T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI DOĞAL RENKLENDİRİCİLERİN BEYAZ KOKOLİN VE SÜRÜLEBİLİR KREMA ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE BİYOERİŞİLEBİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Abdullah BAYCAR

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

Eş Danışman

Prof. Dr. Nevzat KONAR

Şubat, 2021

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI DOĞAL RENKLENDİRİCİLERİN BEYAZ KOKOLİN VE SÜRÜLEBİLİR KREMA ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE BİYOERİŞİLEBİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Abdullah BAYCAR tarafından hazırlanan tez çalışması 23.02.2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programı **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ Yıldız Teknik Üniversitesi Danışman	Prof. Dr. Nevzat KONAR Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eş-Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Murat TAŞAN, Üye
Namık Kemal Üniversitesi _____

Doç. Dr. Rasim Alper ORAL, Üye
Bursa Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Salih KARASU, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Ömer Said TOKER, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ sorumluluğunda tarafımca hazırlanan “Bazı Doğal Renklendiricilerin Beyaz Kokolin ve Sürülebilir Krema Üretiminde Kullanımı ve Biyoerişilebilirliklerinin Belirlenmesi” çalışmasında veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Abdullah BAYCAR

İmza

Bu çalışma, Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü' nün 2020-SİÜMÜH-026 numaralı projesi ile desteklenmiştir

Sevgili yeğenlerime

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışması olarak sunmuş olduğum bu çalışmanın danışmanlığını üstlenen Sayın Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ ve Sayın Prof. Dr. Nevzat KONAR'a, tez çalışmam boyunca bilgi ve birikimlerinden yararlandığım Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü başkanı ve hocalarına, tez çalışmam boyunca yapıcı eleştirileri ile beni yönlendiren Tez İzleme Komitesi diğer üyeleri Sayın Prof. Dr. Murat TAŞAN ve Sayın Doç. Dr. Ömer Said TOKER'e, laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan doktora arkadaşım Sayın Hamza GÖKTAŞ'a, biyoyararlılık analizlerinde bana yardımcı olan İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölüm Başkanı Sayın Doç. Dr. Mustafa YAMAN ve Sayın Arş. Gör. Ömer Faruk MIZRAK'a teşekkürü borç biliyorum.

Tez çalışmamı, 2020-SİÜMÜH-026 no'lu proje ile destekleyen Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine, örnek hazırlamada yardımcı olan TAYAŞ Gıda AR-GE merkezi müdürü Sayın Derya Genç POLAT'a, renk eksktraktların eldesinde bana yardımcı olan DÖHLER gıda AR-GE mühendisi doktora arkadaşım Sayın Faruk TAMTÜRK'e teşekkür ederim. Meslek büyüğüm her konuda bana yol gösteren Siirt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi dekanı ve Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU'na ve bölümün diğer hocalarına, tez çalışmam esnasında beni tolere eden mesai arkadaşlarım Siirt Üniversitesi akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Gerek mesleki gerek hayat tecrübelerini bir abla gibi cömertçe aktaran, uzun doktora sürecinde beni motive eden, zamansız kaybettiğimiz mesai arkadaşım Sevgili Dr. Öğr. Üyesi Eylem Temel ÖZAT'a rahmet diliyorum.

Ayrıca bu günlere gelmemde katkısı olan bütün öğretmenlerime; maddi ve manevi hayatımın mimarları olan sevgili annem ve babama; her konuda sığındığım kardeşlerim ve eşlerine sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Abdullah BAYCAR

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ viii

KISALTMA LİSTESİ ix

ŞEKİL LİSTESİ xi

TABLO LİSTESİ xii

ÖZET xv

ABSTRACT xvii

1 GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 2
1.1.1 Çikolata 2
1.1.2 Çikolata Tarihi ve Ekonomik Değeri 2
1.1.3 Çikolata Bileşenleri 3
1.1.4 Çikolata Üretimi 9
1.1.5 Çikolata Çeşitleri 13
1.1.6 Çikolata Kalite Kriterleri 15
1.1.7 Fonksiyonel Gıda 20
1.1.8 Renklendirici Maddeler 27
1.1.9 Doğal Renklendiriciler ve Çikolata 34
1.2 Tezin Amacı 36
1.3 Hipotez 37
1.4 Araştırmanın Hedefleri 38

2 MATERYAL VE METOT 39

2.1 Materyal 39
2.2 Yöntem 39
2.2.1 Örnek Hazırlama 39
2.2.2 Su Aktivitesi (aw) Analizi 44
2.2.3 Nem Miktarı Tayini 44
2.2.4 Partikül Boyutu (D90) Tayini 44
2.2.5 Renk Analizi 44
2.2.6 Duyusal Analiz 45
2.2.7 Tekstür Analizi 46

2.2.8 Erime Profili Tayini 46
2.2.9 Reolojik Özellikler 47
2.2.10 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Tayini 48
2.2.11 Biyoerişebilirlilik Tayini 49
2.2.12 İstatistiksel Analiz 50
3 BULGULARI VE TARTIŞMALAR 51
3.1 Partikül Boyutu 51
3.2 Nem Miktarı 55
3.3 Su Aktivitesi 59
3.4 Renk Özellikleri ve Stabilitesi 62
3.5 Erime Profili 82
3.6 Tekstür 85
3.7 Reolojik Özellikleri 89
3.8 Biyoerişebilirlilik 97
3.8.1 Toplam Fenolik Madde 98
3.8.2 Toplam Antioksidan Aktivite 105
3.9 Duyusal Özellik 115
4 SONUÇ VE ÖNERİLER 127
KAYNAKÇA **129**
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR **149**

SİMGE LİSTESİ

a	+a kırmızılık, - a yeşillik değeri
b	+b sarılık, -b mavilik değeri
N	Akış davranış indeksi
τ_0	Akış için gerekli kuvvet (yield stress)
β	Beta
T_{ilk}	DSC'de erimenin başladığı ilk sıcaklık
T_{pik}	DSC'de erimenin en hızlı olduğu sıcaklık
T_{son}	DSC'de erimenin tamamlandığı sıcaklık
ΔH	DSC'de erimenin tamamlanması için gerekli enerji değişimi
°F	Fahreneit derece
g	Gram
h°	Hue açısı
J	Joule
σ	Kayma basıncını (Pa)
τ	Kayma gerilimi (shear stress)
γ	Kesme hızı (shear rate)
K	Kıvam katsayısını (Pa.sn)
C	Kroma
L	Litre
m	Metre
µ	Mikro
mg	miligram
L	Parlaklık Değeri
D_{90}	Partiküllerin % 90'ının küçük olduğu partikül çapı değeri
η_{pl}	Plastik viskozite
ΔE (Delta-E)	Renk stabilitesi değişimi
°C	Santigrad derece
a_w	Su aktivitesi
%	Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

HRÖ	Hızlandırılmış raf ömrü
DSC	Diferansiyel taramalı kalorimetri
RH	Bağıl nem
BI	Beyazlık İndeksi
rpm	Dakikada devir sayısı
PGPR	Poligliserol polirisinolat
TGK	Türk Gıda Kodeksi
KKN	Kokolin kontrol örneği
KPS075	% 0.75 kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren kokolin örneği
KSH075	% 0.75 siyah havuç ekstraktı kokolin içeren örneği
KAE075	% 0.75 aspir ekstraktı içeren kokolin örneği
KMP075	% 0.75 mor patates ekstraktı içeren kokolin örneği
KPE075	% 0.75 tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren kokolin örneği
SKN	Sürülebilir krema kontrol örneği
SPS075	% 0.75 kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SSH075	% 0.75 siyah havuç ekstraktı sürülebilir krema içeren örneği
SAE075	% 0.75 aspir ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SMP075	% 0.75 mor patates ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SPE075	% 0.75 tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
KPS100	% 1.00 kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren kokolin örneği
KSH100	% 1.00 siyah havuç ekstraktı kokolin içeren örneği
KAE100	% 1.00 aspir ekstraktı içeren kokolin örneği
KMP100	% 1.00 mor patates ekstraktı içeren kokolin örneği
KPE100	% 1.00 tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren kokolin örneği
SPS100	% 1.00 kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SSH100	% 1.00 siyah havuç ekstraktı sürülebilir krema içeren örneği
SAE100	% 1.00 aspir ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SMP100	% 1.00 mor patates ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SPE100	% 1.00 tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
DPPH	1.1-Difenil-2-pikrilhidrazil
KPS025	% 0.25 kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren kokolin örneği
KSH025	% 0.25 siyah havuç ekstraktı kokolin içeren örneği
KAE025	% 0.25 aspir ekstraktı içeren kokolin örneği
KMP025	% 0.25 mor patates ekstraktı içeren kokolin örneği
KPE025	% 0.25 tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren kokolin örneği
SPS025	% 0.25 kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SSH025	% 0.25 siyah havuç ekstraktı sürülebilir krema içeren örneği
SAE025	% 0.25 aspir ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SMP025	% 0.25 mor patates ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SPE025	% 0.25 tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
KPS050	% 0.50 kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren kokolin örneği
KSH050	% 0.50 siyah havuç ekstraktı kokolin içeren örneği
KAE050	% 0.50 aspir ekstraktı içeren kokolin örneği
KMP050	% 0.50 mor patates ekstraktı içeren kokolin örneği
KPE050	% 0.50 tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren kokolin örneği
SPS050	% 0.50 kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SSH050	% 0.50 siyah havuç ekstraktı sürülebilir krema içeren örneği

SAE050	% 0.50 aspir ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SMP050	% 0.50 mor patates ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği
SPE050	% 0.50 tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren sürülebilir krema örneği

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. 1 Çikolata ve benzeri (kokolin vb.) ürünlerin üretim akış şeması 9
Şekil 1. 2 Reolojik davranış biçimleri 18

Şekil 2. 1 Aspir ekstraktı içeren sürülebilir krema ve kokolin örnekleri 42
Şekil 2. 2 Mor patates ekstraktı içeren sürülebilir krema ve kokolin örnekleri 42
Şekil 2. 3 Siyah havuç içeren kullanılan sürülebilir krema ve kokolin örnekleri 43
Şekil 2. 4 Kırmızı pancar içeren kullanılan sürülebilir krema ve kokolin örnekleri 43
Şekil 2. 5 Tatlı kırmızı biber içeren kullanılan sürülebilir krema ve kokolin örnekleri 44

Şekil 3. 1 Kullanılan bitkisel ekstrakların toplam fenolik madde miktarı 101
Şekil 3. 2 Kullanılan bitkisel ekstrakların toplam antioksidan kapasitesi 109

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. 1 Kakao ve Çikolatanın Bazı Önemli Tarihleri 3
Tablo 1. 2 Kakao ürünlerin bileşen kompozisyonu 5
Tablo 1. 3 Kakao yağının kristal yapıları ve erime sıcaklıkları 11
Tablo 1. 4 Kakao tozu kateşin ve prosiyadin içeriği 22
Tablo 1. 5 Kakao mineral içeriği 22
Tablo 1. 6 Kakao nibi fermentasyon öncesi ve sonrası amino asit profili 23
Tablo 1. 7 Doğal Boyaların Gıdalara Sağladıkları Renkler 28
Tablo 1. 8 Bazı doğal renklendiricilerin elde edildiği kaynaklar 32
Tablo 2. 1 Kokolin örneklerine ait formülasyon 40
Tablo 2. 2 Sürülebilir krema örneklerine ait formülasyon 40
Tablo 2. 3 Örnek kodları 41
Tablo 2. 4 In vitro sindirim sıvıları 50
Tablo 3. 1 Aspir ekstraklı örneklerin partikül boyutu 51
Tablo 3. 2 Mor patates ekstraklı örneklerin partikül boyutu 52
Tablo 3. 3 Siyah havuç ekstraktı içeren örneklerin partikül boyutu 53
Tablo 3. 4 Tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren örneklerin partikül boyutu 54
Tablo 3. 5 Kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerin partikül boyutu 54
Tablo 3. 6 Aspir ekstraktı içeren örneklerin nem miktarı 55
Tablo 3. 7 Mor Patates ekstraktı içeren örneklerin nem miktarı 56
Tablo 3. 8 Siyah havuç ekstraktı içeren örneklerin nem miktarları 57
Tablo 3. 9 Tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren örneklerin nem miktarı 57
Tablo 3. 10 Kırmızı pancar suyu ekstraklı örneklerin nem miktarı 58
Tablo 3. 11 Aspir ekstraktı içeren örneklerin su aktivitesi değerleri 59
Tablo 3. 12 Mor patates ekstraktı içeren örneklerin su aktivitesi değerleri 60
Tablo 3. 13 Siyah havuç ekstraktı içeren örneklerin su aktivitesi değerleri 60
Tablo 3. 14 Tatlı kırımızı biber ekstraktı içeren örneklerin su aktivitesi değerleri 61
Tablo 3. 15 Kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerin su aktivitesi değerleri 61
Tablo 3. 16 Aspir ekstraktlı örneklerin renk özellikleri 64
Tablo 3. 17 Aspir ekstraklı kokolin örneklerin renk stabilitesi 65
Tablo 3. 18 Aspir ekstraktı içeren sürülebilir krema örneklerinin renk stabilitesi 66
Tablo 3. 19 Mor patates ekstraktlı örneklerin renk özellikleri 67

