

KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YARI MAMUL ÇEREZ GIDALARIN BAZI FİZİKSEL VE TEKNOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meryem ÖZTÜRKOĞLU

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

EKİM 2024



**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YARI MAMUL ÇEREZ GIDALARIN BAZI FİZİKSEL VE TEKNOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Meryem ÖZTÜRKOĞLU
(200871206)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yalçın COŞKUNER

EKİM 2024



TEZ ONAYI

Meryem ÖZTÜRKÖĞLU tarafından hazırlanan **Yarı Mamul Çerez Gıdaların Bazı Fiziksel Ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman:

(Prof. Dr. Yalçın COŞKUNER)

Jüri Üyeleri

İmza:

Prof. Dr. Yalçın COŞKUNER

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KOYUNCU

Dr. Öğr. Üyesi Bülent ZORLUGENÇ

Tez Savunma Tarihi: 28/10/2024

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Murat MAYDA
Enstitü Müdürü



BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

(İmza)

Meryem Öztürkoğlu



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitim dönemim boyunca ve bu tezin hazırlanmasında değerli bilgi ve deneyimleri ile her zaman yol gösteren, teşvik eden, desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Yalçın COŞKUNER'e sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yürütülmesinde imkan sağlayan Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne, Torku Atıştırmalık Fabrikası (Çumra/KONYA)'na ve laboratuvar ekibine teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında desteğini ve yardımlarını eksik etmeyen Arş. Gör. Faruk DOĞAN ve yüksek lisans öğrencisi Gıda Mühendisi Büşra DADUŞ'a sonsuz teşekkür ederim.

Her konuda daima destek ve sevgilerini yanımda hissettiğim değerli annem Lütfiye ve babam Gökhan ÖZTÜRKOĞLU'na, eğitim dönemim boyunca teşviklerini eksik etmeyen kardeşlerim Betül KAYA, Ömer Kürşat ÖZTÜRKOĞLU ve Fatma Büşra ÖZTÜRKOĞLU'na sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Ekim 2024

Meryem ÖZTÜRKOĞLU
(Gıda Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
ABSTRACT	xxiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR VE KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1 Çerez Gıdalar	3
2.2 Birinci Nesil Atıştırmalıklar.....	3
2.3 İkinci Nesil (Ekstrüde) Atıştırmalıklar	3
2.4 Co-Ekstrüde Atıştırmalıklar	3
2.5 Üçüncü Nesil (Yarı Mamul) Atıştırmalıklar	4
2.6 Çerez Gıda Hazırlamada Ürün Genleştirme Teknikleri.....	8
2.6.1 Mikrodalga ile genleştirme	8
2.6.2 Sıcak hava ile genleştirme.....	11
2.6.3 Tuzda kavurma ile genleştirme	12
2.6.4 Derin yağda kızartma ile genleştirme	13
3. MATERYAL VE METOD.....	15
3.1 Materyal.....	15
3.2 Metod.....	16
3.2.1 Nem tayini	16
3.2.2 Su aktivitesi tayini (a_w)	16
3.2.3 Renk analizi.....	17
3.2.4 Boyutsal analiz	17
3.2.5 Tek tane ağırlığı	18
3.2.6 Yığın yoğunluk ve gerçek yoğunluk	19
3.2.7 Genleşme indeksi değeri	20
3.2.8 Yağ absorpsiyonu tayini.....	20
3.2.9 Tekstür analizi	20
3.2.10 Duyusal değerlendirme	20

3.2.11 İstatistiksel değerlendirme.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	23
4.1 İşlem Görmemiş Yarı Mamul Çerezlere Ait Bazı Özellikler.....	23
4.2 Mikrodalga İle Genleştirme İşlemi	23
4.3 Sıcak Hava İle Genleştirme İşlemi.....	31
4.4 Tuzda Kavurma İşlemi	36
4.5 Derin Yağda Kızartma İşlemi	41
4.6 Duyusal Değerlendirme.....	53
5. SONUÇLAR	55
KAYNAKLAR.....	59
EKLER.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	71



KISALTMALAR

MDG	: Mikrodalga ile Genleştirme
MD	: Mikrodalga
SHG	: Sıcak Hava ile Genleştirme
TKG	: Tuzda Kavurma ile Genleştirme
DYKG	: Derin Yağda Kızartma ile Genleştirme
AACC	: Amerikan Tahıl Kimyagerler Derneği (American Association of Cereal Chemists)
ISO	: Uluslararası Standartlar Teşkilatı (International Organization for Standardization)
KMÜ	: Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
ANOVA	: Tek Yönlü Varyans Analizi
3G	: Yarı mamul çerez, üçüncü nesil çerez
H₁	: Genleşme öncesi hacim
H₂	: Genleşme sonrası hacim
P_b	: Yığın Yoğunluk
P_t	: Gerçek Yoğunluk
m₁	: Kap ağırlığı
m₂	: Kurutma öncesi örnek ve kabın toplam ağırlığı
m₃	: Kurutmadan sonraki örnek ve kabın toplam ağırlığı
Ç	: Çap
Ç_{ort}	: Çap ortalamaları
K	: Kalınlık
K_{ort}	: Kalınlık ortalamaları
K*	: Kontrol (işlem görmemiş)



SEMBOLLER

ΔE	: Toplam renk farkı
ΔL	: Toplam L (parlaklık) farkı
W	: Watt
$^{\circ}C$	: Santigrat derece
rpm	: Devir / dakika
dk	: dakika
s	: saniye
mm	: milimetre
g	: gram
kg	: kilogram
ml	: Mililitre
a_w	: Su aktivitesi
L^*-L	: Parlaklık
L_0	: K^* ün L değeri
a^*-a	: Yeşillik – Kırmızılık
a_0	: K^* ün a değeri
b^*-b	: Sarılık- Mavilik
b_0	: K^* ün b değeri
Δa	: Toplam a (yeşillik-kırmızılık) farkı
Δb	: Toplam b (sarılık-mavilik) farkı
%	: Yüzde



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1: İşlem görmemiş yarı mamul çerezlere ait özellikler.	23
Çizelge 2: Mikrodalga koşullarında genleştirme işlemlerinde boyut özelliklerine ve tek tane ağırlığına ait ortalama değerler.	24
Çizelge 3: Mikrodalga koşullarında genleştirme işlemlerinde örneklerin nem içeriği, su aktivitesi ve sertlik değerlerine ait ortalamalar.	26
Çizelge 4: MDG işleminde bütün haldeki örneklerin renk değerlerine ait ortalamalar.	27
Çizelge 5: MDG'nin yoğunluk ve genleşme indeksi değerlerine ait ortalamalar.	27
Çizelge 6: SHG işleminde sıcaklık ve sürenin yarı mamul çerezlerde boyut özelliklerine ve tek tane ağırlığına ait ortalama değerler.	31
Çizelge 7: SHG işleminde sıcaklık ve sürenin yarı mamul çerezlerde (%) nem içeriği, su aktivitesi ve sertlik değerlerine ait ortalamalar.	32
Çizelge 8: SHG işleminde sıcaklık ve sürenin yarı mamul çerezlerde bütün haldeki örneklerin renk değerlerine ait ortalamalar.	33
Çizelge 9: SHG işleminde sıcaklık ve sürenin yarı mamul çerezlerde yoğunluk ve genleşme indeksi değerlerine ait ortalamalar.	33
Çizelge 10: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerde üretilen örneklerle ait boyut özelliklerine ve tek tane ağırlığına ait ortalama değerler.	36
Çizelge 11: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerde üretilen örneklerle ait ortalama nem içeriği, su aktivitesi ve sertlik değerleri.	37
Çizelge 12: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerde üretilen bütün haldeki örneklerin renk değerlerine ait ortalamalar.	38
Çizelge 13: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerde üretilen örneklerin yoğunluk ve genleşme indeksi değerlerine ait ortalamalar.	38
Çizelge 14: DYKG işlemlerinde boyut özelliklerine ve tek tane ağırlığına ait ortalama değerler.	42
Çizelge 15: DYKG işleminde elde edilen örneklerle ait (%) nem içeriği, Su aktivitesi, sertlik ve yağ absorpsiyonuna ait ortalama değerler.	45
Çizelge 16: DYKG işleminde bütün haldeki örneklerin renk değerlerine ait ortalamalar.	46
Çizelge 17: DYKG işleminde elde edilen ürünlere ait yoğunluk ve genleşme indeksi değerlerine ait ortalamalar.	48
Çizelge 18: Duyusal değerlendirmede panelistler tarafından verilen puan ortalamaları (n:11).	54
Çizelge 19: Duyusal değerlendirme kabul edilebilirlik sonuçları	54



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1: Farklı şekillerde ve renklerde üretilmiş yarı mamul çerez gıdalar.	1
Şekil 2: Isıl işlem öncesi ve sonrasında yarı mamul çerezler (a; b: yağda kızartma, c; d: tuzda kavurma).	2
Şekil 3: Mikrodalga genleştirme durum diyagramı (Boischot ve diğerleri, 2003).	8
Şekil 4: Yarı mamul çerezlerde MDG’de süre ve MD gücünün etkisi.	10
Şekil 5: SHG işleminde yarı mamul çerezlerin işlem (a) öncesi ve (b) sonrası.	11
Şekil 6: TKG işleminde yarı maul çerezlerin işlem (a) öncesi ve (b) sonrası.	12
Şekil 7: DYKG işleminde yarı maul çerezlerin işlem (a) işlem öncesi (b) ısınmış yağa örneğin atıldığı an ve (c) işlem sonrası.	13
Şekil 8: Çalışmada kullanılan ısıtma ekipmanları (a) mikrodalga fırın, (b) airfryer, (c) ev tipi sac ve ocak, (d) fritöz.	15
Şekil 9: Çalışma deneme deseni.	16
Şekil 10: Su aktivitesi tayin cihazı	17
Şekil 11: Yarı mamul çerezlerde çap ve kalınlık ölçümü a) izdüşüm görünüşü b) enine kesit görünüşü.	18
Şekil 12: Kumpas.	18
Şekil 13: Hassas terazi	19
Şekil 14: (a) Yığın yoğunluğu ölçülen numuneler, (b) 200 mL çizgisine kadar chia tohumları ile doldurulmuş mezür, (c) Mezür içinde bir adet numune ve üzerine (b)’deki chia tohumları doldurularak ölçülen gerçek yoğunluk.	19
Şekil 15: MDG işleminde mikrodalga gücü ve süre ile çap değerlerindeki değişim.	25
Şekil 16: MDG işleminde mikrodalga gücü ve süre ile kalınlık değerlerindeki değişim.	25
Şekil 17: Mikrodalga gücü ve sürenin yığın yoğunluk üzerindeki etkisi.	28
Şekil 18: Mikrodalga gücü ve sürenin gerçek yoğunluk üzerine etkisi.	29
Şekil 19: MDG işleminin genleşme indeksi değeri üzerine etkisi.	29
Şekil 20: MDG işleminde MD gücü ve süreye bağlı olarak elde edilen ürünlere ait görseller.	30
Şekil 21: SHG işleminde sıcaklık ve sürenin genleşme indeksi değeri üzerine etkisi.	34
Şekil 22: SHG işleminde sıcaklık ve süreye bağlı olarak elde edilen ürün görselleri.	35
Şekil 23: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerin üretilen örneklere ait yığın yoğunluk ve gerçek yoğunluk üzerine etkisi.	39
Şekil 24: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerin üretilen ürünlerin genleşme indeksi değeri üzerine etkisi.	39
Şekil 25: TKG işleminde sabit sıcaklık (200 °C ± 5) ve süreye bağlı olarak elde edilen ürün görselleri.	40
Şekil 26: DYKG işleminde sıcaklık ve süre ile ürünlerin çap değerlerindeki değişim.	43
Şekil 27: DYKG işleminde sıcaklık ve süre ile ürünlerin kalınlık değerlerindeki değişim.	43
Şekil 28: DYKG işleminde sıcaklık ve süre ile ürünlerin tek tane ağırlığı değerlerindeki değişim.	44

Şekil 29: DYKG işleminde sıcaklık ve sürenin örneklerin renk farklılığı üzerine etkisi.....	47
Şekil 30: DYKG işleminde sıcaklık ve sürenin yığın yoğunluk değeri üzerindeki etkisi.....	49
Şekil 31: DYKG işleminde sıcaklık ve sürenin gerçek yoğunluk değeri üzerine etkisi.....	49
Şekil 32: DYKG işleminde sıcaklık ve sürenin genleşme indeksi değeri üzerine etkisi.....	50
Şekil 33: DYKG işleminde sıcaklık ve sürenin yağ absorpsiyon miktarı üzerine etkisi.....	51
Şekil 34: DYKG işleminde sıcaklık ve süreye bağlı olarak elde edilen ürünler	52
Şekil 35: Duyusal değerlendirme radar grafik görüntüsü.	54



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YARI MAMUL ÇEREZ GIDALARIN BAZI FİZİKSEL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Meryem ÖZTÜRKÖĞLU

**Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Yalçın COŞKUNER

Ekim 2024, 95 sayfa

Bu çalışmada, piyasadan temin edilen yarı mamul çerez (3G) gıdaların bazı fiziksel ve teknolojik özellikleri incelenmiştir. Olduğu gibi tüketilemeyen yarı mamul çerez gıdalar genellikle ev koşullarında uygun bir ısı işlem ile muamele edilerek tüketime hazır hale getirilmektedir. Çalışmada 3G'nin tüketime hazırlanması için mikrodalga ile genleştirme (MDG), sıcak hava ile genleştirme (SHG), sabit sıcaklıkta tuzda kavurarak genleştirme (TKG) ve derin yağda kızartarak genleştirme (DYKG) teknikleri kullanılmıştır. Üretim koşulları sırasıyla MDG işlemi için 100-300-450-600-700-800W güç değerlerinde 1-3-5 dk; SHG işlemi için 180-190-200°C'lerde 5-10-15-20 dk; TKG işlemi için 200°C sabit sıcaklıkta 12-24-48-60-75 sn; DYKG işlemi için ise 150-160-170-180-190°C'lerde 5-10-15-20-25 sn olarak uygulanmıştır. İşlenmiş ürünlerin boyut, renk, tekstür, yoğunluk, genleşme indeksi, tane ağırlığı, nem içeriği, su aktivitesi ve duyusal değerlendirme analizleri yapılmış ve veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre en yüksek genleşme değerleri sırasıyla DYKG (0,03–17,35) ve TKG (3,84–10,06) işlemlerinde en az genleşme değeri ise SHG işleminde (2,73–3,96) elde edilmiştir. En düşük sertlik değeri (0,49–1,08 kg) ile TKG işleminde, en yüksek sertlik değeri (0,68–1,12 kg) ise SHG işleminde tespit edilmiştir. MDG ile genleştirme işleminde en düşük renk değişimi (4,8–14,42) gözlenirken en yüksek renk değişimi değeri (2,10–28,12) DYKG ile genleştirme işleminde gözlenmiştir. Duyusal değerlendirmede en yüksek kabul edilebilirlik puanları DYKG ve TKG işlemleriyle elde edilen örneklerde tespit edilmiştir. Sonuç olarak beklenildiği üzere geleneksel genleştirme teknikleri olan TKG ve DYKG işlemleriyle üretilen yarı mamul çerezler fiziksel, teknolojik ve duyusal özellikleri açısından diğer tekniklere göre daha kabul edilebilir sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Yarı mamul, üçüncü nesil çerez, mikrodalga, sıcak hava, tuzda kavurma, derin yağda kızartma, genleştirme



ABSTRACT

M Sc Thesis

A RESEARCH ON THE DETERMINATION OF SOME PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SEMI-PRODUCT SNACK FOODS

Meryem ÖZTÜRKÖĞLU

**Karamanoğlu Mehmetbey University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Yalçın COŞKUNER

October 2024, 95 pages

In this study, some physical and technological properties of semi-product snack (3G) foods purchased from the market were examined. Semi-finished snack foods that cannot be consumed as they are are generally made ready for consumption by being treated with a suitable heat treatment under home conditions. In the study, microwave expansion (MDG), hot air expansion (SHG), constant temperature salt roasting expansion (TKG) and deep-fat frying expansion (DYKG) techniques were used to prepare 3G for consumption. Production conditions were selected as 1-3-5 min at 100-300-450-600-700-800W power values for the microwave expansion (MDG) process; 5-10-15-20 minutes at 180-190-200°C for hot air expansion (SHG); 12-24-48-60-75 seconds at a constant temperature of 200°C for the expansion process by roasting in salt (TKG); and 5-10-15-20-25 seconds at 150-160-170-180-190°C for deep fat frying (DYKG), respectively. Size, color, texture, density, expansion index, grain weight, moisture content, water activity and sensory evaluation analyzes of the processed products were made and the data were evaluated statistically. According to the results, the highest expansion values were obtained in the DYKG (0.03–17.35) and TKG (3.84–10.06) processes and the lowest expansion values were obtained in the SHG process (2.73–3.96), respectively. The lowest hardness values (0.49–1.08 kg) was obtained in TKG process and the highest hardness values (0.68–1.12 kg) was obtained in SHG process. While the lowest color change (4.8–14.42) was observed in the expansion process with MDG, the highest color change value (2.10–28.12) was observed in the expansion process with DYKG. The highest acceptability scores in sensory evaluation were determined in the samples obtained by DYKG and TKG processes. As a result, as expected, semi-product snack foods produced by TKG and DYKG processes, which are traditional expansion techniques, gave more acceptable results than other techniques in terms of their physical, technological and sensory properties.

Keywords: Semi-product, third generation snack, microwave, hot air, salt roasting, deep frying, expansion

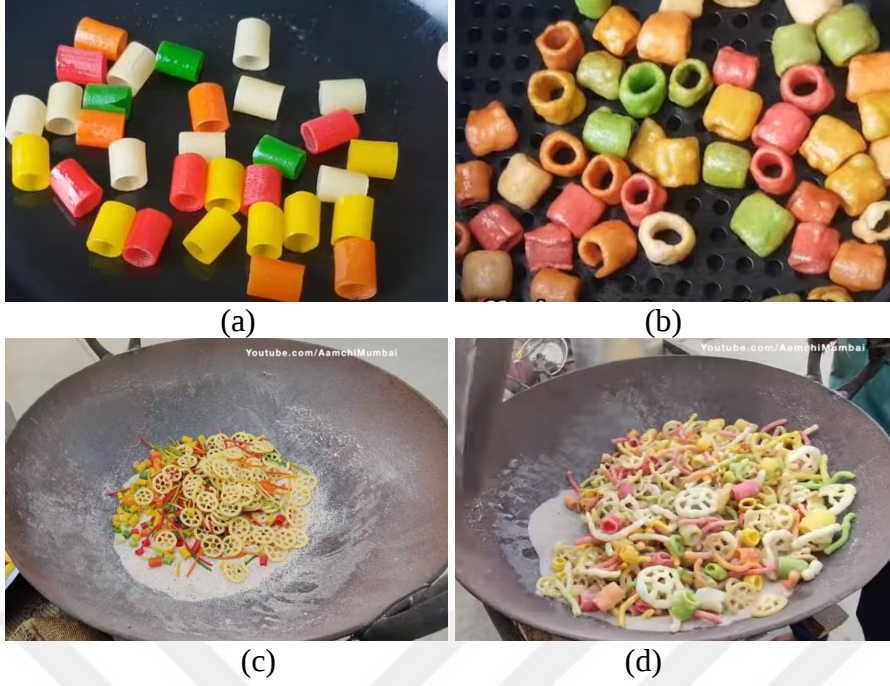


1. GİRİŞ

Bu çalışmada amaç, yarı mamul çerez gıdaların bazı fiziksel ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesidir. Çalışmada piyasadan temin edilen yarı mamul çerezler kullanılmıştır (Şekil 1). Bu çerezlerin en önemli özelliği üretim tekniğinden dolayı olduğu gibi tüketilemiyor olmasıdır. Genellikle ev koşullarında uygun bir ısı işlem (sıcak hava ya da doğrudan temaslı ısı işlem ile kavurma veya yağda kızartma gibi) ile muamele edilerek tüketilebilir hale getirilmektedir. Uygulanan ısı işlem tekniği ile yarı mamul çerez genişerek hacim kazanmakta ve dokusal olarak gevrek, kırılgan ve kolayca çiğnenebilen bir yapı oluşmakta ayrıca tad aroma özelliklerinin olumlu yönde gelişmesiyle her yaştan tüketicinin severek tükettiği bir çereze dönüşmektedir (Şekil 2).



Şekil 1: Farklı şekillerde ve renklerde üretilmiş yarı mamul çerez gıdalar.



Şekil 2: Isıl işlem öncesi ve sonrasında yarı mamul çerezler (a; b: yağda kızartma, c; d: tuzda kavurma).

Bu tez çalışmasında yarı mamul çerezlerin tüketime hazırlanmasında kullanılan ısıtma işlemlerinin etkisiyle (mikrodalga, sıcak hava, tuzda kavurma ve derin yağda kızartma ile genişletme) son ürünün fiziksel ve teknolojik özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Son ürünün fiziksel özellikleri olarak gravimetrik, boyutsal ve görünüş, teknolojik ve duyu özelliklerinde meydana gelebilecek değişimler üzerine uygulanacak ısıtma işlem şekli, ısıtma işlem süresi ve sıcaklığının etkileri tam faktöriyel deneme deseni kullanılarak belirlenmiştir.

Yapılan literatür araştırmasında yarı mamul çerez gıdaların çok uzun yıllardan beri biliniyor olmasına rağmen bilimsel literatürde çok fazla araştırmaya konu olmadığı belirlenmiştir (Huber, 2001). Bu çalışmada; piyasadan temin edilen yarı mamul çerez gıdalar fiziksel ve teknolojik olarak değerlendirilmiştir. Özellikle son yıllarda başta Suriye’den olmak üzere komşu ülkelere ülkemize olan insani göçler nedeniyle girdiğini düşündüğümüz ve her geçen gün hem üretimi hem de tüketimi artış gösteren bu çerez grubu ile ilgili olarak, tüketime hazırlama-piştirme tekniğinin etkisinin son ürünün fiziksel ve teknolojik kalite özelliklerinin belirlenmesi ve bulgularının literatüre kazandırılması açısından ilk olması nedeniyle önem arz etmektedir.

2. LİTERATÜR VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Çerez Gıdalar

Atıştırmalık yani çerez; öğün yerine geçmeyen, kısa süreliğine açlığı gideren ve enerji sağlayan bir yiyecek türüdür. Değişen ve yoğun yaşam tarzlarıyla birlikte hızlı yemek ve atıştırmalık talebi artmıştır. Uzun raf ömrü, hacimsel olarak depolama avantajı, kolay kullanım ve işleme nedenleriyle yarı mamul çerez gıdalar tüketici tarafından tercih edilmektedir.

2.2 Birinci Nesil Atıştırmalıklar

Basitçe ekstrüde edilmiş gıdalardır. Örneğin; leblebi, kavurma, patates kızartmaları, kuruyemiş, patlamış mısır, krakerler vb. ürünlerdir (Gümüşay ve diğerleri, 2019).

2.3 İkinci Nesil (Ekstrüde) Atıştırmalıklar

%7-12 nem seviyesine kadar ekstrüde edilerek doğrudan genişletilmiş, kurutma dışında başka bir işleme gerek duyulmayan ve tüketime hazır atıştırmalıklardır. Atıştırmalıkların büyük çoğunluğu bu kategoridedir. Bunlar yüksek lif, yüksek protein ve düşük kalorili atıştırmalıklardır (Riaz, 2006; Gandhi ve diğerleri, 2016; Gümüşay ve diğerleri, 2019).

2.4 Co-Ekstrüde Atıştırmalıklar

Co-Ekstrüde Atıştırmalık, türkçeye çevirdiği zaman birlikte ekstrüzyonlanmış ürün olarak adlandırılabilir. Gıda endüstrisi için 1984 yılında tanıtılan bu teknolojiye; iki farklı malzemenin tek bir kalıpta iki ekstrüderden veya bir ekstrüder ve bir pompadan gelerek iki farklı aromaya, iki dokuya veya iki renge sahip atıştırmalık üretilir. Örneğin, peynir dolgulu tahıl bazlı dış tüptür. Bu ürünlerin raf ömrü içerisindeki dolgudan dolayı sınırlıdır (Gandhi ve diğerleri, 2016).

2.5 Üçüncü Nesil (Yarı Mamul) Atıştırmalıklar

Ekstrüzyonla pişirilen bu üründe genleşmeyi önlemek için düşük basınçta şekillendirilme işlemi yapılır. Ürün yaklaşık %10 nem içeriğine kadar kurutularak camsı bir yarı mamul elde edilir. Bu yarı mamulleri tüketici istediği genleştirme tekniğini kullanarak tüketebilir. Yüksek yığın yoğunluğu nedeniyle depolama açısından avantajlıdır. Atıştırmalık yarı mamuller çeşitli formlarda, şekillerde, dokularda ve tatlarda oluşmaktadır (Gandhi ve diğerleri, 2016; Gümüşay ve diğerleri, 2019; Acurio, 2022).

Son yıllarda gıda sanayinde yaygın olarak kullanılan ekstrüzyonla pişirme teknolojisi yüksek sıcaklık, basınç ve kısa sürede uygulanan ısıl işlemdir. Pişirme, tekstürü geliştirme ve nişasta bazlı gıdalarda genleştirme/kabarma/hacim arttırma amacıyla kullanılmaktadır. Bu işlemin en önemli özelliği sürekli bir proses olmasıdır. Bu prosesi birçok parametre etkilemektedir. Gıda bileşenlerinin bu proses sırasında fonksiyonel ve besinsel özellikleri değişebilir. Ekstrüzyon pişirme sırasında genleşmenin yüksek olması için nişastalı hammadde tamamen pişirilmelidir. Bunun için de ekstrüzyon esnasında sıcaklık, bekleme süresi ve nem içeriğinin kombinasyonu çok önemlidir. Örneğin, çerez gıdalarda bulunan nişasta granülleri sisteme beslenen suyu absorbe ederek şişer ve daha sonra ekstrüzyonla ısıl işlem sonucu granüler yapı bozulur, kalıp çıkışındaki genleşme ve ani soğumanın etkisiyle nişastalı ürün sert yapıda olur. Ekstrüzyonla pişirmedeki ısıl işlem sonucunda nişasta granülleri jelatinize, proteinler denatüre olur ve proteinin sindirilebilirliği 4 kat artarak ürünler yapısal olarak gelişmektedir (Masatcıoğlu, 2013; Gandhi, 2016).

Yarı mamul olarak adlandırılan üçüncü nesil çerez veya ‘peletler’ sert jel benzeri oldukça yoğun bir görünüme sahiptirler. Tahılların yüksek nem içeriklerinde, orta derecede kesme ve namlu sıcaklığında ve 100 °C'nin altındaki kalıp sıcaklıklarında ekstrüde edilmesiyle oluşturulurlar. Ekstrüzyondan sonra yaklaşık %10-14'lük bir nihai nem içeriğine kadar kurutulurlar. Kurutulmuş yarı mamuller, uzun bir raf ömrüne sahiptir (üretimden sonra en az bir yıl) ve doğrudan genleştirilmiş atıştırmalıklarla karşılaştırıldığında, genleşmemiş hacimleri nedeniyle daha az depolama alanı gerektirmektedir. Bu tür atıştırmalıklar üretildikten sonra son ürünlerdeki görece fazla nemin uzaklaştırılması ve dokunun yenilebilir hale getirilmesi için derin yağda, sıcak havada veya mikrodalga kullanılarak pişirme gibi bir ısıl işleme gerek duyulmaktadır (Harper, 1994; Suknar ve diğerleri, 1999; Gimeno ve

diğerleri, 2004; Şeker, 2004; Delgado ve diğerleri, 2012; Gümüşay ve diğerleri, 2019).

Ulaşılabilen literatür incelendiğinde üçüncü nesil çerez üretiminde gerçekleştirilen bilimsel araştırmaların ağırlıklı olarak; ürün reçetesine farklı oranlarda kurutulmuş kabak çeşitleri unu (Delgado ve diğerleri, 2007; Delgado ve diğerleri, 2012; Delgado ve diğerleri, 2018), patates unu ve portakal keseciği unu (Tovar-Jímenez ve diğerleri, 2016) , kurutulmuş küçük portakal kesecikleri meyvesi (*Citrus mitis*) küspesi (Ruiz-Armenta ve diğerleri, 2018), mısır unu içine ksantan gum (Gümüşay ve diğerleri, 2019), pirinç unun içine kurutulmuş dikenli incir yaprağı unu (Anchondo-Trejo ve diğerleri, 2020) katılarak yeni ürün geliştirme ve kalite özelliklerinin belirlenmesine yönelik olduğu görülmektedir.

Delgado-Nieblas ve diğerleri (2007), kurutularak önceden pişirilmiş bir un üretmek için Cehualca çeşidi kış kabağı (*Cucurbita moschata D.*) kullanmışlar ve unlarda 25 g su/ g kuru katı maddeden daha yüksek su adsorpsiyon değerleri bulmuşlardır.

Delgado-Nieblas ve diğerleri (2012) araştırmalarında ekstrüzyonla üretilmiş ve mikrodalga kullanılarak genleştirilmiş üçüncü nesil çerez gıdaların fizikokimyasal özellikleri üzerine; gövde sıcaklığının (93,5 – 140,5 °C), besleme neminin (%21,3 – 34,7) ve kış kabağı unu içeriğinin (%0,43 – 15,6) etkisini incelemişlerdir. Genleşme indeksi, penetrasyon kuvveti, özgül mekanik enerji ve toplam renk farkı (ΔE) değerleri optimizasyon için kullanılan fizikokimyasal özellikler olup, optimizasyonda yanıt yüzey metodolojisi ile belirlenen düzeylerde çalışma gerçekleştirmişler. Elde edilen bulgulara göre, optimum işlem koşulları altında, toplam karotenoidlerin alıkonulmasının %60'ın üzerinde olduğu ve sonuç olarak kış kabağı ununda karotenoidler ve diyet lifi bulunması nedeniyle sağlık açısından fayda sağlayabilecek iyi fizikokimyasal özelliklere sahip üçüncü nesil çerez gıdaların üretilmesinin mümkün olabileceğini ifade etmişlerdir.

