

**AKICI HAMUR YÖNTEMİ ile NOHUT CİPSİ
ÜRETİMİ**

ZEKİYE ÖZGE ERDOHAN

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**Danışman
Prof. Dr. Mahir TURHAN**

**MERSİN
MAYIS – 2014**

Zekiye Özge ERDOHAN tarafından Prof. Dr. Mahir TURHAN danışmanlığında hazırlanan "Akıcı Hamur Yöntemi ile Nohut Cipsi Üretimi" başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Mahir TURHAN

Prof. Dr. H. İbrahim EKİZ

Prof. Dr. Ayla ÖZER

Prof. Dr. Mehmet MUTLU

Doç.Dr. Sedat SAYAR

İmza
İmza
İmza
İmza
İmza

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08./07./2014 tarih ve 2014-15./445 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç.Dr. Mehmet KÜÇÜKASLAN
Enstitü Müdürü



AKICI HAMUR YÖNTEMİ ile NOHUT CİPSİ ÜRETİMİ

Zekiye Özge ERDOHAN

ÖZ

Bu çalışmada nohuttan (*Cicer arietinum* L.) protein ve diyet lifince zengin, fırınlanmış yeni bir cipsin ve bu cipsin üretiminde kullanılacak yeni bir sürecin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Öncelikle Akıcı Hamur Cipsi (AHC) üretim süreci geliştirilmiş ve mısır cipsi (MC) ile patates gevreği (PG) üretimi için test edilmiştir. Duyusal analiz sonuçları yatırım ve işletme maliyeti düşük; farklı hammaddelerin cipse işlenmesinde kullanılabilecek AHC üretim sürecinin mevcut cips üretim süreçlerine alternatif olabileceğini göstermiştir. Nohut cipsi, AHC üretim sürecine göre, nohut unu (tanecik boyutu $\leq 250, 500, 750$ ve $1000 \mu\text{m}$), tuz (% 0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0, km), kabartma tozu (% 0, 1, 2 ve 3, km) ve su (0.55, 0.60, 0.65 ve 0.70 g km/g su) ile hazırlanan akıcı nitelikteki hamurlardan fırınlanarak (180, 200 ve 220 °C) elde edilmiştir. Hamur bileşiminde tuz lezzet vermek, kabartma tozu dokusal özellikleri geliştirmek amacıyla kullanılmıştır. Nohut hamurlarının reolojik özellikleri incelenmiş, hamurların kayma incelmeleri gösterdiği, akış özellikleri ve yayılma davranışları üzerine tanecik boyutu ve derişimin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Tanecik boyutu küçüldükçe ve derişim arttıkça viskozite artmış, yayılma çapları küçülmüştür. En yüksek viskozite (15 ± 0.9 Pa.s) ve en küçük yayılma çapı (35 ± 0.7 mm) tanecik boyutu en küçük ($TB \leq 250 \mu\text{m}$), derişimi en yüksek (0.70 g km/g su) hamurlarda, en düşük viskozite (0.18 ± 0.07 Pa.s) ve en büyük yayılma çapı (53 ± 0.4 mm) tanecik boyutu en büyük ($TB \leq 1000 \mu\text{m}$), derişimi en düşük (0.55 g km/g su) hamurlarda elde edilmiştir. Cross ve Herschel-Bulkley modellerinin görünür viskozite verilerine uyumu incelenmiş, her iki modelin de verilere yüksek uyum gösterdiği ($R^2=0.999$) belirlenmiştir. Su nohut hamurlarından sabit hız bölgesinde uzaklaşmış, fırın sıcaklığı arttıkça cipslerin pişme süreleri kısalmıştır. Cips özellikleri üzerine tanecik boyutu, derişim ve fırın sıcaklığının etkisi önemli bulunmuştur. Duyusal değerlendirmede 200 °C ta pişirilen NC_{II} cipsleri ticari cipslerle karşılaştırılabilir nitelikte bulunmuş, renk dışındaki bütün özelliklerde 7 puan ve üzerinde beğeni aldığından ticarileşme potansiyeli olduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıcı hamur cipsi üretim süreci, nohut cipsi, akış davranışı, suyun yapıdan uzaklaşma davranışı, cips özellikleri

Danışman: Prof. Dr. Mahir TURHAN, Mersin Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

PRODUCTION of CHICKPEA CHIP by BATTER METHOD

Zekiye Özge ERDOHAN

ABSTRACT

The purpose of this work was to develop a new baked chip, high in protein and dietary fiber, from chickpea (*Cicer arietinum* L.) and a new chip production process to produce it. Primarily, the new chip production process, Batter Chip production process (BC), was developed and tested for producing corn chip and potato crisp. Based on the incentive results of the sensorial assessment, it was evaluated that BC production process can be an alternative to common chip production process being low in both investment and operational costs and allowing different raw materials to be processed into chips. Baked chickpea chips (CC) were produced according to BC, from chickpea batters (180, 200 and 220 °C). Batters were madden from chickpea flour (particle size, PS, ≤ 250 , 500, 750 and 1000 μm), salt (0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 %, dm), baking powder (0, 1, 2 and 3 %, dm) and water (0.55, 0.60, 0.65 and 0.70 g dm/g water). Salt was used in batter formulation to increase savouiness, while baking powder was used to develop chips texture. According to rheological measurements, chickpea batters show shear-thinning behavior. Decrease in PS and increase in dry matter concentration caused an increase in viscosity and a decrease in spreadability. The highest viscosity (15 ± 0.9 Pa.s) and the lowest spreadability (35 ± 0.7 mm) was obtained in batter with the smallest PS (≤ 250 μm), and dry matter concentration (0.70 g km/g water), the lowest viscosity (0.18 ± 0.07 Pa.s) and the highest spreadability (53 ± 0.4 mm) were obtained for batter with the largest PS (≤ 1000 μm) and the lowest dry matter concentration (0.55 g km/g water). The Cross and Herschel-Bulkley models were tested to determine the flow character of the batters. Both models well fitted experimental data ($R^2=0.999$). Water remove from batter in constant rate period, increasing in baking temperature caused a decrease in baking time. PS, dry matter concentration and baking temperature affected the chips properties. CC_{II}, baked in 200°C, had at least 7-point for all attributes except color at sensorial assessment, thus the CC has a good commercialization potential.

Key Words: Batter chip production process, chickpea chip, water loss behavior, chip characteristics.

Advisor: Prof. Dr. Mahir TURHAN, Department of Food Engineering, University of Mersin

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde desteğini, emeğini, bilgisini ve tecrübesini esirgemeyen; her daim yol göstericim olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Mahir TURHAN' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez İzleme Komitesi'nde yer alan, görüş ve önerileriyle çalışmanın yönlendirilmesinde katkıları olan Sayın Prof. Dr. H. İbrahim EKİZ' e ve Sayın Prof. Dr. Ayla ÖZER' e teşekkür ederim.

Çalışmanın gerçekleşmesi sırasında tüm altyapı olanaklarını kullandığım Mersin Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne, maddi destek sağlayan Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne, nohut sağlayan İdeal Bakliyat'a, pişirme kalıplarını sağlayan Eti Gıda A.Ş. ye teşekkür ederim.

Uzun yıllar bir parçası olduğum Mersin Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde görev alan hocalarıma, mesai arkadaşlarıma ve öğrencilerimize teşekkür ederim.

En büyük desteklerimden biri olan canım hocam Prof. Dr. Nazan TURHAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Asla pes etmeme izin vermeyen sevgili dostum Dr. Anar MUSAVİ' ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman parçası olmaktan gurur duyduğum sevgili aileme, anneme, babama, ağabeyime ve kardeşim Pınar'a benden ayrı kalma sabrını gösterdikleri için sonsuz teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. CİPS	3
2.2. CİPS SEKTÖRÜNDE EĞİLİMLER	6
2.3. NOHUT, BESLENMEDEKİ ÖNEMİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ	9
2.3.1. Nohut	9
2.3.2. Nohudun Türkiye’de ve Dünyada Değerlendirilmesi	10
2.3.3. Nohudun Kimyasal Bileşimi ve Beslenme Açısından Önemi	14
2.4. CİPS ÜRETİM SÜREÇLERİ	17
2.4.1. Dilim cipsi (DC) üretim süreçleri	18
2.4.1.1. Hammadde kabul	19
2.4.1.2. Depolama	20
2.4.1.3. Temizleme	21
2.4.1.4. Kabuk soyma	21
2.4.1.5. Yıkama ve ayıklama	21
2.4.1.6. Dilimleme	21
2.4.1.7. Yıkama	22

2.4.1.8. Kızartma.....	22
2.4.1.9. Çeşnilendirme	24
2.4.2. Hamur cipsi (HC) üretim süreçleri.....	24
2.4.2.1. Kesme hamur cipsi (KHC) üretim süreci.....	25
<i>Hamur hazırlama</i>	25
<i>Şekillendirme</i>	26
<i>Fırınlama ve kızartma</i>	26
<i>Çeşnilendirme</i>	26
2.4.2.2. Dolgu hamur cipsi (DHC) üretim süreci.....	27
<i>Alkalizasyon (Nixtamalizasyon)</i>	27
<i>Yıkama</i>	29
<i>Öğütme ve hamur haline getirme</i>	29
<i>Şekillendirme</i>	31
<i>Fırınlama ve kızartma</i>	31
<i>Çeşnilendirme</i>	34
2.5. SUYUN YAPIDAN UZAKLAŞMASI	35
2.5.1. Kurutma	35
2.5.1.1. Başlangıç Evresi (A-B)	36
2.5.1.2. Sabit Hız Evresi (B-C)	36
2.5.1.3. Azalan Hız Evresi (C-E)	36
2.5.2. Sabit Hız Evresinde Suyun Uzaklaşma Hızı.....	37
3. MATERYAL ve METOT	41
3.1. MATERYAL	41
3.2. METOT	41
3.2.1. Tanecik Boyutu Dağılımının Belirlenmesi.....	41
3.2.2. Nohut Unlarının Su Tutma Kapasitelerinin Belirlenmesi.....	43
3.2.3. Nohut Hamurlarının Hazırlanması.....	44

3.2.4. Nohut Hamurlarının Yayılma Özelliklerinin Belirlenmesi.....	44
3.2.5. Nohut Hamurlarının Viskozitelerinin Belirlenmesi.....	45
3.2.6. Cipslerin Hazırlanması.....	47
3.2.6.1. Nohut cipsi.....	48
3.2.6.2. Mısır cipsi ve patates gevreği.....	48
3.2.7. Cips Kalınlıklarının ve Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	50
3.2.8. Su Aktivitesinin Belirlenmesi.....	50
3.2.9. Nem Tayini.....	50
3.2.10. Yağ Tayini.....	50
3.2.11. Rengin Belirlenmesi.....	50
3.2.12. Dokusal Özelliklerin Belirlenmesi.....	51
3.2.13. Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi.....	52
3.2.14. Pişme Sırasında Suyun Uzaklaşma Davranışının Belirlenmesi.....	54
3.2.15. Pişme Sırasında Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi.....	54
3.2.16. Yüzey ve Kesit Özelliklerinin Belirlenmesi.....	55
3.2.17. İstatistiksel Analiz.....	55
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	56
4.1. AKICI HAMUR CİPSİ ÜRETİM SÜRECİNİN GELİŞTİRİLMESİ.....	56
4.1.1. Boyut Küçültme.....	61
4.1.2. Hamur Hazırlama.....	61
4.1.3. Şekillendirme.....	62
4.1.4. Fırınlama/Fırınlama+Kızartma.....	62
4.1.5. Çeşnilendirme.....	63
4.1.6. Akıcı Hamur Cipsi Üretim Sürecinin Bilinen Hamur Cipsi (HC) Üretim Süreçleri ile Karşılaştırması.....	63
4.1.6.1. Hammaddeyi hamur yapımına hazırlama.....	63
4.1.6.2. Hamur yapımı.....	64
4.1.6.3. Hamur şekillendirme.....	66
4.1.7. Akıcı Hamur Cipsi Üretim Sürecinin Mısır ve Patates Gevreği ile Test Edilmesi.....	67
4.2. NOHUT UNU ve AKICI HAMURUN ÖZELLİKLERİ.....	76

4.2.1. Nohut Unu Tanecik Boyutu Dağılımı	76
4.2.2. Su Tutma Kapasitesi	78
4.2.3. Nohut Hamuru Akış Davranışı	80
4.2.3.1. Kayma Hızının Etkisi	80
4.2.3.2. Tanecik Boyutunun Etkisi	82
4.2.3.3. Derişimin Etkisi	86
4.2.4. Nohut Hamurlarının Akış Davranışlarına Model Uyumlarının İncelenmesi	90
4.2.5. Yayılma Davranışları	99
4.3. NOHUT CİPSİ	102
4.3.1. Çalışma Koşullarının Belirlenmesi	102
4.3.1.1. Fırın sınır sıcaklıklarının belirlenmesi	103
4.3.1.2. Hamur bileşiminin belirlenmesi	104
<i>Tuz derişiminin belirlenmesi</i>	106
<i>Kuru madde derişiminin belirlenmesi</i>	108
<i>Kabartma tozu derişiminin belirlenmesi</i>	110
4.4. FIRINLAMA SIRASINDA SUYUN UZAKLAŞMA DAVRANIŞI	119
4.4.1. Yüzey Sıcaklıklarının Belirlenmesi	119
4.4.2. Suyun Yapıdan Uzaklaşması	126
4.5. NOHUT CİPSLERİNİN ÖZELLİKLERİ	136
4.5.1. Fiziksel Özellikler	136
4.5.2. Görsel özellikler	138
4.5.3. Dokusal özellikler	144
4.5.4. Duyusal özellikler	160
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	169
KAYNAKLAR	175

ÖZGEÇMİŞ..... 186



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Nohut ve nohut ürünlerinin yaklaşık fiyatları ve nohut ürünlerinin katma değerleri.....	10
Çizelge 2.2. Nohut (N), patates (P) ve mısırın (M) besinsel değerleri (100 g km için) ve karşılaştırmaları (%).....	16
Çizelge 2.3. Cips üretiminde kullanılan bazı patates tür/çeşitleri ve bazı özellikleri..	19
Çizelge 2.4. Özgül ağırlık, dilim kalınlığı ve yağ sıcaklığının kızartma süresi üzerine etkisi..	23
Çizelge 2.5. Mısır/tortilla cips üretiminde üretim aşamalarına göre süre, sıcaklık uygulamaları ve nem miktarları.	28
Çizelge 3.1. Tanecik boyutu analizinde kullanılan elek takımları ve eleklerin gözenek açıklıkları (µm).....	42
Çizelge 3.2. Pişirme kalıplarının özellikleri.....	48
Çizelge 3.3. Mısır ve patates hamurlarının bileşimleri	49
Çizelge 3.4. Tuzluluk duyuşal analiz formu	53
Çizelge 3.5. Duyuşal analiz formu.....	54
Çizelge 4.1. Nohut hamurlarının reolojik özellikleri üzerine kuru madde derişiminin ve tanecik boyutunun etkisi.....	58
Çizelge 4.2. AHC üretim sürecine göre üretilen mısır ve patates gevreklerinin duyuşal özellikleri	68
Çizelge 4.3. Ticari ve AHC üretim sürecine göre üretilen cipslerin renk ile ilgili özellikleri.....	71
Çizelge 4.4. Ticari cipsler ile AHC üretim sürecine göre üretilmiş mısır cipsi ve patates gevreklerinin bazı özellikleri	73
Çizelge 4.5. Ticari cipsler ile AHC üretim sürecine göre üretilmiş mısır cipsi ve patates gevreklerinin dokusal özellikleri.....	74
Çizelge 4.6. Nohut unu örneklerinin birikimli tanecik boyutu dağılımı (%).....	77
Çizelge 4.7. Nohut unu örneklerinin dağılım katsayısı (Cd): ortalama tanecik boyutu (OTB): yüzey alanı (YA) ve tanecik sayısı (TS)	78
Çizelge 4.8. Nohut unlarının su tutma kapasiteleri ve yardımcı madde kullanımının su tutma kapasitesi üzerine etkisi.....	79

Çizelge 4.9. Viskozitenin kayma hızındaki artıştan bağımsız duruma geçtiği kayma hızı değerleri (γ) ve bu kayma hızlarında belirlenen görünür viskozite değerleri (η).....	81
Çizelge 4.10. H_I ve H_{II-IV} hamurları için Cross modeli katsayıları.....	91
Çizelge 4.11. H_I ve H_{II-IV} hamurları için Herschel-Bulkley modeli değişkenler.....	94
Çizelge 4.12. Katkı maddesi ilave edilmiş H_I ve H_{II-IV} hamurları için Cross modeli katsayıları (0.70 g km/g su).....	97
Çizelge 4.13. Katkı maddesi ilave edilmiş H_I ve H_{II-IV} hamurları için Herschel-Bulkley modeli katsayıları	98
Çizelge 4.14. Kabartma tozunun nohut cipslerinin kalınlıkları üzerine etkisi.....	111
Çizelge 4.15. Hamur miktarının cips kalınlıkları üzerine etkisi	112
Çizelge 4.16. Kabartma tozu eklenmiş cipslerde kuru madde derişiminin nohut cipslerinin kalınlıkları üzerine etkisi.....	113
Çizelge 4.17. Kuru madde derişiminin nohut cipslerinin dokusal özellikleri üzerine etkisi.....	114
Çizelge 4.18. Hamur bileşiminde kabartma tozu miktarının nohut cipslerinin dokusal özellikleri üzerine etkisi	116
Çizelge 4.19. Hamur miktarının nohut cipslerinin dokusal özellikleri üzerine etkisi.....	117
Çizelge 4.20. Tanecik boyutunun ve hamur bileşiminin nohut cipslerinin dokusal özellikleri üzerine etkisi	118
Çizelge 4.21. Nohut cipslerinin özellikleri (NC_I)	136
Çizelge 4.22. Nohut cipslerinin özellikleri (NC_{II})	137
Çizelge 4.23. Nohut cipslerinin özellikleri (NC_{III}).....	137
Çizelge 4.24. Nohut cipslerinin özellikleri (NC_{IV})	137
Çizelge 4.25. Nohut cipslerinin renk özellikleri (NC_I)	139
Çizelge 4.26. Nohut cipslerinin renk özellikleri (NC_{II})	140
Çizelge 4.27. Nohut cipslerinin renk özellikleri (NC_{III})	141
Çizelge 4.28. Nohut cipslerinin renk özellikleri (NC_{IV})	142

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Tuzlu atıştırıcılık üretiminde kullanılan hammaddelerin % dağılımları.....	3
Şekil 2.2. Bölgelere göre satışa sürülen inovatif atıştırıcılık ürünlerin % dağılımları.....	7
Şekil 2.3. Tuzlu atıştırıcılıklarda tüketici tercihlerini belirleyen en önemli unsurlar.....	8
Şekil 2.4. DC yöntemi ile patates cipsi üretim süreci.....	18
Şekil 2.5. KHC yöntemi ile patates gevreği üretim süreci.....	25
Şekil 2.6. DHC yöntemi ile mısır cipsi üretim süreci.....	27
Şekil 2.7. Kızarmış ürünlerde soğuma sırasında yağın emilmesi.....	33
Şekil 2.8. Kurumanın evreleri.....	35
Şekil 2.9. Suyun yapıdan uzaklaşması.....	37
Şekil 2.10. Konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyonun etkisi altında suyun yapıdan uzaklaşması.....	39
Şekil 3.1. Hamur yayılma özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan düzenekler.....	45
Şekil 3.2. Nohut hamurlarının viskozitesinin aksel olmayan eşmerkezli viskozite ölçüm yöntemi ile belirlenmesi.....	46
Şekil 3.3. Endüstriyel pişirme kalıpları.....	48
Şekil 3.4. Dokusal analiz cihazı ve üçlü bükme testi donanımı.....	51
Şekil 3.5. Kuvvet-deformasyon eğrisi.....	52
Şekil 4.1. Nohut hamurlarının uzayabilirliklerinin ve yapışkanlıklarının belirlenmesi.....	57
Şekil 4.2. Kuru madde derişiminin nohut hamurlarının (H_{II}) işlenebilirliği üzerine etkisi.....	59
Şekil 4.3. AHC üretim sürecinin ana basamakları.....	60
Şekil 4.4. AHC yöntemi üretilen mısır cipsi ve patates gevrekleri.....	67
Şekil 4.5. HC üretim sürecine göre üretilmiş farklı cips örnekleri.....	75
Şekil 4.6. Birikimli ve birikimli olmayan tanecik boyutu dağılımı (N_{II}).....	76
Şekil 4.7. Tanecik boyutunun log-normal dağılımı (N_{III}).....	77
Şekil 4.8. Kayma hızının nohut hamurlarının viskozitesi üzerine etkisi (0.70 g km/g su).....	80
Şekil 4.9. Kayma hızının nohut hamurlarının viskozitesi üzerine etkisi (0.55 g km/g su, n=15).....	83

Şekil 4.10. Kayma hızının nohut hamurlarının viskozitesi üzerine etkisi (0.60 g km/g su).....	83
Şekil 4.11. Kuru madde derişiminin H _{II} hamurlarının viskoziteleri üzerine etkisi....	87
Şekil 4.12. Katkı maddesi ilavesinin nohut hamurlarının görünür viskozitesi üzerine etkisi (H _I , 0.70 g km/g su, n=15).....	89
Şekil 4.13. Cross ve Herschel-Bulkley modellerinin nohut hamurlarının akış davranışlarına uyumu (H _I , 0.70 g km/g su).....	97
Şekil 4.14. Cross ve Herschel-Bulkley modellerinin nohut hamurlarının akış davranışlarına uyumu (H _I , 0.70 g km/g su, % 1.5 T+% 3.0 KT).....	99
Şekil 4.15. Nohut hamurlarının FEB-Teflon kaplı yüzeyde yayılmaları (H _{III}).....	100
Şekil 4.16. Nohut hamurlarının FEB-Teflon kaplı yüzeyde yayılma çapları	101
Şekil 4.17. Hamur miktarının cips kalınlığı üzerine etkisi (0.55 g km/g su).....	103
Şekil 4.18. Farklı sıcaklıklarda pişirilen cipslerin üst (A, B, C, D ve E) ve alt (A ¹ , B ¹ , C ¹ , D ¹ ve E ¹) görünümleri (0.55 g km/g su)	105
Şekil 4.19. Tuz derişiminin cipslerin beğenilme dereceleri üzerine etkisi.	107
Şekil 4.20. Fırınlanmış ve kızartılmış cipslerin mikro yapıları.....	111
Şekil 4.21. Nohut ununda ve nohut cipslerinde nişastanın çift kırınım özelliği	115
Şekil 4.22. Fırınlama süresince nohut cipslerinin kızıl ötesi kamera ile çekilmiş fotoğrafları (H _{II} , 0.70 g km/ g su, T=220 °C)	120
Şekil 4.23. Kuru madde derişimine bağlı olarak nohut cipslerinde yüzey sıcaklığının zamanla değişimi (H _{II} , T=220 °C)	122
Şekil 4.24. Fırın sıcaklığına bağlı olarak yüzey sıcaklığının zamanla değişimi (H _I , 0.70 g km/g su).....	123
Şekil 4.25. Tanecik boyutuna bağlı olarak yüzey sıcaklığının zamanla değişimi (T=200 °C, 0.65 g km/g su)	124
Şekil 4.26. Fırınlama süresince ürün içi ve yüzey sıcaklığına bağlı olarak meydana gelen değişimler.	125
Şekil 4.27. Nohut hamurlarından suyun uzaklaşması (H _I , 0.60 km/su, T=200 °C).....	126
Şekil 4.28. Hamur başlangıç nem derişiminin suyun uzaklaşma davranışı üzerine etkisi (H _{II} , T=200 °C).....	127
Şekil 4.29. Fırın sıcaklığının suyun uzaklaşma davranışı üzerine etkisi (H _I , 0.70 km/su).....	129
Şekil 4.30. Fırın sıcaklığının serbest su-süre grafiklerinin eğimleri üzerine etkisi (H _{II}).....	129

Şekil 4.31. Suyun uzaklaşma hızı (H_{II} , $T=200$ °C).....	130
Şekil 4.32. Farklı sıcaklıklarda suyun uzaklaşma hızı (H_{II}).....	131
Şekil 4.33. Pişme sürelerinin sıcaklıkla değişimi (H_I).....	132
Şekil 4.34. Nohut cipsin pişirilmesi için verilmesi gereken enerji (H_{II}).....	134
Şekil 4.35. Nohut cipslerinin sertliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.60 g km/g su).....	146
Şekil 4.36. Nohut cipslerinin sertliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.65 g km/g su).....	146
Şekil 4.37. Nohut cipslerinin sertliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.70 g km/g su).....	147
Şekil 4.38. Nohut cipslerinin dayanıklılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.60 g km/g su).....	148
Şekil 4.39. Nohut cipslerinin dayanıklılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.65 g km/g su).....	149
Şekil 4.40. Nohut cipslerinin dayanıklılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.70 g km/g su).....	149
Şekil 4.41. Nohut cipslerinin çıtırılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.60 g km/g su).....	150
Şekil 4.42. Nohut cipslerinin çıtırılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.65 g km/g su).....	151
Şekil 4.43. Nohut cipslerinin çıtırılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.70 g km/g su).....	151
Şekil 4.44. Nohut cipslerinin elastikiyeti üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.60 g km/g su).....	152
Şekil 4.45. Nohut cipslerinin elastikiyeti üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.65 g km/g su).....	153
Şekil 4.46. Nohut cipslerinin elastikiyeti üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.70 g km/g su).....	153
Şekil 4.47. Nohut cipslerinin kırılgenliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.60 g km/g su).....	154
Şekil 4.48. Nohut cipslerinin kırılgenliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.65 g km/g su).....	154
Şekil 4.49. Nohut cipslerinin kırılgenliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.70 g km/g su).....	155
Şekil 4.50. Nohut ve mısır cipsi ile patates gevreğininin yüzey görüntüleri.....	156
Şekil 4.51. Nohut cipsinin kesit görüntüleri.....	158

Şekil 4.52. Nohut ve mısır cipsi ile patates gevreğinin kesit görüntüleri	159
Şekil 4.53. Ticari ürünlerin duyuşal özellikleri.....	160
Şekil 4.54. Kusurlu olduğu için değerlendirme dışı bırakılan cipslerin görünümleri.....	164
Şekil 4.55. Nohut ciplerinin duyuşal özellikleri.....	165



SİMGELER ve KISALTMALAR

A	: Yüzey alanı (m ²)
a*	: Nohut ununa ait kırmızılık değeri
a ₀ *	: Nohut ununa ait kırmızılık değeri
A _{st}	: Örneğin yüzey alanı (cm ²)
a _w	: Su aktivitesi
b*	: Nohut ununa ait sarılık değeri
b ₀ *	: Nohut ununa ait sarılık değeri
C	: Cross zaman sabiti, s
C _m	: Boyut dağılım sabiti
d _{m,16}	: % 16 olasılıkla tanecik boyutu, mm
d ₅₀	: % 50 olasılıkla tanecik boyutu, mm
d ₈₄	: % 84 olasılıkla tanecik boyutu, mm
d _g	: <i>i.</i> eleğin üstündeki örneğin ortalama tanecik boyu, (d _i x d _{i+1}) ^{0.5} , mm
d _{gw}	: Ortalama tanecik boyutu
d _i	: <i>i.</i> eleğin elek açıklığı, mm
d _{i+1}	: <i>i.</i> eleğin bir üstündeki eleğin elek açıklığı, mm
d _{m,84}	: % 84 olasılıkla tanecik boyutu, mm
E _m	: Uzama (%)
F ₀	: t=0 anındaki kuvvet (N)
F _m	: Sertlik (g)
H	: Isı Aktarım Katsayısı (W/m ² .K)
H _I	: Tanecik boyutu 250 µm altına geçen nohut unu ile hazırlanan hamur
H _{II}	: Tanecik boyutu 500 µm altına geçen nohut unu ile hazırlanan hamur
H _{III}	: Tanecik boyutu 750 µm altına geçen nohut unu ile hazırlanan hamur
H _{IV}	: Tanecik boyutu 1000 µm altına geçen nohut unu ile hazırlanan hamur
h _{kv}	: Konvektif ısı transfer katsayısı (W/m ² K)
h _r	: Radyant ısı transfer katsayısı (W/m ² K)
H _s	: Yüzeyde doyma rutubeti
H _w	: Belli bir sıcaklıkta doyma nemi
K	: Kıvam indeksi (Pa.s) ⁿ
k _m	: Metalin kondüktif ısı transfer katsayısı (W/mK)

k_s	: Ürünün kondüktif ısı transfer katsayısı (W/mK)
k_y	: Kütle aktarım katsayısı (kmol/Pa m ² s)
L^*	: Nohut ununa ait açıklık değeri
L_0	: Başlangıçta örnek içinde probun penetrasyon derinliği, m
L_0^*	: Nohut ununa ait açıklık değeri
m	: Cross oran sabiti, birimsiz
m_N	: Analize alınan örnek miktarı, g
m_S	: Analiz sonunda santrifüj tüpünün kütlesi, g
m_T	: Santrifüj tüpünün darası, g
n	: Akış davranış indeksi, birimsiz
N_A	: Kütle akısı (kmol/m ² s)
N_I	: Tanecik boyutu 250 µm altına geçen nohut unu
N_{II}	: Tanecik boyutu 500 µm altına geçen nohut unu
N_{III}	: Tanecik boyutu 750 µm altına geçen nohut unu
N_{IV}	: Tanecik boyutu 1000 µm altına geçen nohut unu
N_t	: Örnekteki tanecik sayısı
q_{kd}	: Kondüksiyon ile aktarılan ısı (W)
q_{kv}	: Konveksiyon ile aktarılan ısı (W)
q_r	: Radyasyon ile aktarılan ısı (W)
R_i	: Probun dış çapı, m
R_o	: Test kabının iç çapı, m
R_s	: Suyun uzaklaşma hızları (kg su/cm ² dak)
S_{gw}	: Örneğin tanecik boyutunun geometrik standart sapması, mm
S_{ln}	: log normal (e tabanında) dağılım gösteren örneğin kütlece geometrik standart sapması
S_{log}	: log normal (10 tabanında) dağılım gösteren örneğin kütlece geometrik standart sapması
T	: Ortam sıcaklığı (°C)
T_r	: Radyant sıcaklığı (K)
T_s	: Yüzey sıcaklığı (K)
T_w	: Yaş termometre sıcaklığı (°C)
U_{kd}	: Toplam kondüktif ısı transfer katsayısı (W/m ² K)

V_p	: Probuun hızı (m/s)
W_i	: <i>i</i> . eleğin eleğin üzerindeki örnek miktarı, g; n: elek sayısı + 1 (tabla)
W_t	: Örnek miktarı (g)
X	: Serbest su içeriği (g su/g km)
X^*	: Denge nem içeriği (g su/g km)
X_t	: t anındaki su içeriği (g su/g km)
y_w	: Suyun kütle kesri
z_m	: Metal kalınlığı (m)
z_s	: Ürün kalınlığı (m)
μ	: Viskozite (Pa.s)
μ_{gw}	: <i>i</i> . eleğin üstündeki örneğin ortalama tanecik boyu (mm)
γ	: Kayma hızı (s^{-1})
\emptyset	: Serbest su-süre grafiklerinin eğimleri
α	: Prob ve test kabı için geometrik sabit
β_s	: Tanecik yüzey alanının hesaplanmasında kullanılan şekil faktörü
β_v	: Tanecik hacminin hesaplanmasında kullanılan şekil faktörü, kübik geometri için
ε	: Emüsviviti
η	: Görünür viskozite (Pa.s)
η_0	: Sıfır kayma viskozitesi (Pa.s)
η_∞	: Sonsuz kayma viskozitesi (Pa.s)
ρ	: Örnek yoğunluğu (g/cm^3)
σ_0	: Akma gerilmesi, Pa
σ_{ln}	: log normal (e tabanında) dağılım gösteren örneğin kütlece geometrik standart sapması
AACC	: American association of cereal chemistry
AHC	: Akıcı hamur cipsi
AOAC	: Association of official agricultural chemists
BHA	: Butillendirilmiş hidroksianisol
BHT	: Butillendirilmiş hidroksitoluen
BU	: Brabender Unit

FE-SEM	: Alan emisyonlu taramalı elektron mikroskobu
DHC	: Dolgu Hamur Cipsi
KHC	: Kesme Hamur Cipsi
KTÇ	: Kabartma tozu çözeltisi
LSD	: Fisher's Least Significant Difference
MC	: Mısır cipsi
MC-T	: Ticari mısır cipsiN ₁ : Tanecik boyutu 250 µm altına geçen nohut unu
MTB	: Maksimum tanecik boyutu
OTB	: Ortalama tanecik boyutu
PG	: Patates gevreği
PG-I	: Taze patatesten akıcı hamur cipsi üretim süreci kullanılarak üretilen patates gevreği
PG-II	: Patates pulundan akıcı hamur cipsi üretim süreci kullanılarak üretilen patates gevreği
PG-T	: Patates gevreği
STK	: Su tutma kapasiteleri
TBD	: Tanecik boyutu dağılımı
TÇ	: Tuz çözeltisi
TS	: Tanecik sayısı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
YA	: Yüzey alanı

1. GİRİŞ

Atıştırmalıklar ana öğünler arasında açlık bastırmak ve enerji sağlamak veya ana yemeğin lezzetini arttırmak amacıyla tüketilen ürünlerdir. Tuzlu atıştırmalıklar arasında patates ve mısır temelli cips benzeri ürünler tüm dünyada sektörün en önemli ürünleridir. Cipsler her yaş grubundan tüketici için günlük beslenmenin bir parçası haline gelmiş olmakla beraber pek çok kişi tarafından da yüksek oranda tuz, yağ ve karbonhidrat içermeleri nedeniyle başta obezite olmak üzere kalp ve damar hastalıkları, diyabet gibi pek çok hastalığa sebep olarak görülmektedir. Tüketicilerin sağlıkla ilgili endişelerini gidermek, beklentilerini karşılamak amacıyla üreticiler yağı, kolesterolü, sodyumu azaltılmış yeni ürünlerin pazara sunulması konusunda çalışmalara ağırlık vermektedir. Bu ürünlerle atıştırmalıklar tüketici gözünde daha az suçlu hale getirilmeye çalışılırken özellikle meyve ve baklagil esaslı atıştırmalıklar ile sağlıklı atıştırmalık kavramı gelişmeye başlamıştır [Mintel 2013].

Nohut (*Cicer arietinum* L.) yüksek oranda protein (%14.9-30.6) içeren ve protein biyoyararlılığı yüksek (%72-84) baklagil olarak özellikle gelişmekte olan ülkelerin beslenmesinde önemli bir yere sahiptir [Segherloo vd., 2008; Clemente vd., 1998]. Bununla beraber bilimsel çalışmalar glisemik indeksinin düşük olması (GI=28) [Foster-Powell vd., 2002], gluten içermemesi ve diyet lifince zengin olması nedeniyle nohudun düzenli olarak tüketilmesinin diyabet, obezite, kalp ve damar hastalıkları ve kolon kanseri vb. riskini azalttığını ortaya koymaktadır [Pittaway, 2002]. Nohut tüm bu fonksiyonel özelliklerine rağmen suda bekletme, haşlama, kavurma, fermente etme gibi uzun işlemlerin ardından tüketime hazır hale geldiğinden yeterince tüketilememekte, bu özelliklerinden yeterince faydalanamamaktadır. Nohut tüketiminin artırılarak sözü edilen sağlık faydalarının sağlanabilmesi için nohut temelli ürünlerin çeşitlendirilmesi ve tüketime hazır olarak pazara sunulması gerekmektedir.

Literatürde ve piyasada nohut unu katkılı ürünlerle ilgili çalışmalar olmakla beraber tamamen nohuttan cips üretimine yönelik bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Bu çalışma ile pazarda her yaş grubundan tüketici tarafından hızla kabul göreceği ve nohuda yüksek oranda katma değer kazandırabileceği düşünülen yeni bir cipsin

geliştirilmesi amaçlanmıştır. Dünyada cips sektörünün büyüklüğü ve gösterdiği sürekli büyüme ve yenilenme eğilimi dikkate alındığında nohudun cips olarak işlenmiş gıdaya dönüştürülmesinin geniş kitlelere ulaşmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Mevcut patates ve mısır cips ürünlerinin aksine nohudun yapısından dolayı protein ve besinsel lif içeriği yüksek; yağ içeriği düşük olan bu yeni cips çeşidinin mevcut cips çeşitlerine alternatif olması beklenmektedir.

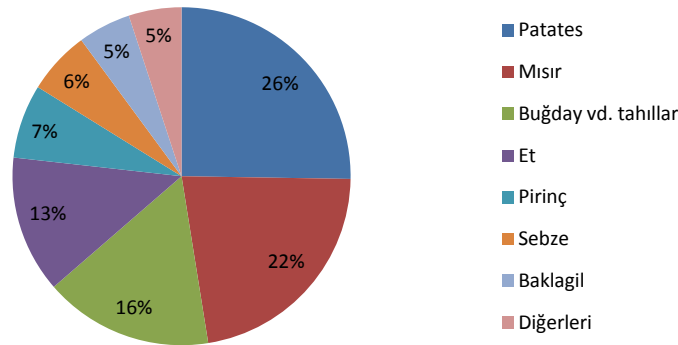
Nohut, taneli yapısı nedeniyle hamur cipsi (HC) üretim sürecine göre üretilmeye uygun olmakla beraber çalışma kapsamında nohut cipslerinin üretiminde kullanılmak üzere mevcut cips üretim süreçlerine alternatif olabilecek yeni bir HC üretim süreci geliştirilmiştir. Hamurun akıcı nitelikte olması nedeniyle Akıcı Hamur Cipsi (AHC) üretim süreci olarak tanımlanan yöntemin etkinliği mısır cipsi ve patates gevreği üretiminde test edilmiştir. Yöntem maliyet (yatırım, işletme ve bakım-onarım) ve uygulama kolaylığı bakımından mevcut cips üretim süreçleriyle karşılaştırılmış, nohut ve diğer tarımsal hammaddelerin cipse işlenmesinde kullanılabilir, ekonomik ve kolay kontrol edilebilir bir süreç olarak değerlendirilmiştir. AHC üretim sürecinin nohut cipsi üretiminde kullanılma potansiyeli ve nohudun cipse işlenebilirliği hammadde özellikleri (tanecik boyutu dağılımı), hamurun akış özellikleri ve yayılma davranışları, hamur bileşimi (kuru madde derişimi, tuz ve kabartma tozu oranları), fırın sıcaklıkları, suyun yapıdan uzaklaşma davranışı ve cips özellikleri (fiziksel,dokusal ve duyuşal özellikler) incelenerek değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. CİPS

Atıştırmalıklar, bir kısmı ana öğünlerin arasında açlık bastırmak ve enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla tüketilirken bir kısmı da ana yemeğin yanında lezzeti arttırmak amacıyla tüketilen ürünlerdir. Atıştırmalık ürünler içinde mısır ve patates cipsleri, krakerler vb. tuzlu atıştırmalıklar önemli bir yere sahiptir. Batılı beslenme alışkanlıklarının dünyada hızla yayılarak geleneksel aile yemeklerinin yerini alması ve çalışan kadın nüfusunun artması nedeniyle her yıl daha da büyüyen dünya tuzlu atıştırmalık pazarı 2009-2012 yılları arasında toplam % 44 oranında büyümüştür [Mintel, 2013]. Üretilen atıştırmalık ürünlerin yaklaşık üçte birini tüketen Amerika Birleşik Devletleri bu sektörün en büyük pazarını oluştururken İngiltere Japonya ile birlikte pazarın dörtte birini oluşturmaktadır [Hodgen, 2001].

Tuzlu atıştırmalık üretiminde kullanılan hammaddeler sınırlıdır. Kullanılan hammaddelerin % dağılımları Şekil 2.1 de verilmiştir. Buna göre tuzlu atıştırmalık üretiminde en çok kullanılan hammadde % 26 ile patates iken onu % 22 ile mısır ve % 16 ile buğday ve diğer tahıllar izlemektedir [Mintel, 2013]. Hammadde kullanımları arasında böyle bir dağılımın oluşmasında patates ve mısır cipslerinin tüm dünyada en yaygın tüketilen tuzlu atıştırmalık ürünler olmasının etkisi belirgindir.



Şekil 2.1. Tuzlu atıştırmalık üretiminde kullanılan hammaddelerin % dağılımları [Mintel, 2013].

Sade ve çeşnilendirilmiş patates cipsleri yıllardır tuzlu atıştırmalık sektörünün en önemli ürünleri iken tortilla ve mısır cipsleri ikinci sırada yer almaktadır. ABD’de yılda kişi başına ortalama 9 kg cips tüketilirken Avrupa ülkelerinde bu rakam yaklaşık 5 kg, Orta Doğu ülkelerinde 3 kg, Türkiye’de ise 1 kg dır [Bozdemir ve Yılmaz, 2013].

Türkiye’de cips ve benzeri ürünleri endüstriyel anlamda üreten ilk Türk şirketi 1986 yılında kurulan Uzay Gıda’dır. Uzay Gıda, 1988 yılında dünyanın en büyük cips ve çerez üreticisi olan Pepsi Co. Grubu’ndan Frito Lay ile eşit hisseli bir ortaklık kurmuş, 5 yıl içinde şirketin çok başarılı olması nedeni ile 1993 yılında Pepsi Co.’nun isteği üzerine Uzay Gıda hisselerinin tamamını Frito Lay’e satmıştır [Anonim, 2010-a] Procter&Gemble’in 90’ların sonunda Kraft’ın ise 2002’de Türkiye cips pazarına girmesiyle pazarın tamamı bir süre için yabancı sermayenin elinde bulunmuştur. Bugün Frito Lay 20’den fazla ürünü ile pazarın en büyük firması iken onu Kraft takip etmektedir. Seykar Gıda, Nazlı Gıda, ve Gesa Gıda’nın ürünlerinin piyasaya girmesiyle yerli cips üreticileri pazarda % 4 lük bir pay almayı başaramışlardır [Çelebi, 2008]. Türkiye’de cips pazarının büyümeye açık oluşu önemli Türk şirketlerini pazardan pay almak konusunda heveslendirmektedir. Türkiye’nin en büyük gıda üreticisi olan Yıldız Holding 2007 yılında CipseDoy markasıyla fırınlanmış patates cipslerini pazara sürmüş ancak ürün pazarda tutunamamıştır. En büyük çay üretici şirketlerden biri olan Doğu Çay 2012 yılında Gesa Gıda’yı alarak cips pazarına girmiş, Aksaray’da 70 bin m² lik bir alanda yeni bir tesisin inşaatına devam ederken Kraf Türkiye’nin tüm hisselerini satın alarak [Anonim, 2013] Türkiye’nin en büyük ikinci cips üreticisi olmuştur.

Patates ve mısır cipsleri günümüzde dünyanın en yaygın tüketilen atıştırmalıkları olmalarına rağmen bisküvi, kek gibi atıştırmalıklara göre nisbeten daha yenidirler. Patates cipsi ilk olarak 1853 yılında New York’ta bir restoranda tesadüf sonucu üretilmiştir. Restorana gelen problemlili bir müşteri kendisine servis edilen patates kızartmalarını iki kez çok kalın olduğunu söyleyerek geri göndermiş, bunun üzerine restoranın şefi George Crum sinirlenmiş ve kağıt kalınlığında

dilimlediği patatesleri kızarttıktan sonra ekstra tuzlayarak servis yapmıştır. Beklenenin aksine problemlili müşteri bu yeni çıtır ürünleri çok beğenerek bütün arkadaşlarına tavsiye etmiştir. Restoran ince dilimlenmiş kızarmış patatesleriyle ünlenirken zamanla bu ürün pek çok restoranın menüsüne girmiştir. İnce patates dilimleri 1908'e kadar bir restoran ürünü olarak kalmış, ilk patates cipsi fabrikası bu tarihte kurulmuştur [Lusas, 2002].

İlk toplu üretilen patates cipsleri teneke kutularda ve cam kavanozlarda ambalajlanarak satışa sunulmuş ancak bu tür bir ambalajlama dipte kalan cipslerin kırılmasına ve ürünlerin erken bayatlamasına neden olmuştur. 1926'da genç bir müteşebbis patates cipslerini mum kaplanmış kâğıtlardan hazırlanmış paketlerde satışa sunmuş bu da ürünün raf ömrünün uzatılmasına ve tazeliğinin daha uzun süre korunmasına katkı sağlamıştır. Günümüzde cipsler ağırlıklı olarak azot atmosferinde plastik paketlerde satışa sunulmaktadır. Böylelikle raf ömrünün uzaması sağlanırken kırılmaları da önlenmektedir [Lusas, 2002].

Mısır cipsi ise patates cipsinden yaklaşık 100 yıl kadar sonra yine Amerika'da üretilmeye başlanmıştır. Bir tortilla ekmeği üreticisi olan Rebecca Webb Carranza 1940'ların sonlarında üretimde oluşan şekilsiz hamurları üçgen parçalar halinde doğrayarak yağda kızartmış ve bir ev partisinde konuklarına ikram etmiştir. Konukların bu yeni atıştırma şekilleri çok beğenmesi üzerine Rebecca Webb Carranza ilk mısır cipslerini paketleyerek satışa sunmaya başlamıştır. Bu girişim ile bugün büyüklüğü milyar dolarlar ile ifade edilen bir endüstri ortaya çıkmıştır. Teknolojinin de gelişmesiyle ekipmanlar geliştirilmiş böylece üretim kapasitesi artarken üretim süresi kısalmıştır [Nelson, 2006].

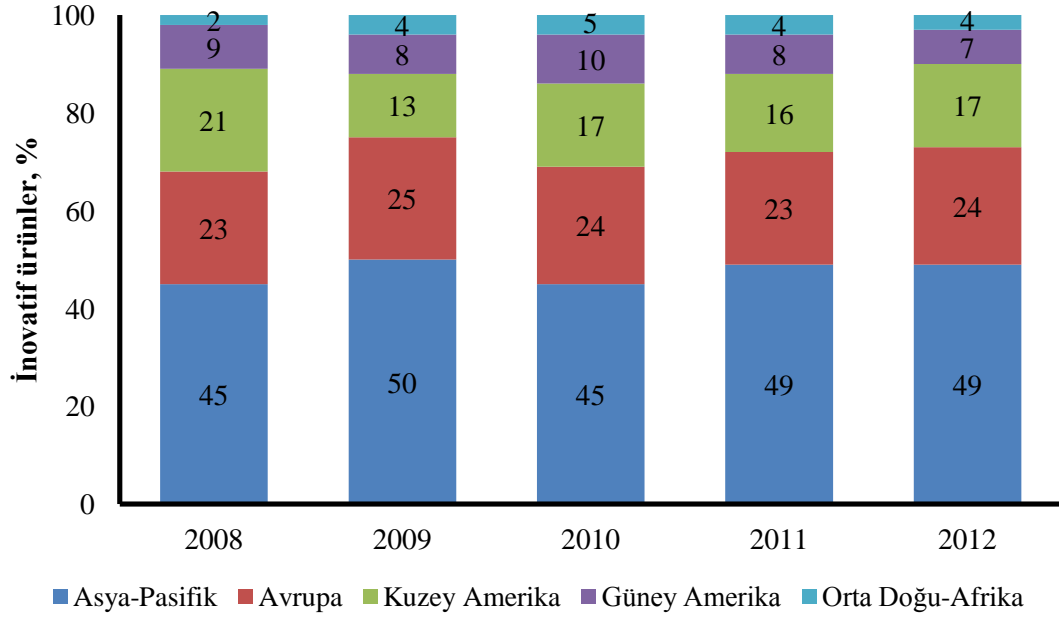
Ticari rekabet, yeni bilimsel bulgular, yasal düzenlemeler, sağlıklı toplum oluşturma üzerine firmaların duydukları sosyal sorumluluk bilinci ve tüketici talepleri doğrultusunda cips sektörü dinamik bir yapıya sahiptir. Her yıl farklı hammaddelerin ve yeni üretim tekniklerinin kullanıldığı; lezzet, besin değeri ve dokusal özellikler bakımından geliştirilmiş; farklı renk, şekil ve aromalarda pek çok yeni ürün piyasaya sunulmaktadır.

2.2. CİPS SEKTÖRÜNDE EĞİLİMLER

Cips sektörüne yön veren en önemli itici güç toplumlarda sağlıklı olma bilincinin yaygınlaşmasıdır. Özellikle en büyük cips pazarını oluşturan Amerika Birleşik Devletleri'nde obezitenin hızla yaygınlaşması ve beraberinde kalp ve damar hastalıkları, diyabet vb. pek çok sağlık sorununun görülme sıklıklarının artması tüm gıda sektörünü sağlıklı ancak lezzetli ürünler üretmeye yönlendirmiştir. Tüketici talepleri doğrultusunda geliştirilen yeni nesil sağlıklı ürünler yağı/kalorisi düşürülmüş, doymamış yağ oranı yüksek; trans yağ asidi, yapay renk ve aroma bileşikleri ile koruyucu maddeler içermeyen; tuz ve katkı maddesi içeriği azaltılmış; diyet lifi, vitamin, mineral, çoklu doymamış yağ asitlerince zenginleştirilmiş, genetiği değiştirilmiş bileşenlerin kullanılmadığı ve gluten içermeyen ürünler etrafında toplanmaktadır. Diğer taraftan özellikle yağ içeriği ve kalori değerinin düşürülmesi amacıyla yağda kızartma işlemi yerine ekstrüzyon ve fırınlama yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bugün patates ve mısır cipsi pazarı büyümeye devam etse de bu ürünlerde inovatif yenilikler neredeyse durma aşamasına gelmiştir. Diğer taraftan buğday ve diğer tahıllar, pirinç ve özellikle baklagillerden üretilen atıştırmalıklar önem kazanmaya başlamıştır [Mintel, 2013]. Tuzlu atıştırmalık sektöründe inovatif ürünlerin bölgelere göre dağılımları Şekil 2.2 de verilmiştir. Buna göre inovatif tuzlu atıştırmalıkların neredeyse yarısı Asya-Pasifik bölgesinde piyasaya sunulurken bunu Avrupa ülkeleri izlemektedir.

Şekil 2.2 de verilen bölgelerde en fazla geleneksel lezzetlerle aromalandırılmış ürünler beğenilmekle birlikte küresel pazarda % 17 ile en fazla sade ürünler beğenilmektedir. Bunu % 7 ile tuzlu, % 6 ile peynir ve baharat aromalı ürünler izlemektedir [Mintel, 2013]. Patates ve mısır cipslerinde inovasyon çalışmaları geleneksel yemeklerin lezzetleri ile aromalandırılmış ürünlerin geliştirilmesine doğru kaymaya başlamıştır. Örneğin Japonya'da tavuklu erişte çorbası aromalı bir ürün, Hollanda'da ise fajita aromalı bir ürün pazarda ilgi uyandırabilmektedir [Mintel, 2013].

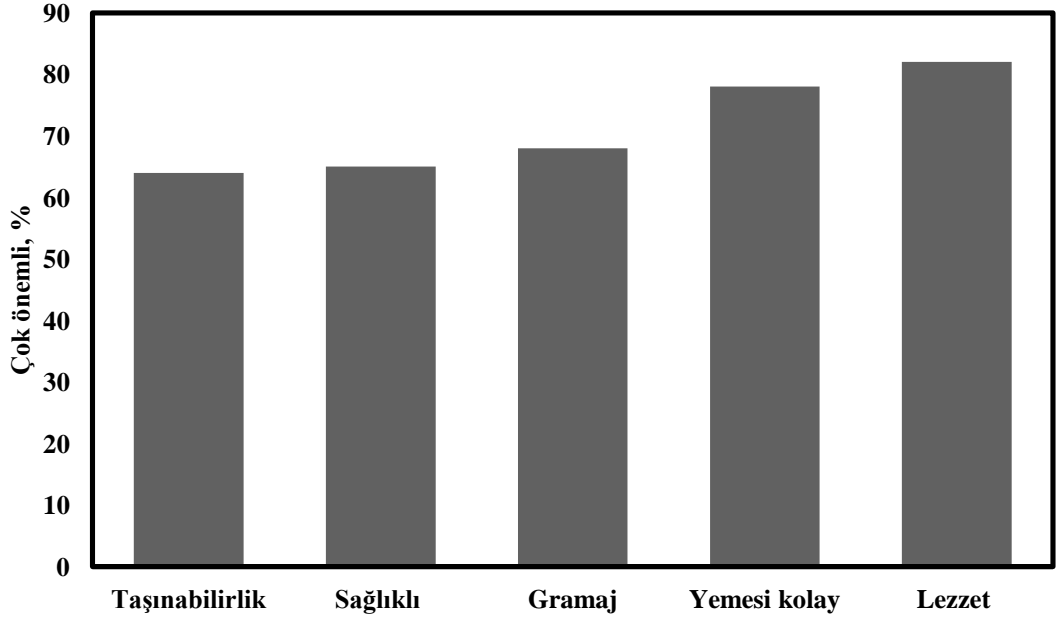


Şekil 2.2. Bölgelere göre satışa sürülen inovatif atıştırmalık ürünlerin % dağılımları [Mintel, 2013].

Tuzlu atıştırmalık sektörünün en büyük pazarı konumundaki Amerika'da 2012 yılında 1995 tüketici ile yapılan bir araştırmada tüketicilerin bir atıştırmalıkta en çok aradıkları 5 özellik belirlenmiştir ve Şekil 2.3 te verilmiştir. Buna göre atıştırmalık ürün tüketicilerinin % 83 ü için lezzet çok önemliyken, % 78 i yemesinin kolay olmasını, % 68 i gramajının, % 64 ü ise taşınabilirliğinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bununla beraber araştırmaya katılan tüketicilerden % 65 i tükettikleri ürünün sağlıklı olduğunu bilmek istemektedirler [Mintel, 2013]. Bu istekler de daha çok keyif almak için tüketilen atıştırmalıklara yeni bir yön vermektedir.

Tüketicilerin sağlıkla ilgili endişelerini gidermek, beklentilerini karşılamak amacıyla üreticiler yağı, kolesterolü, sodyumu azaltılmış yeni ürünlerin pazara sunulması konusunda çalışmalara ağırlık vermektedir. Bu ürünlerle atıştırmalıklar tüketici gözünde daha az suçlu hale getirilmeye çalışılırken özellikle meyve ve baklagil esaslı atıştırmalıklar ile sağlıklı atıştırmalık kavramı gelişmeye başlamıştır. Bu ürünlerin paketlerinde % 68 vejetaryen vurgusu yapılırken % 12 katkısız vurgusu yapılmaktadır. Özellikle yüksek oranda protein içermeleri nedeniyle baklagil esaslı

sağlıklı atıştırmalıklar nüfusunun önemli bir kısmı vejetaryen olan Hindistan’da yaygın olarak üretilmektedir. Baklagil esaslı atıştırmalıkların yaklaşık % 89 u Asya-Pasifik bölgesinde üretilmektedir [Intel, 2012]. Tuzlu atıştırmalık sektöründe inovatif ürünlerin pazara sunulmasında bu bölgenin önemi dikkate alındığında baklagil esaslı ürünlerin geliştirilmesinde bölgenin öneminin önümüzdeki yıllarda daha da artacağı düşünülmektedir.



Şekil 2.3. Tuzlu atıştırmalıklarda tüketici tercihlerini belirleyen en önemli unsurlar

Cips pazarındaki büyüme eğiliminin sürekliliği ve baklagil esaslı atıştırmalıklara ilginin giderek arttığı yönündeki veriler dikkate alındığında, baklagil esaslı cips ürünlerinin geliştirilmesinin geniş kitlelere hitap edecek yeni sağlıklı atıştırmalıklara ilginin daha da artmasına neden olacağını düşündürmektedir. Bununla beraber Türkiye baklagil üretiminde ve uluslararası pazarda en önemli ülkelerden biridir. Bütün bunlar değerlendirilerek bu çalışmada yeni bir cips üretim sürecinin ve nohut cipsinin geliştirilmesi üzerine çalışılmıştır.

2.3. NOHUT, BESLENMEDEKİ ÖNEMİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ

2.3.1. Nohut

Nohut (*Cicer arietinum* L.) en çok tarımı yapılan ve bu nedenle en çok tüketilen baklagillerden biridir [Segherloo vd., 2008]. Arkeolojik verilere göre MÖ 7500 yılından beri tarımı yapılmaktadır [Redden ve Berger, 2006]. Botanik çalışmalar nohudun biri Güneybatı Asya ve Ortadoğu'yu içine alan bölge, diğeri Etiyopya olan iki gen merkezinden dünyaya yayıldığını, doğuya doğru küçük taneli bitkilerin, Ortadoğu'ya doğru iri taneli bitkilerin ağırlıklı olarak yetiştirildiğini göstermektedir [Koç, 2008]. İri taneli, açık renkli nohut 200 yıl kadar önce Kabil üzerinden Hindistan'a ulaşmış ve bu nedenle bu tür nohutlar Kabuli tipi olarak adlandırılmıştır. Hindistan yarımadası, Orta Asya, Doğu Afrika ve Ortadoğu havzasında yetişen küçük taneli koyu renkli nohutlar ise Hintçe'de yerel anlamına gelen "Desi" olarak adlandırılmaktadır [Koç, 2008].

Dünya yıllık nohut üretimi yaklaşık 11.6 milyon tondur [FAO, 2013]. Türkiye yıllık ortalama 600 bin tonluk üretimi ve 110 bin tonluk ihracatı ile en önemli nohut üreten ve ihraç eden ülkelerdendir [TÜİK, 2013].

Nohut Türkiye'nin her bölgesinde yetiştirilmekte olup Mersin yıllık yaklaşık 27 bin tonluk üretimi ile Türkiye'nin yıllık nohut üretiminin yaklaşık % 4.5 ini karşılamaktadır [TÜİK, 2013]. Türkiye'deki bakliyat paketleyen kuruluşların % 70 gibi büyük bir kısmı Mersin'de bulunmaktadır. Aynı zamanda Mersin Türkiye'nin bakliyat, dünya nohut ihracatının merkezi konumundadır. Bakliyat ihracatıyla ülke ekonomisine yıllık yaklaşık 200 milyon dolarlık bir katkı sağlamaktadır ve 2011 yılında merkezi Mersin'de olmak üzere "Ulusal Baklagil Konseyi" kurulmuştur. Bu veriler Mersin'in dünya nohut ticaretinde önemli bir konumda olduğunu göstergelerindedir.

2.3.2. Nohudun Türkiye’de ve Dünyada Değerlendirilmesi

Nohudun ticari değerini belirleyen en önemli değişkenlerden biri tane büyüklüğüdür. Taneler büyüklüklerine göre 7, 8, 9 ve 10 mm olarak sınıflandırıldıktan sonra piyasaya verilir. Nohut Türkiye’de yemeklik (tane, konserve ve un) ya da çerezlik (leblebi) olarak değerlendirilir ve nohudun işlenmiş gıda olarak değerlendirilmesi üretim hacmine göre oldukça kısıtlıdır [Sağlam, 2006]. Nohut ve bazı işlenmiş ürünlerinin birim fiyatları Çizelge 2.1 de verilmektedir.

Çizelge 2.1. Nohut ve nohut ürünlerinin yaklaşık fiyatları ve nohut ürünlerinin katma değerleri [Anonim, 2014 a-d]

Fiyat (TL/kg)								
Tane (yemeklik)	Konserve	Katma Değer (%)	Tane (leblebilik)	Leblebi	Katma Değer (%)	Iskarta (yemlik)	Un	Katma Değer (%)
5.45	11.15	105	4.20	13.90	227	0.49	9.75	1990

Leblebi Türkiye’de en önemli işlenmiş nohut ürünüdür. Türkiye’de üretilen nohudun yaklaşık % 20 si leblebiye işlenebilmektedir [Sağlam, 2006]. Türkiye’nin başlıca leblebi üreten illeri Denizli, Kütahya, Çorum, Amasya, Balıkesir ve Gaziantep’tir. Üretilen leblebiler başta Avustralya ve Almanya olmak üzere Lübnan, Irak, Suriye, Makedonya, Arnavutluk, Bulgaristan, İngiltere ve Fransa ya ihraç edilmektedir. İhracatı Geliştirme Etüt Merkezinin (İGEME) verilerine göre leblebi yıllık yaklaşık 10 milyon dolar değerinde ihracat potansiyeline sahiptir [Sağlam, 2006] ancak her nohut leblebiye işlenemez. Türk Standartları Enstitüsü leblebi üretimine elverişli nohutları “kuşbaşı” olarak adlandırmış ve özelliklerini tanımlamıştır. Buna göre leblebilik nohutlar dolgun, iri, yuvarlak ve düz yüzeyli olmalıdır [TSE, 2008]. Çizelge 2.1 de görüldüğü gibi fiyatı yaklaşık 4.20 TL/kg olan leblebilik nohut işlendiğinde fiyatı yaklaşık 13.90 TL/kg a yükselerek önemli ölçüde katma değer (% 227) kazanır. Ancak leblebi üretiminde kullanılacak nohudun standartla belirlenmiş olması her nohudun leblebiye işlenmesini engellemektedir. Bu

nedenle Türkiye’de yetiştirilen nohudun ancak sınırlı bir kısmı leblebi üretiminde kullanılabilir [Sağlam, 2006].

Nohudun taze olarak tüketimi yok denecek kadar azdır. Kuru tane nohut yaklaşık 12 saat suda bekletildikten sonra pişirilerek yemeklik olarak tüketilmektedir. Konserve nohut kullanıma hazır bir ürün olarak tüketicilere kısa sürede yemek hazırlama olanağı sağlamaktadır. Nohudun konserve olarak işlenmesi önemli ölçüde katma değer sağlasa da (Çizelge 2.1) Türkiye’de bu ürünlere ait istatistiksel verilere rastlanmamış olması nedeniyle ürüne talebin düşük olduğu tahmin edilmektedir.

Nohudun sınıflandırılması sırasında küçük, kırık, hafif ve standart dışı renkteki taneler ayrılır. Sınıflama dışında kalan bu ıskarta nohutlar hasat edilen nohudun yaklaşık % 11 ini oluşturmakta ve çoğunlukla hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir [Memiş, 2008]. İskarta nohut hayvan yemi olarak değerlendirildiğinde 0.49 TL/kg a alıcı bulurken una işlendiğinde fiyatı yaklaşık 9.75 TL/kg a yükselerek % 1990 gibi katma değer kazanmaktadır (Çizelge 2.1.). Nohut unu nohuda oranla yüksek katma değerli bir ürün gibi görünse de kullanım alanları oldukça sınırlıdır. Nohut unu çoğunlukla hazır çorbaların bileşimlerinde kullanılmakta veya jelatinize edilerek veya edilmeyerek humus unu olarak satışa sunulmaktadır.

Mevcut nohut ürünleri arasında raf ömrü uzatılmış endüstriyel bir ürüne dönüşme potansiyeli en yüksek olanlardan birisi de humustur. Humus Orta Doğu ve Akdeniz coğrafyasına özgü olmakla birlikte her geçen gün bilinirliği dünyada artmaktadır. Humus nohut, tahin, zeytinyağı, sarımsak, limon, tuz ve baharatlardan oluşan geleneksel bir üründür. Sürülebilir bir kıvamda olup, yapısı süzme yoğurdunkine benzer. Ana yemek ya da meze olarak tüketilmektedir.

Hindistan dünyanın en büyük nohut üreticisi olmasına rağmen yıllık kişi başı nohut tüketiminin en yüksek olduğu ülke Türkiye’dir. Türkiye’de yıllık ortalama kişi başı nohut tüketimi 6.65 kg iken bu rakam Hindistan’da 5.37 kg dır [Yadav vd., 2007]. Bu durum Hindistan’ın nüfus yoğunluğunun Türkiye’den fazla

olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle Çizelge 2.1 de sözü edilen nohut ürünlerinden çok daha fazlası Hindistan ve yakın coğrafyasına özgüdür. Bir kısmı endüstriyel boyutlarda üretilirken bir kısmı ev ve restoranlarda üretilen bu ürünlerin büyük bir kısmı besan adı verilen nohut unundan hazırlanmaktadır [Yadav vd., 2007].

Boondi nohut unundan, tatlı ya da tuzlu olarak üretilen, Hindistan'a özgü bir atıştırmalıktır. Sev, yine nohut unundan hazırlanan bir çeşit kızarmış nohut eriştesidir. Dhokla piriç ve nohut unundan hazırlanan sıvı hamurun fermente edilmesi ile üretilen kek benzeri bir atıştırmalıktır [Ravi, 2005]. Bu ürünleri sanayi ürününe dönüştürmek ve besin değerini artırmak amacıyla çalışmalar yapıldığı bildirilmektedir [Chávez-Jáuregui vd., 2003; Ravi ve Susheelamma, 2004; Cassar vd., 2008].

Nohut esaslı atıştırmalıkları hazırlamada en yaygın kullanılan pişirme yöntemlerinden biri yağda kızartmadır. Debnath vd., (2003) nohut unu ve modifiye nişastadan oluşan hamurun yağda kızartılması sırasında farklı kızartma sıcaklıklarının (150-200 °C) ve ön kurutma işlemlerinin nem ve yağ aktarımı üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada kızartma sıcaklığındaki artışa bağlı olarak kütle aktarım katsayısının nem için 0.045 s^{-1} den 0.096 s^{-1} e yağ için 0.052 s^{-1} den 0.082 s^{-1} e arttığı belirlenmiştir. Diğer taraftan 60 °C ta gerçekleştirilen ön kurutma işleminin (0-120 dak) ve 175 °C ta kızartılan (45 s) örneklerde nem ve yağ aktarım katsayılarını önemli ölçüde azaldığı rapor edilmiştir. Elde edilen örnekler 9 lu beğeni testiyle 10 eğitimli panelist tarafından değerlendirilmiş, en fazla 40 dak ön kurutma işlemi ile yağ içeriği % 54 azaltılmış örnekler beğenilmiştir.

Yukarda kısaca tanımlanan ürünler genellikle nohudun fazlaca üretildiği ve tüketildiği coğrafyalarda, buralarda yaşayan halkların damak tadına uygun olarak biçimlendirilmiştir. Çoğu ev ve restoranlarda üretilip tüketilmektedir. Diğer taraftan nohudun farklı coğrafyalarda daha geniş kitleler tarafından kabul görecektü tüketime hazır ürünlere işlenme potansiyeli ortaya koymak üzere çalışmalar yapılmıştır [Cardoso Santiago vd., 2001; Chávez-Jáuregui vd., 2003; Cassar vd., 2008; Han vd.,

2010].

Han vd., (2010) baklagillerin gluten içermeyen protein kaynakları olmalarından hareketle nohut, yeşil mercimek, kırmızı mercimek, sarı bezelye, barbunya ve fasulye unlarından kraker denemeleri yapmışlardır. Çalışmada elde edilen bütün krakerler açık renkli, lezzetli ve gevrek bir tekstüre sahip olmasına rağmen hamurun daha kolay işlenebilmesini, duyu analizi sonuçlarını ve endüstriyel iş birliği yapılan firmanın önerilerini dikkate alarak nohut krakerlerinin endüstriyel ölçekte üretilmesine karar vermişlerdir. Endüstriyel ölçekte üretilen krakerlerin kabul edilebilirliklerinin 9 lu beğeni testi ile 78 panelist tarafından değerlendirildiği ve katılımcıların % 60 ının ürünlere 7 ve üzerinde puan verdiği belirtilmiştir. Buna göre nohut krakerlerinin raflarda yer alması durumunda tüketiciler tarafından tercih edilme ve sıklıkla tüketilme olasılığının oldukça yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

Cassar vd., (2008) yaptıkları bir çalışmada monosodyum glutamat (MSG) ve disodyum inosinat (DSI) kullanımının ciğer içeren ekstrüde amaranth ve nohut atıştırmalıklarının duyu ve dokusal özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan analizler sonucu MSG ve DSI kullanımının ürünlerin duyu ve dokusal özelliklerini geliştirdiğini, en iyi sonuçları MSG ve DSI ilave edilen nohut ürünlerinin gösterdiğini belirtmişlerdir.

Cardoso Santiago vd., (2001) çocuklarda sıklıkla görülen kansızlığın önlenmesi amacıyla günlük demir ihtiyacının % 30-40 ını karşılayacak nohut esaslı bir atıştırmalık ürünün geliştirilmesi üzerine çalışmışlardır. Atıştırmalıklar farklı formülasyonlarda (nohut unu/ciğer=90/10-95/5 ve nohut unu/mısır unu/ciğer=72/20/8, k/k) üretilmiş, eğitimsiz 40 panelist tarafından 9 lu beğeni testine göre değerlendirilmiştir. Ürünlerin panelistlerin en az % 72.5 inden 6 ve üzerinde puan aldığı belirtilmiştir. Yaşları 6-14 aralığında değişen ve kansızlıktan şikayetçi çocuklar 68 gün boyunca haftada 3 defa 30 g nohut unu/mısır unu/ciğer (72/20/8, k/k/k) den oluşan atıştırmalıklardan tüketmişler uygulama sonunda % 60 tan fazlasının hemoglobin değerlerinde önemli artış meydana geldiğini belirlemişlerdir.

Benzer bir araştırmada mısırdan üretilen geleneksel bir atıştırmalığın yerine kullanılabilir, nohut ve amarant esaslı atıştırmalıklar geliştirilmeye çalışılmıştır [Chávez-Jáuregui vd., 2003]. Ürün bileşimine değişen oranlarda (% 0, 5 ve 10, k/k) domuz ciğeri ilave edilmiş, ürünlerin besin değerleri, kabul edilebilirlikleri ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bu yeni atıştırmalıkların kabul edilebilirlikleri oldukça yüksek bulunmuş ve bazı ticari ürünleri ikame edilebilecekleri belirtilmiştir. Geliştirilen atıştırmalıklar pizza yapımında kullanılmış, amarant ve nohut-domuz ciğeri atıştırmalıklarının ticari mısır atıştırmalıklarının kullanıldığı pizzalardan duyusal olarak farklı olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak geliştirilen atıştırmalıkların ticari olarak üretilir, tüketici tarafından kabul edilebilir, besin değeri ve kalitesi yüksek ürünler olduğu ve yetersiz beslenmenin ortadan kaldırılmasına yardımcı olabileceği belirtilmiştir [Chávez-Jáuregui vd., 2003].

Ravidran ve Gamlath (2007) nohut unu, pirinç unu ve buy otu kullanarak ekstrüde, besin değeri yüksek bir atıştırmalığın geliştirilmesi üzerine çalışmışlardır. Pirinç ununa % 70 e kadar nohut unu ilave edilmesinin ürün stabilitesini ve genleşme oranını arttırdığı buna karşılık buy otu kullanımının bu özellikleri olumsuz etkilediğini belirlemişlerdir. Duyusal analizlerde bütün ürünler kabul edilebilir bölgede değerlendirilmiş, buy otu içeren örnekler renk, keskin tat ve kokusu nedeniyle içermeyenlere göre daha az beğenilmiş, % 5-15 oranında deodorize buy otu (FenuLife®) ilave edilen ürünlerin renk, lezzet, gevreklik ve genel kabul edilebilirlikleri arasında önemli bir fark olmadığı rapor edilmiştir.

