



**KEÇİBOYNUZU TOZU TEREYAĞI VE ZEYTİNYAĞI
KULLANIMININ SÜRÜLEBİLİR ÇİKOLATADA
FİZİKSEL KİMYASAL VE REOLOJİK ÖZELLİKLER
ÜZERİNE ETKİSİ**

Rezvan SHIEHZADEH

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU
2019**

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KEÇİBOYNUZU TOZU TEREYAĞI VE ZEYTİNYAĞI
KULLANIMININ SÜRÜLEBİLİR ÇİKOLATADA FİZİKSEL
KİMYASAL VE REOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ**

Rezvan SHİEHZADEH

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

KEÇİBOYNUZU TOZU TEREYAĞI VE ZEYTİNYAĞI KULLANIMININ
SÜRÜLEBİLİR ÇİKOLATADA FİZİKSEL KİMYASAL VE REOLOJİK
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU danışmanlığında, Rezvan SHİEHZADEH tarafından hazırlanan bu çalışma 04/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL

İmza

Üye : Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

İmza

Üye : Dr. Öğrt. Üyesi Zühal OKÇU

İmza

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu **10**.../01.../2019 tarih ve **02**.../...**33**..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KEÇİBOYNUZU TOZU TEREYAĞI VE ZEYTİNYAĞI KULLANIMININ SÜRÜLEBİLİR ÇİKOLATADA FİZİKSEL KİMYASAL VE REOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Rezvan SHİEHZADEH

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Bu araştırmada farklı seviyelerde keçiboynuzu tozu, şeker, kakao tozu, tereyağı ve zeytin yağının sürülebilir çikolataya ilavesi ile çikolatada meydana gelen fiziksel, kimyasal ve dokusal değişikliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, normal sürülebilir çikolata formülasyonunda bulunan pudra şekeri ve kakao tozu keçiboynuzu tozu, bitkisel yağ (palm yağı) ise iki farklı yağ (zeytin yağı, tereyağı) ile ikame edilmiş ve sürülebilir çikolatanın kalite ile biyoaktif bileşikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Keçiboynuzu tozu sırasıyla %50, %66.8 ve %100 seviyelerinde pudra şekeri ve kakao tozu ile ikame edilmiştir. Kontrol sürülebilir çikolata formülasyonunda (örnek1) kullanılan palm yağı sırasıyla %100 zeytin yağı, %100 tereyağı, %50 zeytinyağı, %50 tereyağı ve son olarak %100 zeytinyağı/tereyağı karışımı (m/m) ile ikame edilmiş ve çikolata örneklerinde fiziksel, kimyasal ve reolojik analizler yapılarak kullanılan bileşenlerin etkileri araştırılmıştır.

Farklı seviyelerde keçiboynuzu tozu, pudra şeker, kakao tozu, tereyağı ve zeytinyağı ilavesi çikolata örneklerinin geri ekstrüzyon (sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi), akma gerilimi, nem, kül, toplam fenolik madde, ham lif, toplam indirgen şeker ve L , a , b renk değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($P<0,01$) etkilemiştir. En yüksek sürülebilirlik kuvveti %66.78 keçiboynuzu tozu ve %100 tereyağı içeren örnekte, en düşük değer ise %50 keçiboynuzu tozu ve %100 zeytinyağı içeren örnekte belirlenmiştir. Genel olarak, yağ dışında aynı bileşenleri içeren çikolata formülasyonlarında, sürülebilirlik kuvveti, kohesivlik, konsistens, sertlik ve viskozite indeksi değerleri zeytinyağı içeren örneklerde yüksek bulunurken palm yağı içeren örneklerde daha düşük bulunmuştur. Tekstürel özellikler dikkate alındığında, %50 keçiboynuzu tozu ve %100 tereyağının sürülebilir çikolata üretiminde kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Sürülebilir çikolata örneklerinde ayrıca duyu test yapılmış ve test sonucuna göre genel olarak kontrol çikolataya en yakın puanı %50 keçiboynuzu tozu ve palm yağı içeren örnek almıştır.

2019, 78 sayfa

Anahtar Kelimeler: keçiboynuzu, çikolata, tereyağı, zeytin yağı, reolojik özellikler, toplam fenolik madde

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF THE USE OF CAROB POWDER BUTTER AND OLIVE OIL ON THE PHYSICAL CHEMICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SPREADABLE CHOCOLATE

Rezvan SHIEHZADEH

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

In this study, it was aimed to determine the physical, chemical and textural changes of chocolate by using different levels of carob flour, sugar, cocoa powder, butter and olive oil in the production of spreadable chocolate. For this purpose; carob powder was replaced instead of sugar and cocoa powder, two different oils (olive oil, butter) were replaced instead of vegetable oil (palm oil) in the normal spreadable chocolate formulation and the effect on the quality, and bioactive compounds of chocolate were determined. Carob powder was replaced with sugar and cocoa powder at the rate of 50%, 66.8% and 100% respectively. Palm oil used in the control chocolate formulation is replaced with 100% olive oil, 100% butter, 50% olive oil, 50% butter and 100% olive oil / butter mixture (m / m) respectively and effects of the components, which are used in the chocolate samples, were investigated by physical, chemical and rheological analyses.

Different levels of carob powder, sugar, cocoa powder, butter and olive oil affected the back extrusion (hardness, consistency, cohesiveness, viscosity index), yield voltage, moisture, ash, total phenolic substance, raw fiber, total sugar and L, a, b color values of chocolate samples at a statistically significant level ($P < 0,01$). The highest spreading force was found in the sample containing 66.78% carob powder and 100% butter, while the lowest value was found in the sample containing 50% carob powder and 100% olive oil. Generally, in the chocolate formulations, which contain the same components other than oil, the values of spreadability force, cohesivity, consistence, hardness and viscosity index were found higher in samples containing olive oil and lower in palm oil samples. Considering the textural properties, it was concluded that 50% carob powder and 100% butter could be used in the production of spreadable chocolate. Sensory analysis was also carried out for the samples of spreadable chocolate and according to the result of the analysis, the closest score to the control sample was 50% carob powder and palm oil.

2019, 78 pages

Keywords: carob, chocolate, butter, olive oil, rheological characteristics, total phenolik substance

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve bu çalışmanın düzenlenmesi, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, bana yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımın gerçekleştirilmesinde zamanını ayırarak katkı sağlayan Sayın Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR'a, Sayın Arş. Gör Hacer MERAL'a, Sayın Arş. Gör. Yeşim BEDİR'e, Sayın Arş. Gör Ramazan GÜN'e, Sayın Merve AKDEMİR'e, ve manevi olarak benden desteklerini eksik etmeyen kıymetli arkadaşım Sayın Mehmet Hakan EKİZ'e ve ayrıca tüm bölüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak hayatım boyunca bana destek olan ve eğitim hayatımda önemli yeri olan sevgili aileme şükranlarımı sunarım.

Rezvan SHİEHZADE

Ocak, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çikolatanın Tarihçesi	1
1.2. Çikolata Tanıtımı.....	3
1.3. Sürülebilir Şekerleme Ürünleri	4
1.3.1. Su esaslı sürülebilir şekerleme ürünleri.....	5
1.3.2. Yağ esaslı sürülebilir şekerleme ürünleri	5
1.3.2.a. Sürülebilir çikolata (kakao içeren yağ esaslı sürülebilir şekerleme ürünleri	6
1.4. Çikolata Teknolojisinde Kullanılan Ham Maddeler	7
1.4.1. İngrediyentler	7
1.4.1.a. Kakao tozu	7
1.4.1.b. Kakao yağı.....	8
1.4.1.c. Palm yağı	10
1.4.1.d. Şeker.....	11
1.4.1.e. Süt tozu	12
1.4.2. Çikolata katkı maddeleri	12
1.4.2.a. Emülsifiyerler	12
1.4.2.b. Vanilin	14
1.5. Fonksiyonel Gıdalar	15
1.5.1. Fonksiyonel gıda kategorisi ve çeşitleri	17
1.6. Keçiboynuzu.....	17
1.7. Zeytinyağı.....	19
1.8. Tereyağı.....	20

2. KAYNAK ÖZETLERİ	22
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal.....	29
3.2. Metot	29
3.2.1. Çikolata üretim akışı	30
3.2.2. Çikolata örneklerinde renk yoğunluğunun ölçülmesi	31
3.2.3. Çikolata örneklerinde nem tayini	31
3.2.4. Çikolata örneklerinde kül tayini	32
3.2.5. Çikolata örneklerinde toplam fenolik madde tayini	32
3.2.5.a. Örnek hazırlama ve ekstraksiyon	32
3.2.5.b. Toplam fenolik madde analizi	33
3.2.6. Çikolata örneklerinde ham lif tayini.....	34
3.2.7. Çikolata örneklerinde toplam indirgen şeker tayini	35
3.2.8. Çikolata örneklerinde geri ekstrüzyon (back ekstrusion) testi	35
3.2.9. Çikolata örneklerinde sürülebilirlik testi	37
3.2.10. Çikolata örneklerinde strain taraması testi	37
3.2.11. Duyusal analiz	38
3.2.12. İstatistiksel değerlendirme.....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	39
4.1. Çikolata Örneklerinin Kül, Nem ve Toplam İndirgen Şeker Değerleri	39
4.2. Çikolata Örneklerinin Ham Lif ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri	42
4.3. Çikolata Örneklerinin Renk Değerleri	47
4.4. Çikolata Örneklerinin Dokusal Özellikleri.....	50
4.4.1. Çikolata örneklerinin sürülebilirlik özellikleri	50
4.4.2. Sürülebilir çikolata örneklerinin reolojik özellikleri	53
4.4.3. Çikolata örneklerinde strain taraması.....	58
4.4.4. Duyusal analiz sonuçları	64
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR	72
ÖZGEÇMİŞ	79

SİMGELER DİZİNİ

°C	Derece Santigrat
a	(+a) Kırmızı, (-a) Yeşil Renk Değeri
b	(+b) Sarı, (-b) Mavi Renk Değeri
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
cm ³	Santimetreküp
dk	Dakika
g	Gram
J	Joule
KO	Kareler Ortalaması
L	Renk Değeri (açıklık-koyuluk)
mL	Mililitre
mm	Milimetre
N	Newton
s	Saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kakao çekirdeklerinden kakao tozu üretim süreci.....	8
Şekil 1.2. Emülgatörlerin sınıflandırılması.....	12
Şekil 1.3. Fosfatil kolinin molekül yapısı	13
Şekil 1.4. PGPR'ın kimyasal yapısı	14
Şekil 1.5. Vanilin'in kimyasal yapısı.....	15
Şekil 3.1. Çikolata üretim akışı şeması.....	31
Şekil 3.2. Yağdan arınmış çikolata	32
Şekil 3.3. Geri ekstrüzyon kurvesi	36
Şekil 4.1. Sürülebilir çikolata örneklerinin toplam indirgen şeker içeriklerindeki değişim	42
Şekil 4.2. Sürülebilir çikolata örneklerinin ham lif değerindeki değişim	44
Şekil 4.3. Folin-Ciocalteu yöntemi için gallik asit standart eğrisi.....	46
Şekil 4.4. Sürülebilir çikolata örneklerinin toplam fenolik madde değerlerindeki değişim	47
Şekil 4.5. Sürülebilir çikolata örneklerinin renk analizi L değeri değerlerindeki değişim	49
Şekil 4.6. Sürülebilir çikolata örneklerinin renk analizi a değeri değerlerindeki değişim	49
Şekil 4.7. Sürülebilir çikolata örneklerinin renk analizi b değeri değerlerindeki değişim	50
Şekil 4.8. Tekstür cihazı ile ölçülen kuvvet zaman eğrisi.....	52
Şekil 4.9. Sürülebilir çikolata örneklerinin maksimum kuvvet değerlerindeki değişim	52
Şekil 4.10. Sürülebilir çikolata örneklerinin alan (N.S) değerlerindeki değişim.....	53
Şekil 4.11. Sürülebilir çikolata örneklerinin sertlik (g) değerlerindeki değişim.....	56
Şekil 4.12. Sürülebilir çikolata örneklerinin konsistens (g.S) değerlerindeki değişim...56	
Şekil 4.13. Sürülebilir çikolata örneklerinin kohesivlik (g) değerlerindeki değişim.....	57
Şekil 4.14. Sürülebilir çikolata örneklerinin viskozite indeksi (g.S) değerlerindeki değişim	58

Şekil 4.15. Sürülebilir çikolata örneklerinin akma gerilimi (Pa) değerlerindeki değişim	61
Şekil 4.16. Sürülebilir çikolata örneklerinin depolama (storage modulus) (G') ve kayıp (loss modulus) (G'') modülleri.....	64
Şekil 4.17. Sürülebilir çikolata örneklerinin duyusal analiz değerlerindeki değişim	67



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Çikolata tarihçesinde önemli tarihler	3
Çizelge 1.2. Bazı yağ esaslı sürülebilir şekerleme ürünlerinin tipik bileşenleri	6
Çizelge 1.3. Palm yağının bazı kimyasal ve karakteristik özellikleri	11
Çizelge 1.4. Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi	18
Çizelge 1.5. Zeytinyağı kalite ve saflık kriterleri	20
Çizelge 1.6. Süt ve tereyağının içeriği	21
Çizelge 3.1. Ham maddelerin üreticileri	29
Çizelge 3.2. Çikolata üretim deneme deseni	30
Çizelge 4.1. Farklı seviyelerde keçiboynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait nem, kül ve toplam indirgen şeker değerlerine ait varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.2. Farklı seviyelerde keçiboynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait nem, kül değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	40
Çizelge 4.3. Farklı seviyelerde keçiboynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait ham lif ve toplam fenolik madde miktarına ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.4. Farklı seviyelerde keçiboynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait ham lif ve toplam fenolik madde ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	43
Çizelge 4.5. Farklı seviyelerde keçiboynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren çikolata örneklerinin L, a ve b renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.6. Farklı seviyelerde keçiboynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren çikolata örneklerinin L, a ve b renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	48

Çizelge 4.7. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao içeren sürülebilir sürülebilir çikolata örneklerinin maksimum kuvvet ve alan değerlerine ait varyans analiz sonuçları	50
Çizelge 4.8. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao içeren sürülebilir çikolata örneklerinin maksimum kuvvet ve alan değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	51
Çizelge 4.9. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kako içeren çikolata örneklerine ait sertlik, konsistens, kohesivlik, viskosite indeksi değerleri varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.10. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kako içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait sertlik, konsistens, kohesivlik, viskosite indeksi değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	54
Çizelge 4.11. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kako içeren çikolata örneklerine ait akma gerilimi değerleri varyans analiz sonuçları	59
Çizelge 4.12. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait akma gerilme değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	60
Çizelge 4.13. Sürülebilir çikolata örneklerinin duyuşal analiz (renk, tat, sürülebilirlik, yapı, aroma, kıvam, kako tadı ve ağızda erime) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	64
Çizelge 4.14. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait duyuşal analiz (renk, tat, sürülebilirlik, yapı, aroma, kıvam, kako tadı ve ağızda erime) değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	66

1. GİRİŞ

Son yıllarda beslenme alışkanlıklarının değişmesi; doğal, güvenli, kolay hazırlanabilir ve besin değeri yüksek gıdaların tercih edilmesi ve tüketime hazır ürünlere olan ilginin artması üreticileri yeni, daha sağlıklı ve fonksiyonel olan gıdalar üretmeye yöneltmiştir. Günlük diyetle önemli bir yere sahip olan sürülebilir çikolata genellikle kahvaltıda tüketilen yüksek enerji içerikli bir gıdadır. Çikolata, enerji değeri yüksek, fonksiyonel özelliklere sahip olmasının yanı sıra aşırı ve zamansız tüketimi dengesiz beslenmeye yol açabilecek bir gıdadır. Çikolata, enerji gereksinimi yüksek olan bireylere (sporcu, ağır işlerde çalışanlar) önerilebilecek dengeli beslenmeyi bozmayacak ve onların tatlı tüketme ihtiyacını karşılayacak beslenme açısından oldukça avantajlı bir gıda maddesi olarak günlük yaşamda yer tutmaktadır.

Çikolatanın ana bileşenlerinden kakaonun siyatirik ve migren baş ağrısını tetikleyici etkiye sahip olması (Özturan vd 2016), kakao tozunun maliyetinin yüksek olması ve diğer ana bileşeni olan şekerin, obezite, diş çürümesi, bağışıklık sistemini zayıflatma, karaciğerde toksik etki oluşturma, kalp damar hastalıklarına sebep olma, DNA yapısını bozma, vücudun kalsiyum ve magnezyum emilimini zorlaştırma ve vücuda alınan E vitamininin yararlılığını azaltma gibi dezavantajlarından dolayı (Misra et al 2016; Poe 2018; Anon 2018a), çikolatanın enerji değeri ve biyoyararlığı yüksek, daha sağlıklı ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır.

1.1. Çikolatanın Tarihçesi

Günümüzde lezzeti başta olmak üzere tarihsel süreçte, sosyo-kültürel, sosyo-politik ve sosyo-ekonomik çerçevede binlerce yıldır insan hayatı için önemli bir yere sahip olan kakao ve çikolata, Mezoamerika olarak isimlendirilen Eski Meksika ve Orta Amerika uygarlıklarının insanlığa mirasıdır (Özkaya ve Özkaptan 2016).

Çikolatanın tarihçesi kakao ağacının keşfedilmesine bağlıdır. Çikolata, Güney Amerika'ya özgü ve Amazon ve Orinoco vadilerinden gelen, kakao ağacının (*Theobroma cacao*) meyvesinin çekirdeklerinden türetilen bir üründür (Beckett 2009). İlk kakao fidanlıklarını (yaklaşık M.Ö. 600) güney Yucatan ovalarında Mayalar kurmuştur. Avrupalılar Orta Amerika'yı keşfettiğinde Meksika Aztekleri ve Peru İnkaları kakao ağaçları yetiştiriyorlardı. Kakao çekirdekleri Mayalar ve Aztekler için para yerine kullanılacak kadar değerliydi ve çikolata olarak bilinen bir içecek üretiminde de kullanılıyordu. İlk başlarda, çikolata içeceği, kakao çekirdeklerinin kavrulduktan sonra macun kıvamına getirilip su ilave edilmesi ile hazırlanmıştır. İlerleyen zamanlarda vanilya, baharatlar veya bal eklenmiş ve içeceğin köpürmesini sağlamak için çırpma işlemi uygulanmıştır (Beckett 2008; Afoakwa 2010). Çikolata Orta Amerikada Aztek ve Meksika soyluları tarafından çok beğenilerek tüketilen popüler bir ürün olmuştur (Afoakwa 2010).

Christopher Columbus'un keşif çalışmaları sonucunda Avrupalılar çikolata ile tanışmışlardır. Columbusun ticaretlerinde para yerine kullanılan kakao çekirdekleri, Avrupalıların da bu bitkinin değerinin farkına varmalarına neden olmuştur. İspanyolların kakaoyu tanımaları ise Columbus'un İspanya kralına sunmak için yanına aldığı çekirdekleri Donald Cortez'in 1520'li yıllarda krala tanıtması ile başlamıştır (Beckett 2008; Afoakwa 2010).

Arkeolojik alanlarda bulunan tören kaplarında rastlanan çikolatalı içecek kalıntıları İspanyol Yucatán Yarımadasında Mayaların kakao ve çikolata kullandıklarını kanıtlar niteliktedir (Grivetti and Shapiro 2009; Maghsoudi 2009; Afoakwa 2010).

İlk çikolata içeceği fabrikası 1657'de Londra'da kurulmuştur. 1727'de ise bu karışıma süt eklemiş fakat bu sütlü karışımlardan günümüzdeki çikolata gibi bir ürün elde edilememiştir (Beckett 2008). 1806'da Napoli savaşları sırasında, Napolinin fethedilen toprakları ile İngilizler arasındaki ticaretin yasaklanması çikolata ve kakao'nun azalması ve fiyatının artmasına neden olmuştur. Bu durum çikolata üreticilerini kakonun bir

kısmını fındık püresi ile ikame etmeye yöneltmiş ve bu olay Gianduja (sürülebilir fındıklı çikolata) üretiminin başlangıç noktası olmuştur (Anon 2018b).

Kakao çekirdeğinin yarısından fazlası kakao yağından oluşmaktadır. Yağ oranının fazla olması yapılan çikolatanın sıcak suda erimesini ve kakao parçacıklarının dağılmasını zorlaştırmaktadır. Bu durum çikolatanın ağızda iyi bir his bırakmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle 1828'de Van Houten kakao presini (Dutch Process) icat etmiş ve yağın bir kısmını ayırarak içeceğin yapısını iyileştirmenin bir yolunu bulmuştur. Van Houten'in bu icadı modern çikolatanın üretimine önemli katkılar sağlamıştır. 1875'de Daniel Peter İsviçre'de ilk sütlü çikolatayı üretmiş, fakat süt çikolatanın nem miktarını arttırıp %2'nin üstüne çıkardığından çikolatanın raf ömrünü azaltmıştır (Beckett 2008). Çikolata tarihçesindeki önemli tarihler Çizelge 1.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Çikolata tarihçesinde önemli tarihler

1520	Cortez ispanyol kralına kakao çekirdeklerini tanıttı
1528	Cortez çikolatalı bir içeceği ispanyollara tanıttı
1606	Çikolatalı içecek İtalya'ya kadar taşındı
1615	Çikolatalı içecek Fransa'da üretildi
1657	İlk çikolata fabrikası Londra'da kuruldu
1727	Sütlü çikolatalı içeceği Nicholas Sanders tarafından üretildi
1746	Kakao Behiada(Brezilya) ilk kez yetiştirildi
1765	Kuzey Amerikada ilk çikolata fabrikası kuruldu
1806	Gianduja chocolate (sürülebilir fındıklı çikolata) üretildi
1828	Van Houten tarafından kakao preslenme makinası geliştirildi
1847	Fry İngiltere'de ilk yenilebilir çikolata fabrikasını kurdu
1875	Daniel Peter ilk sütlü çikolatayı üretti
1988	Öğütülmüş kakao üretimi dünyada 2 milyon tonun üstüne çıktı

1.2. Çikolata Tanıtımı

İtalyanca ve İspanyolca aynı anlama gelen çikolata kelimesinin kökeni İtalyanca cioccolata (kakao yağı ve şekerle imal edilen yiyecek maddesi) sözcüğünden, Nahuatl

(Aztek) dilinde xocolatl "kakaodan elde edilen baharatlı içecek" sözcüğünden türemektedir. Nahuatl (Aztek) dilinde "xocolli" "acı" ve "atl" "su" anlamına gelmektedir (Anon 2018c). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği ikolata ve çikolata rnleri Tebliği'ne (No: 2003/23) göre ikolata; "Kakao rnleri ile Şeker ve/veya tatlandırıcı; gerektiğinde süt yağı dıŐındaki 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 ile tekniğine uygun Şekilde hazırlanan ürünü ifade eder" (Anonim 2003).

Çikolata kolloidal bir karışımdır ve dağılma fazı kakao yağından, dağılan faz ise kakao ve Şeker tozundan oluşmaktadır (Maghsudi 2009). Çikolata retiminde kullanılan ana yağ kakao yağı olduğundan, çikolata oda sıcaklığında (20-25 C) ve oda sıcaklığının altında katı olmasına rağmen ağızda (vücut sıcaklığında) (37 C) erir ve pürüzsüz bir yapıya sahip olur (Beckett 2008; Beckett 2009).

1.3. Sürülebilir Şekerleme rnleri

Sürülebilir Şekerleme rnleri fırıncılık ve Şekerleme ürünü olarak sınıflandırılmaktadır. Kompozisyonları ve üretim prosesleri Şekerleme ile iliŐkili olup; ekmeklerde, keklerde ve meŐrubatlarda kullanılmaktadır (Minifie 1989).

İkinci dünya savaŐı sırasında ve savaŐtan sonra Avrupa'da gıda sıkıntısı varken sürülebilir çikolata çok popüler olmuştur.

Sürülebilir Şekerleme rnleri iki gruba ayrılmaktadır:

- Su esaslı sürülebilir Şekerleme rnleri
- Yağ esaslı sürülebilir Şekerleme rnleri

1.3.1. Su esaslı sürülebilir şekerleme ürünleri

Su esaslı en popüler sürülebilir ürünler kakao tozunun şeker, invert şeker ve bazen de glikoz şurubu ile karışımından elde edilmektedir. Bu ürünlerde kakao tozunun oranı genellikle %18 ile %22 arasında değişmektedir. Formülasyona katılan şurup konsantrasyonu da kakao tozu kadar önemlidir ve şurup konsantrasyonu %75-77 arasında olmalıdır. Şurup konsantrasyonu bu oranın altında ise mikrobiyolojik bozulma hızlanmakta, konsantrasyonun bu oranın üstünde olması ise yapının çok yapışkan olmasına sebep olmakta ve ürünün yayılma özelliğini engelleyebilmektedir. Aynı sorun kakao oranının artması ile de meydana gelebilmektedir.

Bazı su esaslı sürülebilir şekerleme ürünlerinin formülasyonunda bulunan kakao oranını azaltmak amacıyla modifiye nişasta, aljinatlar veya düşük metoksil pektin kullanılmaktadır. Sürülebilir sütlü kakaolu ürünler üretiminde de kakao oranının bir kısmı süt tozu ile ikame edilmektedir. Bu tür su esaslı formülasyonlarda süt yağı ve formülasyondaki suyun reaksiyonu sonucu meydana gelebilecek ransit tat oluşumunu engellemek için yağsız süt tozu tercih edilmektedir (Minifie 1989).

1.3.2. Yağ esaslı sürülebilir şekerleme ürünleri

Yağ esaslı sürülebilir ürünler, su esaslı sürülebilir ürünlerdeki sıvı fazın oda sıcaklığında iyi yayılma özelliğine sahip olan bir bitkisel yağla ikame edilmesi ile üretilmektedir. Ürün yapısında bulunan sıvı fazın ayrılmaması ve yüksek sıcaklıklarda yapının kümelenmemesi gerekmektedir (Minifie 1989). Yağ esaslı sürülebilir ürünlerin tadını iyileştirmek ve içeriğini zenginleştirmek için kakao ve/veya çerezler de (nuts) kullanılmaktadır. Geleneksel olarak, yağ esaslı sürülebilir şekerleme ürünlerinde yüksek oksidatif stabilite ve gerekli kıvama sahip olmaları nedeni ile yüksek trans içeriğine sahip olan kısmen hidrojene edilmiş yağlar kullanılmaktadır. Çizelge 1.2'de kakao, çerez ve süt içeren yağ esaslı sürülebilir şekerleme ürünlerinin bazı tipik bileşenleri verilmiştir (Talbot 2009).