Tovar-Jímenez ve diğerleri (2016) ekstrüzyonun, portakal keseciği unu, ticari mısır unu ve patates nişastasından üretilen mikrodalga yöntemiyle genişletilmiş üçüncü nesil çerez gıdanın mikroyapısal özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında yarı mamul çerez gıda peletlerinin üretiminde laboratuvar tipi ekstrüder kullanmışlardır. Araştırmada viskozite profilleri, taramalı elektron mikrografları (SEM), X-ışını kırınım modelleri ve termogram verileri elde edilmiş. Doğal nişasta yapısı değişikliklerini incelemek için ham maddeler, işlenmemiş

karışım, ekstrüde edilmiş peletler ve mikrodalga ile genleştirilmiş ürünlerde analizler yapmışlardır. Elde edilen bulguların, çalışmada ekstrüzyon işlemiyle elde edilen ve mikrodalga ile genleştirilen çerezlerin, tüketici tarafından kabul edilmesi için gerekli fizikokimyasal özellikleri elde etmek için arzu edilen bir mikro yapıya dönüştürüldüğünü belirtmişlerdir.

Delgado-Nieblas ve diğerleri (2018) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada; kurutulmuş kabak içeriği (%0.43 - 15.57), ekstrüzyon sıcaklığı (93 - 141 °C) ve beslemenin nem içeriği (%21.27 - 34.7)'nin mısır nişastası ve sarı mısır karışımına kurutulmuş kabak ilavesiyle formüle edilmiş mikrodalga ile genleştirilen çerez gıdaların fiziksel, mikroyapısal ve duyuşal özellikler üzerine etkileri incelenmiş bu amaçla veri analizi için ikinci dereceden döngüsel merkezi bileşik tasarım ve yanıt yüzeyi metodolojisi kullanmışlardır. Sıcaklık ve nem içeriğinin peletlerin spesifik hacim ve nem içerikleri üzerine önemli düzeyde etkili olduğu, beslemenin nem içeriği ve kurutulmuş kabak içeriğinin ise renk değerleri üzerine etkili olduğunu gözlemişler. Elde edilen bulgulara göre, bir temel karışıma kurutulmuş kabak ekleyerek çerez gıdayı kabul edilebilir fiziksel ve duyuşal özelliklerle geliştirmenin mümkün olduğunu gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Ruiz-Armenta ve diğerleri (2018) ekstrüzyon sıcaklığı (89.8 – 140.2 °C) nem içeriği (%21.10 – 32.89) ve kurutulmuş küçük portakal kesecikleri (%1.12 – 11.88) içeriğinin üçüncü nesil çerez gıdaların karotenoid içeriği, fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında veri analizi için yanıt yüzey metodunu kullanmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre; yüksek ekstrüzyon sıcaklığı ve düşük nem içeriğinde en yüksek genişleme indeksi ve en düşük penetrasyon kuvveti, yüksek kurutulmuş küçük portakal kesecikleri içeriğinin de ise en yüksek karotenoid içeriği ve ΔE değerleri meydana gelmiştir. Ayrıca, en yüksek duyuşal kabul edilebilirlik, yüksek ekstrüzyon sıcaklığı ve düşük nem ile düşük kurutulmuş naranjita kesecikleri içeriği kombinasyonu ile elde edilmiştir. Çalışmada kabul edilebilir duyuşal özellikler ve ilave olarak önemli düzeyde karotenoid içeriğine sahip bir ürünün üretilmesi için optimum koşulların 125 °C ekstrüzyon sıcaklığı, %23 besleme nem içeriği ve %8.03 kurutulmuş naranjita kesecikleri içeriğinin olduğunu belirtmişlerdir.

Gümüşay ve diğerleri (2019) tarafından yapılan bir araştırmada yanıt yüzeyi metodolojisi kullanılarak, vida hızı, besleme rutubeti ve ksantan zımkı seviyesinin

mısır bazlı yarı ürünlerinin fonksiyonel ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği bildirilmektedir. Artan vida hızının, su emme indeksi ve su aktivitesi (a_w) değerlerini düşürüp çözünürlük indeksi değerlerini önemli ölçüde artırmış. Yarı ürünlerin özgül hacmi, tüm ekstrüzyon kombinasyonları için düşük olduğu ve vida hızı, besleme nemi ve ksantan zmkı seviyesi ile negatif ilişkili olduğu görülmüş. Vida hızı, besleme nemi ve ksantan zmkı seviyesindeki artışla yarı ürünlerin hafifliği ve sarılığının da arttığı gözlemlenmiş. Tüm yarı ürünler için düşük jelatinleşme derecesi, ekstrüderde son iki bölgede 100 °C'nin altındaki sıcaklık nedeniyle (%46,33 – 63,36) elde edilmiş. Optimize edilmiş ekstrüzyon kombinasyonları koşullarında 300 rpm helezon hızı, %47 besleme nemi ve %0,44 ksantan zmkı içeriği ile arzu edilirlık değeri 0.991 bulunmuş ve deneysel veriler ile tahmin edilen değerler arasında anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Anchondo-Trejo ve diğerleri (2020) üçüncü nesil bir atıştırmalık elde etmek için doğal pirinç nişastası ve ekstrüzyonla modifiye edilmiş pirinç nişastası içine kurutulmuş dikenli incir yaprağı unu ve ksantan gam eklemişlerdir. Atıştırmalığın dokuz formülasyonundaki yanıt değişkenlerinin analizi: genleşme indeksi, görünür yoğunluk, sertlik, parlaklık (L) ve yeşil-kırmızıya eğilim (a) bir bileşik merkezi tasarım, seçilen formülasyonlar taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile karakterize edilmiştir. Sonuçlar ekstrüzyonla modifiye edilmiş pirinç nişastası için su absorpsiyon indeksi (4.69 ± 0.04) ve suda çözünürlük indeksi (12.61 ± 0.10) değerlerinin kimyasal modifikasyon nedeniyle doğal pirinç nişastası değerlerinden daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Renk analizine göre kurutulmuş dikenli incir yaprağı unu eklenen ürünlerde yeşil renk eğilimli bir ürün elde edilmiş, bu ürünlere ait renk değerleri $L 60.73 \pm 0.008$ ve $a -6.51 \pm 0.004$ olarak elde edilmiştir. Araştırmacıların elde ettikleri ikame derecesi $0,09 \pm 0,005$ olup Amerikan Gıda İlaç Dairesi'nin gıda kullanımı için izin verilen aralıkta olduğunu bildirmişlerdir.

Kantrong ve diğerleri (2022) üçüncü nesil mor tatlı patatesin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerine ekstrüzyon sıcaklığı (100, 105 ve 110 °C), genleştirme tekniğinin mikrodalga (210, 420 ve 560 W) derin kızartma (170 ve 190 °C) etkilerini araştırmışlardır. Daha sonra genleşme oranı, kütle yoğunluğu, renk, doku, toplam antosiyoinin içeriği, toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasitesi açısından niteliklerini belirlediler. Ekstrüzyon sıcaklığının peletlerin rengini etkilemediğini, 110 °C'deki peletlerin fonksiyonel özelliklerini etkilediğini gördüler. Genleştirme

işlemlerinde mikrodalga gücü ve kızartma sıcaklığının artmasıyla sertliğin azaldığını ve antioksidan kapasitesinin arttığını söylemektedirler. Mikrodalga ile genleştirmenin kızartma ile genleştirmeye göre rengin ve antioksidan kapasitenin korunmasına yardımcı olabileceği ve toplam antosiyanin içeriğinin iki kat daha fazla olduğunu söylemektedirler.

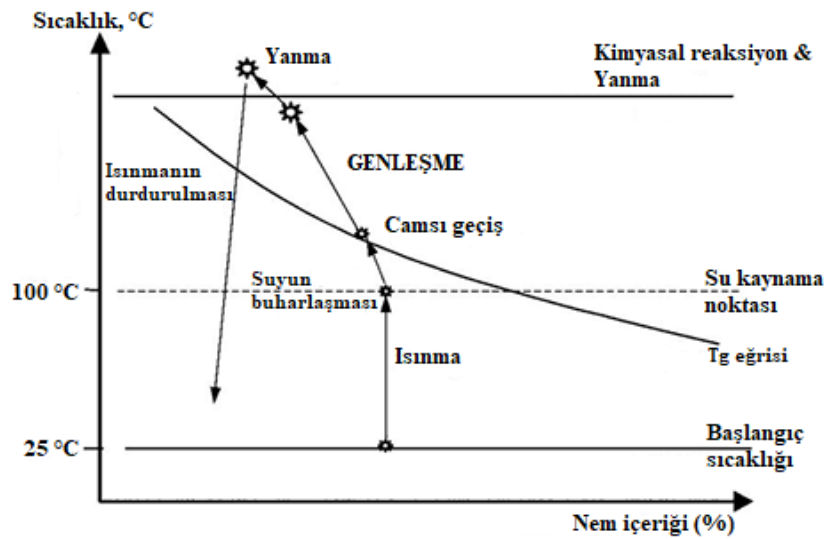
2.6 Çerez Gıda Hazırlamada Ürün Genleştirme Teknikleri

Yarı mamul çerezler (3G) içerisinde bulunan su (nem), sıcaklıkla birlikte buharlaşırken yapıya yüksek basınç uygulayarak kabarcıkların oluşmasına ve fiziksel olarak genleşmesine neden olmaktadır (Gandhi, 2016).

2.6.1 Mikrodalga ile genleştirme

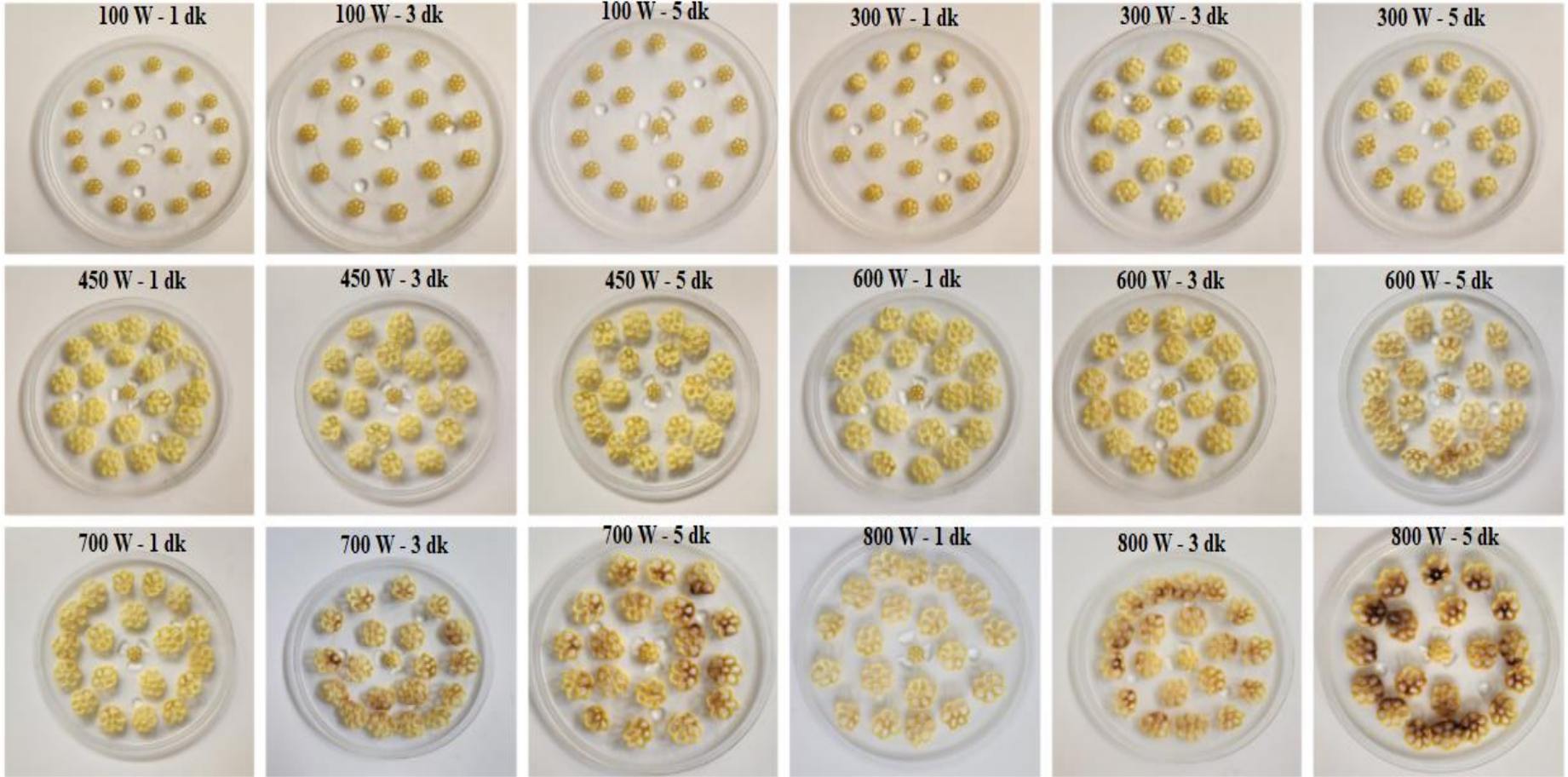
Yiyecekleri mikrodalga ile pişirmek, ısıtmak ve genleştirmek hızlı, kullanışlı ve ucuz bir tekniktir. Gıda, oda sıcaklığında bir elektromanyetik alana yerleştirilir. Gıdada ısı üretilir ve daha sonra dışarıya doğru yayılır. Mikrodalgalar gıda maddelerine uygulanırken, gıda maddesinde bulunan su moleküllerinin yönlendirilmesi ve sürtünmesi gıda maddesinin ısınmasına neden olur. Bazı durumlarda, ambalaj mikrodalgaya maruz kaldığında da ısı üretebilmektedir (Vujković ve diğerleri, 2007).

Şekil 3'te görüldüğü gibi mikrodalga genleşme esnasında nem, yüksek basınçlı aşırı ısıtılmış buhar üretir. Atıştırmalık faz geçişine (camsı geçişe) uğrar ve aşırı ısınmış yüksek buhar basıncı altında esnemeye başlayarak genleşme gerçekleşir.



Şekil 3: Mikrodalga genleştirme durum diyagramı (Boischot ve diğerleri, 2003).

Sıcak hava, yağ ve mikrodalga ile genişmede, genişme şekli ve hava hücresi yapısı peletlerin jelatinleşme derecesine göre farklılık göstermektedir. Mikrodalga ısıtma ile optimum genişme, nişasta yaklaşık olarak yarı jelatinleştiğinde ve peletlerdeki nem içeriği yaklaşık %10 olduğunda elde edilir. Peletlerin nem içeriği genişme davranışında çok önemlidir, tamamen kurutulmuş numuneler hiç genişemez. Peletlerin mikrodalga genişmesindeki itici güç ürünün nem içeriğidir. Üniform hava hücresi dağılımı ve optimum ürün şekli elde edebilmek için peletlerde mikrodalga ısıtma sırasında aşırı ısıtılmış buharın üründen aniden uzaklaşması-ayrılması gerekmektedir (Maisont ve Narkrugsa, 2010; Delgado-Nieblas ve diğerleri, 2012). Mikrodalga gücü önemlidir, çünkü ne kadar yüksek olursa, ürün içindeki sıcaklık da o kadar yüksek olur ve bu da daha yüksek buhar basıncına ve daha yüksek hacim genişmesine neden olur (Kraus ve diğerleri, 2013). Mikrodalga gücü ve süresi arttıkça üründeki değişim Şekil 4'te gösterilmektedir. Ekstrüderin namlu sıcaklığı, ürünün genişmesi için önemlidir, daha yüksek sıcaklıkta, genişme indeksi daha yüksektir, bu da amiloz-lipid komplekslerinin gelişimine bağlıdır (Aguilar-Palazuelos ve diğerleri, 2006; Delgado-Nieblas ve diğerleri, 2012).

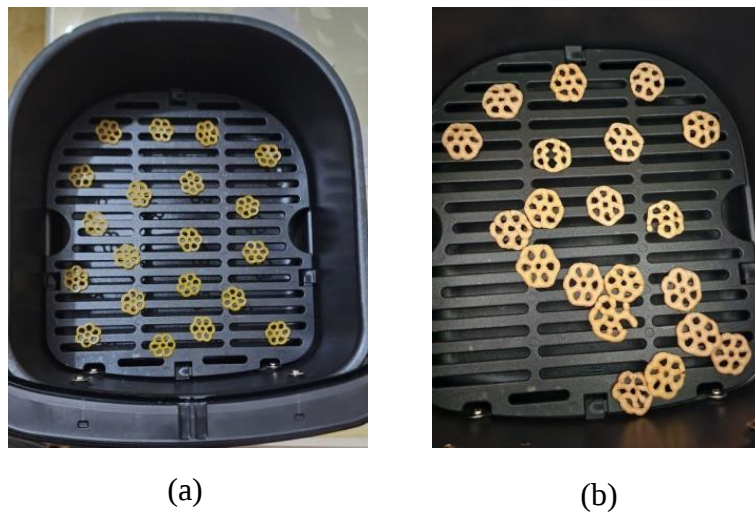


Şekil 4: Yarı mamul çerezlerde MDG’de süre ve MD gücünün etkisi.

2.6.2 Sıcak hava ile genleştirme

Konveksiyonel genleştirmede, oluşturulan sıcak hava fan yardımıyla bütün alana yayılır ve ürünlerin geniştirilmesi sağlanır. Airfryer (konveksiyonel) ile gerçekleştirilen genleştirmede yarı mamul çerezlerin işlem öncesi ve sonrası görüntüleri Şekil 5'te gösterilmektedir. Geleneksel kızartma işlemi ile ürün yağı emerken, sıcak hava kullanılarak genleştirme alternatif bir teknik olarak kullanılmaktadır ve tipik olarak son ürün yağ içeriğini %30'dan %10'a düşürebilmektedir. Peletler, suyu buharlaştıran ısıya maruz kalır. Bu tür ürünler için en önemli unsur jelatinleşme olup zamana, sıcaklığa ve neme bağlıdır. Genleştirme işleminden sonra ürünler yağ bazlı bir lezzet unsuru ile kaplanabilir (Panak Balentic ve diğerleri, 2018).

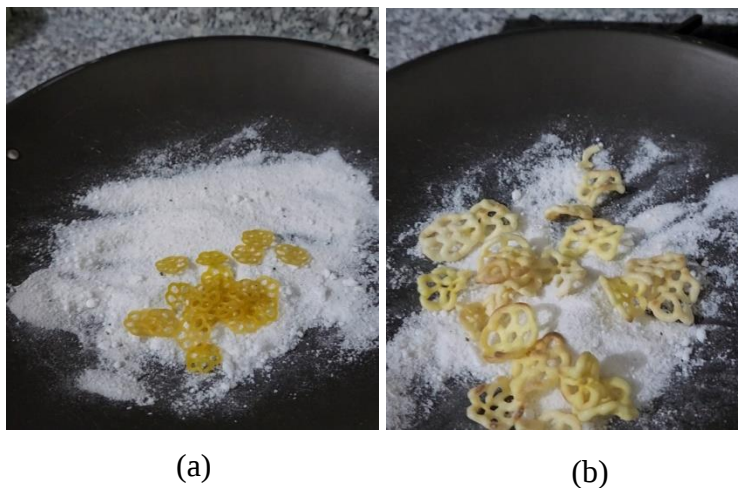
Sıcaklık, ürünün genişmesi için önemlidir. Çünkü camsı geçiş sıcaklığının altında nişasta akmaz ve yapı genişmez, ancak camsı geçiş sıcaklığının üzerinde polimer çoğunlukla lastik gibi davranır ve genişleme daha kolaydır. Genleşme sıcaklığı camsı geçiş sıcaklığı ile doğrusal olarak artar. Peletlerin nem içeriğinin artırılması genişleme derecesini azaltmakta ve tuz ilavesi nişasta matrisinin genişmesi için önemli değildir. Ancak, sodyum klorür veya potasyum klorür ilavesiyle hem şişirme derecesi hem de oranı artmaktadır. Katyonun nişasta matrisindeki önemi, nişasta ile etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Formülasyona dekstrin ilavesi, üründe viskoziteyi düşürerek genişleme oranını artırabilmektedir (Norton ve diğerleri, 2011; Panak Balentic ve diğerleri, 2018).



Şekil 5: SHG işleminde yarı mamul çerezlerin işlem (a) öncesi ve (b) sonrası.

2.6.3 Tuzda kavurma ile genleştirme

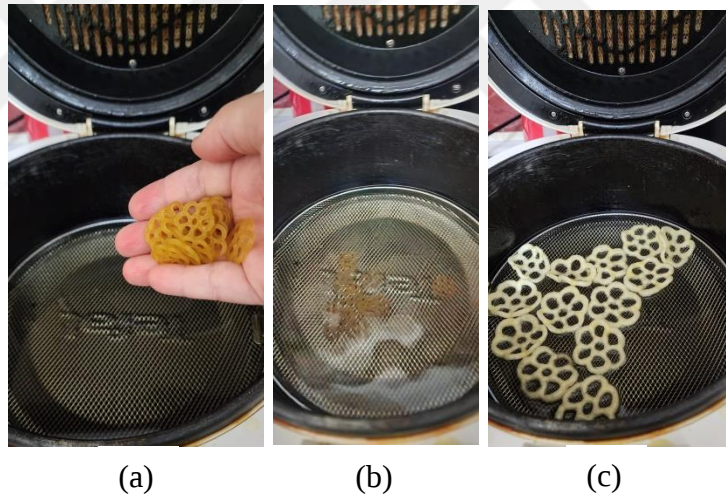
Bir gıda işleme tekniği olarak kavurma işlemi; belli bir nem içeriğine sahip çeşitli gıda hammaddelerinin genellikle bir kap içinde karıştırılarak yüksek sıcaklıkta ısı işleme maruz bırakılması olarak tanımlanabilmektedir. Bu işlemi gerçekleştirmek için bir sac, tava veya tambur gibi kendi ekseninde dönebilen mekanizmalar kullanılabilmektedir. Yüksek sıcaklığı elde etmek için geleneksel kavurma işlemlerinde katı yakıtlardan faydalanılırken, yeni nesil kavurma ekipmanlarında başta elektrik olmak üzere, doğal gaz ve LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı) kullanılabilmektedir. Geleneksel yöntemlerde ısıtılan metal yüzey üzerine konulan kavrulacak hammaddeye ısı aktarımı doğrudan metal yüzeyinden gerçekleşirken yeni nesil kavurma ekipmanlarında öncelikle ısı kaynağı ile havanın ısıtılması ve hammaddenin ısıtılmış hava ile teması sağlanarak gerçekleştirilmektedir. Hangi kavurma ekipmanı veya sistemi kullanılırsa kullanılsın bu işlemin temel amacı doğal haliyle tüketilemeyen hammaddenin kısa süreli kavurma işlemiyle gerçekleştirilen yapısal ve duyuşsal özelliklerdeki istenen değişikliklerle tüketilebilir hale getirilmesidir. Kavurma işlemi sırasında üründe sadece genleşme ile dokunun gevrek, kırılgan bir hale dönüşmesi ve renk değişiklikleri gibi yapısal değişiklikler meydana gelmez, aynı zamanda ürünün ağız hissi ve lezzet unsurlarında da olumlu değişimler meydana getirilmiş olur (Coşkuner ve Karababa, 2004). Yarı mamul çerezlerde kavurma işleminin öncesi ve sonrası görüntüleri Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6: TKG işleminde yarı maul çerezlerin işlem (a) öncesi ve (b) sonrası.

2.6.4 Derin yağda kızartma ile genleştirme

Derin yağda kızartma, yüksek yağ sıcaklığının (örneğin 150-180 °C) hızlı ısı transferini ve kısa pişirme süresini (30-40 saniye) kolaylaştırdığı, yiyeceklerin kızgın yağa daldırılması, pişirilmesi ve kızartılmasını içeren bir işlemdir. Amacı, kısa pişirme süresinde renk, tat, lezzet, kabuk ve doku gibi taklit edilemez özellikleri elde etmektir. Ayrıca, kızartılmış gıda ürününün içindeki sıcaklık 100 °C'nin üzerine çıkamaz bu nedenle suda çözünür bileşenlerin gıdadan sızması minimum düzeyde gerçekleşir. Kızarmış gıda ürünlerinde yağ içeriğini azaltmak için çeşitli metotlar geliştirilmiştir, ancak kızarmış gıdaların çoğu hala önemli miktarda yağ içermektedir. Yağ absorpsiyonu olayını açıklamak için 3 mekanizma önerilmektedir. Bunlar; su değişimi, soğutma fazı etkisi ve yüzey aktif maddeler söylenebilir, ancak bunlardan hiçbirisi bu olayı tam olarak açıklayamamaktadır (Panak Balentic ve diğerleri, 2018). DYKG için fritöz kullanılmış olup yarı mamul çerezlerin işlem öncesi ve sonrası görüntüleri Şekil 7'de gösterilmektedir.



Şekil 7: DYKG işleminde yarı maul çerezlerin işlem (a) işlem öncesi (b) ısınmış yağda örneğin atıldığı an ve (c) işlem sonrası.

Görüldüğü üzere farklı ısıtma işlem uygulamalarının çerez gıdaların üretiminde son ürün özellikleri üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Bu noktadan hareketle, tez çalışmasının ana materyali olan ve doğrudan tüketim olanağı olmayan üçüncü nesil yarı mamul çerez gıdaların farklı tekniklerle yenilebilir hale getirilmesi sürecinde; sıcaklık, süre ve uygulanan işlem gibi kontrolü zorunlu faktörlerin etkisi altında son üründe tüketici beğenisinin ölçülmesine yönelik bilimsel araştırmaların yapılması ihtiyacını karşılamak üzere bu tez çalışması yapılmıştır.



3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Çalışmada; piyasadan temin edilen yarı mamul çerezler kullanılmıştır. Örnekler deneylerde kullanılıncaya kadar +4 °C’de kuru ve serin bir ortamda muhafaza edilmiştir. İşlemler için kullanılan cihaz ve ekipmanlar Şekil 8’de gösterilmektedir. Mikrodalga ile genleştirme için Samsung marka MW81Y APRIL-2012 model mikrodalga fırın, sıcak hava ile genleştirme için Tefal marka FW2018 model XXL kapasiteli airfryer, tuzda kavurma ile genleştirme için ev tipi sac ve ocak (işlem saca 190-200 g tuz konularak yapılmıştır) ve derin yağda kızartma ile genleştirme işlemi için ise Tefal marka Serie F52-1 model fritöz kullanılmıştır. Genleştirme deneyleri Şekil 9’da verildiği gibi uygulanmıştır.



(a)



(b)

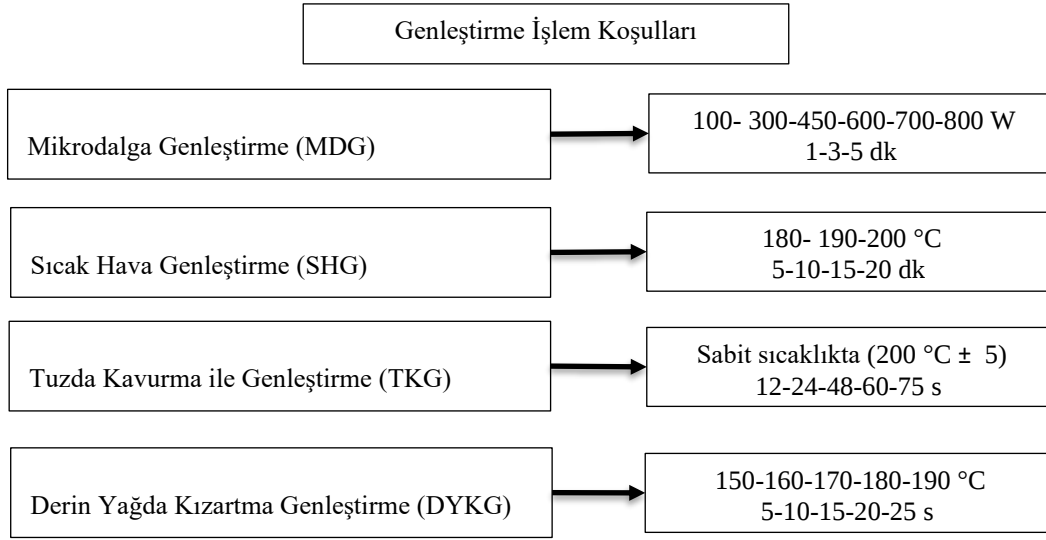


(c)



(d)

Şekil 8: Çalışmada kullanılan ısıtma ekipmanları (a) mikrodalga fırın, (b) airfryer, (c) ev tipi sac ve ocak, (d) fritöz.



Şekil 9: Çalışma deneme deseni.

3.2 Metod

3.2.1 Nem tayini

Örnekler kahve değirmeninde (KIWI, KSPG-4812, Çin Halk Cumhuriyeti) 1 mm’lik elekten geçinceye kadar öğütülerek homojenize hale getirildikten sonra kuru madde kabının 105 °C’deki etüvde kurutularak sabit tartıma getirilip darası alınmıştır (m_1). Örnekten yaklaşık 5 g kadar alıp kurutma öncesi örnek ve kabın toplam ağırlığı tartılarak (m_2) 105°C’deki etüve konulup sabit tartıma gelinceye kadar kurutulduktan sonra kaplar tekrar tartılmış (m_3) hesaplama için denklem 1 kullanılmıştır.

$$\%Nem = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 \quad (1)$$

3.2.2 Su aktivitesi tayini (a_w)

İşlem öncesi ve işlem sonrasına ait numuneler kahve değirmeninde (KIWI, KSPG-4812, Çin Halk Cumhuriyeti) 1 mm lik elekten geçinceye kadar öğütülmüş ve (Şekil 10)’daki su aktivitesi tayin cihazında (Novasina, LabMaster-aw, İsviçre) 3 paralelli olarak analiz gerçekleştirilmiştir.