Yukarıda verilen nohut ürünleri bu çalışmada geliştirilen nohut cipsi ile benzerlik göstermemektedir. Nohut cipsinin geleneksel nohut ürünlerinden farklı olarak geniş bir coğrafyada kabul göreceği düşünülmektedir ve farklı kültürlerin tüketim alışkanlıklarına göre çeşnilendirilerek pazara sunulmaları da mümkündür.

2.3.3. Nohudun Kimyasal Bileşimi ve Beslenme Açısından Önemi

Nohut karbonhidrat, protein, mineral madde ve vitamin içeriği bakımından zengin olması nedeniyle beslenmede önemli bir yere sahiptir.

Mercimekle birlikte dünya protein ihtiyacının % 10 unu karşılamaktadır [Sayar, 2003].

Nohut protein, mineral, besinsel lif ve vitaminlerce bilinen cips hammaddeleri olan mısır ve patatesle karşılaştırıldığında pek çok üstünlüklere sahiptir. Çizelge 2.2 de nohut, mısır ve patatesin kimyasal bileşimi ve besin değerleri verilmiştir.

Aynı miktarda kuru maddeye sahip nohut tüketildiğinde vücuda alınan protein miktarı patatese göre % 123, mısıra göre % 108 daha fazladır (Çizelge 2.2). Nohut, patates ve mısır proteinlerinin vücutta kullanılma oranlarını veren biyoyararlılık değerleri ise sırasıyla % 83, % 73 ve % 62 dir [Gahlawat ve Sehgal,1998; Peşken ve Artık, 2005]. Biyoyararlılık değerleri göz önüne alındığında protein değerleri arasındaki fark açılmakta ve aynı miktarda kuru maddeye sahip nohudun tüketilmesiyle vücutta kullanılan fazla protein miktarı patatese göre % 154, mısıra göre % 178 e ulaşmaktadır.

Karbonhidratlar Desi ve Kabuli tipi nohutlarda tane bileşiminin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Desi tipi nohutlarda toplam karbonhidrat miktarı % 51-65 Kabuli tipi nohutlarda ise % 54-71 aralığında değişmektedir [Wood ve Grusak, 2006]. Nohut karbonhidratlarının en önemli kısımlarından biri besinsel liflerdir. Nohut % 19.7 oranında besinsel lif (selüloz, hemiselüloz, pektin ve lignin) içerirken mısırın besinsel lif içeri çok % 8.1, patatesin % 10.6 dır (Çizelge 2.2). Besinsel lifin çok büyük miktarı tane kabuğunda bulunmaktadır [McDonough vd., 2002; Peşken ve Artık, 2005] ve mısır ve patates cipslerinin üretimi sırasında kabuğun soyulması lif miktarını daha da azaltır [McDonough vd., 2002].

Nohut bileşiminde bulunan diğer bir önemli karbonhidrat nişastadır. Nişasta oranları da diğer bileşenlerde olduğu gibi Desi ve Kabuli tipi nohutlarda farklılık gösterir. Desi tipi nohutlarda % 32-56 aralığında değişirken Kabuli tipi nohutlarda % 30-57 aralığındadır. Diğer taraftan sindirime dirençli nişasta oranı Kabuli tipi nohutlarda Desi tipi nohutlardan 4.8 kat daha yüksektir ve tane ağırlığının yaklaşık %

Çizelge 2.2. Nohut (N): patates (P) ve mısırın (M) besinsel değerleri (100 g km için) ve karşılaştırmaları (%) [Anonim, 2010-c].

Bileşenler	Miktar	N	P	M	ΔP^a	ΔM^b
Protein	g	21.8	9.8	10.5	123	108
Yağ	g	6.8	0.4	5.3	1467	29
Kül	g	2.8	5.2	1.3	-46	109
Karbonhidrat ^c	g	48.9	74.0	74.8	-34	-35
Besinsel lif	g	19.7	10.6	8.1	85	141
Mineraller						
Ca	mg	118.7	58.1	7.8	104	1420
Fe	mg	7.1	3.8	3.0	87	133
Mg	mg	130.0	111.3	141.7	17	-8
P	mg	413.7	275.9	234.3	50	77
K	mg	989.0	2037.8	320.2	-51	209
Na	mg	27.1	29.0	39.0	-7	-31
Zn	mg	3.9	1.4	2.5	176	57
Cu	mg	1.0	0.5	0.4	83	173
Mn	mg	2.5	0.7	0.5	236	360
Se	mcg	9.3	1.5	17.3	538	-46
Vitaminler						
Vitamin C	mg	4.5	95.4	0.0	-95	-
Tiamin	mg	0.5	0.4	0.4	39	26
Riboflavin	mg	0.2	0.2	0.2	55	7
Niasin	mg	1.7	5.1	4.0	-66	-57
Pantoenik asit	mg	1.8	1.4	0.5	25	279
Vitamin B-6	mg	0.6	1.4	0.7	-58	-13
Folate. DFE	mcg	629.6	77.4	21.2	713	2870
Vitamin A. IU	iu	75.7	9.7	238.8	682	-68
Vitamin E	mg	0.9	0.0	0.5	1815	70
Amino asitler						
Triptofan ^d	g	0.2	0.1	0.1	106	180
Treonin ^d	g	0.8	0.3	0.4	153	105
İzolösin ^d	g	0.9	0.3	0.4	197	149
Lösin ^d	g	1.6	0.5	1.3	234	21
Lisin ^d	g	1.5	0.5	0.3	187	394
Metiyonin ^d	g	0.3	0.2	0.2	91	30
Fenilalanin ^d	g	1.2	0.4	0.5	202	126
Valin ^d	g	0.9	0.5	0.5	87	72
Tirozin	g	0.5	0.2	0.4	138	27
Sistin	g	0.3	0.1	0.2	152	54
Arjinin	g	2.1	0.5	0.5	329	292
Histidin	g	0.6	0.2	0.3	265	87
Alanin	g	0.9	0.3	0.8	212	19
Aspartik asit	g	2.6	2.3	0.7	12	251
Glutamik asit	g	3.8	1.7	2.0	128	93
Glisin	g	0.9	0.3	0.4	235	111
Prolin	g	0.9	0.3	0.9	200	-2
Serin	g	1.1	0.4	0.5	211	121

^a(ΔP) = (N-P)×100/N, nohut ve patatesin karşılaştırması,

^b(ΔM) = (N-M)×100/N, nohut ve mısırın karşılaştırması

^cBesinsel lif dışındaki karbonhidrat

^dElzem aminoasit

16 sını oluşturmaktadır [Wood ve Grusak, 2006].

Çizelge 2.2 ye göre birçok mineral, vitamin ve aminoasidin derişimi açısından nohut, patates ve mısıra göre belirgin derecede daha zengindir.

Glisemik indeks gıdalarda bulunan karbonhidratların glukoza göre kan şekerini yükselme hızı olarak tanımlanabilir. Gıdalar glisemik indekslerine göre düşük ($GI \leq 55$), orta ($56 \leq GI < 70$) ve yüksek ($70 \leq GI$) glisemik indeksli ürünler olarak sınıflandırılır. Isıl işlem görmüş nohudun glisemik indeksinin ($GI=28 \pm 6$) patates cipsinin ($GI=54 \pm 3$) ve mısır cipsinin ($GI=63 \pm 10$) glisemik indeksinden çok daha düşük olması, nohudu patates ve mısıra göre daha da faydalı yapmaktadır [Foster-Powell vd., 2002; Henry vd., 2005].

Çizelge 2.2 incelendiğinde nohudun vitamin E ve folik asit açısından da mısır ve patatese göre çok daha zengin olduğu görülmektedir. Vitamin E antioksidan görevi yaparak vücutta hücrelerin yaşlanmasını önlediği gibi kalp ve damar hastalıklarına yakalanma riskini de azaltmaktadır. Folik asit ise amino asit ve kan hücrelerinin yapımı için gereklidir. Vücutta depolanmayan folik asidin görev yapabilmesi için nohutta mısıra göre bolca bulunan C vitaminine ihtiyaç vardır. Yetersizliğinde kan yapımında azalma ve emilim bozuklukları görülmektedir [Samur, 2006]. Düzenli olarak nohut ve işlenmiş nohut ürünlerinin tüketilmesi günlük vitamin E ve folik asit ihtiyaçlarının karşılanması için önemli olduğu düşünülmektedir (Çizelge 2.2).

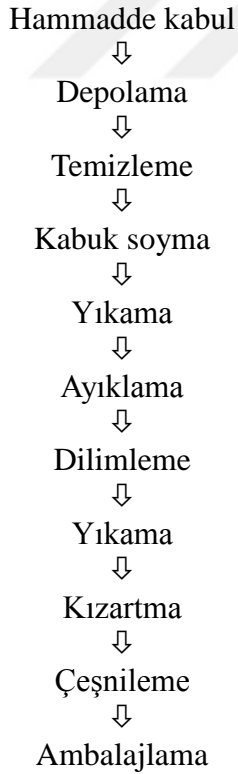
2.4. CİPS ÜRETİM SÜREÇLERİ

Bilinen cips üretim süreçleri hammaddenin dilimlenmesi temeline dayanan Dilim Cipsi (DC) üretim süreci ile hammaddenin hamur haline getirilmesi temeline dayanan Hamur Cipsi (HC) üretim süreci olarak sınıflandırılabilir. Bu sınıflama literatürde benzer bir sınıflamaya rastlanılmaması nedeniyle hammadde özellikleri ve üretim süreçleri dikkate alınarak ilk defa bu çalışmada yapılmıştır.

2.4.1. Dilim cipsi (DC) üretim süreçleri

DC üretim süreçlerinde belirli cinse, olgunluk düzeyine ve kimyasal (kuru madde, indirgen şeker, serbest aminoasit vb.) ve fiziksel (özgül ağırlık, boyut, şekil vb.) özelliklere sahip dilimlenebilir nitelikte hammaddeler kullanılır. DC üretiminin ilk aşamasında temizlenen ve istenmeyen kısımlarından arındırılan hammaddeler dilimlenir. Hammaddenin özelliklerine bağlı olarak istenmeyen kısımların ayrılması ve dilimleme işlemleri esmerleşme gibi ürün kalitesini olumsuz etkileyen olası tepkimeleri önlemek için sulu ortamda gerçekleştirilir ve bu tepkimeleri önleyen askorbik asit vb. çözeltilerden geçirilir. Dilimler daha sonra kızartılır ve çeşnilendirilir [Gould, 2002].

DC üretim sürecine göre üretilen yaygın olarak bilinen ve tüketilen ürün patates cipsidir. DC üretim sürecine göre patates cipsi üretiminin aşamaları Şekil 2.4 de verilmiştir.



Şekil 2.4. DC yöntemi ile patates cipsi üretim süreci [Gould, 2002]

2.4.1.1. Hammadde kabul

Çok farkı kuru madde içeriğine sahip, farklı bileşimlerde, farklı yetiştirme dönemleri olan, farklı depolama koşulları gerektiren 100 den fazla patates çeşidinin tarımı yapılmaktadır. Bu patates çeşitlerinin hepsi cips üretimi için uygun değildir. Cips üretiminde kullanılacak patateslerin iki temel gereksinimi karşılaması beklenmektedir. Öncelikle belirli bir bölgede iklim ve toprak koşullarında üretimi verimli ve karlı bir çeşit olmalıdır. Çeşit, yetiştirildiği bölgenin iklim ve toprak koşullarında beklenen olgunluğa ulaşmalı ve hastalıklara karşı dayanıklı olmalıdır. Ürünler yüksek kalitede olmalı, bundan elde edilen cipsin yapısı ve aroması müşteri beklentilerini karşılayabilmelidir. Depolama sırasında cips kalitesini olumsuz etkileyecek şekilde filizlenmemeli veya buruşmamalıdır. İkincisi, çeşidin cipse işlenmesi ekonomik olmalıdır. Kuru madde içeriğinin yüksek olması kızartma sırasında harcanan enerjiyi azaltacağından istenen bir özelliktir. Verimlilik açısından kabuk miktarının; mekanik ve fiziksel yaralanmaların az olması da önemlidir. Bu özellikleri sağlayan bazı patates çeşitleri Çizelge 2.3 de verilmiştir [Gould, 2002].

Çizelge 2.3. Cips üretiminde kullanılan bazı patates tür/çeşitleri ve bazı özellikleri [Gould, 2002].

Tür/Çeşit	Özgül ağırlık	Şekil	Depolama sıcaklığı, °C	Cips verimi, % (k/k)	Yağ emilimi, % (k/k)
Pike	1.094	Yuvarlak	7	33.89	37.73
Atlantic	1.089	Oval	10	32.68	39.86
Snowden	1.085	Yuvarlak	7	32.33	40.39
Gemchip	1.080	Yuvarlak	10	31.56	41.72
Kennebec	1.080	Yuvarlak	13	31.56	41.72
NorValley	1.080	Oval	6	31.56	41.72
Chipeta	1.078	Oval	10	31.25	42.25
Kanona	1.077	Yuvarlak	10	31.09	42.52

Elde edilen ürünlerin kalitesi üzerine etki eden unsurlardan biri de kuru madde içeriğidir. Kuru maddedeki değişim kızartma sırasında yağ emilimini önemli ölçüde etkiler. Örneğin kuru maddenin % 16 dan % 17 ye çıkması ile patates

cipsinde yağ içeriği % 40 tan % 38.5 e düşer. Bunlardan başka patatesin her noktasında kimyasal bileşim aynı değildir. Yumrunun merkezine doğru kuru madde miktarı azalır ve bu da kızarmış ürünün nem içeriğinin cipsin kenarından merkeze doğru değişmesine neden olur. Ayrıca patatesten indirgen şeker açısından üç farklı bölge bulunur ve bu nedenle cipslerde renk bakımından 3 farklı bölge oluşabilir [Hilton, 1966].

Cips üretiminde kullanılan patates çeşitlerinin kimyasal özellikleri elde edilen ürünlerin kalitesinde belirleyici olur. Örneğin kızartma sırasında patates dilimlerinin alacağı renk indirgen şeker miktarıyla ilgilidir ve patates cipsinde çok önemli bir kalite göstergesidir. Bu nedenle aynı işlem koşullarında indirgen şeker miktarı düşük olan bir patatesten altın sarısı cipsler elde edilirken daha yüksek indirgen şeker içeriğine sahip patatesten elde edilen cipsler daha esmer olmaktadır. Bu nedenle cipse işlenecek patatesin indirgen şeker içeriklerinin sınırları belirlenmiştir. Cipse işlemeye en uygun patateslerde indirgen şeker içeriği % 0.15 nin altında, tercihen % 0.0 olması istenir [Gould, 2002]. İndirgen şeker miktarı % 0.25 i bulduğunda elde edilen cipsler tüketici tarafından kabul edilmeyecek derecede esmerleşmektedir [Hilton, 2002].

2.4.1.2. Depolama

Hasattan hemen sonra patatesten indirgen şeker miktarı yüksektir. Bu nedenle patates şeker miktarını düşürmek üzere 10-25 °C ta % 95 bağıl nemde 3 ay depolanır. Sıcaklık ve bağıl nem kontrolü iyi sağlanmalıdır. Aksi takdirde patatesler filizlenme eğilimi gösterir. Filizlenme hem yumruların buruşmasına neden olur hem de cipse işlenmeden filizlerin temizlenmesi için ayrıca işlem yapılması gerekir. Bu da sonuçta zaman, emek, proses kontrol, yönetim, maliyet açısından ekonomik kayıplara neden olur.

Chuda vd., (2003) hasattan sonra iki hafta süreyle 2 ve 20 °C ta depoladıkları patateslerde indirgen şeker ve asparajin miktarlarını ve bunlardan elde edilen cipslerde akrilamid oluşumunu incelemişlerdir. Depolama sıcaklığının patateslerin indirgen şeker içeriğini önemli ölçüde etkilediğini, 2 °C ta

depolananların indirgen şeker içeriklerinin daha yüksek olduğunu, buna bağlı olarak 2 °C ta depolanan patateslerden elde edilen cipslerde akrilamid içeriğinin 10 kat daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Diğer taraftan depolama sıcaklığına bağlı olarak asparajın miktarları arasında önemli bir farklılık olmadığı ve bu nedenle akrilamid oluşumunda indirgen şeker içeriğinin daha etkin olabileceği sonucuna varmışlardır. Ayrıca akrilamid içeriği daha yüksek olan örneklerin renginin belirgin biçimde daha esmer olduğunu, renk koyulaştıkça akrilamid içeriğinin de arttığını ifade etmişlerdir [Chuda vd., 2003]

2.4.1.3. Temizleme

Uygun koşullarda depolanarak indirgen şeker içeriği düşürülen patatesler daha sonra toprak, toz gibi fiziksel kirlerinden arındırılmak için yıkanır.

2.4.1.4. Kabuk soyma

Fiziksel kirlerinden arındırılan patateslerin kabukları tazeliklerine göre zımparalayarak, fırçalayarak veya kostik uygulaması ile soyulur. Taze ve tam olgunlaşmamış yumruların kabukları kostikle veya fırçalanarak uzaklaştırılabilir. Uzun süre depolanmış ve kalın kabuklu yumrular için kabuğun zımparalayarak uzaklaştırılması tercih edilir. Sonuçta kabuk soymada uygulanan yöntem, yumrunun olgunluğuna, tazeliğine, kabuk miktarına ve büyüklüğüne bağlı olarak ağırlığın % 20 ye varan bir kısmı kabukla ayrılır [Gould, 2002].

2.4.1.5. Yıkama ve ayıklama

Kabuk soyma sonrasında patateslerin üzerinde kalan kısımlar yıkanarak uzaklaştırılır. Yumru üzerindeki kusurlu kısımlar kesilerek ayrılır [Gould, 2002].

2.4.1.6. Dilimleme

Patatesler üç farklı şekilde (düz, dalgalı veya tırtıklı) 0.8-12.5 mm kalınlıklarında dilimlenir [Gould, 2002].

2.4.1.7. Yıkama

Dilim patatesler yüzeylerindeki serbest nişastayı uzaklaştırmak için yıkanılır. Nişastanın uzaklaştırılması hem yağ kalitesini olumlu etkiler hem de kızartma sırasında dilimlerin daha fazla esmerleşmesini önler. Yıkamada soğuk veya sıcak su kullanılabilir. Sıcak su kullanılacaksa uygulama 65-85 °C taki suda 1 dak içinde gerçekleştirilir. Bu süre içinde enzimler inaktive olur, patates dilimleri kısmen pişer, nişasta kısmen jelatinize olur. Nişastanın jelatinize olması kızartma sırasında yağ emilimini azaltır, dokunun gelişmesini sağlar. Soğuk su kullanılacak ise yumuşak bir su kullanılmamasına, pH sınır patatesinkine (6.2) yakın olmasına dikkat edilmelidir. Yıkama sonrası patates dilimleri üzerindeki fazla su uzaklaştırılır [Gould, 2002].

Patates cipsi üretiminde yıkama işlemleri sırasında 1 ton cips için yaklaşık 33 m³ su kullanılır [Öztürk vd., 2003]. İşletmeler kullanılan su miktarının azaltılması, atık suların arıtılması veya değerlendirilmesi amacıyla ciddi yatırımlar yapmaktadır. Friyo Lay yalnızca Türkiye’de 1995 yılından bu yana bu amaçla 12 milyon dolarlık çevre yatırımı yapmıştır [Anonim, 2009].

2.4.1.8. Kızartma

Eşzamanlı ısı ve kütle aktarımının gerçekleştiği bir basamaktır ve bu sırada gıdada bazı fizikokimyasal ve mikroyapısal değişimler meydana gelir. Bu değişimlerle ürün kuru, gözenekli ve gevrek bir yapı kazanır. Gevrek yapı gıdada gerçekleşen bir dizi değişikliklerle oluşur. Nişasta jelatinize olur ve ardından su kaybeder, proteinler denatüre olur, hücreler arasındaki yapışma azalır, gözeneklilik artar, su buharlaşır ve ardından yapıdan uzaklaşır (dehidrasyon) ve ürün yağ emer [Gould, 2002].

Kızartma, dumanlanma noktası yüksek yağ içinde 150-190 °C ta ürünün nem içeriği % 2-3 ün altına düşünceye kadar gerçekleştirilir. Kızartma sonrası elde edilen ürünün kalitesi üzerine daha önceki işlem basamaklarının etkisinden yukarıda söz edilmişti. Ürün kalitesine kızartmanın etkisi ise kullanılan, yağın özelliklerine,

yağ sıcaklığına, işlem süresine ve ürünün boyutlarına bağlıdır [Gould, 2002]. Çizelge 2.4 te belli bir nem içeriğinde ürün elde etmek üzere kızartma süresine etki eden bazı değişkenler verilmiştir. Buna göre belirli bir kalınlıktaki patates diliminde nem içeriğinin hedeflenen değere düşmesi için gerekli süre özgül ağırlık ve yağ sıcaklığı arttıkça azalmaktadır. Ayrıca belli bir sıcaklıkta ve özgül ağırlıkta dilim kalınlığı arttıkça kızartma süresi de artmaktadır (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Özgül ağırlık, dilim kalınlığı ve yağ sıcaklığının kızartma süresi üzerine etkisi [Gould, 2002].

Özgül ağırlık	Kalınlık, mm	Kızartma Süresi, s			
		Kızartma Sıcaklığı			
		149 °C	162 °C	177 °C	190 °C
1.065	1.27	233	165	111	53
	1.52	300	212	146	101
	1.78	316	261	209	154
1.075	1.27	228	160	104	49
	1.52	292	212	141	96
	1.78	308	257	200	150
1.085	1.27	225	156	100	51
	1.52	285	207	137	96
	1.78	300	252	196	145
1.095	1.27	220	153	96	45
	1.52	277	198	131	91
	1.78	296	245	187	143
1.105	1.27	218	149	93	40
	1.52	270	194	128	86
	1.78	285	230	178	141

Her çeşit cipste yağ içeriği pek çok tüketici için önemli bir konudur. Bu nedenle her yıl marketlerdeki düşük yağ içerikli veya yağsız cips ve cips benzeri ürünlerin sayısı artmaktadır. Ancak pek çok cips tüketicisi için yağ vazgeçilmezdir. Cipslerde yağ oranı kuru madde içeriğine, dilim kalınlığına, kızartma sıcaklığına ve süresine bağlı olarak % 0-40 aralığında değişir. Tüketici açısından en kabul edilebilir yağ içeriği ise % 26-30 aralığındadır [Gould, 2002].

Kızartma sırasında dilimlerin yağ emilimine kurutma vb ön işlemler, yağ sıcaklığı, kızartma süresi, patates dilimi ile yağ arasındaki yüzey gerilimi ve dilimin boyutları etki eder [Krokida vd., 2000]. Bu nedenle kuru madde içeriği göreceli

olarak düşük, başka bir deyişle özgül ağırlığı düşük patateslerden cips üretilirken kızartmadan önce kurutma işlemi uygulanması kızartmada yağ emilimini azaltabilir. Kurutma hem işlem süresini uzatır hem de elde edilen ürünün kalitesi doğrudan kızartılanlara göre az da olsa düşüktür ancak rengin ve nem içeriğinin kontrol edilmesi daha kolaydır [Gould, 2002].

Kızartma sırasında gıdanın yüzeyinde suyun uzaklaşmasına bağlı olarak hızlı bir kuruma meydana gelir. İç kısımlarda ise su buharlaşarak ürün yüzeyiyle iç kısımlar arasında bir basınç farkı oluşmasına neden olur. Bu sırada ürün yüzeyinde yapısal bozulmalar meydana gelir ve yağ bu kısımlardan ürünün içine girer. Bu şekilde ürün içine giren yağ yaklaşık % 15 kadardır. Ürün kızartmadan alındığında yüzeyinde hala yağ bulunur ve soğuma sırasında ürünün içine girer. Bu şekilde emilen yağ kızartma sırasında emilen yağdan daha fazla olabilir [Krokida vd., 2000]. Yüzeydeki fazla yağı uzaklaştırmak için cipsler titreşimli bantlarla bir sonraki işlem basamağına taşınırken bir yandan da soğuyup nemlerini atarlar.

2.4.1.9. Çeşnilendirme

Çeşnilendirme basamağına kadar patates cipsleri arasında fark yoktur. Farklı damak zevklerine hitap eden son ürünler bu basamakta cipslerin tuzlanması ve/veya değişik aromalarla çeşnilendirilmesi ile elde edilmektedir.

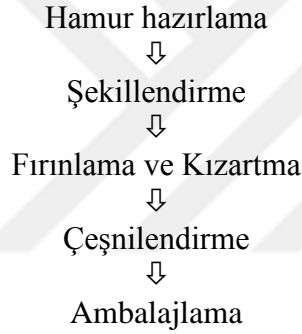
2.4.2. Hamur cipsi (HC) üretim süreçleri

HC üretim süreçlerinde tarımsal hammaddenin ve/veya elde edilecek cipsin özelliklerine bağlı olarak hammadde bir veya daha fazla ön işlemden (alkalize etme, fermentasyon, kabuk soyma, boyut küçültme vb.) geçirilir. Ön işlemlerden geçirildikten sonra bütünlüğü bozularak boyutu küçültülmüş ve yardımcı maddeler (renklendiriciler, tat-koku arttırıcılar, koruyucular, doku geliştiriciler, besin değerini arttırıcılar vb.) ile katkılandırılmış hammaddelerden yoğrulabilir nitelikte hamurlar elde edilir. Hazırlanan hamurun nem ve nişasta derişimine ve kullanılıyor ise doku geliştiricilerinin derişimine ve özelliklerine bağlı olarak hamur açılabilir ya da ufalanabilir bir nitelik kazanır. Hamur açılabilir nitelikte ise kalıplar ile kesilerek

(Kesme Hamur Cipsi, KHC) ufalanabilir nitelikte ise kalıplara doldurulup sıkıştırılarak (Dolgu Hamur Cipsi, DHC) şekillendirilir ve fırınlanır veya kızartılır veya fırınlanıp kızartılır. Çeşnilendiriciler hamur bileşimine katılır veya pişmiş ürünlerin üstüne uygulanır veya çeşnilendirme işlemi her iki yöntemin birlikte kullanılması ile de gerçekleştirilebilir.

2.4.2.1. Kesme hamur cipsi (KHC) üretim süreci

KHC üretim sürecine göre üretilen en bilinen ürün patates gevreğidir. Bu yöntemle patates gevreği patates pulu, patates unu, patates nişastası gibi kurutulmuş patates ürünlerinden hazırlanan hamurun şekil verilip kızartılması ile üretilir. KHC üretim sürecine göre patates gevreği üretiminin aşamaları Şekil 2.5 te verilmiştir.



Şekil 2.5. KHC yöntemi ile patates gevreği üretim süreci [Hix, 2002].

Hamur hazırlama: KHC üretim sürecine göre patates gevreği üretiminde patates pulu, patates unu, patates nişastası, mısır nişastası vb. ile nem içeriği % 15-50 olan hamurlar hazırlanır. Hamur bileşiminde ana unsur patates puludur ve kuru maddenin % 25-100 sini oluşturur. Bazı işletmeler patates pulunu kendisi üretmeyi tercih eder. Bunun için herhangi bir cinsten ve olgunlukta patates kullanılabilir. Patatesler temizlenip fiziksel kirlerinden arındırıldıktan sonra istenirse kabuklu, tercihen kabukları soyulduktan sonra parçalanırlar. Yıkama ile nişasta, indirgen şekerler ve diğer suda çözünür kuru maddenin bir kısmı uzaklaştırılır. Bu nedenle patates pulu bileşiminde çok az miktarda serbest nişasta bulunur. Yıkanan patatesler 30-45 dak haşlanır ve sonrasında yapının geliştirilmesi ve kararlılığın artırılması için bileşimine eser düzeyde (150-200 ppm) stabilizörler ve koruyucular eklenir. Sodyum

sülfite ve sodyum bisülfite esmerleşme tepkimelerini önlemek amacıyla kullanılırken, BHA (butillendirilmiş hidroksianisol) ve BHT (butillendirilmiş hidroksitoluen) oksidatif tepkimeleri, sitrik asit ise demir iyonlarından kaynaklanan renk bozulmalarını önlemek amacıyla kullanılır. Ayrıca patatese monogliseridlerin (gliserol, monopalmitat, gliserol monostearat) % 0.4-1.0 oranlarında katılması patates pulunun rehidrasyonu sırasında yapının iyileşmesini sağlar. Artık iyice püre haline gelmiş olan patates tambur kurutucularda kurutulur ve son aşamada parçalanarak boyutu küçültülür. Bazı işletmeler kurutma yerine patates püresinin rutubetini şekillendirmeye uygun bir değere kadar indirerek kullanmayı tercih eder. Böylece patates pulundan üretilmiş gevreklerle benzer yapısal özelliklerde ancak patates aroması daha kuvvetli ürünler elde ederler [Hix, 2002].

Şekillendirme: Belirli bir rutubette hazırlanan hamur ufalanarak boyutu küçültülür ve silindir takımları arasında yaklaşık 4 tonluk bir kuvvetin altında istenilen kalınlıkta sürekli tabakalar haline getirilir ve keski kalıplar ile cips şeklinde kesilirler.

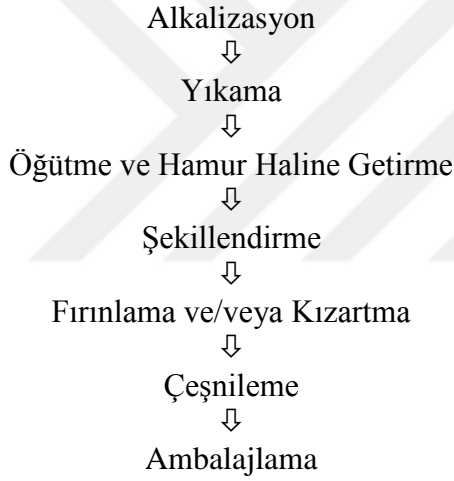
Fırınlama ve kızartma: Şekillendirilmiş hamurlar bu nem içerikleriyle doğrudan 150-200 °C ta kızartılabilirler. Ancak yüksek nem kızartma sırasında arzu edilen yapının oluşmasına izin vermeyebilir ve elde edilen üründe yağ emilimi yüksek olur (yaklaşık % 50). Bu nedenle kızartma işlemi öncesinde bir fırınlama işlemi uygulanarak hamurların nem içeriği yaklaşık % 5-10 a düşürülebilir. Kurutma yaklaşık 150 °C ta fırın koşullarında gerçekleştirilir. Fırınlama sırasında cipsler küçülürler, sertleşirler ve yarısaydam bir görünüm kazanırlar. Fırınlanarak nem içeriği ayarlanan cipsler 150-205 °C ta 5-15 s yağda kızartılırlar. Kızartılmış ürünlerde nem içeriği % 2-3 ten daha azdır [Hix, 2002].

Çeşnilendirme: Bu aşamaya kadar üretilen bütün patates gevrekleri aynıdır. Farklılık bu aşamada tuz veya tuz ve baharatlardan oluşan çeşnilendiricilerle lezzetlendirilmesiyle oluşur. Patates gevrekleri çeşnilendirildikten sonra ambalajlanır.

2.4.2.2. Dolgu hamur cipsi (DHC) üretim süreci

DHC üretim sürecine göre üretilen yaygın olarak bilinen ve tüketilen ürün mısır/tortilla cipsidir. Mısır/tortilla cipsi mısır tanelerinin alkalize edilmesiyle hazırlanan masa hamurunun şekillendirilip kızartılması ile üretilir. DHC üretim sürecine göre mısır/tortilla cipsi üretiminin aşamaları Şekil 2.6 da verilmiştir.

Mısır ve tortilla cipsi üretimleri temelde benzerlikler gösterse de işlem basamaklarında, sıcaklık ve süre uygulamalarında farklılıklar vardır. Bu farklılıklar Çizelge 2.6 de verilmiştir. Mısır ve tortilla cipsi üretimlerindeki en temel farklılık şekillendirilmiş hamurların mısır cipsi üretiminde fırınlanmadan kızartılırken tortilla cipsi üretiminde fırınlandıktan sonra kızartılmasıdır.



Şekil 2.6. DHC yöntemi ile mısır cipsi üretim süreci [McDonough vd., 2002].

Alkalizasyon (Nixtamalizasyon): Mısır ve tortilla cipsi üretiminde ilk aşama mısırın alkalize edilerek kabuğunun ayrılması, nem içeriğinin artması, yumuşaması ve öğütmeye hazır hale getirilmesi işlemlerini içerir.

Mısır ağırlığının % 0.8-5.0 ı kadar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ve 5 katı kadar su ile 5-50 dak haşlanır. Daha sonra bu alkali ortamda, 46-60°C ta 8-24 sa demlenirken kuru ağırlığın % 3-9 unu oluşturan perikarp (kabuk) bütünlüğünü kaybederek endospermden ayrılır. Alkalizasyon süresince perikarb katmanlarının bozunumu

devam eder ve gamlar oluşur. Bu gamlar daha sonra masa ununun yapışkan sürekli bir yapı kazanmasını sağlar. Taneye su girişi hızlanır ve nem içeriği % 10-12 den % 50-52 ye ulaşır (Çizelge 2.5).

Taneye su girişiyle beraber Ca derişimi artar. Bu nedenle nişastanın kararlılığı artar ve çok az bir kısmı jelatinize olur. Niasin (B₃ vitamini) mısırdaki aleuron tabakasına ve embriyoya bağlı halde bulunur. Alkali pH niasini bağlı bulunduğu yerden ayırarak serbest nikotinik asit formuna geçmesine yardımcı olur. İşlem görmemiş mısırdaki başlangıçta 26 µg/g niasin bulunurken yalnızca 0.4 µg/g nikotinik asit bulunmaktadır. Alkalizasyon ile nikotinik asit miktarı artar. Tortilla cipslerinde alkalizasyon sonrasındaki işlemlerde niasinin büyük bir kısmı kaybedilmiş olmasına rağmen 11.4 µg/g nikotinik asit bulunmaktadır. Böylece vücutta kullanılabilen niasin miktarı artar [McDonough vd., 2002; Sefa-Dedeh vd., 2004]. Alkalizasyon sırasında mısırdaki yaklaşık % 8.4 lük kuru madde kaybı olur ve bunun % 70 i demlenme sırasında gerçekleşir [McDonough vd., 2002]. Alkalizasyon elzem aminoasitler olan lisinin alaninle birleşerek lisinoalenine dönüşmesine ve biyoyararlılığının azalmasına neden olur [Pappa vd., 2010]. Alkalizasyon sırasında mısırdaki meydana gelen bu değişimler kullanılan alkali derişimine, alkalizasyon koşullarına (süre ve sıcaklık) ve kullanılan mısırdaki çeşidine göre değişir.

Çizelge 2.5. Mısır/tortilla cips üretiminde üretim aşamalarına göre süre, sıcaklık uygulamaları ve nem miktarları [McDonough vd., 2002].

İşlem	Süre		Sıcaklık		Nem, % (k/k)	
	Tortilla	Mısır	Tortilla	Mısır	Tortilla	Mısır
Pişirme	5-50 dak	15-45 dak	>93 °C	>93 °C	> 29	42-44
Demleme	8-24 sa	8-24 sa	46-60 °C	46-60 °C	> 45	50-52
Yıkama	2-10 dak	2-10 dak	10-21 °C	10-21 °C	> 45	50-52
Öğütme	Su ekleme	-	<38 °C	<38 °C	52-54	50-52
Ekstrüzyon	-	Çok hızlı	-	>93 °C	-	50-52
Şekillendirme	<5 dak	-	20 °C	20 °C	52-54	50-52
Fırınlama	12-18 s	-	400-480 °C	-	40	-
Soğuma	2-30 dak	-	<32 °C	-	38	-
Kızartma	2 dak	1.5 dak	179 °C	210 °C	1.0-1.2	1.0-1.5

Yıkama: Alkalizasyon sonrası endospermden ayrılan perikarp yıkanarak uzaklaştırılır. Hem alkalizasyon hem de yıkama sırasında çok miktarda su kullanılır. Bir ton mısır cipsi üretmek için harcanan su yaklaşık 29 m³ tür [Öztürk vd., 2003].

Öğütme ve hamur haline getirme: Alkalizasyon sırasında yapısı zayıflayan mısır taş değirmenler ile öğütülerek hamur haline getirilirler. Öğütme sırasında kullanılan su hem hamurun neminin ayarlanmasını sağlar hem de öğütme sırasında aşırı ısınmayı önler ancak sıcaklık bir miktar nişastanın jelatinize olmasını sağlayacak kadar yüksektir.

Öğütme sonrasında elde edilen ürün masa olarak adlandırılır. Masa % 52-54 nem içerir (Çizelge 2.4). Öğütme sonrasında kimyasal değişim sınırlıdır. Nişasta incelendiğinde nişasta granüllerinin ancak % 4-7 sinin çift kırınım özelliğini yitirdiğini, X-ışını kırınımı incelendiğinde ise kristal yapıda % 1-10 kayıp olduğunu görülmektedir [McDonough vd., 2002].

Tanecik boyutu dağılımı arzu edilen yapıda ürünler elde edilmesi açısından önemlidir. Kaba tanecikler perikarp, ruşeym ve periferik endosperm parçaları içerirken, orta boyuttaki tanecikler boynuzumsu endospermden, ince tanecikler ise serbest nişasta granüllerinden oluşur. Masada % 12-25 endosperm ve ruşeym parçacıkları, % 19-31 serbest nişasta ve hücre duvarı kalıntıları % 3-4 serbest lipid ve gamlar gibi yapıştırıcı etki gösteren katı parçacıklar bulunur. Bu koşullarda masa cipse işlemeye uygundur ve elde edilen ürünün yapısı arzu edildiği gibidir [McDonough vd., 2002].

Tanecik boyutunun masa unundan elde edilen hamurun ve ürünün özelliklerini önemli ölçüde etkiler. İnce taneciklerin su alma kapasitesi daha yüksektir ve böylece plastik özellikte, sürekli ve yüzeyi düz hamurlar elde etmek mümkündür. Bu nedenle tortilla ekmeği yapımında ince tanecik boyutuna sahip masa unu kullanılması hamurun işlenmesini kolaylaştırdığı gibi kolayca yuvarlanabilen, esnek ürünler elde edilmesini de sağlar. Diğer taraftan iri tanecikler

hamurda bir ağ yapı oluşmasına izin vermez, pişirme sırasında ürün yüzeyinde kabarcıklar oluşmaz ve kızarmış ürünlerde yağ içeriği ince tanecikli masa ile hazırlanan ürünlere göre daha düşüktür. Bu nedenle mısır cipsi ve tortilla cipsi üretiminde iri tanecikli masa unları ince tanecikli olanlara göre daha uygundur. Böylelikle cipslerde arzu edilen gevrek doku sağlanmış olur [Sahai vd., 2001].

Sahai vd., (2001) yaptıkları çalışmada tanecik boyutunun masa ununun fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada ticari masa unu 6 farklı tanecik boyutunda (425, 250, 212, 140, 52 ve 45 μm) kısımlara ayrılmış ve bunların kimyasal (toplam protein, toplam yağ, kül, nişasta ve asitlik) özellikleri ile dokusal özellikleri incelenmiştir. Farklı boyutlara ayrılmış masa unu kısımları kimyasal özellikleri bakımından incelendiğinde kül ve nişasta içeriklerinde istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı buna karşın protein ve yağ miktarlarının farklı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tanecik boyutunun elde edilen hamurların viskozitesini önemli ölçüde etkilediği, boyut küçüldükçe viskozitenin arttığı, en yüksek viskozitenin 140-212 μm aralığında boyuta sahip kısımdan elde edildiği rapor edilmiştir. Bu durumun nişastalı ürünlerde tanecik boyutu küçüldükçe ortamdaki serbest nişasta granülü değişiminin ve buna bağlı olarak çirleşme hızının artmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Büyük taneciklerin suyu soğurması, nişastanın granülden dışarı sızması bağıl olarak daha yavaş olur. Bu nedenle viskozite geç gelişir [Sahai vd., 2001]. Bunlar da tanecik boyutu dağılımının özellikle akıcı nitelikteki nişastalı ürünler için önemini ortaya koymaktadır.

Tanecik boyutu dağılımı kızarmış ürünlerde yağ emilimini de etkilemektedir. Moreira ve ark (1997) yaptıkları çalışmada tortilla cipslerinin kızartılması ve soğuması sürecinde yağ emilimi üzerine ön kızartma işleminin, yağ kalitesinin ve tanecik boyutu dağılımının etkisini incelemişlerdir. Kızartma sırasında oluşan küçük gözeneklerde büyüklere oranla daha fazla hava kalması basınç farkının yükselmesine, dolayısıyla da son üründe yağ miktarının artmasına neden olmuştur. Bununla beraber hamur yapımında kullanılan tanecik boyutu ürünün yağ emilimini önemli ölçüde etkilemiştir. İnce tanecik boyutuna sahip masa unundan yapılan tortilla cipslerin daha iri tanecikli unlardan yapılanlara göre daha fazla kabardığı,

gözenekliliğinin daha düşük olduğu, bu nedenle daha fazla yağ içerdiği belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca iri taneciklerin yüzeyde çatlamalara neden olarak su buharının yapıdan uzaklaşmasını kolaylaştırdığı, böylece soğuma sırasında emilen yağ miktarının azaldığı belirtilmiştir. Ayrıca masa unundaki ince tanecikler kalın olanlara göre daha fazla suyu tutarak hamurun kıvamını arttırmaktadır. Bu nedenlerle mısır ve tortilla cipslerinde masa unundaki iri taneciklerin oranı önemlidir [Moreira vd., 1997].

Bazı işletmelerde cips üretiminde taze masa yerine kurutulmuş masa unu kullanılır. Bu durumda DHC üretim süreci hamur hazırlama aşamasından başlar. Masa taze olarak cipse işlenecekse hamur şekil vermeyi kolaylaştırmak için küçük parçalara ayrılır ve silindirlere gönderilir.

Şekillendirme: Nem içeriği % 52-54 olan hamur ufalanarak boyutu küçültülür ve silindir takımları arasında döner kalıplara sıkıştırılarak şekillendirilirler.

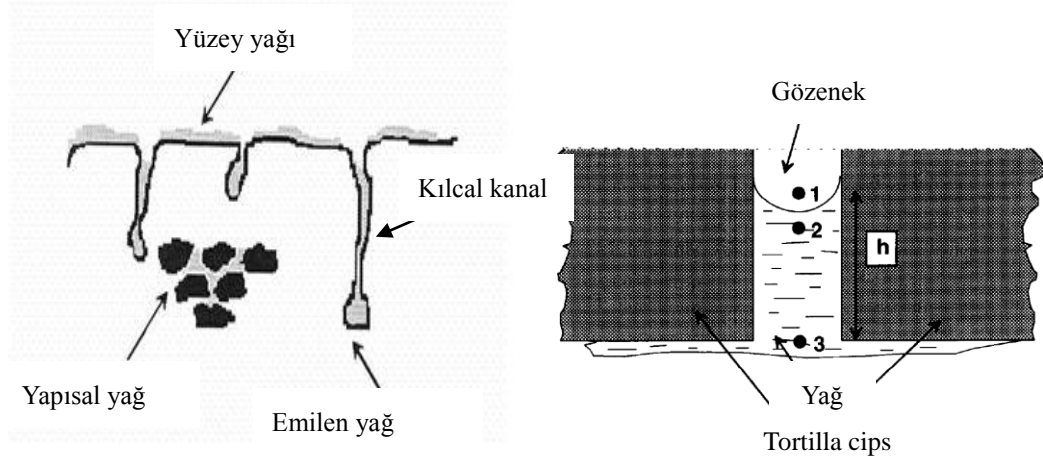
Fırlama ve kızartma: Şekillendirilmiş hamurlar tortilla cipsi üretiminde 400-480 °C ta 12-18 s fırlanarak nem içerikleri % 52-54 ten % 40 a düşürülür (Çizelge 2.5). Fırlama sırasında hamurun mikroyapısında değişimler meydana gelir. Öncelikle nişasta jelatinize olur ancak bu tam bir jelatinizasyon olmayıp yetersiz su içeriği ve alkalizasyonda kalsiyum iyonlarının nişasta granülüne bağlanarak jelatinizasyona direnç oluşturması nedeniyle sınırlıdır. Fırlama sırasında hamurun iki yüzeyinde hızlı bir su kaybı gerçekleşir ancak orta kısım göreceli olarak daha nemlidir. Bu nedenle hamurun yüzeyinde nişastanın jelatinizasyonu daha da sınırlanır. Yüzeyde nişasta granüllerinin % 15 kadarı çift kırınım özelliği kaybeder. Fırlama süresince nişastanın enzime direncini sağlayan kristal bölgelerde % 35-40 kadar azalma meydana gelir [McDonough vd., 2002]. Böylece nişastanın sindirilebilirliği artar.

Fırlama sırasında suyun buharlaşmasıyla yüzeyde küçük ve göreceli olarak daha büyük deliklerin oluşmasına neden olur. Bu delikler kızartma sırasında istenmeyen iri kabartıların oluşmasını önlediği gibi dokunun da gelişmesini sağlar. Fırlama sırasında proteinler de bir miktar değişime uğrayarak nişasta granüllerinin

çevresinde amorf bir yapı oluşturur.

Fırınlanan cips hamurları nem içeriği % 3 ün altına düşünceye kadar kızartılarak gevrek bir yapı kazandırılır. Kızartmanın ilk 15 s sinde nem içeriği % 40 tan % 10 a kadar düşerken yağ içeriği % 2 den % 20 ye çıkar. Suyun buharlaşarak yapıdan uzaklaşması küçük kılcıkların ve sonuçta süngerimsi bir yapının oluşmasını sağlar. Su buhar halinde bu yapıdan uzaklaşırken yağ yapıya girer. Suyun uzaklaşmasıyla beraber yapı sertleşir. Sertlik ve diğer yapısal özellikler (gevreklik, çıtırlık, çiğnenebilirlik vb.) masanın tanecik boyutu dağılımına, fırınlama sırasında oluşan kılcak ve gözeneklerin boyutlarına ve sürekli fazın yapısına bağlıdır. Cipsler fazla kızartıldığında yüzeydeki gözenekler büyüyerek özellikle soğuma sırasında yüzeydeki bütün yağın yapıya girmesine ve cipsin yağa doymasına neden olur [McDonough vd., 2002].

Şekillendirilmiş hamur fırınlanmadan kızartılır ise elde edilen ürün mısır cipsi olarak adlandırılır. Mısır cipsi üretiminde hamur kızartıcıya daha yüksek nemle girdiğinden (Çizelge 2.5) tortilla cipse göre daha fazla yağ (% 37) absorbe eder. Tortilla cips üretiminde fırınlama sırasında oluşan kılcıklar ve süngerimsi yapı mısır cipsi üretiminde kızartma sırasında oluşur. Ancak oluşan yapı tortilla cipste olduğundan daha büyük kılcıklar ve gözeneklerden oluşur ve bu da yağın yapıya girişini kolaylaştırır [McDonough vd., 2002]. Kızartma sırasında cipsin kazandığı yağın ancak % 20 si emilir, % 80 i yüzeyde kalır. Soğuma sırasında yüzeyde kalan yağın % 64 ü gözenek ve kılcıklardan yapıya girer (Şekil 2.7). Bu nedenle cipsin yapısındaki yağın önemli kısmı kızartma sırasında değil soğuma sırasında emilir [Moreira vd., 1997]. Kızartma sırasında yağın önemli bir kısmı ilk 10-15 s de emilir. Yapıdan suyun uzaklaşması ile cipsin iç kısımlarında sıcaklık yükselir ve kılcıklarda basınç farkı azalır. Bunlara bağlı olarak yağ emilimi azalır. Soğuma sırasında kılcıklar ve gözenekler küçülür, basınç farkı azalır ancak yağ-hava ara yüzey gerilimi arttığından yüzeydeki yağ kılcıklardan iç kısımlara doğru akmaya başlar. Soğumanın ilk 15 s inde bu akış hızlıyken sıcaklık düştükçe yavaşlar [Moreira vd., 1997].



Şekil 2.7. Kızarmış ürünlerde soğuma sırasında yağın emilmesi [Moreira vd., 1997].

Moreira vd., (1997) tortilla cipslerinde yağ emilimi üzerine fırınlama süresinin, kızartma yağı sıcaklığının, tanecik boyutu dağılımının ve kızartma yağının özelliklerinin etkisini incelemişlerdir. Araştırmada elde edilen cipslerde yağ içeriğinin kızartıcıya giriş nemi düştükçe azaldığı, başlangıç nemi yüksek olan hamurların kızartma sırasında nemi daha düşük olanlara göre daha az gözenekli bir yapıya sahip olduğu ifade edilmektedir. Bununla beraber suyun yapıdan difüzyonla uzaklaştığı ve bu nedenle iç basıncın düşük olduğu, dolayısıyla da kızartıcıya daha düşük nem ile giren bir hamurda başlangıçta daha gözenekli bir içyapı oluştuğu belirtilmiştir. Bu gözenekli içyapının kızartma sırasında daha yüksek bir iç basıncın oluşmasına neden olduğu ve gözeneklerdeki genişlemeye bağlı olarak basınçta küçük bir düşmenin meydana geldiği, bu nedenle soğuma sırasında yağ emiliminin daha az olduğu sonucuna varmışlardır.

Tortilla ve mısır cipsi üretiminde yapı gözenek ve kılcalların oluşumuna, boyutlarına, kızartma sırasında emilen yağ miktarına ve hamurun kızartmaya uygunluğuna bağlı olarak gelişir. Fırınlama sırasında nişastanın jelatinizasyonu tortilla cipslerin mısır cipslerine göre daha sert olmasına neden olur. Literatürde nişastanın jelatinizasyon derecesinin dokusal özellikleri etkilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Case vd., (1992) yaptıkları çalışmada farklı jelatinizasyon derecesine (% 20-90) sahip buğday ve mısır esaslı atıştırmalık ürünler elde etmişler ve jelatinizasyon derecesi ile yığın yoğunluğu ve dokusal özellikler arasındaki

ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada nişastanın jelatinizasyon derecesi arttıkça daha gözenekli bir yapının oluştuğu, örneklerin kabardığı ve dolayısıyla yığın yoğunluğunun düştüğü buna karşılık sertliğin önemli düzeyde arttığı belirtilmiştir. Ayrıca jelatinizasyon derecesinin % 75 in üzerinde olduğu durumlarda makroyapının bozulmaya başladığı ve bu nedenle yığın yoğunluğu azalmaya başlarken sertliğin de düştüğü rapor edilmiştir [Case vd., 1992].

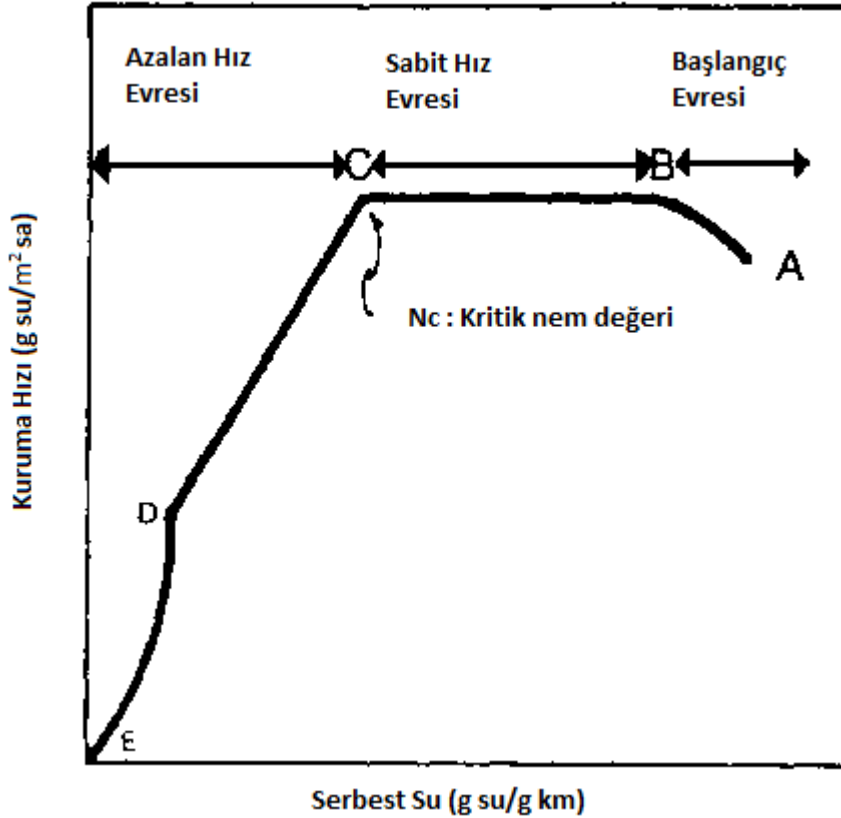
Moreira vd., (1997) fırınlamanın mısır cipslerinin dokusal özellikleri üzerine etkisini inceledikleri bir çalışmada fırınlanmış ürünlerin kızartılmış ürünlere göre daha sert, daha fazla enerjiyle deforme olabilen ve daha az gevrek bir dokuya sahip olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca fırında kalma süresi arttıkça bu etki daha belirgin bir biçimde gözlenmiştir. Bu durumun fırınlama sırasında nişastanın jelatinize olarak yapının sertleşmesine, kızartma sırasında ise nişasta, protein, lipid ve selüloz gibi polisakkaritlerin yapışkan bir matriks oluşturarak yapının daha az sert olmasına yol açabileceği belirtilmiştir.

Çeşnilendirme: Bu aşamaya kadar üretilen bütün tortilla/mısır cipsleri aynıdır. Farklılık bu aşamada tuz veya tuz ve baharatlardan oluşan çeşnilendiricilerle lezzetlendirilmesiyle oluşur. Tortilla/mısır cipsleri çeşnilendirildikten sonra paketlenirler.

2.5. SUYUN YAPIDAN UZAKLAŞMASI

2.5.1. Kurutma

Bu çalışmada nohut cipslerinin pişirilmesinde kızılötesi fırın kullanılmıştır. Fırınlama, ısı ve kütle taşınım olaylarını, jelatinizasyon, denatürasyon, enzimatik olmayan esmerleşme vb. tepkimeleri içeren karmaşık bir olaylar bütünü olmasına rağmen, fırınlama sırasında suyun üründen uzaklaşması ile kurutma süreçleri arasında benzerlikler bulunmaktadır. Bu nedenle pek çok çalışmada fırınlama süresince üründen suyun uzaklaşması kuruma süreci gibi ele alınarak [Turhan ve Özilgen,1991; Kayacier ve Singh, 2004] benzetişim (analoji) yapılmaktadır. Kütle taşınımında temel mekanizmanın difüzyon olduğu varsayılarak ısı işlem sırasında gıdalardan suyun uzaklaşmasının 3 evrede gerçekleştiği ifade edilmektedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Kurumanın evreleri

2.5.1.1. Başlangıç Evresi (A-B)

Kurumanın başlangıcında nemli gıdanın sıcaklığı ortam sıcaklığından genellikle düşüktür. Bu aşamada ürüne verilen enerjinin büyük bir kısmı ürün sıcaklığında artışa neden olurken küçük bir kısmı da suyun yüzeyden uzaklaşmasına neden olur. Ürünün sıcaklığı artarken su kaybı hızı da artar. Başlangıç evresinde yüzeyden uzaklaşan su miktarı ve uzaklaşma hızı düşüktür [Geankoplis, 1993].

2.5.1.2. Sabit Hız Evresi (B-C)

Kurumanın bu aşamasında gıdanın yüzeyi sanki ince bir su tabakası ile kaplıdır ve bu su sanki ortamda hiç kuru madde yokmuş gibi davranır. Bu nedenle aynı kuruma koşullarında sabit hız evresindeki suyun üründen uzaklaşma hızı ile yalnızca suyun bulunduğu bir ortamdan suyun uzaklaşma hızları aynı olduğu ifade edilmektedir. Bununla beraber nemli katının yüzey pürüzlülüğünün artması kuruma alanını artıracığından suyun uzaklaşma hızının da artmasına neden olur [Geankoplis, 1993].

Gözenekli yapıya sahip gıdalarda suyun büyük bir kısmı sabit hız evresinde uzaklaşır. Katı yüzeyine iç kısımlardan sürekli olarak suyun taşınımı söz konusudur ve bu da yüzeydeki su tabakasının devamlılığını sağlar. Bu aşama daha önce var olduğu kabul edilen su tabakasının sürekliliği bozulmaya başlayıncaya kadar devam eder. Bu noktada gıdanın sahip olduğu neme kritik nem değeri denir [Geankoplis, 1993].

2.5.1.3. Azalan Hız Evresi (C-E)

Gıdada kritik nem değerine ulaşıldığında gıdanın iç kısımlarından yüzeye suyun taşınım hızı, yüzeyden fırın ortamına suyun taşınım hızından çok daha düşük gerçekleşir. Bu evrede su yüzeyde düzensiz dağılır ve toplam nemli alan küçülür. Buna bağlı olarak da suyun uzaklaşma hızı hızla düşer. Suyun uzaklaşması denge nemine ulaşıncaya kadar devam eder [Geankoplis, 1993].

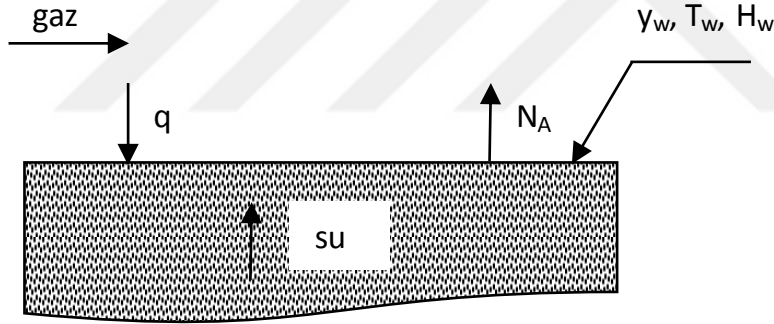
2.5.2. Sabit Hız Evresinde Suyun Uzaklaşma Hızı

Nemli bir katıda suyun yüzeyden uzaklaşma hızı yüzeyde gerçekleşen ısı aktarımı ile yönetilir. Yüzeyden aktarılan ısı suyun buharlaşması için gerekli gizli ısıyı sağlar. Sabit hız bölgesinde yüzeyden gerçekleşen ısı ve kütle aktarımları dengededir, başka bir ifadeyle sistem yatışkın haldedir.

Isı aktarımının yalnızca yüzeyden konveksiyonla gerçekleştiği bir sistemde (Şekil 2.9) ısı aktarımı Eşitlik 2.1 ile ifade edilir.

$$q = h (T - T_w)A \quad 2.1$$

h: ısı aktarım katsayısı ($W/m^2.K$), T: ortam sıcaklığı ($^{\circ}C$), T_w : yaş termometre sıcaklığı ($^{\circ}C$), A: yüzey alanı (m^2)



Şekil 2.9. Suyun yapıdan uzaklaşması

Yüzeyde su buharının kütle akışı ise Eşitlik 2.2 ile verilir.

$$N_A = k_y (y_w - y) \quad 2.2$$

N_A : Kütle akışı ($kmol/m^2 s$), k_y : Kütle aktarım katsayısı ($kmol/Pa m^2 s$), y_w : Suyun kütle kesri

Suyun belli bir ortamda yapıdan uzaklaşma davranışı incelenirken zamanla

örneğin ağırlığındaki değişim belirlenir. Suyun yapıdan uzaklaşması ve ağırlıktaki değişim ortam koşullarına bağlı olarak denge nem içeriğine (X^*) ulaşıncaya kadar gerçekleşir. Elde edilen verilerden örnekteki serbest su (g su/g km) içeriği aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$X = X_t - X^* \quad 2.3$$

X: Serbest su içeriği (g su/g km), X_t : t anındaki su içeriği (g su/g km), X^* : Denge nem içeriği (g su/g km)

Gözenekli bir yapıdan suyun uzaklaşma hızı ise aşağıdaki eşitlikle tanımlanır.

$$R = -\frac{W_{km}}{A} \frac{dX}{dt} \quad 2.4$$

$$t = 0, \quad X = X_0$$

$$t > 0, \quad X = X$$

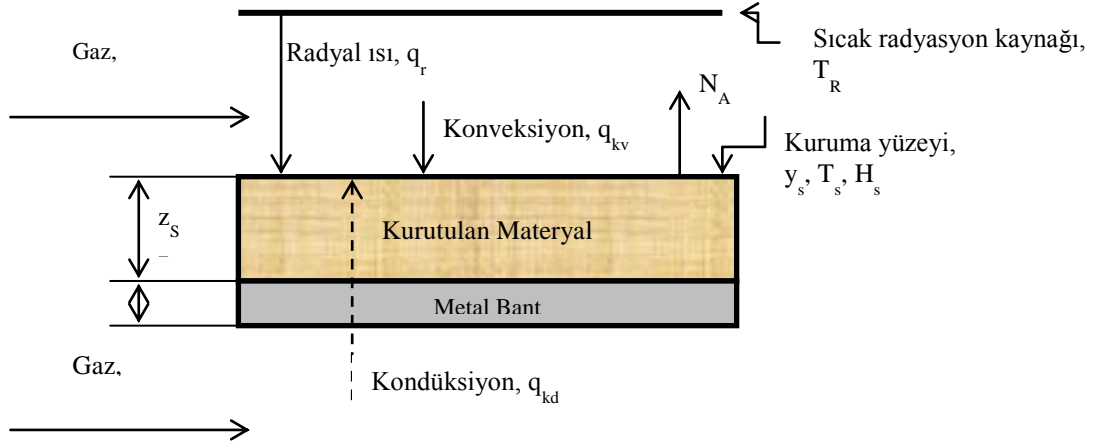
Eşitlik yukarıda verilen sınır koşullarına göre çözüldüğünde aşağıdaki eşitlik elde edilir. Buna göre X-t grafiğinin eğiminden suyun uzaklaşma hızı hesaplanabilir.

$$X = X_0 - \phi t \quad 2.5$$

$$\phi = \frac{R A}{W_{km}} q_k \quad 2.6$$

Konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyonun birlikte etkin olduğu bir ısı aktarım mekanizması ile gıda yüzeyinden suyun uzaklaşması Şekil 2.10 da verilmiştir. Bu koşullarda gıdaya ısı aktarımı alttan metal yüzeyinden kondüksiyon ile; yüzeyden konveksiyon ve radyasyon ile gerçekleşmektedir. Bu koşullarda gıdaya aktarılan toplam enerji Eşitlik 2.7 ile tanımlanabilir.

$$q = q_{kv} + q_r + q_{kd} \quad 2.7$$



Şekil 2.10. Konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyonun etkisi altında suyun yapıdan uzaklaşması

q_{kv} : Konveksiyon ile aktarılan ısı (W), q_r : Radyasyon ile aktarılan ısı (W), q_{kd} : Kondüksiyon ile aktarılan ısı (W)

$$q_{kv} = h_{kv}A(T - T_s) \quad 2.8$$

h_{kv} : Konvektif ısı transfer katsayısı ($W/m^2 K$), A : Yüzey alanı (m^2), T : Ortam sıcaklığı (K), T_s : Yüzey sıcaklığı (K)

$$q_r = h_rA(T_r - T_s) \quad 2.9$$

h_r : Radyant ısı transfer katsayısı ($W/m^2 K$), T_r : radyant sıcaklığı (K), T_s : Yüzey sıcaklığı (K)

$$h_{kd} = \varepsilon (5.676) \frac{\left(\frac{T_r}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_s}{100}\right)^4}{T_r - T_s} \quad 2.10$$

ε : emüsviviti

$$q_{kd} = U_{kd}A(T - T_s) \quad 2.11$$

U_{kd} : Toplam kondüktif ısı transfer katsayısı ($W/m^2 K$), T_r : radyant sıcaklığı (K), T_s :

Yüzey sıcaklığı (K)

$$U_{kd} = \frac{1}{1/h_{kv} + z_m/k_m + z_s/k_s} \quad 2.12$$

z_m : Metal kalınlığı (m): z_s : Ürün kalınlığı (m): k_m : Metalin kondüktif ısı transfer katsayısı (W/mK): k_s : Ürünün kondüktif ısı transfer katsayısı (W/mK)

Eşitlik 8-10 Eşitlik 6 da yerine konursa sabit hız bölgesinde suyun gıdadan uzaklaşma hızı Eşitlik 2.13 ile ifade edilir.

$$R_c = \frac{q}{A\lambda_s} = \frac{(h_{kv} + U_{kd})(T - T_s) + h_r(T_r - T_s)}{\lambda_s} = k_y M_B (H_s - H) \quad 2.13$$

Bu eşitlik yalnız konveksiyonun etkin olduğu bir ısı aktarım mekanizması için türetilen eşitliğe (Eşiklik 2.1) benzetilebilir. Diğer taraftan kondüksiyon ve radyasyonun da etkisi ile Eşitlik 2.13 de verilen yüzey sıcaklığı (T_s) ve bu sıcaklıkta yüzeyde doyma rutubeti (H_s) Eşitlik 2.1 de verilen yağ termometre sıcaklığından (T_w) dan ve bu sıcaklıkta yüzeyde doyma nemi doyma neminden (H_w) daha yüksektir.

$$\frac{(H_s - H)\lambda_s}{(h_c/k_y) M_B} = \left(1 + \frac{U_{kd}}{h_{kv}}\right) (T - T_s) + \frac{h_r}{h_{kv}} (T_r - T_s) \quad 2.14$$

$(h_c/k_y) M_B$ ifadesi nemli havanın Eşitlik r ile verilen özgül ısısına eşittir. Bu koşullarda R_c deneme yanılma yöntemi ile hesaplanabilir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. MATERYAL

Nohut cipslerinin hazırlanmasında nohut unu, kabartma tozu, tuz ve musluk suyu kullanılmıştır.

Nohudun nem, protein, yağ ve kül miktarları AACC nin 44.01, 46.12, 30.10 ve 08.01 numaralı yöntemlerine göre belirlenmiştir (AACC, 1990). Toplam karbonhidrat oranı diğer bileşenlerin toplam oranının 100 den çıkarılması ile hesaplanmıştır. Analizler sonucunda nohudun bileşimi % 9.6 nem, % 18.6 protein (Nx6.25): % 4.2 yağ, % 2.7 kül ve % 54.9 karbonhidrat olarak belirlenmiştir.

Nohut unu yerel bir firma tarafından sağlanan 10 mm koçbaş nohutların değirmende (ZM 200, Retsch, Haan, Germany) çekilmesi ile elde edilmiştir. Değirmen içine farklı gözenek açıklıklarında (250, 500, 750 ve 1000 µm) elekler yerleştirilerek tanecik boyu en fazla 250, 500, 750 ve 1000 µm olan 4 farklı boyutta un elde edilmiştir. Nohut unları boyutlarına göre sırasıyla N_I, N_{II}, N_{III} ve N_{IV} olarak adlandırılmıştır. Nohut unları elde edildikten sonra 60 °C ta 24 sa kurutulularak nem içeriği % 5 e düşürülmüş, kullanılıncaya kadar hava almayan kavanozlarda 4 °C ta saklanmıştır.

Yeni bir cips üretim sürecinin geliştirilmesi sürecinde patates ve mısır cipsleri üretilmiş, bunun için yerel bir marketten alınan taze patates, patates pulu, mısır unu, mısır nişastası, tuz ve musluk suyu kullanılmıştır.

3.2. METOT

3.2.1. Tanecik Boyutu Dağılımının Belirlenmesi

Örneklerin tanecik boyutu dağılımı belirlenirken örneklerin boyutları göz önüne alınarak her örnek için (N_I, N_{II}, N_{III} ve N_{IV}) farklı eleklerden oluşan elek takımları kullanılmış (Çizelge 3.1.) ve ANSI-ASAE S319.3 (ASAE, 2001) standart test yöntemi izlenmiştir.

Çizelge 3.1. Tanecik boyutu analizinde kullanılan elek takımları ve eleklerin gözenek açıklıkları (μm).

N_I	N_{II}	N_{III}	N_{IV}
250	500	800	1000
212	450	500	800
150	315	315	500
100	212	212	315
71	150	150	212
50	100	100	150
36	71	71	100
25	50	50	71
Tabla	Tabla	Tabla	Tabla

Analiz için nohut unu örneklerinden 25 g tartılarak örneğin boyutlarına göre oluşturulmuş elek takımlarında 1 sa süreyle elenmiştir. Analiz her bir örnek için 6 tekrarlı yapılmıştır. Analiz sonunda elekler tartılarak her bir eleğin üzerinde kalan örnek miktarı belirlenmiş, tanecik boyutu dağılımı birikimli olarak hesaplanmıştır. Ayrıca söz konusu yöntemle göre örneklerin ortalama tanecik boyutu (OTB , d_{gw}), tanecik sayısı (TS , N_t) ve yüzey alanı (YA , A_{st}) da hesaplanmıştır. Hesaplamalarda aşağıda verilen eşitlikler kullanılmıştır.

$$d_{gw} = \log^{-1} \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \log \bar{d}_i)}{\sum_{i=1}^n (W_i)} \quad 3.1$$

$$S_{log} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (W_i (\log \bar{d}_i - \log \bar{d}_{gw})^{0.5})}{\sum_{i=1}^n (W_i)} \right] = \frac{S_{ln}}{2.3} \quad 3.2$$

$$S_{gw} = \frac{1}{2} d_{gw} \left[\log^{-1} S_{log} - (\log^{-1} S_{log})^{-1} \right] \quad 3.3$$

$$S_{gw} = \frac{1}{2} (d_{84} - d_{16}) \quad 3.4$$

d_i : i . eleğin elek açıklığı, mm; d_{i+1} : i . eleğin bir üstündeki eleğin elek açıklığı, mm; d_{gw} : i . eleğin üstündeki örneğin ortalama tanecik boyu, $(d_i \times d_{i+1})^{0.5}$, mm; S_{log} : log normal (10 tabanında) dağılım gösteren örneğin kütlece geometrik standart sapması; S_{ln} : log normal (e tabanında) dağılım gösteren örneğin kütlece geometrik standart

sapması; S_{gw} : örneğin tanecik boyutunun geometrik standart sapması, mm; W_i : i . eleğin eleğin üzerindeki örnek miktarı, g; n : elek sayısı + 1 (tabla); d_{84} : % 84 olasılıkla tanecik boyutu, mm; d_{50} : % 50 olasılıkla tanecik boyutu, mm; d_{16} : % 16 olasılıkla tanecik boyutu, mm

$$C_m = \left[\frac{(d_{m,84} - d_{m,16})}{d_{m,84}} \right] \quad 3.5$$

C_m : Boyut dağılım sabiti; $d_{m,84}$: % 84 olasılıkla tanecik boyutu, mm; $d_{m,16}$: % 16 olasılıkla tanecik boyutu, mm

$$A_{st} = \frac{\beta_s W_t}{\beta_v \rho} \exp(4.5 \sigma_{ln}^2 - \ln \mu_{gw}) \quad 3.6$$

$$N_t = \frac{W_t}{\beta_v \rho} \exp(4.5 \sigma_{ln}^2 - 3 \ln \mu_{gw}) \quad 3.7$$

A_{st} : Örneğin yüzey alanı, cm^2 ; N_t : Örnekteki tanecik sayısı; β_s : Tanecik yüzey alanının hesaplanmasında kullanılan şekil faktörü, kübik geometri için $\beta_s=6$, küresel geometri için $\beta_s=\pi$; β_v : Tanecik hacminin hesaplanmasında kullanılan şekil faktörü, kübik geometri için $\beta_v=1$, küresel geometri için $\beta_v=\pi/6$; ρ : Örnek yoğunluğu, g/cm^3 ; μ_{gw} : i . eleğin üstündeki örneğin ortalama tanecik boyu, d_{gw} , cm; σ_{ln} : log normal (e tabanında) dağılım gösteren örneğin kütlece geometrik standart sapması, S_{ln} ; W_t : Örnek miktarı, g.