Son yıllarda çerez içerikli sürülebilir ürünlerin üretim ve tüketim miktarlarında artış gözlenmektedir. Fındık, badem ve fıstık sırası ile %64, %55 ve %45 oranında yağ içerdiğinden dolayı sürülebilir ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Sadece çerezden üretilen sürülebilir ürünlerde yağ fazı ayrılabilir. Fakat, yağın fiziksel modifikasyon ile daha stabil hale getirilmesi bu problemi ortadan kaldırmakta ve bu ürünler şekerleme ürünlerinde dolgu maddesi olarak kullanılabilir. Fındık ezmesi son yılların en popüler sürülebilir ürün olarak tescilli markalar arasında en çok satılan üründür. Yağlı sürülebilir ürünler çerez veya kakao içermeden süt tozu ile ya da yalnızca kakao tozu ile de üretilmektedir (Minifie 1989).

1.3.2.a. Sürülebilir çikolata (kakao içeren yağ esaslı sürülebilir şekerleme ürünleri)

Sürülebilir çikolata veya kakaolu yağ esaslı sürülebilir ürün; tat, koku ve görüntü olarak çikolataya benzemesine rağmen oda sıcaklığında katı bir yapıya sahip değildir. Macun kıvamında olan ürün ve genel olarak kakao ve bitkisel yağlar, özellikle palm yağı içermekte, fakat bazen tadım iyileştirilmesi için süt, şeker, çerezler veya bal ilave edilebilmektedir (Hull 2010).

Çizelge 1.2. Bazı yağ esaslı sürülebilir şekerleme ürünlerinin tipik bileşenleri (Talbot 2009)

Bileşenler (%)	Çerez içerikli (Fındıklı)	Bitter (kakaolu)	Sütlü	Beyaz
Kakao tozu	7.5	10.0	5.0	-
Bitkisel yağ	22.0	30.0	28.0	29.0
Çerez püresi (fındık)	13.0	-	-	-
Yağsız süt tozu	9.0	10.0	7.0	11.0
Yağlı süt tozu	-	-	10.0	15.0
Şeker	48.5	50.0	50.0	45.0
Lesitin	0.4	0.4	0.4	0.4
Vanilin	0.05	0.05	0.05	0.05

1.4. Çikolata Teknolojisinde Kullanılan Ham Maddeler

ikolatanın temel bileşiminde kakao tozu, kakao yağı ve şeker bulunmaktadır. Aynı zamanda süt, süt ürünleri, diğere gıda bileşenleri ve izin verilen katkı ve aroma maddelerinin ilavesi ile hazırlanabilmektedir. Farklı damak zevkleri, tüketici talepleri ve çikolata kalitesinin arttırılmasına yönelik araştırmalar sonucunda, günümüzde farklı ikolatalar da üretilmektedir (Kaya ve Şekeroğlu 2012).

Çikolata teknolojisinde kullanılan ham maddeler iki guruba ayrılmaktadır:

1-İngrediyentler

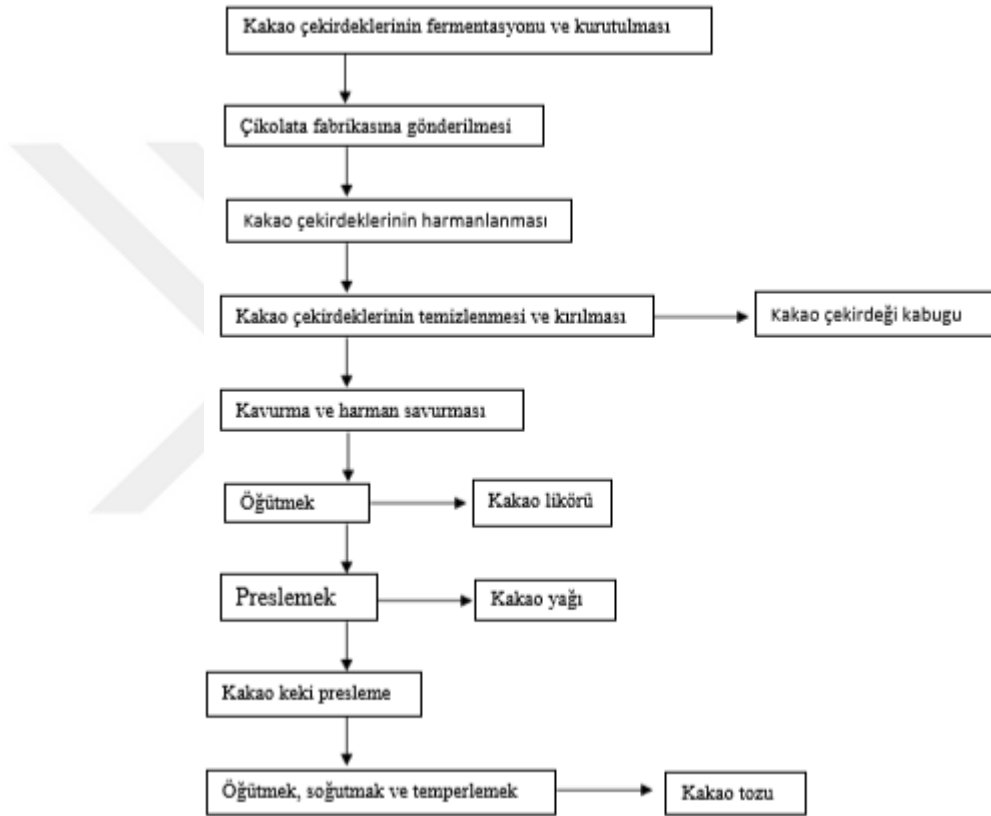
2-Katkı maddeleri

1.4.1. İngrediyentler

1.4.1.a. Kakao tozu

ikolatanın ana bileşeni olan kakao, Afrika ve Güney Amerikada yetişen *Theobroma cacao* adlı kakao ağacından elde edilen kakao çekirdeklerinden üretilmektedir (Minifie 1989). Kakao çekirdekleri, 56 ayda gelişen ve oval şekildeki bakla (Pod) adı verilen bir bölüm içinde bulunmaktadır. Bakla içinde şekerli yapışkan bir maddenin sarmaladığı oval şekilli yaklaşık 20-40 tane, yaklaşık 15-30 mm uzunluğunda ve 1.0 - 1.3 g ağırlığında olan çekirdekler bulunmaktadır (Uygun 2007). Kakao çekirdeklerinden, tabi tutuldukları işlemlere göre farklı çeşit kakaolar elde edilebilmektedir (Minifie 1989). Kakao tozu, kakao yağı ayrıldıktan sonra kakao kekinin öğütülmesi ile elde edilmektedir. Çikolata üretiminde kullanılan kakao tozunda iyi bir renk ve daha belirgin bir lezzet geliştirmek için, genellikle yüksek sıcaklıklarda kavurma işlemi uygulanır. Tipik bir kakao tozu yaklaşık olarak %3.9 nem, %24 yağ, %18 azotlu madde, %5.5 lif, %5.2 kül ve %10.5 nişasta içermektedir. İşlem görmemiş kakao tozunun pH'sı yaklaşık 5.6, alkalize edilmiş kakao tozunun pH'sı ise yaklaşık 7.1'dir (Lees and Jackson 1973). Türk Gıda Kodeksi Kakao ve Kakao Ürünleri Tebliği'ne göre kakao tozu

“Temizlenmiş, kabuğu soyulmuş ve kavrulmuş kakao çekirdeğinin toz haline getirilmesi ile elde edilen ve kuru madde üzerinden kütüce en az %20 oranında kakao yağı içeren toz haldeki ürün” olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2012). Kakao çekirdeklerini çikolata ve diğerk kakao ürünlerine dönüştürme süreci Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Kakao çekirdeklerinden kakao tozu üretim süreci (Beckett 1999).

1.4.1.b. Kakao yağı

Kakao yağı, *Theobroma cacao* ağacının meyvesi olan kakao çekirdeğinden elde edilmektedir. Kakao çekirdekleri meyveden çıkarıldıktan sonra fermentasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Fermentasyon işlemi, çekirdeklerdeki aroma maddelerinin yada ön aroma maddelerinin gelişmesini sağlamak için yapılmaktadır. Fermentasyon sonrası

taneler kurutulur, kavrulur ve daha sonra kabuğu soyulan taneler parçalanır (Depoortere 2011).

Kakao yağı çekirdekten ekstrakte edilerek elde edilir. Saf pres yağı yatay preslerden kakao kitlesinden ekstrakte edilir ve koku alma işlemi uygulanır. Presleme işlemi ile elde edilen kakao yağı 20-27°C'nin altında gevrektiler, yaklaşık 35°C'de erime noktası ile birlikte 30°C-33°C civarında yumuşamaya başlamaktadır. (Prindiville *et al.* 2000; Şit 2008; Depoortere 2011).

Genel olarak, 100 g kakao çekirdeğinden 40 g kakao yağı, 40 g kakao tozu ve 20 g atık madde (kabuk, nem, kir vb.) elde edilmektedir. Kakao yağı uçucu aroma maddeleri bakımından zengindir ve aromanın profili, iklim, mevsimsel değişimler, menşei ülke vb. gibi faktörlerden önemli derecede etkilenmektedir (Çiftçi 2009).

Kakao yağının yaklaşık %52'si doymuş yağ asitlerinden, %5'i az doymuş yağ asitlerinden ve %3'ü ise çok doymuş yağ asitlerinden oluşmaktadır. Ayrıca pirazin, trazoller, okzazoller, piridinler ve kısa zincirli yağ asitleri gibi kakao yağına aroma veren maddelerde bulunmaktadır. Kakao yağı başlıca linoleik asit, oleik asit, palmitik asit ve stearik asitlerin gliserolle oluşturdukları trigliseritlerden oluşan polimorfik bir yağdır. Kakao yağının ortalama sabunlaşma sayısı 194 ve ortalama iyot sayısı ise 37'dir (Şit 2008). Kakao yağının yapısında çok spesifik, fakat kompleks bir polimorfizm yapıya sebep olan bir triacilgliserol (TAG) bileşimi bulunmaktadır. Bir yağın TAG bileşimi, fiziksel özelliklerinin yanı sıra yağın polimorfik davranışını da etkilediği için en önemli parametrelerden biridir (Gülbay 2007). Kakao yağında bulunan doymuş yağ asitleri damar tıkanıklıklarına yol açarak kalp sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Fakat kakao yağının doymuş yağ asidi olan stearik asit vücuda alınca oleik aside parçalanmakta ve bu olumsuzluk ortadan kalkmaktadır (Şit 2008).

1.4.1.c. Palm yağı

Palm yağı, botanik sınıflandırmadaki tür ismi “*Elais guineensis* Jacq.” olan meyveleri yağ açısından oldukça zengin palm ağacından elde edilmektedir. Palm ağaçlarının meyveleri salkım şeklinde ve bir salkımda ortalama 400 ile 2000 arasında meyve tanesi bulunmaktadır (Köse 2007). Palm yağını diğer bitkisel yağlardan farklı kılan, verimliliğinin yüksek olmasıdır. Diğer bitkiler yılda 1 ton ve altında meyve verirken, bu bitki yılda 3-4 ton kadar meyve verir (Macit ve Şanlıer 2014).

Palm yağı, dünyada en çok kullanılan yenilebilir yağlardan birisidir. Besin değeri oldukça yüksek olan palm yağının %70'i gıda sektöründe kullanılmaktadır (Malek 2010; Grayson and Stampe 2012).

Palm yağı %5-11 linoleik ve %38-52 oleik asit içerdiği için oleik linoleik grubu yağlar arasında yer almaktadır. Doymuş yağ asitlerinden palmitik asit içeriği palm yağında %32- 45 arasında değişmekte ve gliserol molekülünün 2- pozisyonunda doymamış yağ asitlerinin %85'den fazlası yer almaktadır. Yarı katı olan palm yağının erime ve plastik özelliklerine, trigliserid yapısı ve serbest yağ asidi içeriği sebep olmaktadır (Karabıyık 2014).

Palm yağı ve fraksiyonları, yüksek miktarda asilgliserol içerdiğinden dolayı, kristalleşme eğilimi çok yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Yarı katı bir yapıya sahip olması, maliyetinin düşük olması ve trans yağ içermemesi gibi nedenler ile şekerleme sektöründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (West and Rousseau 2017). Palm yağının bazı kimyasal ve karakteristik özellikleri Çizelge 1.3'de belirtilmiştir (Köse 2007; Karabıyık 2014).

Çizelge 1.3. Palm yağının bazı kimyasal ve karakteristik özellikleri

Özgül ağırlık, 25°C de	0.892-0.893
Refraktometre indeksi	1.457-1.459
İyot değeri	46-60
Sabunlaşma sayısı	196-202
Sabunlaşmayan madde,%	0.2-0.5
Titer ,°C	43-47
Karoten içeriği, mg/kg	500-1600
Erime noktası,°C	38-45

1.4.1.d. Şeker

Tatlı, şekerli ürünlere tatlandırıcı olarak ilave edilen en yaygın şeker, sofr şeker olarak da bilinen sakarozdur. Çikolata üretiminde şeker, kakao likörünün acılığını dengelemek için kullanılır ve aynı zamanda lezzet üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Çikolata üretiminde şekerin bir diğer etkisi ise süt proteinleri ile etkileşimi sayesinde, Maillard veya karamelizasyon gibi esmerleşme reaksiyonları aracılığıyla karamelize tat oluşumunu sağlamasıdır (Man and Jones 1994; Goldfein and Joanne 2015).

Şeker genellikle sadece tatlılığa katkıda bulunan değil, lezzetin inceliklerine de etkisi olan bir bileşen olarak kabul edilir. Ancak çikolata yapımında şeker'in kullanımı üretim için ek maliyetler oluşturmaktadır. Çikolata formülasyonunda şeker içeriğindeki %1-2'lik bir değişikliğin maliyet üzerinde büyük bir etkisi vardır; bazen büyük lezzet değişikliklerinin bariz olduğu safhada ekonomik faktörler bunu %5'e kadar yükseltebilir. Bitter çikolata formülasyonunda kakaonun acılığını telafi etmede lezzet amacıyla şeker eklenir ve bunun da ayrıca prosesleme teknikleri üzerinde bir etkisi olabilir. Özellikle crumb esaslı çikolatalarda (süt tozunun şeker ve kakao likörüyle muamelesi ile yapılan özel bir karışım) ve onun kadar olmasa da süt tozu esaslı çikolatalarda, sütlü çikolatadaki karamelleşmesinde ve son olarakda lezzet üzerinde büyük bir etkisi vardır. Prosesin çoğunun vakum altında yapılıyor olmasına rağmen süt proteini ve şekerin birlikte oluşturduğu ısının varlığı kimyasal bir değişikliğe yol açmaktadır (Campbell and Pavlasek 1987).

1.4.1.e. Süt tozu

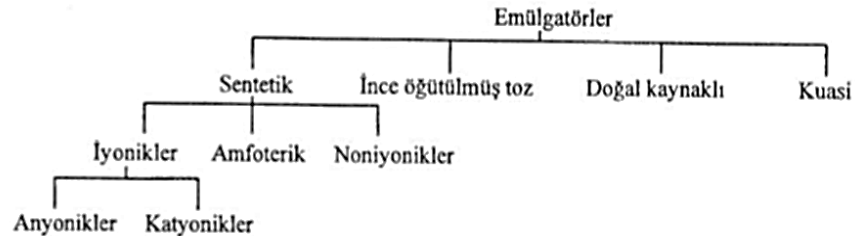
Türk gıda kodeksine göre süttozu "yağlı, yağı kısmen veya tamamen alınmış süttten, kremadan veya bu ürünlerin karışımından suyun uzaklaştırılması ile elde edilen ve son üründe nem içeriğinin ağırlıkça en fazla %5 oranında olduğu katı üründür" (Anonim 2005).

1.4.2. Çikolata katkı maddeleri

- 1- Emülsifiyerler (Lesitin, Polyglycerol Polyricinoleat (PGPR))
- 2- Vanilin

1.4.2.a. Emülsifiyerler

Emülsifiyerler yüzey gerilimini azaltarak gıdada su ve yağın birbirine karışması ve homojen bir dağılma sağlanması için kullanılmaktadır (Güven vd 2010; Yörük ve Danyer 2016). Emülgatörler, iki faz arasındaki yüzeyde bulunan serbest enerjiyi azaltarak ve süresiz fazı oluşturan damlacıkların etrafında absorbe edilmiş bir film oluşturarak stabiliteyi sağlamaktadırlar (Güven vd 2010). Şekil 1.2'de görüldüğü gibi emülgatörler: sentetik, öğütülmüş ince tozlar, doğal kaynaklı olanlar ve kuasi (psödo, yalancı) emülgatörler olarak başlıca 4 gruba ayrılmaktadır. Çikolata üretiminde kullanılan lesitin doğal kaynaklı emülgator grubuna girmektedir (Gönül 2000).

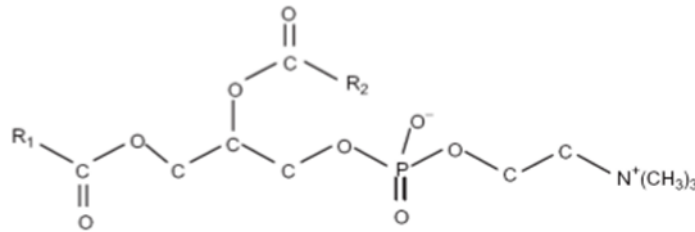


Şekil 1.2. Emülgatorlerin sınıflandırılması

Çikolata, sürekli yağ fazı ve içerisinde şeker içeren bir emülsiyondur. Lipolitik ve hidrofilik etkilerden dolayı şeker ve yağ çikolata karışımında birbiri içinde çözünmemekte, şekerin yüzeyi sadece yağ ile kaplanmaktadır. Bu olumsuz durum emülgatörler kullanılarak giderilmekte ve çikolatanın yağ bileşimi, emülgatörler yardımı ile istenilen akış özellikleri sağlanıncaya kadar azaltılabilmektedir (Afoakwa *et al.* 2008). Emülgatör çikolata üretiminde çikolatanın nem oranını tolere edebilmek için önemli katkıda bulunmaktadır (Franke *et al.* 2001).

1. Lesitin

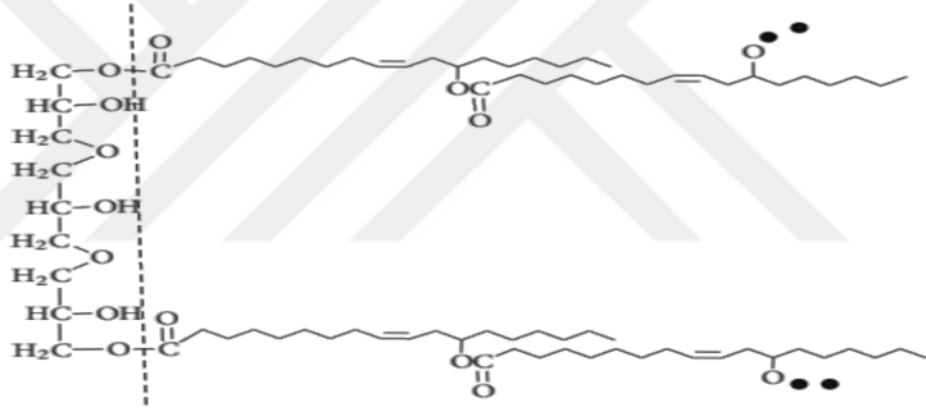
Lesitin, soya fasülyesi, pamuk tohumu, kolza tohumu gibi yağlı tohumlardan elde edilmektedir. Kolza ve soyadan elde edilen lesitin, çikolata üretiminde viskoziteyi ve akma noktasını düşürmek amacıyla kullanılan önemli bir emülgatördür (Minifie 1989; Beckett 2009). Akma noktası çikolata üretiminde büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle lesitin %0.3-0.5 seviyelerinde çikolata formülasyonlarına eklenmektedir. Lesitin %0.5'den daha fazla ilave edilmesi çikolatanın vizkozitesinin azaltılmasını önleyerek tat ve kristalleşme özelliklerini etkilemektedir. Ayrıca tavsiye edilen miktardan fazla ilave edilmesi akma noktasını artırıcı yönde etkili olmaktadır (Dereli 2011). Ticari olarak en çok soyadan elde edilen lesitin, gıda sanayiinde özellikle çikolata ve margarin üretiminde en yaygın kullanılan ekonomik bir emülsifiyer maddedir (Minifie 1989; Beckett 2009; Fatemi 2010). Lesitin, genelde çikolatanın "plastik viskozitesini" (yüksek kesilme hızında viskozite) azaltmak için kullanılmaktadır (Rodriguez 2012).



Şekil 1.3. Fosfatil kolinin molekül yapısı

2. Polyglycerol polyricinoleat (PGPR)

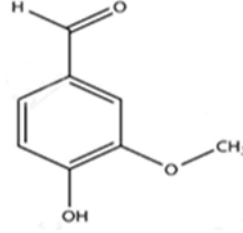
Polimerize gliserolden ve polimerize risinoleik asitten üretilen, E-476 koduyla tanımlanan poligliserol polirisinoleat (PGPR) (Şekil 1.4), emülgatör gıda katkı maddesi olarak, fırıncılık ve düşük yağlı sürülebilir ürünler üretiminde kullanılmaktadır. PGPR, çikolata üretiminde emülgatör olarak kullanılmasının yanı sıra, çikolata viskozitesini değiştirerek kalıplama özelliğini modifiye etmek için de kullanılmaktadır. PGPR en uygun akış özelliği erimiş çikolataya kasson verim değerini düşürerek, akış özelliğini arttırarak sağlar. PGPR aynı zamanda çikolata çiçeklenmesini sınırlama özelliği de göstermektedir (Rodriguez 2012).



Şekil 1.4. PGPR'in kimyasal yapısı (Siyah noktalar polirisinoleik asit zincirleri)

1.4.2.b. Vanilin

Vanilya 1816 yılından bu yana bilinmekte ve 1858 yılından beri vanilya tohumunun alkollü ekstraksiyonundan saf kimyasal olarak elde edilmektedir (Aydınöglü 2007). Vanilya %0,03 ile 0,05 oranlarında çikolata formülasyonlarında kullanılan bir aroma maddesidir. Kakao içeren bir ürüne vanilya ilavesinin daha tok bir kakao lezzeti verdiği belirtilmektedir (Anonim 1997). Vanilin kimyasal yapısı Şekil 1.5'de gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Vanilin'in kimyasal yapısı

1.5. Fonksiyonel Gıdalar

Son dönemlerde tüketicilerin sağlıkla ilgili kaygılarının artmaya başlamasıyla birlikte sağlığı destekleyecek ve hastalık riskini azaltacak gıdalara talep de artmaya devam etmektedir. Bunun en önemli göstergesi olarak fonksiyonel gıda ve içeceklerin tüketimindeki artış gösterilmektedir. Gıda endüstrisi ise, artan eğilime paralel olarak fonksiyonel bileşen içeren besin maddeleriyle zenginleştirilmiş daha sağlıklı ürünler sunmaktadır.

Beslenmede temel amaç açlığın giderilmesi ve günlük yaşamsal faaliyetler için enerji ve besin maddeleri ihtiyacının karşılanması olmakla birlikte günümüzde beslenme ile ilgili hastalıkların önlenmesi, fiziksel ve zihinsel sağlığın korunması da beslenmede öne çıkan amaçlar arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, fonksiyonel gıdalar önemli bir yere sahiptir. İnsanların daha sağlıklı ve uzun yaşama arzusunda olmaları ve bu anlamda beslenme ve tüketilen gıdaların bu konuda oldukça etkili olduğu gerçeğinin ortaya çıkması ayrıca sağlık hizmetleri maliyetlerinin yüksek olması fonksiyonel gıdalara olan talebin artmasına sebebiyet vermiştir.

Fonksiyonel gıda terimi ilk kez 1980'li yıllarında Japonya'da fizyolojik etkilere sahip özel bileşenlerle zenginleştirilmiş gıdalar için kullanılmıştır. Fonksiyonel gıdalar, vücudun genel sorunlarını iyileştirebilir (prebiyotik-probiotik), bazı hastalıkların riskini azaltabilir ve hatta bazı hastalıkların iyileştirilmesi için kullanılabilir (Siro *et al.* 2008).

Fonksiyonel gıda bilimi, gelişmiş ülkelerin değişen sağlık durumuna yanıt olarak son zamanlarda ivme kazanmıştır. Sağlık maliyetleri ve ortalama ömür beklentisi arttıkça, halk daha sağlıklı olma ve daha yüksek yaşam kalitesi geliştirme yolları aramıştır. "Fonksiyonel gıda" kavramı, kronik sağlık sorunlarına uygun ve ucuz bir çözüm olarak geliştirilmiş ve birçok bilim ve politika dalında etkili olmuştur (Martirosyan and Singh 2015).

Fonksiyonel gıdalar; fonksiyonel bir etken içeren doğal bir gıda olabileceği gibi fonksiyonel etkeni ilave edilen veya zararlı bir bileşiği çıkartılan gıdalar da olabilmektedir. Ayrıca, biyoyararlılığı artırmak üzere gıda içerisindeki bazı bileşikler değişikliğe uğratarak ve bunların farklı kombinasyonları kullanılarak fonksiyonel gıdalar üretilmektedir (Erbaş 2006).

Fonksiyonel gıdalar ilk olarak kalsiyum ve bazı vitamin benzeri bileşiklerin sağlık üzerine yararları nedeniyle gıdalara ilavesi sonucu ortaya çıkmıştır. Daha sonraki yıllarda, bağırsak florası üzerinde pozitif etkileri olan ve çoğunlukla da probiyotikleri kapsayan katkıların gıdalara ilavesi kavramı ortaya atılmıştır (Gürsoy 2004).

Türk Gıda Kanunu (5179) da, fonksiyonel gıdaları "besleyici etkilerinin yanı sıra bir ya da daha fazla etkili bileşene bağlı olarak sağlığı koruyucu, düzeltici ve/veya hastalık riskini azaltıcı etkiye sahip olup, bu etkileri bilimsel ve klinik olarak ispatlanmış gıdalar" olarak tanımlamaktadır (TBMM 2004).

