



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI POLİMERİZASYON DERESESİNE SAHİP İNULİNİN KAPLAMALIK
ÇİKOLATADA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**



HAMZA GÖKTAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. OSMAN SAĞDIÇ**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI POLİMERİZASYON DERESESİNE SAHİP İNULİNİN KAPLAMALIK
ÇİKOLATADA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Hamza GÖKTAŞ tarafından hazırlanan tez çalışması 24.11.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Eş Danışman

Doç. Dr. Nevzat KONAR
Siirt Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Murat TAŞAN
Namık Kemal Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

TEŞEKKÜR

Gerek tez çalışmam süresince gerekse de öğrenciliğim sırasında bana her türlü desteği veren hiçbir bilgi ve birikimini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ'a (Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü);

Değerli fikir, destek ve önerilerini benimle paylaşan ve bana her türlü konu da yardımcı olan eş danışmanım Sayın Doç. Dr. Nevzat KONAR'a (Siirt Üniversitesi Gıda Mühendisliği);

Tüm çalışmam boyunca bana yol gösteren, her türlü konu da beni yönlendiren Sayın Arş. Gör. Ömer Said TOKER'e (Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü);

Tez çalışmamı yapabilmem için bana alt yapı imkanlarını sunan Elvan Gıda Ar-Ge Departmanı çalışanlarına ve özellikle Yusuf ÇUKUR Bey'e (Elvan Gıda A.Ş., İstanbul);

Her türlü koşulda beni destekleyen, maddi ve manevi imkanları benden esirgemeyen, sevgilerini hep hissettiğim çok kıymetli ve değerli aileme ve Büşra GÖKTAŞ'a en içten kalbi ve samimi duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Hamza GÖKTAŞ

Kasım, 2016

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	8
1.3 Hipotez.....	8
BÖLÜM 2	
TARİHÇE	
2.1 Kakao ve Çikolatanın Tarihçesine Kısa Bir Bakış.....	9
BÖLÜM 3	
ÇİKOLATA ÜRETİMİ VE YASAL DÜZENLEMELER	
3.1 Çikolata Üretimi.....	12
3.1.1 Karıştırma.....	13
3.1.2 İnceltme (İnceltme).....	13
3.1.3 Konçlama.....	14
3.1.4 Temperleme.....	15
3.2 Çikolatanın Besin Değeri ve Sağlık İçin Faydaları.....	19
3.2.1 Yağlar.....	19
3.2.2 Karbonhidrat.....	19
3.2.3 Protein.....	19
3.2.4 Vitaminler ve Mineraller.....	20
3.2.5 Flavonoller.....	20
3.2.6 Psikoaktif Bileşikler.....	21
3.3 Çikolata ve Çikolata Ürünlerinin Yasal Düzenlemesi.....	22
3.4 Kaplamalık Çikolata.....	23

3.5 Fonksiyonel Gıdalar.....	23
3.6 İnulin.....	24
BÖLÜM 4	
MATERYAL VE METOD	27
4.1 Materyaller.....	27
4.2 Metod.....	27
4.3 İnulin Kaplama Çikolata Üretimi.....	27
4.3.1 Temperleme ve Kalıplama.....	28
4.4 Renk Tayini.....	32
4.5 Tekstür Tayini.....	33
4.6 Su Aktivitesi Tayini.....	33
4.7 Erime Özelliklerinin Belirlenmesi (DSC).....	34
4.8 Duyusal Analiz.....	34
4.9 İstatistiksel Analiz.....	35
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
5.1 Su Aktivitesi.....	36
5.2 Erime Özellikleri.....	29
5.3 Renk Özellikleri.....	44
5.4 Tekstür Özellikleri.....	54
5.5 Duyusal Özellikler.....	58
5.6 Sonuç.....	68
KAYNAKLAR.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	74

SİMGE LİSTESİ

L^*	Parlaklık değeri
C^*	Kroma değeri
h°	Hue açısı değeri
S1	%6 Düşük molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örneği
S2	%9 Düşük molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örneği
S3	%12 Düşük molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örneği
S4	%6 Yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örneği
S5	%9 Yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örneği
S6	%12 Yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örneği
a_w	Su aktivitesi değeri
Δh	j/g

KISALTMA LİSTESİ

CNS	Central nervous system (Merkezi sinir sistemi)
CT	Conching time (Konçlama süresi)
DP	Degree of polymerization (Polimerizasyon değeri)
DSC	Differential scanning calorimeter (Diferansiyel tarama kalorimetresi)
GI	Glycemic index (Glisemik indeks)
ILSI	International life science institute (Uluslararası yaşam bilimleri enstitüsü)
PGPR	Polyglycerol polyricinalate
PSD	Particle size distribution (Partikül büyüklük dağılımı)
PSL	Prebiotic substance level (Prebiyotik madde içeriği)
SEM	Scanning electron microscope (Taramalı elektron mikroskopu)
SSA	Specific surface area (Özgül yüzey alanı)

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1	Frisse Konçunun İç Mekanığı.....	14
Şekil 3.2	Çikolatada Lipid Kristalleşmesi Sırasında Temperleme Dizilimi.....	17
Şekil 3.3	Temperleme Cihazı.....	17
Şekil 3.4	Çikolata Üretim Akış Şeması.....	18
Şekil 3.5	Hindiba İnulin Üretim Akış Şeması.....	26
Şekil 4.1	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Üretim Akış Şeması.....	29
Şekil 4.2	Bilyalı Karıştırıcı (Değirmen).....	31
Şekil 4.3	Renk Ölçüm Cihazı.....	32
Şekil 4.4	Tekstür Analiz Cihazı.....	33
Şekil 4.5	Su Aktivitesi Cihazı.....	33
Şekil 4.6	DSC (Diferansiyel Tarama Kalorimetresi) Cihazı.....	34
Şekil 5.1	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Su Aktivitesi Değerleri.....	38
Şekil 5.2	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin T_{ilk} Değerleri.....	41
Şekil 5.3	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin T_{pik} Değerleri.....	42
Şekil 5.4	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin T_{son} Değerleri.....	42
Şekil 5.5	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Δh Değerleri.....	43
Şekil 5.6	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin L^* Değerleri.....	49
Şekil 5.7	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin C^* Değerleri.....	49
Şekil 5.8	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin h° Değerleri.....	50
Şekil 5.9	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Sertlik Değerleri.....	57
Şekil 5.10	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Elastikiyet Değerleri.....	57
Şekil 5.11	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Yüzey Parlaklığı.....	63
Şekil 5.12	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Pürüzsüzlük Değerleri.....	63
Şekil 5.13	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Renk Değerleri.....	64
Şekil 5.14	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Tatlılık Değerleri.....	64
Şekil 5.15	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Asidik Tat Değerleri.....	65
Şekil 5.16	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Metalik Tat Değerleri.....	65
Şekil 5.17	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Koku Değerleri.....	66
Şekil 5.18	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Sertlik Değerleri.....	66
Şekil 5.19	Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Ağızda Kalan Son Tat Değerleri.....	67
Şekil 5.20	İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Genel Kabul Değerleri.....	67

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Kakao ve Çikolatanın Bazı Önemli Tarihleri..... 10
Çizelge 2.2	Dünya Kakao Üretimi 10
Çizelge 2.3	Dünya Çikolata Tüketimi.....11
Çizelge 4.1	Kaplama Çikolata Örneklerinin Üretim Formülasyonu.....30
Çizelge 5.1	İnulin İçeren Kaplama Çikolata Örneklerinin Su Aktivitesi Değerleri...37
Çizelge 5.2	İnulin İçeren Kaplama Çikolata Örneklerinin Erime Değerleri..... 39
Çizelge 5.3	İnulin İçeren Kaplama Çikolata Örneklerinin Renk Değerleri47
Çizelge 5.4	Kaplama Çikolata Örneklerinin 0. Hafta Görüntüleri.....51
Çizelge 5.5	Kaplama Çikolata Örneklerinin 12. Hafta Görüntüleri-1.....52
Çizelge 5.6	Kaplama Çikolata Örneklerinin 12. Hafta Görüntüleri-2.....53
Çizelge 5.7	İnulin İçeren Kaplama Çikolata Örneklerinin Tekstür Sonuçları..... 56
Çizelge 5.8	Genel Özelliklerde İstenen ve İstenmeyen Durumlar.....58
Çizelge 5.9	Panelistlerin Değerlendirilmesi İstenen Puanlama Dizilimi.....59
Çizelge 5.10	Kaplama Çikolata Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları.....61

FARKLI POLİMERİZASYON DERESESİNE SAHİP İNULİNİN KAPLAMALIK ÇİKOLATADA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Hamza GÖKTAŞ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Eş Danışman: Doç. Dr. Nevzat KONAR

Tüketici algı tutum ve beklentileri, şekerleme ürünlerinde biyoaktif bileşiklerce zenginleştirilmiş ürün geliştirme çalışmalarında başlıca motivasyon unsuru niteliğindedir. Ancak bu biyoaktif bileşiklerin özellikle bileşimin yanısıra fiziksel ve kimyasal özellikleri, üretiminde yer aldıkları ürünlerin başlıca kalite parametrelerini farklı yön ve şiddette etkileme potansiyeline sahiptirler. Bu biyoaktif bileşenlerden birisi olan ve model prebiyotik madde olarak tanımlanan inulin, çeşitli kakao ürünlerinde kullanılmış olmakla birlikte, özellikle sahip olduğu polimerizasyon derecesinin (DP), yapısında yer aldığı gıda maddesi üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar oldukça kısıtlı sayıdadır. Bu çalışmada, farklı DP'ne ($DP < 10$ ve $DP > 23$) sahip inulin kullanımının (%6, %9 ve %12 m/m) kaplamalık çikolatalarda bazı fiziksel ve erime özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, bilyalı değirmen kullanılarak hazırlanan kaplamalık çikolata örneklerinin su aktivitesi, tekstür, renk, erime profili ve duyu özellikleri belirlenmiştir. Örneklerin ortalama su aktivitesi (a_w) değerleri 0.339 ± 0.014 ile 0.404 ± 0.002 (a_w) arasında değişmiş olup aralarındaki fark tesadüfidir ($P > 0,05$) ve inulin ilavesinin örneklerin su aktivitesi değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır. DSC analizleri sonucunda örneklerin, T_{ilk} , T_{pik} , T_{son} ve Δh değerleri sırasıyla 16.80 ± 0.78 - $17.53 \pm 0.21^\circ C$, 20.26 ± 1.07 - $20.92 \pm 0.22^\circ C$, 31.42 ± 0.38 - $32.50 \pm 0.02^\circ C$ ve 5.77 ± 0.10 - 8.09 ± 0.55 (j/g) arasında değişmekte olup sadece Δh değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Erime özelliklerine göre inulin ilavesinin sadece Δh değeri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu ve inulin konsantrasyonunu artması ile Δh değerinin azaldığı görülmektedir.

Tekstür analizinden elde edilen verilere göre ise örneklerin ortalama elastikiyet ve sertlik değerleri 45.85 ± 1.90 - 47.34 ± 0.05 (mm), 391.86 ± 8.95 - 587.12 ± 13.65 (g) arasında değişmekte olup sertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Düşük molekül ağırlıklı inulin ilavesinin örneklerin sertlik değerini arttırdığı görülmektedir ancak en fazla sertlik %6 düzeyinde yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren örneklerde bulunmuştur ve yüksek molekül ağırlıklı inulin konsantrasyonunun artması sertlik değerlerini düşürmüştür. Örneğin en az sertlik %6 düzeyinde düşük molekül ağırlıklı inulin içeren örneklerde bulunmuştur. Örneklerin renk değerleri 3 haftalık periyodlar halinde 12 hafta boyunca ölçülmüştür ve 0.hafta renk değerleri L^* (parlaklık), C^* (kroma) ve h° (hue açısı) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Depolama süresince elde edilen renk değerlerine göre genel olarak inulin içeren örneklerin kontrol örneğinden daha parlak olduğu belirlenmiştir ve en yüksek parlaklığa %12 düzeyinde yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren örneklerde rastlanmıştır. Duyusal analiz, eğitimsiz tüketici paneli ile gerçekleştirilmiş olup görünüş, aroma, tekstür ve genel kabul olarak 4 farklı ana başlık altında değerlendirilmiş olup genel kabul değerleri arasındaki fark tesadüfi değildir ($P \leq 0.05$). Duyusal analiz sonuçları en fazla tercih edilen örneğin kontrol örneği olduğunu ve bunu düşük molekül ağırlıklı inulin içeren örneklerin takip ettiğini ortaya koymuştur. Genel olarak sonuçlar dikkate alındığında elde edilen sonuçlar, kaplamalık çikolatalarda şeker ikamesi ve/veya prebiyotik madde olarak inulin kullanımında, polimerizasyon derecesinin dikkate alınması gereken bir parametre olduğunu ve bu parametrenin ürünün farklı kalite özelliklerini etkilediğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Kaplamalık çikolata, inulin, prebiyotik, polimerizasyon derecesi

**RESEARCH OF OPPORTUNITIES FOR THE USE OF INULIN HAVING A
DIFFERENT POLYMERIZATION DEGREE IN COMPOUND CHOCOLATE**

Hamza GÖKTAŞ

Department of Food Engineering
MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Co-Adviser: Assoc. Prof. Nevzat KONAR

The consumer's perceptions and behaviours are in the nature of a principal motivation component in product development works, enriched by bioactive compounds, in confectionary products. However, the physical and chemical properties of these bioactive compounds, especially among the composition, have the potential of affecting the fundamental quality parameters of the products where they take part in their production process, in different direction and intensity or degree. Notwithstanding that the inulin that is one of these bioactive compounds and described as a model prebiotic substance is used in various cacao products, the works or studies, carried out in this respect and examined especially the effect of the polymerization degree (DP) over the food stuff where it takes place within its structure, are in limited numbers. At this work, the use of the inulin having a different DP (DP < 10 ve DP > 23) on the effects of some physical and melting properties of compound chocolates (%6, %9 and %12 m/m) have been examined. For this objective, the water activity, texture, colour, melting profile and sensorial properties of compound chocolate samples, prepared by the use of a ball mill, have been determined. Average water activity (aw) values of the samples have changed by and between 0.339 ± 0.014 and 0.404 ± 0.002 (aw), and the difference between them appears to be coincidental ($P > 0,05$) and it is understood that the addition of inulin does not have a significant effect on the water activity values. The T_{onset} , T_{peak} , T_{end} and Δh values of the samples show changes by and between 16.80 ± 0.78 - $17.53 \pm 0.21^\circ\text{C}$, 20.26 ± 1.07 - $20.92 \pm 0.22^\circ\text{C}$, 31.42 ± 0.38 - $32.50 \pm 0.02^\circ\text{C}$ and 5.77 ± 0.10 - 8.09 ± 0.55 (j/g) at the end of DSC analyses and then, only the difference between

the Δh values is found to be meaningful statistically ($P \leq 0,05$). It is seen that the addition of inulin has an important effect on only Δh value according to the melting properties and that the Δh value shows decrease upon increase of the inulin concentration. According to the data, obtained from the texture analysis, the average flexibility and hardness properties of the samples show changes by and between 45.85 ± 1.90 - 47.34 ± 0.05 (mm), 391.86 ± 8.95 - 587.12 ± 13.65 (g) and the difference between the hardness values are found to be important from statistical point of view ($P \leq 0.05$). It is seen that the addition of inulin with low molecular weight increases the hardness value of the samples, however, the highest hardness has been found in the samples containing inulin with high molecular weight at a level of 6 % and notwithstanding that the increase of the inulin concentration with high molecular weight has brought the hardness values down, the lowest hardness has been found in the samples containing the inulin with low molecular weight at a level of 6 %. The colour values of the samples have been measured for a period of 12 weeks in 3-week periods and the difference between 0. week colour values L^* (brightness), C^* (chroma) and h° (hue angle) values have been found to be significant from statistical point of view ($P \leq 0.05$). According to the colour values, obtained during the storage period, it is determined that the samples that generally contain inulin have been brighter than the control sample and the highest brightness have been seen in samples containing the inulin with high molecular weight at a level referring to 12 %. The sensorial analysis has been effectuated with an untrained consumer panel, and evaluated under 4 different main topics, namely appearance, aroma, texture and general acceptance, and the difference between the general acceptance values are not coincidental ($P \leq 0.05$). The sensorial analysis results have put forward that the most preferred sample has been the control sample, and this has been followed up by the samples containing the inulin with low molecular weight. When the results are taken into consideration in general, the results so obtained have put forward that the polymerization degree has become a parameter that had to be taken into consideration in the use of inulin as a prebiotic substance and/or replacement of sugar in the compound chocolates, and that this parameter has affected different quality properties of the product at issue.

Key words: Compound chocolate, inulin, prebiotic, degree of polymerization

1.1 Literatür Özeti

Çeşitli düzeylerde inulin (0.0, 0.6, 0.9 ve 12 g/kg) içeren şekeriz stl çikolata Örneklerinin hazırlanmasında, ç farklı konçlama süresi (CT) (3.5, 4 ve 4.5 saat) ve üç farklı ortalama partikül büyüklüğü (20, 25 ve 28 μm) kullanımının fiziksel (renk, sertlik, su aktivitesi) ve reolojik özellikler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Özgül yüzey alanı (SSA) ve en büyük parçacık boyutu (D_{90}) değerleri prebiyotik madde düzeyi (PSL) arttıkça artmıştır. Ancak istenen $D_{(4,3)}$ değerlerine tüm PSL değerlerinde ulaşılmıştır. CT, PSL ve PSD inulin içeren sütlü çikolatanın kroma ve parlaklığı üzerinde bir etkisi yoktur. Bununla birlikte sertlik, su aktivitesi (a_w), yield stress ve viskozitesi üzerinde önemli farklılar tespit edilmiştir [1].

Farzenmehr ve Abbasi [2], ikolatanın yüksek şeker içerikli bir gıda olduğunu belirtilmişler ve bu nedenle bu çalışmada düşük şekerli sütlü çikolatanın prebiyotik özelliklerini değerlendirmişlerdir. Çeşitli oranlarda inulin, polidekstroz ve maltodekstrin ile birlikte sukroz (%0.04 w/w) şeker ikamesi olarak kullanılmıştır. 15 adet formülasyonun bazı fizikokimyasal, mekaniksel ve duyuusal özelliklerinin optimum oranlarını belirlemek için incelenmiştir. Genel olarak yüksek orandaki polidekstroz ve maltodekstrin içeren formülasyonların kontrol örneğine göre daha yumuşak ve daha nemli olduğu belirlenmiştir. En düşük nem içeriği ve en yüksek sertlik orta derecedeki formülasyonlarda gözlemlenmiştir. Ek olarak maltodekstrinin en az arzu edilen duyuusal özelliklere yol atığı, polidekstroz ve inulinin ise genel olarak kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. İnulin, polidekstroz ve maltodekstrin şeker ikamesi için optimum

uygulanabilirlik aralığı sırasıyla %14-32 ve %71-84, %7-26 ve %67-77 ve %0-20'dir. Ayrıca çalışmanın bulguları arasında %5 oranında yağın azaltılması da yer almaktadır.

Shah vd. [3], sakaroz içermeyen sütlü çikolatalar *Stevia* ile tatlandırılmış ve değişik oranlarda ticari inulin ya da polidekstroz gibi hacim arttırıcı maddeler içeren örneklerin fizikokimyasal, reolojik ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Sakaroz ile tatlandırılmış çikolatalar ile sakaroz içermeyen çikolatalar karşılaştırıldığında parlaklıkta (L^*) gözle görülebilir farklılıkların olduğu gözlenmiş ve bu değişikliklerin yüzey pürüzlülüğünden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Yüksek polimerizasyon derecesine sahip inulin içeren çikolataların yüksek erime noktasına, daha büyük plastik viskoziteye ve artan akış davranış indeksine sahip olduğu görülmüştür. Reolojik veriler için Herschel-Bulkley akış davranış modeli kullanılmıştır. Yüksek polimerizasyon derecesine sahip inulin içeren çikolata örneklerinin kontrol örneği ile çok benzer duyuşal özelliklere (görünüş, sertlik, yumuşaklık, ağız hissi, tat/lezzet ve genel kabul) sahip olduğu bir tüketici paneli tarafından değerlendirilmiştir. Bu veriler sakaroz içermeyen çikolata üretiminin yüksek DP'ye sahip inulin kullanılarak önemli fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri etkilemeden üretiminin mümkün olabileceğini göstermektedir.

Yapılan bir çalışmada inulin ve polidekstrozun son zamanlarda birçok şekerşiz ürün üretiminde ana bileşen olarak yer aldığını belirtilmiştir. Bu çalışmada inulin ve polidekstroz karışımlarının şekerşiz çikolata üretiminde sukroz ikamesi olarak kullanılmasının reolojik özellikleri, mikroyapı ve fiziksel özelliklerin üzerindeki optimum koşulları incelenmiştir. İnulin konsantrasyonu arttırılırken eş zamanlı olarak polidekstroz konsantrasyonu azaltılmış ve Casson plastik viskozitesi tutarlı olarak artarken Casson yield stress de azalmaya sebep olmuştur. %100 polidekstroz içeren çikolatanın büyük kristaller ile yoğun küçük partiküller ve en az parçacık boşluğuna sahip olduğunu, %100 inulin içeren çikolatanın ise büyük kristaller ile daha fazla boş alanlara sahip olduğunu belirtmişlerdir. %75 polidekstroz ve %25 inulin içeren çikolata formülasyonlarının optimum konsantrasyonlar olduğu ve bu konsantrasyonların reolojik ve fiziksel kalite özelliklerinin en kabul edilebilir değerlerde olduğu belirlenmiştir [4].

Volpini-Rapina vd. [5], inulin ve oligofruktoz ilave edilen prebiyotik portakallı keklerin duyusal özelliklerini incelenmişlerdir (60 g porsiyon kekte en az 3 g fruktan). İnulin, inulin/oligofruktoz içeren portakallı keklerin ve kontrol örneğinin duyusal özelliklerini kantitatif analiz kullanarak belirlemişlerdir. Tercih eşleştirmesi 9 maddelik bir hedonik skala ile bir kabul edilebilirlik testinden elde edilen veriler üzerinden çok boyutlu ölçekleme kullanılarak değerlendirilmiştir. Prebiyotik keklerin standart keklerle göre daha iyi kabuk rengi, sertlik ve yapışkanlığının olduğu ve daha az ufalanma gibi özelliklerinin olduğu tespit edilmiştir. Temel bileşen analizi kabuk kahverengiliği, sertlik ve yapışkanlığın prebiyotiklerin standart keklerden ayırt etmeye katkıda bulunduğunu göstermiştir (Birinci ve ikinci ana bileşen sırasıyla %69.5 ve %10.7). Duyusal kabul edilebilirlik 3 kek örneği içinde benzerdir ve üç ticari kek ile kıyaslandığında onlardan daha yüksektir. Fakat tercih eşleştirmesi prebiyotik keklerin ticari keklerle tercih edildiğini göstermektedir. Bu durum fonksiyonel gıdaların duyusal özelliklerini geleneksel ürünlere eş değer bir şekilde pazarlamasını kolaylaştırabilir.

Sökmen ve Güneş [6], tarafından bazı bulk tatlandırıcıların çikolatanın reolojik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Kalorisi azaltılmış çikolata üretim yollarından bir tanesi bazı alternatifler ile sakarozu değiştirmektir. Maltitol, izomalt ve ksilitol gibi farklı tatlandırıcıların farklı partikül boyut aralığı ile (106-53, 53-38 ve 38-20 μm) erimiş çikolatanın reolojik özellikleri araştırılmıştır. Reolojik verilere en uygun model olarak Herschel-Bulkley modeli bulunmuştur. Maltitol, sukroz ile karıştırıldığında çikolatanın reolojik özellikleriyle benzer özellikler gösterdiği için sukroz yerine iyi bir alternatif olabilir. İzomalt daha yüksek plastik viskozite gösterirken, maltitol daha yüksek yield stress göstermiştir. Parçacık büyüklüğü plastik viskozite ve yield stress arttıkça artmıştır. Farklı tatlandırıcı içeren çikolataların farklı reolojik özellikler göstermesine partikül büyüklük dağılımı ve katı hacim fraksiyonlarının farklı olması neden olmuştur. Ancak çikolatanın reolojik özelliklerini geliştirmek için büyük partikül boyutuna sahip bir ikame seçilsede daha iyi duyusal özellikler elde etmek için partikül büyüklüğü yeterince küçük olmalıdır.

