurutulmuştur (Cemeroğlu 2013). Elde edilen sonuçlar ile zamana karşı nem oranı grafikleri çizilmiştir. Ürünlerin nem içeriği aşağıdaki eşitlik temel alınarak hesaplanmıştır.

$$\text{Nem oranı (\%)} = \frac{m_0 - m_s}{n} \times 100$$

Burada;

m<sub>0</sub>: ürünün ilk ağırlığı (gr)

m<sub>s</sub>: ürünün son ağırlığı (gr)

n: numune miktarı (gr)

Yaş ağırlığa göre hesaplanmış nem oranından yararlanılarak toplam kuru madde oranı belirlenebilir.



Şekil 3.6. Nem ölçme işlemleri

### 3.3.3.pH değeri

Bu değer, asitlik derecesi veya asitliğin gücü olarak tanımlanmaktadır. Asitliğin düzeyi çözeltideki aktif hidrojen iyonları konsantrasyonuna bağlı olmaktadır. Örneklerin pH değerleri Nel pH 840 model pH-metre kullanılarak doğrudan belirlenmiştir.

### 3.3.4.Titre edilebilir toplam asitlik

Titre edilebilir toplam asitlik, asitliğin derecesine bağlı olmaksızın, asidin zayıf veya kuvvetli olduğuna bakılmaksızın toplam asit miktarını göstermektedir.

Titre edilebilir toplam asitliği belirlemek için, taze ve kurutulmuş pırasalar blenderde homojenize edilmiştir. Bunlardan 20 gr tartılmıştır. Alınan örnek önceden ısıtılmış 100 ml distile su ile 2-5 dakika karıştırılıp, distile su ile 250 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra falten filtreden süzülerek elde edilen süzüntüden 20 ml alınarak pH değeri 8,1'e düşene kadar 0,1 N NaOH ile titrasyon yapılmıştır (Cemeroğlu 2013). Titre edilebilir toplam asitlik sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Özgür ve ark. 2011).

### 3.3.5.Toplam fenolik madde analizi

Bitkiler, doğal antioksidan bileşiklerin başlıca kaynağıdır ve fenolik maddeler de antioksidanların en önemli gruplarını oluşturmaktadırlar. Fenolik bileşikler bitkilerin tüm kısımlarında görülen polifenolik komponentlerdir (Deveci ve ark. 2016).

Toplam fenolik madde miktarını belirlemek için; kurutulup toz haline getirilen örneklerden 3 g alınarak 25 ml saf metonolle 2 dakika homojenize edilerek, daha sonra bir

gece +4°C bekletilmiştir. Ertesi gün santrifüjde 10000 rpm’de 20 dakika santrifüj yapılmış ve üstte biriken faz renkli amber şişelere pastör pipetiyle toplanarak analiz anına kadar -20°C muhafaza edilmiştir. Hazırlanan bu ekstraktlar hem toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde hem de antioksidan aktivitenin belirlenmesinde kullanılmıştır (Thaipong ve ark. 2006).

Toplam fenolik madde içeriği, Singleton ve Rossi (1965) tarafından tanımlanmış bulunan Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir. Folin-Ciocalteu yöntemi ile spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Daha önce hazırlanan ve -20°C’de muhafaza edilen örneklerden alınan 150 µL ekstrakta 2400 µL saf su, 150 µL Folin Ciocalteu (1:10) çözeltisi ilave edilerek 3-4 dakika vortekste karıştırılmıştır. Bu karışım üzerine 300 µL sodyum karbonat (1 N Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) ilave edilerek oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiş, daha sonra örneklerin absorbansı Hitachi marka spektrofotometrede 725 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Gallik asitin farklı konsantrasyonlarında (mg/ml) hazırlanan standart çözelti ile kurve çizilmiş ve elde edilen formülden, örneklerin absorbans sonuçları gallik asit eşdeğeri mg/100 gr kuru madde olarak hesaplanmıştır (Thaipong ve ark. 2006).



Şekil 3.7. Ekstraksiyon işlemleri

### 3.3.6. Antioksidan aktivite analizi

Örneklerin antioksidan aktiviteleri DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) metodu uygulanarak analiz edilecektir. Stok çözeltisi; 0,12 mg DPPH tartılarak 50 ml’lik balon jodede çözdürülüp -20°C’de muhafaza edilmiştir. Çalışma solüsyonu; 10 ml stok çözeltiliye 45 mL metanol ilave edilerek spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda 1.1±0.02 absorbans değeri okunarak elde edilmiştir. Daha önce hazırlanan ve -20°C’de muhafaza edilen örneklerden alınan 150 µl ekstrakta 2850 µL DPPH solüsyonu ilave edilerek 24 saat karanlıkta

bekletilmiştir. Hitachi marka spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda okuma yapılmış olup, 25 ve 800 µM Trolox standardı ile hazırlanan kurveden elde edilen formül yardımıyla örneklerin antioksidan aktiviteleri µM Trolox eş değeri olarak hesaplanmıştır (Thaipong ve ark. 2006).

### 3.3.7.Askorbik asit analizi

Örneklerin askorbik asit miktarı 2,6-diklorofenolindifenol çözeltisinin indirgenmesine dayanan spektrofotometrik yöntem (Regnell 1973) ile belirlenmiştir.

### 3.3.8.Rehidrasyon oranı

Tüm kitleyi temsil edecek şekilde 5 gr örnek alınarak 250 ml'lik beherlere konmuştur. Üzerini örtecek kadar saf su miktarı örneklerin 20 katı (5x20=100 ml) olarak belirlenmiştir. Hazırlanmış beher 24±2°C sıcaklıkta 24 saat bekletilmiştir. Süre sonunda beher içeriği bir elek üzerine boşaltılıp 2-3 dakika kadar süzölmeye bırakılmıştır. Elek üzerindeki örnek havlu kağıda alınarak yüzey suyu kurulanıp tartılmıştır. Rehidrasyon oranı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2013).

$$RO = \frac{m_2}{m_1}$$

RO: Rehidrasyon Oranı,

m<sub>1</sub>: Kuru materyalin başlangıç ağırlığı, g

m<sub>2</sub>: Rehidrasyon süresi sonundaki ağırlık, g

### 3.3.9.Duyusal analiz

Farklı haşlama ön işlemi ve farklı kurutma yöntemi uygulanmış pırasaların duyusal analizi gıda ve ziraat mühendisi panelistlerin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Panelistler sigara kullanmayan ve daha önce duyusal testlerde panelist olarak katılmış kişilerden 10 farklı kişi seçilmiştir. Duyusal analizde, 6 farklı grup kurutulmuş pırasanın renk ve gevreklik özellikleri panelistler tarafından değerlendirilmiş ve puanlama yapılmıştır. Uygulamada 5 puanlı puanlama testi uygulanmıştır (Anonim 2012b). Deneme desenine göre üretilen kurutulmuş

pırasalar farklı üç haneli panel kodları verilerek sunulmuştur. Duyusal analiz değerlendirmelerine ait verilen puanlara karşılık olarak tanımlamalar aşağıdaki izelge 3.2.' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Duyusal analizde puanlama

Puan	Beğeni tanımlaması
5	çok İyi
4	İyi
3	Orta
2	Kötü
1	ok Kötü



Şekil 3.8. Kurutulmuş pırasaların duyusal analizi

### 3.3.10. İstatistik analiz

İstatistik analizler JMP Programı kullanılarak yapılacaktır. Deneme planları 2 faktörlü faktöriyel deneme deseni olarak tasarlanmıştır. Tüm denemeler 2 tekerrürlü yapılacak ve varyans analizi ile uygulamalar arasında anlamlı bir fark olup olmadığına bakılacaktır. Uygulamalar arasında anlamlı bir fark bulunursa uygulamalar çoklu karşılaştırma prosedürlerinden Fischer'in LSD Testi ile test edilerek değerlendirilecektir. Anlamlılık değeri 0,05 olarak alınacaktır.

## 4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1.Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Nem Oranları

Taze pırasa örnekleri ile tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa örneklerinin nem değerleri hızlandırılmış raf ömrü sürecindeki nem değerleri ile birlikte Çizelge 4.1’de verilmiştir. Şekil 4.1’de tepsili kurutucuda kurutulan pırasaların kuruma eğrileri ve Şekil 4.2’de ise mikrodalga kurutucuda kurutulan pırasaların kuruma eğrileri verilmiştir.

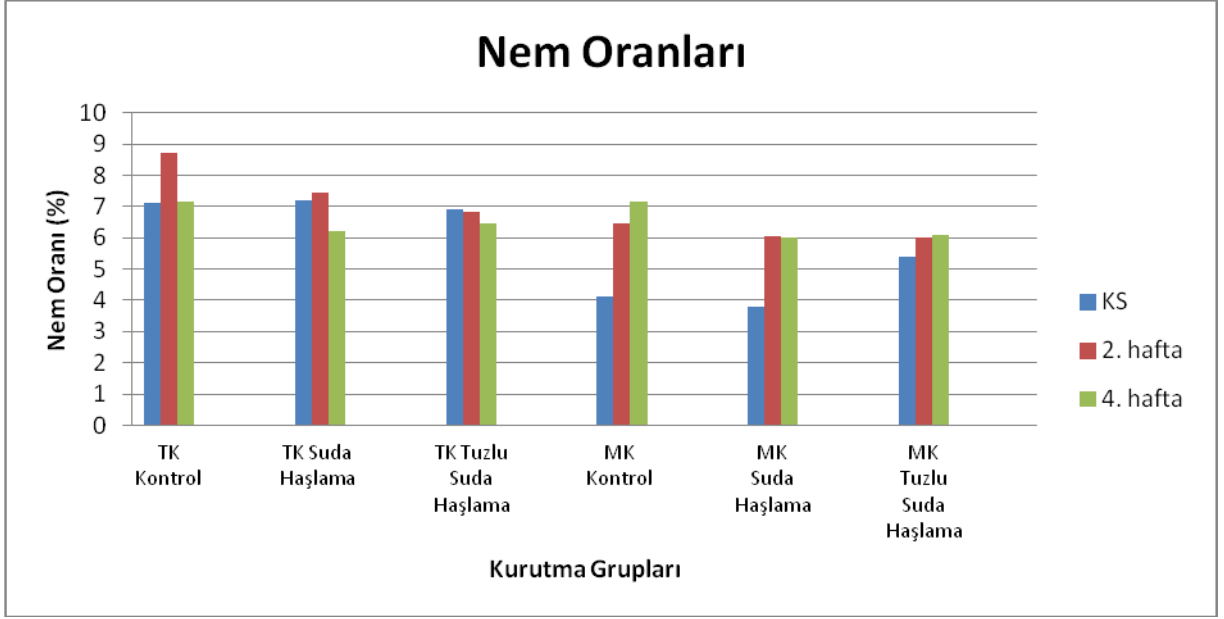
Çizelge 4.1. Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa gruplarının nem değerleri

Gruplar		Nem (%)		
		Kurutma sonrası	2. hafta	4.hafta
Ön İşlem	Kurutma Tekniği			
Kontrol	Tepsili Kurutucu	7,1±0,92	8,73±0,07	7,16±0,07
Suda Haşlama		7,2±0,57	7,45±0,28	6,23±0,28
Tuzlu Suda Haşlama		6,9±0,47	6,82±0,04	6,48±0,04
Kontrol	Mikrodalga Kurutucu	4,1±0,19	6,47±0,21	7,18±0,21
Suda Haşlama		3,8±0,08	6,05±0,06	5,99±0,02
Tuzlu Suda Haşlama		5,4±0,57	6,03±0,24	6,08±0,24
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi		NS	Korelasyon (r) = +0,28	

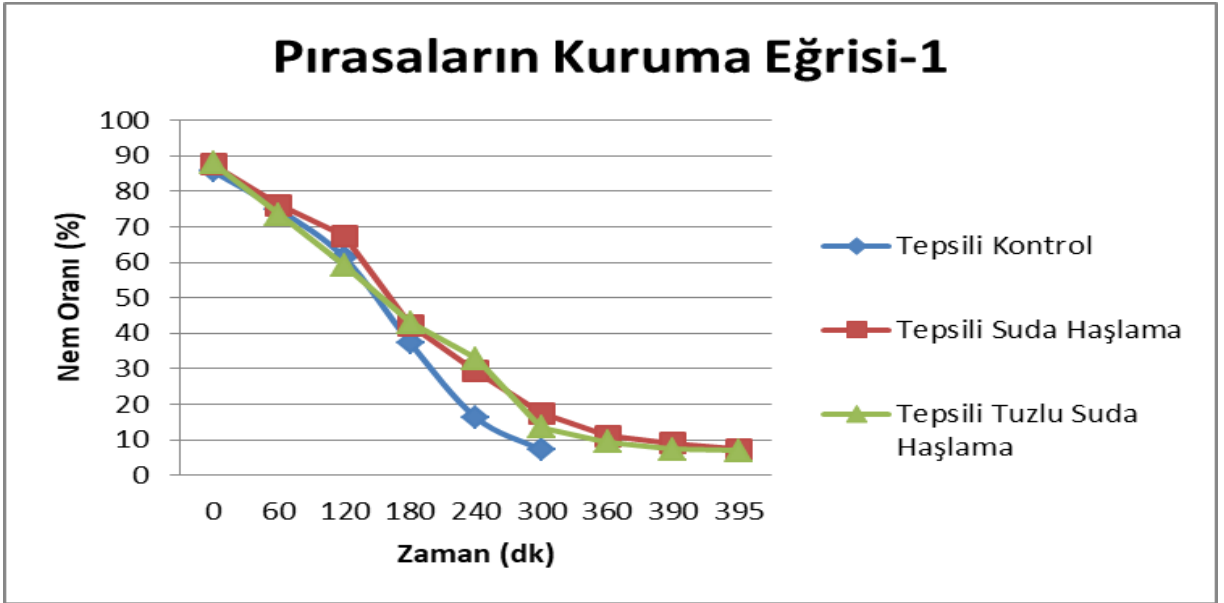
Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

\*P<0,05 düzeyinde önemli, NS önemsiz

Taze pırasa örneklerinin kurutma işlemleri öncesi nem oranları ortalama % 86 olarak belirlenmiştir. 3.2.2. Kurutma işlemi alt başlığındaki bölümde de ifade edildiği üzere, tepsili kurutucu ve mikrodalga kurutucularda kurutma işlemleri su aktivitesi (aw) 0,3-0,4 aralığına ve nem oranı % 5-10 aralığına ulaştığında kurutma işlemi sonlandırılmıştır. Çizelge 4.1.’de kurutma sonrası elde edilen nem değerleri ile depolamanın sonunda elde edilen nem değerleri kıyaslandığında pozitif fakat zayıf bir korelasyon görülmektedir. Ayrıca nem değerlerindeki artış istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemsiz bulunmuştur.