3.2.2. Nohut Unlarının Su Tutma Kapasitelerinin Belirlenmesi

Nohut unlarının (N_I , N_{II} , N_{III} ve N_{IV}) su tutma kapasiteleri (STK) Traynham ve ark (2007) tarafından kullanılan yöntemle göre belirlenmiştir. Buna göre 50 mL lik santrifüj tüplerinde 1.5 g nohut unu, 28.5 mL çözelti (% 1.5 tuz çözeltisi, % 3 kabartma tozu çözeltisi veya % 1.5 tuz+% 3 kabartma tozu çözeltisi) içinde manyetik karıştırıcı (MS3 Basic, Werke, Germany) ile 10 dak 600 rpm de disperse edilmiştir. Santrifüj tüpleri daha sonra 10000 rpm de 30 dak santrifüj (Selecta Medifriger BL-S, Abrera, Spain) edilmiştir. Santrifüj sonunda üstte toplanan berrak sıvı süzölmüş,

santrifüj tüpleri tartılarak STK Eşitlik 3.8 e göre hesaplanmıştır. Ölçümler üç paralel ve iki tekrar gerçekleştirilmiş, altı ölçümün ortalaması kullanılmıştır.

$$STK = \frac{(m_S - m_T) - m_N}{m_N} \quad 3.8$$

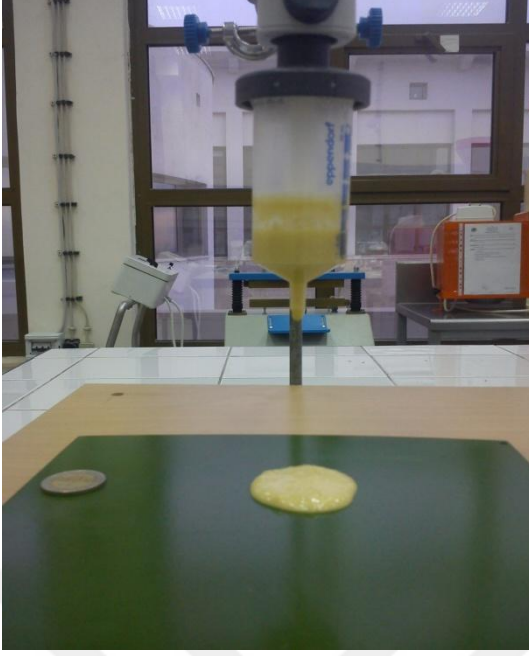
m_S : Analiz sonunda santrifüj tüpünün kütlesi, g; m_T : Santrifüj tüpünün darası, g; m_N : Analize alınan örnek miktarı, g.

3.2.3. Nohut Hamurlarının Hazırlanması

Akıcı nohut hamurları, dört farklı nohut unu (N_I , N_{II} , N_{III} ve N_{IV}), tuz (% 0-2, kuru temelde, kt), kabartma tozu (% 0-3, kt) ve su ile farklı kuru madde içeriklerinde (0.55, 0.60, 0.65 ve 0.70, g km/g su) hazırlanmıştır. Bileşenler 600 rpm de 5 dak mekanik karıştırıcı (RZR 2021, Heidolph, Schwabach, Germany) ile karıştırılarak homojen hamurlar elde edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan hamurlar kullanılan unun tanecik boyutuna (N_I , N_{II} , N_{III} ve N_{IV}) göre sırasıyla H_I , H_{II} , H_{III} ve H_{IV} olarak isimlendirilmiştir.

3.2.4. Nohut Hamurlarının Yayılma Özelliklerinin Belirlenmesi

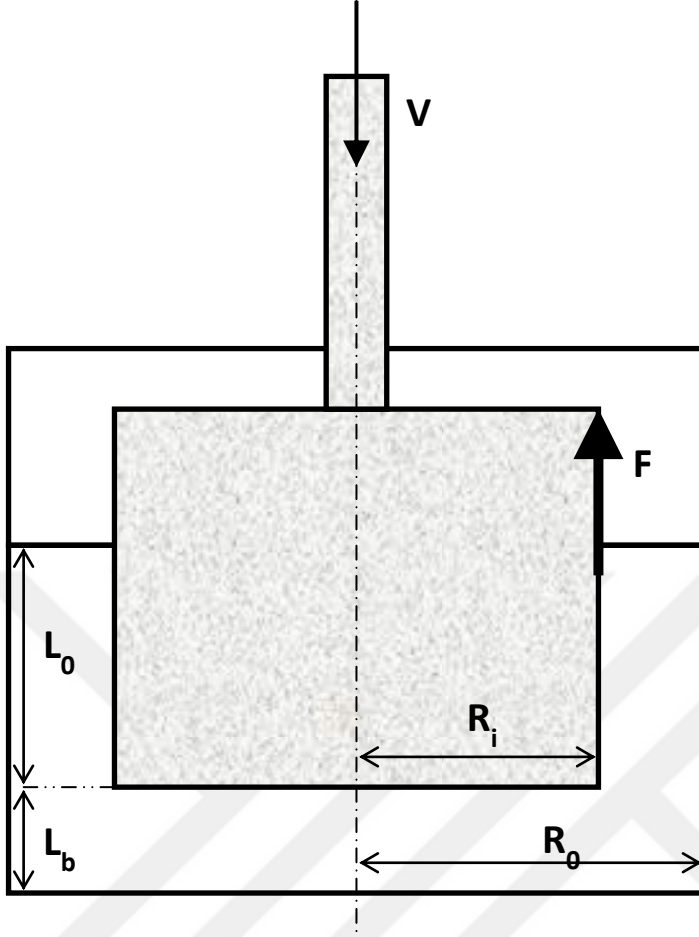
Yayılma özellikleri belirlenirken Bölüm 3.2.3 te belirtildiği şekilde hazırlanan hamurlar 20 cm yükseklikten Şekil 3.1-b de verilen düzenek yardımıyla, cipslerin pişirildiği kapların malzemesiyle aynı özelliklerdeki, FEB-Teflon kaplı düz plakalara akıtılmıştır. Eşit hacimlerde akıtılan hamurların (5mL) 30 s sonunda yayıldığı alan ve yayılan hamurun yüksekliğinin belirlenmesi amacıyla fotoğrafları çekilmiştir. Deneylerde referans olarak boyutları bilinen bozuk para kullanılmış, hamurların yayıldığı alanlar ve hamur yükseklikleri referansa göre bir görüntü işleme programı (Pstyer 0.1, U-Lead Systems, Torrance, CA, USA) kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar üç ölçümün ortalaması ile verilmiştir.



Şekil 3.1. Hamur yayılma özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan düzenekler

3.2.5. Nohut Hamurlarının Viskozitelerinin Belirlenmesi

Nohut hamurlarının viskoziteleri aksel olmayan eşmerkezli silindirik yöntemde göre (Suzuki, 1999; Bird et al., 2002) yapısal test cihazı kullanılarak belirlenmiştir (TA-XT2; Stable Micro Systems, Surrey, UK). Aksel olmayan eşmerkezli silindirik yöntemde silindirik bir uç silindirik test kabındaki örnek içinde aşağı yönde hareket ettirilir (Şekil 3.2). Örnek ucun hareket etmesiyle uç ile test kabının yan yüzeyleri arasında akar. Uç yüzeyinde akışa karşı oluşan tepki kuvveti ölçülerek kuvvet-zaman eğrileri elde edilir.



Şekil 3.2. Nohut hamurlarının viskozitesinin aksel olmayan eşmerkezli viskozite ölçüm yöntemi ile belirlenmesi

Bu çalışmada çapı 25 mm (R_i) olan bir silindirik uç km/su oranı 0.55-0.65 (g km/ g su) olan hamurlar için iç çapı (R_0) 26.25 mm olan test kabı, km/s oranı 0.70 (g km/ g su) olan hamurlar için iç çapı 30.25 mm olan test kabı için de 0.1-1.0 mm/s hızla 0.5 mm hareket ettirilmiştir. Elde edilen kuvvet zaman eğrilerinden $t=0$ anındaki kuvvet (F_0) belirlenmiş ve hamurların viskoziteleri Eşitlik 3.9-3.11 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$F_0 = -2\pi \alpha \mu \vartheta_p L_0 \quad 3.9$$

$$\alpha = (1|\kappa^2) / [(1 + \kappa^2) \ln \kappa + (1 - \kappa^2)] \quad 3.10$$

$$\kappa = (R_i | R_0) \quad 3.11$$

F_0 : $t=0$ anındaki kuvvet, N; α : Prob ve test kabı için geometrik sabit; μ : Viskozite, Pa.s; V_p : Probun hızı, m/s; L_0 : Başlangıçta örnek içinde probun penetrasyon derinliği, m; R_0 : Test kabının iç çapı, m; R_i : Probun dış çapı, m.

Ölçümler 20 °C ta yapılmış, sonuçlar 15 ölçümden hesaplanan viskozite değerlerinin ortalaması olarak verilmiştir.

Viskozitenin kayma hızı ile değişiminin Cross (Eşitlik 3.12) ve Herschel-Bulkley (Eşitlik 3.13) modellerine uyumu incelenmiştir. Modellerdeki değişkenler ve sabitler IBM SPSS Statistics 20 programında doğrusal olmayan regresyon yöntemi ile bulunmuştur.

$$\eta = \eta_{\infty} + \frac{\eta_0 - \eta_{\infty}}{1 + (C \dot{\gamma})^m} \quad 3.12$$

η : Viskozite, Pa.s; $\dot{\gamma}$: Kayma hızı, s^{-1} ; η_{∞} : Sonsuz kayma viskozitesi, Pa.s; η_0 : Sıfır kayma viskozitesi, Pa.s; C: Cross zaman sabiti, s; m: Cross oran sabiti, birimsiz.

$$\eta = \frac{\sigma_0}{\dot{\gamma}} + K \dot{\gamma}^{(n-1)} \quad 3.13$$

η : Viskozite, Pa.s; $\dot{\gamma}$: Kayma hızı, s^{-1} ; σ_0 : Akma gerilmesi, Pa; K: Kıvam indeksi (Pa.s)ⁿ; n: Akış davranış indeksi, birimsiz.

3.2.6. Cipslerin Hazırlanması

AHC üretim sürecini kullanarak 3 farklı hammaddeden (nohut, mısır ve patates) cips elde edilmiştir. Hamurlar Şekil 3.3 de görülen ve Çizelge 3.2. de tanımlanan özelliklerdeki FEB-Teflon kaplı endüstriyel kalıplarının tabanına (D=50 mm) yayıldıktan sonra laboratuvar tipi bir kızılötesi fırında pişirilmiştir. Kalıplar ETİ Gıda A.Ş. tarafından sağlanmıştır.



Şekil 3.3. Endüstriyel pişirme kalıpları

Çizelge 3.2. Pişirme kalıplarının özellikleri

Malzeme	Siyah dökme demir sac
Kaplama	FEB-Teflon
Kaplama kalınlığı	45-60 µm
Kalıp taban çapı	50 mm
Kalıp et kalınlığı	0.20 mm

3.2.6.1. Nohut cipsi

Bölüm 3.2.3 te anlatıldığı şekilde hazırlanan nohut hamurları 1.21-1.30 ±0.02 g kuru madde içerecek şekilde tartılmış, endüstriyel pişirme kalıplarının tabanına yayıldıktan sonra kızılötesi fırında 180-300 °C ta nem içeriği % 3 ün altına düşünceye kadar pişirilmiştir.

Cipsler pişirildikten sonra oda sıcaklığına soğutulmuş, daha sonra polietilen poşetler içerisinde hava almayacak şekilde kilitlenen kaplarda, oda koşullarında, analiz edilinceye kadar saklanmıştır.

3.2.6.2. Mısır cipsi ve patates gevreği

Mısır cipsi (MC) hazırlanırken Çizelge 3.3 de belirtilen oranlarda mısır unu ve tuz kaynamış su ile 600 rpm de 5 dak karıştırılarak (Heidolph RZR 2021, Schwabach, Germany) hamur haline getirilmiştir. Hamur 3.4 g lık porsiyonlarda

tartılmış, kalıp tabanına yayıldıktan sonra 300 °C ta 4 dak kızılötesi fırında pişirilmiştir. Fırınlanan MC 30 dak oda koşullarında soğumaya bırakıldıktan sonra 200 °C a ısıtılmış palm olein içinde 10 s kızartılmıştır.

Patates gevreği (PG) elde edilirken iki farklı yol izlenmiştir. PG-I hazırlanırken taze patates kabuğu soyulduktan sonra rendelenmiş ve tavada yumuşayınca kadar pişirilmiştir. Daha sonra Çizelge 3.3 de belirtilen oranlarda mısır nişastası, tuz ve kaynamış su ile 600 rpm de 5 dak karıştırılarak (Heidolph RZR 2021, Schwabach, Germany) hamur haline getirilmiştir. Hamur 3.8 g lık porsiyonlarda tartılmış, kalıp tabanına yayıldıktan sonra 300 °C ta 4 dak kızılötesi fırında pişirilmiştir. Fırınlanan PG 30 dak oda koşullarında soğumaya bırakıldıktan sonra 200 °C a ısıtılmış palm olein içinde 10 s kızartılmıştır.

Çizelge 3.3. Mısır ve patates hamurlarının bileşimleri

	Hamur Bileşimleri, %					
	Mısır unu	Mısır nişastası	Taze patates	Patates pulu	Tuz	Su
MC	50.5	-	-	-	1.5	48
PG-I	-	5	76.5	-	1.5	17
PG-II	-	5	-	14.5	1.5	79

PG-II hazırlanırken Villagran vd., (2004) tarafından önerilen hamur bileşimi modifiye edilerek kullanılmıştır. Çizelge 3.3 de belirtilen oranlarda patates pulu, mısır nişastası, tuz ve kaynamış su ile 600 rpm de 5 dak karıştırılarak (Heidolph RZR 2021, Schwabach, Germany) hamur haline getirilmiştir. Hamur 3.8 g lık porsiyonlarda taban çapı 50 mm olan teflon kaplı pişirme kaplarına tartılmış kalıp tabanına yayıldıktan sonra 300 °C ta 4 dak kızılötesi fırında pişirilmiştir. Fırınlanan PG 30 dak oda koşullarında soğumaya bırakıldıktan sonra 200 °C a ısıtılmış palm olein içinde 10 s kızartılmıştır.

MC ve PG leri oda sıcaklığına soğuduktan sonra polietilen poşetler içerisinde hava almayacak şekilde kilitlenen kaplarda, oda koşullarında, analiz edilinceye kadar saklanmıştır.

3.2.7. Cips Kalınlıklarının ve Ağırlıklarının Belirlenmesi

Cips kalınlıkları her bir cipsin farklı 5 noktasında mikrometre (Mitutoyo Co. Ltd. Japan) ile ölçülmüş her bir uygulama için 10 cipsin ortalaması alınmıştır. Ayrıca her bir uygulama için rastgele 10 cipsin ağırlığı (Sartorius, BP221S, Germany) ölçülmüş, ortalama ağırlık hesaplanmıştır.

3.2.8. Su Aktivitesinin Belirlenmesi

Cipslerin su aktiviteleri su aktivitesi tayin cihazı (a_w sprint TH 500, Novasina GmbH, Switzerland) ile 20 °C ta ölçülmüş, her bir deneme için 3 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

3.2.9. Nem Tayini

Nem tayini AOAC-Metot No 44.01 (AACC, 1990) standart yöntemine göre yapılmıştır. Örnekler 2.000-3.000 g tartılmış, 130 °C de 2 sa kurutulmuştur. Örneğin başlangıç ağırlığı ile son ağırlığı arasındaki farktan yararlanarak nem değişimi hesaplanmıştır. Sonuçlar 8 örnekten elde edilen değerlerin ortalaması olarak verilmiştir.

3.2.10. Yağ Tayini

MC ve PG lerde yağ tayini TS 973 EN ISO 659 (2000) standart yöntemine göre yapılmıştır. Sonuçlar 3 örnekten elde edilen değerlerin ortalaması olarak verilmiştir.

3.2.11. Rengin Belirlenmesi

Nohut cipsinin renkleri Luzuriaga vd., (1997) tarafından tanımlanan koşullarda, D65 suni gün ışığı altında, dijital kamera ile elde edilen görüntülerin bir renk analiz yazılımı (LensEye, Version 10.1.7, Engineering and Cyber Solutions, FL) kullanılarak belirlenmiştir. Renk analizi sonucunda her bir cips için ortalama L^* (açıklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerleri belirlenmiştir. Ölçümler 2 tekrarlı

yapılmış her bir tekrarda 5 örnek kullanılmıştır. Ortalama renk değerleri, bir objeyi oluşturan her bir pikselin L^* , a^* ve b^* değerlerinin belirlenip ortalamalarının alınması ile elde edilir [Luzuriaga, vd., 1997]. Nohut cipslerinde meydana gelen renk değişimi (ΔE) ise nohut ununun renk değerleri referans alınarak eşitlik 3.14 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad \text{Eşitlik 3.14}$$

L^* , a^* ve b^* nohut ununa ait renk değerleri, L_0^* , a_0^* ve b_0^* nohut cipsine ait renk değerleri,

3.2.12. Dokusal Özelliklerin Belirlenmesi

Cipsler oda sıcaklığına soğuduktan sonra dokusal özellikleri üçlü bükme testi ile belirlenmiştir. Her bir uygulama için en az 40 cipsin kuvvet-deformasyon eğrileri elde edilmiş ve bu eğrilerden sertlik, dayanıklılık, çıtırılık, elastikiyet ve kırılma değeri hesaplanmıştır.

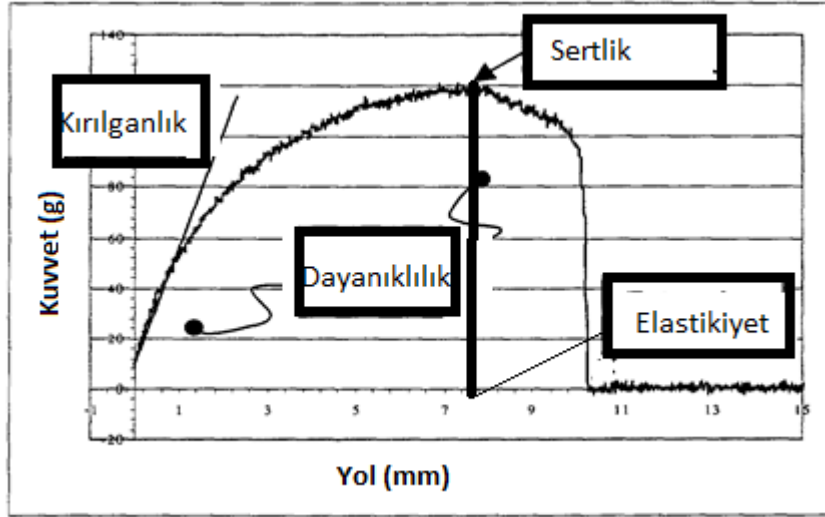


Şekil 3.4. Dokusal analiz cihazı ve üçlü bükme testi donanımı

Dokusal özellikler doku analiz cihazı (Stable Micro System TA-XT2, Texture Technologies Corp., UK) ile belirlenmiştir (Şekil 3.4). Test değişkenleri ölçüm öncesi hızı 1.0 mm/s, ölçüm hızı 0.5 mm/s ve uç yer değiştirme mesafesi 5

mm olacak şekilde ayarlanmıştır.

Cipslerin deformasyonu için uygulanan maksimum kuvvet (N) sertlik, maksimum kuvvete ulaşıncaya kadar yapılan iş (N.mm) dayanıklılık, oluşan pik sayısı çıtırılık, yer değiştirme mesafesi (mm) elastikiyet, kuvvet-deformasyon grafiğinin eğimi (N/mm) ise kırılganlık olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Kuvvet-deformasyon eğrisi

3.2.13. Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi

Cipsler duyusal olarak iki farklı değerlendirmeye sunulmuştur. Cipslerin duyusal değerlendirilmesi Çizelge 3.3 ve 3.4 te verilen duyusal değerlendirme formu kullanılarak 9 lu beğeni testine göre yapılmıştır. Duyusal analiz iyi havalandırılmış ve florasan lamba ile aydınlatılmış bir odada gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmede her bir değerlendiriciye her bir üründen 2 şer tane sunulmuş, değerlendirmelerini iki örneğin ortalaması ile ifade etmeleri istenmiştir. Değerlendiriciler iki ürün arasında su içerek ağızlarında kalan tadı gidermişlerdir.

Hamur bileşimine eklenecek tuz miktarını (0-2 g tuz/100 g km) belirlemek üzere gerçekleştirilen duyusal analize Mersin Üniversitesi personelinden oluşan 63 kişilik bir değerlendirici grubu katılmış ve Çizelge 3.4 te verilen formu kullanarak sunulan örnekleri tuzluluk bakımından değerlendirmeleri istenmiştir.

Çizelge 3.4. Tuzluluk duyusal analiz formu

Değerli katılımcı, Size sunulan 5 örneği tadarak yalnızca TUZLULUK bakımından değerlendiriniz. Beğeni derecenizi 1 den 9 a kadar bir rakamla her bir örneğin karşısındaki kutuya yazarak belirtiniz.		
1: Aşırı beğenmedim	2: Hiç beğenmedim	3: Beğenmedim
4: Biraz beğenmedim	5: Ne beğenmedim ne beğendim	6: Biraz beğendim
7: Beğendim	8: Çok beğendim	9: Aşırı beğendim
Ad-Soyad:		
Örnek Kodu:	Beğeni Derecesi:	
326		
647		
978		
118		
453		

Nohut ve mısır cipsleri ile patates gevreklerinin duyusal olarak değerlendirilmesi 10 eğitimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistlerin tamamı Mersin Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’de görevli, gıda mühendisi derecesine sahip, gıdaların duyusal değerlendirmesi konusunda bilgi sahibi ve kendilerini “cips tüketicisi” olarak tanımlayan kişilerden oluşmuştur. Cipslerin duyusal değerlendirilmesi Çizelge 3.5 de verilen değerlendirme formu kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 3.5. Duyusal analiz formu

Değerli Katılımcı, Size sunulan örnekleri aşağıdaki özellikler bakımından değerlendirip beğeni derecenizi 1 den 9 a kadar bir rakamla her bir özelliğin karşısındaki kutuya yazarak belirtiniz.		
1: Aşırı beğenmedim	2: Hiç beğenmedim	3: Beğenmedim
4: Biraz beğenmedim	5: Ne beğenmedim ne beğendim	6: Biraz beğendim
7: Beğendim	8: Çok beğendim	9: Aşırı beğendim
Ad-Soyad:		
Örnek Kodu:	Beğeni Derecesi	
1. Renk		
2. Çıtırılık		
3. Sertlik		
4. Ürüne özgü nohut/mısır/patates tadı algılanıyor.		
5. Ürün daha önce denediğim cips ürünlerine benziyor.		
6. Genel görünüm		
7. Genel beğeni		

3.2.14. Pişme Sırasında Suyun Uzaklaşma Davranışının Belirlenmesi

Pişme sırasında, suyun nohut hamurlarından uzaklaşma davranışı belirlenirken Bölüm 3.2.3 te belirtildiği şekilde hazırlanan hamurlar eşit miktarda kuru madde (1.21 ± 0.02 g) içerecek şekilde tartılıp teflon pişirme kalıplarının tabanına (\emptyset 50 mm) yayılmış ve kızılötesi fırında farklı sıcaklıklarda ($180-220$ °C): nem içeriği % 3 e düşünceye kadar pişirilmiştir. Pişirme sırasında zamanla ağırlıktaki değişim 2 dak aralıklarla kaydedilmiştir. Ölçümler her bir deneme için 3 kez tekrarlanmış, ortalamaları hesaplanmıştır. Elde edilen verilerden örnek içinde kalan su miktarı hesaplanmış, zamana karşı değişimleri belirlenmiştir.

3.2.15. Pişme Sırasında Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi

Nohut hamurlarının fırınlanması sırasında yüzey sıcaklıklarının zamanla değişimi kızılötesi ısı kamera (FLIR i50 Thermal Imager, FLIR Systems Inc., Portland, USA) ile belirlenmiştir. Pişirme sırasında 1 dak aralıklarla, 1 m mesafeden örneklerin termal fotoğrafları alınmış, yüzey sıcaklıkları ısı görüntülerin cihazın yazılımı ile (Quick Report Software Version 1.2 SP1, FLIR Systems, Inc) ile analiz edilerek belirlenmiştir. Sonuçlar üç ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

3.2.16. Yüzey ve Kesit Özelliklerinin Belirlenmesi

Nohut cipslerinin ve ticari cipslerin yüzey ve kesit özellikleri Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu (FE-SEM, Zeiss/Supra 55, Oberkochen, Germany) ile belirlenmiştir. Görüntü alınacak örneğin üst yüzeyi platinle ile kaplanmış, vakum altında 5 kV voltaj altında odaklanmış elektronlar ile yüzey taraması uygulanmıştır. Tarama sonucunda yansıyan elektronlardan elde edilen ikincil elektron görüntü detektörü vasıtası ile tutulmuş, elde edilen görüntüler 200 kat büyütülerek karşılaştırılmıştır.

3.2.17. İstatistiksel Analiz

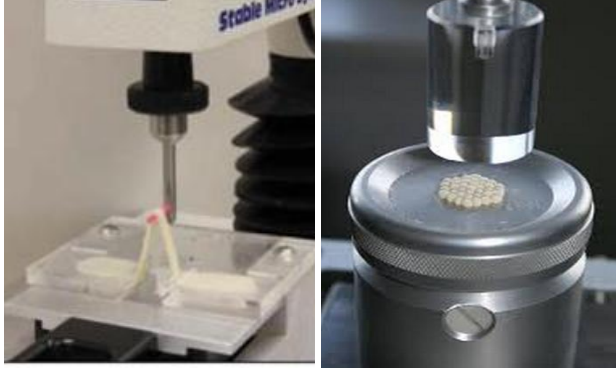
Tüm denemeler en az 3 paralel ve 2 tekrarlı olarak çalışılmış, istatistiksel analiz IBM SPSS Statistics 20 programında ANOVA, LSD (Fisher's Least Significant Difference) ve doğrusal olmayan regresyon analizi yöntemleri kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. AKICI HAMUR CİPSİ ÜRETİM SÜRECİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Cips pazarında yer alan ürünler Bölüm 2.2.2 de ayrıntıları verilen hamur cipsi üretim süreçleri ile üretilmektedir. Çalışmanın başlangıcında nohut cipslerinin hazırlanmasında hamur cipsi üretim süreçlerinden kesme hamur cipsi üretim süreci izlenmiştir. Nohut hamurları farklı kuru madde derişiminde (1.4-2.5 g km/g su) hazırlanıp kademeli olarak 1.2 mm kalınlığa inceltiştir. Kuru madde derişimi 1.7 g km/g su dan daha düşük olan hamurların yüzeyleri çok yapışkan olduklarından, 2.5 g km/g su ve daha fazla olanlar ise ufalandığından inceltip işlenememiştir. Bu nedenle KHC üretim yöntemi uygulandığında nohut hamurlarının işlenebilmesi açısından kuru madde derişiminin sınırlı bir aralıkta olması gerektiği belirlenmiştir.

Nohut hamurlarının uzayabilirlikleri Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik donanımı ile belirlenmiş, Çizelge 4.1 de verilmiştir. Nohut hamurları, boyutları 8x8x55 mm olan şeritler halinde Kieffer donanımına yerleştirilmiş, bir kanca yardımıyla kopuncaya kadar uzaması sağlanmıştır (Şekil 4.1). Bu esnada kuvvet-yer değiştirme grafiklerinde uygulanan maksimum kuvvet yani sertlik (F_m), kopması için yapılan iş (W) ve uzama (E_m) belirlenmiştir. Kuru madde derişimi 1.4 g km/g su olan ve N_1 unlarından hazırlanan nohut hamurları uygulanan tetik kuvvetinden (5 g) daha düşük bir kuvvetle deforme olabildiğinden kuvvet-yer değiştirme grafikleri elde edilememiştir. Bununla beraber bütün tanecik boyutlarındaki nohut unlarından hazırlanan nohut hamurlarında kuru madde derişimi arttıkça hamur sertlikleri (F_m) istatistiksel olarak önemli derecede artmıştır ($p<0.05$). Tanecik boyutu da hamurların sertliklerini önemli ölçüde etkilemiş, tanecik boyutu büyüdükçe hamurların sertlikleri de artma eğilimi göstermiştir ($p<0.05$). Hamurların kopması için yapılan iş (W) kuru madde derişimi arttıkça artmıştır ($p<0.05$). Hamurların kopması için yapılan iş (W) un tanecik boyutundan da etkilenmiş ancak belirgin bir yönelim göstermemiştir ($p<0.05$). Aynı zamanda hamurların uzamaları (E_m) üzerine kuru madde derişimi ve tanecik boyutunun etkisi belirgin bir yönelim göstermemiştir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1. Nohut hamurlarının uzayabilirliklerinin ve yapışkanlıklarının belirlenmesi

Nohut hamurlarının yapışkanlıkları Chen-Hoseney hamur yapışkanlık donanımı ile belirlenmiştir. Hamurlar 40 g lık bir kuvvetle sıkıştırılmış, probun geri hareketi sırasında kuvvet-yer değiştirme grafikleri elde edilmiştir. Kuvvet-yerdeğiştirme grafiklerinde hamurun prob yüzeyinden ayrılması için uygulanan maksimum kuvvet yani direnç (F_m^*), yapılan iş (W^*) ve maksimum yer değiştirme (E_m^*) belirlenmiştir. Elde edilen veriler bazı hamurlar için Çizelge 4.1. de verilmiştir. Hamurlarda kuru madde derişimi arttıkça F_m^* de belirgin yönelim olmazken W^* artmış, E_m^* azalmıştır (Çizelge 4.1). Bu da kuru madde arttıkça hamurun yapışkanlığının azaldığını göstermektedir. Kuru madde derişimi ve hamur yapışkanlıkları arasında benzer ilişkiler literatürde buğday hamurları için farklı araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir [Chen ve Hoseney, 1995; Tseng ve Lai, 2002].

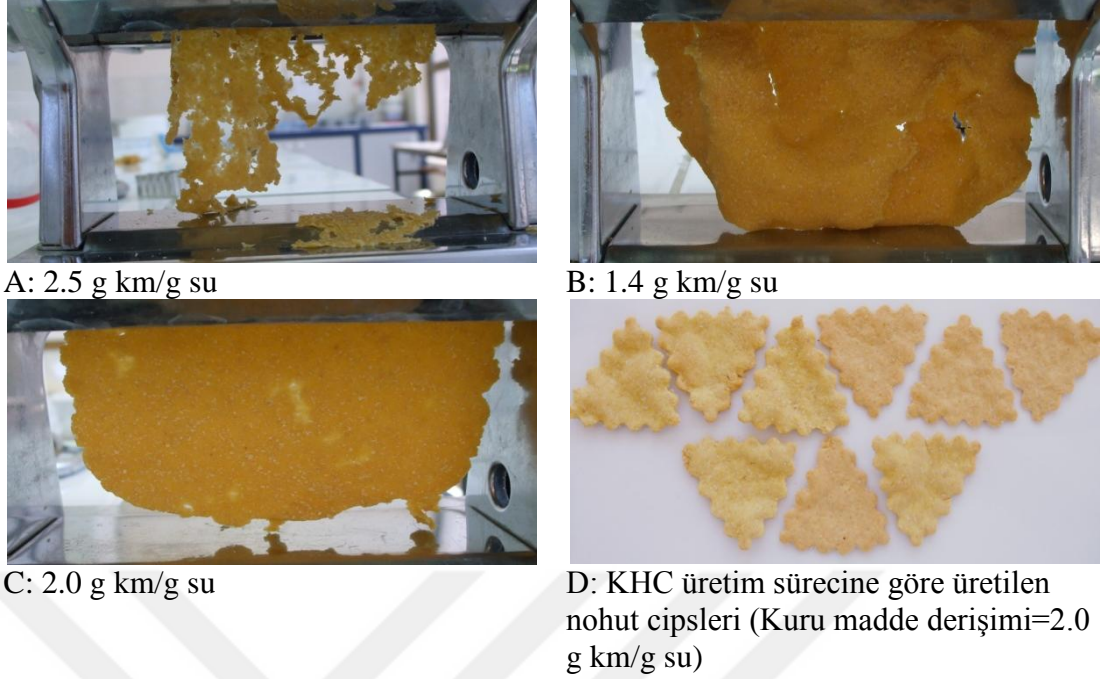
Nohut hamurlarında kuru madde miktarı 1.4 g km/g su dan 2.5 g km/g su ya artarken sertliğin artması ve yapışkanlığın azalmasına bağlı olarak hamurun işlenebilme özellikleri de etkilenmiştir. Şekil 4.2 kuru madde derişimine bağlı olarak hamurların işlenebilme özelliklerinin nasıl etkilendiğine örnek olarak verilmiştir. Şekil 4.2-A da görüldüğü gibi kuru madde derişimi 2.5 g km/g su olan hamurlar inceltme işlemi sırasında bütünlüğünü koruyamamış, ufalanarak dağılmıştı. Bu durum hamur bileşiminde yeterince su bulunmuyor olmasından kaynaklanabilir. Kuru madde derişimi 2.5 g km/g su olan hamurlar inceltme işlemi sırasında bütünlüğünü koruyamamış olması Çizelge 4.1 de verilen verilerle de uyumludur.

Çizelge 4.1. Nohut hamurlarının reolojik özellikleri üzerine kuru madde derişiminin ve tanecik boyutunun etkisi

	Derişim (g km/g su)	Uzama			Yapışkanlık		
		F _m (g)	W (g mm)	E _m (mm)	F _m [*] (g)	W [*] (g mm)	E _m [*] (mm)
H _I	1.4	-	-	-	28±1.3 ^d	4.1±0.5 ^c	2.7±0.3 ^a
	1.7	14±2.1 ^g	103±20 ^e	6.3±1.0 ^b	82±1.5 ^a	2.9±0.2 ^d	0.6±0.1 ^d
	2.0	95±7.8 ^{d,e}	719±51 ^c	7.5±1.2 ^{a,b}	84±7.3 ^a	2.9±0.5 ^d	0.6±0.1 ^d
	2.5	244±20 ^c	1759±180 ^b	5.9±1.0 ^b	72±7.5 ^b	1.2±0.1 ^e	0.3±0.0 ^e
H _{II}	1.4	28±2.0 ^g	185±15 ^e	8.5±1.6 ^a	86±7.8 ^a	8.3±1.9 ^a	1.8±0.4 ^b
	1.7	42±5.3 ^f	296±51 ^e	6.6±0.9 ^b	80±4.4 ^{a,b}	4.4±0.7 ^c	1.1±0.2 ^c
	2.0	120±10 ^d	884±67 ^c	7.5±0.7 ^{a,b}	81±5.7 ^{a,b}	1.6±0.2 ^e	0.4±0.0 ^e
	2.5	328±51 ^b	2405±407 ^a	6.1±0.9 ^b	80±11.2 ^{a,b}	1.5±0.3 ^e	0.3±0.1 ^e
H _{IV}	1.4	10±1.4 ^g	68±14 ^e	5.8±2.2 ^b	85±14.8 ^a	5.9±1.5 ^b	1.8±0.4 ^b
	1.7	75±10.1 ^e	472±53 ^d	3.8±0.6 ^c	70±7.7 ^{b,c}	2.7±0.7 ^d	0.7±0.2 ^d
	2.0	73±7.3 ^e	453±80 ^d	2.7±0.5 ^c	60±5.7 ^c	2.5±0.5 ^d	0.7±0.2 ^d
	2.5	460±44 ^a	2590±276 ^a	3.2±0.3 ^c	31±4.9 ^d	0.5±0.1 ^f	0.2±0.0 ^e

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Tüm tanecik boyutlarında (H_I, H_{II} ve H_{IV}) kuru madde derişimi 2.5 g km/g su olan hamurlarda sertlik (F_m) ve deforme etmek için yapılan iş (W_m) verileri daha düşük oranda kuru madde içeren hamurlara göre belirgin bir biçimde daha yüksek iken uzama (E_m) ve yapışkanlıkla ilgili veriler (F_m^{*}, W^{*} ve E_m^{*}) çok daha düşüktür (Çizelge 4.1). Diğer taraftan kuru madde derişimi 1.4 g km/g su olan hamurlar inceltme işlemi sırasında bütünlüğünü daha iyi korumuş olmasına rağmen silindir yüzeylerine yapıştığından düzgün bir hamur yüzeyi elde edilememiştir (Şekil 4.2-B). Bu durum Çizelge 4.1 de yer alan verilerle karşılaştırıldığında bu kuru madde derişimindeki hamurların sertlik (F_m) ve deforme etmek için yapılan iş (W_m) verileri daha yüksek oranda kuru madde içeren hamurlara göre çok daha düşük iken uzama (E_m) ve yapışkanlıkla ilgili veriler (F_m^{*}, W^{*} ve E_m^{*}) daha yüksektir. Bu durum H_I hamurlarında daha belirgindir (Çizelge 4.1). İncelenen koşullarda kuru madde derişimi 2.0 g km/g su olan hamurlar en iyi işlenme özelliklerini göstermiş olup (Şekil 4.2-C) inceltelen hamurlar şekil verildikten sonra fırınlanarak pişirilmiştir (Şekil 4.2-D). Şekil verilebilen hamurlar 250 °C, 190°C ve 150°C ta toplam 15 dak pişirilerek nem içeriği % 4.5±1.3 a düşürülmüştür. Bu şekilde elde edilen cipsler duyusal olarak değerlendirildiğinde gevreklik kazanmadığı ve çiğ tat algılandığı belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Kuru madde derişiminin nohut hamurlarının (H_{II}) işlenebilirliği üzerine etkisi

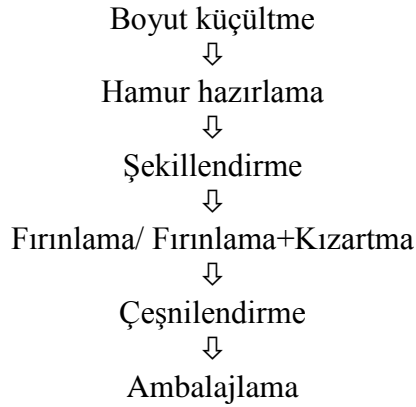
Su önemli bir plastikleştiricidir ve hamurun elastikiyetini önemli ölçüde etkiler [Tseng ve Lai, 2002]. Bu nedenle hamurun işlenebilmesi için una optimum miktarda ilave edilmesi gerekmektedir. Ancak eklenecek su miktarı hammaddenin protein, nişasta (doğal ve zedelenmiş) ve diğer polisakkaritleri hangi oranlarda içerdiğine göre değişebilir. Bu nedenle işlenecek ürüne göre optimum hamur özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Ekmek üretimi için optimum hamur kıvamı 500 BU (BU: Brabender Unit) olarak belirlenmiştir ve una bu kıvamda hamur elde edilecek kadar su ilave edilmesi gerekir [Mızrak, 2011]. Su aynı zamanda pişme sırasında nişastanın jelatinizasyonu için de önemlidir. Jelatinizasyon, nişasta granüllerinin yeterince suyun bulunduğu ortamda sıcaklığın etkisiyle kristal yapısını kaybetmesi olarak tanımlanmaktadır. Tam bir jelatinizasyon için, 1 susuz glikoz ünitesi için ortamda 14 su molekülü gerekmektedir. Jelatinizasyon derecesindeki artış ürünün başta gevreklik olmak üzere duysal özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir [Özer, 2007].

Bu çalışmada da hamurun işlenebilirliği bakımından kullanılan nohut ununa kuru madde derişim 2.0 g km/g su olacak şekilde su ilave edilmesi gerektiği ancak bu hamurdan elde edilen cipslerde çiğ tat algılandığı ve gevrekliğin sağlanamadığı

yukarıda belirtilmişti. Bu da hamurun işlenebilmesi açısından uygun olan kuru madde (veya su) derişiminin ürün özellikleri açısından uygun olmadığını göstermektedir.

Hamurların işlenmesinde karşılaşılan ufalanma ve yapışma sorunları, işlenebilse dahi bu hamurlardan elde edilen cipslerin duyusal kalitelerinin düşük olması nedeniyle ticari cips üretiminde kullanılmakta olan KHC ve DHC yöntemi ile nohut cipsinin üretilmeyeceği sonucunu göstermiştir. Bu durumda nohut cipsi üretebilmek için uygun bir yöntem arayışına gidilmiş Akıcı Hamur Cipsi (AHC) üretim süreci olarak anılan, cips üretiminde şimdiye kadar kullanılmamış olan bir yöntem tasarlanmış, geliştirilmiş çalışmanın B-planı olarak uygulamaya konmuştur.

AHC üretiminde bütünlüğü bozularak boyutu küçültülmüş katkısız veya yardımcı maddeler (renklendiriciler, tat-koku arttırıcılar, koruyucular, doku geliştiriciler, besin değerini arttırıcılar vb.) ile katkılandırılmış bir veya birden fazla tarımsal (bitkisel, hayvansal, su ürünleri) hammaddeden akıcı nitelikte bir hamur elde edilir. Belirli miktarda hamur kalıplara ya da herhangi bir yüzeye akıtılır ve fırınlanır veya fırınlanıp kızartılır. Çeşnilendiriciler hamur bileşimine katılabildiği gibi kalıplara veya yüzeye akıtılan hamurların üstüne veya pişmiş ürünlerin üstüne uygulanabilir. Çeşnilendirme işlemi bu yöntemlerden bir kaçının veya hepsinin birlikte uygulanması ile de gerçekleştirilebilir. Geliştirilen AHC üretim sürecinin ana basamakları Şekil 4.3 teki akım şemasında verilmiştir.



Şekil 4.3. AHC üretim sürecinin ana basamakları

4.1.1. Boyut Küçültme

AHC üretim sürecinde hamur hazırlamada bütünlüğü bozularak boyutu küçültülmüş hammadde kullanılır. İşletme hammaddenin niteliğine bağlı olarak boyutu küçültülmüş hammaddeyi satın alabilir ya da boyut küçültme işlemini kendisi yapabilir. Boyut küçültme öğütme, rendeleme, ezme vb. yöntemlerle gerçekleştirilebilir.

Standart ürün eldesi için boyutu küçültülmüş hammaddede tanecik boyunun belli bir aralıkta dağılması gerekir. Tanecik boyutu dağılımı hamurun akış özelliklerini ve işlenebilirliğini, cipsin fiziksel, dokusal ve duyuşsal özelliklerini önemli ölçüde etkiler [Servais vd., 2002]. AHC üretim sürecinde hamurun elde edilmesi ve işlenmesi açısından akış özellikleri ve akış özellikleri üzerinde etkili olan unsurlar önemlidir. Tanecik boyutunun nohut hamurlarının akış özelliklerini nasıl etkilediği Bölüm 4.5 te anlatılmıştır. Genel olarak belli bir derişimde hazırlanan hamurların viskozitelerinin tanecik boyutu büyüdükçe azalması beklenmektedir [Ravi, 2005]. Bu nedenle hamurun daha akıcı olması için iri tanecik boyutları tercih edilebilir ancak yüzey pürüzlülüğünü arttıracığından ve bunun ürünün tüketimi sırasında algılanacağından ve istenmeyen bir özellik olduğundan tanecik boyutunun cips kalınlığını geçmesi önerilmemektedir. Ayrıca tanecik boyutunun geniş bir aralıkta değişmesi yine istenmeyen bir özellik olan ürün yüzeyinde çatlamalara neden olabilir. Bununla birlikte boyut küçültme işlemi hammadde üstüne uygulanan kuvvetten dolayı yapısındaki nişastanın zedelenmesine, hamurun su tutma kapasitesinin artmasına buna bağlı olarak da viskozitede artışa neden olabilir [Fizman ve Salvador, 2003; Xue ve Ngadi 2006]. Boyut küçüldükçe nişasta zedelenmesinin artması ve viskozitenin artması da beklenen bir durumdur. Bu nedenle çalışılacak tanecik boyutu kritik olup, ön denemelerle belirlenmelidir.

4.1.2. Hamur Hazırlama

AHC üretim sürecini mevcut hamur cipsi üretim süreçlerinden ayıran en önemli özelliği adında da belirtildiği gibi hamurun akıcı nitelikte olmasıdır. Taze

meyveler ve sebzeler gibi yüksek su içeriğine sahip hammaddeler boyutları küçültüldüğünde akıcı nitelikte olabilir. Bu hammaddeler nişasta, protein, pektin vb. yapılandırıcı bileşenleri yeterince içeriyorsa şekillendirme aşaması için hazır olabilir. Sözü edilen yapılandırıcı bileşenler yeterince bulunmuyorsa boyutu küçültülmüş hammadde bir veya birkaç yapılandırıcı madde ile hamur haline getirilir. Boyutu küçültülmüş hammadde akıcı nitelik gösterecek kadar su ve/veya yeterince yapılandırıcı içermediği durumda da su ve/veya yapılandırıcılar ile karıştırılarak akıcı nitelikte hamur hazırlanır.

Hazırlanan hamur homojen bir yapıda olmalı; topaklanma, çökme, faz ayrımı gibi istenmeyen fiziksel durumlar gözlenmemelidir. Hammaddenin niteliğine bağlı olarak heterojen bir yapı oluşturan bu ve benzeri durumların giderilmesi için topaklanmayı önleyiciler, stabilizörler, emülgatörler vb. katkı maddeleri kullanılabilir. Hazırlanan hamur jelatinize edilmeden veya edildikten sonra şekillendirme aşamasına gönderilir.

4.1.3. Şekillendirme

AHC üretim sürecinde belirli miktarlarda hamur belirli miktarlarda kalıplara veya yüzeylere akıtılır.

4.1.4. Fırınlama/Fırınlama+Kızartma

Akıtılarak kalıplara/yüzeylere yayılan hamur fırınlanır veya fırınlanıp kızartılır. Pişirme yalnız fırınlanarak yapılacaksa cipsler fırından hedeflenen nem içeriğinde çıkartılırlar. Fırınlamadan sonra kızartma işlemi de uygulanacaksa cipslerin fırın çıkışı nem içeriği daha yüksektir. Hedeflenen nem içeriğine kızartma ile ulaşılır. Elde edilen ürünün yağ emilimi ve dokusal özellikleri, fırında kalma süresi ve fırından çıkış nemine bağlıdır. Kızartıcıya giren ürünün nem içeriğinin yağ emilimi ve dokusal özellikler üzerine etkisi Bölüm 2.2.2.2 de anlatılmıştır.

Yalnızca fırınlanan cips hamurlarının sıcaklığı 150-200 °C a, nem içeriği en fazla % 3 e ulaşınca kadar pişirilir. Fırınlanıp yağda kızartılan cips hamurlarının

nem içeriği fırında en fazla % 50 ye düşürülür ve nem içeriği en fazla % 3 e ulaşınca kadar 180-210°C sıcaklığındaki yağda kızartılır.

4.1.5. Çeşnilendirme

AHC üretim sürecinde çeşnilendirme diğer cips üretim süreçlerinde olduğu gibi tuz veya tuz ve baharatlardan oluşan çeşnilendiricilerle yapılır. Çeşnilendiriciler pişmiş ürünün yüzeyine uygulanabileceği gibi hamurun hazırlanma aşamasında hamur bileşimine katılabilir veya fırınlama öncesi hamur yüzeyine uygulanabilir veya bunlardan birkaçı birlikte uygulanabilir. Çeşnilendirme sonrası cipsler ambalajlanır.

4.1.6. Akıcı Hamur Cipsi Üretim Sürecinin Bilinen Hamur Cipsi (HC) Üretim Süreçleri ile Karşılaştırması

AHC üretim sürecinin temeli de hammaddenin bütünlüğünün bozulup boyutunun küçülmesiyle hamur elde edilmesine dayandığından cips üretim süreçlerinden bilinen HC üretim süreçlerine benzetilebilir ve yeni bir HC üretim süreci olarak kabul edilebilir. Ancak AHC üretim sürecini HC üretim süreçlerinden farklı kılan hamurun akıcı nitelikte olması ve buna bağlı olarak da aşağıda verilen aşamalarda görüleceği gibi önemli avantajlar getirmesidir.

4.1.6.1. Hammaddeyi hamur yapımına hazırlama

AHC üretim sürecinde temizlenmiş bir veya birden fazla tarımsal hammaddenin hamur yapımında kullanılabilmesi için bütünlüğünün bozularak boyutunun küçültülmesi yeterlidir. İşletmeler boyutu küçültülmüş hammaddeyi satın alarak kullanabileceği gibi boyut küçültmeyi işletme içinde de yapabilir. AHC üretim sürecinin bu aşaması için hammaddeyi istenen boyuta getirecek bir boyut küçültücü donanım (öğütücü, dilimleyici, rendeleyici vb.) yeterlidir. Boyut küçültme işleminden önce, kullanılacak tarımsal hammaddenin veya üretilen cipsin özelliklerine bağlı olarak AHC üretim süreçlerinde zorunlu olmayan ancak bilinen HC üretim süreçlerinde zorunlu olan ön işlemlerden de (alkalize etme, fermentasyon,

kabuk soyma, boyut küçültme vb.) geçirilebilir.

KHC üretim sürecinin yaygın olarak kullanıldığı patates gevreği üretiminde hamurun elde edilmesi için temizlenmiş hammadde parçalama, pişirme, kurutma, boyut küçültme gibi ön işlemlerden geçirilir ve bu işlemler yaklaşık 2 saat gibi uzun bir süre gerektirir [Villagran, 2004]. DHC üretim sürecinin yaygın olarak kullanıldığı mısır cipsi üretiminde ise hamurun elde edilmesi için temizlenmiş hammadde alkali çözeltisinde haşlama ve bekletme, yıkama, kabuk soyma ve öğütme basamaklarından geçirilir ve bu işlemler yaklaşık 24 saat gibi uzun bir süre gerektirir [McDonough vd., 2002]. KHC ve DHC üretim süreçlerinde hammaddenin hamur yapımına hazırlanması için bu kadar uzun bir süre gerektirmesi hammaddede mikroorganizma gelişimine bağlı bozulmalara ve/veya kalite kayıplarına neden olabilmektedir. Mikroorganizma gelişiminin önlenmesi için antimikrobiyal katkı maddeleri kullanılabilir [Matz, 1993]. Bunun dışında katkısız gıdalara ilginin sürekli artmasına karşın sanayide kullanılmakta olan HC üretim süreçlerinde bu türlü katkı maddelerinin kullanımı teknolojik bir zorunluluk olmaktadır. HC üretim süreçlerinde hammaddeyi hamur yapımına hazırlamak için AHC üretim sürecinden farklı olarak yüksek hacimli çok sayıda tanka ve kurutucu gibi ana donanımlara gereksinim vardır.

4.1.6.2. Hamur yapımı

AHC üretim sürecinde bütünlüğü bozularak boyutu küçültülmüş bir veya birden fazla tarımsal hammadde bir sıvı ile bir karıştırıcıda karılarak akıcı nitelikte homojen bir hamur kısa bir sürede hazırlanır. KHC üretim süreçlerinde yukarıda Bölüm 2.2.2.1 de anlatıldığı gibi hamur yapımında işletme içinde veya işletme dışında ön işlemlerden geçirilerek jelatinize edilmiş ve kurutulmuş patates pulu, patates unu vb. kullanılır. Bu nedenle adı geçen bileşenler mısır nişastası gibi yapılandırıcılar ve su ile bir yoğurucuda hamur haline getirilir. DHC üretim süreçlerinde ise ön işlemlerden geçirilmiş hammadde Bölüm 2.2.2.2 de anlatıldığı gibi bir miktar su ile öğütülerek su içeriği ayarlanır. Daha sonra bir yoğurucuda karılarak suyun homojen dağılması ve yapının oluşması sağlanır. Hamurun KHC ve DHC süreçlerinde homojen ve yoğurulabilir uygun bir kıvama gelebilmesi için AHC

üretim sürecine göre daha uzun bir süre gerekmektedir. Hamurlardaki bu yapısal farklılık HC üretim süreçlerinde daha güçlü ve gelişmiş bir yoğurucuya gereksinim duyulmasına neden olmaktadır.

AHC üretim sürecinde hamurun akıcı nitelikte olması yeterli olduğundan nem içeriği geniş bir aralıkta değişebilir. KHC ve DHC üretim süreçlerinde hamurun cipse işlenebilecek kıvamda olması için nem derişiminin dar bir aralıkta olması gerekir. Bilinen HC üretim süreçlerinde hamurun nem derişiminin gereken değerin biraz altında olması hamurda yapı oluşumunu engellediğinden ilerideki hamuru şekillendirmeye hazırlama aşamasında hamur KHC üretim sürecinde tabaka halinde açılmamakta, şekil verme aşamasında DHC üretim sürecinde kalıba doldurulup sıkıştırılmamaktadır. Nem derişiminin bu değerin biraz üstünde olması KHC üretim sürecinde şekillendirmeye hazırlama aşamasında hamurun valsere ve DHC üretim sürecinde şekil verme aşamasında kalıplara yapışmasına neden olmaktadır. Bilinen HC üretim süreçlerinde hamur şekil verme aşamasından gereken nem değerinde çıksa bile izleyen fırınlama/kızartma aşamalarına gelinceye kadar nem derişiminin de fırınlamaya/kızartmaya uygun bir şekilde korunması gerekir. Bilinen HC üretim süreçlerinde şekil verilmiş hamurun nem derişiminin uygun değerin biraz altında olması fırınlanan ürünlerin sert olmasına neden olurken, bu değerin biraz üstünde olması da kızartılan ürünlerin kabarmasına, dokusunun bozulmasına ve kızartma aşamasında fazla miktarda yağ çekmesine neden olmaktadır [Matz, 1993]. AHC üretim süreciyle karşılaştırıldığında sanayide kullanılan HC üretim süreçlerinde nem derişimi çok kritik bir önem taşımakta ve AHC üretim sürecinden farklı olarak hamur yapımı ve sonraki aşamalarda hamurun nem derişimini hızlı ve yüksek hassasiyetle çalışan bir süreç kontrol donanımına gereksinim vardır.

AHC üretim sürecinde hammaddenin hamur yapımına hazırlanması sırasında ısıl işlem uygulanması zorunlu değildir ve bu nedenle elde edilen cipsler tarımsal hammaddeye/hammaddelere özgü tat-kokuyu yapısında daha çok barındırabilmektedir. HC üretim süreçlerinde ise hammaddenin hamur yapımına hazırlanması sırasında ısıl işlem uygulanması gerekir. Isıl işlem uygulamaları tat-koku kayıplarına ve hamur yapısının zayıflayarak cipslerde istenen dokusal

özelliklerin oluşmamasına neden olmaktadır. Tat-koku ve dokunun geliştirilmesi için KHC ve DHC üretim süreçlerinde katkı maddelerinin kullanılması kaçınılmaz olmaktadır [Matz, 2003]. Katkısız gıdalara ilginin sürekli artmasına karşın HC üretim süreçlerinde katkı maddelerinin kullanımı teknolojik bir zorunluluk olmaktadır.

4.1.6.3. Hamur şekillendirme

AHC üretim sürecinde kullanıma hazır olan hamur belirli miktarlarda hacim veya kütle prensibiyle çalışan basit bir dozajlama donanımı ile kalıplara/yüzeğe akıtılarak şekillendirilir.

KHC üretim sürecinde vals takımlarında istenilen inceliğe getirilerek kullanıma hazır olan hamur bir silindir üzerine oturtulmuş “keski kalıplar” ile kesilerek şekillendirilir. Üçgen, dörtgen ve altıgen kalıpların kullanıldığı durumlarda hamurdan artık çıkmadığından geri besleme gerekli değildir. Ancak hamura yuvarlak veya oval gibi şekiller verildiğinde kesme işleminden sonra artık hamurlar bir geri besleme donanımı ile ana hamura katılarak yeniden kullanılır. Bu sürecin gerçekleşebilmesi için AHC üretim sürecinden farklı olarak ileri teknoloji ile üretilebilen ve kullanım süresi kısa olup yüksek maliyetle yenilenmesi gereken bir şekil verme donanımına, artan hamurların ana hamura katılmasını sağlayan bir geri besleme donanımına gereksinim vardır.

DHC üretim sürecinde ufalanarak kullanıma hazır hale getirilen hamur parçaları bir silindir üstüne yerleştirilmiş “dolgu kalıplar” içine doldurulup sıkıştırılarak şekil verilir. Bu sürecin gerçekleşebilmesi için AHC üretim sürecinden farklı olarak KHC üretim sürecinde olduğu gibi ileri teknoloji ile üretilebilen bir şekil verme donanımına gereksinim vardır.

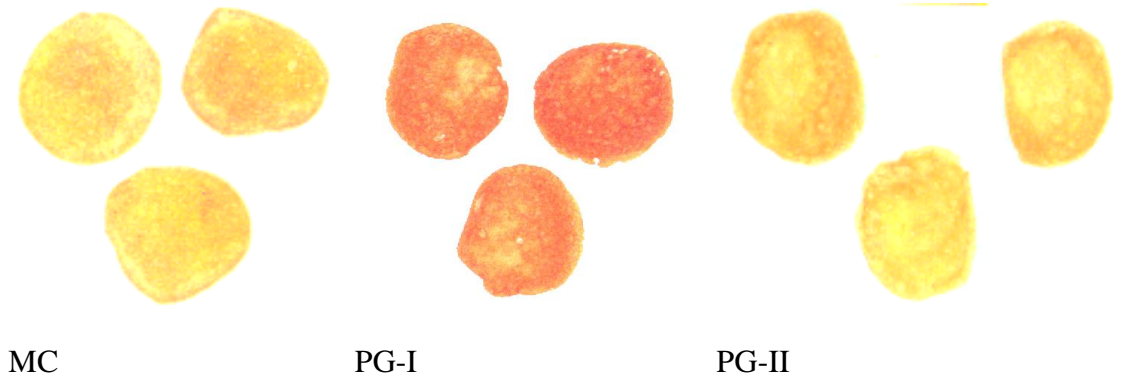
Yukarıda verilenlerden anlaşılacağı üzere AHC üretim sürecine göre sanayide kullanılan HC üretim süreçleri daha karmaşık süreç kontrolü; daha yüksek hassasiyet; daha yüksek sabit, işletme ve bakım-onarım maliyetleri; daha fazla mekan, çalışan ve donanım; daha fazla zaman gerektiren süreçlerdir. Sonuç olarak

bu farklılıklar HC üretim süreçlerinin AHC üretim süreçlerine göre daha maliyetli, uğraştırıcı, hassas ve hantal olmasına ve katkı maddesi kullanım zorunluluğundan dolayı giderek artan katkısız gıda talebi ile uyuşmamasına neden olmaktadır.

4.1.7. Akıcı Hamur Cipsi Üretim Sürecinin Mısır ve Patates Gevreği ile Test Edilmesi

AHC üretim süreci nohut cipsi üretiminin bilinen HC üretim süreçleri ile üretilmemesinden dolayı tasarlanmış ve geliştirilmiş olsa da yukarıda da söz edildiği gibi süreç farklı hammaddelerin cipse işlenmesinde kullanılabilir. Bu öngörüğü doğrulamak amacıyla AHC süreci, pazarda en çok tüketilen ürünler olan mısır cipsi ve patates gevreği üretimleri ile test edilmiştir.

AHC üretim sürecine göre bir mısır cipsi (MC) ve iki patates gevreği (PG) Bölüm 3.2.7.2 de belirtildiği şekilde hazırlanmıştır. Hammadde olarak MC için Mısır unu ve mısır nişastası, PG-I için taze patates ve mısır nişastası, PG-II için ise patates pulu ve mısır nişastası kullanılmıştır. Elde edilen örnek ürünler Şekil 4.4 te görülmektedir.



Şekil 4.4. AHC yöntemi üretilen mısır cipsi ve patates gevrekleri

Hazırlanan ürünler 10 eğitimli panelistin katıldığı 9 lu beğeni test ile değerlendirilmiştir. Panelistlerin tamamı en az gıda mühendisi derecesine sahip, gıdaların duyuşal değerlendirmesi konusunda bilgi ve deneyim sahibi ve kendilerini “cips tüketicisi” olarak tanımlayan kişilerden oluşmuştur. Panelistler kendilerine

sunulan cipsleri temel cips kalite ölçütlerinden renk, çıtırlık, sertlik, lezzet, genel beğeni ve ticari cipslere benzerlik konusunda değerlendirmişlerdir. Duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.2 de verilmiştir.

Çizelge 4.2. AHC üretim sürecine göre üretilen mısır ve patates gevreklerinin duyusal özellikleri

Duyusal Özellik	MC	PG-I	PG-II
Görsel			
Renk	6.2±2.6 ^a	3.1±1.6 ^b	6.9±1.5 ^a
Oral			
Çıtırlık	6.6±2.5 ^a	7.5±1.2 ^a	6.6±1.5 ^a
Sertlik	7.6±1.5 ^a	7.1±1.7 ^a	7.0±1.2 ^a
Mısır/Patates tadı	7.8±1.4 ^a	6.6±1.6 ^{a,b}	5.8±1.9 ^b
Ticari cipslere benzerlik	7.8±1.3 ^a	6.2±1.6 ^a	6.7±1.8 ^a
Ortalama	7.2±2.0 ^a	6.1±2.1 ^b	6.6±1.6 ^{a,b}
Genel beğeni	7.7±1.5 ^a	5.8±1.2 ^b	6.5±1.3 ^{a,b}

Aynı satırda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

MC duyusal değerlendirmede bütün kalite özellikleri açısından red edilmemiş ve 6'nın üzerinde puan alırken, sertlik, lezzet, ticari cips ürünlerine benzerlik ve genel beğeni bakımından 7 ve üzerinde puan almıştır. MC'nin 9 lu beğeni testinde bu kadar yüksek puanlar alması ürünün ticari olarak AHC yöntemi ile üretilmesi durumunda tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin güçlü bir göstergesidir. Stone ve Sidel (2009) ürün geliştirme çalışmalarında uygulanan 9 lu beğeni testlerinde 7 ve üzerinde bir beğeni derecesi almış ürünlerin ticarileştirilmeleri durumunda tüketiciler tarafından kabul edilme olasılıklarının oldukça yüksel olduğunu ifade etmektedir. Duyusal analiz sonuçları AHC üretim sürecinin mısır cipsi üretiminde başarıyla kullanılabileceğini işaret etmektedir. Sanayi ölçeğinde üretim sırasında fırınlama ve kızartma basamaklarının optimizasyonu ile duyusal özelliklerde daha da iyileşme sağlanabilir ve ürün daha da yüksek beğeni derecesine sahip olabilir.

PG-I duyuşal değerlendirmede renk açısından 3.1±1.6 puan ile ret edilirken diğer kalite özelliklerinden 5 ve üzerinde puan olarak kabul edilmiştir. PG-I çalışılan örnekler içinde renk bakımından en düşük puanı almıştır. PG-I in renk bakımından reddedilmesi kızartma sırasında esmerleşmelerinden kaynaklanmaktadır (şekil 4.4). Maillard reaksiyonları, indirgen şekerler ve serbest aminoasitlerin ısıtılması ile başlayan ve esmer renkli bileşiklerin oluştuğu bir dizi reaksiyonu tanımlamaktadır. Reaksiyonun reaktifleri olan indirgen şekerlerin ve serbest aminoasitlerin gıdadaki derişimlerinin yüksek olması üretim sırasında rengin arzu edilenden daha esmer olmasına neden olur. PG-I de esmer renk kızartma sırasında meydana gelen Maillard reaksiyonu ile oluşmuştur. PG-I % 76.5 taze patates içeren akıcı hamurdan elde edilmiştir. Rengin bu derecede esmerleşmesinin kullanılan taze patatesin indirgen şeker içeriğinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [Pedreschi vd., 2007]. Depolama koşullarına ve patatesin cinsine bağlı olarak indirgen şeker derişimi % 5 ve hatta üzerine çıkabilmektedir [Mareek ve ark, 2013]. Bölüm 2.2.1 de de belirtildiği gibi cips üretiminde indirgen şeker içeriği % 0.15 in altında, tercihen % 0.0 olan patatesler kullanılır [Gould, 2002]. Bu çalışmada kullanılan patatesler yerel bir marketten rasgele sağlanmış olup indirgen şeker içeriği bakımından incelenmemiştir. Ancak rengin duyuşal beğeniye etkileyecek kadar esmerleşmesi, kullanılan patatesin indirgen şeker içeriğinin yüksek olması nedeniyle cips üretiminde kullanılmaya uygun olmadığını göstermektedir.

PG-I in oral özellikleri duyuşal değerlendirmede 6 puan üzerinde almıştır. PG-I in renk dışındaki özelliklerinin kabul etme sınırı olan 5 puanın üzerinde alması AHC retim sürecinin taze patatesten cips üretimi için de uygun bir yöntem olabileceğini göstermektedir. İndirgen şeker içeriği düşük, cips üretimine uygun hammaddenin kullanılması, sanayi ölçeğinde üretim sırasında fırınlama ve kızartma işlemlerinin optimizasyonu ile ürünün duyuşal özelliklerinde iyileşme sağlanabilir ve ürün daha da yüksek beğeni derecesine sahip olabilir.

PG-II nin bütün kalite özellikleri değerlendiriciler tarafından 5 üzerinde puanla kabul edilmiştir. Renk bakımından üç ürün arasında en yüksek puanı 6.9±1.5 ile PG-II almıştır (p<0.05). Oral özelliklerde tad dışındaki özellikler 6 puan üzerinde

puanlarla değerlendirilmiş, ürünün en zayıf özelliği 5.8 ± 1.9 puan alan lezzeti olmuştur. Değerlendiriciler üründe patates tadı algılanmıştır ancak ürünün değerlendiricilerin beklentisini karşılama derecesi düşük olmuştur. PG-II Bölüm 3.2.7.2 de belirtildiği şekilde patates pulu, mısır nişastası ve su ile hazırlanan akıcı hamurdan üretilmiştir. Patates pulunun üretilmesi sırasında uygulanan haşlama ve özellikle kurutma işlemlerinin üründe aroma kayıplarına neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle patates pulu ve diğer kurutulmuş patates ürünlerinden cips benzeri ürünler hazırlanırken patates tadının algılanması için aroma geliştiriciler zorunlu olarak kullanılmaktadır [Hix, 2002]. PG-II nin lezzet dışındaki özelliklerinin 6.5 ve üzerinde olması AHC üretim sürecinin patates pulu ve diğer kurutulmuş patates ürünlerinden cips benzeri ürünlerin üretimine uygun olduğunu göstermektedir. Sanayi ölçeğinde üretim sırasında Hamur bileşiminin, fırınlama ve kızartma koşullarının optimizasyonu ve aroma zenginleştirici katkı maddelerinin kullanılması ile ürünün duyu özelliklerinde iyileşme sağlanabilir ve ürün daha da yüksek beğeni derecesine sahip olabilir.

Değerlendiriciler, üç ürün için de genel beğenilerini 5 in üzerinde bir puanla değerlendirmişlerdir. Başka bir deyişle ürünlerin hiçbiri değerlendiriciler tarafından reddedilmemiştir. Genel beğenide en düşük puanı 5.8 ± 1.2 ile PG-I alırken en yüksek puanı 7.7 ± 1.5 ile MC almıştır ($p < 0.05$). Değerlendiriciler üç ürün arasında renk dışındaki bütün özelliklerde en fazla MC yi beğenmişlerdir. MC ve PG-II arasında renk açısından istatistiksel olarak önemli bir farklılık ($p > 0.05$) ise bulunmamaktadır. Çıtırılık, sertlik ve ticari cipslere benzerlik bakımından üç ürün arasında istatistiksel olarak önemli bir fark algılanmamıştır ($p > 0.05$).

MC, PG-I ve PG-II nin görsel ve oral özelliklerinin aritmetik ortalamaları alınarak genel beğeni değerleriyle karşılaştırılmıştır. Her üç ürün için de hesaplanan ortalama beğeni değerleri ile algılanan genel beğeni değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamaktadır ($p > 0.05$, Çizelge 4.2). Ortalama beğeni değerleri ile genel beğeni değerlerinin paralellik göstermesi incelenen kalite özelliklerinin genel beğeni üzerine eşit ağırlıklarda etkide bulunduğunu göstermektedir. Bu durum özellikle renk bakımından en düşük puanı alan PG-I de

daha belirgindir. Değerlendiriciler renk bakımından reddettikleri ürünü oral özelliklerini ve genel durumunu dikkate aldıklarında reddetmemişler, kabul edilebilir bulmuşlardır.

Ticari ve AHC üretim sürecine göre üretilen mısır cipslerinin ve patates gevreklerinin renk ile ilgili özellikleri CIE Lab renk sisteminin bileşenleri cinsinden Çizelge 4.3 te verilmiştir. CIE Lab renk uzayının bileşenleri parlaklık (L: lightness): tonlama ve doygunluk (a, b) tur. L, bir rengin açıklığını, a (kırmızılık/yeşillik) ve b (sarılık/mavilik) ise rengi oluşturmaktadır [Pedreschi vd., 2006].

Çizelge 4.3. Ticari ve AHC üretim sürecine göre üretilen cipslerin renk ile ilgili özellikleri

	L	a	b	ΔE	Renk
Referans	77.4±3.8	9.6±7.9	69.0±4.0	-	Turuncu
MC-T	68.3±2.5 ^{b,c}	22.3±2.0 ^b	6.5±0.5 ^c	26.6±2.9 ^c	Turuncu
MC	71.2±1.7 ^b	22.9±3.4 ^b	52.8±1.9 ^a	21.9±1.8 ^c	Turuncu
PG-T	89.7±0.6 ^a	-7.7±0.1 ^d	42.0±0.4 ^b	34.3±0.2 ^b	Yeşilimsi-sarı
PG-I	64.0±3.5 ^c	36.1±3.8 ^a	48.8±3.8 ^b	35.9±4.4 ^a	Kırmızı-turuncu
PG-II	76.3±2.5 ^b	14.2±4.8 ^c	52.5±0.9 ^a	17.2±1.8 ^d	Turuncu-sarı

MC-T: Ticari mısır cipsi, PG-T: Ticari patates gevreği
Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05, n=10).