Literatürde ortak tanımlar yer alsa da ülkeler bu ürünler için yasal statüde farklı adlandırmalara yer vermektedir. Örneğin Kanada'da ürün hattı "fonksiyonel gıdalar ve doğal sağlık ürünleri [(FFNHP(Functional Foods and Natural Health Products))]" olarak adlandırılırken AB'de "özel beslenme amaçlı gıdalar veya diyet gıdaları" olarak tanımlanmaktadır. Japonya'da sağlıklı yaşam için gıdalar "FOSHU" ve Çin'de "sağlık gıdaları "HF (Healthy Foods)" adı ile adlandırılmaktadır (Dölkeoğlu vd 2012).

1.5.1. Fonksiyonel gıda kategorisi ve çeşitleri

Fonksiyonel gıda kategorisine toz, kapsül, draje gibi ilaç şeklinde değil aslında her gün tüketilebilecek yiyecek ve içecek şeklinde olan ürünler girmektedir. Fonksiyonel gıdalar, içerdiği besin bileşenleri sağlık üzerine olumlu etki göstermeli, doğal olmalı, diyetin bir parçası olarak kontrolsüz tüketimde güvenli olmalı, sağlığa olan faydaları mutlaka bilimsel olarak ispatlanmalı ve alerjik etki göstermemelidir (Anonim 2018d)

1.6. Keçiboynuzu

Keçiboynuzu *Leguminosae* familyasından *Caesalpinaceae* alt familyası ve *Ceratonia* cinsine ait *Ceratonia siliqua L.* türü içerisinde incelenmekte olup (Şenay 2009; Taşlıgil 2011; Pazır ve Alper 2016) antik çağlardan bugüne çevresel ve ekonomik olarak önem taşımaktadır (Taşlıgil 2011; Pazır ve Alper 2016). Dünyada keçiboynuzu çoğunlukla Akdeniz ikliminin görüldüğü İspanya, İtalya, Fas, Portekiz, Yunanistan, Kıbrıs ve Türkiye gibi ülkelerde yetişmektedir (Pazır ve Alper 2016). Yeryüzünde en eski bitkilerden olan keçiboynuzu Türkiye’de Harnup, Boynuz, Yaban balı isimleriyle de adlandırılmaktadır. Olgun bir ağacın yıllık meyve verimi 90-115 kilo arasında değişmektedir (Şenay 2009; Yalınkaya 2010). Keçiboynuzu meyvesi bakla biçiminde, açık veya koyu kahve renge sahiptir. Olgunlaşmamış meyvenin rengi yeşil, yapısı sulu ve tadı buruktur. Olgunlaşma ile birlikte meyve daha tatlı bir yapıya sahip olmaktadır (Ayaz *et al.* 2007). Keçiboynuzu meyvesi, meyvenin etli kısmı (%90) ve çekirdeği (%10) olmak üzere iki ana kısımdan oluşmaktadır (Yurdagel ve Teke 1985; Demirtaş 2007; Bernardo-Gila *et al.* 2011).

Keçiboynuzu meyvesi farklı endüstrilerde çok geniş alanlarda kullanılmaktadır (Yurdagel ve Teke 1985). Keçiboynuzu çok düşük miktarda yağ (%1.99), %74.6 toplam lif, %7.30 ham lif ve %2.8 toplam polifenol içermektedir. Ayrıca keçiboynuzu Fe, Ca, Na, K, P ve S gibi mineraller ve E, C, Niacin, B₆ ve folik asit gibi vitaminler bakımından da zengindir (Avallone *et al.* 1997; Gruendel *et al.* 2007; Demirtaş 2007; E.yussef *et al.* 2013; Cepo *et al.* 2014). Keçiboynuzu tozu yüksek karbonhidrat (%45),

önemli miktarlarda protein (%7), düşük miktarda yağ (%0.6), ortalama 19 mg toplam polifenol/g, 2.75 mg yoğunlaştırılmış tanenler (proantosiyanidin)/g ve 0.95 mg hidrolizlenebilir taninler (gallo- ve ellagitanenler)/g içermektedir. Toplam şeker içeriği %46'dır ve toplam şekerin %14'ünü indirgen şekerler oluşturmaktadır (Avallone *et al.* 1997; Cepo *et al.* 2014). Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi Çizelge 1.4'de gösterilmektedir.

Çizelge 1.4. Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi (Karacıer ve Artık 1995)

Bileşim Ögesi	Değişim Sınırları		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Toplam Kurumadde(%)	91.300	91.900	91.591
Nem (%)	8.100	8.700	8.409
Çözünür Kuru Madde (%)	62.00	67.00	64.68
Titrasyon Asitliği (%)	0.5707	0.9359	0.7273
Ph Değeri (%)	5.14	5.84	5.53
Azot Bileşikleri (%)	3.2191	5.3487	4.0526
Formol Sayısı (%)	62.06	179.76	93.38
Ham Selüloz (%)	4.033	8.567	6.246
Toplam Kül (%)	2.0905	2.8859	2.4645
Alkalite (Mval/Kg)	31.756	38.979	35.526
Alkali Sayısı	12.365	17.253	14.600

Keçiboynuzunun kabuğu gıda endüstrisinde ve hayvan yemi üretiminde kullanılırken çekirdeklerinden elde edilen zambak ise gıda endüstrisinde doğal katkı maddesi (E 410) olarak kullanılan bir polisakkarittir (galaktomannan). Ayrıca, kıvam arttırıcı, emülsifiyer ve stabilizer özelliklerinden dolayı farmasötik, kozmetik, tekstil ve kağıt endüstrisinde de kullanımları bulunmaktadır (Bernardo-Gila *et al.* 2011; Cepo *et al.* 2014). Keçiboynuzunun etli (pulp) kısmından üretilen keçiboynuzu tozunun kafein ve teobromin içermemesi ve düşük maliyete sahip olması gibi bazı avantajlarından dolayı gıda endüstrisinde dolgu maddesi olarak kakao tozuna ikame edilmektedir (Cepo *et al.* 2014). Keçiboynuzu, karbonhidratlar, diyet lifleri, tanenler ve fenolik madde bakımından zengin olduğu için ticari ve tıbbi önemi olan bir meyvedir. Özellikle, antibakteriyel, antidiyareik, antidiyabetik, antihiperkolestolemik ve hepatoprotektif olmak üzere sayısız biyolojik etkiye sahiptir (Farag and El-Kersh 2017).

Ayrıca keçiyoynuzunun hiperkolesterolemik hastalarda total ve LDL kolestrol düşürücü, antioksidan özelliklere ve doğal antioksidan savunmalara katkı sağlamanın yanı sıra enerji alımı ve vücut ağırlığında faydalı etkiler sağladığı ve tümör hücrelerinin çoğalmasını engellenmesine de yardımcı olduğu belirtilmektedir (Roseiroa *et al.* 2013).

1.7. Zeytinyağı

Zeytinyağı ham olarak, işlem görmeden tüketilebilen tek bitkisel yağdır ve en eski yağlardan biri olmak üzere kendine has tadı ve aroması ile uzun raf ömrüne sahiptir (Yavuz 2008). Zeytinyağı yaklaşık %98 trigliserit içermekle birlikte, %2 oranında da serbest yağ asitleri, fenolik maddeler, steroller, hidrokarbonlar, triterpenik ve alifatik alkoller, uçucu bileşenler ve antioksidanlar gibi 230 ayrı minör bileşenden oluşan karmaşık bir karışımdır. Linoleik, oleik, stearik ve palmitik asitler zeytinyağlarının temel yağ asitlerini oluşturmaktadır. Zeytinyağında miristik, palmitoleik, heptadesenoik, heptadekanoik, gadoleik, linolenik, behenik ve lignoserik asitler daha düşük oranlarda bulunmaktadır (Yavuz 2008; Yıldırım 2009).

Oleik asit, zeytinyağının tekli doymamış yağ asidi olarak toplam yağ asitlerinin %55-83'ünü oluşturmaktadır. Sağlık açısından Akdeniz Bölgesindeki yüksek oleik asit alımı, koroner arter hastalığı oranının azalmasının nedeni olarak rapor edilmiştir. Ayrıca zeytinyağı, LDL / HD oranını düşürerek kardiyovasküler riskin lipid profilini geliştirmektedir (Yıldırım 2009).

Zeytinyağı, tirozol, hidroksitirazol, oleokanal ve oleuropein esterleri gibi fenolik bileşikler de içermektedir. Bu bileşikler zeytinyağının organoleptik özelliklerini önemli derecede etkilemektedir (Ciafardini and Zullo 2017).

Zeytinyağı antioksidan (tokoferoller ve β -karoten içerdiği için), antiinflamatuvar ve antibakteriyel etkilere sahiptir. Ayrıca E, A ve K vitaminleri, önemli mineral maddeler (demir, kalsiyum, magnezyum ve potasyum dahil) ve aminoasitler ile doymamış yağ asitleri (oleik, linoleik ve linolenik asitler), mikro besin maddeleri içermesinden dolayı

günlük diyetlerde yer verilmesi önerilen önemli bir gıda maddesidir (Khymenets 2010; Anonim 2012).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Yemeklik Zeytinyağı ve Yemeklik Prina Yağı Hakkında Tebliği (No: 98/7)'ne göre zeytinyağlarının kalite ve saflık kriterleri çizelge 1.5'de belirlenmiştir (Anonim 1998).

Çizelge 1.5. Zeytinyağı kalite ve saflık kriterleri

	Natürel Zeytinyağı (Virgine Oil)	Rafine Zeytinyağı (Refined Olive Oil)	Riviera Zeytinyağı (Pure Olive Oil)
Nem ve Uçucu Madde %	Max 0.2	Max 0.1	Max 0.1
Peroksit Değeri (meq aktif oksijen / kg yağ)	Max 20	Max 5	Max 15
Sabunlaşmayan Madde (g/kg)	Max 15	Max 15	Max 15
Kırılma İndisi Nd 20°C	1.4677 - 1.4700		
Sabunlaşma Sayısı (mg KOH/kg)	184 – 196		
İyot Sayısı	78 – 88		

1.8. Tereyağı

Süt ve süt ürünleri insan beslenmesinde önemli besin ve aynı zamanda enerji kaynaklarıdır. Süt yağı, fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı yenilebilir diğer yağlara göre en kompleks yağdır. Tereyağı, Türk Gıda Kodeksinde, net ağırlık itibarıyla en az 99 g / 100 g süt yağı içeren bir ürün olarak tanımlanmaktadır. Süt yağının globülleri, su içinde yağ emülsiyonu olarak bulunur ve trigliseridler (\approx %98), diasilgliserol (\approx %2), kolesterol (\approx %0.5), fosfolipidler (\approx %1) ve serbest yağ asitleri (\approx %0.1) içermektedir. Süt yağı, doymuş yağ asitleri (%66), tekli doymamış yağ asitleri (%30) ve çoklu doymamış yağ asitleri (%4) de dahil olmak üzere 400'den fazla yağ asidi içermektedir. (Méndez-Cid *et al.* 2017). Tereyağı en az %80 yağ ve maksimum %16 su içermektedir. Süt endüstrisinde tereyağı duyuşal özellikleri ve besin değeri nedeniyle önemli bir ürün sayılmaktadır (Méndez-Cid *et al.* 2017). Genel olarak

tereyağı, yağın sudaki emülsiyonudur ve katı bir kıvama sahiptir (Özkan 2011; Fındık ve Andiç 2017). Tereyağı beta-karoten (A vitamininin öncül maddesi) içerdiği için altın ya da kremi sarı renktedir (Özkan 2011).

Süt yağında hem kısa hem uzun zincirli yağ asitlerini bulunmakla birlikte diğer bitkisel ve hayvansal yağlarda pek bulunmayan ve süt yağına özgu olan, bütirik, kaproik ve kaprilik gibi kısa zincirli yağ asitlerinin oranı süt yağında %5.2–11.5 arasında değişmektedir (Koyuncu 2010). Süt ve tereyağının içeriği Çizelge 1.6'da belirtilmiştir.

Çizelge 1.6. Süt ve tereyağının içeriği (Özkan 2011).

Bileşen (%)		Süt	Tereyağı
Yağ		4.2	82.1
Yağsız kurumaddesi	süt		1.4
	Protein	3.4	
	Laktoz	4.6	
	Tuzlar	0.8	
	Sitrik asit,vb.	0.2	
Su		86.8	15.6
Tuz		-	0.9

Enerji değeri oldukça yüksek olan çikolatanın fazla tüketilmesi dengesiz beslenmeye yol açabilmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada lif, fenolik bileşikler ve şeker bakımından zengin olan keçiyoynuzunun sürülebilir çikolata formülasyonuna ilave edilerek çikolatanın enerji içeriğinin düşürülmesi ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca formülasyondaki palm yağı, tereyağı ve zeytinyağı ile ikame edilerek hem çikolatanın yağ çeşidinin değiştirilmesi hem de reolojik özellikler üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kumar (2014), optimize edilmiş sürülebilir çikolata formülünde peyniraltı suyu konsantresi, kakao tozu, zeytinyağı, tereyağı kullanımının çikolatanın düşük sıcaklıklarda sürülebilirliği, besin değeri, tat ve dokusal özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Örneklerde süt tozu, kakao tozu, karboksimetil selüloz ve gliserol mono stearat sabit tutularak tereyağı (%10-%30), zeytinyağı (%10-%30), %70'lik peyniraltı suyu konsantresi (%2-%5) denenmiş ve araştırma sonuçlarına göre elde edilen ürünün yağ oranı %37.87, protein oranı %6.54, laktoz oranı %2.79, şeker oranı %18.67 ve kül oranı %0.79 olarak tespit edilmiştir. Sürülebilirlik açısından en düşük puanı, %36.82 tereyağı yağı, %20.00 zeytinyağı ve %3.5 peynir altı suyu konsantresi [(WPC) Whey Protein Concentrate] içeren örnek ve en yüksek puanı da %10 tereyağı, %30 zeytinyağı ve %2 WPC içeren örnek almıştır. Ortaya çıkan en iyi formülasyonun tüketicilerin %96'sı tarafından beğenildiği ifade edilmiştir.

Komes *et al.* (2013), yapmış oldukları çalışmada bitter ve sütlü çikolatayı beş çeşit meyve kurusu (kuru üzüm, kuru erik, papaya, kızılcık, kayısı) ile zenginleştirmiş ve meyvelerin duyuşal özellikleri ve biyoaktif içeriğine etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada, kuru erik, papaya ve kayısı ilave edilen bitter çikolata örneklerinde fenolik madde içeriğinin sütlü çikolatadan daha yüksek çıktığı, kızılcık ve üzüm kurusu ilave edilen örneklerde ise fenolik madde içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Genel fenolik madde artışına bakıldığında ise meyve ilavesinin bitter çikolatalarda fenolik madde içeriğini sütlü çikolatalarda olduğundan daha fazla arttırdığı gözlemlenmiştir. Duyusal kabul edilebilirlik açısından bitter çikolatada kayısının, sütlü çikolata da ise kızılcığın en yüksek puanı aldığı ifade edilmiştir.

Belščak-Cvitanović *et al.* (2012) tarafından yapılan çalışmada, çikolata formülasyonunu zenginleştirme amacı ile bitkisel polifenol olarak konsantre (%1 ve %3) ve dondurularak kurutulmuş (%1) kırmızı ahududu yaprağı (*Rubus idaeus* L.) ekstraktı kullanılmış ve çikolatanın biyoaktif profili, fiziksel, dokusal ve lezzet özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda %3 konsantre ekstrakt

ilavesinin, partikül boyutu dağılım parametresini azalttığı, daha yüksek viskoziteli, sert kabuklu ve kaba yüzeye sahip olan çikolatalar elde edildiği ve duyuşsal olarak da kabul edilemez bir ürün ortaya çıktığı belirtilmiştir. Dondurularak kurutulmuş ekstrakt (%1) ilave edildiğinde, çikolataların partikül boyutunun arttığı, çikolata yüzeyinde önemli bir farklılığın olduğu, görsel, dokusal ve lezzet özellikleri bakımından da en iyi puanı aldığı ifade edilmiştir. Sonuç olarak; konsantre (%1 ve %3) kırmızı ahududu yaprağı ilavesinin çikolataların biyoaktif profilini arttırmak, en ideal fiziksel, biyolojik ve duyuşsal özelliklere erişmek için yeterince etkili olmadığını ve bunun yerine dondurularak kurutulmuş (%1) kırmızı ahududu yaprağı konsantresinin kullanılması gerektiği ifade edilmiştir.

Sim *et al.* (2015), yaptıkları çalışmada çikolatayı bitkisel polifenolle zenginleştirmek için bitter çikolatada üç seviyede (%1, %2 ve %3 m/m) tarımsal atık olan mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) perikarp tozu kullanmışlar ve %3 perikarp tozu konsantrasyonunun, duyuşsal nitelikleri etkilemeden biyoaktif profili ve toplam fenolik içeriği (bitter çikolatalarda %13 ve kokolin de %50) önemli ölçüde artırdığını ve böyle düşük maliyetli bitkisel polifenollerin, özellikle kakao içeriği düşük çikolatalarda besinsel ve lezzet profilini artırabileceğini ifade etmişlerdir.

El-Hadad *et al.* (2010), yaptıkları çalışmada sürülebilir fonksiyonel çikolata elde etmek için geleneksel çikolata yağının (tereyağı) yerine %20, %40, %60, %80 ve %100 seviyelerinde kırmızı palm olein yağı kullanmışlar, kontrol örneği olarak %100 tereyağı kabul ederek elde ettikleri çikolata örneklerinde duyuşsal değerlendirme sonuçlarına göre %20 palm olein yağı ve %80 tereyağı içeren ürünün %100 tereyağı içeren çikolata gibi beğenildiğini belirtmişlerdir. Örneklerin 6 ay boyunca oda ve buzdolabı sıcaklığında tutulduğu çalışmada, fiziksel özellikler, yağ stabilitesi, yağ asit bileşimi ve doğal antioksidanlar tespit edilmiş ve sonuç olarak palm yağının tereyağına ikame edilmesinin tokoferoller, tokotrienoller (3.7 kat) ve karotenlerde (19.8 kat) belirgin bir artışa yol açtığı ve çikolatanın 6 ay boyunca oda sıcaklığında herhangi bir bozulma olmadan saklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Özgen (2010) tarafından yapılan çalışmada, üzüm çekirdeği (*Vitis vinifera*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) tozu doğal bir antioksidan olarak çikolatada %0.1, %0.5 ve %0.8 seviyelerinde kullanılmış ve çikolatanın antioksidan aktivitesi, kristalizasyonu, raf ömrü, reolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada, kontrol çikolata yapımında, %40.00 şeker, %36.82 kakao yağı, %22.63 kakao tozu ve %0.29 oranında lesitin kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, kontrol çikolata ve deneme örneklerini kristalizasyon parametreleri arasında ve %0.8 üzüm çekirdeği tozu katkılı numunelerin plastik viskozite değerleri arasında önemli bir fark olmadığı belirtilmiştir. Biberiye tozu ve üzüm çekirdeği tozunun kakao yağının raf ömrünü uzattığı, ancak üzüm çekirdeği tozunun etkisinin biberiye tozundan biraz daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı için %0.8 biberiye tozu, %0.5 ve %0.8 üzüm çekirdeği tozu katkılı numunelerin kontrol çikolatadan önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Aidoo *et al.* (2013), çikolatanın formülasyonunda sakarozu inülin ve polidekstroz ile ikame ederek reolojik, mikroyapı ve fiziksel kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. İnülin konsantrasyonunun artması ve polidekstroz konsantrasyonunun azalmasının kason viskozitesinin artmasına ve kason verim stresinin azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, %100 polidekstroz ile formüle edilmiş çikolatanın %100 inülin ile formüle edilmiş çikolataya kıyasla partikül büyüklüğünün azaldığı ve sayısının arttığı bildirilmiştir. %75.34 polidekstroz ve %24.66 inulin'den oluşan çikolata formülasyonunun en çok kabul edilebilir reolojik ve fiziksel kalite özelliklerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Shooride *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada, sütlü çikolatada kalori ve glisemik indeks değerini düşürmek için sakaroz yerine düşük sindirilebilir karbonhidratlar (low digestible carbohydrates) kullanılmıştır. Çalışmada inulin (diyet lif) ve tagatoz (sakaroz benzeyen tatlılıkla doğal keto heksoz) karışımı sütlü çikolata formülasyonunda 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 ve 0:100 oranlarında sükroza ikame edilmiş ve hazırlanan numunelerde fiziko kimyasal ve reolojik değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre inulin oranı azalıp tagatoz

oranı arttıkça örneklerin su aktivitesinin ve sertliğin arttığı belirtilmiştir. Renk parametrelerinde en düşük değerler %100 inulin içeren numunede görülürken tagatoz oranı arttıkça renk parametrelerinde artış gözlemlenmiştir. Reolojik değerlendirmeler sonucunda ise en düşük linear yield stress değerini %100 inulin içeren numuneler verirken inulin oranının azalması numunelerin görünür ve plastik viskozitesinde azalmaya neden olmuştur. En düşük görünür ve plastik viskozite %25 inulin ve %75 tagatoz içeren numunelerde gözlemlenirken akış indeksi inulin oranının düşmesi ile azalmıştır. Sonuç olarak %50 inulin:%50 tagatoz, %25 inulin: %75 tagatoz ve %100 tagatoz oranlarının sükroza ikame olarak kullanılabilmesi ve özellikle ilk iki oranın diyet lif içeriği bakımından daha zengin olduğu için sütlü çikolatada sakaroz ikamesi olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir.

Kim *et al.* (2017), 3000 yıldır insanlar tarafından sevilerek tüketilen çikolatanın yağ içeriğini azaltarak kalorisini düşürmeyi hedeflemişler ve bu amaca ulaşabilmek için krem şanti, süt, bitkisel krema ve hindistan cevizi sütünü yağ ikame maddesi olarak kullanmışlardır. Çalışmada yapılan analizler sonucunda en düşük nem, en yüksek yağ içeriği ve orta derecede sertlik özelliği, kremşanti ile hazırlanan örneklerde gözlemlenmiştir. Bitkisel krema ile hazırlanan örneklerin genel olarak krem şanti ile hazırlanan örneklere benzer özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Süt ile hazırlanan örnekler en düşük yağ ve en yüksek nem değerlerine sahip olmakla birlikte bu örneklerin sertlik değerlerinin kremşantili örneklerle yakın çıktığı belirtilmiştir. Duyusal değerlendirmede kremşanti ile yapılan örnekler en yüksek beğeniyi alırken hindistancevizi ile yapılan örneklerin kremşanti ile yapılan örneklere kıyasla daha yumuşak olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda düşük kalori içeriği ve arzu edilen yumuşaklığı nedeniyle hindistan cevizi sütünün çikolata kreması (chocolate ganache) yapmak için uygun olduğu belirtilmiştir.

Sökmen (2005) tarafından yapılan çalışmada, çikolata kalorisini düşürmek için düşük kalori içerikli bazı şeker alkollerini kullanılmış ve reolojik özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda, sakaroz, isomalt, maltitol ve ksilitol öğütülerek farklı partikül boyutlarında (106-53µm, 5338µm ve 38-20µm) çikolata formülasyonunda

kullanılmıştır. Örnek formülasyonlarında sakaroz ikameleri (%43.40), kakao yağı (%32.83), kakao tozu (%23.47) ve lesitin (%0.3) kullanılmıştır. Yapılan analizlere göre, isomalt içeren örneklerin viskozitelerinin (1.83 Pa. sm) diğer örneklerle kıyasla önemli derece yüksek olduğu belirlenmiştir. Maltitol içeren örneklerde ise akma gerilimi değerleri diğer örneklerle göre daha yüksek (5.51 Pa) bulunmuş ve partikül boyutunun azalması plastik viskozite ve akma gerilimi değerlerinin artmasına sebep olmuştur. Tüm kriterler dikkate alındığında en uygun sakaroz ikamesinin maltitol olduğu belirtilmiş ve reolojik özellikler açısından ürün kalitesi bozulmaması için partikül boyutunun yüksek olması gerektiği önerilmiştir.

Loncarevic *et al.* (2015) tarafından sürülebilir çikolatanın reolojik özellikleri üzerine farklı lesitinler ve öğütme sürelerinin etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, 30, 40 ve 50 dakika öğütme sürelerinde, kolza, ayçiçeği ve soya lesitinleri %0.3, %0.5 ve %0.7 oranlarında çikolata formülasyonunda kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre ağırlıkça %0.5 soya ve kolza lesitini, ve 40 dakikalık öğütme süresi en düşük kompleks değeri ve Casson verim stresi ve sürülebilir kakao kreminde viskoziteyi sağlarken, ağırlıkça %0.7 oranında ayçiçeği lesitini ve bilyeli değirmendeki 40 dakikalık tutulma süresi en düşük viskozite ve kompleks değeri ile sonuçlanmıştır.

Almeida and Lannes (2016) tarafından yapılan çalışmada, tavuk yan ürünlerinden jelatinin sürülebilir çikolatanın fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada %15, %25, %50, %100 oranlarında bitkisel yağ, merkezi dönelir bir kompozit kullanarak %0.3, %0.5, %0.8, %1.0 ve %1.2 oranlarında jelatin ile ikame edilmiş ve etkileri yanıt yüzey metodolojisi ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen veriler, yağ oranı daha fazla olan formülasyonların daha yüksek hacim ve daha düşük yoğunluğa sahip olduğunu ve az yağlı formülasyonların daha yüksek su aktivitesine sahip olduğunu göstermiştir. %50 ve %75 bitkisel yağ %0.5 ve %1.0 jelatin ile ikame edilen formülasyonların 10°C'de kabul edilebilir yayılma özelliğine sahip olduğu ve 30°C'de düşük jelatin konsantrasyonlarında az yağlı numunelerin kıvamının çok düşük olduğu bildirilmiştir.