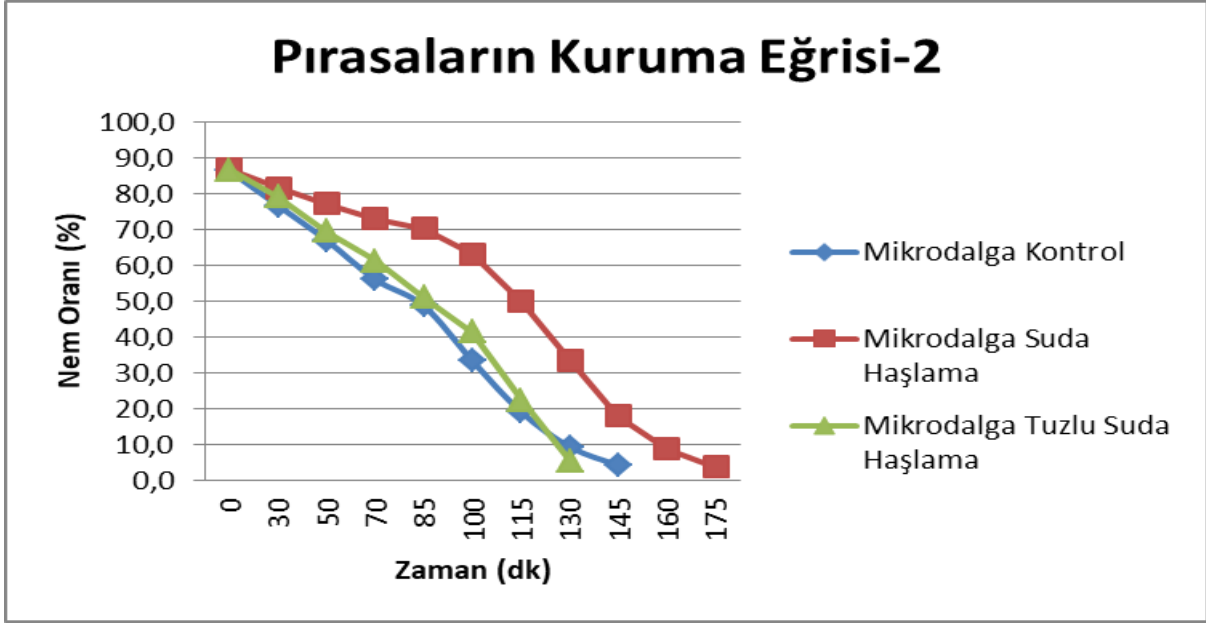
Şekil 4.1. Kurutma işlemi uygulanan pırasaların nem oranlarındaki değişimler



Şekil 4.2. Tepsili kurutucuda kurutulan pırasa gruplarının kuruma eğrileri

Şekil 4.2’ de görüldüğü üzere, tepsili kurutucuda kurutulan pırasa örnekleri arasında en kısa sürede kurumasını tamamlayarak kuruma hızı en yüksek olan grup haşlama ön işlemi uygulanmamış kontrol grubudur. Tepsili kurutucuda % 5-10 aralığındaki nem oranına, kontrol grubu pırasa örneklerinde 300. dakikada, suda haşlama grubu pırasa örneklerinde 387.

dakikada ve tuzlu suda haşlama grubu pırasa örneklerinde ise 395. dakikada ulaşılmıştır. Elde edilen veriler, taze pırasaya uygulanan haşlama ön işlemlerinin kuruma süresini uzattığı ve bununla birlikte kuruma hızını ise yavaşlattığı belirlenmiştir. En uzun kuruma süresi tuzlu suda haşlama grubu pırasa örneklerinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.3.Mikrodalga kurutucuda kurutulan pırasa gruplarının kuruma eğrileri

Şekil 4.3’de görüldüğü üzere, mikrodalga kurutucuda % 5-10 aralığındaki nem oranına, kontrol grubu pırasa örneklerinde 145. dakikada, suda haşlama grubu pırasa örneklerinde 175. dakikada ve tuzlu suda haşlama grubu pırasa örneklerinde ise 130. dakikada ulaşılmıştır. Elde edilen veriler, taze pırasaya uygulanan suda haşlama ön işleminin mikrodalga kurutucuda kurutma işleminde kuruma süresini uzattığı ve bununla birlikte kuruma hızını da ise yavaşlattığı belirlenmiştir. Buna karşılık, tuzlu suda haşlama ön işleminin kuruma hızını mikrodalga kurutucuda kurutma işleminde arttırdığı belirlenmiştir. Baysal ve ark. (2011), yüksek tuz içeriklerinin mikrodalga absorpsiyonunu arttırdığını ve penetrasyon derinliğini azalttığını belirtmektedirler.

3.2.2.Kurutma işlemi alt başlığındaki bölümde de ifade edildiği üzere, kurutma işlemlerinden önce kurutma süreleri, sıcaklığı ve güç seviyelerini belirlemek amacıyla çeşitli ön denemeler yapılmıştır. Bilindiği üzere, mikrodalga kurutma işlemlerinde gıdanın içerisindeki su miktarı azaldıkça kuruma hızı da yavaşlamaktadır. Pırasa dilimlerini kurutma



işleminde kuruma hızının yavaşlamaması ve kuruma süresinin kısalması için aynı kurutma sırasında farklı güç seviyelerinde çalışılmıştır. Bunun için, mikrodalga kurutucu ile yapılan ön denemelerde kuruma hızının yavaşladığı noktalar tespit edilerek mikrodalga güç seviyelerinin kademeli olarak arttırılacağı süreler tespit edilebilir. Çizelge 4.2.'de mikrodalga kurutucuda pırasa örneklerini kurutmada kullanılan güç seviye ve süreleri verilmiştir.

Çizelge 4.2. Mikrodalga kurutucuda kullanılan güç seviyeleri ve süreleri

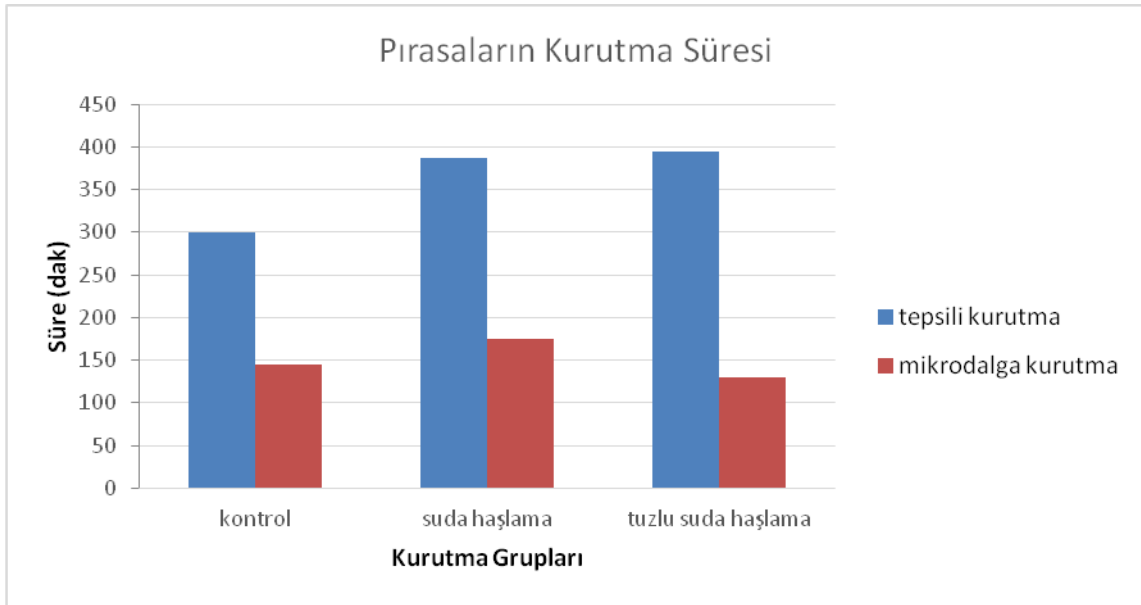
<b>Süre (dk)</b>	<b>Kontrol Grubu</b>	<b>Suda Haşlama Grubu</b>	<b>Tuzlu Suda Haşlama Grubu</b>
0-70	3200 W	3200 W	3200 W
70-100	4000 W	4000 W	4000 W
100-130	4480 W	4480 W	4480 W
130-145	5040 W	4480 W	-
145-175	-	5040 W	-

Mikrodalga kurutucuda pırasa örneklerini kurutma işlemleri sırasında, kullanılan güç seviyesi her grupta kademeli olarak belirli zaman aralığında yükseltilmiştir. Gerçekleştirilen ön denemelerde pırasa örnekleri içerisindeki su içeriğinin azalması ile kurumanın yavaşlaması sebebiyle, kurumanın yavaşladığı noktalar belirlenerek, bu noktalarda güç seviyelerinin arttırılmasının doğru bir adım olacağı düşünülmüştür. Literatürde mikrodalga ile yapılan çalışmalara baktığımız zaman daha çok konvektif yöntemlerle kombine edilmiş şekilde kurutmaların gerçekleştiğini görürüz. Bizim aynı kurutma işleminde giderek artan farklı güç seviyelerinde çalışma amacımız başka bir yöntem gerek kalmadan bu işlemi tek başına mikrodalga ile gerçekleştirmek olmuştur. Yaptığımız mikrodalga çalışması kombin edilmiş yöntemlere alternatif olarak düşünülebilmektedir.

Ayrıca, ön denemelerle de tecrübe edinildiği gibi, renk kayıplarının en az düzeyde yaşanması için mikrodalga kurutucuda kurutmanın başlangıcından itibaren yüksek güç seviyelerinde çalışılmaması gerektiğine de karar verilmiştir. Başlangıçta ilk 70. dakikaya kadar 3200 W, 100. dakikaya kadar 4000 W, 130. dakikaya kadar 4480 W ve kuruma sonlandırılana kadar da 5040 W güç seviyeleri uygulanmıştır.

Çizelge 4.2.'de görülebildiği üzere, mikrodalga kurutucuda en uzun kuruma süresi suda haşlama grubundadır. Bu pırasa gurubu sadece suda haşlama ön işlemi uygulanmış olup, su içeriğinin kontrol grubuna göre daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Artan su içeriğine bağlı olarak kuruma yavaşlamamıştır. İlgili Çizelgeden, yukarıda da ifade edildiği üzere, tuzlu suda haşlama ön işleminin kuruma hızını mikrodalga kurutucuda kurutma işleminde arttırdığı ve 4480 W güç seviyesinde tamamlandığı görülmektedir. Diğer bir ifade ile tuzlu suda haşlama grubunda en yüksek güç seviyesinin (5040 W) uygulanmasına gerek kalmadan nem oranı ve su aktivitesi istenilen aralığa ulaşmıştır. Buna karşılık, kontrol grubu ve suda haşlama gruplarında kurutma işleminin 5040 W güç seviyesinde tamamlandığı da görülmektedir.

Kurutulan pırasa gruplarında mikrodalga kurutucu ile gerçekleştirilen kurutmada tepsili kurutucuya kıyasla kuruma süreleri; kontrol grubunda % 51,67 oranında, suda haşlama grubunda % 54,78 oranında, tuzlu suda haşlama grubunda ise % 67,09 oranında daha az olarak belirlenmiştir. Bu veriler mikrodalga kurutucu ile gerçekleştirilen kurutmada kuruma hızının arttığını göstermektedir. Şekil 4.4.'te pırasa gruplarının tepsili ve mikrodalga kurutucuda kuruma süreleri gösterilmiştir.



Şekil 4.4.Pırasa gruplarının tepsili ve mikrodalga kurutucularda kuruma süreleri

Çizelge 4.3.Tepsili ve mikrodalga kurutucuda kurutma süreleri

Gruplar		Kuruma Süreleri (dak)
Ön İşlem	Kurutma Tekniği	
Kontrol	Tepsili Kurutucu	300±0b
Suda Haşlama		387±2,5a
Tuzlu Suda Haşlama		395±5a
Kontrol	Mikrodalga Kurutucu	145±0d
Suda Haşlama		175±0c
Tuzlu Suda Haşlama		130±0e
Kurutma tekniğinin etkisi		*
Ön işlemin etkisi		*
Kurutma tekniği x Ön İşlem (İnt.)		*

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir. \*P<0,05 düzeyinde önemli, NS önemsiz

Çizelge 4.3.'te tepsili ve mikrodalga kurutucularda her grubun kuruma süresi verilmiştir. Varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin uygulanması ile elde edilen pırasa kurutma süreleri arasında farklılıkların istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, kuruma süreleri bakımından 4 farklı grup oluşmuştur. Kuruma sürelerine etkileri bakımından hem kurutma tekniklerinin etkilerinin hem de kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının süreler etkilerinin istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Doymaz (2008), suda haşlanmış ve haşlanmamış pırasa örneklerine 60°C, 70°C ve 80°C'de kabin kurutucu ile kurutma işlemlerini uygulamış olup, sıcaklığın artmasıyla her grupta kuruma hızlarının yükseldiğini ve her kurutma sıcaklığında 70°C'de 3 dakika süreyle haşlanmış pırasaların haşlanmamış olan gruba göre daha kısa sürede kuruduğu belirlenmiştir. Çalışmamızla arasındaki ön işlemin kuruma hızına olan etkisindeki farklılığın sebebi materyal olarak kullanılan pırasaların farklı çeşit olması, kurutucuların farklı tiplerde ve özelliklerde olması ve de en önemli olarak da ön işlem olarak uygulanan haşlama işlemlerinin farklı

sıcaklık ve sürelerde gerçekleştirilmesi kaynaklı olabilir. Keçebaş (2007), kurutma öncesinde brokolileri çeşitli çözeltilerde haşlayarak ve haşlamadan 65°C’de tepsili kurutucuda, haşlama yapılarak kurutulan brokoliler 6 saatte, haşlama yapılmayanlar ise 9 saatte kurutmuştur. Perez ve Schmalko (2007) kabak dilimlerini haşlama ön işleminden geçirerek 50°C, 60°C, 70°C’lerde konvektif kurutucuda kurutmuş ve kuruma süresinin kontrol grubu kıyasla çok fazla etkilemediğini belirlemişlerdir.

Karaaslan (2008) tarafından bildirildiğine göre, Tunçer (1990) sebzelerin (pırasa, kırmızı ve yeşilbiber, patlıcan, soğan, patates) kuruma sürelerinin konveksiyonel kurutmaya kıyasla mikrodalga kurutmada 1/5 ile 1/12 arasında değişen kısa sürede kuruma gerçekleştiğini belirlemiştir. Xiao ve ark. (2009) tatlı patateslerde haşlama ön işlemlerinin kuruma hızını düşürdüğünü ve sitrik asit uygulamasının kuruma hızını hızlandırdığını belirlemişlerdir. Atıcı (2013) erik pestillerini sıcak hava kurutucu ile 420 dakikada (nem oranı %9) ve mikrodalga kurutucuda ile 165 dakika (nem oranı % 11) kurutmuştur. Öztürk Erdem (2018) nar kuruttuğu çalışmasında konvektif kurutma yönteminde 50°C ve 90°C sıcaklıklarda 6526 ve 571 dakikada, mikrodalga kurutma yönteminde ise 180, 360, 540 ve 720 W güç seviyelerinde sırasıyla 56, 40, 18 ve 14 dakikalarda kuruma gerçekleşmiştir.

Literatürde yer alan önceki kurutma çalışmalarından anlaşıldığı üzere, çalışmamızda kullanılan tepsili kurutucu ile mikrodalga kurutucu kıyaslandığında mikrodalga kurutucunun kuruma hızını etkilediği ve de arttırdığı görülmüştür. Fakat haşlama gibi ön işlem uygulamalarının bazı sebze çeşitlerinde kurumayı hızlandırdığı görülürken (70°C’ de 3 dakika haşlanan pırasalar ile brokoli gibi), bazı çeşitlerde kurumayı yavaşlatarak kontrol grubunun gerisinde kaldığı (tatlı patates gibi) ya da çok fazla etkilemediği (kabak gibi) görülmüştür.

## **4.2. Kurutulmuş Pırasaların Su Aktiviteleri**

3.2.2. Kurutma işlemi alt başlığındaki bölümde de ifade edildiği üzere, tepsili kurutucu ve mikrodalga kurutucularda kurutma işlemleri su aktivitesi ( $a_w$ ) 0,3-0,4 aralığına ve nem oranı % 5-10 aralığına ulaştığında kurutma işlemi sonlandırılmıştır. Kurutma işlemleri sonucunda belirlenen su aktivite ( $a_w$ ) değerleri ile hızlandırılmış raf ömrü süresindeki değişimler ile birlikte Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4’de görüldüğü üzere en yüksek su aktivitesine sahip olan grup her iki kurutma yönteminde de tuzlu suda haşlama ön işlemi gören grup olmuştur. Kontrol ve suda

haşlama gruplarının su aktiviteleri ise birbirine çok yakın olmakla birlikte en düşük değere mikrodalga kurutucu ile kurutulan grupta ulaşılmıştır.