Duyusal analizde renk bakımından en düşük beğeniyi alan PG-I in rengi kırmızı-turuncu, aynı derecelerde beğenilen MC ve PG-II nin rengi ise sırasıyla turuncu ve turuncu-sarı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). AHC üretim süreciyle elde edilen örneklerin rengi ticari cipslerin renginden daha koyudur. Duyusal analizde renk bakımından en düşük beğeniyi alan PG-I in rengin açıklığını/koyuluğunu ifade eden L değeri diğer cipslerden belirgin bir biçimde düşükken, kırmızılığını ifade eden (+) a değeri belirgin bir biçimde yüksektir (Çizelge 4.3, Şekil 4.4). Diğer taraftan ΔE değeri L, a ve b değerlerinin referans bir değerden ne kadar farklı olduğunu ifade eden tek bir değerdir. Buna göre rengi referansa en fazla benzeyen cips PG-II iken en az benzeyen PG-I dir. MC nin renk ile ilgili özellikleri (L, a, b ve ΔE) ticari mısır cipsinin (MC-T) renk ile özellikleri ile

karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir ($p>0.05$, Çizelge 4.3). Diğer taraftan PG-I ve PG-II nin renk ile ilgili özellikleri ticari patates gevreğinin (PG-T) renk ile ilgili özellikleri ile karşılaştırıldığında rengin açıklığını/koyuluğunu ifade eden L değerinin PG-T de daha yüksek olduğu, başa bir deyişle renginin daha açık olduğu görülmektedir ($p<0.05$). PG-T nin a değerinin PG-I ve PG-II den farklı olarak negatif olması renkte yeşillik olduğunu gösterirken, PG-T ve PG-I in sarılığı ifade eden b değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken ($p>0.05$) PG-II in b değeri daha yüksektir ($p<0.05$).

Ticari ve AHC üretim sürecine göre üretilmiş mısır cipsi ve patates gevreklerinin kalınlık, ağırlık, su aktivitesi, nem ve yağ içeriklerine ait veriler Çizelge 4.4 te verilmiştir. Elde edilen cipslerin kalınlıkları incelendiğinde MC ve PG-II nin diğer cipslerden daha kalın olduğu görülmektedir. MC homojen gözenekli bir yapıya sahip iken PG-I ve PG-II de düzensiz hava yastıklarının oluşması özellikle PG-II nin kalınmış gibi ölçülmesine neden olmuştur. Cips ağırlıkları incelendiğinde MC nin PG-I ve PG-II den sırasıyla % 31 ve % 42 daha ağır olduğu görülmektedir. MC pişirme kaplarına 3.6 g lık porsiyonlarda tartılırken PG-I ve PG-II 3.8 g lık porsiyonlarda tartılmıştır ancak MC hamuru % 62.8 ± 5.2 oranında nem içerirken PG-I hamuru % 79.9 ± 0.2 , PG-II hamuru ise % 80.8 ± 0.2 nem içermektedir. MC hamurunun PG hamurlarına göre daha az nem içermesi nedeniyle daha az miktarlarda porsiyonlanmış olmasına rağmen elde edilen cipsler daha ağır olmuştur. Ticari ve AHC üretim sürecine göre üretilen cipslerin a_w ve % nemleri incelendiğinde a_w değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamaktadır ve yaklaşık 0.15 tir. Başlangıçta hamur nem içeriğinin düşük olması nedeniyle aynı fırınlama ve kızartma sürecinden MC PG-I ve PG-II ye göre daha düşük nem içeriğiyle çıkmıştır (Çizelge 4.4). Cipslerin yağ içerikleri karşılaştırıldığında MC nin % 28.5 ile diğer cipslerden daha düşük oranda yağ içerdiği görülmektedir (Çizelge 4.4). Bu durum cipslerin kızartıcıya farklı nem içeriklerinde girmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. MC kızartıcıya girdiğinde % 15.8 ± 0.2 oranında nem içeriyorken PG-I ve PG-II kızartıcıya sırasıyla % 28.4 ± 6.0 ve % 30.1 ± 7.3 nem içeriğinde girmiştir. Moreira vd., (1997) tortilla cipslerinde yağ emilimi üzerine fırınlama

süresinin, kızartma yağı sıcaklığının, tanecik boyutu dağılımının ve kızartma yağının özelliklerinin etkisini incelemişlerdir. Elde edilen cipslerde yağ içeriğinin kızartıcıya giriş nemi düştükçe azaldığını, başlangıç nemi yüksek olan hamurların kızartıcıya girdiklerinde nemi daha düşük olanlara göre daha az gözenekli bir yapıya sahip olduğunu, yalnızca kızartma sırasında değil soğuma sırasında absorbe edilen yağın da daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.4. Ticari cipsler ile AHC üretim sürecine göre üretilmiş mısır cipsi ve patates gevreklerinin bazı özellikleri

	Kalınlık, mm	Ağırlık, g	Su aktivitesi	Nem, %	Yağ, %
MC-T	1.95±0.37 ^b	-	0.15±0.003 ^a	3.6±1.3 ^a	36.5±0.2 ^a
MC	2.17±0.32 ^a	1.70±0.04 ^a	0.16±0.047 ^a	1.7±0.3 ^c	28.5±0.2 ^c
PG-T	1.34±0.05 ^d	-	0.15±0.021 ^a	2.9±0.7 ^b	34.0±0.1 ^b
PG-I	1.72±0.31 ^c	1.33±0.04 ^b	0.17±0.033 ^a	2.9±0.4 ^b	35.6±0.3 ^a
PG-II	2.06±0.32 ^a	1.20±0.04 ^c	0.15±0.017 ^a	3.9±0.2 ^a	31.5±0.3 ^c

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05, n=10).

Dokusal özellikler cips ve benzeri ürünlerin tüketicinin duyuusal algılamasını ve tüketici tarafından kabul edilebilirliğini belirleyen en önemli özelliklerdendir. Bu nedenle Çizelge 4.2 de cips ve benzeri ürünlerin kabul edilebilirliğine kilit rol oynayan çıtırlık ve sertliğe de yer verilmiştir. Duyusal değerlendirmede MC ve PG lerin arasında çıtırlık ve sertlik açısından istatistiksel olarak bir fark belirlenmediğinden yukarıda söz edilmişti. Ticari ve AHC üretim süreci ile elde edilen cipslerin ve gevreklerin dokusal özelliklerinin aletsel olarak değerlendirmesi ise Çizelge 4.5 te verilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen MC nin sertliği ticari mısır cipsininki ile karşılaştırıldığında daha az sert olduğu görülmektedir. Diğer taraftan PG ler ticari patates gevreğinden daha sert ölçülmüştür. MC ve PG ler karşılaştırıldığında ise MC ile PG-I in sertlikleri arasında önemli bir fark olmadığı (p>0.05) PG-II nin daha sert olduğu görülmektedir. Ancak AHC üretim sürecine göre üretilen bu üç cipsin duyuusal değerlendirmesinde sertlik bakımından beğenilere yansıyan bir farklılık

belirlenmemiştir. Bu nedenle aletsel olarak sertlikte belirlenen bu farklılığın duyuşsal olarak algılanabilecek düzeyde olmadığı düşünölmektedir.

Dayanıklılık verileri incelendiğinde bükme kuvvetine karşı en az dayanıklılığı (196±70, g mm) PG-T nin, en yüksek dayanıklılığı (439±124, g mm) ise PG-I in gösterdiği görölmektedir (Çizelge 4.5). AHC üretim sürecine göre üretilen MC ve PG lerin dayanıklılık verileri ticari cipslerin (MC-T ve PG-T) dayanıklılık verilerinden belirgin bir biçimde daha yüksektir. Başka bir deyişle ticari cipsleri deforme etmek için yapılan iş AHC üretim sürecine göre üretilen cipsleri deforme etmek için yapılan işten daha azdır.

Çizelge 4.5. Ticari cipsler ile AHC üretim sürecine göre üretilmiş mısır cipsi ve patates gevreklerinin dokusal özellikleri

	Dokusal Özellikler				
	Sertlik, g	Dayanıklılık, g mm	Çıtırılık, -	Elastikiyet, mm	Kırılgnalık, g/mm
MC-T	521±99 ^a	283±89 ^c	2±2 ^d	1.1±0.4 ^c	509±162 ^a
MC	389±102 ^b	340±72 ^b	11±3 ^a	1.9±0.7 ^{a,b}	152±43 ^c
PG-T	226±26 ^c	196±70 ^d	5±3 ^c	1.5±0.4 ^{b,c}	152±40 ^c
PG-I	359±76 ^b	345±86 ^b	17±4 ^a	2.5±0.7 ^a	193±58 ^c
PG-II	560±152 ^a	439±124 ^a	8±2 ^b	2.1±0.5 ^a	334±91 ^b

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05, n=30).

Cipslerin aletsel olarak ölçölen çıtırılıkları karşılaştırıldığında AHC üretim sürecine göre üretilen PG-I nin çıtırılığının (17±4) diğerlerinden daha yüksek olduğu olduğu görölmektedir. Ancak duyuşsal değerlendirmede AHC üretim sürecine göre üretilen cipslerin ve gevreklerin çıtırılıkları arasında belirgin bir beğeni farkı oluşmamıştır (Çizelge 4.2). Bu da aletsel olarak ölçölen çıtırılık verileri arasındaki farkın sertlik verilerinde gözlendiği gibi duyuşsal değerlendirmeye yansiyacak düzeyde olmadığı değerlendirmesini desteklemektedir.

Elastikiyet verileri incelendiğinde kırılma anında en fazla yer değiştirme PG-I ve PG-II de (2.5±0.7 ve 2.1±0.5 mm) en az yer değiştirme ise MC-T de belirlenmiştir. Ticari cipslerin ve gevreklerin (MC-T ve PG-T) elastikiyetlerinin

AHC üretim sürecine göre üretilen cipslerin elastikiyetlerinden daha düşük olduğu, başka bir deyişle daha kırılğan oldukları görülmektedir (Çizelge 4.5).

Kırılğanlık kuvvet-yol grafiğinde eğrinin eğimiyle ifade edilir ve eğim ne kadar büyük ise örneğin o kadar kırılğan olduğu anlamına gelmektedir. Çizelge 4.5 te verilen kırılğanlık değerleri incelendiğinde MC, PG-T ve PG-I in kırılğanlıkları arasında önemli bir fark olmadığı ($p>0.05$) MC-T ve PG-II den daha az kırılğan olduğu ($p<0.05$) görülmektedir. Tüm örnekler arasında en kırılğan olanlar ise ticari mısır cipsleri olarak belirlenmiştir ($p<0.05$).

Sonuç olarak AHC üretim süreci ileri sürüldüğü gibi farklı hammaddelerin cipse işlenmesine olanak sağlamaktadır. Ancak kullanılacak her bir hammadeye göre Bölüm 4.1 de ana hatları verilen yöntem modifiye edilmelidir. Yöntem farklı hammaddelerden cips pazarına yeni ürünler sağlamakla beraber farklı şekil ve lezzette ürünler sağlamaya da açıktır. AHC üretim süreci ile yapılan denemelerde red edilmeyen ve yüksek beğeni ile kabul edilen mısır cipsi ve patates gevreğinin üretilmesi, yöntemin sanayi ölçeğinde cips üretiminde kullanımpotansiyeline sahip olduğunun bir göstergesidir. Şekil 4.5 te AHC üretim sürecinin kullanılabilirliğini göstermek amacıyla üretilmiş, susamlı nohut cipsi, çikolata kaplanmış nohut cipsi ve mısır cipsi örnekleri verilmiştir. Bu denemelerin mısır cipsi ve patates gevreğinde olumlu sonuç vermiş olmasına dayanarak bu çalışmada nohut cipslerinin elde edilmesinde AHC üretim süreci kullanılmış ve bu sürece göre üretilen nohut cipslerinin özellikleri hammaddeden son ürüne kadar incelenmiştir.

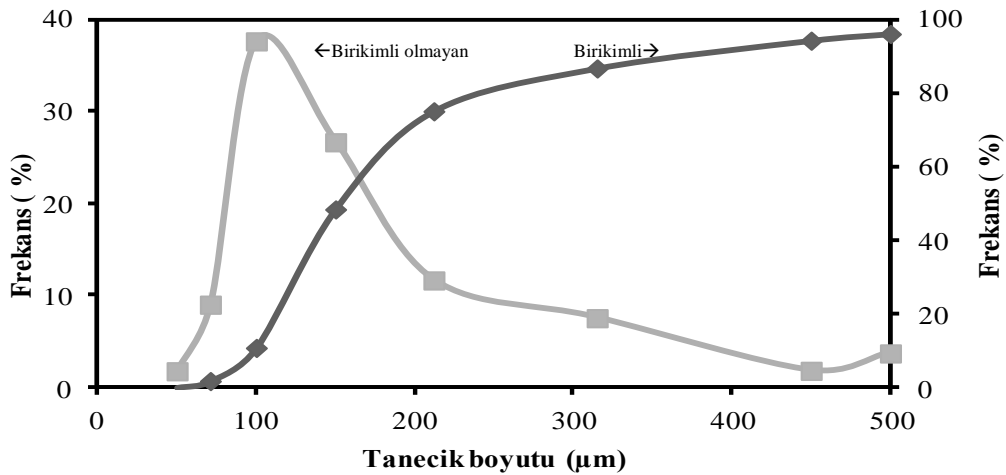


Şekil 4.5. HC üretim sürecine göre üretilmiş farklı cips örnekleri A: Susamlı nohut cipsi B: Çikolata kaplamalı nohut cipsi C: Mısır cipsi

4.2. NOHUT UNU ve AKICI HAMURUN ÖZELLİKLERİ

4.2.1. Nohut Unu Tanecik Boyutu Dağılımı

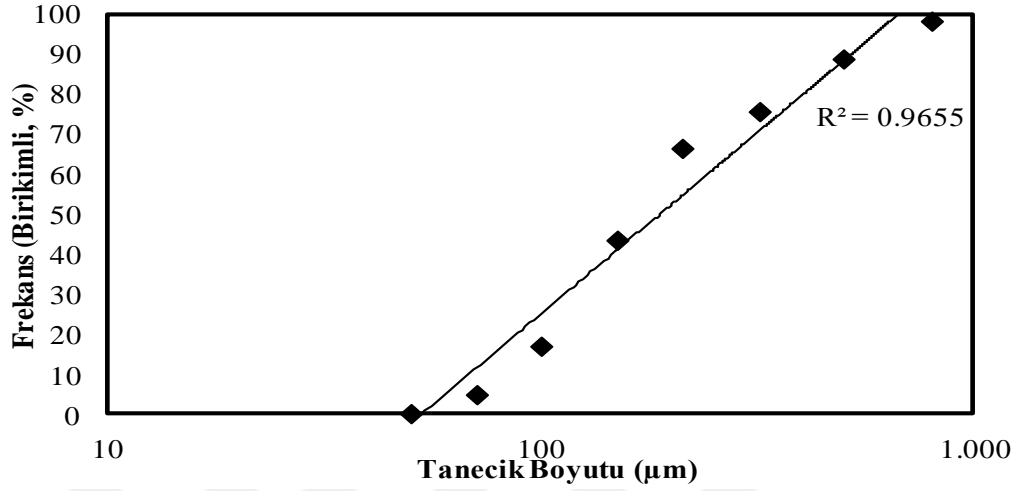
Bu çalışmada nohut ununun tanecik boyutu dağılımlarının (TBD) elde edilen hamurların akış özelliklerini, işlenebilirliklerini, kullanılacak karıştırıcı, pompa, vb. ekipmanların özelliklerini; cipslerin duysal ve dokusal özelliklerini etkileyebileceği düşünülerek dört farklı boyutta (N_I , N_{II} , N_{III} ve N_{IV}) öğütülen nohut unu kullanılmıştır. Nohut unlarının (N_I , N_{II} , N_{III} ve N_{IV}) TBD Bölüm 3.2.1 de verildiği şekilde ANSI-ASAE S319.3 (Anonim, 2000) standart test yöntemine göre belirlenmiştir. TBD belirlenirken elekler elek açıklıkları en büyük olandan en küçük olana doğru sıralanır ve sarsılır. Sarsma sırasında boyutu elek açıklığına eşit ve elek açıklığından küçük olan taneler bir alttaki eleğin üstünde toplanır. Eleme en alttaki eleğin üstünde kalan örnek miktarı sabitleninceye kadar yapılır. Sonuçta her bir eleğin üzerinde kalan örnek miktarı belirlenir ve elek açıklığına karşı grafiğe geçirilir. Bu şekilde elde edilen birikimli olmayan TBD grafikleri normal dağılım göstermez, bir yana yaslanmış görünür (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Birikimli ve birikimli olmayan tanecik boyutu dağılımı (N_{II})

Diğer taraftan birikimli TBD bir eleğin altına geçebilen veya üstünde kalan toplam örnek miktarını ifade eder ve dağılım tipik bir S eğrisi oluşturur (Şekil 4.6). Ancak tanecik boyutlarının logaritması alınırsa birikimli TBD eğrisi doğrusala yaklaşır (Şekil 4.7). Bu çalışmada birikimli TBD, elek altında kalan örnek miktarı

kullanılarak hesaplanmıştır. Nohut unu örneklerinin birikimli tanecik boyutu dağılımları Çizelge 4.6 da verilmiştir.



Şekil 4.7. Tanecik boyutunun log-normal dağılımı (NIII)

Çizelge 4.6. Nohut unu örneklerinin birikimli tanecik boyutu dağılımı (%)

N _I		N _{II}		N _{III}		N _{IV}	
Elek açıklığı, µm	%	Elek açıklığı, µm	%	Elek açıklığı, µm	%	Elek açıklığı, µm	%
25	0	50	0	50	0	71	18
36	2	71	5	71	8	100	31
50	9	100	26	100	27	150	39
71	21	150	66	150	55	212	46
100	44	212	76	212	67	315	56
150	81	315	85	315	77	500	72
212	94	450	92	500	90	800	95
250	96	500	94	800	98	1000	99

Birikimli TBD dan hesaplanan dağılım katsayısı (C_d), ortalama tanecik boyutu (OTB), yüzey alanı (YA) ve tanecik sayısı (TS) Çizelge 4.7 de verilmiştir. C_d yığındaki taneciklerin dağılım aralığını gösterir ve C_d değeri 0.5 ten küçük olan yığınların TBD nın dar bir aralıkta, 0.5 olanların normal bir aralıkta ve 0.5 ten büyük olanların da geniş bir aralıkta değiştiği kabul edilir [Patil vd, 2005]. Bu çalışmada kullanılan tüm nohut unu örneklerinde C_d değerleri 0.5 ten büyüktür. Başka bir deyişle kullanılan nohut unu örneklerinin TBD geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir ve maksimum tanecik boyutu arttıkça C_d değeri artmaktadır (Çizelge

4.7). Diğer taraftan maksimum tanecik boyutu (MTB) 250 µm den 1000 µm ye artarken OTB da büyümüş ($p<0.05$) N_{II} (500 µm) ve N_{III} (750 µm) unlarının OTB arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($p>0.05$). MTB undaki artış YA ve TS değerlerini de etkilemiş en büyük ve en küçük YA ve TD değerleri sırasıyla N_I ve N_{IV} unları için hesaplanmıştır (Çizelge 4.7). OTB de olduğu gibi N_{II} ve N_{III} unlarının YA ve TS değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.7. Nohut unu örneklerinin dağılım katsayısı (Cd): ortalama tanecik boyutu (OTB): yüzey alanı (YA) ve tanecik sayısı (TS)

	MTB, µm	C _d	OTB, µm	YAx10 ³ , cm ²	TSx10 ⁵
N _I	250	0.7 ^c	105 ^c	33 ^a	1034 ^a
N _{II}	500	0.7 ^c	155 ^b	20 ^b	272 ^b
N _{III}	750	0.8 ^b	173 ^b	18 ^b	191 ^b
N _{IV}	1000	0.9 ^a	214 ^a	13 ^c	89 ^b

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir ($p<0.05$, n=12).

4.2.2. Su Tutma Kapasitesi

Nohut unlarının su tutma kapasiteleri Bölüm 3.2.2 de anlatıldığı şekilde incelenmiş ve bulgular Çizelge 4.8 de verilmiştir. Buna göre dört nohut ununun su tutma kapasitelerinin 1.0-1.4 g su/ g km aralığında değiştiği ve tanecik boyutunun su tutma kapasiteleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Farklı boyutlara sahip nohut unlarının su tutma kapasitelerinin aynı olması nohutların öğütülmesi sırasında mekanik etkiden dolayı zedelenen nişasta oranlarının aynı olduğunu ve/veya su tutma kapasiteleri üzerinde etkide bulunacak kadar önemli bir fark oluşturmadığını göstermektedir.

Literatürde nohut ununun su tutma kapasitesinin türe, karbonhidrat ve polar aminoasit içeriğine bağlı olarak 0.71-1.3 g su/ g km aralığında değiştiği belirtilmektedir [Thushan Sanjeeva vd., 2010; Ma vd., 2011; Sreerama vd., 2012]. Bu çalışmada elde edilen su tutma kapasitesi verileri literatürde verilen sınırlar içindedir. Diğer taraftan Han vd., (2010) önjelatinize edilmiş nohut unlarının su

tutma kapasitesini 5 g su/ g km olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.8. Nohut unlarının su tutma kapasiteleri ve yardımcı madde kullanımının su tutma kapasitesi üzerine etkisi

Çözelti	Su Tutma Kapasitesi, g su/ g km			
	N _I	N _{II}	N _{III}	N _{IV}
Su	1.11±0.03 ^b	1.15±0.07 ^b	1.11±0.10 ^b	1.13±0.09 ^b
TÇ (% 1.5 k/k)+KTÇ (% 3.0 k/k)	1.23±0.06 ^a	1.18±0.11 ^{a,b}	1.35±0.10 ^a	1.26±0.12 ^a

TÇ: Tuz çözeltisi, KTÇ: Kabartma Tozu Çözeltisi
Aynı satırda ve sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05, n=6).

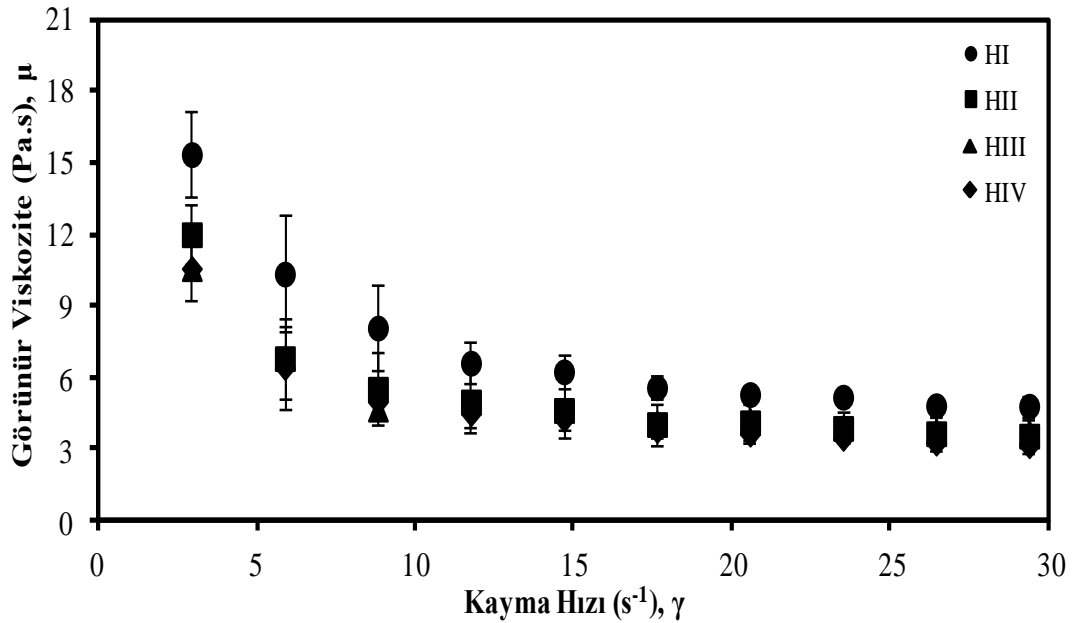
Hamura katkı maddesi olarak tuz ilave edilmesi su tutma kapasitesi üzerinde istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmazken (p>0.05) tuz ve kabartma tozu ilavesi nohut unlarının su tutma kapasitesinde % 9-10 oranında artışa neden olmuştur (p<0.05, Çizelge 4.8). Nişasta ve özellikle amiloz miktarındaki artış unların su tutma kapasitelerinde artışa neden olduğu bilinmektedir [Toyokawa vd., 1989]. Ticari kabartma tozlarının bileşiminde % 19-37 mısır nişastası bulunmaktadır. Kabartma tozu ilave edilmesi ile su tutma kapasitesinde meydana gelen bu artış kabartma tozu bileşiminde bulunan bu nişastadan kaynaklandığı düşünülmektedir [Dizlek ve Gül, 2009].

Unların su tutma kapasiteleri uygulanacak işlemlere ve son ürünün fonksiyonel ve duyusal özelliklerine etkide bulunduğu için önemlidir. Yüksek su tutma kapasitesi elde edilecek ürünün işlenebilirliğini, duyusal özelliklerini iyileştirdiği gibi daha uzun süre taze kalmasını da sağlar. Örneğin, su tutma kapasitesi yüksek unlar ekmek gibi fırıncılık ürünlerinin üretilmesinde tercih edilir. Su tutma kapasitesi yüksek bir un çorba, sos vb. ürünlerin hazırlanmasında kullanılır ise yapının oluşmasına ve arzu edilen viskozitenin sağlanmasında olumlu katkıda bulunur [Sreerama vd., 2012]. AHC üretim sürecinde de su tutma kapasitesi hamurun işlenebilirliği açısından önemli olacaktır. Ancak cips üretiminde kullanılacak her bir hammadde için farklı su tutma kapasitelerinin süreç yönetimini ve ürün özelliklerini nasıl etkilediği incelenmelidir.

4.2.3. Nohut Hamuru Akış Davranışı

4.2.3.1. Kayma Hızının Etkisi

Ortalama tanecik boyutu 105 μm ile 214 μm aralığında değişen dört farklı nohut unu ($N_{\text{I}}-N_{\text{IV}}$) ile farklı kuru madde derişimlerinde (0.55, 0.60, 0.65 ve 0.70 g km/ g su) hazırlanan nohut hamurlarının ($H_{\text{I}}-H_{\text{IV}}$) viskoziteleri üzerine kayma hızının etkisi 3 s^{-1} ile 29 s^{-1} aralığında incelenmiştir. İncelenen tüm koşullarda en yüksek ve en düşük viskozite değerleri sırasıyla 15 Pa.s ve 0.01 Pa.s olarak belirlenmiştir. Her bir hamur için belli bir kayma hızı değerine ulaşıncaya kadar hamurların viskoziteleri üssel olarak azalmış, bu noktadan sonra sabit kalmıştır. Kayma hızındaki artışa karşı viskozitede meydana gelen bu azalma eğilimi kayma-incelmesi (shear-thinning) olarak tanımlanmaktadır [Steffe, 1996]. Bu çalışmada incelenen bütün koşullarda nohut hamurları ($H_{\text{I}}-H_{\text{IV}}$) kayma-incelmesi akış davranışı göstermiştir. Şekil 4.8 de kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurlarda ($H_{\text{I}}-H_{\text{IV}}$) görünür viskozitenin kayma hızındaki artışa bağlı olarak azaldığı ve akış davranışları üzerinde kayma hızının etkisinin sınırlı olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle kayma hızı belirli bir eşik değere ulaştığında görünür viskozite kayma hızından bağımsız hale gelmektedir.



Şekil 4.8. Kayma hızının nohut hamurlarının viskozitesi üzerine etkisi (0.70 g km/g su, n=15).

Buna göre genel olarak görünür viskozite kayma hızı 21 s^{-1} e ulaşıncaya kadar kayma hızındaki artıştan etkilenmiş, bu değerden sonra kayma hızındaki artışın viskozite üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Farklı tanecik boyutları ve kuru madde derişimlerinde hazırlanan hamurların viskozitelerinin kayma hızındaki artıştan bağımsız hale geldiği kayma hızları ve bu kayma hızlarında ölçülen görünür viskozite değerleri Çizelge 4.9 da verilmiştir. Çizelge 4.10 a göre nohut hamurlarının belirtilen derişimlerde ve tanecik çapında hazırlanması durumunda reolojik açıdan yatışkın süreç koşullarına ulaşılabilmesi için 21 s^{-1} in kritik bir değer olduğu düşünülmektedir. Kritik kayma hızına ulaşıldığında belirlenen görünür viskozite verileri kuru madde derişimi arttıkça artmış ($p<0.05$) en yüksek görünür viskozite verileri 0.70 g km/g su olan hamurlarda belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Viskozitenin kayma hızındaki artıştan bağımsız duruma geçtiği kayma hızı değerleri (γ) ve bu kayma hızlarında belirlenen görünür viskozite değerleri (η)

Hamur bileşimi, g km/g su	H_I		H_{II}		H_{III}		H_{IV}	
	γ, s^{-1}	η, Pa.s	γ, s^{-1}	η, Pa.s	γ, s^{-1}	η, Pa.s	γ, s^{-1}	η, Pa.s
0.55	21 ^a	0.09 ^c	18 ^b	0.05 ^c	21 ^a	0.04 ^b	21 ^a	0.03 ^d
0.60	21 ^a	0.09 ^c	18 ^b	0.05 ^c	21 ^a	0.04 ^b	21 ^a	0.06 ^c
0.65	21 ^a	0.18 ^b	21 ^a	0.08 ^b	21 ^a	0.06 ^b	18 ^b	0.13 ^b
0.70	21 ^a	5.30 ^a	21 ^a	4.20 ^a	21 ^a	4.20 ^a	15 ^c	4.20 ^a

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir ($p<0.05$, $n=15$).

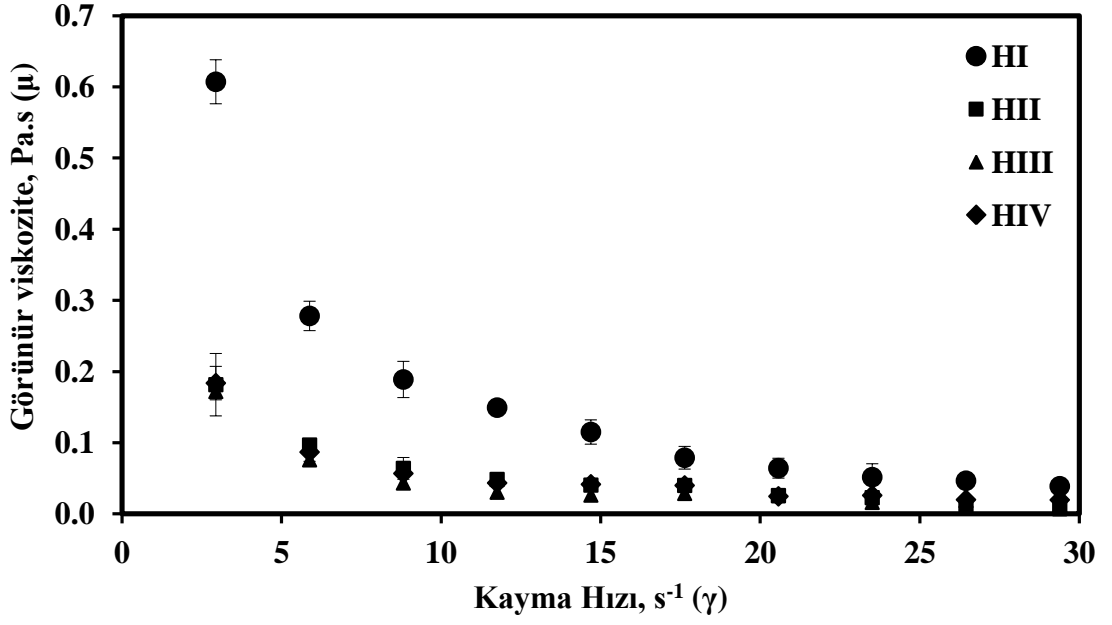
Bu çalışmada elde edilen sonuçlar nitel olarak nohut hamurlarının akış davranışları üzerine yapılmış sınırlı sayıdaki çalışma ile uyumludur [Bhattacharya vd., 1992; Ravi, 2005]. Bhattacharya vd., (1992) ortalama tanecik boyutu $97 \mu\text{m}$ ile $214 \mu\text{m}$ aralığında olan nohut unları ile hazırlanan ve kuru madde derişimi 0.43 g km/g su ile 0.92 g km/g su aralığında değişen nohut hamurlarının kayma hızı 3 s^{-1} den 1378 s^{-1} e artarken viskozitelerinin üssel olarak azaldığını belirlemişlerdir. İncelenen tüm koşullarda en yüksek ve en düşük viskozite değerlerinin 11 Pa.s ve 0.00 Pa.s olduğunu, hamurların kayma-incelmesi gösterdiğini belirtmişlerdir.

Ravi (2005) ortalama tanecik boyutu 95 μm ile 190 μm aralığında olan nohut unları ile hazırlanan ve kuru madde derişimi 0.52 g km/g su ile 0.79 g km/g su aralığında değişen nohut hamurlarının kayma hızı 5 s^{-1} den 500 s^{-1} e artarken viskozitelerinin üssel olarak azaldığını belirtmiştir. İncelenen tüm koşullarda en yüksek ve en düşük viskozite değerlerinin 3.5 Pa.s ve 0.05 Pa.s olduğu, hamurların kayma-incelmesi gösterdiği ifade edilmiştir.

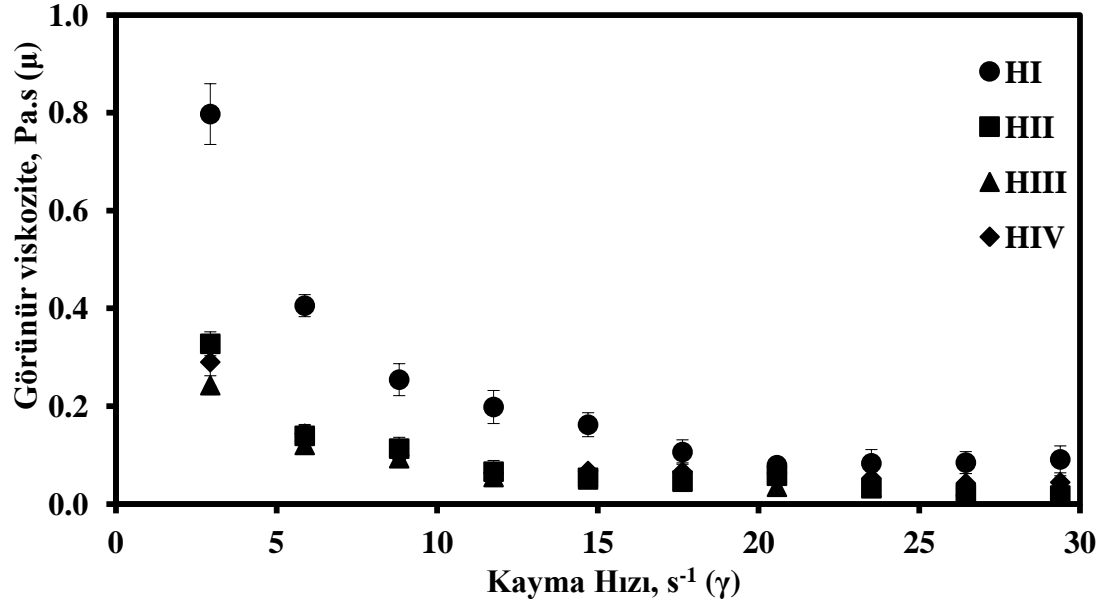
Literatürde kayma-incelmesi gösteren dispersiyonlarda kayma hızındaki artışa bağlı olarak görünür viskozitedeki azalmanın tanecikler arası kuvvetlerin zayıflaması veya kopması; taneciklerin bir yöne yönelmesi, hizalanması ve kümelenmiş taneciklerin ayrışması gibi çözelti üstüne uygulanan kuvvetlerle ilgili nedenlerden kaynaklanabileceği ve ayrıca tanecikler arası kuvvetlerin zayıflaması veya kopmasının tanecik boyutu, taneciklerin şekli ve taneciklerin sürekli faz içindeki derişimi gibi tanecik özelliklerinden etkilendiği belirtilmektedir [Schramm, 1998]. Bu çalışmada tanecikler küresel kabul edilmiş ve nohut unlarının yüzey alanı ve tanecik sayıları buna göre hesaplanmıştır. Bu nedenle nohut hamurlarının (H_I - H_{IV}) görünür viskozitelerinin kayma hızındaki artış ile azalması eğilimi üzerine tanecik özelliklerinin etkisi taneciklerin küresel olduğu varsayımıyla incelenmiştir.

4.2.3.2. Tanecik Boyutunun Etkisi

Tanecik boyutunun nohut hamurlarının (H_I - H_{IV}) viskozitesi üzerine etkisi 0.55-0.70 g km/g su derişim aralığında ve 3-29 s^{-1} kayma hızı aralığında incelenmiştir. İncelenen tüm kuru madde derişimlerinde, ortalama tanecik boyutu en küçük olan un ile hazırlanan H_I in viskozitesinin diğer unlardan hazırlanmış olan H_{II} , H_{III} ve H_{IV} den belirgin şekilde daha yüksek olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Görünür viskozite üzerinde tanecik boyutunun bu etkisi Şekil 4.9 ve 4.10 da verilmiştir. Bu fark özellikle düşük kayma hızlarında oldukça belirgin iken 15 s^{-1} den daha büyük kayma hızlarında azalmaktadır. Diğer taraftan çalışılan kayma hızlarında H_{II} , H_{III} ve H_{IV} hamurlarının viskoziteleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$, Şekil 4.9, 4.10).



Şekil 4.9. Kayma hızının nohut hamurlarının viskozitesi üzerine etkisi (0.55 g km/g su, n=15).



Şekil 4.10. Kayma hızının nohut hamurlarının viskozitesi üzerine etkisi (0.60 g km/g su, n=15).

Literatürde nohut hamurlarının akış davranışları üzerine yapılmış sınırlı sayıda çalışmada un tanecik boyutunun hamurun viskozitesi üzerine etkilerini gösteren veriler mevcuttur [Bhattacharya vd., 1992; Ravi, 2005]. Bhattacharya vd.,

(1992) tanecik boyutu küçüldükçe hamurların viskozitelerinin azaldığını belirtmişlerdir. Bu değerlendirme bu çalışma ile elde edilen verilerle uyuşmamaktadır. Diğer taraftan Ravi (2005) tanecik boyutunun nohut hamurlarının viskozitesi üzerine etkisini kuru madde derişimi 68 g km/g su olan hamurlarda incelemiş, tanecik boyutunun 165 µm den 115 µm e azalması ile viskozitenin arttığını belirtmiştir. Ravi (2005) in bulgusu bu çalışma ile elde edilenlerle benzerlik göstermektedir. Tanecik boyutunun mısır hamurlarının viskozitesi üzerine etkisini inceleyen çalışmalarda da benzer davranış gözlenmiştir [Gomez vd.,1991; Sahai vd., 2001].

Çözeltilerin akış davranışlarını inceleyen araştırmalarda en yaygın kabul gören görüş viskozitenin moleküller arası (çözücü-çözücü, tanecik-çözücü ve tanecik-tanecik) etkileşimler tarafından kontrol edildiği yönündedir [Rao, 1999]. Buna göre saf çözeltilerde çözelti-çözelti etkileşimleri viskoziteyi belirlerler. Süspansiyonlarda çözücü-çözücü etkileşimlerine ek olarak çözücü-tanecik ve tanecik-tanecik etkileşimleri de viskozite üzerinde etkilidir. Seyreltik süspansiyonlarda çözücü-tanecik etkileşimleri, derişik süspansiyonlarda ise tanecik-tanecik etkileşimleri viskozitenin belirlenmesinde daha etkili olup her iki etkileşimde meydana gelen artışla süspansiyonların akışa karşı dirençleri başka bir deyişle viskoziteleri artar [Rao, 1999].

Belirli bir hacimde ve kuru madde derişiminde hazırlanan bir süspansiyonda tanecik boyutundaki azalma, tanecik sayısında ve taneciklerin toplam yüzey alanında artışa neden olurken tanecikler arasındaki ortalama mesafenin azalmasına neden olur. Bütün bunlar tanecikler arasında fiziksel ve kimyasal etkileşimlerin ve dolayısıyla viskozitenin artması sonucunu doğurur [Rao, 1999].

Bir süspansiyondaki katı parçacıkların suyu absorbe etmediği durumda su ve kuru maddenin birbirlerinden bağımsız olduğu, suyun parçacıkların etrafında serbestçe bulunabildiği düşünülebilir. Suyun katı parçacıklar tarafından absorbe edildiğinde şişmeden dolayı parçacıkların yüzey alanının artması, serbest su miktarının azalması ve bunlara bağılı olarak da parçacıklar arasındaki etkileşimin

artması beklenmektedir. Bütün bunların yanı sıra öğütme koşullarına bağlı olarak nişasta granüllerinin zedelenmesi amiloz ve amilopektin kaybına ve ortamdaki serbest amiloz ve amilopektin miktarlarında artışa, suyun daha fazla absorplanmasına, serbest su miktarının daha da azalmasına ve sonuçta viskozitenin artmasına neden olmaktadır [Fizman ve Salvador, 2003; Xue ve Ngadi 2006].

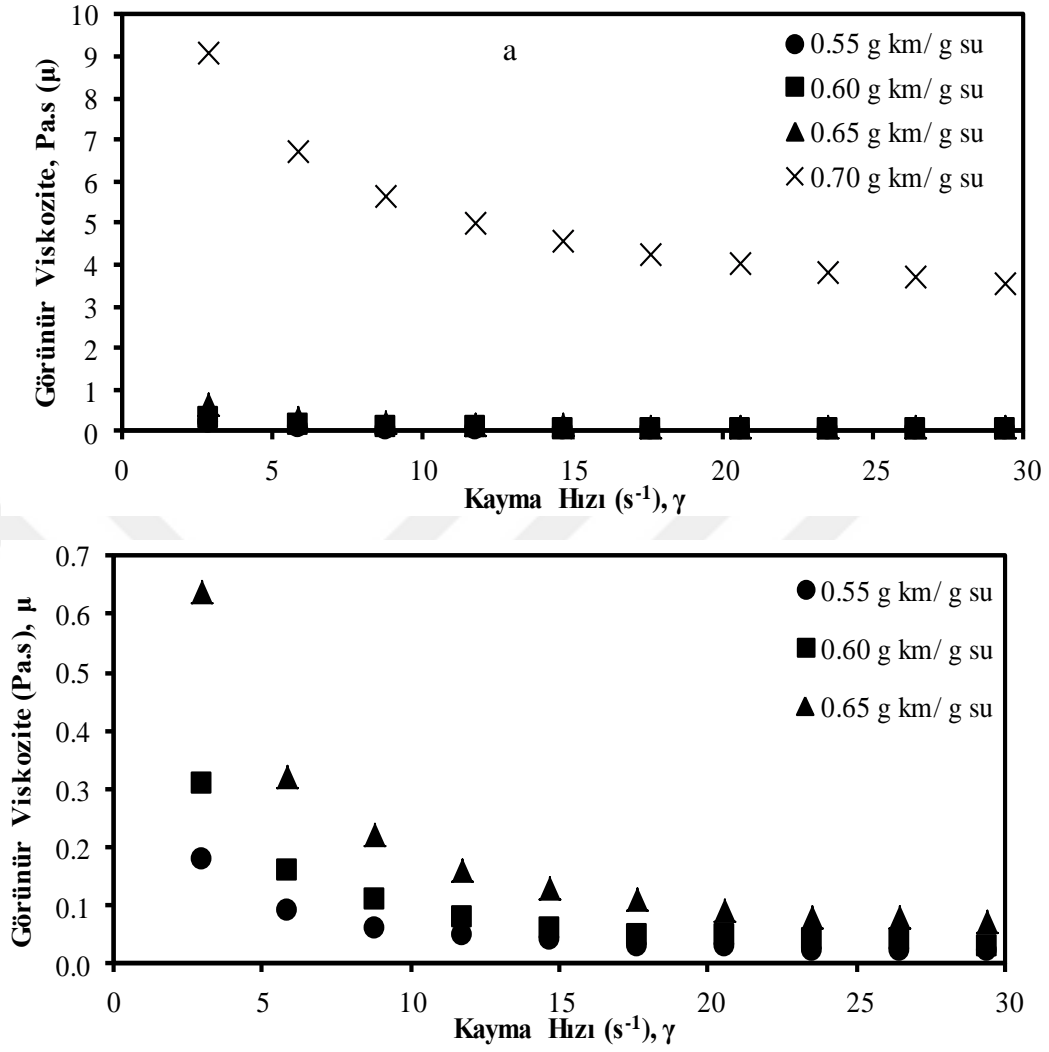
Nohut unlarının ortalama tanecik boyutunun görünür viskozite üzerindeki etkisini daha iyi ortaya koyabilmek üzere unların su tutma kapasiteleri incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.8 de verilmiştir. Buna göre nohut unlarının su tutma kapasitelerinin 1.0 g su/ g km ile 1.4 g su/ g km aralığında değiştiği ve tanecik boyutunun su tutma kapasiteleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmadığı ($p>0.05$) anlaşılmaktadır. Nohut unlarının su tutma kapasitesilerinin önemli derecede farklı olmaması nohutların öğütülmesi sırasında zedelenen nişasta oranlarının aynı olduğu veya su tutma kapasiteleri üzerinde etkide bulunacak kadar önemli bir fark oluşturmadığını da düşündürmektedir. Bu nedenle dört nohut unu örneğinin (N_I-N_{IV}) su tutma kapasitelerinin yanında şişme kapasitelerinin önemli derece farklı olmadığı aynı kuru madde derişiminde hazırlanan hamurların viskoziteleri üzerine zedelenmiş nişasta oranının aynı düzeyde etki yaptığı düşünülmektedir. Başka bir ifadeyle zedelenmiş nişasta miktarının nohut hamurlarının görünür viskoziteleri üzerinde önemli bir farklılık yaratmadığı söylenebilir.

Nohut unlarının su tutma kapasiteleri arasında önemli bir fark olmadığı dikkate alındığında tanecik boyutunun viskozite üzerindeki bu etkisinin tanecik boyutu dağılımına bağlı özelliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Başka bir deyişle H_I de aynı kuru madde derişiminde daha fazla sayıda tanecik bulunması ve taneciklerin yüzey alanlarının daha fazla olması tanecikler arasındaki etkileşimin artmasına buna bağlı olarak viskozitenin belirgin bir biçimde $H_{II}-H_{IV}$ e göre daha yüksek olmasına neden olduğu değerlendirilmektedir. Bununla birlikte H_{II} , H_{III} ve H_{IV} ün viskoziteleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmaması N_{II} , N_{III} ve N_{IV} ün tanecik sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaması ile açıklanabilir.

4.2.3.3. Derişimin Etkisi

Kuru madde derişiminin (0.55-0.70 g km/g su) nohut hamurlarının görünür viskozitesi üzerine etkisi farklı tanecik boyutlarındaki (N_I-N_{IV}) nohut unlarında 3-29 s^{-1} kayma hızı aralığında incelenmiştir (Şekil 4.11-a,b). Kuru madde derişimi 0.55 g km/g su dan 0.70 g km/g su ya artarken tüm nohut hamurlarının (H_I-H_{IV}) görünür viskoziteleri önemli derecede artmaktadır. Derişimin görünür viskozite üzerindeki etkisi küçük kayma hızlarında ($< 12 s^{-1}$) daha belirgin iken kayma hızındaki artışa bağlı olarak bu etkinin azaldığı görülmektedir (Şekil 4.11-b). Bununla beraber tüm nohut hamurlarında (H_I-H_{IV}) kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurların görünür viskoziteleri daha düşük kuru madde derişimdeki hamurların viskozitelerine göre 28-53 kat daha fazla ölçülmüştür. Bu nedenle kuru madde derişimi 70 g km/g su olan hamurların görünür viskozitelerinin diğer hamurların görünür viskozitelerine ile birlikte verilmeleri derişimin viskozite üzerine etkisinin şekil üzerinde görülmesini baskılamaktadır (Şekil 4.11-a). Derişimin görünür viskozite üzerindeki etkisinin daha belirgin biçimde gösterilebilmesi için kuru madde derişimi 0.55-0.65 g km/g su olan hamurların viskoziteleri Şekil 4.11-b de yeniden verilmiştir.

Kuru madde derişiminin artması ile nohut hamurlarının görünür viskozitesinin artmasının tanecikler arasındaki etkileşimin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde Kuru madde derişimi ile görünür viskozite arasındaki ilişkiyi inceleyen bazı çalışmalar vardır [Xue ve Ngadi, 2006; Wawro ve Kazimierczak, 2008]. Bu çalışmalara göre kuru madde derişimindeki artışa bağlı olarak belirli bir hacimdeki tanecik sayısı artmaktadır. Böylece tanecikler arasındaki ortalama mesafe azalmakta ve buna bağlı olarak da tanecikler arasındaki etkileşimler artmaktadır. Bununla beraber tanecik sayısındaki artışa bağlı olarak su daha fazla tanecik tarafından absorplanmakta ve ortamdaki serbest su miktarı azalmaktadır. Bütün bu etkiler de kuru madde miktarındaki artışa bağlı olarak viskozitede artışa neden olmaktadır [Xue ve Ngadi, 2006; Wawro ve Kazimierczak, 2008]. Aynı şekilde söz konusu etkilerin kuru madde derişimindeki artışa bağlı olarak nohut hamurlarında da görünür viskozite değerlerinde artışa neden olduğu düşünülmektedir.



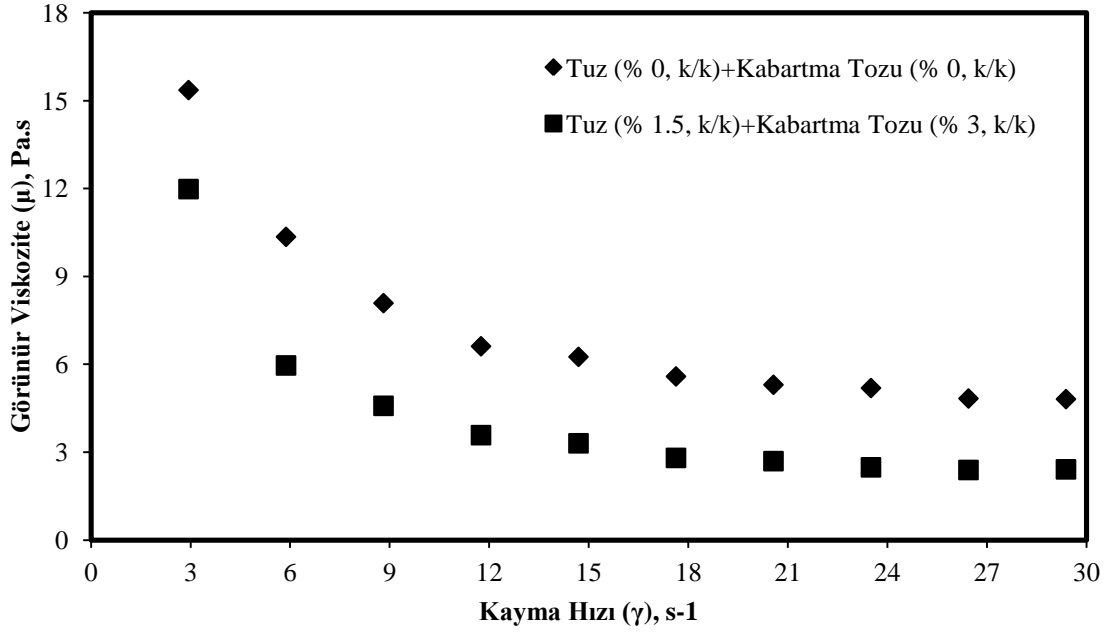
Şekil 4.11. Kuru madde derişiminin H_{II} hamurlarının viskoziteleri üzerine etkisi (n=15).

Kuru madde derişiminin nohut hamurlarının görünür viskozitesi üzerine etkisi Bhattacharya vd., (1992) ve Ravi (2005) tarafından çalışılmıştır. Bhattacharya vd., (1992) kuru madde derişimi 0.43-0.92 g km/ g su aralığında değişen nohut hamurlarında kuru madde derişiminin görünür viskozite üzerindeki etkisini tek bir kayma hızında (100 s⁻¹) incelemişlerdir. Çalışmada hamur bileşimindeki kuru madde derişimi arttıkça görünür viskozitenin artarak 0.06 Pa.s den 2.42 Pa.s ye ulaştığını belirtmişlerdir. Ravi (2005) çalışmasında görünür viskozite üzerine kuru madde derişiminin etkisini 0.52-0.79 g km/ g su aralığında benzer şekilde bir kayma hızında (100 s⁻¹) incelemiştir. Benzer şekilde kuru madde derişimi arttıkça görünür viskozitenin arttığını, 0.39 Pa.s den 3.10 Pa.s ye ulaştığını belirlemiştir. Nohut

hamurlarında kayma hızının görünür viskoziteyi nasıl etkilediği Bölüm 4.4.1 de belirtilmişti. Bahattacharya vd., (1992) ve Ravi (2005) tarafından yapılan çalışmalarda kuru madde derişiminin görünür viskozite üzerindeki etkisi incelenirken bu çalışmada uygulanan kayma hızlarının ($3-29 \text{ s}^{-1}$) çok üzerinde bir kayma hızında (100 s^{-1}) çalışılmıştır. Buna rağmen kuru madde derişimi 0.65 g km/g su ya kadar olan nohut hamurlarında 3 s^{-1} de ölçülen görünür viskozite değerleri Bahattacharya vd., (1992) ve Ravi (2005) tarafından rapor edilen verilerle karşılaştırılabilirken 29 s^{-1} de ölçülen değerler aynı araştırmacılar tarafından rapor edilenlerden daha düşüktür. Ölçümler arasındaki bu farklılık örnek hazırlama yöntemleri ve tanecik boyutu dağılımları arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada nohut cipleri % 1.5 tuz (k/k) ve % 3 kabartma tozu (k/k) ilave edilerek hazırlanmıştır. Bu nedenle nohut hamurlarının bileşimine ilave edilen katkı maddesinin (% 1.5 tuz (k/k) + % 3 kabartma tozu (k/k)) görünür viskozite üzerine etkisi incelenmiştir. Bu etki tüm tanecik boyutlarında görünür viskozitenin en yüksek belirlendiği kuru madde derişimi olan 0.70 g km/g su olan hamurlarda ($H_{I}-H_{IV}$) $3-29 \text{ s}^{-1}$ kayma hızı aralığında incelenmiş, H_I hamurlarının görünür viskozitesi bu etkiye örnek olarak Şekil 4.12 de verilmiştir. Katkı maddesi ilave edilen hamurların viskoziteleri sade hamurlarda olduğu gibi kayma hızındaki artıştan etkilenmiş ve kayma incilmesi göstermiştir (Şekil 4.12). Bununla beraber kayma hızının görünür viskozite üzerindeki etkisi katkı maddesi içeren hamurlarda da sade hamurlarda olduğu gibi sınırlı olmuştur. Sade hamurlarda olduğu gibi katkı ilave edilen hamurlarda da kayma hızı 20 s^{-1} ulaşıttan sonra görünür viskozite kayma hızındaki artıştan bağımsız hale geçmektedir. Buna göre katkı maddesi ilave edilerek hazırlanan farklı tanecik boyutlarındaki nohut unlarında kayma hızı ulaşıttan sonra kayma hızındaki artışın viskozite üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Hamur bileşimine bir katkı maddesinin eklenmesi H_I hamurlarının görünür viskozitesi üzerine etkisi Şekil 4.12 de verilmiştir. Şekil 4.12 incelendiğinde görünür viskozite katkı maddesi ilavesi ile önemli ölçüde düşmüştür ($p<0.05$).



Şekil 4.12. Katkı maddesi ilavesinin nohut hamurlarının görünür viskozitesi üzerine etkisi (H_I , 0.70 g km/g su, n=15).

Nohut unlarının farklı çözeltilerdeki su tutma kapasiteleri Bölüm 4.2 de açıklanmış, sade ve katkılı nohut unlarının ($N_{I-N_{IV}}$) su tutma kapasiteleri üzerine tanecik boyutunun önemli bir etkisi olmadığı ($p < 0.05$) bununla beraber hamura katkı maddesi ilavesi nohut unlarının su tutma kapasitesinde % 9-10 oranında artışa neden olduğu ($p < 0.05$, Çizelge 4.8) ifade edilmişti. Bununla beraber su tutma kapasitesi ile viskozite arasındaki ilişki Bölüm 4.3.2 de açıklanmış, su tutma kapasitesinin farklı tanecik boyutundaki unlardan elde edilen hamurların görünür viskoziteleri arasındaki farkı ortaya koymaya yardımcı olmadığı ifade edilmişti. Tuz ve kabartma tozu ilave edilmesi durumlarında su tutma kapasitesinin % 9-10 oranında artması ortamdaki serbest su miktarında azalmaya neden olmasına rağmen sade hamurlara göre görünür viskozitenin azalmasına neden olmuştur. Suyun tuz ve kabartma tozu bileşiminde bulunan tuzlar tarafından bağlanması taneciğin yapısında bulunan nişasta ve protein gibi kompleks polimerler tarafından absorplanan su miktarını kısıtlamış olabilir. Bu da katkı maddesi ilave edilen hamurlarda taneciklerin yüzey alanlarının sade hamurlardakilere göre daha küçük olmasına, tanecikler arası etkileşimlerin sınırlandırılmasına neden olmuş olabilir [Ravi, 2005]. Tuzların görünür viskozite üzerinde benzer etkileri buğday, pirinç, mısır vb. unlar için daha önce de rapor edilmiştir [Wagner vd., 1992; Xue ve Ngadi, 2005]. Xue ve Ngadi (2005) buğday,

mısır, pirinç ve bunların karışımlarından oluşan unlardan elde edilen hamurların viskozitelerinin % 2.5 düzeyinde tuz ilave edilmesiyle düştüğünü, bu durumun tuzun suyu bağlama etkisinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Ravi (2005) tuz derişiminin (% 0-3, k/k) nohut hamurlarının viskozitesi üzerine etkisini incelemiş, tuz derişimindeki artışa bağlı olarak viskozitenin azaldığını belirtmiştir. Aynı çalışmada tuzların nohut hamurlarının viskoziteleri üzerindeki bu etkisini nohut proteinlerinin yaklaşık % 67 sini oluşturan ve tuzlu çözeltilerde çözünür olduğu bilinen globulinin çözünen miktarındaki artışla ilişkilendirmiştir. Proteinlerin çözünerek sürekli faza dahil olmaları ile çözünmeyen madde derişiminin azalması ve buna bağlı olarak moleküller arası etkileşimin ve sonuç olarak viskozitenin düşmüş olabileceğini belirtmiştir. Benzer bir etki bu çalışmada incelenen nohut hamurlarının viskozitelerinde düşüşe neden olduğu düşünülmektedir.

4.2.4. Nohut Hamurlarının Akış Davranışlarına Model Uyumlarının İncelenmesi

Nohut hamurlarının kayma-incelmesi gösterdiği, buna bağlı olarak plastiğimsi veya plastik akış davranışı gösterdiği Bhattacharya vd., (1992) ve Ravi (2005) tarafından ifade edilmiştir. Bhattacharya vd., (1992) plastiğimsi davranış için Power Law ve plastik davranış için Herschel-Bulkley modellerinin nohut unu dispersiyonları için elde ettikleri verilere uyumunu incelemişlerdir. Herschel-Bulkley modelinin verilere daha iyi uyum sağladığını ve bu nedenle “akma gerilmesi olan (yield stress) plastik davranış” gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ravi (2005) plastiğimsi davranış için Power Law ve Cross modellerinin, plastik davranış için Herschel-Bulkley modelini nohut hamurları için elde ettiği verilere uyumunu incelemiştir. Cross modelin verilere uyumunun diğerlerinden daha iyi olduğunu ve dolayısıyla hamurların “plastiğimsi davranış” gösterdiğini belirtmiştir.

Önceki çalışmalarda kayma-incelmesi gösteren nohut dispersiyonlarının akış davranışları plastik veya plastiğimsi olarak tanımlandığından bu çalışmada nohut hamurlarının akış davranışları her iki durum için de incelenmiştir. Plastiğimsi davranış için daha fazla bilgi sağlama amacıyla Cross modelin, plastik davranış için Herschel-Bulkley modelin verilere uyumu incelenmiştir, (Eşitlik 3.12 ve 3.13).

$$\eta = \eta_{\infty} + \frac{\eta_0 - \eta_{\infty}}{1 + (C \dot{\gamma})^m} \quad 3.12$$

η : Viskozite, Pa.s; $\dot{\gamma}$: Kayma hızı, s^{-1} ; η_{∞} : Sonsuz kayma viskozitesi, Pa.s; η_0 : Sıfır kayma viskozitesi, Pa.s; C: Cross zaman sabiti, s; m: Cross oran sabiti, birimsiz.

$$\eta = \frac{\sigma_0}{\dot{\gamma}} + K \dot{\gamma}^{(n-1)} \quad 3.13$$

η : Viskozite, Pa.s; $\dot{\gamma}$: Kayma hızı, s^{-1} ; σ_0 : Akma gerilmesi, Pa; K: Kıvam indeksi (Pa.s)ⁿ; n: Akış davranış indeksi, birimsiz.

Cross ve Herschel-Bulkley modellerine ait değişkenler H_I , H_{II} , H_{III} ve H_{IV} hamurları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bölüm 4.6.2 de verildiği gibi H_{II} , H_{III} ve H_{IV} hamurlarının viskoziteleri arasında fark olmaması nedeniyle bu üç hamur için belirlenen katsayılarının ortalaması kullanılmıştır. H_I hamuruna ve H_{II-IV} hamurlarına ait Cross modeli katsayıları Çizelge 4.10 da verilmiştir.

Çizelge 4.10. H_I ve H_{II-IV} hamurları için Cross modeli katsayıları

Hamur bileşimi, g km/g su	η_{∞} , Pa.s		η_0 , Pa.s		1/C, s^{-1}		m		R^2	
	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}
0.55	0.0 ^b	0.0 ^b	170 ^{ac}	104 ^d	0.010 ^c	0.005 ^c	1.00 ^a	0.99 ^a	0.989	0.985
0.60	0.0 ^b	0.0 ^b	180 ^c	132 ^c	0.012 ^c	0.006 ^c	0.99 ^a	0.96 ^a	0.994	0.986
0.65	0.0 ^b	0.0 ^b	217 ^b	173 ^b	0.026 ^b	0.011 ^b	0.99 ^a	0.99 ^a	0.945	0.989
0.70	2.4 ^a	1.1 ^a	310 ^a	191 ^a	0.056 ^a	0.014 ^a	0.78	0.65 ^b	0.998	0.969

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05, n=15).

Cross modeli viskoziteyi kayma hızının bir fonksiyonu olarak tanımlamaktadır. Modele göre plastiğimsi davranış gösteren akışkanlarda çok düşük

kayma hızlarında akışkan Newton tipi ($\eta = \eta_0$) akış davranışı göstermektedir. Kayma hızının artmasıyla viskozite üssel olarak azalmakta ve bunu yüksek kayma hızlarında ikinci Newton tipi ($\eta = \eta_\infty$) akış davranışı izlemektedir [Steffe, 1996].

Cross modelde η_0 birinci Newton bölgesinde akışkanın viskozitesini ifade eder, ve süspansiyon ve emülsiyonların kararlılığının bir ölçüsüdür. $1/C$ birinci Newton bölgesinin bittiği kayma hızını ifade eder ve bu değerden sonra akışkanın viskozitesi kayma hızının bir fonksiyonudur. m ise akışkanın kayma hızındaki artışa ne derecede duyarlı olduğunu ifade eder. m değeri 0 değerine yaklaştıkça kayma hızına duyarlılık azalır ve Newton tipi akış davranışına yaklaşır; m değeri 1 e yaklaştıkça kayma hızına duyarlılık artar ve Newton tipi akış davranışından uzaklaşır. η_∞ da yüksek kayma hızlarında akışkanın ulaşabileceği en düşük viskoziteyi tanımlar [Steffe, 1996].

Cross modeli değişkenleri incelendiğinde (Çizelge 4.10) η_∞ değeri kuru madde derişimi 0.55 g km/g su 0.65 g km/g su aralığında olan tüm hamurlar için (H_I , H_{II-IV}) 0.0 Pa.s olarak belirlenirken kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurlarda (H_I , H_{II-IV}) sırasıyla 2.4 ve 1.1 Pa.s olarak belirlenmiştir. Bu da kuru madde derişimi 0.55-0.65 g km/g su olan tüm hamurlar için (H_I , H_{II-IV}) yüksek kayma hızlarında nohut hamurlarının görünür viskozitelerinin kuru madde derişiminden ve tanecik boyutundan bağımsız hale geçtiğini göstermektedir. Bununla beraber kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurların η_∞ değerleri daha düşük kuru madde derişimlerinde hazırlanan hamurlardan daha yüksektir ($p<0.05$). Ayrıca 0.70 g km/g su kuru madde derişiminde H_I hamurunun η_∞ değeri H_{II-IV} hamurununkinden belirgin bir biçimde daha yüksektir ($p<0.05$). Bu da görünür viskozitesi belirgin bir biçimde daha yüksek olan kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan H_I hamurları için beklenen bir sonuçtur.

Kuru madde derişimi arttıkça η_0 değeri H_I hamurlarında 170 Pa.s den 310 Pa.s ye H_{II-IV} hamurlarında 104 Pa.s den 191 Pa.s ye artmıştır. Başka bir deyişle kuru madde derişimindeki artışa bağlı olarak nohut hamurlarının birinci Newton bölgedeki viskoziteleri artış göstermektedir ve η_0 değeri tüm kuru madde derişimlerinde H_I

hamurlarında H_{II-IV} hamurlarına göre daha yüksektir ($p<0.05$). Bu durum H_I hamurlarının tüm kuru madde derişimlerinde, en düşük kayma hızında (3 s^{-1}) H_{II-IV} hamurlarına göre görünür viskozitesinin daha yüksek olmasıyla uyumludur.

$1/C$ değerinin kuru madde derişiminin artmasıyla arttığı ve H_I hamurlarında H_{II-HIV} hamurlarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. $1/C$ değerinin göreceli olarak daha yüksek olması birinci Newton bölgesinin daha uzun sürdüğü, kayma-incelesinin başlaması için daha yüksek kayma hızlarının uygulanması gerektiği anlamına gelmektedir. Diğer taraftan elde edilen $1/C$ değerleri uygulamada ihmal edilebilecek kadar küçük olması birinci Newton bölgesinin çok kısa sürdüğünü, göstermektedir. Başka bir deyişle görünür viskozitenin yüksek olduğu hamurların birinci Newton bölgesinin daha uzun sürdüğü, ve kararlılıklarının daha yüksek olduğu söylenebilir.

Kuru madde derişimi $0.55-0.65 \text{ g km/g}$ su olan hamurlarda m değerlerinin 1 e çok yakın olması (Çizelge 4.10) hamurların kayma hızındaki artışa çok duyarlı olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurlarda m değeri H_I ve H_{II-HIV} hamurları için sırasıyla 0.78 ve 0.65 olarak belirlenmiştir ve bu da daha düşük kuru madde derişimindeki hamurlara göre bu hamurların daha kararlı olduğu, kayma hızındaki artıştan göreceli olarak daha az etkilendiği anlamına gelmektedir. $1/C$ ve m değerleri birlikte ele alındığında kuru madde derişimi düşük olan hamurlarda 0 a yaklaşan $1/C$ değerine karşılık m değerinin 1 e yaklaşması hamurların kararsızlıklarındaki artışı, başka bir deyişle kayma hızındaki artışa bağlı olarak hamurun hızla incelendiğinin göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Ravi (2005) kuru madde derişimi $0.52-0.79 \text{ g km/g}$ su aralığında değişen nohut hamurlarında Cross modelin akış davranışlarına uyumunu incelemiş, verilere çok iyi uyum sağladığını ($R^2=0.99$) belirtmiştir. Çalışmada incelenen kuru madde derişimlerinde η_∞ değeri sıfır kabul edilmiş, η_0 değeri Desi tipi nohut için $400-4220 \text{ Pa.s}$ ve Kabuli tipi nohut için $545-4127 \text{ Pa.s}$, m değeri Desi tipi nohut için $0.13-0.29$ ve Kabuli tipi nohut için $0.08-0.22$ belirlenmiştir. Diğer taraftan kuru madde

derişimindeki artışa bağılı olarak 1/C değerinin azaldığı, Desi tipi nohut için 109-44 s⁻¹ ve Kabuli tipi nohut için 105-55 s⁻¹ aralığında değiştigi ifade edilmiştir. Çalışmada η_0 değerinin artmış olmasına rağmen 1/C değerinin bu eğilimi beklenmedik bir durumdur. Çizelge 4.12 de verilen Cross modeli değişkenleri 1/C değerleri dışında Ravi (2005) tarafından rapor edilenlerle uyumlu görünmemekle beraber η_0 değerlerinin daha düşük, m değerlerinin daha yüksek olması bu çalışmada hazırlanan nohut hamurlarının daha kararsız ve kayma hızındaki artışa çok daha fazla duyarlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.11. H_I ve H_{II-IV} hamurları için Herschel-Bulkley modeli değişkenler

Hamur bileşimi, g km/g su	σ_0 , Pa		n		K, (Pa.s) ⁿ		R ²	
	H _I	H _{II-IV}	H _I	H _{II-IV}	H _I	H _{II-IV}	H _I	H _{II-IV}
0.55	0.7 ^c	0.1 ^c	0.01 ^d	0.03 ^d	1.0 ^c	0.4 ^c	0.989	0.972
0.60	0.6 ^c	0.3 ^c	0.01 ^d	0.06 ^c	2.1 ^b	0.5 ^c	0.944	0.986
0.65	3.9 ^b	1.2 ^b	0.02 ^b	0.10 ^b	2.1 ^b	0.9 ^b	0.945	0.989
0.70	23.8 ^a	14.8 ^a	0.70 ^a	0.76 ^a	10.4 ^a	6.6 ^a	0.997	0.987

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05, n=15).

Herschel-Bulkley modeli akma gerilmesine sahip kayma-incelmesi davranışlarının (plastik akış) tanımlanmasında kullanılmaktadır. Modelde σ_0 emülsiyon ya da süspansiyon halindeki akışkanlarda yapının bozularak viskozitede belirgin bir azalmanın meydana gelmesi için uygulanması gereken en düşük kuvveti yani akma gerilmesini ifade etmektedir. Akış davranış indeksi, n, kayma-incelmesi gösteren akışkanlarda 1 den küçüktür. Akış davranış indeksinin 1 e yaklaşması akışkanı Bingham plastik davranışına yaklaştırırken, 0 a yaklaştıkça akışkanın viskozitesinin kayma hızındaki artışa duyarlılığı artar. K, kıvam indeksi, kayma-incelmesinin gözleendiği tüm kayma hızlarında akışkanın viskozitesini tanımlamaktadır (Steffe, 1996).