Tablo 3. 20 Mor patates kokolin örneklerin renk stabilitesi 69
Tablo 3. 21 Mor patates ekstraklı sürülebilir krema örneklerin renk stabilitesi 70
Tablo 3. 22 Siyah havuç ekstraktlı örneklerin renk özellikleri 72
Tablo 3. 23 Siyah havuç ekstraklı örneklerin renk stabilitesi 73
Tablo 3. 24 Siyah havuç ekstraklı sürülebilir örneklerin renk stabilitesi 74
Tablo 3. 25 Tatlı kırmızı biber ekstraktlı örneklerin renk özellikleri 75
Tablo 3. 26 Tatlı kırmızı biber ekstraklı kokolin örneklerin renk stabilitesi 76
Tablo 3. 27 Tatlı kırmızı biber ekstraklı sürülebilir örneklerin renk stabilitesi 77
Tablo 3. 28 Kırmızı pancar suyu ekstraktlı örneklerin renk özellikleri 79
Tablo 3. 29 Kırmızı pancar suyu ekstraktlı kokolin örneklerin renk stabilitesi 80
Tablo 3. 30 Kırmızı pancar suyu ekstraklı sürülebilir krema örneklerin renk stabilitesi 81
Tablo 3. 31 Aspir ekstraktlı örneklerin erime profili 82
Tablo 3. 32 Mor patates ekstraktlı örneklerin erime profili 83
Tablo 3. 33 Siyah havuç ekstraktlı örneklerin erime profili 83
Tablo 3. 34 Tatlı kırmızı biber ekstraktlı örneklerin erime profili 84
Tablo 3. 35 Kırmızı pancar suyu ekstraktlı örneklerin erime profili 84
Tablo 3. 36 Aspir ekstraklı örneklerin tekstürel özellikleri 86
Tablo 3. 37 Mor patates ekstraktlı örneklerin tekstürel özellikleri 86
Tablo 3. 38 Siyah havuç ekstraktlı örneklerin tekstürel özellikleri 87
Tablo 3. 39 Tatlı kırmızı biber ekstraklı örneklerin tekstürel özellikleri 88
Tablo 3. 40 Kırmızı pancar suyu ekstraklı örneklerin tekstürel özellikleri 88
Tablo 3. 41 Aspir ekstraklı kokolin örneklerinin reolojik parametreleri 90
Tablo 3. 42 Aspir ekstraklı sürülebilir krema örneklerinin reolojik parametreleri 91
Tablo 3. 43 Mor patates ekstraklı kokolin örneklerinin reolojik parametreleri 91
Tablo 3. 44 Mor patates sürülebilir krema örneklerinin reolojik parametreleri 92
Tablo 3. 45 Siyah havuç ekstraklı kokolin örneklerinin reolojik parametreleri 93
Tablo 3. 46 Siyah havuç ekstraklı sürülebilir krema örneklerinin reolojik parametreleri 93
Tablo 3. 47 Tatlı kırmızı biber ekstraklı kokolin örneklerinin reolojik parametreleri 94
Tablo 3. 48 Tatlı kırmızı biber ekstraklı sürülebilir krema örneklerinin reolojik parametreleri 95

Tablo 3. 49 Kırmızı pancar suyu ekstraklı kokolin örneklerinin reolojik parametreleri 95

Tablo 3. 50 Kırmızı pancar suyu ekstraklı sürülebilir krema örneklerinin reolojik parametreleri 96

Tablo 3. 51 Aspir ekstraktı içeren örneklerin in vitro toplam fenolik madde biyoerişilebilirlikleri 99

Tablo 3. 52 Mor patates ekstraktı içeren örneklerin in vitro toplam fenolik madde biyoerişilebilirlikleri 101

Tablo 3. 53 Siyah havuç ekstraktı içeren örneklerin in vitro toplam fenolik madde biyoerişilebilirlikleri 103

Tablo 3. 54 Kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerin in vitro toplam fenolik madde biyoerişilebilirlikleri 104

Tablo 3. 55 Aspir ekstraktı içeren örneklerin toplam antioksidan özellik biyoerişilebilirlikleri 107

Tablo 3. 56 Mor patates ekstraktı içeren örneklerin toplam antioksidan özellik biyoerişilebilirlikleri 109

Tablo 3. 57 Siyah havuç ekstraktı içeren örneklerin toplam antioksidan özellik biyoerişilebilirlikleri 111

Tablo 3. 58 Tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren örneklerin toplam antioksidan özellik biyoerişilebilirlikleri 112

Tablo 3. 59 Kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerin toplam antioksidan özellik biyoerişilebilirlikleri 114

Tablo 3. 60 Aspir ekstraklı örneklerin duyusal özellikleri 117

Tablo 3. 61 Mor patates ekstraklı örneklerin duyusal özellikleri 119

Tablo 3. 62 Siyah havuç ekstraklı örneklerin duyusal özellikleri 121

Tablo 3. 63 Tatlı kırmızı biber ekstraktlı örneklerin duyusal özellikleri 123

Tablo 3. 64 Kırmızı pancar suyu ekstraktlı örneklerin duyusal özellikleri 125

ÖZET

Bazı Doğal Renklendiricilerin Beyaz Kokolin ve Sürülebilir Krema Üretiminde Kullanımı ve Biyoerişilebilirliklerinin Belirlenmesi

Abdullah BAYCAR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

Eş-Danışman: Prof. Dr. Nevzat KONAR

Bu çalışmada hem biyoaktif bileşen hem de renklendirici özelliklerinden dolayı polifenol (antosiyanin), karotenoid ve betain içeriğine sahip bitkisel ektstraktlar (kırmızı pancar, siyah havuç, mor patates, tatlı kırmızı biber ve aspir) ile zenginleştirilmiş (0.00-1.00 g/100 g) beyaz kokolin ve sürülebilir krema örnekleri elde edilmiştir. Zenginleştirilen bu ürünlerin başlıca kalite özellikleri ve *in vitro* sindirim önce ve sonrası toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite özellikleri incelenmiştir. Pigment kullanımı kokolin ve sürülebilir krema örneklerinde reoloji, tükstür, partikül boyutu (D_{90}), nem miktarı ve su aktivitesinde belli düzeylerde değişikliğe neden olduğu tespit edilmiş olsa da uygun pigment çeşidi, formu ve kullanım düzeyi ile bu değişiklikler sınırlandırmıştır. DSC tekniği kullanılarak yapılan ölçümlerde hiçbir örnekte erime profili değerlerinde (T_{ilk}, T_{pik}, T_{son} ve ΔH) önemli değişim söz konusu olmamıştır ($p>0.05$). Duyusal analizler ile panelistlere; görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, tatlılık, lezzet, tat-koku, satın alam isteği ve genel kabul gibi parametreler karşı tepkileri sorulmuş genel itibariyle 4 (iyi) puan üstü ortalama tespit edilmiştir. Pigment kaynağı bileşen ilavesi ile kontrol örneğine göre parlaklık (L) ve beyazlık indeksi (WI) azalmıştır. Kullanılan pigmente göre

elde edilmek istenen renk [kırmızı renk (a) için siyah havuç, mor patates ve pancar suyu; sarı renk (b) için aspir ve tatlı kırmızı biber] değerlerinde artış olması hedeflenen fiziksel değişimin sağlanabildiği olarak kabul edilmiştir. Kroma (C) değeri ise aspir, mor patates ve kırmızı biber kullanımı ile artış siyah havuç ve pancar suyu kullanımı ile azalış göstermiştir. Hızlandırılmış raf ömrü koşullarında renk stabilite değeri (ΔE); aspir, pancar suyu ve tatlı kırmızı biber ekstraktları için kabul edilebilir bir seviye iken mor patates (1. Haftadan itibaren) ve siyah havuç (5-7 haftadan itibaren) ekstraklı ürünlerde ise bu değer kabul edilebilir değerler olan 3.0'ın üstünde olduğu belirlenmiştir. Fenolik bileşik kaynağı olarak kullanılan aspir, mor patates, siyah havuç ve pancar suyu ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemine göre sırasıyla 17.6, 30.9, 20.5 ve 19.5 mg gallik asit eşdeğeri /g olarak belirlenmiştir. DPHH yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasitelerinde kaynak olarak kullanılan ekstraktlarda büyükten küçüğe sırayla; mor patates, siyah havuç, aspir, pancar suyu ve tatlı kırmızı biber olarak belirlenmiş miktarları sırasıyla 63.3, 43.2, 38.3, 30.7 ve 16.3 mg troloks eşdeğeri /g olarak ölçülmüştür. *In vitro* sindirim simülasyonu sonrası antioksidan kapasite sıralaması değişmemiş sırasıyla 71.1, 44.6, 40.1, 31.0 ve 18.9 mg troloks eşdeğeri /g şeklinde belirlenmiştir. Örneklerinde bitkisel ekstrakt kullanım düzeylerinin artışı ile biyoaktif bileşen artışı gözlemlenmiştir. *In vitro* sindirim sisteminden geçirildikten sonra yapılan analizlerde toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite salınımı sindirim simülasyonunda kullanılan kimyasal, biyolojik ve mekanik etmenlerin etkisiyle salınımların arttığı belirlenmiştir. Kimyasal ekstraksiyon yöntemiyle belirlenen toplam antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde *in vitro* sindirim simülasyonu ile belirlenen antioksidan kapasitesinden farklı olması biyoaktif bileşenlerin yapılarının taşıyıcısı olan matrikse göre salınımlarını etkilediği kanaatine varma imkânı sağlamıştır.

Bu çalışma kapsamında, fonksiyonel özellik gösteren lezzetli ürünlerin üretimi başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir. Bu ürünlerin pilot ölçekli tesiste üretilmiş olmaları ve üretim aşamalarının ayrıntılı bir şekilde ele alınmış olması endüstriyel çikolata üreticileri için önemli bir Ar-Ge çalışması niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel ekstrakt, beyaz kokolin, sürülebilir krem, biyoerişilebilirlilik, renk stabilitesi,

ABSTRACT

Using Some Natural Colorant in White Chocolate and Spreads and Determination of *in vitro* Bioaccessibility

Abdullah BAYCAR

Department of Food Engineering

Doctoral Thesis

Advisor: Prof. Osman SAĞDIÇ

Co-advisor: Prof. Nevzat KONAR

In this study, white chocolate and spread cream samples enriched with plant extracts (red beets, black carrots, purple potatoes, sweet paprika and safflower) containing polyphenol (anthocyanin), carotenoid and betaine (0.00-1.00 g / 100 g) were obtained due to both bioactive component and coloring properties that they have. The main quality characteristics of these enriched products and their total phenolic substance and antioxidant activity properties before and after *in vitro* digestion were examined. Although pigments have caused certain changes in rheology, sputum, particle size (D_{90}), moisture content and water activity in the compound and spread samples, these changes may be limited by using an appropriate pigment type and adjusting the form and level of their use. In measurements using DSC (differential scanning calorimetry) technique, no significant change was observed in melting profile values (T_{onset}, T_{peak}, T_{end}, and ΔH) in any sample ($p>0.05$). In sensory analyses, the panelists were asked about their reactions to parameters such as appearance, brightness, color, melting in mouth, sweetness, taste, taste-odor, desire to buy, and general acceptance, and the average mark determined to be over 4 (good). Brightness (L) and whiteness index (WI) decreased compared to the control sample with the pigment source component's addition. The addition of pigment caused a decrease in brightness (L) and whiteness index (WI) compared to the control sample. An increase in desired color values [black carrot, purple potato and beet juice for red color (a); safflower and sweet paprika for yellow color (b)] according to the pigment added means that the study was successful. Chroma (C) increased with the use of safflower, purple potato and paprika extracts, while it decreased with black carrot and beetroot juice

extracts. Color stability value ((ΔE) under accelerated shelf-life conditions was found to be at an acceptable level for safflower, beetroot and paprika extracts, while this value was found to be above 3.0, which is acceptable values, for the products that purple potato (from the 1st week) and black carrot (from 5-7 weeks) extracts were used. Total phenolic contents of safflower, purple potato, black carrot and beetroot juice extracts as the source of phenolic compounds were determined as 17.6, 30.9, 20.5 and 19.5 mg gallic acid equivalent/g, respectively, according to the folin-ciocalteu method. Extracts used as sources of antioxidant capacities determined by the DPHH method were determined, in descending order; purple potatoes, black carrots, safflower, beetroot juice and paprika, and their amount were measured as 63.3, 43.2, 38.3, 30.7 and 16,3 mg Trolox Equivolents/g, respectively. After *in vitro* digestion simulation, the antioxidant capacity ranking was unchanged and determined as 71.1, 44.6, 40.1, 31.0 and 18.9 mg Trolox Equivolents/g, respectively. An increase in the bioactive component was observed with the increase of the extracts. In the analyzes made after passing through the *in vitro* digestive system, it was determined that the release of total phenolic components increased with the effect of chemical, biological and mechanical factors used in digestion simulation. The fact that the antioxidant capacity determined by the chemical extraction method is different from the antioxidant capacity determined by *in vitro* digestion simulation has provided the opportunity to conclude that bioactive components' structure affects their release relative to the carrier matrix. As a result of this thesis, successful products have been produced in terms of functionality and taste. This thesis can serve as a useful guide for chocolate producers, researchers, and scholars working in this field. In addition, this thesis is an addition to the scientific literature in this field.

Keywords: Natural plant extract, compound chocolate, chocolate spread, bioavailability, color stability,

1
GİRİŞ

Dünya genelinde diğer şekerli mamullerle beraber üretimi yıllık 11 milyon tonu geçen kakaolu şekerlemelerin, rekabetin had safhada yaşandığı bir sektör durumundadır (Önder, 2016). Bu rekabet koşullarının yanında tüketici talep ve beklentilerinde meydana gelen değişimler, çikolata ve şekerleme üreticileri ile bu alanda çalışan diğer araştırmacıların yenilikçi ürünler geliştirilmeye yönelik çalışmalarına ivme kazandırmakta, başta çocuklar olmak üzere her kesime hitap edecek cazip renk, şekil, fiyat ve fonksiyona sahip ürünler üretmeye yönlendirmektedir (Erdem, 2014).