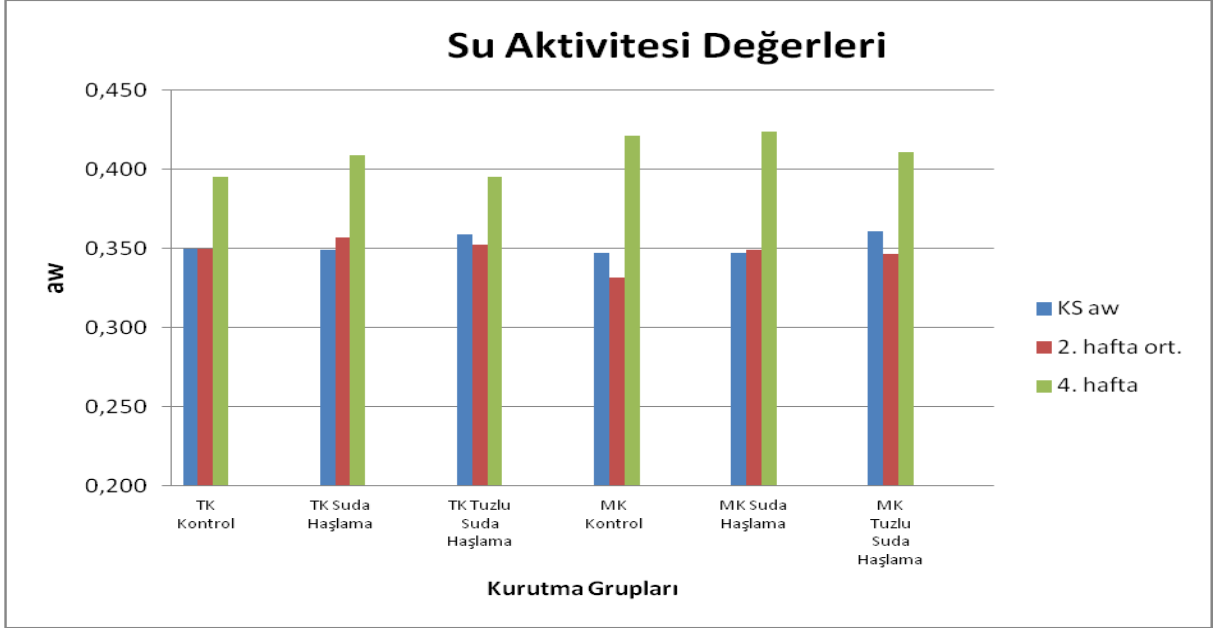
Çizelge 4.4. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların su aktivitelerinde değişimler (aw)

Gruplar		Su Aktivite Değerleri (aw)		
Ön İşlem	Kurutma Tekniği	Kurutma Sonrası	2. Hafta	4. Hafta
Kontrol	Tepsili Kurutucu	0,350±0,003	0,350±0,002	0,396±0,001
Suda Haşlama		0,349±0,001	0,357±0,003	0,409±0,001
Tuzlu Suda Haşlama		0,359±0,004	0,352±0,007	0,395±0,001
Kontrol	Mikrodalga Kurutucu	0,347±0,014	0,332±0,002	0,422±0,002
Suda Haşlama		0,347±0,008	0,349±0,004	0,424±0,003
Tuzlu Suda Haşlama		0,361±0,007	0,347±0,006	0,411±0,0004
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi		*	Korelasyon (r) = +0,48	

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

\*P<0,05 düzeyinde önemli, NS önemsiz

Çizelge 4.4' e göre, mikrodalga kurutucuda kurutma işlemlerinde su aktivitesi (aw) 0,3-0,4 aralığına kontrol grubu pırasa örneklerinde 145. Dakikada, suda haşlama grubu pırasa örneklerinde 175. Dakikada ve tuzlu suda haşlama grubu pırasa örneklerinde ise 130. Dakikada ulaşılmıştır. Tepsili kurutucuda kurutma işlemlerinde su aktivitesi (aw) 0,3-0,4 aralığına kontrol grubu pırasa örneklerinde 300. Dakikada, suda haşlama grubu pırasa örneklerinde 387. Dakikada ve tuzlu suda haşlama grubu pırasa örneklerinde ise 395. Dakikada ulaşılmıştır. Elde edilen veriler, taze pırasaya uygulanan suda haşlama ön işleminin mikrodalga kurutucuda kurutma işleminde su aktivitesi (aw) 0,3-0,4 aralığına ulaşma süresini uzattığını ve tuzlu suda haşlama ön işleminin ise bu süreyi kısalttığını göstermektedir. Diğer taraftan, taze pırasaya uygulanan suda ve tuzlu suda haşlama ön işlemlerinin tepsili kurutucuda kurutma işleminde su aktivitesi (aw) 0,3-0,4 aralığına ulaşma süresini uzattığı belirlenmiştir.



Şekil 4.5. Kurutma işlemi uygulanan pırasaların su aktivitelerindeki değişimler

Hızlandırılmış raf ömrü süresince örneklerin 2. ve 4. haftalarda su aktivitesi ölçümleri yapılmıştır. 2. haftadaki ölçülen değerlerin kimisinde artış kimisinde de azalış olduğu görünmekle birlikte 4. haftadaki ölçümlerde bütün gruplarda önemli bir yükseliş gözlemlenmiştir. Çizelge 4.4.'de kurutma sonrası elde edilen su aktivitesi değerleri ile depolamanın sonunda elde edilen su aktivitesi değerleri kıyaslandığında pozitif ve orta düzeyde bir korelasyon görülmektedir. Ayrıca su aktivitesi değerlerindeki artış istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Demir (2010), siyah havuç kurutma çalışmasında kurutma öncesinde havuçlara suda haşlama ve mikrodalga ön işlemlerini uygulamış ve 60°C, 70°C, 80°C sıcaklıklarında kurutma dolabında kurutmuştur. Kurutma sonucunda örneklerin su aktiviteleri ( $a_w$ ) kıyaslandığında su aktivitesi en düşük 80°C'de ve en yüksek 60°C'de olduğu belirlenmiştir.

Yüksek su içeriğine sahip gıdalarda ise kimyasal ve biyolojik bozulmalar daha kolay gerçekleşmektedir. Bu sebeple gıdaların bozulmasını engellemede ve dayanıklı hale getirmede suyun rolü büyüktür. Gıda muhafaza yöntemlerinden olan kurutarak muhafaza ile gıdada bulunan su gıdadan uzaklaştırılarak su aktivitesinin düşürülmesi amaçlanmaktadır. Suyun bu şekilde kontrol altına alınması ile gıda maddesinde oluşabilecek bozulmalar önlenmiş ve kalite muhafaza edilmiş olur. Mikroorganizmaların kendine ait geliştikleri bir su

aktivitesi aralığı vardır. Örneğin bakteriler 0,91-0,95 aralığında gelişirken mayalar 0,88'e kadar, küfler 0,80'e gelişme gösterebilirler. Ozmofilik mayalar 0,60'lara kadar sadece bazı gıdalarda gelişme gösterirken, bazı küfler de 0,65'lere kadar faaliyet gösterirler. Ancak su aktivitesi 0,6'nın altında hiçbir mikrobiyel gelişme gözlenemez. Kurutulmuş sebzelerde ise su aktivitesi 0,3-0,4 aralığında olmalıdır (Cemeroğlu 2011). Bu aw aralığında da herhangi bir mikrobiyel gelişme görülemeyeceğinden mikrobiyolojik analizleri yapılmamıştır.

#### 4.3.Kurutulmuş Pırasaların Rehidrasyon Oranları

Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulmuş pırasa grupları için belirlenen rehidrasyon oranları Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Çizelge 4.5'te verilen rehidrasyon oranları, kurutulmuş pırasa örnekleri üzerine saf su konularak 24±2°C sıcaklıkta 24 saat bekletilmesi sonucu ıslak ürün ağırlığının kuru ürün ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmıştır (gr ıslak ürün/gr kuru ürün). Rehidrasyon yeteneği kurutulmuş ürünler için çok önemli bir kalite kriteridir. Kurutulmuş ürün bünyesine ne kadar çok su alıp eski durumuna dönebiliyorsa kurutma o kadar başarılı demektir. Çizelge 4.5'e bakıldığında, tepsili kurutucuda kurutulmuş örneklerin kontrol, suda haşlama ve tuzlu suda haşlama pırasa gruplarının rehidrasyon oranları sırayla 4,2; 5,6 ve 5,3 olduğu, mikrodalga kurutucuda kurutulmuş bu grupların rehidrasyon oranlarının ise sırasıyla 4,7; 4,9 ve 4,7 olduğu görülmektedir.

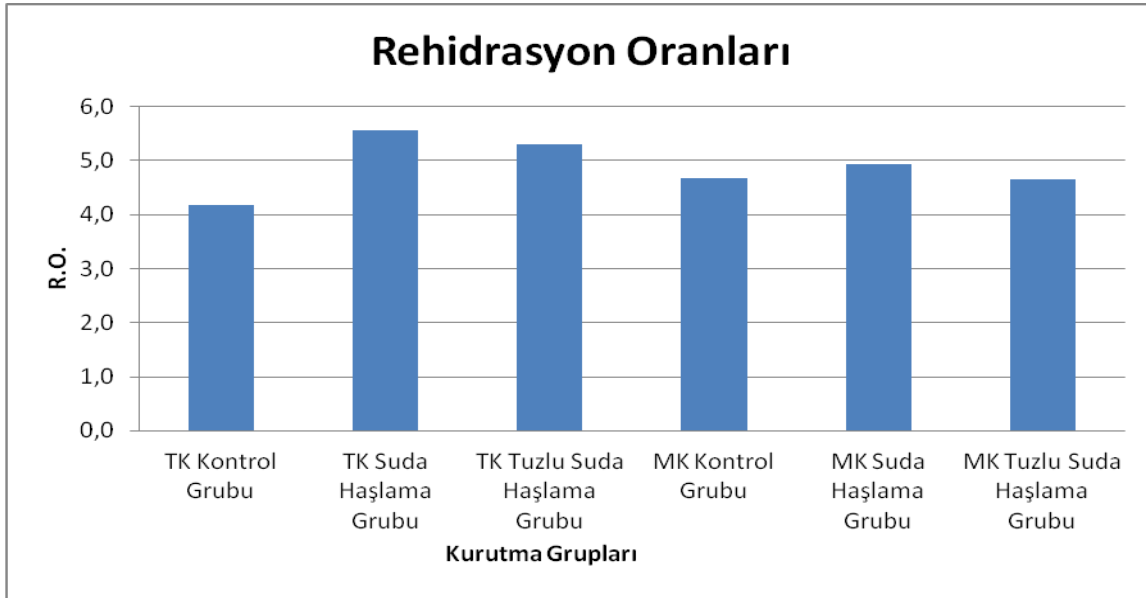
Çizelge 4.5. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların rehidrasyon oranları

Gruplar		Rehidrasyon
Ön İşlem	Kurutma Tekniği	Oranları
Kontrol	Tepsili Kurutucu	4,2±0,2d
Suda Haşlama		5,6±0,1a
Tuzlu Suda Haşlama		5,3±0,1ab
Kontrol	Mikrodalga Kurutucu	4,7±0,1c
Suda Haşlama		4,9±0,5bc
Tuzlu Suda Haşlama		4,7±0,1c
Kurutma tekniğinin etkisi		*
Ön işlemin etkisi		*
Kurutma tekniği x Ön İşlem (İnt.)		*

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir. \*P<0,05 düzeyinde önemli, NS önemsiz

Varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksiyonu ile elde edilen rehidrasyon oranları arasında farklılıkların istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, rehidrasyon oranları bakımından 4 farklı grup oluşmuştur. Ayrıca rehidrasyon oranlarına etkileri bakımından hem kurutma tekniklerinin etkilerinin hem de kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının sürelerine etkilerinin istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa grupları için belirlenen rehidrasyon oranları Şekil 4.6.'te görülebilmektedir.



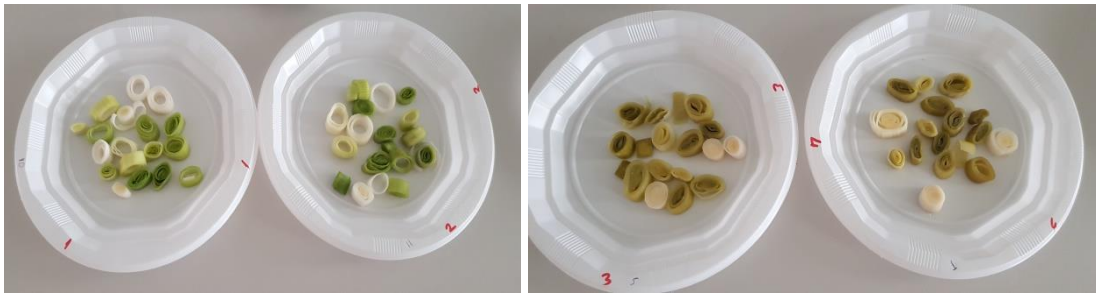
Şekil 4.6.Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların rehidrasyon oranları

Şekil 4.6.'da görüldüğü üzere, en yüksek rehidrasyon oranı tepsili kurutucuda kurutulan suda haşlama grubunda olduğu anlaşılmaktadır. Mikrodalga kurutucuda kurutulan gruplardan sadece kontrol grubuna ait ürünlerin tepsili kurutucuda kurutulanlara kıyasla daha iyi rehidre olma yeteneği gösterdiği, diğer iki ön işlem grubunda ise tepsili kurutucuda kurutulan örneklerin daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Her iki kurutma yönteminde de haşlama ön işlemlerinin ürünlerin rehidre olma yeteneğini olumlu yönde etkilediği, rehidrasyon oranlarının daha yüksek olmasından anlaşılmaktadır.



Kurutulmuş ürünlerin rehidrasyon özelliği fiziksel bir olaydır. Bu özellik kurutma sırasında azalmaktadır. Bu durum ürünlerdeki kimyasal ve fiziksel değişimler ile ilgilidir. Kurutma şartlarına bağlı olarak büzülme ve parçalanma sonucu, hücreler ve dokunun kapilar yapısının bozulması rehidrasyon olayını olumsuz etkilemektedir. Buna karşın, rehidrasyon özelliği daha çok ısı etkisiyle ve kuruma sonucu hücredeki tuzların konsantrasyonuna bağlı olarak proteinler denatüre olurlar. Denatüre proteinler artık suyu tekrar absorbe etme ve bağlama yeteneğini büyük ölçüde kaybeder (Cemeroğlu 2001).

Çalışmamızda tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulmuş pırasa gruplarının rehidre durumları Şekil 4.7.'de görülebilmektedir.



Tepsili Kurutma Kontrol Grubu

Tepsili Kurutma Suda Haşlama



Tepsili Kurutma Tuzlu Suda Haşlama

Mikrodalga Kurutma Kontrol Grubu



Mikrodalga Kurutucu Suda Haşlama

Mikrodalga Kurutucu Tuzlu Suda Haşlama

Şekil 4.7.Rehidre edilen kurutulmuş pırasa örnekleri

Doymaz (2008), farklı dilim kalınlığındaki suda haşlanmış ve haşlanmamış pırasaların kurularak rehidrasyon özelliklerini 20°C, 40°C, 60°C ve 80°C sıcaklıklarda 4 saat boyunca bırakarak araştırmış ve bu süre sonunda sıcaklık arttıkça rehidrasyon yeteneğinin arttığını belirlemiştir. Bu çalışmada, haşlama ön işlemi gören pırasaların ön işlemsiz pırasalardan daha iyi rehidrasyon yeteneğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Belirlenen bu sonuç, hem tepsili hem de mikrodalga kurutucu yönteminde su ile haşlama ön işlemi uygulandıktan sonra kurutulan pırasa grupları ile benzerdir. Kutlu (2013), mikrodalga kurutucuda kurutulan kabak ve patlıcan örneklerinin rehidrasyon özelliklerinin tepsili kurutucuda kurutulan aynı örneklere göre daha fazla olduğunu, buna karşılık, tepsili kurutucuda kurutulan kiraz domatesi örneklerinin ise mikrodalga kurutucuda kurutmaya göre daha iyi sonuç verdiğini belirlemiştir. Bu sonuçlar kurutma yöntemlerinin kurutulmuş ürünün rehidrasyon özelliklerini etkilemesi ürün çeşidi ve buna bağlı olarak da ürünün özelliklerine göre değiştiğini göstermektedir.