Abbasi ve Farzanmehr'e [7], göre reolojik özellikler yüksek kalitede ve arzu edilen tekstürde ürün üretmek için çok önemli parametrelerdir. Şimdiye kadar düşük kalorili sütlü çikolata üretmek için birçok girişim başarılı olamamıştır. Bu nedenle bu çalışmada

tek yönlü çapraz karışım dizaynları kullanılarak prebiyotik sütlü çikolatanın etkilerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Bunun için bir prebiyotik bileşen olarak inulin ve iki tane hacim arttırıcı ajan, polidekstroz ve maltodekstrin, farklı düzeylerde (%0-100) sukroz ile birlikte kullanılmıştır. 15 formülasyon, optimum düzeylerinin belirlenmesi için incelenmiştir. Bütün çikolatalar tiksotropik ve shear thinning davranış göstermiştir. İncelenen matematiksel modeller arasında Casson modeli reolojik özellikleri tahmin etmek için en iyi uyumu göstermiştir. Yapılan çalışmaya göre yüksek düzeyde şeker ikamesi içeren çikolata formülasyonlarının diğerlerinden daha yüksek nem, Casson viskozite ve yield stress içerdiğini göstermektedirki buna kontrol örneği de dahildir. Buna karşılık en düşük nem içeriği, Casson viskozite ve yield stress orta düzeydeki formülasyonlarda gözlenmiştir. Bu nedenle düşük kalorili prebiyotik çikolata üretimi ve sukroz ikamesi için optimum değerler sırasıyla inulin için %8-28 ve %67-86, polidekstroz için %0-19 ve %31-69 ve maltodekstrin için ise %0-47 olduğu belirlenmiştir.

Rezende vd. [8], yağ ikamesi ve lif ilavesinin şekerli çikolatanın tekstür, duyu özellikleri ve yapısı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Diyet lifi, çikolatada sukroz ve yağ ikamesi olarak kullanılmış ve elde edilen ürünün fiziksel ve duyu özelliklerini etkileyebilmektedir. Sakaroz içermeyen çikolataların formülasyonları inulin ve β -glukan konsantrasyonları eklenerek geliştirilmiş ve bir karışım tasarımı kullanılarak kakao yağının yerine kısmi olarak ikame edilmiştir. Bu üç bileşenin kombinasyonlarının çikolatanın duyu özellikleri, mikroyapısı ve tekstürü üzerindeki etkileri incelenmiştir. İnulin veya β -glukan'ın kakao yağı ikamesi olarak kullanılması çikolatanın sertliğini azaltmıştır. 100 g kakao yağı içeren kontrol formülasyonunda 10 g inulin ikamesi mümkün olabilmekte ve iyi bir kabul edilebilirliği vardır. Buna karşın β -glukan ise aynı ikame şartlarında çikolatada daha az kabul edilebilirdir. β -glukan'ın kabul edilebilirliği 0-10 arasındaki bir ölçekte 6.4 ortalama skora denk gelmektedir. SEM kullanılarak lif ilavesinin mikroyapı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Yapılan bir araştırmada inulinin çikolatanın duyu özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Sütlü, fıındıklı ve pirinçli üç çeşit çikolataya sukroz yerine inulin ve fruktoz ikame edilerek bunlar normal çikolata ile mukayese edilmiştir. 80 diyabet hastası ve 52 sağlıklı tüketici arasında yapılan değerlendirme sonuçları inulinli çikolatanın kabul

edilebilir olduğunu göstermektedir. 7-noktalı hedonik skala testi kullanılarak yapılan değerlendirme 11-13 yaş arasındaki 65 çocukta gerçekleştirilmiş ve değerlendirme sonucunda çocuklara göre favori, standart çikolatadır. Sonra üç farklı test; ikili-üçlü test, üçgensel test ve ikili karşılaştırma testi inulin ile standart çikolata arasında duyuşal fark olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır. Sonuçlar duyuşal farkın olduğunu göstermektedir. Son olarak 7 tane eğitimli panelist tarafından sekiz farklı duyuşal özellik sayısal olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda iki çikolata örneği arasında duyuşal özellik açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Temel farklılıkların tatlılık ve eriyebilirlik olduğu ortaya çıkmıştır. Genel olarak inulinli çikolataların kabul edilebilir olduğu ortaya çıkmıştır [9].

Toker vd. [10], kaplamalık çikolata ve kokolin örneklerinde parçacık boyutunun bazı fiziksel (renk, partikül büyüklük dağılımı, reoloji, mikroyapı ve erime özellikleri) ve kimyasal özellikler (fenolik madde içeriği, uçucu bileşen ve ayrıca yağların FT-IR spektrumları) üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. İnceltme düzeyi; renk ve erime özellikleri, toplam fenolik madde içeriği, termal özellikler ve örneklerden ekstrakte edilen yağların FT-IR spektrumlarını önemli ölçüde etkilememiştir. Kaplamalık çikolata ve kokolin örneklerinin D_{90} değerleri sırasıyla 58.3-18.6 ve 60.5-18.2 μm arasında değişmiştir. Örneklerin yüzey alanı inceltme prosesi ile artmıştır. Elde edilen reolojik veriler Casson modeli ile uyumluluk göstermiştir. Yield stress ve plastik viskozite Casson modeline karşılık gelen parametreler örneklerin partikül büyüklüğünün azalması ile önemli ölçüde artmıştır. Ayrıca sıcaklık tarama testi de gerçekleştirilmiş ve örneklerin görünür viskozitesi uygulanan inceltme prosesine göre de sıcaklığa bağlı olarak değişmiştir. Örneklerdeki uçucu bileşen HS-SPME-GC/MS ile belirlenmiştir ve çikolatada hem pirazinler gibi istenen hem de asetik asit gibi istenmeyen bileşiklerin parçacık boyutu ile ters orantılı olarak değiştiği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmanın bulgularına göre, inceltme prosesinin ve partikül büyüklüğünün kaplamalık çikolata ve kokolin örneklerinde kalite özelliklerini etkileyen önemli faktörler olduğu sonucuna varılmıştır.

Furlan vd. [11], inulinin bir yüzey aktif maddesi ya da kararlılık ajanı olarak eklenmesinin sukraloz ve stevia ile tatlandırılmış beyaz kaplamalık çikolata üzerindeki

etkisini incelenmişlerdir. Örnekler 7, 15 ve 30°C'de 100 gün boyunca depolanmış ve inulinin, beyaz kaplamalık çikolata örneklerinin reolojik özellikleri, duyuşal özellikleri, raf ömrü, erime, kristalleşme, çiçeklenme gibi fiziksel özellikler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. İnulin içeren beyaz kaplamalık çikolata örneklerinin raf ömrü inulin içermeyen kontrol örneğinden daha yüksek bulunmuştur. %10 inulin içeren beyaz kaplamalık çikolata depolama sırasında oluşan yağ kristallerinin boyutunu ve sayısını azaltarak yoğun matris bir yapı göstermiştir. Ayrıca %10 inulin içeren beyaz kaplamalık çikolata örneklerinde daha yüksek parlaklık ve WI değerleri olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda beyaz kaplamalık çikolata daha az elastikiyet ve gelişmiş termal özelliklere sahiptir. Bu çikolatada DSC çalışmaları, yüksek depolama sıcaklığında başlangıç ve pik sıcaklıkları ve polimorfik form V'in erime entalpisi değerlerinin arttığını ortaya koymuştur.

Wang vd. [12], kakao yağı ikamesi içeren kaplamalık çikolataların çiçeklenme gelişimi hakkında kapsamlı bir analiz yapmak için örneklerin morfolojisi, kimyasal bileşimi ve erime davranışını incelenmişlerdir. Kaplamalık çikolatanın morfolojik özelliklerini incelemek amacıyla atomik kuvvet mikroskobu (AFM), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve polirize ışık mikroskobu (PLM) kullanılmıştır. AFM analiz sonuçları kristal büyümesini göstermiş ve bu durumu PLM sonuçları da doğrulamıştır. SEM, çikolata matrisinde taze çikolatanın kristal ağının kaybolduğunu ancak çiçeklenme sırasında faz ayrımını gösteren daha yoğun bir küme oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu durum yüksek performanslı sıvı kromatografisi ve diferansiyel tarama kalorimetresi kullanılarak niteliksel olarak teyit edilmiştir. Burada çiçeklenme ve çikolata matrisinde farklı triasilgliserol içeriği ve erime davranışı gözlemlenmiştir. Dahası çiçeklenmede polimorfizmin β' formundan β formuna geçtiği görülmüştür; fakat çikolata matrisinde bu durum görülmemiştir. Polimorfizm değişiminin çiçeklenmenin nedeni değil sonucu olduğu düşünülmektedir.

Pandey ve Singh [13], çikolata örneklerinin üretiminde tam yağlı süt tozu (WMP) yerine tam yağlı soya unu (FFSF), şeker yerine stevia-mannitol karışımı, kakao yağı yerine soya yağı (SBO) kullanmışlar ve bu üretimde çikolatanın duyuşal özelliklerinin bozulmadığı görülmüştür. Tam yağlı süt tozu, şeker ve kakao yağı ile ikame edilmiş çikolataların duyuşal değerlendirilmesine ilişkin veriler, %40 (w/w) oranında tam yağlı süt tozu,

şeker ve kakao yağının sırasıyla tam yağlı soya unu, stevia-mannitol karışımı ve soya yağı ile yüksek proteinli ve düşük şekerli çikolata üretiminde duyuşal özellikleri bozmadan başarı ile ikame edilebileceğini göstermiştir. Lesitinin çikolata karışımında %0.32 (w/w) düzeyinde optimum olduğu bulunmuştur. Optimize edilmiş formülasyonun protein içeriğı kontrol örneğine göre %21.8 artmıştır. Depolama çalışması sertlik, serbest yağ asidi içeriğı, peroksit değeri, toplam plaka, maya ve küf sayısında artış buna karşın nem içeriğı, ph değeri ve duyuşal değerdendirme bir azalma gözlemlenmiştir. %65 nem ve $16\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 günlük depolama sonunda optimize edilmiş çikolatada kabul edilebilir bulunmuştur (puan ≥ 7.0).

Torbica vd. [14], yumuşak kakao yağı eş değerdelerinin çikolatanın renk ve diğerd fiziksel özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Çikolatanın fiziksel özellikleri ve rengi, yağ fazının fiziksel özelliklerine ve kristalleşme davranışına bağılıdır. Bu çalışmada çikolata örneklerinin yağ fazı, kakao yağı (Gana'dan) ve yumuşak kakao yağı eş değeri (CBE) içermektedir. Çikolata örnekleri laboratuvar koşullarında üretilmiş ve örnekler üç farklı CBE konsantrasyonunu (%3, 5 ve 7) içermektedir; ayrıca örnekler üç farklı pre-kristalizasyon sıcaklığında (25, 27 ve 29°C) temperlenmiştir. Çikolata örneklerinin fiziksel özellikleri, yani termoregrafik parametreleri, katı yağ içeriğı (SFC) ve çikolata örneklerinin renk değerdeleri enstrümantal olarak ölçülmüştür. Kakao yağı ile üretilen çikolata örneklerinin erime özelliklerini CBE'nin değıştirdiğı bulunmuştur. Bu değışiklik makul düzeydedir. Verilen ölçüm koşullarında CBE ilavesinin çikolata kütlesi için optimum pre-kristalizasyon sıcaklığının 27°C olduğu ve bu sıcaklıkta en iyi yağ çiçeklenme direncine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Smith vd. [15], palm kernel stearin ve hidrojonize palm kernel stearin'i kaplamalık çikolata barlarının hazırlanmasında kullanmışlardır. Bu çalışmanın amacı bu yağlar kullanılarak üretilen kaplamalık çikolata barlarında çiçeklenme gelişiminin kimyasal bileşim, polimorfizm ve erime davranışını tanımlamaktır. Barlar 15, 20 ve 25°C 'de 1 yıl boyunca depolanmıştır. 15 ve 20°C 'de çiçeklenme ana yağ fazına göre kakao yağı triasilgliserollerinde artarken, 25°C 'de palm kernel triasilgliserollerinde artmıştır. Çiçeklenme esas olarak katı yağda oluşmuş ve çikolatadaki yağdan daha keskin erime göstermiştir. β' fazından β fazına olan polimorfik geçişler, tüm sıcaklıklardaki çiçeklenme oluşumuna eşlik etmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Kaplama lık okolata ve özellikle kaplama lık okolata da inulin kullanımı ile ilgili çalışmaların kısıtlı olması bizim bu çalışmayı gerekleştirmemizdeki temel etmen olmuştur. Bu çalışmada farklı polimerizasyon derecesine sahip iki çeşit inulin (DP<10 ve DP≥23) farklı oranlarda (%6, %9, %12) ve inulin içeren kaplama lık okolata örneklerinin üretiminde biyalı değirmen kullanılmıştır. Bu araştırmanın amacı inulin içeren kaplama lık okolata örneklerinin bazı fiziksel (renk, tekstür, su aktivitesi), duyuusal ve erime özellikleri incelemektir.

1.3 Hipotez

Tüketicici tercih ve beklentileri son yıllarda önemli bir değişim göstermektedir. Bu değişim ile birlikte, beslenme-sağlık ilişkisi gıda maddeleri seçiminde ne çıkmakta, “kalori kısıtlaması”na yönelik tketicim ne çıkmakta, “kalori kısıtlaması”na yönelik tketicim önem kazanmaktadır. Bu amaçla, yeni gıda formülasyon ve prosesleri geliştirilmektedir. okolata gibi ürünlerde, düşük enerjili ürün geliştirmek için sakaroz düzeyinin azaltılması ve bu maddenin düşük enerji değerli olanlarının ikame amaçlı kullanımı ne çıkmaktadır. Sakaroz ikamesi için “hacim ajanı” olarak kullanılabilcek maddelerden birisi de inulindir. Inulin aynı zamanda “model prebiyotik madde” olması nedeni ile düşük enerjili ürün elde edilmesi yanısıra, özellikle gastro-intestinal sistem olmak üzere tüketicici sağlığını olumlu etkileme potansiyeline de sahip olan bir maddedir. Ancak inulin polimerizasyon derecesine bağlı olarak farklı molekül ağırlıklarında olan çeşitlere sahip bir hammaddedir. Molekül ağırlığının artış veya azalışı, bu gıda bileşenin fiziko-kimyasal özelliklerini, dolayısı ile yer aldığı gıda matriksinin kalite parametrelerini de etkilemektedir. Özellikle düşük (DP<10) ve yüksek (DP>23) molekül ağırlıklı olarak üretilen inulinlerin bileşiminde yer alacağı gıda maddesine göre tercih edilmesi gerekir. okolata ve türevi olan gıda maddelerinde kalite parametrelerinde fiziko-kimyasal, termogravimetrik ve reolojik özelliklerin önem taşması nedeni ile bileşiminde yer alacak inulin polimerizasyon derecesinin belirlenmesi bir zorunluluktur.

BÖLÜM 2

TARİHÇE

2.1 Kakao ve Çikolatanın Tarihçesine Kısa Bir Bakış

Bilinen ilk kakao tarlalarının Mayalardan tarafından kurulduğu bilinmektedir. Avrupalılar Amerika'yı keşfettiği zaman kakao ağaçları Aztekler ve İnkalar tarafından yetiştiriliyordu. Kakao taneleri son derece değerliydi ve hem para olarak kullanılıyordu hem de üst düzey insanlar tarafından içecek olarak tüketiliyordu. Bu içeceği ilk defa Don Cortez İspanya'ya tanıtmıştır ve içeceğin sahip olduğu acı tadın giderilmesi için şeker ilave edilmiştir. Daha sonraki süreçte içecek Avrupa geneline yayılmış ve 1700'lü yıllarda içeceğe süt ilave edilmiştir. 1800'lü yıllarda Van Houten kakaoda mevcut olan fazla yağı uzaklaştıracak kakao presini icat etmiştir. Yine aynı yüzyılda İsviçreli Daniel Peter tarafından ilk defa sütlü çikolata üretilmiştir. 1800'lü yılların sonunda Rodolphe Lindt konçlama makinesini icat etmiş ve bu sayede daha pürüzsüz, tadı daha iyi olan çikolata üretilmiştir [16]. Daha sonraki süreçte gelişen teknoloji ile birlikte çikolata sektörü büyümüş ve çok çeşitli çikolata ürünleri üretilmiştir. Günümüzde çikolata sektörünün küresel büyüklüğünün 75 milyar doları aştığı tahmin edilirken üretimde adeta dünya markası haline gelen İsviçre, tüketimde de lider durumdadır [17]. Ülkelere göre çikolata tüketimi çizelge 2.3'de yer almaktadır. Ancak bu durum kakao üretimi ile paralel değildir (çizelge 2.2), zira kakao üretiminin büyük çoğunluğu Afrika ülkelerinde yapılmasına rağmen çikolata tüketimi daha çok Avrupa ülkelerinde olmaktadır.














Çizelge 2.1 Kakao ve Çikolatanın Bazı Önemli Tarihleri [18]

1519	Cortez, kakaonun Aztekler tarafından 3000 yıldan daha uzun bir süredir yetiştirildiğini keşfetti.
1528	Cortez çikolata içeceğini İspanya'ya tanıttı.
1606	Çikolata içeceği İtalya'ya yayıldı.
1615	Çikolata içeceği Fransa'ya ulaştı.
1657	Londra'da ilk defa çikolata evleri kuruldu.
1727	Nicholas Sanders sütlü çikolata içeceğini icat etti.
1765	Kuzey Amerika'da ilk çikolata şirketi kuruldu.
1828	Van Houten kakao presini icat etti.
1847	Fry yenebilen çikolata üretmek için Bristol'de fabrika kurdu.
1875	Daniel Peter sütlü çikolatayı üretti.
1880	Rodolphe Lindt konçlama makinesini icat etti.
1988	Dünya kakao öğütmesi 2 milyon metrik tonu aştı.

Çizelge 2.2 Dünya Kakao Üretimi (bin ton) [19]

	2013/14		2014/15		2015/16	
Afrika	3199	%73.1	3073	%72.5	2942	%73.8
Kamerun	211		232		250	
Fildişi Sahilleri	1746		1796		1570	
Gana	897		740		820	
Nijerya	248		195		190	
Diğerleri	97		109		112	
Amerika	727	%16.6	763	%18.0	639	%16.0
Brezilya	228		230		135	
Ekvador	234		250		230	
Diğerleri	265		283		274	
Asya ve Okyanusya	447	%10.2	400	%9.4	408	%10.2
Endonezya	375		325		330	
Papua Yeni Gine	36		36		36	
Diğerleri	36		39		42	
Dünya Toplam	4373	%100.0	4235	%100.0	3988	%100.0

Çizelge 2.3 Dünya Çikolata Tüketimi (Kişi başına yıllık tüketim (kg) [17]

İSVİÇRE		9
ALMANYA		7.9
İRLANDA		7.5
İNGİLTERE		7.5
NORVEÇ		6.6
İSVEÇ		5.4
AVUSTRALYA		4.9
HOLLANDA		4.7
ABD		4.3
FRANSA		4.2
YUNANİSTAN		2.6
TÜRKİYE		2.5
İTALYA		2.4
İSPANYA		2
PORTEKİZ		1.1

ÇİKOLATA ÜRETİMİ VE YASAL DÜZENLEMELER

3.1 Çikolata Üretimi

Çikolata, Güney Amerika'ya özgü Amazon ve Orinoco vadileri kökenli kakao ağacı, *Theobroma cacao*, meyvesinin çekirdeklerinden türetilmiştir [20]. Çikolata, oda sıcaklığında katı olmasına rağmen içindeki ana yağ bileşeni olan kakao yağına bağlı olarak ağızda kolayca eriyebilen eşsiz aromaya sahip bir gıdadır. Kakao yağı 25°C'nin altındaki sıcaklıklarda katı haldedir. Kakao yağı bütün katı şeker ve kakao parçacıklarını birlikte tutmaktadır. Vücut sıcaklığında neredeyse tamamen sıvı olan bu yağ, parçacıkların birbirine akmasına olanak sağlamakta ve bu yüzden çikolata ağızda ısıtıldığında pürüzsüz bir sıvı olmaktadır. Günümüzde çikolataların, çoğu insan için cazip olan tatlı bir tadı vardır. Ancak ilk başlarda çikolata; acı, yağlı ve hoş olmayan tada sahip bir içecek olarak tüketilmesine rağmen geliştirilerek günümüzdeki halini almıştır [21].

Kaplama çikolata; bitkisel yağ ile kakao ve şekerin kombine edilmesiyle üretilen bir üründür. Bitkisel yağlar genellikle tropikal yağlar ya da hidrojenize yağlardır ve kakao yağının yerine ikame edilmektedir [22]. Kaplama çikolata, daha düşük maliyetinden dolayı gerçek çikolataya alternatif olarak kullanılmaktadır [11]. Kaplama çikolatalar normal kakao yağı içeren çikolataların aksine temperleme gerektirmeyen bir avantaja sahiptir [15]. Kaplama çikolata genellikle kek, şekerleme, gofret, fındık ve badem gibi ürünlerin kaplanmasında kullanılmaktadır [10].

Genel olarak çikolata üretimini Őu aŐamalardan oluşmaktadır:

KariŐtırma

İnceltme

Konçlama

Temperleme

Şekil verme ve Kalıplama [20]

3.1.1 KariŐtırma

Çikolata üretimini sırasında bileŐenlerin kariŐtırılması temel bir işlem olup sıcaklık-zaman kombinasyonlarının kullanılmasıyla sabit formülasyon kıvamını elde etmek için sürekli ya da parça mikserler kullanılmaktadır. Toplu kariŐtırmada kakao likörü, Şeker, kakao yağı, süt yağı ve süt tozu içeren ikolata 40-50°C'de 12-15 dakika iyice kariŐtırılır. Sürekli kariŐtırmada kullanılan otomatik yoğurucular, biraz sert tekstür ve yoğurulabilir kıvam elde etmek için Nestle ve Cadbury gibi büyük çikolata üreticileri tarafından kullanılmaktadır [23], [24], [25].

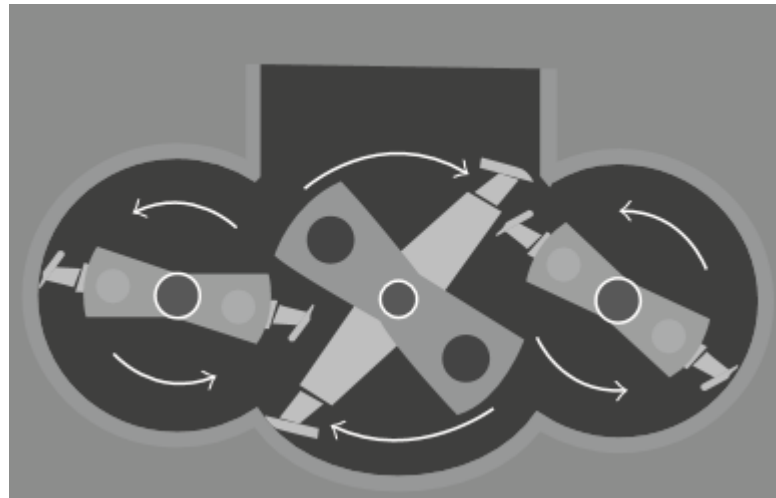
3.1.2 İnceltme

Çikolata retiminde inceltme işlemi modern ikolata Őekerlemesinde istenen pürüzsüz tekstür için önemlidir. İgili ve beŐli silindirler kullanılarak 30 μm 'den daha küçük partikül büyüklüğü elde etmek için Şeker, kakao likörü (ve çikolatanın tipine bağlı olarak süt tozu) ve yağ (%8-24) kariŐtırılır [24], [26]. Son ürünün partikül büyüklüğü, reolojik ve duysal özellikleri etkilemektedir. BeŐli silindir sistemi dikey olarak dizilmiŐ dört adet boş silindirten oluşur, sıcaklık hidrolik baŐınc ile birlikte tutulan iç su akıŐı tarafından kontrol edilir. İnce ikolata film tabakası hızlanarak silindirlere çekilir, bıçak kaldırılana kadar silindir içinde dolaŐır. Silindir katı parçacık kısımlarını keser, bunların aktif olması için yağ ile yeni yüzeyleri kaplar, kakao bileŐenlerinden uçucu aroma bileŐikleri absorbe eder. zet olarak silindirler sadece partikül büyüklüğünün azaltılmasını ve topaklanmanın bozulmasını etkilemez aynı zamanda sürekli faz boyunca yağ ile kaplanan partiküllerin dağılmasını da etkilemektedir [20].

3.1.3 Konçlama

Konçlama; sütlü, beyaz ya da bitter çikolata üretiminde nihai işlem olarak görülmektedir. Konçlama viskozite, tekstür ve aromanın gelişmesine katkıda bulunan önemli bir işlemdir. Konçlama 50°C'den fazla sıcaklıkta birkaç saat çikolatanın karıştırılması işlemidir [24]. Önceki kademelerde asetik asit gibi bazı istenmeyen aktif tatların uzaklaştırılmasıyla nem azaltılmakta ve daha sonra dispers ve sürekli faz arasındaki etkileşimler arttırılmaktadır. Uçucu asidin uzaklaştırılması ve neme ek olarak, konçlama işlemi yüksek sıcaklıklarda uzun süreli karıştırma nedeniyle tadın gelişmesini ve karamelize aromanın oluşmasını sağlamaktadır [23], [24], [25].