H_I hamuruna ve H_{II-IV} hamurlarına ait Herschel-Bulkley modeli katsayıları Çizelge 4.11 de verilmiştir. Herschel-Bulkley modeline göre hamurların akma gerilmesi kuru madde derişimi 0.55 g su ve 0.60 g km/g su olan hamurlar için

oldukça düşük olup en yüksek değeri 0.70 g km/g su hamurlar için belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Başka bir deyişle görünür viskozitenin yüksek olduğu H_I hamurlarında H_{II-IV} hamurlarına göre ve kuru madde derişimi yükseldikçe akma gerilmesi değerleri de büyümektedir. Akma gerilmesinin yüksek olması hamur katı parçacıkların daha sıkı konumlandığını ve hamurun daha viskoz bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Akış davranış indeksi, n , kuru madde derişimi 0.55-0.65 g km/g su olan hamurlarda 0 a oldukça yakındır (Çizelge 4.11). Bu da bu hamurların kayma hızındaki artışa çok duyarlı olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan kuru madde derişimi 0.70 g km/g su hamurlar (H_I ve H_{II-IV}) için n değeri 0.70 ve 0.76 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Bu da bu hamurların daha düşük kuru madde derişimindeki hamurlara göre kayma hızındaki değişime daha az duyarlı olduğu anlamına gelmektedir. Herschel-Bulkley modelin n değerleri hamurların kayma hızındaki değişime duyarlılıkları konusunda Cross modelin m değerleri ile aynı bilgileri sağlamaktadır.

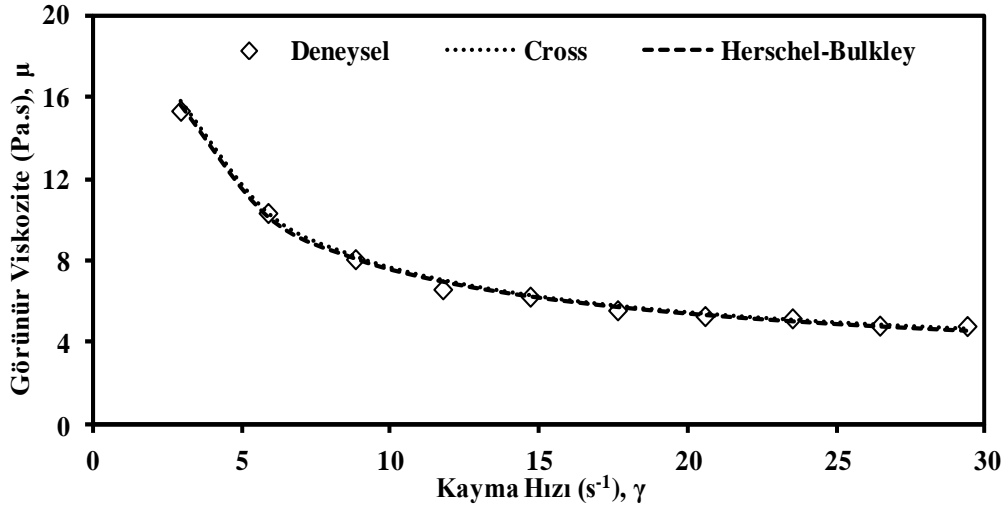
Kıvam indeks değerinin, K , hamurların kuru madde derişiminden nasıl etkilendiği incelendiğinde kuru madde derişimi 0.55-0.65 g km/g olan hamurların kıvam indeklerinin karşılaştırılabilir ve 0.70 g km/g olan hamurlarınkinden oldukça düşük olduğu ($p<0.05$) görülmektedir (Çizelge 4.11). Ayrıca H_I hamurlarının kıvam indeks değerleri $H_{II-H_{IV}}$ hamurlarınkinden daha yüksektir ($p<0.05$). Başka bir deyişle H_I hamurları $H_{II-H_{IV}}$ hamurlarından daha kıvamlıdır.

Ravi (2005) kuru madde derişimi 0.52-0.79 g km/g su olan nohut hamurlarının akış davranışlarına Herschel-Bulkley modelinin uyumunu incelemiştir. Akma gerilmesinin Desi ve Kabuli tipi nohutlarda kuru madde derişimi arttıkça arttığını, sırasıyla 2.0-5.5 Pa.s ve 3.0-9.6 Pa.s aralığında değiştiğini belirtmiştir. Benzer şekilde kıvam indeksinin kuru madde derişimindeki artışa bağlı olarak arttığını, Desi tipi nohutlarda 2.0-17 (Pa.s)ⁿ aralığında olduğu ve Kabuli tipi nohutlarda 2.7-27 (Pa.s)ⁿ, akış davranış indeksinin azaldığı, her iki tip nohut için 0.52-0.48 aralığında değiştiğini ifade etmiştir. Ancak hem akma gerilmesi hem de

kıvam indeksi için belirtilen bu değerlerin birimleri modelde tanımlananlardan farklıdır. Farklılıklar yazım yanlışlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle Ravi (2005) tarafından rapor edilen Herschel-Bulkley modeli katsayıları Çizelge 4.13 te verilen değerlerle karşılaştırılamamıştır.

Bhattacharya vd., (1992) ortalama tanecik boyutu 97 μm ile 214 μm aralığında olan nohut unları ile hazırlanan ve kuru madde derişimi 0.43 g km/g su ile 0.92 g km/g su aralığında değişen nohut hamurlarının kayma hızı 3 s^{-1} den 1378 s^{-1} e artarken hamurların akış davranışlarına Herschel-Bulkley modelinin uyumunu incelemiştirlerdir. Akma gerilmesinin tanecik boyutu ve kuru madde derişimi arttıkça arttığını, 0.24-14.28 Pa.s aralığında değiştğini, kıvam indeksinin ise 0.04-4.49 $(\text{Pa.s})^n$ aralığında değiştğini ifade etmişlerdir. Ayrıca akış davranış indeksinin tanecik boyutu ve kuru madde derişimi arttıkça azaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada Herschel-Bulkley modeli katsayılarının kuru madde derişimindeki artışa bağlı olarak gösterdiği yönelim Bhattacharya vd., (1992) tarafından rapor edilenle benzerlik göstermekle birlikte tanecik boyutunun etkisi ters yöndedir.

Kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan H₁ hamuru için ölçülen viskozite değerleri ile Cross ve Herschel-Bulkley modelleri ile hesaplanmış değerler Şekil 4.13 te örnek olarak verilmiştir. Çalışılan tüm koşullarda her iki model de verilere yüksek uyum göstermiştir ($R^2=0.94-1.00$). Deneysel verilerle hesaplanmış değerler arasındaki bağlı hata belirlenmiş ve kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu (<% 10), ayrıca hesaplanmış değerlerin deneysel verilerin etrafında rastgele dağıldığı, belli bir yönelim göstermediği gözlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Cross ve Herschel-Bulkley modellerinin nohut hamurlarının akış davranışlarına uyumu (H_I , 0.70 g km/g su).

Bu çalışmada hem sayısal hem de fiziksel uyumların benzerlikleri dikkate alındığında Cross ve Herschel-Bulkley modelleri tüm tanecik boyutları ve kuru madde derişimleri için deneysel verilere çok iyi uyum göstermiştir.

Cross ve Herschel-Bulkley modellerine ait katsayılar Bölüm 4.3.5 de verildiği gibi H_I , H_{II} , H_{III} ve H_{IV} hamurları için ayrı ayrı hesaplanmış, H_{II} , H_{III} ve H_{IV} hamurlarının viskoziteleri arasında fark olmaması nedeniyle bu üç hamurun katsayılarının ortalama değerleri alınmış ve bu değerler kullanılmıştır. Kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan sade ve katkılı H_I ve H_{II-IV} hamurları için belirlenen model değişkenleri Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13 te katkısız nohut hamurlarıyla karşılaştırmalı bir şekilde örnek olarak verilmiştir verilmiştir.

Çizelge 4.12. Katkı maddesi ilave edilmiş H_I ve H_{II-IV} hamurları için Cross modeli katsayıları (0.70 g km/g su)

Hamur bileşimi, g km/g su	η_{∞} , Pa.s		η_0 , Pa.s		$1/C$, s ⁻¹		m		R^2	
	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}
Sade	2.4 ^a	1.1 ^a	310 ^a	191 ^b	0.056 ^b	0.014 ^b	0.78 ^b	0.65 ^b	0.998	0.969
Tuz+Kabartma Tozu	1.0 ^b	1.0 ^a	300 ^a	300 ^a	0.112 ^a	0.049 ^a	1.00 ^a	0.92 ^a	0.994	0.995

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).

Cross modeli katsayıları incelendiğinde (Çizelge 4.12) sade hamurların

sonsuz kayma viskozitelerinin (η_{∞}) H_I hamurlarında katkılı olanlara göre daha yüksek olduğu H_{II-IV} hamurlarında ise değişmediği ($p<0.05$) sıfır kayma viskozitesinin (η_0) H_I hamurlarında katkı maddesi eklenmesinden etkilenmediği ($p>0.05$) H_{II-IV} hamurlarında ise katkı maddesi ilave edilmesiyle arttığı ($p<0.05$) görülmektedir. $1/C$ değeri hamura katkı maddesi eklenmesi ile artmıştır ($p<0.05$). $1/C$ değerinin göreceli olarak daha yüksek olması birinci Newton bölgenin daha uzun sürdüğü, kayma incelmesinin başlaması için daha yüksek kayma hızlarının uygulanması gerektiğini göstermektedir. Diğer taraftan Bölüm 4.3.5 de belirtildiği gibi bu çalışmada elde edilen $1/C$ değerleri uygulamada önemli olmayacak kadar küçüktür ve birinci Newton bölgenin çok kısa sürdüğünü, sade ve hamurların akmaya karşı kararlılığının zayıf olduğunu göstermektedir. Katkı maddesi ilave edilen hamurların m değerleri artmıştır. m değerlerinin 1 e çok yakın olması hamurların kayma hızındaki artışa çok duyarlı olduğunu işaret etmektedir.

Çizelge 4.13. Katkı maddesi ilave edilmiş H_I ve H_{II-IV} hamurları için Herschel-Bulkley modeli katsayıları

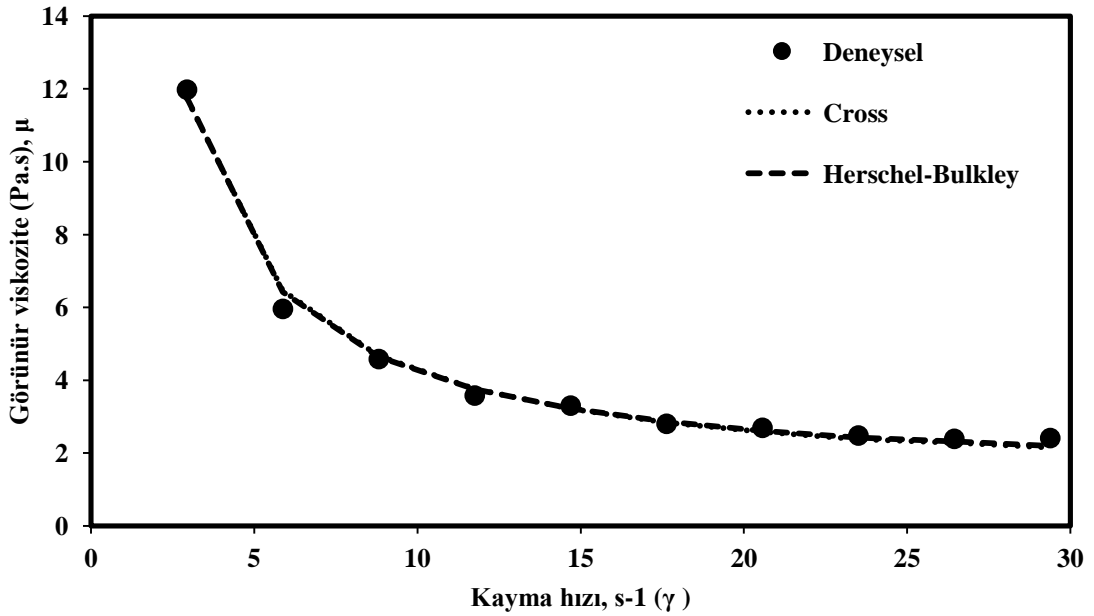
Hamur bileşimi, g km/g su	σ_0 , Pa		n		K, (Pa.s) ⁿ		R ²	
	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}	H_I	H_{II-IV}
Sade	23.8 ^a	24.2 ^a	0.70 ^a	0.99 ^a	10.4 ^a	2.5 ^a	0.997	0.998
Tuz+Kabartma Tozu	24.0 ^a	19.1 ^b	0.52 ^b	0.97 ^a	6.0 ^b	1.4 ^b	0.989	0.995

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

Herschel-Bulkley modeline göre katkı maddesi ilave edilmesinin H_I hamurlarının akma gerilmesi, σ_0 , (Çizelge 4.13) üzerinde önemli bir etkisi bulunmazken ($p>0.05$) H_{II-IV} hamurlarının σ_0 değerleri azalmıştır ($p<0.05$). Akış davranış indeksi, n, H_I hamurları için katkı maddesi ilavesi ile azalırken ($p<0.05$) H_{II-IV} hamurlarda n değişmemiştir ($p>0.05$, Çizelge 4.13). Kıvam indeks değeri, K, H_I ve H_{II-IV} hamurlarında katkı maddesi ilave edilmesiyle düşmüştür ($p<0.05$). Ayrıca H_I hamurlarının kıvam indeks değerleri H_{II-IV} hamurlarınıninkinden daha yüksektir ($p<0.05$). Başka bir deyişle H_I hamurları H_{II-IV} hamurlarından daha kıvamlıdır.

Kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan katkı maddedi ilave edilmiş H_I

hamuru için deneysel olarak elde edilen görünür viskozite değerleri ile Cross ve Herschel-Bulkley modelleri ile hesaplanmış değerler Şekil 4.12 de verilmiştir. Her iki model de verilere yüksek uyum göstermiştir ($R^2=0.999$). Deneysel verilerle hesaplanmış değerler arasındaki bağıl hata hesaplanmış ve kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu ($<10\%$), ayrıca hesaplanmış değerlerin deneysel verilerin etrafında rastgele dağıldığı, belli bir yönelim göstermediği belirlenmiştir (Şekil 4.12). Model uyumları arasında belirgin bir farklılık olmadığından katkı maddesi eklenen hamurların akış davranışlarının plastik mi yoksa plastiğimsi mi olduğu ifade edilememektedir.



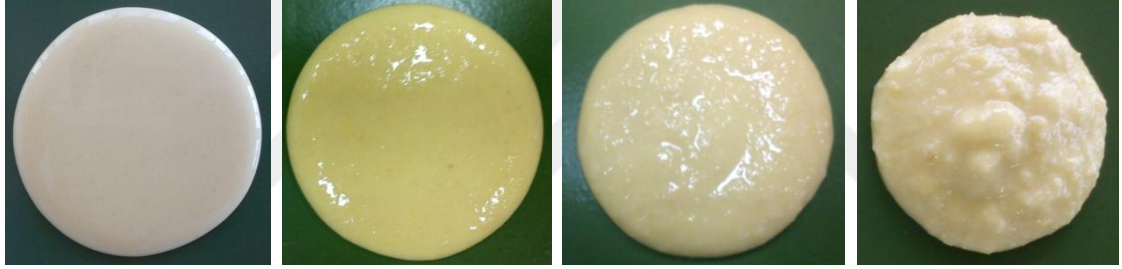
Şekil 4.14. Cross ve Herschel-Bulkley modellerinin nohut hamurlarının akış davranışlarına uyumu (H_I , 0.70 g km/g su, % 1.5 tuz+% 3.0 kabartma tozu)

4.2.5. Yayılma Davranışları

AHC üretim sürecinde akıcı hamur homojen bir şekilde hazırlanıp homojenliğini koruyacak şekilde kalıplara/yüze aktarılmalı ve homojen bir şekilde yayılmalıdır. Aktarım işleminden sonra hamurun fırına girmesine kadar geçen görece kısa sürede hamurun temel yayılma özelliklerinin bilinmesi fırına taşınım işleminin tasarlanması, fırında sağlıklı bir pişirme işleminin gerçekleşmesi ve şekil ve içerik açısından standart bir ürün elde edilmesi açısından önemlidir. Bu süreç sırasında hamurun fiziksel özellikleri (reolojik, çökelme vb.) hamur/yüzey etkileşimi

(hamur/yüzey sürtünmesi) ve hamur/hava etkileşimi (hamur yüzey gerilimi veya hamur/hava sürtünmesi) hamurun içerik ve şekil açısından homojen olarak yayılmasını etkileyen anahtar etkenlerdir.

Bu çalışmada nohut cipsleri FEB-Teflon kaplı kalıplarda pişirilmiştir. Bu nedenle nohut hamurlarının yayılma davranışları Bölüm 3.2.5 te anlatıldığı şekilde FEB-Teflon kaplı yüzeye akıtılıp 30 s sonra şekilleri incelenmiştir. Nohut hamurlarının FEB-Teflon kaplı yüzeyde yayılmaları Şekil 4.15 te örnek olarak verilmiştir. Şekil 4.15 te de görüleceği gibi akıcı nohut hamurlarının FEB-Teflon kaplı yüzeyde dairesel olarak yayılmaktadır. İncelenen tüm koşullar için yayılan hamurların dairesellikleri her bir örnek için ölçülen en kısa çapın en uzun çapa oranından ($D_{kısa}/D_{uzun}$) hesaplanmış ve 0.9-1.0 aralığında belirlenmiştir.

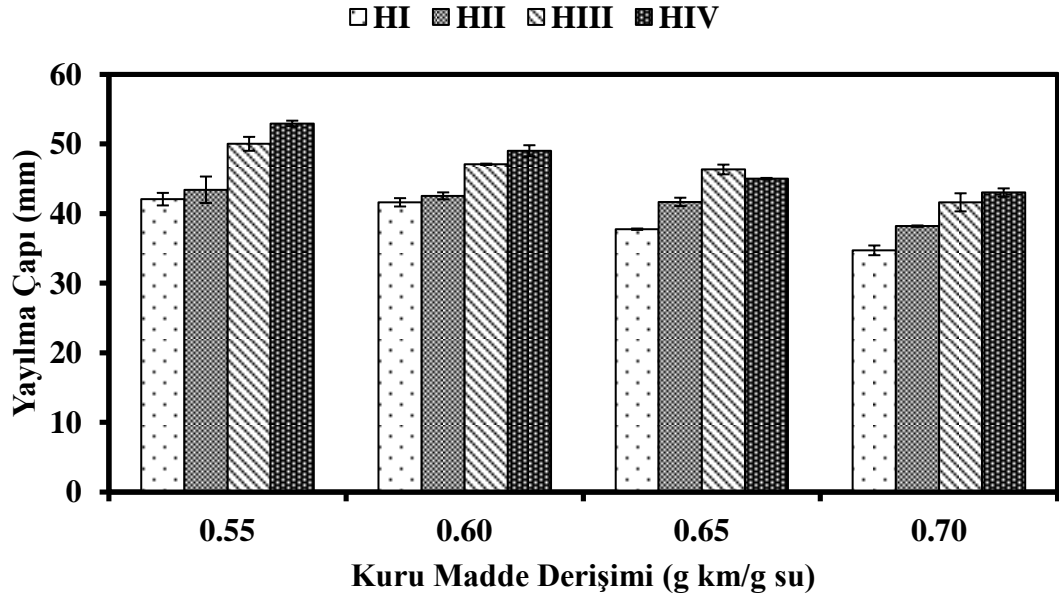


A: 0.55 g km /g su B: 0.60 g km /g su C: 0.65 g km /g su D: 0.70 g km /g su

Şekil 4.15. Nohut hamurlarının FEB-Teflon kaplı yüzeyde yayılmaları (H_{III})

Akıcı nohut hamurlarının FEB-Teflon kaplı yüzeyde yayılma özellikleri hamurun çapı ile değerlendirilmiştir. Tanecik boyutu ve kuru madde derişiminin akıcı nohut hamurların yayılma çapları üzerine etkisi Şekil 4.16 da verilmiştir. Buna göre tanecik boyutu ve kuru madde derişimi hamurların FEB-Teflon kaplı yüzeyde yayılma çaplarını önemli ölçüde etkilemiştir (Şekil 4.16). Tanecik boyutu arttıkça hamurların yayılma çapları büyümüş ($p<0.05$) kuru madde derişimi arttıkça yayılma çapı küçülmüştür ($p<0.05$). Buna göre en küçük yayılma çapı kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan H_I hamurlarında (35 ± 0.7 mm) belirlenirken en büyük yayılma çapı kuru madde derişimi 0.55 g km/g su olan H_{IV} hamurlarında (53 ± 0.4 mm) belirlenmiştir (Şekil 4.16).

Hamurların yayılma çaplarının tanecik boyutu ve kuru madde derişiminden etkilenme eğilimleri, görünür viskozite üzerine tanecik boyutunun etkisinin anlatıldığı Bölüm 4.5.2 ve derişimin etkisinin anlatıldığı Bölüm 4.5.3 teki verilerle de uyumludur. Başka bir deyişle nohut hamurlarının viskoziteleri arttıkça yayılma çapları ve yayılma alanları küçülmüştür. Nohut hamurlarında görünür viskozite ile kuru madde derişimi ve tanecik boyutu arasındaki ilişki, yayılma çapları ve yayılma alanları arasındaki ilişkiyle paralellik gösterdiğinden, nohut hamurunun FEB-Teflon yüzeyde yayılmasında hamur viskozitesinin baskın rol oynadığı düşünülmektedir.



Şekil 4.16. Nohut hamurlarının FEB-Teflon kaplı yüzeyde yayılma çapları

4.3. NOHUT CİPSİ

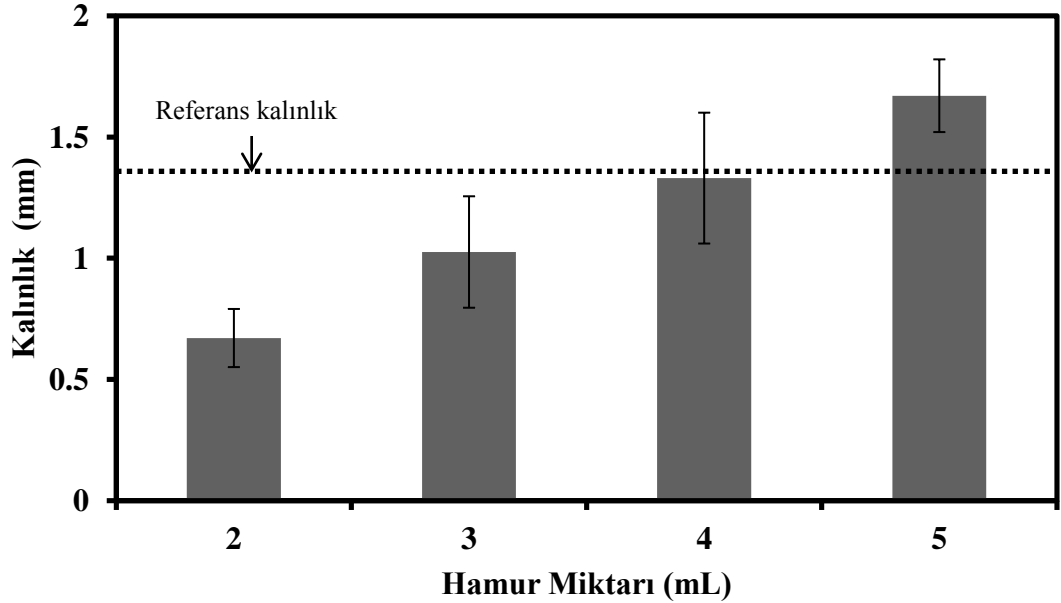
4.3.1. Çalışma Koşullarının Belirlenmesi

Bu çalışmada geliştirilen akıcı hamur cips üretim süreci ve nohut cipsi ile ilgili literetürde benzer çalışmalarla karşılaşılmamıştır. Bu nedenle ticari hamur cipsleri için tanımlanmış standartlar ve ticari ürünlerin özellikleri incelenmiş, nohut cipslerinin elde edilmesi sürecinde öncelikle ticari cipslerden yararlanarak cips olarak tanımlanabilecek ürünün belirlenmiştir. Buna göre ticari hamur cipsleri hammaddeden elde edilen hamurun fırınlanması, kızartılması veya fırınlanıp kızartılması ile elde edilen, en fazla % 3 oranında nem içeren, ince, gevrek ve tuzlu ve/veya çeşnili ürünler olarak tanımlanabilir. Bu tanımlamaya göre çalışmada elde edilecek ürünlerin en fazla % 3 oranında nem içermesi ve kalınlıklarının ticari cipslerin kalınlıkları ile uyumlu olması gerektiğine karar verilmiştir. Hamur cipsi üretim sürecine göre üretilen ticari patates gevreklerinin kalınlıkları 1.34 ± 0.05 mm ticari mısır cipslerinin kalınlıkları da 1.95 ± 0.37 mm olarak belirlenmiştir.

Ticari cipslerin önemli bir kısmı kızartılarak üretilmektedir. Kızartma sırasında hamur bileşimindeki suyun hızla buharlaşması ile hamur kabarıken gözenekli bir yapı oluşmaktadır. Patates gevreklerinin üretilmesi sırasında şekil verilmiş hamurlar iki plaka arasında sıkıştırılarak kızartıldığından hamurun kabarması baskılanmaktadır [Liepa, 1971]. Ancak cipslerin yüzeyinde ve ağırlıklı olarak iç kısımlarında küçük gözenekler oluşmakta ve tekdüze sayılabilecek bir kalınlık elde edilmektedir. Bu durum patates gevreği için belirlenen kalınlık verilerinin dar bir aralıkta değişimi ile kendini göstermektedir. Diğer taraftan mısır cipsleri yağda serbest olarak kızartıldığından kalınlıkları geniş bir aralıkta değişen cips üretiminde yastık olarak ifade edilen büyük kabarıklıklar oluşmaktadır [Gould, 2002]. Bu da tekdüze olmayan göreceli olarak geniş bir aralıkta dağılan bir kalınlık elde edilmesine neden olmaktadır. Bu sebeple çalışmada referans kalınlık olarak dar bir aralıkta değiştiğinden patates gevreklerinin kalınlığı dikkate alınmış, çalışılabilecek hamur bileşimlerinin ve fırın sıcaklıklarının belirlenmesi sırasında elde edilen nohut cipslerinin kalınlıkları bu değerle karşılaştırılmıştır.

4.3.1.1. Fırın sınır sıcaklıklarının belirlenmesi

Çalışılabilecek fırın sıcaklıklarının belirlenmesi için öncelikli olarak referans kalınlıkta (1.34 ± 0.05 mm) cipsler elde etmek gerektiği düşünülmüştür. Bu amaçla kuru madde derişimi 0.55 g km/g su olan hamurlar hazırlanmış, 50 mm çapındaki teflon kalıpların tabanlarına farklı hacimlerde ($2, 3, 4$ ve 5 mL) yayılarak 200 °C ta nemi % 3 ün altına düşünceye kadar pişirilmiştir. Elde edilen cipslerin kalınlıkları ölçülmüş ve Şekil 4.17 de verilmiştir. Buna göre kullanılan hamur hacmi ile cips kalınlığının doğrusal olarak arttığı ($p < 0.05$) referans cips kalınlığıyla en uyumlu cipslerin 4 mL hamur kullanılarak elde edilenler olduğu görülmüştür. Bu nedenle fırın sıcaklıklarının 4 mL hamur kullanılarak belirlenmesine karar verilmiştir.



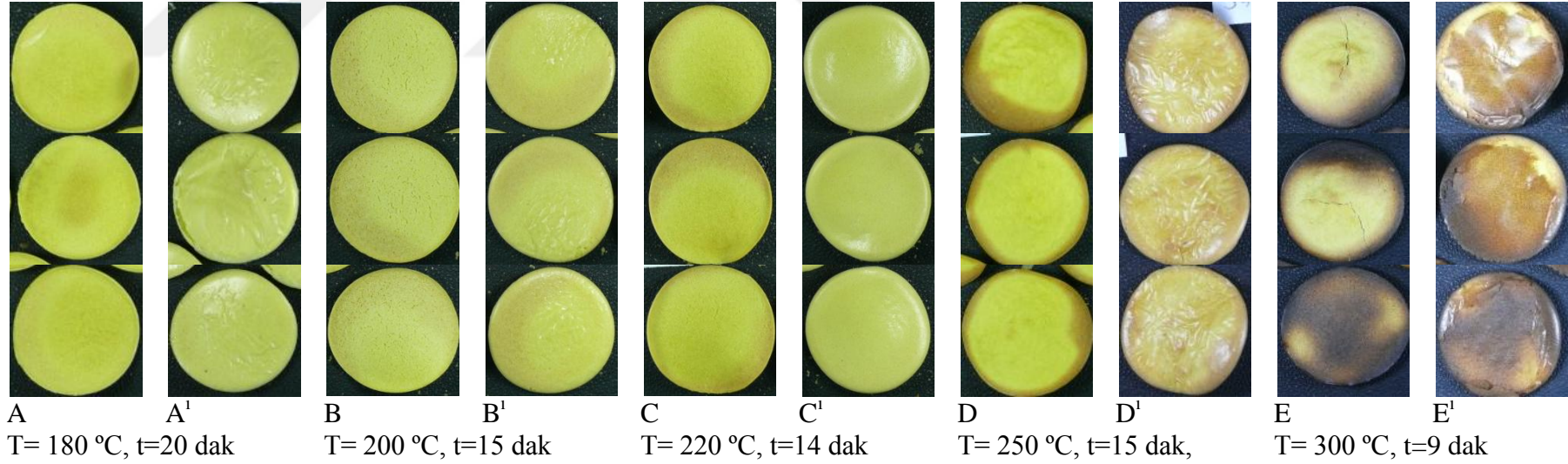
Şekil 4.17. Hamur miktarının cips kalınlığı üzerine etkisi (Derişim= 0.55 g km/g su, $T=180$ °C)

Çalışılacak fırın sıcaklığını belirlemek üzere kuru madde derişimi 0.55 g km/g su olan hamurlar hazırlanmış 4 mL hacimlerde kalıp tabanına yayıldıktan sonra $180, 200, 220, 250$ ve 300 °C ta nemi % 3 ün altına ininceye kadar pişirilmiştir. Elde edilen cipslerin kalınlıklarının $1.30 \pm 0.15 - 1.35 \pm 0.22$ mm ve nemlerinin % $1.9 \pm 0.1 - 3.4 \pm 0.3$ aralığında değıştığı belirlenmiştir. Cipslerin alt ve üst yüzeylerinin görünümleri Şekil 4.18 de verilmiştir. Buna göre fırın sıcaklığı cipslerin görsel

özelliklerini önemli ölçüde etkilemiş, 300 °C ta kararmış, 250 °C de kabul edilemez derecede heterojen bir şekilde esmerleşmiştir. Ayrıca özellikle 250 ve 300 °C ta pişirilen cipslerin alt yüzeylerinde pul pul dökülmeler meydana geldiği gözlenmiştir. Görsel kabul edilebilirliği olumsuz etkileyecek bu durumlar 250 °C dan düşük sıcaklıklarda pişirilen örneklerde gözlenmediğinden fırın sıcaklığı için üst sınır 220 °C olarak belirlenmiştir. Ön denemelerde fırın sıcaklığı yalnız ürünün görsel özelliklerini değil aynı zamanda pişme süresini de etkilemiştir. Fırın sıcaklığı düştükçe cipslerin pişme süreleri uzamıştır. Kuru madde derişimi 0.55 g km/g su olan hamurlarda 180 °C ta nemin % 3 ün altına düşmesi için geçen süre yaklaşık 20 dak dır. Daha düşük sıcaklıklarda pişme süresinin daha da uzaması beklenmektedir. Ticari mısır cipslerinin ve patates gervreklerinin pişme süreleri sırasıyla 6 dak ve 12 s oldukları göz önüne alındığında bu sürenin sanayi koşullarında üretim verimini düşüreceği ve kabul görmeyeceği düşünülerek fırın alt sıcaklığı 180 °C olarak belirlenmiştir. Bu denemelere dayanarak çalışma süresince nohut cipslerinin 180, 200 ve 220 °C ta pişirilmesine karar verilmiştir. Bu çalışmada belirlenen fırın sıcaklığı sınırları ticari mısır cipsleri ve patates gevreklerinin fırınlama (120-480 °C) ve kızartma (170-210 °C) sıcaklıkları ile uyumludur.

4.3.1.2. Hamur bileşiminin belirlenmesi

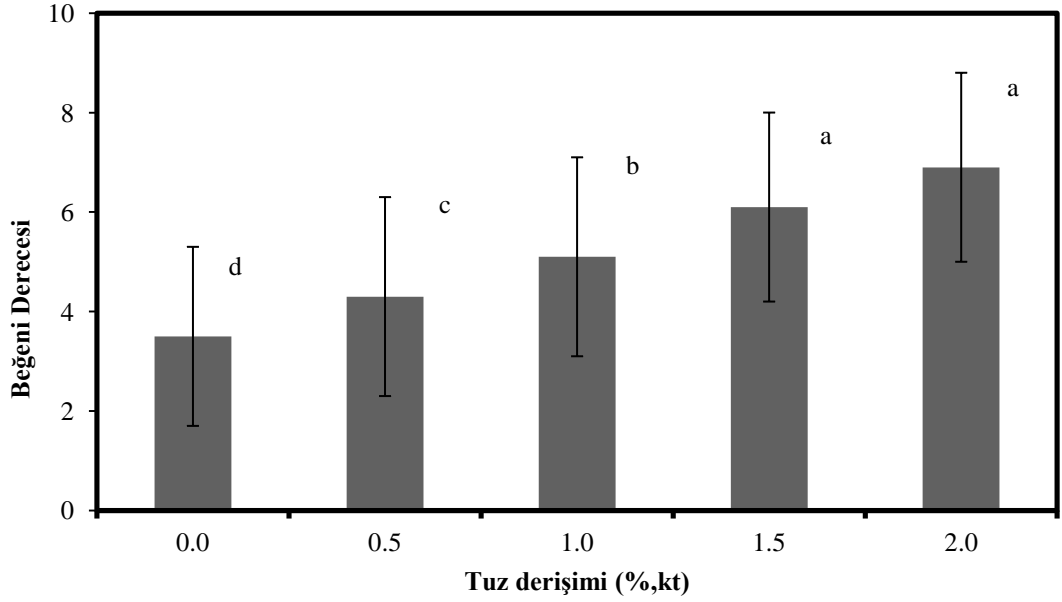
Bu çalışmada fırınlanmış, % 100 nohut ile üretilmiş sağlıklı atıştırmalık bir ürünün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle hamur bileşimine nohudun doğal yapısında bulunan yağdan başka yağ ilave edilmemiş, hamur bileşiminin oldukça basit unsurlardan oluşması düşünülmüştür. Temel hamur bileşenleri olan nohut ununa ve suya ek olarak temel lezzet bileşeni olarak tuzun, yapısal özellikleri iyileştirmek amacıyla kabartma tozunun kullanılmasına karar verilmiştir. Bununla beraber daha önce belirlenmiş olan fırın sıcaklıklarında enerji maliyetlerini azaltmak, birim zamanda üretilen ürün miktarını arttırmak amacıyla hamur bileşiminde kullanılan suyun mümkün olduğunca az olması gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenle hamur bileşimine ilave edilecek tuz, kabartma tozu ve su miktarları belirlenmiştir.



Şekil 4.18. Farklı sıcaklıklarda pişirilen cipslerin üst (A, B, C, D ve E) ve alt (A', B', C', D' ve E') görünümleri (0.55 g km/g su)

Tuz derişiminin belirlenmesi: Bölüm 2.2 de anlatıldığı gibi ticari cipsler ince, gevrek, tuzlu ve çeşniler ile lezzetlendirilmiş ürünlerdir. Bir firmaya ait farklı çeşnilerle satışa sunulan mısır cipslerinin veya patates gevreklerinin üretim süreçleri arasında fark yoktur ve temel cips/gevrek olarak adlandırılan henüz yüzeyi çeşnilendirilmemiş bu ürünler farklı olmayıp hepsi aynıdır. Farklılık, son işlem basamağında temel cipsin/gevreğin farklı çeşnilerle kaplanmasıyla sağlanmakta ve farklı ürünler elde edilmektedir. Duyusal değerlendirmelerde değerlendiricilerin nohut cipslerini daha önceki benzer ürünlerdeki deneyimlerini hatırlayarak tuzlu ve/veya baharatlı bir ürün olmaları gerektiği beklentisiyle değerlendireceği, bu beklentinin karşılanmaması durumunda cipsin temel yapısal özelliklerini (sertlik, gevreklik, çıtırılık vb.) doğru değerlendiremeyebileceği ve yanlış yönlendirebileceği düşünülmüştür. Farklı baharatlardan oluşan çeşniler duyusal analizlerde beğeniye etkileyebileceğinden nohut cipsleri en temel çeşnilendirici olan tuzla lezzetlendirilmiştir.

TS-11998 Şekillendirilmiş Cipsler-Mısır Cipsi Standardı [TSE, 1998]' na göre cipslerde en fazla % 2 (kuru temel, kt) oranında tuz bulunabilmektedir. Bu nedenle tuz nohut hamuru bileşimine son üründe derişimi en fazla % 2.0 (kt) olacak şekilde eklenmiştir. Farklı derişimlerde tuz içeren (% 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0, kt) ve kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurlar hazırlanmış 4 mL hacimlerde kalıp tabanlarına yayıldıktan sonra 200 °C ta 12 dak pişirilmiştir. Elde edilen cipsler 62 eğitimsiz değerlendiricinin katıldığı bir panelde 9 lu beğeni testi ile değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda örneklerin ortalama beğeni dereceleri Şekil 4.19 de verilmiştir.



Şekil 4.19. Tuz derişiminin cipslerin beğenilme dereceleri üzerine etkisi.

Beğeni dereceleri tuz derişiminden önemli ölçüde etkilenmiş, çalışılan aralıkta tuz derişimi arttıkça beğenin de arttığı görülmüştür (Şekil 4.21). Değerlendirmede tuz içermeyen cipsler 5 puan altında kalarak red edilmiş ve en düşük beğeni (3.5±1.8) almıştır. Bununla beraber % 1.0 (kt) den daha az tuz içeren cipsler de beğeni eşğine (5 puan) ulaşamamış, en yüksek beğeni % 2.0 (kt) tuz içeren cipslerin (6.9±1.9) aldığı görülmüştür (Şekil 4.19). Sayısal olarak tuz derişimi % 2.0 (kt) olan cipsler en yüksek beğeniye alsa da, % 1.5 (kt) oranında tuz içeren cipslerin beğenilme dereceleri ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir.

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) 2010 yılında yayınladığı tuz tüketimini azaltma stratejisi raporuna göre tüm dünyada ölümlerin % 13 üne yüksek tansiyon neden olmaktadır. Yine aynı raporda aşırı tuz tüketimine bağlı olarak gelişen yüksek tansiyonun felç ve kalp hastalıklarına da neden olduğu belirtilmiştir [Anonim, 2010-b]. Bu nedenle tüm dünyada halk sağlığının korunması ve hastalıkların oluşumunun önlenmesinde tuz tüketimin kademeli olarak azaltılmasına yönelik ulusal programlar oluşturulmaktadır. Ulusal halk sağlığı politikaları işlem görmüş gıdaların tuz içeriğinin azaltılması, tüketicilerin eğitimi, gıda etiketlerinin geliştirilmesi ve düşük sodyumlu gıda ürünlerinin arttırılmasına odaklanmıştır [Anonim, 2010-b].

Birçok gelişmiş ülkedeki sodyum tüketiminin yaklaşık % 80' ini işlenmiş gıdalardan kaynaklanmaktadır. Avrupa Birliği'nde, konuyla ilgili ulusal eylem planı geliştirilirken öncelikli olarak belirlenen on iki gıda kategorisinden en az 5 inin seçilmesi gerektiğini vurgulamış, ortalama bir diyetdeki tuz oranının azaltılmasında ekmek, hazır ürünler, et ürünleri ve peynirler için dört yılda yaklaşık olarak % 14' lük bir azalış önerilmiştir [Anonim, 2011].

Türkiye'de de Sağlık Bakanlığı 2011-2015 yılları arasında uygulamaya almak üzere "Aşırı Tuz Tüketiminin Azaltılması Programı" düzenlemiştir. Programa göre öncelikli olarak ekmekte tuz içeriği % 1.75 ten % 1.5 e düşürülmüştür. Diğer ürünlerde de benzer uygulamaların kademeli olarak gerçekleştirilmesi planlanmıştır [Anonim, 2011]. Böylece Türkiye'de günlük ortalama tuz tüketiminin 18 g dan sağlıklı bir beslenme için belirlenen tuz miktarına (5 g) çekilmesi amaçlanmaktadır.

Nohut cipsi hamur bileşimine ilave edilecek tuz miktarı belirlenirken tüm dünyada tuz tüketimini azaltmaya yönelik oluşturulan bu programlar dikkate alınmıştır. Yapılan duyuşal değerlendirmede % 1.5 ve % 2.0 (kt) tuz içeren cipslerin en yüksek beęeniýi almış ve aralarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Bu nedenle daha az tuz kullanmak amacıyla ve yakın bir tarihte cipsler için yapılabilecek olası bir tuz düzenlemesi de düşünülerek daha sonraki aşamalarda son üründe % 1.5 (kt) tuz olacak şekilde cips hamurunun bileşimine tuz konmasına karar verilmiştir.

Kuru madde derişiminin belirlenmesi: Bu çalışmada cips üretimi için geliştirilen akıcı hamur cipsi üretim sürecine göre hamurun işlenebilmesi için akıcı nitelikte olması yeterlidir. Ancak hamur geniş bir su derişimi aralığında akıcı nitelik gösterebilir. Akıcı nitelikteki hamurun bileşiminde su derişiminin artması işlenmesini kolaylaştırırsa da son üründe nemin en fazla % 3 oranında olması hedeflendiğinden fırınlama sırasında enerji ve zaman maliyetleri artacaktır. Bununla beraber fırında uzun kalma süresinin proses kontrolü zorlaştıracığı ve elde edilen ürünün duyuşal özelliklerinde farklılıklara yol açabileceği değerlendirilmiştir. Bu

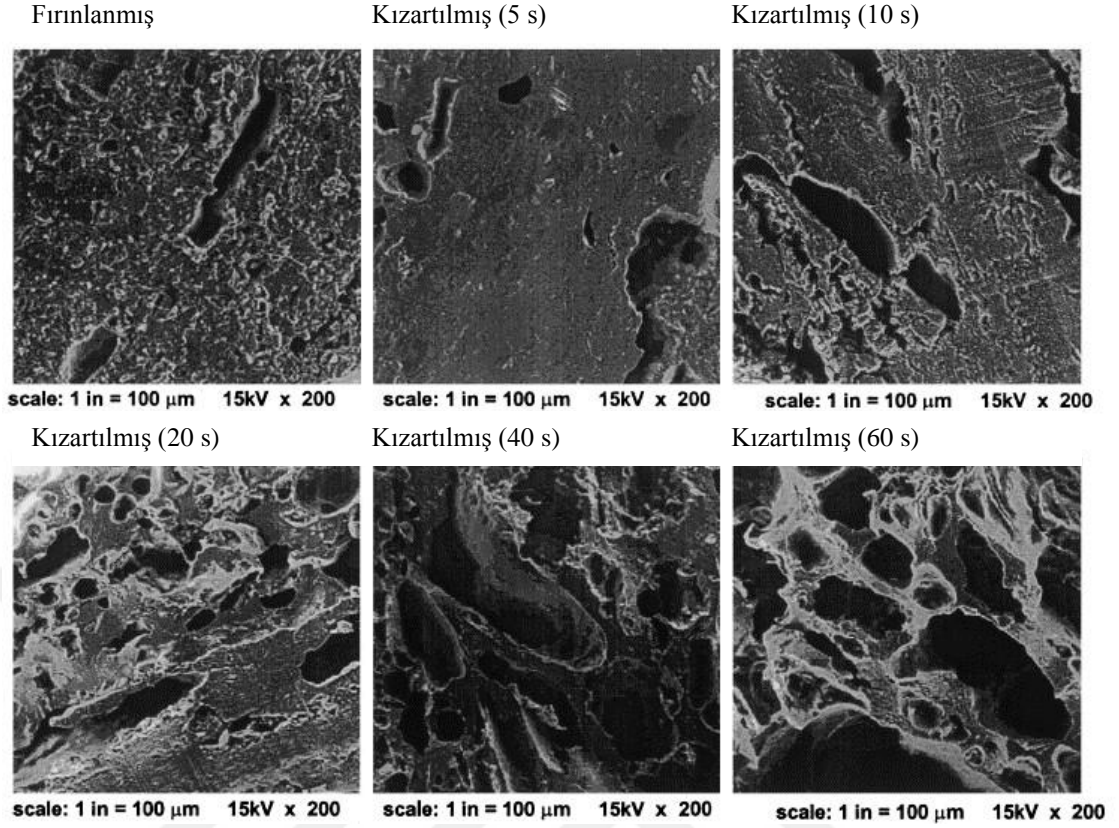
nedenle maliyeti azaltmak ve birim zamanda elde edilebilecek ürün miktarını arttırmak amacıyla nohut hamurlarının mümkün olan en az su derişimiyle hazırlanmasına karar verilmiştir. Hamur bileşiminde su derişiminin sınırları belirlenirken farklı kuru madde derişimlerinde (0.55, 0.60, 0.65 ve 0.70 g km/g su) nohut hamurları hazırlanmış akış davranışları (Bölüm 4.4) ve yayılma davranışları (Bölüm 4.5) incelenmiştir. Hamurların kuru madde derişimi arttıkça viskozitelerinin arttığı ve yayılabilmelerinin de belirgin bir biçimde azaldığı belirlenmiştir. Kuru madde derişimi 0.55 g km/g su ile 0.65 g km/g su aralığında olan hamurlarda kuru madde derişiminin akış ve yayılma davranışları üzerine belirgin bir etkisi olsa da 0.70 g km/g su derişiminde bu etki çok daha belirgin olmuştur (Şekil 4.11 ve Şekil 4.16). Örneğin H₁ hamurlarında 3 s⁻¹ kayma hızında ölçülen görünür viskoziteler karşılaştırıldığında kuru madde derişimi 0.55 g km/g su dan 0.60 g km/g su ya arttırıldığında görünür viskozitenin 1.3 kat, 0.65 g km/g su ya arttırıldığında 3.1 kat ve 0.70 g km/g su ya arttırıldığında 25.3 kat arttığı görülmektedir. Bununla beraber tüm tanecik boyutları için kuru madde derişimi 0.55 g km/g su dan 0.70 g km/g su ya arttırıldığında yayılma çapları 1.2 kat azalmıştır. Hem viskozitedeki belirgin artış hem de yayılma davranışlarının sınırlanması nedeniyle kuru madde derişiminin en fazla 0.70 g km/g su olmasına karar verilmiştir.

Fırın sıcaklıklarının ve hamur bileşimine ilave edilecek tuz miktarının belirlenmesi sırasında cipsler belirli bir kuru madde derişimindeki 4 mL hamurun nemi % 3 ün altına ininceye kadar pişirilmesi ile elde edilmiştir. Ancak ön denemelerde farklı kuru madde derişimlerinde hamurlardan cips üretilmesi sırasında hamurların hacim esasına göre ölçeklendirilmesinin derişim farkı nedeniyle elde edilen cipslerin farklı ağırlıklarda (1.44±0.01-1.67±0.05 g) ve kalınlıklarda (1.36±0.19-1.64±0.15 mm) olmasına neden olduğu gözlenmiştir. Ürün özelliklerinde meydana gelen bu farklılıkların özellikle dokusal özelliklerin karşılaştırılmasında bir hata unsuru olacağı düşünülmüştür. Bu nedenle kalıplara yayılan hamurun ağırlık esasına göre ölçeklendirilmesine ve farklı kuru madde derişimlerinde hazırlanan hamurların eşit miktarda kuru madde içerecek şekilde tartılmasına karar verilmiştir. Kalınlığı ticari patates gevreklerinin kalınlığıyla uyumlu (1.36±0.19 mm) olan cipslerin yaklaşık 1.4 g kuru madde içerdiği belirlenmiş, buradan yola çıkılarak farklı

kuru madde derişlerindeki hamurların 1.4 g kuru madde içerecek şekilde tartılarak kalıplara yayılması ve nemi % 3 ün altına ininceye kadar pişirilmesi planlanmıştır.

Kabartma tozu derişiminin belirlenmesi: Bu çalışmada nohut cipsleri fırınlanarak üretilmiştir. Fırınlama sırasında hamur bileşimindeki su yapıdan kızartma işlemine göre daha yavaş uzaklaştığından fırınlanmış cipslerde gözenekli bir yapı oluşmamaktadır ve bu da cipslerin daha sert algılanmasına neden olmaktadır (Şekil 4.20). Kawas ve Moreira (2001) fırınlanmış cipsler ile kızartılmış cipslerin yapısal farklılıklarını incelemişler, fırınlamada küçük rastgele dağılmış gözenekler oluşurken kızartma sırasında suyun buhar basıncının hızla artmasına ve buharlaşan suyun yapıdan hızla uzaklaşma eğilimine bağlı olarak sayıları ve büyüklükleri kızartma süresince artan çok sayıda gözenek oluştuğunu bunun da yapısal özelliklere olumlu yönde katkıda bulunduğunu göstermişlerdir (Şekil 4.20). Bu da daha gözenekli bir yapıya sahip olan kızartılmış cipslerin fırınlanmış olanlara kıyasla daha az sert ve daha çıtır algılanmasına neden olmaktadır.

Fırınlanarak üretilen nohut cipslerinde kızartılmış cipslerde olduğu gibi gözenekli bir yapı oluşturacağı ve sertliği azaltıp gevrekliği arttıracığı düşünülerek hamur bileşimine değişen oranlarda (% 0.0-3.0, kt) kabartma tozu eklenmiştir. Kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurların 180 °C ta nem içeriği yaklaşık % 3 oluncaya kadar pişirilmesi ile elde edilen cipslerin kalınlıkları üzerine kabartma tozu derişiminin etkisi Çizelge 4.14 da verilmiştir.



Şekil 4.20. Fırınlanmış ve kızartılmış cipslerin mikro yapıları (Kawas ve Moreira, 2001)

Çizelge 4.14. Kabartma tozunun nohut cipslerinin kalınlıkları üzerine etkisi

NC _{IV} , Derişim=0.70 g km/g su, T=180 °C, Hamur Miktarı=3.6 g			
Kabartma Tozu, % (km)	Kalınlık, mm	Ağırlık, g	Nem, %
0.00	1.32±0.06 ^d	1.46±0.02 ^a	3.1±0.4 ^b
1.00	1.35±0.10 ^d	1.44±0.03 ^a	3.0±0.1 ^b
1.50	1.40±0.10 ^c	1.47±0.02 ^a	3.3±1.3 ^b
2.00	1.47±0.10 ^b	1.49±0.01 ^a	4.5±0.4 ^a
3.00	1.52 ±0.11 ^a	1.47±0.01 ^a	3.2±0.2 ^b
Ticari patates gevreği	1.34±0.05 ^d		

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Hamur bileşimine kabartma tozu eklenmesi ile cips kalınlığında eklenmemiş olana göre % 5.7-15.2 lik bir artış meydana gelmiştir (p<0.05, Çizelge 4.14). Kalınlıkta en fazla artış % 3.0 (kt) oranında kabartma tozu içeren örneklerde sağlanmıştır. Daha yüksek derişimlerde kabartma tozu eklenmesi ürünlerin lezzetini olumsuz yönde etkilediğinden bunlara ilişkin veriler Çizelge 4.14 da verilmemiştir ve kabartma tozu derişimi % 3.0 (kt) ten daha fazla arttırılmamıştır. Buna karşılık

kalınlık verilerine dayanarak yapısal gözenekliliğin en çok bu kabartma tozu derişiminde sağlanmış olacağı düşünülerek sonraki çalışmalarda kabartma tozu derişiminin % 3.0 (kt) olmasına karar verilmiştir. Kabartma tozu derişimi % 3.0 (kt) olan cipsler ticari patates gevreklerine göre % 13.4 daha kalın olduğundan ve ticari patates gevreklerinin kalınlığı da standart olarak benimsendiğinden cips üretiminde kullanılan hamur miktarlarının buna göre yeniden ayarlanması yoluna gidilmiştir. Kabartma tozu ilave edilmiş hamurlarda hamur miktarının (3.2-3.6 g) cips kalınlıkları üzerine etkisi Çizelge 4.15 te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Hamur miktarının cips kalınlıkları üzerine etkisi

NC _{IV} , Derişim=0.70 g km/g su, Kabartma Tozu=% 3 (km): T=180 °C			
Hamur Miktarı, g	Kalınlık, mm	Ağırlık, g	Nem, %
3.2	1.38±0.08 ^c	1.28±0.02 ^c	3.4±0.1 ^a
3.4	1.41±0.08 ^b	1.36±0.01 ^b	3.1±0.4 ^a
3.6	1.52±0.11 ^a	1.46±0.01 ^a	3.2±0.2 ^a
Ticari patates gevreği	1.34±0.05 ^c		

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Hamur miktarının 3.6 g dan 3.2 g azalması ile (% 11) kalınlık 1.52±0.11 mm den 1.38±0.08 mm ye azalırken (% 9), ağırlık 1.46±0.01 g dan 1.28±0.02 g a azalmıştır (% 12) (Çizelge 4.15, p<0.05). Kullanılacak hamur miktarını belirlemek üzere nohut cipslerinin kalınlıkları (1.38±0.08-1.52±0.11 mm) ticari patates gevreğinin kalınlığı (1.34±0.05 mm) ile karşılaştırılmıştır. Buna göre 3.2 g hamur ile elde edilen cipslerin kalınlığı ile ticari ürünlerin kalınlığı arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (p>0.05). Kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurların 3.2 g ı 1.25 g kuru madde içermektedir. Bundan sonra farklı kuru madde derişimlerindeki hamurlar eşit miktarda kuru madde içerecek şekilde (kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurlardan 3.6 g ve 0.65 g km/g su olan hamurlardan 3.4 g) tartılmıştır. Belirtilen miktarlarda tartılan hamurlardan elde edilen cipslerin kalınlık, ağırlık ve nem içerikleri Çizelge 4.16 da verilmiştir. Belirtilen miktarlarda tartılan hamurlardan elde edilen cipslerin kalınlık, ağırlık ve nem içerikleri Çizelge 4.16 de verilmiştir. Farklı kuru madde derişimlerindeki hamurlardan elde edilen cipslerin kalınlıkları ile ticari patates gevreğinin kalınlıkları arasında istatistiksel

olarak önemli bir fark olmadığı ($p < 0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Kabartma tozu eklenmiş cipslerde kuru madde derişiminin nohut cipslerinin kalınlıkları üzerine etkisi

Kabartma Tozu=% 3 (km): T=180 °C					
	Derişim, g km/g su	Hamur Miktarı, g	Kalınlık, mm	Ağırlık, g	Nem, %
NC _{II}	0.60	3.6	1.37±0.08 ^a	1.37±0.01 ^a	3.5±0.3 ^a
	0.65	3.4	1.36±0.08 ^a	1.32±0.01 ^b	3.1±0.4 ^a
	0.70	3.2	1.34±0.10 ^a	1.31±0.01 ^b	3.1±0.2 ^a
NC _{IV}	0.60	3.6	1.37±0.09 ^a	1.36±0.01 ^a	3.1±0.4 ^a
	0.65	3.4	1.33±0.03 ^a	1.34±0.01 ^{a,b}	3.2±1.1 ^a
	0.70	3.2	1.38±0.08 ^a	1.28±0.02 ^b	3.4±0.1 ^a
Ticari patates gevreği			1.34±0.05 ^a		

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).

Cips kalınlıkları ve ağırlıkları üzerine unun tanecik boyutunun önemli olup olmadığı incelendiğinde aynı kuru madde derişimindeki hamurlardan elde edilen cipslerin kalınlıkları, ağırlıkları ve nem içerikleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığı görülmektedir ($p > 0.05$). Başka bir deyişle cipslerin bu fiziksel özellikleri üzerine incelenen tanecik boyutlarının önemli bir etkisi olmamıştır ($p > 0.05$, Çizelge 4.16)

Nohut cipsleri ve ticari hamur cipslerinin dokusal özellikleri Bölüm 3.2.13 te anlatıldığı şekilde üçlü bükme testi ile belirlenmiş ve ölçüm sonuçları Çizelge 4.17-4.20 de verilmiştir. Bu rakamlar ticari mısır cipslerinin ticari patates gevreklerine göre daha sert ve dayanıklı olduğunu gösterirken, nohut cipslerinin de her iki ticari ürüne göre daha sert ve daha dayanıklı olduğu göstermektedir. (Çizelge 4.17). Bu yapısal özellikler nohut cipslerinin ticari olarak üretilmesi durumunda tercihe dayalı olarak bazı tüketiciler için kabul edilebilirliğini azaltırken bazıları için de arttırabilir. Nohut cipslerini dokusal özellikler bakımından ticari ürünlere göre farklı kılabilir bu durumun fırınlanarak üretilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Moreira vd., (1997) fırınlamanın mısır cipslerinin dokusal özellikleri üzerine etkisini inceledikleri bir çalışmada fırınlanmış ürünlerin kızartılmış ürünlere göre daha sert, daha dayanıklı ve daha az gevrek bir dokuya sahip olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca fırında kalma süresi arttıkça bu etki daha belirgin bir biçimde gözlenmiştir. Bu durumun fırınlama sırasında nişastanın

jelatinize olarak yapının sertleşmesine, kızartma sırasında ise nişasta, protein, lipid ve selüloz gibi polisakaritlerin yapışkan bir matriks oluşturarak yapının daha az sert olmasına yol açabileceği belirtilmiştir.

Çizelge 4.17. Kuru madde derişiminin nohut cipslerinin dokusal özellikleri üzerine etkisi

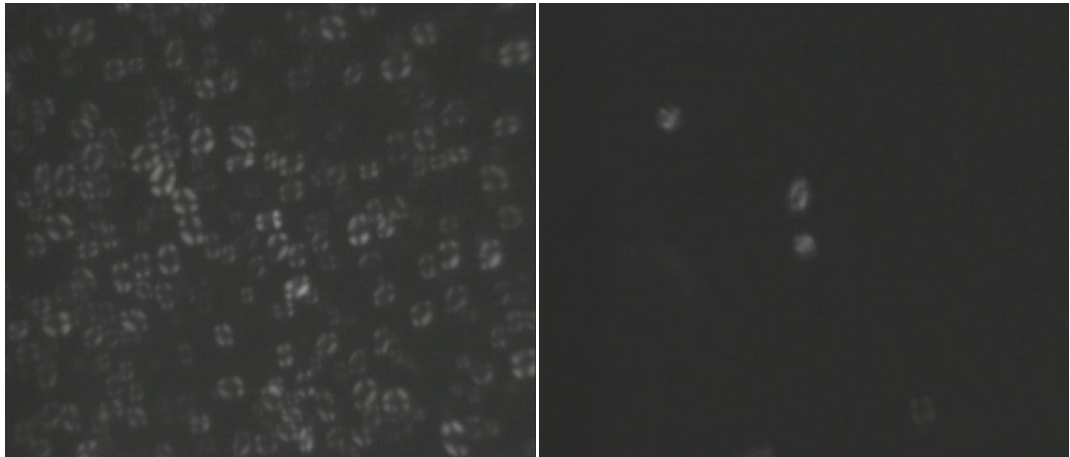
Ticari Hamur Cipsleri						
	Kalınlık, mm	Sertlik, g	Dayanıklılık, g mm	Çıtırılık	Elastikiyet, mm	Gevreklik, g/mm
Patates Gevreği	1.34±0.05 ^b	226±26 ^c	196±70 ^d	5±3 ^a	1.5±0.4 ^c	152±40 ^d
Mısır Cipsi	1.95±0.37 ^a	521±99 ^b	283±89 ^c	2±2 ^c	1.1±0.4 ^d	509±162 ^a
NC _{IV} , Kabartma Tozu=% 0 (km): T=180 °C						
Derişim, g km/g su	Kalınlık, mm	Sertlik, g	Dayanıklılık, g mm	Çıtırılık	Elastikiyet, mm	Kırılmalık, g/mm
0.60	1.31±0.07 ^b	679±112 ^a	491±178 ^a	4±3 ^b	1.8±0.7 ^a	457±173 ^b
0.65	1.30±0.07 ^b	605±109 ^{a,b}	464±198 ^b	5±4 ^{a,b}	1.7±0.5 ^b	377±116 ^c
0.70	1.32±0.06 ^d	565±75 ^{a,b}	300±77 ^c	4±3 ^b	1.5±0.5 ^c	488±170 ^a

Farklı kuru madde derişimlerinin (0.60, 0.65 ve 0.70 g km/g su) cipslerin dokusal özellikleri üzerine etkisi incelenmiş ve ticari ürünler ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.18). Hamur bileşimde kuru madde derişimi arttıkça cipslerin sertliğinin, dayanıklılığının ve elastikiyetinin azaldığı ($p<0.05$) çıtırılık ve gevrekliğin belirgin bir yönelim göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.18). Özellikle sertlikte görülen derişimin nişastanın jelatinizasyon derecesindeki derişimden kaynaklandığı düşünülmüştür. Nişastanın jelatinizasyon derecesi ortamda bulunan su derişiminden ve sıcaklıktan etkilenmektedir [Özer, 2007]. Bu çalışma hazırlanan akıcı nohut hamurları farklı su derişimlerinde hazırlandığından pişirme sırasında jelatinizasyon derecelerinin farklı gerçekleşmiş olabileceği düşünülmüştür.

Literatürde nişastanın jelatinizasyon derecesinin ürünün dokusal özellikleri etkilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Case vd., (1992) yaptıkları çalışmada farklı jelatinizasyon derecesine (% 20-90) sahip buğday ve mısır esaslı atıştırmalık ürünler elde etmişler ve jelatinizasyon derecesi ile yığın yoğunluğu ve dokusal özellikler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada nişastanın jelatinizasyon derecesi arttıkça daha gözenekli bir yapının oluştuğu, örneklerin kabardığı ve dolayısıyla yığın yoğunluğunun düştüğü buna karşılık sertliğin önemli

düzyeyde arttığı belirtilmiştir. Ayrıca jelatinizasyon derecesinin % 75 in üzerinde olduğu durumlarda makroyapının bozulmaya başladığı ve bu nedenle yığın yoğunluğu azalmaya başlarken sertliğin de düştüğü rapor edilmiştir [Case vd., 1992]. Bu durum akıcı nohut hamurlarının bileşiminde kuru madde derişimi arttıkça (0.60-0.70 g km/g su) yapıda bulunan nişasta miktarıda artacağından sertlik ve dayanıklılıkta meydana gelen azalmayla uyumlu görünmekte ve aynı zamanda verilen çalışma koşullarında nohut hamurlarında jelatinizasyon derecesinin yüksek (> 75 %) olduğunu göstermektedir.

Farklı kuru madde derişimlerinde hamurlardan elde edilen cipslerin dokusal özellikleri arasındaki farklılığın jelatinizasyon derecesinden kaynaklanıp kaynaklanmadığını anlamak üzere çift kırınım özellikleri incelenmiştir. Şekil 4.21 de çiğ nohut unu ve kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan H_{IV} hamurundan elde edilen nohut cipsinde (NC_{IV}) nişastanın çift kırınımları verilmiştir. Kuru madde/su oranı en düşük ve tanecik boyutu en büyük nohut unundan elde edilen cipste bile yani jelatinizasyonu diğerlerine göre en zor olan hamur bileşiminde bile nişastanın neredeyse tamamının jelatinize olarak çift kırınım özelliğini kaybettiği görülmektedir. Nohut cipslerinde jelatinizasyonun aynı şekilde yüksek derecede yani Case ark., (1992) belirttiği yapıdaki sertleşme azalmasının eşiği olan % 75 lik jelatinizasyon derecesinin çok üstünde gerçekleşmiştir. Bu koşullarda cipslerde kuru madde derişiminin artmasıyla setliğin azalması Çizelge 4.19’da verildiği gibi beklenen bir durumdur.



A: Çiğ nohut unu

B: NC_{IV} (0.70 g km/g su, T=180 °C)

Şekil 4.21. Nohut ununda ve nohut cipslerinde nişastanın çift kırınım özelliği

Cipslerin dokusal özellikleri içyapılarındaki gözenek oluşumu ile ilişkilendirilmektedir [Kayacier ve Sing, 2003]. Yukarıda da söz edildiği gibi iç yapıda gözenekliliği arttırmak, daha büyük gözenek oluşumunu sağlamak ve böylece dokusal özellikleri iyileştirmek amacıyla hamur bileşimine son üründe % 0.0-3.0 (kt) olacak şekilde kabartma tozu eklenmiştir. Bu şekilde elde edilen cipslerin dokusal özellikleri Çizelge 4.18 de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Hamur bileşiminde kabartma tozu miktarının nohut cipslerinin dokusal özellikleri üzerine etkisi

Ticari Hamur Cipsleri						
	Kalınlık, mm	Sertlik, g	Dayanıklılık, g mm	Çıtırılık	Elastikiyet, mm	Kırılgenlik, g/mm
Patates Gevreği	1.34±0.05 ^d	226±26 ^b	196±70 ^c	5±3 ^a	1.5±0.4 ^a	152±40 ^d
Mısır Cipsi	1.95±0.37 ^a	521±99 ^b	283±89 ^b	2±2 ^c	1.1±0.4 ^{b,c}	509±162 ^b
NC _{IV} , Derişim=0.70 g km/g su, T=180 °C						
Kabartma Tozu, % (km)	Kalınlık, mm	Sertlik, g	Dayanıklılık, g mm	Çıtırılık	Elastikiyet, mm	Kırılgenlik, g/mm
0.00	1.32±0.06 ^d	565±75 ^a	300±77 ^a	4±3 ^a	1.5±0.5 ^a	488±170 ^c
1.00	1.35±0.10 ^d	559±57 ^a	325±90 ^a	3±3 ^b	1.5±0.5 ^a	426±151 ^c
1.50	1.40±0.10 ^c	568±57 ^a	316±68 ^a	3±2 ^b	1.3±0.4 ^b	536±164 ^b
2.00	1.47±0.10 ^b	541±66 ^a	298±69 ^a	3±2 ^b	1.1±0.3 ^c	569±169 ^b
3.00	1.52±0.11 ^a	587±50 ^a	299±81 ^a	2±2 ^c	1.2±0.4 ^{b,c}	610±183 ^a

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Kabartma tozu derişimindeki artışın cipslerin dokusal özellikleri üzerine etkisi incelendiğinde sertlik ve dayanıklılık üzerinde önemli değişime neden olmadığı (p>0.05) elastikiyette azalma, kırılgenlikte ise artış (p<0.05) meydana geldiği görülmektedir. Hamur bileşiminde kabartma tozu derişimi arttıkça cips kalınlıklarının % 5.7-15.2 arttığı yukarıda Çizelge 4.16 da verilmişti. Salvador vd., (2009) patates cipslerinde dokusal özelliklerin kalınlıktan önemli ölçüde etkilendiğini, kalınlıktaki artışa bağlı olarak dokusal özelliklerinin olumsuz yönde değiştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da kabartma tozu derişimindeki artışa bağlı olarak kalınlıktaki artışın dokusal özellikler üzerindeki olumsuz etkisinin olabileceği düşünülerek kullanılan hamur miktarlarında düzenleme yapılmıştır. Bileşiminde % 3.0 oranında kabartma tozu içeren akıcı hamurlar 3.2, 3.4 ve 3.6 g tartılarak kalıp tabanlarına yayılmış ve 180 °C ta pişirilmiştir. Elde edilen cipslerin dokusal özellikleri Çizelge 4.19 da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Hamur miktarının nohut cipslerinin dokusal özellikleri üzerine etkisi

Ticari Hamur Cipsleri						
	Kalınlık, mm	Sertlik, g	Dayanıklılık, g mm	Çıtırılık	Elastikiyet, mm	Kırılgenlik, g/mm
Patates Gevreği	1.34±0.05 ^d	226±26 ^d	196±70 ^c	5±3 ^a	1.5±0.4 ^a	152±40 ^c
Mısır Cipsi	1.95±0.37 ^a	521±99 ^b	283±89 ^a	2±2 ^c	1.1±0.4 ^c	509±162 ^b
NC _{IV} , Derişim=0.70 g km/g su, Kabartma Tozu= % 3 (km): T=180 °C						
Hamur Miktarı	Kalınlık, mm	Sertlik, g	Dayanıklılık, g mm	Çıtırılık	Elastikiyet, mm	Kırılgenlik, g/mm
3.20	1.38±0.08 ^{c,d}	476±56 ^c	197±76 ^c	2±2 ^b	0.9±0.4 ^d	612±227 ^a
3.40	1.41±0.08 ^c	504±56 ^b	223±92 ^b	2±2 ^b	1.0±0.5 ^d	626±189 ^a
3.60	1.52 ±0.11 ^b	587±50 ^a	299±81 ^a	2±2 ^c	1.2±0.4 ^b	610±183 ^a

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Nohut cipslerinin dokusal özellikleri ticari ürünlerin dokusal özellikleri ile karşılaştırıldığında patates gevreğinin daha az kuvvetle ve enerji ile deforme edilebildiği, çıtırılık ve elastikiyet daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna karşılık sertlik, dayanıklılık, çıtırılık ve elastikiyetin mısır cipslerinininkiyle karşılaştırılabilir nitelikte ancak daha az gevrek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Hamur miktarı azaldıkça cips kalınlıklarının ticari patates gevreklerinin kalınlığına yaklaştığı, sertlik, dayanıklılık ve elastikiyette azalma (p<0.05) olduğu görülmektedir. Diğer taraftan çıtırılık ve kırılgenlikte istatistiksel olarak önemli bir değişim gözlenmemiştir (p>0.05). Hamur miktarındaki azalmaya bağlı olarak dokusal özelliklerde meydana gelen bu değişimler ile ürünün patates gevreği ile mısır cipsi arasında bir yapı kazanma eğiliminde olduğu düşünülmektedir. Bu da kabartma tozunun cipslerin dokusal özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılabileceğini göstermektedir.