Tüketicilerin gıda tercih ve seçimlerini etkileyen kriterler arasında renk ve diğer görsel özellikler yer almaktadır (Örücü ve Tavşancı, 2001). Bununla beraber, çikolata ve şekerleme ürünlerinin yüksek kalori değeri, yüksek glisemik indeks, diş sağlığı üzerindeki olumsuz etki, obezite dahil çeşitli sistemik sağlık problemleri ile ilişkilendirilmesi kaynaklı tüketici kaygıları mevcuttur (Konar vd., 2016; Ares ve Gambaro, 2007). Ayrıca teknolojik ve duyusal özellikleri iyileştirmelerinin yanında sağlığı destekleyici çeşitli potansiyel etkilere sahip bileşenleri kullanımı ile ürünlerin fonksiyonel niteliklerinin geliştirilmesi söz konusu olabilmektedir. Bitkisel doğal pigmentler bu amaçla kullanılabilecek doğal katkı maddelerindendir. Bu tez çalışması ile, çeşitli doğal ve bitkisel pigmentlerin (aspir ekstraktı, mor tatlı patates ekstraktı, tatlı kırmızı biber ekstraktı, pancar kökü ekstraktı, siyah havuç ekstraktı) beyaz kokolin ve sürülebilir beyaz kremada doğal renklendirici ve biyoaktif bileşen kaynağı olarak kullanım imkanlarının ve etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Son yıllarda; gıdaların içerdiği biyoaktif öğelerin miktarından ziyade bu biyoaktif bileşenlerden vücudun istifade edilebilirlilikleri (biyoyararlılıkları) ve sindirim aşamalarındaki stabiliteleri, dolayısıyla da biyoerişilebilirlilik özelliklerinin belirlenmesi, (Chow ve Liu, 2000) fonksiyonel gıda geliştirme çalışmalarında dikkate alınması gereken hususlar olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında yer alan beyaz kokolin ve sürülebilir beyaz krema bileşimindeki farklı düzey ve türdeki pigmentlerin biyoerişilebilirlilik özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Tüketiciler, fonksiyonel gıdaların, konvansiyonel formları ile benzer duyusal ve kalite özelliklerine sahip olmasını beklemektedirler. Dolayısı ile yenilikçi ürün geliştirme çalışmalarında ürün

karakterizasyonunu bozmayacak şekilde yürütülmesi araştırma faaliyetleri arasında yer almalıdır. Tez çalışması ile yukarıda isimleri verilen farklı doğal pigmentler kullanılarak hazırlanan renklendirilmiş beyaz kokolin ve sürülebilir krema örneklerinin biyoerişebilirlilik özellikleri ve renk stabilitesinin yanında erime profili, su aktivitesi, nem tayini, tekstür, duyusal ve akış özellikleri yanı sıra kazandırılan rengin raf ömrü stabilitesi incelenmiştir.

1.1 Literatür Özeti

1.1.1 Çikolata

Çikolata kelimesi; Aztek dilinde xococ "acı" ve atl "su" kelimelerinin birleşiminden xocoatl olarak türetilmiştir (Özkaya ve Özkaptan 2016). Codex Alimentarius, (1981)'a göre Çikolata (bazı bölgelerde *bittersweet chocolate, semi-sweet chocolate, dark chocolate* veya *"chocolat fondant"* şeklinde adlandırılır), en az % 18'i kakao yağı ve en az % 14 yağsız kakao olmak üzere kuru madde bazında en az % 35 toplam kakao katı içeren ürün şeklinde tanımlanmaktadır. Afoakwa, (2010) ise çikolatayı; sürekli bir yağ fazında toplam %70 oranında şeker ve kakao katı maddelerinden (ve türe bağlı olarak sütten) üretilen ince katı parçacıkların yarı katı süspansiyonu şeklinde tanımlamaktadır.

1.1.2 Çikolata Tarihi ve Ekonomik Değeri

Çikolatanın tarihi, kakaonun gıda olarak tüketilmesiyle başlar. Çikolatanın kronolojik gelişimi kısaca Tablo 1.1'de yer almaktadır. Kakao, insanlığa Mezo-Amerika olarak adlandırılan Eski Meksika ve Orta Amerika uygarlıklarından yayılmıştır. Kakaoyu ilk kullanan Latin Amerika medeniyetleri Olmek, Mokaya, Maya ve Aztekler olduğu bilinmektedir. İspanyollar 1500'lü yıllarda kıtayı keşfettiklerinde Mezo-Amerika'da Aztek ve Mayaların kakao ile ilgili yazılı kaynaklarıyla karşılaşmışlardır (Özkaya ve Özkaptan 2016). Olmekler, kakao çekirdeklerini birkaç gün fermente ettikten sonra kurutup öğüterek tüketmiş ve bu yiyeceği Maya medeniyetine tanıtmışlardır (Meade-Kelly, 2006). Aztek Kralı Montezuma kıtayı keşfe gelen İspanyollara kakaodan üretilen içecek ikram ederek ürünün Avrupalılar tarafından tanınmasını sağlamıştır. İspanyol kâşif Kristof Kolomb'un 1502 ile 1504 yıllarında kakao çekirdeklerini ilk defa Avrupa'ya dönüşünde beraberinde getirdiği aktarılmaktadır (Özkaya ve Özkaptan 2016). Kakao içme geleneği İspanya'dan sonra 1650'lerde İngiltere'ye İngiltere'den de diğer Avrupa'ya taşınmıştır (Göktaş, 2016).

Kakao çekirdeğinin çikolataya dönüşümünün önemli bir aşaması 1828 yılında Hollandalı kimyacı Coenraad Johannes Van Houten tarafından kakao presinin icadı ile olmuştur. Van Houten'in kakao presi icadı kakaonun şekerleme malzemesi olarak kullanımını ve kakao ürünleri ile çikolatanın modern çağına öncülük etmiştir (Özkaya ve Özkaptan 2016; Samancı, 2012). Bu gelişmeyi takip eden yakın bir zamanda ise İngiliz çikolata firması J.S. Fry & Sons 1847'de kakao yağı, kakao tozu ve şekeri kullanarak ilk katı yenilebilir çikolatayı üretmiştir. İlk sütlü çikolata ise İsviçreli Daniel Peter tarafından üretilmiştir. Çikolata teknolojisinde bir başka önemli gelişme ise 1879'da Rodolphe Lindt konçlama makinasını icat etmiş olmasıdır (Samancı, 2012; Özkaya ve Özkaptan 2016; Beckett 2009).

Günümüzde kakao üretiminin %75'ini Afrika ülkeleri yapmaktadır. Kakao üretiminin geri kalan üreticileri Amerika ve Güney Asya kıtalarında yer almaktadır. Lakin çikolata üretim ve tüketiminde Avrupa başı çekmektedir. 2017 yılı verilerine göre diğer şekerli ürünlerle beraber çikolata küresel ihracatı 38 milyar doları aşmış durumdadır (Uzun, 2019).

Tablo 1. 1 Kakao ve Çikolatanın Bazı Önemli Tarihleri (Göktaş, 2016)

Yıl	Gelişme
1519	3000 yıldan daha uzun bir süredir kakaonun Aztekler tarafından tarımının yapıldığını Cortez'in keşfetmesi
1528	Çikolata içeceğini İspanya'ya Cortez tarafından tanıtılması
1606	Çikolata içeceğinin İtalya'ya yayınlık göstermesi
1615	Fransa'nın çikolata içeceğinin tanışması
1657	Çikolata evleri Londra'da ilk defa kurulması
1727	Sütlü çikolata içeceğini Nicholas Sanderstarafından icat edilmesi
1765	İlk çikolata şirketinin Kuzey Amerika'da kurulması
1828	Kakao presinin Van Houten tarafından icat edilmesi
1847	Bristol'de yenebilen çikolata üreten fabrikanın Fry tarafından kurulması
1875	Sütlü çikolatanın Daniel Peter tarafından üretilmesi
1880	Konçlama makinesinin Rodolphe Lindt tarafından icat edilmesi
1988	Dünyada öğütülen kakao miktarının 2 milyon metrik ton/yıl'ı aşması

1.1.3 Çikolata Bileşenleri

Çikolata, sürülebilir krema ve kokolin gibi çikolata benzeri ürünlerde çeşidine göre; kakao tozu, kakao kitlesi, kakao yağı, alternatif- ikame bitkisel yağlar, şeker, süt tozu,

peynir altı suyu tozu, fındık füresi, emülgatörler (lesitin, PGPR), aroma ve çeşni maddeleri kullanılmaktadır. Çikolata çeşidine ve formülasyonuna göre çok geniş sınırlarda besin öğeleri içerebilmektedir. Çeşit ve formülasyona göre %50'yi aşan karbonhidrat, %40'ı aşan yağ, %20'yi aşan protein, %2 oranında mineral ve vitamin ve %1.5'a varan nem içerebilmektedir (TGK, 2017; Chan vd., 1994).

1.1.3.1 Kakao

Kakao, 20-30 derecelik kuzey-güney enleminde tropikal bölgede yetiştirilen çok yıllık *Theobroma cocoa* bitkisinin meyvesinden elde edilir. *Theobroma cocoa* bitkisinin uygun yetişme ortamı 400 m yükseklik, azot ve potasyumca zengin toprak ve 20-30°C sıcaklık ortalamasına sahip nemli iklimdir. Kakao çekirdeklerinden kakao tozu, kakao kitlesi ve kakao yağı gibi ürünler elde edilir (Özkaya ve Özkaptan 2016).

TGK (2017)'de kakao, kakao tozu, toz kakao; "temizlenmiş, kabuğu soyulmuş ve kavrulmuş kakao çekirdeklerinin toz hale getirilmesiyle elde edilen ve kuru madde ağırlığına göre en az %20 kakao yağı içeren ve %9'dan fazla nem içermeyen ürünü ifade eder şeklinde tanımlanmaktadır. Kakao ürünlerin üretimi kısaca;

- Kakao tanelerinin hasat, fermantasyon, yabancı maddelerinden ayrılması ve temizlenmesi,
- Çikolata tadı ve rengini elde etmek için tanelerin kavrulması,
- Tanelerin kabuklarından ayrılması,
- Kakao kitle haline getirilmesi,
- Kakao likörü (kakao yağı içerisinde kakao partikülleri) oluşturmak için öğütme,
- Kakaoya özgün tat (acımsı) ve rengin (koyu maun ya da siyah-kahverengi) artması için alkalileştirme işlemine tabi tutulması (7.8-8.2 pH) (proses farklılığına göre presleme öncesi de yapılabilmektedir),
- Kakao likörü adı verilen sert bir artık bırakarak kakao yağı çıkarmak için preslenmesi,
- Kakao yağı ve kakao likörünün elde edilmesi,
- Kakao tozu elde edilecekse kakao likörünün pres küspesi, kırma, öğütme, eleme gibi bir dizi işlemden geçirilmesi

şeklinde özetlenebilir (Özocak, 2004). Kakao çekirdeği ve kakao kitlesine ait kimyasal bileşen Tablo 1. 2'de yer almaktadır.

Tablo 1. 2 Kakao ürünlerin bileşen kompozisyonu (Karğın ve Güneş, 2017)

Bileşen	Kakao çekirdeği* (%)	Kakao kitlesi (%)
Lipit	50–57	55–58
Protein	17.5–22	8–9
Nişasta	16	6
Lif	23–29	12
Kül	4–6	6
Diğer	27–35	10–12

*: yağsız kuru kütle, yağ içeriği hariç

1.1.3.2 Kakao Yağı

Kakao yağı "Kakao çekirdekleri veya parçalarından elde edilip belli kriterleri sağlayan ürün olarak" şeklinde ifade edilmekte (TGK, 2017) olup, kullanıldığı ürünün yapısı, viskozitesi, görsel özellikleri, erime profili ve duyusal özellikleri üzerinde önemli derecede etkilidir (Liendo vd., 1997). Kakao yağının bileşen kompozisyonu ve kullanıldığı ürünün fizikokimyasal, duyusal ve kimyasal özellikleri varyete bağlı olarak önemli değişkenlikler gösterir. Brezilya'da yetişen kakaolardan elde edilen kakao yağı yumuşak karakterde, Afrika'da yetiştirilende orta sertlikte, Malezya'da yetişenlerden ise sert karakterde kakao yağı elde edilmesi örnek olarak verilebilir (Genç ve Olçay, 2001).

Kakao liköründen elde edilen yağ bitkisel kaynaklı yağ olmasına rağmen oda sıcaklığında katı bir yağdır. Kakao yağının oda koşullarında katı olarak bulunması içerdiği yağ asitleri ile açıklanabilir. Kakao yağı hâkim yağ asitleri yetiştiği varyeteye göre değişiklik göstermekle birlikte; palmitik asit (%25-35), stearik asit (%30-35), oleik asit (%38), linoleik asit (%2) civarındadır (Özocak, 2004). Kakao yağında erime noktası; yumuşama noktası ve berrak erime noktası olmak üzere iki noktada değerlendirilir. Bu noktalardan yumuşama noktası 23-24.5°C arasında iken berrak erime noktası ise 32.5-34.5°C civarındadır (Afoakwa, 2010).

1.1.3.3 Alternatif ve İkame Yağlar

Kakao yağı, kakaolu şekerleme ürünlerinde maliyeti en fazla artıran bileşendir. Müşteri profiline göre daha maliyetli kakaolu şekerleme ürünleri için alternatif ve/veya ikame

yağların kullanımı söz konusu olabilmektedir. Lakin alternatif ve ikame yağların kullanımı ile yağ çiçeklenmesi (fat-blooming) gibi problemlerin azaltılması, depolama direncini artırması gibi avantajları sağlamak mümkündür. Hidrojenasyon, interesterifikasyon (kimyasal veya enzimatik) ve fraksiyonel kristalizasyon gibi değişik modifikasyon yöntemleri ile üretilen kakao yağı ikameleri genellikle kakao yağı eşdeğerleri (CBE), kakao yağı benzerleri (CBS) veya kakao yağı yerini tutanlar (CBR) olarak sınıflandırılırlar (Kavuncuoğlu vd, 2019). Bu yöntemlerin uygulanması ile en fazla kullanılan yağ palm yağıdır. Kakaolu ürünlerde alternatif, ikame ve düzenleyici olarak kullanılan yağ dört gruba ayrılmaktadır;

Belirli modifikasyon yöntemleri ile üretilen kakao eşdeğer yağları (CBE) fiziksel ve kimyasal olarak kakao yağına benzerlik gösterdiklerinden ürüne ilavesi çikolatada (kakao yağı kullanılmış) eşdeğer özellik gösterirler. Kakao yağına her oranda ikame edilebilir ve alternatif olarak kullanılabilir. Laurik olmayan yağlardan üretilip yağ asitleri, trigliserid kompozisyonu β polimorfunda kristalize olmalıdır (Kavuncuoğlu vd, 2019; Shukla, 1990). CBE'ler kakao yağı gibi katı fazda tam çözünebilmelidir. Çikolata benzeri üründe süt yağının emülsiyondan ayrılıp yağ çiçeklenmesinin etmeni olmamalıdır ve yüksek sıcaklıklarda depolamada stabil kalmalıdır (Shukla, 1990).

