

**PATATES CİPSİ KALİTESİ ÜZERİNE FARKLI  
FORMÜLASYONLARIN VE KURUTMA  
YÖNTEMLERİNİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Tuğçe HALİL**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PATATES CİPSİ KALİTESİ ÜZERİNE FARKLI FORMÜLASYONLARIN VE  
KURUTMA YÖNTEMLERİNİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Tuğçe HALİL**

ORCID NO: 0000-0002-2404-197X

Doç. Dr. Canan Ece TAMER  
(Danışman)

ORCID NO: 0000-0003-0441-1707

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

## TEZ ONAYI

Tuğçe HALİL tarafından hazırlanan “PATATES CİPSİ KALİTESİ ÜZERİNE FARKLI FORMÜLASYONLARIN VE KURUTMA YÖNTEMLERİNİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç. Dr. Canan Ece TAMER

**Başkan** : Prof. Dr. Ömer Utku Çopur  
Bursa Uludağ Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
ORCID NO: 0000-0002-1951-7937

  
İmza

**Üye** : Doç. Dr. Canan Ece TAMER  
Bursa Uludağ Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
ORCID NO: 0000-0003-0441-1707

  
İmza

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Elif Savaş  
Balıkesir Üniversitesi,  
Mühendislik Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
ORCID NO: 0000-0002-4878-0013

  
İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

  
Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN  
Enstitü Müdürü  
03/09/2019

**UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
  - atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
  - kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
  - ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı
- beyan ederim.**

03/09/2019



**Tuğçe HALİL**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### PATATES CİPSİ KALİTESİ ÜZERİNE FARKLI FORMÜLASYONLARIN VE KURUTMA YÖNTEMLERİNİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

**Tuğçe HALİL**

Bursa Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Canan Ece TAMER

Tüketimde önemli bir paya sahip olan cipsler, yüksek oranda karbonhidrat ve yağ içeren atıştırmalık gıdalar olarak bilinmektedir. Bu sebeple son zamanlarda sağlıklı ve dengeli beslenme konusundaki bilincin artmasıyla meyve-sebze cipsleri konusunda araştırmalar artmaktadır. Bu çalışmada, fonksiyonel bir atıştırmalık gıda olarak tüm yaş gruplarına hitap eden, yeşil zeytin, nohut ve kuru fasulye katkılı patates cipsi üretimi incelenmiştir. Cipsler konvekyonel kurutma (75-85°C), vakum kurutma (75-85°C, 250 mbar) ve mikrodalga kurutma (90 W ve 180 W) kullanılarak üretilmiştir. Kurutma verilerinden etkin difüzyon katsayısı hesaplanmış ve cipslerin etkin difüzyon katsayısı  $4.25 \times 10^{-9}$ - $4.38 \times 10^{-8}$  arasında bulunmuştur. Örneklerin vakumlu kurutma, sıcak hava ile kurutma ve mikrodalga kurutma uygulanması sırasında kuruma davranışlarının Page ve Modifiye Page modellerine uyduğu görülmüştür. Ayrıca cips ve cips hamurlarında kuru madde, toplam asitlik, pH, tuz, protein, kül, mineral, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite, renk ve tekstür analizleri yapılmıştır. En yüksek antioksidan kapasteninin görüldüğü kurutma yöntemleri 85°C'de sıcak hava ve vakum kurutma yöntemleri ile mikrodalga kurutma (180 W) yöntemleri olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan aktivite, cips, fasulye, kurutma, modelleme, nohut, yeşil zeytin

**2019, ix + 106 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### DETERMINATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT FORMULATIONS AND DRYING METHODS ON POTATO CHIPS QUALITY

**Tuğçe HALİL**

Bursa Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

**Supervisor:** Doç. Dr. Canan Ece TAMER

Chips, which have a significant share in consumption, are known as snack foods containing high levels of carbohydrate and fat. For this reason, with the increasing awareness about healthy and balanced nutrition, researches on fruit and vegetable chips are increasing. In this study, the production of green olive, chickpea and haricot bean added potato chips was investigated in order to produce a functional snack food appealing to consumers from all age groups. Chips were produced by hot air drying (75-85°C), vacuum drying (75-85°C, 250 mbar), and microwave drying (90 W and 180 W). Effective diffusion coefficient was calculated from the drying datas and the effective diffusion coefficient of the chips was found to be between  $4.25 \times 10^{-9}$ - $4.38 \times 10^{-8}$ . The drying behavior of the samples during vacuum drying, hot air drying and microwave drying was observed to fitted in Page and Modified Page models. Dry matter, total acidity, pH, salt, protein, ash, mineral, total phenolics and antioxidant activity, colour and texture analyses were conducted in chips and chip doughs. Hot air and vacuum drying at 85°C and microwave drying (180 W) were determined as the most suitable methods for maintaining higher antioxidant activity.

**Keywords:** Antioxidant activity, chips, haricot bean, drying, modeling, chickpea, green olive

**2019, ix + 106 pages.**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi birikimiyle beni yönlendiren, çalışmamda karşılaştığım tüm zorluklar karşısında ilgisini ve desteğini eksik etmeyen, eğitimci kimliğinin yanı sıra insani değerlerini de örnek edindiğim ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum kıymetli hocam Canan Ece TAMER'e,

Mesleğimde ilerlemem adına beni değerli bilgileri ile aydınlatan, akademik gelişimime katkıda bulunan, her zaman destek ve morivasyon sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR, Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU, Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT, Doç. Dr. Bige İNCEDAYI ve Yrd. Doç. Dr. Perihan YOLCI ÖMEROĞLU'na,

Tez çalışmalarım boyunca desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen, sabırla ve hoşgörü ile yaklaşan ve akademik gelişimime katkıda bulunan Arş. Gör. Azime Özkan KARABACAK ve Arş. Gör. Senem SUNA'ya,

Mineral analizinin gerçekleştirilmesinde desteklerini esirgemeyen Bursa Uludağ Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bölüm Başkanı Prof. Dr. Haluk BAŞAR ve öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Serhat GÜREL'e,

Bursa Uludağ Üniversite'sinde bulunduğum süre boyunca güleryüzünü ve desteğini eksik etmeyen sevgili bölüm sekreterimiz Meryem TÜRKÖZ'e,

Gerek arkadaşlıkları, gerekse çalışmamda karşılaştığım zorluklarda yanımda olan Yüksek Gıda Mühendisi Buket Seyhan, Yüksek Gıda Mühendisi Melisa Yağcılar, Yüksek Gıda Mühendisi Gizem Yörük ve Yüksek Gıda Mühendisi Büşra Acoğlu'na,

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi yüksek lisans eğitimim süresince de beni motive eden, maddi ve manevi anlamda destekleyen ve çalışmalarım boyunca gösterdikleri sabır ve yardımlarından dolayı çok sevgili annem Yıldız HALİL ve babam Ali HALİL'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tuğçe HALİL  
BURSA, 2019

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Cips .....	1
2. KURUMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	3
2.1. Cips Hammadeleri .....	6
2.2. Zeytin Hakkında Genel Bilgi .....	9
2.3. Nohut ve Fasulye Hakkında Genel Bilgi .....	9
2.4. Cips Çeşitleri .....	11
2.4.1. Patates cipsleri .....	11
2.4.2. Mısır cipsleri .....	11
2.4.3. Meyve-sebze cipsleri .....	12
2.5. Cips Üretim Yöntemleri .....	15
2.5.1. Kızartma yöntemi .....	15
2.5.2. Fırınlama yöntemi .....	16
2.5.3. Alternatif yöntemler .....	16
2.6. Cips Tüketimi ve Sağlık Üzerindeki Etkileri .....	19
2.6.1. Akrilamid .....	19
2.6.2. Tuz içeriği .....	22
2.6.3. Yağ içeriği .....	23
2.7. Kurutma Teknolojisi .....	23
2.8. Kurutma Yöntemleri .....	24
2.8.1. Sıcak hava ile kurutma .....	25
2.8.2. Dondurarak kurutma .....	26
2.8.3. Vakum kurutma .....	26
2.8.4. Akışkan yataklı kurutma .....	27
2.8.5. Sprey kurutma .....	27
2.8.6. Mikrodalga kurutma .....	28
2.8.7. Ozmotik kurutma .....	28
2.8.8. Ultrasonik kurutma .....	29
2.8.9. Vurgulu elektrik alan .....	29
2.8.10. Kızgın buharla kurutma .....	30
2.9. Kurutma Prensipleri .....	31
2.9.1. Kurutma evreleri .....	31
2.9.2. Isınma evresi .....	32
2.9.3. Sabit kuruma hızı evresi .....	32
2.9.4. Azalan kuruma evresi .....	33
2.10. Kuruma Hızını Etkileyen Faktörler .....	33
2.10.1. İç faktörler .....	33
2.10.2. Dış faktörler .....	34



2.11. Kurutma Sırasında Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler.....	35
2.11.1. Kimyasal değişimler-----	35
2.11.2. Fiziksel değişimler-----	37
2.11.3. Biyokimyasal değişimler -----	38
2.11.4. Mikroorganizmaların inaktivasyonu -----	38
2.12. Kurutma Kinetiği .....	39
2.12.1. İnce tabaka kurutma modelleri-----	39
2.12.2. Etkin difüzyon katsayısının hesaplanması -----	42
3.MATERYAL VE YÖNTEM -----	44
3.1.Materyal .....	44
3.2.Yöntem.....	44
3.3. Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi.....	51
3.3.1. Kurutma eğrilerinin oluşturulması ve kuruma hızının hesaplanması -----	51
3.3.2. Kurutmanın matematiksel modellenmesi -----	51
3.4. Kuru Madde Tayini .....	52
3.5. pH'nın Belirlenmesi .....	52
3.6. Titrasyon Asitliğinin Belirlenmesi.....	52
3.7. Tuz Miktarının Belirlenmesi .....	53
3.8. Ham Protein Miktarının Belirlenmesi .....	53
3.9. Kül Miktarının Belirlenmesi .....	53
3.10. Mineral Madde İçeriğinin Belirlenmesi .....	53
3.11. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi .....	54
3.12. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi.....	54
3.12.1. DPPH yöntemine göre antioksidan aktivite tayini -----	55
3.12.2. FRAP yöntemine göre antioksidan aktivite tayini -----	55
3.12.3. CUPRAC yöntemine göre antioksidan aktivite tayini-----	55
3.13. Renk Değerlerinin Belirlenmesi.....	55
3.14. Sertlik Değerlerinin Belirlenmesi .....	56
3.15. Duyusal Değerlendirme .....	56
3.16. İstatistiksel Analiz.....	56
4. BULGULAR VE TARTIŞMA -----	57
4.1. Cipslerin Kuruma Eğrileri ve Kuruma Hızları.....	57
4.2. Kurutmanın Matematiksel Modellenmesi.....	61
4.3. Kuru Madde Miktarı .....	67
4.4. pH ve Titrasyon Asitliği.....	68
4.5. Tuz İçeriği .....	69
4.6. Protein Miktarı .....	70
4.7. Kül İçeriği .....	71
4.8. Mineral Madde İçeriği.....	72
4.9. Toplam Fenolik Madde İçeriği.....	74
4.10. Antioksidan Aktivite Analiz Sonuçları .....	75
4.10.1. DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivite -----	75
4.10.2. CUPRAC yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivite-----	76
4.10.3. FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivite -----	77
4.11. Renk Analizi Sonuçları .....	79
4.12. Sertlik Değerleri .....	81
4.13. Duyusal Özellikler .....	82
5. SONUÇ-----	85

KAYNAKLAR-----	89
EKLER-----	104
EK 1 Hedonik Duyusal Form-----	105
ÖZGEÇMİŞ-----	106

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
$\Delta E$	Toplam renk değişimi
$\Delta t$	Zaman (dk)
$\Delta x$	Nem içeriği (g su/g km)
$\chi^2$	Ki kare
<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
$a^*$	(+) Kırmızılık, (-) yeşillik
a, b, c, g	Model katsayıları
ANO	Nem oranı
ANO <sub>deneyssel</sub>	Deneysel nem oranı
ANO <sub>tahmini</sub>	Tahmin edilen nem oranı
$b^*$	(+) Sarılık, (-) mavilik
CUPRAC	Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity
$D_{eff}$	Etkin difüzyon katsayısı ( $m^2/sn$ )
DPPH	2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical Scavenging Method
DR	Kuruma hızı (g su/g km dk)
FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power
GAE	Gallik asit eşdeğeri
HDL	Yüksek yoğunluklu lipoprotein
K	Kuruma sabiti
km	Kuru madde
L	Dilim kalınlığının yarısı (m)
$L^*$	Parlaklık
LDL	Düşük yoğunluklu lipoprotein
M	Ürünün belirli andaki nem içeriği (g su/g katı)
$M_e$	Denge nem içeriği (g su/g katı)
$M_o$	Başlangıç nem içeriği (g su/g katı)
N	Deneysel veri sayısı
N	Newton (Sertlik birimi)
n	Reaksiyon derecesi
$R^2$	Belirleme katsayısı
RMSE	Tahminin standart hata (Root Mean Square Error)
TE	Troloks eşdeğeri
WHO	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Mısır ve tortilla cipsi üretim aşamaları .....	12
Şekil 2.2. Meyve-sebze cips üretiminin genel proses akış diyagramı.....	13
Şekil 2.3. Tarhana cipsi üretimi akış şeması .....	14
Şekil 2.4. Derin yağda kızartma yöntemiyle üretilen cipslerin proses akış diyagramı ...	15
Şekil 2.5. Nem içeriğinin kuruma süresine bağlı değişimi .....	31
Şekil 2.6. Kuruma hızının nem içeriğine bağlı değişimi.....	32
Şekil 3.1. Farklı kurutma parametreleri ve yöntemleri kullanılarak elde edilen yeşil zeytin katkılı cipsin üretim akış diyagramı .....	46
Şekil 3.2. Farklı kurutma parametreleri ve yöntemleri kullanılarak elde edilen yeşil zeytin-nohut katkılı cipsin üretim akış diyagramı.....	47
Şekil 3.3. Farklı kurutma parametreleri ve yöntemleri kullanılarak elde edilen yeşil zeytin-fasulye katkılı cipsin üretim akış diyagramı .....	48
Şekil 3.4. Cipslerin üretiminde kullanılan kurutucu çeşitleri.....	50
Şekil 3.5. Mikrodalga kurutma (90 W) uygulanarak kurutulmuş yeşil zeytin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cips örnekleri.....	50
Şekil 4.1. Farklı kurutma yöntem ve şartlarının uygulandığı yeşil zeytin katkılı cipslerin nem içeriği değerlerinin zamana bağlı değişimleri .....	58
Şekil 4.2. Farklı kurutma yöntem ve şartlarının uygulandığı yeşil zeytin-nohut katkılı cipslerin nem içeriği değerlerinin zamana bağlı değişimleri .....	58
Şekil 4.3. Farklı kurutma yöntem ve şartlarının uygulandığı yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin nem içeriği değerlerinin zamana bağlı değişimleri .....	59
Şekil 4.4. Yeşil zeytin katkılı cipslerin kuruma hızlarının nem içeriklerine bağlı değişimi .....	60
Şekil 4.5. Yeşil zeytin-nohut katkılı cipslerin kuruma hızlarının nem içeriklerine bağlı değişimi .....	60
Şekil 4.6. Yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin kuruma hızlarının nem içeriklerine bağlı değişimi .....	61
Şekil 4.7. Yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin içerdiği majör elementler .....	73
Şekil 4.8. Yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin içerdiği minör elementler.....	73
Şekil 4.9. Farklı formülasyonların ve kurutma yöntemlerinin cips numunelerinin sertlik değerleri üzerine etkisi .....	82
Şekil 4.10. Yeşil zeytin katkılı cipsin hedonik skala kullanılarak belirlenen duyu analizi sonuçları.....	83
Şekil 4.11. Yeşil zeytin-nohut katkılı cipsin hedonik skala kullanılarak belirlenen duyu analizi sonuçları .....	83
Şekil 4.12. Yeşil zeytin-fasulye katkılı cipsin hedonik skala kullanılarak belirlenen duyu analizi sonuçları .....	84

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Patatesin besin ögesi bileşimi .....	7
Çizelge 2.2. Patatesin vitamin ve mineral içeriği.....	7
Çizelge 2.3. Mısır bileşiminin ortalama değerleri.....	8
Çizelge 2.4. Mısırın içerdiği mineral ve vitamin miktarı.....	8
Çizelge 2.5. Tarhananın ortalama vitamin ve mineral içeriği.....	13
Çizelge 2.6. Tarhana ve patates cipsinin besin değerleri .....	15
Çizelge 2.7. Farklı bileşimlerde ve farklı metotlarla üretilmiş cipslerin kimyasal kompozisyonu .....	16
Çizelge 2.8. Kuruma davranışlarının incelenmesinde kullanılan bazı matematiksel modeller.....	40
Çizelge 3.1. Cips formülasyonları.....	45
Çizelge 3.2. Cipslerin kuruma karakteristiklerini belirlemek için kullanılan ince tabaka modelleri .....	51
Çizelge 4.1 Yeşil zeytin, nohut ve fasulye katkı cipslerinden elde edilen etkin difüzyon katsayıları ( $m^2/s$ ) .....	62
Çizelge 4.2. Yeşil zeytin, nohut ve fasulye katkı cipsler için ince tabaka modelleri kullanılarak hesaplanmış regresyon katsayıları ki-kare ve RMSE değerleri .....	63
Çizelge 4.3. Farklı yöntemlerle kurutulan cips örneklerinin kuru madde sonuçları (g/100g).....	68
Çizelge 4.4. Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin pH değerleri.....	68
Çizelge 4.5. Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (g/100 g).....	69
Çizelge 4.6. Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin tuz içeriği (g/100 g).....	70
Çizelge 4.7. Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin protein içeriği (g/100 g) .....	71
Çizelge 4.8. Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin kül içeriği (g/100 g).....	72
Çizelge 4.9. Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin toplam fenolik madde içeriği (mg/100g GAE) .....	75
Çizelge 4.10. Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin DPPH yöntemine göre antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{mol TE/g}$ ) .....	76
Çizelge 4.11. Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin CUPRAC yöntemine göre antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{mol TE/g}$ ).....	77
Çizelge 4.12. Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin FRAP yöntemine göre antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{mol TE/g}$ ).....	78
Çizelge 4.13. Farklı kurutma yöntemleri ve koşullarının cipslerin renk değişimi üzerine etkisi .....	79

# 1.GİRİŞ

## 1.1. Cips

Günümüzde yoğun hayat temposu sebebiyle hazır ve paketli gıdaların tüketimi hızla artmaktadır. İngiltere’de “snack food” olarak geçen atıştırılabilir gıdalar arasında yer alan cipsler, tüketimde önemli bir paya sahiptir (Tekin ve Karabacak 1998, Ertop ve ark. 2016, Gergilioğlu 2016). Cipsin nem içeriğinin düşük olması nedeniyle mikrobiyal bozulma riski oldukça düşüktür. Cipsler, yüksek karbonhidrat, yağ ve kalori içerirken protein bakımından yetersiz, ancak lezzetleri bakımından tüketicilerin beğenisini kazanan gıdalardır. ABD patates cipsi pazar büyüklüğünün %4,4 CAGR (yıllık bileşik büyüme oranı) ile büyümesi ve 2025'te 11,31 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Ochoa-Martínez ve ark. 2016, Makowska ve ark. 2018).

Patates cipsi, 1853 yılında George Crum tarafından bulunmuştur. Aşçı olarak çalıştığı restoranda kızarttığı patateslerin kalın olduğunu söyleyen bir müşteri üzerine Crum, patatesleri ince ince dilimleyerek kızartmış ve günümüz cipslerinin temellerini atmıştır. Bu nedenle 1853 yılı, cips ürünlerinin tarihsel sürecinin başladığı yıl olarak kabul edilmektedir. 19. yüzyılın sonlarına doğru ise cipsler market ve bakkallarda satılmaya başlanmıştır (Karahan 2014). Türkiye cips pazarı 2004-2012 yılları arasında %300’ü aşan artış göstermiş, kişi başı tüketim miktarı 400 g’dan 1 kg’a yükselmiştir (Özdemir ve Malayoğlu 2017). Günümüzde genellikle atıştırılabilir olarak tüketildiği bilinen cipslerin, gıda tüketim davranışlarının değişiminin incelendiği bir araştırmanın sonucu incelendiğinde, tüketiciler tarafından ana öğün kategorisinde değerlendirilebileceği sonucu ortaya çıkmaktadır (Sevinç 2019).

Çoğunlukla ara öğünlerde atıştırılabilir olarak tüketilen cipsler; genellikle patates ve mısırın hammadde olarak kullanıldığı ve çeşitli ön işlemlerden geçen hammaddenin belirli incelikte dilim haline getirilmesini takiben, tuz ilavesinden sonra kızartma ya da fırınlama yöntemiyle üretimi gerçekleştirilen ürünlerdir. Üretimden sonra cipsler modifiye atmosferde paketlenme yöntemiyle ambalajlanmaktadır. Son yıllarda sağlıklı beslenme konusunda bilincin artmasıyla meyve ve sebzelerin cips hammaddesi olarak kullanılması söz konusudur. Ülkemizde geleneksel ürünlerimizden tarhana cipsi de diğer bir cips örneği olarak ön plana çıkmaktadır (Özer 2007).

Çalışmamızın amacı, yeşil zeytin, fasulye ve nohut kullanarak antiosidan kapasitesi ve protein miktarı yüksek; baharat, domates ve biber salçası, limon suyu ilavesi ile tüketiciye hitap eden yeni bir cips geliştirmek; cipslerin fizikokimyasal yapısını incelemek ve sıcak hava (75-85°C), vakum (75-85°C, 250 mbar) ile mikrodalga (90-180 W) kurutma yöntemlerinin cips besin değerlerine etkisinin ve kurutma parametrelerinin belirlenmesini sağlamaktır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Akrapunam ve Abiante (1991), tatlı patatesten cips yapımı üzerine çalışmış ve patatesleri 0,5x0,5 cm büyüklüğünde dilimlemişlerdir. Dilimlenen patatesler su ve %1 sodyum metabisülfite (NaHSO<sub>3</sub>) çözeltisi içinde haşlanmış, dilimler peçete ile kurulandıktan sonra 0, 90, 105, 120, 135, 150 ve 165 süreyle (dk) 70°C'de fırında kurutulmuş, ardından kızartma işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre %1 sodyum metabisülfite çözeltisinin haşlamada kullanımı cipslerin renginde ve genel kabul edilebilirliğinde anlamlı bir iyileşmeye sebep olmuştur. Ayrıca cips üretiminde uygulanan tüm işlemlerin askorbik asit içeriğinde yaklaşık olarak %26 ile %76 arasında düşüşe sebep olduğu bildirilmiştir.

Caixeta ve ark. (2002), kızgın buhar ve sıcak hava kullanılarak kurutulan cipslerde, buhar sıcaklığının ve konvektif ısı transferi katsayısının patates cipslerinin kalite parametreleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla 130 ve 145°C'de kurutulan cipsler ticari cipslerle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre yüksek sıcaklık ve yüksek ısı transfer katsayısı uygulaması cipslerde daha az büzülme, daha düşük yığın yoğunluğu, daha yüksek gözeneklilik ve daha koyu renk görülmesine neden olmuştur. Bununla birlikte kızgın buhar ile kurutma uygulanarak üretilen patates cipslerinde büzülme artmış, daha yüksek yığın yoğunluğu, daha düşük gözeneklilik ve daha açık renk elde edildiği bildirilmiştir. Ek olarak kızgın buharla üretilen cipslerin C vitamini içeriğinin daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Silayo ve ark. (2003), 8, 12 ve 16 mm kalınlığında dilimlenmiş tatlı patateslerin tel örgü kaplı yüzey (delikli), oluklu sac ve yere sererek güneşte kurutulan cips örneklerinde kalınlığın ve kurutma yüzeylerinin mikroorganizma yükü üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Tel örgü yüzeyde küf sayısı 8,2 log iken, oluklu sac üzerinde kurutulan cipslerdeki küf sayısı 8,4 log olarak tespit edilmiş, geleneksel yöntemle üretilen cipslerde ise küf sayısı 9,09 log olarak bildirilmiştir. Benzer olarak ortalama bakteri sayısı da geleneksel yöntemle üretilen cipslerde daha yüksek bulunmuştur. Kurutma performansı, ürün kalitesi ve duyu değerlendirme açısından tel örgü ile kaplı yüzey ve oluklu sac kullanılarak kurutulan cipslerin daha üstün olduğu bildirilmiştir. Ayrıca cips kalınlığının 4-8 mm arasında olmasının, yüksek kuruma performansı, yüksek ürün kalitesi ve beğeni oranının yüksek olmasını sağladığı belirtilmiştir.



Leeratanarak ve ark. (2006), patates dilimlerinin düşük basınçlı aşırı ısıtılmış buhar ve sıcak havayla kurutulması sonucu kurutma sıcaklığının kurutma kinetiği üzerine etkileri, ön işlem olarak uygulanan haşlamanın etkisi ile patates dilimlerindeki çeşitli kalite özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Kurutma sıcaklıkları 80°C'den yüksek olduğunda, ürünün istenen son nem içeriğine ulaşma süresinin düşük basınçlı aşırı ısıtılmış buhar uygulamasıyla azaldığı belirtilmiştir. Bununla birlikte haşlama işleminin uzun tutulmasının ve düşük sıcaklık uygulamasının renk değerlerinde daha iyi koruma sağladığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, haşlamanın kurutma sırasında görülen büzülme azalttığını, kurutma yöntemlerinin ise esmerleşme reaksiyonlarına etkisi dışında ürün rengi ve tekstürü üzerinde belirgin bir etken olmadığını ifade etmişlerdir.

Pimpaporn ve ark. (2007), düşük basınçlı aşırı ısıtılmış buhar uygulamasının, çeşitli ön işlemlerin ve kurutma sıcaklığının kurutma kinetiği ve kurutulmuş patates cipsi kalite parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonunda kurutma davranışı ve kurutulmuş ürün kalitesi bakımından, patates ciplerinin kurutulması için en uygun koşullar olarak 90°C'de uygulanan düşük basınçlı aşırı ısıtılmış buhar uygulamasının haşlama ve dondurma ön işlemleriyle kombinasyonunun kullanılması önerilmiştir.

Zheng-Wei ve ark. (2008) elma ve havuç cipsi üretiminde mikrodalga-vakum kurutma ile dondurarak kurutma kombinasyonu kullanarak üretilen cipsin fizikokimyasal özelliklerini incelemiş, ayrıca dondurarak kurutma, mikrodalga kurutma, sıcak havayla kurutma ve uygulanan kombinasyonlar karşılaştırılmıştır. Bu amaçla dilimler mikrodalga-vakum kombinasyonu kullanılarak kurutulmuş, daha sonra %7 nem içeriğine ulaşılana kadar dondurarak kurutma yöntemi uygulanmıştır. Araştırmacılar belirtilen kombinasyon kullanılarak üretilen elma dilimlerindeki C vitamini miktarı ile havuç dilimlerindeki karoten miktarının, dondurarak kurutma kullanılarak üretilenlere çok yakın olduğunu bildirmiştir. Uygulamaların kombinasyonu ile kurutulan ürünlerin, dondurularak kurutulmuş örneklerle çok yakın rehidrasyon kapasitesi, renk değerleri ve tekstürel özellikleri sergilediği belirtilmiş, ancak biraz daha yüksek bir büzülme gösterdiği bildirilmiştir.

Wang ve ark. (2010), tuz çözeltisi (%5, 10, 15) ve sakkaroz çözeltisi (%30, 40, 50) kullanılarak uygulanan ozmotik ön işlemin mikrodalga-dondurarak kurutma

kombinasyonunun kurutma özellikleri ve patates cipsi kalitesi üzerindeki etkilerini incelenmiştir. Buna göre uygulanan ön işlemlerin kuruma hızını arttırdığı, %5'in altındaki tuz konsantrasyonu ve %30'un altındaki sakkaroz konsantrasyonu uygulamasının daha kısa toplam kuruma süresine sahip iyi kalitede kurutulmuş ürünler elde edildiği rapor edilmiştir.

Jiang ve ark. (2011), mikrodalga-dondurarak kurutma ve mikrodalga-vakum kurutma kombinasyonu ve farklı mikrodalga güç uygulamalarının farklı oranlarda hazırlanmış muz ilaveli patates cipsinin kurutma karakteristikleri üzerine etkisini incelemiştir. Buna göre daha yüksek patates içerikli numunelerin yaklaşık 30 dakika daha uzun sürede kuruma gösterdiği ve mikrodalga-dondurarak kurutma uygulanan cipslerin daha yüksek rehidrasyon oranı verdiği bildirilmiştir. Ek olarak tekstür analizi sonuçlarına göre; mikrodalga-vakum kurutma numunelerinin sertliğinin, mikrodalga-dondurarak kurutma numunelerinden üç kat daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Islam ve ark. (2012), muz dilimlerinin kurutulup un haline getirilmesi ve farklı miktarlarda patates unu eklenerek cips üretimi yapılmasını sağlamış, dilim kalınlığının ve sıcaklığın kurutma parametreleri üzerine etkisini araştırmıştır. Bu amaçla cips hamurları 55, 60 ve 65°C'de 3 saat kurutulmuş, daha sonra cipslerin son nemini %2-3'e düşürmek için 165°C'de kızartma uygulanmıştır. Araştırma sonuçları, kuruma hızının sıcaklık artışına paralel olarak arttığını, ancak dilim kalınlığı arttıkça azaldığını göstermiştir. Efektif difüzyon katsayısının 55, 60 ve 65°C'de uygulanan kurutma işlemlerinde sırasıyla  $1,25 \times 10^{-10}$ ,  $1,67 \times 10^{-10}$  ve  $2,19 \times 10^{-10}$  m<sup>2</sup>/s olarak bulunduğu çalışmada, patates cipsi formülasyonuna muz unu ilavesinin, ürünlerdeki lif ve mineral içeriğini arttırdığı belirtilmiştir.

Joshi ve ark. (2016), mikrodalga'nın patates cipsleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla 180-600 W mikrodalga güçlerini denemiş ve cipsin kuruma davranışını araştırmıştır. Buna göre 600 W gücün uygulandığı 2,5-3 dakikalık mikrodalga kurutma prosesiyle üretilen cipslerin gevreklikleri ve tekstürel özelliklerinin, kızartılmış cipslerinkine yakın olduğu bildirilmiştir. Kurutulan patates cipslerinin yapısal, tekstürel ve renk özelliklerinin ticari kızarmış patates cipsleri ile benzerliği ortaya koyulmuş, cipslerin kuruma davranışlarının Parabolik modele uyduğu belirtilmiştir.

Tuta ve Palazoğlu (2017), 170, 180 ve 190°C’de uygulanan kızartma ve fırınlama yöntemlerinin patates cipsinin rengi ve tekstürü üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Buna göre fırınlanan örneklerin deformasyon değerleri daha düşük, tekstür değerleri ise daha yüksek olarak ifade edilmiştir. Renk değerlerinin incelenmesiyle fırınlanan örneklerde renk turuncumsu sarı, kızartılan örneklerde ise parlak sarı olarak tanımlanmış, renk değişimlerinin ise fırınlanmış örneklerde daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Sonuçlara göre araştırmacılar, patates cipsi üretiminde fırınlama yönteminin arzu edilmeyen tekstür ve renk oluşumuna sebep olduğunu bildirmiştir.

Yi ve ark. (2018), havuç katkılı patates cipsi üretiminde dondurarak kurutma ve kontrollü ani basınç farkı oluşturulması yöntemini uygulamışlar ve prosesi optimize etmişlerdir. Buna göre cips üretiminde, havuç miktarının %47,43, son ürün neminin 0,29 g/g, ve uygulanan sıcaklığın 90,57°C olmasının optimum koşulları sağladığını bildirmiştir. Araştırmacılar, bu kombine kurutma yöntemiyle üretilen cipslerin dondurarak kurutulanlara kıyasla daha iyi kalite parametrelerine sahip olduğunu raporlamış, bu uygulamanın dondurarak kurutma yöntemine bir alternatif olabileceğini göstermiştir.

Genellikle derin yağda kızartma işlemiyle üretilen cipslerin hammaddesi yaygın olarak patates ve mısırdır. Literatür incelendiğinde son zamanlarda tüketici taleplerinin değişmesiyle farklı hammaddelerin de formülasyona dahil edildiği ve bu konuda çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

## **2.1. Cips Hammaddeleri**

Cips hammaddelerinden olan patates (*Solanum tuberosum* L.); pirinç, buğday ve mısırın ardından, dünya gıda üretiminde dördüncü sıradadır (Akyol ve ark. 2016). Patates gerek nişasta içeriğinin yüksek olması gerekse çeşitli iklim koşullarında kolaylıkla yetiştirilebilmesi açısından önemli bir besin kaynağı olarak görülmektedir (Boydak ve Kayantaş 2017). Karbonhidrat içeriğinin yanı sıra yüksek kaliteli protein içeren patates, aynı zamanda önemli bir lizin aminoasidi kaynağıdır.

Yetişkin bir insanın C vitamini gereksiniminin %30’unu karşılayan patates sebzesi, B6 vitamini ve folik asit açısından da zengindir (Dinç ve ark. 2014). Bunların yanı sıra

patates, fenolik madde ve antioksidan özellik gösteren bileşikler bakımından önemli gıdalar arsında yer almaktadır. Patatesin besin ögesi bileşimi ile vitamin ve mineral içeriği sırasıyla Çizelge 2.1 ve 2.2’de verilmiştir. Fakat diğer gıdalarda olduğu gibi patatesin işlenmesi sırasında bu besin değerlerinde kayıplar meydana gelmektedir (Gao 2014). Buna rağmen son yıllarda patatesin hazır ve atıştırmalık gıdalara işlenmesi yaygınlaşırken sebze olarak tüketiminin azaldığı görülmektedir (Özdemir ve Malayoğlu 2017).

**Çizelge 2.1.** Patatesin besin ögesi bileşimi (Çiftçi 2015)

Besin Maddesi	Miktar (g/100 g)
Su	81,6
Protein	1,68
Yağ	0,1
Kül	0,94
Toplam Şeker	1,15
Nişasta	13,5

**Çizelge 2.2.** Patatesin vitamin ve mineral içeriği (Çiftçi 2015)

Mineral	Miktar (mg/100 g)	Vitamin	Miktar (mg/100 g)
Kalsiyum	9	C vitamini	19,7
Demir	0,52	Tiamin	0,071
Magnezyum	21	Riboflavin	0,034
Fosfor	62	Niasin	1,066
Potasyum	407	Pantotenik asit	0,281
Sodyum	6	B6 vitamini	0,203
Çinko	0,29	Folik asit	-
Bakır	0,116	A vitamini, IU	8
Mangan	0,145	B12 vitamini	-
Selenyum	0,3	Betainin	0,2

Mısır (*Zea mays* L.), *Poaceae* (*Gramineae*) familyasından *Zea* cinsine ait olup, dünyada en çok tüketilen hububatlarından biridir. Mısır tanesi perikarp (kabuk), embriyo (ruşeym), endosperm ve sapçık denilen 4 ana yapıdan oluşmaktadır. Tane bileşiminde karbonhidrat, lipid, protein ve diyet lifler bulunmaktadır. Protein miktarı bakımından (%6-12) zayıf olarak görülen mısır, özellikle lizin aminoasiti bakımından fakirdir. Mısırın besin değerleri Çizelge 2.3 ve 2.4’de sunulmuştur

**Çizelge 2.3.** Mısır bileşiminin ortalama değerleri (Gwartz ve Garcia-Casal 2014).

<b>Bileşen</b>	<b>Ortalama değer (%)</b>
Nem	16
Nişasta	71,7
Protein	9,5
Yağ	4,3
Kül	1,4
Diyet lif	9,5

Nişasta ve proteinler mısırın endospermünde, lipidler ise embriyoda bulunmaktadır. Liflerin büyük çoğunluğu perikarp tabakasında yoğunlaşmıştır. Mısırın kimyasal bileşimi; çeşitliliğe, iklime, yetiştirme koşullarına ve hasat dönemlerine bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle, dünya çapında beyaz, sarı, mor, kırmızı ve mavi mısır gibi farklı mısır türleri bulunmaktadır (Rababah ve ark. 2012, Mutlu ve ark 2018).

**Çizelge 2.4.** Mısırın içerdiği mineral ve vitamin miktarları (Çiftçi 2015)

<b>Vitamin/Mineral</b>	<b>Miktar</b>
Tiamin	0,39 mg/100 g
Riboflavin	0,20 mg/100 g
Niasin	3,63 mg/100 g
Pantotenik asit	0,42 mg/100 g
B6 vitamini	0,62 mg/100 g
Folat	19 µg/100 g
Kolin	18,50 µg/100 g

Günümüzde sağlıklı beslenme konusunda bilincin artmasıyla doğal ve fonksiyonel gıdalara olan ilgi artmaktadır. Tüketicilerin taleplerini karşılamak isteyen üreticiler Ar-Ge faaliyetlerine önem vermeye başlamıştır. Bu nedenle özellikle buğday işleme teknolojilerine yönelmiş ve buğdayın hammadde olarak kullanılmasıyla yeni cips çeşitleri piyasaya sunulmuştur. Meyve ve sebzeler de yüksek besin değerleri sebebiyle son zamanlarda dikkat çekmiş ve cips hammaddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır (Ertop ve ark. 2016, Wexler ve ark. 2016).

Çalışmamızda besin değeri ve antioksidan kapasitesi yüksek cips üretimi amacıyla yeşil zeytin, fasulye ve nohut kullanılmıştır. Bölüm 2.2 ve 2.3'te bu gıdalarla ilgili literatür bilgisi sunulmuştur.

## 2.2. Zeytin Hakkında Genel Bilgi

Zeytin; *Oleaceae* familyasının, *Olea* cinsinin, *Olea europa* türünün, *Olea europa sativa* alt türüne ait olan, Akdeniz iklim koşulları altında yetişen ve besin değeri açısından zengin bir meyvedir (Konuskan 2008). İnsanlık tarihi boyunca zeytin önemli bir besin kaynağı olarak görülmüş, özellikle Akdeniz ve Anadolu medeniyetlerinde kendine yer edinmiştir (Gündoğdu ve Şeker 2012, Yorulmaz ve ark. 2017). Dünya sofralık zeytin üretiminde ülkemiz önemli bir paya sahiptir (Luo 2011, Kadakal 2009). Son zamanlarda sağlıklı yaşam ve bilinçli gıda tüketimine olan ilginin artmasıyla birlikte zeytinin önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır (Özata ve Cömert 2016).

Zeytin meyvesi; epikarp, endokarp ve mezokarp adı verilen 3 kısımdan oluşmakta olup, bu kısımlar meyve ağırlığının sırasıyla %1-3, %70-80, %18-22'sini oluşturmaktadır (Kadakal 2009). Zeytinin bileşiminde en fazla su bulunmakla birlikte oranı zeytin çeşidine bağlı olarak %60 düzeyine çıkabilmektedir. Yağ oranı ise %18-25 arasında değişmekte, şeker oranı %18, selüloz oranı %5 olarak belirtilmektedir (Çevik 2015). Zeytin özellikle antioksidan etki gösteren fenolik bileşenlerce zengindir. Bu bileşenlerden en baskını acılıktan sorumlu olan oleuropein'dir (Gürbüz ve Öğüt 2018). Diğer fenolik bileşikler ise hidroksitirozol, tirozol ve verbaskozit'tir (Kıralan ve Yorulmaz 2006). Aynı zamanda zeytin Ca, Fe, Mg, Cu, Na, K minerallerini de içermektedir (Durucasu 2004).