#### **4.4. Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Toplam Fenolik Madde Analizi Bulguları**

Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa grupları için belirlenen toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Pırasa gruplarına ait örneklerin toplam fenolik madde miktarları gallik asit cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4.6.'ya bakıldığında, taze pırasanın toplam fenolik madde miktarı 264,261 mg gallik asit/100gr kurumadde olduğu görülebilmektedir. Tepsili kurutucuda kurutulan kontrol, suda haşlama ve tuzlu suda haşlama gruplarının toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 103,51; 84,71 ve 81,94 mg gallik asit/100gr kuru madde düzeyindedir. Mikrodalga kurutucuda kurutulan kontrol, suda haşlama ve tuzlu suda haşlama gruplarının toplam fenolik madde miktarları sırasıyla ise 106,98; 95,69 ve 81,84 mg gallik asit/100g kuru madde düzeyindedir.

Taze ve kurutulmuş pırasa gruplarının toplam fenolik madde miktarları Şekil 4.8.'de gösterilmiştir. Kurutulan pırasa grupları kıyaslandığında, en yüksek fenolik madde miktarının mikrodalga kurutucu ile kurutulan kontrol grubunda olduğu görülmüştür. En düşük fenolik madde içeriğine ise tuzlu suda haşlama ön işlemi uygulanan tepsili ve mikrodalga kurutucuda kurutulan pırasa gruplarında görülmektedir. Haşlama ön işleminin fenolik madde miktarında daha fazla kayba neden olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.6.Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların toplam fenolik madde miktarları

Gruplar		Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GA <sup>1</sup> /100 g kuru madde)		
Ön İşlem	Kurutma Tekniği	Kurutma Sonrası	2. Hafta	4. Hafta
		Kontrol	Tepsili Kurutucu	103,51±5,05
Suda Haşlama	84,71±2,36	98,76±5,97		104,52±8,63c
Tuzlu Suda Haşlama	81,94±2,72	110,37±6,49		134,65±7,04ab
Kontrol	Mikrodalga Kurutucu	106,98±5,42	131,73±8,47	140,85±6,79a
Suda Haşlama		95,69±8,66	109,14±10,17	127,62±10,13ab
Tuzlu Suda Haşlama		81,84±2,76	102,93±1,66	97,33±6,04c
Taze Pırasa (herhangi bir işlem uygulanmamış)		264,261±7,01		
Ön İşlemin Etkisi		*	NS	*
Kurutma tekniğinin etkisi		*	NS	NS
Kurutma tekniği*Ön İşlem (İnt.)		NS	NS	*
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi		*		Korelasyon (r) = +0,67

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

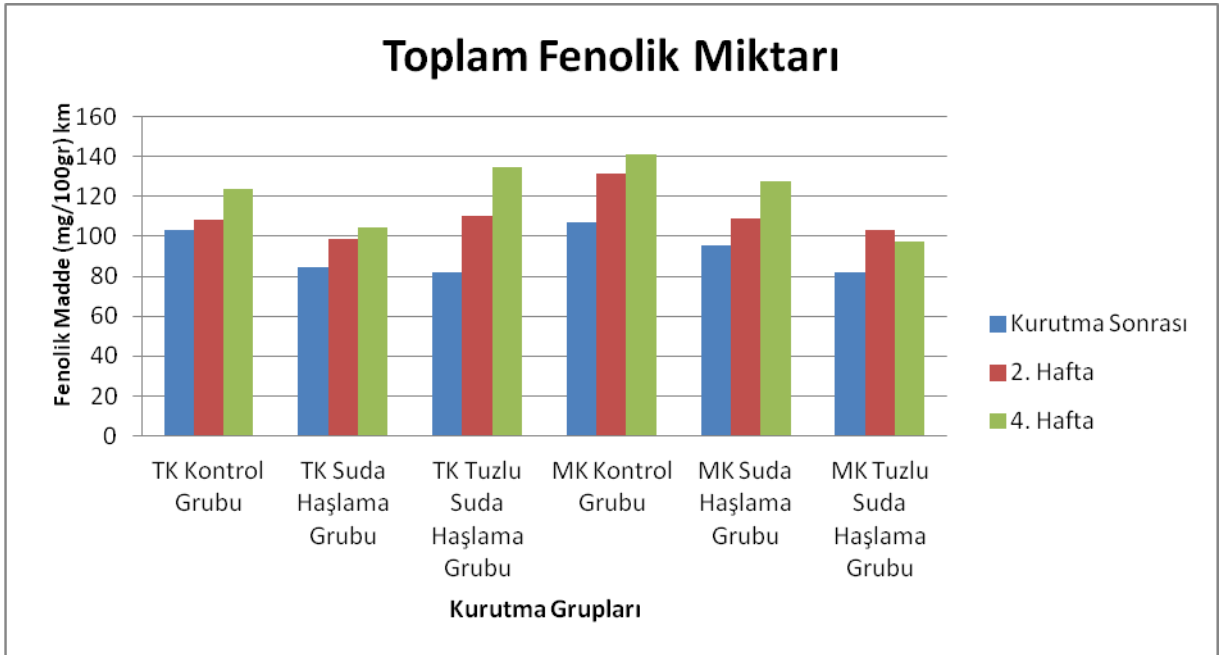
<sup>1</sup>GA: Gallik Asit Eşdeğeri, \*P<0,05 düzeyinde önemli, NS önemsiz

Varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerin interaksyonu istatistiksel olarak P>0,05 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Fakat hem kurutma yöntemleri hem de ön işlem uygulamaları tek başına kurutulmuş pırasaların toplam fenolik madde miktarlarına etkisi incelendiğinde aralarındaki farklılıklar P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, toplam fenolik madde miktarları bakımından 4 farklı grup oluşmuştur.

45°C sıcaklıkta 4 hafta süre ile hızlandırılmış raf ömrüne bırakılan kurutulmuş pırasalardan 2. ve 4. haftalarda numune alınarak fenolik madde miktarı takibi yapılmıştır.

Hızlandırılmış raf ömrü sürecindeki kurutulmuş pırasaların toplam fenolik madde miktarlarının varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksyonu, kurutulmuş pırasaların depolama sürecindeki toplam fenolik madde miktarları arasındaki farklılıklara etkisi 2. Haftada istatistiksel olarak P>0,05 düzeyinde önemsiz

bulunurken, 4. Haftada önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.6' da gösterilmiştir. 2. haftada hem kurutma tekniklerinin hem de kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının toplam fenolik madde miktarına etkileri istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0,05$ ) bulunurken, 4. Haftada toplam fenolik madde miktarına etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0,05$ ) bulunurken, buna karşın kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının bu miktara etkisi istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca kurutma sonrası elde edilen toplam fenolik madde miktarı ile depolamanın sonunda elde edilen toplam fenolik madde miktarı kıyaslandığında pozitif ve yüksek düzeyde bir korelasyon görülmektedir. Ayrıca toplam fenolik madde miktarındaki artış istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.



Şekil 4.8. Kurutulmuş pırasaların toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimler

Sebzelere (biber, kabak, yeşil fasulye, bezelye, pırasa brokoli, ıspanak) haşlama, buharlama ve mikrodalga işlemlerinin antioksidan aktivitesi ve fenolik madde üzerine etkilerini inceleyen Türkmen ve ark. (2005), taze pırasanın fenolik içeriğinin 300,8 mg gallik asit/100 g kuru madde iken 5 dakika suda haşlama görmüş pırasalarda bu değer 193,9 mg gallik asit/100 g kuru maddeye; 7,5 dakika uygulanan buharlama ile 254,4 mg gallik asit/100

g kuru maddeye ve 1,5 dakika 1000 W mikrodalga uygulaması ile 245,5 mg gallik asit/100g kuru maddeye kadar düştüğünü belirlemiştir.

Keçebaş (2007) brokoli kurutma çalışmasında farklı çözeltilerde haşlama yaparak kuruttuğu brokolileri 12 ay süre ile depolamış ve fenolik madde miktarı takibini yapmıştır. Fenolik madde içeriğine su, NaCl, MgO ve MgCO<sub>3</sub> çözeltileri ile haşlama yapılan gruplarda depolama süresinin etkisi istatistik olarak önemsiz bulunurken, CaCl<sub>2</sub> ve kontrol grubunda önemli (P<0,01) bulunmuştur. Özgür ve ark. (2011) pırasaları 3 saat 63°C sıcaklıkta kurutmuş ve tazeye oranla kurutulmuş pırasalarda fenolik madde miktarının düştüğünü tespit etmiştir. Horuz (2018), çeşitli sebze ve meyvelerde (elma, kayısı, vişne, domates, kırmızıbiber, nane) tepsili ve mikrodalga ile konveksiyonel kurutucuyu kombin ederek gerçekleştirdiği kurutma işlemleri sonucunda fenolik madde miktarında genel olarak ortalama %60'dan fazla kayıpların olduğunu belirlemiştir.

#### **4.1.5.Taze ve Kurutulmuş Pırasaların DPPH Antioksidan Kapasiteleri**

Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa grupları için belirlenen toplam DPPH antioksidan aktivite değerleri raf ömrü süresinde belirlenen değerler ile birlikte Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Pırasa gruplarına ait örneklerin DPPH antioksidan aktivite değerleri kuru madde üzerinden µmol trolox/100gr olarak verilmiştir.

Çizelge 4.7' ye bakıldığında, taze pırasanın DPPH antioksidan aktivite değeri 246,91 mg µmol trolox/100gr kurumadde olduğu görülebilmektedir. Tepsili kurutucuda kurutulan kontrol, suda haşlama ve tuzlu suda haşlama gruplarının DPPH antioksidan aktivite değeri sırasıyla 6670,45; 4762,66 ve 4914,14 µmol trolox/100gr kuru madde düzeylerindedir. Mikrodalga kurutucuda kurutulan kontrol, suda haşlama ve tuzlu suda haşlama gruplarının DPPH antioksidan aktivite değeri sırasıyla 5794,33; 6081,30 ve 4916,05 µmol trolox/100gr kuru madde düzeylerindedir.

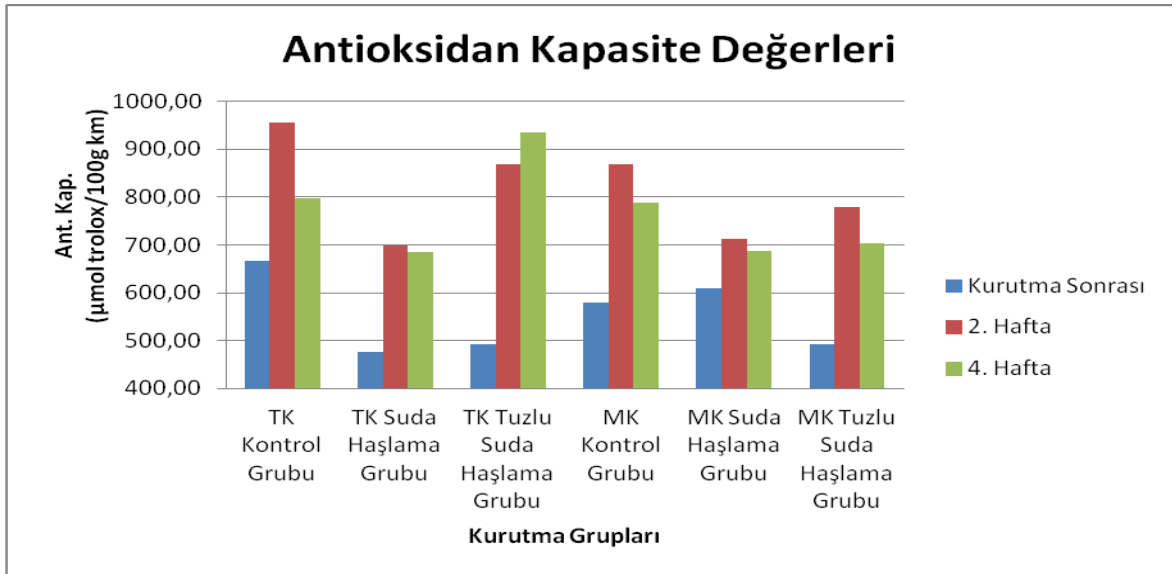
Çizelge 4.7. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların DPPH antioksidan aktivite değerleri

Gruplar		DPPH Antioksidan Aktivite ( $\mu\text{mol trolox}/100\text{g kuru madde}$ )		
Ön İşlem	Kurutma Tekniği	Kurutma Sonrası	2. Hafta	4. Hafta
Kontrol	Tepsili Kurutucu	667,04 $\pm$ 69,15a	956,66 $\pm$ 31,78	798,42 $\pm$ 87,11bc
Suda Haşlama		476,26 $\pm$ 17,47bc	699,30 $\pm$ 82,15	685,88 $\pm$ 44,51c
Tuzlu Suda Haşlama		491,41 $\pm$ 40,28bc	867,81 $\pm$ 42,25	934,31 $\pm$ 41,10a
Kontrol	Mikrodalga Kurutucu	579,43 $\pm$ 51,34ab	867,51 $\pm$ 41,24	787,71 $\pm$ 33,64ab
Suda Haşlama		608,13 $\pm$ 171,45a	711,43 $\pm$ 1129,45	687,82 $\pm$ 61,23c
Tuzlu Suda Haşlama		491,60 $\pm$ 101,35c	778,11 $\pm$ 105,13	702,84 $\pm$ 107,93bc
Taze Pırasa (herhangi bir işlem uygulanmamış)		246,91 $\pm$ 35,27		
Kurutma tekniğinin etkisi		NS	NS	NS
Ön işlemin etkisi		*	*	*
Kurutma tekniği x Ön işlem (İnt.)		*	NS	*
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi		*		Korelasyon (r) = +0,69

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

\*P<0,05 düzeyinde önemli, NS önemsiz

Taze ve kurutulmuş pırasa gruplarının DPPH antioksidan aktivite değerleri Şekil 4.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Kurutulmuş pırasaların DPPH antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler

Kurutulan pırasa grupları kıyaslandığında, en yüksek DPPH antioksidan aktivite değerinin tepsili kurutucuda kurutulmuş kontrol grubunda olduğu, buna karşın ise en düşük DPPH antioksidan aktivite değerinin ise aynı kurutucu tipinde olmak üzere suda haşlama ön işlemi uygulanmış grupta belirlenmiştir. Verilere uygulanan varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin etkisi kurutulmuş pırasaların DPPH antioksidan aktivite değerleri arasında farklılıkların istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. DPPH antioksidan aktivite değerine etkileri bakımından kurutma teknikleri önemsiz ( $P > 0,05$ ) bulunurken, kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının bu değere etkilerinin istatistiksel olarak önemli ( $P < 0,05$ ) olduğu anlaşılmaktadır.

45°C sıcaklıkta 4 hafta süre ile hızlandırılmış raf ömrüne bırakılan kurutulmuş pırasalardan 2. ve 4. haftalarda numune alınarak DPPH antioksidan aktivite değerleri takibi yapılmıştır.