Şekil 10: Su aktivitesi tayin cihazı

3.2.3 Renk analizi

İşlem görmemiş ve genişletirilmiş yarı mamul çerez örneklerinde renk değerleri Hunter-Lab Kolorimetre (D 25-2, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston Virginia, USA) renk ölçüm cihazı kullanılarak Coşkuner ve diğerleri (2002)'ne göre yapılmıştır. L değeri materyalin ışık geçirgenliğini ifade etmektedir. Bu değer 0-100 skalasında değişmektedir. Renk koordinat sistemindeki a ve b değerleri ise belirli bir değer aralığını ifade etmemekle birlikte, +a kırmızılık, -a yeşillik değerlerini yansıtır. Son olarak +b sarılık, -b maviliği ifade etmektedir. L_0 , a_0 ve b_0 , K^* yarı mamul çerezin renk ölçüm sonucudur. Bunlarla her bir işlemin denklem 2, 3 ve 4'e göre sonucu hesaplanmıştır. Elde edilen değerlerden; denklem 5'e göre ΔE renk değişimi hesaplanmıştır.

$$\Delta L = L - L_0 \quad (2)$$

$$\Delta a = a - a_0 \quad (3)$$

$$\Delta b = b - b_0 \quad (4)$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (5)$$

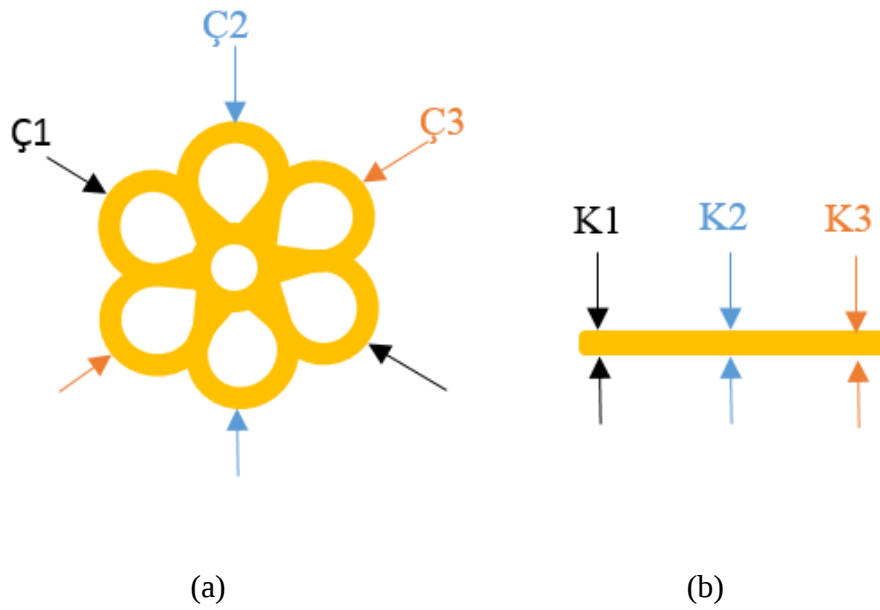
3.2.4 Boyutsal analiz

Örneklerde boyut özellikleri (Çap: $\varnothing$ ve kalınlık: K) rastgele seçilmiş 20 adet yarı mamul çerez örneğinden Şekil 11'deki gibi farklı noktalardan olmak üzere 3

tekerrürlü olarak dijital kumpas Şekil 12 kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar mm olarak kaydedilmiştir. Bu ölçüm değerleri kullanılarak işlenmemiş ve işlenmiş yarı mamul çerez örneklerine ait ortalama çap ($\bar{C}_{ort}$) ve ortalama kalınlık ($\bar{K}_{ort}$) değerleri denklem 6 ve 7'ye göre hesaplanmıştır.

$$\bar{C}_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n} \quad (6)$$

$$\bar{K}_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \quad (7)$$



Şekil 11: Yarı mamul çerezlerde çap ve kalınlık ölçümü a) izdüşüm görünüşü b) enine kesit görünüşü.



Şekil 12: Kumpas

3.2.5 Tek tane ağırlığı

İşlem görmemiş (Kontrol, K^*) ve genişletilmiş yarı mamul çerezlerden rastgele seçilen 20 adet çerez Şekil 13'teki hassas terazide tartılarak ağırlıkları ölçülmüş ve tek tane ağırlığı ortalama değer olarak kaydedilmiştir.



Şekil 13: Hassas terazi

3.2.6 Yığın yoğunluk ve gerçek yoğunluk

Kütlesi bilinen 20 adet yarı mamul çerezin yığın yoğunluğu (P_b), 250 ml'lik cam silindir yardımıyla serbest olarak kapladığı hacminin ölçülmesiyle hesaplanmıştır. Gerçek yoğunluğu (P_t) için ise 250 ml'lik cam silindire chia tohumu 200 ml'ye kadar doldurulmuştur. Boş cam silindire bir adet numune konulmuş ve üzerine daha önce ayarlanan 200 ml'lik chia tohumu doldurulmuştur. 200 ml üzerinde kapladığı hacim 5 paralelli olarak ölçülerek belirlenmiştir (Şekil 14).



(a)



(b)



(c)

Şekil 14: (a)Yığın yoğunluğu ölçülen numuneler, (b) 200 mL çizgisine kadar chia tohumları ile doldurulmuş mezür, (c) Mezür içinde bir adet numune ve üzerine (b)'deki chia tohumları doldurularak ölçülen gerçek yoğunluk.

3.2.7 Genleşme indeksi değeri

Genleşme indeksi değeri, Avalos ve diğerlerine (2020) göre belirlenmiştir. Bu amaçla yerdeğiştirme prensibine göre işlem görmemiş yarı mamul çerezden (kontrol örneği) ağırlığı bilinen bir miktar alınarak dereceli mezür içinde chia tohumu kullanarak yer değıştirme prensibine göre hacmi ölçülerek kaydedilmiştir (genleşme öncesi hacim, H_1). Daha sonra çalışma deneme deseninde belirlenen koşullarda genleştirme işlemi yapıldıktan sonra benzer şekilde hacim ölçümü (genleşme sonrası hacim, H_2) gerçekleştirilmiştir. Genleşme indeksi değeri denklem 8'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{Genleşme İndeksi Değeri} = \frac{(H_2 - H_1)}{H_1} \quad (8)$$

3.2.8 Yağ absorpsiyonu tayini

Örneklerin derin yağda kızartma işlemi esnasında yağ absorpsiyonu değerini belirlemek için toplam yağ miktarı tayini AACC (1995)'e göre Gerhardt Soxtherm Otomatik Yağ Tayin Cihazı (Gerhardt Soxtherm, Almanya) kullanılarak AACC 30-25 metodu ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler öğütüldükten sonra kartuşların içerisine yaklaşık 3 g tartılmış, petrol eteri eklenmiş ve cihaz 200°C'de çalıştırılmıştır. İşlem sonucunda döner buharlaştırıcıya alınan yağ tüplerindeki hekzan uçurularak kalan yağ tartılmıştır. Yağ absorpsiyonu denklem 9'a göre hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ absorpsiyonu} = \frac{(\text{Son tartım} - \text{Dara})}{\text{Örnek miktarı}} \times 100 \quad (9)$$

3.2.9 Tekstür analizi

Örneklerin sertlik (kg) değeri tekstür analiz cihazında (TA.XT plus, Stable Micro Systems Texture Analyser, Birleşik Krallık) her numune için 3 paralelli olarak 3 nokta bükme probu ve önceden belirlenen işletim parametrelerinde (test öncesi hızı: 1 mm/s, test sırasında hızı: 1 mm/s, derinlik: 3 mm, test sonrası hızı: 10 mm/s) gerçekleştirilmiştir.

3.2.10 Duyusal değerlendirme

Farklı genleştirme işlemleri sonucunda elde edilen çerezlerin duyusal değerlendirmesinde, KMÜ Fen ve Mühendislik Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulunun 24.05.2024 tarih ve 04/2024-11 karar sayısı uyarınca, 11 kişilik eğitimli panelist grubundan yararlanılmıştır. Çerez örnekleri için görünüş ve renk, tat, koku,

yapı-tekstür ve genel kabul edilebilirlik gibi özelliklerin tanımlayıcı değerleri belirlenerek analizde kullanılacak duyuşal değerlendirme formu ön denemelerle belirlenmiştir (Ek-1). Duyusal değerlendirme analizine 11 kişi katılmış olup bunlardan 8'i kadın 3'ü erkek olup, panelistlerin yaşları 25 – 50 aralığında ve en az önlisans mezunlardır. Panelistlere duyuşal değerlendirme öncesi yarı mamul çerezlerde duyuşal değerlendirme konusundaön bilgilendirme yapılmıştır. Panelistlerin her bir ürünü görünüş ve renk, tat, koku, yapı-tekstür ve genel kabul edilebilirlik özelliklerine göre tercihleri doğrultusunda 1-5 puanlı hedonik skalaya göre puanlayarak değerlendirmeleri sağlanmıştır (Martinez-Flores ve diğerleri, 2005; ISO, 2014). Skala göre; puanlar ve beğeni karşılıkları aşığıda verildiği gibi belirlenmiştir.

- 1: hiç beğenmedim
- 2: beğenmedim
- 3: ne beğendim ne de beğenmedim
- 4: beğendim
- 5: çok beğendim

Örneklerin kabul edilebilirlik düzeyi, panelistlerin duyuşal değerlendirmede vermiş oldukları puanlara göre üç gruba ayrılmasıyla değerlendirilmiştir. 3'e eşit veya daha yüksek puanlama yapanlar “kabul”, 2'ye eşit 1'den yüksek puan alanlar “kararsız” ve 1'e eşit ve 1 puandan düşük olanlar “kabul edilemez” olarak değerlendirilmiş, kabul yüzdesi %70 veya daha fazla olduğunda o ürün kabul edilmiş olarak değerlendirilmiştir (Rincon ve diğerleri, 2020).

3.2.11 İstatistiksel değerlendirme

Çalışmada elde edilen analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesinde Statistica Paket İstatistik Programı (ver. 8.0) kullanılarak varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve anlamlı farklılıklar olan ortalamalar arasında Tukey-LSD çoklu karşılaştırma testi gerçekleştirilmiştir (Statsoft, 2007).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada piyasadan temin edilen yarı mamul çerezlerin tüketime hazır hale getirilmesinde kullanılabilecek olan farklı genleştirme uygulamaları ile işlenmesi sonucunda son üründe meydana gelen değişimlerin belirlenmesi ve renk, genleşme endeksi, doku analizleri ve duyuşsal değerlendirme sonucunda en çok beğenilen ürünün elde edilmesinde kullanılacak işleme tekniğinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

4.1 İşlem Görmemiş Yarı Mamul Çerezlere Ait Bazı Özellikler

İşlem görmemiş yarı mamul çerezlerin bazı özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Yapılan literatür araştırmasında bugüne kadar bu çalışmada kullanılan yarı mamul çerezlerle ilgili bilimsel araştırmalara ulaşılamamış olması bu çalışmada ortaya konulan bulguların literatüre önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir.

Çizelge 1: İşlem görmemiş yarı mamul çerezlere ait özellikler.

İşlem görmemiş yarı mamul çerez	
Çap (mm)	21,69 ± 0,66
Kalınlık (mm)	2,08 ± 0,25
Tek Tane Ağırlığı (g)	0,5401 ± 0,0152
Nem (%)	7,83 ± 0,62
Su Aktivitesi (a_w)	0,339 ± 0,003
Sertlik (kg)	2,16 ± 0,322
L değeri	46,66 ± 1,63
a değeri	8,23 ± 0,35
b değeri	36,71 ± 1,42
Yığın Yoğunluk, g/ml	0,3311 ± 0,0128
Gerçek Yoğunluk, g/ml	0,5762 ± 0,0802

4.2 Mikrodalga İle Genleştirme İşlemi

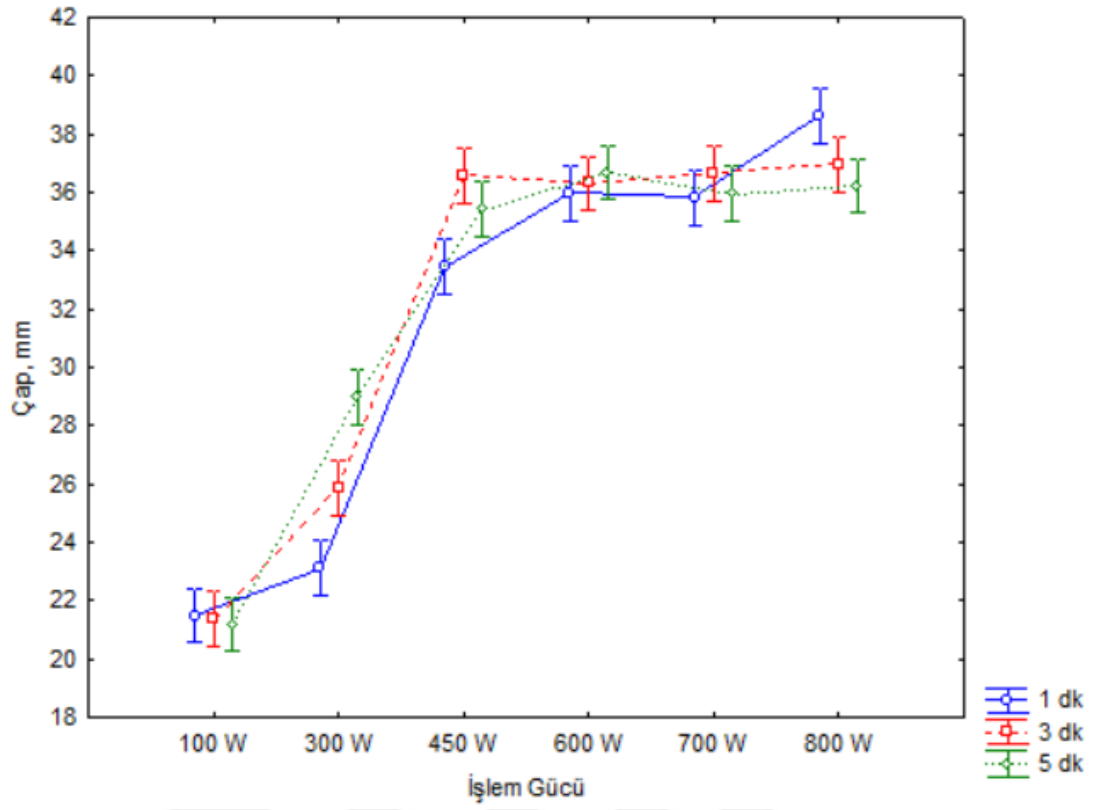
Yarı mamul çerezler mikrodalga ile 100, 300, 450, 600, 700, 800 W ve 1,3,5 dk’da işlem gördükten sonra çap, kalınlık ve tek tane ağırlıkları ölçülmüş, varyans analiz sonucuna göre ortalamaları bulunmuştur. Çizelge 2’de ortalamalar; çap 21,18 – 38,64 mm, kalınlık 2,22 – 4,87 mm ve tek tane ağırlığı için 0,5064 – 0,5433 g

aralığında değişmiştir. MDG işlemi ile ürünlerin çap ve kalınlıklarındaki değişimler şekil 15 ve şekil 16’da grafik üzerinde gösterilmiştir. MDG işleminin yarı mamul çerezlerin nem içeriği, su aktivitesi ve sertlik değerlerine ait ortalamalar izelge 3’te verilmiştir. Yarı mamul erezlerde MDG işlemi sonucunda ürünlerin nem içeriklerinde düşüş ve buna bağlı olarak tek tane ağırlığı değerlerinde de düşüşler gözlenmiştir.

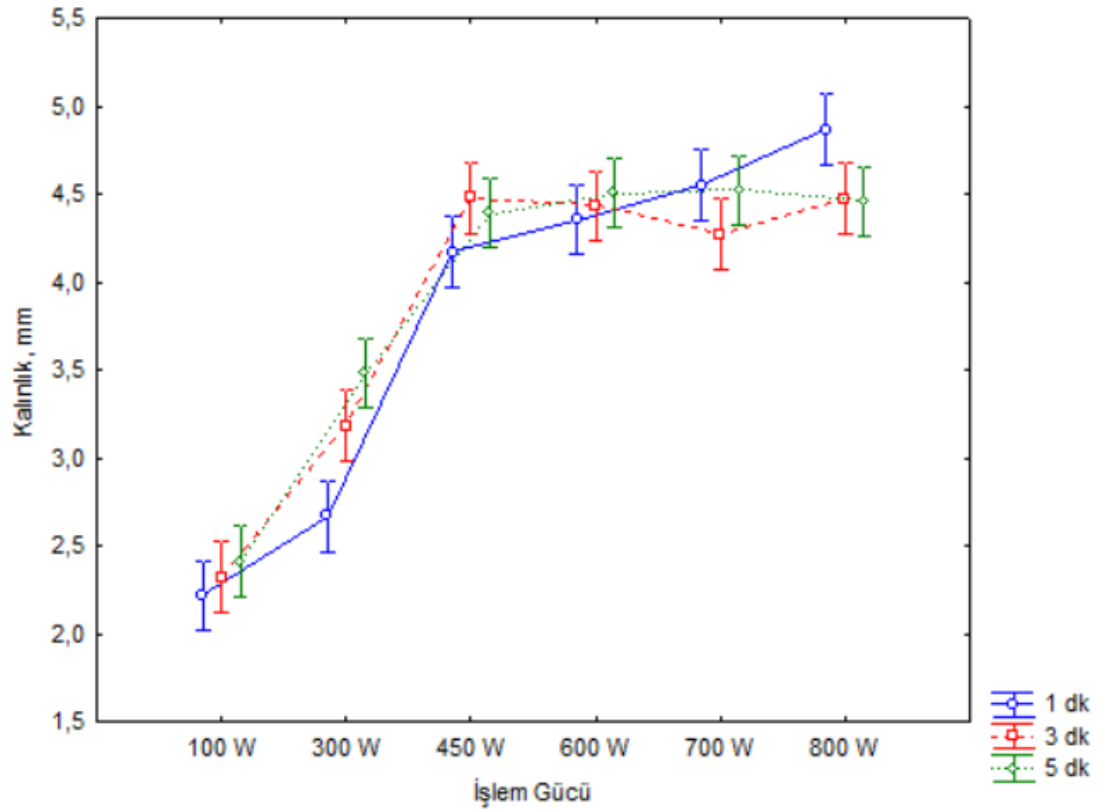
Çizelge 2: Mikrodalga koşullarında genleştirme işlemlerinde boyut özelliklerine ve tek tane ağırlığına ait ortalama değerler.

MD Gücü (Watt)	Süre (dk)	ap (mm)	Kalınlık (mm)	Tek Tane Ağırlığı (g)
100	1	21,50 ± 0,63^{f*}	2,22 ± 0,14 ^d	0,5433 ± 0,0310
	3	21,37 ± 0,68^f	2,32 ± 0,28 ^d	0,5345 ± 0,0280
	5	21,18 ± 0,46^f	2,41 ± 0,22 ^d	0,5285 ± 0,0358
300	1	23,11 ± 2,31^f	2,67 ± 0,51 ^d	0,5289 ± 0,0342
	3	25,87 ± 1,21 ^e	3,18 ± 0,57 ^c	0,5432 ± 0,0427
	5	29,00 ± 1,69 ^d	3,48 ± 0,64 ^c	0,5099 ± 0,0248
450	1	33,44 ± 0,93 ^c	4,17 ± 0,52 ^b	0,5064 ± 0,0304
	3	36,60 ± 1,19 ^{ab}	4,48 ± 0,28 ^{ab}	0,5250 ± 0,0518
	5	35,41 ± 1,94 ^{bc}	4,39 ± 0,51 ^{ab}	0,5139 ± 0,0288
600	1	35,99 ± 2,73 ^b	4,35 ± 0,30 ^b	0,5269 ± 0,0342
	3	36,32 ± 2,93 ^{ab}	4,43 ± 0,47 ^{ab}	0,5165 ± 0,0291
	5	36,69 ± 2,32 ^{ab}	4,51 ± 0,56 ^{ab}	0,5282 ± 0,0334
700	1	35,83 ± 2,96 ^b	4,55 ± 0,36 ^{ab}	0,5224 ± 0,0315
	3	36,66 ± 2,04 ^{ab}	4,27 ± 0,43 ^b	0,5273 ± 0,0355
	5	35,96 ± 2,52 ^b	4,52 ± 0,55 ^{ab}	0,5108 ± 0,0262
800	1	38,64 ± 2,25^a	4,87 ± 0,37^a	0,5149 ± 0,0374
	3	36,97 ± 2,50 ^{ab}	4,47 ± 0,29 ^{ab}	0,5121 ± 0,0358
	5	36,24 ± 2,19 ^b	4,46 ± 0,36 ^{ab}	0,5179 ± 0,0313
İşlem Görmemiş		21,69 ± 0,66	2,08 ± 0,25	0,5401 ± 0,0152

* Aynı stnda aynı harfle gösterilen ortalamalar p<0,05 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.



Şekil 15: MDG işleminde mikrodalga gücü ve süre ile çap değerlerindeki değişim.



Şekil 16: MDG işleminde mikrodalga gücü ve süre ile kalınlık değerlerindeki değişim.

Çizelge 3: Mikrodalga koşullarında genleştirme işlemlerinde örneklerin nem içeriği, su aktivitesi ve sertlik değerlerine ait ortalamalar.

MD Gücü (watt)	Süre (dk)	Nem içeriği (%)	Su Aktivitesi (a_w)	Sertlik (kg)
100	1	7,02 ± 0,21 ^{cdef}	0,429 ± 0,001 ^{cd}	2,13 ± 0,379 ^a
	3	7,63 ± 0,06 ^{bcd}	0,430 ± 0,003 ^{cd}	1,16 ± 0,068 ^{bc}
	5	7,70 ± 0,17 ^{abc}	0,435 ± 0,004 ^{cd}	1,48 ± 0,228 ^{abc}
300	1	6,48 ± 0,07^{f*}	0,402 ± 0,003 ^f	1,60 ± 0,096 ^{ab}
	3	6,82 ± 0,08 ^{de}	0,404 ± 0,004 ^{ef}	1,04 ± 0,330 ^{bc}
	5	6,86 ± 0,07 ^{de}	0,402 ± 0,004 ^{ef}	0,84 ± 0,061 ^{bc}
450	1	7,02 ± 0,12 ^{cdef}	0,436 ± 0,003 ^{bcd}	0,77 ± 0,107 ^{bc}
	3	7,34 ± 0,40 ^{cde}	0,440 ± 0,004 ^{bc}	0,73 ± 0,224^c
	5	7,22 ± 0,04 ^{cde}	0,427 ± 0,002 ^d	0,69 ± 0,288^c
600	1	7,00 ± 0,52 ^{cdef}	0,401 ± 0,002 ^f	1,26 ± 0,615 ^{bc}
	3	6,95 ± 0,14 ^{def}	0,414 ± 0,004 ^e	1,09 ± 0,047 ^{bc}
	5	6,97 ± 0,11 ^{def}	0,396 ± 0,007 ^f	0,77 ± 0,128 ^{bc}
700	1	7,64 ± 0,41 ^{bcd}	0,396 ± 0,003 ^f	1,05 ± 0,497 ^{bc}
	3	7,35 ± 0,06 ^{cde}	0,398 ± 0,005 ^f	0,83 ± 0,066 ^{bc}
	5	7,64 ± 0,08 ^{bcd}	0,402 ± 0,002 ^{ef}	0,66 ± 0,083^c
800	1	8,19 ± 0,43 ^{ab}	0,437 ± 0,006 ^{bcd}	0,75 ± 0,433^c
	3	8,40 ± 0,09^a	0,448 ± 0,003 ^{ab}	0,74 ± 0,157^c
	5	8,34 ± 0,13^a	0,457 ± 0,006^a	0,84 ± 0,157 ^{bc}
İşlem Görmemiş		7,83 ± 0,62	0,339 ± 0,003	2,16 ± 0,322

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0,05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

MDG işlemlerinde elde edilen örneklerin renk özelliklerine ait L, a ve b değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. MD gücü ve işlem süreleri dikkate alındığında örneklerin sırasıyla L (parlaklık), a (kırmızılık ve yeşillik), b (sarılık ve mavilik) ve ΔE değerleri (renk değişimi): 37,13 – 58,06; 0,17 – 6,69; 25,95 – 38,73 ve 4,80 – 14,42 aralığında değişmiştir. MD gücü ve işlem sürelerinin örneklerin L değeri üzerine etkisi ele alındığında işlem görmemiş örneklerle kıyaslandığında MD gücü ve işlem süresi arttıkça L değerlerinde de artış, a değerlerinde düşme, b değerlerinde ise değişimin istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermediği görülmektedir. Bulgular ΔE değerleri (renk değişimi) açısından incelendiğinde ise MD gücü artışına bağlı olarak artış ancak süre artışına bağlı olarak az da olsa bir azalış eğilimi gözlenmiştir. Şekil 20'de MDG işlem koşullarına göre üretilen yarı mamul çerez görselleri verilmiştir. Görseller incelendiğinde yüksek MD gücü ve işlem sürelerinde yarı mamul çerezlerin yüzeylerinde işlem den kaynaklanan renkte koyulaşma gözlenmektedir.

Çizelge 5'te MDG işlemi için örneklerin genleşme indeksi ve yoğunluk değerleri verilmiştir. Örneklerin yığın yoğunluk 0,0298 – 0,3272 g/ml, gerçek yoğunluk 0,0551 – 0,7077 g/ml ve genleşme indeksi değerleri 0,09 – 9,91 aralığında değişmiştir.

Çizelge 4: MDG işleminde bütün haldeki örneklerin renk değerlerine ait ortalamalar.

MD Gücü (watt)	Süre (dk)	Bütün			
		L değeri	a değeri	b değeri	ΔE değeri
100	1	37,13 ± 0,89 ^{e*}	6,52 ± 0,272 ^a	32,18 ± 0,92 ^{abcd}	10,70
	3	38,50 ± 0,75 ^e	6,62 ± 0,608 ^a	34,19 ± 0,31 ^{abc}	8,69
	5	37,68 ± 0,22 ^e	6,69 ± 0,324 ^a	32,78 ± 0,35 ^{abcd}	9,93
300	1	43,22 ± 2,23 ^{de}	6,25 ± 1,383 ^{ab}	36,06 ± 1,72 ^{ab}	11,59
	3	49,95 ± 3,90 ^{cd}	5,38 ± 1,281 ^{abc}	38,73 ± 1,34 ^a	4,80
	5	51,04 ± 3,91 ^{abc}	3,49 ± 0,706 ^{abcd}	34,84 ± 1,00 ^{abc}	6,72
450	1	58,06 ± 1,98 ^a	1,34 ± 1,374 ^d	35,14 ± 2,41 ^{abc}	13,41
	3	54,66 ± 1,29 ^{abc}	2,04 ± 1,863 ^{cd}	34,13 ± 3,03 ^{abcd}	10,44
	5	52,50 ± 1,87 ^{abc}	1,83 ± 1,224 ^{cd}	32,25 ± 1,83 ^{abcd}	9,75
600	1	57,32 ± 1,17 ^{ab}	0,17 ± 0,569 ^d	31,28 ± 1,31 ^{abcd}	14,42
	3	57,26 ± 2,43 ^{ab}	2,46 ± 0,393 ^{bcd}	34,25 ± 0,33 ^{abc}	12,32
	5	52,14 ± 0,63 ^{abc}	3,56 ± 2,339 ^{abcd}	30,94 ± 4,32 ^{abcd}	9,22
700	1	50,92 ± 1,95 ^{abc}	2,30 ± 2,246 ^{bcd}	32,52 ± 3,82 ^{abcd}	8,42
	3	52,54 ± 4,63 ^{abc}	2,39 ± 0,464 ^{bcd}	27,67 ± 4,56 ^{cd}	12,26
	5	55,14 ± 2,52 ^{abc}	4,17 ± 1,049 ^{abcd}	32,90 ± 1,40 ^{abcd}	10,15
800	1	54,39 ± 1,14 ^{abc}	1,57 ± 1,613 ^{cd}	33,07 ± 3,73 ^{abcd}	10,83
	3	53,63 ± 2,61 ^{abc}	3,13 ± 0,783 ^{abcd}	28,61 ± 3,35 ^{bcd}	11,84
	5	50,51 ± 2,45 ^{bc}	3,91 ± 2,064 ^{abcd}	25,95 ± 4,54 ^d	12,22
İşlem Görmemiş		46,66 ± 1,63	8,23 ± 0,35	36,71 ± 1,42	

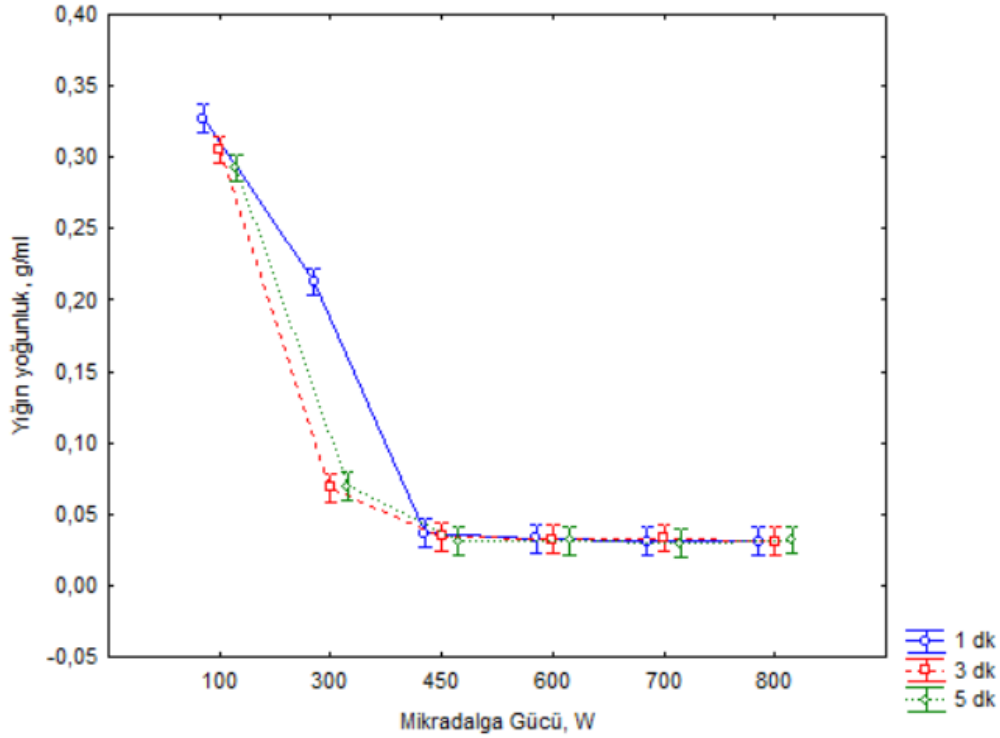
* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0,05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

Çizelge 5: MDG'nin yoğunluk ve genişleme indeksi değerlerine ait ortalamalar.