## 2.3. Nohut ve Fasulye Hakkında Genel Bilgi

Baklagiller, gluten içermeyen ve bitkisel protein bakımından zengin olan gıdalardır. Mercimek, nohut ve fasulye yüksek lif ve antioksidan içeriklerinin yanı sıra yağ oranlarının düşük olması nedeniyle sağlıklı beslenmede temel olan gıdalardır (Marinangeli ve Jones 2012). Bu sebeple 21. yüzyılın sorunu olan obeziteyle savaşta en önemli ürün gruplarından birini oluşturmaktadır. Baklagillerin çerez tipi gıdaların üretiminde önemli bir hammadde kaynağı olduğu bilinmektedir (Sayaslan ve ark. 2016). Dünyada baklagil tüketiminde artış yaşanırken ülkemizde baklagiller açısından üretim ve tüketimde düşüş yaşanmaktadır (Bolat ve ark. 2017). Türkiye'de nüfusun %10'unda protein yetersizliği görülmekle birlikte diyet tercihlerinde %22,5 düzeyinde protein

yönünden dengesiz beslenme olduğu ortaya çıkmıştır. Bu veriler beslenmede baklagillerin önemini ortaya koymaktadır (Kahraman 2014).

Nohut, *Papilionacea* ailesinin en önemli türlerini içeren *Cicer* cinsinden *Cicer arietinum* L. olarak adlandırılan, dünyada fasulye ve bezelyeden sonra en çok yetiştirilen üçüncü baklagildir (Demirbaş ve ark. 2017). Nohut taneleri renkleri ve şekillerinin farklı olması sebebiyle "kabuli" ve "desi" olarak ikiye ayrılmıştır. Kabuli tipi taneler ince kabuklu ve beyazımsı-krem rengindeyken desi tipi nohutun ise daha kalın kabuklu ve sarımsı-kahverengi bir renkte olduğu belirtilmiştir (Sayar ve Karataş 2017). Türkiye'nin dünya üretiminde üçüncü olduğu nohut, içerdiği protein, mineral ve vitaminler bakımından öne çıkmaktadır (Wood ve ark. 2017, Tekatlı ve ark. 2017). Karbonhidrat içeriği %41,10-47,42 aralığında değişen nohutun protein miktarı ise %21,70-23,40 düzeyindedir. Bu baklagil çeşidinin protein sindirilebilirliği yüksek olmakla birlikte aynı zamanda demir bakımından da zengindir (%4,6-10,5). Nohut demirle birlikte çinko da içermektedir (Maqbool ve ark. 2017). Özellikle çocukların beslenmesinde gerekli olan histidin aminoasidinin nohut proteinindeki miktarının anne sütünden daha fazla olduğu bildirilmiştir (Ceran ve Önder 2016).

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), Türkiye'de protein ve karbonhidrat kaynağı olarak tüketilen kuru baklagillerdendir. Fasulyenin protein oranı %14,6-35,1 arasında değişmekle birlikte potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum, kükürt, demir ve mangan minerallerini de içerdiği bilinmektedir. Aynı zamanda A, D, E ve K vitaminlerini içermesiyle dikkat çeken fasulyenin karbonhidrat içeriği %56 dolaylarındadır (Sözen ve ark. 2014). "Süper besin" olarak da ifade edilen fasulye, tüketimiyle kanda bulunan kolesterolü azaltmakla birlikte kronik kalp hastalıkları, kanser ve diyabetle mücadelede içerdiği besin maddeleri nedeniyle tercih edilmektedir (Ayalew 2011, Kahraman 2014). Bununla birlikte havadaki azotu toprağa bağlamasıyla azot fiksasyonunda görev alan bu baklagil, toprak verimine katkıda bulunduğundan en çok üretilen baklagiller arasındadır (Kebede ve ark. 2018).

## **2.4. Cips Çeşitleri**

### **2.4.1. Patates cipsleri**

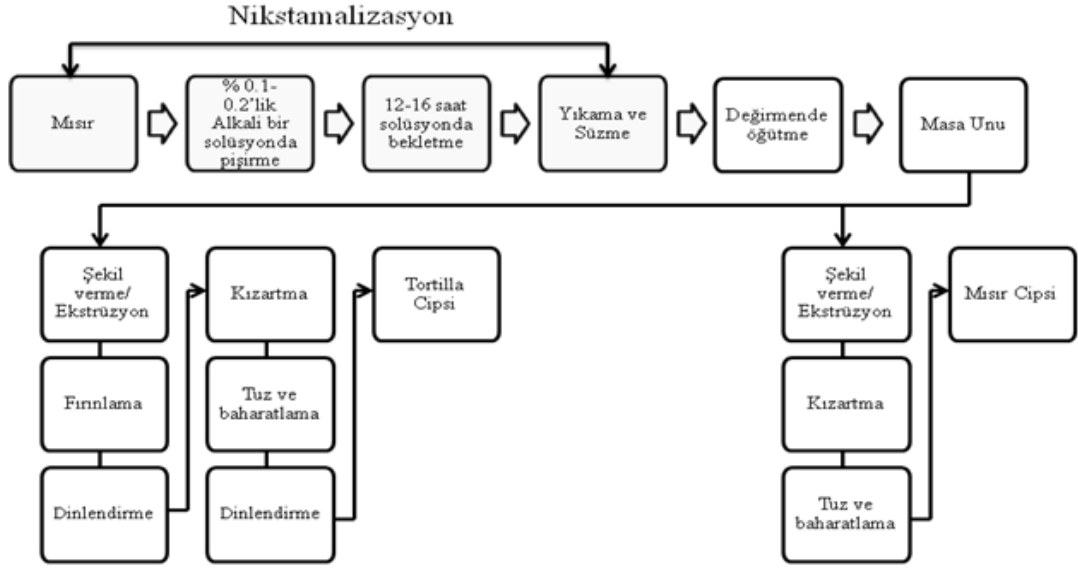
Patates cipsleri lezzeti ve gevrek dokusuyla tüketicinin dikkatini çekmektedir. Bununla birlikte, yağ içeriğinin ağırlıkça %35 ile %45 arasında değişmesi ve doymuş yağ içeriğinin yüksek olması olumsuz bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda kızartılmış patates ürünlerinde akrilamid miktarının fazla olması ve bu bileşiğin potansiyel kanserojen sınıfında yer alması çeşitli endişelere yol açmaktadır (Tuta ve Palazoğlu 2017).

### **2.4.2. Mısır cipsleri**

Mısır cipsleri tıpkı diğer cips çeşitlerinde olduğu gibi, karbonhidrat ve yağ oranı yüksek olan atıştırmalık gıdalardır. Bu tür cipslerin tekstürel, fizikokimyasal ve duyuşsal özellikleri albenisini belirlemektedir. Diğer cipslerde olduğu gibi nem içerikleri yüksek olmadığından mikrobiyal bozulma riski oldukça düşük olan bu ürünlerin nem alması ya da çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucu önemli kalite parametrelerinden biri olan gevrekliğini yitirebilmekte veya yağ oksidasyonu sonucunda raf ömrü kısalabilmektedir (Ulukut 2010).

Mısır ve tortilla cipslerinin üretim aşamaları Şekil 2.1'de görülmektedir. Mısır cipslerinden farklı olarak tortilla cipsleri önce pişirilip daha sonra kızartıldığı için son ürün daha az yağ emmekte ve üründe daha sert bir doku, güçlü bir alkali tat sağlanmaktadır. Tortilla cipslerinin yağ içeriği; mısır çeşidine, öğütme koşullarına, pişirme işlemlerine, fırınlama süresine, fırınlama sonrası soğuma süresine ve diğer faktörlere bağlı olarak %21 ile %34 arasında değişmektedir (Kawas ve Moreira 2001, Ulukut 2010).





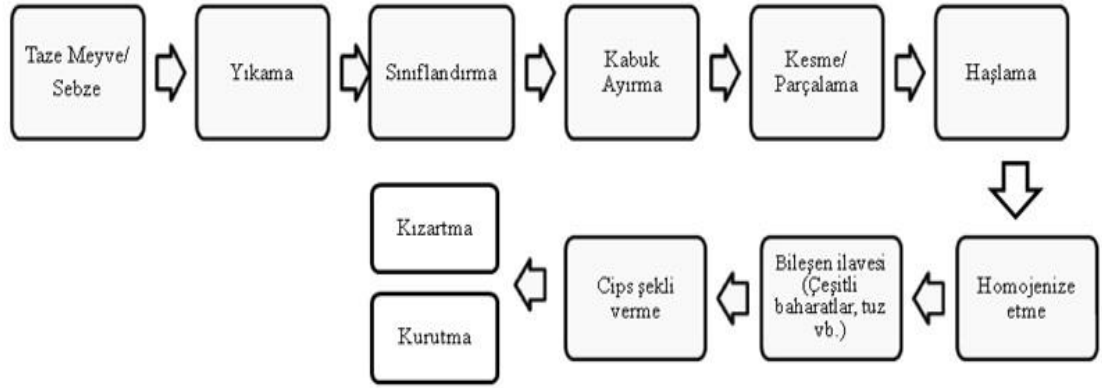
**Şekil 2.1.** Mısır ve tortilla cipsi üretim aşamaları (Ulukut 2010)

Tortilla cipslerinin tazeliği ve raf ömrü açısından fikir vermesi sebebiyle tekstür önemli bir kalite parametresidir. Genel anlamda tekstürü etkileyen faktörler; hammadde özellikleri, fırınlama ve kızartma koşulları, ambalajlama, depolama süresi ve koşullarıdır. Aynı zamanda hamurun (masa) sertliği de tortilla cipslerinin kalitesini etkilemektedir. Masanın yeterince yapışkan olmaması, cipsin kalitesini düşürmektedir (Kayacier ve Singh 2003).

#### 2.4.3. Meyve-sebze cipsleri

Dünya Sağlık Örgütü, sağlıklı ve dengeli beslenme için günlük 5 porsiyon meyve ve sebze tüketimini önermektedir. Özellikle gençlerin her ürün grubundan yeterli ve dengeli beslenebilmesi amacıyla sebze ve meyve cipsleri önemli bir alternatif olarak görülmektedir. Bu anlamda tüketicilerin tercihleri dikkate alınarak üretilen bu ürün grubunun doğal aroma ve tadını koruması, istenilen tekstürel özelliklerde olması ve tercihen koruyucu içermemesi beklenmektedir (Mihalcea ve ark 2017).

Meyve-sebze cipsleri, diğer cipslerde olduğu gibi kızartma yöntemi kullanılarak üretilmektedir. Ancak sağlık açısından olumsuz etkilere yol açacak faktörleri ortadan kaldırmak/azaltmak adına alternatif yöntemlerin meyve-sebze cipsi üretiminde kullanılması söz konusudur (Wexler ve ark. 2016). Meyve-sebze cipslerinin üretim aşamaları Şekil 2.2’de özetlenmiştir.



**Şekil 2.2.** Meyve-sebze cips üretiminin genel proses akış diyagramı (Oghenechavwuko ve ark. 2013, Kuzgun 2017)

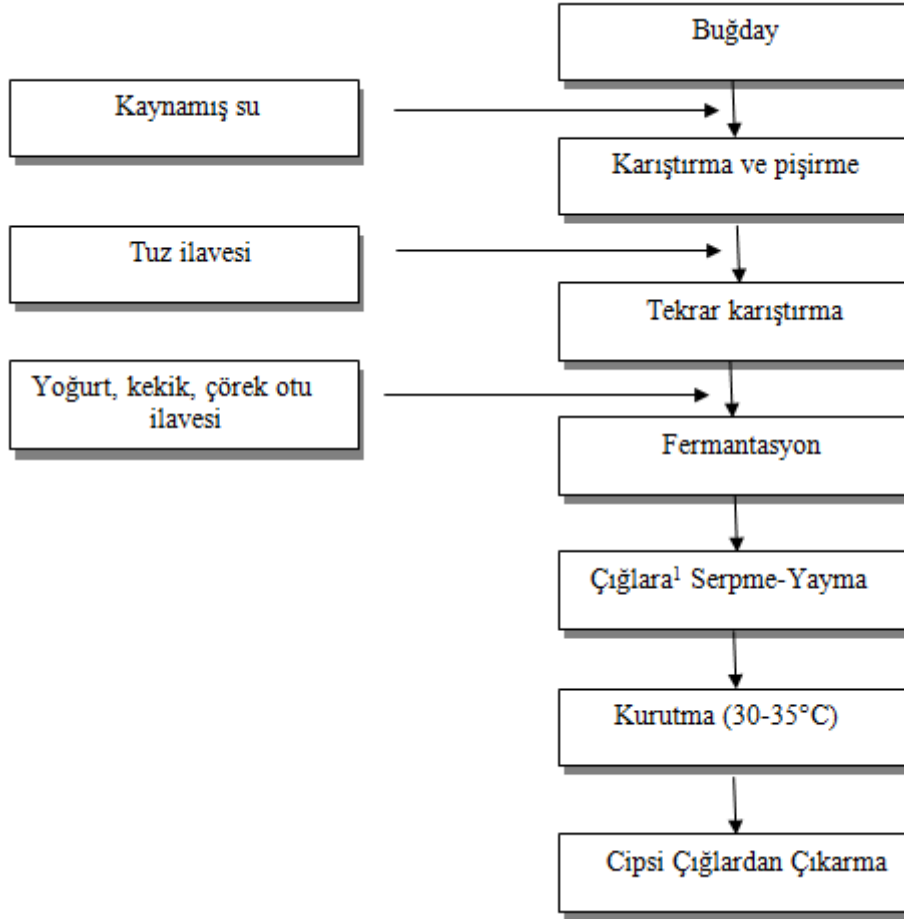
Ülkemizde sevilerek tüketilen bir cips örneği de tarhana cipsidir. Tarhana; buğday unu, buğday kırmısı, irmik veya bunların karışımı ile yoğurt, biber, tuz, soğan, domates ile tat ve/veya koku verici baharat ve/veya bitkilerin karıştırılıp yoğrulduktan ve fermente edildikten sonra kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen besin maddesidir (Tümer ve ark. 2017). Tarhananın vitamin ve mineral içeriği Çizelge 2.5'te verilmiştir.

**Çizelge 2.5.** Tarhananın ortalama vitamin ve mineral içeriği (Özdemir ve Zencir 2017).

Mineral ve Vitaminler	Ortalama Değerler (mg/100g)
Kalsiyum	109
Demir	3,6
Sodyum	634
Potasyum	114
Magnezyum	78
Çinko	1,8
Bakır	450
Manganez	612
B1 vitamini	0,01
B2 vitamini	0,02

Tarhananın hem bitkisel hem hayvansal protein içermesiyle besin değerinin yüksek, glisemik indeksinin düşük ve kolay sindirilebilir formda olması farklı bir formda sunumuna imkân sağlamış, bu sayede tarhana cipsi tüketime sunulmuştur. Cips formu,

tarhananın besleyici özelliklerini taşımakla birlikte, piyasada bulunan diğer cipslere kıyasla özellikle dengeli beslenme açısından önemli bir alternatif oluşturmaktadır (Yörükoğlu ve Dayısoylu 2016). Tarhana cipsinin üretim akış şeması Şekil 2.3’de belirtilmiştir.



**Şekil 2.3.** Tarhana cipsi üretimi akış şeması

Tarhana ve patates cipsinin besin değerleri ise Çizelge 2.6’da görülmektedir. Kahramanmaraş yöresine özgü olan bu cips günümüzde sade, biberli-keten tohumlu, yoğurtlu-domatesli-kekikli, sarımsaklı-fesleğenli, kuşburnulu, Antep fıstıklı, kaymaklı, patatesli, kızarmış, fırınlanmış çeşitleri ile satışa sunulmaktadır. Yapılan araştırmalarda tüketicilerin en çok fırınlanmış çeşidini talep ettiği görülmektedir (Yıldırım ve Güzeler 2016).

<sup>1</sup> Çığ: İnce çöp kamışları örülerek elde edilen hasır türü sergi

**Çizelge 2.6.** Tarhana ve patates cipsinin besin değerleri (Özdemir ve Zencir 2017)

Enerji ve Besin Öğeleri	Tarhana Cipsi (100g)	Patates Cipsi (100g)
Enerji	316 kcal	536 kcal
Yağ	2,8 g	35 g
Karbonhidrat	60 g	53 g
Protein	12,3 g	5,9 g

## 2.5. Cips Üretim Yöntemleri

Cips üretimi genel olarak çiğ patateslerin yıkanması, soyulması, ayıklanması ve dilimlenmesi aşamalarını takip etmektedir. Bazı tesislerde kızartma prosesinden önce sıcak suda haşlama ve ılık havayla kurutma işlemleriyle patatesin nem değerinin %60'a düşürülmesi amaçlanmaktadır. Bu işlemlerden sonra, patates dilimleri genelde kızgın yağ (170-190°C) ile kızartılmakta ve burada nem seviyesi %2'nin altına düşürülmektedir (Pedreschi ve ark. 2007).

### 2.5.1. Kızartma yöntemi

Derin yağda kızartma, en eski ve yaygın olarak kullanılan, gıdaların sıcak bitkisel yağda daldırılmasıyla, istenen duyuşsal özelliklere sahip ürünlerin üretilmesini temel alan bir gıda işleme yöntemidir. Bu yöntemde yağ ısı aktarımını gerçekleştirmektedir. Gıdada yağ emilimi gerçekleşirken aynı zamanda enerji aktarımı gerçekleşmekte ve böylece yanma engellenmektedir. Şekil 2.4'te derin yağda kızartma aşamaları verilmiştir (Tekin ve Karabacak 1998, Pedreschi ve ark. 2007, Baltacıoğlu ve Esin 2013).



**Şekil 2.4.** Derin yağda kızartma yöntemiyle üretilen cipslerin üretim akış diyagramı (Pedreschi ve ark. 2007, Baltacıoğlu ve Esin 2013)

Ürünün en önemli kalite parametresi olan gevrek yapı, uygulanan ısı işlem sayesinde patates dokusunun orijinal yapısındaki değişiklikler sebebiyle oluşmaktadır. Gevrek yapının oluşması ısı transferiyle ilgili olduğundan derin yağda kızartma bu yapının oluşumuna katkı sağlamaktadır. Cips yapısı, nişastanın sıcaklıkla jelatinize olması ve buna bağlı olarak yağ, denatüre olmuş protein, çözülmüş nişasta ve selüloz içeren bir matriksin oluşumu sonucu meydana gelmektedir (Kumar ve ark. 2015).

Kızartılmış üründe renk, işleme sırasında, gevreklik, yağ ve akrilamid içeriği ile birlikte kontrol edilmesi gereken önemli bir parametredir. Cipslerin rengi; indirgen şeker içeriğine, sıcaklığa ve kızartma süresine bağlı olarak Maillard reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır. Kızartma öncesinde uygulanan haşlama işlemi, ürünün renk ve gevreklik özelliklerini geliştirmekte hatta bazı durumlarda nişastanın jelleşmesi sonucu yağ içeriğinin azaltılmasını sağlamaktadır. Aynı şekilde kızartma öncesinde mikrodalga ya da fırınlama uygulaması veya ürünün konveksiyonel kurutucuda kısmen kurutulması sonucunda ürünün yağ alımının azalması sağlanmaktadır (Pedreschi ve ark. 2007).

### **2.5.2. Fırınlama yöntemi**

Fırınlama, üründe nişasta jelatinizasyonu, protein denatürasyonu ve aroma bileşenlerinin oluşumu gibi pek çok yapısal, kimyasal ve reolojik reaksiyonlara sebep olan gıda üretim proseslerinden biridir. Bu proseste ısı ve kütle aktarımı aynı anda gerçekleşmektedir (Kayacier ve Singh 2004).

Fırınlanarak üretilen cipslerin yapısal özellikleri fırınlama koşullarına bağlı olmakla birlikte işlem sırasında hava boşlukları ve çatlak oluşumu cipslerin tekstürel özellikleri açısından önemli bir rol oynamaktadır. Isı transfer hızının yavaş olması sebebiyle prosesin uzun sürdüğü ve arzulanılan tekstürün ve gevrekliğin sağlanamadığı bilinmektedir. Fakat bu yöntem, düşük yağ içeriğine sahip cips üretimine olanak sağladığından alternatif bir üretim yöntemi olarak kabul edilmektedir (Tuta ve Palazoğlu 2017, Jiang ve ark. 2018).

### **2.5.3. Alternatif yöntemler**

Araştırmacılar, cips üretimlerinde yüksek sıcaklık etkisiyle akrilamid oluşumu ve kızartma işlemi sonucunda son ürünün yağ içeriğinin yüksek olması gibi etkileri

önlemek amacıyla kızartma işlemiyle sağlanan tekstür ve duyu özelliklerini sağlayabilecek alternatif üretim yollarına başvurmalıdır. Bu amaçla vakum-kızartma, kızartma işlemi öncesi ön kurutma, mikrodalga kurutma, sıcak hava ile kurutma, dondurarak kurutma, mikrodalga ve vakum kurutmanın kombinasyonu ile kurutma gibi yöntemler araştırmalara konu olmaktadır.

Vakum-kızartma atmosferik basınçtan daha düşük bir basınçta, kapalı bir sistemde gıdanın yağa daldırıldığı alternatif yöntemlerden biridir. Ürün daha düşük sıcaklıkta ve düşük oksijen konsantrasyonunda üretildiğinden, cipste arzu edilen renk ve tekstür sağlanmakta ayrıca besin maddelerinin daha iyi korunduğu gözlenmektedir. Patateslerin kızartma işlemi öncesi mikrodalga ve sıcak hava ile kurutma yöntemleri kullanılarak ön kurutma prosesinden geçirilmesiyle, cips yağ içeriğinin önemli ölçüde azaltıldığı görülmüştür (Shyu ve ark. 2005, Pedreschi ve ark. 2007, Devseren ve ark. 2016).

Dondurarak kurutma yöntemi, gıdalarda bulunan suyun süblimleşmeyle uzaklaştırılması işlemidir. Proses, kuruma süresinin kısaltılması ve proses optimizasyonu açısından yararlı olmasına rağmen ekonomik değildir. Mikrodalga yöntemiyle kurutmada ise enerjinin volumetrik yayılımı yoluyla proses süresi kısaltılmakta ancak kurutmanın materyal yüzeyinin her yerinde eşit olarak gerçekleşmemesi bir sorun olarak görülmektedir. Bu amaçla iki yöntemin kombinasyonu ile ürünlerin dehidrasyonu üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre besin öğelerinin korunması açısından dondurarak kurutma ve kombine kurutma yoluyla üretilen cipslerin geleneksel yöntemle üretilenlere oranla daha iyi kalitede olduğu görülmüştür (Cui ve ark. 2008, Zhang ve ark. 2011). Çizelge 2.7'de farklı üretim yöntemleri deneyerek oluşturulmuş cipslerin fizikokimyasal analizlerinin sonuçları derlenmiştir.

**Çizelge 2.7.** Farklı bileşimlerde ve farklı metotlarla üretilmiş cipslerin kimyasal kompozisyonu

Cips türü	Üretim yöntemi	Nem (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)	Kül (%)
Surimi tozu kullanılarak üretilen balık cipsi (Duman ve ark. 2012)	Fırınlanmış (%5-10-15 oranında surimi tozu ilavesi ile)	6,88±1,61	15,89±0,65	7,74±1,50	67,85±3,44	1,64±0,32
		6,64±0,28	21,26±1,73	8,07±1,96	61,74±3,10	2,29±0,87
		7,81±0,23	25,33±0,56	8,77±0,47	55,91±1,19	2,18±0,88
Manyok Cipsi (Oghenechavwuk o ve ark. 2013)	Güneşte	11,90±0,10	1,30 ± 0,01	1,34 ± 0,15	81,37±0,86	1,53±0,46
	50 °C (fırın)	12,11±0,33	2,56 ± 0,60	1,47 ± 0,17	79,21 ± 1,14	1,87±0,28
	70 °C (fırın)	10,24±0,05	1,51 ± 0,29	1,40 ± 0,01	82,08±0,00	2,06±0,07
Muz cipsi (Elkhalifa ve ark. 2014)	Fırınlanmış	11,48±0,05	3,14±0,12	3,25±0,35	73,63±1,12	3,25±0,00
	Kızartılmış	3,55±0,04	3,49±0,12	10,50±0,70	61,96±0,08	10,50±0,5
Brokoli unu takviyeli tortilla cipsi (Vázquez durán ve ark. 2014)	%2	3,5 ± 0,1	8,3 ± 0,1	10,3 ± 0,1		2,0 ± 0,0
	%4	3,5 ± 0,0	8,5 ± 0,1	10,2 ± 0,0	-	2,1 ± 0,0
	%8	3,4 ± 0,1	9,5 ± 0,0	10,5 ± 0,1		2,4 ± 0,0
	Kızartılmış					
Zenginleştirilmiş gluten cipsi (Ertop ve ark. 2016)	Tost plakaları ile pişirme	4,56±0,32	53,70±0,12	2,50±0,13	-	3,38±0,0
Balık cipsi (Kuzgun 2017)	Kızartılmış	8,06±0,52	10,27±0,28	26,38±0,48	52,44±0,09	1,94±0,04
	Fırınlanmış	6,49±0,49	14,19±0,19	7,18±0,16	69,56±0,37	1,57±0,05
Tortilla cipsi (Kaur ve Aggarwal 2017)	Kızartılmış	2,74± 0,10	7,50± 0,10	23,15±0,12	-	-

## 2.6. Cips Tüketimi ve Sağlık Üzerindeki Etkileri

### 2.6.1. Akrilamid

Akrilamid, indirgen şeker ve asparajin içeriğinin yüksek olduğu gıdalarda yüksek sıcaklık derecelerinde ısıtma işlemlerinin uygulanması sonucu oluşan kimyasal bir bileşiktir (Boyacı ve Cengiz 2012). Yalın bir bileşik olmasına rağmen oldukça reaktif bir formu olan bu yapının oluşması için sıcaklığın 120°C'yi aşması ön koşuldur. Bu reaktifin oluşum miktarı ürünün pişme süresi, ürün ana kaynağı, hammadde formu ve sıcaklığa göre değişmektedir (Arusoğlu 2015). Akrilamid oluşumu, asparajin aminoasiti ile birlikte glutamin, sistin, arginin, methiyonin ve aspartik asit gibi aminoasitlerin indirgen şekerlerle reaksiyona girmesiyle gerçekleşmektedir (Özkaynak 2006).

Gıdalarda akrilamid ilk kez 2002 yılında İsveç'te tespit edildikten sonra insan sağlığına olan etkisi araştırılmaya başlanmıştır. Aynı yıl yapılan araştırmalar sonucunda; akrilamidin insan bünyesinde karsinojenik ve toksikolojik olarak iki farklı etkisi olduğu belirlenmiş, bunun sonucunda Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) akrilamidi "olası insan kanserojeni" olarak Grup 2A kısmında sınıflandırmıştır. Akrilamid içeren gıdaların tüketiminden sonra vücuda giren bu bileşik, hemoglobin ile reaksiyon vermekte, bu kimyasal olay sonucu açığa çıkan N-(2-carbamoylethyl) valine bileşiği insan bünyesinde kansızlığa sebep olmaktadır (Karagöz 2009). Ruden (2004)'nin hayvanlar üzerinde yürüttüğü çalışmalar sonucunda ise akrilamidin farklı organlarda tümörlere yol açtığı tespit edilmiştir.

Lipunova ve ark. (2017), yayınladıkları çalışmada akrilamid alımı ve cilt kanseri arasındaki bağlantı incelenmiştir. Bu amaçla 5000 kişilik bir denek grubu oluşturulmuş ve deneklerin 17 yıl boyunca akrilamid alım düzeyi takip edilmiştir. Bu süreçte 501 kişiye deri kanseri teşhisi konulmuş, çalışmanın sonunda kadınlarda akrilamid alımının deri kanseriyle bir bağlantısı olmadığı fakat erkeklerde deri kanser riskinin arttığı sonucuna varılmıştır.

Akrilamidin kemirgenler üzerinde toksik etkili olduğu bilinse de insanlar üzerindeki etkisinin tam olarak belirlenememesinin sebebinin bulgu eksikliği olduğu düşünülmektedir. Bu amaçla gıdalarda akrilamid seviyesinin azaltılmasına ilişkin çalışmaların devam etmesi önerilmektedir (Kumar ve ark. 2018).



Üretim yönteminin gıdalardaki akrilamid miktarına etkisi ile ilgili literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır. Palazoğlu ve ark. (2010), 3 farklı sıcaklık derecesinde (170, 180 ve 190°C) uygulanan fırınlama ve kızartma yöntemlerinin cipslerdeki akrilamid içeriği üzerindeki etkisini incelemiştir. Sonuçlar, 170°C’de fırınlamanın, aynı sıcaklıkta kızartıldığında oluşan akrilamid miktarının iki katından daha fazla olduğunu, oysa 180 ve 190°C’de, fırınlama yöntemiyle ile hazırlanan cipslerin akrilamid seviyelerinin, kızartılan örneklerden daha düşük olduğunu göstermiştir. Çalışma sonuçlarına göre fırınlama yöntemi daha az oranda yağ içeren ürün eldesi bakımından sağlıklı olarak görülse de akrilamid içeriği açısından sıcaklık parametrelerinin iyi belirlenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Kampuse ve ark. (2013)’nin yaptıkları bir çalışmada farklı patates türlerinden elde edilen cips hamurlarının mikrodalga-vakum kurutucuda kurutulmuş patates türünün akrilamid içeriğine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda farklı patates türlerinin aynı kurutma koşullarında nem kaybetme hızının farklı olması nedeniyle, akrilamid içeriğinin arttığı ya da azaldığı belirlenmiştir. Buna göre, daha düşük nem içerikli patates türlerinden cips eldesinde kurutma hızlı olduğundan, akrilamid seviyesi artışının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Hariri ve ark. (2015)’nin yaptığı bir çalışmada fırınlanmış ve kızartılmış patates ve mısır cipslerindeki akrilamid düzeyleri gaz kromatografisi kullanılarak ölçülmüştür. Çalışma sonucunda akrilamid miktarı patates bazlı cipslerde mısır bazlı olanlara göre %23; fırınlanmış ürünlerde kızartılmış olanlara kıyasla %18 oranında daha yüksek bulunmuştur.

Mesías ve Morales (2015)’in yaptıkları çalışmada 40 farklı ticari markaya ait patates cipsleri akrilamid düzeyleri açısından incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre akrilamid içeriğinin 108 ila 2180 µg/kg arasında değiştiği, ortalama değerin ise 630 µg/kg ve medyanın 556 µg/kg olduğu saptanmıştır. Akrilamid miktarının yıllar bazında da incelendiği bu araştırmada, cipslerdeki akrilamid içeriğinin 2004 yılından itibaren önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir.

Akrilamid'in gıdalarda tespit edilmesinden sonra araştırmacılar, akrilamidi azaltmaya yönelik çalışmalar yürütmüştür. Örneğin Granda ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışma sonucunda vakum kızartma yönteminin akrilamid oluşumunu %94 oranında azalttığı bulunmuştur. Geleneksel kızartma yöntemiyle vakum kızartmanın karşılaştırıldığı araştırmada, akrilamid miktarında geleneksel kızartma için sıcaklık 180°C'den 165°C'ye düştüğünde %51; vakum kızartma için 140°C'den 125°C'ye düştüğünde ise %63 oranında azalma kaydedilmiştir.

Aiswarya ve Baskar (2018)'in yaptıkları çalışmada patates dilimleri 50°C'de 30 dakika boyunca asparajinaz, asparajinaz+askorbik asit ve asparajinaz+tuz çözeltilerine daldırılmış ve dilimler saf su ile yıkandıktan sonra cips hamuru oluşturulup, ürünün çeşitli sıcaklıklarda kızartılmıştır. Asparajinaz enzimi ise *Aspergillus terreus*'tan elde edilmiştir. Çalışma sonunda asparajinaz+tuz çözeltisinin akrilamid miktarının azaltılmasında daha etkili olduğu belirtilmiştir. Bu çözletisi ile muamele edilen örneklerdeki akrilamid miktarı 815,63 µg/kg iken, ön işlem uygulanmamış cipslerde akrilamid miktarı 3207,6 µg/kg olarak bulunmuştur.

Arambula-Villa ve ark. (2018), yaptıkları bir araştırmada tortilla cipsi ürün formülasyonuna farklı konsantrasyonlarda eklenen kalsiyum ve magnezyumun akrilamid miktarına etkisi incelemiştir. Çalışmanın sonunda magnezyumun akrilamid miktarının azaltılmasına ilişkin daha etkili olduğu ve 0,04, 0,08 ve 0,12 M MgCl<sub>2</sub> solüsyonlarının sırasıyla %69, %70 ve %74 oranında azalma sağladığı görülmüştür.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde akrilamid miktarını azaltmak için belli araştırma alanlarında yoğunlaşmak gerekmektedir. Bu amaçla önerilenler; asparajin ve indirgen şeker miktarını azaltmak, diğer bileşenleri modifiye etmek ve sıcaklık ile süre kontrolünü sağlamaktır. Özellikle cips gibi patates bazlı ürünlerde önerilen önlemler; indirgen şeker miktarı az olan patates cinsi seçmek, depolama şartlarını kontrol altında tutmak, işleme sırasında sıcaklık veya süreyi kısa tutmaktır. Diğer önerilen yöntemler ise aminoasit, kalsiyum ve sitrik asit gibi minör bileşenler kullanmak ya da proses öncesi formülasyona asparajinaz enzimi ilave ederek akrilamid miktarını azaltmaktadır (Robin 2007).

### 2.6.2. Tuz içeriği

Tuz, ağırlıkça %40 sodyum ve %60 klorür içeren, tüketi miyle insan diyetindeki sodyumun yaklaşık %90'ını karşılayan bir bileşiktir. Gıdalarda istenen organoleptik özelliklerin sağlanması, mikrobiyolojik açıdan gıdayı güvenli hale getirmesi ve ürünün raf ömrünü arttırması gibi olumlu etkileri sebebiyle katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Sodyumun ince bağırsakta besinlerin emilmesini sağladığı, kan basıncını korunmasında etkili olduğu bilindiğinden alımı sağlıklı ve dengeli beslenmede gerekli olsa da tüketim miktarı önerilen değerin üzerine çıktığında kişilerde çeşitli sağlık sorunları görülmektedir (Fouladkhah ve ark. 2015, Kloss ve ark. 2015).

Dünya genelindeki insanların %26'sında bulunduğu tahmin edilen hipertansiyon, bu sağlık sorunlarının başında gelmektedir. Ayrıca hipertansiyonun her yıl meydana gelen ölümlerde önemli bir paya sahip olan kardiyovasküler hastalıklar için önemli bir risk faktörü olduğu bilinmektedir. ek Cumhuriyeti, Slovenya ve Macaristan gibi Doğu Avrupa ülkelerinde hipertansiyonun daha sık görü lmesinin sebebi, bu ülkelerdeki bireylerin diyetlerindeki yüksek sodyum alımıyla ilişkilendirilmiştir. Çoğu ülkede ortalama tuz tüketimi 9-12 g/gün iken, Türkiye'de tuz tüketimi 15 g/gün olup, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından günlük tuz tüketim miktarı 5 g/gün olarak önerilmektedir (Allison ve Fouladkhah 2018).

Cipslerde tuz kullanımının, ürünün tat profilini olumlu yönde etkilediği ve genel lezzet yoğunluğunu arttırdığı bulunmuştur. Tuz ve yağ miktarının lezzet üzerine etkisi konusunda yapılan araştırmalarda tüketicilerin %50'si daha az tuz ve yağ içeren cipslerin, diğer cipslere oranla lezzet olarak daha düşük puan aldığı belirtilmiştir (Zugravu ve ark. 2012, Zhang ve Peterson 2018).

Son zamanlarda tüketicilerin sodyum alımı konusunda artan duyarlılıkları cipslerdeki sodyum miktarını azaltmaya yönelik adımlar atılmasına sebep olmuştur. Bu konuda yapılan çalışmalarda; tuz kristallerinin daha küçük boyutlara indirgenerek (5-20 mikron) tuz partiküllerinin ağızda daha kolay çözünmesi sebebiyle algılanan lezzet yoğunluğunda artış olacağı, buna bağlı olarak ise gıda maddelerinde %30 oranında daha düşük sodyum içeriğine ulaşılabileceği bildirilmiştir (Fear ve ark. 2008, Allison ve Fouladkhah 2018).

### **2.6.3. Yağ içeriği**

Kızartma işlemi sonucunda cipsin fazla miktarda yağ içermesi en önemli sorunlardan biridir. Doymuş ve trans yağ içerikleri obezite gibi çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır. Yağ alımı, kızartmada kullanılan yağ ve kızartma sırasında meydana gelen fiziksel ve kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan ürünler arasındaki etkileşimlerden kaynaklanmaktadır. Kızartma işlemi sırasında yağ alımı hammadde özelliklerinden (boyut, şekil, yüzey, nem içeriği ve yoğunluk), uygulanan ön işlemlerden ve kızartma koşullarından etkilenmektedir (Archana ve ark. 2016, Zhang ve ark. 2016).

Bir veya birden fazla çift bağ bulunan tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinin trans formu trans yağ asitleri olarak adlandırılmaktadır. Doğal yağlarda, çift bağlar çoğunlukla cis formundadır. Aktivasyon enerjisinin düşük olması sebebiyle, yüksek sıcaklıklarda daha kolay trans yağ asidi oluşmaktadır. Özellikle cips üretiminde kısmi hidrojenasyon tekniği kullanılarak elde edilmiş yağlarla kızartma işlemi trans yağ asidi oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Trans yağ asitlerinin LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) kolestrol düzeyini artırma ve HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein) kolestrol düzeyini azaltma etkisi sonucunda, kalp damarlarının erken yaşlarda tıkanması ve inme gibi öldürücü hastalıkların riskleri artmaktadır (Yiğit 2007).

Cipslerde yağ miktarını azaltmaya yönelik birçok çalışmada, selüloz türevleri, gellan gamı, arap gamı, alginat ve karragenan gibi gıda hidrokolloidlerinden hazırlanan yenibilir kaplamalar kullanılmış ve filmlerin yağ azaltma etkisinin %20 ile %90 arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca cips üretimlerinde kızartma yerine alternatif üretim yöntemlerine başvurulmasının bu konuda yarar sağladığı birçok çalışmada görülmüştür (Hua ve ark. 2015).

### **2.7. Kurutma Teknolojisi**

Kurutma, bilinen en eski gıda muhafaza tekniklerinden birisi olmakla birlikte, temelinde nemin uzaklaştırılması olan bir işleme tekniğidir. Daha geniş tanımıyla gıdada bulunan serbest suyun ısı işlem etkisiyle uzaklaştırılması veya liyofilizasyon tekniğinde uygulandığı gibi gıda içinde bulunan suyun katı forma dönüştürülerek süblimizasyonu ile gerçekleşen bir prosestir (Demiray 2009, Zhang ve ark. 2011). Kurutma işlemleri sırasında çeşitli iyonik gruplarla kimyasal bağ yapan suyun

uzaklaşması mümkün olmadığından karboksil ve amino gruplarına sahip suya bağlı su, kurutma işlemi sırasında buharlaşabilen suya serbest su denilmektedir. Isıl işlemlerin uygulanmasıyla gözlenen serbest su difüzyonu aynı zamanda ısı, kütle ve momentum aktarımlarının gerçekleştiği, bununla birlikte fiziksel, kimyasal, tekstürel ve faz değişimlerinin meydana geldiği karmaşık bir sistemdir (Sabarez 2016).