Çikolata benzeri ürünlerin erime profilinin modifikasyonu amacıyla genellikle kaplama çikolatalarda kakao yağı düzeltici-iyileştirici (CBI) yağların kullanımı yaygınlık göstermiştir. Fiziksel ve kimyasal özellikleri kakao yağıyla benzerlik gösterir. Yağ çiçeklenmesine dayanıklıdırlar. İşleme olanakları kakao yağına muadilliğinden dolayı temperleme gereklidir.

Kakao Yağı Benzerleri (CBS); palm yağı ve hindistan cevizi yağı gibi belirli modifikasyon yöntemleri ile üretilen kakao yağı benzeri yağlar olup fiziksel özellikleri kakao yağına benzerlik gösterirken kimyasal kompozisyonları önemli derecede farklılık göstermektedir. Kakao yağına sadece belirli oranda ikame edilebilirler. Laurik bitkisel yağlardan üretilip sertlik ve aroma gibi bazı niteliklerde daha uzun stabilite gösterirler. Bu tür yağlar nemin yüksek olduğu ürünlerde kullanımı lipaz enziminin hidrolizi sonucu serbest kalan laurik yağ asitlerinin keskin sabunsu lezzet bozukluklardan dolayı çok uygun değillerdir (Kavuncuoğlu vd, 2019; Shukla, 1990).

Kakao yağı yerini tutan yağlar (CBR), yağ kompozisyonu kakao yağına yakın olmasına rağmen trigliserid kompozisyonu farklılığından kakao yağıyla uyumlulukları vardır.

Laurik olmayan bu yağlar çoğunlukla yüksek seviyede trans yağ asit oluşumuna daha fazla açıktırlar. Yağ çiçeklenmesine dayanıklıdırlar. Temperleme gerektirmeyen bu yağlar krema ve dolgu için uygun yağlardır.

1.1.3.4 Şeker

Çikolata ve benzeri ürünlerinin ana bileşenlerden birisi şekerdir. Nitekim çikolata gıda endüstrisinde kakaolu şekerli ürünler kategorisinde işlenmektedir (Lees, 2012). Çikolata ve benzeri ürünler de çok farklı şeker çeşidi ve muadili kullanılabilmektedir. Çikolata ve benzeri ürünlerinde şekerin pudra şekeri formunda kullanımı partikül boyutunu küçülmede kolaylık sağlayacağından daha idealdir. Ancak kristal şeker değirmenlerinde kullanılmadan önce hemen inceltilmeli ve hemen kullanılmalıdır. Çünkü pudra şekeri higroskobik özelliğe sahip (nem çeken) bir hammaddedir. Şeker değirmelerinde hammaddeden yabancı metalik maddeleri ayırmak için manyetik ayırıcılar tercih edilir. Ayrıca mıknatıs tarafından ayrılamayan metal parçaları ayırmak için yoğunluk farkı prensibine göre ayrım yapan vakumlu değirmenler kullanılır. Ayrıca kakaolu şekerleme ürünlerde tatlandırıcı olarak; toz şeker, glikoz şurupları, glikoz şurubu tozları, ham glikoz, glikoz (dekstroz) ve sorbitol (Güneş vd., 2018) kullanılabilmektedir.

1.1.3.5 Süttozu

TGK (2005)'ne göre süt tozu; yağlı, yağı kısmen veya tamamen alınmış sütten, kremadan veya bu ürünlerin karışımından suyun doğrudan uzaklaştırılması ile elde edilen ve son üründe nem içeriğinin ağırlıkça en fazla %5 oranında olduğu katı ürünü ifade eder. Valsli ve püskürtmeli kurutuculardа yağlı ve yağsız olarak üretilmektedirler. Süt tozunun belirli düzeyde kullanılması ürünün sertliğini ve raf ömrünü etkiler.

Kakaolu şekerlemelerde kullanılacak süt tozu;

- Asitlik değeri (laktik asit cinsinden) en çok %0.17
- Nem miktarı <%5
- Mikrobiyoloji yük en çok 5 log kob/ g,
- Maya ve küf en fazla 10 kob/1 g,
- *E. Coli* ve *Salmonella* yükü bulunmaması,
- Hiçbir yabancı madde içermemesi

gibi özelliklere sahip olmaları gerekir.

1.1.3.6 Peynir Altı Suyu Tozu

Peynir altı suyu tozu, protein oranı yüksek peynir altı suyunun kurutulması ile elde edilir. Gıdalarda; besin değerini artırmak, ürünün yapısını, tekstürel niteliklerini ve duyusal özelliklerini geliştirmek için kullanılmasının yanı sıra süt tozu gibi mali değeri daha yüksek bileşenlere ikame olarak kullanılmaktadır. Nitekim kakaolu şekerleme ürünlerde yapısal özellikler üzerine etkili olduğu gibi maliyeti düşüren bir hammadde olarak tanımlanabilir (Atasoy, 2010).

1.1.3.7 Lesitin

Çikolata ve benzeri ürünlerin emülsiyon yapısının düzenlenmesinde kullanılan en önemli emülgatörler; lesitin ve PGPR (poligliserol polirisilonat)'dir. Lesitin; yumurta, soya ve ayçiçeği gibi hayvansal ve bitkisel kaynaklardan elde edilebilen doğal bir fosfolipidtir (Sezgin & Elmacı, 2019).

Lesitin, emülsiyon yapısında sabit ve sürekli faz arasında ara yüzey gerilimini düşüren ajan olarak kullanılır. Bundan dolayı kakaolu şekerlemelerin yapısını homojen olarak bir arada tutulmasını sağlamak için tercih edilir. Lesitin, kakaolu şekerlemelerin yapısal özelliklerine önemli derecede etki eder. Lesitin, üründe akış özelliklerin yanı sıra nem dayanıklılığı, ısı duyarlılığı ve temperleme gibi nitelikleri etkiler. Lesitin kakaolu şekerlemelerin bileşiminde en çok 0.5 g/100 g düzeyinde kullanılır. Çikolata ve benzeri ürünlerin (kokolin ve sürülebilir krema) kitlesinin özellikle plastik viskozite özelliği üzerinde etkilidir. Yield stress üzerindeki etkisi ise ihmal edilebilir. Ancak belirli düzeyin üzerinde kullanımı halinde çikolata kitlesi akış özelliklerini olumsuz etkileyebilir (Schantz ve Rohm 2005).

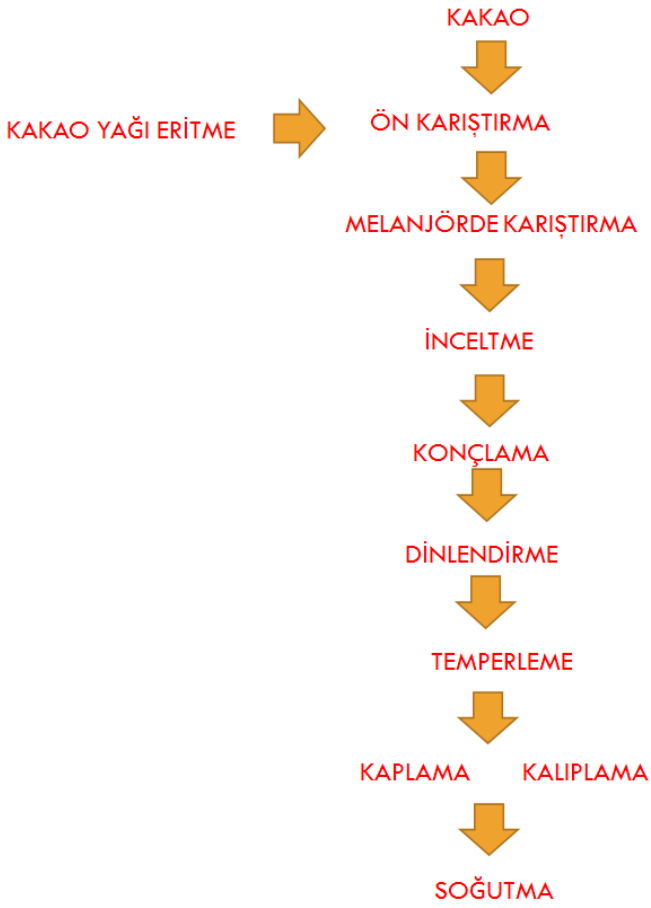
1.1.3.8 PGPR (Poligliserol polirisinolat)

PGPR, çikolataya %0,2 oranında kullanımında akma noktasını %50 oranında azaltan %0,8 oranında kullanımında ise yok eden hint yağı ve gliserolün çoklu kondensasyonu sonucu oluşmuş, di-tri ve tetragliserol bileşiminden oluşan poligliserol ile karıştırılmış bir kompleks olarak tanımlanan (Peker, 2011) bir emülgatör olarak ifade edilir. Lesitinden sonra, özellikle lesitin ile birlikte olmak üzere en yaygın kullanılan katkı maddesi PGPR'dır. Lesitin ve PGPR'ın kombinasyonun kakaolu şekerlemelerde ürünlerinde kullanımı sonucunda iyi akış özellikleri göstermektedir (Beckett, 2009). Kakao bazlı şekerlemelerde, PGPR %0.50'e kadar kullanılabilmektedir. PGPR önemli

işlevlerden biri yield stress değeri azaltıp, çikolatanın akış özelliklerinin iyileştirilmesidir (Schantz ve Rohm, 2005).

1.1.4 Çikolata Üretimi

Afoakwa vd. (2009) göre çikolata ve benzeri ürünlerin üretimi temel beş aşamadan oluşur. Bu aşamalar sırasıyla; karıştırma, inceltme, konçlama ve temperleme ve soğutmadır. Bunun dışında ürün çeşidine ve proses farklılığına göre dolum, kaplama, daldırma, vibrasyon, kalıptan çıkarma ve şekil verme gibi aşamalarda mevcuttur. Lakin ürünün fiziksel, duyusal, erime ve mikroyapısal özelliklerini etkileyerek son ürün kalitesini belirleyen belli başlı beş aşama olduğu üzerinde durulmaktadır (Glicerina vd., 2013; 2016; Afoakwa vd., 2009). Genel olarak çikolata ve benzeri ürünlerin üretimine ait akış şeması Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 1. 1 Çikolata ve benzeri (kokolin vb.) ürünlerin üretim akış şeması

1.1.4.1 Ön- Karıştırma ve Karıştırma

Tartma ve ölçme gibi hammadde hazırlık işlemlerinden sonra ilk yapılan işlem basamağıdır. Bileşenlerin homojen tekdüze bir forma getirildiği işlem basamağıdır (Koca, 2011). Genellikle küçük işletmelerde mikserde orta ve büyük düzeyde işletmelerde ise melanjörde yapılır (Diçer, 2015). Melanjör; dönel ısıtma sistemi yardımıyla hamurun daha iyi karışımını sağlanmak amacıyla granit, paslanmaz çelik vb. bir zemin ve bunun üzerindeki silindirler vasıtasıyla çikolata ve benzeri ürünlerin hammaddelerinin büyük bir kısmının homojen bir inceltme ve karıştırma işlemini gerçekleştiren makinelerdir. Bu aşamada kakao yağının 1/3-2/3'lük bölümü ile şeker, kakao tozu veya kitleri (likörü) ve çeşide bağlı olarak süt tozu (tam yağlı ve/veya yağsız), peynir altı suyu tozu gibi bileşenleri, kakao yağının erime sıcaklığının üzerindeki bir sıcaklık derecesinde yaklaşık 15 dk karıştırma işlemine tabi tutulur.

1.1.4.2 İnceltme

Karıştırılan öğelerin 18-20 mikrometreye inceltildiği aşamadır. İnceltme işlemi silindirlerde yapılır. Silindirde inceltme üst üste yerleştirilmiş silindirler arasındaki basınç (iki silindir arasındaki mesafeyi ayarlayarak vasıtasıyla), sıcaklık ve hız farkının etkisiyle etkili bir şekilde yapılır. Çikolata fabrikalarında 3'lü ve 5'li silindir sistemleri kullanılmaktadır. Silindirlerin hızı en alt silindirden en üst silindire doğru artmakta ve son silindirde çekilen toz sıyırıcı bıçak vasıtasıyla konveyör banda alınarak bir sonraki işlem olan konç aktarılır. Küçük işletmeler ve bazı özel üretimler için ise, karıştırma, inceltme ve konçlama işlemlerinin bir arada yürütüldüğü universal sistemler kullanılır. Bunlar arasında en yaygın olanı ise ball-mill (bilyalı değirmen) sistemleridir (Özat, 2018).

1.1.4.3 Konçlama

Yüksek sıcaklıkta şiddetli karıştırma, dövme, yoğurma ve havalandırma anlamına gelmektedir. Bu aşamada istenilen inceliğe kavuşmuş çikolata karışımı karıştırılır, dövülür ve havalandırılır. Hamur içindeki nem ve istenmeyen koku bu aşamada uzaklaşılır. Isıtmalı bir tekne olup çok kollu karıştırıcı şaftlar vasıtasıyla sürekli karıştırma uygulanır. Konçlama işleminde yoğurma işlemi granit, paslanmaz çelik vb. malzemelerden yapılmış taşların ileri-geri hareketlerin oluşturduğu mekanik işlemlerle gerçekleştirilir (Koca, 2011).