Hızlandırılmış raf ömrü sürecindeki kurutulmuş pırasaların DPPH antioksidan aktivite değerlerinin varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin etkisi kurutulmuş pırasaların depolama sürecindeki toplam fenolik madde miktarları arasındaki farklılıklara etkisi 2. Haftada istatistiksel olarak  $P > 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunurken, 4. Haftada önemli ( $P < 0,05$ ) bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. 2. ve 4. haftalarda DPPH antioksidan aktivite değerlerine etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz ( $P > 0,05$ ) bulunurken, buna karşın kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının bu miktara etkisi istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca kurutma sonrası elde edilen DPPH antioksidan aktivite değerleri ile depolamanın sonunda elde edilen DPPH antioksidan aktivite değerleri kıyaslandığında pozitif ve yüksek düzeyde bir korelasyon görülmektedir. Ayrıca toplam fenolik madde miktarındaki artış istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Keçebaş (2007) çalışmasında, 12 ay depoladığı kurutulmuş brokolilerde antioksidan aktivite takibi yapmış ve depolamanın antioksidan aktivite üzerine etkisinin önemsiz olduğu sonucuna varmıştır. Özgür ve ark. (2011) pırasa kurutma çalışmasında antioksidan kapasitenin taze ürünle kıyaslandığında düştüğünü gözlemlemişlerdir. Bu düşüşe antioksidan kapasiteyi etkileyen en temel iki özellik fenolik madde ve askorbik asit içeriklerindeki düşüşün sebep olduğu bilinmektedir. Çetin (2014) ön işlemler ve ön işlemlerle soğanları farklı

kurutma metodları ile kurutarak antioksidan aktivitelerindeki değişimi gözlemlemiştir. Bütün gruplarda antioksidan aktivite artışının önemli olduğu ( $P<0,05$ ) sonucuna varmıştır.

Horuz (2018) elma, kayısı, vişne, domates, kırmızıbiber, naneyi konveksiyonel ve mikrodalga ile kombin ederek kurutmuş ve antioksidan kapasitelerindeki değişimi gözlemlemiştir. Kurutulmuş elma, domates, kırmızıbiberlerde antioksidan aktivite yükselirken, vişne, kayısı ve nanede düştüğünü tespit etmiştir. Akbaş (2017) zeytin yapraklarını mikrodalga, etüv ve atmosfer şartlarında kurutmuş ve en yüksek antioksidan içeriğinin taze (kurutulmamış) zeytin yaprağında olduğunu tespit etmiştir. Kurutulmuş örneklerde en yüksek antioksidan aktivite içeriğini veren yöntem ise çalışılan en yüksek mikrodalga güç seviyesi olan 540 W olmuştur. Çalışmamızda hızlandırılmış raf ömrü sırasında 2. Haftada kurutulmuş pırasaların antioksidan aktivite değerleri yükselmiştir. Bu durum 4.1.3.toplam fenolik madde analizi başlığı altındaki Şekil 4.8.'de gösterilen 2. Haftadaki fenolik madde artışı ile ilgili olduğu sonucuna varılabilir.

#### **4.1.6.Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Askorbik Asit Miktar Tayini**

Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa grupları için belirlenen askorbik asit değerleri Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Pırasa gruplarına ait örneklerin askorbik asit değerleri kuru madde üzerinden mg/100 gr olarak verilmiştir.

Çizelge 4.8' e bakıldığında, taze pırasanın askorbik asit değer 93,33±1,9 mg/100 g kuru madde olduğu görülebilmektedir. Tepsili kurutucuda kurutulan kontrol, suda haşlama ve tuzlu suda haşlama gruplarının askorbik asit değeri sırasıyla 74,54; 18,38 ve 17,18 mg/100 g kuru madde düzeylerindedir. Mikrodalga kurutucuda kurutulan kontrol, suda haşlama ve tuzlu suda haşlama gruplarının askorbik asit değeri sırasıyla 35,79; 27,61 ve 11,67 mg/100 g kuru madde düzeylerindedir. Kurutulan pırasa grupları kıyaslandığında, en yüksek askorbik asit değerinin tepsili kurutucu ile kurutulan kontrol grubunda olduğu görülmüştür. En düşük askorbik asit değerinin ise tuzlu suda haşlama ön işlemi uygulanan mikrodalga kurutucuda kurutulan pırasa grubunda görülmektedir. Haşlama ön işleminin askorbik asit değerlerinde daha fazla kayba neden olduğu anlaşılmaktadır.

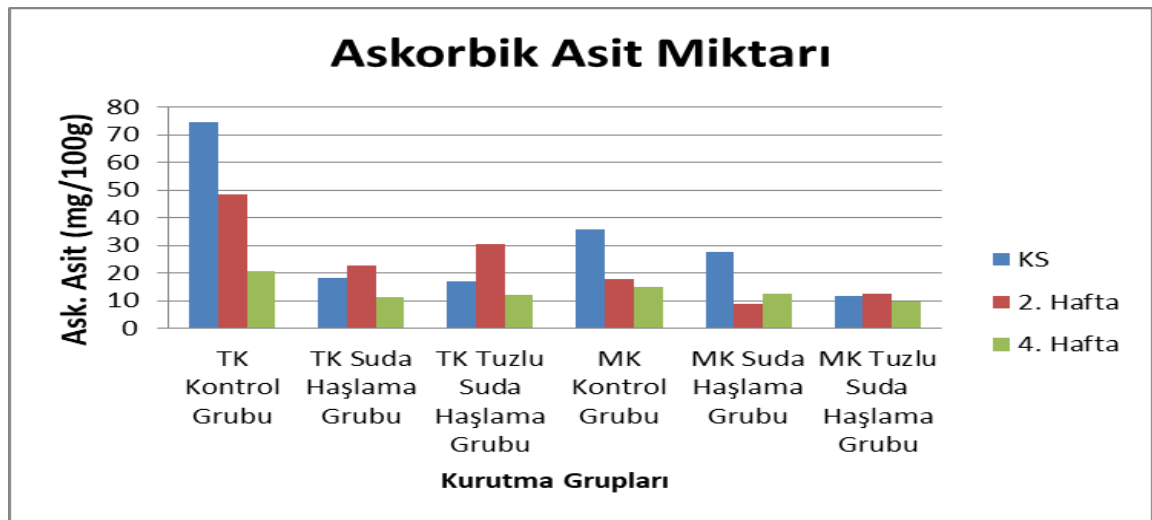


Çizelge 4.8.Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların askorbik asit değerleri

Gruplar		Askorbik Asit (mg/100 g kuru madde)		
Ön İşlem	Kurutma Tekniği	Kurutma Sonrası	2. Hafta	4. Hafta
Kontrol	Tepsili Kurutucu	74,54±7,29a	48,35±6,31	20,51±8,63
Suda Haşlama		18,38±6,40cd	22,63±3,79	11,17±3,27
Tuzlu Suda Haşlama		17,18±9,11cd	30,28±17,35	12,08±5,50
Kontrol	Mikrodalga Kurutucu	35,79±11,26b	17,98±9,85	14,85±4,76
Suda Haşlama		27,61±12,84bc	8,96±4,13	12,36±7,05
Tuzlu Suda Haşlama		11,67±7,01d	12,64±6,75	9,57±2,10
Taze Pırasa (herhangi bir işlem uygulanmamış)		93,33±1,9		
Kurutma tekniğinin etkisi		*	*	NS
Ön işlemin etkisi		*	*	*
Kurutma tekniği x Ön işlem (İnt.)		*	NS	NS
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi		*		Korelasyon (r) = -0,45

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.  
\*P<0,05 düzeyinde önemli, NS önemsiz

Taze ve kurutulmuş pırasa gruplarının askorbik asit değerleri Şekil 4.10.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Taze ve kurutulmuş pırasaların askorbik asit miktarındaki değişimler

Varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksiyonu kurutulmuş pırasaların askorbik asit değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.8.'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, askorbik asit değerleri bakımından 4 farklı grup oluşmuştur. Askorbik asit değerlerine etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkilerinin ve kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının bu değere etkilerinin istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır.

45°C sıcaklıkta 4 hafta süre ile hızlandırılmış raf ömrüne bırakılan kurutulmuş pırasalardan 2. ve 4. haftalarda numune alınarak fenolik madde askorbik asit miktarı takibi yapılmıştır.

Hızlandırılmış raf ömrü sürecindeki kurutulmuş pırasaların askorbik asit miktarlarının varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksiyonu, kurutulmuş pırasaların depolama sürecindeki askorbik asit miktarları arasındaki farklılıklara etkisi 2. ve 4. haftalarda istatistiksel olarak  $P>0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.8' de gösterilmiştir. 2. haftada hem kurutma tekniklerinin hem de kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının askorbik asit miktarına etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur. 4. haftada toplam fenolik madde miktarına etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0,05$ ) bulunurken, buna karşın kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının bu miktara etkisi istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca kurutma sonrası elde edilen askorbik asit miktarı ile depolamanın sonunda elde edilen askorbik asit miktarları kıyaslandığında negatif ve orta düzeyde bir korelasyon görülmektedir. Ayrıca askorbik asit miktarındaki azalış istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Keçebaş (2007) kurutulmuş brokolilerin depolama süresinde askorbik asit miktarının takip etmiş ve depolamanın askorbik asit miktarı üzerindeki etkisini araştırmıştır. MgO, MgCO<sub>3</sub> grupları ve haşlamadan kurutulan brokolilerin askorbik asit miktarı üzerine depolamanın etkisi önemsiz bulunmuştur. Kontrol grubu askorbik asit içeriğini en iyi muhafaza edebilen grup olmuştur. Özgür ve ark. (2011) taze pırasa ile kurutulmuş pırasanın askorbik asit içeriklerini kıyaslamış, tazeye oranla kurutulmuş pırasada askorbik asit kaybı olduğunu görmüşlerdir. Çetin (2014) soğan kurutma çalışmasında kurutmayı gerçekleştirdiği

bütün yöntemlerin askorbik asitte azalma ( $P<0,05$ ) meydana getirdiğini gözlemlemiştir. En az azalmanın ise vakum kurutucuda olduğunu ve bunun da vakum kurutucuda kurutmanın daha kısa süreli olmasından kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Askorbik asit içeriğini en iyi koruyan grubun ön işlemden geçirilmemiş ve kabin kurutucuda kurutulmuş soğanlar olduğunu tespit etmiştir.

Özen (2016) tepsili, infrared ve püskürtmeli kurutucularda ve farklı sıcaklıklarda kuruttuğu domateslerin askorbik asit miktarlarını kıyaslamıştır. Kurutma sıcaklığındaki artış ile birlikte askorbik asit miktarında azalma olduğunu görmüştür. Özellikle infrared kurutma yapılan domateslerde çok yüksek sıcaklık uygulanması ve kurutma odasında kalış süresinden dolayı askorbik asit tayin edilememiştir.

Yapılan çalışmalar farklı ön işlem ve farklı kurutma yöntemleri ile kuruttuğumuz pırasaların askorbik asit miktarındaki değişim ile benzer sonuçları vermiştir.

Taze ürünler en yüksek değere sahipken kurutma işlemi ile bu değer giderek düşmüştür. Askorbik asit çeşitli degradasyon etkenlerine son derece duyarlı olup, en dayanıksız vitaminler arasında yer alır. Askorbik asitteki azalma, kalite kaybında bir kriter olarak kabul edilir. Özellikle kurutma sırasında yüksek sıcaklık nedeniyle kolay bozunurlar. En zengin kaynağı meyve ve sebzeler olup, meyveler daha asidik yapıya sahip olduklarından meyvelerde daha stabildirler (Kırca ve Cemeroğlu 2001). Bu nedenle kurutulmuş ürünlerde askorbik asit miktarı kurutma süresi ve sıcaklığına, uygulanan ön işlemlere bağlı olarak gittikçe düşmektedir.

#### **4.1.7.Taze ve Kurutulmuş Pırasaların pH Değerleri**

Taze ve kurutulmuş pırasalara ait pH değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Taze pırasanın pH değeri 6,16 olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.9'a bakıldığında tepsili kurutucuda kurutulan pırasa örneklerinin pH değerleri sırayla kontrol grubunda 5,84; suda haşlama grubunda 5,58; tuzlu suda haşlama grubunda 5,69 olduğu görülmektedir. Mikrodalga kurutucuda kurutulan pırasa örnekleri ise sırayla kontrol grubunda 5,45; suda haşlama grubunda 5,72 ve tuzlu suda haşlama grubunda 5,84 olduğu anlaşılmaktadır.

Kurutulmuş pırasa örneklerini kıyasladığımızda en yüksek pH değeri mikrodalga kurutucu ile kurutulan tuzlu suda haşlama grubu ile tepsili kurutucuda kurutulan kontrol

grubunda 5,84 olduğu görülebilmektedir. En düşük pH ise 5,45 ile mikrodalga kurutucuda kurutulmuş kontrol grubudur.

Çizelge 4.9. Taze ve kurutulmuş pırasaların pH değerleri

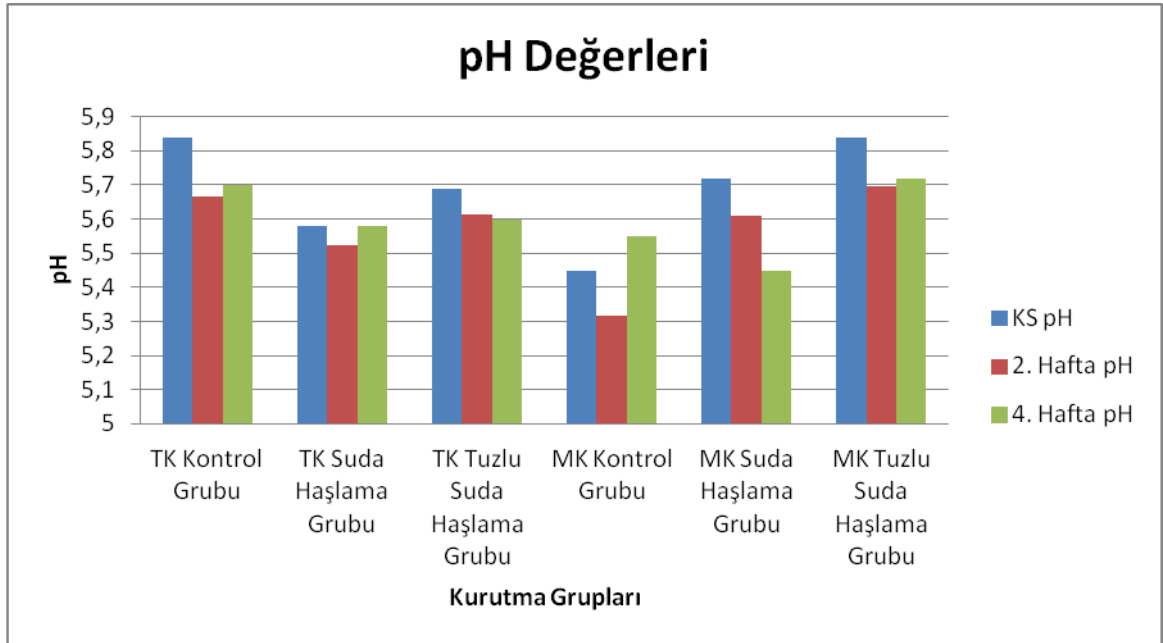
Gruplar		pH Değerleri		
Ön İşlem	Kurutma Tekniği	Kurutma Sonrası	2. Hafta	4. Hafta
Kontrol	Tepsili Kurutucu	5,84±0,05a	5,66±0,19ab	5,69±0,03a
Suda Haşlama		5,58±0,07c	5,52±0,07b	5,58±0,02b
Tuzlu Suda Haşlama		5,69±0,01bc	5,61±0,01a	5,60±0,03b
Kontrol	Mikrodalga Kurutucu	5,45±0,10d	5,31±0,07c	5,55±0,05b
Suda Haşlama		5,72±0,07b	5,61±0,04ab	5,45±0,1c
Tuzlu Suda Haşlama		5,84±0,07a	5,69±0,07ab	5,72±0,01a
Taze pırasa (herhangi bir işlem uygulanmamış)		6,16±0,01		
Kurutma Tekniğinin Etkisi		NS	NS	*
Ön İşlemin Etkisi		*	*	*
Kurutma tekniği x Ön işlem (İnt.)		*	*	*
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi		*	Korelasyon (r) = -0,33	

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.  
\*P<0,05 düzeyinde önemli, NS önemsiz

Varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksyonu kurutulmuş pırasaların pH değerleri arasındaki farklılıklara etkisi istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.9.'da gösterilmiştir. pH değerlerine etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz (P>0,05) bulunmuştur. Fakat ön işlem uygulamasının bu değerlere etkileri istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemli görülmüştür.