Gıdalardan nemin uzaklaştırılması; ürünün raf ömrünü uzatma, su aktivitesinin istenilen düzeye düşürerek mikroorganizma gelişimini engelleme, hacim azalmasıyla depolama ve paketleme gibi işlemler sonucu ortaya çıkan maliyeti azaltma ve ürünlerin her mevsimde tüketilebilir olmasını sağlama amacıyla yapılmaktadır (Babayiğit 2010, Mujumdar ve Law 2010). Bununla birlikte kurutma işlemi sonucunda gıda ürünlerinde görünüş, tat, renk gibi çeşitli kalite özelliklerinde değişimler ve gıda bileşenlerinde kayıplar meydana gelmektedir (Sagar ve Suresh Kumar 2010, Filiz 2015).

Kurutmada kullanılan havanın sıcaklığının veya hızının artırılması enerji maliyetinin yükselmesine neden olmakta, gıda içindeki serbest suyun daha çabuk uzaklaşması için gereken enerjinin daha kısa sürede verilmesi ise kuruma süresini kısaltmaktadır. Kuruma hızının artmasıyla kuruma süresinde azalma proste kullanılacak olan havanın nemini azaltma yoluyla, sıcaklığın artırılmasıyla veya kurutulacak gıdanın yüzey alanının genişletilmesiyle sağlanabilmektedir (Bayhan 2011).

## **2.8. Kurutma Yöntemleri**

Kurutmada tercih edilen sistemler genel anlamda doğal ve yapay olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Doğal kurutma yönteminde, gıdanın neminin uzaklaştırılmasında güneş enerjisinden yararlanılmaktadır. Balık, et ve tahıl ürünlerinin kurutulmasında ucuz ve kolay olması sebebiyle sıklıkla başvurulan bir metot olmasına rağmen, üretim için uygun hava koşullarına gereksinim duyulması, uzun kurutma süreleri, mikrobiyal bulaşma, gıdaların besin değerinde meydana gelen kayıplar, istenilen nem seviyesinde standardizasyonu sağlayamama ve ürünlerde yabancı madde görülmesiyle yerini kontrollü şartlar altında nem uzaklaşması için yeterli olan ısı enerjisinin gıdaya aktarımıyla gerçekleştiği sistemlere bırakmıştır (Ceylan ve ark. 2006, Güneş 2009, Bala ve Debnath 2012, Çay ve ark. 2017).

Yapay kurutma yöntemlerinde gıdadaki nemin uzaklaştırılması mekanik veya elektrikli ekipmanların kullanılmasıyla gerçekleştirilip, kurutma havasının hızı, sıcaklığı v.b. parametrelerin kontrol altına alındığı bir sistem olduğundan, doğal kurutmaya göre daha verimli yöntemlerdir. Yapay kurutmanın sağladığı avantajların yanı sıra, doğal kurutmaya göre ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin daha fazla olması dezavantajları olarak görülmektedir (Demiray 2009, Kumar ve ark. 2015). Yapay kurutma; sıcak hava ile kurutma, dondurarak kurutma, vakumla kurutma, akışkan yataklı kurutma, sprey kurutma, mikrodalga kurutma ve bu kurutucuların çeşitli kombinasyonları kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Michailidis ve Krokida 2014).

### **2.8.1. Sıcak hava ile kurutma**

Konvektif kurutma olarak da adlandırılan bu sistemde ısı, kütle ve momentum transferi sonucu üründen nem uzaklaşması söz konusudur. Sıcak havayla kurutma yöntemi, bilinen en yaygın kurutma yöntemidir. Ürün neminin uzaklaştırılması için gerekli olan enerji, sıcak hava kullanılarak konveksiyonla önce gıdanın yüzeyine, daha sonra ise gıdanın yapısına bağlı olarak konveksiyon veya difüzyon yoluyla gıdanın içine doğru aktarılır. Bu ısı akışıyla gıdanın sıcaklığının artışıyla gıdadan nemin uzaklaşmasını sağlamaktadır (Castro ve ark. 2018).

Örnek olarak tepsili, tünel, bantlı kurutucular, püskürtmeli kurutucular ve akışkan yatak kurutucuların kullanıldığı bu kurutma sisteminde işletme ve bakım giderlerinin az olması avantaj olarak görülmektedir. Bu sistemlerde genellikle taneli ve dilimlenmiş meyve ve sebzeler raflar üzerinde kurutulmaktadır (Karakaplan 2017). Bununla birlikte kurutma işleminin oksijen varlığında gerçekleştirilmesiyle renk değişimlerinin gerçekleştiği görülmektedir. Buna ek olarak, nemin azalmasıyla gıda içinde çözünmüş olan bileşiklerin konsantrasyonu pH'yı etkilemekte, biyopolimerlerin yapısı ve işlevi değişmektedir. Aynı zamanda bazı bileşenlerin konsantrasyonunda artış ile birlikte kimyasal ve enzimatik reaksiyonlar gerçekleşebilmektedir (Michailidis ve Krokida 2014). Kuruma süresinin uzun olması, yüksek enerji ihtiyacı ve ürünlerde gözlemlenen büzülmeler bu tekniğin dezavantajları olarak görülmektedir (Onwude ve ark. 2016). Literatürde hava sıcaklığının, ürün kalınlığının ve hava hızının kurutma parametrelerini ve kuruma hızını etkilediği belirtilmiştir (Erbay ve Küçüköner 2008).

### **2.8.2. Dondurarak kurutma**

Gıdanın içinde bulunan suyun süblimizasyonu ile gıdadan uzaklaşmasını sağlayan ve ısı geçişinin radyasyon, kondüksiyon veya her iki yolla sağlandığı dondurarak kurutma sistemleri, ürünün kalite parametrelerini koruyarak, tazesine en yakın formda ürün üretimini sağlayan kurutma yöntemi olarak bilinmektedir. Buna sebep olarak proseste uygulanan düşük sıcaklıklar nedeniyle kimyasal reaksiyonlar ve mikrobiyal faaliyetlerin durması gösterilmektedir (Sagar ve Suresh Kumar 2010, Kırmacı ve ark. 2014, Arslan 2014). Bu sistemin diğer avantajları ise suyun neredeyse tamamen uzaklaştırılması, suyun katı formda olmasıyla ürün şeklinde bozulma olmaması, vitamin degradasyonlarının diğer uygulamalara göre daha az olması ve ürünün düşük mekanik kuvvet uygulanarak toz haline getirilmesidir (Michailidis ve Krokida 2014, Akyıldız ve ark. 2017).

Bu avantajlara rağmen işletme ve bakım maliyetlerinin fazla olması ile yüksek enerji tüketimi sonucunda dondurarak kurutma maliyeti oldukça yüksek bir yöntemdir. Bununla birlikte yüksek vakum uygulaması sonucu uçucu bileşiklerde kayıplar meydana gelebilmekte, düşük basınç uygulamasından dolayı kuruma süresi de uzun olmaktadır (Ciurzyńska ve Lenart 2011, Nireesha ve ark. 2013).

### **2.8.3. Vakum kurutma**

Vakum kurutma, kapalı ve havası alınmış bir ortamda düşük sıcaklık uygulamasıyla, ısı iletiminin konveksiyon, kondüksiyon veya radyasyon yollarından biri veya birkaçı kullanılarak gıdadaki nemin uzaklaşmasını sağlamaktadır. Dondurarak kurutmaya göre daha düşük enerji maliyetiyle avantaj sağlayan vakum kurutma sistemlerinde çeşitli oksidatif bozulmaların ve besinsel kayıpların da önüne geçilmekte, kuruma süresi kısaltılmaktadır (Reis 2017, Karakaplan 2017, Boris ve ark. 2018).

Vakum kurutma yöntemi genellikle kuruma süresi uzun olan, yüksek sıcaklıklarda yapısı bozulan gıdalara uygulanmaktadır. Katı formdaki gıdaların kurutulmasının yanı sıra sıvı gıdalarda ve pürelerde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Vakumlu fırınlar, bu kurutma işleminde kullanılan en basit ekipmanlardır. Elektriksel dirençle ısıtılan metal plakalar üzerine gıda maddeleri yerleştirildikten sonra sistem kapatılmakta ve pompa yardımıyla içeriye vakum uygulanmaktadır. Bununla birlikte sıcak hava-vakum

ve mikrodalga-vakum kombinasyonları da sıklıkla kullanılmaktadır (Çelen 2010, Reis 2012, Sabarez 2016).

#### **2.8.4. Akışkan yataklı kurutma**

Akışkan yataklı kurutucuların amacı kurutulacak gıdaya kesikli veya sürekli olacak şekilde yüksek sıcaklık ve hızda uygulanan kurutucu sayesinde gıdanın akışkan özellikte olmasını sağlayarak gazın tüm gıda yüzeylerine temas etmesiyle nemin hızla uzaklaştırılmasını sağlamak ve ısının gıdaya olan olumsuz etkilerini minimize etmektedir. Bu sistemlerde kurutucu olarak sıcak hava ve kızgın buhar kullanılmaktadır (Çınar 2014, Gürel ve ark. 2015, Rao ve ark. 2015). Genellikle yüksek nemli, toz yapısında ve taneli gıdalar ile tarımsal ürünlerin kurutulmasında sıklıkla kullanılan bu kurutma yönteminde kurutucunun düşük hızda sisteme verilmesi daha etkilidir. Uygun hız ürünün nem oranıyla ilgili olmakla birlikte nem arttıkça hız da artmaktadır (Deniz 2010, Chayjan ve Kaveh 2014, Aktaş 2015)

Daha iyi sıcaklık kontrolü, ısı transferinde yüksek verimlilik, homojen kuruma, sıcak hava ile kurutmaya kıyasla kuruma süresi kısa olduğundan ekonomik olması bu sistemin avantajları olarak gösterilmektedir. Bununla birlikte hava hızının ayarlanmasına dikkat edilmelidir (Kaleta ve ark. 2013, Çınar 2014, Chen ve ark. 2018).

#### **2.8.5. Sprey kurutma**

Püskürtmeli kurutma işlemi olarak da tanımlanan bu sistemler gıda sanayinde süt, yumurta, çay, bal gibi pek çok gıda maddesinin üretiminde kullanılan bir evaporasyon yöntemidir. Bu kurutma yönteminin temel prensibi sıvı formdaki gıdanın atomizasyonla damlacıklara dönüştürülmesi, bu damlacıkların sıcak havayla teması sonucu nem uzaklaştırma işlemi ve toz formundaki ürünün ayrılması temellerine dayanmaktadır. Bununla birlikte besleme konsantrasyonu, giriş ve çıkış havası sıcaklığı, besleme akış hızı, kompresör hava akış hızı, kurutma hava akış hızı, atomizer tipi ve atomizer hızını içeren sprej kurutma işleminin koşulları son ürün kalitesine etki eden parametrelerdir (Dixit ve ark. 2010, Yıldırım 2012, Wisniewski 2015, Koç ve Ertekin 2016).

Sprej kurutma yöntemi kontrolü zor bir sistem olması, sistemden düşük randıman alınması, son üründe nem içeriğinin yüksek olması ve yapışkanlık gibi sorunlar



nedeniyle bazı dezavantajlara sahiptir. Sistemin düşük işletme giderleriyle ekonomik olması, kısa kuruma süresi, gıdaların kalite parametrelerini oldukça iyi koruması ise sistemin olumlu özellikleri olarak bildirilmiştir (Kara 2017, Shishir ve Chen 2017).

#### **2.8.6. Mikrodalga kurutma**

Mikrodalgalar, 300 MHz-300 GHz frekans aralığında kesikli veya sürekli salınan elektromanyetik dalgalardır. Bu frekanslardan en çok 2450 MHz gıda üretimi için kullanılmaktadır (Wray ve Ramaswamy 2015). Mikrodalga kurutma sistemlerinde su moleküllerinin hızla yüksek frekansta dönmesi sonucu elektromanyetik enerji ısı enerjisine dönüşmekte ve gıdanın içerisinde oluşan ısının ürün içinden dışına doğru aktarılmasıyla kurutma sağlanmaktadır. Nemin dışarı doğru aktarımı sırasında hücre duvarının aktarımı engellemesiyle ürünlerde şişme meydana gelmektedir (Arda 2017, Lv ve ark. 2019).

Mikrodalga kurutma proses süresinin kısa olması, enerji verimliliğinin yüksek olması, ekipman temizliğinin kolaylığı, az yer kaplaması ve ambalajlı ürünlere de uygulanabilir olması nedeniyle tercih edilmektedir. Bununla birlikte sıcaklık dağılımının homojen olmaması sonucunda ürünlerin bazı bölgelerinde yanıklar meydana gelebilmektedir (Karabacak ve ark. 2015, Rattanadechoa ve Makulb 2016, Cao ve ark. 2017).

#### **2.8.7. Ozmotik kurutma**

Ozmotik kurutma yöntemi gıda maddelerinin yüksek derişimli çözeltilerin içine bütün veya parçalar halinde konulmasıyla gıdadan nem uzaklaştırılması prensibine dayanmaktadır. Gıdaların hücresel yapısının yarı geçirgen özellik göstermesiyle gıda içerisindeki su difüze olmakta ve bu işlem denge sağlanana kadar devam etmektedir (Chandra ve Kumari 2015, Ramya ve Jain 2017). Ozmotik dehidrasyonu sağlamada kullanılacak ajanın etkili, ekonomik, inert, kolay çözünebilen yapıda, tat açısından uygun ve toksik olmaması beklenmektedir. Bu amaçla yaygın olarak kullanılan ajanlar tuz, şeker, bal, sakkaroz, glukoz, fruktoz, sorbitol, gliserol, glukoz şurubu, mısır şurubu, nişasta, frukto-oligosakaritler, maltodekstrin ve etanoldür (Shete ve ark. 2018). Bu sistemde gıdadan derişik çözeltiliye su geçişi, çözeltiden gıdaya çözünmüş maddelerin geçişi ve gıdanın içinde bulunan çözünmüş maddelerin çözeltiliye geçişi olmak üzere 3 kütle aktarımı mevcuttur (Gürbüz 2006).

Ozmotik kurutmanın ısı işlem uygulanan diğer kurutma yöntemlerine kıyasla gıdaların besin değerini daha iyi koruması avantaj olarak görülmektedir. Ayrıca sistemin enerji maliyeti bakımından ekonomik olması da olumlu özelliklerindedir. Buna rağmen gıdaların nem düzeyinde belirli bir noktaya kadar azalmaya sebep olması bir dezavantaj olarak bildirilmiştir. Bu sebeple ozmotik kurutma bir ön işlem olarak kabul edilmektedir. Daha sonra gıda üretim ve kullanım amacına göre farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmakta veya dondurulmaktadır (Us 2006).

### **2.8.8. Ultrasonik kurutma**

Ultras, insan algı eşiğinin üzerinde bulunan 20 kHz-1 MHz frekansa salınan ses dalgalarına denilmektedir. Bu sistemde ses dalgalarının gıdaya doğrudan temas etmesi sonucu gıdada sıkışma ve genleşme hareketleri görülmesiyle oluşan etkinin yüzey geriliminden büyük olması sonucu gıda içerisindeki suyun uzaklaşması sağlanmaktadır (Charoux ve ark. 2017, Tüfekçi ve Özkal 2015). Bu yöntem tek başına uygulanabileceği gibi sıcak havayla kurutma, vakum kurutma, dondurarak kurutma ve osmotik kurutma ile kombinasyonlarının da yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca ultras yönteminden gıdaların ön işlemleri söz konusu olduğunda da yararlanılmaktadır (Başlar ve ark. 2016).

Ultrasonik kurutma yöntemiyle diğer kurutma yöntemlerine kıyasla daha düşük sıcaklıklarda ısı transferini yaklaşık olarak %30-60 oranında arttırmak mümkün olmaktadır. Böylece kuruma süresinin kısalması sağlanmaktadır. Son ürünlerde termal proses uygulanarak kurutulan gıdalara göre kalite parametrelerinin daha iyi korunması da sistemin avantajları olarak görülmektedir. Bu avantajların yanı sıra ultras etkisiyle oluşan gerilim sonucunda gıdada büzülme problemleri yaşanabilmekte, gıda yüzeylerinde çatlaklar meydana gelebilmektedir (Dolatowski ve ark. 2007, Tao ve ark. 2018).

### **2.8.9. Vurgulu elektrik alan**

Vurgulu elektrik alan uygulamasının temel prensibi elektrotların arasına yerleştirilen gıdalara kısa süreli, yüksek voltajlı elektrik akımı uygulanarak hücrelerin parçalanması işlemidir (Wictor ve ark. 2016). Hücre zarı geçirgenliğinin artmasıyla gıdadan su

kaybı yaşanmakta, buna bağlı olarak da etkin difüzyon katsayısı artmaktadır. Bununla birlikte vurgulu elektrik alanın kuruma hızını arttırmak amacıyla ön işlem olarak kullanıldığı, konveksiyon veya vakum kurutma ile kombine edildiği ve başarılı sonuçlar edinilen çalışmalar literatürde mevcuttur (Sugar ve Kumar 2008, Yu ve ark. 2017). Sıvı, yarı sıvı ve katı gıdalara uygulanan bu sistemler yüksek voltaj jeneratörü, uygulama hücresi, anahtar ve elektrotlardan oluşmaktadır. Uygulamanın yararları araştırmacılar tarafından çokça bildirilmesine rağmen sanayileşme oranı düşük olarak görülmektedir (Güven ve Yıldız 2016).

Uygulamanın renk, tekstür ve kalite parametrelerini iyi derecede muhafaza etmesi, kuruma süresini kısaltması, kütle transferinde artış sağlaması, ısıya duyarlı bileşik kaybında azalma sağlaması, enerji maliyetinin düşük olması ve çevre dostu olması olumlu özellikleri olarak görülmektedir. Yatırım maliyetinin yüksek olması ve gıdaya özgü uygun işlem şartlarının işletmeler için henüz yeterince belirlenmemiş olması sistemin yaygınlaşmasını yavaşlatmaktadır (Barba ve ark. 2015).

#### **2.8.10. Kızgın buharla kurutma**

Kızgın buharla kurutmanın prensibi buhar jeneratörü, fan, ısıtıcı, kurutma odası ve ısı eşanjörünün bulunduğu bir sistemde kızgın buhar kullanılarak gıda sıcaklığının artırılması, daha sonra buharın yoğunlaştırılarak tekrar kullanılmasına dayanmaktadır (Li ve ark. 2016, Sehwat ve ark. 2016). Bu sistem ilk buharlaşma-yoğunlaşma fazı, sabit hız kuruma periyodu ve azalan hız kuruma periyodu olmak üzere 3 ana basamağa ayrılmaktadır. İlk aşamada buhar yoğunlaşmaya başlar ve gıda maddesi buharın gizli ısı ile ısıtılır. Bu aşamada buharlaşma, gıda sıcaklığı olan sabit sıcaklıkta devam etmektedir. Sabit kuruma hızı aşamasında kuruma hızı, numune yüzeyinde meydana gelen su buharlaşması nedeniyle sabit kalmaktadır. Son aşamada gıdanın sıcaklığı 100°C'nin üzerine çıkmakta ve nem içeriğindeki azalma genellikle logaritmik olarak gerçekleşmektedir (Le ve ark. 2017).

Sistem oksidatif bozulmaların önüne geçilmesi, ısıl verimin yüksek olması, enerji tasarrufu sağlanması, kuruma süresinin azaltılması, atık kontrolü sağlaması gibi özellikleriyle öne çıkarken, endüstriyel uygulamalarda bazı engellerle karşılaşılması (gıdanın yüksek sıcaklıklarda zarar görmesinin engellenmesi amacıyla sistem basıncını

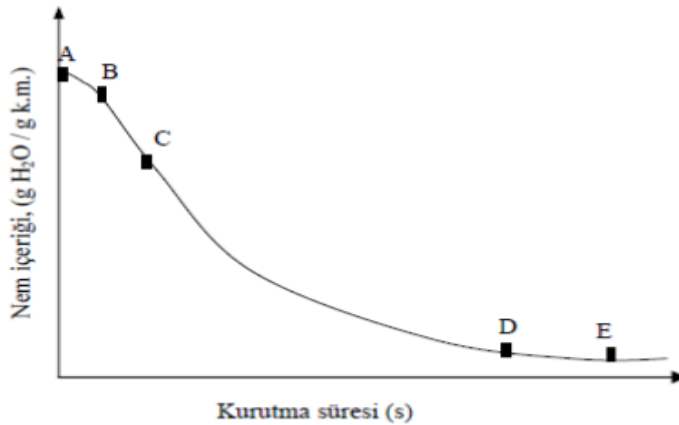
düşürmeye çalışma, ekipman boyutlarını belirleme) ilk aşamada gözlenen ürün yüzeyinde kondensasyonun ve sabit hız kurutma periyodunda görülen yüksek sıcaklıkların gıda kalite parametrelerine etkileri ise sistemin dezavantajları olarak görülmektedir (Romdhana ve ark. 2015, Alfı ve ark. 2016).

## 2.9. Kurutma Prensipleri

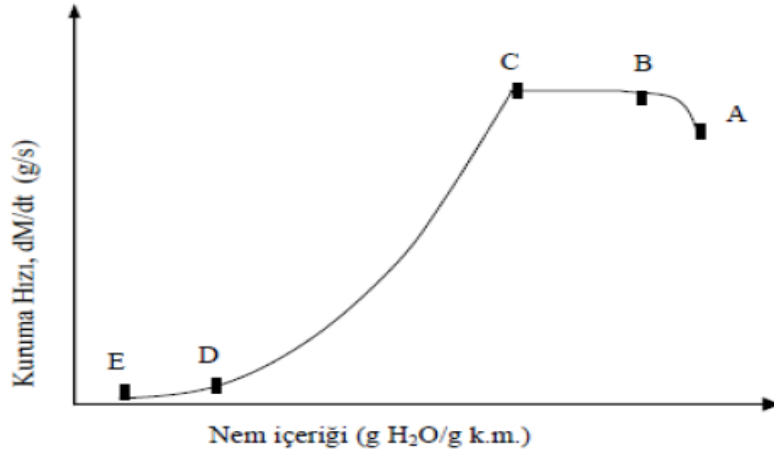
Kurutma prosesinde ısı ve kütle transferi aynı anda gerçekleşmekte, nem konsantrasyonu farklılıkları nedeniyle sıvı veya buhar difüzyonu veya granül ve gözenekli gıdalarda yüzey gerilimi nedeniyle görülen kapiler etki sebebiyle su gıdadan uzaklaşmaktadır (Demiray 2009, Inyang ve ark. 2018). Gıdanın sıcak havayla teması etmesi sonucu ısı transferi gerçekleşmekte ve gıda ısınarak yüzeydeki nem uzaklaştırılmaktadır. Daha sonra gıda içinde bulunan su kütle transferiyle yüzeye taşınmakta ve buharlaşma yüzeyde devam etmektedir. Sıcaklık, bağıl nem, basınç ve gıdanın yüzey alanı, ısı ve kütle transferini etkileyen parametrelerdir (Dadalı 2007, Deniz 2010).

### 2.9.1. Kurutma evreleri

Eş zamanlı gerçekleşen ısı ve kütle transferi etkisiyle nem uzaklaşması ve kuruma süresi arasındaki ilişkiyi gösteren diyagrama kurutma eğrisi denilmektedir. Şekil 2.5 ve 2.6'da görüldüğü üzere gıdadan nem kaybı ısınma evresi, sabit kuruma hızı evresi, azalan kuruma hızı evresi olmak üzere 3 aşamada gerçekleşmektedir (Srikiatden ve Roberts 2007, Güneş 2009, Banı 2014).



Şekil 2.5. Nem içeriğinin kuruma süresine bağlı değişimi (Banı 2014)



**Şekil 2.6.** Kuruma hızının nem içeriğine bağlı değişimi (Banı 2014)

### 2.9.2. Isınma evresi

Kurutmanın başında görülen bu evre Şekil 2.5 ve 2.6'da gösterilen A-B bölgesi ile temsil edilmiştir. Isınma evresi, kurutulacak ürün ile kurutma ortamının aynı sıcaklığa gelmesine kadar devam etmektedir. Bu evre boyunca kuruma hızı artmaktadır. Ancak bu aşama çok kısa sürdüğünden çoğu eğride görülmemektedir (Banı 2014, Kutlu ve ark. 2015).

### 2.9.3. Sabit kuruma hızı evresi

Şekil 2.5 ve 2.6'da gösterilen B-C bölgesi sabit kuruma hızı evresi olarak belirtilmiştir. Bu evrede gıdanın yüzeyi ince bir su tabakasıyla kaplıdır ve gıdanın sıcaklığı ortam sıcaklığına erişmiştir. Bu aşamada kütle transferiyle iletilen su iletim hızı ve suyun buharlaşma hızı birbirine eşittir. Bu evrede kuruma hızı ısı transferi tarafından kontrol edilmektedir (Zambak 2015, Kose 2018). Gıda içerisinde bulunan su kapiler etkiyle yüzeye taşındığından, gıda iç katmanlarında nem miktarı giderek azalmaktadır. Yüzeyde buharlaşma devam ederken buharlaşan su miktarı kadar suyun yüzeye taşınamaması sonucunda yüzey ıslaklığı sona ermekte ve bu noktaya (C noktası) "kritik nem" denilmektedir. Gıdaların kurutulmasında bu aşama nadir olarak gözlenmektedir (Kırmacı 2008, Babayiğit 2010). Suyun uzaklaşması sırasında gıdanın yüzeyinde değişimler meydana gelmektedir. Sıcaklık, kurutma havası hızı ve bağıl nem gibi parametreler kurutmaya etki etmektedir (Onwude ve ark. 2016).

#### **2.9.4. Azalan kuruma evresi**

C-D bölgesi olarak gösterilen azalan kuruma evresi Şekil 2.5 ve 2.6'da verilmiştir. Bu aşamada buharlaşma gıdanın içinde gerçekleşmekte, bununla birlikte yüzey sıcaklığı artmakta ve kuruma hızı azalmaktadır. D noktasından itibaren kuru noktalarda artış gözlenmekte, dış bölgede kuru bir katman oluşmaktadır. D-E aşamasında kuruma hızı içten dışa doğru difüze olan nemin hızına bağlıdır. Kurutucunun buhar basıncıyla gıda içindeki suyun buhar basıncı eşitlendiğinde kurutma durmaktadır (E). Tarım ürünlerinin kurutulması çoğulukla azalan hızda gerçekleşir. Azalan kuruma hızı evresinde gıda dış yüzeyinde kabuk bağlama, buruşma, çatlama ve yarılmalar gözlenmekte ve birim zamanda buharlaşan nem miktarı azalmaktadır. Bu evrede hava hızı, sıcaklık ve nem kurutmayı etkileyen parametrelerdir (Çelen 2010, Banı 2014).

#### **2.10. Kuruma Hızını Etkileyen Faktörler**

Kuruma hızına etki eden faktörler, aynı zamanda ısı ve kütle transferine etki eden faktörler olarak bilinmekte olup, iç ve dış faktörler olarak iki gruba ayrılmaktadır. İç faktörler gıdaya özgü olan özellikleri içermektedir. Dış faktörler ise kurutma havasının sıcaklığı, nemi, hızı ve basıncı gibi parametrelerdir. Araştırmacıların genel anlamda dış faktörlerle ilgili çalışmalara ağırlık verdiği görülmektedir (Afolabi 2014, Çerçi ve Akpınar 2015).

##### **2.10.1. İç faktörler**

Kuruma hızına etki eden faktörlerden iç faktörler gıdaya özgü nitelikleri içermektedir. Kuruma süresince değişen bu faktörlerden özellikle ürünün kimyasal bileşimi büyük önem taşımaktadır. Örneğin gıda içerisinde bulunan çözünmüş maddelerin içeriği ağırlıklı olarak tuz, şeker gibi küçük molekül yapısında ise gıda maddesinde suyun buhar basıncı daha düşük olacağından buharlaşma daha yavaş gerçekleşecektir (Zambak 2015). Yağ içeren gıdalarda yağ damlacıklarının su moleküllerinin etrafını sarması, nişasta ve pektin gibi bileşikler yüksek miktarda içeren gıdalar da suyun katı parçacıklara adsorbsiyonla bağlanması gibi durumlar da suyun uzaklaşmasını güçleştirmektedir (Dadalı 2007).

Gıdaların yüzey alanı ve kalınlığı da kuruma hızına etki eden iç faktörler arasında sayılmaktadır. Kuruma hızı yüzey alanı arttıkça artmakta, kalınlık arttıkça azalmaktadır. Buna göre ince olarak dilimlenmiş, küçük parçalara bölünmüş gıdalarda suyun uzaklaştırılacağı alan genişletildiğinden kuruma hızı artmaktadır. Ancak yanma gibi kalite kusurlarının önüne geçmek için dilim kalınlığı optimize edilmelidir (Ayan 2010).

Meyve ve sebzelerin herhangi bir işlem görmediği durumlarda su, hem hücre içinde hem de hücreler arasında bulunmaktadır. Haşlama gibi ön işlemlerde hücre ölümleri gerçekleştiğinden hücre zarının geçirgenliğinin artmasıyla suyun daha hızlı uzaklaştığı görülmektedir (Aktaş 2015).

### **2.10.2 Dış faktörler**

Gıdanın sıcaklığı ve kurutma ortamının sıcaklığı arasındaki fark kuruma hızını etkilemektedir. Farkın büyük olması ısı transfer hızını arttırmakta, böylece kuruma hızı artmaktadır. Bununla birlikte yüksek sıcaklık uygulamasıyla gıdaların besleyici değerinde düşüş görülmekte ve renk değişimi, yanma gibi bazı istenmeyen durumlar ortaya çıkmaktadır. Sıcaklığın düşük tutulduğu durumlarda ise kuruma süresinin fazla uzaması bir sorun olarak görülmektedir. Buna göre her gıdaya özgü optimum bir kurutma sıcaklığı belirlenmelidir (Ayan 2010, Kose 2018).

Kurutucu olarak kullanılan havanın bağıl nemi kuruma hızına etki etmektedir. Kurutulan gıda içerisindeki nem ile kurutucu havanın nemi eşitlendiğinde kurutma sona ereceğinden yeterli nem içermeyen hava kullanılan sistemlerde tekstürel kusurlar görülmektedir. Kurutma havasının fazla nem içerdiği durumlarda kuruma süresi uzamakta ve enerji maliyetleri artmaktadır (Banı 2014).

Kuruma hızına etki eden faktörlerden bir diğeri olan kurutucu hava hızı, kurutma sırasında gıdanın yüzeyinde tabaka halini alan suyun uzaklaşmasını sağladığı için önem arz etmektedir. Kurutmanın etkin bir şekilde ilerlemesi, kurutma havasının devamlı olarak nem tabakasını uzaklaştırmasıyla mümkün olmaktadır. Buna göre hava hızı arttıkça kuruma hızı da artmaktadır. Ancak 5 m/s'den daha yüksek hızda uygulanan havanın kuruma hızına bir etkisi olmamaktadır. Sisteme çok yüksek hızda kurutma havasının verilmesiyle gıdanın içinden yüzeye doğru su taşınımı bozulmakta, gıda

yüzeylerinde çatlaklar meydana gelmektedir. Hava hızının düşük tutulması ise kuruma süresini arttırmaktadır (Bayhan 2011).

Suyun 100°C’de kaynaması 1 atmosfer basınç altına gerçekleşmektedir. Basınç düştüğünde kaynama sıcaklığı da düşmektedir. Düşük basıncın uygulanabildiği kapalı sistemlerde daha kısa sürede kaynama noktasına ulaşılmasıyla kurutma daha hızlı gerçekleşmektedir. Gıdaların kurutulmasında vakum uygulamasıyla daha düşük sıcaklıklarda nem uzaklaştırılması sağlanabilmekte ve kuruma süresi kısaltılabilmektedir (Afolabi 2014, Aktaş 2015).

## **2.11. Kurutma Sırasında Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler**

Kurutma işlemi gıdalarda fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar sonucu bazı kalite kayıpları ve kusurlar ile gıdanın besleyici değerinde azalmaya sebep olmaktadır. Gıdada görülen bu değişimler; gıdanın kendine özgü özelliklerine, kurutma prosesi ve depolama şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Kayaardı 1992, Dadalı 2007).

### **2.11.1. Kimyasal değişimler**

Esmerleşme reaksiyonları

Gıdada meydana gelen esmerleşme reaksiyonları gıdanın besin değerinde azalmaya, istenmeyen renk, tat ve görünüm değişimlerine sebep olmaktadır. Esmerleşme reaksiyonlarının hızı kurutma sıcaklığına, ürünün pH ve nem içeriğine, ısı işlem süresine ve reaktiflerin yoğunluğu ile yapısına bağlıdır. Şeker içeriği fazla olan ve yüksek sıcaklıklarda ısı işlemine maruz kalan gıdalarda daha çok görülen bu reaksiyonlar, gıdanın depolandığı süreçte de devam edebilmektedir. Enzimatik olmayan bu reaksiyonlar Maillard reaksiyonları ve karamelizasyon olarak ikiye ayrılmaktadır (Valentina ve ark. 2016).

Louis Maillard tarafından glisin ve glikozun reaksiyona girmesi sonucu kahverengi pigmentlerin oluştuğu bulunmuş ve reaksiyon Maillard reaksiyonu olarak tanımlanmıştır. Bir dizi reaksiyon sonucu meydana gelen bileşikler, indirgen şekerlerin serbest aldehit ya da keton gruplarını içermesi ve proteinlerde bulunan  $\alpha$ -amino nitrojeni ile kolaylıkla tepkimeye girmesi sonucu oluşmakta, reaksiyonunun hızı ortam sıcaklığı, pH’sı, su aktivitesi, ortamda bulunan indirgen şekerler ve aminoasit içeriği ile metal



iyonlarına bağılı olarak değişmektedir (Bastos ve ark. 2012). Reaksiyonun gerekleştii ortamda su olması gerekmekte, %2'nin altında su bulunan gıdalarda Maillard reaksiyonu görülmemektedir. %15-20 nemli gıdalarda reaksiyonun çok hızlı gerçekleşmesi kurutulacak ürünlerde bu aralığın hızla geçilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Sıcaklık ve pH arttıkça reaksiyon hızı artmakta, pH 5-6 aralığında reaksiyon hızı düşmektedir (Kayaardı 1992).

Karamelizasyon ise gıdanın yüksek sıcaklıklarda ısıı işlem görmesi sonucu şekerin erime noktası üstündeki sıcaklıklarda karamelize olması sonucu görülmektedir. Şekerin yapısına bağılı olarak karamelize olma sıcaklıkları değişkenlik gösterse de genel anlamda asit veya baz katalizörlüğünde, 120°C üstündeki sıcaklıklarda ve pH değeri 3-9 arasında iken görülmektedir. Karamelizasyon sonucu oluşan bileşenler gıdada acı ve yanık tat oluşumuna sebep olduğundan istenmeyen sonuçlara sebebiyet vermektedir. Benzer şekilde Maillard reaksiyonu sonucu ortaya çıkan ürünlerden bazıları toksik ve karsinogenik etki gösterebilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda oluşan akrilamid, bu bileşenlere örnektir. Bu iki reaksiyonun etkilerini azaltmak adına çeşitli önlemlerin alınması tavsiye edilmektedir. Bunlardan bazıları düşük asitlik için gıda formülasyonuna sitrik asit gibi asitleri dahil etmek, derin yağda kızartmadan kaçınarak düşük sıcaklık uygulamalarını ve alternatif üretim yöntemlerini kullanmak, formülasyona sülfite gibi bileşenleri ilave etmektir (Dadalı 2007, Yakıcı 2012).

#### Lipid oksidasyonu

Lipid oksidasyonu oksijenli ortamda metal iyonlarının katalizörlüğü sonucu meydana gelen ve gıdalarda bulunan yağda çözünen vitamin ve pigment kayıplarına, ransiditeye ve istenmeyen lezzete (off-flavor) sebep olan reaksiyondur. Oksidasyonu etkileyen faktörler nem içeriği, yağ asidi çeşidi, oksijen içeriği, UV ışınların varlığı, sıcaklık, metallerin varlığı, doğal antioksidanların varlığı, enzim aktivitesi, protein içeriği, serbest aminoasit içeriği ve diğer kimyasal reaksiyonlardır. Literatürde nem içeriğinin düşürülmesinin reaksiyon hızını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte depolama sırasında lipid oksidasyonunu engellemek amacıyla antioksidan ilavesi, vakum paketleme veya ambalaj içerisine inert gaz ilavesi önerilmektedir (Aktaş 2015, Valentina ve ark. 2016).

## Renk değişimleri

Gıda ürünlerinin rengi gıdanın kalitesiyle ilgili bilgi veren ve tüketicinin kararını etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Gıda maddelerine renk veren pigmentler enzimatik veya enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu okside olmaya yatkındırlar. Bu sebeple kurutma işlemi sırasında renk kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlardan dolayı değişebilmekte, reaksiyonların hızları ise kurutma yöntemlerinden ve işlem parametrelerinden etkilenmektedir. Yüksek sıcaklıklar ve uzun kurutma süreleri renk değişimlerini hızlandırmakta, koruma yöntemi olarak kükürt dioksit veya askorbik asit uygulamaları önerilmektedir (Bonazzi ve Dumoulin 2011).

### 2.11.2. Fiziksel değişimler

#### Rehidrasyon ve büzülme

Kurutulmuş bir ürünün tekrar su alma kapasitesi olarak tanımlanan rehidrasyon, hücreler ve dokunun kapiler yapısının bozulması, hücrelerdeki tuzların konsantre olması sonucu proteinlerin denatüre olması ile daha az su tutması, nişasta ile gam maddelerinin de aynı sebeple daha az hidrofilik yapıda olması gibi kurutma esnasında meydana gelen kimyasal ve yapısal değişimler, kurutma şartları, ön işlemler ve ürün yapısına göre değişmektedir (Bingöl 2010). Kurutulmuş gıdaların bir kalite parametresi olan rehidrasyon kapasitesi, kuru gıdanın yeniden su içerisine bırakıldığında işlem öncesi içerdiği suya karşılık absorbladığı suyun miktarıyla ilgilidir. Gıdanın kurutma işleminden önce ve sonraki su içeriği aynı ise gıdanın mükemmel nitelikte olduğuna karar verilir. Bu durum dondurarak kurutulan ürünlerde geçerli olmakla birlikte özellikle sıcak havayla kurutulan ürünlerde rehidrasyon kapasitesi düşük bulunmaktadır (Aktaş 2015).

Büzülme kurutmanın ilk aşamalarında %40-50 oranında görülmekte, yüzey alanının küçülmesi ve yapının sert bir hal alarak su geçişini azaltması sonucu kuruma hızının yavaşlamasına sebep olmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda yapılan kurutmanın birim zamanda ayrılan su miktarının artışına bağlı olarak büzülmeyi de arttırdığı görülmüştür. Gıda ürünlerinde büzülmenin azaltılması için kullanılan havanın daha nemli olması ve düşük kurutma sıcaklıklarının uygulanması önerilmektedir (Dadalı 2007).

### **2.11.3. Biyokimyasal değişimler**

#### **Vitamin kayıpları**

Gıdaların kurutulması sırasında oksidasyon veya ısı uygulaması sonucu vitamin kayıpları meydana gelmektedir. Depolama sırasında da süren vitamin degradasyonları kullanılan kurutma yöntemine bağlı olarak da değişmektedir. Örneğin güneşte kurutma yönteminde modern kurutucuların kullanımına kıyasla karoten ve C vitamininde daha fazla kayıp meydana gelmektedir (Demiray 2009).