Loncarevic *et al.* (2016), yaptıkları çalışmada kolza ve susam yağının sürülebilir çikolatanın reolojik özellikleri ve kristalasyon yapısına olan etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada kontrol örneğin hazırlanmasında bitkisel yağ ağırlığının %50'sini homojen bir yapı oluşturmak için ayçiçek yağı ve numunelerin hazırlanışında da ayçiçek yağı %50, %70 ve %100 susam yağı ve kolza yağı ile ikame edilmiştir. Yapılan araştırmanın sonucunda kolza ve susam yağlarının ikame edilmesi çikolatanın viskozitesini 1.7 kat arttırmıştır ve stres verimini 2.7 kat azaltmıştır. Kristalizasyon %70 ve %100 kolza ve susam yağı ikame edilmiş örneklerin yağ fazında daha küçük kristaller oluşturmuş ve son ürünlerin duyuşal değerlendirmelerinde en yüksek puanı almıştır. Sonuç olarak raf ömrünü biraz düşürmekle birlikte susam ve kolza yağının sürülebilir çikolata formülasyonunda yeni bir ürün üretmek için kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Peighambardoust *et al.* (2016), fonksiyonel sütlü çikolatada, susam ve hurma çekirdeği tozunun (HÇT) çikolatanın kalitatif özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, susam ve HÇT karışımı %5, %10, %15 ve %20 seviyelerinde çikolata formülasyonunda kullanılmıştır. Üretilen çikolata örneklerinde fizikokimyasal, mikrobiolojik ve duyuşal analizler yapılmıştır. Analizlerin sonuçlarına göre, susam ve HÇT karışımı seviyesi arttıkça nem, lif, mineral madde ve esansiyel yağ asitleri kontrol çikolataya göre artmıştır. Minerallerde en çok artışın fosfor, sodyum ve çinko'da olduğu, potasyum içeriğinde ise düşüş gözleendiği ve mikrobiolojik sonuçların kabul edilebilir sınırlarda olduğu bildirilmiştir. Sertlik analizi sonuçlarına göre ise kontrol örneğinin en sert, %20 susam ve HÇT karışımı içeren örneklerin ise en düşük sertliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre ise aroma, tat, parlaklık ve renk bakımından en yüksek puanı ve kabul edilebilirliği %10 susam ve HÇT karışımı içeren örnekler alırken, kontrol grubu örnekler en düşük puanı almıştır. Genel sonuç olarak, susam ve HÇT karışımının sütlü çikolatada besin değeri zenginleştirmek ve duyuşal özellikleri geliştirmek için kullanılabileceği bildirilmiştir.

Kayışlı (2012) tarafından yapılan çalışmada, %5 (m/m) fındık yağı, palm çekirdeği stearini ve shea yağı stearininin çikolatada viskozite, katı yağ içeriği (SFC), doku ve

erime profili üzerine etkisi incelenmiştir. Çikolata örnekleri 4 farklı örnek temperleme ve konçlama aşamasından sonra 2 saat boyunca 12°C'de 44 mm çap ve 4 mm yükseklik boyutlarında kalıplanmış, örnekler 18°C'de muhafaza edilmiş ve 0, 3, 15, 30, 45, 60 günlük depolama sonrası ölçümler yapılmıştır. Shea yağı stearini ve kakao yağı karışımı SFC faktörünü arttırıcı yönde, palm çekirdeği stearini ise düşürücü yönde etkili olmuştur. Shea yağı stearini ile hazırlanan örnekler standart (kakao yağı ile hazırlanan) numuneye göre ilk günden 60 günün sonuna kadar daha yüksek erime noktasına ve daha sert bir yapıya sahip olmuştur. Ayrıca, palm çekirdeği stearini, kakao yağı ile farklı yapıya sahip olduğu için, palm çekirdeği stearini çikolatanın erime profilini düşürerek sertliğini arttırmıştır. SFC değerinin düşük olması nedeni ile fındık yağı, örneklerin erime noktasını düşürerek çikolata üzerinde yumuşatıcı etkiye sahip olmuştur.

Biswas *et al.* (2017) tarafından yapılan çalışmada, enzimatik olarak üretilen palm yağı esaslı kakao yağı ikamesi (cocoa butter substitute (CBS)) kullanımının bitter çikolatada çiçeklenme oluşumu, fiziksel, reolojik ve duyuşsal özellikler üzerine etkisi incelenmiştir. Kontrol çikolata CBS kullanmadan direk kakao yağı ile hazırlanırken, diğler iki formülasyonda %5 ve %20 CBS ile ikame edilerek hazırlanmıştır. Her iki formülasyonda erime noktası kontrol çikolataya kıyasla artmıştır. Partikül boyutu, akış davranışı, sertlik ve duyuşsal özellikler incelendiğinde %20 CBS ile ikame edilen ikinci formülasyon çok önemli derecede ($P<0.05$) etkilenirken birinci formülasyonda önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Stereomikroskop görüntülerinde, tüm çikolata örneklerinde 24°C'de 8 haftada çiçeklenme görülmezken, 29°C'de 2 haftalık depolama sonucunda kontrol çikolata ve %5 CBS ile ikame edilen birinci formülasyonda çiçeklenme görülmüştür. Duyusal ve fiziksel özellikler bakımından birinci formülasyon, kontrol çikolataya benzer sonuçlar verirken ikinci formülasyon duyuşsal özellikler, sertlik ve tat olarak çok düşük profile sahip olmuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Sürülebilir çikolata üretiminde materyal olarak kakao tozu, pudra şekeri, süt tozu, lesitin, vanilin, keçiyoynuzu tozu, palm yağı, zeytinyağı ve tereyağı Çizelge 3.1’de gösterilen firmalardan temin edilmiştir.

Çizelge 3.1. Ham maddelerin üreticileri

Ham Maddeler	Üreticiler
Kakao tozu	Ülker (Türkiye)
Pudra Şekeri	Torku (Türkiye)
Süt Tozu	Pınar (Türkiye)
Palm Yağı	AAK (Karlshamn, İsveç)
Tereyağı	Pınar (Türkiye)
Zeytinyağı	Yudum (Türkiye)
Keçiyoynuzu Tozu	Meyvesi Erzurum Aktarları
Vanilin	Dr.Oetker (Türkiye)
Lesitin	Lasenor Emul, S.L. (Barcelona, Spain)

3.2. Metot

Araştırmada kullanılan çikolata örnekleri Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvar şartlarında Çizelge 3.2’deki desene göre üretilmiştir. 1 no’lu örnek, kontrol sürülebilir çikolata numunesi olarak değerlendirilmiştir. Formülasyondaki keçiyoynuzunun en yüksek seviyesi (57 g) kendi içinde %100 olarak değerlendirilmiştir. Buna göre 28.50 gr keçiyoynuzu %50 ve 38.07 gr keçiyoynuzu ise %66.78 olarak ifade edilmiştir.

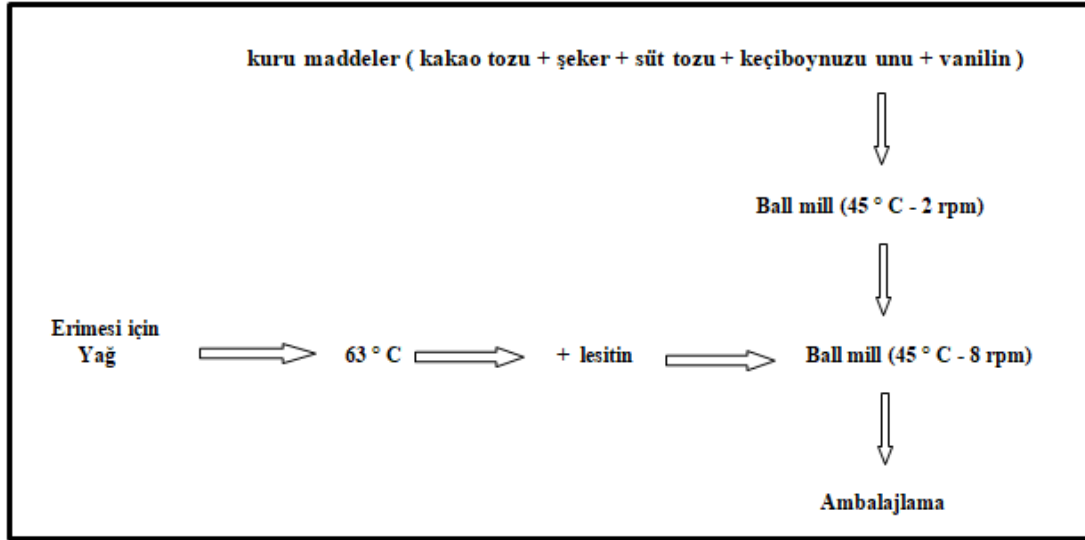
Çizelge 3.2. Çikolata üretim deneme deseni

Örnek	Yağ (g) (P, T, Z)	Pudra Şekeri (g)	Keçiyoynuzu tozu (g)	Kakao tozu (g)	Süt tozu (g)	Vanillin (g)	Lesitin (g)
1	30 P	50,0	-	7,00	12	1	0,7
2	30 P	25,0	28,50	3,50	12	1	0,7
3	30 P	16,6	38,07	2,33	12	1	0,7
4	33 P	-	57,00	-	12	1	0,7
5	30 T	50,0	-	7,00	12	1	0,7
6	30 T	25,0	28,50	3,50	12	1	0,7
7	30 T	16,6	38,07	2,33	12	1	0,7
8	35 T	-	57,00	-	12	1	0,7
9	15 Z + 15 T	50,0	-	7,00	12	1	0,7
10	19 Z+19 T	-	57,00	-	12	1	0,7
11	15T+15P	50,0	-	7,00	12	1	0,7
12	30Z	25,0	28,50	3,50	12	1	0,7

T: Eritilerek suyu uzaklaştırılmış tereyağı, P: palm yağı, Z: zeytinyağı

3.2.1. Çikolata üretim akışı

Sürülebilir çikolata üretimi Şekil 3.1'deki üretim akış şeması kullanılarak, ball mill cihazında yapılmıştır. Çikolata örneklerinin hazırlanması için pudra şekeri, kakao tozu, süt tozu ve keçiyoynuzu tozu 500 gram çikolata ağırlığına göre tartılıp 45°C'ye ayarlanmış ball mill cihazına aktarılmıştır. Cihazın devir hızı 2 rpm'e ayarlanarak kuru maddelerin öğütülmesi ve karıştırılması sağlanmıştır. 2 saat kuru öğütme işleminin sonunda 63°C'de eritilmiş yağ ve lesitin karışıma eklenip cihazın hızı 8 rpm'e çıkarılarak 5 saat daha karıştırmaya devam edilmiştir. İşlem sonunda hazırlanan örnekler cam kavanozlarda oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Çikolata üretim akışı şeması

3.2.2. Çikolata örneklerinde renk yoğunluğunun ölçülmesi

Çikolatalarda renk yoğunluğu, Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun (CIELAB) formülüne göre Minolta Colorimetre cihazı ile 3 paralelli olarak yapılmıştır. Bu formül, üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta ve L, 0'dan (siyahtan) 100'e (beyaza) kadar olan açıklık-koyuluk, +b sarı renk, -b değerleri mavi , +a değeri kırmızı, -a değeri ise yeşil renk yoğunluklarını göstermektedir (Aidoo *et al.* 2013).

3.2.3. Çikolata örneklerinde nem tayini

Kurumadde kapları ve deniz kumu 105°C'lik etüvde 1.5 saat boyunca kurutularak 30 dakika desikatörde soğutulmuştur. Daha sonra kapların içine 2g deniz kumu tartılarak bütün kapların daraları alınmış ve içlerine 2-5 g 50°C de eritilmiş çikolata örnekleri konularak, tekrar ağırlıkları ölçülmüştür. Hazırlanan numunelerin nem miktarları ağırlık kaybı yöntemi ile 105°C etüvde 12 saat bekletilerek ölçülmüştür. Nem kapları etüvden çıkartılıp, 30 dakika desikatörde bekletilip hasas terazide tartılmıştır. Analizler 3 paralelli yapılmış ve numunelerin nem oranları % olarak belirlenmiştir (Sökmen 2005).

3.2.4. Çikolata örneklerinde kül tayini

Kül tayini için 25-50 mm çaptaki kapaklı porselen krozeler etüvde kurutup sabit ağırlığa getirilerek daraları alınmıştır. Daha sonra krozelerin içine 5-10 gram çikolata tartılıp kül fırınına yerleştirilerek 600°C'ye kademeli olarak ısıtılmıştır. Krozeler 4 saat 600°C'de bekletilmiş ve süre sonunda desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Soğuyan krozelere çok az miktarda %96'lık etil alkol eklenip alkolün su banyosunda uzaklaşması sağlanmıştır. Tamamen kül haline gelmiş numuneler desikatörde soğutulup tartılarak kül miktarları hesaplanmıştır (Özhan 2012).

3.2.5. Çikolata örneklerinde toplam fenolik madde tayini

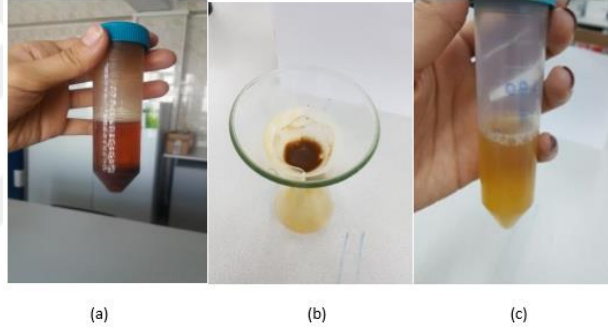
3.2.5.a. Örnek hazırlama ve ekstraksiyon

Sürülebilir çikolata örneklerinin toplam polifenolik madde miktarını hesaplamak için spektrofotometre kullanılmıştır. Çikolata yağlı bir ürün olduğundan, spektrofotometre ile okuma esnasında farklı moleküllerin sapmaya neden olmaması için hekzan kullanarak örnekler önce yağdan arındırılmıştır ve bunun için 20 gr çikolata bir erlenmayer içine tartılıp üzerine 200 ml hekzan ilave edilmiştir. Bir saat çalkalayıcı su banyosunda 25°C'de 110 rpm'de bekletilmiştir ve süre sonunda filtre kâğıdından süzülerek aynı işlem tekrarlanmıştır. En son filtre kağıdındaki kısım sonraki aşamalarda yağı arındırılmış çikolata olarak kullanılmak üzere kurutma dolabında kurutulmuştur.



Şekil 3.2. Yağdan arınmış çikolata

Ekstraksiyon işlemi için 4 gram yağdan arınmış çikolata örneği kapaklı plastik tüplere tartılmış, üzerine 20 ml A çözeltisi (70 ml aseton, 28 ml saf su, 2 ml asetik asit) eklenip 30 saniye vortekslemiş daha sonra 30°C'deki çalkalayıcı su banyosunda 110 rpm'de 1 gece bekletilmiştir. Süre sonunda tüpün içindeki karışım iki faza ayrılmıştır. Bu iki faz daha önce darası alınmış Whatman No.1 filtre kâğıdından süzülerek bir birinden ayrılmış. Ustte kalan kısma tekrar 20 ml A çözeltisi eklenerek tekrar 30 saniye vortekslenip, 110 rpm'de 30°C'deki su banyosunda 1 gece daha bekletilmiştir. Süre sonunda tekrar tüpte iki faza ayrılan karışımın üstteki sıvı kısmı filtre kağıdı yardımı ile süzülmüştür. Ayrılan sıvı kısım sonraki aşamada kullanılması gereken ekstraktı oluşturmaktadır.



- (a) A çözeltisinde çözülmüş yağdan arınmış çikolata
(b) Filtrasyon ve ekstrakt ayırma
(c) Ekstrakt

3.2.5.b. Toplam fenolik madde analizi

Bu çalışmada toplam fenolik miktarı madde Folin–Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanarak belirlenmiştir. Bu yöntemde fenolik asitlerden biri olan gallik asit, standart olarak kullanılmıştır. Ölçümler için, metod önce gallik asit solüsyonu üzerine uygulanmış ve bu ölçümün sonuçlarından hesaplamalar için standart eğri çizilmiştir. Numunelere de aynı yöntem uygulanmış ve daha sonra numuneler için hesaplamalar, mg ekstrakta mg gallik asit eşdeğeri olacak şekilde standart eğriye göre belirlenmiştir.

Analizin ilk aşaması olarak gallik asit çözeltisi hazırlanmış ve bunun için 20 mg gallik asit 50 ml A çözeltisinde çözülmüştür, bu karışımın konsantrasyonu 0.4 mg GA/ml A

çözeltisidir. Bu çözelti seyreltilerek 0.3, 0.2, 0.1, 0.05 mgGA/ml A çözeltisi gibi farklı konsantrasyonları elde edilmiştir. Bu konsantrasyonlar standart eğri için kullanılmıştır.

Standart eğriyi çizmek için, hazırlanan konsantrasyonların her birinden 0.15 ml kapaklı plastik tüpün içine aktarılmış, üzerine 3 ml %2'lik Na₂CO₃ eklenmiştir. Bu tüpler 15 saniye vortekslelendikten sonra 3 dakika karanlık bir yerde bekletilmiş ve 0.15 ml %50'lik Folin-Ciocalteau ekleyip tekrar 15 saniye vortekslenerek 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda, kör olarak saf su kullanılmak suretiyle köre karşı absorbans değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit eş değeri (mg GAE/ 100 g örnek) olarak hesaplanmıştır. Standart eğri hazırlandıktan sonra elde edilen yağı arındırılmış örneklerin ekstraktlarına, gallik asit konsantrasyonlarına yapılan aşamalar tekrarlanmış ve tüm örneklerin absorbans değeri 750 nm'de okunmuştur (Alothman *et al.* 2008; Sim *et al.* 2015).

3.2.6. Çikolata örneklerinde ham lif tayini

Bu analiz gravimetrik metod ile yapılmıştır. Bu metodun temeli yağı arındırılmış çikolata örneklerinin önce asit sonra da baz ile kaynatılarak hücre içindeki materyaller ve hücre duvarlarının çözünmesi, geriye kalan maddelerin ise kurutulup yakıldıktan sonra ham lifin tespiti esasına dayanmaktadır. Çikolata örneklerinden 600 ml'lik behere 2 gr tartılıp üzerine 200 ml %1.25'lik sülfirik asit ilave edilerek ve 30 dakika kaynatılmıştır. Numuneler, sabit ağırlığa getirilmiş ve darası alınmış filtre kağıdından süzöldükten sonra 200 ml saf su ile yıkanarak 200 ml %1.25'lik sodyumhidroksit ile 30 dakika daha kaynatılıp aynı filtre kağıdından tekrar süzölmüştür. Filtre kağıdı önce 200 ml saf su ile sonra 15 ml %96'lık etanol ile yıkanıp, 110°C'deki kurutma dolabında 1 gece kurutulmuştur. Kurutulan filtre kağıdı desikatörde soğutulduktan sonra tartılıp, 550±10°C'deki kül fırınında yakılmıştır. Yanan numuneler soğuduktan sonra tartılıp ham lif miktarı hesaplanmıştır (AOAC 1990).

3.2.7. Çikolata örneklerinde toplam indirgen Şeker tayini

Sürülebilir ikolata örneklerinde toplam indirgen Şeker miktarı tayini Lane-Eynons metoduna göre yapılmıştır. Lane-Eynon metodu titrasyon ile renk deęiŐimini esasına dayandığından, çikolata örneklerinde önce çinko asetat ve potasyum fero siyanür gibi berraklaŐtırıcı maddeler ile berraklaŐtırma işlemi yapılmıştır.

Örneklerin hazırlaması: 2 gram çikolata rneği tartılıp üzerine 25 ml, 50°C saf su ilave edilip homojenize edilmiştir. Karışım kayıpsız olarak 100 ml'lik balon jojeye aktarılıp berraklaŐtırmak amacı ile 2 ml çinko asetat, 2 ml potasyum fero siyanür zelteleri ilave edilmiştir. Homojen hale getirilen karışım 30 dakika beklendikten sonra hacim çizgisine kadar 20°C saf su ile tamamlanıp filtre kağıdından geçirilmiŐtir. Filtre kağadıdan geçirilen berrak çözelti toplam indirgen Şeker tayini için kullanılmıştır.

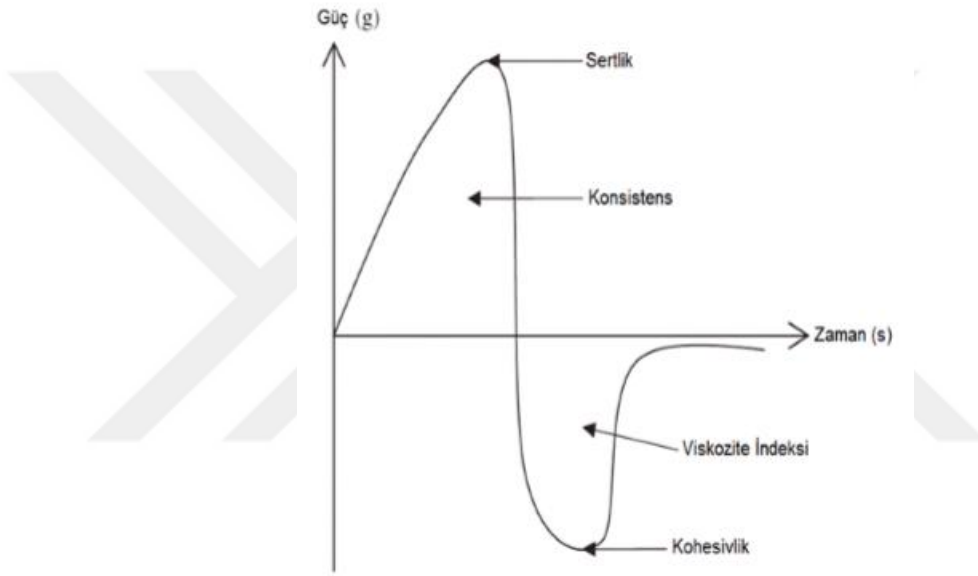
Toplam indirgen Şeker analizi: Berrak filtrattan 25 ml alınarak 100 ml'lik balon jojeye konulmuŐ ve üzerine 2 ml %35-36'lık HCl ilave edilmiştir. Balon joje 70°C'deki su banyosunda 10 dk (3 dk çalkalayarak, 7 dk sabit) bekletilip süre sonunda soğuk su yardımı ile soğutulmuştur. Soğuyan çözeltiye 1-2 damla fenolfitalein indikatörü ilave edilip 1N NaOH ile ntrlendikten sonra hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanıp bürete doldurulmuŐtur. Bir erlenmayer içine 5 ml Fehling A, 5 ml Fehling B ve birkaç tane cam boncuk konularak hot plate üzerinde kaynatılmıştır. Kaynayan çözeltiye 1-2 damla metilen mavisi indikatörü ilave edilip, büretteki çözelti ile kiremit rengi oluŐana kadar titre edilmiştir. Yaklaşık harcanan miktar tespit edilerek toplam indirgen Şeker miktarı hesaplanmıştır (Anonim 2004a).

3.2.8. Çikolata örneklerinde geri ekstrüzyon (back ekstrusion) testi

Çikolata rneklerinde TA-XT.plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, U.K) cihazı kullanılarak geri ekstrüzyon testi yapılmıştır. Örnekler 45°C'de bir saat beklendikten sonra 60 mm ykseklide, 38 mm çapında silindirik tüplerde 55 g çikolata tartılıp, 30 mm'lik kompresyon diski kullanarak analiz

yapılmıştır. Geri ekstrüzyon testinin yürütüldüğü koşullar: 1.00 mm/s ön test hızı, 3.00 mm/s test hızı, 6.00 mm/s test sonrası hızı, 20.00 mm mesafe ve 8.0 g tetikleme gücü olarak belirlenmiştir.

Elde edilen diyagramdan sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi parametreleri hesaplanmıştır. Şekil 3.3’de tipik geri ekstrüzyon kurvesi gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Geri ekstrüzyon kurvesi

Sertlik (Firmness): Proben örnek içine nüfuz etmesi için uygulanan maksimum güç (g).

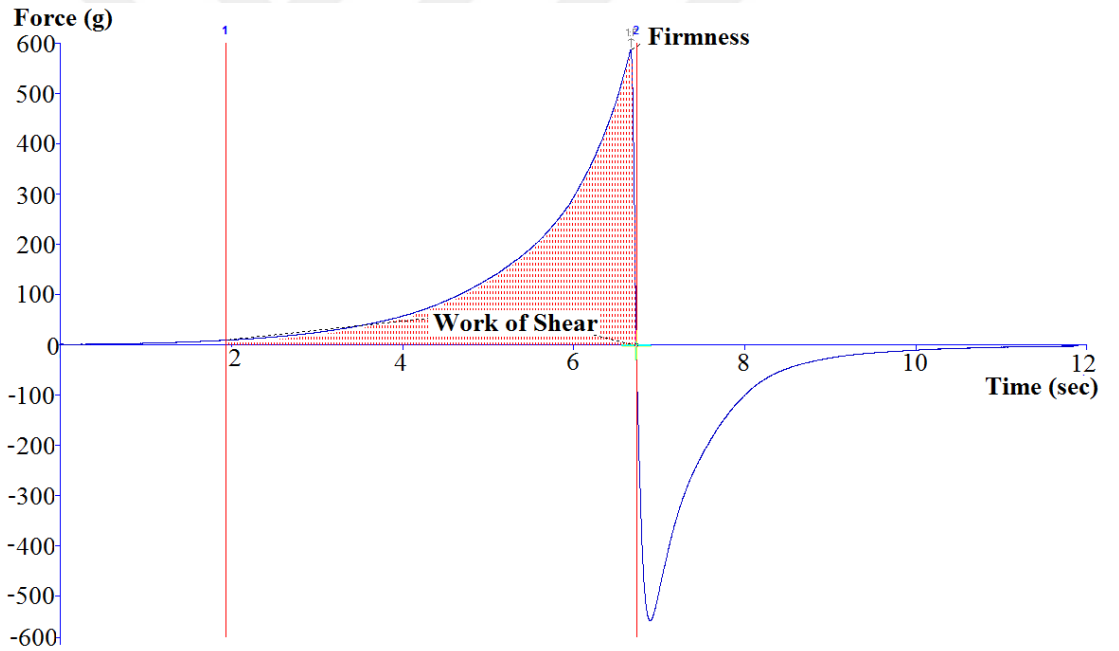
Konsistens (Consistency): İleri ekstrüzyon sırasında elde edilen kurve altındaki alan (g.s).

Kohesivlik: Proben örnekten geri çekilmesi sırasında uygulanan maksimum güç.

Viskozite indeksi: Proben geri dönüşü sırasında oluşan negatif kurve alanı (g.s).