Konçlama sonucu üründe;

- Homojen bir yapı oluşur,
- Nem miktarı istenilen seviyeye düşürülür,
- Renk olgunlaşır,
- Yağ diğer partiküller ile emülsiyon oluşumunu tamamlar,
- Lezzet teşekkül eder,
- pH düzenlenir,
- İstenmeyen tat, koku, uçucu yağ asitler vb bileşikler uzaklaştırılır.

Geleneksel uygulamalarda konçlama süresi 10 saatten 96 saate kadar çok geniş bir aralıkta değişebilmektedir. Günümüzde yaygın olarak ise 4-8 saat süreli olarak gerçekleştirilir. Sütlü ve bitter çikolatalar için konçlama sıcaklıkları ise sırasıyla 49-52°C, ve 70-82°C'dir (Minifie, 1989).

1.1.4.4 Temperleme

Kakao ve kakao yağı eşdeğer yağlar farklı trigliseritler içermekteler. Bu trigliseritler farklı sıcaklıkta farklı fizikokimyasal özellik göstermektedirler. Tablo 1. 3'te belirtildiği gibi kakao yağının altı çeşit kristal yapısı bulunmaktadır. Lakin çikolata için en ideal kristal βV formudur. Temperleme işlemi kakao yağındaki bu kristal formlarını içerisinde en ideal formu ısı değiştiriciler ile oluşturma aşamasıdır (Peker, 2011). Yani temperleme işlemi; kakao ve kakao yağı eşdeğer yağları içeren emülsiyonların çekirdek kristal görevi görecek olan polimorflarik yapıda yağ kristallerinin hedef düzeyde (%1-3) oluşumunu sağlamak amacıyla eşanjör (tedrici ısı değiştiricilerle) muamele edilmesi şeklinde bilinmektedir.

Tablo 1. 3 Kakao yağının kristal yapıları ve erime sıcaklıkları (Peker, 2011)

Kristal Formu	Erime Sıcaklığı	Yapı
I	17°C	Yumuşak, ufalanan, erimesi kolay
II	21 °C	Yumuşak, ufalanan, erimesi kolay
III	26°C	Sert, zayıf koparılma, kolay eriyen
IV	28°C	Sert, iyi koparılma, kolay eriyen
V	34°C	Parlak, sert, çok iyi koparılma, insan vücut sıcaklığında eriyen
VI	36°C	Sert, zor şekil alan

Temperleme işlemi; görünüş-rengi geliştirme, parlaklık kazandırma, sertliği düzenleme, yüksek ısıl direnç, stabil ürün ve raf ömrü uzatma gibi ürün üzerinde birçok etkisi vardır (Afoakwa,2010). Temperleme işlemi dört aşamada gerçekleşir. İlk aşamada çikolata kitlesi tamamen eriyik hale getirilerek istenmeyen kristal yapıların ortadan kaldırılması sağlanır, daha sonra hedef polimorfik yapının oluşum sıcaklığı 27˚C soğutulur, ardından 30-32˚C polimorfik yapıların belli düzeyde çoğaltılması sağlanır. Son aşamada ise istenmeyen polimorfik yapıdaki kristallerin (III ve IV gibi) erimesi ve sadece hedef polimorfik yapıdaki (V) kristallerin kitlede bulunmasını sağlamak amacıyla 30-32˚C'den 35˚C'ye ısıtma uygulanır şeklinde yapılır (Koca, 2011).

Çikolatada parlak görünüm vermek, iyi kırılganlık ve yapı vermek ve yağ göçü direncini arttırmak için en çok istenen iyi temperlenmiş çikolata 'da V formunun oluşumu gerekir. Aksi takdirde iyi temperlenmemiş ürün ise diğer poliformlar da oluşabilmekte ve kalite özellikleri ve raf ömrü için önemli dezavantajlar söz konusu olmaktadır (Peker, 2011).

Kokolin ve benzeri ürünler kakao yağı içermediğinden dolayı farklı kristal formları içermemektedirler. Bundan dolayı temperleme işlemine tabi tutulmalarına gerek yoktur.

1.1.4.5 Soğutma

Çikolata ve benzeri ürünlere (kokolin vb.) istenilen şekil ancak kaplandıktan ve/veya kalıplandığından [ürünlerin kalıptan kolayca ayrılması için kalıpların dolumdan önce kalıp ısıtıcılarda 24˚- 25˚C'ye ısıtılmalı (Dereli, 2011)] sonra uygulanan soğutma işlemi ile verilmektedir. Ürünlerde çiçeklenmenin önlenmesi için soğutma kritik ehemmiyete sahiptir. Soğutma işlemi eriyik çikolatanın kalıplara aktarıldıktan sonra aşamalı olarak gerçekleştirilir ilk aşamada 12°C'de 20 dakika ikinci aşamada 8°C'de 10 dakika son olarak ürünler tünelden çıkmadan önce nemlenmeleri için 12°C'de 10 dakika soğutma şeklinde yapılır (Dereli, 2011).

Soğutma parametreleri şekil verme dışında kristalleşme, görünüm, parlaklık gibi ürün kalitesi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Çikolata ve benzeri ürünler (kokolin vb.) belirli bir süre kaldığı soğutma tünelinden istenilen kalıbın şeklini almış ve kristalizasyon düzeyi ilerlemiş (%75-90) olarak çıkar. Soğutma sonrasında ürün raf ömrü boyunca niteliklerini muhafaza edecek ambalaj materyali ile (kâğıt, alüminyum, plastik esaslı malzemeler veya bunların kombinasyonları) paketlenir.

1.1.4.6 Depolama

Soğutma tünelinden çıkan ürünler ambalajlandıktan sonra satışa kadar sevkiyat ve satış dahil belli koşullarda muhafaza edilmedir. Genel olarak ürün güneş ışığından korunmalı, serin ve kuru yerde muhafaza edilmeli ve koku veren maddelerden uzak tutulması gerekmektedir. Çeşidine göre farklılık arz etmekle birlikte genel olarak uygun muhafaza sıcaklığı 15°C-17°C arasında bağıl nem miktarının da %50'den daha az olmalıdır (Koca, 2011).

1.1.5 Çikolata Çeşitleri

Çikolata farklı özellikler ve kullanım alanına sahip farklı çeşitlere sahiptir. Sütlü, bitter ve beyaz çikolata olmak üzere üç ana kategoride incelenmekte, ayrıca sade, çeşnili ve dolgulu olmak üzere üç çeşitte üretilebilmektedir (Palacıoğlu, 2003). Ayrıca son yıllarda kakao çekirdeği fermantasyonu modifikasyonu ile geliştirilen dördüncü çeşit olarak anılan ruby çikolatası söz konusu olmuştur. Ayrıca farklı renklerde ürünler geliştirilmiştir (Genç-Polat, vd. 2020; Nieburg, 2017; Churchill, 2017; Jay, 2017; Lončarevića, vd. 2018).

1.1.5.1 Sütlü Çikolata

TGK (2017)'ne göre sütlü çikolata, bileşiminde en az %2.5 yağsız kakao kuru maddesi olacak şekilde en az %25 toplam kakao kuru maddesi içeren, ayrıca en az %14 süt kuru maddesi ve en az %3.5 süt yağından oluşan, kakao yağı ve süt yağı toplam miktarı ise en az %25 olan ürün olarak tanımlanmıştır.

1.1.5.2 Bitter Çikolata

TGK (2017)'ne göre bitter çikolata, bileşiminde en az %18 kakao yağı ve en az %14 yağsız kakao kuru maddesi olacak şekilde en az %35 toplam kakao kuru maddesi içeren çikolata şeklinde tanımlanmıştır.

1.1.5.3 Beyaz Çikolata

TGK (2017)'ne göre beyaz çikolata ise, bileşiminde en az %20 kakao yağı ve en az %14 süt kuru maddesi içeren ve en az %3.5'i süt yağı olan ürün olarak tanımlanmıştır. Beyaz çikolata pazarı; 2010 yılından 2017 yılına kadar %1.5/yıl oranında artarak 2017 yılı itibari ile yıllık ticaret hacmi 17.6 milyar ABD dolarına ulaşmış olup bu artışın 2023

yılında ise 18 milyar ABD doları seviyesine ulaşacağı öngörülmektedir (Research and Markets, 2018).

Tanımdan da anlaşılacağı üzere beyaz çikolata ve kokolinin diğer çikolata çeşitlerinden;

- Kakao kuru maddesi içermemesi
- Daha hafif aromaya sahip olmasından dolayı olumlu ve olumsuz aroma modifikasyonlarına daha açık olması,
- Kakao kuru maddesi içermediği için kafeine hassas tüketiciler için ideal bir tercih olması,
- Renk maddeleri ile renklendirilmeye daha elverişli olması
- Düşük su aktivitesi
- Daha kısa raf ömürü
- Kakao orijinli polifenolleri içermemesi
- Daha düşük antioksidan madde içeriği ve oksidasyona karşı daha hassas olması

gibi farklılıklara sahiptir.

Ayrıca, diğer çikolata çeşitleri dikkate alındığında, beyaz çikolata çeşitleri ile yürütülmüş olan araştırma sayısı oldukça kısıtlıdır. Beyaz çikolata ile ilgili kısıtlı sayıdaki bu araştırmalarda uçucu bileşenleri (Champagnene vd., 2015), mikro-yapı ve reolojik bazı özellikleri (Glicerina vd., 2015 ve 2016), bilişsel fonksiyonlar üzerinde akut etki (Field vd., 2011), renk kaybı kinetiği (Jardim vd., 2011), insanlarda HDL kolesterol konsantrasyonu ile lipid peroksidasyonunun inhibisyonu üzerine etkisi (Mursu vd., 2004), flavonoid içeriği (Pimentel vd., 2010), kroner sirkülasyon üzerinde akut etki (Shiina vd., 2009), esmerleşme (Vercet, 2003) akış özelliklerinde artış (Ziegleder vd., 2004) ve depolama sürecinde beyaz çikolata kazein ile fenolik bileşiklerin etkileşimi (Zhou vd., 2015) incelenmiştir.

1.1.5.4 Çikolata Benzeri Ürünler

- **Sürülebilir Krema:** TGK (2017)'ne göre sürülebilir çikolata (krema), bileşiminde en az %8 yağsız kakao kuru maddesi olacak şekilde en az %32 toplam kakao kuru maddesi içeren çikolataya %20-40 arasında ince öğütülmüş fındık veya fındık füresi ilavesi ile elde edilen çikolatadır.
- **Kokolin:** Çikolata prosesi gibi işlem gören kakao, şeker, bitkisel yağ, süt tozu, peynir altı suyu tozu ve katkı maddeleri formasyona göre soya unu ve çeşni

maddelerin ilavesi ile üretilen bir ürün şeklinde tanımlanır. Çikolatada kullanılan en maliyetli hammadde olan kakao yağı kullanılmadığı için çikolataya göre daha düşük maliyete sahiptir. Bu sebepten ötürü gelir seviyesi düşük insanlar tarafından daha çok tercih edilir.

- **Pralin:** TGK (2017) 'ne göre pralin; toplam ürün ağırlığının en az %25 i bitter çikolata, sütlü çikolata, bol sütlü çikolata, beyaz çikolataların kombinasyonundan, karışımından veya herhangi birinden ya da dolgulu çikolatadan oluşan bir lokma büyüklüğündeki çikolatadır.

1.1.6 Çikolata Kalite Kriterleri

Çikolata ve benzeri ürünler için kalite parametreleri üretici, tüketici ve araştırmacılar açısından değerlendirildiğinde değişkendir. Reoloji üreticiler için sorunsuz akış için önemli iken tüketiciler için herhangi bir anlam ifade etmemektedir. Lakin genellikle çikolata ürünleri için belli başlı kalite kriterleri olarak; nem miktarı, su aktivitesi, partikül boyutu, tekstür, reoloji, renk, erime profili ve duyusal özellikler sıralanabilir.

1.1.6.1 Nem Miktarı

Genel olarak nem miktarının gıdaların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde önemli etkileri vardır. Çikolata ve benzeri ürünlerde nem miktarı kakao, şeker, fındık füresi, süt tozu, peynir altı suyu tozu gibi bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Genel itibari ile çikolata ve benzeri ürünler için mikrobiyolojik, reolojik ve duyusal özellikler için maksimum 1.5 g/100 g'ı geçmemelidir (Konar & Bingöl, 2019). Ürünün bu düzeyin üzerinde nem içermesi durumunda mikrobiyal faaliyetler artmakta, ürün emülsiyonu kırılma eğilimi göstermekte ve ağızda çamurumsu bir kıvam oluşturmaktadır (Konar & Bingöl, 2019; Afoakwa, 2010). Nem miktarının yüksek olması reolojik özelliklerin vizkoelastik dengede elastikiyet yönünde ağır basmakta akışı olumsuz yönde etkilemektedir. Yeterli konçlama ile nem sınırı istenilen seviyede tutulabilmektedir.

1.1.6.2 Su Aktivitesi

0.00 ile 1.00 değerleri arasında değişen su aktivitesi; bir gıdanın dengede bulunan havanın bağıl nemi veya gıdanın denge buhar basıncının aynı sıcaklıktaki saf suyun denge buhar basıncına oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Su aktivitesi, gıdalarda fiziksel, kimyasal ve biyolojik reaksiyonlar üzerinde önemli derecede etkili olup gıdaların işleme ve depolama koşulları üzerinde belirleyicidir (Pala ve Saygı, 1983). Su aktivitesi (a_w)

değerlerine göre gıdalar nemli gıdalar (a_w>0.90, taze sucuk), orta nemli gıdalar (0.60<a_w<0.90, fındık, fıstık ve kayısı ezmesi) ve düşük nemli gıdalar (a_w<0.60, süt tozu, bisküvi ve kraker) olarak sınıflandırılmaktadır (Özay, 1993). Taze üretilmiş bir çikolata ürününün su aktivitesini etkileyen başlıca etmenler, ürün bileşenleri, konçlama ve benzeri proses koşullarıdır (Konar ve Bingol, 2019). Çikolata ve benzeri ürünlerde su aktivitesi genel olarak 0.40'tan düşük olması istenir (Konar vd., 2018). Çikolata ve benzeri ürünlerdeki su aktivitesi özellikle patojenler olmak üzere mikroorganizmalar üzerine kısıtlayıcı bir etmendir.