Konçlama ekipmanın ismi Latince 'kabuk' kelimesinden türetilmiştir. Çünkü geleneksel konçlama çikolata üretiminde kullanılan kabuk şeklinde bir şekle benzemektedir. Şekil 3.1 Frisse Koncunun bir gösterimidir. Frisse Koncu modern çikolata üretiminde kullanılan koncun tipik bir örneğidir. Konçlama makinesi geniş bir tank ile üç tane birbirine geçmiş güçlü mikser bıçaklarından oluşmaktadır. Bunlar kesme ve karıştırma işlemlerini sağlamaktadır. Konçlama süreleri ve sıcaklıkları sütlü çikolata için 49-52°C'de 10-16 saat, süt tozu eklenmiş çikolatada 60°C'de 16-24 saat ve bitter çikolatada 70°C'den 82°C'ye kadar çıkarak değişiklikler göstermektedir. Tam yağlı süt tozu (yerine) ile yağsız süt tozu ve tereyağı için 70°C'de konçlama yapılabilir [25]. Temperlemeden önce çikolatanın ince ve sıvı olması, çikolataya uygun viskoziteyi vermek için eklenen kakao yağı ve lesitin konçlamanın sonuna doğru eklenebilir [24], [27].



Şekil 3.1 Frisse Koncunun İç Mekaniği [20]

3.1.4 Temperleme

Kakao yağı trigliserit bileşiminin bir fonksiyonu olarak polimorfik yapıda kristalize olabilmektedir [25]. Kakao yağının $I - VI$ 'ya kadar olan 6 tane polimorfik yapısı vardır. α , β , β' temel polimorfik yapılarıdır. $\beta - V$ formu, iyi temperlenmiş çikolatada parlak bir görünüm vermek, istenen kırılma gücü sağlamak ve yağ çiçeklenmesinin direncini arttırmak için en çok arzu edilen polimorfik yapıdır [24].

Eğer çikolata kötü temperlenmiş ise $\beta - IV$ formu ortaya çıkar ve hızlı şekilde formuna dönüşür. Bu durum rengi etkileyerek düzensiz kristal gelişimi ile karışık renk yansımalarına neden olur [28]. Temperlenmemiş çikolata yumuşak olur ve iyi bir şekilde kalıptan çıkmaz. Kakao yağının V ve VI formuları en kararlı formlardır. Temperlenmiş çikolatanın uzun süre depolanmasıyla yağ çiçeklenmesi olmasına rağmen kakao yağının VI formunu oluşturmak zordur. Buna ek olarak form VI 36°C gibi yüksek bir erime sıcaklığına sahiptir ve dil üzerinde iri ve kumlu kristaller bırakır. Kararsız olan form I 'in erime noktası 17°C olup hızlı bir şekilde form II 'ye dönüşür, form II 'de daha yavaş bir şekilde form III ve IV 'e geçer. Polimorfik trigliserit formlarının yağ asidi zincirleri arasındaki mesafe farklıdır. Eğim açısı metil grubu ile biten zincirinin düzlemiyle ilgilidir ki trigliseritler kristalizasyonda toplanır [29].

Yağ asitleri trigliserit bileşimine ve dağılımına bağlı olarak ikili ya da üçlü zincir formunda kristalize olur. Form IV ikili zincir formunda kristalize olur. Form V üçlü zincir formunda kristalize olur ve paketleme ve büyük termodinamik kararlılığa olanak sağlar. Kararsız düşük polimorfik formlar olan II ve III daha yüksek erimeye daha kararlı formlara dönüşerek daha iyi paketleme ve düşük hacimli olur [29].

Bu değişiklikler çikolatanın genel görünüşü ya da istenmeyen yağ çiçeklenmesi oluşumu polimorfik formlar ve sıcaklığın bağlı kararlılığına bağlı olan oranlarda görülmektedir. Çikolatanın uygun polimorfik formda olmasında temperleme çok önemlidir. Renk, sertlik, ambalajlama ve raf ömrü gibi nihai kalite özelliklerini etkilemektedir. Temperleme trigliseritlerin küçük bir oranda pre-kristalizasyonunu içerir. Toplamda %1-3 oranındaki kristal form çekirdeklerinin kalan lipid için doğru biçimde ayarlamasını içerir [29].

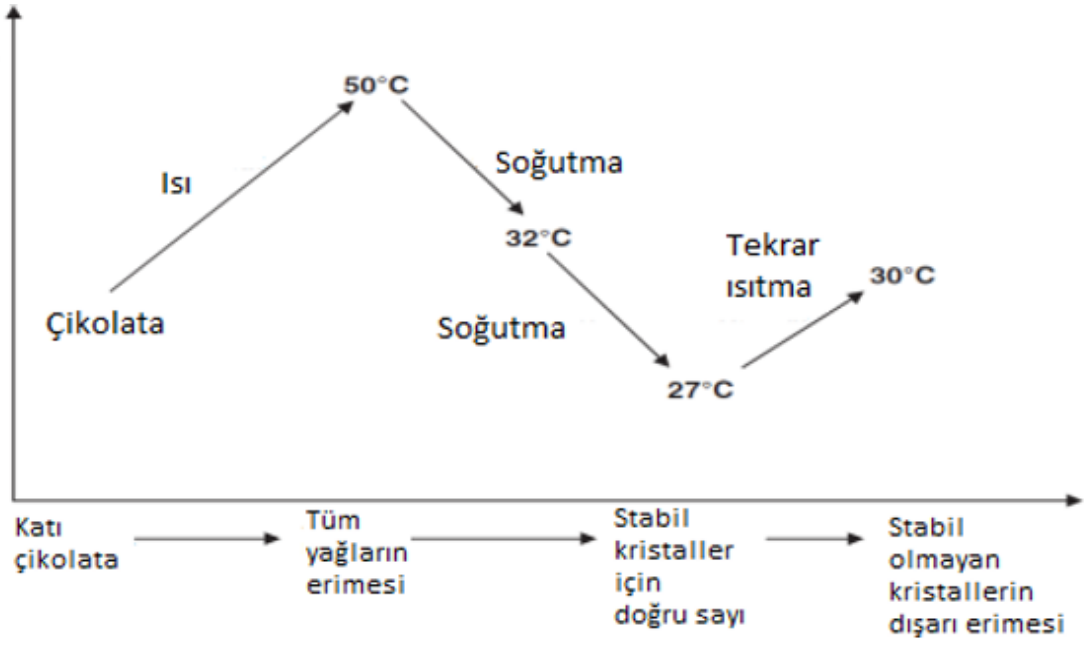
Temperleme dört adımdan oluşur (Şekil 3.2). Erimenin tamamlanması için 50°C, kristalleşme noktasına soğutma 32°C, kristalizasyon 27°C ve kararsız kristalleri dönüştürme 29-31°C [29]. Temperleme makinesi kullanmadan önce çikolata elle temperlenmeli ve bu yöntem nispeten küçük miktarlarda el yapımı şekerlemeler üreten çikolatacılar tarafından zaman zaman kullanılmaktadır. Geçerli temperleme makineleri (Şekil 3.3) çikolatanın farklı oranlarda geçtiği ve uygun koşulları belirlemenin zor olduğu çok aşamalı ısı değıştiricileri içermektedir [20].

Zaman-sıcaklık kombinasyonları proses dizaynında büyük önem taşımaktadır ve sürekli temperlemede erimiş çikolata genellikle 45°C'de tutulur ve sonra kristal gelişimini sağlamak için yavaşça soğutulur [30].

Temperleme sırasında sıcaklıklar kontrol edilmeli ve karıştırma, kristal oluşumunun artmasını sağlamaktadır. Viskozite arttıkça çikolatanın katılaşmasını önlemek için üçüncü aşamada tekrar ısıtılır. Dördüncü aşamada kristaller olgunlaştırılır [20].

İyi temperlenmiş çikolata; iyi şekil, renk, parlaklık, kalıpta büzülme, daha iyi ağırlık kontrolü, stabil ürün, daha sert ve ısıya daha dayanıklı ürün (paketleme sırasında daha az parmak izi) ve daha uzun raf ömrü gibi özelliklere sahip olmalıdır. Sütli çikolata temperleme prosesinin bitter çikolatadan biraz farklılıklar içermesinin nedeni süt yağ moleküllerinin kristal oluşumuna etkisinden dolayıdır [31]. Sütli çikolatanın içerdiği yağın ötektik etkisi nedeniyle çizek oluşumunu önler. Daha düşük erime noktası nedeniyle yumuşak tekstür oluşur ve temperleme prosesi için kristal tohum elde etmek daha düşük sıcaklıklarda gerçekleşir (29°C civarında olur. Sade çikolata için 34.5°C'de).

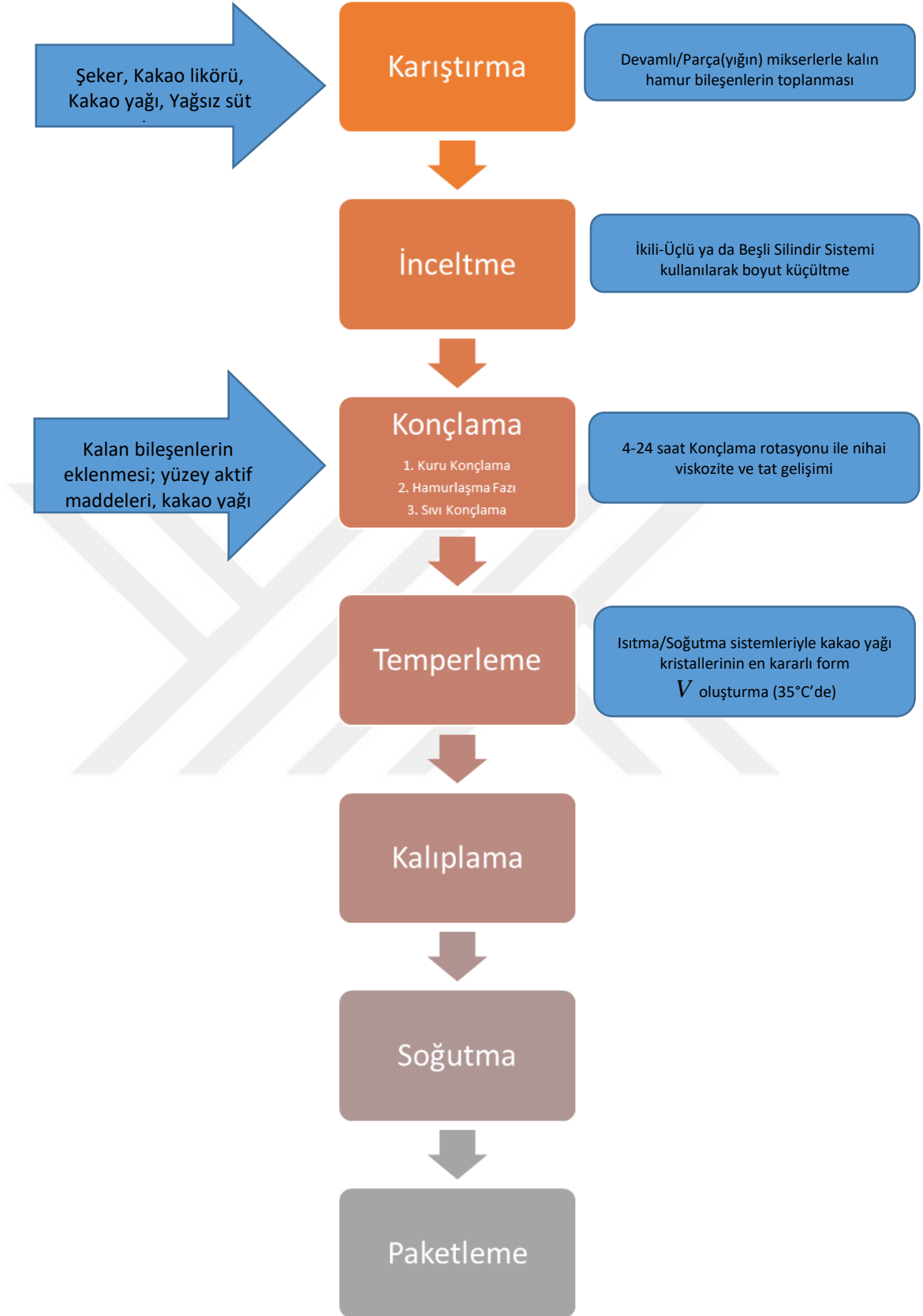
Kakao yağının eş değeri (CBE'ler) ve ikameleri (CBR'ler) çikolata endüstrisi için uygulama alanı bulabilir. Kakao yağının eş değeri kakao yağı ile uyumlu olsa da temperleme gerektirmez. Sadece CBR'ler kakao yağının yerine kullanılabilirler. CBR'ler kakao yağı ile aynı sıcaklık aralığında erir, fakat sadece β' formunda kristalize olurlar [27], [29].



Şekil 3.2 Çikolatada Lipid Kristalleşmesi Sırasındaki Temperleme Dizilimi [20]



Şekil 3.3 Temperleme Cihazı



Şekil 3.4 Çikolata Üretim Akış Şeması [32]

3.2 ikolatanın Besin Değeri ve Sağlık İçin Faydaları

ikolatanın besinsel bileşimi ve sağlık üzerine etkisi içerdiği kakao katisının miktarına, sütlü ya da bitter çikolata olmasına, eklenen şeker miktarına ve fındık gibi diğer bileşenlere bağlıdır. Çikolata içerdiği yağ, karbonhidrat ve protein gibi besinler sayesinde enerji sağlamaktadır [18].

3.2.1 Yağlar

ikolatadaki başlıca yağ bileşeni kakao yağıdır. Kakao yağı %34 oranında stearik asit, %34 oranında oleik asit ve %27 oranında palmitik asitten oluşmaktadır. Stearik asit doymuş yağ asidi olup kolesterol seviyeleri üzerinde çok az etkiye sahiptir. Oleik asit tekli doymamış yağ olup ya nötr ya da düşük kan kolesterolüne sahiptir. Palmitik asit doymuş yağ asidi olup makul düzeyde kolesterol yükseltme özelliğine sahiptir. Kakao yağının geriye kalan kısmı ise doymamış yağlardan oluşmaktadır. Kakao yağı neredeyse trans yağ asidi içermemektedir [18].

3.2.2 Karbonhidrat

ikolatadaki karbonhidrat miktarının çoğu eklenen sukroz ile ilave edilen glikoz miktarından karşılanmaktadır. Mevcut karbonhidrat miktarı ve türü glisemik indeks üzerine etkisinden dolayı önemlidir [18].

Glisemik indeks 50 g karbonhidrat tüketimini takip eden iki saat içinde meydana gelen kan şekeri yükselmesi olan tanımlanmaktadır. Ekmek ve patates gibi nişastalı ürünler glikoz moleküllerine kolayca parçalandığı için kan şekerinin hızlı bir şekilde artmasına neden olurlar. Düşük glisemik indeks değerine sahip sukroz tüketimi sonucu GI değeri düşük olur. Düşük GI değeri ise %50 fruktozdur. Gıdalardaki mevcut olan yağ karbonhidrat emilimini yavaşlatmaktadır. Bu yüzden de çikolata düşük GI değerine sahip bir gıdadır [18].

3.2.3 Proteinler

Kakao önemli bir protein kaynağı değildir ve sindirilebilirliği düşüktür. Ancak sütlü çikolata içerdiği sütten dolayı biyolojik değeri yüksek protein için iyi bir kaynaktır [18].

3.2.4 Vitaminler ve Mineraller

Kakao ve çikolata insan vucudunun metabolizmasında önemli rollere sahip olan demir, bakır, çinko, magnezyum, fosfor, mangan ve potasyum gibi birçok temel mineralleri içermektedir. Süt iyi bir kalsiyum ve fosfor kaynağıdır. ikolatanın son mineral içeriğı, son ürün içerisindeki süt ve kakao tozu oranlarına bağılıdır. Bu nedenle yüksek kakao içeren çikolata; demir, bakır ve mangan açısından zengin sütü çikolata kalsiyum açısından daha zengindir [18].

Kakao tozu vitaminler için daha az önemlidir. Fakat kakao yağı E vitamini içermektedir ve süt riboflavin ve B12 vitamini sağlamaktadır [18].

3.2.5 Flavonoller

Kakao, yüksek oranlarda fitokimyasal içermektedir. Polifenoller fitokimyasallardır ve bunların antioksidan ve diğere potansiyel sağık yararları olduğı belirtilmiştir. Kakao özellikle flavonoller açısından zengindir. Kakao, monomerik flavonoller epikateşin ve kateşin ve oligomerik flavonoller olan prosiyanidin içermektedir. Kakao ve çikolata dışında flavonoller kayısı, elma, çay ve kırmızı şarap gibi diğere yiyecek ve içeceklerde de yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Yapılan alışmalar flavonollerin tüketildiğı oranda vücutta emildiğini göstermektedir [18]. Prosiyanidinler emilmeden önce bağırsakta epikateşin formuna parçalanmaktadır. Bitter ikolata, sütü çikolatadan daha fazla polifenol içermektedir çünkü bitter çikolatanın kakao oranı daha yüksektir.

Aztekler ve Mayalar kakao içeceklerinin pozitif sağık etkileri olduğına inanmışlardır ve yüz yıllar boyunca kakaonun bir ilaç olarak kullanıldığı belgelenmiştir. Son zamanlarda özellikle kardiyovasküler hastalık riskini azaltması açısından kakao ve çikolatanın faydalarına dair bilimsel veriler yenilenmiştir. Yapılan yeni çalışmalar fizyolojik aktif bitkisel bileşikler olan polifenollerle ilgilidir. Daha spesifik olarak polifenol sınıfına ait olan flavonoidlerle ilgilidir [16].

Kakao flavonellerinin antiplatelet, anti-inflamatuar ve antioksidan aktiviteleri sayesinde kardiyovasküler hastalıkların ilerlemesini sınırladığı ifade edilmiştir. Flavoneller reaktiviteyi etkileyebilir ve trombositlerin yığılma eğilimlerini azaltabilirler [16].

Flavonoidlerin bazı enflamatuar reaktifleri bastırıldığı ve anti-enflamatuar nitrik oksit arttırdığı belirtilmiştir. Nitrik oksit kan damarlarını gevşeten önemli bir faktördür ve bu sayede sağlıklı bir kan akışını sağlamaktadır. Endotel hücrelerin tüm dolaşım sistemini kaplaması sınırlı kan akışını göstermektedir. Bu sistem bozukluğu ise nitrik oksit seviyesini düşürmektedir (sigara içmek gibi kalp hastalığı risk faktörlerine bağlı). Çalışmalar kakao ve çikolata tüketimi nedeniyle flavonoidlerin nitrik oksit üzerine etkisinin kan basıncında bir iyileşmenin yanı sıra kan akışında da bir iyileşmenin olduğunu göstermiştir [16].

LDL kolesterol koroner kalp hastalığı riskinin göstergesi olmasının yanı sıra okside olabilir ve atar damar duvarlarına zarar verebilir. Sonunda plak oluşumuna ve ateroskleroza yol açabilir. Kakao ve bitter çikolata tüketiminin LDL kolesterol oksitlenme riskini azalttığı görülmüştür [16].

Flavonollerin sahip olduğu antioksidan aktivite sayesinde serbest radikallerin vücutta sebep olduğu kanser gibi yaşamı tehdit eden hastalıkları önlemeye yardımcı olduğu belirtilmiştir. Flavonel zengini bitter çikolata tüketiminin antioksidan aktivitesi yeşil çay, kırmızı şarap, yaban mersini ve sarımsak gibi diğer gıda ve içeceklerle kıyaslandığında onlardan fazla olduğu görülmektedir [16].

3.2.6 Psikoaktif Bileşikler

Metilksantinler olarak bilinen kafein, teobromin ve teofilin aktif biyolojik bileşik grupları olup birçok gıda da ve içecekte yaygın olarak bulunmaktadır. Ayrı ayrı her bileşiğin vücut içinde merkezi sinir sisteminin uyarılması (CNS), kalp kası ve iskelet kası, düz kas gevşemesi ve diüretik etki gibi benzer fizyolojik etkilerinin olduğu düşünülmektedir. Ancak her bileşiğin vücut sistemleri üzerindeki etkisi önemli ölçüde farklıdır. Kafein iyi bilinen bir CNS uyarıcısıdır ancak teobromin çok daha zayıftır. Teobrominin etkisi kafeinin yaklaşık onda biri kadardır [18].

Kakao ve çikolata nispeten düşük oranlarda kafein içermesine rağmen bu oran teobrominin yaklaşık on katı kadardır. Üçüncül metilksantin olan teofilin ise çikolata da düşük seviyelerde saptandığı için varlığı göz ardı edilmektedir [18].

Kakao, feniletilamin, tiramin, tryptamin ve serotin gibi biyolojik aminleri ve bunların öncüleri olan fenilalanin, tirozin ve triptofan içermektedir. Bu maddeler sağlıklı

kişilerde ince bağırsakta, karaciğerde ve böbreklerde monoamin oksidaz tarafından inaktive edilmektedir. Kakao da çok az miktarda kanabinoid benzeri bir madde olan anandamid tespit edilmiştir [18].

3.3 Çikolata ve Çikolata Ürünlerinin Yasal Düzenlemesi

Çikolata ve çikolata ürünleri Türk Gıda Kodeksinin Çikolata ve Çikolata Ürünleri Tebliğinde düzenlenmiştir (Tebliğ no: 2003/23). Bu tebliğ de yer alan bazı tanımlar aşağıda yer almaktadır.

Çikolata: Kakao ürünleri ile şeker ve/veya tatlandırıcı; gerektiğinde süt yağı dışındaki hayvansal yağlar hariç olmak üzere diğer gıda bileşenleri ile süt ve/veya süt ürünleri ve Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde izin verilen katkı ve/veya aroma maddelerinin ilavesi ve tekniğine uygun şekilde hazırlanan ürünü ifade eder.

Bitter Çikolata: Bileşiminde en az %18 kakao yağı ve en az %14 yağsız kakao kuru maddesi olacak şekilde en az %35 toplam kakao kuru maddesi içeren çikolatadır.

Sütlü Çikolata: Bileşiminde en az %2.5 yağsız kakao kuru maddesi olacak şekilde en az %25 toplam kakao kuru maddesi içeren, ayrıca en az %14 süt kuru maddesi ve en az %3.5 süt yağından oluşan, kakao yağı ve süt yağı toplam miktarı ise en az %25 olan çikolatadır.

Beyaz Çikolata: Bileşiminde en az %20 kakao yağı ve en az %14 süt kuru maddesi içeren ve en az %3.5'i süt yağı olan çikolatadır.

Dolgulu Çikolata: Dış kısmı toplam ürün ağırlığının en az %25'ini içeren, bitter çikolat, sütlü çikolata, bol sütlü çikolata ve beyaz çikolatalardan birinden oluşan dolgulu çikolatadır.

Pralin: Toplam ürün ağırlığı en az %25'i bitter çikolata, sütlü çikolata, bol sütlü çikolata, beyaz çikolataların kombinasyonundan, karışımından veya herhangi birinden ya da dolgulu çikolatan oluşan lokma büyüklüğündeki çikolatadır [33].

3.4 Kaplamalık Çikolata

Kaplamalık çikolata ve kokolin yaygın olarak kullanılan çikolata türevi ürünlerdir [10]. Kaplamalık çikolata bitkisel yağ ile kakao ve şekerin kombine edilmesiyle üretilmektedir [22]. Çikolatanın pahalı olması üreticileri kakao yağı yerine daha az maliyeti olan bitkisel yağlar kullanmaya yönlendirmiştir [10]. Bitkisel yağlar genellikle palm stearin ve palm olein kombinasyonundan oluşmaktadır [22]. Kaplamalık çikolata daha düşük maliyetinden dolayı gerçek çikolataya alternatif olarak kullanılmaktadır [11]. Kaplamalık çikolatalar normal kakao yağı içeren çikolataların aksine temperleme gerektirmeyen bir avantaja sahiptir [15]. Kaplamalık çikolata genellikle kek, şekerleme, gofret, kavrulmuş fındık ve badem gibi gıda ürünlerinin kaplanması için kullanılmaktadır. Kaplamalık çikolata ve kokolin örneklerinin üretim prosesi aynıdır ve aralarındaki tek fark son ürünün kullanım amacına bağlı olarak belirlenen formülasyondaki yağın türüdür. Kokolin ile kıyaslandığında kaplamalık çikolata formülasyonlarında yumuşak yağ tercih edilmektedir. Çünkü kırılmaların azaltılması ya da önlenmesi için kaplamalık çikolata da elastik yapı arzu edilmektedir [10].

3.5 Fonksiyonel Gıdalar

Son on yıl içinde gıda üretimi alanında tüketici talepleri önemli ölçüde değişmiştir. Tüketiciler gıdaların sağlık üzerine etkisine daha fazla inanmaya başlamışlardır [34], [35]. Bugün gıdalar, sadece açlığı gidermek ve insanların ihtiyacı olan besinleri almak için değil aynı zamanda beslenme ile ilgili hastalıkların önlenmesi ve tüketicilerin fiziksel ve zihinsel olarak daha zinde olmaları içindir [36], [37]. Bu bağlamda fonksiyonel gıdalar çok büyük önem taşımaktadır. Fonksiyonel gıdalara olan talebin artması; sağlık maliyetlerinin, yaşam beklentisinin artması ve yaşlı insanların önceki yıllara göre arzu ettikleri yaşam kalitesinin geliştirilmiş olması ile izah edilebilir [37], [38], [39].