3.2.9. Çikolata örneklerinde sürülebilirlik testi

Çikolata örneklerinde sürülebilirlik testi Kumar *et al.* 2016 ve Jeyarani *et al.* 2013 metodları modifiye edilip TA-XT.plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, U.K) cihazında Spreadability Rig (HDP/SR) kullanılarak yürütülmüştür. Örnekler 23°C'de 45°'lik konik prob kullanarak analiz edilmiştir. Analizin yürütüldüğü koşullar 1.00mm/s ön test hızı, 3.00mm/s test hızı ve 5.00mm/s test sonrası hızı ve 0.5g tetikleme gücü ve 20.00 mm'lik mesafede olarak belirlenmiştir. Elde edilen diyagramdan kayma işi (Work of Shear) ve sertlik (Hardness) hesaplanmıştır.



3.2.10. Çikolata örneklerinde strain taraması testi

Sürülebilir çikolata örneklerinde deformasyon taraması stres kontrollü MCR 102 Reometre cihazı kullanılarak (Anton Paar, Austria) 25°C sıcaklıkta, sabit frekans (10 1/s) değerinde shear strain (deformasyon) değeri %0.001'den %100'artırılarak yapılmış ve çizilen kurveden örneklere ait akma gerilimi değerleri hesaplanmıştır.

3.2.11. Duyusal analiz

Örneklerin duyusal değerlendirilmesi Farzanmehr ve Abbasi (2009), tarafından kullanılan metoda göre, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarından oluşan 6 panelist tarafından yapılmıştır. Üretilen çikolataların renk, tat, sürülebilirlik, yapı, aroma, kıvam, kakao tadı, ağızda erime parametreleri eşit koşullarda, ayrı kaplarda ve oda sıcaklığında değerlendirilmiştir. Örnekler kodlanmış kaplarda rastgele bir şekilde panelistlere sunulmuş ve testlerin arasında ağızlarını çalkalamak için su ve çikolataları sürmek için ekmek verilmiştir. Örnekler 5 noktalı puanlama skalası (1=Kabul edilemez, 2=Vasat, 3= İyi, 4=Çok İyi, 5=Mükemmel) kullanılarak panelistler tarafından değerlendirilmiştir.

3.2.12. İstatistiksel değerlendirme

Araştırma sonucun'da elde edilen veriler, SPSS, (SPSS for Windows Release 10.0.1, 1999) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Çikolata Örneklerinin Kül, Nem ve Toplam İndirgen Şeker Değerleri

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu kullanılarak üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin nem, kül, toplam indirgen şeker değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait nem, kül ve toplam indirgen şeker değerlerine ait varyans analiz sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Nem	11	1,91	1179,36**	0,00
Kül	11	0,08	738,05**	0,00
Toplam Şeker	11	180,74	4352024,47**	0,00

** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi sürülebilir çikolata örneklerine farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao tozu, zeytinyağı ve tereyağı ilavesi örneklerin nem, kül ve toplam indirgen şeker değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde (P<0,01) etkilemiştir.

Çizelge 4.1’de p<0,01 düzeyinde önemli olan keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao tozu, zeytinyağı ve tereyağı seviyelerinin değişmesine ait nem, kül değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (DÇKT) Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait nem, kül değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Örnek No	N	Nem (%)	Kül (%)	Toplam indirgen şeker (%)
1	2	0,63±0,01g	1,73±0,02h	55,30±0,01a
2	2	1,88±0,00d	2,08±0,00e	45,61±0,01b
3	2	2,44±0,01c	2,14±0,01d	41,42±0,12c
4	2	3,09±0,01a	2,22±0,01c	31,53±0,01d
5	2	0,32±0,05h	1,78±0,00g	55,30±0,00a
6	2	1,30±0,08f	2,09±0,0e	45,60±0,01b
7	2	1,67±0,00e	2,25±0,02b	41,42±0,00c
8	2	2,40±0,03c	2,29±0,01a	31,53±0,01d
9	2	0,55±0,01g	1,84±0,00f	55,30±0,00a
10	2	2,80±0,04b	2,23±0,00bc	31,53±0,00d
11	2	0,35±0,06h	1,82±0,01f	55,31±0,00a
12	2	1,90±0,04d	2,09±0,00e	45,61±0,00b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi sürülebilir çikolata örneklerinin nem içerikleri %0,32 ile %3,09 arasında değişmektedir. Peker (2011), tarafından yapılan çalışmada, nem oranının sütlü çikolatada en az %0,28, en çok %0,35, bitter çikolatada en az %0,30, en çok %0,40 ve beyaz çikolatada en az %0,40, en çok %0,47 olduğu belirlenmiştir. Peker aynı çalışmada kül oranını sütlü çikolatada en az %1,32, en çok %1,38, bitter çikolatada en az %1,82, en çok %1,87 ve beyaz çikolatada en az %3,97, en çok %4,05 olduğunu belirtmiştir. Sökmen (2005), farklı sakaroz ikameleri ile elde edilen çikolataların nem oranını %0,6 ile %0,73 aralığında tespit etmiştir. Özhan (2012), farklı düzeylerde prebiotik içeren çikolataların nem içeriğinin benzer şekilde %1,35 ile %2,42 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Nem oranının yüksek olması, şeker partiküllerinin toplanmasına ve sonuç olarak kumsu ve topraklı bir yapı oluşmasına neden olmaktadır. Bu durumda şeker partiküllerinin yüzeyindeki nem sürtünmeyi ve mutlak viskoziteyi arttırmaktadır (Afoakwa 2010).

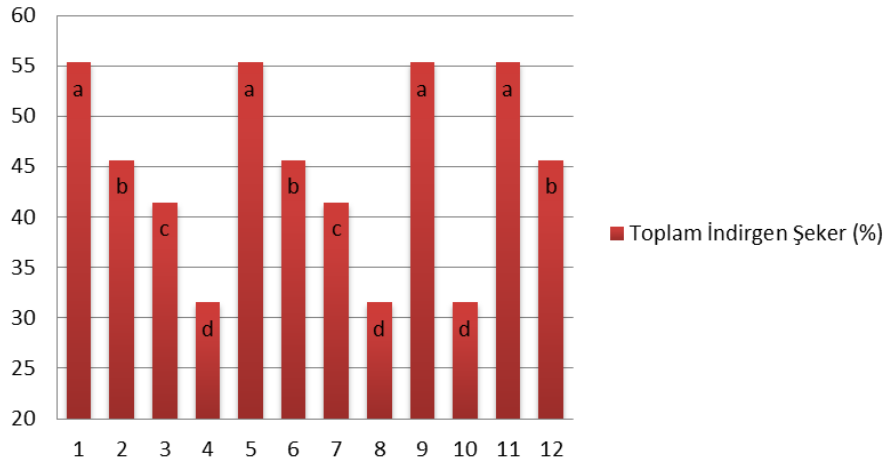
Sürülebilir çikolata örneklerinin nem değerleri incelendiğinde en yüksek değer palm yağı ve %100 keçiyoynuzu içeren 4 numaralı örnekte ölçülürken, en düşük değer

tereyağı ve keçiyoynuzu içermeyen 5 numaralı örnek ile tereyağı palm yağı karışımı ve keçiyoynuzu içermeyen 11 numaralı örnekte ölçülmüştür. Genel olarak keçiyoynuzu tozu ilave seviyesinin artması nem değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Sürülebilir çikolata formülasyonlarında, aynı bileşime sahip palm yağı içeren (2, 3 ve 4 numaralı) örneklerde palm yağı yerine tereyağı kullanılması (6, 7 ve 8 numaralı) örneklerde nem değerini önemli derecede düşürmüştür. Ayrıca, yağ dışında diğer bileşenleri aynı olan 2, 6 ve 12 numaralı örneklerin nem değeri incelendiğinde tereyağı içeren 6 numaralı örneğin nem değeri palm yağı içeren 2 numaralı örnek ve zeytinyağı içeren 12 numaralı örneklere kıyasla daha düşük çıkmıştır. Genel olarak katı (tereyağı), yarı katı (palm yağı) ve sıvı yağ (zeytinyağı) içeren örnekler incelendiğinde, katı yağ oranının azalması nem oranının artması ile ilişkilendirilebilir.

Sürülebilir çikolata örneklerinin kül miktarı %2.29 ile %1.73 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek kül miktar tereyağı ve %100 keçiyoynuzu tozu içeren 8 numaralı örnekte, en düşük miktar ise palm yağı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen 1 numaralı örnekte tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Genel olarak keçiyoynuzu tozu ilave seviyesi arttıkça kül miktarında artış gözlemlenmiştir ve bu artış keçiyoynuzu tozunun mineral maddesi açısından zengin olduğu ile ilişkilendirilebilir. Aynı formülasyonlarda, yağ çeşidi ve yağ içeriği dışında aynı içeriğe sahip olan örneklerde tereyağı içeren 5, 6, 7 ve 8 numaralı örneklerde kül miktarı, palm yağı içeren 1, 2, 3 ve 4 numaralı örneklerin kül içeriğine göre artmıştır ve ayrıca yağ hariç aynı formülasyona sahip olan 2, 6 ve 12 numaralı örneklerde tereyağı ve zeytinyağı içeren örneklerin kül miktarı değişmemiş fakat palm yağı içeren örneklerde çok küçük miktarda düşüş görülmüştür. Bu durum, palm yağına kıyasla eritilip suyunun uzaklaştırıldığı tereyağının ve keçiyoynuzunun daha fazla mineral madde içermesi ile açıklanabilir. Peker (2011), çikolata üretiminde lesitin ve PGPR kullanımının ürün kalitesine etkisini araştırmış ve kül miktarını sütlü çikolatada en az 1.32, en çok 1.38, bitter çikolatada en az 1.82, en çok 1.87 ve beyaz çikolatada ise en az 3.97, en çok 4.05 olduğunu belirtmiştir.

Toplam indirgen şeker miktarı incelendiğinde en yüksek miktar 1, 5, 9 ve 11 numaralı örneklerde en düşük miktar ise 4, 8 ve 10 numaralı örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge

4.2, Şekil 4.1). Örneklerin toplam indirgen şeker içeriğinin %31,53 ile %55,30 arasında değiştiği görülmüştür. Bütün sürülebilir çikolata örneklerinde, keçiyoynuzu tozu seviyesinin artması, pudra şekeri ve kakao tozu seviyesinin düşürülmesi, toplam indirgen şeker miktarını azaltıcı yönde etkili olmuştur. En düşük toplam indirgen şeker miktarı pudra şekeri ve kakao tozuna %100 seviyesinde keçiyoynuzu tozu ikame edilen örneklerde bulunurken en yüksek toplam indirgen şeker miktarı keçiyoynuzu tozu içermeyen sürülebilir çikolata örneklerinde bulunmuştur. Formülasyonda keçiyoynuzu tozu içermeyen örneklerle kıyaslandığında, %100 keçiyoynuzu içeren çikolata örneklerinin toplam indirgen şeker miktarının yaklaşık olarak %43 oranında bir azalma gösterdiği belirlenmiştir. Keçiyoynuzu tozu içeren sürülebilir çikolata örneklerinin, ilave seviyesinin artması ile, toplam indirgen şeker miktarının azalması, formülasyona ilave edilen keçiyoynuzu tozu seviyesinin artışının pudra şekeri ve kakao miktarını oransal olarak azaltması ile ilişkilendirilebilir.



Şekil 4.1. Sürülebilir çikolata örneklerinin toplam indirgen şeker içeriklerindeki değişim

4.2. Çikolata Örneklerinin Ham Lif ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu kullanılarak üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin ham lif ve toplam fenolik madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait ham lif ve toplam fenolik madde miktarına ait varyans analiz sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Ham Lif	11	0,01	199,05**	2,399E-005
Toplam Fenolik Madde	11	62339,569	1601,338**	38,930

** ($p<0,01$) düzeyinde önemli

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi sürülebilir çikolata örneklerine farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao tozu, zeytinyağı ve tereyağı ilavesi, örneklerin ham lif ve toplam fenolik maddde miktarını istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($P<0,01$) etkilemiştir.

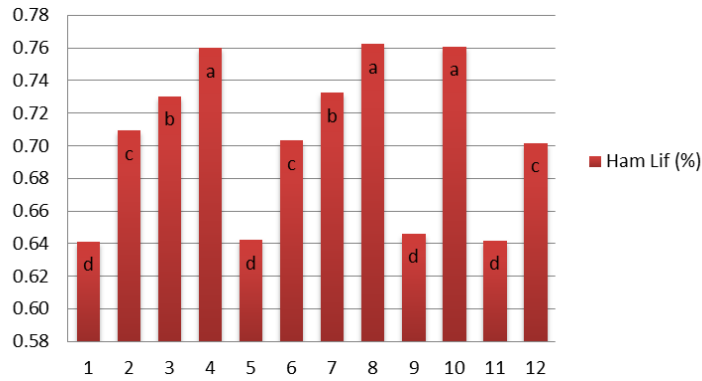
Çizelge 4.3’de $p<0,01$ düzeyinde önemli olan keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao tozu, zeytinyağı ve tereyağı seviyelerinin değişmesine ait ham lif ve toplam fenolik maddde değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (DÇKT) Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait ham lif ve toplam fenolik maddde ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Örnek No	Ham Lif (%)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g)
1	0,64±0,00d	267,25±9,55h
2	0,712±0,01c	570,00±5,30e
3	0,73±0,00b	609,38±7,60d
4	0,76±0,01a	698,13±2,30a
5	0,64±0,00d	302,00±8,13g
6	0,70±0,00c	651,50±5,66c
7	0,73±0,00b	616,75±6,36d
8	0,76±0,00a	665,75±0,71b
9	0,65±0,00d	276,75±3,89h
10	0,76±0,00a	664,88±0,18b
11	0,64±0,00d	273,13±9,37h
12	0,70±0,00c	551,13±6,54f

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farksızdır ($p<0,05$).

Ham lif çözgen ekstraksiyonunu takiben, seyreltik asit ve alkali ile muameleden sonra kül miktarının çıkarılmasıyla geriye kalan kalıntı olarak tanımlanmaktadır. (Boyacıoğlu ve Boyacıoğlu 1994). Ham lifi oluşturan bileşikleri parçalayan enzimler insan vücudunda olmadığı için sindirim sisteminde enzimatik olarak parçalanmazlar ve insanlar için enerji değerleri yoktur. Ancak, ham lifin tokluk hissi verici, su tutucu, bağırsak hareketini düzenleyici ve arttırıcı, bağırsak kanserini ve kabızlığı önleyici etkileri olduğu bildirilmektedir (Anonim 2013). Şekil 4.2’de ve Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi en yüksek ham lif miktarı 4 (palm yağı ve %100 keçiyoynuzu tozu), 8 (tereyağı ve %100 keçiyoynuzu tozu) ve 10 (tereyağı, zeytinyağı karışımı ve %100 keçiyoynuzu tozu) numaralı örneklerde belirlenirken, en düşük miktar ise 1 (palm yağı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen), 5 (tereyağı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen), 9 (tereyağı, zeytinyağı karışımı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen) ve 11 (tereyağı, palm yağı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen) numaralı örneklerde belirlenmiştir. Sürülebilir çikolata örneklerinde keçiyoynuzu tozu seviyesinin artması ile ham lif değerleri artış göstermiştir.



Şekil 4.2. Sürülebilir çikolata örneklerinin ham lif değerindeki değişim

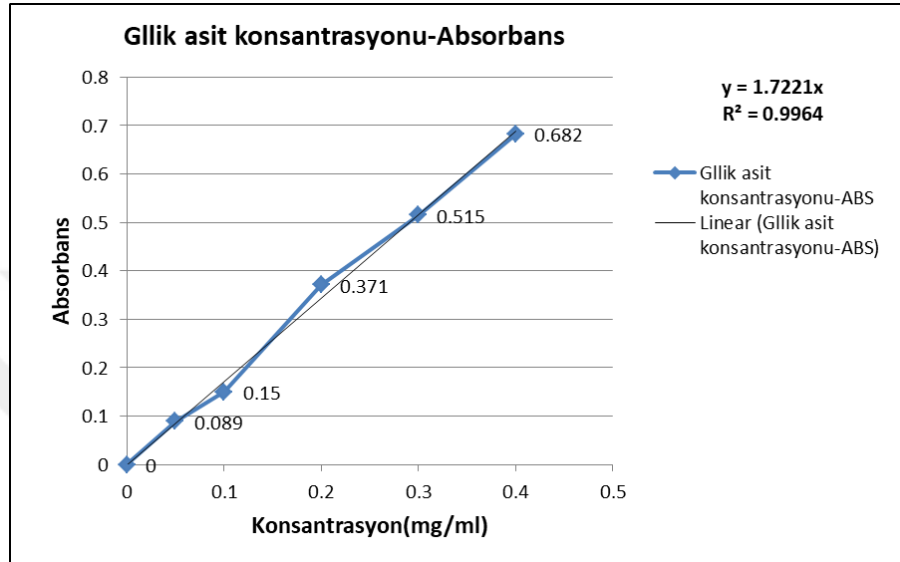
Çikolata örneklerindeki ham lif miktarlarının %0.64 ile %0.76 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Tüm çikolata örneklerinde keçiyoynuzu seviyesindeki artışla beraber kakao tozundaki düşüş ham lif miktarlarına artırıcı yönde etkili olmuştur (Şekil 4.2, Çizelge 4.4). En düşük ham lif miktarı keçiyoynuzu tozu içermeyen ve %100 kakao içeren 1, 5, 9 ve 11 numaralı örneklerde belirlenmiştir. En yüksek ham lif miktarı ise %100 keçiyoynuzu tozu içeren 4, 8 ve 10 numaralı örneklerde bulunmuştur. %100

keçiboynuzu tozu içeren örneklerin ham lif miktarı keçiboynuzu tozu içermeyen örneklere göre yaklaşık olarak %16 daha fazla bulunmuştur. Çikolataların ham lif miktarının artması ilave edilen keçiboynuzu tozu ve azaltılan kakao miktarıyla bağlantılı olarak keçiboynuzunun %74.6 toplam lif, %7.30 ham lif içerdiği ve çikolata formülasyonunun keçiboynuzu ile zenginleştirilmesiyle ilişkilendirilebilir. Peighambardoust *et al.* (2016), susam ve hurma çekirdeği tozu karışımının sütlü fonksiyonel çikolatanın kalitatif özellikleri üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, %20 susam ve hurma çekirdeği tozu içeren örnekteki ham lif miktarı kontrol çikolatasına göre önemli düzeyde ($p<0,05$) artış göstermiştir.

Fenolik bileşikler, daha yaygın ismiyle polifenoller, benzen halkası içeren maddelerdir. Bilindiği gibi hidroksi benzen çoğunlukla 'fenol' adı ile anılmaktadır. Buna göre en basit fenolik bileşik, bir tane hidroksil grubu içeren benzen yani fenoldür. Diğer tüm fenolik maddelerin bunlardan türedikleri ifade edilmektedir (Köksal 2008). Fenolik bileşikler bitkilerde fazla miktarda bulunan sekonder metabolitlerdir. Bitkilerde bulunan fenolik bileşikler fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki gruba ayrılırlar. Yapısal olarak büyük farklılıklarından dolayı bitkilerde ve bunlardan elde edilen ürünlerde binlerce farklı fenolik bileşik bulunmaktadır. Fenolik bileşikler doğal antioksidan madde özelliği göstermektedirler. Serbest radikallerin neden olduğu reaksiyonları durdurarak veya engelleyerek kanser, kalp hastalığı ve akciğer hastalıkları gibi pek çok hastalıkların oluşumuna engel olmaktadır (Nizamlioğlu ve Nas 2010).

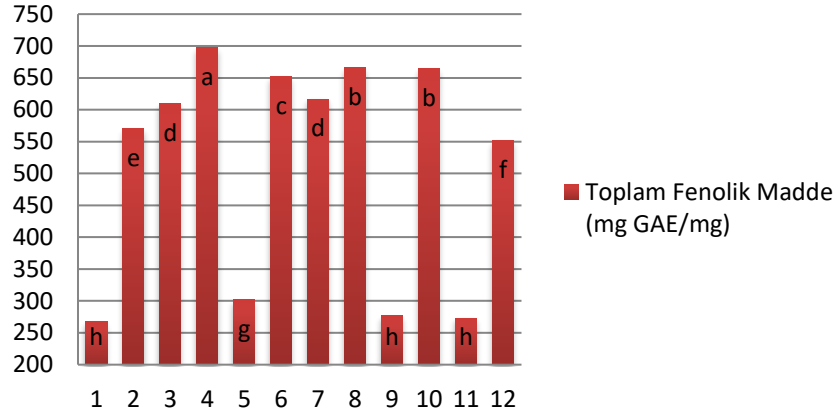
Çikolata örnekleri toplam fenolik madde içeriği bakımından incelendiğinde en yüksek miktar palm yağı ve %100 keçiboynuzu tozu içeren 4 numaralı örnekte belirlenirken, en düşük miktar ise palm yağı içeren ve keçiboynuzu tozu içermeyen 1 numaralı, tereyağı, zeytinyağı karışımı içeren ve keçiboynuzu tozu içermeyen 9 numaralı ve tereyağı, palm yağı içeren ve keçiboynuzu tozu içermeyen 11 numaralı örneklerde belirtilmiştir (Şekil 4.4, Çizelge 4.4).

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemine ile belirtilmiştir. Standart eğri elde etmek için standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Standart eğri, gallik asit konsantrasyonu ve 750 nm'de verdiği absorbans değerlerine göre çizilmiştir.



Şekil 4.3. Folin-Ciocalteu yöntemi için gallik asit standart eğrisi

Bütün sürülebilir çikolata örneklerinde, keçiyoynuzu seviyesindeki artış ve kakao tozundaki düşüş toplam fenolik madde miktarlarını arttırıcı yönde etkili olmuştur (Şekil 4.4). Çikolata örneklerinde toplam fenolik madde miktarı 263.75 mg GAE/100 g ile 698 mg GAE/100 g arasında değişmektedir. En düşük toplam fenolik madde miktarı keçiyoynuzu tozu içermeyen ve sırasıyla palm yağı, tereyağı zeytinyağı karışımı ve tereyağı palm yağı karışımı içeren 1, 9 ve 11 numaralı örneklerde bulunmuştur. En yüksek toplam fenolik madde miktarı ise %100 keçiyoynuzu tozu ve palm yağı içeren 4 numaralı örnekte bulunmuştur. 4 numaralı çikolata örneğinin toplam fenolik madde miktarı; 1, 9 ve 11 numaralı örneklerin toplam fenolik madde miktarlarından yaklaşık %61 daha fazla bulunmuştur. Sürülebilir çikolataların toplam fenolik madde miktarının artması ilave edilen keçiyoynuzu tozu miktarıyla bağlantılı olarak keçiyoynuzunun fenolik bileşenler içermesi ile ilişkilendirilebilir. Övet (2015), Türkiye marketlerinden temin ettiği bitter ve sütlü çikolatalardaki toplam fenolik madde miktarını gallik asit eş değeri olarak sütlü çikolatada ortalama 282.48 ± 15.74 mg GAE/100 g ve bitter çikolatada ortalama 1010.24 ± 76.68 mg GAE/100 g olarak belirlemiştir.



Şekil 4.4. Sürülebilir çikolata örneklerinin toplam fenolik madde değerlerindeki değişim

4.3. Çikolata Örneklerinin Renk Değerleri

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao tozu, tereyağı, zeytinyağı kullanılarak üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin *L*, *a* ve *b* renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren çikolata örneklerinin *L*, *a* ve *b* renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

	SD	KO	F	Hata
<i>L</i>	11	9,90	123,86**	0,080
<i>a</i>	11	0,26	14,92**	0,017
<i>b</i>	11	17,20	1582,67**	0,011

** ($p < 0,01$) düzeyinde önemli

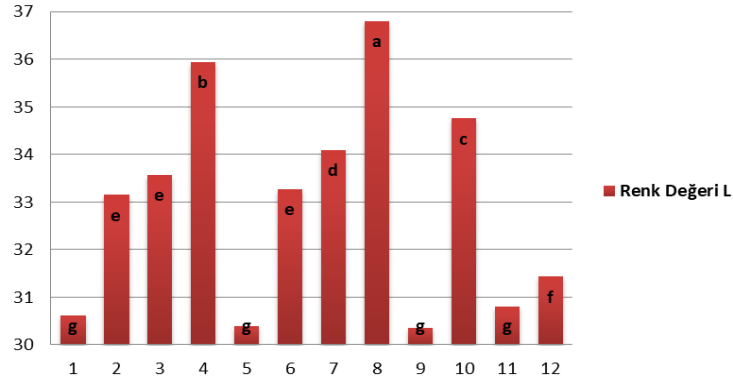
Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi, sürülebilir çikolata formülasyonlarında keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao tozu, zeytinyağı ve tereyağı seviyesindeki değişim örneklerin *L*, *a* ve *b* renk değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkilemiştir.

Çizelge 4.6. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao tozu içeren çikolata örneklerinin L, a ve b renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Çikolata örnekleri	Renk		
	L	+a	+b
1	30,62±0,28g	10,87±0,098f	3,92±0,04j
2	33,15±0,12e	10,86±0,049f	6,50±0,04g
3	33,57±0,70de	10,95±0,321ef	7,29±0,14f
4	35,94±0,05b	10,91±0,067ef	10,06±0,27c
5	30,40±0,10e	10,84±0,053f	3,85±0,04j
6	33,27±0,19g	11,32±0,042cd	7,60±0,04e
7	34,09±0,36d	11,03±0,141def	8,84±0,13d
8	36,80±0,35a	11,65±0,194ab	12,74±0,07a
9	30,36±0,06c	11,40±0,042bc	4,60±0,06h
10	34,76±0,25g	11,80±0,109a	11,11±0,05b
11	30,80±0,07c	11,19±0,091cde	4,36±0,05i
12	31,43±0,03f	11,70±0,01a	6,54±0,01g

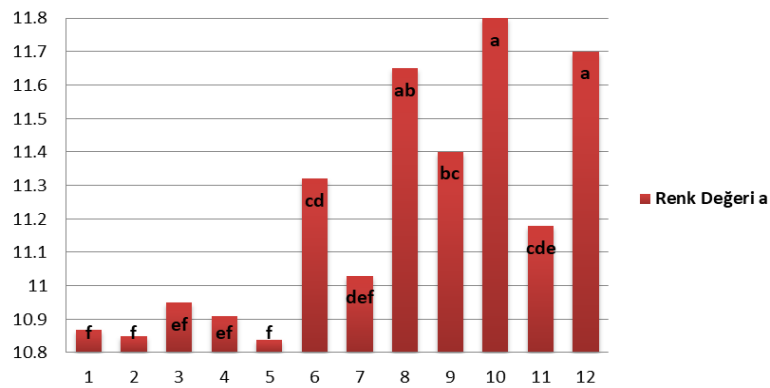
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farksızdır (p<0,05).