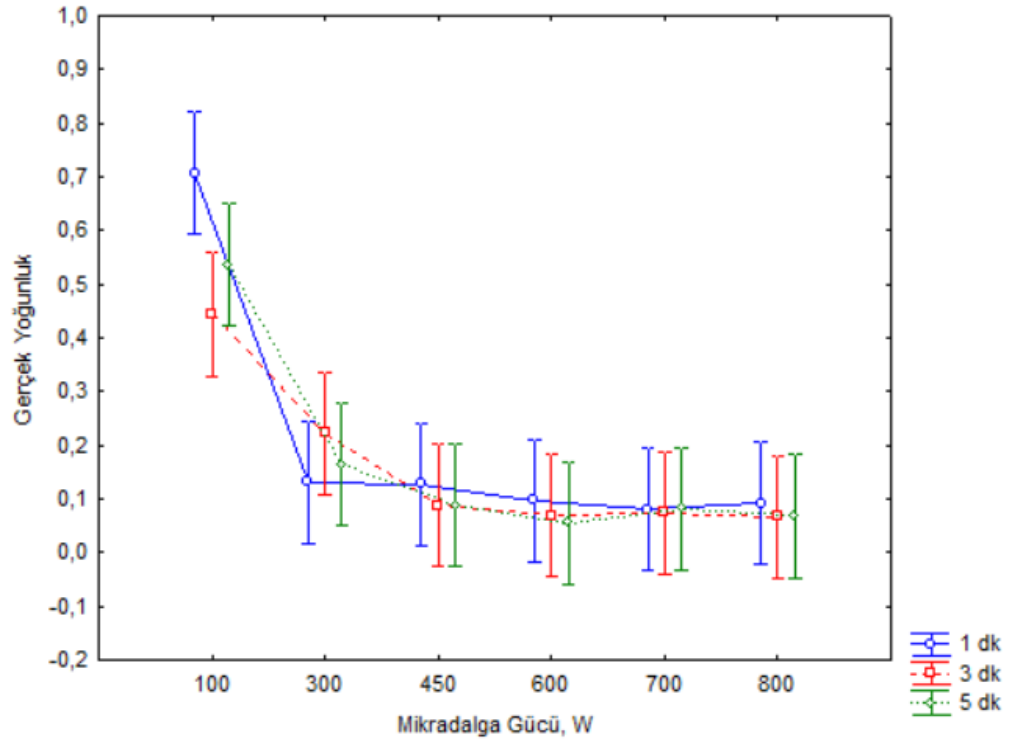
MD Gücü (watt)	Süre (dk)	Yığın Yoğunluk, g/ml	Gerçek Yoğunluk, g/ml	Genişleme İndeksi
100	1	0,3272 ± 0,0285 ^{a*}	0,7077 ± 0,2345 ^a	0,09 ± 0,063 ^d
	3	0,3053 ± 0,0253 ^{ab}	0,4439 ± 0,1557 ^{ab}	0,14 ± 0,072 ^d
	5	0,2925 ± 0,0135 ^b	0,5364 ± 0,3670 ^a	0,14 ± 0,078 ^d
300	1	0,2128 ± 0,0192 ^c	0,1315 ± 0,0175 ^c	0,58 ± 0,085 ^d
	3	0,0686 ± 0,0051 ^d	0,2225 ± 0,2570 ^{bc}	4,03 ± 0,525 ^c
	5	0,0696 ± 0,0049 ^d	0,1640 ± 0,0850 ^{bc}	3,64 ± 0,408 ^c
450	1	0,0366 ± 0,0019 ^e	0,1280 ± 0,0650 ^c	7,74 ± 0,309 ^b
	3	0,0344 ± 0,0030 ^e	0,0872 ± 0,0138 ^c	8,68 ± 0,641 ^{ab}
	5	0,0313 ± 0,0032 ^e	0,0886 ± 0,0112 ^c	9,43 ± 0,749 ^a
600	1	0,0330 ± 0,0023 ^e	0,0969 ± 0,0206 ^c	9,13 ± 0,713 ^a
	3	0,0323 ± 0,0032 ^e	0,0684 ± 0,0202 ^c	9,16 ± 0,988 ^a
	5	0,0314 ± 0,0018 ^e	0,0551 ± 0,0178 ^c	9,63 ± 0,280 ^a
700	1	0,0312 ± 0,0017 ^e	0,0809 ± 0,0264 ^c	9,61 ± 0,692 ^a
	3	0,0332 ± 0,0015 ^e	0,0747 ± 0,0149 ^c	9,04 ± 0,486 ^{ab}
	5	0,0298 ± 0,0024 ^e	0,0823 ± 0,0240 ^c	9,91 ± 1,242 ^a
800	1	0,0309 ± 0,0010 ^e	0,0916 ± 0,0284 ^c	9,54 ± 0,283 ^a
	3	0,0310 ± 0,0018 ^e	0,0669 ± 0,0105 ^c	9,45 ± 0,697 ^a
	5	0,0318 ± 0,0018 ^e	0,0681 ± 0,0193 ^c	9,32 ± 0,671 ^a
İşlem Görmemiş		0,3311 ± 0,0128	0,5762 ± 0,0802	-

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0,05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

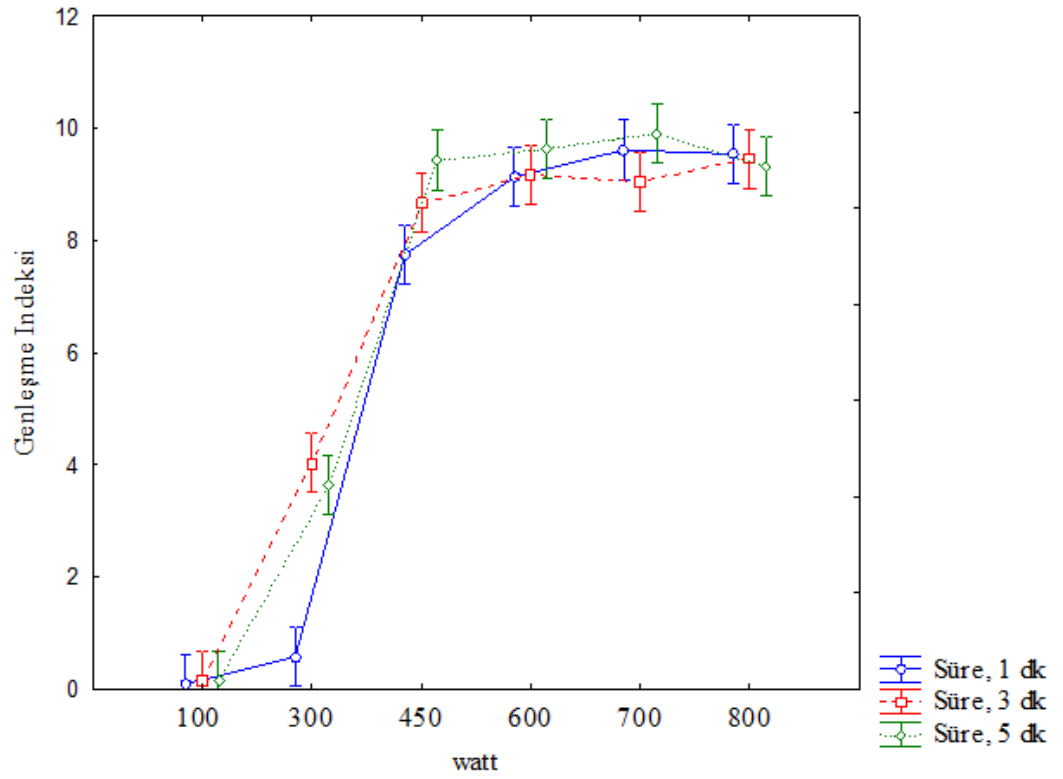
MDG işlemi sonucunda yarı mamul çerezlerin yığın yoğunluk, gerçek yoğunluk ve genleşme indeksi değerlerindeki değişimler Şekil 17-19'da verilmiştir. MD gücü arttıkça yığın ve gerçek yoğunluk değerlerinde düşüş, genleşme indeksi değerinde ise artış gözlenmiştir. Mikrodalga gücü olarak 450W ve üzerinde uygulanan tüm güç değerlerinde ve 1-3-5 dk'lık işlem süreleri için yarı mamul çerezlerin genleşme indeksi değerlerinin artış gösterdiği görülmektedir.



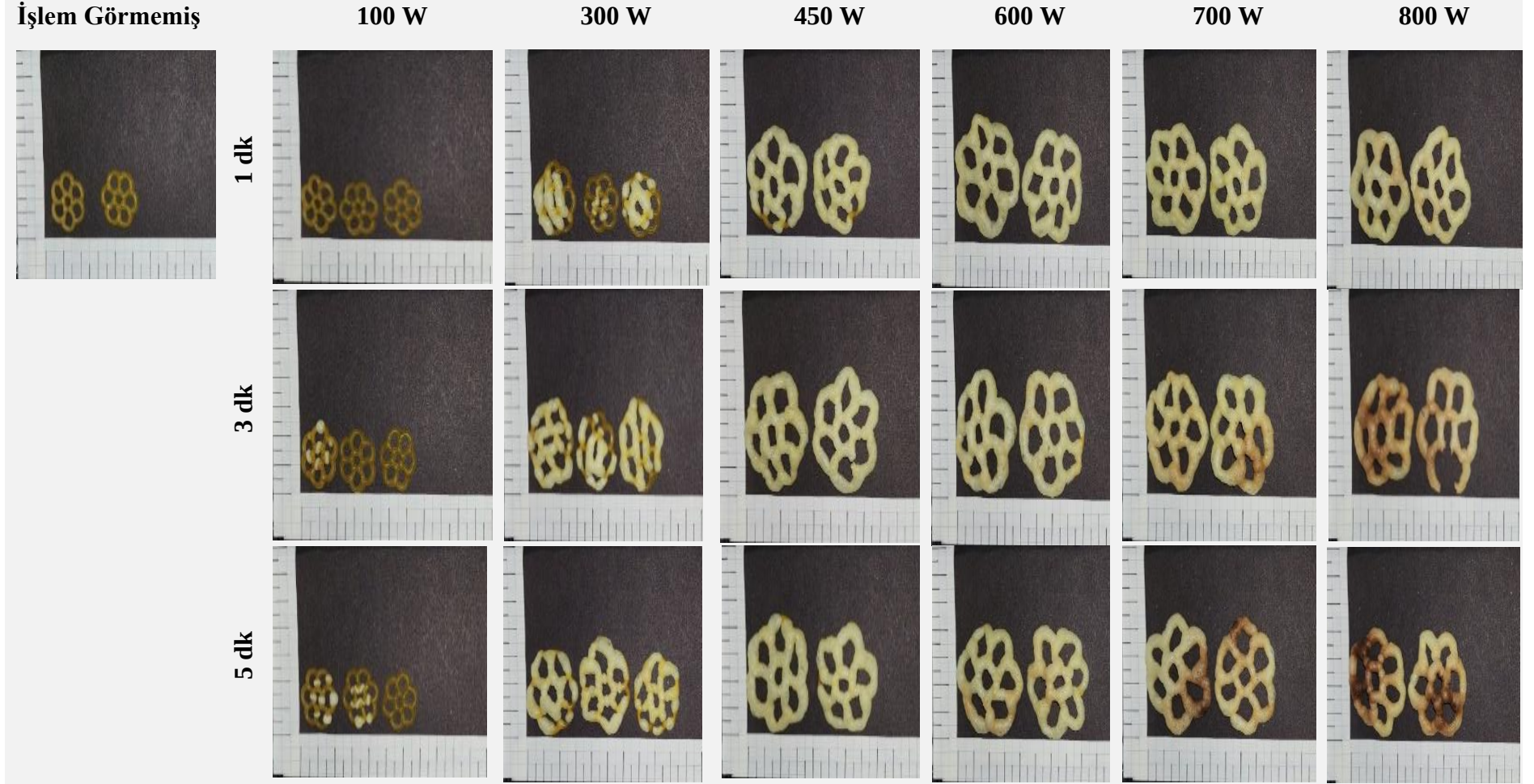
Şekil 17: Mikrodalga gücü ve sürenin yığın yoğunluk üzerindeki etkisi.



Şekil 18: Mikrodalga gücü ve sürenin gerçek yoğunluk üzerine etkisi.



Şekil 19: MDG işleminin genleşme indeksi değeri üzerine etkisi.



Şekil 20: MDG işleminde MD gücü ve süreye bağlı olarak elde edilen ürünlere ait görseller.

4.3 Sıcak Hava İle Genleştirme İşlemi

Yarı mamul çerezlerde sıcak hava ile genleştirme işlemi ev tipi airfryer kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; 180, 190, 200°C sıcaklıkta ve 5, 10, 15 ve 20 dakikalık işlem sürelerinde genleştirilmiştir. Her işlem sonunda örneklerin çap, kalınlık ve tek tane ağırlıkları ölçülmüş elde edilen bulgular Çizelge 6’da verilmiştir. Örneklerin ortalama değerler ile çap 26,88 – 32,60 mm, kalınlık 4,43 – 4,99 mm ve tek tane ağırlığı değerleri 0,4837 – 0,5164 g aralığında değişmiştir. Sıcak hava genleştirme işleminde sıcaklık ve süreler birlikte ele alındığında hem sıcaklıklar hem de süreler açısından örneklerle ait çap ve kalınlık değerlerinin istatistiksel olarak birbirine oldukça yakın değerler olduğu gözlenmiştir. Tek tane ağırlığı açısından da uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 6: SHG işleminde sıcaklık ve sürenin yarı mamul çerezlerde boyut özelliklerine ve tek tane ağırlığına ait ortalama değerler.

Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Tek Tane Ağırlığı (g)
180	5	29,25 ± 1,66 ^{bc}	4,65 ± 0,65 ^{ab}	0,5055± 0,0325
	10	30,03 ± 1,69 ^{ab}	4,62 ± 0,40 ^{ab}	0,5164± 0,0432
	15	30,04 ± 0,94 ^{ab}	4,88 ± 0,36 ^{ab}	0,5108± 0,0395
	20	30,79 ± 1,12 ^{ab}	4,91 ± 0,61 ^{ab}	0,4949± 0,0246
190	5	29,95 ± 0,92 ^{ab}	4,43 ± 0,37 ^b	0,5022± 0,0398
	10	30,92 ± 1,24 ^{ab}	4,61 ± 0,54 ^{ab}	0,5041± 0,0375
	15	32,60 ± 0,86^a	4,99 ± 0,38^a	0,5103± 0,0372
	20	30,98 ± 1,28 ^{ab}	4,77 ± 0,30 ^{ab}	0,4958± 0,0266
200	5	26,88 ± 7,42^{c*}	4,50 ± 0,44 ^{ab}	0,4879± 0,0307
	10	31,03 ± 1,27 ^{ab}	4,65 ± 0,27 ^{ab}	0,4934± 0,0349
	15	31,35 ± 0,64 ^{ab}	4,48 ± 0,44 ^b	0,4837± 0,0295
	20	32,39 ± 1,57^a	4,91 ± 0,48 ^{ab}	0,4959± 0,0337
İşlem Görmemiş		21,69 ± 0,66	2,08 ± 0,25	0,5401± 0,015

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar p<0,05 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

SHG işlemiyle örneklerin nem içeriği, su aktivitesi ve sertlik değerleri Çizelge 7’de verilmiştir. Genel değerlendirme yapıldığında ortalama değerleri ile örneklerin nem içeriğinin %7,08 – 7,97, su aktivitesi değerinin 0,440 – 0,455 ve sertlik değerinin ise 0,68 – 1,12 kg aralığında değiştiği gözlenmiştir. İşlem görmemiş örneğin başlangıç nem içeriği %7.83 olarak tespit edilmiş olup artan sıcaklık ve işlem süresinin örneklerin nem içeriği değişimi üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı söylenebilir. Bu durumun örneklerin nem dağılımlarının homojen olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer durum örneklerin su aktivitesi değerlerinin

değişiminde de gözlenmiştir. Kontrol örneğinin sertlik değeri ($2,16 \pm 0,322$ kg) ile kıyaslandığında sıcak hava ile genleştirme işleminde sıcaklık ve süreye bağlı olarak sertlik değerinin neredeyse yarı yarıya azaldığı gözlenmiştir. Sıcaklık ve süre etkisiyle örneklerin sertlik değerlerindeki değişim incelendiğinde en düşük sertlik değeri ($0,68 \pm 0,094$ kg) $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 20 dk süreyle sıcak hava ile genleştirme işlemine tabi tutulan örneklerde ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre artan sıcaklık ve işlem süresiyle örneklerin sertlik değerlerinin azaldığı söylenebilir.

Çizelge 7: SHG işleminde sıcaklık ve sürenin yarı mamul çerezlerde (%) nem içeriği, su aktivitesi ve sertlik değerlerine ait ortalamalar.

Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Süre (dk)	Nem (%)	Su Aktivitesi	Sertlik (kg)
180	5	$7,53 \pm 0,80^{ab*}$	$0,451 \pm 0,002^{ab}$	$1,12 \pm 0,057^a$
	10	$7,45 \pm 0,09^{ab}$	$0,447 \pm 0,003^{ab}$	$0,90 \pm 0,260^{ab}$
	15	$7,08 \pm 0,16^b$	$0,446 \pm 0,004^{ab}$	$0,97 \pm 0,119^{ab}$
	20	$7,21 \pm 0,21^{ab}$	$0,445 \pm 0,002^{ab}$	$0,79 \pm 0,155^{ab}$
190	5	$7,70 \pm 0,07^{ab}$	$0,440 \pm 0,001^b$	$0,83 \pm 0,073^{ab}$
	10	$7,53 \pm 0,37^{ab}$	$0,452 \pm 0,006^{ab}$	$0,77 \pm 0,097^{ab}$
	15	$7,34 \pm 0,11^{ab}$	$0,452 \pm 0,003^{ab}$	$0,85 \pm 0,065^{ab}$
	20	$7,26 \pm 0,24^{ab}$	$0,454 \pm 0,007^a$	$0,90 \pm 0,104^{ab}$
200	5	$7,61 \pm 0,13^{ab}$	$0,455 \pm 0,004^a$	$0,96 \pm 0,148^{ab}$
	10	$7,97 \pm 0,13^a$	$0,449 \pm 0,002^{ab}$	$0,95 \pm 0,114^{ab}$
	15	$7,87 \pm 0,14^{ab}$	$0,452 \pm 0,006^{ab}$	$0,74 \pm 0,220^{ab}$
	20	$7,79 \pm 0,20^{ab}$	$0,451 \pm 0,008^{ab}$	$0,68 \pm 0,094^b$
İşlem Görmemiş		$7,83 \pm 0,62$	$0,339 \pm 0,003$	$2,16 \pm 0,322$

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0,05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

SHG işlemi sonucunda elde edilen yarı mamul çerezlerde ölçülen renk özellikleri ortalama değerler ile Çizelge 8'de verilmiştir. Örneklerin, L (parlaklık) 45,57 – 59,43, a (kırmızılık ve yeşillik) 4,96 – 9,85, b (sarılık ve mavilik) 25,84 – 31,68 ve ΔE (renk değişimi) değerlerinin 9,30 – 17,02 aralığında değiştiği gözlenmiştir. Artan işlem sıcaklığı ve süresi ile örneklerin L değerlerinde bir azalma, a değerlerinde göreceli bir artış meydana gelmiştir. Bilindiği üzere artan sıcaklık ve süre gıda örneklerinin renk değerleri üzerine olumsuz etkiler yapabilmektedir. SHG işleminde farklı sıcaklık ve sürelerde genleştirilen yarı mamul çerezlere ait görseller Şekil 22'de verilmiştir. SHG işlemi sonucunda kontrol örneğinin renk değerlerine göre en düşük renk değişimi değeri $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 20 dk süren genleştirme işleminde elde edilmiştir.

Çizelge 8: SHG işleminde sıcaklık ve sürenin yarı mamul çerezlerde bütün haldeki örneklerin renk değerlerine ait ortalamalar.

Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Bütün			
		L değeri	a değeri	b değeri	ΔE değeri
180	5	59,43 ± 1,70 ^{a*}	5,05 ± 0,23 ^f	28,90 ± 0,56 ^{abc}	17,02 ± 1,64
	10	57,76 ± 1,21 ^{abc}	6,05 ± 0,12 ^{def}	26,90 ± 1,93 ^{bc}	16,61 ± 0,27
	15	58,87 ± 0,31 ^a	5,48 ± 0,12 ^{ef}	28,76 ± 1,34 ^{abc}	16,54 ± 0,85
	20	54,29 ± 1,30 ^{cd}	7,27 ± 0,71 ^{bcd}	29,23 ± 1,84 ^{abc}	12,30 ± 1,71
190	5	58,19 ± 0,24 ^{ab}	4,96 ± 0,15 ^f	31,39 ± 0,57 ^a	14,91 ± 0,36
	10	58,10 ± 0,64 ^{ab}	6,72 ± 0,61 ^{cde}	31,68 ± 1,24 ^a	14,48 ± 0,22
	15	54,74 ± 0,92 ^{bc}	7,92 ± 0,37 ^{bc}	30,09 ± 0,30 ^{ab}	12,08 ± 0,60
	20	50,84 ± 2,13 ^{de}	8,79 ± 0,88 ^{ab}	29,91 ± 1,08 ^{ab}	9,30 ± 1,95
200	5	55,80 ± 1,58 ^{abc}	6,26 ± 0,45 ^{def}	29,38 ± 0,82 ^{abc}	13,54 ± 0,99
	10	51,02 ± 1,17 ^{de}	8,03 ± 0,13 ^{bc}	27,16 ± 0,72 ^{bc}	11,53 ± 0,39
	15	50,45 ± 1,70 ^f	8,58 ± 1,04 ^{ab}	27,21 ± 2,07 ^{bc}	11,29 ± 1,68
	20	45,57 ± 0,67 ^f	9,85 ± 0,27 ^a	25,84 ± 1,41 ^c	11,04 ± 1,48
İşlem Görmemiş		46,66 ± 1,63	8,23 ± 0,35	36,71 ± 1,42	00,00

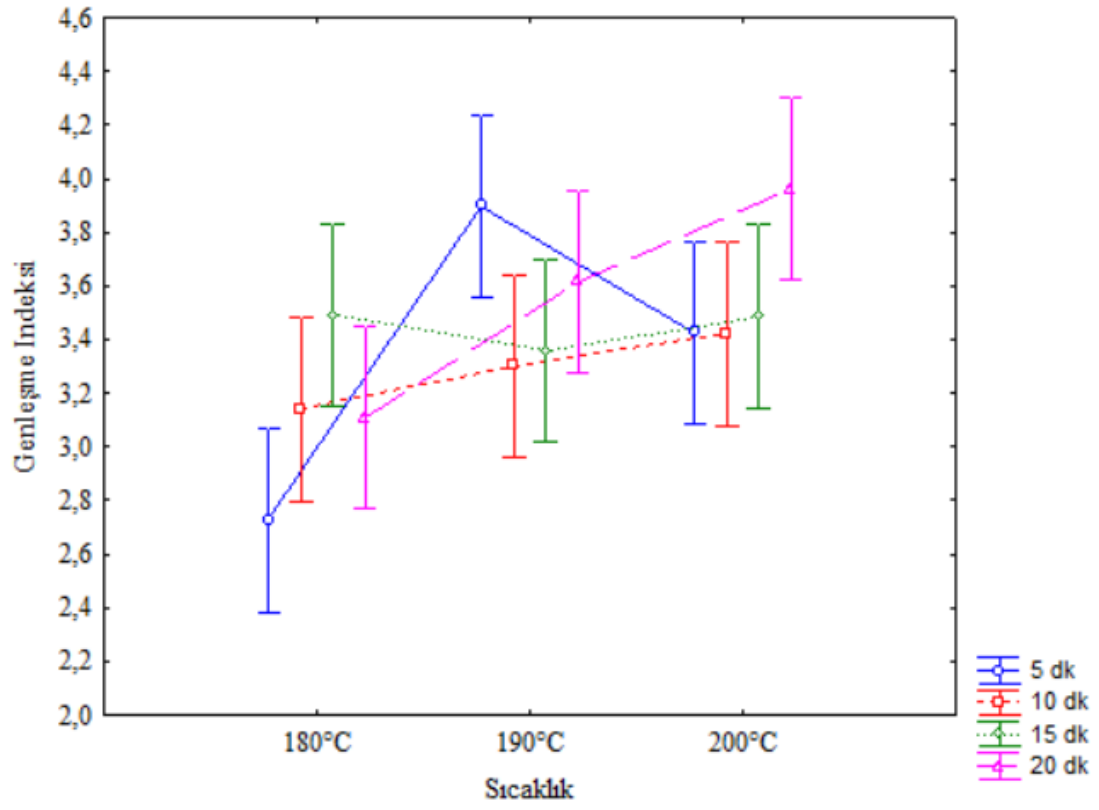
*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar p<0,05 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

SHG işleminde elde edilen yarı mamul çerezlerin yoğunluk ve genleşme indeksine ait ortalama değerler Çizelge 9’da verilmiştir. Örneklerin yığın yoğunluk 0,0633 – 0,0864 g/ml, gerçek yoğunluk 0,0529 – 1,0105 g/ml ve genleşme indeksi değerleri 2,73 – 3,96 aralığında değişmiştir. SHG işlemi sonucunda yarı mamul çerezlerin genleşme indeksi değerindeki değişim Şekil 21’de verilmiştir.

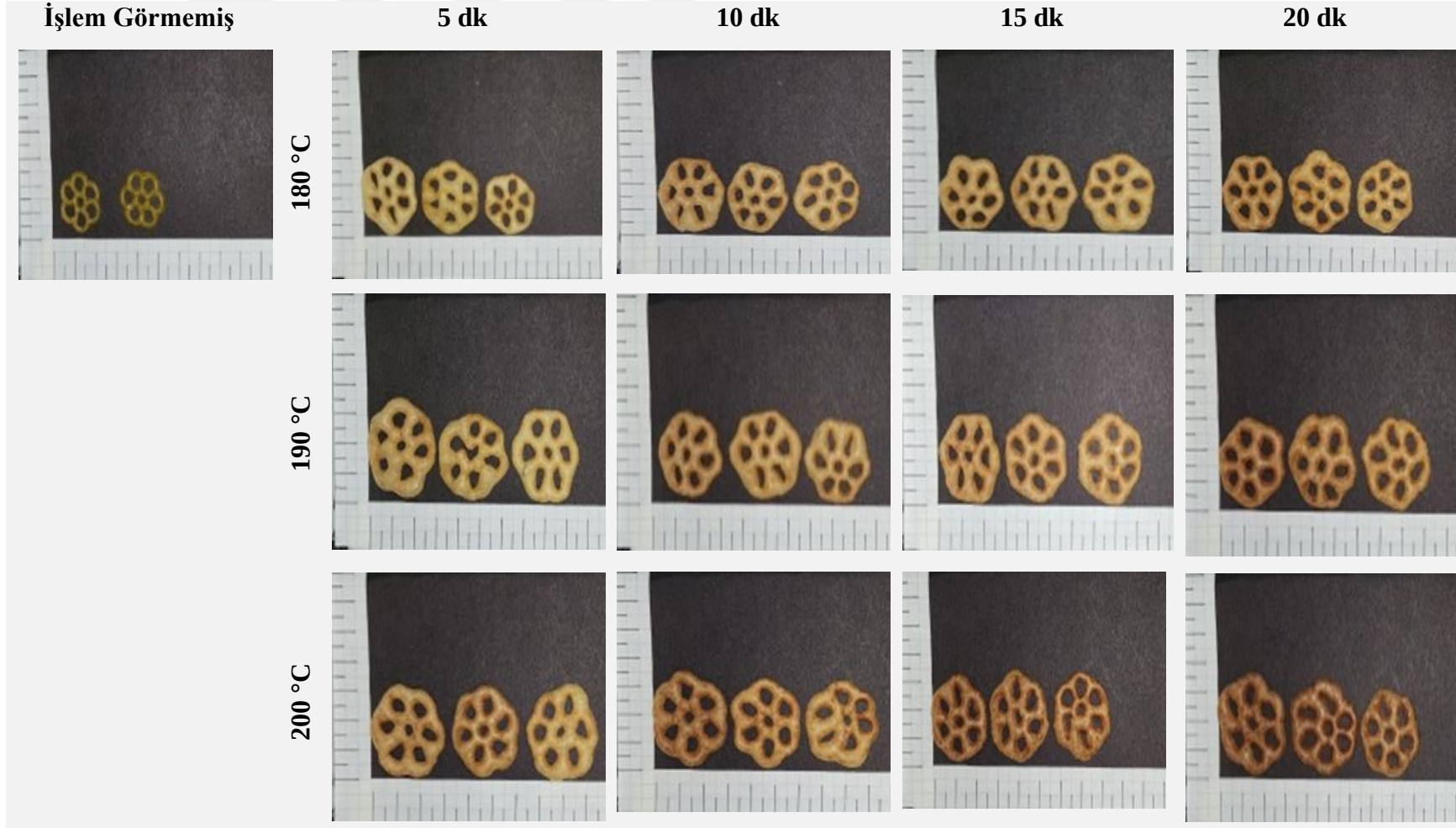
Çizelge 9: SHG işleminde sıcaklık ve sürenin yarı mamul çerezlerde yoğunluk ve genleşme indeksi değerlerine ait ortalamalar.

Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Yığın Yoğunluk (g/ml)	Gerçek Yoğunluk (g/ml)	Genleşme İndeksi
180	5	0,0864 ± 0,0091 ^{a*}	0,2121 ± 0,0765 ^{bc}	2,73 ± 0,37 ^c
	10	0,0795 ± 0,0084 ^{ab}	0,0863 ± 0,0250 ^d	3,14 ± 0,45 ^{abc}
	15	0,0722 ± 0,0052 ^{bcd}	0,1094 ± 0,0706 ^{bc}	3,49 ± 0,45 ^{abc}
	20	0,0762 ± 0,0021 ^{abc}	0,0816 ± 0,0134 ^d	3,11 ± 0,24 ^{bc}
190	5	0,0652 ± 0,0054 ^{cd}	0,0953 ± 0,0242 ^d	3,90 ± 0,49 ^{ab}
	10	0,0746 ± 0,0062 ^{bc}	0,0931 ± 0,0164 ^d	3,30 ± 0,51 ^{abc}
	15	0,0740 ± 0,0015 ^{bcd}	0,0753 ± 0,0104 ^d	3,36 ± 0,17 ^{abc}
	20	0,0681 ± 0,0035 ^{cd}	0,0719 ± 0,0286 ^d	3,62 ± 0,39 ^{ab}
200	5	0,0698 ± 0,0025 ^{bcd}	0,7004 ± 0,2367 ^{ab}	3,43 ± 0,31 ^{abc}
	10	0,0706 ± 0,0032 ^{bcd}	1,0105 ± 0,9210 ^a	3,42 ± 0,25 ^{abc}
	15	0,0683 ± 0,0041 ^{cd}	0,0960 ± 0,0184 ^d	3,49 ± 0,35 ^{abc}
	20	0,0633 ± 0,0036 ^d	0,0529 ± 0,0117 ^d	3,96 ± 0,40 ^a
İşlem Görmemiş		0,3311 ± 0,0128	0,5762 ± 0,0802	-

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar p<0,05 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.



Şekil 21: SHG işleminde sıcaklık ve sürenin genleşme indeksi değeri üzerine etkisi.



Şekil 22: SHG işleminde sıcaklık ve süreye bağlı olarak elde edilen ürün görselleri.

4.4 Tuzda Kavurma İşlemi

Tuzda kavurarak çerez üretimi birçok kültürde yer alan önemli bir ısıl işlem olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle tahıllar ve baklagillerin çeşitli ön işlemlerden sonra sac içinde ısıtılan tuza katılarak kavurulması sonucunda genişletilmiş çerezler elde edilebilmektedir. Bu çalışmada özellikle Hindistan sokak satıcılarının tercih ettiği bir teknik olan tuzda kavurarak genişletme tekniği kullanılmıştır. Bu amaçla tuzda kavurmayla genişletme işlemi için içerisinde tuz bulunan sac ve ocak kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sac içerisindeki tuz, sürekli karıştırılarak altı açık ocakta sabit sıcaklığa ($200\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$) getirilmiştir. Isıtılarak istenilen sıcaklığa getirilmiş tuz içerisine atılan işlenmemiş yarı mamul çerez örneklerine 12, 24, 48, 60 ve 75 saniye sürelerde sürekli karıştırılarak ısıl işlem uygulanmıştır. Belirlenen süreler sonunda işlem görmüş örnekler ısıl işlem ortamından uzaklaştırılıp soğutulmuş ve rastgele seçilen örneklerde çap, kalınlık ve tek tane ağırlıkları ölçülmüştür. Çizelge 10'da ortalamalar; çap $29,83 - 38,74\text{ mm}$, kalınlık $4,09 - 5,01\text{ mm}$ ve tek tane ağırlığı $0,5286 - 0,5431\text{ g}$ aralığında değişmiştir. Artan işlem süresine bağlı olarak örneklerin ortalama çap değerleri işlem görmemiş örneğe göre artış göstermiş olup, en yüksek çap değeri ($38,74\text{ mm}$) 60 s süreyle TKG işleminde elde edilmiştir. İşlem süresinin çap değişimi üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir. TKG işleminde sabit sıcaklıkta işlem sürelerinin çerezlerin kalınlık değerleri üzerine etkisi gözlenmemiş olup, işlem görmemiş örneğe göre yaklaşık 2-2,5 kat düzeyinde bir artış meydana gelmiştir. Çizelge 10 incelendiğinde ısıl işlem süresine bağlı olarak tek tane ağırlık değerlerinde düşme eğilimi gözlenirse bile değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı gözlenmiştir. Burada işlem süresinin 1 dk civarında olması ve aynı zamanda işlem sıcaklığının yüksek (200°C) olmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 10: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerde üretilen örneklerle ait boyut özelliklerine ve tek tane ağırlığına ait ortalama değerler.

Süre (s)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Tek Tane Ağırlığı (g)
12	$29,83 \pm 2,83^{d*}$	$4,09 \pm 1,00^b$	$0,5431 \pm 0,0305$
24	$34,98 \pm 1,88^{bc}$	$4,81 \pm 0,61^a$	$0,5332 \pm 0,0350$
48	$37,44 \pm 2,86^{ab}$	$4,84 \pm 0,36^a$	$0,5318 \pm 0,0348$
60	$38,74 \pm 2,41^a$	$5,01 \pm 0,47^a$	$0,5345 \pm 0,0322$
75	$33,62 \pm 3,62^c$	$4,87 \pm 0,59^a$	$0,5286 \pm 0,0316$
İşlem Görmemiş	$21,69 \pm 0,66$	$2,08 \pm 0,25$	$0,5401 \pm 0,0150$

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0,05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

Sabit sıcaklıkta ve değişen sürelerde TKG işlemiyle elde edilen yarı mamul çerezlere ait nem içeriği %7,42 – 8,53, su aktivitesi 0,453 – 0,471 ve sertlik 0,49 – 1,08 kg değerlerinin değişimi Çizelge 11’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre artan işlem süresiyle örneklerin nem içeriğinde göreceli bir artış gözlenmiştir. En yüksek nem içeriğine sahip örnek 60 s süreyle tuzda kavurma işlemi uygulanmış örnekte ölçülmüştür. İşlem görmemiş örnekle kıyaslandığında artan ısı işlem süresinin örneklerin su aktivitesi değeri değişimi üzerine istatistiksel olarak önemli bir etki yapmadığı söylenebilmektedir. İşlem görmemiş örneğe göre tuzda kavrulmuş örneklerin su aktivitesinin çok düşük düzeyde de olsa artış göstermesinin nedenin genleşmiş ürünün çok hızlı nem çekebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Beklenildiği gibi tuzda kavurarak genleştirme işleminde artan işlem süresiyle örneklerin sertlik değerlerinde ciddi anlamda düşüş meydana gelmiştir. En düşük işlem süresi (12 s) içinde işlem görmemiş örneğe göre sertlik değeri neredeyse yarı yarıya azalırken artan işlem süresine bağlı olarak TKG işlemi sonucunda yaklaşık %75-77’lik bir düşüş göstermiştir.

Çizelge 11: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerde üretilen örneklerle ait ortalama nem içeriği, su aktivitesi ve sertlik değerleri.

Süre (s)	Nem (%)	Su Aktivitesi (a_w)	Sertlik (kg)
12	7,42 ± 0,37 ^{b*}	0,453 ± 0,009 ^b	1,08 ± 0,26^a
24	7,81 ± 0,29 ^{ab}	0,453 ± 0,003 ^b	0,49 ± 0,20 ^b
48	7,95 ± 0,20 ^{ab}	0,457 ± 0,002 ^b	0,71 ± 0,20 ^{ab}
60	8,53 ± 0,29^a	0,471 ± 0,004^a	0,54 ± 0,16 ^{ab}
75	7,53 ± 0,29 ^b	0,457 ± 0,004 ^b	0,62 ± 0,21 ^{ab}
İşlem Görmemiş	7,83 ± 0,62	0,339 ± 0,003	2,16 ± 0,32

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0,05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

TKG işlemi sonucunda elde edilen yarı mamul çerezlere ait renk değerleri Çizelge 12’de verilmiştir. Örneklerle ait L (parlaklık) değerleri; 52,20 – 66,61, a (kırmızılık ve yeşillik) değerleri; 1,69 – 8,72, b (sarılık ve mavilik) değerleri; 24,56 – 31,20 ve ΔE (renk değişimi) değerleri ise 13,95 – 24,02 aralığında değişim göstermiştir. Çizelge 12’den de görüleceği gibi sabit sıcaklıkta tuzda kavurma ile genleştirme işleminde artan işlem süresi ile örneklerin L ve b değerlerinde düşüş a değerlerinde ise artış gözlenmiştir. TKG işleminde artan sıcaklıkla ΔE (renk değişimi) değerlerinin artan işlem süresine bağlı olarak azaldığı en düşük renk değişimi değerinin 60 s’lik işlemde en yüksek renk değişimi değerinin ise 24 s’lik işlemde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 12: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerde üretilen bütün haldeki örneklerin renk değerlerine ait ortalamalar.

Süre (s)	Bütün			ΔE değeri
	L değeri	a değeri	b değeri	
12	63,48 ± 1,32 ^{a*}	2,95 ± 1,14 ^b	30,04 ± 1,44 ^a	20,69± 1,73
24	66,61 ± 1,60 ^a	1,69 ± 1,04 ^b	29,89 ± 2,74 ^a	24,02± 1,40
48	65,84 ± 1,33 ^a	3,30 ± 1,51 ^b	31,20 ± 1,36 ^a	22,47± 1,85
60	54,54 ± 1,25 ^b	8,18 ± 0,81 ^a	26,92 ± 0,27 ^{ab}	13,95± 0,70
75	52,20 ± 4,02 ^b	8,72 ± 1,42 ^a	24,56 ± 1,81^b	14,71± 2,04
İşlem Görmemiş	46,66 ± 1,63	8,23 ± 0,35	36,71 ± 1,42	-

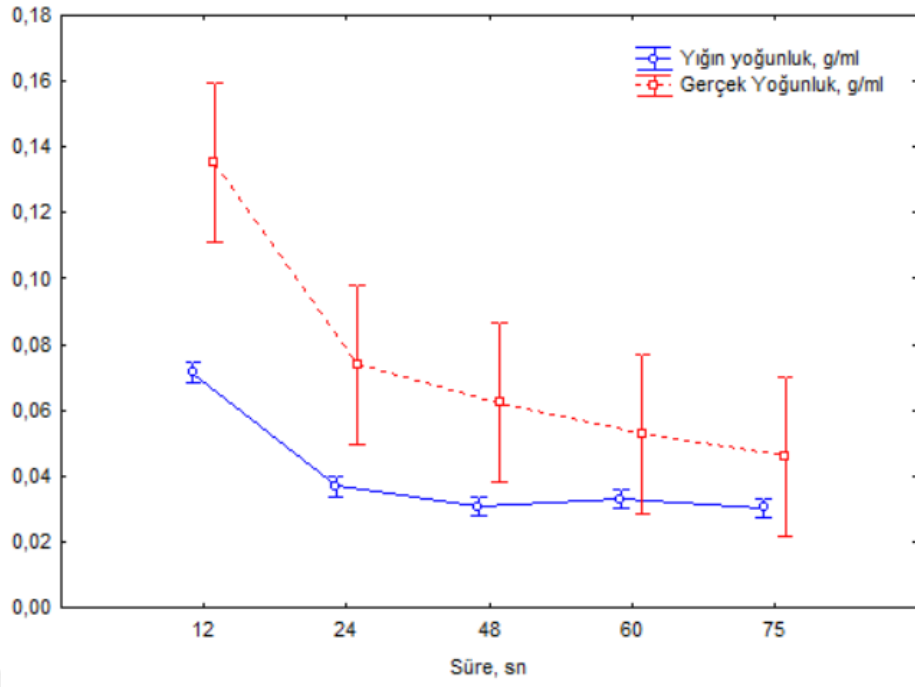
*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0,05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

TKG işleminde artan işlem süresine bağlı olarak elde edilen örneklerle ait yoğunluk ve genleşme indeksi değerleri Çizelge 13’te verilmiştir. Örneklerin sabit sıcaklıkta ve 12-75 s işlem sürelerinde sırasıyla yığın yoğunluk (g/ml), gerçek yoğunluk (g/ml) ve genleşme indeksi değerleri 0,0303 – 0,0714; 0,0460 – 0,1352 ve 3,84 – 10,06 aralıklarında değişim göstermiştir. Genleşme indeksi değerinin artan işlem süresine bağlı olarak artış gösterdiği ve en yüksek genleşme indeksi değerlerinin 48 ve 75 s’lik işlemlerde elde edildiği, bu üç sıcaklıkta elde edilen değerlerin istatistiksel olarak $p < 0,05$ önem düzeyinde farklı olmadıkları görülmüştür. Elde edilen bulgulara göre TKG işlemi için 200 °C sıcaklıkta 48-75 s arası sürenin uygun olacağı düşünülmektedir. TKG ile sabit sıcaklık ve farklı sürelerde üretilen çerezlerin yoğunluk ve genleşme indeksi değerlerinin değişimi üzerine etkisi Şekil 23 ve Şekil 24’te grafik olarak gösterilmiş, üretime ait ürün görselleri Şekil 25’te verilmiştir.

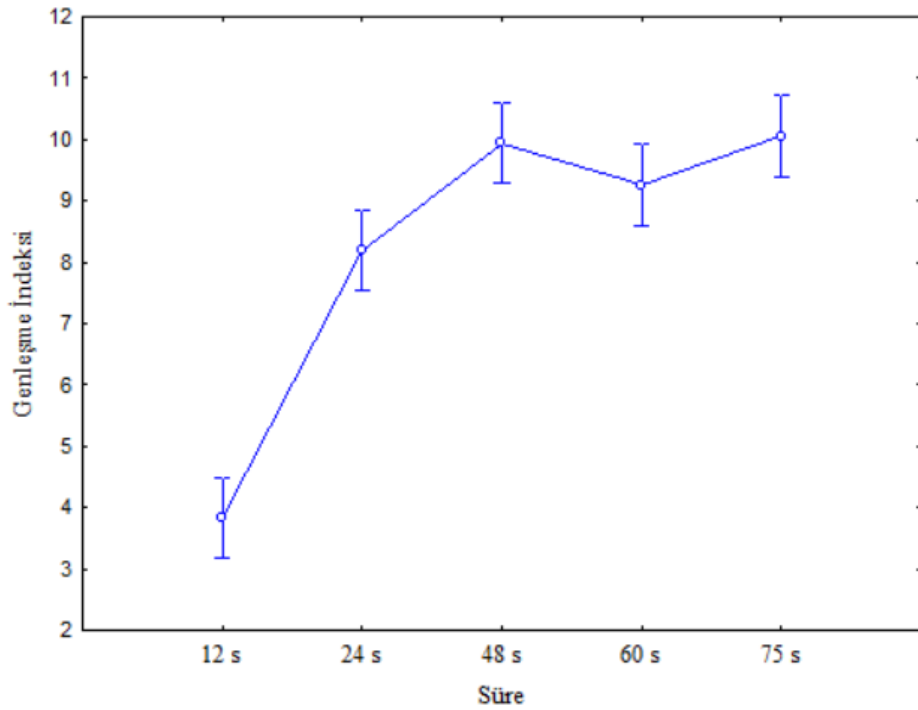
Çizelge 13: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerde üretilen örneklerin yoğunluk ve genleşme indeksi değerlerine ait ortalamalar.

Süre (s)	Yığın Yoğunluk	Gerçek Yoğunluk	Genleşme İndeksi
12	0,0714 ± 0,0061^{a*}	0,1352 ± 0,0513^a	3,84 ± 0,51^c
24	0,0368 ± 0,0028 ^b	0,0739 ± 0,0153 ^b	8,18 ± 0,70 ^b
48	0,0308 ± 0,0017 ^{bc}	0,0624 ± 0,0146 ^b	9,94 ± 0,98^a
60	0,0329 ± 0,0011 ^{bc}	0,0529 ± 0,0163 ^b	9,26 ± 0,47 ^{ab}
75	0,0303 ± 0,0014^c	0,0460 ± 0,0061 ^b	10,06 ± 0,75^a
İşlem Görmemiş	0,3311 ± 0,0128	0,5762 ± 0,0802	

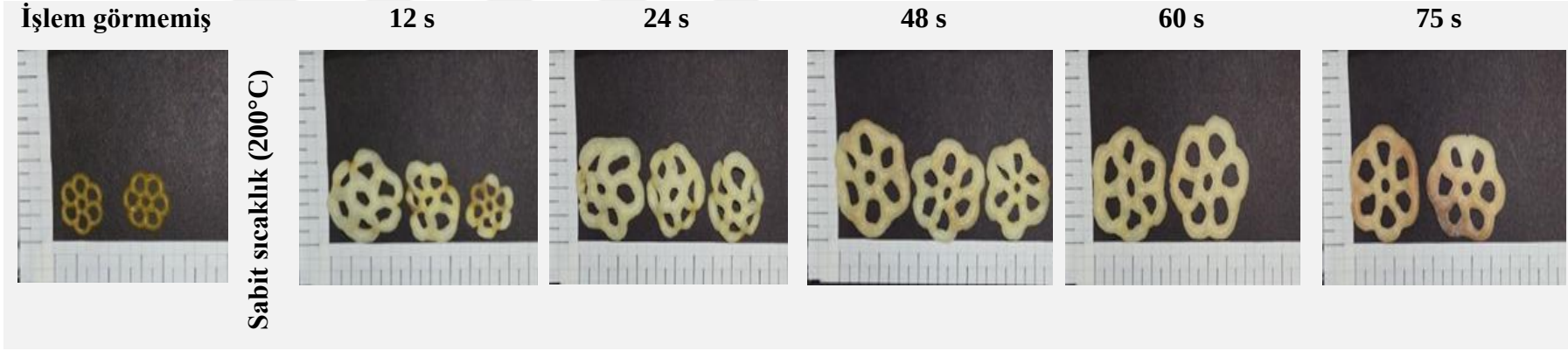
*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0,05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.



Şekil 23: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerin üretilen örnekler için yığın yoğunluk ve gerçek yoğunluk üzerine etkisi.



Şekil 24: TKG işleminde sabit sıcaklıkta değişen sürelerin üretilen ürünlerin genleşme indeksi değeri üzerine etkisi.



Şekil 25: TKG işleminde sabit sıcaklık ($200\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$) ve süreye bağlı olarak elde edilen ürün görselleri.

4.5 Derin Yağda Kızartma İşlemi

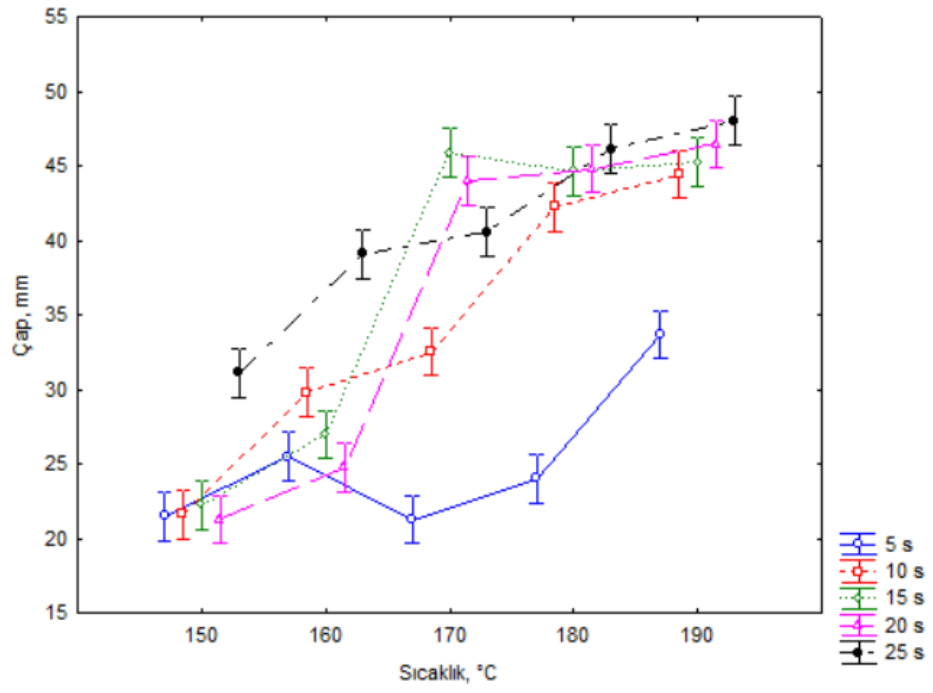
Derin yağda kızartma başta cipsler olmak üzere bir çok yeni nesil çerez üretiminde kullanılan endüstriyel bir gıda işleme tekniğidir. Yapılan ön araştırmalarda özellikle Hindistan gibi ülkelerde bu tez çalışmasına konu olan yarı mamul çerezlerin ev koşullarında veya sokakta derin yağ içinde kızartılarak tüketime sunulduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada derin yağda kızartma işlemi için kontrollü koşullarda bir proses gerçekleştirebilmek amacıyla sıcaklık kontrollü ev tipi fritöz kullanılarak yarı mamul çerezlerde genleştirme işlemi (150, 160, 170, 180, 190 °C sıcaklıklarda ve 5, 10, 15, 20, 25 s sürelerde) gerçekleştirilmiştir. Elde edilen örnekler için çap, kalınlık ve tek tane ağırlıkları Çizelge 14’te verilmiştir. Artan sıcaklık ve işlem sürelerine bağlı olarak ortalama değerler ile sırasıyla çap, kalınlık ve tek tane ağırlığı değerleri; 21,24 – 48,04 mm; 2,00 – 5,12 mm ve 0,4220 – 0,6803 g aralığında değişmiştir. DYKG işleminde örneklerin çap, kalınlık ve tek tane ağırlıklarının sıcaklık ve işleme süresine bağlı değişimleri Şekil 26-28’de verilmiştir.

Genleştirme sonrası en yüksek çap değeri 190 °C - 25 s işleminde elde edilirken en düşük çap değeri 150 °C’de 5 - 20 s ve 170 °C’de 5 s genleştirme işleminde meydana gelmiştir. Ürün kalınlığında ise işlem görmemiş örnekle karşılaştırıldığında 150 ve 160 °C’lik ısı işlemlerin tüm sürelerinde üretilen ürünlerin kalınlıkları arasında anlamlı farklılıklar gözlenmezken artan sıcaklık ve süre ile birlikte ürün kalınlıklarında işlenmemiş ürüne göre yaklaşık 2-2,5 katına ulaşan artışlar gözlenmiştir. En yüksek kalınlık değerleri 190 °C’de 15 ve 20 s’lik üretimlerde sırasıyla 5,09 mm ve 5.12 mm olarak ölçülmüştür. DYKG ile üretilen yarı mamul çerezlerin tek tane ağırlıkları (g) değerleri incelendiğinde sıcaklıkla birlikte artış gösterdiği bunun başlıca nedenin de örneklerin yağ absorpsiyonu olduğu düşünülmektedir. Bu durum örneklerin derin yağda kızartma ile genleştirilmesinde yağ absorpsiyonu (%) kısmında açıklanmıştır (bkz. Çizelge 15).

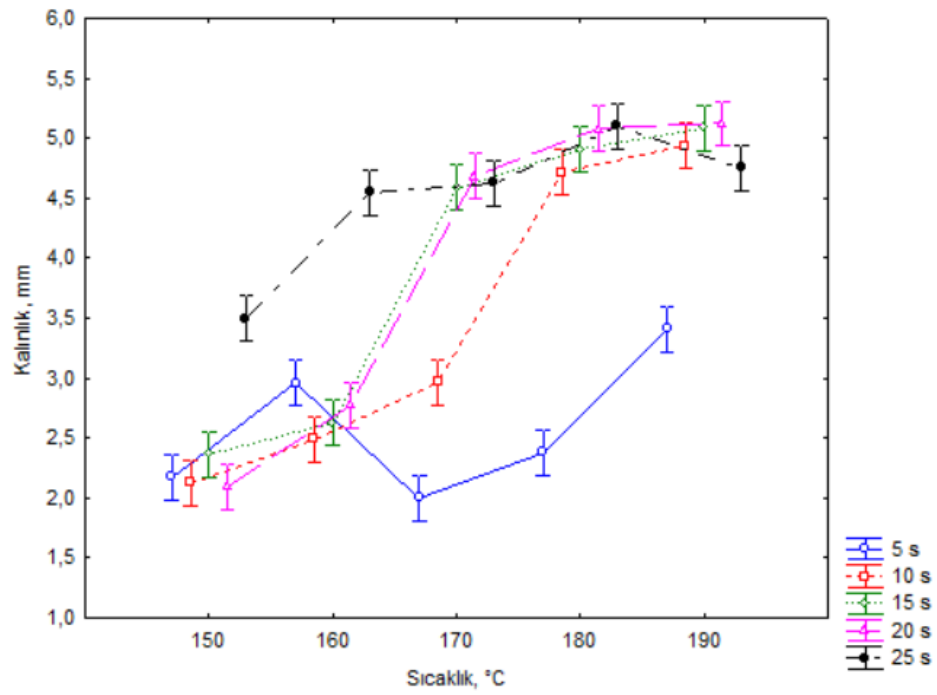
Çizelge 14: DYKG işlemlerinde boyut özelliklerine ve tek tane ağırlığına ait ortalama değerler.

Sıcaklık (°C)	Süre (s)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Tek Tane Ağırlığı (g)
150	5	21,49 ± 0,66 ^{h*}	2,18 ± 0,24 ^{hi}	0,4291 ± 0,0307 ⁱ
	10	21,61 ± 0,63 ^h	2,13 ± 0,25 ⁱ	0,4310 ± 0,0304 ⁱ
	15	22,25 ± 0,78 ^h	2,36 ± 0,30 ^{ghi}	0,4253 ± 0,0285 ⁱ
	20	21,27 ± 0,49 ^h	2,10 ± 0,16 ⁱ	0,4470 ± 0,0422 ^{hi}
	25	31,10 ± 1,22 ^{ef}	3,50 ± 0,50 ^d	0,4220 ± 0,0216 ⁱ
160	5	25,49 ± 0,72 ^{gh}	2,96 ± 0,54 ^{ef}	0,4343 ± 0,0381 ⁱ
	10	29,79 ± 1,50 ^{ef}	2,49 ± 0,34 ^{fghi}	0,4325 ± 0,0382 ⁱ
	15	26,98 ± 2,21 ^{fg}	2,63 ± 0,28 ^{fgh}	0,4695 ± 0,0574 ^{fghi}
	20	24,78 ± 0,84 ^{gh}	2,78 ± 0,58 ^{fg}	0,4291 ± 0,0432 ⁱ
	25	39,09 ± 2,60 ^d	4,55 ± 0,42 ^c	0,5162 ± 0,0343 ^{defg}
170	5	21,24 ± 0,79 ^h	2,00 ± 0,20 ⁱ	0,4225 ± 0,0216 ⁱ
	10	32,53 ± 3,35 ^e	2,97 ± 0,50 ^{ef}	0,5077 ± 0,0540 ^{efgh}
	15	45,86 ± 1,74 ^{ab}	4,59 ± 0,25 ^{bc}	0,5620 ± 0,1118 ^{bcd}
	20	44,01 ± 4,64 ^{abc}	4,69 ± 0,38 ^{abc}	0,6259 ± 0,0762 ^{ab}
	25	40,54 ± 4,45 ^{cd}	4,63 ± 0,50 ^{abc}	0,6803 ± 0,0941 ^a
180	5	24,02 ± 2,82 ^{gh}	2,38 ± 0,29 ^{ghi}	0,4606 ± 0,0456 ^{ghi}
	10	42,23 ± 10,41 ^{bcd}	4,72 ± 0,36 ^{abc}	0,6219 ± 0,0535 ^{ab}
	15	44,65 ± 3,54 ^{abc}	4,90 ± 0,42 ^{abc}	0,5310 ± 0,0510 ^{cdef}
	20	44,81 ± 2,11 ^{ab}	5,08 ± 0,39 ^{ab}	0,5765 ± 0,0665 ^{bcd}
	25	46,15 ± 2,53 ^{ab}	5,10 ± 0,43 ^a	0,5890 ± 0,0414 ^{bc}
190	5	33,66 ± 6,27 ^e	3,41 ± 0,50 ^{de}	0,5196 ± 0,0505 ^{defg}
	10	44,42 ± 5,33 ^{abc}	4,94 ± 0,51 ^{abc}	0,6220 ± 0,0813 ^{ab}
	15	45,25 ± 3,58 ^{ab}	5,09 ± 0,38 ^a	0,6241 ± 0,0743 ^{ab}
	20	46,47 ± 2,88 ^{ab}	5,12 ± 0,56 ^a	0,6245 ± 0,0863 ^{ab}
	25	48,04 ± 1,38 ^a	4,76 ± 0,51 ^{abc}	0,5737 ± 0,0771 ^{bcd}
İşlem Görmemiş		21,69 ± 0,66	2,08 ± 0,25	0,4201 ± 0,0970

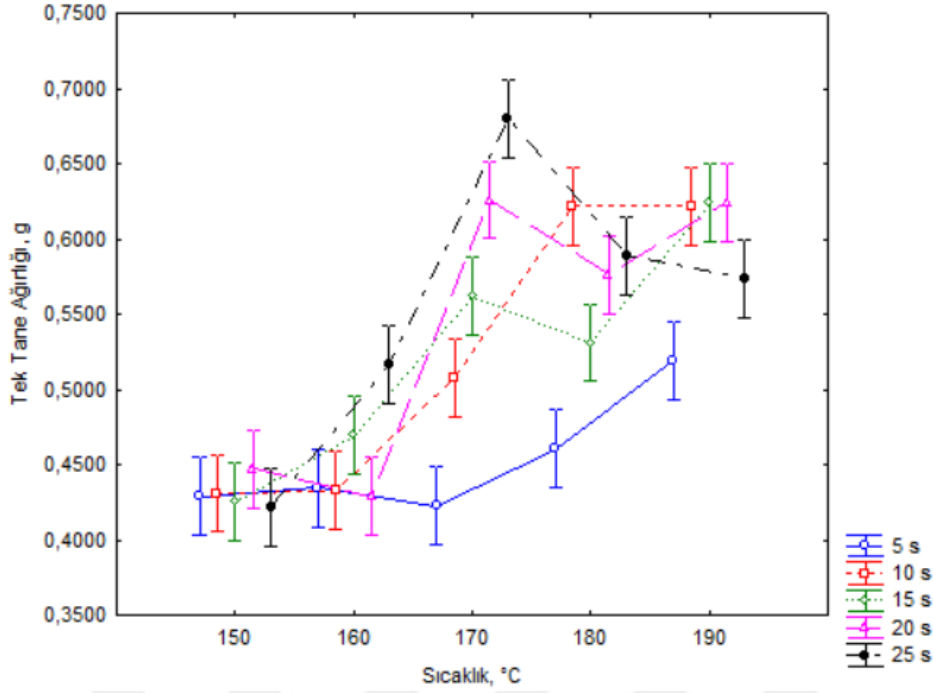
* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar p<0,05 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.