Fonksiyonel gıda terimi ilk kez 1980'lerde Japonya'da kullanılmıştır. Gıda ürünleri için özel bileşenler ile takviye edilerek avantajlı fizyolojik etkilere sahiptir [40], [41], [42]. Fonksiyonel gıdalar vücudun genel koşullarını iyileştirebilir (örneğin; prebiyotikler ve probiyotikler), bazı hastalıkların riskini azaltabilir (örneğin; kolesterol düşürücü ürünler) ve hatta bazı hastalıkları da iyileştirebilmektedir [43]. Bugüne kadar fonksiyonel gıdalar için kabul edilmiş belirli bir tanımlama olmasa da Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü

(ILSI); bir gıda ürünü, insan organizmasının fonksiyonlarını temel besinsel etkisi ile birlikte bir ya da daha fazla yararlı etki göstermeli ve böylece genel ve fiziksel koşulları iyileştirmeli veya hastalıkların gelişme riskini azaltmalı, fonksiyonel gıdanın formu ve alımı normal diyetle amaçlandığı gibi olmalı: bu nedenle fonksiyonel gıda hap ya da kapsül formunda olmamalı, normal gıda formunda olmalıdır [44].

Günümüzde yaygın olarak kullanılan fonksiyonel bileşenlerden birisi de prebiyotiklerdir. Prebiyotikler, kolondaki bir veya sınırlı sayıdaki bakterilerin gelişmesini veya aktivitesini seçici olarak arttıran, insan vücuduna faydalı bir şekilde etkileyen sindirilemeyen gıda bileşenidir ve de insan sağlığını düzeltmektedir [45]. İnulin gibi fruktanlar yaygın olarak prebiyotik olarak incelenmiştir. İnulin besinsel faydasının yanı sıra yeni gıda formülasyonlarında yağ veya şeker ikamesi, düşük kalorili hacim arttırıcı madde ve tekstür ajanı olarak kullanılmaktadır [46]. Doğal inulin, β (2-1) bağlarıyla birleşen değişken sayıda fruktoz molekülü içeren oligomer ve polimer zincirlerinin bir karışımıdır. Bu zincirlerin sonunda genellikle bir glikoz molekülü yer almaktadır [47].

3.6 İnulin

Fonksiyonel ürün geliştirme gıda kalitesinin, tüketici sağlığının ve refahının gelişmesi için bir fırsat sağlamaktadır [43]. İnulin ve oligofruktoz gibi prebiyotik maddeler fonksiyonel bileşen kategorisine iyi birer örnektir. Prebiyotikler kolon bakterilerinin büyüme veya aktivitesini uyarma yeteneklerinden dolayı insan beslenmesi için sindirilemez fruktanlardır. Prebiyotikler zararlı ve patojen mikroorganizmaların büyümesini inhibe etmektedir [48].

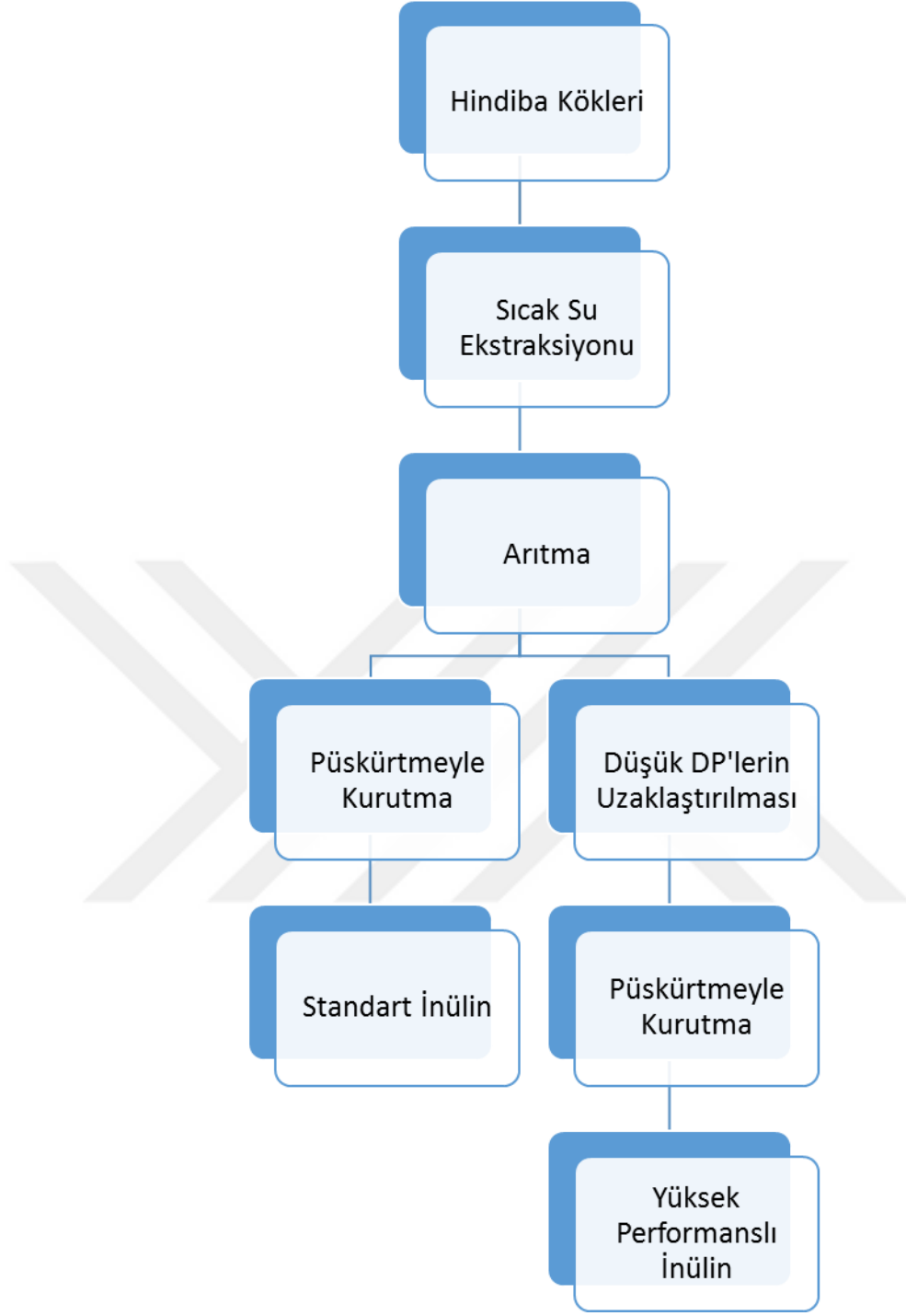
İnulin doğal olarak oluşan bir karbonhidrattır. İnulin binlerce bitkide karbonhidrat rezervi olarak görev yapmaktadır. İnulin içeren bitkiler pırasa, soğan, sarımsak, kuşkonmaz, yer elması, yıldız çiçeği ve hindibadır. Bu nedenle inulin insan diyetinin bir parçası olmuştur. İnulin ticari olarak hindiba köklerinden üretilmektedir (Şekil 3.5). Hindiba yaklaşık %17 oranında inulin içermektedir [18], [49].

Hindiba inulin beyaz, kokusuz toz halinde bulunmaktadır. Yüksek saflıkta ve iyi bilinen bir kimyasal bileşime sahiptir. İnulinin tattıktan sonra ağızda herhangi bir lezzet ya da tadı kalmayan yumuşak nötr bir tadı vardır. Düşük molekül ağırlıklı inulin hafif tatlıdır

(Şeker ile karşılaştırıldığında %10 tatlılık). Buna karşılık yüksek molekül ağırlıklı inulin böyle değildir [50].

İnulin oligosakarit ve polisakaritlerin bir karışımıdır. β -(2-1) bağları ile bağlı olan früktoz birimlerinden oluşmaktadır. Gıda endüstrisinde inulinin yaygın olarak kullanılması sahip olduğu besinsel ve teknolojik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. İnulin sağlıklı ürünlerin geliştirilmesi için ilgi çekicidir. Çünkü inulin zenginleştirilmiş lif, prebiyotik, düşük yağ ve düşük şeker gibi çeşitli tüketici taleplerini aynı anda karşılamaktadır. Bir diyet lifi olarak inulin, sindirim sistemi boyunca sindirilmeden geçmektedir. Yararlı flora tarafından fermente edildiği için kolonda prebiyotik işlev görmektedir. Yararlı floranın gelişmesini teşvik eder ve zararlı mikroorganizmalara karşı onların etkisini güçlendirir. İnulin kaynağına bağlı olarak büyük ölçüde dallanmış ya da doğrusal olabilmektedir. Ne kadar dallanmış polimer olursa o kadar fazla çözünür (100 g su içinde 230 g kadar). Fakat aynı zamanda doğrusal olandan biraz daha az viskozite sağlamaktadır [51].

İnulin çikolatada düşük kalorili hacim bileşimi ya da bir lif olarak uygulama alanı bulmuştur. Üretim prosesi hindiba köklerinden doğal olarak oluşan inulinin ekstraksiyonunu içermektedir [38]. Şekil 3.5'te inulinin üretim prosesi yer almaktadır.



Şekil 3.5 Hindiba İnulinin Endüstriyel Üretim Prosesi [50]

MATERYAL VE METOD

4.1 Materyaller

Kaplamalık çikolata örneklerinin hazırlanmasında kakao kitlesi (Altınmarka, İstanbul, Türkiye), CBE (cocoa butter equivalent-kakao yağı eş değeri) yağı, tam yağlı süt tozu (Besel, Konya, Türkiye), şeker, soya lesitini (Brenntag Chemistry, İstanbul, Türkiye), polyglycerol polyricinalate (PGPR) (Palsgaard, Zierikzee, Hollanda) ve iki farklı inulin (DP<10 ve DP≥23) (Artisan Gıda, İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır.

4.2 Metod

Tez kapsamında inulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinin üretiminde kakao kitlesi, CBE, tam yağlı süt tozu, şeker, soya lesitini ve 2 çeşit inulin (DP<10 ve DP≥23) kullanılmıştır. Örneklerin üretimi şekilde verilen prosese uygun olarak Elvan Gıda A.Ş.'nin Ar-Ge Merkezi bünyesinde yer alan bilyalı karıştırıcı da üretilmiştir (Şekil 4.2). Bilyalı karıştırıcıdan alınan örneklerin partikül boyutu ölçülmüş ve partikül boyutları (18-28 µm) arasındaki değerlerde değişmektedir.

4.3 Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Üretimi

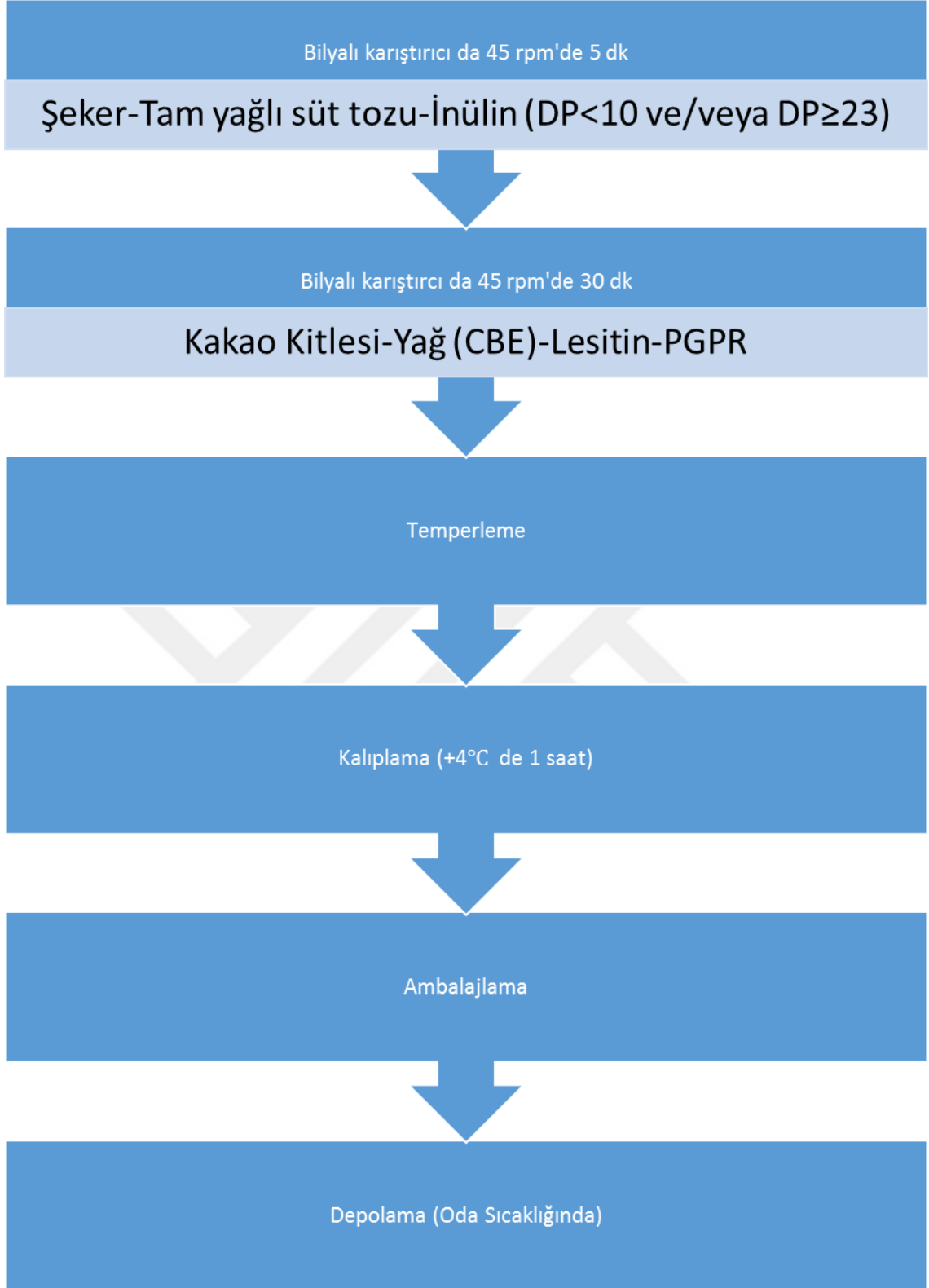
Kaplamalık çikolataların üretiminde (Şekil 4.1) öncelikle toz girdiler (şeker, tam yağlı süt tozu, inulin (DP <10 ve DP≥23)) çizelge 4.3'de belirtilen miktarlarda tartılarak bilyalı karıştırıcıya verilmiştir. Bilyalı karıştırıcıda toz girdiler 45 rpm'de 5 dakika karıştırılmıştır. Katı halde bulunan kakao kitlesi ve su banyosunda eritilmiş yağ ve sıvı girdiler (kakao kitlesi, yağ, lesitin ve PGPR) bilyalı karıştırıcıya eklenmiştir. Sıvı girdilerin de

eklenmesiyle tüm girdiler 45 rpm'de 30 dakika karıştırılmıştır. Partikül boyutu ölçülen örnekler numune saklama kaplarına alınarak oda koşullarında muhafaza edilmiştir.

4.3.1 Temperleme ve Kalıplama

Numune saklama kaplarına alınan örnekler temperleme cihazında (Aasted, Farum, Danimarka) temperlenmiştir. Temperlenen örnekler kalıplara dökülmüş ve +4°C'de 60 dakika bekletildikten sonra kalıplardan çıkartılarak alüminyum folya ile ambalajlanarak analizleri yapılmak üzere oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.





Şekil 4.1 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Üretim Akış Şeması

Çizelge 4.1 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Üretim Formülasyonu (g/100g)

Bileşen	Kontrol	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Kakao Kitlesi	400	400	400	400	400	400	400
CBE	340	340	340	340	340	340	340
Tam Yağlı Süt Tozu	400	400	400	400	400	400	400
Şeker	852	732	672	612	732	672	612
Lesitin	8	8	8	8	8	8	8
PGPR	5	5	5	5	5	5	5
İnulin (DP<10)	0	120	180	240	0	0	0
İnulin (DP≥23)	0	0	0	0	120	180	240
	2005	2005	2005	2005	2005	2005	2005



Şekil 4.2 Bilyalı Karıştırıcı

4.4 Renk Tayini

Enstrümental analizler taşınabilir bir kolorimetrenin (Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Japonya) kullanım klavuzuna göre yapılmıştır. L* (parlaklık) değeri 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişmektedir. Bunun yanı sıra a* (yeşilden kırmızıya) ve b* (maviden sarıya) değerleri -120 ile +120 arasında değişmektedir. Tüm bu değerler her bir çikolata örneğinin aynı partisinin farklı numuneleri üzerinden 4 paralel olacak şekilde CIELAB sistemi kullanılarak 25°C'de elde edilmiştir. Bu çalışmadaki C* (denklem 4.1) ve h° (denklem 4.2) değerleri aşağıdaki matematiksel eşitlikler kullanılarak elde edilmiştir [1].

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (4.1)$$

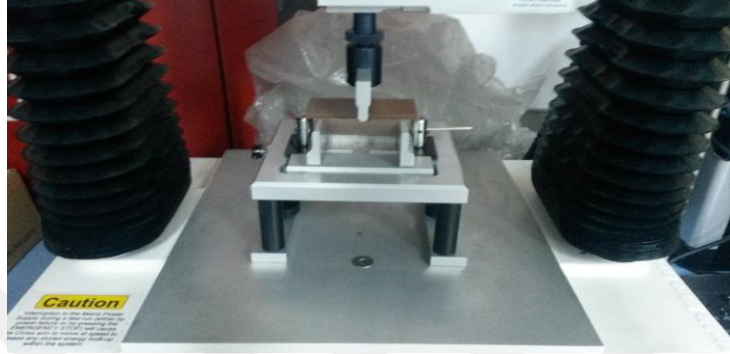
$$h^\circ = \arctan(b^*/a^*) \quad (4.2)$$



Şekil 4.3 Renk Ölçüm Cihazı (Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Japonya)

4.5 Tekstür Tayini

Çikolatanın tekstür özelliklerinden olan sertlik ve elastikiyet değerleri 5 kg yük hücresi ile donatılmış TA-TxPlus Tekstür Analiz Cihazı (Stable Micro Systems, UK) kullanılarak ölçülmüştür [1]. Sertlik sonuçları her bir çikolatanın aynı partisinin farklı numuneleri üzerinden 3 paralelin ortalama değeri olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4.4 TA-TxPlus Tekstür Analiz Cihazı (Stable Micro Systems, UK)

4.6 Su Aktivitesi Tayini

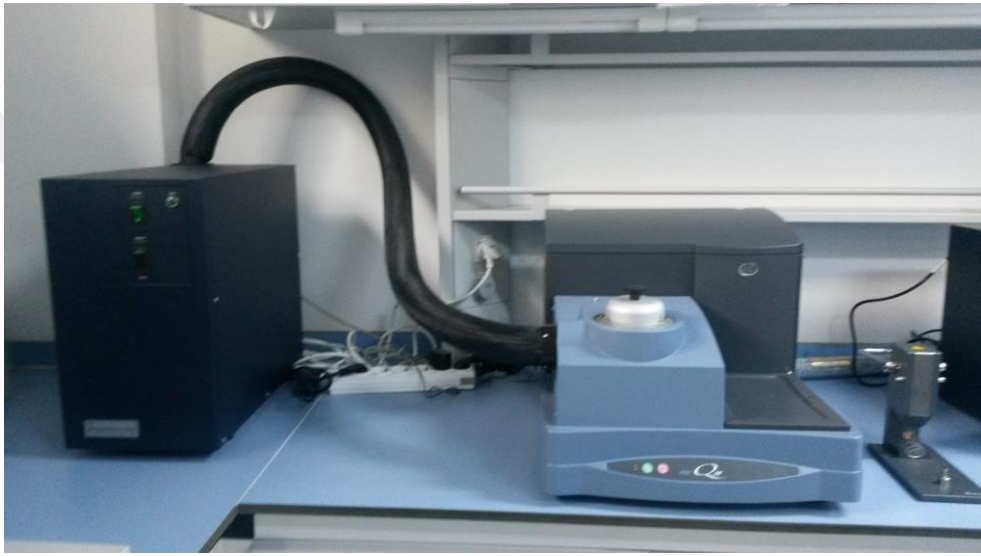
Çikolata örneklerinin su aktivitesi değerleri, a_w meter kullanılarak Konar vd. [1] tarafından uygulanan metot ile belirlenmiştir. Her bir çikolata numunesinden yaklaşık 7-8 g alınmış ve homojenize numuneler Lab-ana AW (Novasina, İsviçre) kullanılarak 24-28°C'de su aktivitesi (a_w) değerleri belirlenmiştir.



Şekil 4.5 Su Aktivitesi Cihazı

4.7 Erime Özelliklerinin Belirlenmesi (DSC)

Çikolata örneklerinin erime özellikleri DSC (Diferansiyel Tarama Kalorimetresi) (TAQ20, USA) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler (yaklaşık 5 mg) 40 ml'lik panlar içine tartılmış ve bir numune presi kullanılarak hermetik kapakla sızdırmaz hale getirilmiştir. Panlar N₂ akımı içinde 5°C'den 50°C'ye 5°C/dakika olacak şekilde ısıtılmıştır. Örneklerin başlangıç sıcaklığı (T_{ilk}), tepe noktası sıcaklığı (T_{pik}), son sıcaklığı (T_{son}) ve örneklerin tamamen erimesi için gerekli olan enerji (Δh) termogramlar kullanılarak hesaplanmıştır [52].



Şekil 4.6 DSC (Diferansiyel Tarama Kalorimetresi) (TAQ20, USA) Cihazı

4.8 Duyusal Analiz

Çikolata örneklerinin görünüş (yüzey parlaklığı, pürüzsüzlük ve renk), aroma (tatlılık, asidik tat, metalik tat ve koku), tekstür (ağızda kalan son tat ve sertlik) ve genel kabul gibi duyusal özellikleri "Çoklu Kıyaslama Tekniği" ile eğitimsiz kişilere yapılmış [42] ve her bir özellik için 1'den 7'ye kadar puanlama istenmiştir.

4.9 İstatiksel Yöntem

Farklı düzeylerde inulin içeren kaplamalık çikolata örneklerine su aktivitesi (2 tekerrürlü), DSC analizi (2 tekerrürlü), tekstür analizi (3 tekerrürlü), renk analizi (4 tekerrürlü) ve duyusal analiz (10 farklı kişi ile) gibi çeşitli analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen veriler Windows tabanlı SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, US) istatistik paket programı kullanılarak gruplar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı tek faktör analizi ANOVA ile ve hangi gruplar arasında farklılık olduğunun tespiti ise Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir ($P \leq 0.05$).



5.1 Su Aktivitesi (a_w)

Çikolatanın su aktivitesini kullanılan hammadde, malzeme yüzey alanı, inceltme ve konçlamanın nemi ve sıcaklığı gibi çeşitli faktörler etkilemektedir [1]. Çikolata, bileşiminden dolayı düşük su aktivitesine sahip gıdalar sınıfında yer almaktadır [57]. Çikolatanın nem içeriği dolayısıyla su aktivitesi değeri, çikolatanın tekstürel özellikleri ile ilgili önemli bir faktördür [4]. İnulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinin ortalama a_w değerleri çizelge 5.1’de yer almaktadır.

Çizelge 5.1 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Ortalama a_w Değerleri

Örnek Adı	a_w Değeri ¹
Kontrol	0.356 ^{a,b,c} ± 0.014
S1	0.339 ^c ± 0.014
S2	0.350 ^{b,c} ± 0.000
S3	0.390 ^{a,b} ± 0.045
S4	0.367 ^{a,b,c} ± 0.014
S5	0.399 ^{a,b} ± 0.001
S6	0.404 ^a ± 0.002

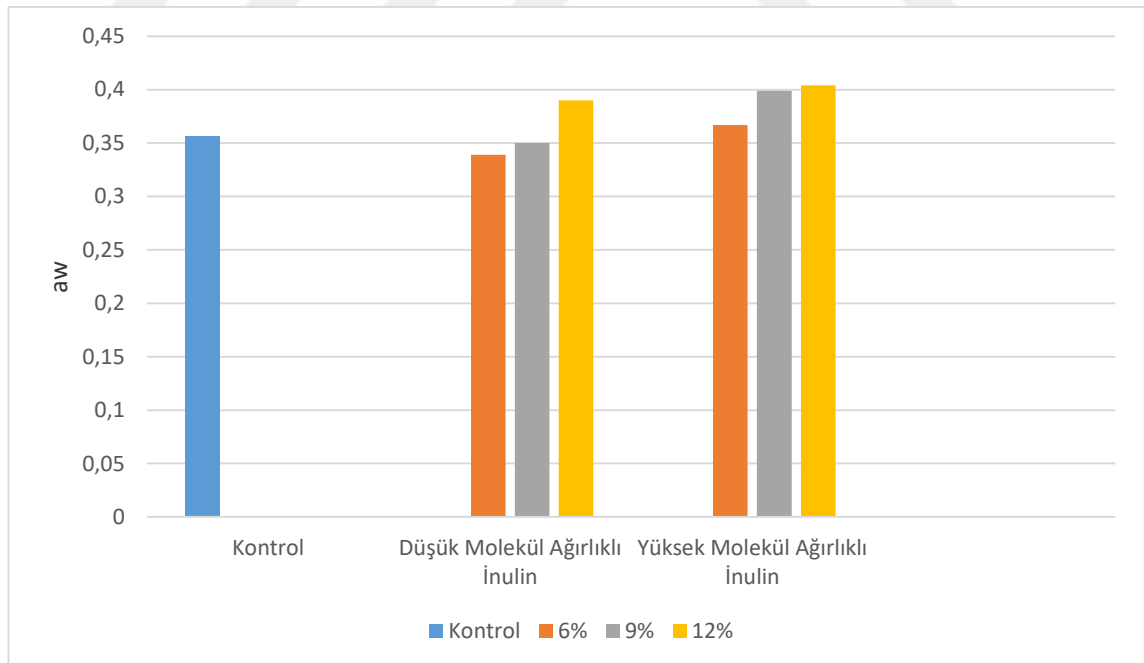
¹ Aynı sütundaki harfler inulin oranlarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur (P <0.05).