Kuru madde derişimine (0.60, 0.65 ve 0.70 g km/g su) bağlı olarak cipslerin dokusal özelliklerindeki değişim incelenmiş ve ticari cipsler ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.20). Nohut cipslerinin dokusal özellikleri mısır cipsininkilerle karşılaştırılabilir nitelikteyken patates gevreklerine göre daha sert, daha az çıtır, daha az elastik ve daha az gevrek bulunmuştur (Çizelge 4.20). Diğer taraftan kuru madde derişimi her iki tanecik boyutundaki (NC_{II} ve NC_{IV}) nohut unundan elde edilen cipslerin dokusal özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir (Çizelge 4.20). Kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan cipslerin sertlik, dayanıklılık, çıtırılık ve

elastikiyetlerinin her iki un için de (NC_{II} ve NC_{IV}) diğerlerinden daha yüksek olarak belirlenmiştir (p<0.05). Nohut cipsleri arasında kuru madde derişimi 0.65 ve 0.70 g km/g su olan ve NC_{IV} cipslerinin NC_{II} cipslerinden daha az sert olduğu ve daha az enerji ile deforme edilebildiği görülmektedir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Tanecik boyutunun ve hamur bileşiminin nohut cipslerinin dokusal özellikleri üzerine etkisi

Ticari Hamur Cipsleri						
	Kalınlık, mm	Sertlik, g	Dayanıklılık, g mm	Çıtırılık	Elastikiyet, mm	Kırılgenlik, g/mm
Patates Gevreği	1.34±0.05 ^b	226±26 ^d	196±70 ^b	5±3 ^a	1.5±0.4 ^a	152±40 ^d
Mısır Cipsi	1.95±0.37 ^a	521±99 ^b	283±89 ^a	2±2 ^b	1.1±0.4 ^b	509±162 ^c
NC_{II}, Kabartma Tozu=% 3, T=180 °C						
Derişim, g km/g su	Kalınlık, mm	Sertlik, g	Dayanıklılık, g mm	Çıtırılık	Elastikiyet, mm	Kırılgenlik, g/mm
0.60	1.37±0.08 ^b	583±97 ^a	298±78 ^a	3±2 ^b	1.2±0.5 ^b	559±115 ^c
0.65	1.36±0.08 ^b	502±78 ^b	170±45 ^c	2±2 ^c	0.9±0.5 ^c	706±109 ^a
0.70	1.34±0.10 ^b	529±76 ^b	207±50 ^b	2±2 ^c	0.9±0.5 ^c	719±161 ^a
NC_{IV}, Kabartma Tozu= % 3 T=180 °C						
Derişim, g km/g su	Kalınlık, mm	Sertlik, g	Dayanıklılık, g mm	Çıtırılık	Elastikiyet, mm	Kırılgenlik, g/mm
0.60	1.37±0.09 ^b	535±91 ^b	231±61 ^b	3±3 ^c	1.1±0.5 ^{b,c}	630±129 ^b
0.65	1.33±0.03 ^b	457±71 ^c	177±54 ^c	2±2 ^b	0.8±0.3 ^c	625±134 ^b
0.70	1.38 ±0.08 ^b	476±56 ^c	197±76 ^b	2±2 ^b	0.9±0.4 ^b	612±166 ^b

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Tanecik boyutunun etkisi incelendiğinde NC_{IV} cipslerinin NC_{II} cipslerine göre daha az enerjiyle deforme edilebildiği belirlenmiştir. Bu nedenle nohut cipsi özellikleri üzerine tanecik boyutunun da etkisinin incelenmesine karar verilmiştir.

4.4. FIRINLAMA SIRASINDA SUYUN UZAKLAŞMA DAVRANIŞI

Daha önce de tanımlandığı gibi ticari hamur cipsleri hammaddeden elde edilen hamurun fırınlanması, kızartılması veya fırınlanıp kızartılması ile elde edilen, en fazla % 3 oranında nem içeren, ince, gevrek ve tuzlu ve/veya çeşnili ürünlerdir. Ürünlerin arzu edilen gevrekliği kazanabilmesi için yapısındaki suyun fırınlama, kızartma veya ikisinin birlikte uygulanması ile uzaklaştırılması gerekmektedir. Piyasadaki cipslerin önemli bir kısmı kızartılarak üretilmekle birlikte bu ürünlerin yüksek oranda yağ içermeleri (% 30-40) nedeniyle tamamen yeni fırınlanmış ürünlere ve mevcut ürünlerin yağı azaltılmış formlarına ilgi sağlıklı beslenmek adına giderek artmaktadır [Intel, 2013]. Bu nedenle bazı çalışmalar yalnızca kızartılarak üretilmiş ürünlere göre daha az yağ içeren bu ürünlerin geliştirilmesinde farklı fırınlama ve kurutma yöntemlerinin tek başlarına veya kızartma ile birlikte uygulanması üzerine yoğunlaşmıştır [Kayacier ve Singh, 2003; Garayo ve Moreira, 2005; Song ve ark, 2007; Xu ve Kerr, 2012]. Bu çalışmalara göre suyun yapıdan uzaklaşma hızı son ürünün yağ içeriğini, renk ve dokusal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir.

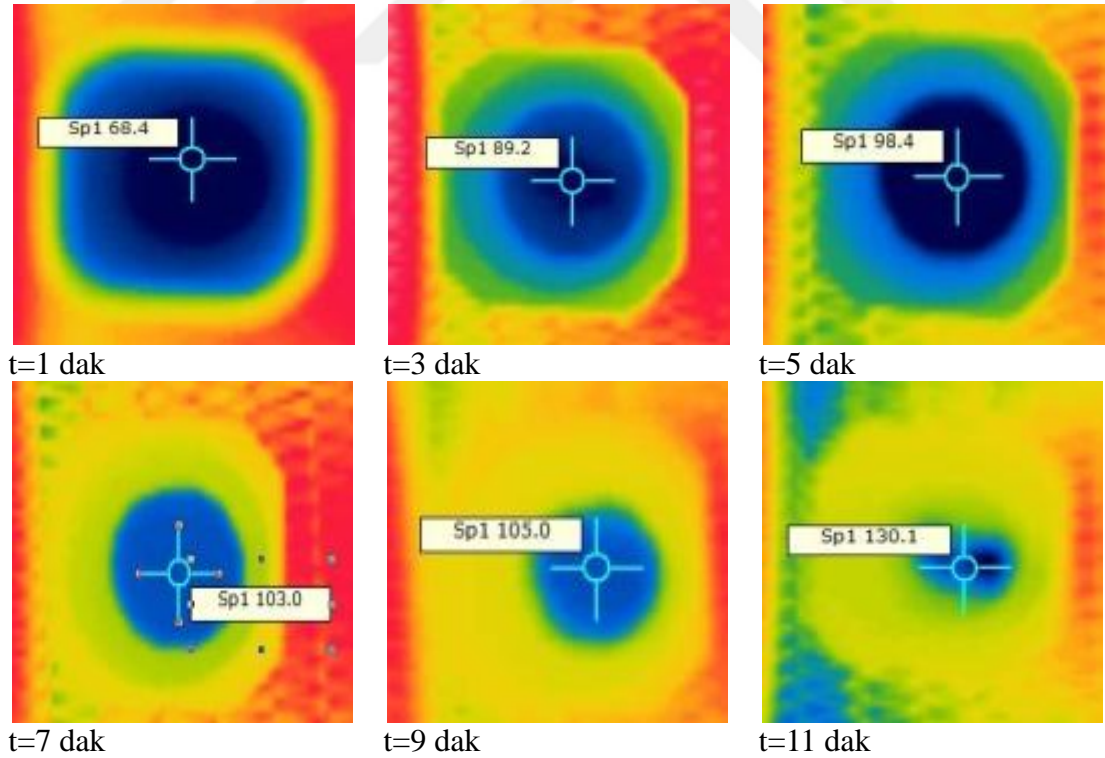
4.4.1. Yüzey Sıcaklıklarının Belirlenmesi

Suyun nohut hamurlarından uzaklaşma davranışı belirlenirken hamurlar eşit miktarda kuru madde (1.21 ± 0.02 g) içerecek şekilde tartılmış ve farklı sıcaklıklarda ($180-220$ °C) nem içeriği % 3 ün altına düşünceye kadar pişirilmiştir. Hamurların yüzey sıcaklıkları kızılötesi kamera kullanılarak çekilen fotoğraflardan kameranın yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümler her bir deneme için 3 örnekte tekrarlanmış, ortalamaları hesaplanmıştır.

Cisimler her sıcaklık değerinde farklı dalga boylarında kızılötesi yayılımlara sahiptirler. Kızılötesi kameralarda kullanılan objektifler de çok küçük sıcaklık farklarını yakalayabilen (0.01 °C gibi) ve bu farklılıktan görüntü oluşturabilen özelliklerdedir. Isıl kızılötesi kameralar kızılötesi dalga boyundaki enerjiyi görünür dalga boyundaki enerjiye dönüştürürler ve bu da bir ısıl kameranın bir cismin yüzey sıcaklığını görüntülemesini mümkün kılar. Böylece cisimlerin yüzey sıcaklıkları

harita renkleriyle gösterilir. Bu çalışmada en soğuk nokta lacivert en sıcak nokta beyaz olmak üzere her bir fotoğrafta renk ölçeği farklı bir sıcaklık aralığını göstermektedir.

Şekil 4.22 de kuru madde derişimi 0.70 g km/ g su olan H_{II} hamurlarının 220 °C ta fırınlama süresince yüzey sıcaklıklarının kızılötesi kamera ile kaydedilen fotoğrafları örnek olarak verilmiştir. Buna göre fırınlamanın başlangıcında görüntülerdeki en soğuk bölge olan örnek yüzeyi lacivertken zamanla lacivert olan alan daralmakta, yüzey sıcaklığındaki artışa bağlı olarak renkler ve tonları değişmektedir. Ayrıca görüntülerde dört farklı noktada ölçülen yüzey sıcaklıklarının ortalamalarının da zamanla arttığı yer almaktadır. Diğer taraftan Şekil 4.22 de de görüldüğü gibi ürün yüzeyinde sıcaklık dağılımı homojen değildir. Ürün yüzeyinde en soğuk bölgeler merkezde konumlanmışken merkezden uzaklaştıkça yüzey sıcaklığı da artmaktadır. Bu durumun pişirme kaplarının çok ince olan nohut cipsleri için çok derin olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



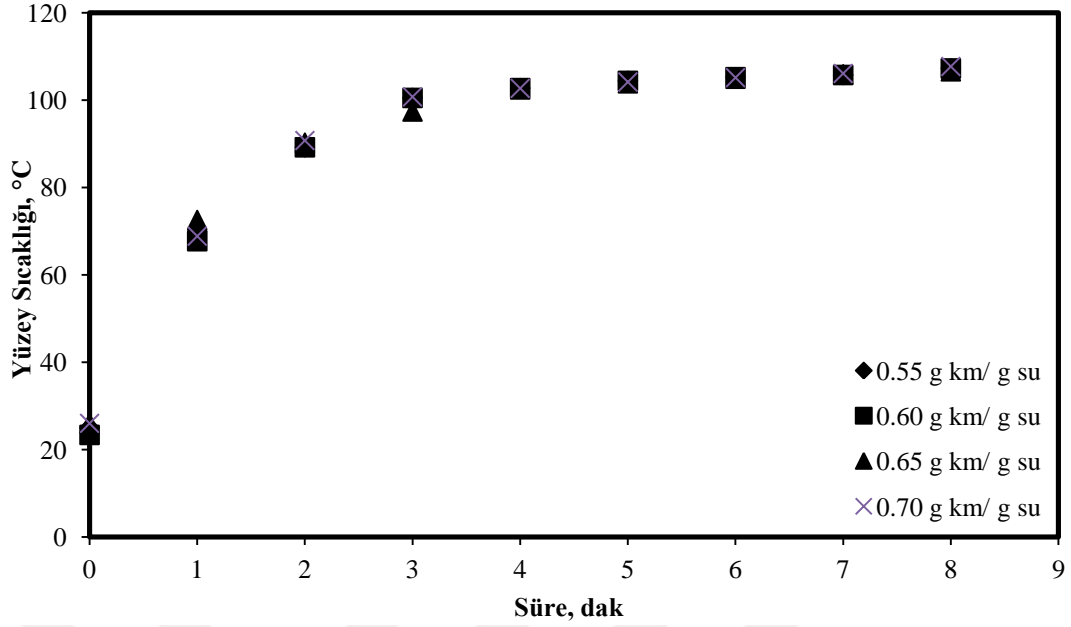
Şekil 4.22. Fırınlama süresince nohut cipslerinin kızıl ötesi kamera ile çekilmiş fotoğrafları (H_{II}, 0.70 g km/ g su, T=220 °C)

Pişme sırasında hamurların yüzey sıcaklıklarının zamanla değişimi üzerine hamur kuru madde derişiminin, fırın sıcaklığının ve tanecik boyutunun etkisi incelenmiş, Şekil 4.23-Şekil 4.25 de verilmiştir.

İncelenen bütün koşullarda fırında kalma süresi arttıkça yüzey sıcaklığı artmıştır (Şekil 4.23-Şekil 4.25). Fırınlamanın başlangıcında 26 ± 3 °C olan yüzey sıcaklığı 100 ± 2 °C a ulaşınca kadar göreceli olarak daha hızlı artmış, 107 ± 3 °C a ulaşınca kadar sıcaklıktaki artış daha yavaş gerçekleşmiştir.

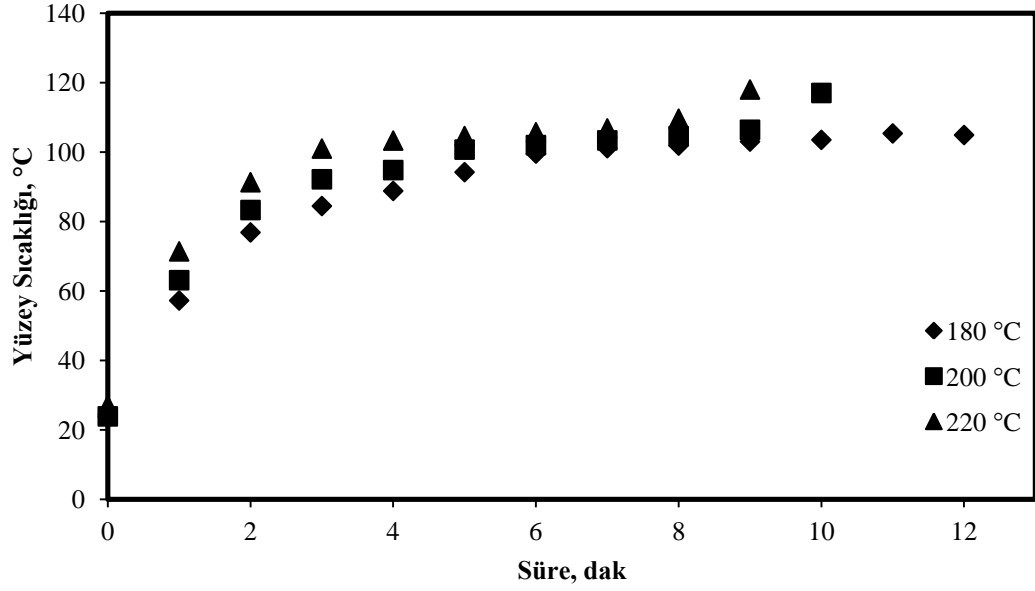
Suyun yapıdan uzaklaştırılması sırasında gıdada tamamen çevreleyecek kadar serbest su bulunuyorsa suyun uzaklaşma hızı serbest saf suyunkiyle aynıdır. Diğer taraftan suda çözülmüş bileşenler suyun doymuş buhar basıncını ve buna bağlı olarak suyun yapıdan uzaklaşma hızını düşürür. Ayrıca fırın koşullarına bağlı olarak ürünün yüzey sıcaklığı artarak saf suyun buharlaşma sıcaklığına kadar yükselir. Yüzeyde su derişimi doymuş buhar derişiminin altına düşmeye başladığında sıcaklık katının özelliklerine bağlı olarak yükselmeye devam eder [Chen ve Mujumdar, 2009].

Kuru madde derişimine bağlı olarak yüzey sıcaklığının zamanla değişimi incelenmiş, 220 °C ta pişirilen H_{II} hamurları bu etkiye örnek olarak Şekil 4.23 te verilmiştir. İncelenen tüm tanecik boyutu ve fırın sıcaklığı koşullarında yüzey sıcaklığının zamanla değişimi üzerine hamur kuru madde derişiminin, başka bir deyişle başlangıç nem içeriğinin istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Şekil 4.23, $p>0.05$). Bu durum yüzey sıcaklığının ortamdaki katı maddenin varlığından bağımsız olduğunu ve yüzeyde süreklilik arzeden su tabakasının varlığından etkilendiğini göstermektedir.



Şekil 4.23. Kuru madde derişimine bağlı olarak nohut cipslerinde yüzey sıcaklığının zamanla değişimi (H_{II} , $T=220$ °C)

Fırınlama sırasında hamur yüzey sıcaklığının zamanla değişimi üzerine fırın sıcaklığının etkisi incelenmiş, kuru madde derişimi 0.70 g km/ g su olan H_I hamurları bu etkiye örnek olarak Şekil 4.24 de verilmiştir. Fırın sıcaklığının artmasıyla hamurların sıcaklığı daha hızlı artmıştır. Buna göre fırın sıcaklığındaki artışın yüzey sıcaklığı 100 °C a ulaşıncaya kadar geçen sürede istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.24, $p<0.05$). Fırın sıcaklığındaki artışa bağlı olarak yüzey sıcaklığı daha kısa sürede 100 °C a ulaşmış ($p<0.05$), bu süre 180 °C ta pişirilen hamurlar için 7 dak, 200 °C ta pişirilen hamurlar için 5 dak ve 220 °C ta pişirilen hamurlar için 3 dak olarak belirlenmiştir (Şekil 4.24). Bununla birlikte fırın sıcaklığı 180 °C, 200 °C ve 220 °C olan ortamlarda 3 dak pişirilen hamurların yüzey sıcaklıkları sırasıyla 84 °C, 92 °C ve 100 °C olarak ölçülmüştür. Fırın sıcaklığındaki artışın yüzey sıcaklığı üzerindeki bu etkisi yüzeyde doymuş buharın entalpilerinde de artışa neden olur. Yüzey sıcaklığı 84 °C, 92 °C ve 100 °C e ulaştığında doymuş buharın entalpisi sırasıyla 2649.2 kJ/kg, 2662.8 kJ/kg ve 2675.6 kJ/kg dır [Geankoplis, 1993]. Bu da ileride anlatılacağı gibi suyun yapıdan uzaklaşma hızını etkileyecektir.



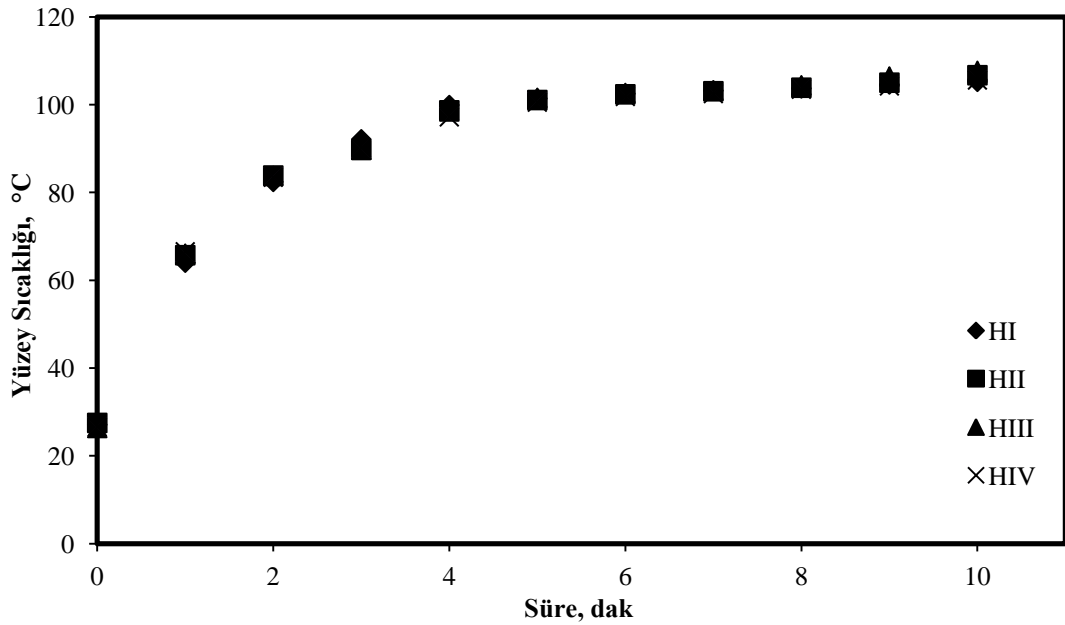
Şekil 4.24. Fırın sıcaklığına bağlı olarak yüzey sıcaklığının zamanla değişimi (H_1 , 0.70 g km/g su)

Yüzey sıcaklıkları fırın sıcaklığına bağlı olarak farklı sürelerde 100 ± 2 °C a ulaştıktan sonra 107 ± 2 °C a kadar oldukça yavaş bir biçimde artmış, bu sıcaklıktan sonra yüzey sıcaklıklarında belirgin artışlar gözlenmiştir. Örneğin Şekil 4.24 de verilen, kuru madde derişimi 0.70 g km/ g su olan H_1 hamurları için 200 °C ta pişirilen hamurların yüzey sıcaklığı 10. dak 220 °C ta pişirilen hamurların yüzey sıcaklığı 9. dakikada 117 ± 1 °C a artmıştır. Diğer taraftan 180 °C ta pişirilen hamurların yüzey sıcaklığı 12 dak boyunca 105 °C un üzerine çıkmamıştır. Yüzey sıcaklıklarındaki bu durumun yüzeydeki su derişimiyle ilgili olduğu düşünülmektedir. Yüzeyde su derişimi devamlı bir film tabakası oluşturamayacak kadar azaldığında sıcaklığın belirgin bir biçimde artma eğilimi göstermesi beklenen bir durumdur [Manley, 2000].

Li vd. (1999) bu çalışmada yüzey sıcaklığı ile fırın sıcaklığı arasındaki belirlenen ilişkiye benzer bir ilişkiyi kızgın buhar ile kurutulan tortilla hamurlarında belirlemişlerdir. Çalışmada hamur sıcaklığının yaklaşık 100 °C a ulaşması için geçen süreç duyarlı ısıtma evresi olarak tanımlanmış ve buhar sıcaklığındaki artışa bağlı olarak bu evrenin kısaldığını belirtmişlerdir. Bu evreyi takiben sıcaklığın birkaç dakika sabit kaldığı süreç buharlaşma evresi olarak tanımlanmış ve bu evrenin

sonrasında sıcaklığın tekrar artmaya başladığını belirlemişlerdir. Çalışmaya göre buharlaşma evresi boyunca hamur sıcaklıkları arasında kızgın buhar sıcaklıklarına bağlı bir farklılık belirlenmezken bu evrenin sonunda hamur sıcaklıklarının artış hızı kızgın buhar sıcaklığı arttıkça önemli bir biçimde artmıştır.

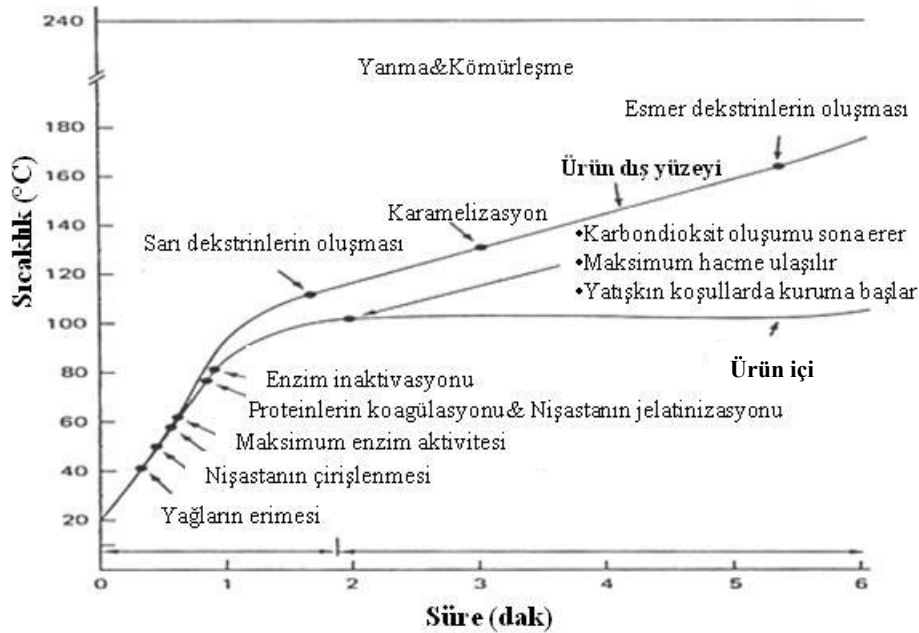
Fırınlama sırasında yüzey sıcaklığı üzerine tanecik boyutunun etkisi incelenmiş, kuru madde derişimi 0.65 g km/ g su olan ve 200 °C ta pişirilen hamurlar bu etkiye örnek olarak Şekil 4.25 te verilmiştir. Tüm tanecik boyutlarında yüzey sıcaklıkları zamanla aynı hızla artmıştır. Buna göre yüzey sıcaklığının tanecik boyutundan bağımsız olduğu görülmektedir (Şekil 4.25). Bu durum suyun uzaklaşma davranışının ortamdaki katının özelliğinden bağımsız olduğu görüşünü desteklemektedir. Tanecik boyutu küçüldükçe yüzey pürüzlülüğünün dolayısıyla yüzey alanının artması özellikle azalan hız bölgesinde suyun yapıdan uzaklaşma hızını arttıracakğı düşünülebilir. Ancak bu çalışmada tanecik boyutunun yüzey sıcaklıkları üzerinde önemli bir etkisinin olmaması suyun yapıdan sabit hız bölgesinde uzaklaştığını göstermektedir.



Şekil 4.25. Tanecik boyutuna bağılı olarak yüzey sıcaklığının zamanla değışimi (T=200 °C, 0.65 g km/g su)

Fırınlama süresince yüzey sıcaklığına bağılı olarak ürünlerde meydana gelen

değişimler Şekil 4.26 da verilmiştir. Buna göre ürün içi sıcaklığı 100 °C a ulaşıncaya kadar geçen süre gelişme evresi, bundan sonraki süreç ise kuruma ve renk oluşum süreci olarak tanımlanmaktadır. Gelişme evresi boyunca üründe meydana gelen en önemli değişiklikler nişastanın jelatinizasyonu, proteinlerin koagülasyonu ve enzimlerin inaktivasyonudur. Bununla beraber kullanılan kabartıcılara bağlı olarak karbondioksit oluşumu en üst seviyeye ulaştığından hamur hacmi de artarak maksimuma ulaşır. Bundan sonra ürün iç yüzeyinden yüzeye su aktarımı gerçekleşir, başka bir deyişle kuruma başlar. Ürünün iç kısımlarında sıcaklık 100 °C un üzerine çıkmaz. Ürün yüzeyinde ise sıcaklık iç kısımlara göre daha hızlı bir biçimde 100 °C a ulaşır. Kabuk oluşumuyla yüzeyde su derişimi düşer ve bu nedenle sıcaklık 100 °C un üzerinde seyrederek. Sarı renkli dekstrinlerin oluşumunu karamelizasyon ve esmer renkli dekstrinlerin oluşması izler.

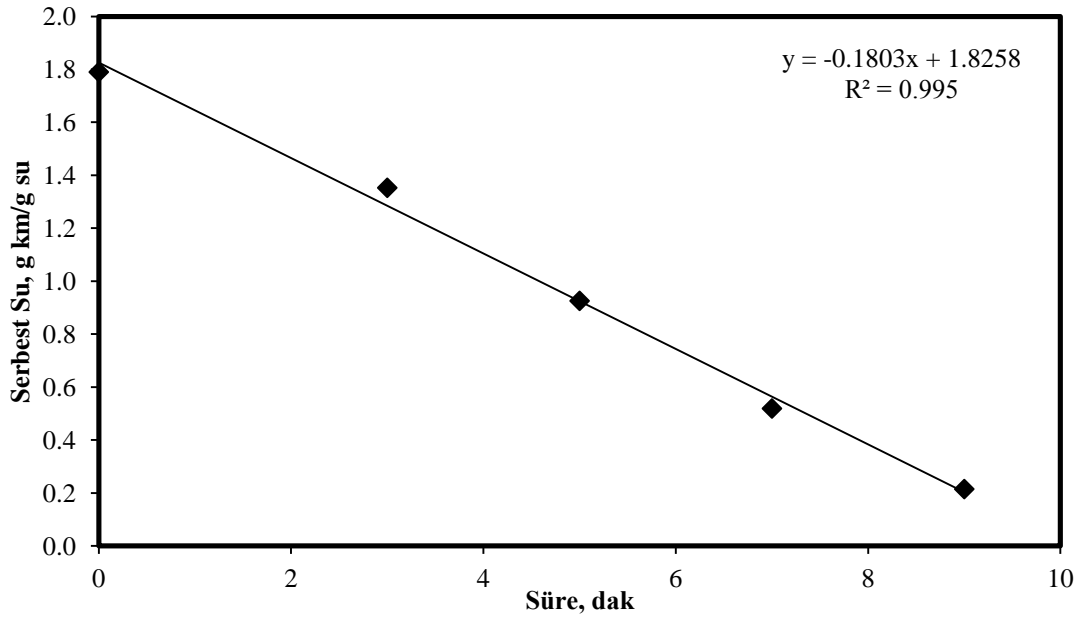


Şekil 4.26. Fırınlama süresince ürün içi ve yüzey sıcaklığına bağlı olarak meydana gelen değişimler [Manley, 2000].

Bu çalışmada elde edilen yüzey sıcaklığı verileri Şekil 4.26 da ürün içi sıcaklık profiline benzemektedir. Şekil 4.26 da verilen ürün içi sıcaklığının zamana karşı değişimine ve nohut cipslerinin çok ince olmasına dayanarak, herhangi bir zamanda örneklerin iç sıcaklığının ölçülen yüzey sıcaklığına eşit olduğu varsayılabilir. Başka bir ifadeyle cips örneklerinin içinde sıcaklık profiline olmadığı ve ısı aktarımı açısından bir yığın (lumped) sistem davranışı gösterdiği varsayılabilir

4.4.2. Suyun Yapıdan Uzaklaşması

Nohut hamurlarında serbest su içeriğinin hedeflenen nem derişimine ulaşılıncaya kadar zamanla değişimi incelendiğinde zamana karşı değişimin tüm koşullar için doğrusal olduğu görülmektedir (şekil 4.27). Değişimin doğrusal olması suyun yapıdan uzaklaşmasının sabit hız evresinde gerçekteştiğini göstermektedir. Tüm koşullar için Eşitlik 2.6 da verilen model suyun yapıdan uzaklaşma davranışına oldukça iyi uyum sağlamıştır ($R^2=0.98-1.00$). Bu durumda suyun yüzeyden uzaklaşma hızı Eşitlik 2.6 ya göre serbest su-süre grafiklerinin eğimlerinden hesaplanabilir ve eğimdeki artış suyun uzaklaşma hızının arttığını gösterir. şekil 4.27 de serbest su-süre grafiklerine bir örnek verilmiştir.

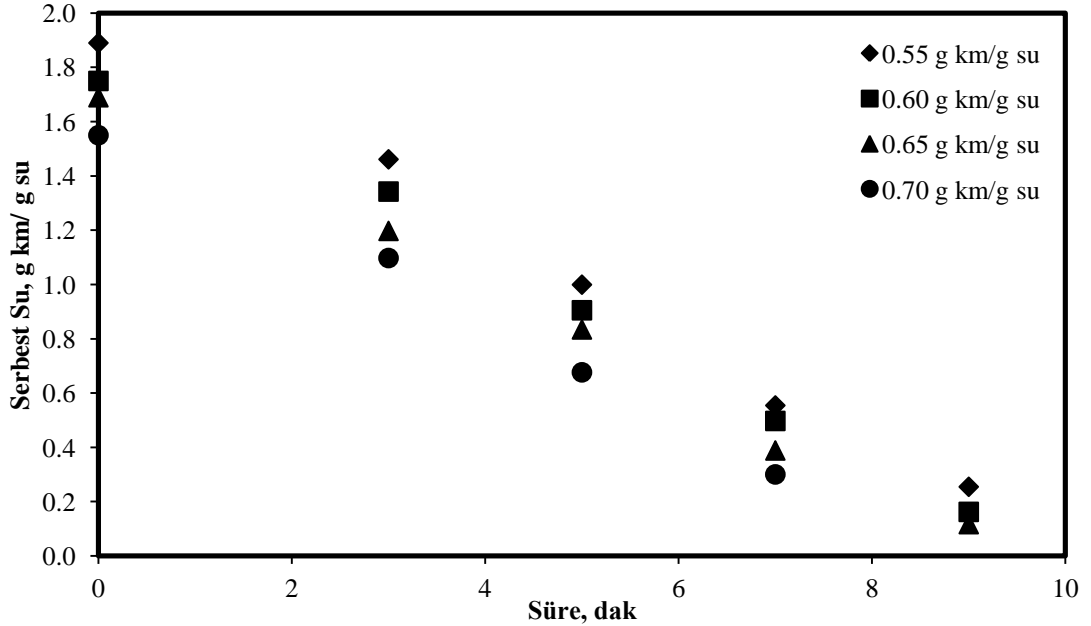


şekil 4.27. Nohut hamurlarından suyun uzaklaşması (H_I , 0.60 km/su, $T=200$ °C)

Suyun gıdadan uzaklaşmasında sabit hız ve azalan hız bölgelerinin ne derece etkin olduğunu belirleyen en önemli unsurlar ürünün su içeriği ve yapısal özelliklerdir. Sabit hız evresinde üründe yüzeyde her zaman sürekli bir su tabakası oluşturacak kadar su bulunur. Eğer ürün gözenekli bir yapıya sahipse ve hücre yapısı bozularak hücre içindeki su serbest kalmışsa suyun büyük bir kısmı sabit hız evresinde uzaklaşır. Katı yüzeyine iç kısımlardan sürekli olarak suyun taşınımı söz konusudur ve bu da yüzeydeki su tabakasının devamlılığını sağlar. Sabit hız evresi

kritik bir su içeriğine ulaşıncaya kadar devam eder [Geankoplis, 1993]. Bazı durumlarda gıdaların başlangıç su içeriği kritik su içeriğinden daha düşüktür. Bu durumda sabit hız evresi gözlenmez ve suyun tamamı azalan hız evresinde uzaklaşır.

Pişme sırasında suyun yapıdan uzaklaşma davranışı üzerine hamurun başlangıç rutubetinin, fırın sıcaklığının ve tanecik boyutunun etkisi incelenmiştir. Hamurların başlangıç nem derişimlerinin suyun uzaklaşma davranışı üzerine etkisi Şekil 4.28 de verilmiştir. Başlangıç serbest nem derişimleri farklı olan bütün hamurlarda pişirme sırasında serbest nem derişimi zamana karşı doğrusal ve birbirine paralel bir biçimde azalma göstermiştir. Buna göre fırında eşit süreler kalan hamurların herhangi bir zamanda yapılarındaki serbest su derişimi hamurun başlangıç su derişimi arttıkça artmıştır ($p < 0.05$). En yüksek serbest su, kuru madde derişimi 0.55 g km/g su olan hamurlarda ölçülürken en düşük serbest su kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurlarda ölçülmüştür (Şekil 4.28).



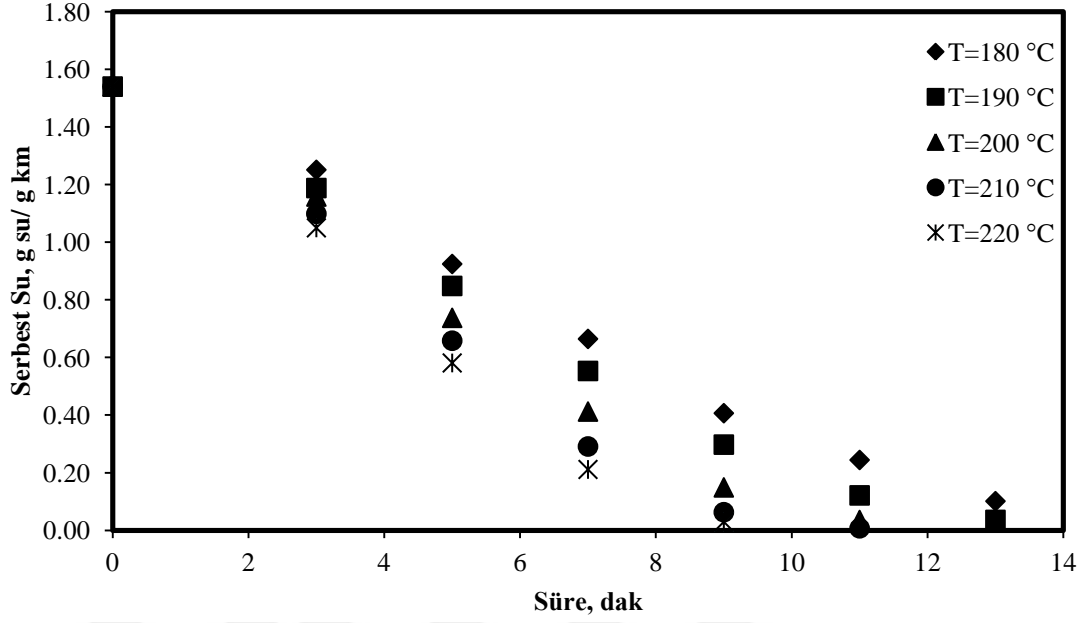
Şekil 4.28. Hamur başlangıç nem derişiminin suyun uzaklaşma davranışı üzerine etkisi (H_{II} , $T=200$ °C)

Diğer taraftan hamurun başlangıç nem derişimi nohut cipslerinin pişme sürelerini, başka bir deyişle rutubetin % 3 e düşmesi için gerekli süreyi de etkilemiştir. Buna göre 200 °C fırın sıcaklığında pişme süresi kuru madde derişimi

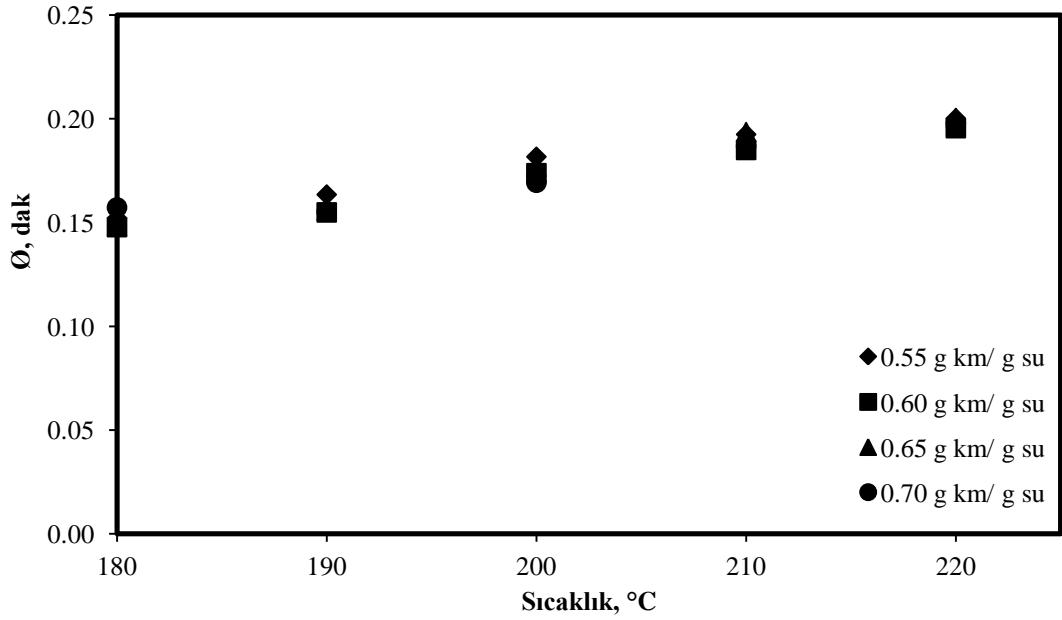
0.55 g km/g su olan hamurlarda 10.2 ± 0.3 dak, 0.60 g km/g su olan hamurlarda 9.5 ± 0.3 dak, 0.65 ± 0.3 g km/g su olan hamurlarda 9.3 ± 0.6 dak ve 0.70 g km/g su olan hamurlarda 9.0 ± 0.5 dak olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada belirlenen başlangıç serbest neminin suyun zamanla yapıdan uzaklaşma davranışı üzerine etkisi literatürde rapor edilen benzer çalışmalarla paralellik göstermektedir. Qinghua vd. (2008) mikrodalga vakum kurutma uyguladıkları elma cipslerinde başlangıç serbest nemi arttıkça suyun yapıdan uzaklaşma hızının azaldığını ve buna baēlı olarak nemin % 5 in altına düşmesi için gerekli işlem süresinin uzadığını belirtmişlerdir. İşlem süresi başlangıç serbest nem değeri 1.2 g su/g km olan elma cipsleri için 12 dak olarak belirlenirken, 1.0 g su/g km olan elma cipsleri için 6 dak ve 0.8 g su/g km olan elma cipsleri için 6 dak olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan bu çalışmada elde edilen verilerden farklı olarak başlangıç nem değeri farklı olan örneklerin serbest nem-zaman grafiklerinin benzer yönelimler gösterdiği, suyun yapıdan uzaklaşmasının 3 farklı bölgede gerçekleştiēi ifade edilmiştir. Bu da elma dilimlerinde suyun yapıdan uzaklaşma davranışının tamamen sabit hız evresinde gerçekleşmediēi, azalan hız bölgelerinin de belirgin olduēu söylenebilir.

Belirli bir başlangıç serbest nem derişimine sahip hamurlarda serbest nem derişiminin zamanla değişimi üzerine fırın sıcaklığının etkisi incelenmiş, kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan H_I hamurları için elde edilen veriler bu etkiye örnek olarak Şekil 4.29 da verilmiştir. Buna göre farklı fırın sıcaklıklarında serbest su derişimleri zamanla doğrusal olarak azalmış, fırın sıcaklığı arttıkça elde edilen verilerin eğimleri de artmıştır (Şekil 4.29). Fırın sıcaklığının serbest su-süre grafiklerinin eğimleri (Ø) üzerine etkisi farklı kuru madde derişimlerindeki H_{II} hamurları için örnek olarak Şekil 4.30 da verilmiştir. Buna göre farklı kuru madde derişimlerinde, başka bir deyişle farklı başlangıç nem derişimlerinde hazırlanan hamurların serbest su-süre grafiklerinin eğimleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamakta, fırın sıcaklığı arttıkça eğimler artmaktadır. Bu durum fırın sıcaklığı arttıkça hamurların yüzey sıcaklıklarının ve buna baēlı olarak suyun uzaklaşma hızının artmasından kaynaklanmaktadır.



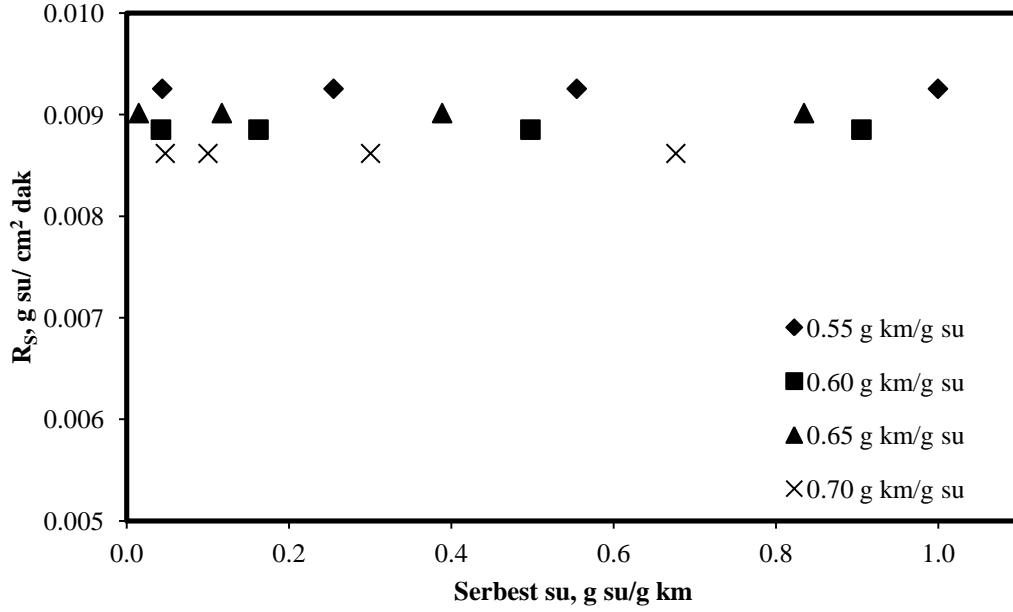
Şekil 4.29. Fırın sıcaklığının suyun uzaklaşma davranışı üzerine etkisi (H_I , 0.70 km/su)



Şekil 4.30. Fırın sıcaklığının serbest su-süre grafiklerinin eğimleri üzerine etkisi (H_{II})

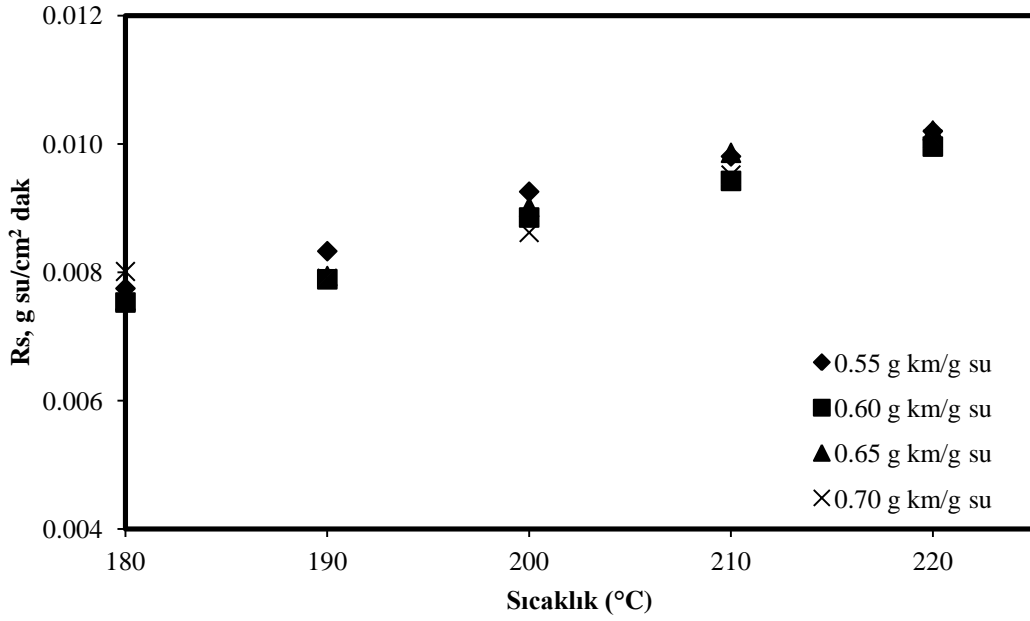
Yukarıda Şekil 4.23 de görüldüğü gibi yüzey sıcaklıkları ortamdaki kuru madde derişiminden bağımsız olarak zamanla artmıştır. Bu da belirli bir fırın sıcaklığında yüzeyden suyun uzaklaşma hızının hamurun kuru madde derişiminden

başka bir deyişle başlangıç serbest nem derişiminden bağımsız olduğunu göstermektedir. Bu durum Eşitlik 2.4 ile belirlenen ve Şekil 4.31 de verilen, farklı kuru madde derişimlerindeki H_{II} hamurlarından 200 °C ta suyun uzaklaşma hızlarında da görülebilmektedir. Diğer fırın sıcaklıkları ve tanecik boyutları için de benzer sonuçlar elde edilmiştir.



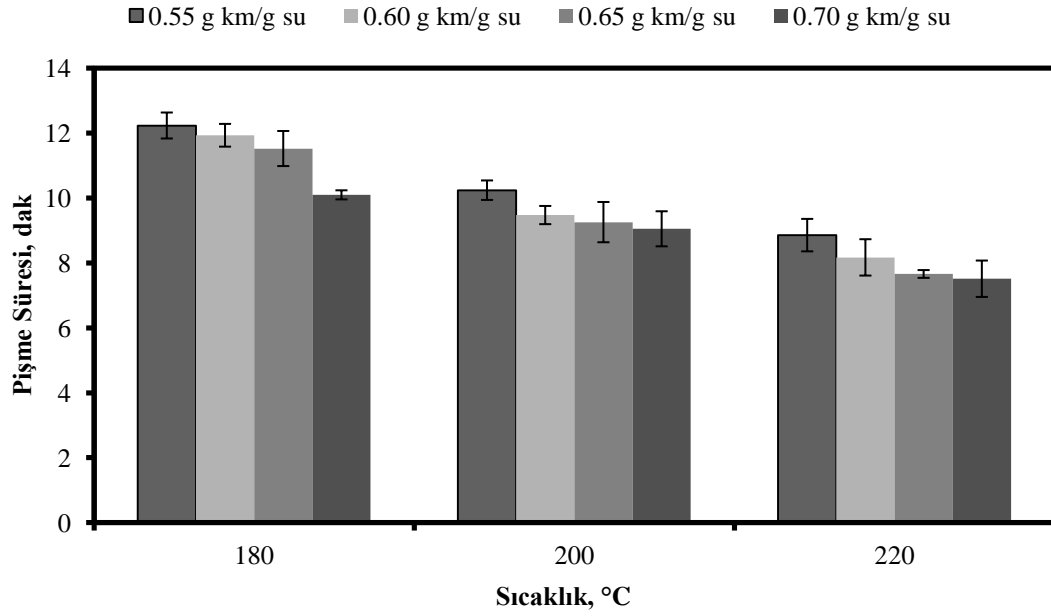
Şekil 4.31. Suyun uzaklaşma hızı (H_{II} , T=200 °C)

Suyun bir yapıdan uzaklaşma hızına etki eden en önemli parametrelerden biri sıcaklıktır ve sıcaklık arttıkça suyun uzaklaşma hızı da artar. Fırın sıcaklığının 180 °C tan 220 °C a arttırılmasının suyun yapıdan uzaklaşma hızı üzerine etkisi incelendiğinde fırın sıcaklığındaki artışın suyun yapıdan uzaklaşma hızını 1.24-1.44 kat artmasına neden olduğu belirlenmiştir. Farklı kuru madde derişimlerindeki H_{II} hamurlarından suyun uzaklaşma hızının fırın sıcaklığı ile değişimi Şekil 4.32 da verilmiştir. Diğer tanecik boyutlarındaki unlar için de benzer sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4.32. Farklı sıcaklıklarda suyun uzaklaşma hızı (H_{II})

Fırın sıcaklığındaki değişime ve hamur kuru madde derişimine bağlı olarak pişme süresindeki değişimler incelenmiş, H_I hamurları için elde edilen değerler Şekil 4.33 te örnek olarak verilmiştir. Buna göre fırın sıcaklığı ve hamur kuru madde derişimi arttıkça pişme süreleri istatistiksel olarak önemli düzeyde kısalmıştır ($p < 0.05$). En uzun pişme süresi kuru madde derişimi 0.55 g km/g su olan hamurların 180 °C ta pişirilmesi ile elde edilmiş ve 12.2 dak olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan en kısa pişme süresi kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurların 220 °C ta pişirilmesi ile elde edilmiş ve 7.5 dak olarak belirlenmiştir (Şekil 4.33). Bu çalışmada kullanılan unun tanecik boyutunun suyun hamur yapısından uzaklaşma hızı üzerine etkisi de incelenmiş, tanecik boyutunun hamurun pişme süresini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemediği belirlenmiştir ($p > 0.05$).



Şekil 4.33. Pişme sürelerinin sıcaklıkla değişimi (H₁)

Tüketici taleplerinin yağı azaltılmış cipslere doğru kayması cipslerde yağ miktarının azaltılması ile ilgili çalışmalara hız vermektedir. Bu çalışmalar suyun yapıdan uzaklaşma davranışlarını ortaya koyarken bunun yapısal ve duyu özelliklerindeki ve uygulanıyor ise kızartma sırasında yağ emilimi üzerine etkisini ortaya koymak üzerine yoğunlaşmıştır. Garayo ve Moreira (2002) vakum altında kızartmanın (118, 132 ve 144 ° C; 16.661, 9.888 ve 3.115 vakum kPa) patates dilimlerinden suyun hızlıca uzaklaşmasına ve çıtır/gevrek bir yapının oluşmasına neden olduğunu göstermişlerdir. Vakum altında kızartmanın arzu edilen yapı ve renkte, düşük yağ içeren cipslerin üretilmesinde geleneksel yöntem iyi bir alternatif olacağını belirtmişlerdir. Çalışmada vakum altında kızartma sırasında suyun patates yapısından uzaklaşma davranışının tipik bir kuruma davranışına benzediği ve sabit hız bölgesi ve azalan hız bölgesinden oluştuğu, ayrıca kızartma sıcaklığı ve vakumun suyun yapıdan uzaklaşma hızını etkilediği ortaya konmuştur.

Kayacier ve Singh (2004) fırınlanmış tortilla cipslerde suyun yapıdan uzaklaşma hızını tanımlamada efektif difüzyon modelinden yararlanmışlardır. Çalışmada efektif difüzyon modelinin tortilla cipslerin fırınlanması sırasında suyun hem sıvı hem de buhar fazında aktarımını tanımlamada başarılı olduğu, sıcaklık ile efektif difüzyon katsayısı arasındaki ilişkinin Arrhenius eşitliği ile açıklanabildiği

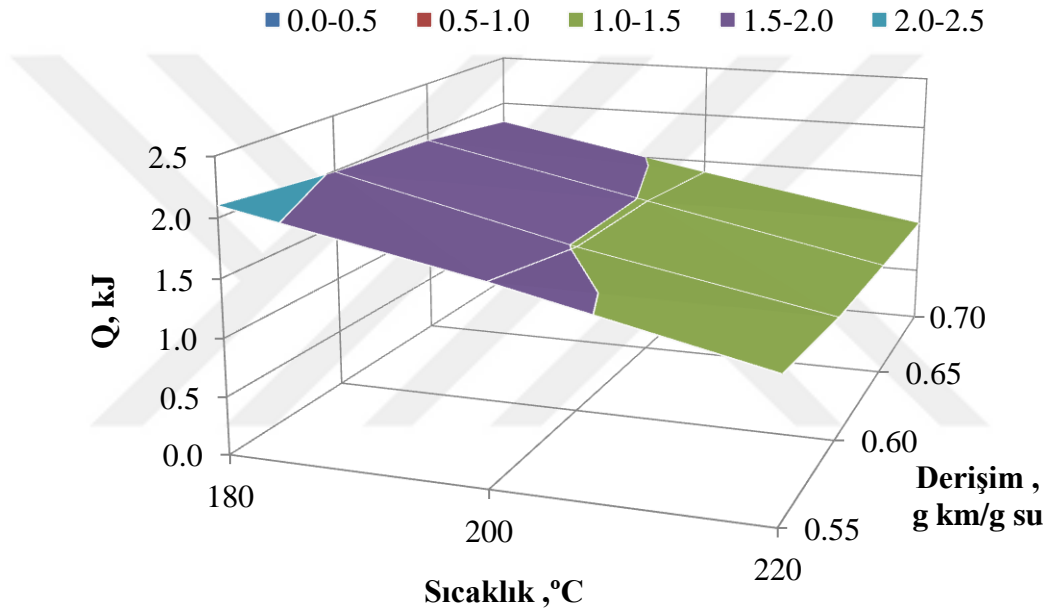
belirtilmiştir.

Xu ve Kerr (2012) sürekli bir sistemde vakum altında kurutarak elde ettikleri mısır cipslerinde suyun yapıdan uzaklaşma kinetiğini incelemişlerdir. Prosesin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla kalınlığın (0.8, 1.5 ve 2.3 mm) ve sıcaklığın (80, 90 ve 100 °C) kuruma hızı üzerine etkisi belirlenmiş, efektif difüzyon modelinin ve yarı empirik kurutma modellerinin verilerine uyumunu incelemişlerdir. Efektif difüzyon katsayısının $1.19-1.54 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ aralığında değiştiği ve sıcaklık arttıkça arttığını belirlemişlerdir. Arrhenius eşitliğinin verilere uyumu incelenmiş efektif difüzyon katsayısının sıcaklıkla artışı için aktivasyon enerjisi 14.1 kJ/mol olarak hesaplanmıştır.

Leeratanarak vd. (2006) patates cipslerinde sıcaklığın (80, 90 ve 100 °C) kuruma hızı üzerine etkisini incelemişler, sıcaklıktaki artışa bağlı olarak suyun yapıdan daha hızlı uzaklaştığını bunun sıcaklık gradientindeki artışa bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada ön haşlama işlemi (90 °C, 1-5 dak) gerçekleştirilen patates cipslerinde kurumanın daha hızlı gerçekleştiği, bunun haşlama işlemi sırasında yapının gevşeyerek daha geçirgen bir özellik kazanmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Diğer taraftan haşlama süresi arttıkça suyun yapıdan uzaklaşma hızı azalmış, bunun nişastanın jelatinizasyon derecesindeki artışa bağlı olarak suyun aktarımına bariyer oluşturmamasından kaynaklanabileceği rapor edilmiştir.

Bu çalışmada nohut cipslerinde nem derişiminin % 3 e indirilmesi için verilmesi için gerekli enerji Eşitlik 2.13 e göre hesaplanmış ve H_{II} hamurları için elde edilen veriler Şekil 4.34 örnek olarak verilmiştir. Fırın sıcaklığı nohut cipslerinin nem derişimini % 3 e düşürmek için verilmesi gereken enerji miktarını önemli ölçüde etkilemiş, fırın sıcaklığı arttıkça verilmesi gereken enerji azalmıştır ($p < 0.05$). Buna göre fırın sıcaklığının 180 °C tan 220 °C a artması ile nohut cipslerinde % 3 e indirilmesi için verilmesi için gerekli enerji % 42.9-46.1 oranında azalmaktadır. Kuru madde derişiminin nohut hamurlarında suyun yapıdan uzaklaşması için verilmesi gereken enerji üzerine etkisi sıcaklığın etkisine kıyasla daha düşüktür. Kuru

madde derişiminin 0.55 g km/g su dan 0.70 g km/g su ya artması ile nohut cipslerinde % 3 e indirilmesi için verilmesi için gerekli enerji % 14.8-17.9 oranında azalmaktadır. Yukarıda 4.23 te verildiği gibi fırınlama süresince hamurların yüzey sıcaklıkları üzerine kuru madde derişiminin etkisi istatistiksel olarak önemli değildir. Bu nedenle farklı kuru madde derişimlerinde hazırlanan hamurların yüzeyinde suyun buharlaşma gizli ısıları ve Şekil 4.31 de verildiği gibi suyun uzaklaşma hızları (Rs) arasında da önemli bir farklılık yoktur. Bu nedenle kuru madde derişimine bağlı olarak verilmesi gereken enerji miktarındaki artış yalnız uzaklaştırılması gereken suyun miktarındaki artıştan kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.34. Nohut cipsin pişirilmesi için verilmesi gereken enerji (H_{II})

Bir çalışmada bisküvilerin kızılötesi fırında pişirilmesi sırasında ısı aktarımının % 20 sinin bant yüzeyinden kondüksiyonla, % 37 sinin bisküvi yüzeyinden konveksiyonla ve % 43 ünün yine bisküvi yüzeyinden radyasyonla gerçekleştiği belirlenmiştir [Sablani,1998]. Bu çalışmada kullanılan kızılötesi fırında bu üç ısı taşınım mekanizmasının etkinlikleri kullanılan kızılötesi lambaların gücüne, fırın içindeki konumlarına, banta olan mesafelerine; bant hızına, fırın malzemesine, fırının ısı yalıtımına, ortam sıcaklığına vb. bağlı olarak farklı olabilir. Bu nedenle nohut hamurlarının farklı fırınlarda, fırın içi sıcaklıkları eşit olsa bile suyun uzaklaşma davranışları farklılık gösterebilir. Burada suyun nohut hamurlarından

uzaklaşma davranışı nohut cipsinin endüstriyel boyutta üretilmesi veya daha sonra yapılacak çalışmalara ancak bir temel oluşturabilir. Farklı pişirme koşulları için suyun uzaklaşma davranışının yeniden çalışılmasına ihtiyaç vardır. Burada elde edilen veriler farklı kuru madde derişimlerdeki hamurların farklı fırın sıcaklıklarında pişirme sürelerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu şekilde elde edilen ciplerin özellikleri Bölüm 4.5 te verilmiştir.



4.5. NOHUT CİPSLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Bu kısımda nohut cipsinin fiziksel ve duyuşsal özellikleri üzerine tanecik boyutu, kuru madde derişimi ve pişirme sıcaklığının etkisi incelenmiştir. Farklı kuru madde içeriklerinde hazırlanan hamurlar (0.60, 0.65 ve 0.70 g km/g su) eşit miktarda kuru madde (1.21 g km) içerecek şekilde tartılıp pişirme kaplarının tabanlarına yayılmıştır. Hamurlar 180, 200 ve 220 °C a ısıtılmış kızılötesi fırında nemi % 3 ün altına düşünceye kadar pişirilmiş, oda sıcaklığına soğuduktan sonra incelenmişlerdir.

4.5.1. Fiziksel Özellikler

Farklı koşullarda hazırlanan nohut cipslerinin kalınlıkları 1.20±0.08 mm ile 1.45±0.11 mm aralığında değişirken, ağırlıkları 1.24±0.01 g ile 1.31±0.02 g, nemi % 1.63±0.87 ile % 4.09±0.78, su aktivitesi 0.092±0.005 ile 0.245±0.014 aralığında değişmiştir (Çizelge 4.22-4.25). Beklendiği gibi elde edilen cipslerin ağırlıkları arasında genel olarak istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır (p>0.05). Cipslerin kalınlıkları arasında istatistiksel olarak bazı farklılığın olduğu ender durumlarda bu farklılıklar tanecik boyutu, kuru madde oranı veya sıcaklıkla belirli bir yönelim göstermemektedir (Çizelge 4.22-4.25).

Çizelge 4.21. Nohut cipslerinin özellikleri (NC₁)

Derişim, g km/g su	Sıcaklık, °C	Kalınlık, mm	Ağırlık, g	Nem, %	Su aktivitesi
0.60	180	1.20±0.08 ^d	1.25±0.02 ^b	1.63±0.87 ^d	0.145±0.002 ^e
	200	1.35±0.11 ^b	1.27±0.10 ^b	3.24±1.12 ^b	0.142±0.011 ^e
	220	1.12±0.09 ^d	1.25±0.02 ^b	2.47±1.32 ^c	0.177±0.005 ^b
0.65	180	1.28±0.10 ^c	1.25±0.02 ^b	3.01±0.93 ^b	0.134±0.001 ^f
	200	1.29±0.13 ^c	1.26±0.02 ^b	2.03±1.32 ^c	0.149±0.008 ^e
	220	1.37±0.12 ^b	1.30±0.02 ^a	4.09±0.78 ^a	0.171±0.003 ^c
0.70	180	1.34±0.11 ^b	1.26±0.01 ^b	3.06±0.56 ^b	0.155±0.002 ^d
	200	1.45±0.12 ^a	1.26±0.01 ^b	3.70±1.16 ^a	0.146±0.004 ^e
	220	1.43±0.06 ^a	1.27±0.02 ^b	2.11±0.73 ^c	0.188±0.004 ^a

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.22. Nohut cipslerinin özellikleri (NC_{II})

Derişim, g km/g su	Sıcaklık, °C	Kalınlık, mm	Ağırlık, g	Nem, %	Su aktivitesi
0.60	180	1.34±0.11 ^b	1.27±0.02 ^a	2.92±0.86 ^a	0.134±0.008 ^e
	200	1.28±0.07 ^b	1.27±0.02 ^a	2.34±1.07 ^a	0.131±0.004 ^e
	220	1.28±0.09 ^b	1.26±0.03 ^a	2.29±0.89 ^a	0.155±0.005 ^c
0.65	180	1.29±0.09 ^b	1.25±0.02 ^a	2.35±1.01 ^a	0.092±0.005 ^f
	200	1.36±0.10 ^b	1.25±0.04 ^a	2.25±1.00 ^a	0.245±0.014 ^a
	220	1.44±0.07 ^a	1.27±0.01 ^a	2.10±0.75 ^a	0.172±0.004 ^b
0.70	180	1.23±0.08 ^c	1.24±0.01 ^a	2.38±0.58 ^a	0.219±0.001 ^a
	200	1.38±0.06 ^b	1.26±0.01 ^a	2.77±0.64 ^a	0.133±0.001 ^e
	220	1.44±0.11 ^a	1.27±0.01 ^a	2.71±0.73 ^a	0.144±0.013 ^d

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.23. Nohut cipslerinin özellikleri (NC_{III})

Derişim, g km/g su	Sıcaklık, °C	Kalınlık, mm	Ağırlık, g	Nem, %	Su aktivitesi
0.60	180	1.32±0.09 ^a	1.29±0.04 ^{a,b}	3.18±0.68 ^a	0.131±0.005 ^e
	200	1.34±0.08 ^a	1.25±0.02 ^b	2.66±0.98 ^b	0.160±0.001 ^c
	220	1.33±0.09 ^a	1.25±0.02 ^b	2.27±1.08 ^b	0.155±0.005 ^d
0.65	180	1.29±0.09 ^a	1.27±0.03 ^b	2.80±0.67 ^b	0.121±0.005 ^f
	200	1.31±0.09 ^a	1.26±0.04 ^b	1.97±0.79 ^b	0.135±0.001 ^e
	220	1.38±0.07 ^a	1.31±0.02 ^a	2.31±1.01	0.177±0.004 ^a
0.70	180	1.31±0.08 ^a	1.25±0.01 ^b	2.71±0.91 ^b	0.148±0.003 ^d
	200	1.36±0.11 ^a	1.26±0.02 ^b	3.03±0.97 ^a	0.179±0.004 ^a
	220	1.41±0.07 ^a	1.26±0.03 ^b	1.97±0.57 ^b	0.165±0.000 ^b

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.24. Nohut cipslerinin özellikleri (NC_{IV})

Derişim, g km/g su	Sıcaklık, °C	Kalınlık, mm	Ağırlık, g	Nem, %	Su aktivitesi
0.60	180	1.25±0.10 ^b	1.24±0.01 ^b	2.14±0.58 ^{a,b}	0.121±0.008 ^d
	200	1.22±0.08 ^b	1.25±0.01 ^b	2.82±0.84 ^a	0.137±0.003 ^c
	220	1.26±0.11	1.27±0.04 ^b	2.88±0.95 ^a	0.155±0.005 ^b
0.65	180	1.33±0.02 ^a	1.25±0.01 ^b	2.82±0.76 ^a	0.121±0.005 ^d
	200	1.22±0.07 ^b	1.24±0.01 ^b	2.72±0.93 ^a	0.162±0.021 ^b
	220	1.32±0.10 ^{a,b}	1.31±0.02 ^a	2.21±0.64 ^{a,b}	0.192±0.004 ^a
0.70	180	1.31±0.08 ^{a,b}	1.25±0.01 ^b	2.71±0.91 ^a	0.121±0.00 ^d
	200	1.37±0.01 ^a	1.26±0.01 ^b	3.72±1.60 ^a	0.133±0.001 ^c
	220	1.42±0.07 ^a	1.26±0.01 ^b	1.92±0.40 ^b	0.157±0.002 ^b

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

4.5.2. Görsel özellikler

Renk, tüketicilerin gıdaları kabul etmeleri veya reddetmeleri noktasında kararlarını etkileyen ilk kalite parametrelerinden biridir. Renk duyuşsal olarak ya da aletşel olarak değerlendirilebilir. Duyuşsal değerlendirme özneldir ve aydınlatmaya bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle objektif, iki ve üç boyutlu renk uzayları ve bunlara karşılık gelen sayısal değerler geliştirilmiştir. Gıdaların renklerinin ölçülmesinde genellikle Lab renk uzayı kullanılır. Bu sistemde L rengin açıklık veya koyuluğunu ifade eder ve 0-100 aralığında değişir. L değeri 100 yaklaştıkça renk açılırken 0 a yaklaştıkça koyulaşır. a değeri yeşilden kırmızıya, b değeri ise maviden sarıya kadar değişen rengi tanımlamada kullanılır ve her ikisi de -120-120 aralığında değişir.

Ticari renk ölçüm sistemlerinde gıdaların rengi yaklaşık 2 cm² lik bir alanda ölçülür. Bu homojen bir renk dağılımının olduğu gıda örneklerinde oldukça doğru sonuçlar vermektedir. Ancak homojen olmayan bir renk dağılımı sergileyen gıdaların renklerinin en doğru biçimde tanımlanabilmesi için yüzeydeki her bir pikselin renginin doğru biçimde tanımlanması gerekmektedir. Son yıllarda özellikle homojen olmayan renk dağılımı gösteren gıdaların renklerinin belirlenmesinde tanımlanmış koşullarda alınan görüntülerin görüntü işleme programları ile analiz edilmesi yaygınlık kazanmaktadır [Leon vd., 2006; Pedreschi vd., 2006; Pedreschi vd., 2007].

Renk cipsler için önemli kalite parametrelerinden birisidir. Renk Maillard reaksiyonunun bir sonucu olarak cips diliminin veya hamurunun fırında veya yağ içinde dehidrasyonu sırasında suyun uzaklaşma hızına, ısı aktarım hızına ve bileşime (indirgen şeker ve serbest aminoasit miktarı) bağlı olarak gelişir [Pedreschi vd., 2006].

Nohut cipslerinin rengini ifade eden $L^* a^* b^*$ değerleri ile pişme sırasında renklerinde meydana gelen değişimi ifade eden ΔE değerleri Çizelge 4.26-4.29 da verilmiştir. ΔE değerleri nohut ununun başlangıçtaki $L_0^* a_0^* b_0^*$ değerleri ($L^*=86.9$, $a^*=1.23$, $b^*=17.92$) referans alınarak Eşitlik 3.14 e göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad 3.14$$

NC_I in L* değerlerinin 55.0±2.6 ve 68.5±3.5 aralığında değiştiği, kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurlardan 200 ve 220 °C ta pişirilerek elde edilen cipslerin L* değerlerinin diğer cipslerden belirgin bir biçimde daha düşük olduğu (p<0.05) başka bir deyişle daha koyu renkli oldukları belirlenmiştir. Diğer taraftan 180 °C ta pişirilen NC_I in daha yüksek sıcaklıklarda pişirilen cipslere göre daha yüksek olan L* değerleri nedeniyle bu cipslerin daha açık renkli olduğu söylenebilir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.25. Nohut cipslerinin renk özellikleri (NC_I)

Derişim, g km/g su	Sıcaklık, °C	L*	a*	b*	ΔE
0.60	180	63.3±2.2 ^a	22.6±4.8 ^{a,b}	43.7±2.4 ^b	41.0±3.5 ^a
	200	59.8±2.2 ^b	19.8±4.6 ^b	40.4±2.9 ^c	39.8±3.1 ^b
	220	55.0±2.6 ^c	14.6±6.6 ^c	36.1±3.2 ^d	39.1±3.8 ^b
0.65	180	67.1±1.6 ^a	21.6±4.4 ^b	48.0±1.9 ^a	41.3±2.4 ^a
	200	62.8±2.2 ^b	19.1±4.9 ^b	43.8±2.7 ^b	39.6±2.1 ^b
	220	65.6±0.4 ^a	13.6±1.3 ^d	46.7±1.1 ^a	37.9±0.9 ^c
0.70	180	68.5±3.5 ^a	22.2±3.2 ^{b,c}	47.2±6.5 ^a	40.5±3.9 ^{a,b}
	200	62.7±4.5 ^b	24.0±5.8 ^a	42.2±7.5 ^b	41.1±4.2 ^a
	220	64.9±1.3 ^a	23.2±1.5 ^{a,b}	44.6±1.1 ^b	41.0±1.3 ^a

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

NC_I in a* değerleri 13.6±1.3 ve 24.0±5.8 aralığında belirlenmiştir. Kuru madde derişimi 0.60 g km/g su ve 0.65 g km/g su olan hamurlardan elde edilen cipslerde a* değerleri sıcaklık arttıkça azalmış (p<0.05) 0.70 g km/g su olan hamurlardan 180 °C ta pişirilenlerin a* değerleri daha yüksek sıcaklıklarda pişirilen cipslere göre daha düşük olarak ölçülmüştür (p<0.05, Çizelge 4.26).