Şekil 26: DYKG işleminde sıcaklık ve süre ile ürünlerin çap değerlerindeki değişim.



Şekil 27: DYKG işleminde sıcaklık ve süre ile ürünlerin kalınlık değerlerindeki değişim.



Şekil 28: DYKG işleminde sıcaklık ve süre ile ürünlerin tek tane ağırlığı değerlerindeki değişim.

DYKG işlemiyle üretilen yarı mamul çerezlere ait nem içeriği, su aktivitesi, sertlik ve yağ absorpsiyonu (%) değerleri Çizelge 15'te verilmiştir. Artan kızartma sıcaklığı ve kızartma süresiyle örneklerin ortalama değerler ile nem içerikleri %3,02 – 7,20; su aktivitesi (a_w) değerleri 0,37 – 0,50; sertlik değerleri 0,63 – 7,19 kg ve yağ absorpsiyonu değerleri % 5,02 – 53,14 aralığında değişim göstermiştir.

Gandhi ve diğerlerine (2016) göre kızartma ile genleştirmede önce peletlerin çevresinden yağa doğru nem kaybı olarak dokusu plastik halde olur. Daha sonra iç kısımdaki nem sıcaklıkla birlikte buharlaşır. Bu buharlaşmanın hızlı bir şekilde olmasıyla peletler genişler. Sıcaklık yükseldikçe nemin düşmesi beklenmektedir (Çizelge 15). Ancak genişleme sonrasında ve nem dengelenmesi esnasında ortamdan nem alış-verişi olmaktadır. Sıcaklığın işlem sonrasında ortam sıcaklığına düşmesiyle birlikte nem dengesi ve ürünün sertlik-kırılganlık-gevreklik düzeyi de sabitlenmekte/dengelenmektedir.

Derin yağda kızartma ile genleştirme işlemi sırasında artan sıcaklık ve işlem süresine bağlı olarak işlem görmemiş örnekle kıyaslandığında nem içeriğinin yüksek oranda düştüğü (% 7,83'ten % 3,02'ye), su aktivitesi değerinin arttığı (0,34'ten 0,49'a),

sertlik değerinin düştüğü (2,16 kg'dan 0,63 kg'a) ve yağ absorpsiyonu değerin ise % 5'lerden % 53'e kadar artış gösterdiği görülmektedir. Çerezlerde genleşmeyle birlikte Çizelge 14'te görüldüğü gibi çap ve kalınlıkla birlikte genleşme indeksi ve yığın yoğunluk değerleri de yüksek olmaktadır (Çizelge 17). Genleşmeyle birlikte daha fazla gözenek boşluklar oluşmakta bu da tekstürel olarak ürünü etkilemektedir. Bu nedenle çerezlerde genleşme arttıkça sertlik Çizelge 15'te görüldüğü gibi azalmaktadır.

Çizelge 15: DYKG işleminde elde edilen örneklere ait (%) nem içeriği, Su aktivitesi, sertlik ve yağ absorpsiyonuna ait ortalama değerler.

Sıcaklık (°C)	Süre (s)	Nem (%)	Su Aktivitesi (a_w)	Sertlik (kg)	Yağ Absorpsiyonu (%)
150	5	7,20 ± 0,19 ^{a*}	0,47 ± 0,003 ^{bc}	7,19 ± 1,31 ^a	5,34 ± 0,32 ⁱ
	10	5,84 ± 0,52 ^{bcde}	0,37 ± 0,012 ⁱ	4,12 ± 1,33 ^b	5,02 ± 0,43 ⁱ
	15	6,17 ± 0,46 ^{abc}	0,46 ± 0,021 ^c	2,12 ± 0,89 ^{bcde}	5,32 ± 0,09 ⁱ
	20	4,27 ± 0,25 ^h	0,39 ± 0,005 ^{hi}	3,62 ± 0,51 ^{bc}	7,21 ± 1,03 ⁱ
	25	3,02 ± 0,38 ⁱ	0,48 ± 0,008 ^{abc}	3,70 ± 1,44 ^{bc}	6,67 ± 0,73 ⁱ
160	5	4,83 ± 0,69 ^{defgh}	0,47 ± 0,004 ^{bc}	1,89 ± 1,01 ^{cde}	6,13 ± 0,22 ⁱ
	10	3,07 ± 0,26 ⁱ	0,39 ± 0,007 ^{ghi}	2,17 ± 0,55 ^{bcde}	6,16 ± 0,36 ⁱ
	15	6,44 ± 0,12 ^{ab}	0,48 ± 0,003 ^{ab}	2,05 ± 0,81 ^{cde}	9,63 ± 2,53 ⁱ
	20	4,61 ± 0,45 ^{gh}	0,39 ± 0,006 ^{hi}	1,89 ± 0,54 ^{cde}	9,15 ± 1,62 ⁱ
	25	5,13 ± 0,15 ^{cdefgh}	0,48 ± 0,006 ^{abc}	1,36 ± 0,53 ^{de}	27,99 ± 2,23 ^g
170	5	5,64 ± 0,11 ^{bcdefg}	0,48 ± 0,005 ^{abc}	2,82 ± 0,37 ^{bcd}	6,94 ± 0,07 ⁱ
	10	4,69 ± 0,34 ^{fgh}	0,48 ± 0,004 ^{ab}	1,05 ± 0,26 ^{de}	41,12 ± 2,40 ^{def}
	15	4,69 ± 0,40 ^{fgh}	0,44 ± 0,007 ^{de}	0,79 ± 0,11 ^e	40,57 ± 2,70 ^{ef}
	20	4,57 ± 0,30 ^{gh}	0,48 ± 0,003 ^{abc}	0,68 ± 0,25 ^e	52,42 ± 1,11 ^a
	25	4,93 ± 0,11 ^{defgh}	0,40 ± 0,005 ^{fgh}	0,67 ± 0,20 ^e	37,22 ± 2,26 ^f
180	5	5,77 ± 0,59 ^{bcdef}	0,49 ± 0,002 ^{ab}	1,90 ± 0,28 ^{cde}	15,88 ± 1,14 ^h
	10	5,69 ± 0,46 ^{bcdefg}	0,49 ± 0,004 ^{ab}	0,77 ± 0,15 ^e	52,82 ± 2,97 ^a
	15	5,92 ± 0,18 ^{bcd}	0,49 ± 0,001 ^a	0,78 ± 0,27 ^e	46,40 ± 0,83 ^{bc}
	20	4,78 ± 0,07 ^{efgh}	0,41 ± 0,005 ^{ef}	0,63 ± 0,24 ^e	45,30 ± 0,65 ^{cd}
	25	5,28 ± 0,32 ^{cdefgh}	0,48 ± 0,007 ^{ab}	0,95 ± 0,14 ^{de}	45,87 ± 0,27 ^{bc}
190	5	5,00 ± 0,19 ^{defgh}	0,50 ± 0,002 ^a	1,01 ± 0,26 ^{de}	31,66 ± 1,40 ^g
	10	4,51 ± 0,29 ^h	0,41 ± 0,002 ^{efg}	1,00 ± 0,12 ^{de}	50,05 ± 0,08 ^{ab}
	15	4,69 ± 0,48 ^{fgh}	0,44 ± 0,004 ^{de}	0,82 ± 0,33 ^{de}	52,49 ± 0,42 ^a
	20	4,95 ± 0,10 ^{defgh}	0,48 ± 0,003 ^{ab}	0,97 ± 0,26 ^{de}	53,14 ± 2,54 ^a
	25	5,04 ± 0,47 ^{cdefgh}	0,48 ± 0,003 ^{ab}	0,93 ± 0,21 ^{de}	43,17 ± 0,63 ^{cde}
İşlem Görmemiş		7,83 ± 0,62	0,34 ± 0,003	2,16 ± 0,32	-

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar p<0,05 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

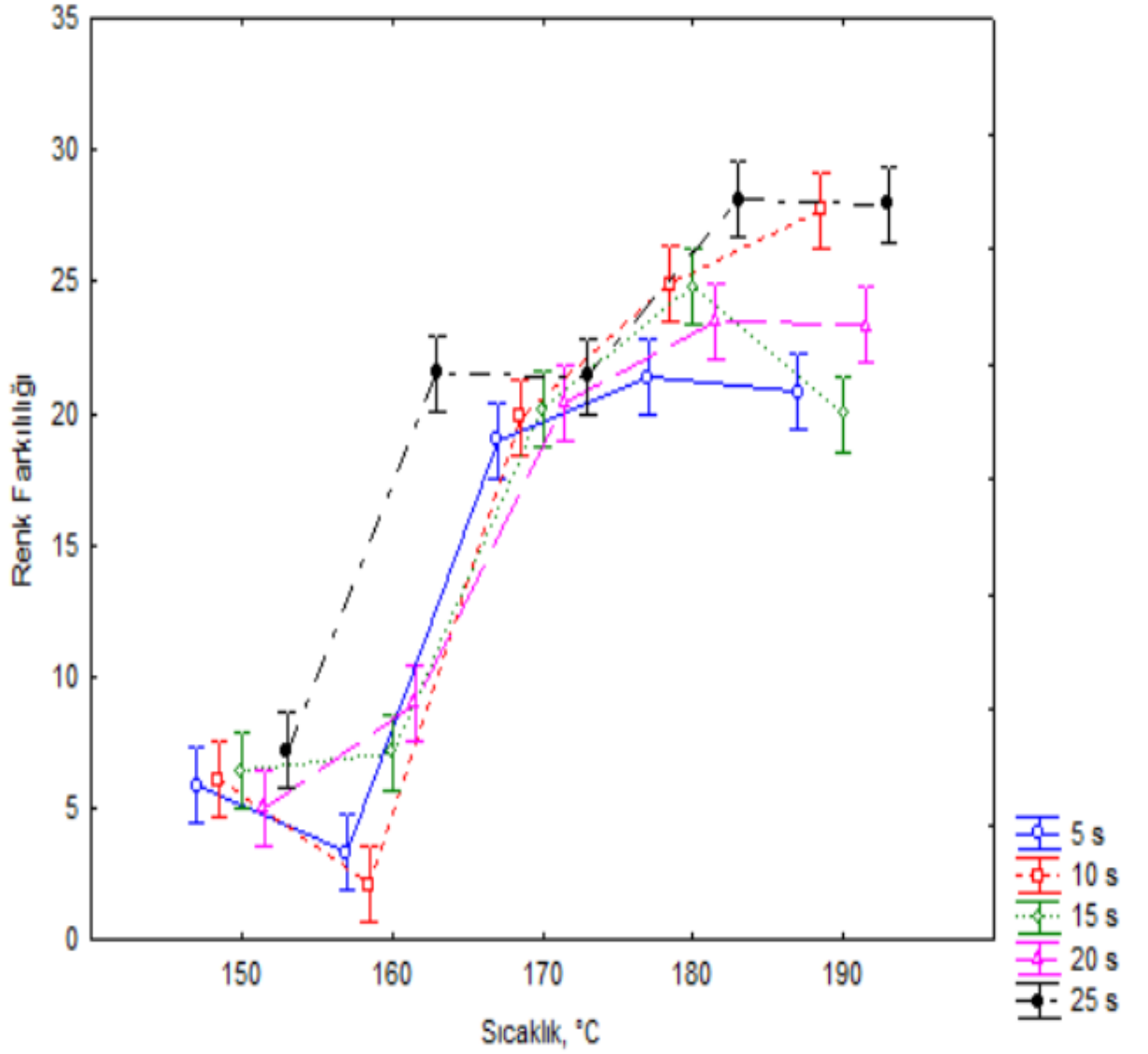
DYKG işlemiyle elde edilen ürünlerin renk değerleri Çizelge 16'da verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre ortalama değerler ile örneklerin sırasıyla L (parlaklık), a (kırmızılık ve yeşillik), b (sarılık ve mavilik) ve ΔE (renk değişimi) değerleri: 40,01 – 70,08; -1,89 – 8,42; 27,85 – 42,92 ve 2,10 – 28,12 aralığında değişmektedir. Kızartma işleminde yüksek yağ sıcaklığı (160 – 190 °C) ısı-kütle transferinin hızlı gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu nedenle esmerleşme hızlı bir şekilde gerçekleşir ve yüksek sıcaklıkta kızartma süresi azalır. Esmerleşme, Maillard reaksiyonunda

indirgen şekerler, amino asitler ve proteinlerin miktarına bağlı olarak değişmektedir (Devseren ve diğerleri, 2016). Şekil 29’da görüldüğü gibi DYKG işlemi sırasında genellikle sıcaklık ve süre arttıkça daha fazla renk değişimi olmaktadır.

Çizelge 16: DYKG işleminde bütün haldeki örneklerin renk değerlerine ait ortalamalar.

Sıcaklık (°C)	Süre (s)	L değeri	a değeri	b değeri	ΔE değeri
150	5	40,38 ± 0,66^{g*}	7,26 ± 0,57 ^{ab}	33,99 ± 3,92 ^{def}	5,85 ± 2,19 ^{efg}
	10	40,01 ± 0,60^g	7,08 ± 0,28 ^{ab}	33,72 ± 3,09 ^{defgh}	6,09 ± 1,49 ^{ef}
	15	46,17 ± 0,57 ^f	8,42 ± 0,66^a	42,92 ± 0,34^a	6,43 ± 0,27 ^{ef}
	20	40,76 ± 1,49^g	8,08 ± 1,04^a	37,86 ± 3,10 ^{bcd}	5,01 ± 0,32 ^{fg}
	25	49,78 ± 1,77 ^e	6,96 ± 0,38 ^{ab}	41,51 ± 2,30 ^{ab}	7,19 ± 2,68 ^{ef}
160	5	41,48 ± 0,67^g	7,93 ± 0,21^a	36,41 ± 0,91 ^{cde}	3,32 ± 0,51 ^{fg}
	10	43,04 ± 0,41 ^{fg}	8,03 ± 0,26^a	37,02 ± 1,62 ^{bcd}	2,10 ± 0,63^g
	15	49,77 ± 2,90 ^e	3,68 ± 0,68 ^c	36,68 ± 1,34 ^{bcd}	7,11 ± 2,24 ^{ef}
	20	51,85 ± 0,59 ^e	5,79 ± 0,44 ^b	41,53 ± 0,19 ^{ab}	9,01 ± 0,48 ^e
	25	64,60 ± 0,50 ^{bcd}	0,61 ± 0,57 ^{defg}	39,27 ± 1,53 ^{abc}	21,54 ± 0,47 ^{bcd}
170	5	62,12 ± 0,94 ^d	1,35 ± 0,82 ^{de}	33,88 ± 0,23 ^{defg}	19,00 ± 0,57 ^d
	10	62,64 ± 2,10 ^d	1,58 ± 0,99 ^d	31,64 ± 2,08 ^{efghij}	19,87 ± 2,73 ^{cd}
	15	62,57 ± 0,72 ^d	-0,55 ± 0,04 ^{efgh}	33,87 ± 0,29 ^{defg}	20,15 ± 0,62 ^{cd}
	20	62,61 ± 0,09 ^d	-0,87 ± 0,05 ^{fgh}	33,17 ± 0,23 ^{defghi}	20,44 ± 0,14 ^{cd}
	25	63,87 ± 0,46 ^{bcd}	-0,56 ± 0,31 ^{efgh}	33,20 ± 0,26 ^{defghi}	21,42 ± 0,38 ^{bcd}
180	5	63,76 ± 0,41 ^{bcd}	-0,54 ± 0,21 ^{efgh}	33,03 ± 0,86 ^{defghi}	21,35 ± 0,54 ^{bcd}
	10	66,71 ± 0,48 ^{abc}	1,02 ± 0,44 ^{def}	27,85 ± 1,83ⁱ	24,88 ± 0,43 ^{ab}
	15	66,89 ± 0,88 ^{ab}	0,66 ± 0,38 ^{defg}	28,79 ± 0,24 ^{hij}	24,79 ± 0,74 ^{ab}
	20	65,47 ± 0,54 ^{bcd}	-1,25 ± 0,29 ^{gh}	31,25 ± 0,95 ^{fghij}	23,52 ± 0,31 ^{bc}
	25	70,08 ± 1,45^a	-0,97 ± 0,15 ^{gh}	28,95 ± 0,16 ^{ghij}	28,12 ± 1,37^a
190	5	63,32 ± 1,79 ^{cd}	1,29 ± 0,79 ^{de}	30,79 ± 1,35 ^{fghij}	20,78 ± 2,15 ^{cd}
	10	69,75 ± 0,44^a	-0,78 ± 0,04 ^{fgh}	29,07 ± 0,46 ^{fghij}	27,74 ± 0,51^a
	15	62,05 ± 0,53 ^d	-0,86 ± 1,69 ^{fgh}	33,10 ± 0,15 ^{defghi}	19,98 ± 1,15 ^{cd}
	20	65,14 ± 0,37 ^{bcd}	-1,53 ± 0,63^h	31,19 ± 1,38 ^{fghij}	23,38 ± 0,39 ^{bc}
	25	69,31 ± 0,92^a	-1,89 ± 0,58^h	28,32 ± 1,09 ^{ij}	27,96 ± 0,54^a
İşlem Görmemiş		46,66 ± 1,63	8,23 ± 0,35	36,71 ± 1,42	-

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar p<0,05 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.



Şekil 29: DYKG işleminde sıcaklık ve sürenin örneklerin renk farklılığı üzerine etkisi.

DYKG işlemi sonucunda üretilen yarı mamul çerezlere ait yoğunluk ve genişleme indeksi değerleri Çizelge 17’de verilmiş ve Şekil 30-32’de grafik olarak gösterilmiştir.

Yığın yoğunluk değerleri üzerine sıcaklık etkisi ele alındığında artan sıcaklıkla birlikte artan süreye bağlı olarak hızlı bir düşüş eğilimi gözlenmekle birlikte 160-190 °C sıcaklık aralığında 5 s lik işlemlerde yığın yoğunluk değerlerindeki değişim diğer sürelerden farklı bir azalma eğilimi göstermiştir. Burada derin yağda kızartma işlemi için 5 s’lik sürenin çok kısa olmasından kaynaklanan bir yavaş düşme eğilimi gözlenmekte ancak 170 °C’lerden sonra hızlı bir düşüşün yaşandığı görülmektedir. 160 °C’den sonra bütün sıcaklıklarda ve 10 - 25 s süre aralığında çok keskin ve hızlı

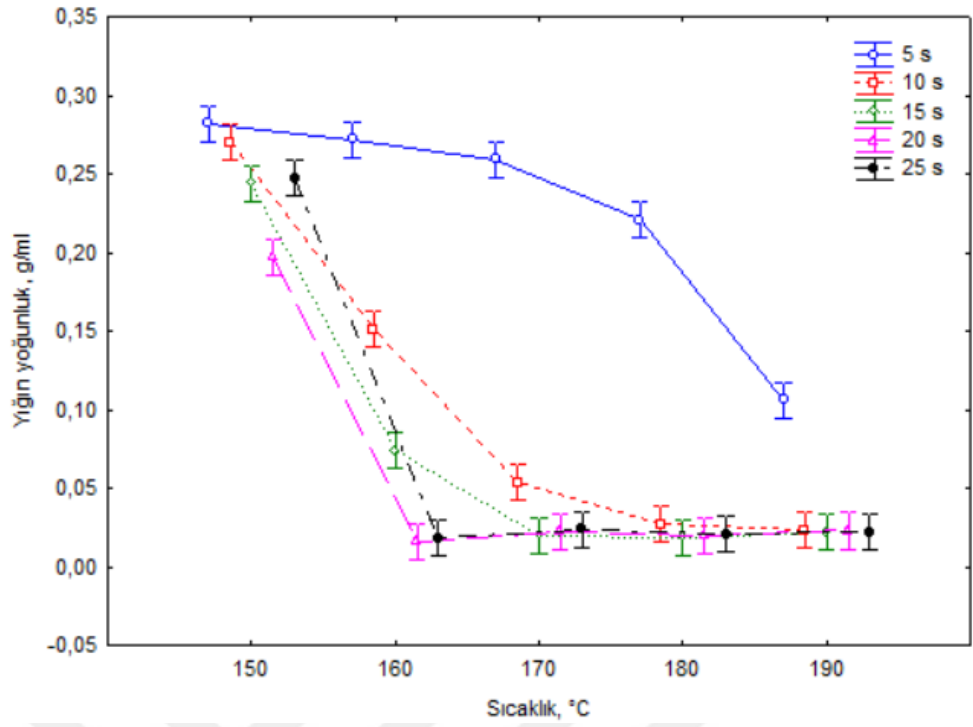
bir düşüş meydana gelmiştir. Elde edilen bulgulara göre işlem görmemiş örneklerle kıyaslandığında gerçek yoğunluk değerlerinde de bir düşüş olduğu gözlenmekle birlikte yığın yoğunluktaki gibi bariz şekilde artan sıcaklık ve süreyle değişim ilişkisinden söz edilememektedir (Şekil 31).

DYKG işleminde genleşme indeksi değerlerinin sıcaklık ve süre ile değişimi incelendiğinde ise özellikle 150 °C’de tüm süreler için anlamlı bir değişim gözlenmezken, 160 °C’den sonra 10 - 25 s aralığında genleşme indeksi değerlerinin arttığı belirlenmiştir. 150 - 180 °C aralığında 5 s’lik işlem süresinde genleşme indeksinde değişim neredeyse gerçekleşmemiştir. Hem sıcaklık hem de sürenin birlikte etkisi değerlendirildiğinde 20 - 25 s’lik işlem süresinin özellikle 160 °C’den başlayan sıcaklıklarda en yüksek genleşme indeksi değerine ulaşıldığını, 170 °C’den sonra ise 15 - 20 - 25 s’lik işlem sürelerinde tüm sıcaklıklar için en yüksek genleşme indeksi değerine ulaşıldığını göstermektedir.

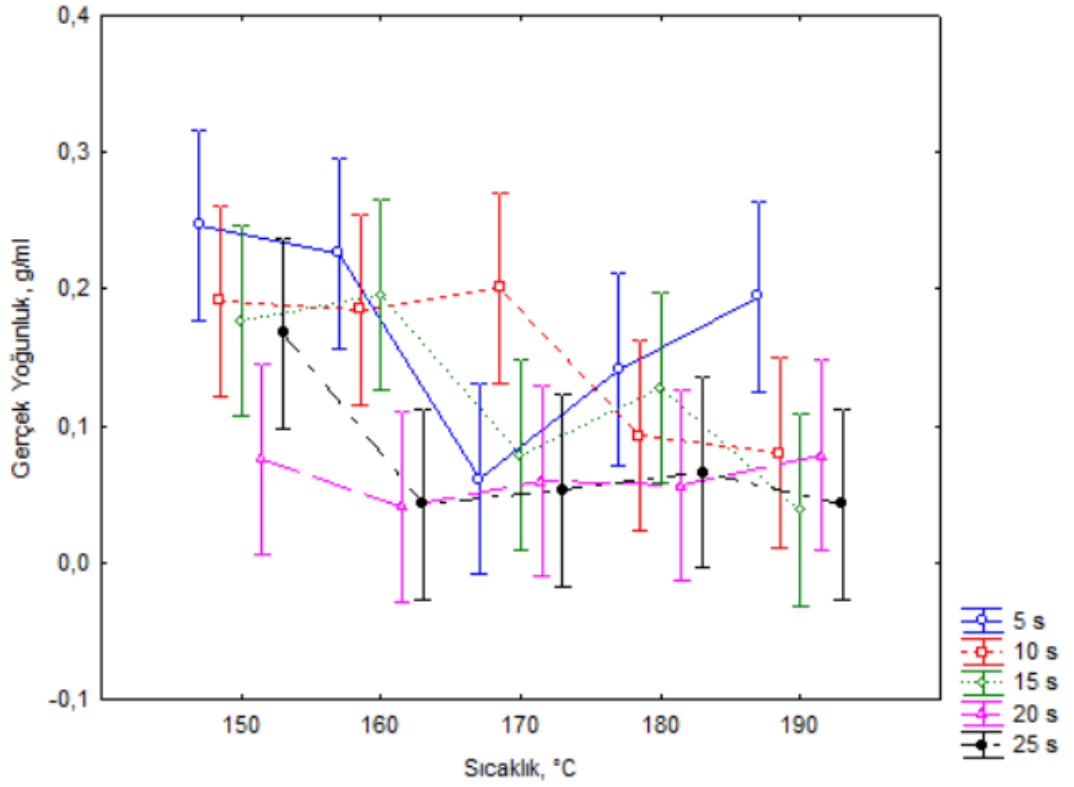
Çizelge 17: DYKG işleminde elde edilen ürünlere ait yoğunluk ve genleşme indeksi değerlerine ait ortalamalar.