1.1.6.3 Tekstür

Gıdaların tekstürel özellikleri; görme, işitme, dokunma ve kinestetiksel yolla yapısal, mekaniksel ve yüzey özellikler olarak incelenir. Gıdaların tekstürel nitelikleri objektif ve sübjektif olmak üzere iki yolla belirlenebilir. Sübjektif olarak ağız ve eldeki kinestetik (kas hissi) algı aracılığıyla tekstürel özellikler tespit edilebilir. Subjektif tanımlamada gıdaların tekstürünün algılanmasında çiğneme, salivasyon, oral kavitedeki duyarlılık ve duyu reseptörleri etkilidir (Ertaş, 2010).

Szczesniak vd. (1963), tekstürel özellikleri;

- Mekanik özellikler
    - Birincil mekanik karakterler (Sertlik, bağlılık, elastikiyet, yapışkanlık, kıvam, viskozite ve konsistens)
    - İkincil mekanik karakterler (Gevreklik, çiğnenebilirlik ve yumuşaklık)
- Geometrik özellikler (partikül şekli ve büyüklüğü ile partikül düzeni vb)
- Diğer özellikleri (su ve yağ içerik ve kompozisyonu)

olarak gruplandırmıştır. Çikolata örneklerinin objektif tekstürel özelliklerinin belirlenmesi için ise genel olarak tekstür cihazında penetrasyon testi uygulanır ve bu test sonucunda örneklere ait sertlik ve yapışkanlık ve/veya kırılganlık değerleri belirlenir. Çikolataların tekstürel özellikleri üzerine; yağ içeriği, yağ çeşidi, ürün formülasyonu partikül boyutu, kristalizasyon ve proses faktörleri etkili olmaktadır (Do vd., 2007; Full vd., 1996; Belscak-Cvitanovic vd., 2015; Afoakwa vd., 2009).

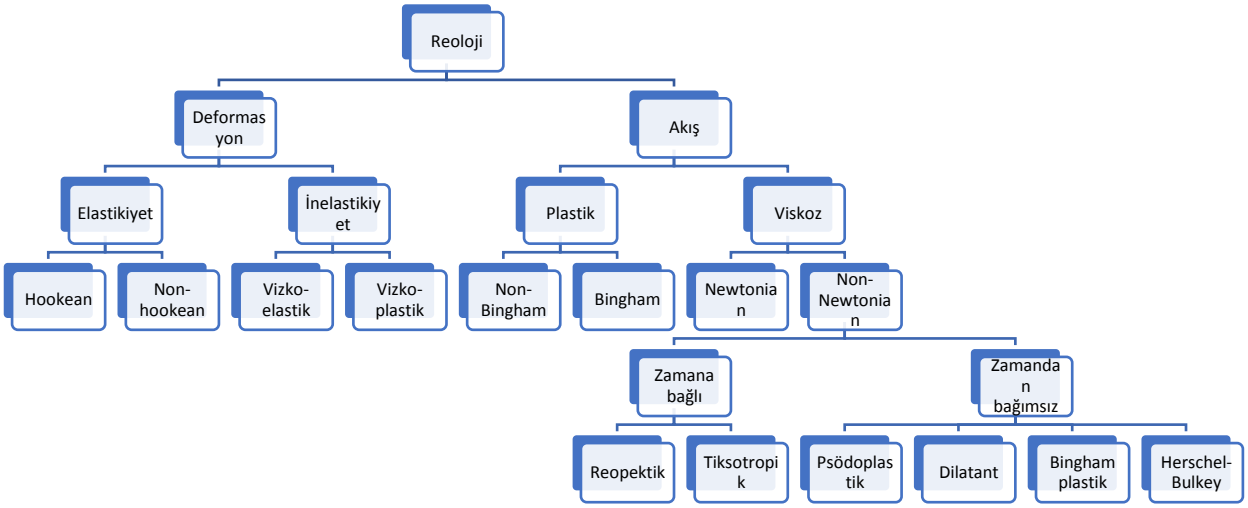
1.1.6.4 Partikül Boyutu

Çikolata ve benzeri ürünlerinin mikroyapısal özellikleri arasında partikül boyutunun, lezzet üzerinde önemli bir rolü vardır. Partikül boyutu ve dağılımı, ürünü oluşturan

parçacıkların boyutu hakkında bilgi veren bir kavramdır. Çikolatada partikül boyutunun artması ağızda kumluluk olarak tanımlanabilecek olumsuz hisse neden olabilirken, partikül boyutunun azalması ise akışkanlık üzerinde önemli etki sahibidir (Do vd., 2007; Schumacher vd. 2009). Çikolata ürünlerinde partikül boyutu 18-25 μm civarında olması istenirken partikül boyutu azaldıkça bazı duyusal özellikler iyileşmektedir (Ziegler vd., 2001). Partikül boyutunun 30 μm'nin üstünde olması kabul edilebilir bir durum olmaktan çıkar. İri partiküllü yapıya sahip ürünlerin yutulmasında zorlanmaya ve erime problemlerine neden olduğu ifade edilmektedir (Do vd., 2007). Partikül boyutu; proses koşulları, ürün formülasyonu, emülsiyon yapısı gibi birçok faktörden etkilenirken ürünün akış özelliklerini, akma basıncını, ürünün sürülebilirliğini ve tekstürel özelliklerini etkileyebilmektedir (Konar ve Bingöl, 2019; Chevalley, 1999; Beckett, 2009; Afoakwa vd., 2009). İdeal partikül boyutu ile çikolata için hedef akış özelliklerine ulaşmak için kullanılan yüzey aktif maddelerden tasarruf sağlanabilir (Afoakwa vd., 2008).

1.1.6.5 Reoloji

Yunanca'da rheo (akış) kelimesinden türetilmiştir. Yunan filozofu Heraclitus reolojiyi "panta rei" – akan her şey olarak tanımlamıştır. Maddelerin akış ve deformasyonunu inceleyen bilim olarak tanımlanır (Macosko, 1994). Reoloji daha çok sıcaklık, kayma hızı, kayma süresi, basınç, konsantrasyon, pH, su aktivitesi, ürünün bileşimi ve yapısına bağlı olarak değişir. Reoloji, endüstriyel gıda ürünlerin geliştirilmesinde (karıştırma, pompalama, dozajlama, dağıtma, püskürtme) ve gıda tüketimi (oral algı, sindirim, fonksiyonellik) ile yakından ilişkilidir (Fischer, 2011). Reoloji katılar için deformasyon sıvılar için akış özellikleri ile Şekil 2.2'deki gibi sınıflandırılabilmektedir.



Şekil 1. 2 Reolojik davranış biçimleri (Ak, 1997; Lokumcu, 2000)

Deformasyon katı ve yarı katıların elastik ve elastik olmayan davranışlarını incelerken, akış sıvı ve yarı sıvıların plastik ve viskoz davranışlarını inceler (Şahin ve Şumnu, 2006). Akış niteliği gösteren sıvılar Newtonian ve Non-Newtonian akışkanlar olarak ikiye ayrılırken, Non-Newtonian akışkanlarda zamana bağlı ve zamandan bağımsız akışkanlar olarak iki gruba ayrılmaktadır (Ak, 1997).

Sıvılar akışkan fazdadırlar ve bulundukları kabın şeklini alırlar. Bir sıvının akabilme özelliği viskozite özelliğinden kaynaklanır. Çikolata ve benzeri ürünlerin (kokolin vb.) eriyik halde işlem gördüğünden sürekli proseslerde işlem süresinde akışın stabilitesinin sağlanması önemlidir. Çikolata ve benzeri ürünlerin (kokolin vb.) üretim hatlarında akışın sürekli olması için vizkozitenin düşük olması istenir. Ayrıca çikolatanın viskozitesi yüksek durumlarda konçlamada istenmeyen nem ve koku çıkışı zorlaşır ve istenmeyen duyusal nitelikler ile karşılaşılır (Gonçalves ve Lannes, 2010). Çikolata ve kokolin gibi benzer örneklerinin reolojik davranışını açıklayan en iyi model Casson model olurken, sürülebilir krema için ise Ostwald de Waele modeli olduğu belirtilmiştir (Konar ve Bingöl, 2019; Efraim vd., 2011; Glicerina vd., 2015; Laličić-Petronijevic vd., 2015). Casson modeli akabilmesi için gerekli kuvvet (akma basıncı) ve hareketini sürdürebilmesi için gerekli enerji (plastik viskozite) olmak üzere iki parametrenin hesaplanması için kullanılmaktadır (Konar ve Bingöl, 2019). Plastik viskozite ürünün iletilebilirlilik, dolum, kaplama ve duyusal nitelikler hakkında bilgi veren bir kriterdir (Gonçalves ve Silva, 2010).

1.1.6.6 Renk

Cisimden yansıyan farklı dalga boyuna sahip görünür ışığın gözde oluşan algısıdır (Keskin, 2007). Tüketicilerin gıda tercih ve seçimlerini etkileyen kriterler arasında renk ve görsel karakteristikler de yer almaktadır (Örücü ve Tavşancı, 2001). Renk özelliği, insandan insana değişkenlik gösterdiği için renk kalitesinin belirlenmesinde subjektif yöntemler çok farklı sonuçlar verebilmektedir. Bundan dolayı, renk değerinin ölçülmesinde tekrarlanabilirlilik açısından objektif renk ölçüm sistemleri önemlidir. Objektif renk sistemleri ham ve işlenmiş gıdaların (et, ekmek, un, hamur, meyve suyu, pekmez, çikolata, sıvı yağ, süt, süt ürünleri, makarna, marmelat, vb.) durumu, kalitesi, olgunluğu ve benzeri unsurların tespitinde sıklıkla kullanılmaktadır. Renk ölçüm sistemleri çalışma prensibi genellikle yansıma (reflectance) veya geçirgenlik (transmittance) özelliklerinin belirlenerek nicel olarak ifade edilmesine dayanmaktadır (Keskin, 2007). Gıda alanında ekseriyetle Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage:) tarafından geliştirilmiş CIE L*a*b* modeli kullanılmaktadır (Keskin, 2007). Renk L*; parlaklık (0: Siyah, 100: Beyaz), a*; kırmızılık-yeşillik (-60: Yeşil, +60: Kırmızı), b*; sarılık-mavilik (-60: Mavi, +60: Sarı) şeklinde üç boyut ile ifade edilmektedir (Konica Minolta, 2007; Keskin, 2007). CIE L*C*h renk modelinde ise buna ilave olarak kroma (C*) ve hue açısı (h°) parametreleri de kullanılmaktadır. C* değeri silindirin merkezinden dışa doğru artan değere (0-60) sahiptir (Konica Minolta, 2007; Keskin, 2007). CIE L*C*h Renk Sisteminde renk canlılığını için h° değeri ilave edilmiştir. h değerinin birimi derece (°) olup +a* ile başlar. Açı ve renk ilişkisi şöyledir: 0°: +a* (kırmızı), 90°: +b* (sarı), 180°: -a* (yeşil), 270°: -b* (mavi) (Konica Minolta, 2007).

1.1.6.7 Erime Profili

Şekerleme ürünlerinin hem lezzet hem de üretim sonrası (depolama, sevkiyat, nakliye ve satış) görsel stabiliteleri için sıcaklığa karşı gösterdikleri faz değişimleri önem teşkil etmektedir. Çikolata ve benzeri ürünlerin ısı kapasitesinin (Cp) sıcaklıkla nasıl değiştiğini inceleyen termal analiz yöntemi genellikle Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) dir. Numune ısıtılır ve ısı kapasitesindeki değişiklikler ısı akışında değişiklikler olarak izlenerek erime, camsı geçiş ve faz değişikliği gibi geçişler saptanabilir (Rotalab, 2020). Çikolatanın erime profiline; yağ miktarı, kristal yapısı, kristal boyut ve dağılımı etki etmektedir (Afoakwa vd., 2008). Çikolatanın erime sıcaklığı yaklaşık 35-37°C'dir. Bu

sıcaklıklar bazı ülkelerde mevsime göre şekil deformasyonlarına neden olmakta olduğundan çikolata ürünlerinde erime profilinin önemi artmaktadır. DSC'de erime profili analizlerinde ürünün erimeye ilk başladığı (T_{ilk}), en hızlı eridiği (T_{pik}), tamamen eridiği sıcaklık (T_{son}) ve erime sırasındaki entalpi değişimi (ΔH) incelenmektedir (Afoakwa vd. 2008).

1.1.6.8 Duyusal Özellikler

Duyusal analizler;

- Değerlendirmelerde objektif yöntemlerin yetersiz kalabilmesi,
- Objektif yöntemlerle yapılan analizlerin duyusal değerlendirmeler ile teyit edilmesi ihtiyacı,
- Kolay ve düşük maliyetli olması
- Bazı tüketici kabullerinin yalnızca duyusal testlerle saptanabilmesi

gibi sebeplerden dolayı halen popülerliğini korumaktadır.

Mevcut kalitenin korunması ve artırılmasında, Ar-Ge ve Ür-Ge çalışmalarında, pazarlama analizleri, tüketici beğenisini ve isteklerini saptama, satışı arttırılmasında duyusal analizlerin kullanılması hedefe ulaşmakta faydalı olabildiği ifade edilmektedir (MEGEP, 2012).