Çizelge 5.1’de verilen sonuçlar incelendiğinde en düşük su aktivitesine %6 düşük molekül ağırlıklı inulin (DP<10) içeren örneğin sahip olduğu görülmektedir. Şekil 5.1 incelendiğinde inulin içeriğinin artması ile su aktivitesi değerlerinin arttığı ve en yüksek su aktivitesi değerine %12 düzeyinde yüksek molekül ağırlıklı inulin (DP≥23) içeren örneğin sahip olduğu görülmektedir. Kontrol örneği ile kıyaslandığında %6 ve %9 oranında düşük molekül ağırlıklı inulin içeren örneklerin su aktivitesi değerleri kontrol örneğinden daha düşüktür. Ancak %12 oranında düşük molekül ağırlıklı inulin içeren ve %6-9-12 oranlarında yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren örneklerin su aktivitesi değerleri kontrol örneğinden daha yüksektir. Ve sonuçlar incelendiğinde yüksek düzeydeki inulin içeriğinin yüksek su aktivitesi değeri ile sonuçlandığı görülmektedir. Yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren örneklerin %6 ve %9 seviyelerinde kontrol

örneğinden daha yüksek su aktivitesi değeri içermesi ise inulin farklılığından kaynaklanabilmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre yapılan istatistiksel analiz sonucunda su aktivitesi değerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$). Gruplar arasındaki istatistiksel farklılık Duncan testine göre belirlenmiş olup gruplar arasındaki farklılıklar Çizelge 5.1’de harflendirme yöntemi ile gösterilmiştir.

Rossini vd. [53], beyaz çikolatanın a_w değerini 0,4 olarak belirtmişlerdir. Konar vd. [1], kimyasal yapısının bir sonucu olarak inulin hidrofilik bir bileşen olduğunu ve dolayısıyla inulinin su moleküllerini bağladığı ve örneklerin a_w değerinde bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Abbasi ve Farzenmehr [7], yüksek düzeylerde maltodekstrin, inulin ve polidekstroz içeren çikolata örneklerinin daha yüksek nem içerdiğini bildirmişlerdir. Aidoo vd. [4], inulin ve polidekstrozun yüksek düzeylerde kullanılmasının çikolatanın nem içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir. Shah vd. [3], yaptıkları çalışmada yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren örneklerin nem içeriğinin kontrol örneğinden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 5.1 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin a_w Değerleri

5.2 Erime Özellikleri

TA Veri Analiz Yazılımı kullanılarak her bir çikolata örneğinin T_{ilk} , T_{pik} , T_{son} ve Δh değerleri otomatik olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.2’de örneklerin erime değerleri gösterilmiştir. T_{ilk} değeri en belirgin kristal formunun erimeye başlamasına karşılık gelmektedir. T_{pik} değeri erime hızının en yüksek olduğunu, erimenin bitmesiyle sınılaşmanın tamamlandığını göstermektedir. Yarı yükseklikteki tepe genişliği belirli bir kristal formun erimesi için ne kadar süre geçtiğini göstermektedir. Tüm bu bilgiler kristal tipi ile ilgilidir [54].

Çizelge 5.2 İnulin İçeren Kaplamalı Çikolata Örneklerinin Erime Değerleri (DSC)

Örnek Adı	$T_{ilk} (^{\circ}C)^1$	$T_{son} (^{\circ}C)^1$	$T_{pik} (^{\circ}C)^1$	$\Delta h(j/g)^2$
Kontrol	16.80 ^a ± 0.78	32.13 ^a ± 2.04	20.26 ^a ± 1.07	7.97 ^a ± 0.33
S1	16.83 ^a ± 0.19	32.40 ^a ± 0.25	20.27 ^a ± 0.27	7.53 ^a ± 0.23
S2	17.18 ^a ± 0.15	32.21 ^a ± 0.53	20.46 ^a ± 0.16	6.31 ^b ± 0.12
S3	17.40 ^a ± 0.05	31.87 ^a ± 0.00	20.76 ^a ± 0.08	5.77 ^b ± 0.10
S4	16.97 ^a ± 0.47	31.48 ^a ± 0.86	20.44 ^a ± 0.56	8.09 ^a ± 0.55
S5	17.16 ^a ± 0.06	31.42 ^a ± 0.38	20.54 ^a ± 0.06	6.45 ^b ± 0.94
S6	17.53 ^a ± 0.21	32.50 ^a ± 0.02	20.92 ^a ± 0.22	6.04 ^b ± 0.32

¹ Aynı sütundaki harfler inulin oranlarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (P> 0.05).

² Aynı sütundaki harfler inulin oranlarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur (P <0.05).

Kakao yağı altı polimorfik (I – VI) forma kristalize olabilmektedir. Form I (16-18°C) ve II (22-24°C) en az kararlı formlardır ve yavaş bir şekilde III (24-26°C) ve IV’e (26-28°C) dönüşmektedirler. Polimorfik form V (32-34°C) en çok arzu edilen

formdur ve vücut sıcaklığının hemen altında erimektedir. Form *IV* ve *V* uzun süreli depolama sırasında en kararlı form olan form *VI* (34-36°C) oluşturmak için bu forma dönüşmektedirler. İyi temperlenmiş çikolatalar polimorfizm *V*'e sahiptir. Form *V* istenen parlak görünümü, sertliği, son ürünün raf ömrünü arttırmak için çiçeklenme daralmasını ve direncini kazandırmaktadır [11]. Temperleme ve soğutma sıcaklıkları tarafından kontrol edilen yağ kristal polimorfizmi gibi birçok proses faktörü çikolatanın erime özelliklerine katkıda bulunmaktadır [51].

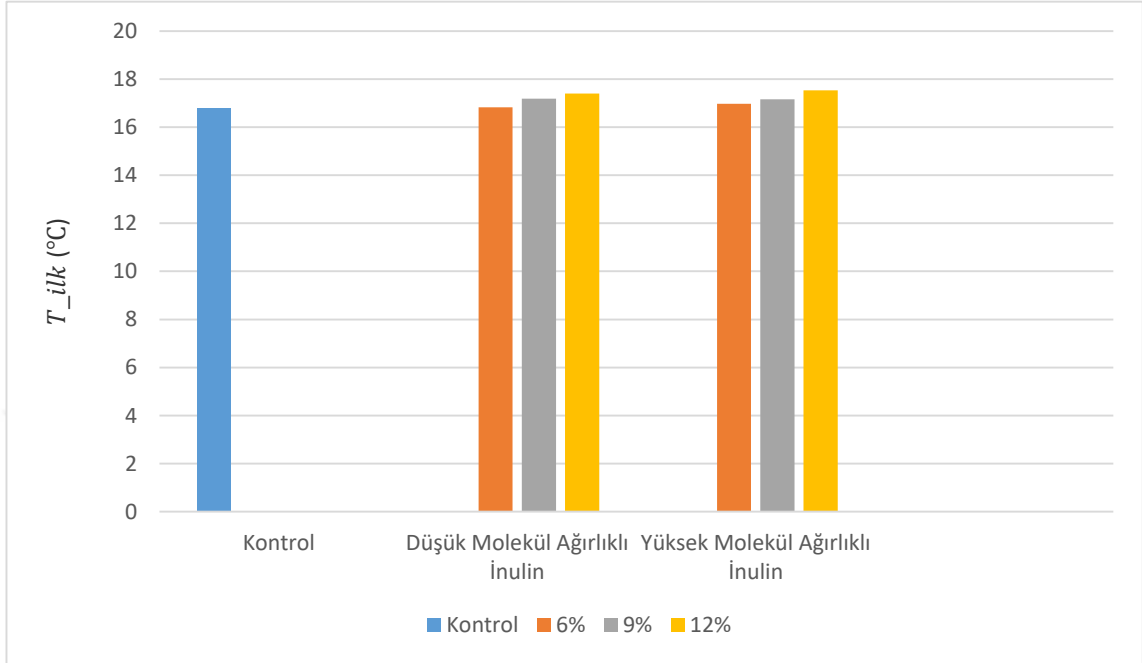
Çikolata örneklerinden elde edilen erime özellikleri incelendiğinde inulin içeriğinin artması ile T_{ilk} ve T_{pik} değerlerinin sayısal olarak arttığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.2 ve 5.3). Ancak Δh değerinin inulin düzeyinin artması ile azaldığı görülmektedir (Şekil 5.5). Buna karşılık T_{son} değerinde böyle bir ilişki gözlemlenmemiştir (Şekil 5.4). Düşük molekül ağırlıklı inulin düzeyinin artması ile T_{son} değeri azalmış, yüksek molekül ağırlıklı inulin düzeyinin en fazla olduğu %12 seviyesinde ise en yüksek T_{son} değerine ulaşılmıştır.

Inulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinden elde edilen erime özelliklerinin analiz sonuçlarına göre yapılan istatistiksel analiz sonuçları, örneklerin T_{ilk} , T_{pik} , T_{son} değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). Ancak örneklerin Δh değeri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P\leq 0.05$). Gruplar arasındaki istatistiksel farklılıklar Duncan testine göre belirlenmiş olup sadece Δh değerleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmiştir ve sonuçlar Çizelge 5.2'de gösterilmiştir.

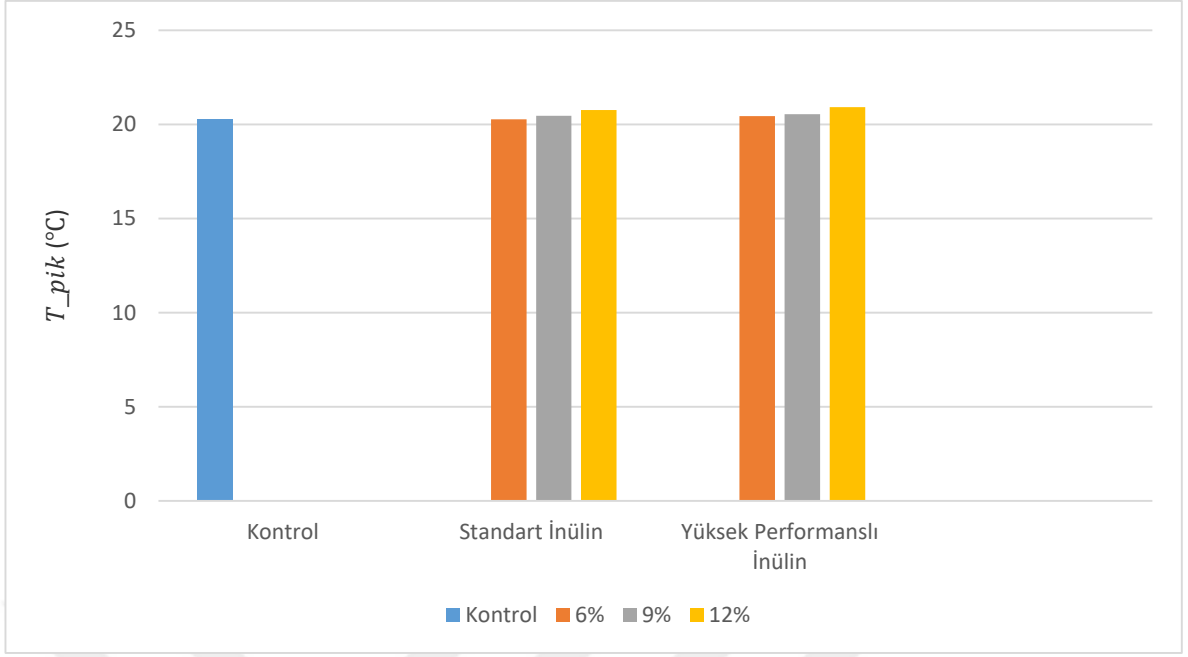
Furlan vd. [11], %10 düzeyinde inulin ilavesinin T_{ilk} , T_{pik} değerlerini arttırdığını ve kontrol örneğinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Aidoo vd. [54], tüm örneklerin pik başlangıç sıcaklığı için istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ifade etmişlerdir.

Çikolata örneklerinin erime özelliklerindeki bu değişiklikler yağ kristallerinin form *IV* özelliğine sahip olduğunu belirtmektedir. Form *IV* hızlı bir şekilde form *V*'e dönüşmektedir [26]. Erime özelliklerindeki bu değişiklikleri açıklamak için başka bir olasılık da inulin ve inulinin ortalama polimerizasyon derecesinin etkisi olabilmektedir. Inulinin ortalama polimerizasyon derecesinin artması ile erime noktasının da arttığı

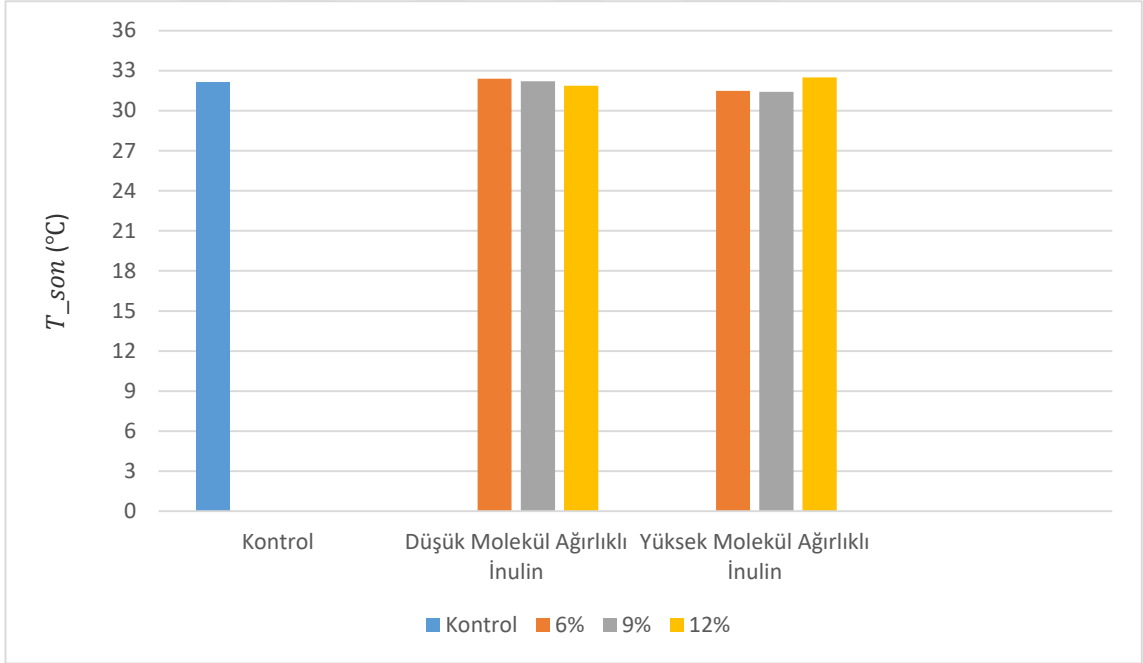
bildirilmiştir [55]. Hebette vd. [56], ayrıca inulinin karmaşık erime davranışı nedeni ile iki kristal popülasyonun kristal kalınlıklarının oluşumu ile farklılaştırılması ve kalın kristallerin daha yüksek bir erime noktasına sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir.



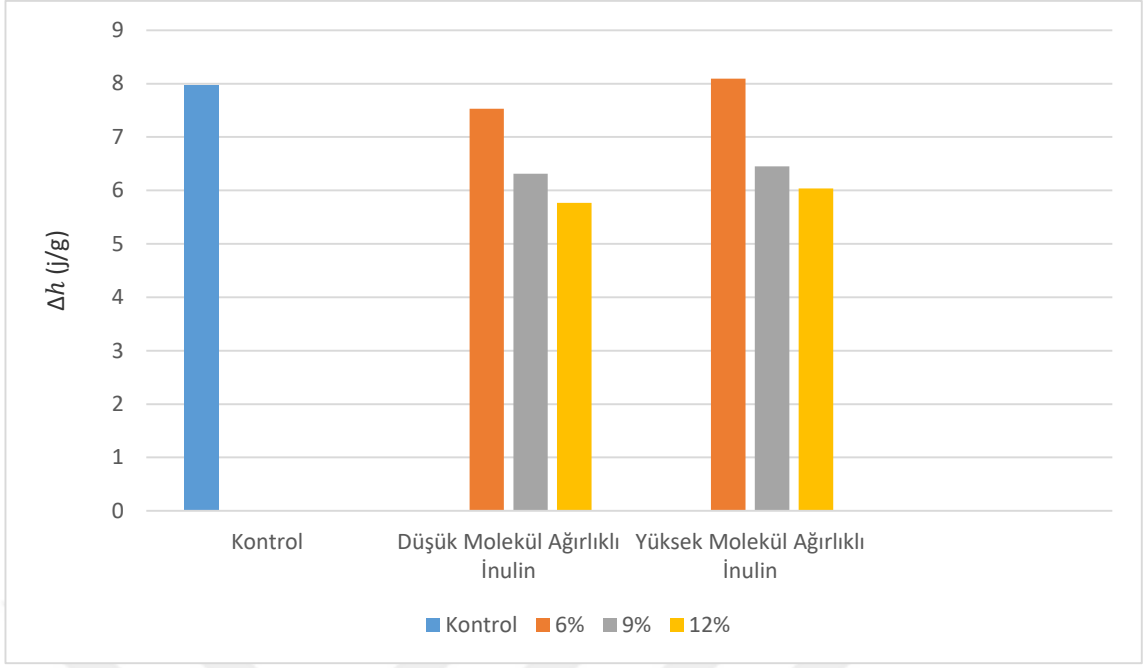
Şekil 5.2 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin T_{ilk} Değerleri



Şekil 5.3 İnülin İçeren Kaplamalı Çikolata Örneklerinin T_{pik} Değerleri



Şekil 5.4 İnülin İçeren Kaplamalı Çikolata Örneklerinin T_{son} Değerleri



Şekil 5.5 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Δh Değerleri

5.3 Renk Özellikleri

Renk bir ürünün tüketici tarafından kabul edilmesinde önemli bir özellik olarak kabul edilmektedir. Çikolatanın görünümünü tanımlamak için parlaklık, şekil, yüzey düzgünlüğü ya da pürüzlülüğü, sis, saydamlık ve renk gibi birçok görsel nitelik kullanılmaktadır. Çikolatadaki renk değişimleri genellikle üretim sırasındaki proses parametreleri ve bileşimdeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır [4].

Çikolata örneklerinin renk değerleri; L^* (parlaklık), a^* , b^* , C^* (kroma), h° (hue açısı) kolorimetrik yöntem ile belirlenmiştir [1]. L^* (Parlaklık) için düşük değerler daha koyu bir görünümü ifade etmektedir [4]. Renk algısal özelliklerinden biri olan kroma, kutupsal koordinat C^* içine a^* ve b^* eksenleri dik dönüştürerek tanımlanmaktadır [57]. a^* , b^* değerleri, piyasada doğrudan alıcı ve satıcı tarafından algılanan renk olguları olmadığı için bu değerler kullanılarak insanların renk algısına hitap eden C^* (kroma), h° (hue açısı) değerleri hesaplanmıştır [58].

İnulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinden elde edilen renk değerleri çizelge 5.3'de yer almaktadır. Tüm örneklerin L^* (parlaklık), a^* , b^* , C^* (kroma), h° (hue açısı) değerleri 3 haftalık periyodlar halinde ölçülmüştür. L^* (parlaklık), C^* (kroma), h° (hue açısı) değerlerin haftalara göre değişimi şekil 5.6-5.7 ve 5.8'de gösterilmektedir. Örneklerin 0. Haftadaki L^* (parlaklık), C^* (kroma) ve h° (hue açısı) değerleri sırasıyla 42.49-39.4, 14.89-12.85 ve 21.36- 13.83 arasında değişmektedir. İnulin içeren örneklerin L^* (parlaklık) değeri kontrol örneğinden daha yüksek bulunmuştur ve en yüksek değerler yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örneklerinde görülmektedir.

İnulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinden elde edilen renk değerleri ile yapılan istatistiksel analiz sonucunda örneklerin L^* (parlaklık), C^* (kroma) ve h° (hue açısı) değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.05$). İnulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinin 12 hafta boyunca 3 haftalık periyodlar ile renk değerleri ölçülmüş olup değerler çizelge 5.3'de yer almaktadır. 12 haftalık depolama periyodu boyunca elde edilen renk değerleri için istatistiksel analiz yapılmış olup L^* (parlaklık), C^* (kroma) ve h° (hue açısı) değerlerinin haftalara göre değişimi istatistiksel olarak anlamlı

bulunmuştur ($P \leq 0.05$). İnulin konsantrasyonları arasındaki farklılık Duncan testine göre belirlenmiştir ve gruplar arasındaki farklılıklar Çizelge 5.3'de gösterilmiştir. Ayrıca inulin içeren kaplamalık çikolata örnekleri 12 hafta boyunca depolanmıştır ve 3 haftalık periyodlar halinde örneklerin L^* (parlaklık), C^* (kroma) ve h° (hue açısı) değerlerinin haftalara göre değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.05$).

Aidoo vd. [4], yaptıkları çalışmada bitter çikolataların renk değişimlerinin örnekler arasında önemli derecede değiştiğini belirtmişler ve genellikle inulin ve polidekstroz gibi maddelerin şeker ikamesi olarak kullanılmasının kullanım düzeyinden bağımsız olarak karşılaştırıldığında referans örneğine göre daha koyu bir renk ile sonuçlandığını ifade etmişlerdir.

Shah vd. [3], sütlü çikolata örneklerinde farklı polimerizasyon derecesine sahip inulin ve hacim arttırıcı polidekstroz ajanlarını yoğun tatlandırıcı stevia ile birlikte kullanmışlar ve elde ettikleri renk sonuçlarının önemli farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir ($P \leq 0.05$). Sakarozun stevia, inulin ve polidekstroz gibi hacim verici maddelerle ikame edilmesinin daha koyu bir çikolata ile sonuçlandığını ifade etmişlerdir. Genel olarak L^* (parlaklık), a^* , b^* değerlerinin stevia, inulin ve polidekstroz örnekleri için birbirinden önemli ölçüde farklı olmasalar da kontrol örneğinden önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmişlerdir ($P \leq 0.05$).

Aidoo vd. [54], yaptıkları çalışmada sakaroz yerine inulin ve polidekstroz gibi hacim maddeleri ve stevia ya da taumatin gibi tatlandırıcıların kullanılmasının daha koyu çikolata ile sonuçlandığını ifade etmişlerdir.

Shourideh vd. [59], %100 inulin içeren bitter çikolata örneklerinin daha koyu olduğunu bildirmişlerdir. Bolenz vd. [60], %20 inulin içeren sütlü çikolata örneklerinin en koyu olduğunu ve diğer tekstür ajanları içinde en düşük L^* (parlaklık) değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Konar vd. [58], polidekstroz içeren sütlü çikolata örneklerinin tüm düzeylerdeki (%6-9 ve 12) L^* (parlaklık) değerinin kontrol örneğinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir ($P < 0.01$). Başka bir çalışmada [1] ise %9 düzeyinde inulin içeren sütlü çikolata örneklerinin L^* (parlaklık) değerinin kontrol örneğinden daha yüksek

olduğunu başka bir ifadeyle inulin içeren çikolata örneklerinin kontrol örneğinden daha parlak olduğunu belirtmişlerdir. Renk değişikliğinin her çikolata örneği için spesifik olması muhtemeldir. Ayrıca renk çikolata tüketiminde tüketici kabulü için kilit özelliklerden biridir. Dolayısıyla daha yüksek L^* (parlaklık) değerlerinin elde edilmesi veya başka bir ifadeyle daha parlak çikolata üretimi tüketici kabulü için bir avantaj olarak kabul edilebilmektedir.