NC_I in b* değerleri 36.1±3.2 ve 48.0±1.9 aralığında belirlenmiş olup 180 °C ta pişirilenlerin cipslerin sarılık değerlerinin daha yüksek sıcaklıklarda pişirilenlerden daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.26).

Cipslerin renklerinde meydana gelen değişimi ifade eden ΔE değerleri ise 37.9 ± 0.9 ve 41.3 ± 2.4 aralığında belirlenmiştir. Buna göre başlangıca göre renk değişiminin en az olduğu örnekler kuru madde derişimi 0.65 g km/g su olan hamurlardan elde edilen ve $220 \text{ }^\circ\text{C}$ ta pişirilen NC_I olmuştur (Çizelge 4.26).

NC_{II} in L^* değerlerinin 69.3 ± 0.7 ve 60.4 ± 0.9 aralığında değiştiği, kuru madde derişimi 0.60 g km/g su ve 0.70 g km/g su olan hamurlardan $180 \text{ }^\circ\text{C}$ ta pişirilerek elde edilen cipslerin L^* değerlerinin diğer cipslerden belirgin bir biçimde daha yüksek olduğu ($p < 0.05$) başka bir deyişle daha açık renkli oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.26. Nohut cipslerinin renk özellikleri (NC_{II})

Derişim, g km/g su	Sıcaklık, °C	L^*	a^*	b^*	ΔE
0.60	180	69.3 ± 0.7^a	27.9 ± 1.4^a	50.8 ± 1.3^a	45.9 ± 1.1^a
	200	67.0 ± 2.6^a	15.0 ± 1.5^d	46.9 ± 2.9^b	37.8 ± 2.1^b
	220	63.7 ± 1.8^b	14.6 ± 0.7^d	43.5 ± 1.9^c	37.0 ± 1.4^c
0.65	180	60.4 ± 0.9^c	18.6 ± 1.5^c	39.7 ± 1.0^d	38.5 ± 1.3^b
	200	64.2 ± 1.4^b	14.9 ± 1.2^d	43.4 ± 1.8^c	36.7 ± 1.5^c
	220	68.3 ± 2.5^a	11.9 ± 1.0^e	47.8 ± 2.9^b	36.8 ± 2.2^c
0.70	180	67.8 ± 1.2^a	14.6 ± 1.3^d	46.7 ± 1.3^b	$36.0 \pm 1.2^{c,d}$
	200	68.3 ± 0.7^a	12.1 ± 1.4^e	47.7 ± 1.2^b	35.7 ± 1.1^d
	220	66.0 ± 1.7^b	20.2 ± 0.4^b	44.2 ± 2.1^c	37.9 ± 1.9^b

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).

NC_{II} nin a^* değerleri 11.9 ± 1.0 ve 27.9 ± 1.4 aralığında belirlenmiştir. Kuru madde derişimi 0.60 g km/g su ve 0.65 g km/g su olan hamurlardan elde edilen cipslerde a^* değerleri sıcaklık arttıkça azalmış ($p < 0.05$) 0.70 g km/g su olan hamurlardan $220 \text{ }^\circ\text{C}$ ta pişirilenlerin a^* değerleri daha düşük sıcaklıklarda pişirilen cipslere göre daha yüksek olarak ölçülmüştür ($p < 0.05$, Çizelge 4.27).

NC_{II} nin b^* değerleri 39.7 ± 1.0 ve 50.8 ± 1.3 aralığında belirlenmiş olup kuru madde derişimi 0.60 g km/g su ve 0.70 g km/g su olan hamurlardan elde edilen cipslerde fırın sıcaklığı arttıkça sarılık değeri azalmış, 0.65 g km/g su olan hamurlardan elde edilen cipslerde fırın sıcaklığı arttıkça sarılık değeri artmıştır ($p < 0.05$, Çizelge 4.27).

NC_{II} nin ΔE değerleri ise 35.7 ± 1.1 ve 45.9 ± 1.1 aralığında belirlenmiştir. Buna göre başlangıca göre renk değişiminin en az olduğu örnekler kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurlardan elde edilen ve 200 °C ta pişirilen NC_{II} olmuştur (Çizelge 4.27).

NC_{III} ün L^* değerlerinin 60.3 ± 4.8 ve 72.0 ± 0.7 aralığında değiştiği, kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurlardan elde edilen cipslerin L^* değerlerinin diğer cipslerden belirgin bir biçimde daha yüksek olduğu ($p < 0.05$) fırın sıcaklığı cipslerin L^* değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmamıştır ($p > 0.05$, Çizelge 4.28). Diğer taraftan kuru madde derişimi daha yüksek olan hamurlardan elde edilen cipslerin L^* değerlerinin belirgin bir yönelim göstermediği görülmektedir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.27. Nohut cipslerinin renk özellikleri (NC_{III})

Derişim, g km/g su	Sıcaklık, °C	L^*	a^*	b^*	ΔE
0.60	180	71.3 ± 0.1^a	23.2 ± 1.3^a	55.5 ± 1.3^a	46.2 ± 1.0^a
	200	72.0 ± 0.7^a	22.5 ± 1.4^a	54.4 ± 1.2^a	44.8 ± 1.2^b
	220	71.6 ± 1.7^a	23.3 ± 0.4^a	53.7 ± 2.1^a	44.7 ± 1.9^b
0.65	180	65.8 ± 1.7^b	16.3 ± 0.8^b	45.5 ± 1.8^b	37.9 ± 1.3^d
	200	60.3 ± 4.8^c	13.6 ± 0.7^d	40.1 ± 5.0^c	36.8 ± 3.5^e
	220	62.8 ± 1.9^c	15.6 ± 1.3^c	44.4 ± 2.5^b	38.6 ± 1.8^c
0.70	180	64.2 ± 0.8^b	17.8 ± 1.5^b	45.1 ± 0.6^b	39.1 ± 1.1^b
	200	66.5 ± 3.0^b	14.0 ± 2.0^d	46.5 ± 3.2^b	$37.3 \pm 2.2^{d,e}$
	220	61.7 ± 1.6^c	23.0 ± 1.5^a	39.1 ± 1.9^c	39.5 ± 1.5^b

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).

NC_{III} ün a^* değerleri 13.6 ± 0.7 ve 23.3 ± 0.4 aralığında belirlenmiştir. Kırmızılık değerinin kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurlardan elde edilen cipslerde diğerlerinden belirgin bir biçimde daha yüksek ($p < 0.05$) 0.65 g km/g su olan hamurlardan elde edilen cipslerde ise diğerlerinden belirgin bir biçimde daha düşük olduğu görülmektedir ($p < 0.05$, Çizelge 4.28).

NC_{III} ün b* değerleri 39.1±1.9 ve 55.5±1.3 aralığında belirlenmiş olup kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurlardan elde edilen cipslerin sarılık değerlerinin diğer cipslerden belirgin bir biçimde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0.05, Çizelge 4.28).

NC_{III} ün ΔE değerleri incelendiğinde verilerin 36.8±3.5 ve 46.2±1.0 aralığında olduğu, başlangıca göre renk değişiminin en az olduğu örnekler kuru madde derişimi 0.65 g km/g su olan hamurlardan elde edilen ve 200 °C ta pişirilen NC_{III} olduğu belirlenmiştir.

NC_{IV} ün L* değerlerinin 63.1±3.3 ve 68.7±2.1 aralığında değiştiği, verilerin sıcaklık ve kuru madde derişimiyle belirgin bir yönelim göstermediği görülmektedir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.28. Nohut cipslerinin renk özellikleri (NC_{IV})

Derişim, g km/g su	Sıcaklık, °C	L*	a*	b*	ΔE
0.60	180	63.4±2.2 ^c	18.8±0.6 ^b	43.0±2.4 ^d	38.6±1.8 ^{c,d}
	200	66.2±4.1 ^a	16.1±1.8 ^d	47.6±4.6 ^a	39.1±3.5 ^c
	220	65.4±2.2 ^b	15.3±1.6 ^d	46.7±3.0 ^{a,b}	38.6±2.8 ^{c,d}
0.65	180	65.4±1.3 ^b	15.5±1.1 ^d	46.0±1.6 ^b	38.1±1.2 ^d
	200	68.7±2.1 ^a	13.8±1.5 ^e	49.1±2.6 ^a	38.2±2.0 ^d
	220	63.1±3.3 ^c	25.0±1.4 ^a	43.5±3.6 ^{c,d}	42.3±2.4 ^a
0.70	180	64.3±2.3 ^b	17.7±1.0 ^c	44.0±2.4 ^c	38.2±2.2 ^d
	200	64.2±1.1 ^b	19.1±0.6 ^b	46.6±2.1 ^{a,b}	40.7±1.9 ^b
	220	66.4±1.2 ^a	18.2±1.6 ^{b,c}	44.4±2.1 ^c	37.5±1.4 ^e

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

NC_{IV} ün a* değerleri 13.8±1.5 ve 25.0±1.4 aralığında belirlenmiştir. Kırmızılık değerinin kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurlardan elde edilen cipslerde sıcaklık arttıkça belirgin bir biçimde azalmış (p<0.05) diğer hamurlardan elde edilen cipslerde ise belirgin bir yönelim göstermemiştir (Çizelge 4.29).

NC_{IV} ün b* değerleri 43.0±2.4 ve 49.1±2.6 aralığında belirlenmiş olup sarılık değeri kuru madde derişimi ve sıcaklığa bağı olarak belirgin bir yönelim göstermemiştir (Çizelge 4. 29).

NC_{VI} ün ΔE değerleri incelendiğinde verilerin 37.5±1.4 ve 42.3±2.4 aralığında olduğu, başlangıca göre renk değişiminin en az olduğu örnekler kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurlardan elde edilen ve 220 °C ta pişirilen NC_{IV} olduğu belirlenmiştir.

Tüm nohut cipsleri karşılaştırıldığında en açık renkli (L*=71.3±0.1-72.0±0.7) cipsler kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan NC_{III} olup en koyu renkli (L*=55.0±2.6) cipsler kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurların 220 °C ta pişirilmesi ile elde edilmiş NC_I dir. Kırmızılık değeri en yüksek (a*=27.9±1.4) olan cipsler kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan NC_I olup en düşük kırmızılık değeri (a*=11.9±1.0) kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurların 180 °C ta pişirilmesi ile elde edilen NC_{II} cipslerinde belirlenmiştir. Sarılık değeri en yüksek (b*=53.7±2.1-55.5±1.3) olan cipsler kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan NC_{III} olup en düşük sarılık değeri (b*=36.1±3.2) kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurların 220 °C ta pişirilmesi ile elde edilen NC_I cipslerinde belirlenmiştir. Renkteki toplam değişim değeri incelendiğinde en yüksek değişim (ΔE=46.2±1.0) kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurların 180°C ta pişirilmesi ile elde edilen NC_{III} olup en düşük değişim değeri (ΔE=35.7±1.1) kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurların 200 °C ta pişirilmesi ile elde edilen NC_{II} cipslerinde belirlenmiştir.

Literatürde dilim kalınlığı, kızartma sıcaklığı, kızartma süresi ve kızartma öncesi uygulanan ön işlemlerin cipslerde renk parametrelerini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir [Krokida vd., 2001, Pedreschi vd., 2006, Pedreschi vd., 2007]. Pedreschi vd., (2006) sıcaklığın (120-180 °C) patates cipslerinde renk verileri (L* a* b* ve ΔE) üzerine etkisini incelemiş, sıcaklık arttıkça a* (-5-17): b* (22-48) ve ΔE (35-55) değerlerinin arttığını, L* (80-55) değerinin ise azaldığını belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada patates dilimlerine kızartma öncesi uygulanan ön işlemlerin renk

parametrelerini önemli ölçüde etkilediğini, NaCl uygulamasının sadece renk parametrelerini etkilemediği aynı zamanda akrilamid oluşumunu da azalttığı belirlenmiştir [Pedreschi vd., 2007]. Ayrıca renk parametrelerinin kızartma sıcaklığı ve kızartma süresiyle değişiminin birinci dereceden bir kinetikle ifade edilebildiği [Krokida vd., 2001, Pedreschi vd., 2007] aktivasyon enerjisinin ürünün nem içeriği düştükçe azaldığı rapor edilmiştir [Pedreschi vd., 2006].

Rengin cipslerde önemli bir kalite parametresi olduğu, kullanılan hammaddeye (patates, mısır) ve pişirme koşullarına bağlı olarak değişebildiği yukarıda ifade edilmiştir. İşlem koşullarının optimizasyonu ile rengin tüketici tarafından kabul edilebilir sınırlar içinde kalması sağlanabilir ancak cips ve benzeri ürünlerin önemli bir kısmı çeşnilendirilerek satışa sunulmaktadır. Bu da proses sırasında cipslerin renklerinde meydana gelen değişimlerin tüketici tarafından algılanma olasılığını azaltmaktadır. Diğer taraftan rengin oluşumundan sorumlu Maillard reaksiyonu sırasında lezzet bileşeleri de oluşmaktadır. Renkteki yoğunluk bir noktadan sonra yanık tadın oluşumuna neden olurken rengin tam gelişmediği durumlarda da ürüne özgü lezzet de oluşmayacaktır. Bu nedenle renk tek başına değil, lezzet ile ilgili duyuşal değerlendirmeyle birlikte değerlendirilmelidir.

4.5.3. Dokusal özellikler

Sertlik cips, gevrek ve benzeri ürünlerde en önemli dokusal özelliklerden birisidir. Ürünü deforme eden maksimum kuvveti tanımlar. Nohut cipslerinin sertlikleri 468 ± 37 g ile 599 ± 50 g aralığında belirlenmiş ve çalışılan hamur derişimleri için Şekil 4.39-4.51 de tanecik boyutuna ve fırınlama sıcaklığına karşı davranışı verilmiştir. Nohut cipsleri için belirlenen sertlik değerleri ticari mısır cipsi için belirlenen (521 ± 99 g) değerlerle uyumlu olup ($p>0.05$) ticari patates gevreği için belirlenen değerlerden (226 ± 26) daha yüksektir ($p<0.05$). Tanecik boyutu, kuru madde derişimi ve fırın sıcaklığının sertlik üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. En düşük sertlik değeri kuru madde derişimi 0.65 g km/g su olan ve 200 °C ta pişirilen NC_{II} cipslerinde, en yüksek sertlik değerleri 0.60 g km/g su olan ve 180 °C ta pişirilen NC_I cipslerinde elde edilmiştir.

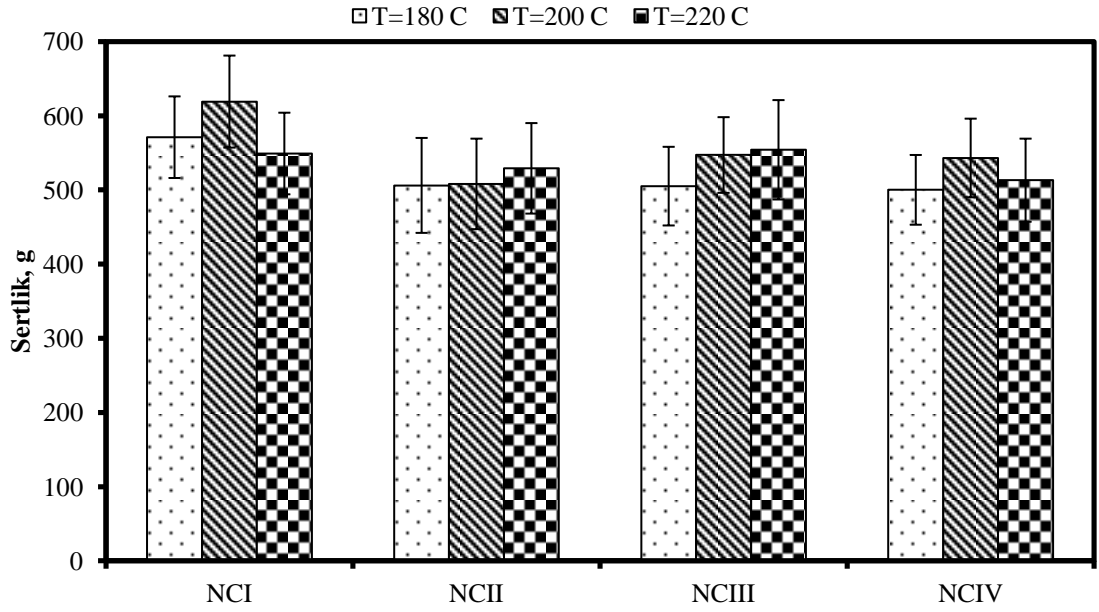
Garoya ve Moreia (2002) vakum altında farklı sıcaklıklarda (118, 132 ve 144 °C) kızartılan patates cipslerinin sertliklerini incelemişler, sertliğin kızartma sıcaklığından etkilenmediğini ve 2.05 ± 41 N ile 372 ± 43 N aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Sıcaklığın sertlik üzerinde belirleyici bir etkisinin olmaması bu çalışmada nohut cipsi için elde edilen sonuçlarla uyumludur.

Kayacier ve Sing (2003) mısır unu:su oranı 1:1 olan hamurları 1.5 mm kalınlığına incelterek elektirikli fırında 232, 260, 288 ve 315 °C ta pişirmiş, zamanla sertlik ve dayanıklılıkta meydana gelen değişimi Kramer kayma hücresi ile belirlemişlerdir. Fırında kalma süresi arttıkça örneklerin sertlik ve dayanıklılıklarının arttığını, 260, 288 ve 315 °C ta pişirilen örneklerde sertlik ve dayanıklılığın belli bir pişirme süresi sonrasında azalmaya başladığını göstermişlerdir. Bununla beraber örneklerin elektron mikroskobu ile kesit yüzeylerini incelemişler fırında kalma süresi arttıkça daha büyük gözenekler ve küçük çatlaklar oluşarak sertlik ve dayanıklılığın bir süre sonra azalmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer taraftan fırın sıcaklığının sertlik verileri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Sertliğin fırın sıcaklığından etkilenmemesi bu çalışmada elde edilen verilerle uyumludur ancak çalışmada örneklerin nem derişimleri verilmediğinden optimum pişirme koşulları sonrasında dokusal özelliklerin ulaştığı değerler bilinmemektedir.

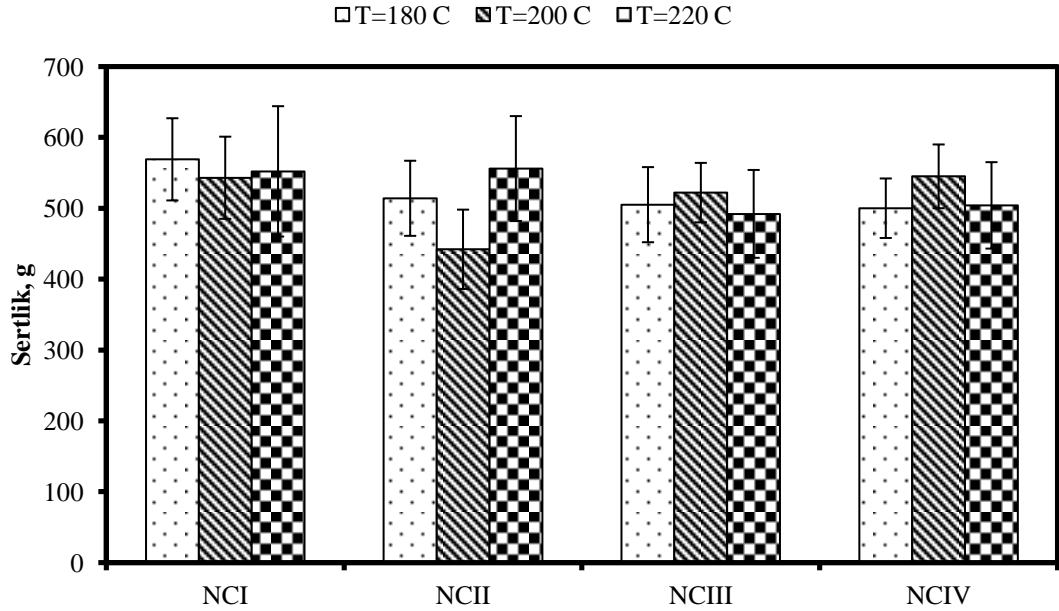
Pedreschi ve Moyano (2005) kızartılmış patates cipslerinin nem derişimleri ile sertlikleri arasındaki ilişkiyi incelemişler, örnekte nem düştükçe sertliğin arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca sertliğin pişirme sıcaklığından etkilendiğini, sıcaklık arttıkça sertliğin azaldığını göstermişlerdir.

Moreira vd., (1997) kalınlığı 1 mm olan mısır cipsi hamurlarını önce 3 katlı bir fırında (343, 190 ve 190 °C) fırınlamış (0, 70 ve 140 s): sonra 190 °C ta 60 s kızartmışlardır. Bu şekilde elde edilen cipslerin sertliklerinin fırınlama süresinden etkilendiğini, fırınlama süresi arttıkça sertliğin arttığını belirtmişlerdir. Mısır cipslerinin sertliklerini fırınlanmamış örneklerde 553 ± 57 g, 70 s fırınlanmış örneklerde 691 ± 58 g ve 140 s fırınlanmış örneklerde 842 ± 57 g olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen cipslerin sertlikleri kızartılmış mısır

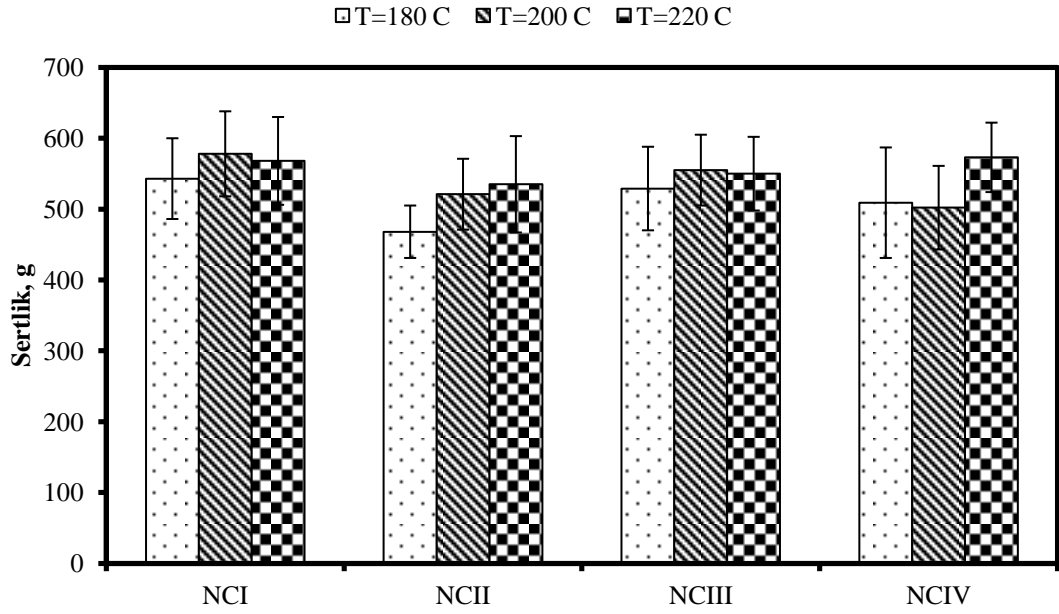
cipslerinin sertliğiyle uyumlu iken fırınlanarak kızartılan ürünlerin sertliklerinden daha düşüktür.



Şekil 4.35. Nohut cipslerinin sertliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.60 g km/g su)



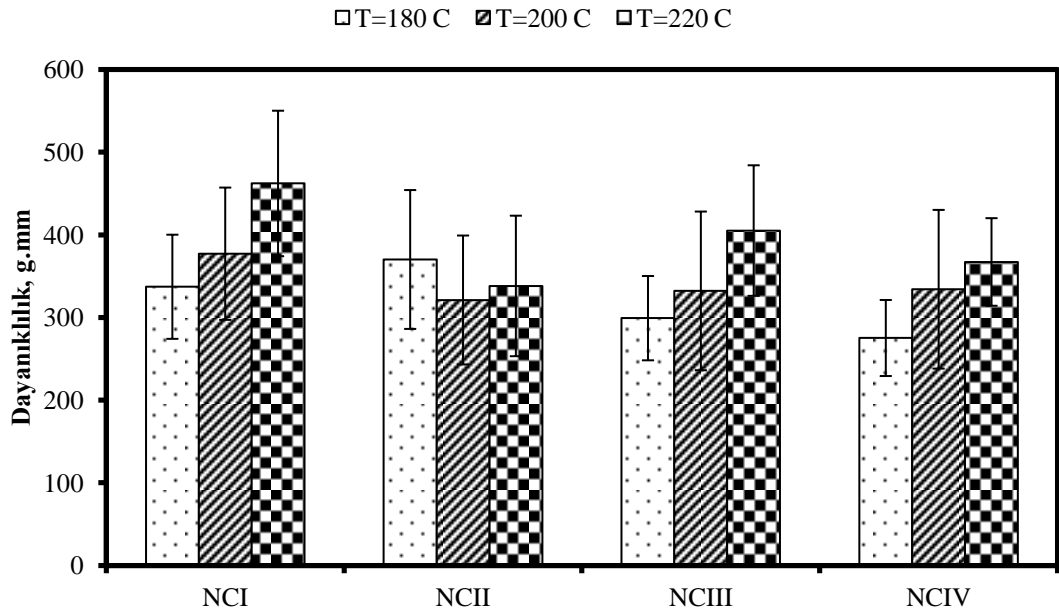
Şekil 4.36. Nohut cipslerinin sertliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.65 g km/g su)



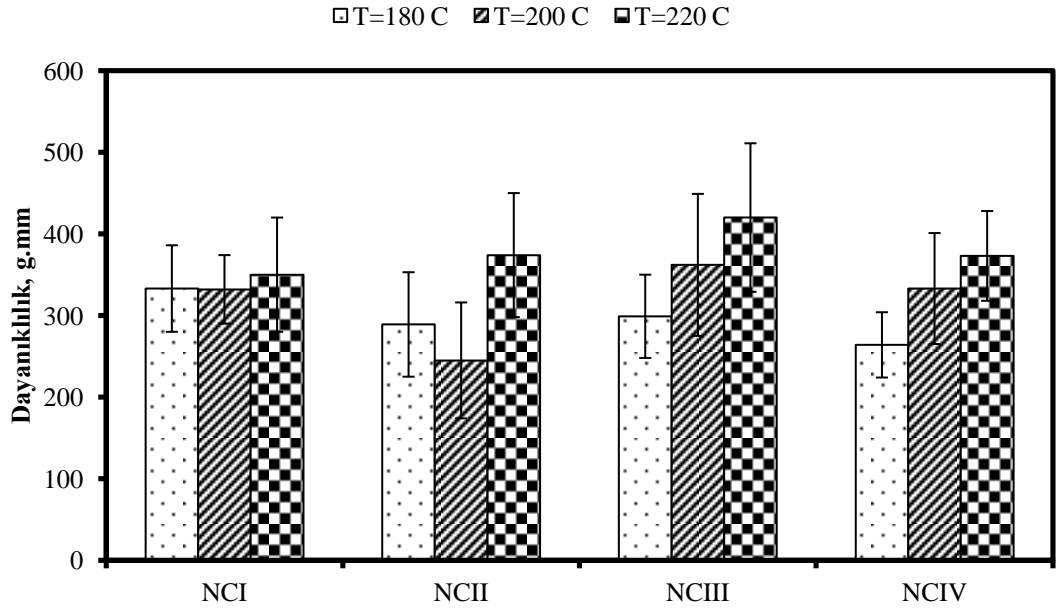
Şekil 4.37. Nohut cipslerinin sertliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.70 g km/g su)

Dayanıklılık cips ve benzeri atıştırmalık ürünlerin en önemli özelliklerinden birisidir ve ürünü deforme etmek için yapılan iş olarak tanımlanır. Nohut cipslerinin dayanıklılıkları 245±71 g.mm ile 462±88 g.mm aralığında belirlenmiş ve Şekil 4.38-4.40te çalışılan hamur derişimlerinde fırınlama sıcaklığı ve tanecik boyutuna göre değişimi verilmiştir. Ticari mısır cipsi için belirlenen dayanıklılık değeri (283±89 g.mm) nohut cipsleri için belirlenen dayanıklılık değerleri aralığında iken ticari patates gevreği için belirlenen değer (196±70 g.mm) daha düşüktür (p<0.05). Nohut cipslerinin dayanıklılıkları üzerine tanecik boyutunun etkisi belirgin bir yönelim göstermemektedir (Şekil 4.38-4.40). Kuru madde derişiminin dayanıklılık üzerine belirgin bir etkisi olmazken (Şekil 4.38-4.40) sıcaklıktaki artışa bağlı olarak dayanıklılığın cipslerin genelinde belirgin bir biçimde arttığı görülmektedir (Şekil 4.38-4.40). Sertlik değerlerinin tanecik boyutu, kuru madde derişimi ve fırın sıcaklığından önemli biçimde etkilenmediği yukarıda belirtilmiştir. Örneği deforme etmek için gerekli maksimum kuvvetin değişmediği dikkate alındığında dayanıklılıktaki değişim örneklerin ileride incelenecek elastikiyetlerindeki değişimle ilişkilendirilebilir.

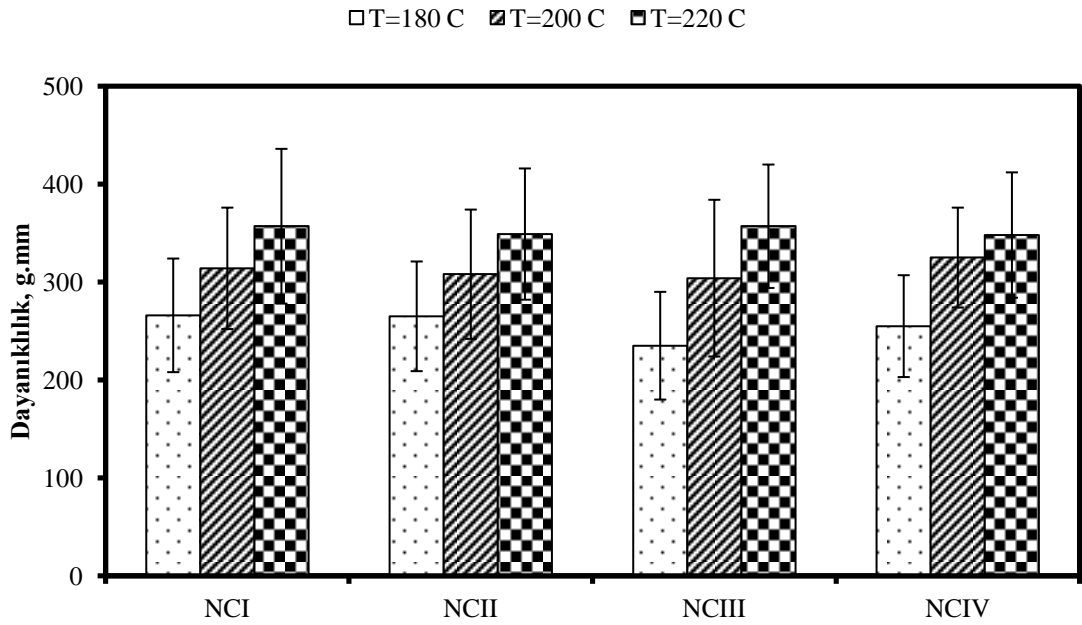
Moreira vd., (1997) fırınlanarak kızartılan mısır cipslerinin dayanıklılıklarının fırınlama süresinden etkilendiğini, fırınlama süresi arttıkça dayanıklılığın arttığını göstermişlerdir. Mısır cipslerinin dayanıklılıklarını fırınlanmamış örneklerde 72 ± 30 g, 70 s fırınlanmış örneklerde 115 ± 23 g ve 140 s fırınlanmış örneklerde 129 ± 32 g olarak belirlemişlerdir. Nohut cipslerinin dayanıklılıkları bu çalışmada elde edilen cipslerin dayanıklılıklarından daha yüksektir. Bu farklılık Moreira vd., (1997) tarafından hazırlanan cipslerin daha yüksek kuvvetlerle deforme olmalarına rağmen mısır cipslerinin nohut cipslerine göre daha az elastik olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.38. Nohut cipslerinin dayanıklılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.60 g km/g su)



Şekil 4.39. Nohut cipslerinin dayanıklılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.65 g km/g su)

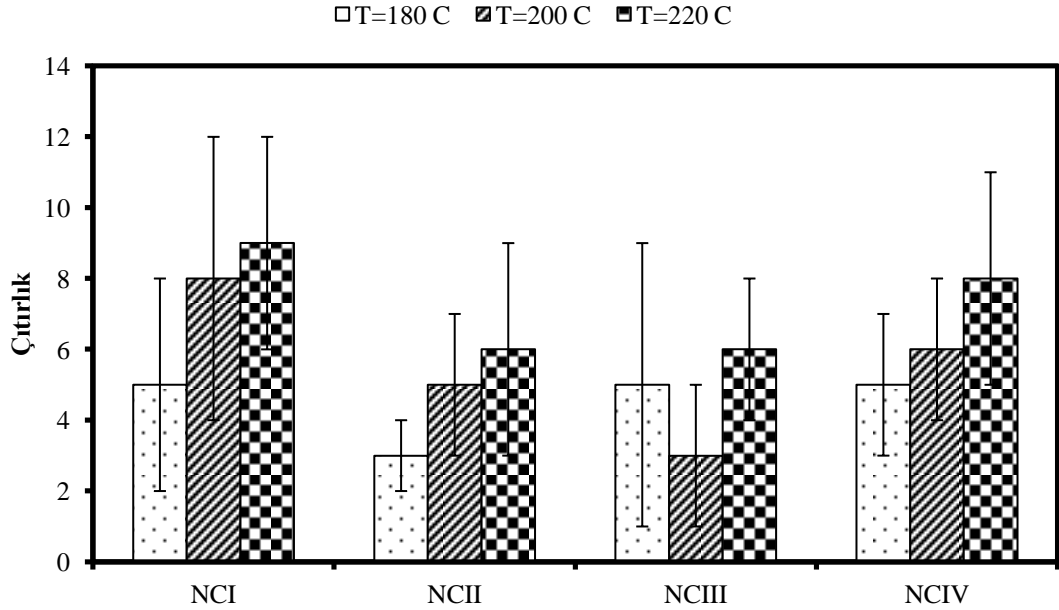


Şekil 4.40. Nohut cipslerinin dayanıklılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.70 g km/g su)

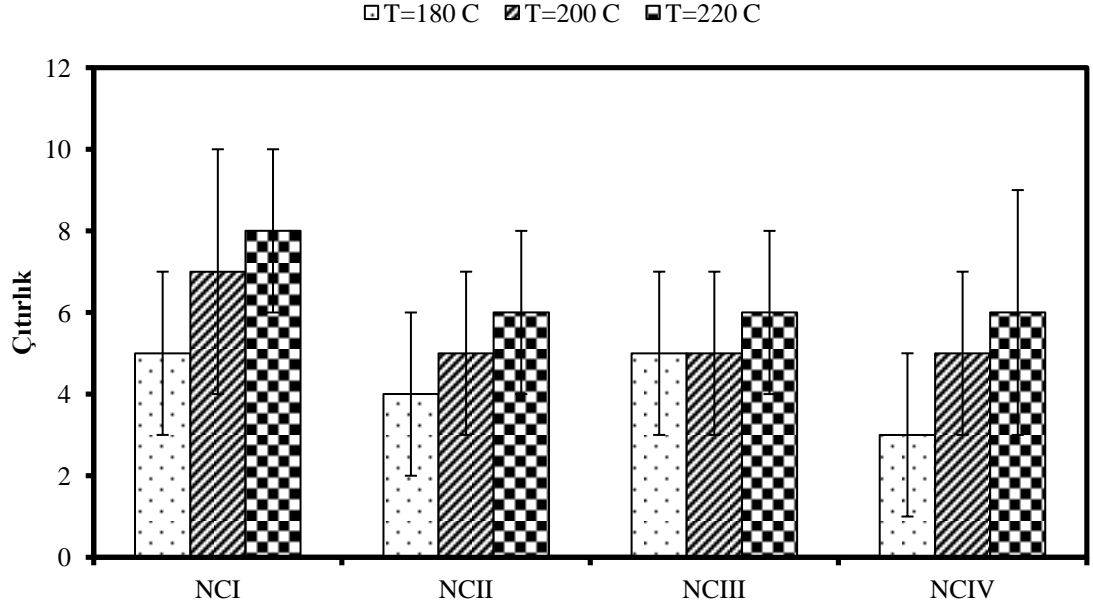
Moreira vd., (1997) fırınlanarak kızartılan mısır cipslerinin dayanıklılıklarının fırınlama süresinden etkilendiğini, fırınlama süresi arttıkça dayanıklılıklarının da arttığını göstermişlerdir. Mısır cipslerinin dayanıklılıkları

fırınlanmamış örneklerde 72 ± 30 g.mm, 70 s fırınlanmış örneklerde 115 ± 23 g.mm ve 140 s fırınlanmış örneklerde 2129 ± 32 g.mm olarak belirlemiştir. Nohut cipslerinin dayanıklılıkları bu çalışmada elde edilen cipslerin dayanıklılıklarından daha yüksektir. Bu farklılık Moreira vd., (1997) tarafından hazırlanan cipslerin daha yüksek kuvvetlerle deforme olmalarına rağmen mısır cipslerinin nohut cipslerine göre daha elastik olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

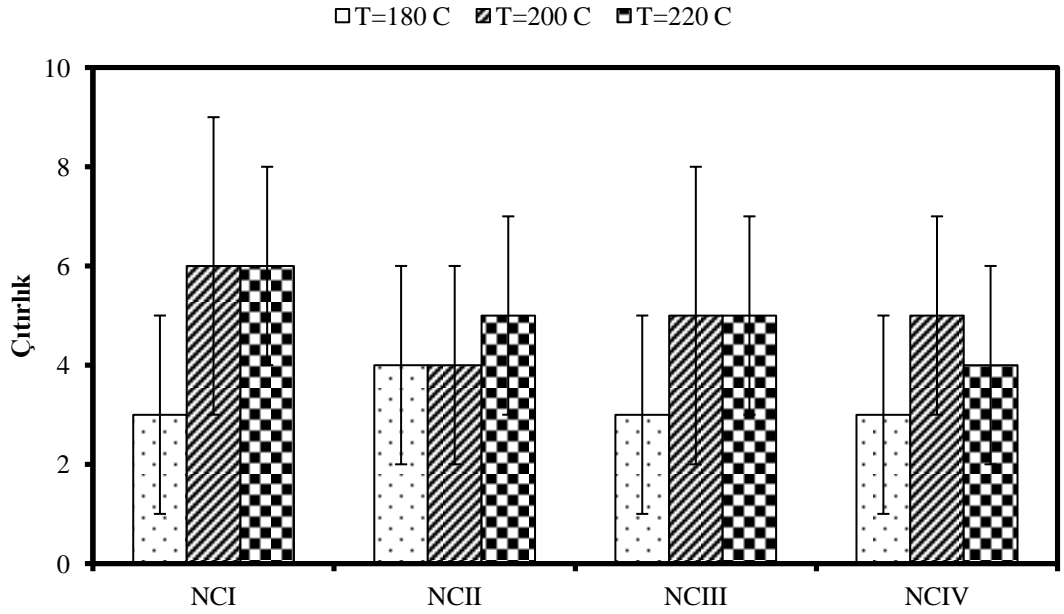
Çıtırılık cipslerde önemli bir özellik olup ürünü deforme eden maksimum kuvvete ulaşıncaya kadar oluşan pik sayısı olarak tanımlanır. Nohut cipslerinin çıtırlıkları 3 ± 1 ile 9 ± 3 aralığında belirlenmiş ve Şekil 4.41-4.43 da çalışılan kuru madde derişimleri için fırınlama sıcaklığı ve tanecik boyutuna karşı verilmiştir. Nohut cipslerinin çıtırlıkları ticari mısır cipsi için belirlenenden (2 ± 2) daha yüksek olup ($p<0.05$) ticari patates gevreği için belirlenen değerlerle (5 ± 3) uyumludur ($p>0.05$). Tüm kuru madde derişimlerinde NC_I cipslerinin çıtırlıklarının daha büyük tanecik boyutlarındaki cipslerin çıtırlıklarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$, Şekil 4.41-4.43). Fırın sıcaklığının cipslerin çıtırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, sıcaklık arttıkça çıtırlığın da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.41. Nohut cipslerinin çıtırlığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.60 g km/g su)



Şekil 4.42. Nohut cipslerinin çıtırılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.65 g km/g su)

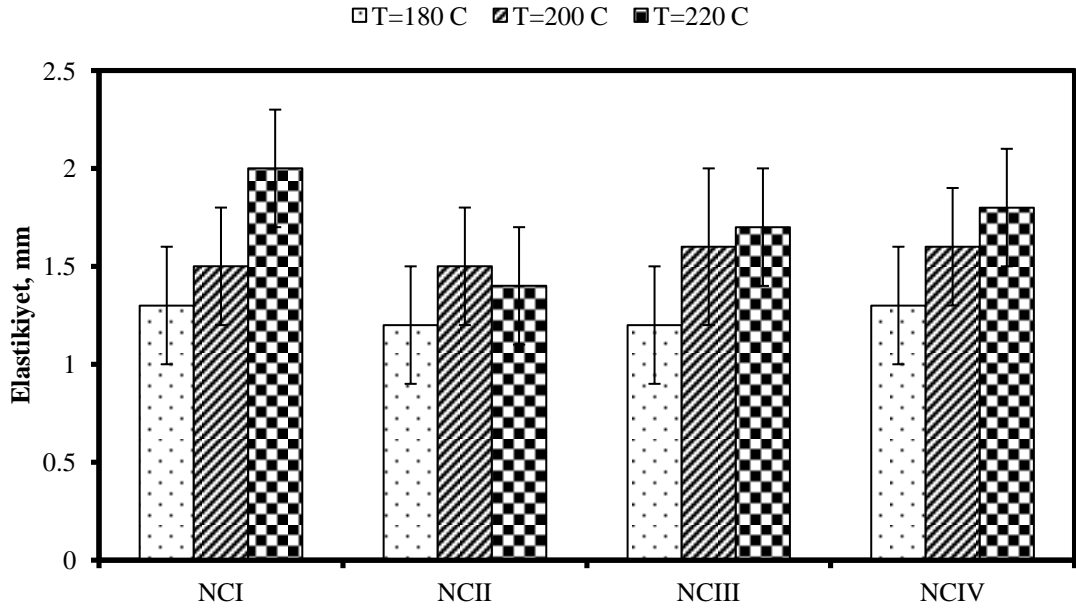


Şekil 4.43. Nohut cipslerinin çıtırılığı üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.70 g km/g su)

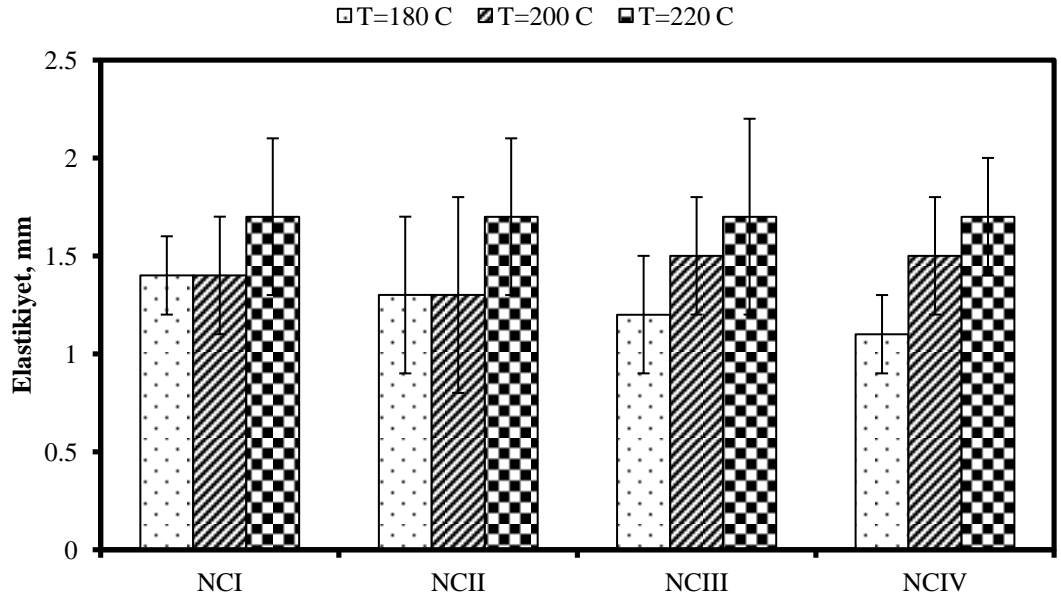
Elastiklik dokusal analizlerde ürüne uygulanan maksimum kuvvete ulaşıncaya kadar ki yer değiştirme olarak tanımlanır. Nohut cipslerinin elastikiyeti 1.0 ± 0.3 mm ile 2.0 ± 0.3 mm aralığında belirlenmiş ve Şekil 4.44-4.46 da çalışılan

hamur derişimleri için fırın sıcaklığına ve tanecik boyutuna karşı verilmiştir. Nohut cipslerinin elastikiyeti ticari mısır cipsi (1.1 ± 0.3 mm) ve ticari patates gevreği (1.5 ± 0.3 mm) için belirlenen değerlerle uyumludur ($p > 0.05$). Kuru madde derişimi 0.60 g km/g su ve 0.65 g km/g su olan örneklerde NC_{II} , kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan örneklerde ise NC_I cipslerinin elastikiyetinin diğerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir ($p < 0.05$, Şekil 4.44-4.46). Nohut cipslerinin elastikiyeti sıcaklıktan etkilenmiş, sıcaklıktaki artışa bağlı olarak artmıştır ($p < 0.05$, Şekil 4.44-4.46).

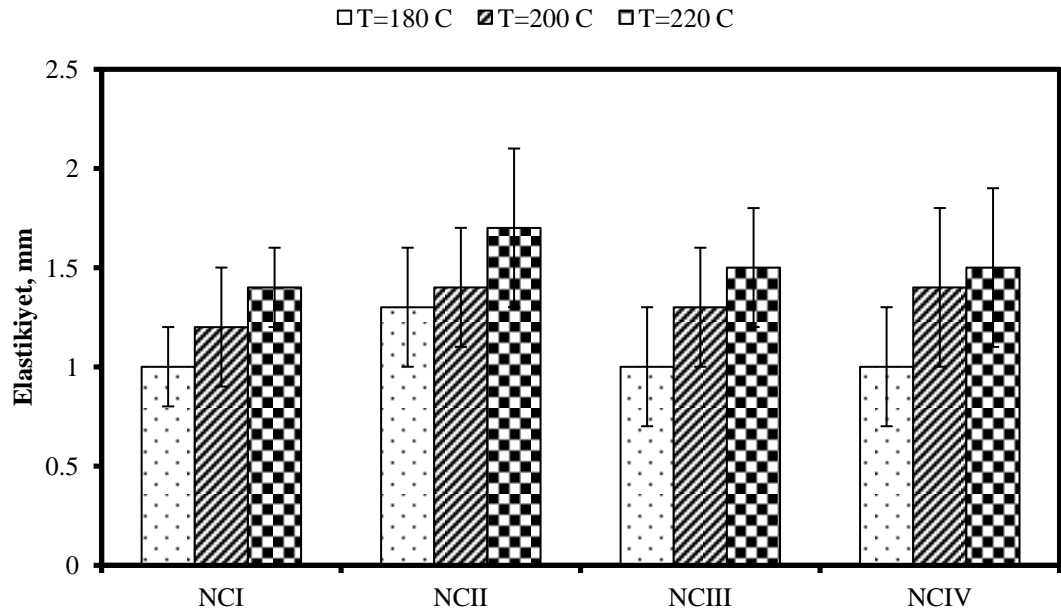
Elastikiyette özellikle sıcaklıkla meydana gelen değişim dayanıklılıkta meydana gelen değişim ile uyumludur. Elastikiyet arttıkça kırılma azalmış, bu da cipslerin sertliklerinde bir değişim olmamasına rağmen daha yüksek enerjiyle deforme olmasına neden olmuştur.



Şekil 4.44. Nohut cipslerinin elastikiyeti üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.60 g km/g su)

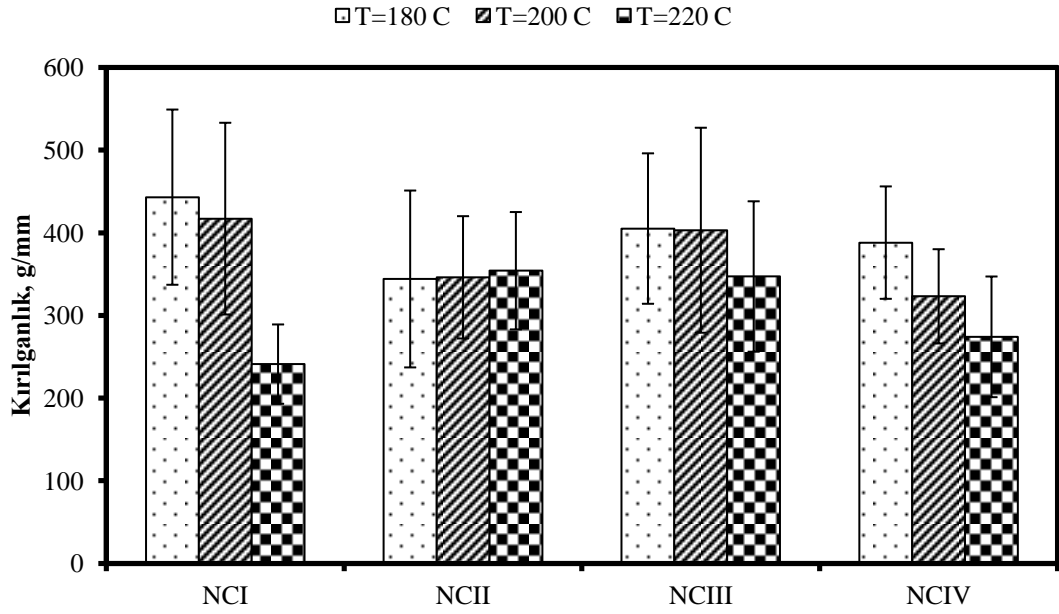


Şekil 4.45. Nohut cipslerinin elastikiyeti üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.65 g km/g su)

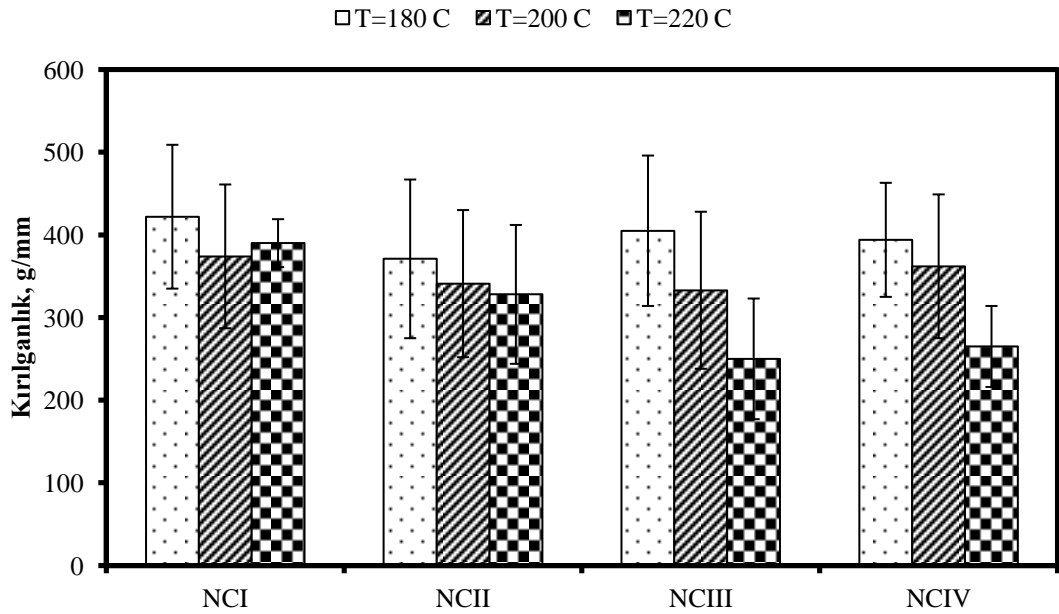


Şekil 4.46. Nohut cipslerinin elastikiyeti üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.70 g km/g su)

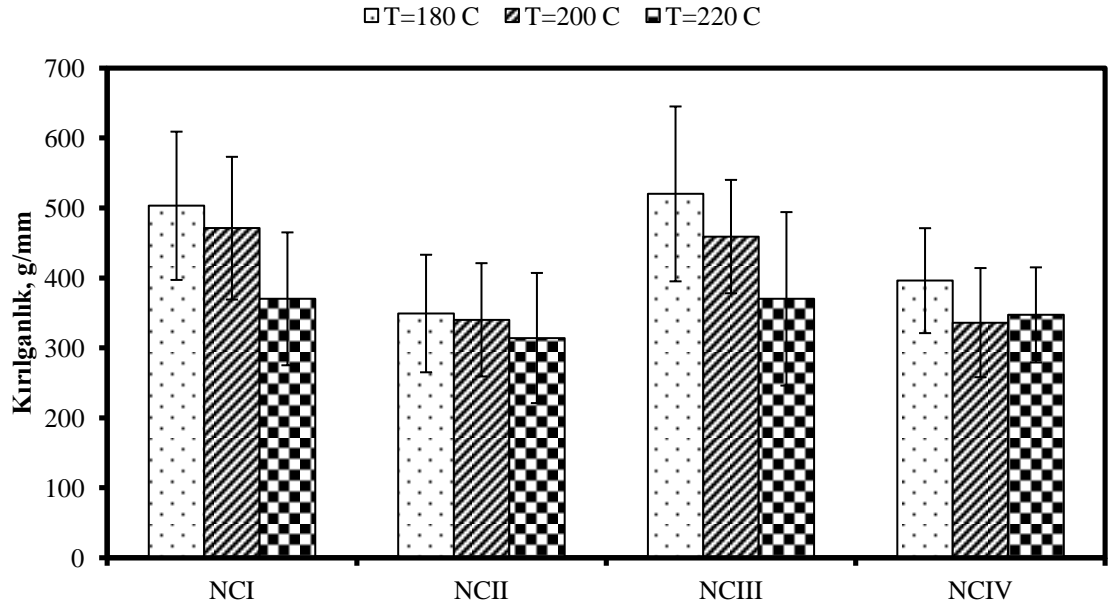
Kırılgnlık kuvvet-yol grafiklerinin eğimi ile tanımlanır ve eğimindeki artış kırılgnlıkta artışı işaret eder. Nohut cipslerinin kırılgnlığı 241±48 g/mm ile 503±106 g/mm aralığında belirlenmiş ve Şekil 4.47-4.49 de verilmiştir.



Şekil 4.47. Nohut cipslerinin kırılabilirliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.60 g km/g su)



Şekil 4.48. Nohut cipslerinin kırılabilirliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.65 g km/g su)

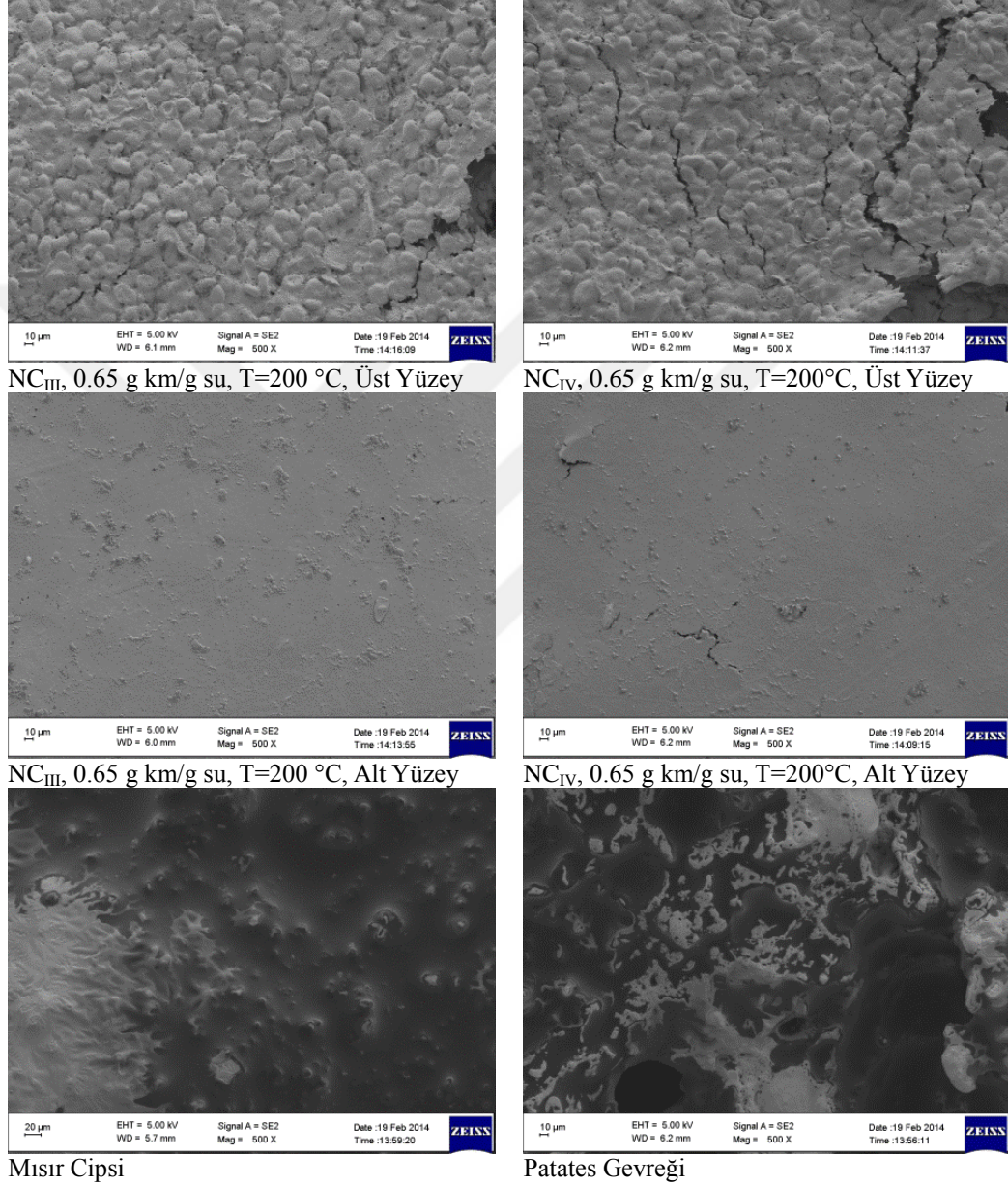


Şekil 4.49. Nohut cipslerinin kırılgenliği üzerine fırın sıcaklığı ve tanecik boyutunun etkisi (0.70 g km/g su)

Nohut cipslerinin kırılgenliği ticari mısır cipsi için belirlenen değerle (509 ± 162 g/mm) uyumlu ya da daha düşük iken ($p < 0.05$) ve ticari patates gevreği için belirlenen değerlerden (152 ± 40 g/mm) daha yüksektir ($p < 0.05$). Kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan örneklerde NC_{II} hamurlarından elde edilen cipslerin kırılgenliğinin diğerlerine göre daha düşük olduğu görülmektedir ($p < 0.05$, Şekil 4.49). Diğer taraftan kırılgenlik sıcaklıktan etkilenmekte, sıcaklık arttıkça kırılgenlik da azalmaktadır (Şekil 4.47-4.49).

Moreira vd., (1997) fırınlanarak kızartılan mısır cipslerinin kırılgenliklerinin fırınlama süresinden etkilendiğini, fırınlama süresi arttıkça kırılgenliğin arttığını göstermişlerdir. Mısır cipslerinin kırılgenlikleri fırınlanmamış örneklerde 1674 ± 367 g/mm, 70 s fırınlanmış örneklerde 1832 ± 454 g/mm ve 140 s fırınlanmış örneklerde 2302 ± 432 g/mm olarak belirlemişlerdir. Nohut cipslerinin kırılgenliği bu çalışmada elde edilen cipslerin kırılgenliklerinden daha düşüktür. Bu farklılık Moreira vd., (1997) tarafından hazırlanan cipslerin daha yüksek kuvvetlerle deforme olmalarına rağmen mısır cipslerinin nohut cipslerine göre daha elastik olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Nohut cipslerinin yüzey ve kesit özellikleri incelenmiş, ticari mısır cipsi ve patates gevreği ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen görüntülere örnekler Şekil 4.50-Şekil 4.52 de verilmiştir.



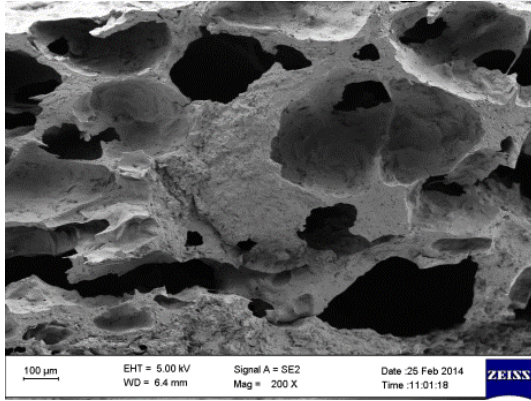
Şekil 4.50. Nohut ve mısır cipsi ile patates gevreğinin yüzey görüntüleri (FE-SEM, Büyütme oranı=200X)

Ticari mısır cipsi ve patates gevreği örneklerinde yüzeyi tamamen kaplayan bir yağ tabakasının varlığı görülmektedir. Diğer taraftan fırınlanarak üretilen nohut

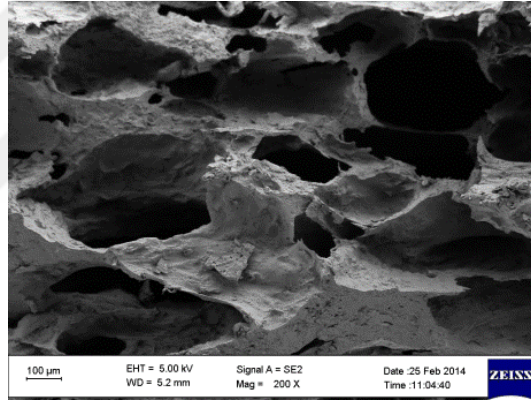
cipslerinin üst yüzeyleri pürüzlü ve yer yer çatlama olduğu dikkat çekmektedir. Pürüzlü yapının fırınlama sırasında oluşan küçük kabarcıklardan, çatlakların ise yüzey geriliminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer yapılar ticari örneklerin yüzeyinde de oluşmuş ancak yüzeyi kaplayan yağ tabakası nedeniyle görünmüyor olabilir. Nohut cipslerinin alt yüzeyleri üst yüzeylerine kıyasla daha düz ve daha az çatlaklıdır. Alt yüzeylerin üst yüzeylere göre daha düz ve pürüzsüz olmasının FEB-teflon kaplı kalıplarda pişirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneklerin hem alt hem de üst yüzey görünüşleri arasında tanecik boyutu, hamur bileşimi ve pişirme koşulları bakımından önemli bir fark gözlenmemiştir.

Nohut cipsleri ile ticari mısır cipsi ve patates gevreğinin kesitleri incelendiğinde nohut cipslerinin daha büyük gözeneklerinin olduğu, ticari ürünlerin ise çok sayıda, homojen dağılmış ve küçük gözeneklerden oluşan bir yapıya sahip olduğu ve yağın içyapıdaki boşlukları doldurduğu görülmektedir. Nohut cipslerinin kesit özellikleri karşılaştırıldığında ise tanecik boyutu, hamur bileşimi ve pişirme koşullarının örneklerin kesit yapısında belirgin farklılıklara neden olmadığı belirlenmiştir.

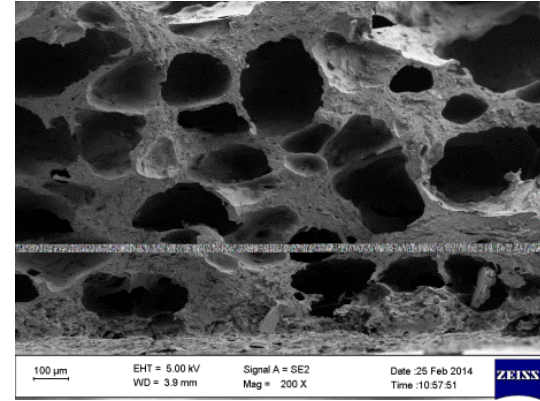
Şekil 4.20 de verilen ve Kawas ve Moreira (2001-a) tarafından belirlenen fırınlanmış ve kızartılmış tortilla cipslerinin kesit özellikleri ile karşılaştırıldığında nohut cipslerinin fırınlanmış olmasına rağmen kızartılmış cipsler gibi gözenekli bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Aynı araştırmacılar başka bir çalışmalarında cipslerde arzu edilen gevrekliğin elde edilmesi için gözeneklerin küçük ve homojen bir dağılım göstermesi gerektiğini ifade etmişlerdir [Kawas ve Moreira, 2001-b]. Bu da bu çalışmada elde edilen cipslerin ticari mısır cipsi ve patates gevreğine göre daha az gevrek olduğunu düşündürmektedir.