Vitamin kayıplarını azaltmak adına daha düşük sıcaklıklarda ve daha nemli hava kullanımıyla kurutma prosesini uygulamak, kuruma süresini azaltmak, daha düşük sıcaklık ve nemde, ışık geçirmeyen ve düşük oksijenli bir ortamda gıda ürününü depolama önerilmektedir (Ayan 2010).

#### **Protein kayıpları**

Kurutma işleminin sonucu meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler protein miktarında azalmaya sebep olmaktadır. Deaminasyon, oksidasyon ve hidroliz gibi pek çok reaksiyon protein kaybına yol açan geri dönüşümsüz olaylardır. Nem içeriği, sıcaklık, kullanılan katkı maddeleri ve kurutma yöntemi bozunma reaksiyonlarını etkileyen parametrelerdir (Emami ve ark. 2018). Yüksek sıcaklık ve uzun süreli kurutmalarda protein yapısının bozulması sonucu fonksiyonel özellikleri etkilenmekte ve daha az faydalı hale gelmektedir. Bununla birlikte düşük sıcaklık uygulamalarının protein sindirilebilirliğini arttırdığı bilinmektedir (Bonazzi ve Dumoulin 2011).

### **2.11.4. Mikroorganizmaların inaktivasyonu**

Gıdaların mikroorganizma kaynaklı bozunmalarını engellemek için kurutma yöntemi kullanılarak su aktivitesini düşürmek uzun zamandan beri kullanılan bir yöntemdir. Kurutma uygulaması sırasında yüksek sıcaklık dereceleri ve mikroorganizmaların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli olan suyun uzaklaştırılması sonucu gıdada bulunan mikroflora azalmaktadır (Ayhan 2014).

Çoğu mikroorganizmanın ihtiyacı olan su aktivitesi farklı olsa da, su aktivitesi 0,6'dan düşük olduğunda mikroorganizma gelişimi durmaktadır. Aynı zamanda mikrobiyolojik

açıdan güvenli ürün eldesi için mikroorganizma yükü düşük hammadde kullanımı ve üretim sırasında hijyenik koşulların sağlanması gerekmektedir (Demiray 2009).

## **2.12. Kurutma Kinetiği**

Kinetik modelleme proses sırasında meydana gelen kimyasal, biyokimyasal ve fiziksel değişimleri kantitatif olarak tanımlamaya yardımcı olmaktadır. Kurutma kinetiğinin incelenmesi bir ürünün kuruma davranışını ortaya koymak amacıyla yapılmaktadır. Bu amaçla nem uzaklaştırma prosesi ve işlemin proses değişkenleriyle ilişkisi bir kurutma modeliyle açıklanmaktadır (Karakaplan 2017, Inyang ve ark. 2018).

Kütle ve enerji korunumu ile termodinamik yasalara dayanan bu modellerin kullanımı gıdalar için en uygun kurutma şartlarının belirlenmesine, proses ekipman tasarımı ve geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Kurutma koşullarını belirleyen tüm bu parametreler matematiksel eşitliklere dâhil edilmiştir (Cesur 2013, Ertekin ve Fırat 2017).

### **2.12.1. İnce tabaka kurutma modelleri**

İnce tabaka kurutma, tabaka halinde ürünlerin kurutulması işlemidir. Bu şekilde ısının örnekler üzerinde homojen olarak dağılması sağlanmaktadır. Son yıllarda gıdaların kuruma davranışlarını açıklamada uygulanmasının kolay olması ve az veri ihtiyacından dolayı sıkça kullanılmaktadır (Alibas 2014, Kutlu ve ark. 2015).

İnce tabaka kurutma modelleri teorik, yarı teorik ve ampirik modeller olarak 3 ana başlık altında toplanmaktadır. Fick'in ikinci yasasından yararlanılarak oluşturulan teorik kinetik modellerde kurutmaya etki eden dış faktörler dikkate alınmaktadır. Bu modeller tüm proseslere uygun olmasına rağmen kullanımının zor olması sonucu daha az tercih edilmektedir (Gamlı 2014). Fick'in ikinci yasası ve Newton'un soğuma kanunundan yararlanılarak oluşturulan yarı teorik modellerin kullanımı teorik modellere göre daha kolay ve daha az veriye uygulanabilir modellerdir. Öte yandan, bu modeller sadece uygulanan proses şartları altında geçerli olmaktadır (Erbay ve İçier 2009). Ampirik modeller de yarı teorik modellere benzerlik göstermekte ve ürünün kuruma koşulları hakkında sınırlı bilgiler vermektedirler (Pandey ve ark 2015). Kuruma davranışlarında kullanılan bazı ampirik ve teorik modeller Çizelge 2.8'de verilmiştir.

**Çizelge 2.8.** Kuruma davranışlarının incelenmesinde kullanılan bazı matematiksel modeller

<b>Model</b>	<b>Denklem</b>	<b>Kaynakça</b>
Newton	$ANO = \exp(-kt)$	(Bengtsson ve ark. 1998)
Page	$ANO = \exp(-kt^n)$	(Sarsavadiya ve ark 1999)
Modifiye Page I	$ANO = \exp[(-kt)^n]$	(Yaldiz ve Ertekin 2001)
Modifiye Page II	$ANO = \exp[-(kt)^n]$	(White ve ark. 1978)
Henderson ve Pabis	$ANO = a \exp(-kt)$	(Doymaz 2007)
Logaritmik	$ANO = a \exp(-kt) + c$	(Doymaz 2011)
Midilli ve ark.	$ANO = a \exp(-kt) + bt$	(Midilli ve ark. 2002)
İki terimli	$ANO = a \exp(-k_0 t) + b \exp(-k_1 t)$	(Gamli 2011)
İki terimli exponansiyal	$ANO = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-kat)$	(Sharaf-Eldeen ve ark. 1980)
Wang ve Sing	$ANO = 1 + at + bt^2$	(Wang ve Singh 1978)
Difüzyon yaklaşım	$ANO = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-kbt)$	(Yaldiz ve ark. 2001)
Verma ve ark.	$ANO = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-gt)$	(Verma ve ark.1985)

Newton modeli, Newton'un soğuma kanununa çok benzediğinden bu ismi almıştır. Lewis (1921), gıdaların kurutulması sırasında, azalan kurutma evresinde görülen gıdanın nem içeriğindeki değişimin, gıda içindeki nem ve kurutucu hava neminin dengeye geldiği anda, anlık nem miktarının beklenen nem miktarından farkıyla orantılı olduğunu bildirmiştir. Bu farkı Eşitlik 2.1 kullanarak açıklamıştır (Ertekin ve Firat 2017).

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = \exp(-k_0 t) \quad (2.1)$$

Eşitlikte ANO: Ayrılabilir nem oranı, k: Kurutma sabiti ( $s^{-1}$ ), M: Ürünün belirli andaki nem içeriği (g su/g katı),  $M_e$ : Denge nem içeriği (g su/g katı),  $M_0$ : Başlangıç nem içeriği (g su/ g katı), t: Kuruma süresi (s)'dir. Newton modeli, en basit ince tabaka kurutma modelidir (Kucuk ve ark. 2014).

Newton modelinin ampirik olarak değiştirilmesiyle elde edilen Page modeli, Newton modelinde bazı hataların ortaya çıkması üzerine geliştirilmiştir. Hataların, modele boyutsuz bir ampirik sabitin (n) eklenmesiyle büyük ölçüde engellendiği ifade edilmiştir. Modelde iki sabit bulunmaktadır ve model çoğu yarı teorik modelde temel olarak alınmıştır (Onwude ve ark. 2016).

Page modelinin çeşitli modifikasyonlara uğraması sonucu Modifiye Page I ve II modelleri ortaya konmuştur (Erbay ve İçier 2009). Overhults ve ark. (1973) ile White ve ark. (1978), soya fasülyesinin kuruma davranışlarını açıklamak için Page modelini, Modifiye Page I ve II olarak düzenlemişlerdir.

Fick'in ikinci yasasından yararlanılarak ortaya konmuş Handerson ve Pabis modeli, başlangıçta kuruma hızını iyi bir şekilde açıklasa da proses sonunda aynı etkiyi gösterememektedir. Denklem  $k$  eğimi ( $k$ ) kurutma sırasında sadece azalan kuruma evresinde etkin difüzyon katsayısından etkilenmektedir (Ertekin ve Firat 2017).

Logaritmik model Chandra ve Singh (1995) tarafından Handerson ve Pabis modeline ampirik bir terimin eklenmesiyle elde edilmiştir. Yağcıoğlu ve ark. (1999), bu modeli defne yapraklarının kuruma davranışını açıklamada kullanmıştır (Erbay ve İçier 2009).

Midilli ve ark.(2002), Handerson ve Pabis modelinde değişiklikler önererek Midilli ve ark. modelini literatüre kazandırmıştır. 4 sabiti olan bu model pek çok çalışmada kullanılmış ve birçok gıdanın kuruma davranışını açıklamaya yardımcı olmuştur (Kucuk ve ark. 2014).

Fick'in ikinci yasasından yasası kullanılarak elde edilen bir başka model olan iki terimli ince tabaka modelinde birinci kısım kurutma işleminin son bölümünü ifade ederken ikinci kısım ise kurutma işleminin başlangıcını açıklamaktır. Boyutsuz iki ampirik sabit ve deneysel verilerden elde edilebilecek sabit içeren bu model nem içeriği yüksek meyve ve sebzelerin çoğunda kullanılabilir bir eşitliktir (Onwude ve ark. 2016).

Sharaf-Eldeen ve ark. (1980), iki terimli modelin ikinci kısımda bulunan  $b$  sabitinin yerine başlangıç anında ayrılabilir nem oranının 1 değerine eşit olması için  $(1-a)$  teriminin olması gerektiğini vurgulayarak modeli değiştirmiş ve bu model iki terimli exponansiyal model olarak bildirilmiştir.

İki terimli exponansiyal modelin ampirik bir sabit eklenerek modifiye edilmesiyle ortaya çıkan Verma ve ark. modeli, pirincin kuruma davranışının açıklanmasında kullanılmıştır (Ertekin ve Firat 2017).

Verma ve ark. modelinde bulunan kurutma sabiti ( $k$ ) ve “ $g$ ” sabitinin ayrılmasıyla difüzyon yaklaşım modeli literatüre kazandırılmıştır. Yaygın olarak kullanılan modelde toplamda dört sabit bulunmaktadır (Kucuk ve ark. 2014).

Wang ve Sing (1978), pirincin kuruma davranışını açıklamak üzere Wang ve Sing modelini geliştirmişlerdir. Deneysel verilere uygulanmasının kolay olmasıyla ön plana çıkan modelin teorik yorumlamasının olmaması kullanımını sınırlandırmaktadır (Onwude ve ark. 2016).

### 2.12.2. Etkin difüzyon katsayısının hesaplanması

Kurutma sırasında katılarda görülen difüzyon moleküler difüzyon, kılcal akış, hidrodinamik akış veya yüzey difüzyonunu içerebilen karmaşık bir işlemdir. Crank (1975), Fick’in difüzyon eşitliğini kullanarak ve bazı kabuller yaparak azalan hız periyodunda görülen kurutma karakteristiklerini tanımlamıştır. Bu kabuller; nem transferinin sadece difüzyon yoluyla olduğu, üründe büzülmenin olmadığı, sıcaklık ve difüzyon katsayısının sabit olduğu ve kuruma süresinin uzun olduğu varsayımını içermektedir (Erbay ve İçier 2009, Kutlu ve ark. 2015).

$$ANO = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[ -\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D_{\text{eff}} t}{4L^2} \right] \quad (2.2)$$

Eşitlik 2.2’de; ANO: Ayrılabilir nem oranı ( $M/M_0$ ),  $D_{\text{eff}}$ : Etkin difüzyon katsayısı ( $\text{m}^2/\text{s}$ ),  $t$ : Kuruma süresi (s),  $L$ : Gıdanın dilim kalınlığının yarısını (m) ifade etmektedir.

Uzun kurutma sürelerinde bu formülün ilk kısmı kullanılmakta ve eşitlik logaritmik halde yazıldığında Eşitlik 2.3’te görüldüğü gibi ifade edilmektedir.

$$\ln ANO = \ln \frac{8}{\pi^2} - \frac{\pi^2 D_{\text{eff}} t}{4L^2} \quad (2.3)$$

Ayrılabilir nem oranının doğal logaritmasının zamana karşı çizilmesi sonucu, elde edilen grafiğin eğimi kullanılarak  $D_{\text{eff}}$  değerleri hesaplanmaktadır. Eşitlik 2.4’de  $K$ , doğrunun eğimini göstermektedir. Hesaplama yapılırken sıcaklığın her noktada eşit olduğu varsayılmaktadır (Alibas 2014).

$$K = [(\pi^2 D_{\text{eff}})/(4L^2)] \quad (2.4)$$

Etkin difüzyon katsayısı gıdanın sıcaklığı, tekstürü ve nem içeriği gibi özelliklerinden etkilenmektedir. Etkin difüzyon katsayısının hesaplanmasında kullanılan varsayımlar ince tabaka modellerinin hesaplanmasında kullanılan varsayımlarla uyumludur ancak tüm varsayımlarda olduğu gibi hesaplamalarda hata payı bulunmaktadır. Bu hata payı  $D_{\text{eff}}$ 'in hava hızı gibi dış koşullardan da etkilenmesinden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte etkin difüzyon katsayısının hesaplanması, farklı ürünler arasında nicel olarak karşılaştırma yapmayı sağlayan bir uygulamadır. Denklemler kullanılarak tüm kurutma prosesini kapsayan ortalama bir difüzyon katsayısı hesaplanması sağlanmaktadır. Kurutma karakteristiklerinin belirlenmesi açısından  $D_{\text{eff}}$ 'in hesaplanması önem arz etmektedir (Erbay ve İçier 2009, Chayjan ve ark. 2015)



### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1.Materyal

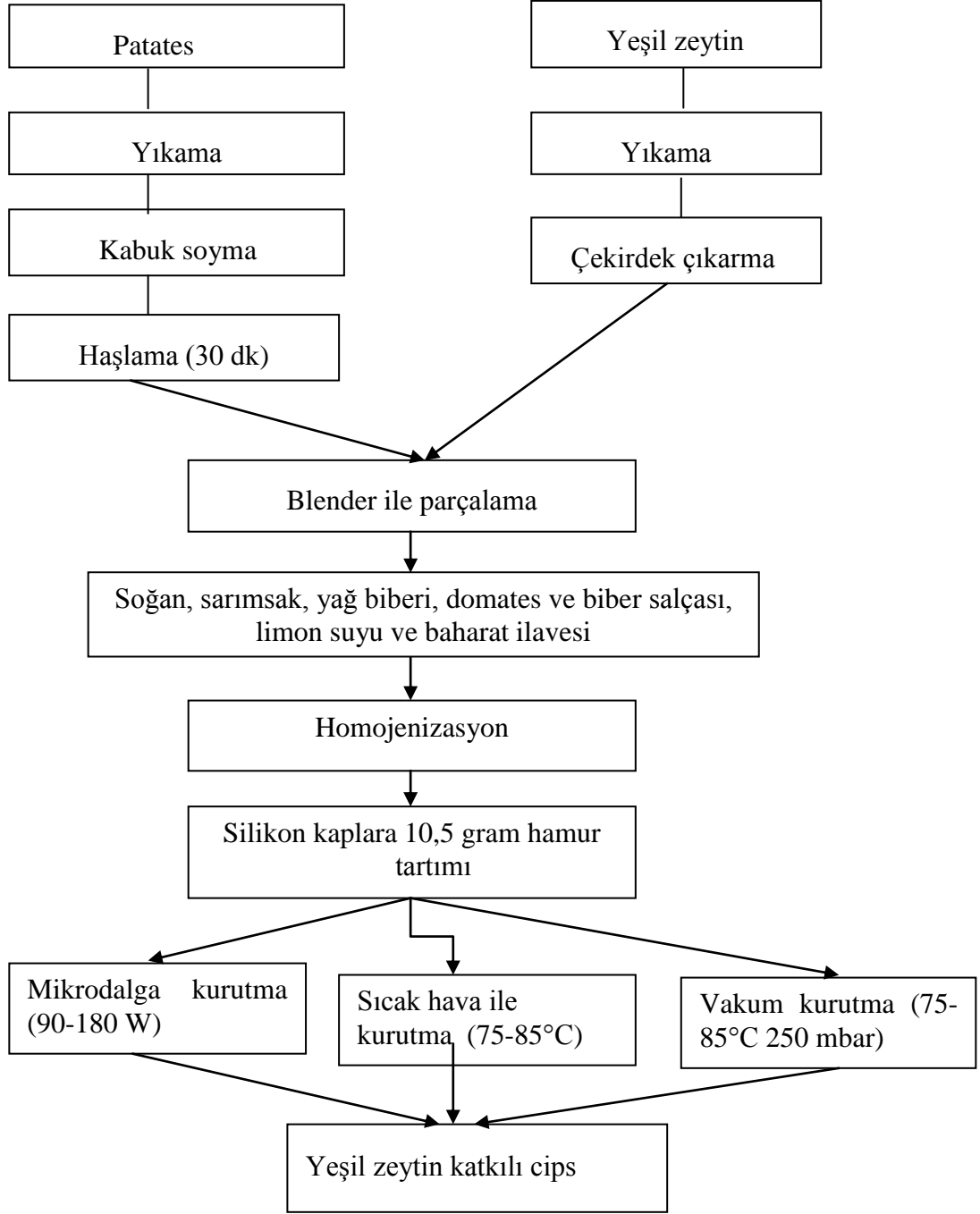
Çalışmada materyal olarak patates (*Solanum tuberosum* L.), Domat cinsi yeşil zeytin (*Olea europaea* L.), nohut (*Cicer arietinum* L.), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), yağ biberi (*Capsicum annum* L.), limon (*Citrus limoni*) suyu, soğan (*Allium cepa* L.), sarımsak (*Allium sativum* L.), domates ve biber salçası, nane (*Mentha piperita*), sumak (*Rhus Coriaria* L.), kekik (*Thymus vulgaris* L.), zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe), zerdeçal (*Curcuma longa* L.) ve köri baharatı kullanılmıştır.

#### 3.2.Yöntem

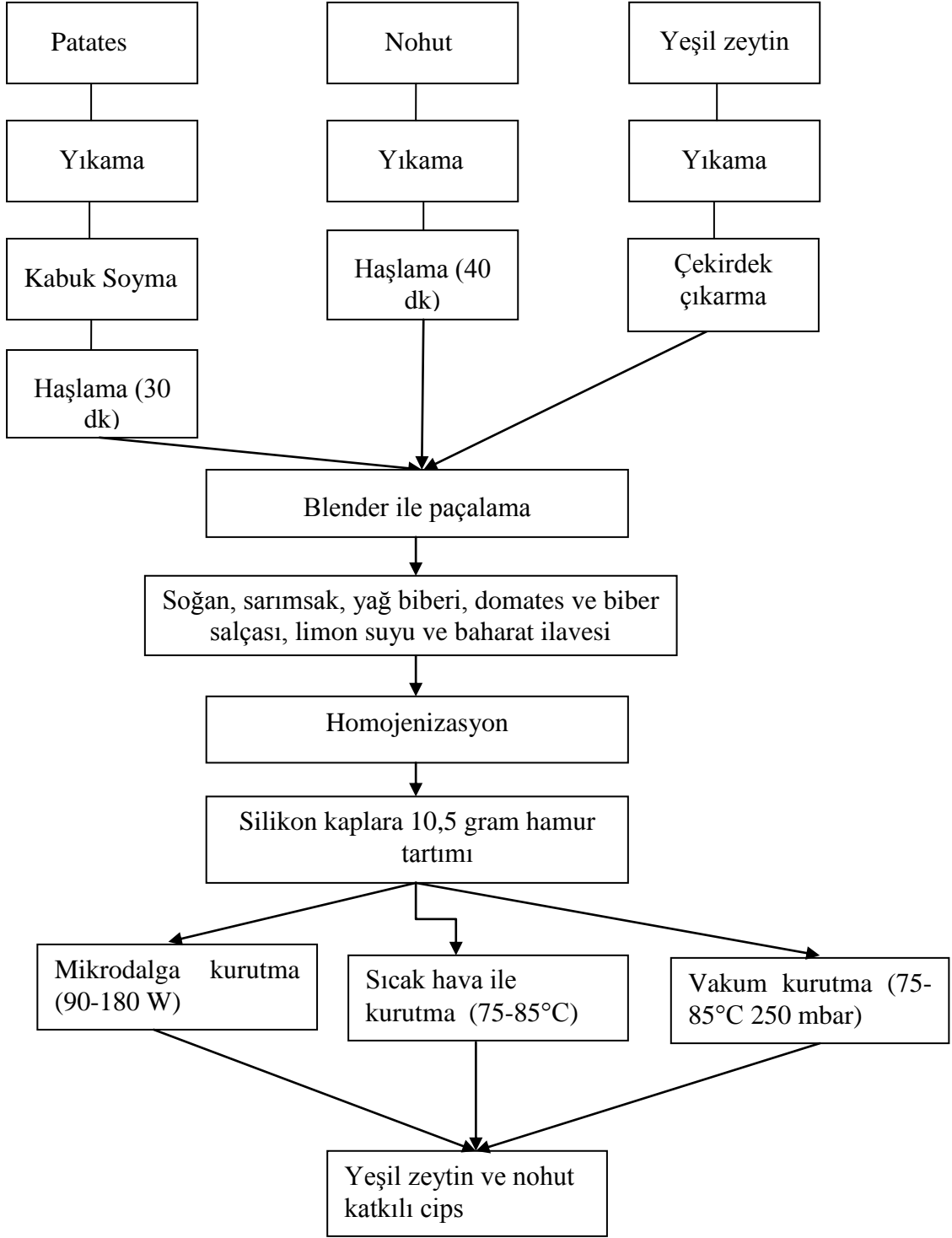
Üretime başlanmadan önce patatesler yıkanıp soyulmuş, kabuklarından ayrılan patatesler 30 dakika boyunca kaynatılmıştır. Fasulye ve nohut cips üretiminden bir gün önce ılık suda bekletilmiştir. Suyu değiştirildikten sonra fasulye 40 dakika, nohut 60 dakika süreyle kaynatılmıştır. Yeşil zeytinler ise salamuradan alınıp yıkanmış ve çekirdekleri çıkartılmıştır. Daha sonra Çizelge 3.1’de belirtilen miktarda patates, yeşil zeytin, nohut ve fasulye tartılıp, rendeli el tipi blender (Arçelik K 1260 RHB) kullanılarak hamur hazırlanmıştır. Patates hamuruna diğer hammaddelerin ilavesi işlemini takiben yine hamura çizelgede belirtilen miktarlarda baharatlar, domates ve biber salçası ile limon suyu eklenerek el tipi blender ile karışımın homojenizasyonu sağlanmıştır. Elde edilen hamurdan 10,5 gram tartılarak silikon kapların daire şeklindeki tabanına düzgün şekilde yerleştirilmiştir. Bu sırada hamurların başlangıç nem içeriği, nem tayin cihazı (Sartorius MA, Almanya) kullanılarak yeşil zeytin katkılı hamur için; 3,37 g su /g km, yeşil zeytin- nohut katkılı hamur için 2,87 g su/g km ve yeşil zeytin-fasulye katkılı hamur için 3,05 g su/g km olarak ölçülmüştür. Cips üretimi 75 ve 85°C’de sıcak hava ile kurutma (Yücebaş Y35, Türkiye), 75 ve 85°C’de ve 250 mbar’da uygulanan vakum kurutma (Memmert VO400, Almanya) ve 90 ve 180 W gücün uygulandığı mikrodalga kurutma (Bosch hmt 812 B/01, Germany, and 2450 MHz) kullanılarak üretilmiştir. Üretim akış diagramları Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3’te verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Cips formülasyonları

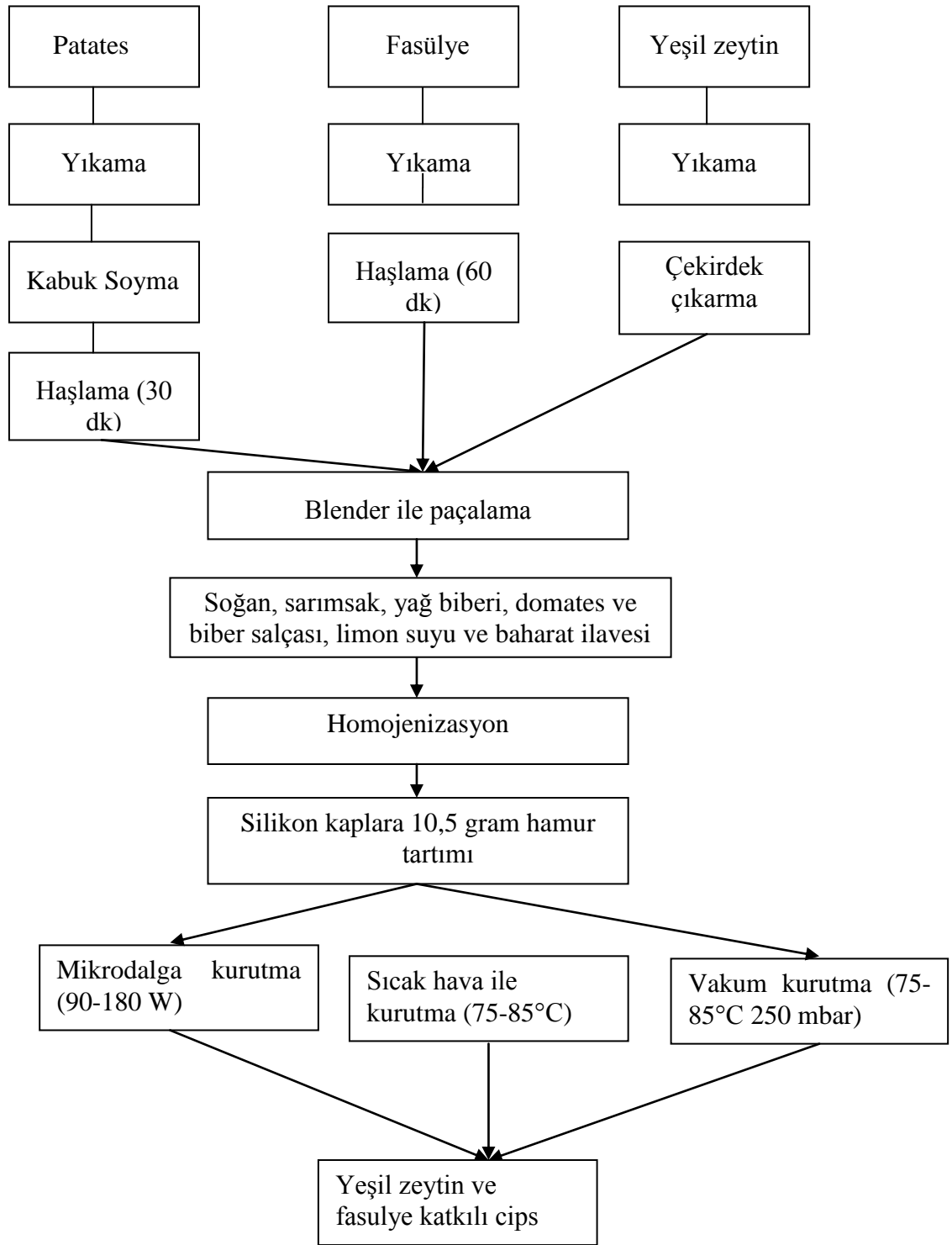
<b>Hammadde</b>	<b>Zeytin katkı cips</b>	<b>Zeytin-nohut katkı cips</b>	<b>Zeytin-fasulye katkı cips</b>
Patates	70 g	60 g	60 g
Yeşil zeytin	30 g	20 g	20 g
Nohut	-	20 g	-
Fasulye	-	-	20 g
Yağ biberi	1 g	1 g	1 g
Domates salçası	0,15 g	0,15 g	0,15 g
Biber salçası	0,15 g	0,15 g	0,15 g
Soğan	0,1 g	0,1 g	0,1 g
Sarımsak	0,2 g	0,2 g	0,2 g
Nane	0,05 g	0,05 g	0,05 g
Sumak	0,7 g	0,7 g	0,7 g
Kekik	0,1 g	0,1 g	0,1 g
Köri	0,2 g	0,2 g	0,2 g
Zencefil	0,1 g	0,1g	0,1g
Zerdeçal	0,1 g	0,1g	0,1g
Limon suyu	5 mL	5 mL	5 mL



**Şekil 3.1.** Farklı kurutma parametreleri ve yöntemleri kullanılarak elde edilen yeşil zeytin katkı cipsin üretim akış diagramı



**Şekil 3.2.** Farklı kurutma parametreleri ve yöntemleri kullanılarak elde edilen yeşil zeytin-nohut katkılı cipsin üretim akış diagramı



**Şekil 3.3.** Farklı kurutma parametreleri ve yöntemleri kullanılarak elde edilen yeşil zeytin-fasulye katkılı cipsin üretim akış diagramı

Sıcak hava kurutma için kullanılan tepsili kabin kurutucunun sıcaklık aralığı 40-120°C ve bağıl nem aralığı %20-%95 aralığında değişmektedir. Bu çalışmada cips numunelerine uygun olarak çalışılacak sıcaklıklar 75 ve 85°C olarak belirlenmiş, bağıl nem değeri ise %20 olarak ayarlanmıştır. 3 tepsili kabinin tepsi boyutları 40x60 ebadında olup, delikli paslanmaz çelik ve telden şeklindedir. Kurutma yapılırken boş kalan tepsiler, ısı transferini etkilememesi amacıyla cihaz içerisinden çıkarılmıştır.

Vakum kurutmada kullanılan VO400 model vakum kurutucu 550x680x480 mm boyutlarında, çalışma sıcaklık aralığı 20-200°C ve uygulanabilir vakum aralığı 5-1100 mbar aralığında değişmektedir. Cihaz paslanmaz çelikten yapılmış olup, sıcaklık ve vakum ayarlamaları dijital olarak yapılmaktadır. Kurutmada vakum ortamı oluşturmayı sağlayan pompanın enerji tüketimi 220 W'tır. Bu çalışmada uygulanacak sıcaklık dereceleri 75-85°C ve vakum değeri 250 mbar olarak seçilmiştir.

Mikrodalga kurutma için Bosch ev tipi mikrodalga fırın kullanılmıştır. 2450 MHz'lik bu fırının 60 dakikaya kadar zaman ayarı ve 900 watta kadar güç uygulaması mümkündür. İçte bulunan döner tabağın ölçüsü 245 mm'dir. Buna göre mikrodalga kurutma uygulaması için bu çalışmada 90-180 W güç değerleri belirlenmiştir. Kurutma cihazlarının genel görünümü Şekil 3.4'te verilmiştir. Kurutma prosesi sırasında öncelikle her yarım saatte bir, daha sonra ise kuruma hızına bağlı daha kısa aralıklarla belirlenen örneklerden tartım alınmış ve kurutmanın takibi sağlanmıştır. Cips örneklerinin son nem değerleri 0,03 g su/g km düzeyine geldiğinde kurutma sonlandırılmıştır. Şekil 3.5'te bazı kurutulmuş cips örneklerinin görüntüleri yer almaktadır.



(a)



(b)



(c)

**Şekil 3.4.** Cipslerin üretiminde kullanılan kurutucu çeşitleri [a; tepsili kabin kurutucu (Yücebaş Y35, Türkiye), b; vakum kurutucu (Mammert VO400, Almanya) ve c; mikrodalga kurutucu (Bosch hmt 812 B/01, Germany, and 2450 MHz)]



**Şekil 3.5.** Mikrodalga kurutma (90 W) uygulanarak kurutulmuş yeşil zeyin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cips örnekleri

### 3.3. Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi

#### 3.3.1. Kurutma eğrilerinin oluşturulması ve kuruma hızının hesaplanması

Kurutma eğrileri nem içeriğinin zamanın ve kuruma hızının bir fonksiyonu olarak nem içeriğinin zamana karşı ve kuruma hızına karşı grafiğe geçirilmesi ile elde edilmiştir. Kuruma hızı belirli bir t anında gıdada bulunan nemin zamana bölünmesi ile hesaplanmıştır.

$$DR = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (3.1)$$

Bu eşitlikte; DR: Kuruma hızı (g su/g km dk), t: Zaman (dk), x: t anında üründe bulunan nem miktarını (g su/g km) ifade etmektedir.

#### 3.3.2. Kurutmanın matematiksel modellenmesi

Kurutma parametrelerinin tanımlanması için yapılan modellemelerde ayrılabilir nem oranları (ANO) Eşitlik 2.1 kullanılarak hesaplanmıştır. Örneklerin kuruma karakteristiklerini belirlemek için bu çalışmada kullanılan ince tabaka modelleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Modeller kurutma verilerine uygulanmış ve JMP programı kullanılarak (JMP Ver. 7.0) belirleme katsayısı ( $R^2$ ), tahmini standart hatası (RMSE) ve ki-kare ( $\chi^2$ ) değerleri belirlenmiştir. Bu istatistiksel değerler Eşitlik 3.2 ve 3.3 kullanılarak hesaplanmıştır:

$$RMSE = \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (ANO_{\text{tahmini}} - ANO_{\text{deneysel}})^2 \right]^{1/2} \quad (3.2)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (ANO_{\text{tahmini}} - ANO_{\text{deneysel}})^2}{(N-n)} \quad (3.3)$$

Bu eşitliklerde;  $ANO_{\text{tahmini}}$ : Modellerden elde edilen tahmini ayrılabilir nem oranını,  $ANO_{\text{deneysel}}$ : Deneysel verilerden elde edilen ayrılabilir nem oranını, N: Deneysel veri sayısını ve n: Modellere ait sabit sayısını ifade etmektedir.

Ürünlerin kuruma karakteristiklerini tanımlayan en uygun model,  $R^2$  değeri 1'e, RMSE ve  $\chi^2$  değerleri 0'a en yakın olan model olarak alınmıştır.



**Çizelge 3.2.** Cipslerin kuruma karakteristiklerini belirlemek için kullanılan ince tabaka modelleri

Model	Denklem
Newton	$MR = \exp(-kt)$
Page	$MR = \exp(-kt^n)$
Modifiye Page	$MR = \exp[-(kt)^n]$
Henderson ve Pabis	$MR = a \exp(-kt)$
Logaritmik	$MR = a \exp(-kt) + c$

### 3.4. Kuru Madde Tayini

Toplam kuru madde tayini, 105°C’de etüvde kurutma yöntemiyle AOAC (2000)’e göre yapılmıştır. Sabit ağırlığa gelene kadar etüvde tutulan tartım kapları desikatörde soğutulup darası alınmış ve bu kaplara her örnekten 2 paralel olacak şekilde 5 g örnek tartılmıştır. Sabit ağırlığa gelen kapların tartımı tekrar yapılmış ve sonuçlar aşağıda belirtilen eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\%Kuru\ madde = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100 \quad (3.4)$$

Bu eşitlikte  $m_1$ : Sabit ağırlığa gelmiş boş tartım kabı ağırlığını (g),  $m_2$ : İçerisinde deney örneği bulunan tartım kabının kurutma işlemi öncesi ağırlığını (g) ve  $m_3$ : İçerisinde deney örneği bulunan tartım kabının kurutma işlemi sonrası ağırlığını (g) ifade etmektedir.

### 3.5. pH’nın Belirlenmesi

Kurutulmuş cipslerden ve proses öncesindeki hamurlardan 5 g örnek alınarak üzerine 45 mL damıtık su eklenmiştir. Bu işlemi takiben örnekler su banyosu içerisinde 50°C’de yarım saat süreyle bekletilmiş ve homojenize edilmiştir. pH değerleri, Sartorius Basic PB-11(Almanya) pH metre ile oda sıcaklığında ölçüm yapılarak saptanmıştır (AOAC 1990).

### 3.6. Titrasyon Asitliğinin Belirlenmesi

Örneklerde titrasyon asitliği AOAC (1985) metoduna göre belirlenmiştir. Cips örnekleri ve hamurdan 2 gram örnek 250 mL’lik balon jojeye tartılmıştır. Örnekler üzerine saf su eklenmiş ve filtre kâğıdından geçirilerek süzülmüştür. Toplam asitlik 0,1 N NaOH ile

pH 8,1 olana denk titre edilerek sarfiyat belirlenmiştir. Örneklerdeki toplam asitlik değeri kuru maddede sitrik asit cinsinden (g/100 g km) olarak ifade edilmiştir. Analiz 2 paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

### **3.7. Tuz Miktarının Belirlenmesi**

Örneklerdeki tuz miktarı Mohr yöntemine göre (AOAC 1975) belirlenmiştir. 250 mL'lik balon jöjeye her örnekten 2 gram tartılmıştır. Örneklerin üzerine saf su eklenip, hacim tamamlanmış ve karışım filtre kâğıdından geçirilerek süzölmüştür. Süzöntüden 10 mL erlenmayere alınarak birkaç damla %5'lik potasyum kromat damlatılmış, 0,1 N AgNO<sub>3</sub> ile titrasyon yapılmıştır. Tuz miktarı kuru maddede (g/100 g km) verilmiştir.

### **3.8. Ham Protein Miktarının Belirlenmesi**

Ham protein miktarı Kjeldahl yöntemi (AOAC 1990) ile belirlenmiştir. Analize hazırlık aşamasında cips örnekleri öncelikle öğütölmüş, ardından 105°C'de etövde 2 saat kurutulmuştur. Daha sonra her örnekten 2 paralel olacak şekilde 1 g kadar tartılarak Kjeldahl balonuna aktarılmıştır. Örnekler yakıldıktan sonra Kjeldahl balonlarına 125 mL %40'lık NaOH ilave edilmiş ve destilasyon düzeneği kurulmuştur. Yeterli miktarda destilat elde edildiğinde, 0,1 N HCl ile menekşe-mor renk oluşuncaya kadar titrasyon yapılmıştır. Protein miktarı (g/100 g km) kuru madde üzerinden ifade edilmiştir.

### **3.9. Kül Miktarının Belirlenmesi**

Toplam kül tayini AOAC (2000)'e göre yapılmıştır. Krozeler 105°C sıcaklıktaki etöve alınıp 1 saat bekletilmiş, desikatöre alınan krozelerin soğuduktan sonra darası alınıp her örnek için 2 paralel olacak şekilde 1 gram örnek tartılmıştır. 550°C'de örnekler yakıldıktan sonra krozeler sabit ağırlığa getirilmiş ve tartımı alınmıştır. Kül miktarı (g/100 g km) kuru madde üzerinden Hesaplanmıştır.

### **3.10. Mineral Madde İçeriğinin Belirlenmesi**

Mineral analizinde, kuru yakma metodu (AOAC 1980) uygulanmış ve örneklerde sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan ve bakır miktarları belirlenmiştir. Bu amaçla 550°C'de örnekler yakıldıktan sonra elde edilen küller 1:1

oranında hazırlanan %96'lık HCl ve saf su çözeltisiyle çözündürülmüş ve süzildükten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.

Belirtilen minerallerin konsantrasyonlarının belirlenmesi amacıyla stok çözeltileri kullanılmış ve elemental analiz Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazı (AAAnalist 400, Perkin Elmer, Waltham, Massachusetts, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda seyreltme katsayıları dikkate alınmıştır.