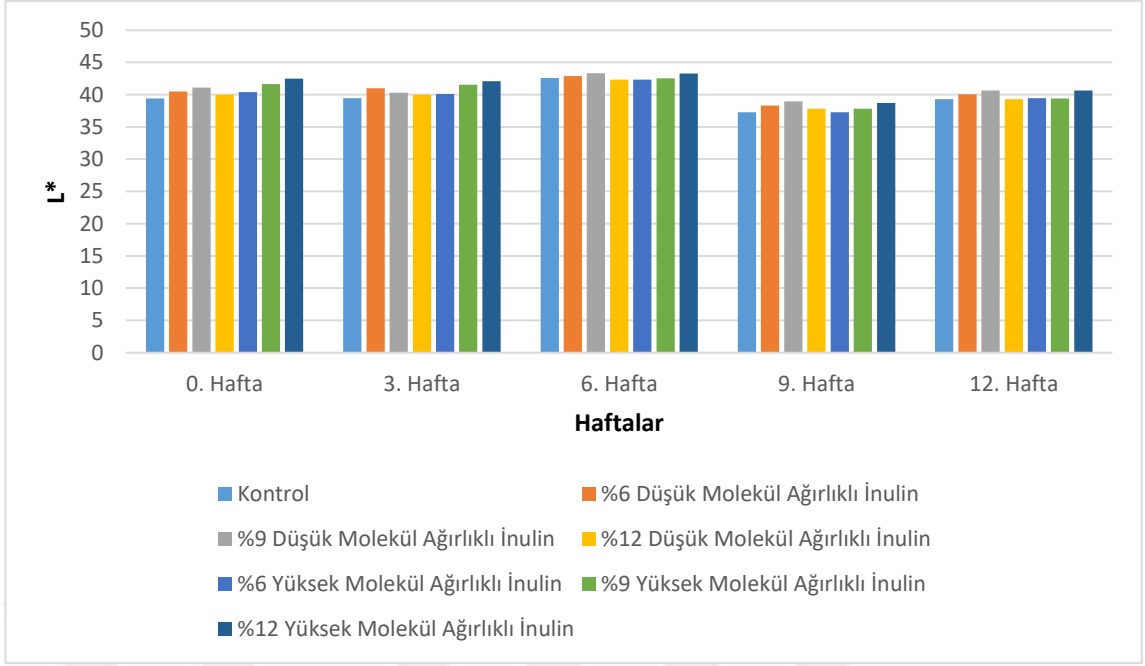
Çizelge 5.3 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Ortalama Renk Değerleri

Hafta	Renk Değerleri	Kontrol	S1	S2	S3
0.Hafta	L^*	39.40 ^e ±0.49	40.48 ^{c,d} ±0.25	41.09 ^{b,c} ±0.91	39.99 ^{d,e} ±0.12
	h°	19.76 ^b ±0.44	19.51 ^b ±0.30	20.99 ^a ±0.30	13.83 ^d ±0.50
	C^*	14.10 ^{c,d} ±0.16	14.03 ^d ±0.09	14.58 ^b ±0.21	12.85 ^e ±0.11
3. Hafta	L^*	39.47 ^d ±0.44	40.98 ^{b,c} ±0.59	40.29 ^{c,d} ±1.06	40.00 ^{c,d} ±0.19
	h°	28.45 ^b ±0.22	31.12 ^a ±1.08	29.38 ^b ±0.93	23.61 ^d ±0.59
	C^*	14.88 ^b ±0.13	15.81 ^a ±0.46	15.67 ^a ±0.41	13.77 ^c ±0.19
6. Hafta	L^*	42.61 ^{b,c} ±0.51	42.88 ^{a,b} ±0.31	43.32 ^a ±0.44	42.32 ^c ±0.37
	h°	4.46 ^d ±1.99	6.81 ^{b,c} ±0.52	8.42 ^{a,b} ±1.13	5.44 ^{c,d} ±1.56
	C^*	12.12 ^c ±0.21	12.52 ^b ±0.08	12.74 ^a ±0.04	12.38 ^b ±0.13
9. Hafta	L^*	37.25 ^d ±0.48	38.34 ^{b,c} ±0.58	38.97 ^a ±0.51	37.82 ^{c,d} ±0.12
	h°	17.87 ^e ±1.69	21.56 ^b ±0.60	22.99 ^a ±0.62	19.05 ^d ±0.38
	C^*	13.67 ^{c,d} ±0.33	14.46 ^b ±0.17	14.87 ^a ±0.11	13.91 ^c ±0.16
12. Hafta	L^*	39.29 ^c ±0.14	40.03 ^b ±0.31	40.65 ^a ±0.49	39.30 ^c ±0.71
	h°	30.47 ^d ±0.58	32.62 ^c ±0.69	34.07 ^b ±0.96	29.67 ^d ±0.70
	C^*	9.75 ^f ±0.12	10.48 ^d ±0.23	11.09 ^c ±0.22	10.08 ^e ±0.05

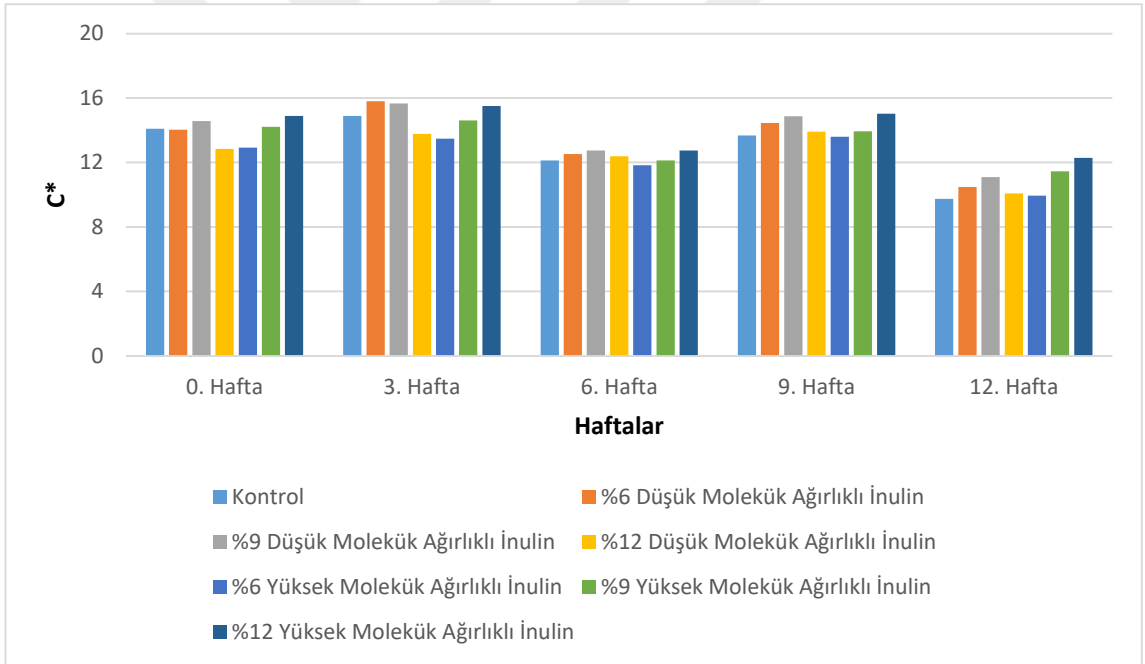
Çizelge 5.3 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Ortalama Renk Değerleri
(devamı)

Hafta	Renk Değerleri	S4	S5	S6
0.Hafta	L^*	40.39 ^d ±0.18	41.64 ^b ±0.18	42.49 ^a ±0.24
	h°	14.91 ^c ±0.38	19.31 ^b ±0.22	21.36 ^a ±0.17
	C^*	12.93 ^e ±0.02	14,22 ^c ±0.13	14.89 ^a ±0.08
3. Hafta	L^*	40.11 ^{c,d} ±0.59	41.54 ^{a,b} ±0.67	42.07 ^a ±0.68
	h°	23.92 ^d ±0.41	26.95 ^c ±0.69	28.40 ^b ±0.95
	C^*	13.47 ^c ±0.38	14.62 ^b ±0.27	15.51 ^a ±0.27
6. Hafta	L^*	42.36 ^{b,c} ±0.27	42.54 ^{b,c} ±0.11	43.30 ^a ±0.19
	h°	4.15 ^d ±0.53	5.50 ^{c,d} ±0.16	8.53 ^a ±0.29
	C^*	11.84 ^d ±0.08	12.12 ^c ±0.03	12.75 ^a ±0.04
9. Hafta	L^*	37.25 ^d ±0.51	37.82 ^{c,d} ±0.14	38.69 ^{a,b} ±0.18
	h°	19.37 ^{c,d} ±0.29	20.31 ^c ±0.21	22.66 ^{a,b} ±0.30
	C^*	13.59 ^d ±0.08	13.93 ^c ±0.06	15.02 ^a ±0.11
12. Hafta	L^*	39.48 ^{b,c} ±0.14	39.40 ^c ±0.24	40.63 ^a ±0.30
	h°	30.45 ^d ±0.14	34.47 ^b ±0.70	36.40 ^a ±0.88
	C^*	9.94 ^{e,f} ±0.08	11.46 ^b ±0.18	12.28 ^a ±0.30

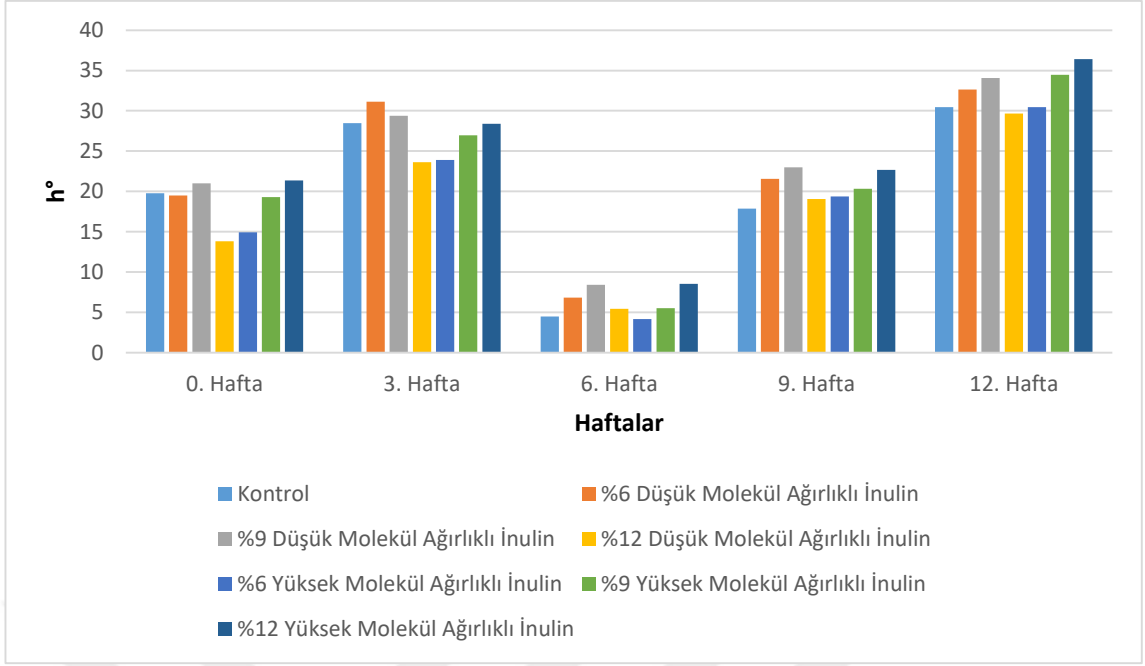
¹ Aynı satırdaki harfler inulin oranlarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur (P <0.05).



Şekil 5.6 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin L* Değerleri

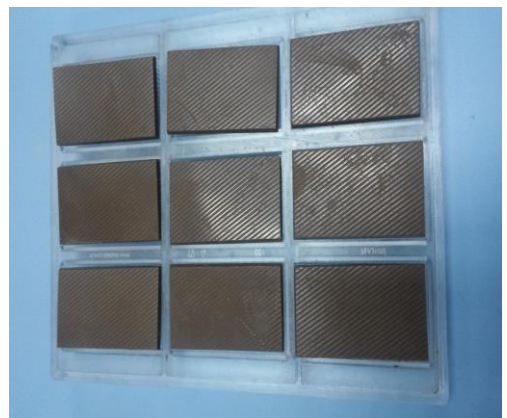
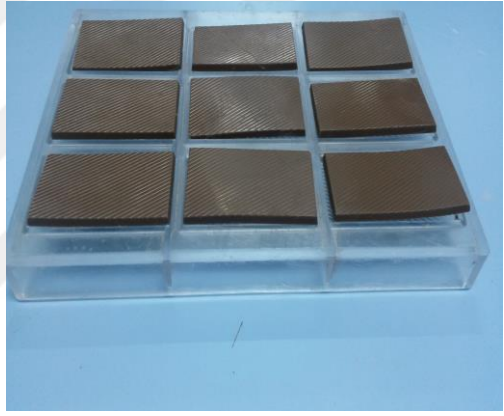
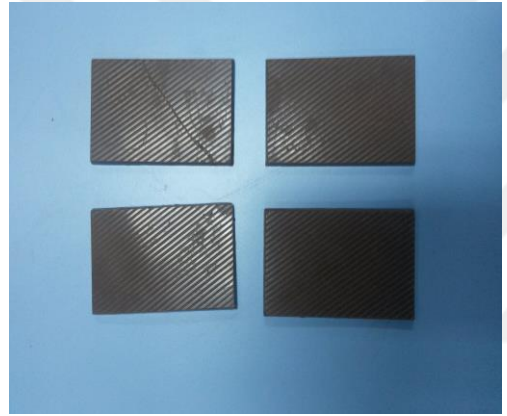
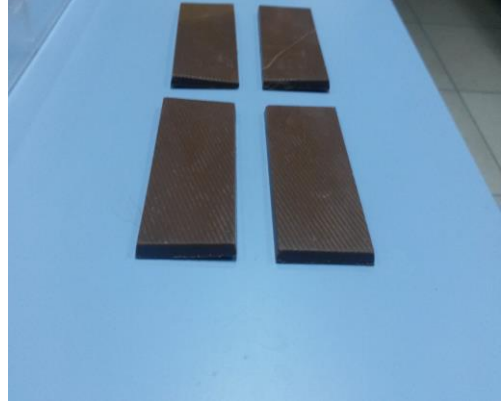
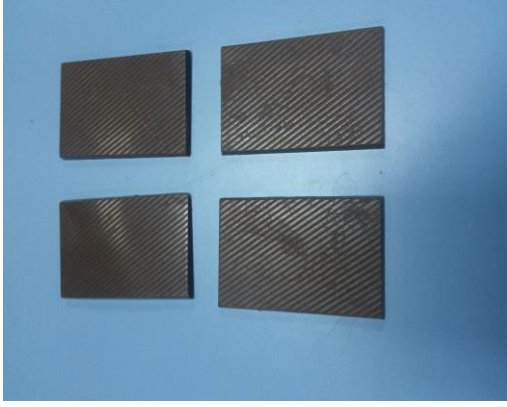


Şekil 5.7 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin C* Değerleri

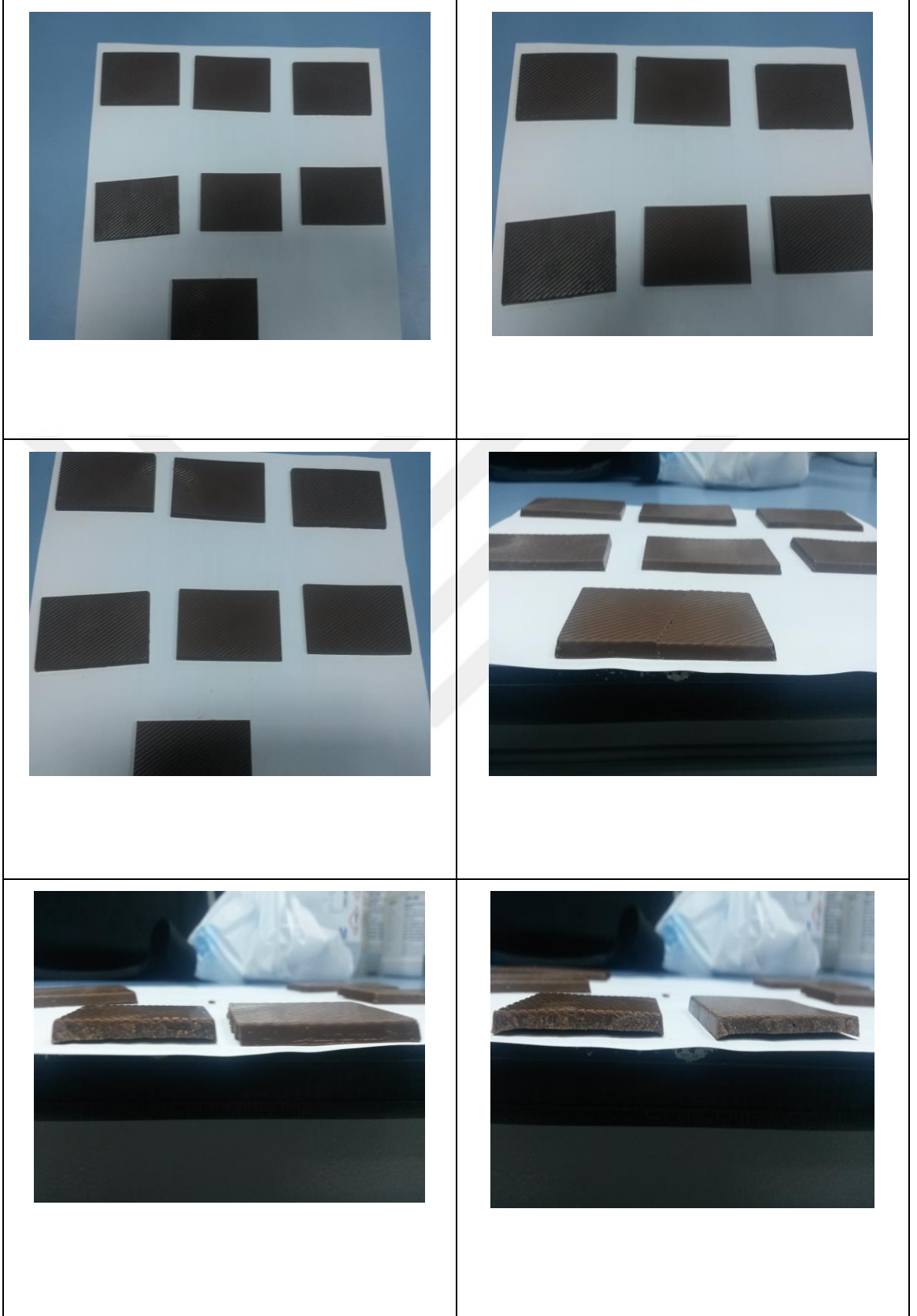


Şekil 5.8 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin h° Değerleri

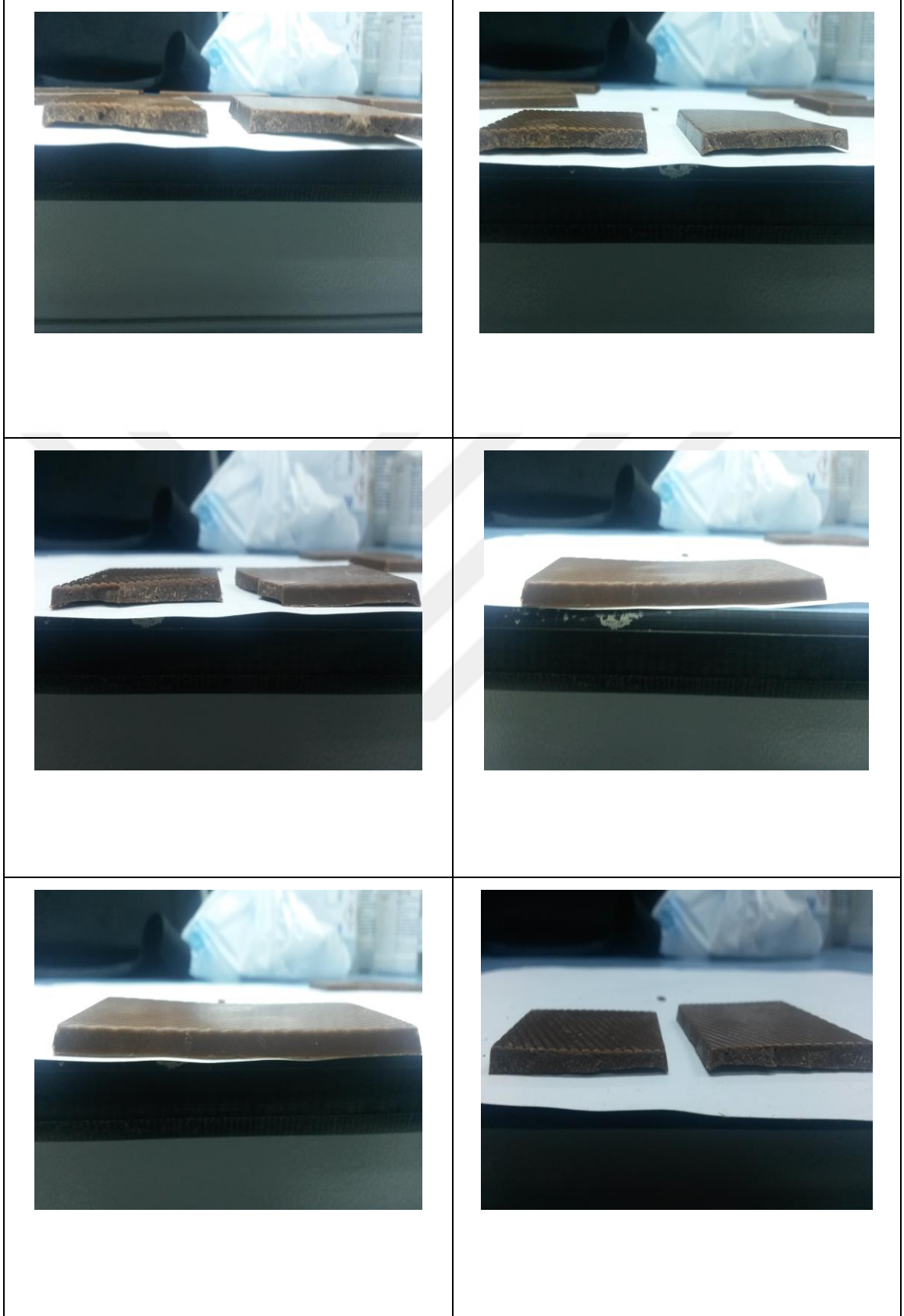
Çizelge 5.4 Kaplamalık Çikolata Örneklerinin 0. Hafta Görüntüleri



Çizelge 5.5 Kaplamalık Çikolata Örneklerinin 12. Hafta Görüntüleri



Çizelge 5.6 Kaplamalı Çikolata Örneklerinin 12. Hafta Görüntüleri



5.4 Tekstür Özellikleri

Sertlik bir maddeyi dil ve damak arasında sıkıştırmak için gerekli olan kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel olarak ise sertlik, örnek sıkıştırmak için gerekli olan maksimum kuvvet olarak tanımlanmaktadır [46]. Çikolata, kakao yağının kristal yapısı ve polimorfizmi tarafından kontrol edilen duyuşsal özellikleri ile kompleks bir gıda ürünüdür. Mikro yapının bu özellikleri sertlik ve ağızda erime profili gibi makro ölçekli özelliklerden belirlenmektedir [1].

Çiğneme sırasında çikolatanın tekstürünün algılanması çok önemlidir. Sertlik ve kesme kuvveti gibi tekstürel özellikler erimiş çikolatanın kıvamını, sürülebilirliğini ve viskozitesini düzenlemektedir [61]. Sertlik fiziksel sertliği tanımlamaktadır ve doğrudan tüketim sırasındaki duyuşsal algı ile ilgilidir [3]. Çikolatanın sertliği üretiminde kullanılan yağın çeşidi ve içeriği, şeker türü, partikül büyük dağılımı, temperleme koşulları, konçlama sıcaklığı ve aynı zamanda inulin içeriği gibi birçok faktör ile ilgilidir [1].

İnulin içeren kaplamalı çikolata örneklerinin tekstür analizi sonuçları aşağıdaki çizelge 5.4'de yer almaktadır. Ayrıca sonuçların daha net görülebilmesi için sertlik ve elastikiyet grafikleri de oluşturulmuştur (Şekil 5.9- 5.10). Çizelge ve şekiller incelendiğinde en yüksek sertlik değerine %6 yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örneklerinin, en düşük sertliğe ise %6 düşük molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Çizelge ve şekillerler incelendiğinde düşük molekül ağırlıklı inulin konsantrasyonunun artması ile birlikte sertlik değerinin de arttığı görülmektedir. Aynı durum yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren örneklerde gözlemlenmese de inulin konsantrasyonunun sertlik üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Elastikiyet değerlerinde ise sertlik değerlerinde olduğu gibi bir ilişki gözlemlenmemiştir.

İnulin içeren kaplamalı çikolata örneklerinin tekstür sonuçları için yapılan istatistiksel analiz sonucunda inulin konsantrasyonunun çikolata sertliği üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Ancak örneklerin elastikiyet değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P > 0.05$). Örnek gruplarının sertlik ve elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiş olup elastikiyet değerleri

arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ancak sertlik değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ve aralarındaki farklılıklar çizelge 5.4'de gösterilmiştir.

Rezende vd. [8], şekerli çikolatalar üzerinde lif ilavesi ve yağ ikamesinin tekstür üzerine etkisini incelemişlerdir. İnulin ve/veya β -glukan gibi lif ilavesinin kontrol örneğine göre daha düşük sertlik değeri ile sonuçlandığını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda inulin ve β -glukan konsantrasyonunun artması ile sertlik değerinin arttığını belirtmişlerdir.