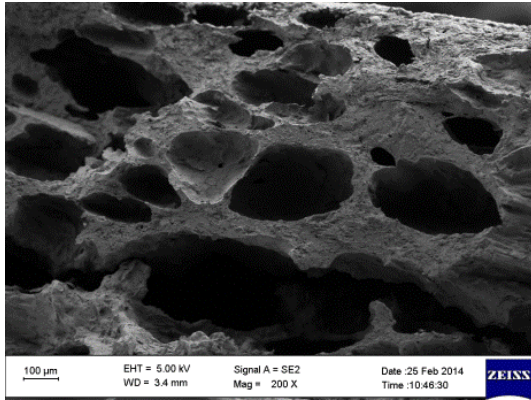
NC_{II}, 0.60 g km/g su, T=200 °C



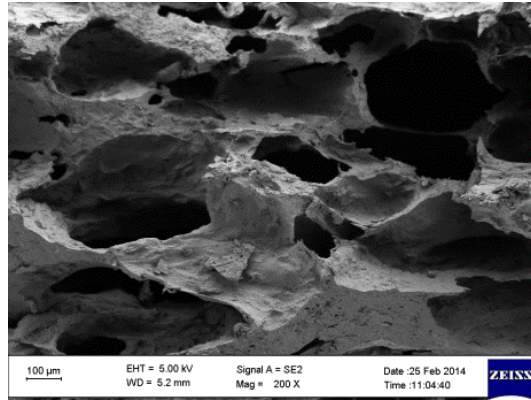
NC_{II}, 0.65 g km/g su, T=200 °C



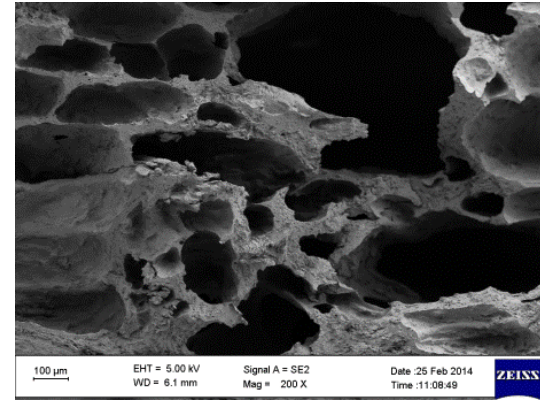
NC_{II}, 0.70 g km/g su, T=200 °C



NC_{II}, 0.60 g km/g su, T=180 °C

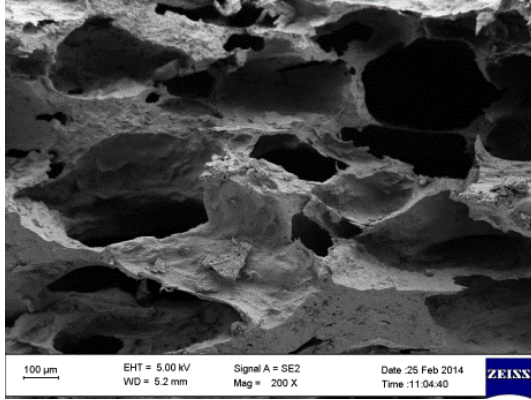


NC_{II}, 0.60 g km/g su, T=200 °C

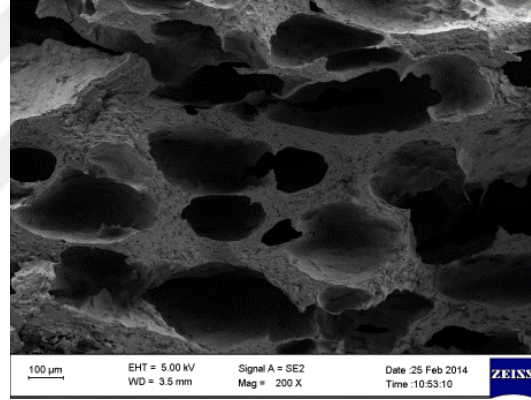


NC_{II}, 0.60 g km/g su, T=220 °C

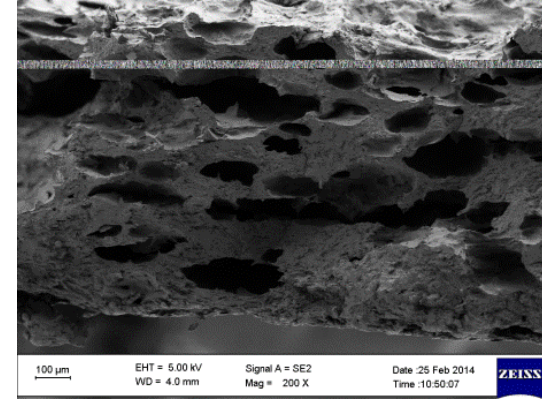
Şekil 4.51. Nohut cipsinin kesit görüntüleri (FE-SEM, Büyütme oranı=200X)



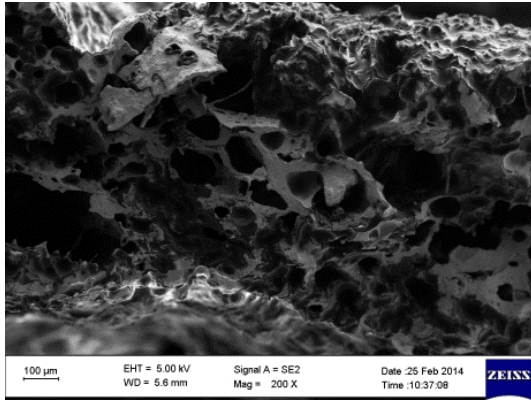
NC_{II}, 0.65 g km/g su, T=200 °C



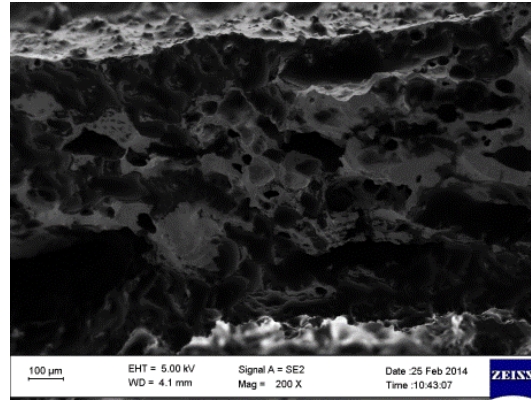
NC_{III}, 0.65 g km/g su, T=200 °C



NC_{IV}, 0.65 g km/g su, T=200 °C



Patates Gevreği



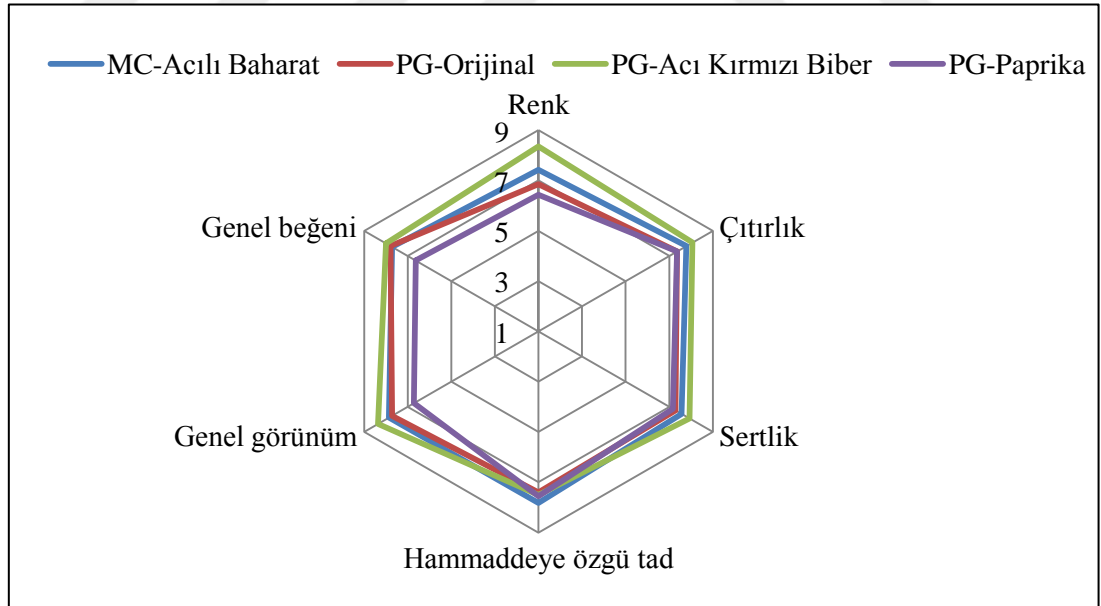
Mısır Cipsi

Şekil 4.52. Nohut ve mısır cipsi ile patates gevreğinin kesit görüntüleri (FE-SEM, Büyütme oranı=200X)

4.5.4. Duyusal özellikler

Bu çalışmada ticari mısır cipsi ve patates gevrekleri ile nohut cipslerinin duyusal özellikleri 9 lu beğeni testi ile 14 eğitimli panelist tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirmede cipslerin renk, çıtırlık, sertlik, ürüne özgü tad, genel görünüm ve genel beğeni özellikleri incelenmiştir. Uygulanan 9 lu beğeni testinde 1: aşırı beğenmedim, 2: hiç beğenmedim, 3:beğenmedim, 4: biraz beğenmedim, 5: ne beğendim-ne beğenmedim, 6: biraz beğendim, 7: beğendim, 8: çok beğendim ve 9: aşırı beğendim olarak tanımlanmıştır.

Ticari ürünlerin duyusal özellikleri Şekil 4.53 te verilmiştir. Değerlendirmede bir kızartılmış mısır cipsi (MC-Acılı Baharat), iki kızartılmış patates gevreği (PG-Orijinal ve PG-Paprika) ve bir fırınlanmış patates gevreği (PG-Acı Kırmızı Biber) incelenmiştir. Türkiye cips pazarında fırınlanmış mısır cipsi bulunmadığından duyusal değerlendirmede yalnız kızartılarak üretilmiş mısır cipslerine yer verilmiştir.



Şekil 4.53. Ticari ürünlerin duyusal özellikleri

Ticari ürünler içinde incelenen tüm özelliklerde en az beğenilen ürün PG-Paprika iken en fazla beğenilen PG-Acı Kırmızı Biber olmuştur (Şekil 4.53). MC-

Acılı Baharat ve PG-Acı Kırmızı Biber tüm özelliklerde 7.5 ve üzerinde puan alırken PG-Orijinal renk, PG-Paprika ise renk, genel görünüm ve genel beğenide 7 nin altında puan almıştır (Şekil 4.53).

Renk cips ve benzeri ürünlerde tüketici ve ürün arasında ilk iletişim araçlarından olup tüketicide ilk izlenimi yaratan önemli bir kalite özelliğidir. Duyusal değerlendirmede ticari cipslerin renkleri 5 üstünde puan olarak beğenilmiş ve beğeni derecesi 6.4 ± 1.8 - 8.4 ± 0.6 aralığında gerçekleşmiştir. Sonuçlara göre renk bakımından en az beğenilen ürün PG-Paprika iken en fazla beğenilen PG-Acı Kırmızı Biber olmuştur. Değerlendiriciler PG-Paprika'da çeşnilendiricilerin ürün yüzeyine homojen dağıtılmamış olmasından dolayı renk beğenilerinin düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer taraftan yalnız tuz ile çeşnilendirilmiş PG-Orijinal'in rengi baharatla çeşnilendirilmiş PG-Paprika'ya göre daha fazla beğenilse de en yüksek beğeni almamış olması değerlendiricilerin ürünlerde belirli bir düzeyde renk beklentisinin olduğunu düşündürmektedir. PG-Orijinal patates unundan elde edilmiş bir patates gevreği olup rengi oldukça açıktır. Diğer taraftan PG-Acı Kırmızı Biber yine patates unundan elde edilen bir patates gevreğidir ancak üzerine uygulanan çeşniden kaynaklanan turuncu-kırmızı renk duyusal değerlendirmede daha fazla beğenilmiş olmasını sağlamış olabilir. Bu da yüzeye çeşni uygulamasının ürünün rengiyle ilgili kusurları kapamada etkili olduğunu, tüketici tarafından kabul edilebilirliği arttığı düşüncesini kuvvetlendirmektedir.

Dokusal özellikler cips benzeri ürünlerde tüketici beğenisini en çok etkileyen kalite özellikleridir. Bu çalışmada duyusal olarak cipslerin dokusal özelliklerinden çıtırlık ve sertlik değerlendirilmiştir. Ticari cipslerin çıtırlıkları 5 üstünde puan olarak beğenilmiş ve beğeni derecesi 7.4 ± 1.4 - 8.1 ± 1.1 aralığında belirlenmiştir., Sonuçlara göre çıtırlık bakımından en az beğenilen ürün PG-Orijinal ve PG-Paprika iken en fazla beğenilen PG-Acı Kırmızı Biber olmuştur. Değerlendiriciler PG-Orijinal ve PG-Paprika'nın çıtır olarak tanımlanamasa da kendilerine özgü, beğenilen bir dokusunun olduğunu ifade etmişlerdir. Ticari ürünler sertlik bakımından değerlendirildiğinde yine 5 üstünde puan olarak beğenilmiştir. Beğenilme dereceleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmasa da ($p > 0.05$) en az beğenilen

ürün PG-Orijinal ve PG-Paprika (7.3 ± 1.2 ve 7.2 ± 2.2) iken en çok beğenilen ürün PG-Acı Kırmızı Biber (7.9 ± 1.9) olmuştur.

Kullanılan hammaddeye özgü tadın algılanması cips benzeri ürünlerde çoğu zaman tüketiciler tarafından tercih sebebidir. Ancak üretim koşulları ve kullanılan çeşnilendiriciler hammaddeye özgü tadın zayıflamasına ya da baskılanmasına neden olabilir. Bu çalışmada değerlendirilen ticari ürünlerin hammaddelerine özgü tadın algılanması açısından 5 üstünde puan alarak beğenilmiş ve beğeni derecesi 7.5 ± 1.7 ve 7.8 ± 1.1 aralığında değerlendirilmiş, beğeniler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($p>0.05$). Hammaddeye özgü tad MC-Acılı Baharat'da 3, PG-Orijinal'de 4, PG-Paprika'da 5 ve PG-Acı Kırmızı Biber 5 değerlendirici tarafından tanımlanamayacak kadar zayıf bulunmuştur. PG-Orijinal'in tuz dışında bir çeşnilendirici kullanılmadan üretilmiştir. Bu nedenle hammaddeye özgü tadın tüm değerlendiriciler tarafından algılanamamasının kullanılan hammadde olarak kullanılan papates pulunun üretilmesi sırasında meydana gelen aroma kayıplarından kaynaklandığı düşünülmektedir [Hix, 2002]. Diğer taraftan PG-Orijinal ile PG-Paprika'nın üretim aşamaları tamamen aynı olduğu, ürünler arasındaki farklılığın son aşamada bir ürünün tuz ile diğer ürünün paprika ile çeşnilendirilmesi ile sağlandığı bilinmektedir. Bu nedenle patates pulunun üretilmesi sırasında meydana gelen aroma kayıplarının her iki üründe de aynı derecede olduğu, ek olarak kullanılan paprika çeşnisinin PG-Paprika'da hammaddeye özgü tadı baskılayarak PG-Orijinal'e göre daha fazla değerlendirici tarafından algılanmasını engellediğini işaret etmektedir.

Ticari ürünlerin genel görünümüleri 5 üstünde puan alarak beğenilmiş ve PG-Paprika'nın en az beğenilen (6.7 ± 1.8) PG-Acı Kırmızı Biber'in en fazla beğenilen (8.4 ± 0.9) ürün olduğu ve diğer ürünlerin genel görünümüleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. PG-Orijinal ile PG-Paprika'nın genel görünümüleri arasındaki farklılığın paprika çeşnisinin ürün yüzeyine homojen olarak dağıtılmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan ürünlerin renk beğeni dereceleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiş olmasına rağmen (Şekil 4.53) bunun genel görünüm değerlendirmesinde tek belirgin özellik

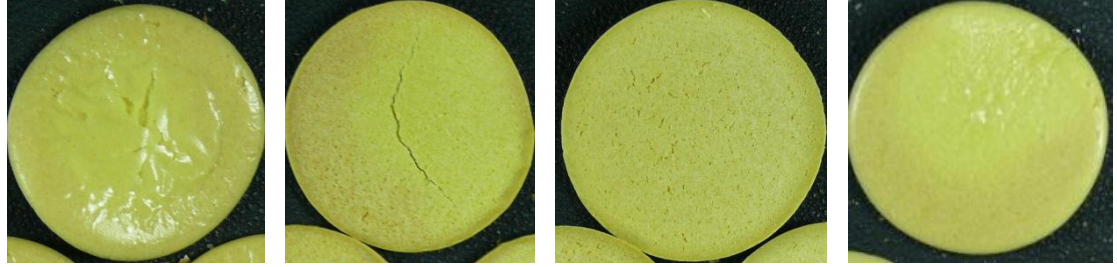
olmadığı, ürünlerin kendilerine özgü şekil, yüzey deseni ve renkleri ürünlerin görsel beğenilerini etkilediği düşünülmektedir.

Ticari ürünlerin genel beğenilme dereceleri değerlendirildiğinde diğer ticari ürünlere göre incelenen her özellik için en düşük beğeni alan PG-Paprika'nın genel beğenisinin (6.6 ± 1.6) de en düşük olduğu ve diğer ürünlerle aralarındaki farklılığın belirgin biçimde arttığı görülmektedir (Şekil 4.52). Bu durumun incelenen tüm özellikler için değerlendiriciler gözündeki olumsuzlukların genel beğeni üzerinde ağırlıklı bir etkisinin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna karşılık diğer ürünlerin beğenilme dereceleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.53).

Ticari ürünlerin genel olarak değerlendirildiğinde 5 üstünde puan alarak beğenilmiş ve beğeni derecesi 6.6 ± 1.6 ve 8.0 ± 1.0 aralığında elde edilmiştir. Diğer ticari ürünlere göre incelenen her özellik için en düşük beğeni alan PG-Paprika'nın genel beğenisinin (6.6 ± 1.6) de en düşük olduğu ve diğer ürünlerle aralarındaki farklılığın belirgin biçimde arttığı görülmektedir (Şekil 4.52). Bu durumun incelenen tüm özellikler için değerlendiriciler gözündeki olumsuzlukların genel beğeni üzerinde ağırlıklı bir etkisinin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna karşılık diğer ürünlerin beğenilme dereceleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.52).

Duyusal olarak değerlendirilecek nohut cipslerinin seçilmesinde hamurların viskoziteleri ve elde edilen cipslerin özellikleri dikkate alınmıştır. Hamurlarının viskoziteleri belirgin bir biçimde yüksek olması nedeniyle tüm kuru madde derişimlerdeki NC_I cipsleri ile kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan tüm tanecik boyutlarındaki unlardan elde edilen cipsler değerlendirme dışında bırakılmıştır. Bunun dışında NC_{IV} ten yapılan cipsler yüzeylerinde çatlamalar meydana geldiği için, kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan cipsler ve $180 \text{ }^\circ\text{C}$ ta pişirilen cipsler alt yüzeylerinde dökülmeler meydana geldiği için değerlendirme dışı bırakılmıştır. Kusurlu olmaları nedeniyle değerlendirme dışı bırakılan cipslerin görünüşleri Şekil 4.54 de verilmiştir. Böylece 36 farklı koşulda elde edilen nohut

cipslerinden 4 tanesi duyuşal değerlendirmeye alınmıştır. Duyusal değerlendirmede kuru madde derişimi 0.65 g km/g su olan, iki farklı tanecik boyutunda (NC_{II} ve NC_{III}) nohut unundan iki farklı sıcaklıkta (200 °C ve 220 °C) pişirilmış nohut cipsleri incelenmiştir. Nohut cipslerinin duyuşal özellikleri Şekil 4.55 te verilmiştir.



NC_{I-alt}, 0.60 g km/g su
T=180 °C

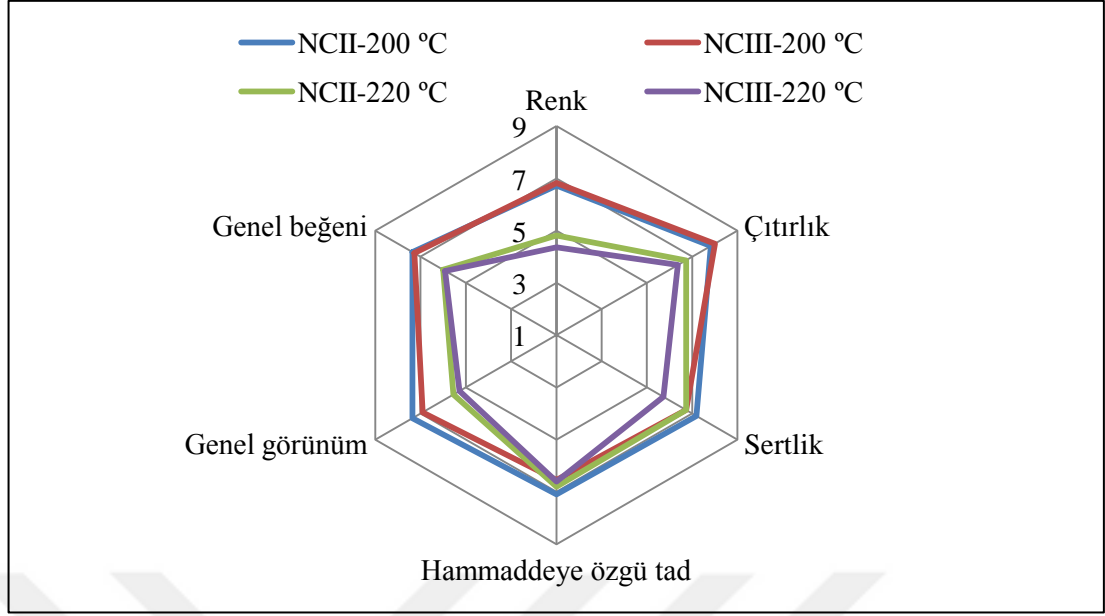
NC_{IV-üst}, 0.70 g km/g
su T=180 °C

NC_{II-üst}, 0.70 g km/g su
T=200 °C

NC_{II-alt}, 0.70 g km/g su
T=200 °C

Şekil 4.54. Kusurlu olduğu için değerlendirme dışı bırakılan cipslerin görünümleri

Duyusal değerlendirmeye alınan nohut cipsleri içinde en çok beğenilen 200 °C ta pişirilen NC_{II} cipsleri iken en az beğenilen 220 °C ta pişirilen NC_{III} cipsleri olmuştur. Duyusal değerlendirmede 200 °C ta pişirilen NC_{II} cipsleri renk dışındaki bütün özelliklerde 7 puan ve üzerinde beğeni alırken aynı sıcaklıkta pişirilen NC_{III} cipsleri çıtırlık dışında hiçbir özellikte 7 puan ve üzerinde beğeni alamamıştır. Bununla beraber 220 °C ta pişirilen NC_{II} ve NC_{III} cipsleri tüm duyuşal özelliklerde 7 puanın altında beğeni almıştır. Ürün geliştirme çalışmalarında ürünün 9 lu beğeni testinde 7 puan ve üzerinde bir beğeni alması ticarileşmesi durumunda tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin güçlü bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [Stone ve Sidel, 2009].



Şekil 4.55. Nohut ciplerinin duyu özellikleri

Nohut cipslerinin renkleri duyu olarak değerlendirilmiş ve 4.4 ± 1.6 - 6.8 ± 1.7 aralığında belirlenmiştir. Sonuçlara göre renk fırın sıcaklığından önemli ölçüde etkilenmiş, değerlendiriciler 200 °C ta fırınlanan NC_{II} ve NC_{III} yi 220 °C ta fırınlanan NC_{II} ve NC_{III} e göre daha fazla beğenmiştir. Aynı sıcaklıkta pişirilen cipslerin renkleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($p > 0.05$). Değerlendiriciler verdikleri puanlarla 200 °C ta fırınlanan cipsleri renklerini kabul edilebilir olarak tanımlasalar da ürünün daha açık renkli ve homojen bir renk dağılımıyla üretilmesinin beğenilerini arttıracaklarını ifade etmişlerdir. Homojen olmayan renk dağılımının cipslerin pişirildiği kalıpların derinliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Cipslerin merkezinden uzaklaşıp kalıp duvarlarına yaklaştıkça renklerinin koyulaştığı görülmektedir. Bu durumun daha uygun bir kalıp kullanılması ve sıcaklık profili oluşturulmuş bir fırında pişirilmesi ile önlenileceği düşünülmektedir. Bununla beraber yukarıda da değinildiği gibi ürün yüzeyine uygulanacak çeşniler renkle ilgili kusurların örtülmesine, tüketici beğenisinin artmasına yardımcı olabilir. Ayrıca ürünün rengindeki koyuluğa bağlı olarak çığ tadın veya rengin açıklığına bağlı olarak çığ tadın algınamaması da renkle birlikte değerlendirilmelidir.

Duyusal değerlendirmede renk bakımından en fazla beğenilen nohut cipslerinin (200 °C ta fırınlanan NC_{II}) beğeni değeri ticari ürünlerin beğeni skorlarıyla karşılaştırılabilir olduğu görülmektedir (Şekil 4.53 ve Şekil 4.55). Diğer nohut cipslerinin renk beğenilerinin ise ticari cipslerle karşılaştırıldığında daha düşük olduğu söylenebilir. Ancak yukarıda da belirtildiği gibi üretim koşullarında yapılacak iyileştirme ile tüketicilerin daha fazla beğenebileceği renkte nohut cipsi üretiminin mümkün olduğu, ayrıca ürün yüzeyine uygulanacak salsa, nacho vb. renklendirici içeren çeşnilerin de renk beğenisini arttırabileceği düşünülmektedir.

Nohut cipslerinin çıtırılıkları duyusal olarak değerlendirilmiş, ve 5 üstünde puan alarak beğenilmiş ve beğeni derecesi $6.4 \pm 1.5 - 8.0 \pm 0.8$ aralığında elde edilmiştir. Fırın sıcaklığı cipslerin çıtırılıklarını istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilememiş ancak değerlendiriciler 200 °C ta fırınlanan NC_{II} ve NC_{III} cipslerini 220 °C ta fırınlanan NC_{II} ve NC_{III} cipslerine göre daha fazla beğenmiştir. Duyusal değerlendirmede nohut cipslerinin sertlikleri 5 üstünde puan alarak beğenilmiş ve beğeni derecesi $5.7 \pm 1.7 - 7.2 \pm 1.1$ aralığında belirlenmiştir. Sertlik bakımından en az beğenilen 220 °C ta fırınlanan NC_{III} cipsleri iken en fazla beğenilen 200 °C ta fırınlanan NC_{II} cipsleri olmuş ancak veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($p > 0.05$). Dokusal özelliklere ait veriler arasında istatistiksel olarak bir farklılık belirlenmemiş olsa da en düşük puanı alan ürünün beğenisi “biraz beğendim (6)” olarak ifade edilebilirken en fazla beğenilen ürünün beğenisi “beğendim (7)” olarak tanımlanmaktadır. Bu da gerçekte cipslerin beğenilme dereceleri arasında farklılık olabilebileceğini düşündürmektedir.

Duyusal değerlendirmede nohut cipslerinin çıtırılıklarının ve sertliklerinin aldığı beğeni skorları ticari cipslerinkilerle karşılaştırıldığında 220 °C ta fırınlanan NC_{III} cipslerinin aldığı puanların en fazla beğenilen ticari ürün olan PG-Acı Kırmızı Biber’e göre daha düşük olduğu ($p < 0.05$) belirlenmiştir. Diğer nohut ciplerinin duyusal değerlendirmede aldıkları çıtırılık ve sertlik puanları ile ticari ürünlerin puanları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($p > 0.05$).

Dokusal özellikler aletsel olarak da ölçülmüş ve Bölüm 4.7.2.3 te verilmiştir. Aletsel olarak ölçülen sertlik verileri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde tanecik boyutu, kuru madde derişimi ve fırın sıcaklığının sertlik üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ilgili bölümde belirtilmiştir. Bu çalışmada duyuşal olarak değerlendirilen nohut cipslerinin sertlikleri arasında da istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmaması aletsel olarak elde edilen verilerle duyuşal olarak elde edilen verilerin uyumlu olduğunun göstergesi olarak değerlendirilebilir. Diğer taraftan ticari patates gevreğinin (PG-Orijinal) sertlik ve çıtırılığı aletsel olarak sırasıyla 226±26 g ve 5±3 ve olarak belirlenirken mısır cipsinin (MC-Acılı Baharat) sertlik ve çıtırılığı 521±99 g ve 2±2 olarak belirlenmiştir. İki ürünün aletsel olarak belirlenen sertlik ve çıtırılıkları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunsa da duyuşal değerlendirmede ürünlerin beğenilme dereceleri arasında farklılık belirlenmemiştir. Bu da değerlendiricilerin ürünleri karşılaştırma yapmadan değerlendirdiğini göstermektedir.

Değerlendiriciler hammaddeye özgü nohut tadını bütün örneklerde algılamış ve beğenmiştir (6.5±1.1-7.1±1.0). Hammaddeye özgü tadın beğenilme dereceleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmasa da ($p>0.05$) en fazla 200 °C ta fırınlanan NC_{II} cipsleri beğenilmiştir. Ticari ürünlerin aksine hammaddeye özgü tad tüm değerlendiriciler tarafından algılanmıştır. Tuzlu atıştırmalık ürünlerin geliştirilmesinde tüketici tercihleri hammaddeye özgü tadın algılanması ya da baskılanması yönünde olabilir. Bu çalışmada nohut cipsleri yalnız tuz ile çeşnilendirilerek üretilmiştir ancak ürünün farklı aromalarla çeşnilendirilerek sunulması durumunda nohuta özgü tadın baskılanması özellikle nohut sevmeyen tüketiciler tarafından tercih sebebi olabilir. Türkiye ve yakın coğrafyasında nohut atıştırmalık olarak değerlendirilen bir tarımsal üründür. Leblebi her yaştan tüketici tarafından sevilerek tüketilmektedir. Bu nedenle üründe algılanan kavrulmuş nohut/leblebi tadının tüketicinin ürünü daha hızlı benimseyebileceğini düşündürmektedir. Bu da nohudu başka baklagillere kıyasla atıştırmalık bir ürüne işleme konusunda daha avantajlı kılmaktadır.

Nohut cipslerinin genel görünümüleri duyuşal olarak değerlendirildiğinde en fazla 200 °C ta fırınlanan NC_{II} cipslerinin beğenildiği (7.4±1.1) buna karşılık en az 220 °C ta fırınlanan NC_{III} cipslerinin beğenildiği (5.4±1.7) belirlenmiştir (p<0.05, Şekil 4.55).

Duyusal değerlendirmede nohut cipslerinin genel görünüm beğeni puanları ticari ürünlerinkilerle karşılaştırıldığında 220 °C ta fırınlanan ürünlerin ticari ürünlere göre daha az beğenildiği (p<0.05) görölmektedir. Nohut cipslerinin genel görünümelerini değerlendirildiğinde rengin önemli bir kısıtlayıcı faktör olduğu görölmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi uygun kalıp seçimi ve fırın içinde sıcaklık profilinin oluşturulmasıyla renk üzerinde belirlenen olumsuzlukların giderilmesi mümkün olabilir.

Duyusal değerlendirmede diğer bütün özelliklerde olduğu gibi genel beğenide de en fazla 200 °C ta fırınlanan NC_{II} cipslerinin beğenildiği ve aynı sıcaklıkta fırınlanan NC_{III} cipslerinin genel beğeni puanlarıyla aralarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmadığı (p>0.05) görölmektedir. Benzer Şekilde 220 °C ta fırınlanan cipslerin genel beğeni puanları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamakla birlikte (p>0.05) 200 °C ta fırınlananlardan daha az beğenilmişlerdir (p<0.05).

Duyusal değerlendirmede dikkate alınan diğer bütün özelliklerde olduğu gibi genel beğeni bakımından da nohut cipsleri ticari ürünlerle karşılaştırılabilir puanlar almışlardır. Özellikle 200 °C ta fırınlanan cipsler 7 puan üzerinde almışlardır ve bu da bu çalışma koşullarında diğer nohut cipslerine göre ticarileşme potansiyelinin daha yüksek olduğunu göstermektedir [Stone ve Sidel, 2009].

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

1. Bu çalışmada bir veya birden fazla tarımsal hammaddeden (bitkisel, hayvansal ve su ürünleri) cips üretimini mümkün kılan yeni bir cips üretim süreci geliştirilmiş ve Akıcı Hamur Cipsi (AHC) üretim süreci olarak tanımlanmıştır. AHC üretim süreci, patates gevreği ve mısır cipsi üretimine başarıyla uygulandıktan sonra nohut cipsi üretiminde kullanılmıştır.

2. Nohut cipsinin AHC üretim süreciyle üretilebilmesi için en önemli özelliği akıcı nitelikteki hamurların akış özellikleridir. İncelenen tüm koşullarda nohut hamurlarının görünür viskozitesi kayma hızı 3 s^{-1} den 29 s^{-1} artarken azalmış, başka bir deyişle kayma-incelmesi göstermiştir. Görünür viskozite kayma hızı 21 s^{-1} e ulaşıncaya kadar kayma hızındaki artıştan etkilenmiş, bu değerden sonra kayma hızındaki artışın viskozite üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Nohut hamurlarının reolojik açıdan yatışkın süreç koşullarına ulaşılabilmesi için 21 s^{-1} in kritik bir değer olduğu düşünülmüştür.

3. Nohut hamurlarının görünür viskozitesi üzerine tanecik boyutunun etkisi önemli bulunmuş, en yüksek görünür viskozite N_I hamurlarında ölçülmüş, N_{II-IV} hamurlarının görünür viskoziteleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

4. Nohut hamurlarının görünür viskozitesi üzerine kuru madde derişiminin ($0.55-0.70 \text{ g km/g su}$) etkisi önemli bulunmuş, kuru madde derişimi $0.55 \text{ g km/g sudan}$ 0.70 g km/g su ya artarken görünür viskozite artmıştır. En yüksek görünür viskozite kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan H_I hamurlarda ölçülmüştür. Tüm nohut hamurlarında (H_I-H_{IV}) kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurların görünür viskoziteleri daha düşük kuru madde derişimdeki hamurların viskozitelerine göre 28-53 kat daha fazla ölçülmüştür.

5. Bu çalışmada nohut cipleri % 1.5 tuz (k/k) ve % 3 kabartma tozu (k/k) ilave edilerek hazırlanmıştır. Bu nedenle nohut hamurlarının bileşimine ilave edilen katkı maddesinin (% 1.5 tuz (k/k) + % 3 kabartma tozu (k/k)) görünür viskozite

üzerine etkisi tüm tanecik boyutlarında görünür viskozitenin en yüksek belirlendiği kuru madde derişimi olan 0.70 g km/g su olan hamurlarda (H_I-H_{IV}) $3-29 \text{ s}^{-1}$ kayma hızı aralığında incelenmiş, görünür viskozite katkı maddesi ilavesi ile önemli ölçüde düşmüştür.

6. Cross ve Herschel-Bulkley modellerinin incelen tüm koşullarda elde edilen görünür viskozite verilerine uyumu incelenmiş, her iki modelin de verilere yüksek uyum gösterdiği ($R^2=0.999$) belirlenmiştir. Deneysel verilerle hesaplanmış değerler arasındaki bağıl hata hesaplanmış ve kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu ($<10\%$) ayrıca hesaplanmış değerlerin deneysel verilerin etrafında rastgele dağıldığı, belli bir yönelim göstermediği belirlenmiştir.

7. Akıcı nohut hamurlarının FEB-Teflon kaplı yüzeyde yayılma özellikleri hamurun çapı ile değerlendirilmiştir. En küçük yayılma çapı kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan H_I hamurlarında ($35\pm 0.7 \text{ mm}$) belirlenirken en büyük yayılma çapı kuru madde derişimi 0.55 g km/g su olan H_{IV} hamurlarında ($53\pm 0.4 \text{ mm}$) belirlenmiştir. Nohut hamurlarının viskoziteleri arttıkça yayılma çapları ve yayılma alanları küçülmüştür. Nohut hamurlarında görünür viskozite ile kuru madde derişimi ve tanecik boyutu arasındaki ilişki, yayılma çapları ve yayılma alanları arasındaki ilişkiyle paralellik gösterdiğinden, nohut hamurunun FEB-Teflon yüzeyde yayılmasında hamur viskozitesinin baskın rol oynadığı düşünülmektedir.

8. Nohut cipsi bileşiminde çeşni olarak yalnız tuz kullanılmış, kullanılacak tuz derişimi (% 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0, kt) 62 eğitimsiz değerlendiricinin katıldığı bir panelde 9 lu beğeni testi ile belirlenmiştir. Sayısal olarak tuz derişimi % 2.0 (kt) olan cipsler en yüksek beğeniyi (6.9 ± 1.9) alsa da, % 1.5 (kt) oranında tuz içeren cipslerin beğenilme dereceleri ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir. Bu nedenle tüm dünyadaki tuz azaltma programları ve yakın bir tarihte cipsler için yapılabilecek olası bir tuz düzenlemesi de düşünülerek nohut cipsleri % 1.5 tuz içerecek şekilde elde edilmiştir.

9. Kabartma tozu hamur bileşimine gözenekli bir içi yapı elde etmek ve dokusal özellikleri iyileştirmek amacıyla % 0.0-3.0 (kt) oranında kullanılmış. Hamur bileşimine kabartma tozu eklenmesi ile cips kalınlığında eklenmemiş olana göre % 5.7-15.2 lik bir artış meydana gelmiştir. Nohut cipsleri elde edilirken hamur bileşimine kabartma tozu % 3.0 (kt) oranında ilave edilmiş, elde edilen cipslerin referans kalınlıkta 1.34 ± 0.05 mm elde edilebilmesi için nohut hamurları 1.21 g kuru madde içerecek şekilde tartılmıştır.

10. İncelenen bütün koşullarda fırında kalma süresi arttıkça yüzey sıcaklığı artmış, fırınlamanın başlangıcında 26 ± 3 °C olan yüzey sıcaklığı 100 ± 2 °C a ulaşmaya kadar göreceli olarak daha hızlı artmış, 107 ± 3 °C a ulaşmaya kadar sıcaklıktaki artış daha yavaş gerçekleşmiştir. İncelenen tüm tanecik boyutu ve fırın sıcaklığı koşullarında yüzey sıcaklığının zamanla değişimi üzerine hamur kuru madde derişiminin önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Fırın sıcaklığının artmasıyla hamurların sıcaklığı daha hızlı artmış, fırın sıcaklığındaki artışın yüzey sıcaklığı 100 °C a ulaşmaya kadar geçen bu süre 180 °C ta pişirilen hamurlar için 7 dak, 200 °C ta pişirilen hamurlar için 5 dak ve 220 °C ta pişirilen hamurlar için 3 dak olarak belirlenmiştir.

11. Suyun yapıdan uzaklaşma davranışı incelenirken kütle aktarım mekanizması ile kurutma arasındaki analogiden yararlanılmış suyun yapıdan uzaklaşmasının sabit hız evresinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Fırın sıcaklığı ve hamur bileşiminde kuru madde derişimi arttıkça suyun yapıdan uzaklaşma hızı artmış (0.008 g su/cm² dak - 0.010 g su/cm² dak), pişme süresi kısalmıştır (12.2 dak-7.5 dak).

12. Nohut cipslerinin nem derişimini % 3 e düşürmek için verilmesi gereken enerji miktarı hesaplanmış, gerekli enerjinin fırın sıcaklığının 180 °C tan 220 °C a artması ile % 42.9-46.1 oranında, kuru madde derişiminin 0.55 g km/g su dan 0.70 g km/g su ya artması ile % 14.8-17.9 oranında azaldığı belirlenmiştir.

13. Nohut cipslerinin fiziksel özellikleri incelenmiş kalınlıkları 1.20 ± 0.08 mm ile 1.45 ± 0.11 mm aralığında değişirken, ağırlıkları 1.24 ± 0.01 g ile 1.31 ± 0.02 g,

nemi % 1.63 ± 0.87 ile % 4.09 ± 0.78 , su aktivitesi 0.092 ± 0.005 ile 0.245 ± 0.014 aralığında belirlenmiştir.

14. Tüm nohut cipsleri karşılaştırıldığında en açık renkli ($L^*=71.3 \pm 0.1-72.0 \pm 0.7$) cipsler kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan NC_{III} olup en koyu renkli ($L^*=55.0 \pm 2.6$) cipsler kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurların $220 \text{ }^\circ\text{C}$ ta pişirilmesi ile elde edilmiş NC_I dir. Kırmızılık değeri en yüksek ($a^*=27.9 \pm 1.4$) olan cipsler kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan NC_I olup en düşük kırmızılık değeri ($a^*=11.9 \pm 1.0$) kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurların $180 \text{ }^\circ\text{C}$ ta pişirilmesi ile elde edilen NC_{II} cipslerinde belirlenmiştir. Sarılık değeri en yüksek ($b^*=53.7 \pm 2.1-55.5 \pm 1.3$) olan cipsler kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan NC_{III} olup en düşük sarılık değeri ($b^*=36.1 \pm 3.2$) kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurların $220 \text{ }^\circ\text{C}$ ta pişirilmesi ile elde edilen NC_I cipslerinde belirlenmiştir. Renkteki toplam değişim değeri incelendiğinde en yüksek değişim ($\Delta E=46.2 \pm 1.0$) kuru madde derişimi 0.60 g km/g su olan hamurların 180°C ta pişirilmesi ile elde edilen NC_{III} olup en düşük değişim değeri ($\Delta E=35.7 \pm 1.1$) kuru madde derişimi 0.70 g km/g su olan hamurların $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ta pişirilmesi ile elde edilen NC_{II} cipslerinde belirlenmiştir.

15. Nohut cipslerinin sertlikleri $468 \pm 37 \text{ g}$ ile $599 \pm 50 \text{ g}$ aralığında belirlenmiş ticari mısır cipsi için belirlenen ($521 \pm 99 \text{ g}$) değerlerle uyumlu olup ticari patates gevreği için belirlenen değerlerden (226 ± 26) daha yüksektir.

16. Nohut cipslerinin dayanıklılıkları $245 \pm 71 \text{ g.mm}$ ile $462 \pm 88 \text{ g.mm}$ aralığında belirlenmiş, ticari mısır cipsi için belirlenen dayanıklılık değeri ($283 \pm 89 \text{ g.mm}$) nohut cipsleri için belirlenen dayanıklılık değerleri aralığında iken ticari patates gevreği için belirlenen değer ($196 \pm 70 \text{ g.mm}$) daha düşüktür.

17. Nohut cipslerinin 3 ± 1 ile 9 ± 3 aralığında belirlenen çıtırılıkları ticari mısır cipsi için belirlenen çıtırılık (2 ± 2) değerlerinden daha yüksek iken ticari patates gevreği için belirlenen çıtırılık (5 ± 3) değerleriyle uyumludur.

18. Nohut cipslerinin elastikiyeti 1.0 ± 0.3 mm ile 2.0 ± 0.3 mm aralığında belirlenmiş, cipslerinin elastikiyeti ticari mısır cipsi (1.1 ± 0.3 mm) ve ticari patates gevreği (1.5 ± 0.3 mm) için belirlenen değerlerle uyumlu bulunmuştur.

19. Nohut cipslerinin kırılma kuvveti 241 ± 48 g/mm ile 503 ± 106 g/mm aralığında belirlenmiş, cipslerinin kırılma kuvveti ticari mısır cipsi için belirlenen değerle (509 ± 162 g/mm) uyumlu ya da daha düşük iken ve ticari patates gevreği için belirlenen değerlerden (152 ± 40 g/mm) daha yüksektir.

20. Nohut cipslerinin yüzey ve kesit özellikleri incelenmiş, ticari mısır cipsi ve patates gevreği ile karşılaştırılmıştır. Ticari mısır cipsi ve patates gevreği örneklerinde yüzeyi tamamen kaplayan bir yağ tabakasının varlığı görülmüş, fırınlanarak üretilen nohut cipslerinin üst yüzeylerinde fırınlama sırasında oluşan küçük kabarcıklar ve yüzey geriliminden kaynaklandığı düşünülen çatlaklar görülmüştür. Cips kesitleri incelendiğinde nohut cipslerinin daha büyük gözeneklerinin olduğu, ticari ürünlerin ise çok sayıda, homojen dağılmış ve küçük gözeneklerden oluşan bir yapıya sahip olduğu ve yağın içyapıdaki boşlukları doldurduğu, tanecik boyutu, hamur bileşimi ve pişirme koşullarının nohut cipslerinin kesit yapısında belirgin farklılıklara neden olmadığı belirlenmiştir.

21. Ticari mısır cipsi (MC-Acılı Baharat) ve patates gevrekleri (PG-Orijinal, PG-Paprika ve PG-Acı Kırmızı Biber) duyusal olarak 9 lu hedonik test değerlendirilmiş, incelenen tüm özelliklerde en az beğenilen ürün PG-Paprika iken en fazla beğenilen PG-Acı Kırmızı Biber olmuştur.

22. Duyusal değerlendirmeye alınan nohut cipsleri içinde en çok beğenilen $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ta pişirilen NC_{II} cipsleri iken en az beğenilen $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ ta pişirilen NC_{III} cipsleri olmuştur. Duyusal değerlendirmede $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ta pişirilen NC_{II} cipsleri renk dışındaki bütün özelliklerde 7 puan ve üzerinde beğeni alarak ticarileşmesi durumunda tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin yüksek olacağı değerlendirilmiştir.

23. Nohut cipslerinin genel görünümünü değerlendirildiğinde rengin önemli bir kısıtlayıcı faktör olduğu görülmüştür. Renk ile ilgili kusurların uygun kalıp seçimi ve fırın içinde sıcaklık profilinin oluşturulmasıyla kapatılabileceği veya ürün yüzeyine uygulanacak salsa, nacho vb. renklendirici içeren çeşnilerin de renk beğenisini arttırılabileceği değerlendirilmiştir.

24. Gerçek üretim koşullarında işletmelerde optimum ürün özellikleri sağlanırken enerji maliyetlerini azaltmak amacıyla pişirme tek bir sıcaklıkta gerçekleştirilmez, fırın içerisinde bir sıcaklık profili oluşturulur. Diğer taraftan birbirinin tamamen aynı özelliklerde olan fırınlarda dahi sıcaklık profili her zaman aynı biçimde oluşmaz. İşletmeler aynı ürünü üretirken birden fazla hat kullandıklarında belirli bir sıcaklık programı ile aynı özelliklerde ürünler üretemeyebilirler. Böyle durumlarda ya her bir hat için ayrı bir sıcaklık programı uygulanarak benzer sıcaklık profilleri yakalanmaya çalışılır ya da ürün formülasyonları yeniden düzenlenir. Bu nedenle bu çalışmada belirlenen fırın sıcaklıklarının ürünün sanayiye aktarılması sırasında yapılacak çalışmalara bir temel oluşturacak, doğrudan üretimde kullanılmayacaktır.

KAYNAKLAR

- AACC, “Approved methods of the American Association of cereal chemists”, 8th ed.,
Tha Association: St. Paul, MN, (1990).
- Anonim <http://www.fritolay.com.tr/tr/news/details.asp?id=93andhl=atık>, (14.07.2009).
- Anonim. “Uzun vadeli strateji ve 8. beş yıllık kalkınma planı 2001-2005”, DPT,
Ankara, (2000).
- Anonim. <http://www.pepsico.com.tr/company/about/>, (16.01.2010-a)
- Anonim. “Strategies to monitor and evaluate population sodium consumption and
sources of sodium in the diet”, WHO and Government of Canada, Canada, p.
40, (2010-b).
- Anonim. <http://www.nal.usda.gov>, (20.12.2010-c).
- Anonim. “Türkiye aşırı tuz tüketiminin azaltılması programı 2011-2015.” T.C. Sağlık
Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme ve Fiziksel
Aktiviteler Daire Başkanlığı, Ankara, p.52, 2011.
- Anonim. <http://dogusyiyecekicecek.com.tr/hakkimizda/kurumsal/>, (18.03.2013).
- Anonim. http://fiyat.tarimziraat.com/kutahya_nohut_fiyatlari-b43,22.html,
(26.01.2014-c).
- Anonim. <http://magaza.hammaddeler.com/index.php?do=catalog/results>, (26.01.2014-
b).
- Anonim.
[http://mersintb.org/tr/stats/bulletin.php?cal_id=949686157335401452167835
136951andfromYear=2008andfromMonth=1andfromDay=26andtoYear=2012
andtoMonth=12andtoDay=31](http://mersintb.org/tr/stats/bulletin.php?cal_id=949686157335401452167835136951andfromYear=2008andfromMonth=1andfromDay=26andtoYear=2012andtoMonth=12andtoDay=31), (26.01.2014-d).
- Anonim. <http://www.kangurum.com.tr/kangurum3-web/showShoppingCarts.do>,
(26.01.2014-a).
- ASAE. “ASAE S319.3 – Method of determining and expressing fineness of feed
materials by sieving”, In ASAE Standards 47th edition, 573-576. St. Joseph,
MI: ASAE, (2001)
- Bhattacharya, S., Bhat, K. K., and Raghuvver, K. G. “Rheology of bengal gram (Cicer
arietinum) flour suspensions”, Journal of Food Engineering, 17, 83-96:
(1992).
- Bird, R. B., Steward, W. E., and Lighthfoot, E. N. “Transport phenomena” (2nd ed. pp.

1-914). NY., USA, (2002).

- Bozdemir, S. ve Yılmaz, E. “Kızartılmış çerezler ve besin değerini geliştirme çalışmaları” Dünya Gıda, <http://www.dunyagida.com.tr/haber.php?nid=3341>, (12.08.2013)
- Cardoso Santiago, R. A., Moreira-Araújo, R. S. R., Pinto Silva, M. E. M., and Arêas, J. A. G. “The potential of extruded chickpea, corn and bovine lung for malnutrition programs”, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2(3): 203-209. (2001).
- Case S. E., Hamann D. D. and Schwartz S. J. “Effect of starch gelatinization on physical properties of extruded wheat and corn based products”, *Cereal Chemistry*, 69 (4): 401-404, (1992).
- Cassar, R., Sardinha, A. F., and Arêas, J. A. G. “Effect of glutamate and inosinate on sensory and instrumental texture of extruded products”, *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 91528–1533, (2008).
- Chávez-Jáuregui, R.N, Cardoso-Santiago, R. A., Pinto Silva, M.E.M, and Arêas, J.A.G. “Acceptability of snacks produced by the extrusion of amaranth and blends of chickpea and bovine lung”, *International Journal of Food Science and Technology*, 38:7, 795-798, (2003).
- Chen, W. Z., and Hosney, R. C. “Development of an objective method for dough stickiness”, *LWT-Food Science and Technology*, 28(5): 467-473, (1995).
- Chen, X. D., and Mujumdar, A. S. “Drying Technologies in Food Processing”, John Wiley & Sons, 326 s, (2009).
- Chuda, Y., Ono, H., Yada, H., Ohara-Takada, A., Matsuura-Endo, C. and Mori, M. “Effects of physiological changes in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) after low temperature storage on the level of acrylamide formed in potato chips”, *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 67(5): 1188-1190, (2003).
- Clemente, A., Sánchez-Vioque, R., Vioque, J., Bautista, J. and Millán F., “Effect of cooking on protein quality of chickpea (*Cicer arietinum*) seeds”, *Food Chemistry*, 62(1): 1–6 (1998).
- Çelebi, E. “Büyüklerle de cips yedirdiler 500 milyon doları yakaladılar”, *Hürriyet Gazetesi*, http://www.hurriyet.com.tr/yazarlar/8017064_p.asp, (13.01.2008).

- Debnath, S., Bhat, K. K., and Rastogi, N. K. "Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food", *LWT-Food Science and Technology*, 36(1): 91-98, (2003).
- Dhawan, K., Malhotra, S., Dahiya, B. S., and Singh, D. "Seed protein fractions and amino acid composition in gram (*Cicer arietinum*)", *Plant Foods for Human Nutrition*, 41(3): 225-232. (1991).
- Dizlek, H., ve Gül, H. "Kabartma tozları ve unlu mamullerde kullanımları", *Gıda*, 34(6): (2009).
- Duizer, L. "A review of acoustic research for studying the sensory perception of crisp, crunchy and crackly textures", *Trends in food science and technology*, 12(1): 17-24, (2001).
- Edreschi, F. P., Mery, D., Mendoza, F., and Aguilera, J. M. "Classification of potato chips using pattern recognition", *Journal of Food Science*, 69(6): E264-E270. (2004).
- FAO, "Statistical Yearbook 2013: World Food and Agriculture." FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Rome (2013).
- Figueroa, J., Martinez-Bustos, F., Martinez-Montes, J. L., and Gonzalez-Hernandez, J. "Influence of the structural changes during alkaline cooking on the thermal, rheological, and dielectric properties of corn tortillas", *Cereal Chem*, 73(5): 593-600, (1996).
- Fiszman, S.M., and Salvador, A. "Recent developments in coating batters" *Trends in Food Science and Technology*, 14, 399-407, (2003).
- Foster-Powell, K., Holt, S. H., and Brand-Miller, J. C. "International table of glycemic index and glycemic load values: 2002" *The American journal of clinical nutrition*, 76(1): 5-56, (2002).
- Gahlawat, P. and Sehgal, S. "Protein and starch digestibilities and mineral availability of products developed from potato, soy and corn flour", *Plant Foods for Human Nutrition* 52: 151-160, (1998).
- Garayo, J., and Moreira, R. "Vacuum frying of potato chips", *Journal of Food Engineering*, 55(2): 181-191, (2002).
- Geankoplis, C. J. "Transport Processes and Unit Operations", 3rd ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 941 s, (1993).

- Gomez, M. H., Waniska, R. D. and Rooney, L. W. “Starch characterization of nixtamalized corn flour”, *Cereal chemistry*, 68(6): 578-582, (1991).
- Gould, W. A”, Potatoes and potato chips *Snack Foods Processing* (Editor: Lusas, E. W. and Rooney, L. W.), CRC Press, NewYork, USA, 220-253, (2002).
- Han, J. J., Janz, J. A., and Gerlat, M. “Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions”, *Food Research International*, 43(2): 627-633, (2010).
- Hawrysh, Z. J., Erin, M. K., Kim, S. S., and Hardin, R. T. “Sensory and chemical stability of tortilla chips fried in canola oil, corn oil, and partially hydrogenated soybean oil”, *Journal of the American Oil Chemists’ Society*,72(10): 1123-1130, (1995).
- Henry, C. J. K., Lightowler, H. J., Strik, C. M., Renton, H. and Hails, S. “Glycaemic index and glycaemic load values of commercially available products in the UK”, *British Journal of Nutrition*, 94: 922–930, (2005).
- Hilton, B.W. “Potato chip products and process for making same”, *United States Patent* 3230094, (1966).
- Hix, V. M. “Use of dried potatoes in snack foods”, *Snack Foods Processing* (Editor: Lusas, E. W. and Rooney, L. W.), CRC Press, NewYork, USA, 249-262, (2002).
- Hodgen, D. A. “Global prospects for snack foods”, *Snack Food and Wholesale Bakery*, 90 (7): 38, (2001).
- Jamradloedluk, J., Nathakaranakule, A., Soponronnarit, S., and Prachayawarakorn, S. “Influences of drying medium and temperature on drying kinetics and quality attributes of durian chip”, *Journal of Food Engineering*, 78(1): 198-205, (2007).
- Kawas, M. L., and Moreira, R. G. “Characterization of product quality attributes of tortilla chips during the frying process”, *Journal of Food Engineering*, 47(2): 97-107, (2001-a).
- Kawas, M. L., and Moreira, R. G. “Effect of degree of starch gelatinization on quality attributes of fried tortilla chips”, *Journal of Food Science*, 66(2): 300-306 (2001-b).
- Kayacier, A. and Singh, R. K. “Application of effective diffusivity approach for the

- moisture content prediction of tortilla chips during baking”, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 37: 275-281, (2004).
- Kayacier, A., and Singh, R. K. “Textural properties of baked tortilla chips”, *LWT-Food Science and Technology*, 36(5): 463-466, (2003).
- Koç, E. “Anadolu’nun farklı bölgelerine ait Cicer arietinum genotiplerinde genetik farklılığın *C. reticulatum* ve *C. yamashitae* yabancı türleriyle karşılaştırmalı olarak RAPD-PCR yöntemiyle belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, (2008).
- Kohajdová, Z., Karovičová, J., and Magala, M. “Utilisation of chickpea flour for cracker production”, *Acta Chimica Slovaca*, 4(2): 98-107, (2011).
- Krishnamurthy, K., Khurana, H.K., Jun, S., Irudayaraj, J. and Demirci, A. (2008). Infrared heating in food processing: An overview, *Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety*, 7: 1-13.
- Krokida, M. K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z. B., and Marinos-Kouris, D. “Colour changes during deep fat frying”, *Journal of Food Engineering*, 48(3): 219-225, (2001).
- Krokida, M.K. Oreopoulou, V. and Maroulis, Z.B., (2000). Water loss and oil uptake as a function of frying time, *Journal of Food Engineering* 44 39-46.
- Lara, E., Cortés, P., Briones, V. and Perez, M. Structural and physical modifications of corn biscuits during baking process, *Food Science and Technology*, 44: 622-630, (2011).
- Lee III, W. E., Bangel, J. M., White, R. L., and Bruno Jr, D. J. “Process for making a corn chip with potato chip texture” U.S. Patent No. 4,645,679. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, (1987).
- Leeratanarak, N., Devahastin, S., and Chiewchan, N. "Drying kinetics and quality of potato chips undergoing different drying techniques", *Journal of Food Engineering* 77(3): 635-643, (2006).
- Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F., and Leon, J. “Color measurement in L^* , a^* , b^* units from RGB digital images”, *Food research international*, 39(10): 1084-1091, (2006).
- Li, Y. B., J. Seyed-Yagoobi, R. G. Moreira, and R. Yamsaengsung. “Superheated steam impingement drying of tortilla chips”, *Drying Technology*, 17 (1-2): 191-213,

- (1999).
- Liepa, A. L. “Molding device for preparing chip-type products”, U.S. Patent 3,626,466, issued December 7, (1971).
- Lujan-Acosta, J., and Moreira, R. G. “Effects of different drying processes on oil absorption and microstructure of tortilla chips”, *Cereal Chemistry*, 74(3): 216-223, (1997).
- Lusas, W. E. “The snack foods setting”, *Snack Foods Processing* (Editor: Lusas, E. W. and Rooney, L. W.), CRC Press, New York, USA, 3-28, (2002).
- Luzuriaga, D. A., Balaban, M. O., and Yeralan, S. “Analysis of visual quality attributes of white shrimp by machine vision”, *Journal of Food Science*, 62(1): 113-118, (1997).
- Ma, Z., Boye, J. I., Simpson, B. K., Prasher, S. O., Monpetit, D., and Malcolmson, L. “Thermal processing effects on the functional properties and microstructure of lentil, chickpea, and pea flours”, *Food Research International*, 44(8): 2534-2544, (2011).
- Manley, D. J. “Technology of Biscuits, Crackers, and Cookies 3rd ed.”, CRC Press, 499 s, (2000).
- Mareček, J., Frančáková, H., Bojňanská, T., Fikselová, M., Mendelová, A., and Ivanišová, E. “Carbohydrates in varieties of stored potatoes and influence of storage on quality of fried products”, *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2, 1744-1753, (2013).
- Matz, S. M. “Snack Food Technology 3rd ed.”, Van Norstrand Reinhold/AVI, New York, pp. 450, (1993).
- McDonough, C. M., Gomez, M. H., Rooney, L. W., and Serna-Saldivar, S. O. “Alkaline-cooked corn products”, *Snack Foods Processing* (Editor: Lusas, E. W. and Rooney, L. W.), CRC Press, New York, USA, 76-117, (2002).
- Memiş, M., Memişler Bakliyat, memisler@memisler.com.tr, (13.12.2008), [Görüşme].
- Mery, D., Chanona-Pérez, J. J., Soto, A., Aguilera, J. M., Cipriano, A., Veléz-Rivera, N., and Gutiérrez-López, G. F. “Quality classification of corn tortillas using computer vision”, *Journal of Food Engineering*, 101(4): 357-364, (2010).
- Mızrak, G., “Buğdayın Hikayesi”, Türkiye Ziraat Odaları Birliği. 156 s, (2011).
- Mintel. “Category insight: Salty snacks, meat snacks and popcorn”, 111 p, (2013).

- Mintel. “Salty snacks - latest product launch activity: Bean based snacks”,14 p, (2012)
- Moreira, R. G., Da Silva, P. F., and Gomes, C. (2009). The effect of a de-oiling mechanism on the production of high quality vacuum fried potato chips. *Journal of Food Engineering*, 92(3): 297-304.
- Moreira, R.G., Sun, X. and Chen, Y. “Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep-fat frying”, *Journul of Food Engineering*, 31, 485-498, (1997).
- Nelson, V. J., “Rebecca Webb Carranza, 98; Pioneered Creation, Manufacture of Tortilla Chip”, *Los Angeles Times*, 2006.
- Özer E. A. “Ekstrüzyon yöntemi ile besleyici değeri yüksek çerez tipi fonksiyonel bir ürün geliştirme”, *Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, (2007).*
- Öztürk, İ., Gençsoy, E.B., Aydın, A.F., Kırmızı, Y. ve Eker, Z. “Patates işleme endüstrisi atıksularının iki kademeli biyolojik arıtımı”, *SKKD*, 13 :1, 1-9. (2003).
- Pappa, M.R., Palomo, P.P. and Bressani, R. “Effect of lime and wood ash on the nixtamalization of maize and tortilla chemical and nutritional characteristics”, *Plant Foods Human Nutrition*, 65:130–135, (2010).
- Pedreschi, F., Bustos, O., Mery, D., Moyano, P., Kaack, K., and Granby, K. “Color kinetics and acrylamide formation in NaCl soaked potato chips”, *Journal of Food Engineering*, 79(3): 989-997, (2007).
- Pedreschi, F., Leo’n, J., Mery, D. and Moyano, P. “Development of a computer vision system to measure the color of potato chips”, *Food Research International* 39, 1092–1098, (2006).
- Peşken, E. ve Artık, C. “Antibesinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri” *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2): 110-120, (2005).
- Pflugfelder, R. L., Rooney, L. W., and Waniska, R. D. “Fractionation and composition of commercial corn masa”, *Cereal Chemistry*, 65(3): 262-266, (1988-a).
- Pflugfelder, R. L., Rooney, L. W., and Waniska, R. D. “Dry matter losses in commercial corn masa production”, *Cereal Chemistry*, 65(2): 127-132, (1988-b).
- Pittaway J. “Chickpeas and Human Health: The effect of chickpea consumption on some physiological and metabolic parameters” *M. Sc. Thesis, University of*

- Tasmania, Tasmania, 140 s, (2006).
- Qinghua, H., Shujun, L., Jiwei, M., and DongLin, Z. “Microwave vacuum drying & puffing characteristics of apple chips”, In Central theme, technology for all: sharing the knowledge for development. Proceedings of the International Conference of Agricultural Engineering, XXXVII Brazilian Congress of Agricultural Engineering, International Livestock Environment Symposium-ILES VIII, Iguassu Falls City, Brazil, 31st August to 4th September, 2008.. International Commission of Agricultural Engineering (CIGR), Institut für Landtechnik. (2008).
- Rao, M. A. “Rheology of Fluid and Semisolid Foods: Principles and Applications 1st ed.”, Maryland, USA, 441 s. (1999).
- Ravi, R. Rheology of chickpea (*Cicer Arietinum L.*) flour suspensions and characterisation of fried product-boondi” PhD Thesis, University of Mysore, India, 239 s, (2005).
- Ravi, R., and Susheelamma, S.N. “The effect of the concentration of batter made from Chickpea (*Cicer arietinum L.*) flour on the quality of a deep-fried snack” International Journal of Food Science and Technology, 39:7, 755-762, (2004).
- Ravindran, G., and Gamlath, S. “Functional extruded snack products based on chickpea (*Cicer arietinum L.*) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) flours”, Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 16(3): p80, (2007).
- Redden, R. J. and Berger, J. D. “History and origin chickpea 1st ed.” Chickpea Breeding and Management (Editors: Yadav, S. S., Redden, R. J., Chen, W., and Sharma, B.), 1-13, (2007).
- Sablani, S. S., Marcotte, M., Baik O. D. and Castaigne F. “Modeling of simultaneous heat and water transport in the baking process”, Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 31: 201-209, (1998).
- Sagar, N. “Infrared radiation”, <http://tr.scribd.com/doc/6130705/Infrared-Radiation>, (2008).
- Sağlam, H. “Farklı Kavurma Sıcaklık ve Sürelerinin Leblebilerin Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi”, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 69 s. (2006).
- Sahai D., Buendia M. O. and Jackson D. S. “Analytical techniques for understanding

- nixtamalized corn flour:particle size and functionality relationships in a masa flour sample”, *Cereal Chemistry*, 78(1): 14-18, (2001).
- Salvador, A. Varela, P., Sanz, T., and Fiszman, S. M. “Understanding potato chips crispy texture by simultaneous fracture and acoustic measurements, and sensory analysis”, *LWT-Food Science and Technology*,42(3): 763-767, (2009).
- Samur, G. “Vitaminler, mineraller ve sağlığımız”, Sinem Matbaacılık, Ankara, 26s, (2006).
- Sayar, S. “Nohutta (*Cicer arietinum* L.) Su Absorpsiyonunun Analizi”, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2003).
- Schramm, G. “A practical approach to rheology and rheometry 2nd ed.). Karlsruhe, Federal Republic of Germany., 291 s, (1998).
- Sefa-Dedeh, S., Cornelius, B., Sakyi-Dawson, E., and Afoakwa, E. O. “Effect of nixtamalization on the chemical and functional properties of maize”, *Food Chemistry*, 86(3): 317-324, (2004).
- Segherloo, A.E., Sabaghpour, S.H., Dehghani, H and Kamrani M., “Non-parametric measures of phenotypic stability in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.)” *Euphytica* 162(2): 221-229, (2008).
- Serna-Saldivar, S. O., Gomez, M. H., Almeida-Dominguez, H. D., Islas-Rubio, A., and Rooney, L. W. “A method to evaluate the lime-cooking properties of corn (*Zea mays*)”, *Cereal chemistry*, 70, 762-762, (1993).
- Servais, C., Jones, R., and Roberts, I. “The influence of particle size distribution on the processing of food”, *Journal of Food Engineering*, 51(3): 201-208, (2002).
- Singh, D. K., Rao, A. S., Singh, R., and Jambunathan, R. “Amino acid composition of storage proteins of a promising chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivar”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 43(4): 373-379, (1988).
- Song, X. J., Zhang, M., and Mujumdar, A. S. “Optimization of vacuum microwave predrying and vacuum frying conditions to produce fried potato chips”, *Drying Technology*, 25(12): 2027-2034, (2007).
- Sreerama, Y. N., Sashikala, V. B., Pratape, V. M., and Singh, V. “Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality”, *Food Chemistry*, 131(2): 462-

- 468, (2012).
- Steffe, J. F. “Rheological Methods in Food Process Engineering”, Freeman Press, MI, USA, 418 s, (1996).
- Stone, H. and Sidel, J. “Sensory science and consumer behavior” (Editors: Barbosa-Ca’novas, G., Mortimer, A., Lineback, D., Spiess W., Buckle, K. and Colonna, P.): Global Issues in Food Science and Technology , Academic Press, New York, USA, 67-77, (2009).
- Suzuki, K.A. “Novel method for evaluating viscosity and viscoelasticity of liquid foods by a non-rotational concentric cylinder setup”, Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology, 46(10): 657-663. (1999).
- Thushan Sanjeewa, W. G., Wanasundara, J. P., Pietrasik, Z., and Shand, P. J. “Characterization of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flours and application in low-fat pork bologna as a model system”, Food Research International, 43(2): 617-626, (2010).
- Toyokawa, H., Rubenthaler, G. L., Powers, J. R., and Schanus, E. G. “Japanese noodle qualities II: Starch components”, Cereal Chem, 66(5): 387-391, (1989).
- Traynham, T.L. Myers, D.J., Carriquiry, A.L., and Johnson, L. A. “Evaluation of water-holding capacity for wheat–soy flour blends”, Journal American Oil Chemists Society, 84, 151–155, (2007).
- TSE, “TS 973 EN ISO 659 Yağlı tohumlar-yağ muhtevasının tayini (Referans Metot)”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2000).
- TSE, “TS 11998, Şekillendirilmiş cipsler-mısır cipsi”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1998).
- TSE, “TS 142 Nohut standardı”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2008.
- Tseng, C. S., and Lai, H. M. “Physicochemical properties of wheat flour dough modified by microbial transglutaminase”, Journal of Food Science, 67(2): 750-755, (2002).
- Turhan, M. and Özilgen, M. “Effect of oven temperature variations on the drying behaviour of thin biscuits”, Acta Alimentaria, 20:(4): 197-203, (1991).
- TÜİK, “Bitkisel üretim 2011”, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, Sayı:10780, (2013).
- Villagran, M. D. M., Li, J., Yang, D. K., Chang, D. S. J. and Evans, J. F. “Fabricated

- potato chips”, United States Patent 6,703,065 B2, (2004).
- Wagner, J. R., Sorgentini, D. A., and Anon, M. C. “Effect of physical and chemical factors on rheological behavior of commercial soy protein isolates: protein concentration, water imbibing capacity, salt addition, and thermal treatment”, *Journal of agricultural and food chemistry*, 40(10): 1930-1937, (1992).
- Wawro, D., and Kazimierczak, J. “Forming conditions and mechanical properties of potato starch films”, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 16(6): 106-112, (2008).
- Wood, J. A., and M. A. Grusak. "Nutritional Value of Chickpea", *Chickpea Breeding and Management*, 1st ed.(Editor: Yadav S.S., Redden R.J., Chen W. And Sharma B.), SPI, Pondicherry, 101-142, (2007):
- Xu, S., and Kerr, W. L. “Modeling moisture loss during vacuum belt drying of low-fat tortilla chips”, *Drying Technology*, 30(13): 1422-1431, (2012).
- Xue, J., and Ngadi, M. “Rheological properties of batter systems formulated using different flour combinations”, *Journal of Food Engineering*, 77, 334-341, (2006).
- Yadav, S. S., Longnecker, N., Dusunceli, F., Bejiga, G., Yadav, M., Rizvi, A. H., and Chen, W. “Uses, consumption and utilization”, *Chickpea Breeding and Management*, CAB Int. Wellingford, UK, 72-100, (2007).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Zekiye Özge ERDOHAN

Doğum Tarihi: 16/01/1978

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	Fen	Halide Edip Lisesi	1992-1994
Lisans	Gıda Mühendisliği Bölümü	Ankara Üniversitesi	1996-2000
Yüksek Lisans	Gıda Mühendisliği A.B.D	Mersin Üniversitesi	2002-2005

Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Proje Müdürü	Yıldız Holding	2013-
Araştırma Görevlisi	Mersin Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü	2006-2013

ESERLER

- Erdohan, Z. O.**, Çam, B. and Turhan K. N. 2013. Characterization of the antimicrobial polylactic acid based films, Journal of Food Engineering, 119 (2), 308-315.
- Erdohan, Z. O.**, Turhan, K. N., Şahmurat, F. and Ekiz, H. İ. 2011. An application of methylcellulose-whey protein films on Japanese persimmon, African Journal of Food Science Vol 5(11), pp. 643-649.
- Erdohan, Z. O.** and Turhan K. N. 2011. Olive leaf extract and usage for development of antimicrobial food packaging, Science against Microbial Pathogens: Communicating Current research and Technological Advances, Microbiology Book Series, Number 3, Mendez-Vilaz A. (Ed.), Formatex Research Centre, pp. 1094-1101.
- Ayana, B., **Erdohan Sancak, Z. Ö.** ve Turhan K. N. 2009. Zeytin yaprağı özütü içeren polilaktik asit-metilselüloz esaslı filmlerin *Staphylococcus aureus* üzerine antimikrobiyal etkinliği, Dünya Gıda Dergisi, Kasım, 69-74.
- Turhan, K. N., **Erdohan Sancak, Z. O.**, Ayana, B. and Erdoğan, F. 2007. Optimization of Glycerol Effect on the Mechanical Properties and Water Vapor

Permeability of Whey Protein-Methylcellulose Films, *Journal of Food Process Engineering*, 30: 485-500.

6. **Erdohan, Z. O.** and Turhan K. N. 2005. Barrier and Mechanical Properties of Methylcellulose-Whey Protein Films, *Packaging Technology and Science*, 18: 295-302.
7. **Erdohan, Z. O.** ve Turhan, M., Kızartılmış ve kavrulmuş nohut çerezi (Kızarga) ve üretimi. *TPE*, 2012/01728. (2013)
8. **Erdohan, Z. O.** ve Turhan, M. Dane mısır cipsi ve üretim süreci. *TPE*, 2011/11717. (2011) (*incelemede*)
9. **Sancak, Z. O.** ve Turhan, M. Nohut cipsi ve üretim süreci. *TPE*, 2010/10411. (2011).
10. **Sancak, Z. O.** ve Turhan, M. Yeni bir cips üretim süreci: Akıcı hamur cipsi üretim süreci. *TPE*, 2010/04357. (2011).
11. **Erdohan Z. O.** and Turhan M. 2012. A novel production process in chip making, 2nd Agrindustrial Design Symposium, April 18-26 2012, İzmir, Turkey. (*1. Yazar tarafından sözlü sunum*)
12. Ayana B., **Erdohan Sancak Z. O.** ve Turhan K. N. Polilaktid filmlerin su buharı geçirgenliği ve mekanik özellikleri üzerine çözücü bileşiminin etkisi, 6. Gıda Mühendisliği Kongresi, 6-8 Kasım 2009, Antalya, Türkiye. (*2. Yazar tarafından sözlü sunum*)
13. Savran D., **Erdohan Sancak Z. O.** ve Turhan M. Çölyak hastaları için nohut ekmeği üretimi, 6. Gıda Mühendisliği Kongresi, 6-8 Kasım 2009, Antalya, Türkiye. (*poster sunum*)
14. **Erdohan Sancak, Z. O.**, Ayana, B. and Turhan, K. N. Effect of olive leaf extract on properties of polylactic acid-methylcellulose based antimicrobial

films, 3rd International Congress on Food and Nutrition, April 22-25 2009, Antalya, Turkey. (2. *Yazar tarafından sözlü sunum*)

15. **Erdohan Sancak Z. O.**, Şahmurat, F., Ekiz, H. İ and Turhan, K. N. An application of methylcellulose-whey proteinbased edible film, The 5th International Packaging Congress and Exhibition, 22-24 November 2007, İzmir, Turkey. (1. *Yazar tarafından sözlü sunum*)
16. Guzel D., **Erdohan Sancak Z. O.** ve Turhan K. N. Askorbik asidin muz dilimlerinin sertliği üzerine etkisi, 5. Gıda Mühendisliği Kongresi, 8-10 Kasım 2007, Ankara, Türkiye. (*poster sunum*)
17. **Erdohan Sancak Z. O.** and Turhan, K. N. Improving physical properties of methylcellulose-whey protein based edible films, IUFOST 2006, September 17-21 2006, Nantes, France. (1. *Yazar tarafından sözlü sunum*)
18. **Erdohan Z. O.** and Turhan, K. N. Production and characterization of whey protein based edible films, Food Congress 2005, 19-21 April 2005, İzmir, Turkey. (1. *Yazar tarafından sözlü sunum*)