45°C sıcaklıkta 4 hafta süre ile hızlandırılmış raf ömrüne bırakılan kurutulmuş pırasalardan 2. ve 4. haftalarda numune alınarak pH değerleri takibi yapılmıştır.

Hızlandırılmış raf ömrü sürecindeki kurutulmuş pırasaların pH değerlerinin varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksyonu, kurutulmuş pırasaların depolama sürecindeki pH değerleri arasındaki farklılıklara etkisi 2. ve 4. haftalarda istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.9' da gösterilmiştir. 2. haftada pH değerlerine etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0,05$ ) bulunurken, buna karşın kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının bu miktara etkisi istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. 4. haftada hem kurutma tekniklerinin hem de kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının pH değerlerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur. Ayrıca kurutma sonrası elde edilen pH değerleri ile depolamanın sonunda elde edilen pH değerleri kıyaslandığında negatif ve zayıf bir korelasyon görülmektedir. Ayrıca pH değerlerindeki azalış istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.



Şekil 4.11. Kurutulmuş pırasaların pH değerlerindeki değişimler

Özgür ve ark. (2011), taze pırasanın pH değerini 6,02 olarak bulmuşlardır. 63°C'de 3 saat yapılan kurutma işlemi sonrası ise bu değer 5,02'lere kadar düşmüştür. Bizim pırasa kurutma çalışmamızda ise pH değeri 6,16 olan taze pırasaların kurutma sonunda pH değerleri

farklı ön işlem ve farklı kurutma metotlarına bağlı olarak 5,45 ile 5,84 aralığında değişmiştir. Kurutma ile pH değerinin düştüğü, ortamın daha asidik hale geldiği görülmektedir.

İzgi (2012) domates kurutma çalışmasında farklı kurutma yöntemlerini (güneşte, gölgede, sıcak havada, sıcak hava+mikrodalga) kullanmıştır. Taze domatesin pH değeri 4,49'dur. Kurutma yöntemlerine değişiklik göstermekle birlikte hepsinde düşüş gözlemlenmiştir. Kurutma yöntemlerinin pH değişimi üzerine etkisi  $P < 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Taze domatese göre sıcak hava+mikrodalga yöntemi pH değerleri üzerine istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, diğer 3 kurutma yöntemi de önemli bulunmuştur.

Sebzeleri ısıtmak, haşlamak için kullanılan suya sebzedeki vitamin, tat, renk, karbonhidratlar ve diğer bileşenlerin geçerek kayıplar yaşandığı bilinmektedir. Ayrıca ısı uygulaması sonucu bitkilerde asitler serbest kalmakta ve böylece pH düşerek ortam daha asidik hale gelmektedir. Sıcaklık arttıkça açıkça sararmaya neden olur. Haşlama sırasında ise bitkiye yeşil rengini veren klorofil parçalanması, kalitenin de düşmesine neden olmaktadır (Murcia ve ark. 2000).

#### **4.1.8. Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Titre Edilebilir Toplam Asitlik Tayini**

Taze ve kurutulmuş pırasalara ait titre edilebilir toplam asitlik miktarları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Pırasaların toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Taze pırasanın titrasyon asitliği sitrik asit cinsinden %0,13 olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.10.'a bakıldığında tepsili kurutucuda kurutulmuş pırasa örneklerinin toplam asitlik değerleri sırayla kontrol grubunda % 0,67; suda haşlama grubunda % 0,83; tuzlu suda haşlama grubunda % 0,96 olduğu görülmektedir. Mikrodalga kurutucuda kurutulmuş pırasa örnekleri ise sırayla kontrol grubunda % 0,99; suda haşlama grubunda % 0,57 ve tuzlu suda haşlama grubunda % 0,51 olduğu anlaşılmaktadır.

Kurutulmuş pırasa örneklerini kıyasladığımızda en yüksek toplam asitlik değeri mikrodalga kurutucu ile kurutulmuş kontrol grubunda % 0,99 olduğu görülebilmektedir. En düşük toplam asitlik ise % 0,51 ile mikrodalga kurutucuda kurutulmuş tuzlu suda haşlama grubudur. Kontrol grupları kendi aralarında kıyaslandığında tepsili kurutucuda kurutulmuş grubun asitliğinin daha düşük olduğu görülmektedir. Ön işlem görmüş gruplara bakıldığında ise mikrodalgada kurutulmuş grupların toplam asitliklerinin daha düşük olduğu bilinmektedir.

Çizelge 4.10. Taze ve kurutulmuş pırasaların titre edilebilir toplam asitlik değerleri

Gruplar		Titre Edilebilir Toplam Asitlik (Sitrük asit cinsinden, %)		
Ön İşlem	Kurutma Tekniği	Kurutma Sonrası	2. Hafta	4. Hafta
Kontrol	Tepsili Kurutucu	0,67±0,06c	1,09±0,06	0,84±0,06a
Suda Haşlama		0,83±0,06b	0,86±0,17	0,77±0,02a
Tuzlu Suda Haşlama		0,96±0,06a	0,80±0,11	0,87±0,06a
Kontrol	Mikrodalga Kurutucu	0,99±0,06a	0,90±0,09	0,84±0,06a
Suda Haşlama		0,57±0,06d	0,64±0,13	0,86±0,17a
Tuzlu Suda Haşlama		0,51±0,01d	0,80±0,14	0,61±0,06b
Taze pırasa (herhangi bir işlem uygulanmamış)		0,13		
Kurutma Tekniğinin Etkisi		*	*	NS
Ön İşlemin Etkisi		*	*	NS
Kurutma tekniği x Ön işlem		*	NS	*
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi		NS	Korelasyon (r) = +0,12	

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

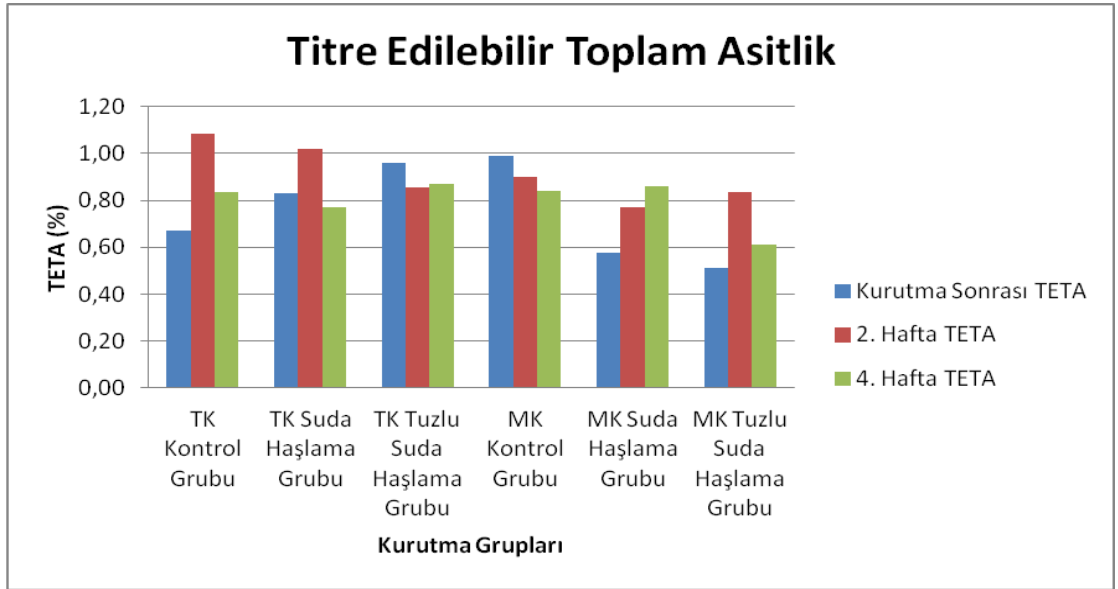
\*P<0,05 düzeyinde önemli, NS önemsiz

Varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksiyonu kurutulmuş pırasaların toplam asitlik değerleri arasındaki farklılıklara etkisi istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.10.'da gösterilmiştir. Toplam asitlik değerlerine etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkilerinin istatistiksel olarak önemli (P<0,05) bulunmuştur. Ayrıca kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının da bu değerlere etkileri istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır.

45°C sıcaklıkta 4 hafta süre ile hızlandırılmış raf ömrüne bırakılan kurutulmuş pırasalardan 2. ve 4. haftalarda numune alınarak toplam asitlik değerleri takibi yapılmıştır.

Hızlandırılmış raf ömrü sürecindeki kurutulmuş pırasaların toplam asitlik değerlerinin varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksiyonu, kurutulmuş pırasaların depolama sürecindeki toplam asitlik değerleri arasındaki farklılıklara

etkisi 2. haftada önemsiz ( $P>0,05$ ) bulunurken, 4. haftada istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.10' da gösterilmiştir. 2. haftada hem kurutma tekniklerinin hem de kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının toplam asitlik değerlerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur. 4. haftada ise toplam asitlik değerlerine etkileri bakımından hem kurutma tekniklerinin etkisi hem de kurutma öncesi ön işlem uygulanması istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0,05$ ) olduğu görülmüştür. Ayrıca kurutma sonrası elde edilen toplam asitlik değerleri ile depolamanın sonunda elde edilen toplam asitlik değerleri kıyaslandığında pozitif ve çok zayıf bir korelasyon görülmektedir. Ayrıca toplam asitlik değerlerindeki artış istatistiksel olarak  $P>0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur.



Şekil 4.12. Kurutulmuş pırasaların titre edilebilir toplam asitlik değerlerindeki değişimler

Özgür ve ark. (2011) taze pırasanın toplam asitliğini sitrik asit cinsinden hesaplamış ve % 0,14 olarak bulmuşlardır. Kurutma işleminden sonra ise bu değer % 1,60'lara kadar yükselmiştir. Bu değerler bizim çalışmamızda bulunan sonuçlar ile uyumlu olmakla birlikte kurutma sonrası asitliğin yükseldiği görülmektedir.

İzgi (2012) çalışmasında kurutulmuş domateslerin toplam asitliğini sitrik asit cinsinden hesaplamış ve kurutma yöntemlerinin toplam asitlik üzerine etkisini  $P<0,01$



düzeyinde önemli bulmuştur. Taze ve kuru domatesler arasındaki toplam asitlik değerleri farkını istatistik olarak önemli görmüştür.

#### 4.1.9. Kurutulmuş Pırasaların Duyusal Analizi

Farklı ön işlem ve farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan pırasaların duyusal puanlama sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Kurutulmuş pırasaların renk ve gevreklik özellikleri değerlendirilmiş, 1 ile 5 arasında puan verilmiştir. Kurutulmuş ürünlerde özellikle renk önemli bir kalite kriteridir ve istenilen renk taze ürüne en yakın olanıdır. Ayrıca kurutma işleminden kaynaklı renkte kararma ve yanmaların olmaması ya da asgari düzeyde olması tercih edilir. Şekil 4.13.'de kurutulmuş pırasaların resimleri görülmektedir.



Şekil 4.13. Kurutulmuş pırasaların görünüşleri

Çizelge 4.11.'de görüldüğü üzere tepsili kurutucuda kurutulan grupların renk puanları kontrol grubunda 5; suda haşlama grubunda 3; tuzlu suda haşlama grubunda ise 3,3 olarak hesaplanmıştır. Mikrodalga kurutucuda kurutulan örneklerin renk puanları ise kontrol grubunda 2,1; suda haşlama grubunda 2; tuzlu suda haşlama grubunda ise 2,8 olarak hesaplanmıştır.

Örneklerin renk özelliği değerlendirildiğinde en yüksek puanı alarak taze görünüme en yakın olduğu düşünülen grup tepsili kurutucuda kurutulan kontrol grup olmuştur. Sırayla onu tepsili kurutucuda kurutulan tuzlu suda haşlama ve suda haşlama grupları izlemiştir. En düşük puanı ise mikrodalga kurutucuda kurutulan suda haşlama grubu almıştır.

Gevreklik özellikleri değerlendirildiğinde ise tepsili kurutucuda kurutulan örneklerin puanları sırasıyla kontrol grubunda 2,7; suda haşlama grubunda 4,7; tuzlu suda haşlama grubunda ise 3,6'dır. Mikrodalga kurutucuda kurutulan gruplarda gevreklik puan sıralaması ise kontrol ve suda haşlama gruplarında 4,7; tuzlu suda haşlama grubunda ise 4'tür.

Çizelge 4.11. Taze ve kurutulmuş pırasaların duyusal puanlama sonuçları

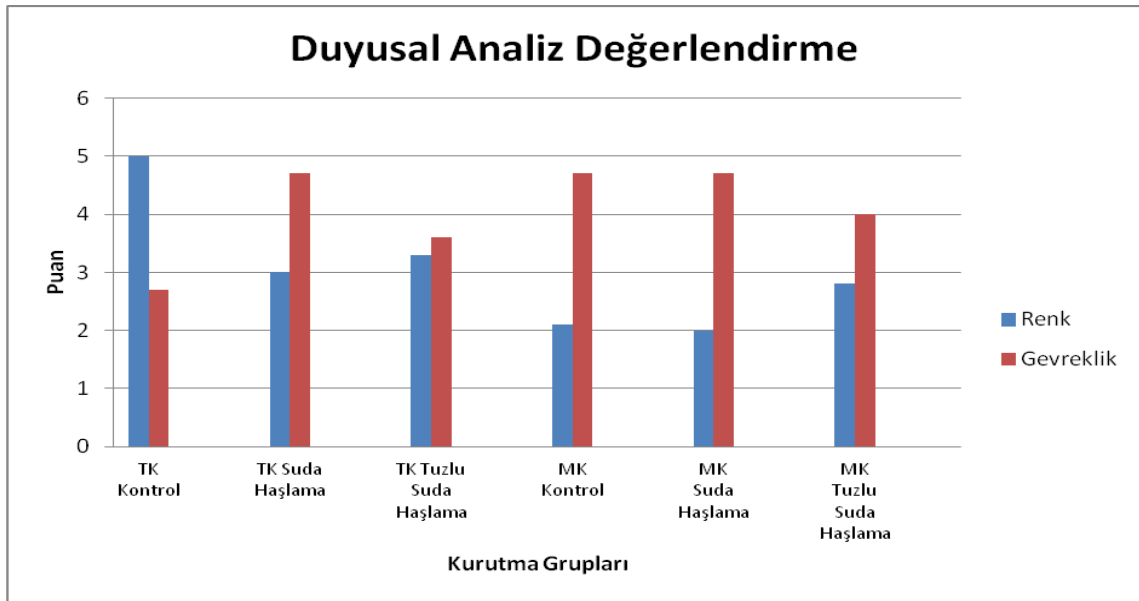
Gruplar		Duyusal Puanlama	
Ön İşlem	Kurutma Tekniği	Renk	Gevreklik
Kontrol	Tepsili Kurutucu	5,0±0,1a	2,7±0,1d
Suda Haşlama		3,0±0,4b	4,7±0,1a
Tuzlu Suda Haşlama		3,3±0,1b	3,6±0,1c
Kontrol	Mikrodalga Kurutucu	2,1±0,1c	4,7±0,1a
Suda Haşlama		2,0±0,1c	4,7±0,1a
Tuzlu Suda Haşlama		2,8±0,1b	4,0±0,2b
Ön İşlemlerin Etkisi		*	*
Kurutma Tekniğinin Etkisi		*	*
Kurutma tekniği*Ön işlem		*	*

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.  
\*P<0,05 düzeyinde önemli, NS önemsiz

Kurutulmuş pırasaların gevreklik özellikleri kıyaslandığında aralarındaki en iyi puan 4,7'yi tepsili kurutucuda kurutulan suda haşlama grubu ile mikrodalga kurutucuda kurutulan kontrol ve suda haşlama gruplarının aldığı anlaşılmaktadır. En düşük puanı ise tepsili kurutucuda kurutulan kontrol grubu almıştır.