Sıcaklık (°C)	Süre (s)	Yığın Yoğunluk, g/ml	Gerçek Yoğunluk, g/ml	Genleşme İndeksi
150	5	0,2818 ± 0,0217 ^{a*}	0,2470 ± 0,0205 ^a	-0,03 ± 0,09 ^e
	10	0,2700 ± 0,0353 ^{ab}	0,1916 ± 0,0753 ^{abc}	0,02 ± 0,12 ^e
	15	0,2441 ± 0,0179 ^{bc}	0,1769 ± 0,0451 ^{abc}	0,11 ± 0,09 ^e
	20	0,1974 ± 0,0183 ^d	0,0761 ± 0,0179 ^{abc}	0,44 ± 0,09 ^e
	25	0,2472 ± 0,0109 ^{bc}	0,1682 ± 0,0497 ^{abc}	0,08 ± 0,06 ^e
160	5	0,2719 ± 0,0273 ^{ab}	0,2266 ± 0,0378 ^{ab}	0,32 ± 0,10 ^e
	10	0,1513 ± 0,0050 ^e	0,1855 ± 0,0792 ^{abc}	13,54 ± 1,31 ^{ab}
	15	0,0736 ± 0,0042 ^g	0,1953 ± 0,1510 ^{abc}	17,19 ± 1,99 ^a
	20	0,0162 ± 0,0022 ⁱ	0,0413 ± 0,0116 ^{bc}	17,29 ± 0,33 ^a
	25	0,0178 ± 0,0008 ⁱ	0,0430 ± 0,0082 ^{bc}	16,87 ± 1,68 ^a
170	5	0,2592 ± 0,0243 ^{ab}	0,0613 ± 0,0345 ^{abc}	2,11 ± 0,21 ^{de}
	10	0,0536 ± 0,0028 ^{gh}	0,2009 ± 0,2114 ^{abc}	15,99 ± 0,64 ^{ab}
	15	0,0201 ± 0,0019 ⁱ	0,0785 ± 0,0260 ^{abc}	17,19 ± 0,62 ^a
	20	0,0226 ± 0,0024 ⁱ	0,0598 ± 0,0112 ^{bc}	16,35 ± 1,60 ^a
	25	0,0237 ± 0,0027 ^{hi}	0,0528 ± 0,0036 ^{bc}	15,79 ± 0,70 ^{ab}
180	5	0,2210 ± 0,0137 ^{cd}	0,1414 ± 0,0669 ^{abc}	0,02 ± 0,10 ^e
	10	0,0271 ± 0,0019 ^{hi}	0,0930 ± 0,0230 ^{abc}	0,81 ± 0,09 ^{de}
	15	0,0186 ± 0,0021 ⁱ	0,1273 ± 0,1316 ^{abc}	3,04 ± 0,26 ^{cd}
	20	0,0199 ± 0,0011 ⁱ	0,0566 ± 0,0117 ^{bc}	16,00 ± 2,02 ^{ab}
	25	0,0210 ± 0,0020 ⁱ	0,0662 ± 0,0183 ^{abc}	17,32 ± 1,11 ^a
190	5	0,1060 ± 0,0073 ^f	0,1946 ± 0,2055 ^{abc}	0,04 ± 0,11 ^e
	10	0,0231 ± 0,0005 ^{hi}	0,0800 ± 0,0191 ^{abc}	5,00 ± 0,36 ^c
	15	0,0217 ± 0,0013 ⁱ	0,0385 ± 0,0021 ^c	16,79 ± 1,37 ^a
	20	0,0228 ± 0,0017 ⁱ	0,0787 ± 0,0205 ^{abc}	16,60 ± 1,55 ^a
	25	0,0216 ± 0,0009 ⁱ	0,0426 ± 0,0101 ^{bc}	17,35 ± 2,30 ^a
İşlem Görmemiş		0,3311 ± 0,0128	0,5762 ± 0,0802	-

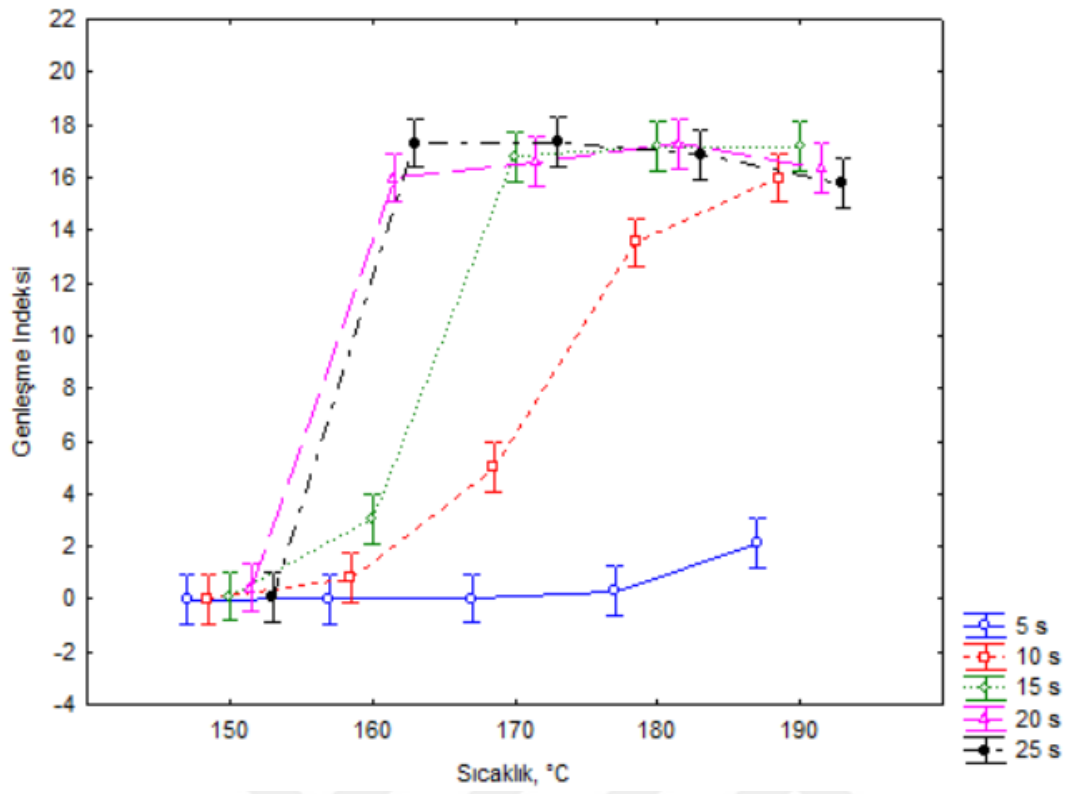
*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar p<0,05 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.



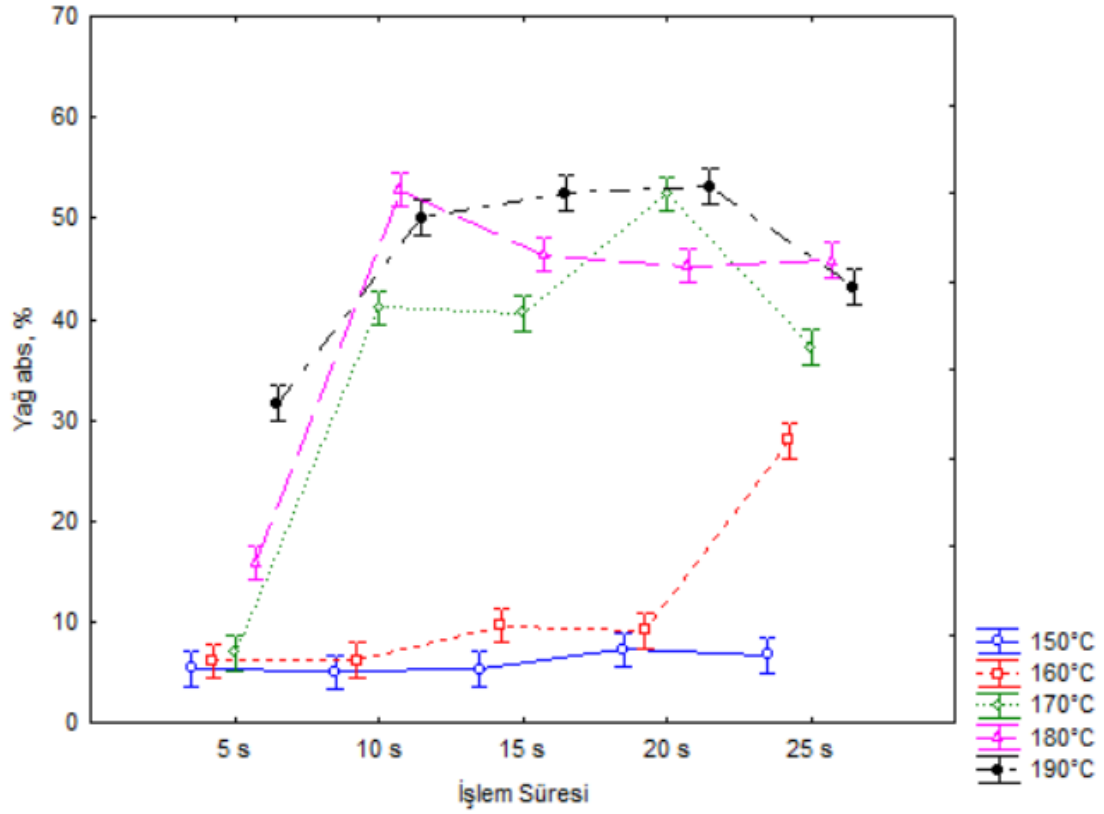
Şekil 30: DYKG işleminde sıcaklık ve sürenin yığın yoğunluk değeri üzerindeki etkisi.



Şekil 31: DYKG işleminde sıcaklık ve sürenin gerçek yoğunluk değeri üzerine etkisi.



Şekil 32: DYKG işleminde sıcaklık ve sürenin genleşme indeksi değeri üzerine etkisi.

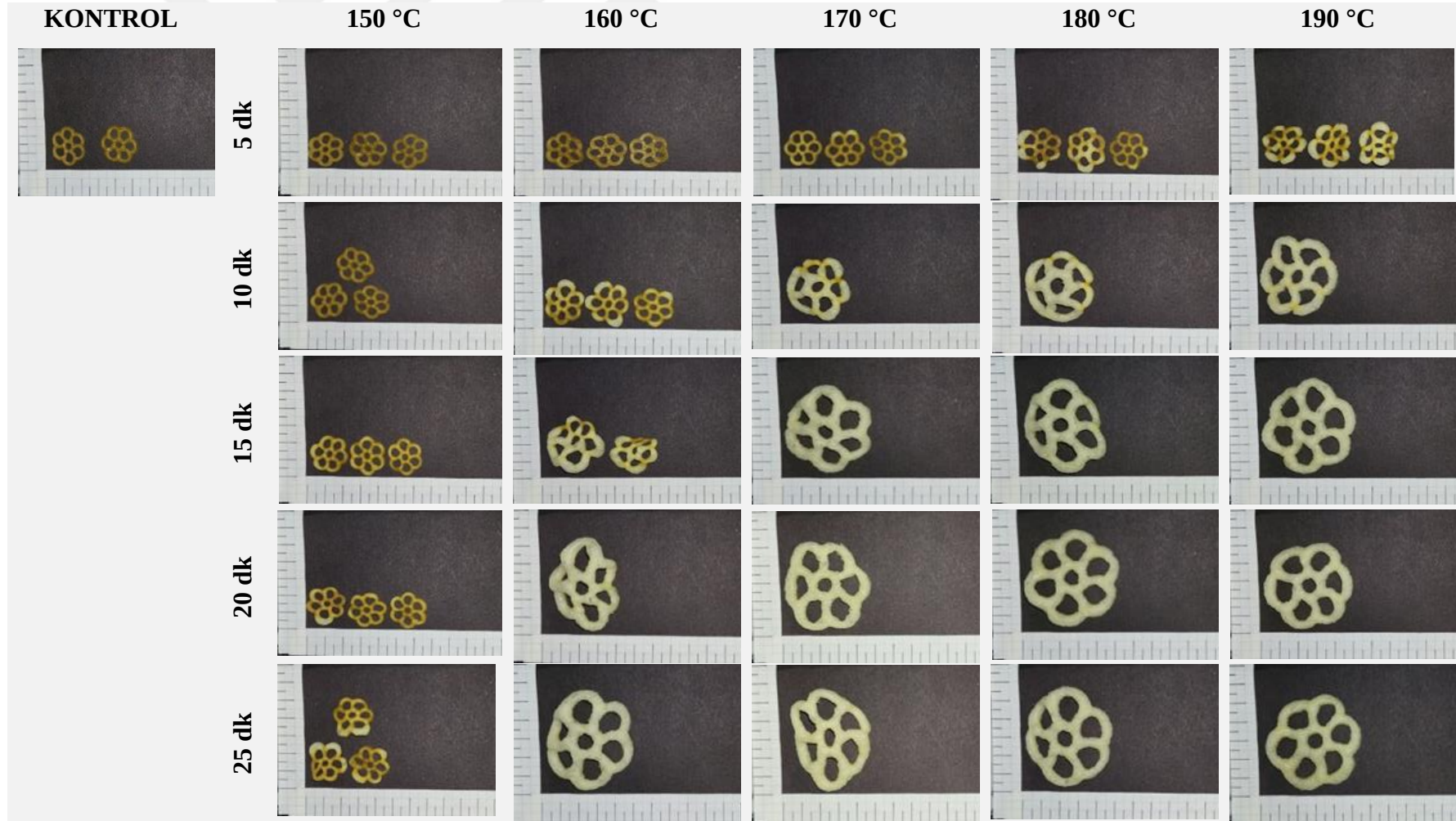


Şekil 33: DYKG işleminde sıcaklık ve sürenin yağ absorpsiyon miktarı üzerine etkisi.

Kızartma esnasında yağdaki sıcaklığın yükselmesiyle su buharlaşır ve oluşan gözeneklerin yağ ile dolmasıyla ısı-kütle transferi gerçekleşir. Bu ısı-kütle transferi sonucunda Şekil 33'te görüldüğü gibi sıcaklık ve süre arttıkça yağ absorpsiyonu da artmaktadır. Ayrıca yüksek sıcaklık ve düşük sürede daha az yağ absorpsiyonu gerçekleşmektedir (Devseren ve diğerleri, 2016).

Yarı mamul çerezlerin yağ absorpsiyonu değerleri incelendiğinde 150 °C'de düşük sıcaklıktan dolayı düşük düzeylerde (%0 – 10) gerçekleşmiş 160 °C – 25 s'de ve 170, 180 °C – 10 s'den sonra artarak devam etmiştir (Şekil 33).

DYKG ile farklı sıcaklık ve sürede genişletirilen çerezlere ait görseller Şekil 34'te verilmiştir.



Şekil 34: DYKG işleminde sıcaklık ve süreye bağlı olarak elde edilen ürünler

4.6 Duyusal Değerlendirme

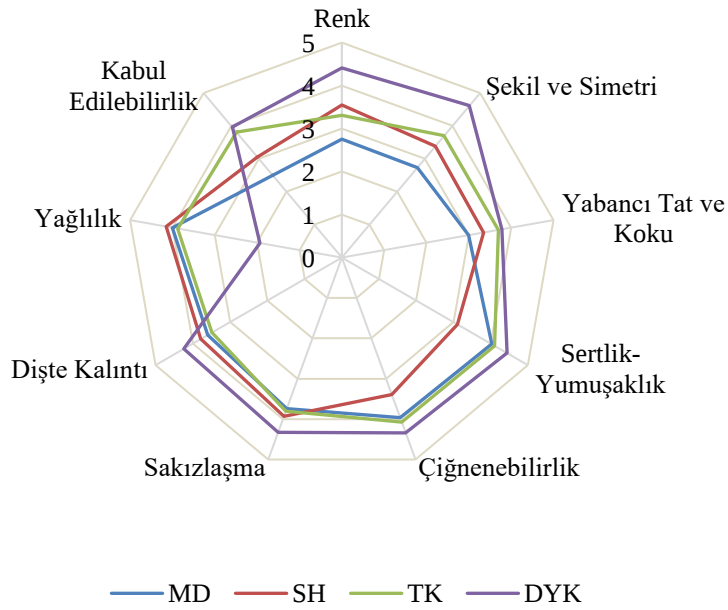
Çalışmada duyusal değerlendirmede kullanılacak yarı mamul çerezlerin üretilmesinde genleştirme işlemleri için tercih edilen yöntemlerden elde edilen bulgulara göre her bir işlem için en yüksek genleşme hacmi ve sertlik değerlerini verebileceği düşünülen üretim parametreleri; MDG işlemi için 700 W- 5 dk, SHG işlemi 190 °C – 5 dk, TKG işlemi için sabit sıcaklıkta (200 °C) – 60 s ve DYKG işlemi için 160 °C – 25 s olarak seçilmiş ve üretimler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada genleştirme işlemlerinin duyusal değerlendirmedeki etkisini belirleyebilmek için renk, şekil ve simetri, yabancı tat ve koku, sertlik-yumuşaklık, çiğnenebilirlik, sakızlaşma, dişte kalıntı, yağlılık ve kabul edilebilirlik kriterleri tercih edilmiş ve 1-5 skalalı hedonik değerlendirme gerçekleştirilmiştir. 11 panelist tarafından değerlendirilen 3G yarı mamul çerezlerden elde edilen duyusal değerlendirme bulgularına ait puan ortalamaları Çizelge 18’de ve bu bulgulardan elde edilen örümcek ağı grafiği Şekil 35’te verilmiştir. Radar grafik incelendiğinde genleştirme işlemleri arasında özellikle renk, şekil ve simetri, yağlılık ve kabul edilebilirlik kriterleri açısından önemli farklılıklar bulunduğu gözlenmektedir. Özellikle DYKG işlemiyle üretilen yarı mamul çerez örneklerinin yağ absorpsiyon değerlerinin yüksek olması duyusal değerlendirmede belirleyici olmuştur. Renk açısından ele alındığında en yüksek puan DYKG, en düşük puan ise MD ile genleştirme sonucunda elde edilmiştir. SHG ve TKG işlemlerinin duyusal renk puanının birbirine oldukça yakın puanlar olduğu gözlenmiştir. Gerçekleştirilen değerlendirmeler sonucunda panelistler tarafından SHG işlemiyle elde edilen ürünlerin diğerlerinden daha sert ve çiğnenebilirliği daha kötü olduğu, dişte kalıntının ise en fazla TKG işlemiyle elde edilen ürünlerde olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda panelistlerin en yüksekten en düşüğe doğru yarı mamul çerezlerin beğenilirlik sıralaması DYKG, TKG, SHG ve MDG şeklinde gerçekleşmiştir. Panelistlerin tek tek verdikleri kabul edilebilirlik puanları üzerinden “genel kabul edilebilirlik” puanları hesaplanmış ve elde edilen ortalamalara göre; 3’e eşit veya daha yüksek puanlama yapanlar “kabul”, 2’ye eşit 1’den yüksek puan olanlar “kararsız” ve 1’e eşit 1’den düşük puan olanlar “kabul edilemez” olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda en yüksek “genel kabul edilebilirlik” %100 tercihle TKG işlemiyle üretilen yarı mamül çerezler seçilmiş olup MDG işlemiyle üretilen yarı mamül çerezlerde %36,36 kabul, %54,55 kararsız ve %9,09 kabul edilemez olarak

değerlendirilmiştir. SHG ve TKG işlemleriyle üretilen yarı mamul çerezlerin ise panelistler tarafından % 90,91 düzeyinde kabul edilebilir ve % 9,09 düzeyinde kabul edilemez olarak değerlendirildiği belirlenmiştir (Çizelge 19).

Çizelge 18: Duyusal değerlendirmede panelistler tarafından verilen puan ortalamaları (n:11).

Duyusal Özellikler	Genleştirme İşlemi			
	MDG	SHG	TKG	DYKG
Renk	2,75 ± 0,73 ^{b*}	3,55 ± 1,24 ^{ab}	3,31 ± 1,09 ^b	4,41 ± 0,45 ^a
Şekil ve simetri	2,73 ± 1,22 ^b	3,38 ± 1,29 ^b	3,70 ± 0,76 ^{ab}	4,61 ± 0,46 ^a
Yabancı tat ve koku	3,00 ± 1,28	3,35 ± 1,05	3,70 ± 1,00	3,78 ± 0,84
Sertlik-Yumuşaklık	4,03 ± 0,99 ^{ab}	3,11 ± 1,47 ^b	4,10 ± 0,70 ^{ab}	4,44 ± 0,54 ^a
Çiğnenebilirlik	3,96 ± 0,79 ^{ab}	3,39 ± 1,15 ^b	4,07 ± 0,59 ^{ab}	4,34 ± 0,64 ^a
Sakızlaşma	3,74 ± 0,98	3,93 ± 0,84	3,81 ± 1,08	4,33 ± 0,78
Dişte kalıntı	3,60 ± 1,22	3,79 ± 1,04	3,49 ± 1,36	4,24 ± 0,77
Yağlılık	4,00 ± 0,7 ^a	4,15 ± 0,42 ^a	3,88 ± 0,78 ^a	1,94 ± 0,63 ^b
Kabul edilebilirlik	2,50 ± 0,89 ^c	3,05 ± 0,90 ^{bc}	3,81 ± 0,63 ^{ab}	3,96 ± 0,67 ^a

*Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar p<0,05 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.



Şekil 35: Duyusal değerlendirme radar grafik görüntüsü.

Çizelge 19: Duyusal değerlendirme kabul edilebilirlik sonuçları

	Kabul	Kararsız	Kabul edilemez	Kabul, %	Kararsız, %	Kabul edilemez, %
MDG	4	6	1	36,36	54,55	9,09
SHG	10	0	1	90,91	0,00	9,09
TKG	11	0	0	100	0,00	0,00
DYKG	10	0	1	90,91	0,00	9,09

5. SONUÇLAR

Yarı mamul (üçüncü nesil, 3G) çerezler, piyasadan satın alındıktan sonra tüketicinin evde kolay bir şekilde geniştirerek, baharatlı veya baharatsız olarak severek tüketilen bir üründür. Bu tez çalışmasında öncelikle yarı mamul çerezlerin genişirme teknikleri olarak mikrodalga, airfryer, tuzda kavurma ve fritözde kızartma işlemleri seçilmiş ve her bir işlem için üretim parametreleri belirlenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında her bir genişirme işlemi için belirlenen deneme desenine uygun olarak üretimler gerçekleştirilmiştir. Üretilen ürünlerin fiziksel ve teknolojik analizleri yapılarak hedef özellik olan en yüksek genişme hacmi ve en düşük sertlik değeri esas alınarak genişirme tekniklerinden en uygun üretim parametreleri belirlenerek çalışmanın ikinci aşamasındaki duyuşal değeriendirme analizleri yapılarak panelist tercihleri belirlenmiştir.

Analiz sonuçlarına bakıldığında en yüksek çap ve kalınlık değeri DYKG işlemi ile üretilen ürünlerde ve en düşük çap ve kalınlık değeri ise SHG işlemi ile üretilen ürünlerde gözlenmiştir. Farklı üretim teknikleri ile geniştirilmiş yarı mamul çerezlerde işlem gücü, sıcaklık ve süre düzeyleri arttıkça ürünlerde nem kaybının artışıyla birlikte genelde tane ağırlığının düştüğü görülmüştür. Üründe nem kaybı ve ısı işlem nedeniyle gözenekli bir yapı oluşmuş, ürünlerde genişme/hacim artışı meydana gelmiş ve ürünlerin sertlik değeriinde düşme gözlenmiştir. En düşük sertlik (0,49 – 1,08 kg) ile TKG işlemiyle üretilen yarı mamul çerezlerde gözlenirken en yüksek sertlik ise (0,68 – 1,12 kg) ile SHG işlemiyle üretilen ürünlerde tespit edilmiştir. Ürünlerin rengine, genişme optimum düzeydeyken parlaklık ve sarı rengi artış göstermiş ancak işlem gücü, sıcaklık ve süre arttıkça esmerleşme gerçekleşerek yüzeyde yanmayla birlikte parlaklığının azalarak kahverengileşme (kırmızı ve yeşil renk değeriinde artış) görülmüştür. İşleme tekniklerinde en düşük ΔE (renk değışikliğı) değeri 4,8 – 14,42 aralında MDG işlemiyle üretilen ürünlerde gözlenirken en yüksek ΔE değeri 2,10 – 28,12 aralığında DYKG işlemiyle üretilen yarı mamul çerezlerde tespit edilmiştir.

İşlenmiş ürünlerde en yüksek genleşme indeksi DYKG işlemiyle üretilen yarı mamul çerezlerde (0,03 – 17,35) en düşük genleşme değeri ise SHG işlemiyle üretilen yarı mamul çerezlerde (2,73 – 3,96) belirlenmiştir. Gandhi (2016)'ye göre en yüksek genleşme değerine ulaşmak için, peletler bütün olarak aynı düzeyde nemli olmalıdır. SHG işleminde sıcaklığın ürünün yüzeyine temas etmesi ve iç kısımlara (merkezde) yeteri kadar nüfuz edememesinden dolayı genleşmenin yeteri kadar olmadığı tahmin edilmektedir. İşleme tekniklerinden DYKG işleminde, üründe işlem sırasında nem kaybıyla oluşan gözeneklere yağ dolmasıyla yağ absorpsiyonu gerçekleşmektedir. DYKG işleminde artan sıcaklık ve süreyle yağ absorpsiyonunda da artış gözlenmiştir.

Duyusal değerlendirme çalışması için, farklı işleme teknikleriyle üretilen yarı mamul çerezlerin fiziksel ve teknolojik analiz sonuçlarından elde edilen bulgulara göre her bir işlem için en yüksek genleşme hacmi ve sertlik değerlerini verebileceği düşünülen üretim parametreleri; MDG işlemi için 700 W- 5 dk, SHG işlemi 190 °C – 5 dk, TKG işlemi için sabit sıcaklıkta (200 °C) – 60 s ve DYKG işlemi için 160 °C – 25 s olarak seçilmiş ve üretimler gerçekleştirilmiştir. Panelistlerin duysal değerlendirme sonuçlarına göre işlem teknikleri arasında diğerlerinden daha az beğenilen ürünler MDG işleme tekniğiyle üretilen ürünler olmuştur. SHG işlemiyle üretilen ürünlerde genleşmenin yeteri kadar olmamasına rağmen tekstür ve lezzet olarak panelistler tarafından beğenildiği/tercih edildiği görülmektedir.

Yapılan literatür araştırmasında yarı mamul çerez gıdaların çok uzun yıllardan beri biliniyor olmasına rağmen bilimsel literatürde çok fazla araştırmaya konu olmadığı bilinmektedir. Bu çalışmada; piyasadan temin edilen yarı mamul çerez gıdalar fiziksel ve teknolojik olarak değerlendirilmiştir. Özellikle son yıllarda başta Suriye'den olmak üzere komşu ülkelerden ülkemize olan insani göçler nedeniyle tüketim alışkanlıkları arasına girdiğini düşündüğümüz ve her geçen gün özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde hem üretimi hem de tüketimi artış gösteren bu çerez grubu ile ilgili olarak, tüketime hazırlama-pişirme tekniğinin son ürünün fiziksel ve teknolojik kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi ve bulgularının literatüre kazandırılması açısından ilk olması nedeniyle önem arz etmektedir. Bu çalışma; tüketicilere bilimsel değerlendirme sonuçlarına bakarak hangi genleştirme tekniğini kullanabileceğini ve bu teknikte hangi işlem koşullarında (parametrede) genleştirme

yapılırsa daha iyi duyuşal özelliklere sahip bir ürün üretebilme koşullarını seçme imkanı sunmaktadır.





KAYNAKLAR

- AACC, (1995) American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC, 9th ed. Method 30-10, The Association: St. Paul, MN.
- Acurio, L.; Moreau, F.; García-Segovia, P.; Martínez-Monzó, J.; Igual, M. (2022). Microwaving expansion kinetics of corn third-generation extruded pellets under different moisture content, in Proceedings of the 3rd International Electronic Conference on Foods: Food, Microbiome, and Health - A Celebration of the 10th Anniversary of Foods' Impact on Our Wellbeing, MDPI: Basel, Switzerland, doi:10.3390/Foods2022-12952.
- Aguilar-Palazuelos, E., Zazueta-Morales, J. de J., Martínez-Bustos, F. (2006). Preparation of high-quality protein-based extruded pellets expanded by microwave oven. *Cereal Chem.* 83(4), 363–369.
- Anchondo-Trejo, C., Loya-Carrasco, J. A., Galicia-García, T., Estrada-Moreno, I., Mendoza-Duarte, M., Castellanos-Gallo, L., ... & Soto-Figueroa, C. (2020). Development of a third generation snack of rice starch enriched with Nopal flour (*Opuntia ficus indica*). *Molecules*, 26(1), 54.
- Avalos-Esparza LM., Gaytan-Martinez M., Morales-Sanchez E., Reyes-Vega ML. (2020). (Efecto De Extrusión Sobre Las Propiedades Fisicoquímicas En Botanas De Tercera Generación Enriquecidas Con Proteína Vegetal) Effect of Chickpea in the Physicochemical And Sensorial Properties of Third Generation Extruded Snacks. *International Journal of Food Sciences and Research Research Article*. 78-87. (İspanyolca)
- Boischot, C., Moraru, C. I., Kokini, J. L. (2003). Factors that influence the microwave expansion of glassy amylopectin extrudates. *Cereal Chem.* 80(1), 56–61. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2003.80.1.56>.
- Şekil iletişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/228752196_Factors_That_Influence_the_Microwave_Expansion_of_Glassy_Amylopectin_Extrudates (11 Temmuz, 2024).
- Coşkun, Y., Ercan, R., Karababa, E. ve Nazlıcan, A. N., (2002). Physical and Chemical Properties of Chufa (*Cyperus esculentus* L) Tubers Grown in The Çukurova Region of Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(6), 625- 631.
- Coşkun, Y., & Karababa, E. (2004). Leblebi: a roasted chickpea product as a traditional Turkish snack food. *Food Reviews International*, 20(3), 257-274.
- Delgado-Nieblas, C. I., Zazueta-Morales, J. J., Aguilar-Palazuelos, E., Jacobo-Valenzuela, N., Aguirre-Tostado, F. S., Carrillo-López, A., ... & Telis-Romero, J. (2018). Physical, microstructural and sensory characteristics of extruded and microwave-expanded snacks added with dehydrated squash. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 17(3), 805-821.
- Delgado-Nieblas, C. I., Zazueta-Morales, J. J., Aréchiga-Carbajal, J., López-Valdez, C., Camacho-Hernández, I. L., Caro-Corrales, J. J., and Quintero-Ramos, A. (2007). Utilización de la metodología de superficie de respuesta para la

- optimización del proceso de obtención de harinas precocidas de calabaza (*Cucurbita moschata* Duchense) cv. Cehualca. VI congreso del noroeste. II, nacional en ciencias alimentarias y biotecnología. Universidad de Sonora, Hermosillo, Son., Mexico.
- Delgado-Nieblas, C., Aguilar-Palazuelos, E., Gallegos-Infante, A., Rocha-Guzmán, N., Zazueta-Morales, J., & Caro-Corrales, J. (2012). Characterization and optimization of extrusion cooking for the manufacture of third-generation snacks with winter squash (*Cucurbita moschata* D.) flour. *Cereal Chemistry*, 89(1), 65–72.
- Devseren, E., Tomruk, D., Koç, M., & Kaymak-Ertekin, F. (2016). Vakum altında kızartma işleminin gıda ve kızartma yağı kalitesi üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 14(1), 43-53.
- Gandhi, N., Kaur, K., Kaur, A., Singh, B., & Singh, P. (2016). Technological innovations in third generation snack foods. *Progress. Res. Int. J*, 11, 4948-4959.
- Gimeno, E., Moraru, C. I., & Kokini, J. L. (2004). Effect of xanthan gum and CMC on the structure and texture of corn flour pellets expanded by microwave heating. *Cereal Chemistry*, 81(1), 100–107.
- Gümüştay, Ö. A., Şeker, M., & Sadıkoğlu, H. (2019). Response surface methodology for evaluation of the effects of screw speed, feed moisture and xanthan gum level on functional and physical properties of corn half products. *LWT*, 111, 622-631.
- Harper, J. M. (1994). In N. Frame (Ed.). *The technology of extrusion cooking*. London: Blackie Academic & Professional.
- Huber G (2001) *Snack Foods from Cooking Extruders* In: *Snack Foods Processing* edited by Lusas EW and Rooney LW, CRC Press LLC.
- ISO. (2014). *ISO 8586: Sensory analysis—General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Kantrong, H., Klongdee, S., Jantapirak, S., Limsangouan, N., & Pengpinit, W. (2022). Effects of extrusion temperature and puffing technique on physical and functional properties of purpled third-generation snack after heat treatment. *Journal of Food Science and Technology*, 59(6), 2209-2219.
- Kraus, S., Solyom, K., Schuchmann, H. P., Gaukel, V. (2013). Drying Kinetics and Expansion of Non-predried Extruded Starch-Based Pellets during Microwave Vacuum Processing. *J. Food Process Eng.* 36(6), 763–773.
- Maisont, S., Narkruga, W. (2010). Effects of Salt, Moisture Content and Microwave Power on Puffing Qualities of Puffed Rice. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 44, 251–261.
- Martinez-Flores, H.E., Soto, E.B., Garnica-Romo, M.G., Saldana, A.L., Penagos, C.J.C., (2005). Chemical and Functional Properties of Flaxseed Protein Concentrate Obtained Using Surface Response Methodology, *Agri. Food Chem*, 50, 6515-6520.
- Masatcioğlu, M. T. (2013). Ekstrüzyon Pişirmenin Maillard Reaksiyonu Üzerine Etkileri.17.
- Norton, A. D., Greenwood, R. W., Noble, I., Cox, P. W. (2011). Hot air expansion of potato starch pellets with different water contents and salt concentrations. *J. Food Eng.* 105, 119–127.