Lee vd. [62], kakao yağı yerine β -glukan konsantrasyonunun çikolata sertliğinde azalmaya neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Daha az sertliğe neden olan β -glukan ikamesinin temperleme prosesini etkileyebileceğini ve temperleme prosesinin de son ürünün tekstürü ile doğrudan ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Aidoo vd. [4], şeker ikamelerinin bitter çikolatanın sertliği üzerinde yüksek bir sertleşmeye yol açtığını ve çikolataların sertlikleri arasında anlamlı farklılıkların olduğunu belirtmişlerdir. Eşit konsantrasyonda inulin ve polidekstroz içeren çikolata örneklerinin en az sertlik değerine sahip olduğunu ve %100 inulin içeren çikolata örneklerinin ise en sert özelliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Farzanmehr ve Abbasi [2], %100 maltodekstrin ve/veya polidekstroz içeren çikolata formülasyonlarının daha az sertlik değerine sahip olmasına rağmen sırasıyla inulin, polidekstroz ve maltodekstrin kombinasyonunun (50:25:25) en fazla sertlik değerine sahip olduğunu ancak %100 inulin içeren çikolata formülasyonlarının sertlik değerlerinin ise kontrol örneği ile benzer olduğunu ifade etmişlerdir.

Konar vd. [1], yaptıkları çalışmada aynı düzeyde kakao yağı ve kakao kütlesi içeren, aynı konçlama süresi ve partikül büyüklük dağılımına sahip iki sütlü çikolata örneğini kıyaslamışlardır. Prebiyotik bileşen içeren iki örnek grubunun sertlik üzerinde etkisinin olduğunu ve prebiyotik bileşen içeriğinin artması ile sertlik değerlerindeki azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtmişlerdir.

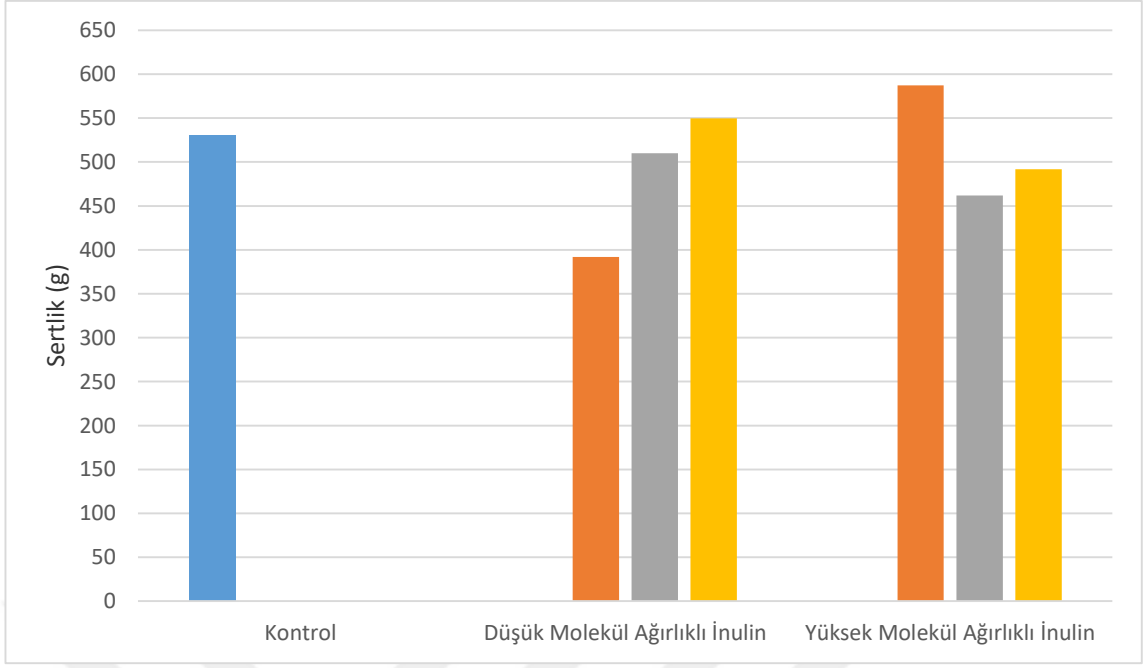
Shah vd. [3], stevia gibi tatlandırıcı bir ajan ile inulin ve polidekstroz gibi hacim arttırıcı maddelerin sakaroz ile ikame edilmesinin çikolata örneklerinin sertlik değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Ancak HPX inulin içeren çikolata örneklerinin daha sert olduğunu ifade etmişlerdir ($P \leq 0.05$).

Çizelge 5.7 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Tekstür Sonuçları

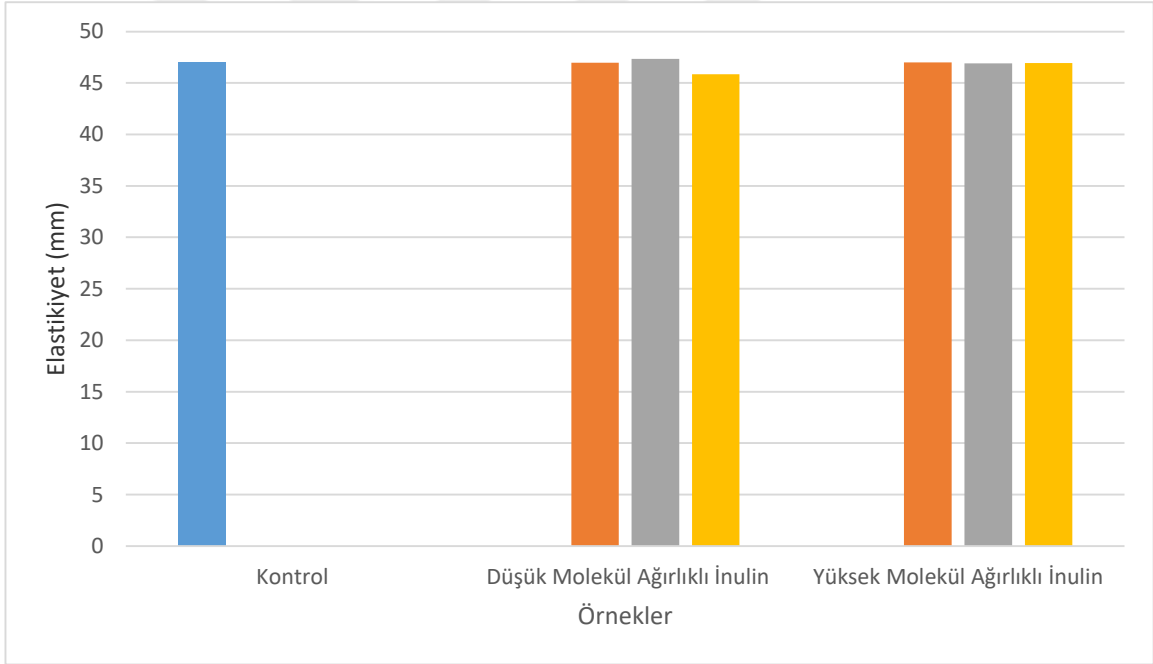
Örnek Adı	Sertlik (g) ¹	Elastikiyet (mm) ²
Kontrol	530.27 ^c ±4.24	47.03 ^a ±0.46
%6 Düşük Molekül Ağırlıklı İnulin	391.86 ^g ±8.95	46.98 ^a ±0.24
%9 Düşük Molekül Ağırlıklı İnulin	509.81 ^d ±6.41	47.34 ^a ±0.05
%12 Düşük Molekül Ağırlıklı İnulin	549.62 ^b ±6.85	45.85 ^a ±1.90
%6 Yüksek Molekül Ağırlıklı İnulin	587.12 ^a ±13.65	47.01 ^a ±0.36
%9 Yüksek Molekül Ağırlıklı İnulin	461.67 ^f ±4.71	46.92 ^a ±0.07
%12 Yüksek Molekül Ağırlıklı İnulin	491.77 ^e ±7.68	46.95 ^a ±0.13

¹ Aynı sütundaki harfler inulin oranlarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur (P≤0.05).

² Aynı sütundaki harfler inulin oranlarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (P>0.05).



Şekil 5.9 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Sertlik Değerleri



Şekil 5.10 İnulin İçeren Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Elastikiyet Değerleri

5.5 Duyusal Özellikler

Duyusal analiz 1'den 7'ye kadar hedonik ölçekleme kullanılarak eğitimsiz tüketici paneli ile gerçekleştirilmiştir. Ölçülen özellikler; görünüş (yüzey parlaklığı, pürüzsüzlük, renk), aroma (tatlılık, asidik tat, metalik tat, koku), tekstür (ağızda kalan son tat, sertlik) ve genel kabul olarak 4 farklı ana başlık altında değerlendirilmiştir. Panelistlere inulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinde istenen ve istenmeyen genel özellikler anlatılmış (Çizelge 5.8) ve panelistlerden aşağıdaki puanlama dizilimine (Çizelge 5.9) göre de puan vermeleri istenmiştir.

Çizelge 5.8 Genel Özelliklerde İstenen ve İstenmeyen Durumlar

<i>Görünüş</i> (<i>Şekil, Renk, Parlaklık</i>)	Uygun form; Kusursuz Renk, Pürüzsüz parlak bir yüzey, Net baskı
	Uygun formdan sapmalar; Kusursuz renk, Pürüzsüz parlak yüzey, Az net baskı
	Formunda Sapmalar; Düşük kaliteli renk, Yüzeyde parmak izleri, Hava balonları
	Belirgin biçim sapmaları; Gri kısmen beyaz yüzey
	Form bozuk; Yüzey gri veya beyaz, Yüksek zararlar, Yüzey baskısı kötü
<i>Tekstür</i> (<i>Sertlik</i>)	Homojen Yapı; Pürüzsüz doku, Uygun sertlik, Kırılganlık
	Düzensiz kırmak; Hava Balonları, Uygunsuz sertlik
	Uygunsuz sertlik; Kırılmış kısımlarda yağ ve çiçek görünüm
	Düzensiz kırılma; Doku kaba taneli, Yüzeyde yağ çiçeklenmesi
	Dağılan; Doku kaba taneli, Büyük çiçeklenme
<i>Aroma</i>	Uygun çiğnenebilirlik; Ağızda erime
	Yavaş erime; İyi çiğnenebilirlik, Yayma
	Ortalama çiğnenebilirlik; Yayma, Zayıf kumlu yapı
	Yavaş Erime; Kumlaşma, Yapışkanlık
	Çok az erime; Sert kumlu yapı, Yapışkanlık

Çizelge 5.9 Panelistlerden değerlendirilmesi istenen puanlama dizilimi

7	Güçlü belirgin görünen
6	Güçlü Baskın, neredeyse ılımlı baskın
5	Açıkça fark var, Bariz
4	Orta, Hafif, Belirgin ve tanınabilir
3	Hafif, Belirgin ve fark edilebilir, düşük seviyede
2	Eşik, zar zor algılanabilir, tanımanın altında
1	Mevcut değil, hiçbir nitelik tespit edilemedi.

Çalışmamızdaki en yüksek değerleri kontrol örneği ve düşük molekül ağırlıklı inulin içeren örnekler almıştır. Duyusal analiz sonucunda panelistler örneklerin yüzey parlaklığını (Şekil 5.11) için 6 ile 6.5 arasında, pürüzsüzlüğünü (Şekil 5.12) 5.9 ile 6.5 ve rengini (Şekil 5.13) 6.2 ile 6.7 arasında değerlendirmişlerdir. İnulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinin görünüş özellikleri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda tüm değerlerin benzer olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların bulunmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$).

İnulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinin aroması için tatlılık, asidik tat, metalik tat ve koku gibi özellikler değerlendirilmiştir. Yapılan duyusal analiz sonucunda örneklerde asidik tat (Şekil 5.15) ve metalik tat (Şekil 5.16) algılanmamış olup ortalama değerleri her iki kriter için sırasıyla 1 ve 1.1 olup bu iki kriter istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Örneklerin tatlılık (Şekil 5.14) ve koku (Şekil 5.17) özellikleri ise sırasıyla 5.5 ile 6.3 ve 5.6 ile 6.5 arasında değişmiş olup her iki özelliğe istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$) ve tüketiciler en yüksek tatlılık skorunu kontrol örneğine vermiştir.

Çikolata örneklerinin duyusal özelliklerinin belirlenmesi için yapılan bir değerlendirme de örneklerin tekstür özellikleri ile ilgili olup ağızda kalan son tat (Şekil 5.19) ve sertlik (Şekil 5.18) değerleri incelenmiştir. Ağızda kalan son tat için en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 5-6.5 olup %12 yüksek molekül ağırlıklı inulin ile %6 düşük molekül

ağırlıklı inulin içeren örneklerde belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ise örneklerin ağızda kalan son tat değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur ($P \leq 0.05$).

Örneklerin sertlik değerleri ise 5.6-6.2 arasında değişmiş olup sertlik değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P > 0.05$) ve en düşük ve en yüksek değerler %12 yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren örnekler ile %9 düşük molekül ağırlıklı inulin içeren örneklerde tespit edilmiştir.

İnulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinin duyuşal kabulü için yapılan son değerlendirme ise örneklerin genel olarak kabul edilebilirliğidir (Şekil 5.20). Örnekler için genel kabul edilebilirlik 5.7-6.4 arasında değişmiş olup bu değerlendirme sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P \leq 0.05$). İnulin içeren kaplamalık çikolata örneklerinin duyuşal özelliklerin gruplar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre belirlenmiştir ve Çizelge 5.10'da yer almaktadır. Sadece ağızda kalan son tat değerleri arasında farklılıklar tespit edilmiş ($P \leq 0.05$) olup diğer duyuşal özelliklerin grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($P > 0.05$).

Yaptığımız çalışmada genel kabul edilebilirlik açısından en fazla tercih edilen kontrol örneği olup sırasıyla onu düşük molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örnekleri ve yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örnekleri izlemiştir. Bu durum duyuşal analizi yapan kişilerin ağız tatlarının farklı olmasından kaynaklanabileceği ve örneklerin kişilerde bıraktığı etkinin farklılıklar içerdiği düşünülmektedir.

Shah vd. [3], yaptıkları çalışmada panelistlerin şekeriz çikolata üzerinden kontrol örneğini tercih ettiklerini daha sonra ise yüksek molekül ağırlıklı inulin içeren çikolata örneklerinin tercih edildiğini bildirmişlerdir. İnulinin sakaroz ikamesi olarak kullanılmasının pürüzsüzlüğün kabul edilebilirliğinin anlamlı olarak az olduğunu ve ağız hissini şekeriz çikolataların kontrolden daha az tercih edildiğini belirtmişlerdir. Lezzet/tat için yine kontrol örneğinin en çok tercih edildiğini ve ayrıca inulinin polimerizasyon derecesinin azaltılmasının lezzet/tat özelliklerinde belirgin olarak bir düşüşün olduğunu ifade etmişlerdir.

Golob vd. [9], inulin içeren çikolatalardaki en önemli duyuşal kusurun azaltılmış pürüzsüzlük ve ağız hissi olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda inulin içeren çikolataların tatlılık hariç kontrol örneği ile benzer özellikler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 5.10 Kaplamalıç Çikolata Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları

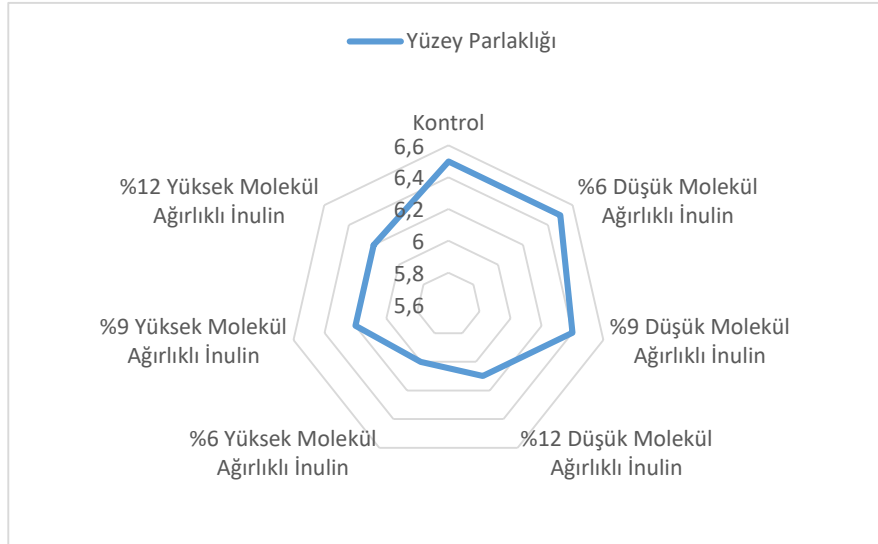
Duyusal Özellikler		Kontrol	S1	S2	S3
Görünüş	Yüzey Parlaklığı ¹	6.50 ^a ±0.70	6.50 ^a ±0.53	6.40 ^a ±0.97	6.10 ^a ±1.29
	Pürüzsüzlük ¹	6.40 ^a ±0.84	6.30 ^a ±0.67	6.30 ^a ±1.06	6.00 ^a ±1.05
	Renk ¹	6.20 ^a ±0.63	6.60 ^a ±0.52	6.70 ^a ±0.48	6.50 ^a ±0.71
Aroma	Tatlılık ¹	6.30 ^a ±0.48	6.20 ^a ±0.42	6.20 ^a ±0.92	5.70 ^a ±0.82
	Asidik Tat ¹	1.00 ^a ±0.00	1.00 ^a ±0.00	1.00 ^a ±0.00	1.00 ^a ±0.00
	Metalik Tat ¹	1.00 ^a ±0.00	1.00 ^a ±0.00	1.00 ^a ±0.00	1.00 ^a ±0.00
	Koku ¹	6.40 ^a ±0.52	6.50 ^a ±0.53	6.20 ^a ±0.79	5.90 ^a ±0.99
Tekstür	Ağızda Kalan Son Tat ²	6.30 ^{a,b} ±0.48	6.50 ^a ±0.53	6.00 ^{a,b,c} ±0.67	5.20 ^d ±0.92
	Sertlik ¹	6.00 ^a ±0.67	6.00 ^a ±0.67	6.20 ^a ±0.79	5.80 ^a ±0.79
Genel Kabul		6.40 ^a ±0.70	6.40 ^a ±0.52	6.40 ^a ±0.70	5.80 ^a ±0.79

Çizelge 5.10 Kaplamalık Çikolata Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları (devamı)

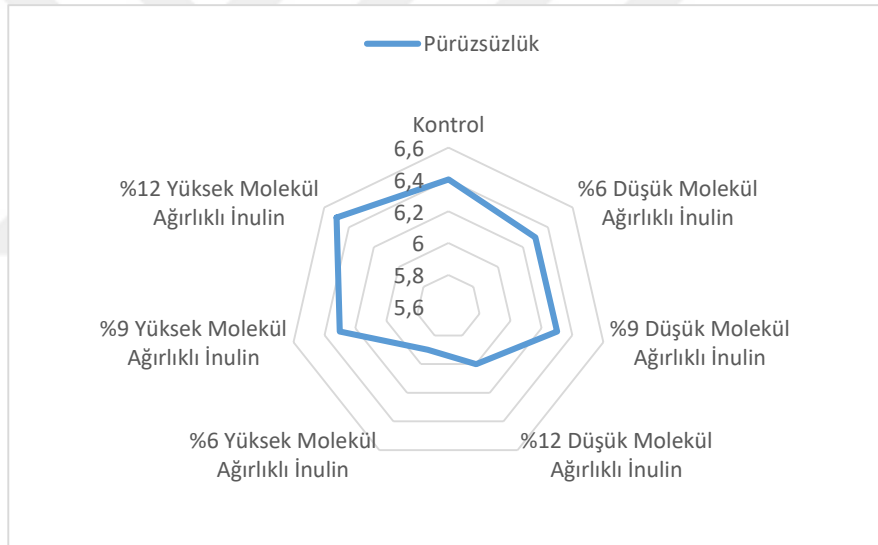
Duyusal Özellikler		S4	S5	S6
Görünüş	Yüzey Parlaklığı ¹	6.00 ^a ±1.25	6.20 ^a ±1.03	6.20 ^a ±0.92
	Pürüzsüzlük ¹	5.90 ^a ±1.10	6.30 ^a ±0.82	6.50 ^a ±0.53
	Renk ¹	6.50 ^a ±0.71	6.50 ^a ±0.71	6.60 ^a ±0.52
Aroma	Tatlılık ¹	5.50 ^a ±0.71	5.50 ^a ±0.85	5.60 ^a ±1.08
	Asidik Tat ¹	1.00 ^a ±0.00	1.00 ^a ±0.00	1.00 ^a ±0.00
	Metalik Tat ¹	1.00 ^a ±0.00	1.00 ^a ±0.00	1.10 ^a ±0.32
	Koku ¹	5.90 ^a ±0.99	5.60 ^a ±1.26	5.60 ^a ±1.26
Tekstür	Ağızda Kalan Son Tat ²	5.70 ^{b,c,d} ±0.67	5.30 ^{c,d} ±0.67	5.00 ^d ±1.25
	Sertlik ¹	5.70 ^a ±0.82	5.80 ^a ±0.63	5.60 ^a ±0.52
Genel Kabul		5.70 ^a ±0.67	5.70 ^a ±0.82	5.80 ^a ±1.13

¹ Aynı satırdaki harfler inulin oranlarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (P > 0.05).

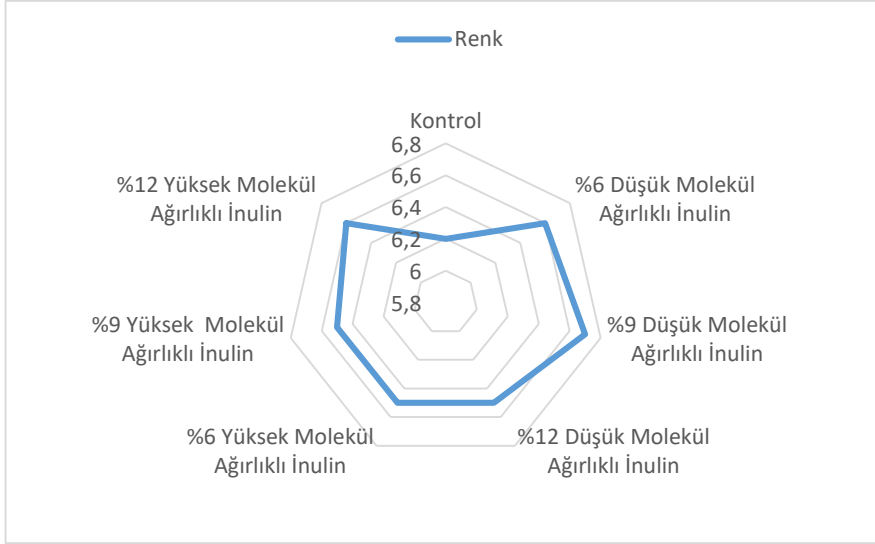
² Aynı satırdaki harfler inulin oranlarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur (P < 0.05).