### **3.11. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi**

Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite ölçümleri için gerekli olan ekstraksiyon işlemi, Montedoro ve ark. (1992) tarafından açıklanan yöntemde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. 3 paralel olacak şekilde her örnekten 2 gram numune alınarak üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltisi (HCl: metanol: saf su; 1,1: 87,9: 11,0) ilave edilmiştir. Örnekler 20°C'de 2 saat boyunca çalkalamalı su banyosuna konulmuş, süre sonunda 3500 rpm'de, 20°C'de 10 dakika boyunca santrifüjlenmiştir. Santifürlenen örnekler süzölmüş ve ekstraktlar hazırlanmıştır.

Toplam fenolik madde miktarı kolorimetrik Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir (Gao 2014). 0,25 mL ekstrakt kapaklı cam tüpe alınıp üzerine 2,3 mL damıtık su ve 0,15 mL Folin-Ciocalteu (FC) ayırıcı eklenerek karışım 15 saniye süreyle vorteklenmiştir. 5 dakika sonra üzerine 0,3 mL doymuş Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (%35) çözeltisinden eklenmiş ve tüp içeriği çalkalanarak karanlık ortamda 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda tüpten alınan örneğin absorbansı, tanık örneğe karşı spektrofotometrede (Shimadzu UV 1208, Japonya) 725 nm'de okunmuş ve sonuç "mg gallik asit eşdeğeri / 100 g olarak kuru madde üzerinden verilmiştir.

### **3.12. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi**

Antioksidan kapasitenin belirlenmesinde DPPH (Yen ve Chen 1995), FRAP (Apak ve ark. 2004) ve CUPRAC (Benzie ve Strain 1996) yöntemleri kullanılıp, ölçümler spektrofotometrik olarak (Shimadzu UV 1208, Japonya) gerçekleştirilmiştir.

### 3.12.1. DPPH yöntemine göre antioksidan aktivite tayini

DPPH yönteminde ekstarktlardan 100 µL alınıp 3,9 mL DPPH 15 mL'lik falkon tüplerine sırasıyla 3 paralel olacak şekilde ilave edilmiştir. Karışım 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve süre sonunda metanole karşı 515 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu UV 1208, Japonya) okuma yapılmıştır. Ölçülen absorbanslar troloxla çizilen kalibrasyon eğrisinden, µmol trolox eşdeğeri olacak şekilde kuru madde üzerinden verilmiştir.

### 3.12.2. FRAP yöntemine göre antioksidan aktivite tayini

Örneklerin radikal süpürme aktivitesinin ölçüm yöntemlerinden biri olan FRAP yönteminde, 100 µL önek üzerine 3 mL FRAP çözeltisi (37°C) ve 300 µL saf su ilave edilmiştir. 37°C'de 30 dakika karanlıkta bekletilen karışımların, süre sonunda 595 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu UV 1208, Japonya) okuması yapılmıştır. Antioksidan kapasite değeri kalibrasyon grafiğinden elde edilen denklem kullanılarak µmol trolox/g örnek olarak kuru madde üzerinden verilmiştir.

### 3.12.3. CUPRAC yöntemine göre antioksidan aktivite tayini

CUPRAC yönteminde spektrofotometrik okuma için 100 µL ekstrakt, 900 µL saf su ve 3 mL CUPRAC çözeltisi 15 mL'lik falkon tüplerine ilave edilmiştir. Karışımlar 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra saf suya karşı 450 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu UV 1208, Japonya) okunmuştur. Örneklerden alınan asorbanslar troloxla çizilen kalibrasyon eğrisinden, µmol trolox eşdeğer olacak şekilde kuru madde üzerinden verilmiştir.

### 3.13. Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Cips ve hamur örneklerinin renk değerleri, Konica-Minolta CR-5 (Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Her örnekten 5 paralel olacak şekilde  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (kırmızılık-yeşillik),  $b^*$  (sarılık-mavilik) ile hue ve kroma değerleri okunmuştur. Kurutma sonucu cipslerde meydana gelen renk değişimini incelemek adına Toplam renk değişimi ( $\Delta E$ ) Eşitlik 3.5 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{[(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2]} \quad (3.5)$$

### **3.14. Sertlik Değerlerinin Belirlenmesi**

Cipslerin sertlik değerleri TA. XT Plus (Stable Micro System, İngiltere) kullanılarak ölçülmüştür. Analiz test parametreleri belirlenmiş; test öncesi, test hızı ve test sonrası cihaz hızları sırasıyla 1,0 mm/sn, 2,0 mm/sn ve 10,0 mm/sn ve test mesafesi 5,0 mm ile örneklere uygulanan kuvvet 0,049 N olarak ayarlanmıştır (Yi ve ark. 2016). Analizde Texture Exponent 32 programı kullanılarak yük-deformasyon grafikleri incelenmiş ve örneklerin sertlik değerleri (N) tanımlanmıştır. Analiz her numune için 5 kez tekrarlanmıştır.

### **3.15. Duyusal Değerlendirme**

Üç farklı cips formülasyonu ve farklı kurutma yöntemleri ve koşulları uygulanarak üretilen cipslerin duyusal analizinde hedonik skala kullanılmıştır (Xu ve ark 1999). Duyusal değerlendirme Bursa Uludağ Üniversitesi personeli ve öğrencilerinden oluşan (18-60 yaş arası) 9 kişilik bir panelist grubuyla gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla örnekler 3 haneli rastgele seçilmiş sayılarla kodlanmış ve panelistlerden örnekleri renk, görünüş, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından puanlaması istenmiştir. Puanlama sistemi; 1: Hiç beğenmedim ve 9: Çok beğendim ifadeleri kullanılarak hazırlanmıştır. Hedonik skala Ek 1'de sunulmuştur.

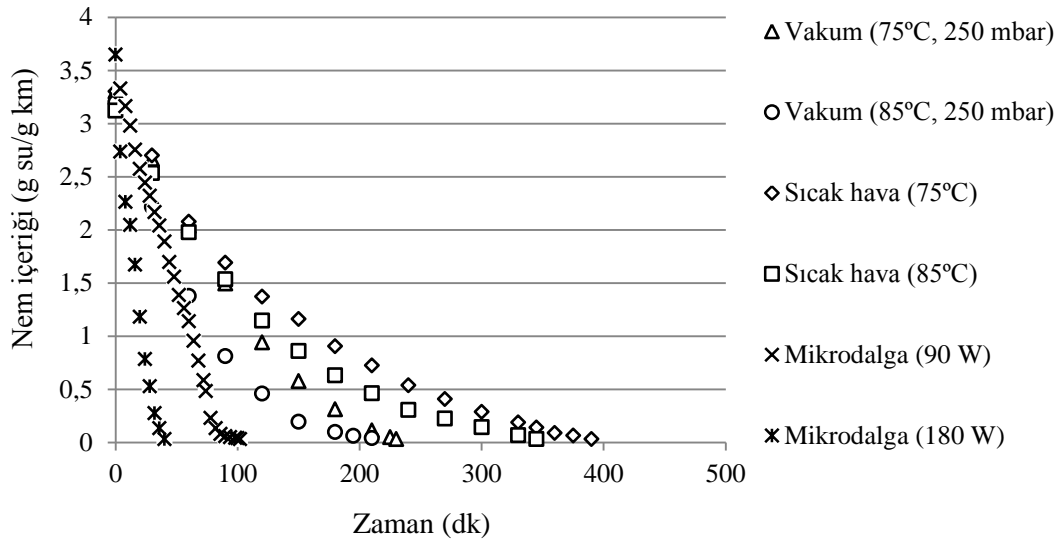
### **3.16. İstatistiksel Analiz**

Analizlerden elde edilen tüm verilerin istatistiksel analizleri, JMP programı (JMP Andr. 7.0) kullanılarak kurutma yöntemleri ve koşulları ile ürün formülasyonları arasındaki farkların örneklerinin kalite parametreleri üzerindeki etkilerinin araştırılması amacıyla tek yönlü bir varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir.  $p < 0,05$  güven düzeyinde anlamlı fark bulunduğunda Tukey's range testi bu farklılıkları belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Veriler, formülasyon farklılıklarına ve kurutma yöntemlerine göre karşılaştırılmıştır. Tüm sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

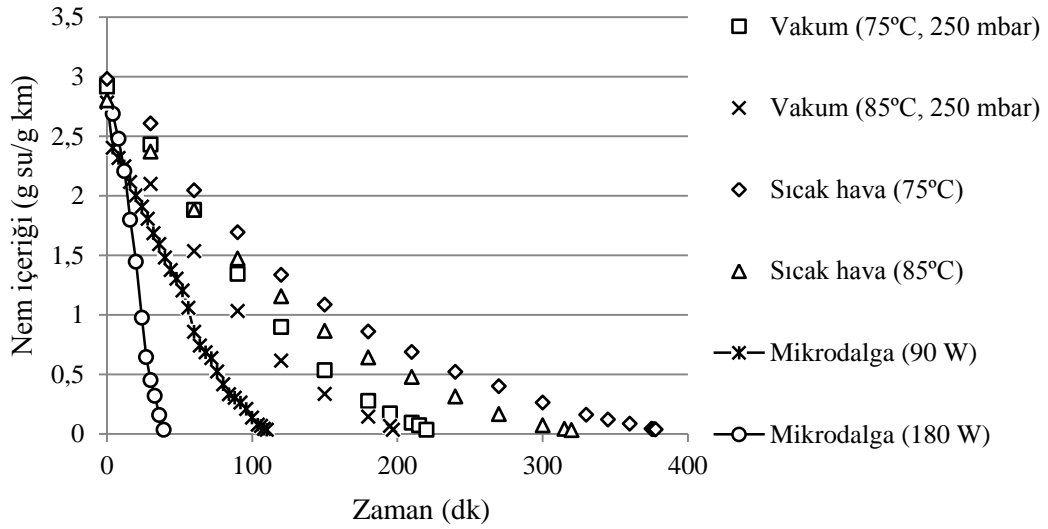
## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Cipslerin Kuruma Eğrileri ve Kuruma Hızları

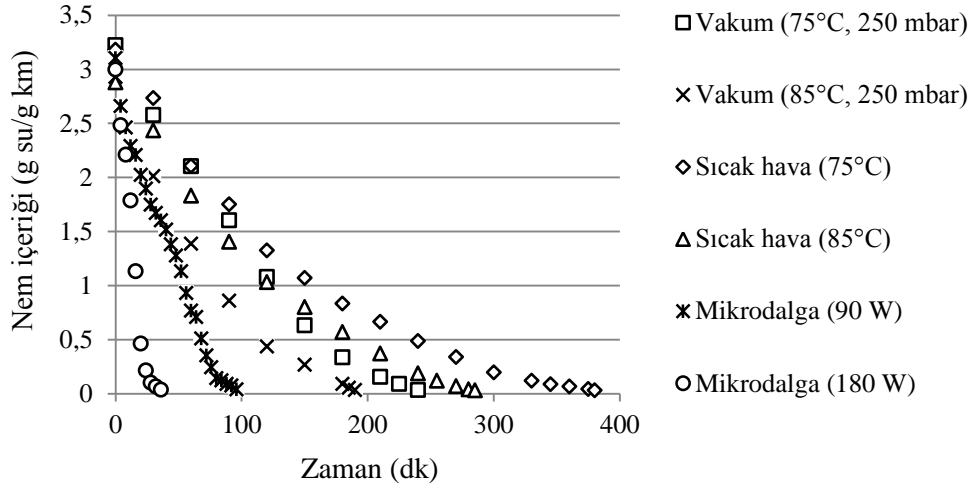
Farklı kurutma yöntemiyle üretilen ürünlerden elde edilen kurutma eğrileri, Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'te verilmiştir. Başlangıç nem seviyeleri sırasıyla 3,37, 2,87 ve 3,05 g su/g km olan yeşil zeytin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı hamurlar, cipslerin son nemi 0,033 g su/g km olana kadar kurutulmuştur. Ürünlerden elde edilen kurutma eğrileri incelendiğinde tüm cipslerin farklı kurutma yöntemlerine benzer kurutma kinetiği gösterdiği görülmüştür. En kısa kuruma süresi yeşil zeytin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde mikrodalga kurutucu (180 W) kullanıldığında sırasıyla 40, 36 ve 39 dakikada sağlanmıştır. Bununla birlikte sıcak hava ile kurutma (75°C) yöntemi uygulandığında istenilen nem değerine ulaşmak için gerekli olan sürenin en fazla bu yöntemde sürdüğü belirlenmiş ve yeşil zeytin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipsler için kuruma süreleri sırasıyla 390, 378 ve 380 dakika olarak kaydedilmiştir. Buna göre, uygulanan tüm kurutma yöntemlerinde, sıcaklık ve güç artışının kuruma süresini azalttığı görülmüştür. Benzer sonuçlar havuç cipsi (Turgay ve Çınar 2009), manyok cipsi (Tunde-Akintunde ve Afon 2010), lahana cipsi (Zhang ve ark. 2011) ve elma cipsi (Filiz 2015) için de bildirilmiştir. Mikrodalga gücünün 2 kat artması yeşil zeytin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin kuruma sürelerinin sırasıyla 2,55, 2,82 ve 2,67 kat azalmasını sağlamıştır. Ek olarak, vakum ve sıcak hava ile kurutmada 10°C sıcaklık artışı kuruma süresinde 0,89-1,33 kat azalmaya neden olmuştur. Sonuçlar, düşük mikrodalga gücü seviyelerinde bile bu tür cips üretimleri için mikrodalga kurutma yöntemi kullanılarak enerji tüketiminin minimum seviyede tutulabileceğini göstermektedir.



**Şekil 4.1.** Farklı kurutma yöntem ve şartlarının uygulandığı yeşil zeytin katkıli cipslerin nem içeriği değerlerinin zamana bağlı değişimi



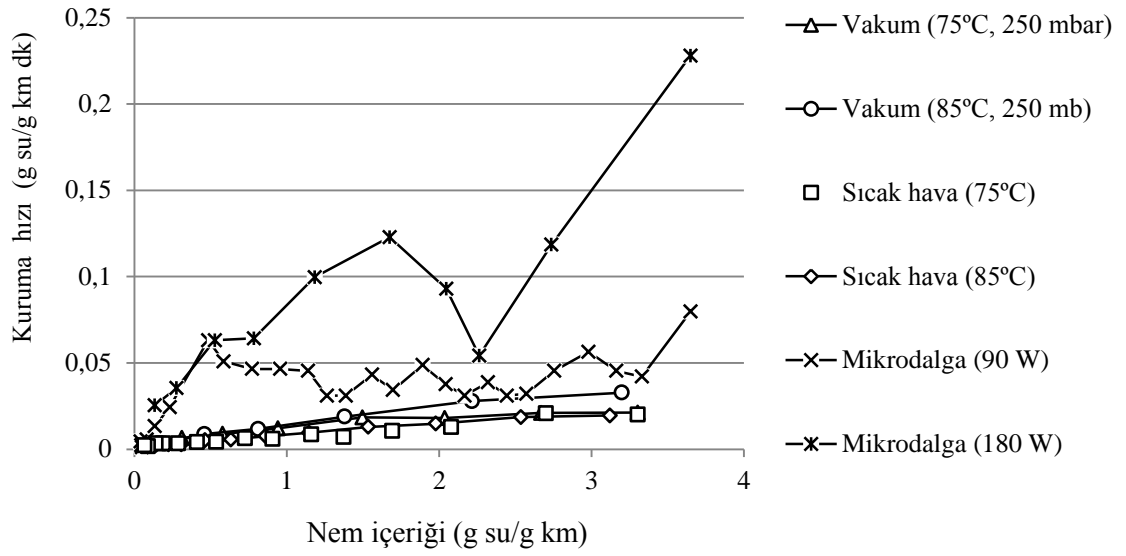
**Şekil 4.2.** Farklı kurutma yöntem ve şartlarının uygulandığı yeşil zeytin-nohut katkıli cipslerin nem içeriği değerlerinin zamana bağlı değişimi



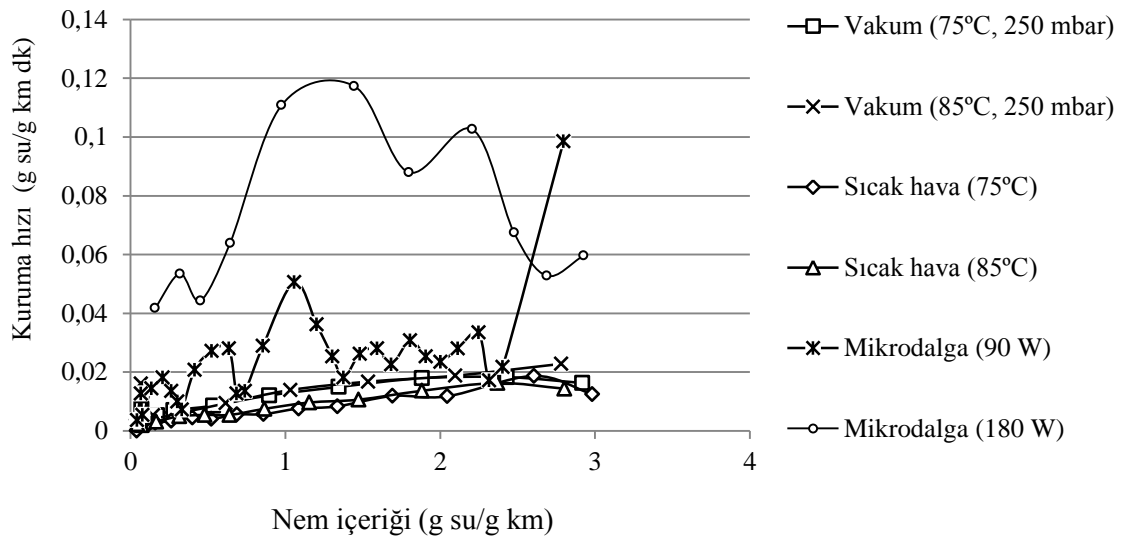
**Şekil 4.3.** Farklı kurutma yöntemleri ve şartlarının uygulandığı yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin nem değerlerinin zamana bağlı değişimi

Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6'nın incelenmesi sonucu farklı formülasyonlara sahip cips hamurlarının farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulması sırasında sabit kuruma hızı evresi gözlenmemiştir. Bununla birlikte cipslerin nem içeriği yarıya indikten sonra, kuruma hızlarında önemli ölçüde azalma görülmüştür. Gıdalarda su miktarının ve ortam sıcaklığının yüksek olduğu durumlarda kuruma hızı da yüksektir. Ancak kurutmanın son evresinde ortam sıcaklığının yüksek olması, su içeriğinin azalması sonucu görülen kuruma hızındaki düşüşe önemli ölçüde etki etmemektir. Bu sebeple kurutma hızlarında önemli ölçüde düşüş görülmektedir (Demiray ve Tulek 2014). Literatürde benzer sonuçlar elma cipsi (Filiz 2015), manyok cipsi (Tunde-Akintunde ve Afon 2010) ve lahana cipsinde (Zhang ve ark. 2011) elde edilmiştir.

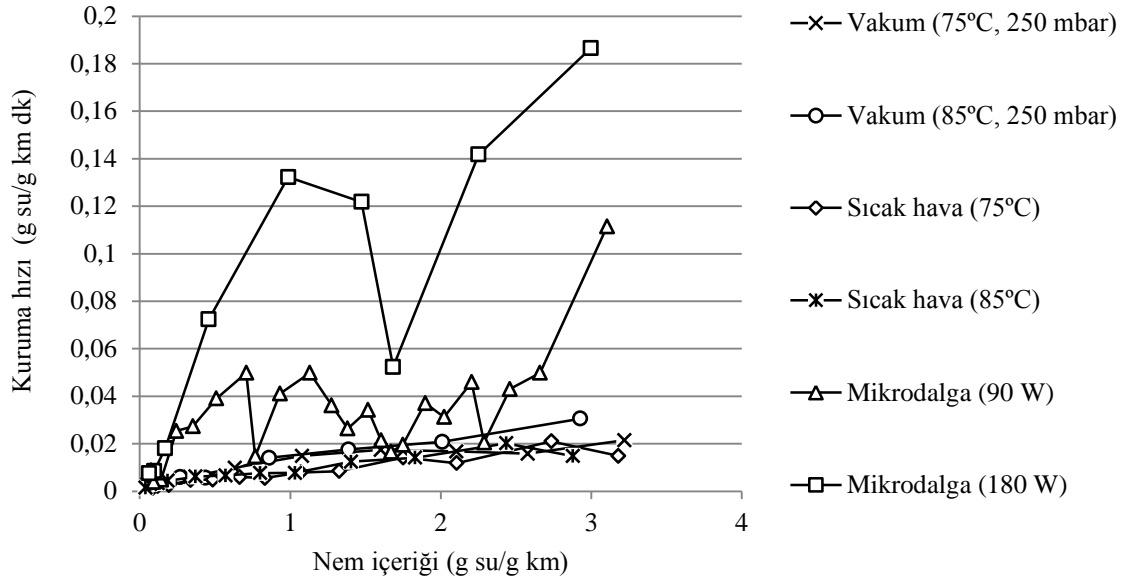




Şekil 4.4. Yeşil zeytin katkılı cipslerin kuruma hızlarının nem içeriklerine bağlı değişimi



Şekil 4.5. Yeşil zeytin-nohut katkılı cipslerin kuruma hızlarının nem içeriklerine bağlı değişimi



**Şekil 4.6.** Yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin kuruma hızlarının nem içeriklerine bağlı değişimi

#### 4.2. Kurutmanın Matematiksel Modellenmesi

Yeşil zeytin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye eklenmiş cipslerin efektif difüzyon katsayısı ( $D_{eff}$ ) değerleri sırasıyla  $4,25 \times 10^{-9}$ - $4,20 \times 10^{-8}$ ,  $5,39 \times 10^{-9}$ - $3,89 \times 10^{-8}$  ve  $4,70 \times 10^{-9}$ - $4,38 \times 10^{-8}$   $m^2/s$  arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Cips örneklerinden elde edilen  $D_{eff}$  değerlerinin sıcaklık artışına paralel olarak arttığı görülmüştür. Bu artışın sebebi olarak, sıcaklık ve güç seviyesinin artması ile numunelerdeki buhar basıncının artması olduğu düşünülmüştür. Madamba ve ark. (1996), kurutulmuş ürünlerin  $D_{eff}$  değerlerinin  $10^{-9}$ - $10^{-11}$   $m^2/s$  arasında olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kurutulmuş gıdalar için  $D_{eff}$  değerlerinin  $10^{-6}$ - $10^{-11}$  aralığında değiştiği belirtilmiştir (Doymaz 2004, Kingsly ve ark. 2007). Benzer olarak  $D_{eff}$  değerleri elma cipsleri için  $1,94 \times 10^{-10}$ - $3,42 \times 10^{-10}$   $m^2/s$  (Filiz 2015) ve manyok cipsleri için  $7,31 \times 10^{-7}$ - $8,06 \times 10^{-7}$   $m^2/s$  (Tunde-Akintunde ve Afon 2010) olarak kaydedilmiştir. Darvishi ve ark. (2013), patates dilimlerinin kurutulması sonucu  $D_{eff}$  değerlerinin  $1,013 \times 10^{-8}$ - $7,799 \times 10^{-8}$   $m^2/s$  arasında değiştiğini bildirmiştir. Değerler arasındaki farklılıklar kurutma yöntemi ve koşulları ile örneklerin özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.1.** Yeşil zeytin, nohut ve fasulye katkılı cipslerinden elde edilen etkin difüzyon katsayıları ( $m^2/s$ )

<b>Kurutma yöntemi</b>	<b>Zeytin katkılı cips</b>	<b>Zeytin-nohut katkılı cips</b>	<b>Zeytin-fasulye katkılı cips</b>
Vakum (75°C, 250 mbar)	$7,29 \times 10^{-9}$	$7,54 \times 10^{-9}$	$7,17 \times 10^{-9}$
Vakum (85°C, 250 mbar)	$8,59 \times 10^{-9}$	$8,35 \times 10^{-9}$	$9,08 \times 10^{-9}$
Sıcak hava (75°C)	$4,25 \times 10^{-9}$	$5,39 \times 10^{-9}$	$4,70 \times 10^{-9}$
Sıcak hava (85°C)	$4,9 \times 10^{-9}$	$6,28 \times 10^{-9}$	$6,16 \times 10^{-9}$
Mikrodalga (90 W)	$1,89 \times 10^{-8}$	$1,41 \times 10^{-8}$	$1,64 \times 10^{-8}$
Mikrodalga (180 W)	$4,20 \times 10^{-8}$	$3,89 \times 10^{-8}$	$4,38 \times 10^{-8}$

Cipslerin kurutma davranışlarını açıklayan en uygun modeli bulmak için farklı ince tabaka modelleri kurutma verilerine uygulanmış ve elde edilen örneklerin belirleme katsayıları ( $R^2$ ), ki-kare ( $\chi^2$ ) ve tahmini standart hata (RMSE) değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Modellerin  $R^2$  değerleri, yeşil zeytin katkılı cipsler için 0,7948-0,9981, yeşil zeytin-nohut katkılı cipsler için 0,7384-0,9851 ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipsler için 0,8308-0,9898 arasında değişmiştir. Yeşil zeytin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin RMSE değerleri, 0,002869-0,107069, 0,005054-0,095991 ve 0,005346-0,81882 arasında belirlenmiştir. Benzer olarak  $\chi^2$  değerleri yeşil zeytin katkılı cipsler için 0,000188-0,359501, yeşil zeytin-nohut katkılı cipsler için 0,000517-0,505883 ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipsler için 0,000523-0,221171 olarak bulunmuştur. En uygun model, en yüksek  $R^2$  ve en düşük  $\chi^2$  ile RMSE değerlerini veren model olarak seçilmiştir. Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere üç farklı cips formülasyonuna sahip örneklerin, farklı kurutma yöntemleri ve farklı koşullar altındaki tüm kurutma davranışları Page ve Modifiye Page modellerine uygunluk sağlamıştır. Benzer şekilde Falade ve Solademi (2010), Page ve Modifiye Page modellerinin, tatlı patates dilimlerinin modellenmesinde deneysel verilere en yakın sonuç veren modeller olduğunu bildirmiştir. Ayrıca manyok cipslerinin kurutma davranışının Logaritmik model ile (Ajala ve ark. 2012) ve Page modeline (Tunde-Akintunde ve Afon 2010) uygun olduğu bildirilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Yeşil zeytin, nohut ve fasulye katkılı cipsler için ince tabaka modelleri kullanılarak hesaplanmış regresyon katsayıları ki-kare ( $\chi^2$ ) ve RMSE değerleri

Yeşil zeytin katkılı cips				
Kurutma Yöntemi	Model	R <sup>2</sup>	RMSE	$\chi^2$
Vakum (75°C, 250 mbar)	Newton k= 0,0152	0,9233	0,037147	0,015332
	<b>Page k= 0,0011 n= 1,4944</b>	<b>0,9813</b>	<b>0,009072</b>	<b>0,001029</b>
	<b>Modifiye Page k=0,0105 n= 1,4944</b>	<b>0,9813</b>	<b>0,009072</b>	<b>0,001029</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0193 a= 1,8152	0,9147	0,086426	0,093368
	Logaritmik k= 0,0206 a= 1,9132 c= 0,0099	0,8621	0,096779	0,133802
Vakum (85°C, 250 mbar)	Newton k= 0,0192	0,9723	0,021662	0,004751
	<b>Page k= 0,0046 n= 1,2762</b>	<b>0,9981</b>	<b>0,002869</b>	<b>0,000095</b>
	<b>Modifiye Page k=0,0147 n= 1,2762</b>	<b>0,9981</b>	<b>0,002869</b>	<b>0,000095</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0212 a= 1,3651	0,9840	0,041651	0,020074
	Logaritmik k= 0,0243 a= 1,5304 c= 0,0123	0,9567	0,060862	0,050006
Sıcak hava (75°C)	Newton k= 0,0093	0,9222	0,014158	0,003421
	<b>Page k= 0,0037 n= 1,1509</b>	<b>0,9813</b>	<b>0,006239</b>	<b>0,000712</b>
	<b>Modifiye Page k=0,0077 n= 1,1509</b>	<b>0,9813</b>	<b>0,006239</b>	<b>0,000712</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0105 a= 1,4168	0,9389	0,031504	0,018149
	Logaritmik k= 0,0109 a= 1,4282 c=0,0099	0,9300	0,032252	0,020484
Sıcak hava (85°C)	Newton k= 0,0107	0,9365	0,017415	0,004271
	<b>Page k= 0,0031 n= 1,2174</b>	<b>0,9923</b>	<b>0,003495</b>	<b>0,000188</b>
	<b>Modifiye Page k=0,0086 n= 1,2174</b>	<b>0,9923</b>	<b>0,003495</b>	<b>0,000188</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0121 a= 1,4064	0,9537	0,034658	0,018454

**Çizelge 4.2.** Yeşil zeytin, nohut ve fasulye katkılı cipsler için ince tabaka modelleri kullanılarak hesaplanmış regresyon katsayıları ki-kare ( $\chi^2$ ) ve RMSE değerleri (devam)

	Logaritmik k= 0,0123 a= 1,3741 c=0,0102	0,9518	0,032018	0,017325
Mikrodalga (90 W)	Newton k= 0,0356	0,7948	0,031901	0,029550
	<b>Page</b> <b>k= 0,0075 n= 1,3109</b>	<b>0,9205</b>	<b>0,013799</b>	<b>0,005741</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0239 n= 1,3109</b>	<b>0,9205</b>	<b>0,013799</b>	<b>0,005741</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0468 a= 2,2262	0,8611	0,066071	0,131634
	Logaritmik k= 0,2145 a= 3,3595 c=0,0086	0,8129	0,107069	0,359501
Mikrodalga (180 W)	Newton k= 0,0086	0,8482	0,033079	0,013240
	<b>Page</b> <b>k= 0,0393 n= 1,1908</b>	<b>0,9265</b>	<b>0,017074</b>	<b>0,003913</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0660 n= 1,1908</b>	<b>0,9265</b>	<b>0,017074</b>	<b>0,003913</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,1037 a= 1,6405	0,8842	0,069441	0,064830
	Logaritmik k= 0,0906 a= 1,3644 c=0,0086	0,9169	0,042624	0,027480
<b>Yeşil zeytin-nohut katkılı cips</b>				
Vakum (75°C, 250 mbar)	Newton k= 0,043	0,8715	0,033783	0,013810
	<b>Page</b> <b>k= 0,0008 n= 1,5622</b>	<b>0,9841</b>	<b>0,007744</b>	<b>0,000806</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0100 n= 1,5622</b>	<b>0,9841</b>	<b>0,007744</b>	<b>0,000806</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0186 a= 1,7771	0,9082	0,074890	0,075403
	Logaritmik k= 0,0173 a= 1,5694 c= 0,0115	0,9049	0,055826	0,047138
Vakum (85°C, 250 mbar)	Newton k= 0,0174	0,8845	0,035832	0,013000
	<b>Page</b> <b>k= 0,0019 n= 1,4180</b>	<b>0,9771</b>	<b>0,009481</b>	<b>0,001040</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0122 n= 1,4180</b>	<b>0,9771</b>	<b>0,009481</b>	<b>0,001040</b>

**Çizelge 4.2.** Yeşil zeytin, nohut ve fasulye katkılı cipsler için ince tabaka modelleri kullanılarak hesaplanmış regresyon katsayıları ki-kare ( $\chi^2$ ) ve RMSE değerleri (devam)

	Henderson ve Pabis k= 0,0206 a= 1,6317	0,9139	0,073995	0,063356
	Logaritmik k= 0,0208 a= 1,5970 c= 0,0121	0,9053	0,070438	0,066980
Sıcak hava (75°C)	Newton k= 0,0093	0,9045	0,017569	0,505883
	<b>Page</b> <b>k= 0,0016 n= 1,2972</b>	<b>0,9847</b>	<b>0,005054</b>	<b>0,000517</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0070 n= 1,2972</b>	<b>0,9847</b>	<b>0,005054</b>	<b>0,000517</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0115 a= 1,6832	0,9314	0,043766	0,038788
	Logaritmik k= 0,0152 a= 2,5003 c=0,0117	0,8031	0,095991	0,199028
Sıcak hava (85°C)	Newton k= 0,0122	0,8949	0,027107	0,010348
	<b>Page</b> <b>k= 0,0015 n= 1,3507</b>	<b>0,9851</b>	<b>0,006719</b>	<b>0,000694</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0081 n= 1,3507</b>	<b>0,9851</b>	<b>0,006719</b>	<b>0,000694</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0133 a= 1,6620	0,9268	0,056650	0,049305
	Logaritmik k= 0,0149 a= 1,8619 c=0,0113	0,8622	0,073606	0,091561
Mikrodalga (90 W)	Newton k= 0,0280	0,8339	0,021935	0,014932
	<b>Page</b> <b>k= 0,0143 n= 1,1112</b>	<b>0,9088</b>	<b>0,011737</b>	<b>0,004428</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0219 n= 1,1112</b>	<b>0,9088</b>	<b>0,011737</b>	<b>0,004428</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0348 a= 1,6994	0,8795	0,039311	0,049672
	Logaritmik k= 0,1550 a= 2,2102 c=0,0121	0,8145	0,065460	0,142832
Mikrodalga (180 W)	Newton k= 0,0722	0,7483	0,053481	0,037442
	<b>Page</b> <b>k= 0,0051 n= 1,7331</b>	<b>0,9605</b>	<b>0,013084</b>	<b>0,002465</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0474 n= 1,7331</b>	<b>0,9605</b>	<b>0,013084</b>	<b>0,002465</b>

**Çizelge 4.2.** Yeşil zeytin, nohut ve fasulye katkılı cipsler için ince tabaka modelleri kullanılarak hesaplanmış regresyon katsayıları ki-kare ( $\chi^2$ ) ve RMSE değerleri (devam)

	Henderson ve Pabis k= 0,0962 a= 1,9615	0,8171	0,092376	0,122879
	Logaritmik k= 0,0809 a= 1,5812 c=0,0110	0,8832	0,058661	0,055057
<b>Yeşil zeytin-fasulye katkılı cips</b>				
Vakum (75°C, 250 mbar)	Newton k= 0,0146	0,8751	0,040837	0,018529
	<b>Page</b> <b>k= 0,0012 n= 1,4551</b>	<b>0,9728</b>	<b>0,011599</b>	<b>0,001682</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0100 n= 1,4551</b>	<b>0,9728</b>	<b>0,011599</b>	<b>0,001682</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0077 a= 1,7501	0,9140	0,133018	0,221171
	Logaritmik k= 0,0171 a= 1,6137 c= 0,0103	0,9186	0,067454	0,065000
Vakum (85°C, 250 mbar)	Newton k= 0,0207	0,9179	0,031864	0,010280
	<b>Page</b> <b>k= 0,0036 n= 1,3222</b>	<b>0,9794</b>	<b>0,008298</b>	<b>0,000797</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0145 n= 1,3222</b>	<b>0,9794</b>	<b>0,008298</b>	<b>0,000797</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0224 a= 1,5370	0,9384	0,062328	0,044953
	Logaritmik k= 0,0240 a= 1,6145 c= 0,0110	0,9115	0,071398	0,068819
Sıcak hava (75°C)	Newton k= 0,0010	0,9286	0,019405	0,006426
	<b>Page</b> <b>k= 0,0018 n= 1,2910</b>	<b>0,9898</b>	<b>0,005346</b>	<b>0,000523</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0075 n= 1,2910</b>	<b>0,9898</b>	<b>0,005346</b>	<b>0,000523</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0116 a= 1,5705	0,9520	0,040551	0,030069
	Logaritmik k= 0,0130 a= 1,7739 c=0,0098	0,9098	0,054964	0,059492
Sıcak hava (85°C)	Newton k= 0,0127	0,8854	0,028120	0,011136
	<b>Page</b> <b>k= 0,0013 n= 1,4091</b>	<b>0,9832</b>	<b>0,007468</b>	<b>0,000857</b>

**Çizelge 4.2.** Yeşil zeytin, nohut ve fasulye katkılı cipsler için ince tabaka modelleri kullanılarak hesaplanmış regresyon katsayıları ki-kare ( $\chi^2$ ) ve RMSE değerleri (devam)

	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0089 n= 1,4091</b>	<b>0,9832</b>	<b>0,007468</b>	<b>0,000857</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0123 a= 1,4006	0,9628	0,033534	0,017277
	Logaritmik k= 0,0173 a= 1,9820 c=0,0106	0,8356	0,081882	0,113309
Mikrodalga (90 W)	Newton k= 0,0327	0,8308	0,024604	0,015764
	<b>Page</b> <b>k= 0,0194 n= 1,0779</b>	<b>0,8995</b>	<b>0,014626</b>	<b>0,005813</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0258 n= 1,0779</b>	<b>0,8995</b>	<b>0,014626</b>	<b>0,005813</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,0405 a= 1,6718	0,8757	0,044506	0,053826
	Logaritmik k= 0,1719 a= 2,0497 c=0,0128	0,8432	0,068248	0,132325
Mikrodalga (180 W)	Newton k= 0,1147	0,9350	0,035991	0,014392
	<b>Page</b> <b>k= 0,0361 n= 1,3308</b>	<b>0,9638</b>	<b>0,016156</b>	<b>0,003263</b>
	<b>Modifiye Page</b> <b>k=0,0825 n= 1,3308</b>	<b>0,9638</b>	<b>0,016156</b>	<b>0,003263</b>
	Henderson ve Pabis k= 0,1329 a= 1,5857	0,9603	0,065296	0,053294
	Logaritmik k= 0,1465 a= 1,7172 c=0,0105	0,9319	0,079148	0,089491

### 4.3. Kuru Madde Miktarı

Üretimden önce hamurların başlangıç nem içeriği, nem tayin cihazı ile ölçülmüş ve hamurlardaki nem miktarları yeşil zeytin katkılı hamur için; 3,37 g su/g km, yeşil zeytin- nohut katkılı hamur için 2,87 g su/g km ve yeşil zeytin-fasulye katkılı hamur için 3,05 g su/g km olarak belirlenmiştir. Kurutma prosesinden sonra Çizelge 4.3'te görüldüğü üzere farklı sürelerde uygulanan kurutma yöntemleri sonucunda cips örnekleri istenilen nem seviyesine ulaşmış ve yöntemlerin farklı olması, kurumadde değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmamıştır ( $p>0.05$ ). Buna göre tüm cips örneklerinde kuru madde miktarı  $96,14\pm 0,03$ - $97,04\pm 0,13$  değerleri arasında bulunmuştur.



**Çizelge 4.3.** Farklı yöntemlerle kurutulmuş cips örneklerinin kuru madde sonuçları (g/100 g)

<b>Kurutma Yöntemi</b>	<b>Yeşil zeytin katkı cips</b>	<b>Yeşil zeytin-nohut katkı cips</b>	<b>Yeşil zeytin-fasulye katkı cips</b>
Hamur	22,86±0,26	25,58±0,31	25,19±0,14
Vakum (75°C, 250 mbar)	96,34±0,21	96,90±0,11	96,61±0,14
Vakum (85°C, 250 mbar)	96,14±0,03	97,04±0,53	96,81±0,70
Sıcak hava (75°C)	96,51±0,13	97,02±0,13	96,34±0,10
Sıcak hava (85°C)	96,63±0,08	97,04±0,04	96,83±0,11
Mikrodalga (90 W)	96,28±0,12	96,27±0,11	96,91±0,49
Mikrodalga (180 W)	96,27±0,01	97,02±0,09	97,04±0,13

#### 4.4. pH ve Titrasyon Asitliği

Yeşil zeytin katkı cips hamurlarının pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 3,92±0,03 ve 1,46±0,04 g/100 g olarak belirlenmiştir. Zeytin katkı cipslerin pH ve titrasyon asitliği sonuçları Çizelge 4.4 ve 4.5'te verilmiştir. Örneklerin pH ve titrasyon asitliği değerleri kurutma yöntemi ve kurutma şartlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir (p>0,05). Nem transferiyle birlikte kuru maddede meydana gelen artış sonucu örneklerin titrasyon asitliklerinde hamura göre artış gözlenmiştir.