Duyusal değerlendirmede; görünüş, doku, koku, lezzet gibi duyusal özellikler bireylerin bir uyarıya karşı tepkisi yani uyarı→ yanıt tepkimesi ölçülmektedir. İnsanların uyaranlara karşı gösterdiği üç tepki=yanıt tipi vardır. Bu üç tepki sırasıyla nitelik (sezme), boyut (tanıma) ve hedonik (ayırt etme ve derecelendirme) şeklinde olmaktadır (MEGEP, 2012). Lakin duyusal analizlerin analizde katılımcıların (panelist) konuyla ilgili tecrübe ve eğitimleri, panelistlerin psikolojik durumları, panel koşulları gibi birçok faktör yanıltıcı sonuçlar doğurabilir. Duyusal analizde çikolata ürünlerde genellikle; görünüş, tat, ağız hissi, aroma, ağızda erime ve tadım sonrası bıraktığı his gibi parametreler incelenmektedir (Afoakwa, 2010).

1.1.7 Fonksiyonel Gıda

Son yıllarda tüketicilerin gıda beklentileri; sağlık bilinci, kaliteli yaşam sürme arzusu, yaşam süresinin uzaması ve hastalık tedavi ücretlerinin artması gibi faktörlerden dolayı lezzet ve temel besin öğelerini karşılama gibi geleneksel taleplerin ötesine taşınmıştır (Sevilmiş vd., 2017). Bu nedenle "Vücudun temel besin öğelerine olan ihtiyacı

karşılamanın ötesinde insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar veya gıda bileşenleri" (Dayıoğlu vd., 2014) şeklinde ifade edilen fonksiyonel gıdalara yönelik talep artış göstermektedir.

Çikolata ve kokolin gibi benzeri şekerleme ürünlerinde;

- Yüksek mono- ve di-sakkarit içerikleri ile doymuş yağ düzeyleri
- Yüksek kalori değeri
- Yüksek glisemik indeksi
- Diş sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri
- Çeşitli sistemik sağlık problemleri ile potansiyel etkileşimleri
- Obezite

ile ilişkilendirilmeleri nedeni ile fonksiyonel çikolata geliştirme çalışmalarında dikkate alınması gereken dezavantaj unsuru faktörlerdir. Ancak diğer yandan ise çikolata ve benzeri ürünlerin tüketiminin;

- Kardiyovasküler hastalıklar,
- Kanser
- Yaşa bağlı sağlık sorunları gibi kronik rahatsızlıklarla ilgili riskleri

azalttığı ve/veya engellediği çeşitli araştırmalar sonucu bildirilmiştir (Beckett, 2009; Adamson vd., 1999; Lee vd., 2003; Cooper vd., 2008; Yiğit vd., 2018; Kargın ve Güneş, 2017). Ayrıca, konvansiyonel üretimde kullanılan bileşen ve yöntemler dışında;

- Çeşitli meyve, sebze ve baharat ekstraktlarının, posalarının ve çekirdeklerinin ilave edilmesi,
- Kalori düzeyinin kısıtlanması,
- Mono- ve di-sakkarit içeriklerinin modifiye edilmesi,
- Doymuş yağ oranının azaltılması, Çoklu doymamış yağ asitlerinin ilaves
- Probiyotik canlılar ve prebiyotik maddelerin kullanılması
- Çeşitli mineral maddelerin düzeyinin geliştirilmesi

ile biyoaktif bileşenlerce zengin bileşenler dolayısı ile de sağlık üzerindeki olumlu potansiyel etkileri arttırılmış çikolata geliştirme çalışmaları mevcuttur (Albak ve Tekin, 2014; Cerit vd., 2016; Muhammad vd., 2018; Oba vd., 2017; Konar vd., 2014a, 2014b, 2016, 2017, 2018; Toker vd., 2017a, 2018a, 2018b; Maillard ve Landuyt, 2008). Gıdalara

fonksiyonel özellik kazandıran bu çalışmaların başında ise bitkilerden elde edilen fitokimyasal, hayvanlardan elde edilen zookimyasal diye adlandırılan biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilmiş ürün geliştirme çalışmaları bulunmaktadır (Jiménez - Kalmenero vd., 2001; Efraim vd., 2011).

1.1.7.1 Çikolata Bileşenlerinin Fonksiyonel Özellikleri

Çikolata ve benzeri ürünler çeşidi bağlı olarak önemli derece de farklılıklar göstermektedir. Bununla beraber bu tür ürünler muhteviyatlarından ötürü zengin biyoaktif (kateşini, epikateşin ve prosiyanidin) bileşiklere sahiptirler. Bu biyoaktif bileşikler ise genel olarak kakao orijinli fenolik bileşiklerdir (Tablo 1. 4).

Tablo 1. 4 Kakao tozu kateşin ve prosiyadin içeriği (Gu vd., 2006)

Ürün	Kateşinler (mg/g)			Prosiyanidinler (mg/g)					
	Kateşin	**Epikateşin**	**Toplam**	**1***	**2-3***	**4-5***	**7-10***	**>10***	**Toplam**
Natürel kakao tozu	0.61	1.58	2.36	3.54	7.09	7.36	4.40	9.80	32.2
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.90	2.58	3.48	4.49	8.89	10.9	7.45	16.9	48.7

*: Fenolik birimi sayısı

Fenolik bileşiklerin, biyoaktif bileşikler olarak antioksidan, antiradikal ve antikarsenojenik özellikleri birçok çalışmada bildirilmiştir (Di Mattia vd., 2017). Buna ilaveten çikolata ve benzeri ürünlerin biyoaktif bileşen miktarı; kullanılan kakaonun varyetesi ve coğrafik orijini yanı sıra çikolata proses ve formülasyon farklılığından etkilemektedir.

Tablo 1. 5 Kakao mineral içeriği (Borchers vd., 2000)

Mineral	Miktar (mg/100g)
Kalsiyum	169.5
Bakır	4.61
Demir	13.9
Magnezyum	593.6
Manganez	4.73
Fosfor	795.3
Potasyum	2,058.2
Sodyum	8.99
Çinko	7.93

Ham kakao çekirdekleri işlenirken yüksek ısıl işlemlere maruz kalarak biyoaktif bileşenlerinde önemli değişimler söz konusu olur (Güneş vd., 2018).

Kakao tozunda beslenme ve sağlık açısından önemli bazı mineraller de içermektedir (Tablo 1. 5). Çikolata ve benzeri ürünlerin niceliksel olarak önemli bir bileşeni olan kakao muhteviyatı bakımından önemli oranda protein içerir. Kakao protein içeriği, düzey ve kompozisyon açılarından dikkat çekici özelliklere sahip olup, örneğin tüm esensiyel aminoasitleri içermektedir (Tablo 1. 6).

Tablo 1. 6 Kakao nibi fermentasyon öncesi ve sonrası amino asit profili (mg/g ham protein) (Adeyeye vd. 2010)

Amino asit	Fermantasyon öncesi**	Fermantasyon sonrası**
Lizin*	42.0 ± 0.02	52.6 ± 0.02
Histadin*	20.0 ± 0.00	23.3 ± 0.02
Arjinin*	43.6 ± 0.01	51.4 ± 0.20
Aspartat	100 ± 0.10	82.5 ± 0.11
Treonin*	29.9 ± 0.03	23.3 ± 0.10
Serin	23.7 ± 0.01	32.6 ± 0.03
Glutamat	128 ± 0.20	153 ± 0.40
Prolin	12.5 ± 0.02	12.5 ± 0.03
Glisin	20.5 ± 0.01	32.0 ± 0.02
Alanin	29.8 ± 0.20	40.1 ± 0.03
Sistein	7.8 ± 0.01	6.9 ± 0.02
Valin*	32.1 ± 0.10	35.1 ± 0.02
Metiyonin*	9.9 ± 0.01	8.0 ± 0.00
Izolösin*	21.4 ± 0.02	29.3 ± 0.20
Lösin*	72.2 ± 0.30	62.4 ± 0.20
Tirozin	18.6 ± 0.02	27.0 ± 0.01
Fenilalanin*	28.6 ± 0.01	36.3 ± 0.02
Triptofan*	nd	nd
Ham protein (g/100 g)	13.6 ± 0.30	15.2 ± 0.21

*Esensiyel amino asit, **mg/g ham protein, nd: belirlenememiştir

Ayrıca bazı çikolata çeşitleri için süt tozu ve peyniri altı suyu tozu da önemli protein kaynaklarıdır. Çikolata ve benzeri ürünlere (kokolin, sürülebilir krema vb.) %10-25 arası süttozu ve peynir altı suyu tozu ilave edilir.

Süt kaynaklı proteinler; kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve obezite gibi beslenme kaynaklı hastalıkların görülme riskinin engellenmesinde ve/veya önlenmesinde potansiyel fonksiyonel özelliği ile ilgi görmektedirler (Adeyeye vd., 2010).

1.1.7.2 Fonksiyonel Çikolata Geliştirme

- **Meyve, Sebze ve Baharat Ekstrakt ve Posaları Kullanımı**

Meyve, sebze ve baharat ekstrakt ve posalarının fonksiyonel çikolata ve benzeri ürünleri geliştirme çalışmalarında kulanım gerekçelerinin başında antioksidan maddeler gelmektedir. Serbest radikallerin neden olabileceği çeşitli kanser türleri, kalp damar hastalıkları ve yaşlanmaya bağlı diğer sağlık sorunlarının antioksidanlarca zengin gıdaların tüketimiyle geciktirilmesi veya önlenmesinin mümkün olacağı düşüncesi tüketiciler tarafından rağbet görmesi bu çalışmalara ivme kazandırmıştır (Yiğit vd., 2018). Ayrıca antioksidan içeren gıdaların içermeyenlere oranla daha uzun raf ömrüne sahip olduğu da bildirilmektedir (Bölükbaşı ve Erhan, 2006). Bunun dışında antioksidan kaynağı olarak; polen, meyveler, sebze ve baharat bazlı katkıların ilave edildiği görülmektedir (Özgen, 2010; Komes vd., 2013; Muhammad vd., 2018; Wang vd., 1996; Cerit vd., 2016). Ayrıca fitosteroidler ve fenolik içeriği yüksek çeşitli bitkisel ekstraktların direkt ve enkapsüle formda ilavesi ile zenginleştirilme imkanlarının olduğu belirtilmiştir (BelscakCvitanovic vd., 2015; Lončarević, vd., 2018). Ayrıca antioksidan kaynaklarının *in vitro* koşullarda biyoerişilebilirlilikleri de incelenmiştir (Dall'Acqua vd., 2008).

- **Kalori Kısıtlaması ve Şekersiz Ürün Geliştirme**

Son yıllarda insanların yaşam tarzının daha az fiziksel aktivite gerektiren bir yönelime doğru ilerlemesi araştırmacıları obezite ve obeziteye bağlı kardiyovasküler, diyabet gibi hastalıklarla mücadele kapsamında enerji değeri düşük ve/veya enerji içermeyen ikame ve dolgu gıda bileşenlerinin kullanımı ile gıda geliştirme çalışmalarına yönlendirmiştir. Çikolata ve benzeri ürünler (kokolin ve sürülebilir krema vb.); yüksek şeker, yağ ve protein içeriği ile enerji değeri yüksek gıdalar içerisinde yer almaktadır. Çikolatanın yüksek sakaroz içeriği diyabet hastaları için uygunsuzluk ve riskler taşımaktadır. Bu gibi

uygunsuzlukları gidermek için çikolata içeriğindeki sakarozun besleyici değeri olan veya olmayan tatlandırıcı veya dolgu maddeleri ile kısmi veya tamamen ikamesi mümkün olmaktadır (Aidoo vd., 2014, 2015, 2017). Ancak bu maddelerin ürün geliştirme çalışmalarında gıdanın fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır. Örneğin, düşük higroskopik özelliğinden dolayı maltitol, sakaroza göre çikolatanın kendine özgü tat ve aroması geliştirilebilmektedir (Olinger, 1994; Sökmen ve Güneş, 2006). Ksilitolün serinletici etkisinden dolayı tüketicilerin daha az tercih ettikleri bildirilmiştir (Kato ve Moskowitz, 2001; Olinger ve Pepper, 2001; Wijers ve Strater, 2001). Özat, (2018) yaptığı çalışmada, yulaf, arpa ve ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) olarak 3 farklı kaynaktan elde edilmiş β-glukan konsantratlarının sütlü, bitter, beyaz çikolata çeşitleri ve sürülebilir kakaolu fındık kreması bileşiminde %5, %10 ve %15 oranlarında şeker ikamesi olarak kullanarak fonksiyonel ürün geliştirme çalışmalarında bulunmuştur. Ayrıca prebiyotik gıda niteliğinde olan oligosakkaritlerin sakkaroz ikamesi ve dolgu maddesi olarak kullanılması kalori değerini düşürmekte ve karbonhidrat içeriğini hedeflenen nitelikte düzenleyebilmektedir (Aidoo vd., 2015; Nebesny vd., 2007; Azevedo vd., 2017).

- **Yağ Kompozisyon ve Düzeyinin Modifikasyonu**

Yağların, yağ asidi profiline bağlı olarak beslenme ve sağlık üzerinde önemli etkileri vardır. İnsan sağlığında lipitler; yağ asidi kimyasal yapısı, miktarı, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), trans-cis formları ve konjuge linoleik asit gibi hususlar açısından önem taşımaktadır. Fonksiyonel çikolata üretiminde doymamış yağ asitleri EPA (eikosapentaenoik asit) ve DHA (dokosaheksaenoik asit) gibi insan beslenmesinde önemli olan omega-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmesi (Toker vd., 2018a) yanısıra palm ve kakao yağlarının tereyağ, zeytin yağ ve benzeri bitkisel yağlar ile ikamesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Yıldırım, 2017; Shiehzadeh, 2019).

- **Probiyotik ve Prebiyotik Kullanımı**

Bağırsak mikrobiyal florasın üzerinde olumlu etkileri olan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanan probiyotikler, bakteriyel ve viral diyare ile atopik (alerjik hastalıklar) hastalıklardan enflamatuar barsak hastalıklarına kadar birçok gastrointestinal sistem hastalığının tedavisi veya korumasında etkili olmaktadırlar. Prebiyotik katkılar ise kolon florasını olumlu yönde artırmaya sağlayan sindirilmeyen karbonhidratlar olarak tanımlanarak immün sistemi üzerinde uyarıcı ve kolonda karsinogenezisi inhibe edici

etkileri belirlenmiş genel olarak oligosakkarit yapısındaki maddelerdir (İnanç vd., 2005). Bu etkileri nedeni ile gıdalara probiyotik canlı organizma ve prebiyotik madde ilavesi ile fonksiyonel niteliklerin geliştirilmesi, en yaygın fonksiyonel gıda araştırma alanları arasındadır.