- Panak Balentić, J. E. L. E. N. A., Babić, J., Jozinović, A., Ačkar, Đ., Miličević, B., Muhamedbegović, B., & Šubarić, D. (2018). Production of third-generation snacks. *Croatian journal of food science and technology*, 10(1), 98-105.
- Riaz MN (2006). Extruded Snacks In: *Handbook of Food Science, Technology and Engineering* edited by Hui YH, CRC Press, LLC.
- Rincon, L., Botelho, R. B. A., & de Alencar, E. R. (2020). Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut. *LWT*, 128, 109479.
- Ruiz-Armenta, X. A., Zazueta-Morales, J. D. J., Aguilar-Palazuelos, E., Delgado-Nieblas, C. I., López-Díaz, A., Camacho-Hernández, I. L., & Martínez-Bustos, F. (2018). Effect of extrusion on the carotenoid content, physical and sensory properties of snacks added with bagasse of naranjita fruit: optimization process. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), 172-180.
- StatSoft, Inc. (2007). *STATISTICA* (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.
- Suknark, K., Phillip, R. D., & Huang, Y. W. (1999). Tapioca-fish and tapioca-peanut snacks by twin-screw extrusion and deep-fat frying. *Journal of Food Science*, 64(2), 303–308.
- Şeker, M., Sadikoğlu, H., & Hanna, M. A. (2004). Properties of cross-linked starch produced in a single screw extruder with and without a mixing element. *Journal of Food Process Engineering*, 27(1), 47–63.
- Tovar-Jimenez, X., Aguilar-Palazuelos, E., Gómez-Aldapa, C. A., & Caro-Corrales, J. J. (2016). Microstructure of a third generation snack manufactured by extrusion from potato starch and orange vesicle flour. *J. Food Process. Technol*, 7, 1-6.
- Vujković, I., Galić, K., Vereš, M. (2007). *Ambalaža za pakiranje namirnica*. Zagreb, Croatia: Tectus, pp.427-433.(Hrvatça)



EKLER

EK 1 Duyusal Değerlendirme Formu ve Özellikler Puan Tablosu

EK 1.a Duyusal değerlendirme formu

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Sayın Panelist;

Aşağıda gönüllü olarak katılımınız beklenen duyusal analiz; “**Yarı mamul çerez gıdaların bazı fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma**” başlıklı KMÜ FBE Gıda Müh. ABD’nda danışmanlığında yürütülmekte olan yüksek lisans tezi kapsamında gerçekleştirilmektedir.

Değerlendirme yapmak üzere size sunulan her bir örnek 3’lü kodlama ile kodlanmıştır. Öncelikle örneğin üçlü kodunu değerlendirme formuna elle doğru olarak yazmanız büyük önem taşımaktadır. Size sunulan örneğin görünüş (renk, şekil ve simetri), yabancı tat ve koku, doku (sertlik-yumuşaklık), ağız hissi (çiğnenebilirlik, sakızlaşma, dişte kalıntı, yağlılık) ve kabul edilebilirlik kriterleri açısından 1-5 puanlı hedonik değerlendirme (1 çok kötü - 5 çok iyi) ile çizgi skala üzerinde (Ek-1’de verilen *Özellikler Puan Tablosuna* göre uygun gördüğünüz puana göre) 1 adet çarpı (X) ile işaretleyiniz. Çizgi skala üzerinde istediğiniz yere çarpı koyabilirsiniz.

Sunulan örnekleri yutmamanız, bir örnekten diğerine geçerken ağızınızı suyla mutlaka çalkalayıp tükürmeniz gerekmektedir. Örnek ile ilgili duyusal kriterde karar vermekte zorlanırsanız yeniden deneyebilirsiniz. Formda verilenlerin dışındaki düşünce, görüş ve önerilerinizi formun altındaki boşluğa yazabilirsiniz. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

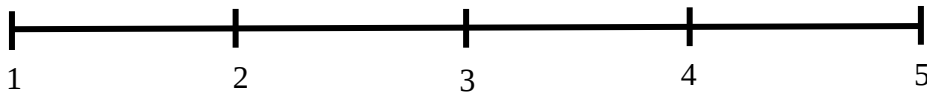
Prof. Dr. Yalçın COŞKUNER
Panel Yöneticisi

..... No’lu Örnek (*Örneğin üçlü kodunu buraya yazınız*)

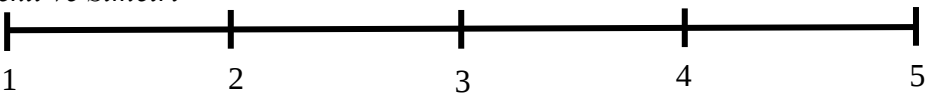
..../..../2024

1) GÖRÜNÜŞ

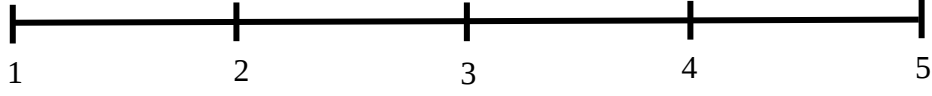
Renk



Şekil ve Simetri

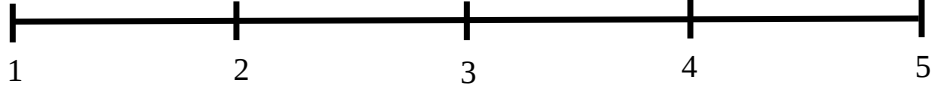


2) YABANCI TAT VE KOKU



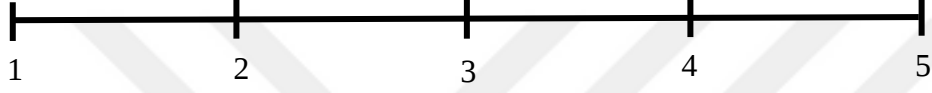
3) DOKU

Sertlik-Yumuşaklık



4) AĞIZ HİSSİ

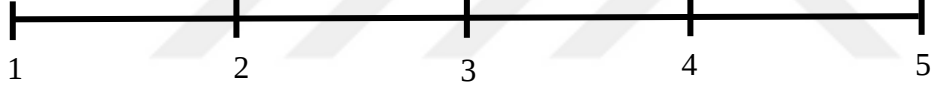
Çiğnenebilirlik



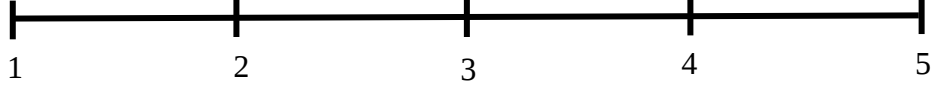
Sakızlaşma



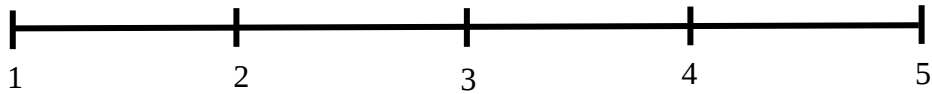
Dişte kalıntı



Yağlılık



5) KABUL EDİLEBİLİRLİK



Ürün Hakkında ilave etmek istediğini düşünce, görüş ve önerileriniz

.....
.....
.....
.....

EK 1.b Duyusal değerlendirme özellikler puan tablosu

	1 puan	2 puan	3 puan	4 puan	5 puan
	Çok kötü Hiç Beğenmedim	Kötü Beğenmedim	Ne iyi ne kötü Ne Beğendim Ne beğenmedim	İyi Beğendim	Çok iyi Çok Beğendim
Renk	Çok Koyu, çok açık, Yeterli ve yetersiz ısıll işleme bağlı renk kusurları çok fazla	Renk kusurları mevcut	Ne koyu ne açık, kabul edilebilir renk kusurları mevcut	İyi, renk olabildiğince homojen	Ürüne has renkte, ısıll işlem kusurları hiç yok, homojen renkte
Şekil ve simetri	Çok kötü, homojen değil, şekli ve simetrisi çok bozuk	Kötü, şekil ve simetri bozuk	Şekil ve simetri ne iyi ne kötü	Şekil ve simetri iyi	Şekil ve simetri çok iyi
Yabancı Tat ve koku	Aşırı derece hissedilir yabancı tat ve koku var, çok kötü	Hissedilir yabancı tat ve koku var, kötü	Yabancı tat ve koku ne var ne yok	Yabancı tat ve koku yok, İyi	Yabancı tat ve koku hiç yok, çok iyi
Sertlik Yumuşaklık	Çok Sert, Çok Yumuşak	Sert, Yumuşak	Ne sert Ne yumuşak	Gevrek, kolay çiğnenebilir	Ürün kendine has gevreklikte, çok iyi
Çiğnenebilirlik	Hiç yok, çok kötü	Yok, kötü	Ne iyi ne kötü	İyi	Çok iyi
Sakızlaşma	Çok var	Biraz var	Ne var ne yok	Yok	Hiç yok
Dişte kalıntı	Çok var	Biraz var	Ne var ne yok	Yok	Hiç yok
Yağlılık	Çok Yağlı	Yağlı	Ne var ne yok	Yok	Hiç yok
Kabul edilebilirlik	Hiç beğenmedim, kesinlikle kabul edilemez	Beğenmedim, kabul edilemez	Ne beğendim, ne beğenmedim	Beğendim, kabul edilebilir	Çok Beğendim, Kesinlikle kabul edilebilir

EK-2 Ham Verilere Ait İstatistiksel Değerlendirmeler

Ek 2.a Mikrodalga ile genleştirme işlemine ait istatistiksel değerlendirme

Özellikler	Etki	Kareler Toplamı (SS)	Serbestlik Derecesi (DF)	Kareler Ortalaması (MS)	F değeri	p değeri
Nem içeriği, %	Kesim	2928,692	1	2928,692	55551,44	0,000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	13,757	5	2,751	52,19	0,000*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,539	2	0,270	5,11	0,011*
	MG*İS	0,954	10	0,095	1,81	0,094
	Hata	1,898	36	0,053		
Çap, mm	Kesim	332661,9	1	332661,9	81413,78	0,000000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	12056,2	5	2411,2	590,11	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	63,9	2	31,9	7,82	0,000489*
	MG*İS	407,1	10	40,7	9,96	0,000000*
	Hata	1250,3	306	4,1		
Kalınlık, mm	Kesim	4865,373	1	4865,373	26307,88	0,000000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	237,630	5	47,526	256,98	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	1,363	2	0,681	3,68	0,026241*
	MG*İS	8,924	10	0,892	4,83	0,000002*
	Hata	56,592	306	0,185		
Tek Tane ağırlığı, g	Kesim	98,398	1	98,398	85130	0,0000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	0,019	5	0,004	3	0,0076*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,004	2	0,002	2	0,1614
	MG*İS	0,018	10	0,002	2	0,1312
	Hata	0,395	342	0,001		
Su Aktivitesi	Kesim	9,516	1	9,516	609589,0	0,000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	0,019	5	0,004	239,5	0,000*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,000	2	0,000	9,1	0,0006*
	MG*İS	0,001	10	0,000	7,7	0,000002*
	Hata	0,001	36	0,000		
Bütün örnek L değeri	Kesim	136989,3	1	136989,3	24837,83	0,000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	2030,6	5	406,1	73,63	0,000*
	İşlem süresi (İS, dk)	15,2	2	7,6	1,37	0,266
	MG*İS	248,1	10	24,8	4,50	0,00038*
	Hata	198,6	36	5,5		
Bütün örnek a değeri	Kesim	678,55	1	678,55	390,95	0,000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	161,05	5	32,21	18,56	0,000*
	İşlem süresi (İS, dk)	8,00	2	4,00	2,30	0,114
	MG*İS	37,84	10	3,78	2,18	0,043*
	Hata	62,48	36	1,74		
Bütün örnek b değeri	Kesim	57523,43	1	57523,43	8043,306	0,000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	282,84	5	56,57	7,910	0,000*
	İşlem süresi (İS, dk)	30,37	2	15,19	2,123	0,1344
	MG*İS	161,28	10	16,13	2,255	0,036*
	Hata	257,46	36	7,15		
Sertlik, kg	Kesim	56,59	1	56,59	749,8	0,0000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	4,65	5	0,93	12,3	0,0000*
	İşlem süresi (İS, dk)	1,53	2	0,77	10,1	0,0003*
	MG*İS	1,51	10	0,15	2,0	0,0632
	Hata	2,72	36	0,08		
Yığın Yoğunluk g/ml	Kesim	0,76816	1	0,76816	6543,62	0,0000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	0,92557	5	0,18511	1576,91	0,0000*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,01736	2	0,00868	73,93	0,0000*
	MG*İS	0,05467	10	0,00547	46,57	0,0000*
	Hata	0,00845	72	0,00012		
Gerçek Yoğunluk g/ml	Kesim	2,8351	1	2,8351	172,39	0,0000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	2,7757	5	0,5551	33,76	0,0000*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,0373	2	0,0186	1,13	0,3278
	MG*İS	0,1752	10	0,0175	1,07	0,4000
	Hata	1,1841	72	0,0164		
Genleşme İndeksi	Kesim	3951,38	1	3951,38	11165,83	0,0000*
	Mikrodalga Gücü ((MG), watt)	1270,70	5	254,14	718,15	0,0000*
	İşlem süresi (İS, dk)	12,81	2	6,40	18,10	0,0000*
	MG*İS	33,04	10	3,30	9,34	0,0000*
	Hata	25,48	72	0,35		

*p<0.05 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Ek 2.b. Sıcak hava ile genişletme işlemine ait istatistiksel değerlendirme

Özellikler	Etki	Kareler Toplamı (SS)	Serbestlik Derecesi (DF)	Kareler Ortalaması (MS)	F değeri	p değeri
Nem içeriği, %	Kesim	2039,877	1	2039,877	23953,94	0,000000*
	Sıcaklık (S, °C)	1,536	2	0,768	9,02	0,001200*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,389	3	0,130	1,52	0,233654
	S*İS	0,556	6	0,093	1,09	0,397941
	Hata	2,044	24	0,085		
Su Aktivitesi	Kesim	7,273	1	7,273	383907	0,000*
	Sıcaklık (S, °C)	0,000	2	0,000	3	0,076
	İşlem süresi (İS, dk)	0,000	3	0,000	0	0,873
	S*İS	0,000	6	0,000	4	0,004*
	Hata	0,000	24	0,000		
Bütün örnek L değeri	Kesim	107277,0	1	107277,0	67166,48	0,000000*
	Sıcaklık (S, °C)	297,8	2	148,9	93,23	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	273,8	3	91,3	57,14	0,000000*
	S*İS	40,5	6	6,8	4,23	0,004844*
	Hata	38,3	24	1,6		
Bütün örnek a değeri	Kesim	1803,98	1	1803,98	6639,55	0,00000*
	Sıcaklık (S, °C)	29,58	2	14,79	54,43	0,00000*
	İşlem süresi (İS, dk)	47,33	3	15,78	58,06	0,00000*
	S*İS	5,86	6	0,98	3,60	0,01099*
	Hata	6,52	24	0,27		
Bütün örnek b değeri	Kesim	30006,90	1	30006,90	18181,68	0,000000*
	Sıcaklık (S, °C)	71,37	2	35,68	21,62	0,000004*
	İşlem süresi (İS, dk)	13,08	3	4,36	2,64	0,072373
	S*İS	23,42	6	3,90	2,36	0,061597
	Hata	39,61	24	1,65		
Renk Farklılığı	Kesim	6451,883	1	6451,883	4577,869	0,000000*
	Sıcaklık, °C	93,800	2	46,900	33,278	0,000000*
	Süre, dk	90,703	3	30,234	21,452	0,000001*
	Sıcaklık, °C*Süre, dk	25,300	6	4,217	2,992	0,025094*
	Hata	33,825	24	1,409		
Sertlik (kg)	Kesim	27,365	1	27,365	1420,8	0,0000*
	Sıcaklık (S, °C)	0,099	2	0,050	2,6	0,0964
	İşlem süresi (İS, dk)	0,149	3	0,050	2,6	0,0774
	S*İS	0,233	6	0,039	2,0	0,1034
	Hata	0,462	24	0,019		
Çap, mm	Kesim	201151,4	1	201151,4	33517,14	0,000000*
	Sıcaklık (S, °C)	43,5	2	21,8	3,62	0,028384*
	İşlem süresi (İS, dk)	257,3	3	85,8	14,29	0,000000*
	S*İS	147,3	6	24,6	4,09	0,000671*
	Hata	1224,3	204	6,0		
Kalınlık, mm	Kesim	4770,782	1	4770,782	23621,08	0,00000*
	Sıcaklık (S, °C)	0,582	2	0,291	1,44	0,23919
	İşlem süresi (İS, dk)	3,821	3	1,274	6,31	0,00041*
	S*İS	2,710	6	0,452	2,24	0,04113*
	Hata	41,202	204	0,202		
Yığın Yoğunluk, g/ml	Kesim	0,3140	1	0,3140	12058,26	0,0000*
	Sıcaklık (S, °C)	0,0012	2	0,0006	23,52	0,0000*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,0003	3	0,0001	3,66	0,0186*
	S*İS	0,0007	6	0,0001	4,64	0,0009*
	Hata	0,0012	48	0,0000		
Gerçek Yoğunluk, g/ml	Kesim	3,003	1	3,003	39,25	0,000*
	Sıcaklık (S, °C)	1,760	2	0,880	11,50	0,000*
	İşlem süresi (İS, dk)	1,252	3	0,417	5,45	0,003*
	S*İS	2,102	6	0,350	4,58	0,001*
	Hata	3,673	48	0,077		
Genleşme İndeksi	Kesim	698,139	1	698,139	4860,42	0,000000*
	Sıcaklık (S, °C)	2,627	2	1,314	9,15	0,000431*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,644	3	0,215	1,49	0,228092
	S*İS	2,961	6	0,494	3,44	0,006657*
	Hata	6,895	48	0,144		

*p<0.05 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Ek 2.c. Tuzda kavurma ile genleştirme işlemine ait istatistiksel değerlendirme
Tek yönlü ANOVA (One-way ANOVA) uygulanmıştır.

Özellikler	Etki	Kareler Toplamı (SS)	Serbestlik Derecesi (DF)	Kareler Ortalaması (MS)	F değeri	p değeri
Nem içeriği, %	Kesim	923,87	1	923,87	10719,37	0,000000*
	İşlem süresi (İS, s)	2,29	4	0,573	6,64	0,007083*
	Hata	0,862	10	0,086		
Su Aktivitesi	Kesim	3,1483	1	3,1483	138487,9	0,000000*
	İşlem süresi (İS, s)	0,0007	4	0,0002	7,8	0,004009*
	Hata	0,0002	10	0,0000		
Bütün örnek L değeri	Kesim	54967,90	1	54967,90	11546,05	0,000000*
	İşlem süresi (İS, s)	537,58	4	134,40	28,23	0,00002*
	Hata	47,61	10	4,76		
Bütün örnek a değeri	Kesim	370,32	1	370,32	252,53	0,000000*
	İşlem süresi (İS, s)	125,81	4	31,452	21,45	0,00007*
	Hata	14,66	10	1,47		
Bütün örnek b değeri	Kesim	12203,14	1	12203,14	4137,92	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	88,95	4	22,24	7,54	0,004551*
	Hata	29,49	10	2,95		
Renk Farklılığı	Kesim	5511,091	1	5511,091	2114,085	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	251,597	4	62,899	24,128	0,000040*
	Hata	26,068	10	2,607		
Sertlik (kg)	Kesim	7,1051	1	7,1051	160,61	0,0000*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,6665	4	0,1666	3,77	0,0405*
	Hata	0,4424	10	0,0442		
Genleşme İndeksi	Kesim	1704,204	1	1704,204	3438,008	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	133,243	4	33,311	67,200	0,000000*
	Hata	9,914	20	0,496		
Çap, mm	Kesim	109746,6	1	109746,6	14209,45	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	873,7	4	218,4	28,28	0,000000*
	Hata	656,5	85	7,7		
Kalınlık, mm	Kesim	2008,456	1	2008,456	4829,561	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	9,488	4	2,372	5,704	0,000408*
	Hata	35,349	85	0,416		
Yığın Yoğunluk, g/ml	Kesim	0,0409	1	0,0409	4011,80	0,0000*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,0061	4	0,0015	150,18	0,0000*
	Hata	0,0002	20	0,0000		
Gerçek Yoğunluk, g/ml	Kesim	0,1372	1	0,1372	202,75	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,0256	4	0,0064	9,45	0,000186*
	Hata	0,0135	20	0,0007		
Tek Tane Ağırlığı (g)	Kesim	28,54113	1	28,54113	26404,66	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,00235	4	0,00059	0,54	0,704516
	Hata	0,10269	95	0,00108		

*p<0.05 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Ek 2.d Derin yağda kızartma ile genleştirme işlemine ait istatistiksel değerlendirme

Özellikler	Etki	Kareler Toplamı (SS)	Serbestlik Derecesi (DF)	Kareler Ortalaması (MS)	F değeri	p değeri
Nem içeriği, %	Kesim	1928,172	1	1928,172	15160,93	0,000000*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	5,591	4	1,398	10,99	0,000002*
	İşlem süresi (İS, dk)	16,184	4	4,046	31,81	0,000000*
	KS*İS	39,551	16	2,472	19,44	0,000000*
	Hata	6,359	50	0,127		
Çap, mm	Kesim	542118,5	1	542118,5	44455,17	0,00*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	24281,0	4	6070,2	497,78	0,00*
	İşlem süresi (İS, dk)	12437,0	4	3109,3	254,97	0,00*
	KS*İS	7165,4	16	447,8	36,72	0,00*
	Hata	5182,8	425	12,2		
Kalınlık, mm	Kesim	6096,88	1	6096,88	36454,13	0,00*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	307,14	4	76,78	459,11	0,00*
	İşlem süresi (İS, dk)	185,85	4	46,46	277,81	0,00*
	KS*İS	132,10	16	8,26	49,37	0,00*
	Hata	71,08	425	0,17		
Su Aktivitesi	Kesim	15,441	1	15,441	369412,7	0,00*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	0,015	4	0,004	88,5	0,00*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,033	4	0,008	198,8	0,00*
	KS*İS	0,072	16	0,004	107,1	0,00*
	Hata	0,002	50	0,000		
Bütün örnek L değeri	Kesim	250263,7	1	250263,7	206285,3	0,00*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	6493,6	4	1623,4	1338,1	0,00*
	İşlem süresi (İS, dk)	720,7	4	180,2	148,5	0,00*
	KS*İS	735,5	16	46,0	37,9	0,00*
	Hata	60,7	50	1,2		
Bütün örnek a değeri	Kesim	431,33	1	431,33	1123,0	0,0000*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	843,05	4	210,76	548,7	0,0000*
	İşlem süresi (İS, dk)	70,54	4	17,64	45,9	0,0000*
	KS*İS	99,20	16	6,20	16,1	0,0000*
	Hata	19,20	50	0,38		
Bütün örnek b değeri	Kesim	86495,44	1	86495,44	34670,59	0,000000*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	940,35	4	235,09	94,23	0,000000*
	İşlem süresi (İS, dk)	104,06	4	26,02	10,43	0,000003*
	KS*İS	272,40	16	17,03	6,82	0,000000*
	Hata	124,74	50	2,49		
Renk Farklılığı	Kesim	20868,15	1	20868,15	13550,05	0,00*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	4554,39	4	1138,60	739,31	0,00*
	İşlem süresi (İS, dk)	437,31	4	109,33	70,99	0,00*
	KS*İS	541,58	16	33,85	21,98	0,00*
	Hata	77,00	50	1,54		
Sertlik, kg	Kesim	252,79	1	252,79	628,53	0,0000*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	108,69	4	27,17	67,56	0,0000*
	İşlem süresi (İS, dk)	25,81	4	6,45	16,04	0,0000*
	KS*İS	30,24	16	1,89	4,70	0,0000*
	Hata	20,11	50	0,40		
Yağ Absorpsiyonu, %	Kesim	59415,92	1	59415,92	26656,85	0,00*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	19676,01	4	4919,00	2206,90	0,00*
	İşlem süresi (İS, dk)	4258,30	4	1064,57	477,62	0,00*
	KS*İS	3748,13	16	234,26	105,10	0,00*
	Hata	111,45	50	2,23		
Yığın Yoğunluk g/ml	Kesim	1,4080	1	1,4080	8459,8	0,000*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	0,6890	4	0,1723	1034,9	0,000*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,4977	4	0,1244	747,6	0,000*
	KS*İS	0,1568	16	0,0098	58,9	0,000*
	Hata	0,0166	100	0,0002		
Gerçek Yoğunluk g/ml	Kesim	1,7097	1	1,7097	277,15	0,0000*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	0,1371	4	0,0343	5,56	0,0004*
	İşlem süresi (İS, dk)	0,2295	4	0,0574	9,30	0,0000*
	KS*İS	0,1907	16	0,0119	1,93	0,0256*
	Hata	0,6169	100	0,0062		
Genleşme İndeksi	Kesim	10232,68	1	10232,68	9240,877	0,00*
	Kızartma Sıcaklığı (KS), °C	3058,90	4	764,73	690,605	0,00*
	İşlem süresi (İS, dk)	2962,06	4	740,52	668,741	0,00*
	KS*İS	1665,73	16	104,11	94,018	0,00*
	Hata	110,73	100	1,11		

*p<0.05 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Ek 2.e Duyusal değerlendirme verilerine ait istatistiksel değerlendirme

Özellikler	Etki	Kareler Toplamı (SS)	Serbestlik Derecesi (DF)	Kareler Ortalaması (MS)	F değeri	p değeri
Renk	Kesim	540,7164	1	540,7164	623,9377	0,000000*
	Genleştirme Metodu	15,6915	3	5,2305	6,0355	0,001721*
	Hata	34,6648	40	0,8666		
Şekil Simetri	Kesim	572,1857	1	572,1857	579,2383	0,000000*
	Genleştirme Metodu	20,1760	3	6,7253	6,8082	0,000815*
	Hata	39,5130	40	0,9878		
Yabancı Tat Ve Koku	Kesim	525,8512	1	525,8512	473,1289	0,000000*
	Genleştirme Metodu	4,2962	3	1,4321	1,2885	0,291514
	Hata	44,4573	40	1,1114		
Sertlik Yumuşaklık	Kesim	676,1608	1	676,1608	689,6110	0,000000*
	Genleştirme Metodu	10,6940	3	3,5647	3,6356	0,020706*
	Hata	39,2198	40	0,9805		
Çiğnenebilirlik	Kesim	684,1026	1	684,1026	1013,740	0,000000*
	Genleştirme Metodu	5,2438	3	1,7479	2,590	0,066149
	Hata	26,9932	40	0,6748		
Sakızlaşma	Kesim	687,1421	1	687,1421	801,1198	0,000000*
	Genleştirme Metodu	2,2710	3	0,7570	0,8826	0,458310
	Hata	34,3091	40	0,8577		
Dişte Kalıntı	Kesim	629,446	1	629,4458	501,5579	0,000000*
	Genleştirme Metodu	3,632	3	1,2106	0,9646	0,418860
	Hata	50,199	40	1,2550		
Yağlılık	Kesim	536,2735	1	536,2735	1271,543	0,000000*
	Genleştirme Metodu	35,8404	3	11,9468	28,327	0,000000*
	Hata	16,8700	40	0,4218		
Kabul Edilebilirlik	Kesim	488,3113	1	488,3113	801,2901	0,000000*
	Genleştirme Metodu	15,4163	3	5,1388	8,4324	0,000184*
	Hata	24,3763	40	0,6094		

*p<0.05 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Meryem ÖZTÜRKÖĞLU

Öğrenim Durumu: Yüksek Lisans

Lise : 2012, Çumra Cumhuriyet Lisesi

Lisans : 2016, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : 2024, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yabancı Dil ve Düzeyi: İngilizce, A1 (Temel Seviye)

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

- Gıda Mühendisi: Torku Atıştırmalık Fabrikası/ Çumra-KONYA (Kasım 2022-devam ediyor)

Tezden Üretilmiş Proje ve Bütçesi: Yok

Yüksek Lisans Tezinden Üretilen Yayınlar, Sunumlar ve Patentler: Yok