**Çizelge 4.4.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulmuş cips örneklerinin pH değerleri

<b>Kurutma Yöntemi</b>	<b>Yeşil zeytin katkı cips</b>	<b>Yeşil zeytin-nohut katkı cips</b>	<b>Yeşil zeytin-fasulye katkı cips</b>
Vakum (75°C, 250 mbar)	3,87±0,02	4,15±0,07	4,13±0,01
Vakum (85°C, 250 mbar)	3,93±0,01	4,17±0,02	4,07±0,06
Sıcak hava (75°C)	3,87±0,04	4,15±0,04	4,10±0,01
Sıcak hava (85°C)	3,94±0,01	4,16±0,01	4,13±0,01
Mikrodalga (90 W)	3,95±0,04	4,08±0,01	4,06±0,03
Mikrodalga (180 W)	3,95±0,01	4,07±0,02	4,10±0,06

Yeşil zeytin-nohut katkı cips hamurunda pH ve titrasyon asitliği sırasıyla 4,03±0,03 ve 1,36±0,03 g/100 g olarak bulunmuştur. Yeşil zeytin-fasulye katkı cips hamurunda ise bu değerler sırasıyla 4,14±0,04 ve 1,32±0,07 g/100 g olarak belirlenmiştir. Yeşil zeytin katkı cipslere benzer olarak nohut ve fasulye katkı cipslerde de kurutma yöntemi ve kurutma şartlarının pH ve titrasyon asitliği değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı görülmüştür (p>0,05). Ancak, yeşil zeytin katkı cips hamuruna

nohut ve fasulye ilavesinin cipslerin titrasyon asitliğinde azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

**Çizelge 4.5.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin titrasyon asitliği<sup>2</sup> değerleri (g/100 g)

Kurutma Yöntemi	Yeşil zeytin katkılı cips	Yeşil zeytin-nohut katkılı cips	Yeşil zeytin-fasulye katkılı cips
Vakum (75°C, 250 mbar)	1,96±0,71	1,80±0,01	1,78±0,01
Vakum (85°C, 250 mbar)	1,97±0,02	1,82±0,21	1,79±0,03
Sıcak hava (75°C)	1,99±0,01	1,81±0,01	1,77±0,10
Sıcak hava (85°C)	1,99±0,03	1,81±0,01	1,77±0,03
Mikrodalga (90 W)	1,98±0,00	1,82±0,02	1,76±0,02
Mikrodalga (180 W)	1,98±0,07	1,83±0,13	1,78±0,01

Filiz (2015), elma cipslerinde toplam asitlik değerlerinin 0,98-1,48 g/100 g arasında ve pH değerlerinin 3,51-4,46 arasında değiştiğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada muz cipslerinde toplam asitlik 1,9-2,7 g/100 g arasında bulunmuşken cipslerin pH değerleri 5,6-6,3 arasında değişmiştir (Belayneh ve ark. 2014).

#### 4.5. Tuz İçeriği

Yeşil zeytin katkılı cips hamurlarının tuz miktarı 2,58±0,06 g/100 g olarak bulunmuşken; yeşil zeytin-nohut katkılı ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cips hamurlarında tuz içeriği sırasıyla 1,57±0,06 g/100 g ve 1,44±0,05 g/100 g olarak belirlenmiştir. Vakum kurutma (75-85°C, 250 mbar), sıcak hava ile kurutma (75-85°C) ve mikrodalga kurutma (90-180 W) kullanılarak üretilen cipslerin tuz analizi sonuçları ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Kurutmanın etkisiyle cipslerde hamurlara kıyasla kuru madde içeriğinin artmasını takiben tuz içeriğinde de artış meydana gelmiştir. Uygulanan kurutma yöntemlerinin ve farklı sıcaklık ve mikrodalga gücü uygulamaları örneklerin tuz içeriğinde istatistiki olarak anlamlı farklar yaratmıştır ( $p<0.05$ ). Bununla birlikte cips hamuruna nohut ve fasulye eklenmesiyle örneklerin tuz içeriğinde önemli azalmalar kaydedilmiştir ( $p<0.05$ ).

---

<sup>2</sup> Sitrik asit cinsinden

**Çizelge 4.6.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin tuz içeriği (g/100 g)

Kurutma Yöntemi	Yeşil zeytin katkılı cips	Yeşil zeytin-nohut katkılı cips	Yeşil zeytin-fasulye katkılı cips
Vakum (75°C, 250 mbar)	4,23±0,06 <sup>b</sup>	3,70±0,07 <sup>ab</sup>	3,44±0,06 <sup>a</sup>
Vakum (85°C, 250 mbar)	4,24±0,13 <sup>b</sup>	3,78±0,06 <sup>a</sup>	3,52±0,03 <sup>ab</sup>
Sıcak hava (75°C)	4,60±0,01 <sup>a</sup>	3,60±0,07 <sup>abc</sup>	3,31±0,05 <sup>ab</sup>
Sıcak hava (85°C)	4,49±0,04 <sup>ab</sup>	3,67±0,06 <sup>abc</sup>	3,33±0,06 <sup>ab</sup>
Mikrodalga (90 W)	4,65±0,06 <sup>ab</sup>	3,41±0,1 <sup>c</sup>	3,26±0,07 <sup>b</sup>
Mikrodalga (180 W)	4,50±0,01 <sup>ab</sup>	3,44±0,06 <sup>bc</sup>	3,36±0,06 <sup>ab</sup>

a-c: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

Balık katkılı mısır cipslerinin incelendiği bir çalışmada ürünlerdeki tuz miktarının  $1,5\pm 0,31$ - $2,7\pm 0,23$  g/100 g arasında değiştiği bildirilmiştir (Shaviklo ve ark. 2011). Patates cipslerinin incelendiği başka bir çalışmasının sonuçlarına göre cipslerin tuz oranı  $0,13$ - $2,77$  g/100 g arasında değişmiştir (Albuquerque ve ark. 2012). Romanya'da satılan cipslerin tuz içeriğinin ise %1,2 ile %4,84 arasında olduğu tayin edilmiştir (Zugravu ve ark. 2012).

#### 4.6. Protein Miktarı

Cips örneklerinin protein analizi sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Yeşil zeytin katkılı cipslerin protein içeriği  $7,27\pm 0,6$ - $8,82\pm 0,67$  g/100 g olarak bulunmuşken, yeşil zeytin-nohut katkılı cipslerde  $11,64\pm 0,90$ - $14,48\pm 1,1$  g/100 g ve yeşil zeytin-fasulye içeren cipslerde  $11,65\pm 0,89$ - $15,94\pm 1,2$  g/100 g olarak kaydedilmiştir.

Kurutma yöntemlerinin ve kurutma ortamı şartlarının cipslerdeki protein içeriği üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Vakum kurutma uygulanarak üretilen cipslerde, daha yüksek protein değerleri belirlenmiştir. Bunlara ek olarak cipslere nohut ve fasulye ilavesi protein miktarında yeşil zeytin katkılı cipse göre sırasıyla %64,17-80,73 arasında artış olmasını sağlamıştır.

**Çizelge 4.7.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin protein içeriği (g/100 g)

Kurutma Yöntemi	Yeşil zeytin katkılı cips	Yeşil zeytin-nohut katkılı cips	Yeşil zeytin-fasulye katkılı cips
Vakum (75°C, 250 mbar)	8,82±0,67 <sup>a</sup>	14,48±1,1 <sup>a</sup>	15,94±1,2 <sup>a</sup>
Vakum (85°C, 250 mbar)	8,81±0,59 <sup>a</sup>	12,94±0,99 <sup>b</sup>	12,94±0,95 <sup>b</sup>
Sıcak hava (75°C)	8,22±0,63 <sup>b</sup>	12,17±0,70 <sup>c</sup>	12,33±0,94 <sup>c</sup>
Sıcak hava (85°C)	7,76±0,63 <sup>c</sup>	11,64±0,90 <sup>f</sup>	11,75±0,90 <sup>d</sup>
Mikrodalga (90 W)	7,56±0,58 <sup>d</sup>	11,94±0,90 <sup>d</sup>	12,35±0,99 <sup>c</sup>
Mikrodalga (180 W)	7,27±0,6 <sup>e</sup>	11,75±0,90 <sup>e</sup>	11,65±0,89 <sup>e</sup>

a-f: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

Protein miktarı kabak, brokoli ve havuç içeren cipslerde %8,1-12,1 (Çatalkaya ve ark. 2016), patates püresi ve patates unu eklenmiş tortilla cipslerinde %7,83-9,00 (Kaur ve Aggarwal 2017), mantar katkılı cipslerde %11,85-16,58 (Doğan ve ark. 2017), hint ve mısır darısı, soya fasulyesi ve balkabağı unu karşımıyla elde edilen kompozit tortilla cipsinde %14,2 olarak bulunmuştur (Chhabra ve ark. 2017). Literatürle oldukça benzer olan bu sonuçlar, cips formülasyonlarında nohut ve fasulye kullanımının cipslerin protein miktarını arttırmak açısından oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

#### 4.7. Kül İçeriği

Kurutma işlemi öncesi yeşil zeytin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye içeren hamurların kül içeriği sırasıyla 4,11±0,24 g/100 g, 2,84±0,39 g/100 g ve 3,74±0,37 g/100 g olarak bulunmuştur.

Farklı yöntemlerle kurutulan cipslerin kül içeriği ise Çizelge 4.8’de sunulmuştur. Tüm cips çeşitlerinde kuru madde artışına bağlı olarak hamurlara kıyasla daha yüksek kül içeriği görülmüştür. Buna göre yeşil zeytin katkılı cipslerin içerdiği kül miktarı 4,97±0,06-5,91±0,08 g/100 g aralığında değişmişken bu ürünün kül miktarının kurutma yönteminden etkilendiği ve sıcak hava ile vakum kurutmanın yeşil zeytin katkılı cipsin kül içeriği bakımından en iyi sonuç veren yöntemler olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kurutma yöntem ve koşulları, yeşil zeytin-nohut ile yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin kül içeriği üzerinde istatistiki olarak önemli bir fark yaratmamış ( $p>0,05$ ) ve kül değerleri sırasıyla 4,11±0,26-4,49±0,02 ile 4,38±0,05-4,71±0,22 arasında belirlenmiştir.

**Çizelge 4.8.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin kül içeriği (g/100 g)

Kurutma Yöntemi	Yeşil zeytin katkılı cips	Yeşil zeytin-nohut katkılı cips	Yeşil zeytin-fasulye katkılı cips
Vakum (75°C, 250 mbar)	5,80±0,09 <sup>ab</sup>	4,49±0,02	4,65±0,13
Vakum (85°C, 250 mbar)	5,90±0,17 <sup>a</sup>	4,42±0,01	4,52±0,14
Sıcak hava (75°C)	5,91±0,08 <sup>a</sup>	4,18±0,21	4,50±0,23
Sıcak hava (85°C)	5,66±0,26 <sup>ab</sup>	4,11±0,26	4,71±0,22
Mikrodalga (90 W)	4,97±0,06 <sup>c</sup>	4,35±0,13	4,38±0,05
Mikrodalga (180 W)	5,20±0,18 <sup>bc</sup>	4,40±0,20	4,60±0,40

a-c: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

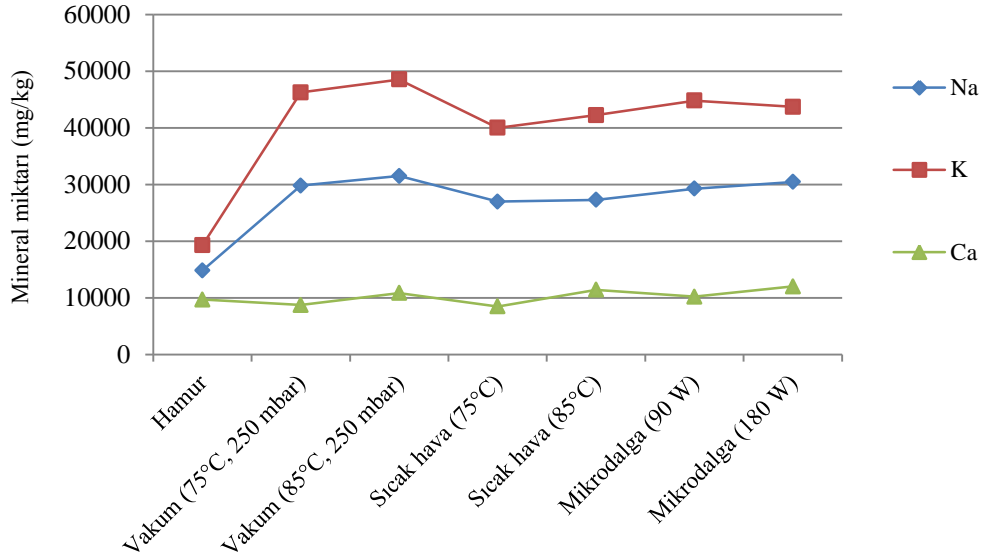
Benzer şekilde, manyok cipslerinin kül içeriği, 1,53±0,46-2,06±0,07 g/100 g aralığında belirlenmişken (Oghenechavwuko ve ark. 2013), muz cipsi için kül miktarı 3,25±0,00-10,50±0,50 g/100 g olarak değişmiş (Elkhalifa ve ark. 2014) ve gluten ile zenginleştirilmiş cipslerde kül 3,384±0,00 g/100 g (Ertop ve ark. 2016) olarak bildirilmiştir. Literatürde cipslerin içerdiği kül miktarında saptanan bu farklılıkların, kullanılan hammadde cinsinden ileri geldiği düşünülmüştür.

#### 4.8. Mineral Madde İçeriği

Yeşil zeytin-fasulye cipsi örneklerinde belirlenmiş majör ve minör mineraller Şekil 4.7 ve 4.8'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre sodyum ve potasyum miktarlarının kurutma sonucu hızlı bir artış gösterdiği, ancak minör elementler olan demir ve çinkonun önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir. Bakır ve mangan miktarında ise belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Cips örneklerinde potasyum ve sodyum miktarı, kalsiyum ve magnezyuma göre daha yüksek bulunmuştur.

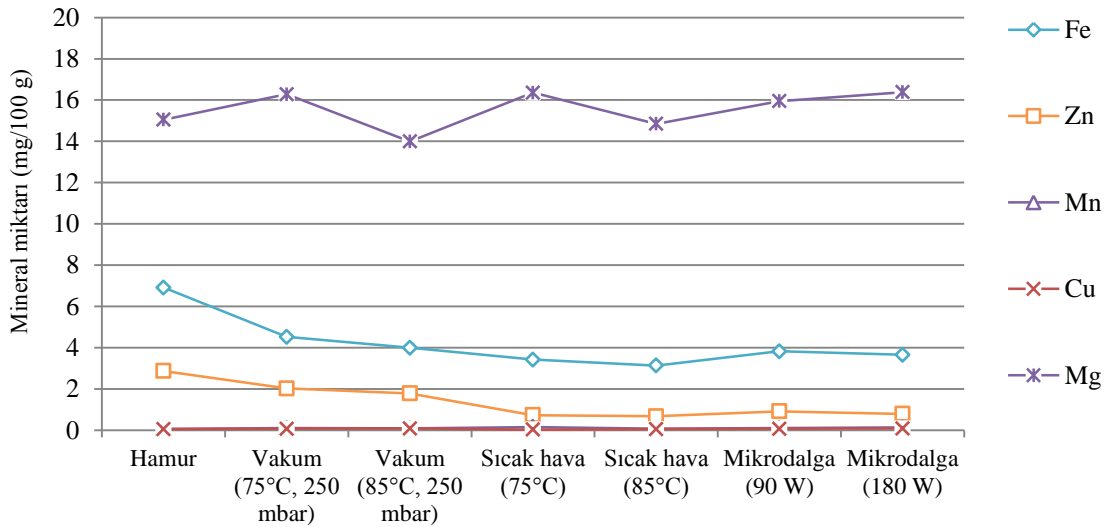
Sonuçlar incelendiğinde kurutma yönteminin sodyum, potasyum ve kalsiyum miktarlarını etkilediği görülmüştür. Bu minerallerde en yüksek değerler vakum kurutma yönteminin (85°C, 250 mbar) uygulandığı örneklerde bulunurken, en düşük değerler ise sıcak hava ile kurutmaya (75°C) üretilen cipslerde belirlenmiştir. Bununla birlikte bakır ve manganez içeriğinde önemli bir değişiklik görülmemiştir. Muz dilimlerinin un haline getirilerek güneşte ve 50-70°C sıcaklıklarda etüvde kurutulduğu bir çalışmada düşük sıcaklık uygulamasıyla daha yüksek demir içeriği bildirilmişken yüksek sıcaklık uygulamasının potasyum ve magnezyum miktarını arttırdığı belirtilmiştir (Taiwo ve

Kehinde 2019). Bu çalışmadan elde edilen veriler cips örneklerinden elde edilen verilerle uyumlu bulunmuştur.



**Şekil 4.7.** Yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin içerdiği major elementler

Yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde demir ve çinko minerallerinin en iyi korunduğu yöntem vakum kurutma (75°C, 250 mbar) olarak belirlenmiştir. En yüksek kayıp ise sıcak hava ile kurutma (85°C) yönteminde görülmüştür.



**Şekil 4.8.** Yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin içerdiği minör elementler

Cips örneklerinin mineral sonuçları patates ve mısır cipsleri için potasyum  $1341\pm19-11671\pm273$  mg/kg, kalsiyum  $58\pm3-1610\pm70$  mg/kg, magnezyum  $190\pm9-999\pm22$  mg/kg, manganez  $0,78\pm0,02-5,72\pm0,31$  mg/kg olarak (Harmankaya ve ark. 2013), kızartılmış ve fırınlanmış muz cipsi için; sodyum  $2.70\pm0,0-2,75\pm0,07$  mg/100 g, potasyum  $57,50\pm3,53-102,50\pm3,53$  mg/100 g, kalsiyum  $10,40\pm0,42-11,60\pm0,14$  mg/100 g, demir  $1,50\pm0,45-2,21\pm0,01$  mg/100 g olarak (Elkhalifa ve ark. 2014), tortilla cipsleri için; 304 mg/100 g sodyum, 206 mg/100 g potasyum, 104 mg/100 g kalsiyum, 84 mg/100 g magnezyum, demir 1.32 mg/100 g, çinko 1,46 mg/100 g ve mangan 0,357 mg/100 g olarak (Suri ve Tanumihardjo 2016) ve kurutulmuş domates cipsi için 245 mg/100 g sodyum, 980 mg/100 g potasyum, 0,65 mg/100 g kalsiyum, 0,35 mg/100 g magnezyum (Aliyu ve ark. 2018) olarak bildirilmiştir. Buna göre yeşil zeytin-fasulye katkı cipsler için sodyum, potasyum, kalsiyum ve demir miktarları literatüre kıyasla yüksek bulunmuştur. Bunun sebebinin yeşil zeytin ve fasulyenin cips hamuruna eklenmesi olduğu düşünülmüştür. Magnezyum miktarı bakımından kurutulmuş domates cipsine göre yüksek; patates, mısır ve tortilla cipslerine göre düşük bulunan yeşil zeytin-fasulye katkı cipsler çinko ve manganez bakımından literatürle yakın bulunmuştur. Mineral bileşimindeki bu farklılıkların hammadde ve üretim koşullarından kaynaklandığı düşünülmüştür.

#### **4.9. Toplam Fenolik Madde İçeriği**

Cipslerin içerdiği toplam fenolik madde miktarı Çizelge 4.9'da belirtildiği üzere yeşil zeytin katkı cipslerde  $126,53\pm2,72-198,61\pm8,90$  mg/100 g GAE arasında değişmişken, yeşil zeytin- nohut katkı cipslerde  $134,53\pm1,33-208,39\pm2,31$  mg/100 g GAE arasında ve yeşil zeytin-fasulye katkı cipslerde  $125,42\pm2,16-171,91\pm3,41$  mg/100 g GAE arasında belirlenmiştir. Fenolik madde içeriğinin kurutma işlemi sonucu azaldığı ve bu azalmanın kurutma yöntemine bağlı olarak değiştiği saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Literatüre göre artan sıcaklık, fenoliklerin degradasyonunda etkili olmaktadır (Mrad ve ark. 2014, Yi ve ark. 2016).

Sonuçlar incelendiğinde vakum kurutma yöntemi ( $85^{\circ}\text{C}$ , 250 mbar) kullanılarak üretilen zeytin katkı cipsler, mikrodalga ve sıcak hava ile kurutma yöntemleriyle üretilen cipslerden daha yüksek fenolik madde içermiştir. Yi ve ark. (2016), vakum ortamının işlem sırasında daha az oksidatif bozulma sağladığını açıklamıştır. Bu durum vakum

kurutmanın toplam fenolik madde içeriği bakımından zeytin katkı cipsler için uygun bir kurutma yöntemi olduğunu göstermektedir. Yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkı örneklerde ise en yüksek fenolik madde değerleri sırasıyla mikrodalga uygulaması (180 W) ve vakum (75°C, 250 mbar) ile sıcak hava ile kurutma yöntemi (85°C) ile üretilen cipslerde belirlenmiştir.

**Çizelge 4.9.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulmuş cips örneklerinin toplam fenolik madde içeriği (mg/100g GAE)

Kurutma Yöntemi	Yeşil zeytin katkı cips	Yeşil zeytin-nohut katkı cips	Yeşil zeytin-fasulye katkı cips
Hamur	673,37±11,57	485,39±12,57	453,16±7,86
Vakum (75°C, 250 mbar)	172,01±6,56 <sup>b</sup>	155,98±3,86 <sup>b</sup>	171,91±3,41 <sup>a</sup>
Vakum (85°C, 250 mbar)	198,61±8,90 <sup>a</sup>	147,84±3,88 <sup>c</sup>	125,82±4,81 <sup>c</sup>
Sıcak hava (75°C)	132,07±3,57 <sup>c</sup>	134,53±1,33 <sup>d</sup>	124,27±2,89 <sup>c</sup>
Sıcak hava (85°C)	126,53±2,72 <sup>c</sup>	152,68±4,11 <sup>bc</sup>	168,81±3,32 <sup>a</sup>
Mikrodalga (90 W)	128,41±2,89 <sup>c</sup>	155,85±5,46 <sup>b</sup>	147,25±3,24 <sup>b</sup>
Mikrodalga (180 W)	133,05±2,15 <sup>c</sup>	208,39±2,31 <sup>a</sup>	125,42±2,16 <sup>c</sup>

a-d: Aynı sütundaki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark (p<0.05) olduğunu göstermektedir.

Toplam fenolik madde içeriği pancar cipsleri için 75±0,06 mg GAE/100 g (Vasconcellos ve ark. 2016), tortilla cipsleri için 120,23-200,01 mg GAE/100 g (Kaur ve Aggarwal 2017) ve ginseng cipsleri için 70±0,01-640 mg GAE/100 g olarak bildirilmiştir (Chen ve ark. 2014). Benzer şekilde, Nazzaro ve ark. (2014) lahanaya cipslerinin toplam fenolik madde içeriğinin 52-337 mg GAE/100 g aralığında değiştiğini belirtmişlerdir. Tez kapsamında üretilen cipslerin içerdiği toplam fenolik madde miktarının, literatürle kıyaslandığında benzer olduğu görülmüştür.

#### 4.10. Antioksidan Aktivite Analiz Sonuçları

##### 4.10.1. DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivite

DPPH yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite sonuçları Çizelge 4.10'da yer almaktadır. Hesaplama kullanılan eğrinin R<sup>2</sup> değeri 0,9873 olarak bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde tüm cipslerde kullanılan kurutma yöntemi fark etmeksizin antioksidan aktivitede toplam fenolik madde içeriğinde olduğu gibi bir azalma kaydedilmiştir.



DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite üzerinde, yeşil zeytin ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslere uygulanan kurutma yönteminin etkisi istatistikî olarak önemli bulunsa da ( $p<0,05$ ), yeşil zeytin-nohut katkılı cipslerde kurutma yönteminin antioksidan aktivitede önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). Buna göre yeşil zeytin ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde en yüksek antioksidan aktivite sıcak hava ile kurutma ve mikrodalga kurutma uygulamalarında belirlenmiştir.

**Çizelge 4.10.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{mol TE/g}$ )

Kurutma Yöntemi	Yeşil zeytin katkılı cips	Yeşil zeytin-nohut katkılı cips	Yeşil zeytin-fasulye katkılı cips
Hamur	21,88±0,33	19,45±0,13	20,06±0,17
Vakum (75°C, 250 mbar)	5,29±0,09 <sup>d</sup>	5,39±0,07	5,35±0,04 <sup>b</sup>
Vakum (85°C, 250 mbar)	5,39±0,04 <sup>bc</sup>	5,35±0,11	5,37±0,05 <sup>b</sup>
Sıcak hava (75°C)	5,33±0,07 <sup>cd</sup>	5,42±0,11	5,43±0,03 <sup>a</sup>
Sıcak hava (85°C)	5,45±0,04 <sup>ab</sup>	5,38±0,07	5,33±0,04 <sup>b</sup>
Mikrodalga (90 W)	5,53±0,05 <sup>a</sup>	5,45±0,06	5,38±0,03 <sup>ab</sup>
Mikrodalga (180 W)	5,43±0,07 <sup>b</sup>	5,33±0,07	5,34±0,03 <sup>b</sup>

a-d: Aynı sütundaki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p<0,05$ ) olduğunu göstermektedir.

Farklı patates türlerinden üretilen cipslerin antioksidan aktivitesinin DPPH yöntemine göre incelendiği bir başka çalışmada radikal süpürme aktivitesi 1,8-9,6  $\mu\text{mol TE/g}$  arasında bulunmuştur (Mazurek ve ark. 2017). Patates cipsinde antioksidan aktivitenin ölçüldüğü bir başka çalışmada bu değer 0,16-0,68  $\mu\text{mol TE/g}$  arasında değişirken (Nems ve ark. 2015), lahana cipslerinde 2,88-8,67  $\mu\text{mol TE/g}$  arasında bildirilmiştir (Nazzaro ve ark. 2014). DPPH yöntemine göre ölçülen antioksidan aktivite sonuçları literatürle kıyaslandığında sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir.

#### 4.10.2. CUPRAC yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivite

CUPRAC yöntemi kullanılarak ölçülen antioksidan aktivite sonuçları Çizelge 4.11’de görülmektedir. Buna göre tüm örneklerin antioksidan aktivite sonuçları 3,29±0,15 (yeşil zeytin katkılı cips) ile 8,03±0,37  $\mu\text{mol TE/g}$  (yeşil zeytin-nohut katkılı cips) arasında bulunmuştur. DPPH yöntemiyle ölçülen antioksidan aktivite sonuçlarında olduğu gibi CUPRAC sonuçları da kurutma öncesine kıyasla cipslerin daha düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Eğriden elde edilen  $R^2$  değeri 0,9933’tür.

Kurutma yöntemi cips formülasyonuna bağlı olarak antioksidan aktivite üzerinde anlamlı etkiler göstermiş ve en yüksek antioksidan aktivite değerleri yeşil zeytin katkı cipslerde vakum kurutma (85°C, 250 mbar) yöntemiyle; yeşil zeytin-nohut katkı cipslerde mikrodalga (180 W) yöntemiyle ve yeşil zeytin-fasulye katkı cipslerde ise vakum (75°C, 250 mbar) ve sıcak hava ile kurutma (85°C) yöntemiyle kurutulan cipslerde görülmüştür (p<0,05).

**Çizelge 4.11.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin CUPRAC yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivitesi (µmol TE/g)

Kurutma Yöntemi	Yeşil zeytin katkı cips	Yeşil zeytin-nohut katkı cips	Yeşil zeytin-fasulye katkı cips
Hamur	19,61±1,51	10,97±0,96	6,35±1,27
Vakum (75°C, 250 mbar)	5,58±0,29 <sup>b</sup>	4,34±0,19 <sup>c</sup>	5,98±0,21 <sup>a</sup>
Vakum (85°C, 250 mbar)	7,05±1,04 <sup>a</sup>	4,17±0,32 <sup>c</sup>	3,67±0,28 <sup>bc</sup>
Sıcak hava (75°C)	3,41±0,73 <sup>c</sup>	3,60±0,31 <sup>d</sup>	3,37±0,20 <sup>c</sup>
Sıcak hava (85°C)	3,29±0,15 <sup>c</sup>	5,23±0,20 <sup>b</sup>	5,93±0,28 <sup>a</sup>
Mikrodalga (90 W)	3,38±0,26 <sup>c</sup>	4,91±0,36 <sup>b</sup>	3,77±0,20 <sup>b</sup>
Mikrodalga (180 W)	4,05±0,27 <sup>c</sup>	8,03±0,37 <sup>a</sup>	3,47±0,25 <sup>bc</sup>

a-d: Aynı sütundaki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark (p<0.05) olduğunu göstermektedir.

Glutensiz cipslerin incelendiği bir çalışmada örneklerin antioksidan aktivitesi CUPRAC metoduna göre ölçülmüş ve aktivite 4,66-17,19 µmol TE/g olarak bulunmuştur (Yalçın 2017). Sorgum, arpa ve baklanın formülasyona dahil edilmesiyle üretilen cipslerde ise antioksidan aktivite aynı yöntemle 5,49-8,11 µmol TE/g olarak bildirilmiştir (Rudra ve ark. 2015).

#### 4.10.3. FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivite

Çizelge 4.12'den görüleceği üzere FRAP yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite, yeşil zeytin katkı cipslerde 1,39±0,26-5,65±0,34 µmol TE/g; yeşil zeytin-nohut katkı cipslerde 1,88±0,19-7,85±0,32 µmol TE/g, yeşil zeytin-fasulye katkı cipslerde ise 0,56±0,28-4,54±0,23 µmol TE/g olarak belirlenmiştir. FRAP değerlerinin ölçümünde kullanılan grafiğin R<sup>2</sup> değeri ise 0,967 olarak hesaplanmıştır.

FRAP yöntemi kullanılarak ölçülen antioksidan aktivite sonuçlarına göre; antioksidan aktivite yeşil zeytin ve yeşil zeytin-nohut katkı cipslerde hamura kıyasla azalırken,

yeşil zeytin-fasulye katkıli cipslerde, kurutma yöntemine ve işlem şartlarına bağlı olarak dalgalanmalar göstermiştir. Yeşil zeytin-fasulye katkıli cipslerde kurutma yöntemi ve şartlarına bağlı olarak farklı örneklerde daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. 110 farklı meyve ve sebzenin antioksidan aktivitesinin FRAP yöntemiyle ölçüldüğü bir çalışmada, en düşük antioksidan kapasite fasulyelerde görülmüş ve 0,02 mmol/100 g olarak bildirilmiştir (Liu ve ark. 2014). Bununla birlikte, başka bir çalışmada fasulyelerde ölçülen FRAP değerlerinde uygulanan ısıl işlemin etkisiyle fenolik bileşiklerin salınımı sonucu bir artış meydana geldiği belirtilmiştir (Boateng ve ark. 2008). Bu artışın sebebi olarak, işleme yönteminin polifenollerin miktarını ve bileşimini etkilemesi nedeniyle, antioksidan aktivitenin etkilenmesi gösterilmektedir. Polifenoller farklı kimyasal bileşimleri nedeniyle farklı antioksidan kapasite değerleri gösterebilmektedir (Makris ve ark. 2001, Hanis Mastura ve ark. 2017).

Bununla birlikte kurutma yönteminin tüm cipslerin antioksidan aktivitesine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etki ettiği görülmüştür ( $p<0,05$ ). FRAP yöntemine göre yeşil zeytin katkıli cipslerde en yüksek antioksidan aktivite değerleri vakum kurutma ( $85^{\circ}\text{C}$ , 250 mbar); yeşil zeytin-nohut katkıli cipslerde mikrodalga kurutma (180 W) ve yeşil zeytin-fasulye katkıli cipslerde ise sıcak hava ile ( $85^{\circ}\text{C}$ ) kurutma uygulamaları sonucu elde edilmiştir.

**Çizelge 4.12.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşulları altında kurutulan cips örneklerinin FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{mol TE/g}$ )

Kurutma Yöntemi	Yeşil zeytin katkıli cips	Yeşil zeytin-nohut katkıli cips	Yeşil zeytin-fasulye katkıli cips
Hamur	14,95±0,97	8,76±0,56	0,69±0,26
Vakum ( $75^{\circ}\text{C}$ , 250 mbar)	4,16±0,21 <sup>b</sup>	3,69±0,35 <sup>b</sup>	4,11±0,18 <sup>b</sup>
Vakum ( $85^{\circ}\text{C}$ , 250 mbar)	5,65±0,34 <sup>a</sup>	2,92±0,84 <sup>c</sup>	0,85±0,33 <sup>c</sup>
Sıcak hava ( $75^{\circ}\text{C}$ )	1,86±0,12 <sup>d</sup>	1,88±0,19 <sup>d</sup>	0,56±0,28 <sup>e</sup>
Sıcak hava ( $85^{\circ}\text{C}$ )	1,39±0,26 <sup>e</sup>	3,30±0,45 <sup>bc</sup>	4,54±0,23 <sup>a</sup>
Mikrodalga (90 W)	1,40±0,35 <sup>e</sup>	3,49±0,30 <sup>bc</sup>	2,56±0,14 <sup>c</sup>
Mikrodalga (180 W)	2,62±0,22 <sup>c</sup>	7,85±0,32 <sup>a</sup>	1,63±0,33 <sup>d</sup>

a-e: Aynı sütundaki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p<0,05$ ) olduğunu göstermektedir.

Literatürde farklı patates türlerinden üretilen cipslerin FRAP yöntemiyle ölçülen antioksidan aktivite değerlerinin 3,2-16,7  $\mu\text{mol TE/g}$  olarak değiştiği bildirilmiştir (Mazurek ve ark. 2017). Patates cipslerinin incelendiği başka bir araştırmada FRAP

metoduna göre antioksidan aktivite 0,26-1,63  $\mu\text{mol TE/g}$  aralığında bulunmuştur (Nems ve ark. 2015). Buna göre örneklerin antioksidan aktivite sonuçları literatürle uyumlu bulunmuştur.

#### 4.11. Renk Analizi Sonuçları

Kurutma yöntemi ve kurutma şartlarının cipslerin renk parametreleri üzerine etkileri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Cipslerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde kurutma sonrası tüm örneklerin  $L^*$  ve hue değerlerinde düşüş;  $a^*$  değerlerinde ise artış gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Uygulanan kurutma yöntemi fark etmeksizin tüm cips numunelerinin renginde koyulaşma görülmüştür.

Sıcaklığın artmasıyla daha yüksek  $L^*$  değerleri elde edilmiştir. Buna göre tüm kurutma yöntemlerinde daha yüksek sıcaklık uygulanması cipslerin daha açık renkte üretilmesiyle sonuçlanmıştır. En yüksek  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri, en kısa kuruma süresi ve vakum ortamı nedeniyle  $85^\circ\text{C}$  sıcaklığın uygulandığı vakum kurutma yönteminde kaydedilmiştir.  $a^*$  değeri kurutma sıcaklığına ve yöntemlerine göre anlamlı şekilde artış göstermiştir ( $p<0,05$ ). Tüm cips örneklerinde en yüksek  $a^*$  değerleri sıcak havayla kurutma sonucu gözlemlenmiştir. Sıcak hava kullanılarak kurutulan yeşil zeytin katkılı cipslerde  $a^*$  değerleri üzerinde  $75$  ve  $85^\circ\text{C}$ 'lik sıcaklık uygulamalarının istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya koymadığı görülürken ( $p>0,05$ ), yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde en yüksek  $a^*$  değerleri  $75^\circ\text{C}$ 'de elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). Yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde ise en düşük  $a^*$  değerleri vakum kurutma uygulaması sonucu görülmüştür.

**Çizelge 4.13.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşullarının cipslerin renk değişimi üzerine etkisi

Yeşil zeytin katkılı cips						
Örnek	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Kroma	Hue	$\Delta E$
Hamur	50,37±0,40	2,32±0,26	35,00±0,94	35,08±0,92	86,22±0,62	2,57
Vakum ( $75^\circ\text{C}$ , 250 mbar)	40,86±1,88 <sup>a</sup>	5,50±0,26 <sup>b</sup>	28,48±2,43 <sup>a</sup>	30,83±2,41 <sup>a</sup>	67,69±0,79 <sup>b</sup>	2,85
Vakum ( $85^\circ\text{C}$ , 250 mbar)	43,00±1,03 <sup>a</sup>	6,48±0,78 <sup>b</sup>	30,63±2,72 <sup>a</sup>	33,09±2,72 <sup>a</sup>	71,15±0,58 <sup>a</sup>	3,10
Sıcak hava ( $75^\circ\text{C}$ )	22,60±1,07 <sup>d</sup>	12,51±0,67 <sup>a</sup>	16,11±0,41 <sup>b</sup>	16,29±1,62 <sup>b</sup>	67,41±1,19 <sup>b</sup>	6,81
Sıcak hava ( $85^\circ\text{C}$ )	27,73±2,83 <sup>bc</sup>	11,81±0,59 <sup>a</sup>	16,48±1,05 <sup>b</sup>	17,31±1,11 <sup>b</sup>	67,73±1,13 <sup>b</sup>	7,68

**Çizelge 4.13.** Farklı kurutma yöntemleri ve koşullarının cipslerin renk değişimi üzerine etkisi (devam)

Mikrodalga (90 W)	30,97±1,54 <sup>bc</sup>	6,04±0,24 <sup>b</sup>	15,35±1,56 <sup>b</sup>	17,03±0,45 <sup>b</sup>	69,74±0,89 <sup>a</sup>	4,70
Mikrodalga (180 W)	27,48±2,06 <sup>c</sup>	5,69±0,78 <sup>b</sup>	16,31±1,11 <sup>b</sup>	17,96±1,23 <sup>b</sup>	69,52±1,23 <sup>a</sup>	6,69
<b>Yeşil zeytin-nohut katkılı cips</b>						
Hamur	53,07±0,36	6,40±0,29	34,86±1,87	35,37±1,90	80,19±0,53	3,39
Vakum (75°C, 250 mbar)	38,64±1,78 <sup>b</sup>	8,57±0,49 <sup>d</sup>	27,45±2,49 <sup>b</sup>	30,11±2,54 <sup>b</sup>	67,80±0,86 <sup>a</sup>	3,89
Vakum (85°C, 250 mbar)	45,04±2,04 <sup>a</sup>	7,41±0,48 <sup>d</sup>	35,43±1,95 <sup>a</sup>	37,25±2,52 <sup>a</sup>	67,98±1,19 <sup>a</sup>	4,28
Sıcak hava (75°C)	18,36±1,51 <sup>e</sup>	14,67±0,96 <sup>a</sup>	18,49±1,22 <sup>d</sup>	25,01±1,06 <sup>cd</sup>	66,67±2,50 <sup>a</sup>	5,88
Sıcak hava (85°C)	23,24±1,64 <sup>d</sup>	12,31±0,95 <sup>b</sup>	21,27±0,98 <sup>cd</sup>	25,76±1,80 <sup>c</sup>	65,80±1,69 <sup>a</sup>	5,76
Mikrodalga (90 W)	33,77±1,78 <sup>c</sup>	10,15±0,36 <sup>c</sup>	22,86±1,02 <sup>c</sup>	19,86±1,32 <sup>e</sup>	66,04±0,53 <sup>a</sup>	5,04
Mikrodalga (180 W)	35,12±2,21 <sup>c</sup>	10,00±0,63 <sup>c</sup>	23,47±1,33 <sup>c</sup>	22,38±1,72 <sup>de</sup>	66,92±0,45 <sup>a</sup>	5,32
<b>Yeşil zeytin-fasulye katkılı cips</b>						
Hamur	51,09±0,50	4,64±0,22	32,07±0,80	34,38±2,08	82,29±0,54	2,12
Vakum (75°C, 250 mbar)	37,89±1,38 <sup>b</sup>	7,76±0,37 <sup>c</sup>	24,06±1,30 <sup>b</sup>	28,13±3,00 <sup>b</sup>	71,08±1,30 <sup>a</sup>	2,47
Vakum (85°C, 250 mbar)	41,94±1,89 <sup>a</sup>	7,33±0,79 <sup>c</sup>	32,77±0,97 <sup>a</sup>	36,60±1,12 <sup>a</sup>	66,76±1,09 <sup>b</sup>	2,78
Sıcak hava (75°C)	17,29±0,72 <sup>e</sup>	15,24±1,12 <sup>a</sup>	16,59±0,65 <sup>d</sup>	18,52±0,64 <sup>d</sup>	66,23±0,94 <sup>b</sup>	4,11
Sıcak hava (85°C)	21,86±0,62 <sup>d</sup>	11,40±0,69 <sup>b</sup>	21,06±2,79 <sup>c</sup>	22,03±2,69 <sup>c</sup>	63,32±1,61 <sup>c</sup>	5,99
Mikrodalga (90 W)	35,72±1,06 <sup>c</sup>	11,04±0,61 <sup>b</sup>	26,03±1,08 <sup>b</sup>	26,54±1,02 <sup>b</sup>	70,59±1,02 <sup>a</sup>	3,59
Mikrodalga (180 W)	40,32±1,27 <sup>a</sup>	10,42±0,73 <sup>b</sup>	30,36±2,03 <sup>a</sup>	34,28±1,14 <sup>a</sup>	66,03±0,95 <sup>b</sup>	3,69

a-d: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

Kroma değerleri yeşil zeytin ve yeşil zeytin-nohut katkılı cipsler için vakum kurutma uygulamasında en yüksek değerleri göstermiş, yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde ise en yüksek değerler 85°C'de uygulanan vakum kurutma ile 180 W güç uygulanan mikrodalga kurutma uygulamalarında elde edilmiştir. Buna göre yukarıda belirtilen kurutma yöntemlerinin uygulanmasıyla daha canlı, cipsin albenisini arttıran renk eldesi mümkün olmuştur.