Şekil 4.5 ve Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi en yüksek L değeri %100 keçiyoynuzu ve tereyağı içeren 8 numaralı örnekte ölçülürken, en düşük L değeri keçiyoynuzu içermeyen ve sırasıyla palm yağı, tereyağı, zeytinyağı tereyağı karışımı, tereyağı palm yağı karışımı içeren 1, 5, 9 ve 11 numaralı örneklerde ölçülmüştür. Genel olarak keçiyoynuzu tozu ilave seviyesinin azalması L değeri üzerinde azaltıcı bir etki göstermiştir. Çikolata örneklerinde yağ dışında diğer bileşenleri aynı olan formülasyonlardan zeytinyağı içeren örneğin L değerinin palm yağı ve tereyağı içeren örneklere kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür. Yücekutlu (2015) tarafından yapılan çalışmada, bitter ve sütlü çikolata formülasyonuna farklı tatlandırıcılar ilave etmiş ve L değerinin sütlü çikolata örneklerinde ortalama 25.8 olarak belirlenirken, bitter çikolata örneklerinde ortalama 24.6'ya ulaştığı ifade etmiştir. Aidoo *et al.* (2013), %0, %25, %50, %75 ve %100 olmak üzere inülin ve polidekstroz karışımını şekere yerine kullanarak ürettikleri light çikolatalarda, en düşük L değerini 26.82 olarak %0 inülin ve %100 polidekstroz içeren örnekte belirlemişken en yüksek L değerini 28.68 olarak %0 inülin ve %0 polidekstroz içeren örnekte belirlemişlerdir.



Şekil 4.5. Sürülebilir çikolata örneklerinin renk analizi L değeri değerlerindeki değişim

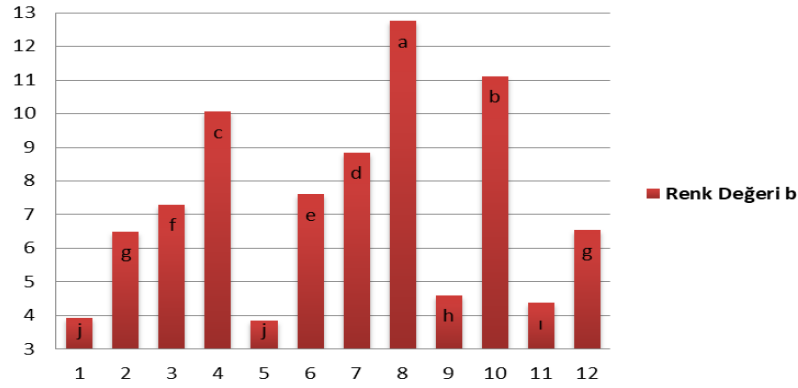
Sürülebilir çikolata örneklerinde, en yüksek *a* değeri, %100 keçiyoynuzu tozu, zeytinyağı tereyağı karışımı içeren 10 numaralı ve %50 keçiyoynuzu tozu, zeytinyağı içeren 12 numaralı örnekte bulunurken, en düşük *a* değeri palm yağı ve sırasıyla keçiyoynuzu içermeyen ve %50 keçiyoynuzu içeren 1 ve 2 numaralı ve tereyağı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen 5 numaralı örneklerde bulunmuştur. Yücekutlu (2015), yaptığı çalışmada bitter ve sütlü çikolata formülasyonuna farklı tatlandırıcılar ilave ederek *a* değerini sütlü çikolata örneklerinde ortalama 5.7 bulurken, bitter çikolata örneklerinde ortalama 4.3'e düşüğünü ifade etmiştir (Şekil 4.6, Çizelge 4.6).



Şekil 4.6. Sürülebilir çikolata örneklerinin renk analizi a değeri değerlerindeki değişim

Çikolata örneklerinde, en yüksek *b* değeri %100 keçiyoynuzu ve tereyağı içeren 8 numaralı örnekte belirlenirken, en düşük değer keçiyoynuzu tozu içermeyen ve sırasıyla

palm yağı ve tereyağı içeren 1 ve 5 numaralı örneklerde ölçülmüştür (Şekil 4.7, Çizelge 4.6).



Şekil 4.7. Sürülebilir çikolata örneklerinin renk analizi b değeri değerlerindeki değişim

4.4. Çikolata Örneklerinin Dokusal Özellikleri

4.4.1. Çikolata örneklerinin sürülebilirlik özellikleri

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao, tereyağı, zeytinyağı kullanılarak üretilen sürülebilir çikolata örneklerinde sürülebilirlik testi yapılarak elde edilen maksimum kuvvet (sürme kuvveti) ve alan (sürülebilirlik işi) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao içeren sürülebilir çikolata örneklerinin maksimum kuvvet ve alan değerlerine ait varyans analiz sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Maksimum Kuvvet (N)	11	9,32	98,55**	0,095
Alan (N.s)	11	26,43	172,30**	0,153

** ($p < 0,01$) düzeyinde önemli

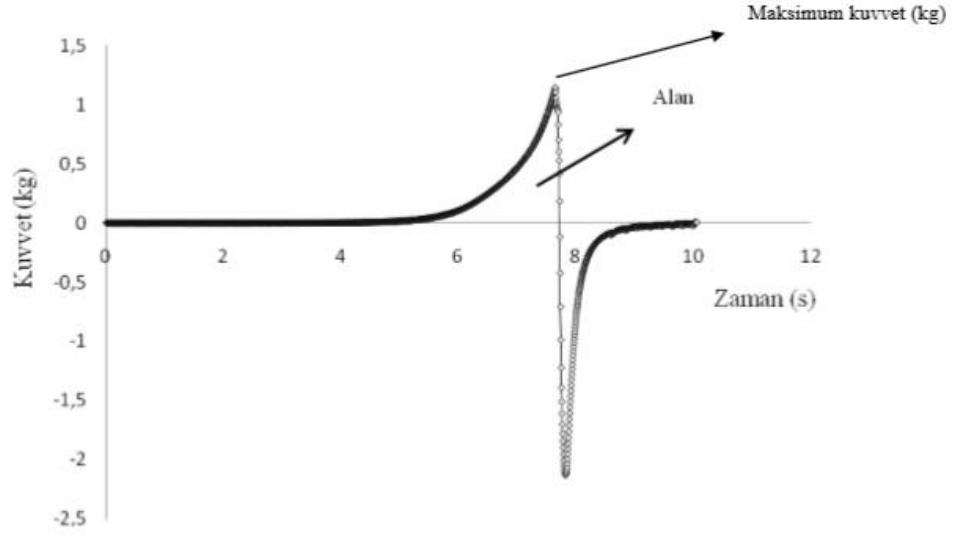
Çizelge 4.7’de farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, şeker, kakao, tereyağı ve zeytinyağı interaksyonu sürülebilir çikolata örneklerinin maksimum kuvvet ve alan değerlerini istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Çizelge 4.8. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao içeren sürülebilir çikolata örneklerinin maksimum kuvvet ve alan değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

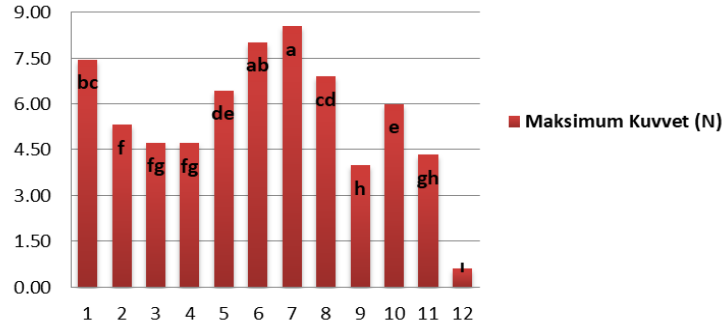
Çikolata Örnekleri	Sürülebilirlik	
	Maksimum Kuvvet (N)	Alan (N.s)
1	7,47±0,80bc	7,93±0,72f
2	5,33±0,11f	7,12±0,38fg
3	4,75±0,23fg	7,33±0,54fg
4	4,72±0,12fg	6,95±0,11g
5	6,45±0,10de	9,96±0,15d
6	8,04±0,24ab	13,14±0,40b
7	8,55±0,24a	14,45±0,43a
8	6,91±0,23cd	11,44±0,47c
9	4,00±0,27h	5,91±0,30h
10	6,00±0,39e	8,81±0,45e
11	4,35±0,14gh	7,01±0,09fg
12	0,62±0,01ı	0,58±0,00ı

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Tekstür cihazı kullanarak yapılan sürülebilirlik ölçümlerinde, zamanla (s) sürülebilirlik ucu üzerinde artan kuvvet (N) ölçülmekte ve zamana (s) karşı kuvvet (N) grafiği çizilerek her ikisi birlikte değerlendirilmektedir. Sonrasında ise grafik üzerinden, sürülebilirlik ölçüsü olan, pozitif maksimum kuvvet (N) ve kuvvet- zaman eğrisinin altında kalan pozitif alan (N.s) değerleri belirlenmektedir. Tekstür cihazı ile yapılan kuvvet zaman eğrisi Şekil 4.8’de verilmiştir.

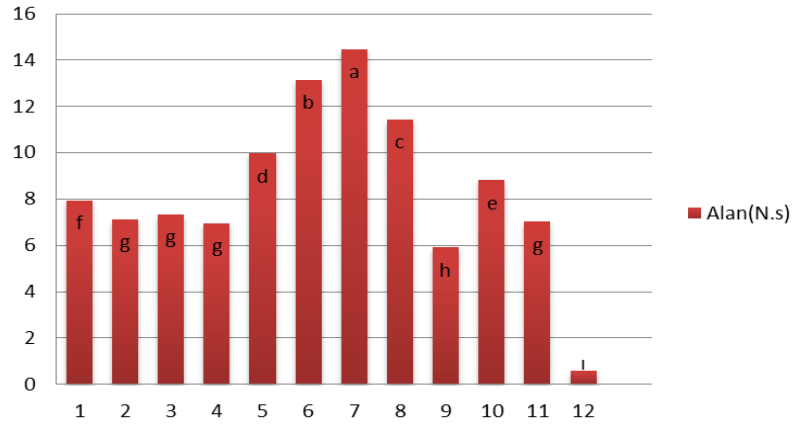


Şekil 4.8. Tekstür cihazı ile ölçülen kuvvet zaman eğrisi



Şekil 4.9. Sürülebilir çikolata örneklerinin maksimum kuvvet değerlerindeki değişim

Çikolata örneklerine ait maksimum kuvvet değerleri 8,55– 0,61 N aralığında olduğu belirlenmiştir en yüksek maksimum kuvvet değeri tereyağı ve %66,78 keçiyoynuzu tozu içeren 7 numaralı örnekte, en düşük değer ise zeytinyağı ve %50 keçiyoynuzu tozu içeren 12 numaralı örnekte belirlenmiştir (Şekil 4.9, Çizelge 4.8). Palm yağı içeren örneklerde, keçiyoynuzu tozu seviyesinin artması maksimum kuvvetin azalmasına, tereyağı içeren örneklerde ise artmasına sebep olmuştur. Çikolata formülasyonunda katı yağ (tereyağı) kullanılması, yarı katı (palm yağı) ve sıvı yağ (zeytinyağı) kıyasla maksimum kuvvet değerlerini arttırıcı yönde etkili olmuştur.



Şekil 4.10. Sürülebilir çikolata örneklerinin alan (N.S) değerlerindeki değişim

Çikolata örneklerine ait alan değerleri 14,45–0,58 N.s aralığında olduğu belirlenmiştir. Çikolata örneklerinde keçiyoynuzu tozu seviyesinin artması kontrol örneğe göre palm yağı içeren 2, 3 ve 4 numaralı örneklerde alan değerlerini nispeten azaltırken, aynı formülasyondaki tereyağı içeren örneklerin (5, 6, 7 ve 8 numaralı örnekler) alan değerlerinin artmasına sebep olmuştur. Ayrıca yağ dışında aynı bileşenlere sahip olan 2, 6, 12 numaralı örnekleri incelendiğinde tereyağı içeren örneklerin alan değerinin arttığı görülmüştür (Şekil 4.10, Çizelge 4.8).

4.4.2. Sürülebilir çikolata örneklerinin reolojik özellikleri

Çikolata örneklerinin reolojik özellikleri, üretim aşamasında pompalanma gibi bazı proses tasarımıyla ilgili olmanın yanı sıra çikolatanın kalite özelliklerinden olan kaplama ve duyuşal özelliklerini de belirlemektedir. Reolojik özellikler çikolatanın maliyetini değerlendirmede de önem arz etmektedir (Afoakwa *et all* 2008; Beckett, 1999). Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, şeker, kakao, tereyağı, zeytinyağı kullanılarak üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin geri ekstrüzyon parametreleri (sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kako içeren çikolata örneklerine ait sertlik, konsistens, kohesivlik, viskosite indeksi değerleri varyans analiz sonuçları

		SD	KO	F	Hata
Geri Ekstrüzyon	Sertlik(g)	11	7693,98	3926,19**	1,960
	Konsistens(g.s)	11	178210,60	181178,91**	0,984
	Kohesivlik(g)	11	12178,03	11109,65**	1,096
	Viskosite İndeksi	11	51881,30	32890,99**	1,577

** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao, tereyağı ve zeytinyağı interaksyonu sürülebilir çikolata örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde (P<0,01) etkili olmuştur.

Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao, tereyağı ve zeytinyağı değişkenleri ile üretilen çikolata örneklerinde p<0,01 düzeyinde önemli olan sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (DÇKT) Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kako içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait sertlik, konsistens, kohesivlik, viskosite indeksi değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Çikolata örnekleri	N	Geri Ekstrüzyon			
		Sertlik (g)	Konsistens (g.s)	Kohesivlik (g)	Viskosite İndeksi (g.s)
1	2	103,88±2,28d	128,58±0,60f	128,58±0,60f	297,00±0,30g
2	2	269,13±1,32a	309,50±1,49a	309,50±1,49a	616,37±1,96b
3	2	203,07±0,95b	289,25±1,07b	289,25±1,07b	658,21±1,96a
4	2	133,60±2,19c	203,36±1,94c	203,36±1,94c	456,43±0,83c
5	2	57,33±0,45ı	65,51±0,74k	65,51±0,74k	150,72±0,66l
6	2	104,50±0,71d	126,52±0,93f	126,52±0,93f	301,53±0,83f

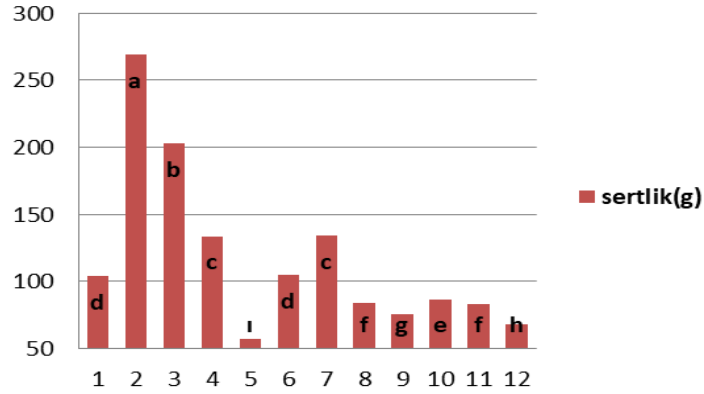
Çizelge 4.10. (devam)

7	2	134,01±1,63c	173,76±0,09d	173,76±0,09d	387,53±1,53d
8	2	83,81±1,70ef	111,54±1,00g	111,54±1,00g	251,49±1,31h
9	2	75,68±1,15g	91,20±1,32j	91,20±1,32j	210,02±0,04k
10	2	86,52±0,75e	133,22±0,06e	133,22±0,06e	307,09±1,90e
11	2	82,89±0,91f	101,24±1,22h	101,24±1,22h	232,38±1,30ı
12	2	67,90±1,38h	94,70±0,21ı	94,70±0,21ı	216,14±0,26j

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

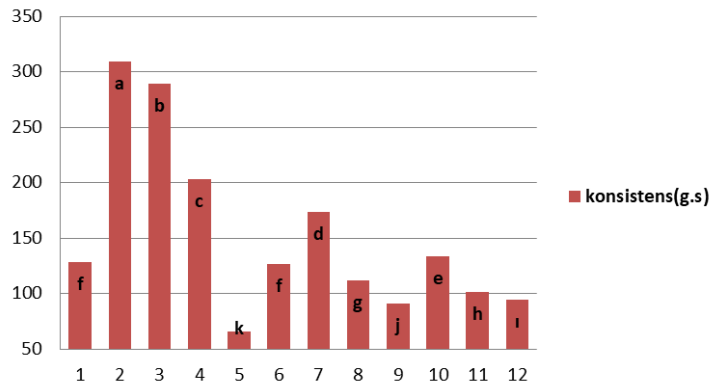
Geri ekstrüzyon akışkanların akış özelliklerini belirlemek ve değerlendirmek için kullanılan, özellikle süspansiyon halinde partikül içeren, yapışkan özelliğe sahip materyaller için oldukça kullanışlı bir metottür. Bu tip materyallerin viskozite özelliklerinin belirlenmesinde rotasyonel viskozimetrelerin kullanılması sağlıklı sonuçlar elde edebilme olasılığını azaltmaktadır. Bu nedenle rotasyonel viskozimetreler akışkanlığı yüksek, partikül içermeyen ve kıvamı düşük ürünlerde tercih edilmektedir (Gujral and Sodhi 2002). Sürülebilir çikolata örneklerinde yapı yukarıda belirtilen ürünlere benzediği için geri ekstrüzyon testinin daha kullanışlı olacağı düşünülmüştür.

Sürülebilir çikolata örneklerinde formülasyona ilave edilen farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao, zeytinyağı ve tereyağı çikolata örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerlerini farklı şekillerde etkilemiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14). En yüksek sertlik, konsistens, kohesivlik değerleri %50 keçiyoynuzu tozu ve palm yağı içeren 2 numaralı örnekte ve en yüksek viskozite indeksi değerleri ise %66.78 keçiyoynuzu tozu ve palm yağı içeren örneklerde ölçülmüştür. En düşük sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri keçiyoynuzu tozu içermeyen ve tereyağı içeren örnekte ölçülmüştür. Genel olarak sertlik, konsistens, kohesivlik değerleri tereyağı ve %50 keçiyoynuzu tozu içeren 6 numaralı örnekte kontrol çikolatayla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sürülebilir çikolata örneklerinde yağ dışında aynı içeriğe sahip olan 2, 6 ve 12 numaralı örneklerde sertlik, konsistens ve kohesivlik değerleri zeytinyağı içeren örneklerde palm yağı ve tereyağı içeren örneğe kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.11. Sürülebilir çikolata örneklerinin sertlik (g) değerlerindeki değişim

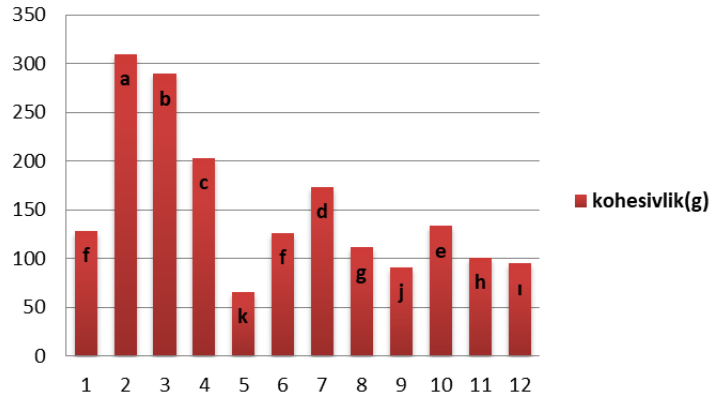
Çikolata örneklerinde geri ekstrüzyon analizi 45°C'de yapılmıştır. Çikolata formülasyonlarında kullanılan 3 çeşit yağ (palm yağı, tereyağı, zeytinyağı) arasında palm yağının erime noktası diğer yağlara göre daha fazladır. 2 numaralı örneğin formülasyonunda hem palm yağı, hem ham lif içeren keçiyoynuzu tozu ve aynı zamanda yapı oluşumunda fazlasıyla etkisi olan şekerin en yüksek oranda bulunmasından dolayı en yüksek sertlik değeri 2 numaralı örnekte belirlenmiştir (Şekil 4.11, Çizelge 4.10).



Şekil 4.12. Sürülebilir çikolata örneklerinin konsistens (g.S) değerlerindeki değişim

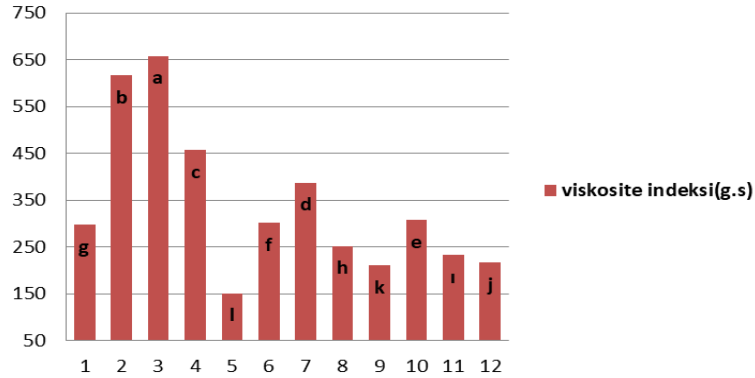
Konsistens bir maddenin viskozite, yüzey gerilimi, kohezyon ve benzeri tüm reolojik özelliklerinin tamamını içine alıp gıdanın hem görünümü hem de kinestetik özelliği ile ilgilidir (Ertaş ve Doğruer 2010). Şekil 4.12 ve Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi en düşük

konsistens değeri tereyağı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen 5 numaralı örnekte ölçülmüştür. En yüksek değer ise %50 keçiyoynuzu tozu ve palm yağı içeren 2 numaralı örnekte ölçülmüştür. Yağ dışında aynı bileşenleri içeren örneklerde tereyağının palm yağıyla karışımı konsistens değerini düşürücü yönde etkilemiştir ve genel olarak en yüksek değer kontrol örneği hariç palm yağı içeren örneklerde görülmüştür.



Şekil 4.13. Sürülebilir çikolata örneklerinin kohesivlik (g) değerlerindeki değişim

Kohesivliği düşük olan gıdaların ağızda algılanması ve parçalanması daha kolaydır. Bu nedenle kohesivlik değerlerinin çok yüksek olması arzu edilmemekte ve gıdaların kohesivliğinin artması ya da azalması o gıda maddesinin tüketilebilirliğini önemli düzeyde etkilemektedir (Park *et al.* 2012). Şekil 4.13 ve Çizelge 4.10’da görüldüğü gibi keçiyoynuzu tozu içeren örneklerde en düşük kohesivlik değeri %50 keçiyoynuzu tozu ve zeytinyağı içeren 12 numaralı örnekte ölçülmüştür. Yağ dışında aynı içeriklere sahip olan örneklerde en düşük kohesivlik değeri zeytinyağı içeren örneklerde ve en yüksek kohesivlik değeri ise palm yağı içeren örneklerde bulunmuştur.



Şekil 4.14. Sürülebilir çikolata örneklerinin viskozite indeksi (g.S) değerlerindeki değişim

Viskozite indeksi, adhezyon işi veya ekstrüzyon enerjisi olarak tanımlanmaktadır (Nasaruddin *et al.* 2011). Viskozite indeksi değerleri incelendiğinde, en yüksek değer %66.78 keçiyoynuzu tozu ve palm yağı içeren 3 numaralı örnekte belirlenmiştir (Şekil 4.14, Çizelge 4.10). En düşük değer ise tereyağı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen 5 numaralı örnekte belirlenmiştir. Genel olarak yağ dışında aynı bileşenlere sahip olan çikolata örneklerinde viskozite indeksi değeri palm yağı içeren örneklerde yüksek, zeytinyağı içeren örneklerde ise düşük bulunmuştur. %100 keçiyoynuzu tozu içeren tüm örneklerde (şeker içermeyen) viskozite değerleri daha düşük oranda keçiyoynuzu tozu içeren örneklere göre daha düşüktür. Kontrol örneğine en yakın viskozite indeksi 6 numaralı örnekte belirlenmiştir.

4.4.3. Çikolata örneklerinde strain taraması

Reolojik davranışları etkileyen faktörler, sıcaklık, konsantrasyon, partikül boyutu ve miktarıdır. Viskozite ya da plastik viskozite genellikle sıcaklık arttıkça düşmekte, konsantrasyon arttıkça artmakta, partikül boyutu ve miktarı arttıkça bazı gıdalarda artmakta bazılarında ise düşmektedir. Örnek olarak domates sosunun partikül boyutu arttıkça kıvam indeksinin arttığı, akış davranış indeksinin azaldığı bildirilmiştir (Lokumcu 2000).

Çikolatada ise sıcaklık arttıkça plastik viskozite değeri düşmektedir (Beckett 1999).

Çikolatanın reolojik özelliklerinden akma gerilimi değerinin yüksek olması çikolatanın kaplandığı veya yayıldığı gıdanın üzerinde kolay yayılmamasını ve eşit kaplanmamasını etkileyebilmektedir. Çikolatanın özellikle kalıp çikolatanın akma gerilimi değerinin yüksek olması yapıda hava kabarcığı kalmasına ve dolayısı ile kalite özelliklerini olumsuz yönde etkilemesine sebep olmaktadır. Ayrıca akma gerilimi değerinin çikolata örneklerinde yüksek olması, çikolatanın yayıldığı alanlarda daha kalın olmasına ve bunun sonucunda ürünün son fiyatının artmasına sebep olabilmektedir. Çikolata örneklerinin akma gerilimi değerinin yüksek olması pompalama, ısıtılma ve karıştırma gibi proseslerde daha fazla enerji gerektirdiğinden dolayı çikolata üretiminde optimum reolojik faktörlerin bulunması hedeflenmektedir (Beckett 1999; Afoakwa *et al.* 2008).