Yapılan duyusal analizi sonucunda renk bakımından en iyi sonucu alan tepsili kontrol grubunun gevreklik özelliğinde en düşük puanı aldığı, renk özelliğinde en düşük puanı alan mikrodalga kurutucuda kurutulan kontrol ve suda haşlama grupları a-olurken gevreklikte 4,7 ile en yüksek puanı aldıkları görülmektedir. Bu da yapılan çalışmada renk ile gevreklik özelliklerinin ters orantılı olduğunu göstermektedir.

Varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksyonu kurutulmuş pırasaların renk ve gevreklik özelliklerinin puanlamasında oluşan farklılıklar istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına LSM student's çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Renk ve gevreklik özelliklerine etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkilerinin istatistiksel olarak önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur. Ayrıca kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının da bu değerlere etkileri istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.14. Kurutulmuş pırasaların renk ve gevreklik özellikleri puanları

İzli (2012) çalışmasında barbunya, mantar ve patatesi konvektif, mikrodalga ve konvektif-mikrodalga yöntemleri ile kurutmuştur. Bütün kurutma şartları kıyaslandığında en düşük kurutma sıcaklığı 50°C kullanılan konvektif kurutma yönteminde renk değerleri bakımından taze ürüne en yakın olarak en iyi sonuçları vermiştir. Elde ettiği sonuca göre ürünlerdeki renk pigmentlerinin ısı ile bozulup okside oldukları ve ürünlerde renk değişimlerine sebep olduğu belirlenmiştir. Genel anlamı ile de uzun kurutma süreleri ve yüksek kurutma sıcaklıklarının ürünlerde daha çok renk değişimlerine sebep olduğu ortaya konmuştur. Sıcaklık ve mikrodalga güç seviyelerinin artmasının renk kalite kayıplarına yol açtığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda kurutma sıcaklığından önce sıcak suda haşlamanın da haşlanmayan gruba kıyasla renk değişimlerine sebep olduğu düşünülmektedir. Bunun sebebi ısıtma ile bitkide klorofilin parçalanması olarak açıklanabilmektedir (Murcia ve ark. 2000).

Çetin (2014) farklı ön işlem ve farklı kurutma metotları ile kuruttuğu soğanları duyuşsal analizde renk, gevreklik, tat, koku ve genel izlenim özellikleri bakımından incelemiştir. Gevreklikte en iyi puanı maltodekstrin ve tuzlu suyla muamele gören gruplar alırken, kurutma yöntemi olarak gevreklikte en iyi olan güneş enerjisi dışındaki kabin kurutucu, vakum kurutucu ve açık havada kurutulan örnekler olmuştur. Renk özelliklerini en iyi koruyan grup güneş enerjisi ile kurutulan grup olmuştur. Bizim çalışmamızda da olduğu gibi renk özellikleri bakımından en iyi durumda olan güneş enerjisi ile kurutulan soğanlar olmasına rağmen, gevreklik diğer kurutma yöntemlerinin gerisinde kalmıştır.

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, taze pırasalar (*Allium porrum L.*) haşlama ve tuzlu suda haşlama ön işlemlerinden geçirildikten sonra bantlı sistem mikrodalga kurutucu ile tepsili kurutucuda kurutulmuşlar olup, su aktivitesi (aw) 0,3-0,4 aralığına ve nem oranı % 5-10 aralığına ulaştığında kurutma işlemi sonlandırılmıştır. Çalışmada farklı ön işlem ve farklı kurutma yöntemlerinin son ürüne etkisinin bazı fizikokimyasal ve duyuşal özellikler bakımından belirlenmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmada kurutulan pırasalara dört hafta süre ile hızlandırılmış raf ömrü testi de uygulanmıştır.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile elde edilen sonuçlar şöyle ifade edilebilir;

-Tepsili kurutucuda yapılan kurutma işlemi mikrodalga kurutucuda yapılan işleme kıyasla daha uzun sürede gerçekleşmiştir. Mikrodalga kurutucu tepsili kurutucudaki kuruma sürelerini kontrol grubunda % 51,67, suda haşlama grubunda % 54,78 ve tuzlu suda haşlama grubunda % 67,09 oranlarında azaltmıştır.

-Taze pırasalara uygulanan suda haşlama ve tuzlu suda ön işlemleri tepsili kurutucuda yapılan kurutma işlemlerinde kontrol grubuna kıyasla kuruma süresini uzatırken, mikrodalga kurutucuda tuzlu suda haşlama işlemi kuruma süresini kısaltmıştır. Bunun sebebi de gıdadaki yüksek tuz içeriğinin mikrodalga absorpsiyonunu artırması olarak açıklanabilir.

-Kurutulmuş pırasaların rehidrasyon oranları incelendiğinde en iyi sonucu veren her iki kurutma yönteminde de ön işlemlerli gruplar olmuştur. Önceki yapılan çalışmalar da haşlama ön işleminin ürünlerde rehidre olma özelliğini arttırdığı yönündedir.

-Pırasaların toplam fenolik madde miktarları incelendiğinde en yüksek değer taze pırasada görülmekle birlikte, ön işlem görmüş kuru pırasalarda bu miktar kontrol grubuna göre her iki kurutma yönteminde de daha düşük kalmıştır. Bunun sebebi olarak da sıcak suyla yapılan haşlama işleminde ürünün fenolik madde kaybetmesidir.

-Hızlandırılmış raf ömrü süresi boyunca 2. ve 4. haftalarda toplam fenol miktarı izlenmiş, 2. hafta bütün gruplarda fenolik madde artışı olurken, 4. hafta yine mikrodalga kurutucuda kurutulan tuzlu suda haşlama grubu dışında diğer gruplarda artış olmuştur.

-Askorbik asit miktarı en fazla taze pırasada tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarında olduğu gibi ön işlemler ve kurutmadan kaynaklı kayıplar olmuş, bu sebeple en

yüksek askorbik asit içeriği taze pırasada, daha sonra her iki yöntemle kurutulmuş kontrol gruplarında olmuştur. En düşük askorbik asit miktarı yine ön işlem görmüş pırasalarda karşımıza çıkmıştır.

-Taze pırasanın pH değeri 6,16 olarak ölçülmüş, diğer sebzelerin kurutma işlemlerinde olduğu gibi kurutmaya birlikte pH değeri düşerek kurutma yöntemi ve ön işlemlere bağlı olarak 5,84-5,45 aralığında değişmiştir. Kurutulmuş pırasaların hızlandırılmış raf ömrü süresince pH değişimleri takip edilmiştir. 2. haftada her bir grupta pH değerleri düşmüştür. 4. haftada her grup aynı değişimi yaşamayıp bazılarının pH değerleri düşerken bazıları yükseliş göstermiştir.

-Titre edilebilir toplam asitlik taze pırasada sitrik asit cinsinden hesaplanmış olup % 0,13 olarak bulunmuştur. Kurutma işlemi ile birlikte diğer sebze kurutma çalışmalarında olduğu gibi toplam asitlik artarak kurutma yöntemi ve ön işlemlere bağlı olarak % 0,51-0,99 aralığına kadar yükselmiştir. Hızlandırılmış raf ömrü süresince kurutulmuş pırasalarda toplam asitlik değerlerinde düşüşler ve yükselişler gözlemlenmiştir.

-Kurutulmuş pırasaların duyu analizinde renk ve gevreklik özellikleri panelistler tarafından yapılan değerlendirmede; Tepsili kurutucuda kurutulan kontrol grubu renk özelliği en yüksek duyu puanı alırken, gevreklik özelliğinde en düşük puanı almıştır. Mikrodalga kurutucuda kurutulan kontrol ve suda haşlama grupları renk özelliğinde en düşük puanı alırken gevreklikte en yüksek puanları almıştır. Bu sonuçlar da bize kurutulmuş pırasada renk kalitesi ile gevreklik özelliklerinin ters orantılı olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada elde edilen verilere göre, taze pırasaların kurutulmasında tepsili kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemleri tek başına her açıdan kalite değerleri yüksek son ürün elde etme imkânı vermemiş olup, istenilen son ürünün özelliğine göre kurutma metodu ve ön işlem seçilmesi daha uygun bulunmuştur. Buna göre;

- Süre ve enerjiden tasarruf yapılarak kurutma gerçekleştirilmek isteniyor ise mikrodalga kurutucuda yapılan kurutma,
- Rehidre olma yeteneği yüksek son kurutulmuş pırasa isteniliyor ise pırasalara ön işlem uygulayarak kurutma,
- Fenolik madde ve askorbik asit miktarları yüksek kurutulmuş pırasa isteniyor ise ön işlem uygulanmadan mikrodalga ya da tepsili kurutucuda kurutma,

- Renk özelliğinde taze pırasaya en yakın olan, diğer bir ifade ile renk kayıplarının asgari düzeyde olduğu kurutulmuş pırasalar isteniyorsa ön işlem uygulanmadan tepsili kurutucuda kurutma,

- Gevreklik özelliği yüksek olan ürün isteniyor ise suda haşlama ön işlemlerle tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutma yapılması önerilebilir.

- Ayrıca gerçekleştirilecek kurutma işleminde diğer kurutma yöntemleri ile kombine edilmeden sadece mikrodalga kurutucu kullanılması halinde, bu çalışmada olduğu gibi, yapılacak ön denemelerle kurutma hızının yavaşladığı noktalar belirlenerek mikrodalga güç seviyeleri bu zaman aralıklarında kademeli olarak arttırılabilir. Taze pırasalarda sadece mikrodalga kurutucu ile gerçekleştirdiğimiz kurutmanın diğer kurutma yöntemleri ile kombine edilerek gerçekleştirildiği kurutma işlemlerine alternatif olabileceği düşünülmektedir.

## 6.KAYNAKLAR

- Adedeji AA, Gachovska TK, Nigadi MO, Raghavan GSV (2008). Effect of Pretreatments on Drying Characteristics. *Drying Technology*, 26(10):1251-1256.
- Akbaş Ü (2017). Farklı Çeşit Zeytin Yapraklarının Fenolik Bileşen, Antioksidan Aktivite ve Mineral İçeriği Üzerine Kurutmanın Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Akgün S (2018). Farklı Sukroz Konsantrasyonlarının Pırasada (*Allium ampeloprasum L.*) Ginogenesis Uyartımına Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Aktaş C (2015). Patlıcanın Kurutma ve Rehidrasyon Karakteristiklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Al-Juamily KEJ, Khalifa AJN, Yassen TA (2007). Testing of The Performance of A Fruit And Vegetable Solar Drying System in Iraq. *Desalination*, 209:163-170.
- Anonim (2010). Pırasa (*Allium ampeloprasum*).  
[https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/7746/mod\\_resource/content/0/PIRASA\\_2010.%20hafta.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/7746/mod_resource/content/0/PIRASA_2010.%20hafta.pdf) (Erişim tarihi: 23.02.2019).
- Anonim (2012a) Pırasa Yetiştiriciliği. <https://www.turktob.org.tr/tr/pirasa-yetistiriciligi/4961> (Erişim tarihi: 23.02.2019).
- Anonim (2012b) Duyusal Test Teknikleri. Gıda Teknolojisi.  
[https://www.academia.edu/27722876/Duyusal\\_Test\\_Teknikleri](https://www.academia.edu/27722876/Duyusal_Test_Teknikleri) (Erişim tarihi: 12.04.2019).
- Anonim (2012c). Güneş Enerjisi İle Bitki ve Tahıl Kurutma  
<http://www.gunessistemleri.com/kurutma.php> (Erişim tarihi: 12.03.2019).
- Anonim (2013). Bahçecilik, Pırasa Yetiştiriciliği.  
[http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Pırasa%20Yetiştiriciligi.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pırasa%20Yetiştiriciligi.pdf) (Erişim tarihi: 02.01.2019).
- Anonim (2014). Güneşten Doğan Lezzetler. <http://www.yeditepeorganik.com/tr/> (Erişim tarihi: 05.05.2019).
- Anonim (2018a). Dünya Tarım İstatistikleri, Pırasa. <http://tarimsalistatistik.com/tr/TR/Sayfa/pirasa-leek> (Erişim tarihi:25.02.2019).
- Anonim (2018b). Bantlı Sistemler, 50 KW Mikrodalga Kurutma ve Sterilizasyon.  
<http://sinermikrodalga.com/index.html> (Erişim tarihi: 01.04.2019).
- Anonim (2019a). Laboratuvar Tipi Tepsili Kurutucu. <http://www.kurutma.net/laboratuvar-tipi-kurutucu.html> (Erişim tarihi: 12.03.2019).



- Anonim (2019b) [http://www.kurutma.net/puskurtmeli\\_kurutucu.html](http://www.kurutma.net/puskurtmeli_kurutucu.html) Püskürtmeli Kurutma Sistemleri. (Erişim tarihi: 12.03.2019).
- Anonim (2019c). Pırasa Yetiştiriciliği. <http://www.ulusaltarim.com/7867/Pirasa-yetistiriciligi> (Erişim tarihi: 21.04.2019).
- Anonim (2019d). Kurucum Gıda, Pırasa Kurusu. <https://www.kurucum.com/pirasa-kurusu.html> (Erişim tarihi: 05.05.2019).
- Atıcı G (2013). Erik Pestilinin Kalite Parametreleri ve Kuruma Davranışı Üzerine Sıcak Havalı Kurutma ve Mikrodalga Yöntemlerinin Etkisinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi.
- Babayiğit O (2010). Tarım Ürünlerinin Kuruma Karakteristiklerini Belirlemek İçin Bir Deney Seti Tasarımı, İmalatı ve Denenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi.
- Baysal T, İçier F ve Baysal AH (2011). Mikrodalga Isıtma. Güncel Elektriksel Isıtma Yöntemleri. Sidas Yayıncılık, İzmir, 130-258.
- Bernaert N, De Paepe D, Bouten C, De Clercq H, Stewart D, Van Bockstaele E, De Loose M, Van Droogenbroeck B (2012). Antioxidant Capacity, Total Phenolic And Ascorbate Content As A Function Of The Genetic Diversity Of Leek (*Allium ampeloprasum var. porrum*). Food Chem. 134(2):669-677.
- Bernaert N, De Clercq H, Van Bockstaele E, De Loose M, Van Droogenbroeck B (2013). Antioxidant Changes During Postharvest Processing And Storage of Leek (*Allium ampeloprasum var. porrum*). Postharvest Biol Technol. 86:8-16.
- Bianchini F, Vainio H (2001). *Allium* Vegetables And Organosulfur Compounds: Do They Help Prevent Cancer? Environ Health Perspect. 109(9):893-902.
- Cemeroğlu BS (2011). Kurutma Sistemleri. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Cilt 2. Ed: Karataş M. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 550-575.
- Cemeroğlu BS (2013). Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler. Gıda Analizleri, Ed: Prof. Dr. Bekir Cemeroğlu. Bizim Grup Basımevi, Ankara, 1-81.
- Choa KJ, Chou, SK (2003). Low-cost drying methods for developing countries. Trends in Food Science and Technology 14, 519-528.
- Çalışkan MK (2002). Mikrodalga Enerjisi İle Kurutma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Çelen S (2010). Mikrodalga ve Vakum Kurutucuda Bazı Gıda Ürünlerinin Kurutulması ve Modellenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Çelen S, Buluş HN, Moralar A, Haksever A, Özsoy E (2016). Mikrodalga Bantlı Kurutucunun Gıda Kurutmada Kullanılabilirliği ve Modellenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(04):71-83.