Hue açısı renk tonunu belirleyen bir parametredir. Açının 0°'den 90°'ye yaklaşması gıda ürünlerinin sarı tonuna yaklaştığını belirtmektedir (Tekin 2015). Renk analizi sonuçlarına göre yeşil zeytin-nohut katkılı cipslerde kurutma yöntemi veya şartlarının hue açısı değeri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülürken ( $p>0.05$ ), diğer

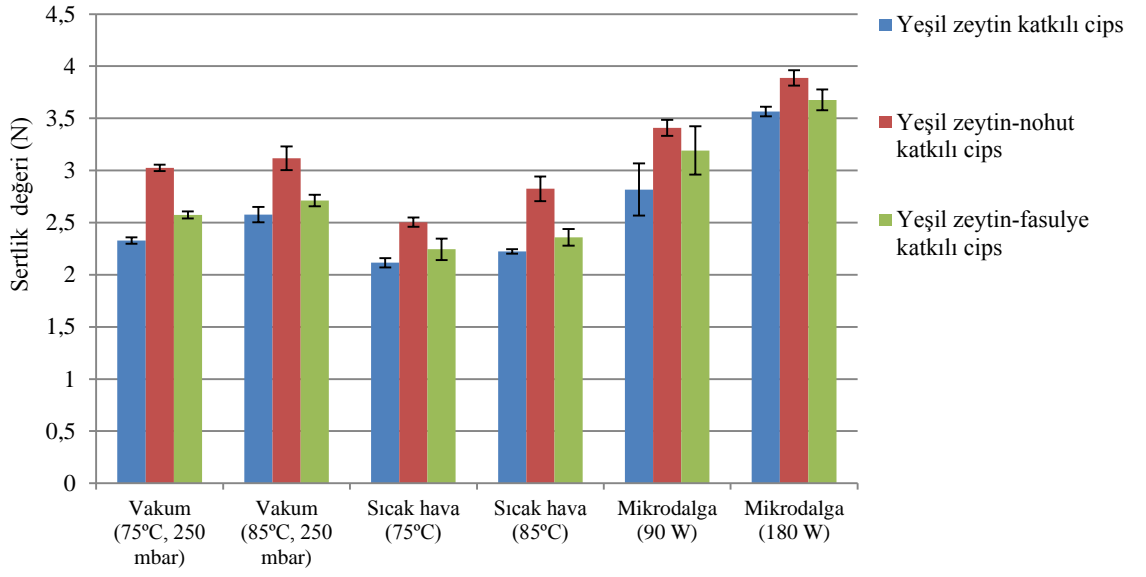
örneklerde vakum ve mikrodalga uygulamalarında kullanılan farklı sıcaklık ve güç uygulamalarının etkisinin olduğu bulunmuş, en yüksek değerler bu iki uygulamada belirlenmiştir.

Yeşil zeytin ve yeşil zeytin-fasulye katkılı örneklerde toplam renk değişimi ( $\Delta E$ ) sıcaklığın ve mikrodalga gücünün artmasıyla birlikte artmıştır ( $p<0,05$ ). Sıcak havayla kurutma yöntemi ile üretilen cipsler diğer kurutma yöntemleri kullanılarak üretilen cipslere kıyasla daha yüksek  $\Delta E$  değeri göstermiştir. Bu durum, kurutma ortamında oksijenin bulunması ve diğer kurutma yöntemlerine göre daha düşük ısı transfer katsayısı nedeniyle görülen askorbik asit kaybı ile açıklanmaktadır (Tuta ve Palazoglu 2017). Kurutma yöntemlerinin cipslerdeki renk değişimine etkileri üzerine çalışan bazı araştırmacılar lahana cipsleri (Zhang ve ark. 2011), havuç ve elma cipsleri (Zheng-Wei ve ark. 2008), fırınlanmış ve kızartılmış cipsler (Tuta ve Palazoglu 2017) için benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Buna göre literatür araştırma sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

#### **4.12. Sertlik Değerleri**

Nem transfer mekanizmalarının farklı olmasının bir sonucu olarak, cips numunelerinin sertlik değerlerinin kurutma yöntemlerinden etkilendiği görülmüştür ( $p<0,05$ ) (Şekil 4.9). Tekstür cihazı kullanılarak ölçülen değerler yeşil zeytin katkılı cipsler için  $2,11\pm 0,046-3,57\pm 0,47$  N; yeşil zeytin-nohut katkılı cipsler için  $2,50\pm 0,044-3,89\pm 0,07$  N ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipsler için  $2,24\pm 0,1-3,68\pm 0,09$  N arasında değişmiştir.

Mikrodalgada kurutma (180 W), üç cips çeşidinde de en yüksek sertlik değerini göstermiştir. Benzer olarak Baltacıoğlu ve Esin (2013), mikrodalga kurutmanın kızartmaya kıyasla cips numunelerinde daha yüksek sertlik değerleri gösterdiğini bildirmiştir. Vakum ve sıcak hava ile kurutmanın cipslerin kırılma kuvveti üzerinde bir etkisi olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). Zhang ve ark. (2011), lahana cipslerinin sertliğinin, kullanılan kurutma yöntemlerinin yanı sıra nişasta, şeker vb. gibi bileşenlerin varlığından da etkilenebileceğini rapor etmiştir. Benzer sonuçlar havuç cipsi (Shyu ve ark. 2005), yer elması cipsi (Baltacıoğlu ve Esin 2013) ve vakum-kızartma uygulanan patates cipsleri (Garayo ve Moreira 2002, Granda ve ark. 2004) için de bildirilmiştir.

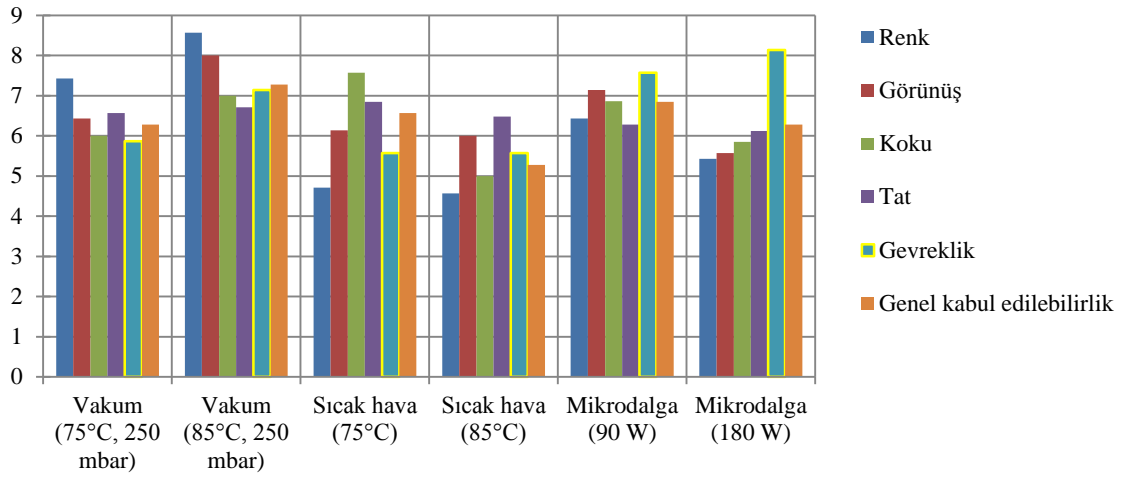


**Şekil 4.9.** Farklı formülasyonların ve kurutma yöntemlerinin cips numunelerinin sertlik değerleri üzerine etkisi (N)

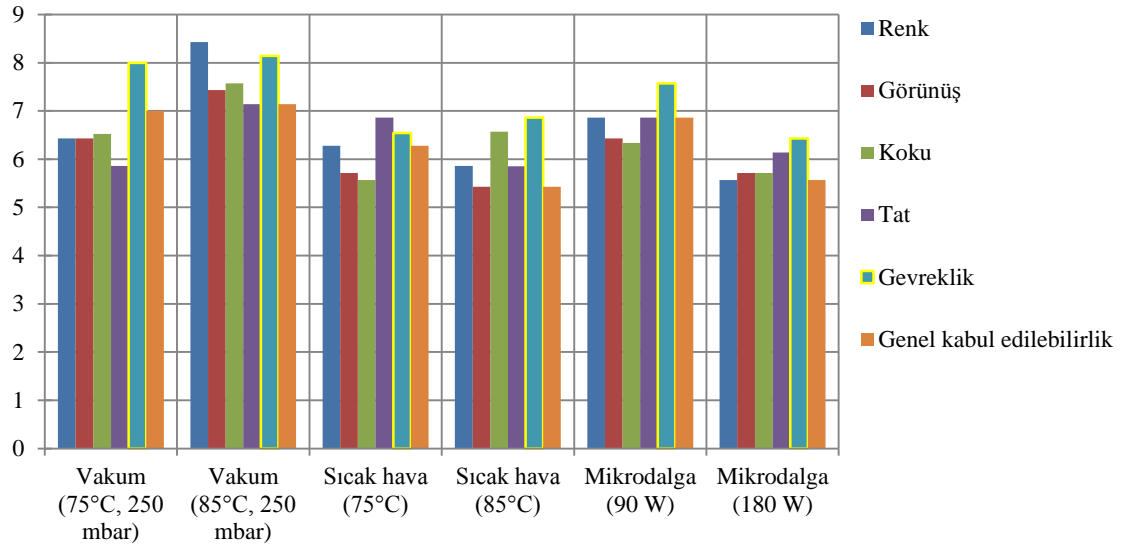
#### 4.13. Duyusal Özellikler

Duyusal analiz sonuçlarının incelenmesi sonucu cips örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ) (Şekil 4.10, 4.11, 4.12). Buna göre sıcak hava ile kurutma yöntemi, her çeşit cips için en düşük puanları alan üretim yöntemi olmuştur.

Nohut ve fasulyenin cips hamuruna eklenmesi, cipslerin beğenisini önemli ölçüde etkilemiştir ( $p < 0,05$ ). Renk ve görünüş bakımından en çok beğenilen cipsler yeşil zeytin-fasulye katkılı cipsler olurken, tat açısından en yüksek puanı alan cipsler yeşil zeytin katkılı cipsler olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde nohut ve fasulyenin cips hamuruna eklenmesi gevreklik açısından cipslerin puanlanmasını istatistiki olarak anlamlı düzeyde etkilemiştir ( $p < 0,05$ ). Buna göre cipslerin gevrekliği en gevrek olandan en az gevrek olana göre; yeşil zeytin-nohut, yeşil zeytin-fasulye ve yeşil zeytin katkılı cipsler olarak sıralanmıştır. Cips çeşitleri bazında genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanlama yeşil zeytin katkılı cipslerde görülmüştür. Uygulanan kurutma metotları arasında en duyusal özellikler bakımından en uygun yöntem vakumlu kurutma yöntemi ve en çok tercih edilen cips çeşidi ise zeytin katkılı cipsler olarak belirlenmiştir.

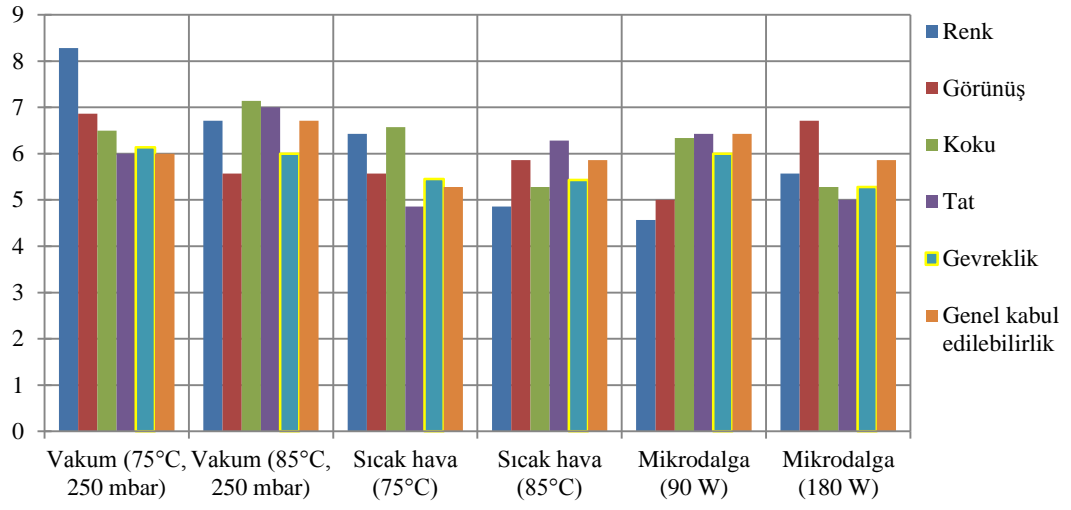


Şekil 4.10. Yeşil zeytin katkılı cipsin hedonik skala kullanılarak belirlenen duysal analiz sonuçları



Şekil 4.11. Yeşil zeytin-nohut katkılı cipsin hedonik skala kullanılarak belirlenen duysal analiz sonuçları





**Şekil 4.12.** Yeşil zeytin-fasulye katkılı cipsin hedonik skala kullanılarak belirlenen duyusal analiz sonuçları

## 5. SONUÇ

Yüksek karbonhidrat ve yağ içeriği sebebiyle cipslerin modifikasyonu amacıyla çeşitli meyve ve sebzelerin formülasyona dahil edilmesi sonucu besinsel anlamda zenginleştirilmesi, kızartma prosesinin zararlı etkilerini azaltma amacıyla da alternatif üretim yöntemlerinin geliştirilmesi, araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Bu sebeple meyve-sebze cipsleri ve uygun üretim metotlarının geliştirilmesi konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmada, yeşil zeytin, nohut ve fasulyenin yüksek fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesinden yararlanılarak daha sağlıklı, besleyici ve fonksiyonel cipslerin üretilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada üç farklı kurutma yöntemi ve her kurutma yönteminde iki farklı kurutma parametresi denenmiş ve bu koşulların cipslerin fizikokimyasal özelliklerine etkileri karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte cips örneklerinin kuruma davranışı incelenmiş ve matematiksel kuruma modelleri oluşturulmuştur.

Tüm cips çeşitlerinde sıcak hava ile kurutma (75°C) en uzun süren kurutma yöntemi olarak bulunmuş, yeşil zeytin; yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde sırasıyla 390, 378 ve 380 dakikada kuruma gerçekleşmiştir. Mikrodalga kurutma (180 W) ise aynı sıralamayla 40, 36 ve 39 dakikada kuruma sağlanmasıyla en kısa süren uygulama olarak belirlenmiştir. Vakum ve sıcak hava ile kurutma sonucu sağlanan 10°C'lik sıcaklık artışı cipslerin kuruma süresini 0,89-1,33 kat azaltmıştır. Mikrodalga ile kurutmada ise uygulanan gücün 2 kat artırılması yeşil zeytin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin kuruma sürelerinin sırasıyla 2,55, 2,82 ve 2,67 kat azalmasını sağlamıştır.

Tüm cips çeşitlerinin kuruma eğrileri incelendiğinde cipslerin kuruma hızlarının zamanla azaldığı gözlemlenmiş, cipslerdeki nem miktarının yarıya inmesiyle kuruma hızlarının düşüşü daha belirgin olmuştur. Ek olarak, cipslerin kurutma davranışlarını en iyi açıklayan modellerin Page ve Modifiye Page modelleri olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte etkin difüzyon katsayıları ( $D_{eff}$ ) hesaplanmış, sıcaklığın veya mikrodalga gücünün artırılmasıyla değerlerde artış gözlenmiştir.  $D_{eff}$  değerleri yeşil zeytin, yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde sırasıyla  $4,25 \times 10^{-9}$ - $4,20 \times 10^{-8}$ ,  $5,39 \times 10^{-9}$ - $3,89 \times 10^{-8}$  ve  $4,70 \times 10^{-9}$ - $4,38 \times 10^{-8}$  m<sup>2</sup>/s arasında bulunmuştur.

Tüm cips örneklerinde pH değerleri  $3,87\pm0,02$ - $4,17\pm0,02$  arasında, titrasyon asitliği değerleri ise  $1,76\pm0,021$ - $1,99\pm0,03$  g/100 g arasında değişmiştir. Bununla birlikte kurutma yöntemlerinin cipslerin pH ve titrasyon asitliği değerlerine etkisi olmamış, nohut ve fasulye ilavesi cips örneklerinin asitliğinin düşmesine sebep olmuştur.

Cipslerin tuz içeriği tüm örnekler için  $3,26\pm0,07$ - $4,65\pm0,06$  g/100 g olarak tayin edilmiştir. Tuz miktarı kuru madde artışına paralel olarak kurutma sonunda artış göstermiş, nohut ve fasulyenin cips hamuruna ilave edilmesiyle tuz içeriğinde azalma kaydedilmiştir.

Cipslerin protein içeriği uygulanan kurutma yöntemi ve kurutma şartlarından etkilenmiş, yeşil zeytin katkılı cipslerde  $7,27\pm0,6$ - $8,82\pm0,67$ ; yeşil zeytin-nohut katkılı cipslerde  $11,64\pm0,90$ - $14,48\pm1,1$  ve yeşil zeytin-fasulye içeren cipslerde  $11,65\pm0,89$ - $15,94\pm1,2$  olarak tespit edilmiştir. Nohut ve fasulye ilavesiyle cipslerin protein miktarı %64,17-80,73 arasında arttırılmış, vakum kurutma yöntemi protein içeriğini en iyi koruyan kurutma yöntemi olarak belirlenmiştir.

Sıcak hava ile kurutma ve vakum kurutma yöntemleri, yeşil zeytin katkılı cipslerin kül içeriği bakımından en iyi sonuç veren yöntemler olarak belirlenmiş ve yeşil zeytin katkılı cipslerin kül içeriği  $4,97\pm0,06$ - $5,91\pm0,08$  g/100 g olarak bulunmuştur. Yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin fasulye katkılı cipslerde kül miktarı  $4,38\pm0,05$ - $4,71\pm0,22$  g/100 g ile  $4,11\pm0,26$ - $4,49\pm0,02$  g/100 g olarak bulunmuş, bu cips çeşitlerindeki kül miktarına kurutma yöntemlerinin anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde kurutma etkisiyle sodyum ve potasyum miktarlarının arttığı, demir ve çinkonun ise azaldığı kaydedilmiş, bakır ve mangan miktarında ise belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Cips örneklerinde potasyum ve sodyum miktarı, kalsiyum ve magnezyuma göre daha yüksek bulunmuş, en yüksek potasyum ve sodyum miktarı vakum kurutma yönteminin ( $85^{\circ}\text{C}$ , 250 mbar) uygulandığı örneklerde bulunurken, en düşük değerler ise sıcak hava ile kurutmaya ( $75^{\circ}\text{C}$ ) üretilen cipslerde belirlenmiştir.

Protein içeriği bakımından yüksek değerler gösteren yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde sodyum ve potasyum mineralleri diğer minerallere oranla daha fazla

bulunmuş, bu minerallerin en iyi korunduğu yöntem vakum kurutma yöntemi (85°C, 250 mbar) olarak belirlenmiştir. Demir ve çinkonun ise en iyi korunduğu yöntem 75°C ve 250 mbar'ın uygulandığı vakum kurutma yöntemi olmuştur. Kurutma sonucunda sodyum ve potasyum minerallerinde artış gözlemlenirken, demir ve çinkonun düştüğü saptanmıştır. Bakır ve mangan ise kurutma yönteminden etkilenmemiştir.

Kurutma işlemiyle birlikte toplam fenolik madde içeriğinde düşüşler kaydedilmiştir. Tüm cips çeşitlerinde toplam fenolik madde miktarı  $125,42 \pm 2,16$ - $208,39 \pm 2,31$  mg/100 g GAE olarak bulunurken, yeşil zeytin katkılı cipslerde en yüksek toplam fenolik madde içeriğinin elde edildiği uygulama vakum kurutma (85°C, 250 mbar) metodu olmuştur. Mikrodalga uygulaması (180 W) ve vakum (75°C, 250 mbar) ile sıcak havayla kurutma yöntemi (85°C) ise sırasıyla yeşil zeytin-nohut ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde en iyi kurutma yöntemi olarak bulunmuştur.

DPPH yöntemine göre ölçülen antioksidan aktivite analiz sonuçlarına göre radikal süpürme aktivitesi kurutma sonucunda azalma göstermiştir. Uygulanan kurutma yönteminin yeşil zeytin-nohut katkılı cipslerde antioksidan aktivite üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisi olmadığı anlaşılmış, yeşil zeytin ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerin için en iyi sonuçlar sıcak hava ile kurutma ve mikrodalga uygulamaları sonucu elde edilmiştir.

CUPRAC yöntemine göre cipslerin antioksidan aktiviteleri hamurlarına kıyasla düşüş göstermiş, kurutma yöntemleri örneklerin antioksidan aktiviteleri üzerinde istatistiksel olarak önemli farklar yaratmıştır. Buna göre yeşil zeytin katkılı cipsler için en yüksek antioksidan aktivite değerleri vakum kurutma (85°C, 250 mbar) yöntemi; yeşil zeytin-nohut katkılı cipslerde mikrodalga (180 W) yöntemi ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde vakum (75°C, 250 mbar) ve sıcak hava ile kurutma (85°C) yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. Cipslerin antioksidan aktivite değerleri  $3,29 \pm 0,15$ - $8,03 \pm 0,37$   $\mu\text{mol TE/g}$  arasında bulunmuştur.

FRAP yöntemi ile ölçülen antioksidan aktivite; tüm cips çeşitlerinde  $0,56 \pm 0,28$ - $7,85 \pm 0,32$   $\mu\text{mol TE/g}$  olarak tayin edilmiştir. Uygulanan kurutma yönteminin örneklerin aktivitesini istatistiksel olarak etkilediği görülmüş; yeşil zeytin katkılı cipslerde en değerler vakum kurutma (85°C, 250 mbar), yeşil zeytin-nohut katkılı cipslerde

mikrodalga kurutma (180 W) ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipslerde ise kurutma yöntemine ve işlem şartlarına bağlı olarak farklı numunelerde daha yüksek antioksidan aktivite sonuçları bulunmuştur.

Renk analizi sonuçları incelendiğinde tüm cips örneklerinin renginde koyulaşma olduğu, örneklerin  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinde kurutmaya birlikte düşüş gözlemlendiği,  $a^*$  değerlerinin ise arttığı görülmüştür. Kurutma yöntemi ve koşullarının, kroma ve hue değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiş, tüm cips örneklerinde en yüksek toplam renk değişimi değerleri sıcak hava ile kurutmanın uygulandığı cipslerde belirlenmiştir.

Tüm cips ürünlerinde en yüksek sertlik değeri mikrodalga kurutma (180 W) ile üretilen cipslerde görülmüştür. Çeşitler bazında ölçülen sertlik değerleri değişkenlik göstermiş, yeşil zeytin katkılı cipsler için  $2,11\pm 0,046-3,57\pm 0,47$  N; yeşil zeytin-nohut katkılı cipsler için  $2,50\pm 0,044-3,89\pm 0,07$  N ve yeşil zeytin-fasulye katkılı cipsler için  $2,24\pm 0,1-3,68\pm 0,09$  N arasında değişmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre cips çeşitleri arasında en beğenilen grup yeşil zeytin katkılı cipsler olurken, en uygun kurutma yöntemi ise vakumlu kurutma olarak belirlenmiştir. Sıcak hava ile kurutmaya üretilen cipsler, cips çeşidi fark etmeksizin en düşük puanları alan örnekler olmuştur.

Sonuç olarak cips formülasyonuna yeşil zeytin, nohut ve fasulye katkısıyla besleyici ve antioksidan kapasitesi yüksek cips eldesi mümkün olmuştur. Son yıllarda sağlıklı ve dengeli beslenme konusundaki bilincin artmasıyla meyve ve sebze cipslerine ilginin artmasının, cipsler üzerindeki araştırmaların yoğunlaşmasına neden olmuştur. Günümüzde meyve ve sebze cipslerinin uygun üretim yöntemlerinin ve proses koşullarının optimizasyonu ile akrilamid miktarlarının araştırılması gerekliliği devam etmektedir. Bu çalışmanın yapılacak diğer araştırmalara katkıda bulunabileceği düşünülmüştür.

## KAYNAKLAR

- Afolabi, I.S. 2014.** Moisture migration and bulk nutrients interaction in a drying food systems: A review. *Food and Nutrition Sciences*, 5(8): 692-714.
- Aiswarya, R., Baskar, G. 2018.** Enzymatic mitigation of acrylamide in fried potato chips using asparaginase from *Aspergillus terreus*. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(2): 491-498.
- Ajala, A.S., Aboiye, A.O., Popoola, J.O., Adeyanju, J.A. 2012.** Drying characteristics and mathematical modelling of cassava chips. *Chemical and Process Engineering Research*, 4: 1-9.
- Akrapunam, M.A., Abiante, D.A. 1991.** Processing and quality evaluation of sweet potato chips. *Plant Food for Human Nutrition*, 41(4): 291-297.
- Aktaş, C. 2015.** Patlıcanın kurutma ve rehidrasyon karakteristiklerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Akyıldız, A., Polat, S., Ağçam, E. 2017.** Konveksiyonel ve dondurarak kurutma yöntemlerinin karpuzun bazı kalite özelliklerine etkisi. *GIDA*, 42(2): 169-176.
- Akyol, H., Riciputi, Y., Capanoglu, E., Caboni, M.F., Verardo, V. 2016.** Phenolic compounds in the potato and its byproducts: An overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(6), DOI: 10.3390/ijms17060835.
- Albuquerque, T.G., Sanches-Silva, A., Santos L., Costa, H. S. 2012.** An update on potato crisps contents of moisture, fat, salt and fatty acids (including trans-fatty acids) with special emphasis on new oils/fats used for frying. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(6): 713-717.
- Alfy, A., Kiran, B.V., Jeevitha, G.C., Umesh Hebbar, H. 2016.** Recent developments in superheated steam processing of foods-A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(13): 2191-2208.
- Alibas, İ. 2014.** Mathematical modeling of microwave dried celery leaves and determination of the effective moisture diffusivities and activation energy. *Food Science and Technology*, 34(2): 394-401.
- Allison, A., Fouladkhah, A. 2018.** Adoptable interventions, human health, and food safety considerations for reducing sodium content of processed food products. *Foods*, 7(2), DOI: 10.3390/foods7020016.
- AOAC, 1975.** Official methods of analysis 12th edn, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.
- AOAC, 1980.** Official methods of analysis 13th edn, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.
- AOAC, 1985.** Official methods of analysis 14th edn, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- AOAC, 1990.** Official methods of analysis 15th edn, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E. 2004.** Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of Neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 7970-7981.
- Arambula-Villa, G., Flores-Casamayor, V., Veles-Medina, J.J., Salazar, R. 2018.** Mitigating effect of calcium and magnesium on acrylamide formation in tortilla chips. *Cereal Chemistry*, 95(1): 94-97.

- Archana, G., Babu, P.A.S., Sudharsan, K., Sabina, K., Raja, R.P., Sivarajan, M., Sukumar, M. 2016.** Evaluation of fat uptake of polysaccharide coatings on deep-fat fried potato chips by confocal laser scanning microscopy. *International Journal of Food Properties*, 19(7): 1583-1592.
- Arda, S.O. 2017.** Mikrodalga ve güneş enerjisi kombinasyonlu kurutucu kullanılarak kurutma davranışının deneysel olarak incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Arslan, T. 2014.** Dondurarak kurutulmuş kayısı tozunun bazı özelliklerine farklı maltodekstrinlerin etkisinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya.
- Arusoğlu, G. 2015.** Akrilamid oluşumu ve insan sağlığına etkileri. *Akademik Gıda*, 13(1): 61-71.
- Ayalew, A.M. 2011.** Factors affecting adoption of improved haricot bean varieties and associated agronomic practices in Dale Woreda. *PhD Thesis*, Faculty of Agricultural Sciences, Hawassa University, Hawassa, Ethiopia.
- Ayan, H. 2010.** Güneşte ve yapay kurutucuda kurutulmuş domates (*Lycopersitcum esculentum*) üretimi ve proses sırasındaki değişimlerin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Ayhan, K. 2014.** Gıdalarda mikroorganizma gelişmesini etkileyen faktörler. Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ders Notları, Ankara, 15 s.
- Babayiğit, O. 2010.** Tarım ürünlerinin kuruma karakteristiklerini belirlemek için bir deney seti tasarımı, imalatı ve denenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Bala, B.K., Debnath, N. 2012.** Solar drying technology: Potentials and developments. *Journal of Fundamentals of Renewable Energy and Applications*, 2, DOI: 10.4303/jfrea/R120302.
- Baltacıoğlu, C., Esin, A. 2013.** Crisp production from jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and investigation of quality parameters. *Akademik Gıda*, 11(2): 14-20.
- Bani, A. 2014.** Kızılıcığın infrared ısı ile kurutulmasında kütle transfer katsayılarının ve vitamin kayıplarının incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya.
- Barba, F.J., Parniakov, O., Pereira, S.A., Wiktor, A., Grimi, N., Boussetta, N., Saraiva, J.A., Rasoe, J., Martin-Belloso, O., Witrowa-Rajchert, D., Lebovka, N., Vorobie, E. 2015.** Current applications and new opportunities for the use of pulsed electric fields in food science and industry. *Food Research International*, 77(Part 4):773-798.
- Başlar, M., Toker, Ö.S., Karasu, S., Tekin, Z.H., Yildirim, H.B. 2016.** Ultrasonic applications for food dehydration: Encyclopedia of color science and technology, Ed.: Luo, M.R., Springer, 1247-1270.
- Bastos, D.M., Érica Monaro, Siguemoto, E., Séfora, M. 2012.** Maillard reaction products in processed food: Pros and cons: Food Industrial processes-methods and equipment, Ed.: Valdez, B., InTech, Croatia, pp: 281-299.
- Bayhan, H.A. 2011.** Kabin tipi bir kurutucuda kurutma sürecini etkileyen parametrelerin deneysel olarak incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Belayneh, M., Workneh, T.S., Belew, D. 2014.** Physicochemical and sensory evaluation of some cooking banana (*Musa* spp.) for boiling and frying process. *Journal of Science and Technology*, 51(12): 3635-3646.

- Bengtsson, G., Rahman, M.S., Stanley R., Perera, C.O. 1998.** Effect of specific pretreatment on the drying behaviour of apple rings. The New Zealand Institute of Food Science and Technology and The Nutrition Society of New Zealand Conference, 1-3 July, 1998, Nelson, New Zealand, s: 10.
- Benzie, I.F.F., Strain J.J. 1996.** Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1): 70-76.
- Bingöl, G. 2010.** Gıda işlemede kurutma teknolojilerinin temel ilkeleri. *Kısaltılmış Doktora Tezi*, İstanbul Sanayi Odası, İstanbul, 144 s.
- Boateng, J., Verghese, M., Walker, L.T., Ogutu, S. 2008.** Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus spp. L.*). *Food Science and Technology*, 41(9): 1541-1547.
- Bolat, M. Ünivar, F.İ., Dellal, İ. 2017.** Türkiye’de yemeklik baklagillerin gelecek eğilimlerinin belirlenmesi. *TEAD*, 3(2): 7-18.
- Bonazzi, C., Dumoulin, E. 2011.** Quality changes in food materials as influenced by drying processes: Modern drying technology volume 3: Product quality and formulation, Eds.:Tsotsas, E., Mujumdar, A.S., Wiley-VCH Verlag GMBH & Co. KGaA, pp: 1-19.
- Boris, H., Shriekha, D., Sujata, J. 2018.** Modelling of vacuum drying of cherry pepper. *Asian Journal Of Dairy And Food Research*, 37(4): 316-320.
- Boyacı, C.P., Cengiz, M.P. 2012.** Gıdalarda akrilamid risk değerlendirme çalışmaları. *GIDA*, 37(5): 287-294.
- Boydak, E., Kayantaş, B. 2017.** Bazı patates (*Solanum Tuberosum L.*) çeşitlerinin verim ve verime etkili parametrelerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 6(2): 79-82.
- Caixeta, A.T., Moreira, R., Castell-Perez, M.E. 2002.** Impingement drying of potato chips. *Journal of Food Process Engineering*, 25(1): 63-90.
- Cao, X., Zhang, M., Fang, Z., Mujumdar, A.S., Jiang, H., Qian, H., Ai, H. 2017.** Drying kinetics and product quality of green soybean under different microwave drying methods. *Drying Technology*, 35(2): 240-248.
- Castro, A.M., Mayorga, E.Y., Moreno, F.L. 2018.** Mathematical modelling of convective drying of fruits: A review. *Journal of Food Engineering*, 223: 152-167.
- Ceran, F., Önder, M. 2016.** Farklı dönemlerde ekilen nohut çeşitlerinde (*Cicer arietinum L.*) bazı tarımsal özelliklerin belirlenmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(1): 25-29.
- Cesur, Ö. 2013.** Kurutma metodları ve şartlarının nar tanesinin kurutma kinetiği ve kalitesi üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Ceylan, İ., Aktaş, M., Doğan, H. 2006.** Güneş enerjili kurutma fırınında elma kurutulması. *Politeknik Dergisi*, 9(4): 289-294.
- Chandra, P.K., Singh, R.P. 1995.** Applied numerical methods for food and agricultural engineers. CRC Press. Boca Raton, FL. Pp: 163-167.
- Chandra, S., Kumari, D. 2015.** Recent Development in osmotic dehydration of fruit and vegetables: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(4): 552-561.
- Charoux, C.M.G., Ojha, K.S., O'Donnell, C.P., Cardoni, A., Tiwari, B.K. 2017.** Applications of airborne ultrasonic technology in the food industry. *Journal of Food Engineering*, 208: 28-36.



- Chayjan, R.A., Kaveh, M. 2014.** Physical parameters and kinetic modeling of fix and fluid bed drying of terebinth seeds. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(3): 1307-1320.
- Chayjan, R.A., Kaveh, M., Khayat, S. 2015.** Modeling drying characteristics of hawthorn fruit under microwave-convective conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(3): 239-253.
- Chen, H., Rustagi, S., Diepa, E., Langrish, T.A.G., Glasser, B.J. 2018.** Scale-up of fluidized bed drying: Impact of process and design parameters. *Powder Technology*, 339: 8-16.
- Chen, J., Chai, W., Xu, B. 2014.** Food properties of ready-to-eat flavored ginseng chips as affected by food formulation and food processing. *International Journal of Sciences*, 3(10): 16-28.
- Chhabra, N., Kaur, A., Kaur, S. 2017.** Development of composite tortilla chips: An approach with improved quality. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 6(9): 514-520.
- Ciurzyńska, A., Lenart, A. 2011.** Freeze-drying-application in food processing and biotechnology-A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61(3): 165-171.
- Crank, J. 1975.** The mathematics of diffusion (second edition). Clarendon Press, Oxford, UK, 411 pp.
- Cui, Z., Li, C., Song, C., Song, Y. 2008.** Combined microwave-vacuum and freeze drying of carrot and apple chips. *Drying Technology*, 26(12): 1517-1523.
- Çatalkaya, G., Ceylan, F.D., Yüce, H., Özçelik, B. 2016.** Mor lahan, havuç ve brokoli içeren fonksiyonel sebze çipsi üretimi ve antioksidan özelliklerinin araştırılması. Gıda, Metabolizma ve Sağlık: Biyoaktif Bileşenler ve Doğal Katkılar Kongresi, 28 Kasım 2016, İstanbul, Türkiye.
- Çay, V.V., Koçyiğit, F., Akyüz, M.K., Koçyiğit, Ş. 2017.** Drying systems with supported by solar energy and use in agricultural. International Engineering Conference (IEC 2017), 18-21 October, 2017, Antalya, Turkey.
- Çelen, S. 2010.** Mikrodalga ve vakum kurutucuda bazı gıda ürünlerinin kurutulması ve modellenmesi. *Doktora Tezi*, TÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne.
- Çerçi, K.N., Akpınar, E.K. 2015.** Güneş altında kurutma prosesinde biberin konvektif ısı transfer katsayısının belirlenmesi. 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 8-11 Nisan 2015, İzmir.
- Çevik, C.Y. 2015.** Zeytin ve zeytin ürünlerinin bazı makro ve mikro inorganik bileşenlerinin analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, AMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Aydın.
- Çınar, İ. 2014.** Konveksiyonel ve akışkan yataklı sistemlerde bazı sebzelerin kuruma karakteristiklerinin belirlenmesi. *GIDA*, 39(3): 171-177.
- Çiftçi, S. 2015.** Farklı pişirme yöntemlerinin patateslerin glisemik indeks değeri üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, HÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyetetik Anabilim Dalı, Ankara.
- Dadalı, G. 2007.** Bamya ve ıspanağın mikrodalga tekniği kullanılarak kurutulması, doku ve renk özelliklerinin incelenmesi ve modellenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Darvishi, H., Asl, A.R., Asghari, A., Najafi, G., Gazori, H.A. 2013.** Mathematical modeling, moisture diffusion, energy consumption and efficiency of thin layer drying of

potato slices. *Journal of Food Processing and Technology*, 4(3), DOI: 10.4172/2157-7110.1000215.