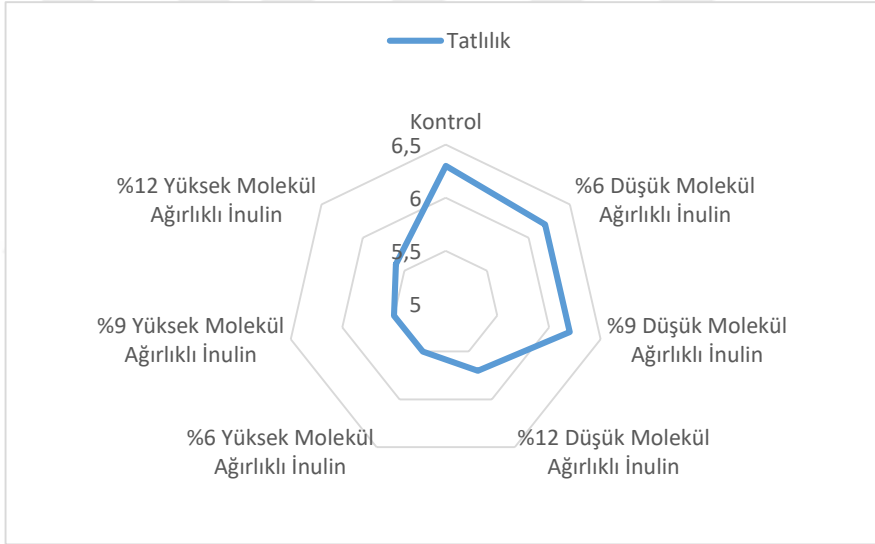
Şekil 5.11 Yüzey Parlaklığı



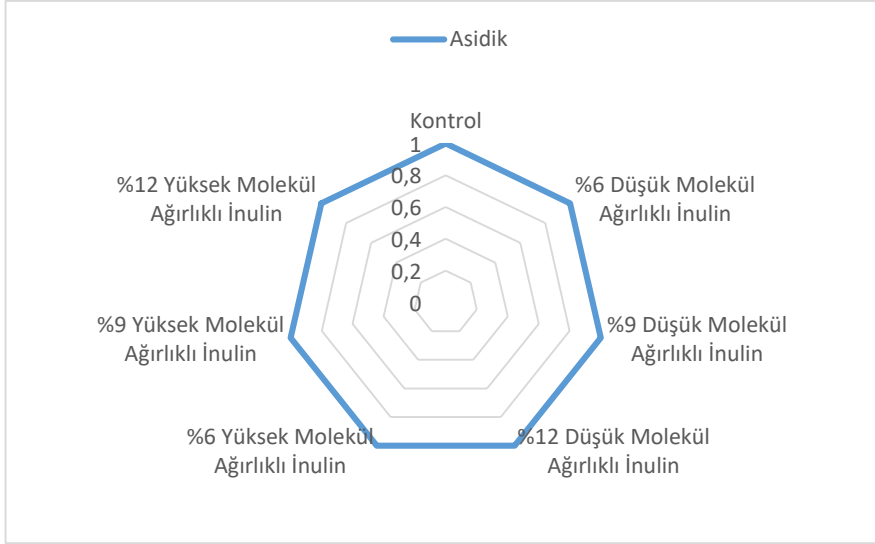
Şekil 5.12 Pürüzsüzlük



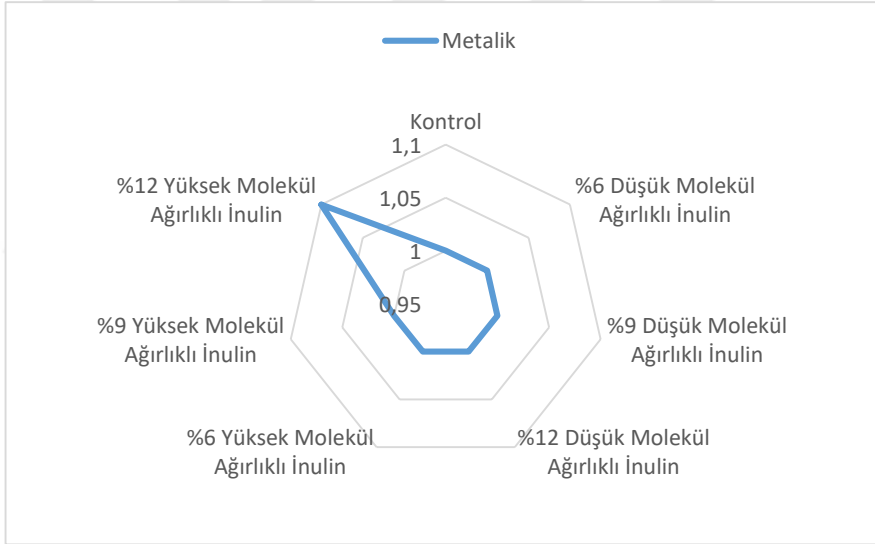
Şekil 5.13 Renk



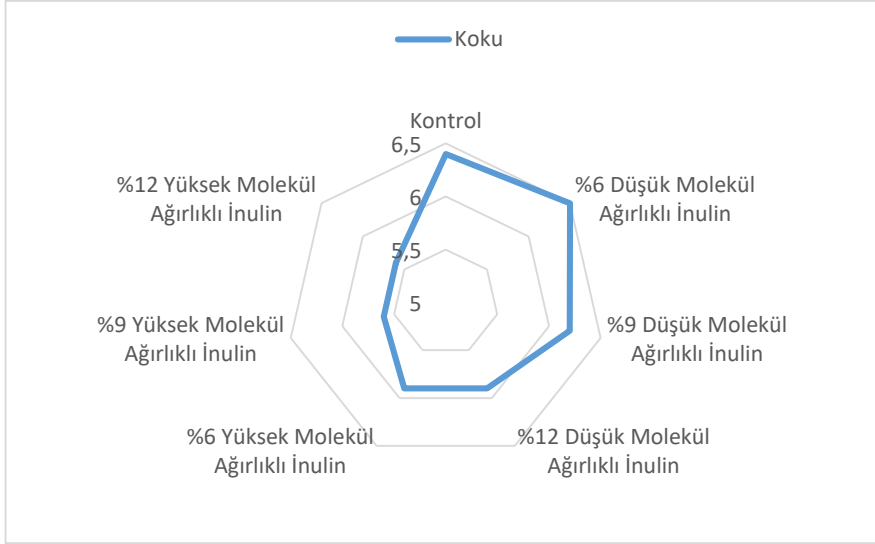
Şekil 5.14 Tatlılık



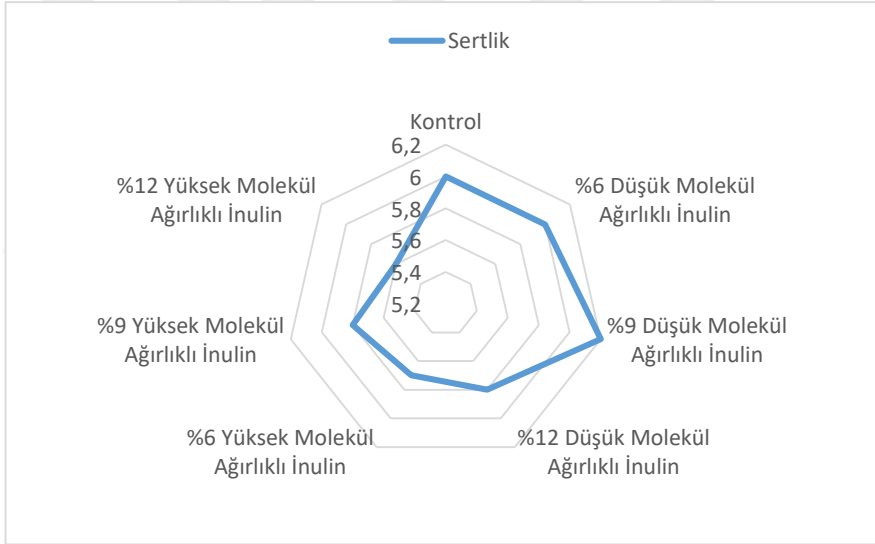
Şekil 5.15 Asidik Tat



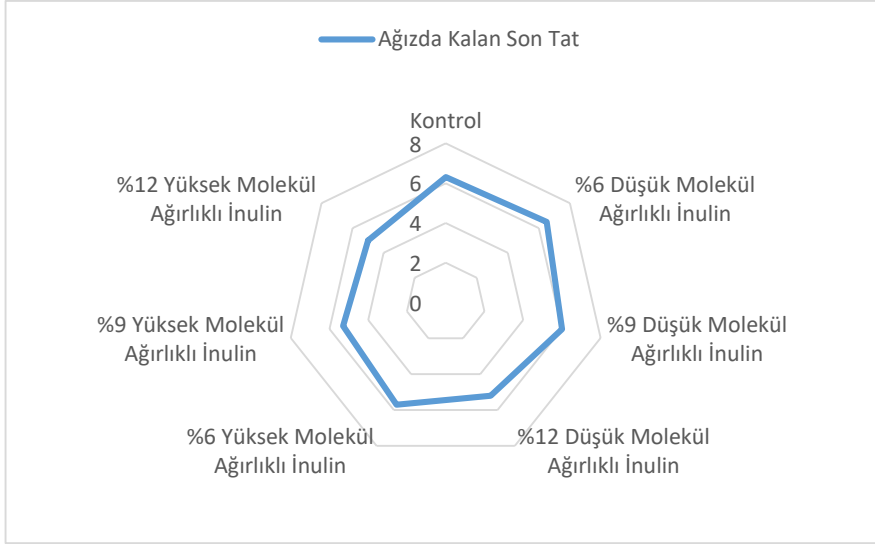
Şekil 5.16 Metalik Tat



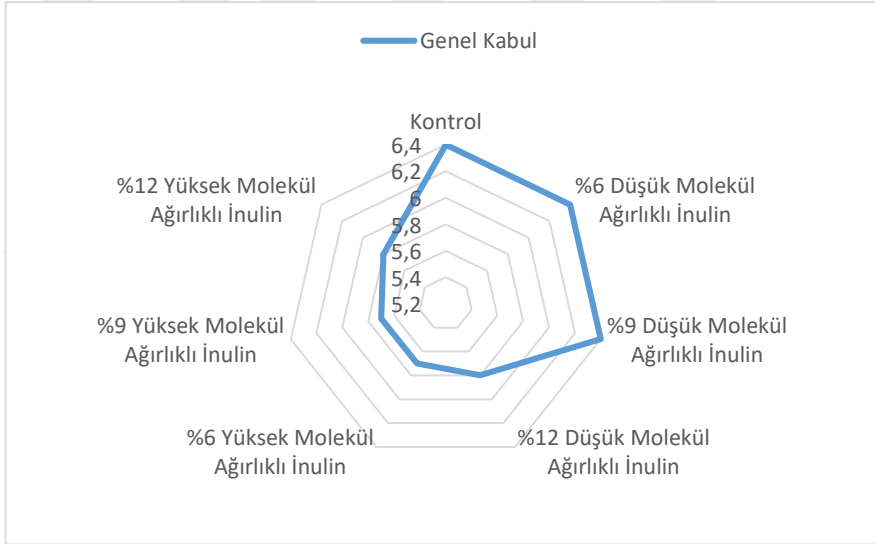
Şekil 5.17 Koku



Şekil 5.18 Sertlik



Şekil 5.19 Ağızda Kalan Son Tat



Şekil 5.20 Genel Kabul

5.6 Sonuç

Dünya genelinde her yaşta insan tarafından tüketilen bir gıda maddesi olan çikolatanın bu kadar ilgi görmesi sahip olduğu duyu özellikleri ile ilgilidir. Son zamanlarda değişen tüketici tutum ve davranışlarından bir tanesi ise kalorisiz, prebiyotik içeriği fazla gıda tüketimidir. Yapılan çalışmalar dikkate alındığında prebiyotik çikolata ile ilgili çalışmalar mevcut olsa da bunlar yeterli değildir; ayrıca gerçek çikolatanın pahalı olmasından dolayı buna alternatif olarak kullanılan kaplamalı çikolata ile ilgili çalışmalar ise oldukça kısıtlıdır. Bu durum dikkate alınarak bu çalışmada iki farklı inulin, farklı oranlarda kullanılarak kaplamalı çikolata örneklerinin şeker oranının azaltılması ve prebiyotik bileşen içeriğinin artırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda inulin içeren kaplamalı çikolata örneklerinin bazı fiziksel (a_w , renk, tekstür), erime ve duyu özellikleri incelenmiştir. Elde edilen veriler dikkate alındığında inulin içeriğinin örneklerin su aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, ancak renk ve tekstür özellikleri üzerindeki etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. İnulin içeren kaplamalı çikolataların renginin kontrol örneğinden daha parlak olduğu bulunmuş ve özellikle %6 düzeyinde yüksek molekül ağırlıklı inulin kullanımının daha sert çikolata ile sonuçlandığı tespit edilmiştir. Örneklerin erime özelliklerinde anlamlı derecede farklılıklar bulunmasa da Δh değerinin anlamlı derecede farklı olduğu bulunmuştur. Duyusal verilere göre ise en çok tercih edilen kontrol örneği olsa da inulin içeren örneklerin skorları da kontrol örneğinden çok düşük değildir ve bu kapsamda düşük molekül ağırlıklı inulin içeren örnekler kontrol örneğinden sonra en fazla tercih edilmiştir ancak duyu değerlendirmenin kişiden kişiye değişebileceği unutulmamalıdır. Yapılan çalışmaya göre inulinin kaplamalı çikolatada kullanılabileceği düşünülse özellikle inulin çeşidi (düşük ve/veya yüksek molekül ağırlıklı) ile ilgili daha fazla bilimsel araştırmanın yapılması daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Konar, N., Özhan, B., Artık, N., Dalabasmaz, S. ve Payrazoğlu, E.S., (2014b). "Rheological and Physical Properties of Inulin-Containing Milk Chocolate Prepared at Different Process Conditions", *CyTA-Journal of Food*, 12(1), 55-64.
- [2] Farzanmehr, H. ve Abbasi, S. (2009). "Effects of Inulin and Bulking Agents on Some Physicochemical, Textural and Sensory Properties of Milk Chocolate", *Journal of Texture Studies*, 40:536-553.
- [3] Shah, A.B., Jones, G.P. ve Vasiljevic, T., (2010). "Sucrose-Free Chocolate Sweetened with *Stevia rebaudiana* Extract Containing Different Bulking Agents-Effects on Physicochemical and Sensory Properties", *International Journal of Food Science and Technology*, 45:1426-1435.
- [4] Aidoo. R.P., Afoakwa, E.O. ve Dewettinck, K., (2014). "Optimization of Inulin and Polydextrose Mixtures as Sucrose Replacers During Sugar-Free Chocolate Manufacture – Rheological, Microstructure and Physical Quality Characteristics", *Journal of Food Engineering*, 126:35–42.
- [5] Volpini-Rapina, L.F., Sokei, F.R. ve Conti-Silva, A.C., (2012). "Sensory Profile and Preference Mapping of Orange Cakes with Addition of Prebiotics Inulin and Oligofructose", *LWT-Food Science and Technology*, 48:37-42.
- [6] Sokmen, A. ve Gunes, G., (2006). "Influence of Some Bulk Sweeteners on Rheological Properties of Chocolate", *LWT-Food Science and Technology*, 39: 1053–1058.
- [7] Abbasi, S. ve Farzanmehr, H., (2009). "Optimization of The Formulation of Prebiotic Milk Chocolate Based on Rheological Properties", *Food Technology Biotechnology*, 47 (4):396-403.
- [8] Rezende, N.V., Benassi, M.T., Vissotto, F.Z., Augusto, P.P.C. ve Grossman, M.V.E., (2015). "Effects of Fat Replacement and Fibre Addition on Texture, Sensory Acceptance and Structure of Sucrose-Free Chocolate", *International Journal of Food Science and Technology*, 50:1413-1420.
- [9] Golob, T., Micovic, E., Bertoneclj, J. ve Jamnik, M., (2004). "Sensory Acceptability of Chocolate with Inulin", *Acta Agriculturae Slovenica*, 83:221-231.

- [10] Toker, O.S., Sagdic, O., Şener, D., Konar, N., Zorlucan, T. ve Dağlıoğlu, O., (2016). "The Influence of Particle Size on Some Physicochemical, Rheological and Melting Properties and Volatile Compound Profile of Compound Chocolate and Cocolin Samples", *European Food Research and Technology*, 242:1253-1266.
- [11] Furlan, L.T.R., Baracco, Y., Lecot, J., Zaritzky, N. ve Campderros, M.E., (2016). "Influence of Hydrogenated Oil as Cocoa Butter Replacers in the Development of Sugar-free chocolates: Use of inulin as stabilizing agent", *Food Chemistry*, 217:637-647.
- [12] Wang, F., Liu, Y., Shan, L., Jin, O., Wang, X. ve Li, L., (2010). "Blooming in Cocoa Butter Substitutes Based Compound Chocolate: Investigation on Composition, Morphology and Melting Behavior", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87:1137-1143.
- [13] Pandey, A. ve Singh, G., (2011). "Development and Storage Study of Reduced Sugar Soy Containing Compound Chocolate", *Journal of Food Science and Technology*, 48:76-82.
- [14] Torbica, A., Pajin, B. ve Omorjan, R., (2011). "Influence of Soft Cocoa Butter Equivalents on Color and Other Physical Attributes of Chocolate", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88:937-947.
- [15] Smith, K.W., Cain, C.W. ve Talbol, G., (2004). "Nature and Composition of Fat Bloom from Palm Kernel Stearin and Hydrogenated Palm Kernel Stearin Compound Chocolates", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52:5539-5544.
- [16] Beckett, T.S., (2008) *The Science of Chocolate*, Second edition, RSC Publishing, York, UK.
- [17] Anonim, <http://www.businessht.com.tr/haber/haber/1105993-kuresel-cikolata-tuketimi>, 23 Aralık 2016.
- [18] Beckett, S.T., (2009). *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. Fourth Edition, Wiley-Blackwell, York, UK.
- [19] Anonim. https://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/30-related-documents/46-statistics-production.html, 23 Aralık 2016.
- [20] Afoakwa, E., (2010). *Chocolate Science and Technology*, First edition, Wiley-Blackwell, United Kingdom.
- [21] Beckett, T.S., (2008). *The Science of Chocolate*, Second edition, RSC Publishing, York, UK.
- [22] Yeganehzad, S., Tehrani, M.M., Mohebbi, M., Najafi, M.B.H. ve Baratian Z., (2013). "Effect of Replacing Skim Milk Powder with Soy Flour and Ball Mill Refining Time on Particle Size and Rheological Properties of Compound Chocolate", *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15:125-135.
- [23] Minifie, B. W., (1989). *Chocolate, Cocoa and Confectionery Science and Technology*, Chapman & Hall, London.

- [24] Beckett, S. T., (2000). *The Science of Chocolate*, Royal Society of Chemistry Paperbacks, London.
- [25] Awua, P. K., (2002). *Cocoa Processing and Chocolate Manufacture in Ghana*, David Jamieson and Associates Press Inc, Essex, UK.
- [26] Beckett, S.T., (1999). *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, Blackwell, Oxford, US.
- [27] Whitefield, R., (2005). *Making Chocolates in the Factory*, Kennedy's Publications, London.
- [28] Hartel, R.W., (2001). *Crystallization in Food*, Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, MD.
- [29] Talbot, G., (1999). *Chocolate Temper*, In *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, 3rd edn., Beckett, S. T. (ed.), Blackwell Science, Oxford, pp. 218–230.
- [30] Windhab, E. J., Mehrle, Y., Stierli, F., Zeng, Y., Braun, P. ve Boller, E., (2002). "Verbesserung der Fettreifresistenz durch neuartiges Temperieren – Kontinuierliche Impfkristallisation", *Schoko-Technik*, Köln.
- [31] Haylock, S. J. ve Dodds, T. M., (1999). *Ingredients From Milk*. In *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, 3rd edn. Beckett, S. T. (ed.), Blackwell Science, Oxford, pp. 137–152.
- [32] Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., (2007a). "Factors Influencing Rheological and Textural Qualities in Chocolate – a Review", *Trends in Food Science and Technology*, 18:290–298.
- [33] T.C. Resmî Gazete. Türk Gıda Kodeksi Çikolata ve Çikolata Ürünleri Tebliği, (Tebliğ No: 2003/23).
- [34] Mollet, B. ve Rowland, I., (2002). "Functional foods: At the frontier between food and pharma", *Current Opinion in Biotechnology*, 13:483-485.
- [35] Young, Y., (2000). *Functional Foods and the European Consumer*, In J. Buttriss ve M. Saltmarsh (Eds.), *Functional Foods, II. Claims and Evidence*, The Royal Society of Chemistry, London, UK.
- [36] Menrad, K., (2003). "Market and Marketing of Functional Food in Europe", *Journal of Food Engineering*, 56:181-182
- [37] Roberfroid, M. B., (2000b). "An European Consensus of Scientific Concepts of Functional Foods", *Nutrition*, 16:689-691.
- [38] Kotilainen, L., Rajalahti, R., Ragasa, C. ve Pehu, E., (2006). "Health Enhancing Foods: Opportunities for Strengthening the Sector in Developing Countries", *Agriculture and Rural Development Discussion Paper 30*.
- [39] Roberfroid, M. B., (2000a). "Concepts and Strategy of Functional Food Science: The European Perspective", *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71:S1660-S1664.
- [40] Hardy, G., (2000). "Nutraceuticals and Functional Foods: Introduction and Meaning", *Nutrition*, 16:688–697.

- [41] Kwak, N. S., ve Jukes, D. J., (2001a). "Functional Foods Part 1 The Development of a Regulatory Concept", *Food Control*, 12:99–107.
- [42] Stanton, C., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F. ve Van Sinderen, D., (2005). "Fermented Functional Foods Based on Probiotics and Their Biogenic Metabolites", *Current Opinion in Biotechnology*, 16:198–203.
- [43] Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B. ve Lugasi, A., (2008). "Functional Food. Product Development, Marketing and Consumer Acceptance", *Appetite*, 51:456-467.
- [44] Diplock, A. T., Agget, P.J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E.B. ve Roberfroid, M.B., (1999). "Scientific Concepts of Functional Foods in Europe: Consensus Document", *British Journal of Nutrition*, 81:S1–S27.
- [45] Gibson, G. R., Probert, H.M., Van Loo, J., Rastall, R.A. ve Roberfroid, M.N., (2004). "Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Updating the Concept of Prebiotics", *Nutrition Research Reviews*, 17:259–275.
- [46] Cardarelli, H.R., Alegro, L.C.A., Alegro, J.H.A., Castro, I.A. ve Saad, S.M.I., (2008). "Effect of Inulin and *Lactobacillus paracasei* on Sensory and Instrumental Texture Properties of Functional Chocolate Mousse", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88:1318-1824.
- [47] Villegas, B., Tarrega, A., Carbonell, I. ve Costell, E., (2010). "Optimising Acceptability of New Prebiotic Low-Fat Milk Beverages", *Food Quality and Preference*, 21:234-242.
- [48] Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J.M. ve Bressollier, P., (2013). "An Overview of The Last Advances in Probiotic and Prebiotic Field", *Food Science and Technology*, 50:1-16.
- [49] Loo, V.J., Coussement, P., Leenheer, L., Hoebregs, H. ve Smits, G., (1995). "On The Presence of Inulin and Oligofructose as Natural Ingredients in the Western Diet", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35,:525–552.
- [50] Franck, A., (2002). "Technological Functionality of Inulin and Oligofructose", *British Journal of Nutrition*, 87, Suppl. 2, S287-S291.
- [51] Roberfroid, M.B., Van Loo, J.A.E. ve Gibson, G.R., (1998). "The Bifidogenic Nature of Chicory Inulin and Its Hydrolysis Products", *Journal of Nutrition*, 128:11-19.
- [52] Afaokwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M. ve Vieira, J., (2009). "Influence of Tempering and Fat Crystallization Behaviours on Microstructural and Melting Properties in Dark Chocolate Systems", *Food Research International*, 42:200-209.
- [53] Rossini, K., Norena, C.P.Z. ve Brandelli, A., (2011). "Changes in the Colour of White Chocolate During Storage: Potential Roles of Lipid Oxidation and Non-enzymatic Browning Reactions", *Journal of Food Science and Technology*, 48(3):305–311.

- [54] Aidoo, R. P., Afoakwa, E.O. ve Dewettinck, K., (2015). "Rheological Properties, Melting Behaviours and Physical Quality Characteristics of Sugar-free Chocolates Processed Using Inulin/polydextrose Bulking Mixtures Sweetened With Stevia and Thaumatin Extracts", *LWT- Food Science and Technology*, 62:592-597.
- [55] Blecker, C., Chevalier, J.P., Fougny, C., (2003). "Characterisation of Different Inulin Samples by DSC – Influence of Polymerization Degree on Melting Temperature", *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 71:215–224.
- [56] Hebette, C.L.M., Delcour, J.A., Koch, M.H.J., Booten, K., Kleppinger, R., Mischenko, N. ve Reynaers, H., (1998). "Complex Melting of Semi-crystalline (*Cichorium intybus* L.) Inulin", *Carbohydrate Research*, 310:65–75.
- [57] Konar, N., Özhan, B., Artık, N. ve Poyrazoğlu, E.S., (2014a). "Using Polydextrose as a Prebiotic Substance in Milk Chocolate: effects of Process Parameters on physical and Rheological Properties", *CyTA- Journal of Food*, 12(2):150-159.
- [58] McGuire, R.G., (1992). "Reporting of Objective Color Measurements", *HortScience*, 27:1254 – 1255.
- [59] Shourideh, M., Taslimi, A., Azizi, MH. ve Mohammadifar MA., (2012). "Effects of D-Tagatose and Inulin of Some Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Dark Chocolate", *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(5):314-319.
- [60] Bolenz, S., Amtsberg, K. ve Schape, R., (2006). "The Broader Usage of Sugars and Fillers in Milk Chocolate Made Possible by the New EC Cocoa Directive", *International Journal of Food Science and Technology*, 41:45-55.
- [61] Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M. ve Vieira, J., (2008). "Relationship Between Rheological, Textural and Melting Properties of Dark Chocolate as Influenced by Particle Size Distribution and Composition", *Journal of European Food Research and Technology*, 227:1215–1223.
- [62] Lee, S., Biresaw, G., Kinney, M.P. ve Inglett, G.E., (2009). "Effect of Cocoa Butter Replacement with β -glucan-rich Hydrocolloid (C-trim 30) on the Rheological and Tribological Properties of Chocolates", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89:163–167.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hamza GÖKTAŞ
Doğum Tarihi ve Yeri : 01.04.1990, Kargı/ÇORUM
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : hamzagoktas@yandex.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Gıda Mühendisliği	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	2013
Lise	Fen Bilimleri	YDA Kağıthane Gültepe Lisesi	2008

Bildiri

1. Göktaş, H., Toker, Ö.S., Konar, N. ve Sağdıç, O., (2016). “Kaplama Çikolatalarda Farklı Polimerizasyon Derecesine Sahip İnulin Kullanımının Bazı Fiziksel Ve Erime Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi”, Türkiye 12. Gıda Kongresi, Ekim 2016, Edirne.

Proje

1. β -V Tohum Kristalleri Kullanımı ile Non-Karyojenik Çikolata Üretimi,
Tubitak Proje No : 115O028