Strain tarama testi, Reometre cihazında strain %0.001 den %10'a çıkarılarak yapılmıştır. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao içeren çikolata örneklerinin depolama (storage modulus) (G') ve kayıp (loss modulus) (G'') modülleri sırasıyla Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Depolama ve kayıp modüllerinin kesiştiği noktadaki strain değeri akma gerilmesi olarak alınmıştır.

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao, tereyağı, zeytinyağı kullanılarak üretilen sürülebilir çikolata örneklerinde akma gerilimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kako içeren çikolata örneklerine ait akma gerilimi değerleri varyans analiz sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Akma Gerilimi (pa)	11	635861,18	113,29**	5612,754

** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao, tereyağı ve zeytinyağı interaksyonu sürülebilir çikolata örneklerinin akma gerilme değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde (P<0,01) etkili olmuştur.

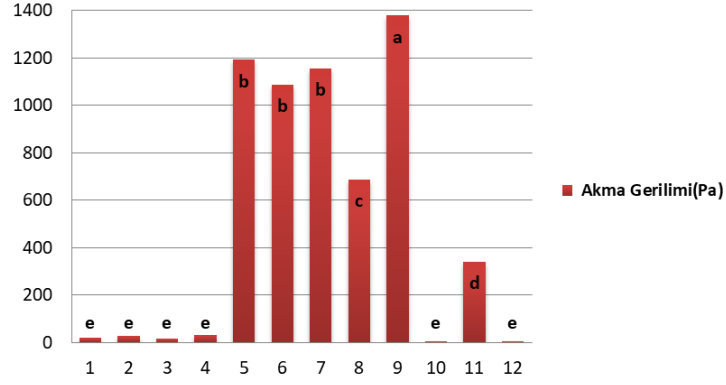
Çizelge 4.11’de $p<0,01$ düzeyinde önemli olan keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao tozu, zeytinyağı ve tereyağı seviyelerinin değişmesine ait akma gerilme değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (DÇKT) Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait akma gerilme değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Çikolata örnekleri	Akma gerilimi (Pa)
1	18,51±2,83e
2	28,10±1,43e
3	15,60±2,02e
4	31,49±19,95e
5	1192,50±4,95b
6	1088,50±164,76b
7	1156,00±199,40b
8	688,00±2,83c
9	1379,00±1,41a
10	0,26±0,08e
11	342,01±0,10d
12	0,03±0,01e

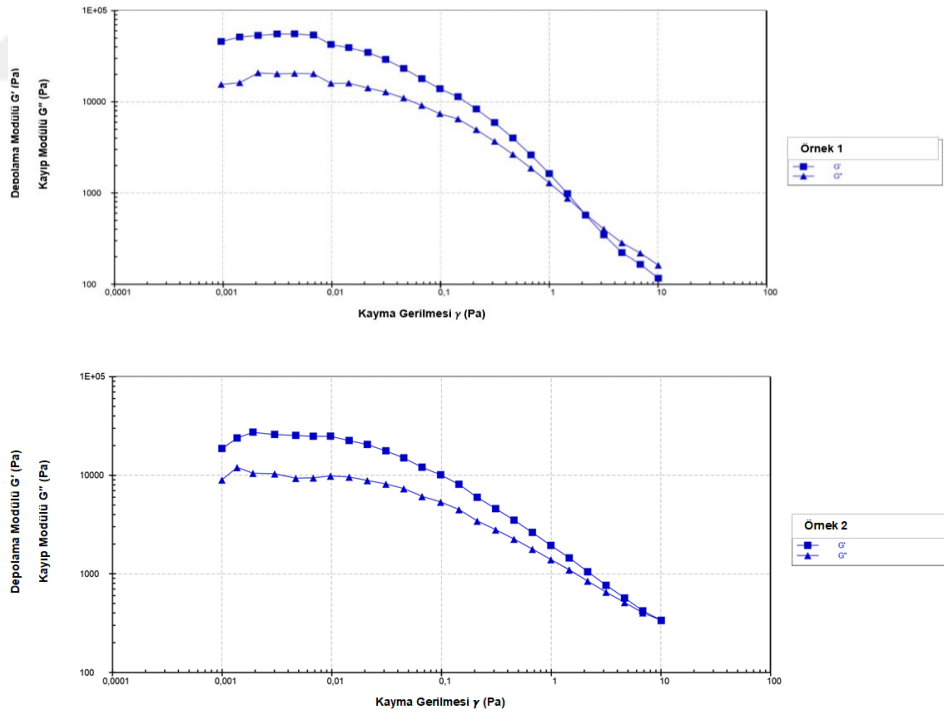
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Şekil 4.15 ve Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi formülasyona ilave edilen tereyağı, zeytinyağı ve %100 pudra şekeri 9 numaralı örneğin akma gerilimi değerini artırıcı yönde etkilemişken zeytinyağı ve %50 keçiyoynuzu tozu (%50 şeker) içeren 12 numaralı örneğin akma gerilimi değerini düşürücü yönde etkilemiştir.

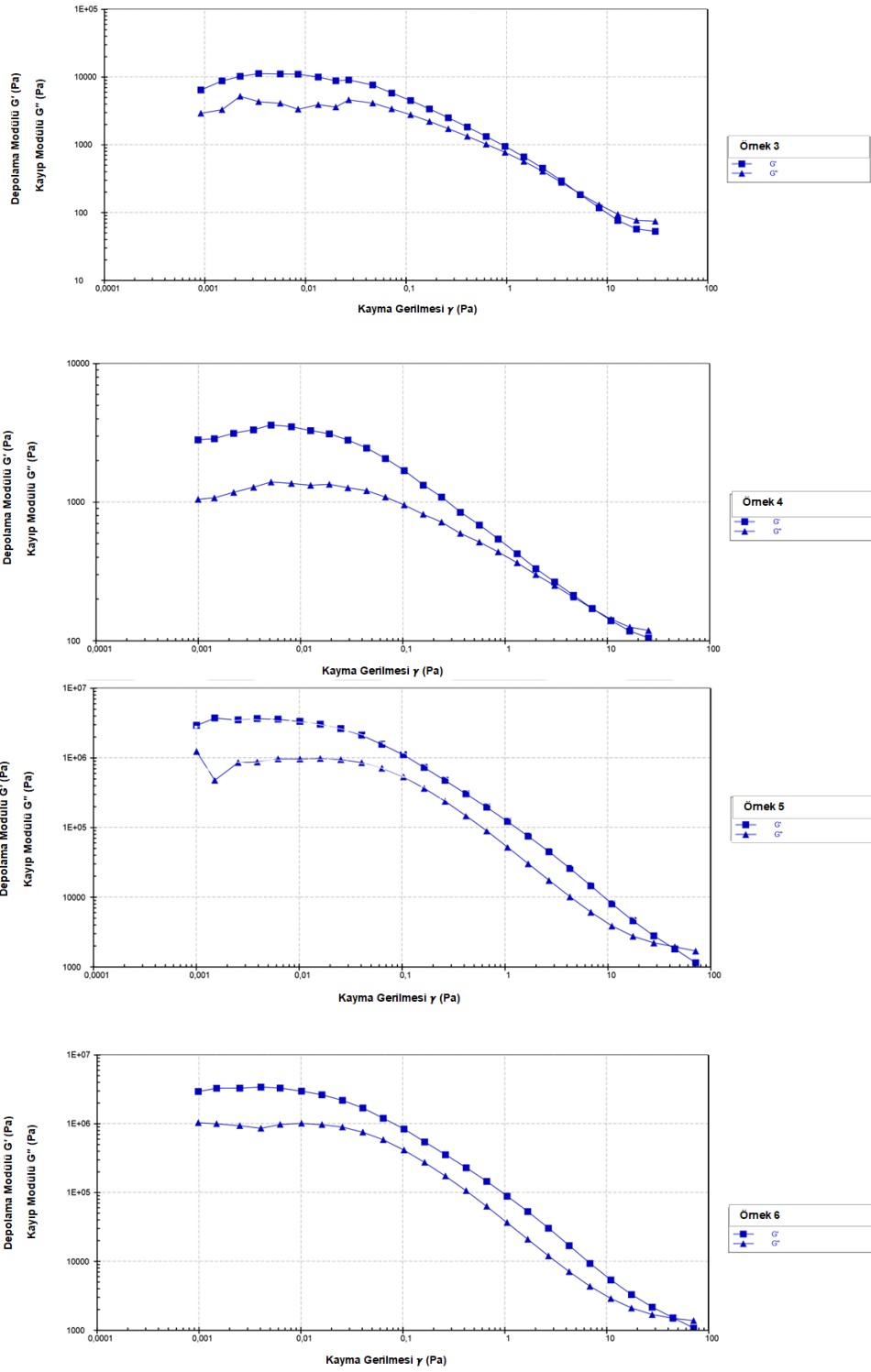


Şekil 4.15. Sürülebilir çikolata örneklerinin akma gerilimi (Pa) değerlerindeki değişim

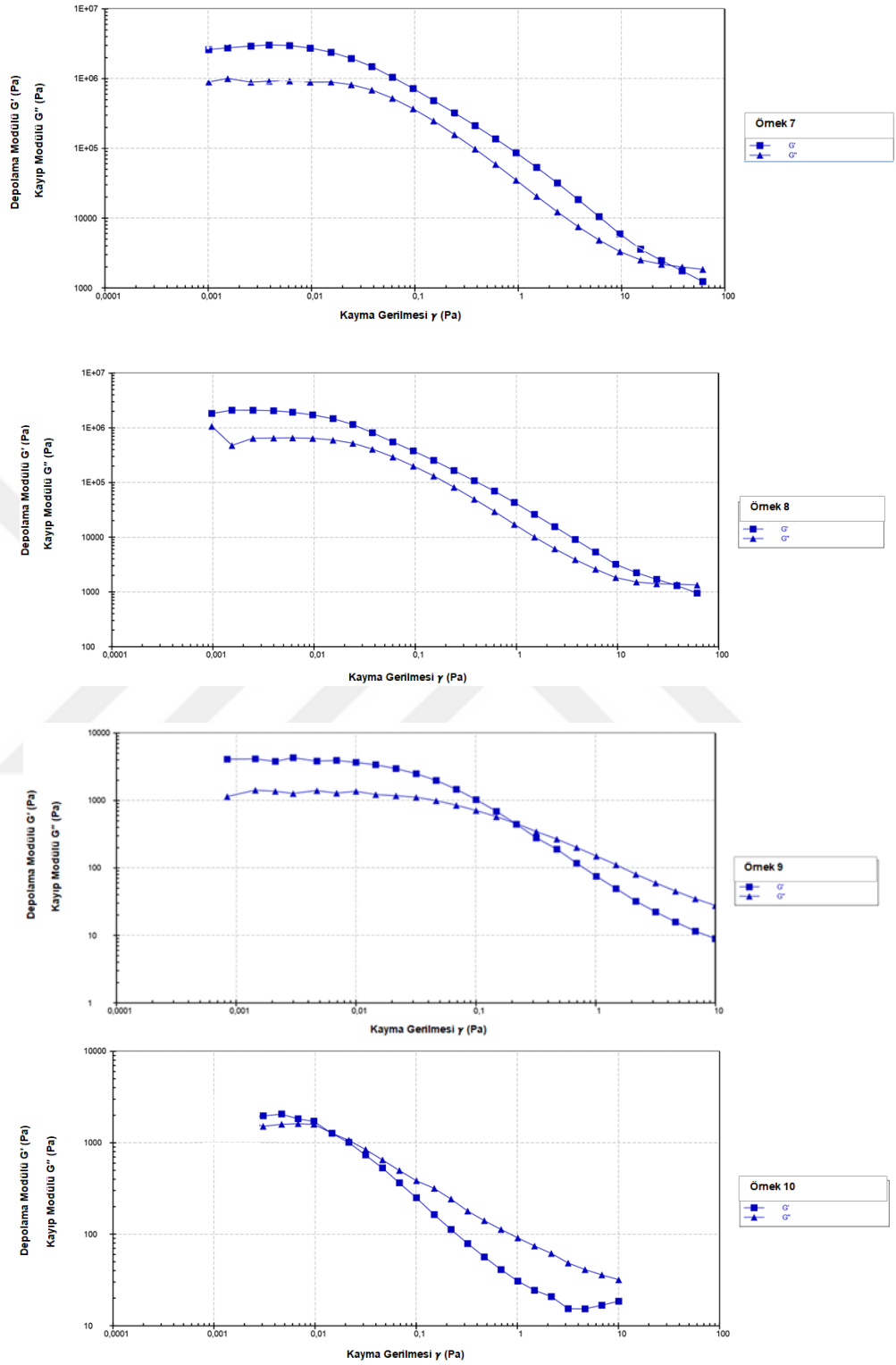
Akma gerilimi değerleri incelendiğinde en yüksek değer keçiyoynuzu tozu içermeyen ve tereyağı zeytinyağı karışımı içeren 9 numaralı örnekte ölçülürken, en düşük değer zeytinyağı ve %50 keçiyoynuzu tozu içeren örnekte ölçülmüştür.



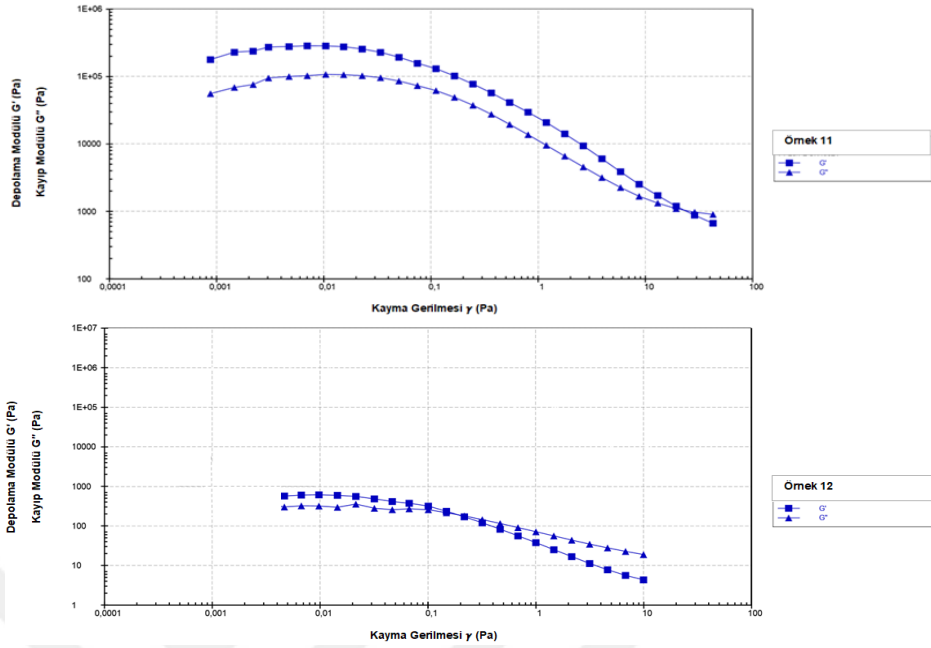
Şekil 4.16. (devam)



Şekil 4.16. (devam)



Şekil 4.16. (devam)



Şekil 4.16. Sürülebilir çikolata örneklerinin depolama (storage modulus) (G') ve kayıp (loss modulus) (G'') modülleri

4.4.4. Duyusal analiz sonuçları

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, şeker, kakao, tereyağı, zeytinyağı kullanılarak üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin duyusal analiz değerlerine varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Sürülebilir çikolata örneklerinin duyusal analiz (renk, tat, sürülebilirlik, yapı, aroma, kıvam, kako tadı ve ağızda erime) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

		SD	KO	F	Hata
Duyusal	Renk	11	0,38	1,42	0,270
	Tat	11	0,19	1,06	0,183
	Sürülebilirlik	11	0,77	2,44	0,313
	Yapı	11	0,71	2,03	0,352
	Aroma	11	0,21	3,48 *	0,059
	Kıvam	11	0,49	0,91	0,539
	Kakao Tadı	11	0,50	0,96	0,516
	Ağızda Erime	11	0,96	2,71 *	0,353

* ($p < 0,05$) düzeyinde önemli

Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao, tereyağı ve zeytinyağı renk, tat, sürülebilirlik, yapı, kıvam ve kako tadı değerlerini istatistiksel olarak önemsiz düzeyde etkilerken aroma ve ağızda erime değerlerini önemli ($p<0,05$) düzeyde etkilemiştir.

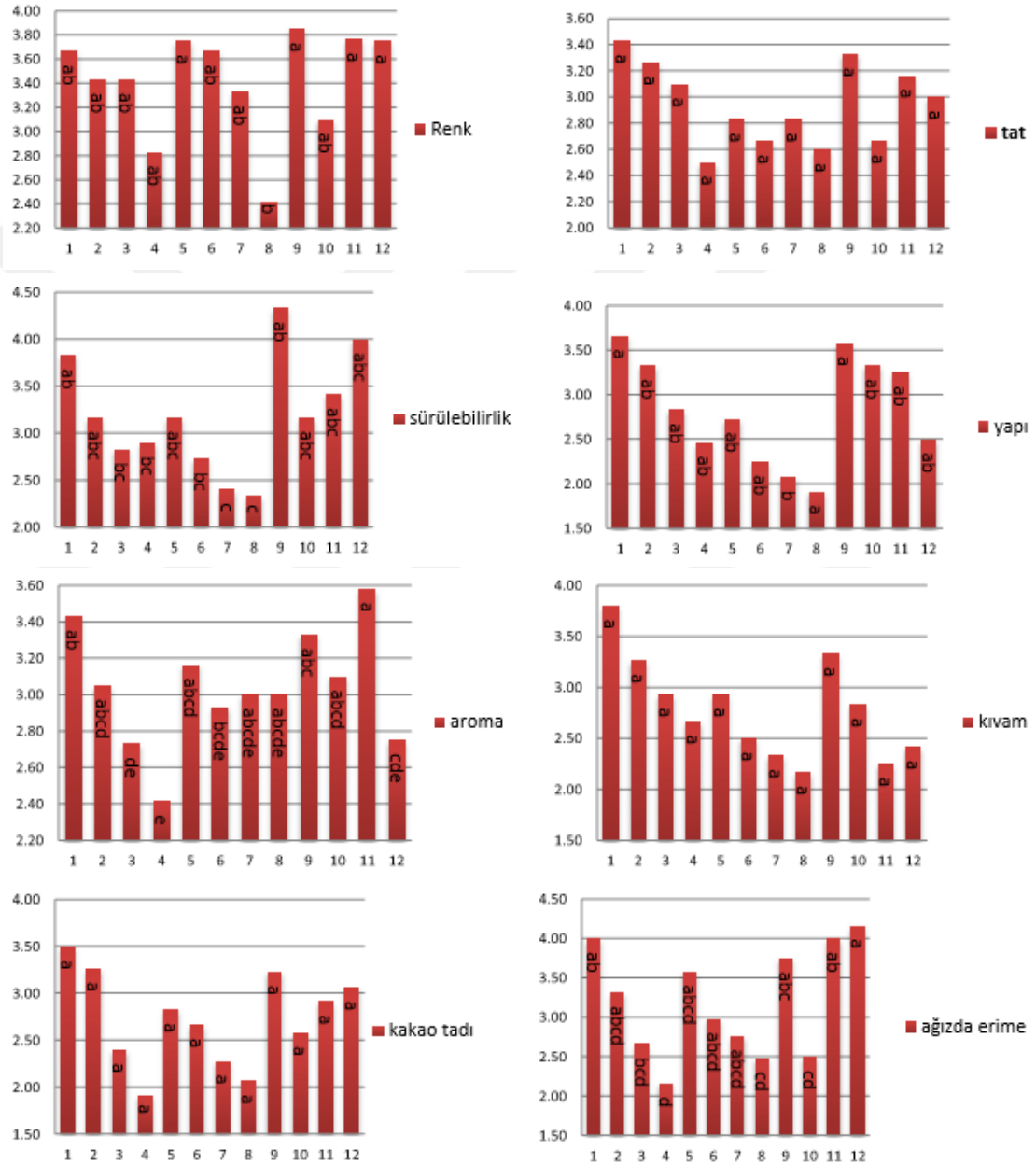


Çizelge 4.14. Farklı seviyelerde keçiboynuzu tozu, tereyağı, zeytinyağı, pudra şekeri ve kakao içeren sürülebilir çikolata örneklerine ait duyu analizi (renk, tat, sürülebilirlik, yapı, aroma, kıvam, kaka tadı ve ağızda erime) değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Ö.No	Renk	Tat	Sürülebilirlik	Yapı	Aroma	Kıvam	Kakao tadı	Ağızda erime
1	3,66±0.94ab	3,43±0.33a	3,83±3.83ab	3,66±0.94a	3,43±0.33ab	3,80±0.30a	3,50±0.71a	4,00±0.00ab
2	3,43±0.33ab	3,26±0.01a	3,16±3.17abc	3,33±0.47ab	3,05±0.07abcd	3,26±0.10a	3,26±0.10a	3,31±0.02abcd
3	3,43±0.33ab	3,10±0.14a	2,83±2.83bc	2,83±0.24ab	2,73±0.10de	2,93±0.40a	2,40±0.57a	2,66±0.45bcd
4	2,83±0.24ab	2,50±0.71a	2,90±2.90bc	2,46±0.20ab	2,41±0.12e	2,66±0.50a	1,91±0.83a	2,16±1.18d
5	3,75±0.35a	2,83±0.24a	3,16±3.17abc	2,73±0.10ab	3,16±0.23abcd	2,93±0.40a	2,83±0.24a	3,58±0.11abcd
6	3,66±0.47ab	2,66±0.48a	2,73±2.73bc	2,25±0.36ab	2,93±0.40bcde	2,50±0.71a	2,66±0.48a	2,98±0.45abcd
7	3,33±0.95ab	2,83±0.24a	2,40±2.40c	2,08±0.60b	3,00±0.00abcde	2,33±0.95a	2,28±0.88a	2,76±0.62abcd
8	2,41±0.12b	2,60±0.848a	2,33±2.33c	1,91±0.83a	3,00±0.00abcde	2,16±1.18a	2,06±1.04a	2,48±1.16cd
9	3,85±0.21a	3,33±0.47a	4,33±4.33ab	3,58±0.11a	3,33±0.47abc	3,33±0.47a	3,23±0.61a	3,75±0.35abc
10	3,10±0.14ab	2,66±0.47a	3,16±3.17abc	3,33±0.47ab	3,10±0.14abcd	2,83±0.24a	2,58±1.30a	2,50±0.71cd
11	3,76±0.80a	3,165±0.23a	3,41±3.42abc	3,25±1.06ab	3,58±0.11a	2,25±1.06a	2,91±0.59a	4,00±0.00ab
12	3,75±0.35a	3,00±0.00a	4,00±4.00abc	2,50±0.71ab	2,75±0.35cde	2,41±1.29a	3,06±0.37a	4,16±0.23a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Sürülebilir çikolata örneklerinin renk, tat, sürülebilirlik, yapı, aroma, kıvam, kako tadı ve ağızda erime değerleri üzerinde etkili olan farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, şeker, kakao, tereyağı ve zeytinyağı interaksyonu, sırasıyla Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17. Sürülebilir çikolata örneklerinin duyu analizi değerlerindeki değişim

Şekil 4.17 ve Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, şeker, kakao, tereyağı ve zeytinyağı içeren sürülebilir çikolata örneklerinde duysal testlerdeki renk, sürülebilirlik ve ağızda erime değerlerinde keçiyoynuzu tozu içeren örneklerde en yüksek değere %50 keçiyoynuzu tozu ve zeytinyağı içeren 12 numaralı örnek sahip olurken tat, yapı, kıvam ve kakao tadı değerlerinde en yüksek değeri %50 keçiyoynuzu tozu ve palm yağı içeren 2 numaralı örnek sahip olmuştur. Genel olarak sürülebilir çikolata örneklerinin duysal analiz sonuçlarına göre kontrol çikolataya en yakın değer keçiyoynuzu içeren örneklerden %50 keçiyoynuzu tozu ve palm yağı içeren 2 numaralı örnekte bulunmuştur.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada tüm yaş grubundan insanlar tarafından sevilerek tüketilen sürülebilir çikolata üretiminde farklı seviyelerde keçiyoynuzu tozu, pudra şekeri, kakao, tereyağı ve zeytinyağının kullanım imkânı araştırılmış, sürülebilir çikolatanın kalite ve biyoaktif bileşikleri üzerine etkisi kimyasal ve dokusal özelliklerde meydana gelen değişimlerle belirlenmiştir. Bu araştırma kapsamında 12 farklı formülasyonda üretilen sürülebilir çikolata örnekleri çeşitli kalite kriterleri bakımından (renk, tat, sürülebilirlik, yapı, aroma, kıvam, kako tadı ve ağızda erime) duyuusal teste tabi tutulmuştur. %50 keçiyoynuzu tozu ve palm yağı içeren 2 numaralı örnek duyuusal değerlendirilmede genel olarak kontrol çikolataya en yakın değerlere sahip olmuştur.

Üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin kimyasal analizleri neticesinde keçiyoynuzu tozu seviyesinin artışı nem, kül, toplam fenolik madde, ham lif değerlerinde artışa sebep olmuşken toplam indirgen şeker miktarında düşüşe sebep olmuştur. Nem miktarı incelendiğinde en yüksek değer palm yağı ve %100 keçiyoynuzu içeren 4 numaralı örnekte belirlenirken, en düşük değer tereyağı ve %0 keçiyoynuzu içeren 5 numaralı örnek ile tereyağı palm yağı karışımı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen 11 numaralı örnekte ölçülmüştür. Üretilen sürülebilir çikolata örneklerinde kül analizi sonucunda en yüksek değer tereyağı ve %100 keçiyoynuzu tozu içeren 8 numaralı örnekte, en düşük değer ise palm yağı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen 1 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Çikolata örnekleri toplam fenolik madde içeriği bakımından incelendiğinde en yüksek değer palm yağı ve %100 keçiyoynuzu tozu içeren 4 numaralı örnekte ölçülürken, en düşük değer ise palm yağı içeren ve keçiyoynuzu tozu içermeyen 1 numaralı, tereyağı zeytinyağı karışımı ve keçiyoynuzu tozu içermeyen 9 numaralı ve tereyağı, palm yağı ve keçiyoynuzu tozu içermeyen 11 numaralı örneklerde ölçülmüştür. En düşük ham lif değeri keçiyoynuzu tozu içermeyen ve %100 kakao içeren 1, 5, 9 ve 11 numaralı örneklerde belirlenmiştir. En yüksek ham lif değeri ise %100 keçiyoynuzu tozu içeren 4, 8 ve 10 numaralı örneklerde belirlenmiştir. En düşük toplam indirgen şeker değeri pudra şekeri ve kakao tozuna %100 seviyesinde

keçiboynuzu tozu ikame edilen örneklerde bulunurken en yüksek toplam şeker değeri keçiboynuzu tozu içermeyen sürülebilir çikolata örneklerinde bulunmuştur.