**Demiray, E. 2009.** Kurutma işleminde domatesin likopen,  $\beta$ -karoten, askorbik asit ve renk değişim kinetiğinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, PÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

**Demiray, E., Tulek, Y. 2014.** Drying characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) slices in a convective hot air dryer. *Heat and Mass Transfer*, 50(6): 779-786.

**Demirbaş, A., Karakoy, T., Durukan, H., Erdem, H. 2017.** The impacts of the biochar addition in different doses on yield and nutrient uptake of the chickpea plant (*Cicer arietinum* L.) under the conditions with and without incubation. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12 A): 8328-8336.

**Deniz, Z. 2010.** Akışkan yataklı kurutucu modellemesi ve analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

**Devseren, E., Tomruk, D., Koç, M., Kaymak-Ertekin, F. 2016.** Vakum altında kızartma işleminin gıda ve kızartma yağı kalitesi üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 14(1): 43-53.

**Dinç, S., Kara, M., Arslanoğlu, Ş.F. 2014.** Patates ve sağlık. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 10: 45-46.

**Dixit, M., Kulkarni, P.K., Kini, A.G., Shivakumar, H.G. 2010.** Spray drying: A crystallization technique: A review. *International Journal of Drug Formulation & Research*, 1(2): 1-29.

**Doğan, N., Doğan, C., Hayoğlu, I. 2017.** *Pleurotus ostreatus* mantarının cips üretiminde kullanımı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(2): 133-142.

**Dolatowski, Z. J., Stadnik, J., Stasiak, D. 2007.** Applications of ultrasound in food technology. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6(3): 89-99.

**Doymaz, İ. 2004.** Pretreatment effect on sun drying of mulberry fruits (*Morus alba* L.). *Journal of Food Engineering*, 65(2): 205-209.

**Doymaz, İ. 2007.** The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. *Journal of Food Engineering*, 79(1): 243-248.

**Doymaz, İ. 2011.** Drying of eggplant slices in thin layers at different air temperatures. *Journal of Food Process Preservation*, 35(2): 280-289.

**Duman, M., Özpolat, E., Gül, M.R. 2012.** Farklı oranlarda surimi tozu kullanılarak üretilen cipslerin kimyasal kompozisyonu ve duyu kalitesinin belirlenmesi. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 6(4): 282-286.

**Durucasu, İ. 2004.** Domat türü yeşil zeytinin tatlandırılması üzerine bir araştırma. *GIDA*, 29(3): 211-216.

**Elkhalifa, A.O.E., Hassan, A.M., Zei, M.E.A. 2014.** Analytical quality and acceptability of baked and fried banana chips. *Journal of Human Nutrition and Food Science*, 2(6): 1052.

**Emami, F., Vatanara, A., Park, E.J., Na, D.H. 2018.** Drying technologies for the stability and bioavailability of biopharmaceuticals. *Pharmaceutics*, 10(3), DOI: 10.3390/pharmaceutics10030131.

**Erbay, B., Küçüköner, E. 2008.** Gıda endüstrisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.

**Erbay, Z., İçier, F. 2009.** A review of thin layer drying of foods: Theory, modeling, and experimental results. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(5): 441-464.

- Ertekin, C. Firat, M.Z. 2017.** A comprehensive review of thin-layer drying models used in agricultural products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(4): 701-717.
- Ertop, M.E., Kutluk, K., Coşkun, K., Canlı, S. 2016.** Gıda endüstrisi yan ürünleri kullanımıyla cips üretimine yeni bir yaklaşım: Zenginleştirilmiş gluten cipsi. *Akademik Gıda*, 14(4): 398-406.
- Falade, K.O., Solademi, O.J. 2010.** Modelling of air drying of fresh and blanched sweet potato slices. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(2): 278-288.
- Fear, S., Jensen, M., Johnson, C., Schilmoeller, L., Smith, G.A. 2008.** Seasoned food, seasoning, and methods for seasoning a food product. U.S. Patent, Patent No: 20080008790A1, US.
- Filiz, B.E. 2015.** Elma cipsinin bazı kalite ve antioksidan özelliklerine kurutma, ambalajlama ve depolamanın etkisi. *Doktora Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Fouladkhan, A., Berlin, D., Bruntz, D. 2015.** High-sodium processed foods: Public health burden and sodium reduction strategies for industry practitioners. *Food Reviews International*, 31(4): 341-354.
- Gamlı, F. 2014.** A review based on the relationship among drying, curve fitting and mathematical models in food systems. *Advance Research in Agriculture and Veterinary Science*, 1(2): 47-53.
- Gamli, Ö.F. 2011.** Effective moisture diffusivity and drying characteristics of tomato slices during convectional drying. *Journal of Food*, 36(4): 201-208.
- Gao, Y. 2014.** Antioxidant activities and phenolic acids in different raw and boiled potatoes and sweet potatoes. *M.A. Thesis*, Faculty of Agricultural Sciences, Louisiana State University, United States.
- Garayo, J., Moreira, R. 2002.** Vacuum frying of potato chips. *Journal of Food Engineering*, 55(2): 181-191.
- Gergilioğlu, U. 2016.** Bazı OECD ülkeleri bağlamında obezite vergilerinin değerlendirilmesi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(2): 149-166.
- Granda, C., Moreira, R.G., Tichy, S. E. 2004.** Reduction of Acrylamide formation in potato chips by low-temperature vacuum frying. *Journal of Food Science*, 69(8): 405-411.
- Gündoğdu, M.A., Şeker, M. 2012.** Bazı yabancı kökenli zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının yağ asidi bileşiminin olgunlaşma süresince değişimi. *Zeytin Bilimi*, 3(1): 19-28.
- Güneş, N.Ç. 2009.** Gıda kurutma sistemlerinin ekserji analizi. *Doktora Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Güneş Enerjisi Enstitüsü Anabilim Dalı, İzmir.
- Gürbüz, D. 2006.** Balkabağının ozmotik kurutulması ve ozmotik kurutmanın kuruma hızına ve tekrar su alma özelliğine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Gürbüz, M. Ögüt, S. 2018.** Zeytin yaprağının potansiyel sağlık yararları. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3): 242-253.
- Gürel A.E., Ceylan, İ., Yılmaz, S. 2015.** Isı pompalı ve parabolik oluklu güneş kolektörlü akışkan yataklı kurutucuların deneysel analizi. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 35(1): 107-115.
- Güven, E., Yıldız, H. 2016.** Isıl olmayan yeni gıda muhafaza tekniklerinin sanayi uygulamaları-2. *GIDA*, 41(4): 243-250.

- Gwartz, J.A., Gargia-Casal, N.M. 2014.** Processing maize flour and corn meal food products. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1312(1): 66-75.
- Hanis Mastura, Y., Hasnah, H., Dang, T.N. 2017.** Total phenolic content and antioxidant capacity of beans: organic vs inorganic. *International Food Research Journal*, 24(2): 510-517.
- Hariri, E., Abboud, I.M., Demirdjian, S., Korfali, S., Mroueh, M., Taleb, R.I. 2015.** Carcinogenic and neurotoxic risks of acrylamide and heavy metals from potato and corn chips consumed by the Lebanese population. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42: 91-97.
- Harmankaya, M., Özcan, M.M., Endes, Z. 2013.** Mineral contents of several corn and potato chips. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 19(2): 222-227.
- Hua, X., Wang, K., Yang, R., Kang, J., Yang, H. 2015.** Edible coatings from sunflower head pectin to reduce lipid uptake in fried potato chips. *Food Science and Technology*, 62(2): 1220-1225.
- Inyang, U.E., Oboh, I.O., Etuk, B.R. 2018.** Kinetic models for drying techniques-food materials. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 8: 27-48.
- Islam, M.S., Haque, M.A., Islam, M.N. 2012.** Effects of drying parameters on dehydration of green banana (*Musa sapientum*) and its use in potato (*Solanum tuberosum*) chips formulation. *The Agriculturists*, 10(1): 87-97.
- Jiang, H., Hettiarachchy, N.S., Horax, R. 2018.** Physical properties and estimated glycemic index of protein-enriched sorghum based chips. *Journal of Food Science Technology*, 55(3):891-898.
- Jiang, H., Zhang, M., Mujumdar, A.S., Lim, R. 2011.** Comparison of the effect of microwave freeze drying and microwave vacuum drying upon the process and quality characteristics of potato/banana re-structured chips. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(3): 570-576.
- Joshi, A., Rudra S.G., Sagar, V.R., Raigond, P., Dutt, S., Singh, B., Singh, B P. 2016.** Development of low fat potato chips through microwave processing. *Journal of Food Science Technology*, 53(8): 3296-3303.
- Kadakal, E. 2009.** Gemlik yöntemi ile işlenmiş Gemlik tipi sofralık zeytinlerin antioksidan özellikleri ve fenolik profilleri. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kahraman, A. 2014.** Ekim zamanlarının kuru fasulye genotiplerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) verim, verim unsurları ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Doktora Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Kaleta, A., Gornicki, K., Winiczenko, R., Chojnacka, A. 2013.** Evaluation of drying models of apple (var. Ligol) dried in a fluidized bed dryer. *Energy Conversion and Management*, 67: 179-185.
- Kampuse, S., Siljanis, K., Rakcejeva, T., Murniece, I. 2013.** The suitability of potato cultivars in production of chips and sticks by using microwave-vacuum drier. *International Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 7(7): 740-745.
- Kara, Y. 2017.** Püskürtmeli kurutma yöntemi ile kemik suyu tozu üretimi. *Yüksek Lisans Tezi*, PÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Karabacak, A.Ö., Sinir, G.Ö., Suna, S. 2015.** Mikrodalga ve mikrodalga destekli kurutmanın çeşitli meyve ve sebzelerin kalite parametreleri üzerine etkisi. *UÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2): 125-135.
- Karagöz, A. 2009.** Akrilamid ve gıdalarda bulunuşu. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 8(2): 187-192.

- Karahan, Y. 2014.** Türkiye’de patates sanayisinin gelişimi ve gelecekle ilgili beklentiler. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 10: 27-29.
- Karakaplan, N. 2017.** Nane (*Mentha spicata*) bitkisinden uçucu yağ eldesi için optimum koşulların araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya.
- Kaur, S., Aggarwal, P. 2017.** Development of maize-potato tortilla chips: A nutritious and low fat snack food. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4): 153-161.
- Kawas, M.L, Moreira, R.G. 2001.** Characterization of product quality attributes of tortilla chips during the frying process. *Journal of Food Engineering*, 47(2): 97-107.
- Kayaardı, S. 1992.** Kurutuluş etin kalite faktörleri üzerinde araştırmalar. *Doktora Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya.
- Kayacier, A., Singh, R.K. 2003.** Textural properties of baked tortilla chips. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technology*, 36: 463-466.
- Kayacier, A., Singh, R. K. 2004.** Application of effective diffusivity approach for the moisture content prediction of tortilla chips during baking. *Food Science and Technology*, 37(2): 275-281.
- Kebede, B., Korji, D., Amare, G. 2018.** Participatory evaluation and selection of improved haricot bean varieties at liben district, lowland agro ecology of Guji Zone, Oromia Regional State, Ethiopia. *Advanges in Crop and Technology*, 6(1): 2-4.
- Kingsly, R.P., Goyal, R.K., Manikantan, M.R., Ilyas, S.M. 2007.** Effects of pretreatments and drying air temperature on drying behaviour of peach slice. *International Journal of Food Science and Technology*, 42(1): 65-69.
- Kıralan, M., Yorulmaz, A. 2006.** Zeytin meyvesinde ve sızma zeytin yağında bulunan başlıca fenoller ve bunları etkileyen bazı faktörler. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2): 311-321.
- Kırmacı, V. 2008.** Dondurarak kurutma sisteminin tasarımı, imalatı ve performans deneylerinin yapılması. *Doktora Tezi*, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Kırmacı, V., Menlik, T., Usta, H. 2014.** Using of empiric and semi-empiric models in the modeling of an experimental study on freeze drying behavior of apples. *Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 1(1): 22-45.
- Kloss, L., Meyer, C.D., Graeve, L., Vetter, W. 2015.** Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union: A review. *NFS Journal*, 1(C): 9-19.
- Koç, M., Ertekin, F.K. 2016.** Şeker içeriği yüksek gıdaların püskürtülerek kurutulması: ürün kazanımı ve toz ürün özelliklerinin geliştirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(5): 336-344.
- Konuşkan, D.B. 2008.** Hatay’da yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik zeytin çeşitlerinden çözücü ekstraksiyonuyla elde edilen yağların bazı niteliklerinin belirlenmesi ve mekanik yöntemle elde edilen zeytinyağları ile karşılaştırılması. *Doktora Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Kose, Y.E. 2018.** Usage possibilities of mathematical modelling in drying technology. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4(6): 1-8.
- Kucuk, H., Midilli, A., Kilic, A., Dincer, I. 2014.** A review on thin-layer drying-curve equations. *Drying Technology*, 32(7): 757-773.
- Kumar, J., Das, S., Teoh, S.L. 2018.** Dietary acrylamide and the risks of developing cancer: Facts to ponder. *Frontiers in Nutrition*, 5(14): 1-12.
- Kumar, V., Sharma, H.K., Singh, K., Singh, R.P. 2015.** Optimization of process parameters for the production of taro chips using RSM with fuzzy modeling. *Journal of*

*Food Measurement and Characterization*, 9(3): 400-413.

**Kumar, Y., Tiwari, S., Belorkar, S.A. 2015.** Drying: An excellent method for food preservation. *International Journal of Engineering Studies and Technical Approach*, 1(8): 1-17.

**Kutlu, N., İşçi, A., Demirkol, Ö.Ş. 2015.** Gıdalarda ince tabaka kurutma modelleri. *GIDA*, 40(1): 39-46.

**Kuzgun, N.K. 2017.** *Luciobarbus esocinus*, (Heckel 1843)'den elde edilen balık cipslerinin besin kompozisyonu ve duyu özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 13(2): 153-162.

**Le, K.H., Kharaghani, A., Kirsch, C., Tsotsas, E. 2017.** Discrete pore network modeling of superheated steam drying. *Drying Technology*, 35(13): 1584-1601.

**Leeratanarak, N., Devahastin, S., Chiewchan, N. 2006.** Drying kinetics and quality of potato chips undergoing different drying techniques. *Journal of Food Engineering*, 77(3): 635-643.

**Lewis, W.K., 1921.** The rate of drying of solid materials. *Industrial Engineering Chemistry*, 13(5): 427-432.

**Li, J., Liang, Q., Bennamoun, L. 2016.** Superheated steam drying: Design aspects, energetic performances, and mathematical modeling. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60: 1562-1583.

**Lipunova, N., Schouten, L.J., Brandt, P.A., Hogervorst, J.G.K. 2017.** A prospective cohort study on dietary acrylamide intake and the risk for cutaneous malignant melanoma. *European Journal of Cancer Prevention*, 26(6): 528-531.

**Liu, C., Zhao, Y., Li, X., Jia, J., Chen, Y., Hua, Z. 2014.** Antioxidant capacities and main reducing substance contents in 110 fruits and vegetables eaten in China. *Food and Nutritional Sciences*, 5(4): 293-307.

**Luo, H. 2011.** Extraction of antioxidant compounds from olive (*Olea europaea*) leaf. *PhD Thesis*, MU Faculty of Food Technology, Massey University, Albany, New Zealand.

**Lv, W., Li, D., Lv, H., Jin, X., Han, Q., Su, D., Wang, Y. 2019.** Recent development of microwave fluidization technology for drying of fresh fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 86: 59-67.

**Madamba, P.S., Driscoll, R.H., Buckle, K.A. 1996.** Thin layer drying characteristics of garlic slices. *Journal of Food Engineering*, 29(1): 75-97.

**Maisnam, D., Rasane, P., Dey, A., Kaur, S., Sarma, C. 2017.** Recent advances in conventional drying of foods. *Food Technology and Preservation*, 1(1): 25-34.

**Makowska, A., Zielinska-Dawidziak, M., Niedzielski, P., Michalak, M. 2018.** Effect of extrusion conditions on iron stability and physical and textural properties of corn snacks enriched with soybean ferritin. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(2): 296-303.

**Makris, D.P., Rossiter, J.T. 2001.** Domestic processing of onion bulbs (*Allium cepa*) and asparagus spears (*Asparagus officinalis*): Effect on flavonol content and antioxidant status. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(7): 3216-3222.

**Maqbool, K., Naik, H.R., Hussain, S.Z., Rather, A.H. 2017.** Influence of soaking and germination on physico-chemical composition and functional properties of chickpea (*var. SKUAST-233*) flour. *International Journal of Chemical Studies*, 5(5): 1048-1054.

**Marinangeli, C.P.F., Jones, P.J.H. 2012.** Pulse grain consumption and obesity: Effects on energy expenditure, substrate oxidation, body composition, fat deposition and satiety. *British Journal of Nutrition*, 108(S1): 46-51.

- Mazurek, S., Szostak, R., Kita, A., Kucharska, A. Z., Sokol-Letowska, A., Hamouz, K. 2017.** Determination of antioxidant activity and polyphenols content in chips by Raman and IR Spectroscopy. *Food Analytical Methods*, 10(12): 3964-3971.
- Mesías, M., Morales, F.J. 2015.** Acrylamide in commercial potato crisps from Spanish market: Trends from 2004 to 2014 and assessment of the dietary exposure. *Food and Chemical Toxicology*, 81: 104-110.
- Michailidis, P.A., Krokida, M. K. 2014.** Drying and dehydration processes in food preservation and processing: Conventional and advanced food processing technologies, Ed.: Bhattacharya, S., Wiley, pp: 1-32.
- Midilli, A., Küçük, H., Yapar, Z. 2002.** A new model for single-layer drying. *Drying Technology*, 20(7): 1503-1513.
- Mihalcea, L.I., Bleoancă, I.I., Mihai, C.M., Borda, D.D. 2017.** Osmotic pressure influence on the vegetable chips dehydration process. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 18(1): 51-59.
- Montedoro, G., Servili, M., Baldioli, M., Miniati, E. 1992.** Simple and hydrolyzable phenolic compounds in virgin olive oil: Their extraction, separation, and quantitative and semiquantitative evaluation by HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(9): 1571–1576.
- Mrad, R., Rouphael, M., Maroun, R.G., Louka, N. 2014.** Effect of expansion by “Intensification of Vaporization by Decompression to the Vacuum” (IVDV) on polyphenol content, expansion ratio, texture and color changes of Australian chickpea. *Food Science and Technology*, 59(P1): 874–882.
- Mujumdar, A.S., Law, C.L. 2010.** Drying technology: Trends and applications in postharvest processing. *Food and Bioprocess Technology*, 3(6): 843-852.
- Mutlu, C., Arslan-Tontul, S., Candal, C., Kılıç, Ö., Erbaş, M. 2018.** Physicochemical, thermal, and sensory properties of blue corn (*Zea Mays* L.). *Journal of Food Science*, 83(1): 53-59.
- Nazzaro, F., Cardinale, F., Cozzolino, A., Granese, T., Fratianni, F. 2014.** Polyphenol composition and antioxidant activity of different potentially functional kale-based snacks. *Food and Nutrition Sciences*, 5(12): 1145-1152.
- Nems, A., Peksa, A., Kucharska, A.Z., Sokol-Letowska, A., Kita, A., Drozd, W., Hamouz, K. 2015.** Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with coloured potato. *Food Chemistry*, 172: 175–182.
- Nireesha, G.R., Divya, L., Sowmya, C., Venkateshan, N., Niranjana Babu, M., Lavakuma, V. 2013.** Lyophilization/Freeze Drying-An Review. *International Journal of Novel Trends*, 3(4): 87-98.
- Ochoa-Martínez, L.A., Castillo-Vázquez, K., Figueroa-Cárdenas, J.D., Morales-Castro, J., Gallegos-Infante, J. A. 2016.** Quality evaluation of tortilla chips made with corn meal dough and cooked bean flour. *Cogent Food and Agriculture*, 2(1), DOI: 10.1080/23311932.2015.1136017.
- Oghenechavwuko, U.E., Saka, G.O., Adekunbi, T.K., Taiwo, A.C. 2013.** Effect of processing on the physico-chemical properties and yield of Gari from dried chips. *Journal of Food Process Technology*, 4(8), DOI: 10.4172/2157-7110.1000255.
- Onwude, D.I., Hashim, N., Chen, G. 2016.** Recent advances of novel thermal combined hot air drying of agricultural crops. *Trends in Food Science and Technology*, 57(A): 132-145.
- Overhults, D.D., White, G.M., Hamilton, M.E., Ross, I.J. 1973.** Drying soybeans with heated air. *Transactions of the ASEA*, 16(1): 195-200.

- Özata, E., Cömert, M. 2016.** Zeytinyağı ve sağlıklı yaşam. *Zeytin Bilimi*, 6(2): 105-110.
- Özdemir, B., Zencir, E. 2017.** Yiyecek içecek işletmelerine yerel ürün önerisi: Çerez tarhana. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5(2): 18-27.
- Özdemir, P., Malayoğlu, H.B. 2017.** Patates işleme endüstrisi yan ürünleri ve hayvan beslemede değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1): 93-97.
- Özer, E.A. 2007.** Ekstrüzyon yöntemi ile besleyici değeri yüksek çerez tipi fonksiyonel bir ürün geliştirme. *Doktora Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Özkaynak, E. 2006.** Çeşitli pişirme tekniklerinin sigara böreğinde akrilamid oluşumu üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Palazoğlu, T.K., Savran, D., Gökmen, V. 2010.** Effect of cooking method (baking compared with frying) on acrylamide level of potato chips. *Journal of Food Science*, 75(1): 25-29.
- Pandey, S.T., Diwan, S., Soni, R. 2015.** Review of mathematical modelling of thin layer drying process. *International Journal of Current Engineering and Scientific Research*, 2(11): 96-107.
- Pedreschi, F., Moyano, P., Santis, N., Pedreschi, R. 2007.** Physical properties of pre-treated potato chips. *Journal of Food Engineering*, 79(4): 1474-1482.
- Pimpaporn, P., Devahastin, S., Chiewchan, N. 2007.** Effects of combined pretreatments on drying kinetics and quality of potato chips undergoing low-pressure superheated steam drying. *Journal of Food Engineering*, 81(2): 318-329.
- Rababah, T.M., Brewer, S., Yang, W., Al-Mahasneh, M., Al-U'Datt, M., Rababa, S., Ereifej, K. 2012.** Physicochemical properties of fortified corn chips with broad bean flour, chickpea flour or isolated soy protein. *Journal of Food Quality*, 35(3): 200-206.
- Ramya, V., Jain, N.K. 2017.** A review on osmotic dehydration of fruits and vegetables: An integrated approach. *Journal of Food Process Engineering*, 40(3), DOI: 10.1111/jfpe.12440.
- Rao, Z., Zhao, Y., Huang, C., Chenlong Duan, C., He, J. 2015.** Recent developments in drying and dewatering for low rank coals. *Progress in Energy and Combustion Science*, 46: 1-11.
- Rattanadecho, P., Makul, N. 2016.** Microwave-Assisted drying: A review of the state-of-the-art. *Drying Technology*, 34(1): 1-38.
- Reis, F.R., Ivahashi, M.M., Rosa, A.H.G. 2017.** Effect of vacuum drying temperature on drying kinetics, effective moisture diffusivity and quality of peeled litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *Journal of Food Process Engineering*, 40(2), DOI: 10.1111/jfpe.12419.
- Reis, F.R., Lenzi, M.K., Masson, M.L. 2012.** Effect of vacuum drying conditions on the quality of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) slices: Process optimization toward color quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(1): 67-73.
- Robin, L.P. 2007.** Acrylamide, Furan, and the FDA. <http://wayback.archive-it.org/7993/20170113015632/http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/ChemicalContaminants/UCM194483.pdf>- (Erişim Tarihi: 12.03. 2018).
- Romdhana, H., Bonazzi, C., Esteban-Decloux, M. 2015.** Superheated steam drying: An Overview of pilot and industrial dryers with a focus on energy efficiency. *Drying Technology*, 33(10): 1255-1274.



- Ruden, C. 2004.** Acrylamide and cancer risk-expert risk assessments and the public debate. *Food and Chemical Toxicology*, 42(3): 335-349.
- Rudra, S.G., Jakhar, N., Nishad, J., Saini, N., Sen, S., Bhardhwaj, R., Jaiswal, S., Suneja, P., Singh, S., Kaur, C. 2015.** Extrusion conditions and antioxidant properties of sorghum, barley and horse gram based snack. *Vegetos*, 28(2): 171-182.
- Sabarez, H. 2016.** Drying of food materials. *Food Science Reference Module*, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03416-8> (Erişim Tarihi: 17.03.2019).
- Sarsavadiva, P.N, Sawhney, R.L, Pangavhane, D.R., Sing, S.P. 1999.** Drying behaviour of brined onion slices. *Journal of Food Engineering*, 40(3): 219-226.
- Sayar, S., Karataş, S.Ç. 2017.** Nohutta tane (tohum) kabuğunun tüm tanenin fiziksel, kimyasal ve beslenme özellikleri üzerine etkisi. *GIDA*, 42(4): 468-476.
- Sayaslan, A., Akarçay, E., Tokatlı, M. 2016.** Kavrulmuş mısır, buğday ve nohut (leblebi) çerezlerinin beslenme açısından önemli karbonhidrat fraksiyonları. *Akademik Gıda*, 14(3): 284-292.
- Sehrawat, R., Nema, P.K., Kaur, B.P. 2016.** Effect of superheated steam drying on properties of foodstuffs and kinetic modeling. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 34: 285-301.
- Sevinç, B. 2019.** Yaşam tarzı, kuşaklararası gıda tüketim kalıpları farklılaşması ve gastromilliyetçilik: Trabzon örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(62): 839-867.
- Sharaf-Eldeen, Y.I., Blaisdell, J.L., Hamdy, M.Y. 1980.** A model for ear corn drying. *Transactions of the ASAE*, 23(5): 1261-1265.
- Shaviklo, G.R., Thorkelsson, G., Olafsdottir, A., Sveinsdottir, K., Rafipour, F. 2011.** Quality characteristics and consumer acceptance of a high fish protein puffed corn-fish snack. *Journal of Food Science and Technology*, 48(6): 668–676.
- Shete, Y.V., Chavan, S.M., Champawat, P.S., Jain, S.K. 2018.** Reviews on osmotic dehydration of fruits and vegetables. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2): 1964-1969.
- Silayo, V.C.K., Laswai, H.S., Mkuchu, J., Mpagalile, J.J. 2003.** Effect of sun-drying on some quality characteristics of sweet potato chips. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 3(2): 1-10.
- Shishir, M.R.I., Chen, W. 2017.** Trends of spray drying: A critical review on drying of fruit and vegetable juices. *Trends in Food Science and Technology*, 65: 49-67.
- Shyu, S.L, Hau, L.B, Hwang, L.S. 2005.** Effects of processing conditions on the quality of vacuum-fried carrot chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(11): 1903–1908.
- Sözen, Ö., Özçelik, H., Bozoğlu, H. 2014.** Doğu Karadeniz Bölgesi yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) populasyonlarının karakterizasyonu ve morfolojik değişkenliğin ortaya konulması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 7(1): 29-36.
- Srikiatden, J., Roberts, J.S. 2007.** Moisture transfer in solid food materials: A review of mechanisms, models, and measurements. *International Journal of Food Properties*, 10(4): 739–777.
- Sugar, V.R., Suresh Kumar, P. 2010.** Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(1): 15-26.
- Suri, D.J., Tanumihardjo, S.A. 2016.** Effects of different processing methods on the micronutrient and phytochemical contents of maize: From a to z. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1): 912-926.

- Taiwo, B.R., Kehinde, T.A. 2019.** Antioxidant properties, sensory evaluation and mineral content of cardaba banana and plantain flours. *Open Agriculture*, 4(1): 52–64.
- Tao, Y., Zhang, J., Jiang, S., Xu, Y., Show, P., Han, Y., Ye, X., Ye, M. 2018.** Contacting ultrasound enhanced hot-air convective drying of garlic slices: Mass transfer modeling and quality evaluation. *Journal of Food Engineering*, 235: 79-88.
- Tekath, M., Kılınç, C., Çinkır, M.A. 2017.** Bazı kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarında bazı tarımsal karakterlerin ve karakterler arası ilişkilerin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(Özel Sayı): 138–141.
- Tekin, A., Karabacak, H. 1998.** Piyasada tüketilen değişik cips ve çerez yağlarının bazı bileşim özellikleri üzerine araştırma. *GIDA*, 23(6): 431-435.
- Tekin, Z.H. 2015.** Kurutulmasında kalite özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla ultrason destekli vakum kurutma yönteminin uygulanması. *Yüksek Lisans Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Tüfekçi, S., Özkal, S.M. 2015.** Gıdaların kullanılmasında ultrases kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(9): 408-413.
- Tümer, E.İ., Bulut, O.D., Şeker, E. 2017.** Tüketicilerin Maraş tarhanası tüketim davranışlarının belirlenmesi; Kahramanmaraş ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2): 87-92.
- Tunde-Akintunde, T. Y., Afon, A. A. 2010.** Modeling of hot-air drying of pretreated cassava chips. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 12(2): 34-41.
- Turgay, Ö., Çınar, İ. 2009.** Şekilli havuç cipsi üretiminde proses optimizasyonu. *Akademik Gıda*, 7(5): 26-31.
- Tuta, S., Palazoğlu, T.K. 2017.** Effect of baking and frying methods on quality characteristics of potato chips. *GIDA*, 42(1): 43-49.
- Ulukut, A.G.K. 2010.** Çerezlik mısır hamuruna nohut unu, yer fıstığı unu ve kırmızı biber tohum unu eklenmesi sonucu ısıl ve reolojik özelliklerde meydana gelen değişimin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Us, F. 2006.** Ozmotik kurutma. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Valentina, V., Pratiwi, A. R., Hsiao, P. Y., Tseng, H. T., Hsieh, J. F., Chen, C. C. 2016.** Sensorial characterization of foods before and after freeze-drying. *Austin Food Sciences*, 1(6): 1027.
- Vasconcellos, J., Conte-Junior, C., Silva, D., Pierucci, A.P., Paschoalin, V., Alvares, T.S. 2016.** Comparison of total antioxidant potential, and total phenolic, nitrate, sugar, and organic acid contents in beetroot juice, chips, powder, and cooked beetroot. *Food Science and Biotechnology*, 25(1): 79-84.
- Vázquez-Durán, A., Gallegos-Soto, A., Bernal-Barragán, H., López-Pérez, M., Méndez-Albores, A. 2014.** Physicochemical, nutritional and sensory properties of deep fat-fried fortified tortilla chips with broccoli (*Brassica oleracea* L. convar. *italica* Plenck) flour. *Journal of Food and Nutrition Research*, 53(4): 313-323.
- Verma, L.R., Bucklin, L. A., Edlan, J.B., Wratten, F.T. 1985.** Effects of drying air parameters on rice drying models. *Transaction of the American Society of Agricultural Engineering*, 28(1): 296-301.
- Wang, C.Y., Singh, R.P. 1978.** A single layer drying equation for rough rice. ASAE Paper No. 78-3001, ASAE, St. Joseph, MI.
- Wang, R., Zhang, M., Mujumdar, A.S. 2010.** Effect of osmotic dehydration on microwave freeze-drying characteristics and quality of potato chips. *Drying Technology*, 28(6): 798-806.

- Wexler, L., Perez, A.M., Cubero-Castillo, E., Vaillant, F. 2016.** Use of response surface methodology to compare vacuum and atmospheric deep-fat frying of papaya chips impregnated with blackberry juice. *Journal of Food*, 14(4): 578–586.
- White, G.M., Bridges, T.C., Loewer, O.J., Ross, L.J. 1978.** Seed coat damage in thin layer drying of soybeans as affected by drying conditions. ASAE paper no. 3052.
- Wictor, A., Nowacka, M., Dadan, M., Rybak, K., Lojkowski, W., Chudoba, T., Witrowa-Rajchert, D. 2016.** The effect of pulsed electric field on drying kinetics, color, and microstructure of carrot. *Drying Technology*, 34(11): 1286–1296.
- Wisniewski, R. 2015.** Spray drying technology review. 45th International Conference on Environmental Systems, 12-16 July, 2015, Bellevue, Washington.
- Wood, J.A., Tan, H., Collins, H.M., Yap, K., Khor, S.F., Lim, W.L., Xing, X., Bulone, V., Burton, R.A., Fincher, G.B., Tucker, M.R. 2018.** Genetic and environmental factors contribute to variation in cell wall composition in mature desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cotyledons. *Plant, Cell and Environment*, 41(9): 2195–2208.
- Wray, D., Ramaswamy, H.S. 2015.** Novel concepts in microwave drying of foods. *Drying Technology*, 33(7): 769–783.
- Xu, X.Q., Tran, V.H., Palmer, M., White, K., Salisbury, P. 1999.** Chemical and physical analyses and sensory evaluation of six deep frying oils. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 76(9): 1091-1099.
- Yagcioglu, A., Degirmencioglu, A. Cagatay, F. 1999.** Drying characteristic of laurel leaves under different conditions. Proceeding of the 7 th International Congress of Agricultural Mechanization and Energy, 26-27 May, 1999, Cukurova University, Adana, Turkey.
- Yakıcı, T. 2012.** Farklı reçetelerle üretilen bisküvilerde aroma ve akrilamid oluşumu. *Doktora Tezi*, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Yalçın, G. 2017.** Trace element content and antioxidant capacity of gluten-free snacks produced for coeliac disease patients. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21(3): 598-602.
- Yaldiz, O., Ertekin, C. 2001.** Thin layer solar drying of some vegetables. *Drying Technology*, 19(3-4): 583-597.
- Yaldiz, O., Ertekin, C., Uzun, H.B. 2001.** Mathematical modelling of thin layer solar drying of sultana grapes. *Energy*, 26(5): 457-465.
- Yen, G., Chen, H. 1995.** Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(1): 27-32.
- Yi, J., Zhou, L., Bi, J., Chen, Q., Liu, X., Wu, C. X. 2016.** Impacts of pre-drying methods on physicochemical characteristics, color, texture, volume ratio, microstructure and rehydration of explosion puffing dried pear chips. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(5): 863-873.
- Yi, J. Hou, C., Bi, J., Zhao, Y., Peng, J., Liu, C. 2018.** Novel combined freeze-drying and instant controlled pressure drop drying for restructured carrot-potato chips: Optimized by response surface method. *Journal of Food Quality*, 2018(3): 1-13.
- Yiğit, Ş. 2007.** Türkiye' de marketlerdeki cipslerdeki trans yağ asitlerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Konya.
- Yıldırım, B. 2012.** Kakao kurutma tesisinde kullanılan nozullarının tribolojik yapılarının incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, TÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne.
- Yıldırım, Ç., Güzeler, N. 2016.** Tarhana cipsi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*,

5(Özel Sayı): 1-8.

**Yörükoğlu, T., Dayıoğlu, K.S. 2016.** Yöresel Maraş tarhanasının fonksiyonel ve kimyasal bazı özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(1): 53-63.

**Yorulmaz, A., Erinç, H., Tath, A., Tekin, A. 2017.** Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen gemlik çeşidi zeytinlerde verticillium solgunluğunun zeytinyağı kalite parametreleri ve fenolik bileşenlere etkisi. *GIDA*, 42(2): 197-203.

**Yu, Y., Jin, T.Z., Xiao, G. 2017.** Effects of pulsed electric fields pretreatment and drying method on drying characteristics and nutritive quality of blueberries. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6), DOI: 10.1111/jfpp.13303.

**Zambak, Ö. 2015.** Ultrases ön işleminin sığır bonfile ve tavuk göğüs etlerinin kurutma davranışları üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, PÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

**Zhang, F., Zhang, M., Mujumdar, A.S. 2011.** Drying characteristics and quality of restructured wild cabbage chips processed using different drying methods. *Drying Technology*, 29(6): 682–688.

**Zhang, L., Peterson, D.G. 2018.** Identification of a novel umami compound in potatoes and potato chips. *Food Chemistry*, 240: 1219-1226.

**Zhang, T., Li, J., Ding, Z., Fan, L. 2016.** Effects of initial moisture content on the oil absorption behavior of potato chips during frying process. *Food Bioprocess Technology*, 9(2): 331–340.

**Zheng-Wei, C., Li, C., Song, C., Song, Y. 2008.** Combined microwave-vacuum and freeze drying of carrot and apple chips. *Drying Technology*, 26(12): 1517-1523.

**Zugravu, C.A., Parvu, M., Patrascu, D., Stoian-Pantea, A. 2012.** Savory snacks and chips in Romania: Are salt load and daily intake arguments for a reformulation effort? *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 18(1): 8-12.

## **EKLER**

**EK 1** Hedonik Duyusal Form

## EK 1 Hedonik Duyusal Form

### HEDONİK TEST

**İSİM:**

**TARİH:**

**DİREKTİFLER:** Belirlenen parametreler aşağıdaki hedonik skalaya göre değerlendirilecektir.

- **RENK:** Kendine has koyu sarı renkte ve yanık olmamasına göre değerlendirilecektir.
- **GÖRÜNÜŞ:** Ürüne özgü düzgün bir tekstürel yapıda olmasına göre değerlendirilecektir.
- **KOKU:** Ürüne özgü koku yönünden değerlendirilecektir.
- **TAT:** Ürüne özgü tat yönünden değerlendirilecektir.
- **GEVREKLİK:** Ürüne özgü kırılabilirlik yönünden değerlendirilecektir.

ÖRNEK KODU	Renk	Görünüş	Koku	Tat	Gevreklik	Genel kabul edilebilirlik
927						
851						
740						
695						

**9:** Çok fazla beğendim.

**8:** Çok beğendim.

**7:** Orta derecede beğendim.

**6:** Az beğendim.

**5:** Ne beğendim, ne beğenmedim.

**4:** Biraz beğenmedim

**3:**Orta derecede beğenmedim.

**2:** Çok beğenmedim.

**1:** Hiç beğenmedim.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuğçe HALİL

Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa/1994

Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise :Malcılar Lisesi (2008-2012)

Lisans :Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2012-2017)

Yüksek Lisans :Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2017-2019)

İletişim (e-posta) : tugceh18@hotmail.com

### Yayınları

**Halil T., Tamer, C.E., Karabacak, A.Ö. 2019.** Farklı yöntemlerle kurutulan yeşil zeytinkatkılı cipslerin kurutma kinetiği ve bazı kalite parametrelerinin incelenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 123-142.

**Halil T., Tamer, C.E. 2018.** Antimikrobiyal gıda ambalajlarındaki gelişmeler. International Congress of Eurasian Natural Nutrition and Healthy Life, 12-15 July 2018, Ankara, Turkey.

## ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

## TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Tuğçe HALİL
Tez Adı	Patates Çipsi Kalitesi Üzerine Farklı Formülasyonların ve Kurutma Yöntemlerinin Etkilerinin Belirlenmesi
Enstitü	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	Gıda Mühendisliği
Tez Türü	Yüksek Lisans
Tez Danışman(lar)ı	Doç. Dr. Canan Ece TAMER
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin Veriyorum

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 03/09/2019

İmza : 