- Çetin C (2014). Farklı Kurutma Ön İşlemleri ve Metodlarının Doğranmış Kuru Soğanların Kurutma Kinetiği ve Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Ens., Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Çınar İ (2014). Konveksiyonel ve Akışkan Yataklı Sistemlerde Bazı Sebzelerin Kuruma Karakteristiklerinin Belirlenmesi. Gıda; 39(3):171-177.
- Dadalı G (2007). Bamyaya ve Ispanağın Mikrodalga Tekniğini Kullanarak Kurutulması, Doku ve Renk Özelliklerinin İncelenmesi ve Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Dadalı G, Özbek B (2008). Microwave Heat Treatment of Leek: Drying Kinetic And Effective Moisture Diffusivity. Int J Food Sci Technol. 43(8):1443-1451.
- Demir (2010). Kurutma İşlemi ve Öncesinde Uygulanan Farklı Haşlama Tekniklerinin Siyah Havucun Antioksidan Etkili Bileşikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Deveci HA, Nur G, Harmankaya A ve Yıldız Y (2016). Fenolik Bileşik İçeren Bitkisel Antioksidanlar. Fen Bil. Enst. Dergisi, 9(1):26-32.
- Doymaz I (2008). Drying Of Leek Slices Using Heated Air. J Food Process Eng. 31(5):721-737.
- Eminağaoğlu H (2011). Erzurum Koşullarında Farklı Yetiştirme Zamanlarının Pırasa (*Allium porrum* L.) ve Taze Bezelye (*Pisum sativum* L.) Çeşitlerinde Verim, Kalite ve Gelişmelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Erbay B ve Küçüköner E (2008). Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 1045-1048.
- Erdem T (2007). Ozonlu Su İle Yıkanan Kırmızı Pul Biberin Mikrodalga Enerjisi İle Kurutulması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Ersöz MA ve Doğan H (2010). Akışkan Yataklı Sürekli Bir Kurutucuda Göl Tuzu Kurutulmasının Deneysel İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(2):155-163.
- Fidan H (2010). Sarımsak, Soğan ve Pırasadaki Virüs Hastalıklarının Saptanması ve Taşköprü 56 Sarımsak Tipinin En Yaygın Virüse Karşı Reaksiyonunun Belirlenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Fritsch RM, Gurushize M ve Blattner FR (2010). New Classification of *Allium* L. Subg. Melanocrommyum. Rouy (*Alliaceae*) Based on Molecular and Morphological Characters. Phytol. Ann. 49(2):145-320.
- Gao CM, Takezaki T, Ding JH, Li MS, Tajima K (1999). Protective Effect of *Allium* Vegetables Against Both Esophageal and Stomach Cancer: A Simultaneous Case-Referent Study of A High-Epidemic Area in Jiangsu Province, China. Japanese J Cancer Res. 90(6):614-621.

- Gökmen V, Öztan A (1995). Gıdaların Raf Ömrünün Etkileyen Faktörler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. *The Journal of Food*, 20(5):265-271.
- Grzelak-Błaszczak K, Kołodziejczyk K, Badełek E, Adamicki F (2011). Changes in The Contents Of Mono-, Di- And Oligosaccharides In Leek Plants Stored in Cold Room. *Eur Food Res Technol*. 232(6):1027-1033.
- Gümüşderelioğlu M, Kaynak G (2012). Mikrodalgalar ve Uygulamaları. *Bilim ve Tek*. 38-42.
- Güngör A (2013). Sebze ve Meyve Kurutmada Kullanılan Kurutucular ve Kurutma Teknolojileri. II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 43-63.
- Güngör A, Özbalta N (1997). Endüstriyel Kurutma sistemleri. Makine Mühendisleri Odası, III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Teskon 97:737-747.
- Hansson LE, Nyrén O, Bergström R, Wolk A, Lindgren A, Baron J, Adamı H-O (1993). Diet And Risk Of Gastric Cancer. A Population Based Case Control Study in Sweden. *Int J Cancer*. 55(2):181-189.
- Hirschegger P, Jakse J, Trontelj P ve Bohanec B (2009). Origins of *Allium ampeloprasum* Horticultural Groups and A Molecular Phylogeny Of The Section *Allium* (*Allium: Alliaceae*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54:488-497.
- Hsing AW, Chokkalingam AP, Gao Y-T, Patricia Madigan M, Deng J, Gridley G, Fraumeni JF (2002). *Allium* Vegetables And Risk Of Prostate Cancer: A Population-Based Study. *J Natl Cancer Inst*. 94(21):1648-1651.
- Horuz E (2018). Ev Tipi Hibrit (Konvaksiyonel-Mikrodalga) Fırında Kimi Meyve ve Sebzelerin Kurutma ve Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.
- İrkin R (2007). Sarımsak, Pırasa ve Soğanın A. Niger Üzerine Engelleyici Etkilerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- İzgi C (2012). Farklı Kurutma Metodlarının Domatesteki Likopen Miktarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- İzli N (2012). Bazı Tarımsal Ürünlerin Mikrodalga Konvektif Kurutma Yöntemiyle İnce Tabaka Kurutma Kuramına Göre Kurutulmasında Kurutma Parametrelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Kalender V (2013). Mikrodalga Gücünün Kurutma Zamanı ve Kurutma Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Karaaslan S (2008). Sebze ve Endüstri Bitkilerinin Mikrodalgayla Kurutulması Üzerine Çalışmalar. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karabacak AÖ, Sinir GÖ, Suna S (2015). Mikrodalga ve Mikrodalga Destekli Kurutmanın Çeşitli Meyve ve Sebzelerin Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *U Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 29(2):125-135.
- Karataşer MA (2017). Güneş Enerjisi Destekli Mikrodalga Bantlı Kurutucuda Turpun Kurutma Kinetiklerinin Araştırılması ve Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen

Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.

- Keçebaş T (2007). Farklı Haşlama Uygulamalar İle Saklamanın Kurutulmuş Brokkolinin Renk ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kiremit MS (2015). Farklı Sulama Suyu Kalitesi ve Sulama Düzeylerinin Pırasa (*Allium porrum* L.) Bitkisinin Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuzmayıs Üniversitesi, Samsun.
- Kırca A ve Cemeroğlu B (2001). Askorbik Asitin Degradasyon Mekanizması. Gıda 26(4):233-242.
- Konak Üİ, Certel M, Helhel S (2009). Gıda Sanayisinde Mikrodalga Uygulamaları. Teknoloji Araştırmaları. 4(3):20-31.
- Kovacı T, Dikmen E, Şencan Şahin A (2018). Kurutma Sistemleri, Enerji Tüketimleri ve Ürün Kalitesine Etkileri ve Örnek Sistem Tasarımı. Journal of Technical Sciences, 8(2):25-39.
- Köprüalan Ö, Bodruk A, Ertekin F (2019). Meyve ve Sebzelerin Patlatmalı Puf Kurutma Yöntemi İle Kurutulması. Akademik Gıda, 17(1):81-88.
- Krokida MK, Karathanos VT, Maroulis ZB ve Marinou-Kouris D (2003). Drying Kinetics of some vegetables. Jour. of Food Eng, 59:391-403.
- Kurtuluş E (2012). Çanakale İlinde Pırasa Sarı Çizgi Virüsü (Leek yellow stripe virüs; LYSV)'nin Biyolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Onsekizmart Üniversitesi, Çanakale.
- Kutlu N (2013). Domates, Kabak ve Patlıcanın Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi ve Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Kutlu N, İşçi A ve Demirkol ÖŞ (2015). Gıdalarda İnce Tabaka Kurutma Modelleri. The Journal of Food, 40(1):39-46.
- Lundegardh B, Botek P, Schulzov V, Hajslov J, Strömberg A ve Andersson HC (2008). Impact of Different Green Manures On The Content Of S-Alk(en)yl-L-cysteine Sulfoxides and L-Ascorbic Acid in Leek (*Allium porrum*). Journal Of Agricultural and Food Chemistry, 56:2102-2111.
- Maskan M (2000). Microwave/Air And Microwave Finish Of Banana. Journal of Food Engineering, 44:71-78.
- Mengeş G (2005). Patatesin Farklı Kurutma Şartlarındaki Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Murcia MA, Lopez Ayerra B, Martinez-Tome M, Garcia-Carmona F (2000). Effect of Endustrial Processing on Chlorophyll Content of Broccoli. Jour. of the Sci. of Food and Agriculture. (80):1447-1451.

- Nasıroğlu Ő (2007). Kırmızı Biber, Elma ve Pırasanın Kurutulmasında Infrared Kurutma Tekniğinin Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi, Çanakkale.
- Nicastro HL, Ross SA, Milner JA (2015). Garlic And Onions: Their Cancer Prevention Properties. *Cancer Prev Res.* 8(3):181-189.
- Özen E (2016). Farklı Kurutma Teknikleri İle Domatesin Kurutulması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Özgür M, Akpınar-Bayızit A, Özcan T, Yılmaz-Ersan L (2011). Effect Of Dehydration On Several Physico-Chemical Properties And The Antioxidant Activity Of Leeks (*Allium porrum* L.). *Not Bot Horti Agrobot Cluj-Napoca.* 39(1):144-151.
- Özkan AI, Akbudak B ve Akbudak N (2007). Microwave drying characteristics of spinach. *Journal of Food Engineering,* 78(2):577-583.
- Özsoy E (2015). Mikrodalga Bantlı Kurutucuda Elma (Gala) Dilimlerinin Kurutma Davranışı. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Öztürk Erdem B (2018). Hicaz Narı Tanelerinin Kızılötesi, Mikrodalga ve Konvektif Kurutma Yöntemleriyle Kurutulması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Öztürk S (2014). Muz ve Kivinin Dielektrik Özelliklerinin Mikrodalga ve Kızılötesi-Mikrodalga Kombinasyonu İle Kurutma Karakteristikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Perez NE ve Schmalko ME (2007). Convective Drying of Pumpkin: Influence of Pretreatment and Drying Temperature. *Journal of Food Process Engineering,* 32(2009):88-103.
- Poojary MM, Putnik P, Bursac Kovačević D, Barba FJ, Manuel Lorenzo J, Dias AD, Shpigelman A (2017). Stability And Extraction Of Bioactive Sulfur Compounds From *Allium* Genus Processed By Traditional And Innovative Technologies. *J. Food Compos. Anal.* 61:28-39.
- Pourzand A, Tajaddini A, Pirouzpanah S, Asghari-Jafarabadi M, Samadi N, Ostadrahimi AR, Sanaat Z (2016). Erratum: Associations Between Dietary *Allium* Vegetables And Risk of Breast Cancer: A Hospital-Based Matched Case-Control Study . *J Breast Cancer.* 21(2):231.
- Putnik P, Gabrić D, Roohinejad S, Et Al (2019). An Overview Of Organosulfur Compounds From *Allium* Spp.: From Processing And Preservation To Evaluation of Their Bioavailability, Antimicrobial, And Anti-Inflammatory Properties. *Food Chem.* 276:680-691.
- Ratti C (2001). Hot-Air And Freeze-Drying of High-Value Foods:A Review. *Journal of Food Eng.,* 49:311-319.
- Regnell CJ (1973). Analytical Methods In Quality Control of Processed Fruit And Vegetables. United Nations Development Programme Food And Agriculture Organization of the United Nations, İzmir.

- Sanjuan N, Clemente G, Bon J ve Mulet A (2001). The Effect of Blanching On The Quality of Dehydrated Broccoli Florets. *Eur Food Res. Technol.*, 213:474-479.
- Setiawan VW, Yu GP, Lu QY, Lu ML, Yu SZ, Mu L, Zhang JG, Kurtz RC, Cai L, Hsieh CC ve Zhang ZF (2005). Allium Vegetables And Stomach Cancer Risk in China. *Asian Pacific J. Cancer*, 6:387-395.
- Singleton V ve Rossi J (1965). Colorimetry of Total Phenolic Compounds with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Jour. of Enology and Viticulture*, 16:144-158.
- Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Hawkins Byrne D (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC Assays for Estimating Antioxidant Activity From Guava Fruit Extracts. *J Food Compos Anal*. 19(6-7):669-675.
- Topbas MA (1992). Endüstri Fırınları Kitabı. Yıldız Teknik Üniversitesi, Metalurji, Ü-1498.
- Tryzno E, Witrowa-Rajchert D ve Dadan M (2013). The Application of Accelerated Shelf-Life Tests To Assessment Of Storage Life of Dried Beetroot, Carrot and Basil. <https://www.researchgate.net/publication/271851438> (Erişim tarihi: 15.04.2019).
- Tsouvaltzi P, Gerasopoulos D, Siomos AS (2006). Effect Of Storage Temperature And Size Of Stalks On Quality Of Minimally Processed Leeks. *J Sci Food Agric*. 86(3):372-379.
- Tunç Odabaş MT (2017). Gıda Analiz Teknikleri <http://admin.ghu.edu.tr/media/uploads/gida/files/puskurtmeli-kurutma.pdf> (Erişim tarihi: 15.04.2019)
- Tunçer İK (1990). Characterization And Drying of Vegetables By Hot Air And Microwave Energy. In *Proceedings of the 4th International Congress On Mechanization And Energy In Agriculture, Adana*, 1-4:472-480.
- Turati F, Pelucchi C, Guercio V, Vecchia C La, Galeone C (2015). Allium Vegetable İntake And Gastric Cancer: A Case-Control Study And Meta-Analysis. *Mol Nutr Food Res*. 59(1):171-179.
- Tuyns AJ, Kaaks R, Haelterman M ve Riboli E (1992). Diet And Gastric Cancer. A Case-Control Study In Belgium. *Int. J. Cancer*, 51: 1-6.
- TÜİK (2019). Temel İstatistikler. [tuik.gov.tr](http://tuik.gov.tr) (Erişim tarihi : 06.05.2019)
- Türkmen N, Sarı F ve Velioğlu S (2005). The Effect of Cooking Methods on Total Phenolics and Antioxidant Activity of Selected Green Vegetables. *Food Chemistry*, 93:713-718.
- Türköz Bakırcı G, Zeyrek A. Gıdalarda Raf Ömrü Tespitine Yönelik Yaklaşımlar Ve Hızlandırılmış Raf Ömrü Yöntemi. 6. Uluslararası Gıda Güvenliği Kongresi, İstanbul.
- Uğurluay S (2008). Çukurova Bölgesi'nde Bazı Sebzelerin Hasadında Teknik Başarıların Belirlenmesi ve Prototip Pırasa Hasat Makinası Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Urun Bayraktaroğlu G (2015). Organik Patlıcan ve Kabağın Farklı Kurutma Şartlarında

Kuruma Karakteristiklerinin ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.

Xiao HW, Lin H, Yao XD, Du ZL ve Gao Z (2009). Effects of Different Pretreatments on Drying Kinetics and Quality of Sweet Potato Bars Undergoing Air Impingement Drying. *Int. J. of Food Eng.*5(5):5.

Yılmaz MS (2015). Brokolinin Mikrodalga Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi ve Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Yoğurtçu H (2014). Mikrodalga Fırında Limon Kurutma: Kinetiği ve Modellenmesi. *Fırat Üniv. Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(1):27-33.

Yüzgeç U (2005). Kurutma Sürecinin Modellenmesi ve Akıllı Öngörülü Denetimi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Zakipour E, Hamidi Z (2011). Vacuum Drying Characteristics Of Some Vegetables. *Iran J Chem Chem Eng.* 30(4):97-105.

## ÖZGEÇMİŞ

Hasret ALTUNKANAT 18.08.1988 tarihinde Sivas' ta doğdu. 2006 yılında Kırklareli Vize Süper Lisesi'nden mezun oldu. Lisans eğitimini Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde 2011 yılında tamamladı. 2011 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı' nda yüksek lisans eğitimine başladı ve 2019 yılında mezun oldu.

2013 yılında Kocaeli Başiskele İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nde Gıda Mühendisi olarak göreve başladı. 2018 yılında Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü' ne tayin oldu ve halen aynı kurumda görev yapmaktadır.