Üretilen sürülebilir çikolata formülasyonlarında renk analizi sonucunda en yüksek L değeri %100 keçiboynuzu, tereyağı içeren 8 numaralı örnekte ölçülürken, en düşük L değeri keçiboynuzu içermeyen ve sırasıyla palm yağı, tereyağı, zeytinyağı tereyağı karışımı, tereyağı palm yağı karışımı içeren 1, 5, 9 ve 11 numaralı örneklerde ölçülmüştür. en yüksek a değeri, %100 keçiboynuzu, zeytinyağı tereyağı içeren 10 numaralı ve %50 keçiboynuzu, zeytinyağı içeren 12 numaralı örneklerde bulunurken, en düşük a değeri palm yağı içeren ve sırasıyla %0 ve %50 keçiboynuzu içeren 1 ve 2 numaralı, tereyağı ve keçiboynuzu içermeyen 5 numaralı örneklerde ölçülmüştür. En yüksek b değeri ise %100 keçiboynuzu ve tereyağı içeren 8 numaralı örnekte belirlenirken, en düşük b değeri keçiboynuzu tozu içermeyen ve sırasıyla palm yağı ve tereyağı içeren 1 ve 5 numaralı örneklerde belirlenmiştir.

Yapılan sürülebilirlik testi sonuçlarına göre çikolata formülasyonlarında kullanılan farklı seviyelerde keçiboynuzu tozu, şeker, kakao tozu, tereyağı ve zeytinyağı bileşenleri maksimum kuvvet ve alan değerlerini istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilememiştir. En yüksek maksimum kuvvet ve alan değeri %66.78 keçiboynuzu tozu ve tereyağı içeren 7 numaralı örnekte belirlenirken en düşük değer %50 keçiboynuzu tozu ve zeytinyağı içeren 12 numaralı örnekte belirlenmiştir.

Farklı seviyelerde keçiboynuzu tozu, şeker, kakao, tereyağı ve zeytinyağı interaksyonu sürülebilir çikolata örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi ve akma gerilimi değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olmuştur. En yüksek sürülebilirlik kuvveti %66.78 keçiboynuzu tozu ve tereyağı içeren örnekte, en düşük değer ise %50 keçiboynuzu tozu ve zeytinyağı içeren örnekte belirlenmiştir. Genel olarak, yağ dışında aynı bileşikleri içeren çikolata formülasyonlarında, sürülebilirlik kuvveti, kohesivlik, konsistens, sertlik ve viskozite indeksi değerleri zeytinyağı içeren örneklerde artış, palm yağı içeren örneklerde ise

düşüş göstermiştir. Tekstürel özellikler dikkate alındığında, %50 keçiyoynuzu tozu ve tereyağının sürülebilir çikolata üretiminde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Çalışma ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, pudra şekeri ve kakaodan daha az maliyetli olan keçiyoynuzu tozunun, çikolata ve benzeri ürünlerde kakao ve şekerle ikame olarak kullanılması ile Türkiye’de değerlendirilmeyen keçiyoynuzu meyvesinden katma değeri yüksek bir ürün elde edilmiştir. Ayrıca sağlık açısından değerlendirildiğinde günlük diyetle önemli bir yer edinmiş olan çikolataya eşsiz özellikler taşıyan keçiyoynuzu tozu, zeytinyağı ve tereyağı gibi sağlıklı ürünler katılarak çikolata daha fonksiyonel ve sağlıklı bir ürün haline getirilmiştir.

Sonuç olarak, palm yağı, pudra şekeri ve kakao gibi ana maddelerden üretilen sürülebilir çikolataya farklı seviyelerde zeytinyağı ve tereyağı gibi sağlıklı yağlar ve keçiyoynuzu tozu ilave edilerek sağlıklı ve besin değeri yüksek sürülebilir çikolata üretilmiştir. Geliştirilen ürünün, Türkiye’de bol miktarda yetişen fakat tüketimi az olan keçiyoynuzuna göre belirgin buruk tadının olmaması, pudra şekerinden hasıl olan zararlı bileşenleri içermemesi, antioksidan aktivite gösteren polifenolik maddeler, mineraller ve lif gibi yararlı bileşenleri içermesi, doğal, güvenli, kolay hazırlanabilir olması ürünün fonksiyonel gıda sınıflandırılmasına imkan sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Afoakwa, E, O. 2010. *Chocolate Science and Technology*. Blackwell, 275 p, UK.
- Afoakwa, O, E., Paterson, A., Fowler, M., Vieira, J. 2008. Relationship Between Rheological, Textural And Melting Properties Of Dark Chocolate As Influenced By Particle Size Distribution And Composition. *European Food Research and Technology*, 227, 1215–1223.
- Aidoo, R, P., Afoakwa, E, O., Dewettinck, K. 2013. 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.
- Almeida, P, F., Lannes, S, C, S. 2016. Effects of chicken by-product gelatin on the physicochemical properties and texture of chocolate spread. *Journal of Texture Studies*, 48, 392-402.
- Alothman, M., Bhat, R., Karim, A, A. 2008. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents . *Food Chemistry*, 115 , 785–788.
- Anon. 1997. Cocoa powder and compound coatings, De Zaan, 10-11.
- Anon. 1998. Türk Gıda Kodeksi Yemeklik Zeytinyağı ve Yemeklik Prina Yağı Hakkında Tebliğ. (Tebliğ No: 98/7). 23323 Sayılı Resmi Gazete. (http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/mev/mev_tibl/tebl_temel_saglik/yemeklik_zeytinyagi.pdf) (13/11/2017).
- Anon. 2003. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Çikolata Ve Çikolata Ürünleri Tebliği. (Tebliğ No: 2003/23). 17.07.20003-25171 Sayılı Resmi Gazete. http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/mev/mev_tibl/tebl_temel_saglik/cikolata.pdf (27/10/2017).
- Anon. 2004a. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.Chocolate-specifications. ISIRI no 608, 3rd revision, Karaj: ISIRI, [in Persian].
- Anon. 2005. Türk Gıda Kodeksi Koyulaşmış Süt ve Süttozu. (Tebliğ No: 2005/18). 25784 Sayılı Resmi Gazete <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=9.5.8207&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=s%C3%BCttozu> ., (29/10/2017).
- Anon. 2012. Health Benefits of Olives and Olive Oil. the International Olive Council.(<http://www.aboutoliveoil.org/oohealthbenefits.pdf>)., (13/11/2017).
- Anon. 2013. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Gıda Teknolojisi, Gıdakarda Ham Lif Tayini. Ankara, http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modullerpdf/G%C4%B1dalarda%20Ham%20Lif%20Tayini.pdf).,(29/01/2018).
- Anonim, 2017. <https://gidabilinci.com/sut-tozu-nedir-nasil-elde-edilir-nerelerde-kullanilir>, (29/10/2017).
- Anonim, 2018b. <https://chocolateclass.wordpress.com/2015/03/20/3612/>, (18.05.2018).
- Anonim, 2018c. <https://www.etimolojiturkce.com/kelime/%C3%A7ikolata>, (27/10/2017).
- Anonim, 2018d. <http://docplayer.biz.tr/362269-Prof-dr-dilek-boyacioglu-i-t-u-gida-muhendisligi-bolumu-fonksiyonel-gida-tanimi.html>, (15.05.2018) .

- Anonim, 2018a. http://www.ulkemkoleji.k12.tr/User_Files/editor/file/%C5%9Eeekin%20V%C3%BCcuda%20Zararlar%C4%B1.pdf, (16.05.2018).
- AOAC, 1990. Official methods of analysis of AOAC international (15th ed.). Washington, D.C., USA.
- Avallone, R., Plessi, M., Baraldi, M., Monzani, A. 1997 . Determination of Chemical Composition of Carob (*Ceratonia siliqua*): Protein, Fat, Carbohydrates, and Tannins. *Journal Of Food Composition And Analysis*, 10, 166–172 .
- Ayaz, F, A., Torun, H., Ayaz, S., Correia, P, J., Alaiz, M., Sanz, C., Gruz, J., Strnad, M. 2007. Determination Of Chemical Composition Of Anatolian Carob Pod (*Ceratonia Siliqual L.*): Sugars, Amino And Organic Acids, Minerals And Phenolic Compounds. *Journal of Food Quality*, 30, 1040–1055.
- Aydınoğlu, S., 2007. Gıdalar İçindeki Maltol, Etil maltol, Vanilin Ve Etil Vanilin'in Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Kalibrasyonu Ve Simultane Spektrometrik Aanalizleri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Beckett, S, T. 2008. *The Science of Chocolate*. Royal Society of Chemistry, 240 p, UK.
- Beckett, S, T. 2009. *Industrial chocolate manufactur and use*. Blackwell, 688 p,UK.
- Belščak-Cvitanović, A., Komes, D., Benković, M., Karlović, S., Hečimović, Ā., Ježek, D., Bauman, Ā. 2012. Innovative formulations of chocolates enriched with plant polyphenols from *Rubus idaeus L.* leaves and characterization of their physical, bioactive and sensory properties. *Food Research International*, 48, 820–830.
- Bernardo-Gila, M, G., Roquea, R., Roseirob, L, B., Duarte, L, C., Gíriob, F., Estevesb, P. 2011. Supercritical extraction of carob kibbles (*Ceratonia siliqua L.*). *Journal of Supercritical Fluids*, 59, 36-42.
- Biswas, N., lin Cheow, Y., Ping Tan, C., Fong Siow, L. 2017. Physical, rheological and sensorial properties, and bloom formation of dark chocolate made with cocoa butter substitute (CBS). *Jurnal of Food Science and Technology*, 82, 420-428.
- Boyacıoğlu, D., Boyacıoğlu, M, H. 1994. Diyet Lifi Tayini Yöntemlerinin İrdelenmesi I-Temel İlkeler, Asit Ve Deterjan Yöntemleri, *Gıda* 19(1), 57-62.
- Campbell, L.B., Pavlasek, S.J., 1987, Dairy products as ingredients in chocolate and confections, *Food Techonology*, 41, 78-85.
- Cepo, D, V., Mornar, A., Nigovic, B., Kremer, D., Radanovic, D., Dragojevic, Ā, V. 2014 . Optimization of roasting conditions as an useful approach for increasing antioxidant activity of carob powder. *LWT - Food Science and Technology*, 58, 578-586.
- Ciafardini, G., Zullo, B, A. 2017. Virgin olive oil yeasts: A review. *Food Microbiology*, 70, 245-253.
- Çiftçi, O, N. 2009. Production Of Cocoa Butter Equivalent By Enzymatic Intresterification Of Olive- Pomace Oil. Ph.D. Thesis, Graduate School Of Natural & Applied Sciences, University Of Gaziantep, Gaziantep.
- Depoortere, L. 2011. The use and applicability of cocoa butter equivalents (CBEs) in chocolate products. Master thesis, Faculty of Bioscience Engineering, Food science and nutrition, Ghent University, Belgium.
- Dereli, C. 2011. Bir Çikolata Üretim Tesisinde Kalite Yöntemi Sisteminin Kurulması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.

- Dölkeoğlu, C, Ö., Giray, F, H., Şahin, A. 2012. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi , 5-7 Eylül 2012 , Konya.
- E.youssef, M, K., El-manfaloty, M, M., M.ali, H. 2013. Assesment of proximate chemical composition,nutritional status, fatty acid composition and phenolic compounds of carob (*Ceratonia Siliqua L.*). *Food and Public Health* 3(6), 304-308.
- El-hadad, N, N, M., Youssef, M, M., Abd el-aal, M, H., Abou-gharbia, H, H. 2010. Utilisation of red palm olein in formulating functional chocolate spread.*Food Chemistry* 124, 285–290.
- Erbaş, M., 2006. Yeni Bir Gıda Grubu Olarak Fonksiyonel Gıdalar. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Ertaş, N. Doğruer, Y., 2010. Besinlerde tekstür. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 7(1), 35-42.
- Farag, M, A., El-Kersh, D, M. 2017. Volatiles profiling in *Ceratonia siliqua* (Carob bean) from Egypt and in response to roasting as analyzed via solid-phase microextraction coupled to chemometrics. *Journal of Advanced Research*, 8, 379–385.
- Farzanmehr, H., Abbasi, S. 2009. Effects of inulin and bulking agents on some physicochemical, textural and sensory properties of milk chocolate. Department of Food Science & Technology Faculty of Agriculture Tarbiat Modares University PO Box 14115-336, Tehran, Iran.
- Fatemi, H. 2010. *Food Chemistry*. Public Corporation, 480 p, İRAN.
- Fındık, O., Andiç, S. 2017. Some chemical and microbiological properties of the butter and the butter oil produced from the same raw material. *LWT - Food Science and Technology*, 86, 233-239.
- Franke, K., Heinzelman, K., Tscheuschner, H, D. 2001. Structure Related Process Design In Chocolate Mass Manufacturing. Food Factory Of The Future Seminar Organized By The Swedish Institute For Food and Biotechnology. 27-29 June, Gothenburg, Sweden.
- Goldfein, K, G., Joanne, L, S. 2015. Why Sugar Is Added to Food.*Food Science* 101. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1, 644-656.
- Gönül, N. 2000. Çok Fazlı Sistemler II, Süspansiyon ve Emülsiyon Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, NO: 82, 89 p, ANKARA.
- Grayson, J., Stampe, J. 2012. Palm Oil Investor Review: Investor Guidance on Palm Oil The role of investors in supporting the development of a sustainable palm oil industry. WWF, Malaysia.
- Grivetti, L, E., Shapiro, H, Y. 2009. *Chocolate History, Culture, and Heritage*. John Wiley & Sons, Inc, 975 p, Hoboken, New Jersey.
- Gruendel, S., Otto, B., L.garcia, A., Wagner, K., Muller, C., O.weickert, M., Heldwein, W., Koebnick, C. 2007. Carob pulp preparation rich in insoluble dietary fiber and polyphenols increases plasma glucose and serum insulin responses in combination with a glucose load in humans. *British Journal of Nutrition*, 98, 101-105.
- Gujral, H.S. and Sodhi, N.S., 2002. Back extrusion properties of wheat porridge (Dalia) *Journal of Food Engineering*, 52, 53-56.

- Gülbay, S. 2007. The Effects of Storage and Process Conditions on Fat Bloom Formation in Chocolate. M. Sc. Thesis, Graduate School Of Natural & Applied Sciences, University Of Gaziantep, Gaziantep.
- Gürsoy, O., Kımık, Ö. 2004. Fonksiyonel Gıda İngrediyenti Olarak Probiyotikler ve Yasal Düzenlemeler için Japonya Modeli. *Türk Mikrobiyol Cem Derg*, 34, 200-209.
- Güven, M., Karaca, O, B., Yaşar, K. 2010. Düşük Yağ Oranlı Kahramanmaraş Tipi Dondurma Üretiminde Farklı Emülgatörlerin Kullanımının Dondurmaların Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda Dergisi*, 35 (2), 97-104.
- Hull, P. 2010. *Glucose Syrups Technology and Application*. Blackwell, 368p, USA.
- Jeyarani, T., Banerjee, T., Ravi, R., Krishna, A, G, G. 2013. Omega-3 fatty acids enriched chocolate spreads using soybean and coconut oils. *J Food Sci Technol*, 52(2), 1082–1088.
- Karabıyık, H. 2014. Kaşar Peyniri Üretiminde Bitkisel Yağların(Palm Yağı) Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Kaya, A., Şekeroğlu, G., 2012. Çikolata. *Standard*, 604, 22-24.
- Khymenets, O. 2010. Health benefits of olive oil: contribution of phenolic compounds and transcriptomic response in humans. Doctoral Thesis, Department of Experimental and Health Science, Pompeu Fabra University, Barcelona.
- Kim, Y, J., Kang, S., Kim, D, H., Kim, Y, J., Kim, W, R., Kim,Y, M., Park,S. 2017. Calorie reduction of chocolate ganache through substitution of whipped cream. *Journal of Ethnic Foods*, 4, 51-57.
- Komes, D., Belscak-Cvitanovic, A., Skrabal, S., Vojvodic, A., Busic, A. 2013. The influence of dried fruits enrichment on sensory properties of bitter and milk chocolates and bioactive content of their extracts affected by different solvents. *LWT - Food Science and Technology*, 53, 360-369.
- Koyuncu, M. 2010. Farklı Muhafaza Şartlarında Tereyağının Bazı Niteliklerinde Meydana Gelen Değişiklikler. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Köksal, G. 2008. Şeftali Meyvesinde Fenolik Madde Dağılımı Ve Pulpa İşleme Sırasında Değişimi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Köse, H. 2007. Palm Yağının Etlik Piliç Yemlerinde Kullanımının Performans Ve Karkas Parametrelerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Kumar, P, K, P., Jeyarani, T., Krishna, A, G, G. 2016. Physicochemical characteristics of phytonutrient retained red palm olein and butter-fat blends and its utilization for formulating chocolate spread. *J Food Sci Technol*, 53(7), 3060–3072.
- Kumar, P. 2014. Process optimization for the preparation of chocolate spread incorporating whey protein concentrate, cocoa powder ,olive oil and butterfat using response surface methodology. *J. of Food Processing and Preservation*, 39, 745-757.
- Lees, R., Jackson, E, B. 1973. *Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture*. Blackie Academic & Professional, 379 p, UK.
- Lokumcu, F. Ak, M. M., 2000. Rheology of pekmez, tahin and their mixture, *Proceedings of the 2nd International Symposium on Food Rheology and*

- Structure, Ed by Fischer P, Marti I and Windhab EJ. Institute of Food Science ETH, Zurich, pp 415-416.
- Loncarevic, I., Pajin, B., Petrovic, J., Zaric, D., Sakac, M., Torbica, A., Lloyd, D, M., Omorjan, R. 2015. The impact of sunflower and rapeseed lecithin on the rheological properties of spreadable cocoa cream. *Journal of Food Engineering*, 171, 67-77.
- Loncarevic, I., Pajin, B., Sakac, M., Zaric, D., Rakin, M., Petrovic, J., Torbica, A. 2016. Influence of Rapeseed and Sesame Oil on Crystallization and Rheological Properties of Cocoa Cream Fat Phase and Quality of Final Product. *Journal of Texture Studies*, 47, 432-442.
- Macit, S., Şanlıer, N. 2014. Palm Yağı Ve Sağlık. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 2/1, 13-20.
- Maghsoudi, S., 2009. Modern technology of confectionery industries with formula & processes. *Iranian Agriculture Science*, 372 p, İRAN.
- Malek, F. 2010. *Oilseeds & Vegetable Oils*, Publications on education and agricultural promotion, 586p, İRAN.
- Man, C, M, D., Jones, A, A. 1994. *Shelf Life Evaluation of Foods*. Blackie Academic and Professional, 321 p, New York, USA.
- Martirosyan, D, N., Singh, J. 2015. A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique?. *Functional Foods in Health and Disease*, 5(6) , 209-223.
- Méndez-Cid, F, J., Centeno, J, A., Martínez, S., Carballo, J. 2017. Changes in the chemical and physical characteristics of cow's milk butter during storage: Effects of temperature and addition of salt. *Journal of Food Composition and Analysis*, 63, 121-132.
- Minifie, B, W. 1989. *Chocolate, cocoa, and confectionery: science and technology*. Van Nostrand Reinhold, 904 p, New York.
- Misra, V., Shrivastava, A, K., Shukla, S, P., Ansari, M, İ. 2016. Effect of sugar intake towards human health. *Saudi Journal of Medicine*, 1, 29-36.
- Nasaruddin, F., Chin, N. L. Yusof, Y. A., 2011. Effect of processing on instrumental textural properties of traditional dodol using back extrusion. *International Journal of Food Properties*, 15:3, 495-506.
- Nizamlıoğlu, N, M., Nas, s. 2010. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt:5, No: 1, (20-35)* .*Electronic Journal of Food Technologies Vol: 5, No: 1, (20-35)* .
- Övet, B. 2015. Investigation of Antioxidant Capacity and Phenolic Contents of Chocolates in The Turkish Market. Master thesis. A Thesis submitted to the graduate school of natural and applied sciences. Middle East Technical University.
- Özgen, Ö. 2010. Biberye (*Rosmarinus Officinalis*) ve Üzüm Çekirdeği (*Vitis Vinifera*)'nın Çikolatanın Kristalizasyonuna, Reolojik Özelliklerine, Raf Ömrüne Ve Antioksidan Aktivitesine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özhan , B., 2012. Farklı düzeylerde prebiyotik bileşen içeren çikolataların bazı yapısal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.

- Özkan, E. 2011. FT-IR Spektroskopisi Kullanarak Tahribatsız Tereyağı Kalitesi Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özkaya, F. D., Özkaptan, T. 2016. Latin Amerika Uygarlıklarının Mirası Kakaonun Tarihi ve Çikolataya Dönüşümü. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4/1, 31-41.
- Özturan, A., Şanlıer, N., Cıışkun, Ö. 2016. Migren ve Beslenme İlişkisi. *Turk J Neurol*, 22, 44-50.
- Park, C. E., Kim, Y. S., Park, K. J. Kim, B. K., 2012. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 48, 25-29.
- Pazır, F., Alper, Y. 2016 . Keçiboynuzu Meyvesi (*Ceratonia siliqua L.*) ve Sağlık. *Akademik Gıda*, 14(3), 302-306.
- Peighambardoust, S. H., Niyaei, S., Azadmard-Damirchi, S., Rasouli Pirouzyan, H. 2016. Effect of Incorporating Date Pit and Sesame Seed Powder Mixture on the Quality Parameters of Functional Milk Chocolate. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, Vol: 11, No: 4, 117-128.
- Peker, B. B., 2011. Çikolata Üretiminde Lesitin ve Polyglycerol Polyricinoleate(PGPR) Kullanımının Ürün Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Prindiville, E. A., Marshall, R. T., Heymann, H. 2000. Effect of Milk Fat, Cocoa Butter, and Whey Protein Fat Replacers on the Sensory Properties of Lowfat and Nonfat Chocolate Ice Cream. *Journal of Dairy Science*, Vol: 83, No:10, 2216–2223.
- Rodriguez, J. B. 2012. The Food Additive Polyglycerol Polyricinoleate (E-476):Structure, Applications, and Production Methods. Hindawi Publishing Corporation, ISRN Chemical Engineering, Volume 2013, Article ID 124767, 21 pages. review.
- Roseiro, L. B., Duarte, L. C., Oliveira, D. L., Roqueb, R., Bernardo-Gil, M. G., Martins, A. I., Sepúlveda, C., Almeida, J., Meireles, M., Gírio, M. F., Rauterc, A. P. 2013. Supercritical, ultrasound and conventional extracts from carob (*Ceratonia siliqua L.*) biomass: Effect on the phenolic profile and antiproliferative activity. *Industrial Crops and Products*, 47, 132– 138.
- Shoorideh, M., Taslimi, A., Azizi, M. H., Mohammadifar, M. A. 2011. Study of effects of D-tagatose and inulin as sugar substitutes on the physical, chemical and rheological properties of milk chocolate. *JFST*, Vol. 8, No. 29, 113-125.
- Sim, S. Y. J., Ng, J. W., Ng, W. K., Forde, C. G., Henry, J. G. 2015. Plant polyphenols to enhance the nutritional and sensory properties of chocolates. *Food Chemistry*, 200, 46–54.
- Siro, İ., Kopolna, E., Kopolna, B., Lugasi, A. 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. *Appetite*, 51, 456–467.
- Sökmen, A. 2005. Bazı sükröz ikamelerinin çikolatanın reolojik özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- SPSS. 1996. SPSS for Windows Release 10.01, SPSS Inc.
- Şenay, F. 2009. Keçiboynuzundan Sıvı Şeker Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- Şit, S. 2008. Gıda Sektöründe Kullanılan Kakaonun Kalitesinin Belirlenmesinde Kullanılan Analiz Yöntemleri. . Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Talbot, G. 2009. Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products. Woodhead Publishing Limited. 439 p, UK.
- Taşlıgil, N. 2011. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*)’nun Coğrafi Yayılışı Ve Ekonomik Özellikleri. ODÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 3, 252-266.
- TBMM 2004. Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun. Sayı: 5179, Ankara.
- Uygun, N, F. 2007. Fındık Yağı Kullanılarak Enzimatik İnteresterifikasyon Yöntemiyle Kakao Yağı İkamesi Üretilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- West, R., Rousseau, D. 2017. Modelling sugar, processing, and storage effects on palm oil crystallization and rheology. LWT - Food Science and Technology, 83, 201-212.
- Yalınkaya, S. 2010. Keçiboynuzu Meyvesinden Yüksek Saflıkta Şeker Şurubu Üretimi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Yavuz, H. 2008. Türk Zeytinyağlarının Bazı Kalite Ve Saflık Kriterleri’nin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Yıldırım, G.2009. Effect Of Storage Time On Olive Oil Quality. Master Thesis, The Graduate School of Engineering and Sciences, izmir.
- Yörük, N, G., Danyer, E. 2016. Gıda Katkı Maddeleri Genel Bilgiler ve Tanımlar. Türkiye Klinikleri J Food Hyg Technol-Special Topics, 2(2), 1-10.
- Yurdagel, Ü., Teke, İ. 1985. Keçiboynuzu Meyvesinin Kavrulması İle Oluşan Renk Değişimlerinin Araştırılması. Gıda, Yıl:10, Sayı:1, 39-42.
- Yücekutlu, M., 2015. Effect of Some Intense Sweetners on Rheological, Textural and Sensory Properties of Chocolate. Master Thesis, The Graduate of Master of Science in Food Engineering, Middle East Technical University

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında İran'da doğdu. 2005'de İran HOY Azad Üniversitesinde Gıda Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2005-2014 yıllarında İran'da reçel, marmelat, çikolata sektöründe araştırma ve geliştirme müdürü ve kalite kontrol mühendisi olarak çalıştı. 2015 yılının Ocak ayında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans öğrenimine başladı.