Çikolata ve benzeri ürünler probiyotikler için iyi bir taşıyıcıdır. Nitekim Maillard ve Landuyt (2008) çalışmalarında probiyotikler doğrudan veya enkapsüle formlarında çikolata bileşiminde kullanım imkanlara sahip olduklarını belirtmiştir. Probiyotik inokülasyonu çikolata materyalinde duyusal ve teknolojik özellikler üzerinde etkisi incelenmiş ve kalite özelikleri ve tüketim karakteristikleri açılarından kabul edilebilir bir ürün elde edildiği belirtilmiştir (Laličić-Petronijević vd., 2014). Ayrıca çikolataya probiyotiklerin farklı bileşenler vasıtasıyla ilave edildiği çalışmalar ile alternatif kullanım önerileri geliştirilmiştir (Chetana vd., 2013).

Çikolataya prebiyotik özellik kazandırmak amacıyla yapılan çalışmalar da mevcuttur. Prebiyotik özellik gösteren katkılar probiyotikler tarafından fermente edilebilirlik özellikleri yanı sıra, düşük enerji ve glisemik indeks değerine sahip olan karbonhidratlar olmaları, tüketici sağlığı açısından başkaca avantajlar da sağlamaktadır. Çikolatada polidekstroz ve maltitol karışımı, maltitol ve dirençli nişasta karışımı gibi şeker alkol – prebiyotik veya diyet lifi karışımlarının kullanım imkanları belirlenmiştir (Beards vd. 2010).

- **Protein ve Aminoasit Kullanımı:**

Çikolatada mevzuata göre en az %14 oranında kakao kuru maddesi bulunması gerekmektedir. Tablo 1. 6'da görüldüğü gibi kakao esensiyel amino asit içeriği bakımından oldukça zengin içeriğe sahip üründür. Ayrıca çikolata ve benzeri ürünler, çeşide bağlı olarak göre %10-25 oranında süttozu ve peynir altı suyu tozu içerebilmektedir. Süt kaynaklı proteinlerin peptitleri opioid reseptörlere bağlanma, angiotensin dönüştürücü enzimin (ACE) inhibisyonu, antimikrobiyal, antihipertansiyon, antioksidatif, antitrombotik etki, immün sistemin düzenlenmesi ve mineral bağlayıcılık gibi farklı biyokimyasal ve fizyolojik etkilere sahiptirler (Kınık ve Gürsoy, 2002).

Deney hayvanları üzerinde yapılan *in vivo* çalışmalar peynir altı suyu proteinlerinin kolon kanserini geciktirdiği, belirli miktarda peynir altı suyu proteinini tüketen deney hayvanların tüketmeyen diğer deney hayvanlara kıyasla kolon kanserinin geciktirilmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (McIntosha, 1998).

- **Mineral ve Vitamin İlavesi**

Yeterli enerji alan bireylerde dahi gizli açlık diye isimlendirilen vitamin, mineral ve diğer öğe eksikliği görülebilmektedir. Genellikle belli grup ve yörelerde belli başlı vitamin ve mineral eksikliği görülmesi dikkat çekmektedir. Spesifik grup ve yöreler için beslenme açısından ihtiyaç duydukları vitamin ve minerallerin ilavesi, işleme esnasında korunması ve söz konusu öğelerin zenginleştirilmesi fonksiyonel gıda çalışmaları kapsamındadır. Çikolata çeşitleri vitamin ve mineral zenginleştirme konusunda farklı birçok öğe içermesi açısından elverişli gıdalardır. E vitaminin sütlü çikolataya ilavesi ile biyoaktif özelliklerinin artırdığı belirlenmiştir (Marsanasco, 2015). Tablo 1. 5'te görüldüğü gibi kakao kuru maddesi zengin mineral içeriğine sahiptir. Çikolata formülasyonunda önemli bir bileşen olan süt tozu ve peynir altı tozu niceliksel olarak önemli mineral kaynağı olan bileşenlerdir. Peynir altı suyu tozu ve süttozu muhteviyatı reformülizasyonu fonksiyonel bileşen işlevini sağlayan ürün kapsamında değerlendirilebilir. Ayrıca bitkisel kaynaklı öğelerin ilavesi vitamin ve mineral zenginleştirmeye katkısı incelenmelidir.

- **Diğer Biyoaktif Bileşenlerin Kullanımı**

Çikolata çeşitlerindeki fonksiyonel ürün çalışmaları bu başlıklardan ibaret değildir. Ayrıca kandaki kolesterol miktarını düşürerek kardiyovasküler hastalık ve antikanserojen özelliği ile de bazı kanserlerin riskini azaltma nitelikleri ile biyoaktif bileşen olarak bilinen fitostreoidlerin çikolata bileşiminde kullanılmasına dair çalışmalar bulunmaktadır (Tetik, 2007; Botelho vd., 2014).

1.1.8 Renklendirici Maddeler

Gıda tercihlerinde tüketicileri ilk karşılayan kriter görsel özelliklerdir. Bundan dolayı görünüş diğer duyusal kalite özelliklere oranla satın alma motivasyonunda daha büyük öneme sahiptir. Psikofizik bir kavram olan renk hiç şüphesiz tüketiciyi en çok etkileyen spesifikasyondur. Kalite değerlendirilmesinde renk mutlak bir önyargı oluşturur ve lezzet duyumuzu etkiler (Ural, 1983). Renk kalitesinde her ürün için tüketici zihninde ideal bir algı mevcuttur. Ürün kalitesini bu mevcut algıya yakınlık derecesi belirler. Lakin hammadde kalitesi, işleme prosesi, raf ömrü, yeni ürün geliştirme gibi birçok sebebe bağlı olarak renk özelliklerinin değişimi kaynaklı veya ürün özellikleri ile uyumlu renk oluşturmak veya takviye etmek amacıyla renklendiriciler kullanılmaktadır (Hendry, 1992). TGK (2013)'ne göre renklendiriciler gıdalara renk veren veya rengini

geri kazandıran, gıdaların doğal bileşenlerini ve genel olarak olduğu gibi gıda olarak tüketilmeyen doğal kaynakları içeren ve genellikle gıdanın karakteristik bir bileşeni olarak kullanılmayan maddeler ve ayrıca gıda maddelerinden ve diğer yenilebilir doğal kaynaklardan fiziksel ve/veya kimyasal ekstraksiyonla elde edilen diğer besleyici veya aromatik bileşenleri içermeyecek şekilde pigmentlerin selektif ekstraksiyonuyla oluşturulan preparatlardır.

Günümüzde gıda sektörünün vazgeçilmez katkı maddeleri haline gelen renklendiriciler; yapay (sentetik), yarı sentetik ve doğal olmak üzere üç gruba ayrılmakta olup, E kodlama sistemine göre uluslararası numaralandırılma E100 – E180 aralığında belirlenmiştir (Atlı, 2010; Gaman ve Sherrington 1990).

1.1.8.1 Doğal Renklendiriciler

Doğal renklendiricilerin kaynağı; mikroorganizmalar, bitkisel ve hayvansal ürünlerdir. Çoğu sertifikasızdır. Doğal renklendiriciler serbest halde bulunabildikleri gibi, şeker (glikozit halinde) veya proteinlerle kompleks halinde de bulunabilirler (Çakmakçı, 1994). Doğal renklendiriciler katıldığı materyalin yapısı ve asitliğine göre farklılık göstermekle beraber genellikle verilmek istenen renk için kullanılan renklendirici Tablo 1. 7'de sunulmuştur.

Tablo 1. 7 Doğal Boyaların Gıdalara Sağladıkları Renkler (Erdoğan 2007)

Renklendirici	Renk
Antosiyaninler, Betalain, Koşnil, Kantaksantin, Turmerik, Paprika, Riboflavin	Kırmızı ve menekşe
Beta-Karoten, Beta-apo-8-Karotenal, Annatto, Safran	Sarı ve turuncu
Klorofil	Yeşil
Karamel, Kakao tanesi ekstraktı	Kahverengi
Yaban mersininden elde edilen pigment	Mavi

Doğal renklendiricilerin renklendirici dışı bazı sağlık etkileri de mevcuttur. Bu niteliklerin başında vitamin kaynağı, mineral kaynağı ve antioksidan kaynağı olmalarıdır. Doğal antioksidanlar, genellikle çeşitli meyve, sebze ve baharatların doğal olarak bulunan ekstraktları, posaları ve çekirdeklerinden elde edildiğinden (Özgen, 2010) çikolataya ilaveleri sonrasında tat, koku, aroma, renk vb. kriterlere etkileri kaçınılmaz olmaktadır. Meyve, sebze ve özellikle baharatların renk verme ve yüksek

aroma içeriklerinden dolayı beyaz çikolata ve kokolinde renge ve aromaya etki ederler. Bu etki bitter ve sütlü çikolataya göre daha yüksek düzeyde olmaktadır. Bu katkılar çikolatanın kendine has tat, koku, aroma ve rengi modifiye edeceğinden beyaz çikolataya bu tür katkıların kullanımını yeni ürün geliştirme çalışmaları için bir fırsattır. Bu çalışmada beyaz kokolin ve sürülebilir krema niteliklerinin, uygun pigmentlerin kullanılması ile avantaja çevrilebileceği ve özellikle renk konusunda daha farklı ürünler elde edileceği açığa çıkarılmıştır.

Doğal renk maddelerinin insan sağlığı üzerine olumlu etkilerine rağmen, ısı, ışık ve pH gibi etmenlere karşı hassas olmaları renk aralıklarının sınırlı ve stabilitelerinin düşük olması kullanımlarını sınırlandırmıştır (Mol, 2016). Stabilitesi yüksek pigment kaynaklarının aranması, üretim prosesi geliştirmesi ve formülasyon optimizasyonu doğal renk maddelerinin stabilitelerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesine imkân sağlayacağından kullanımlarının önündeki engelleri kaldırılmış olacaktır.

Doğal pigmentlerin başlıcaları; antosiyaninler, karotenoidler ve klorofillerdir. Ayrıca betalaminler, antrokinonlar, naftokinonlar, iridoitler, fikosiyaninler, hayvansal pigmentler, karamelizasyon ve maillard reaksiyon ürünleri de doğal renklendiriciler arasında yer alırlar (Atlı, 2010; Özcan ve Akgül 1995, Erdoğan 2007).

- **Antosiyaninler**

Antosiyaninler; pembeden mora kadar değişen renk veren meyve, sebze, çiçek ve diğer bitkilere, suda çözünebilir doğal pigmentler olarak tanımlanabilir (Koca vd., 2006). Genel olarak antosiyaninlerin yapısında flavilyum katyonu ile A ve B olarak adlandırılan iki fenil halkasına bağlı 15 karbon bulunmaktadır. Bu köprü C halkası olarak adlandırılan üçüncü bir halka oluşturur. B halkasına bağlı -OH gruplarının sayısındaki artış renklerinin değişmesine sebep olur. Antosiyaninlerin hidroksil (–OH) iyonlarının eklenme derecesine göre sırasıyla pelargonidin (turuncu ve pembe renkli), siyanidin (kırmızı renkli) ve delfinidin (mor ve mavi renkli) türevleri oluşur. Bu pigmentlerin kombinasyonlarından çok sayıda renk varyasyonu oluşur (Koca vd., 2006; Keleş, 2015).

Antosiyaninlerin antioksidan aktiviteleri ve renk verme farklılıkları;

- ✓ Yapısal özellikler
- ✓ Yapıya katılan şeker yeri, sayısı, türü ve bağlanış pozisyonu,
- ✓ Moleküldeki şekerlere bağlı bileşiklerin türü

- ✓ Moleküldeki hidroksil ve metoksil gruplarının sayısı ve konumu,
- ✓ Metal iyonlarıyla şelat oluşturması,
- ✓ Protein bağlama özelliği,
- ✓ Enkapsülasyon uygulaması,
- ✓ pH değerleri,
- ✓ Işık maruziyeti,
- ✓ Isıl uygulamalar,
- ✓ Depolama süresi,

gibi faktörlere bağlı olarak değişir (Satué-Garcia vd., 1997; Dao vd., 1998; Wang vd., 1999; Clifford, 2000; Stintzing vd., 2002; Abdel-aal vd., 2006; Koca vd., 2006; Keleş 2015; Mol 2016). Farklı antosiyanin çeşitleri farklı oksidasyon reaksiyonlarına farklı etki veya tepki göstermektedirler; örneğin *in vitro* koşullarda, düşük yoğunluklu lipoproteinlerin (LDL) oksidasyonunu önleme açısından antosiyanidinler, etkinin büyüklüğüne göre delfinidin > siyanidin > malvidin > pelargonidin olarak sıralanmışken toplam antioksidan aktivitelerine göre ise antosiyanidinler siyanidin > delfinidin > malvidin > peonidin > petunidin olarak sıralanmıştır (Zheng ve Wang, 2003; Satué-Garcia vd., 1997). Bununla beraber antosiyaninler; antioksidan, antienflamatuar, antikonvülsan ve kemoprotektan aktivite gibi terapötik ve tıbbi fonksiyonlara sahiptirler (Stintzing ve Carle, 2004; Bowen-Forbes, 2010). Antosiyaninler katkı maddesi olarak üzüm kabuklarının yanı sıra kırmızı lahana, siyah havuç ve mor patatesten elde edilebilmektedir.

- **Karotenoidler**

Karotenoidler; açık sarı-kırmızı arası renkleri veren meyve, sebze, çiçek ve diğer bitki kısımlarında ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenen suda çözünmeyip yağda çözünebilen doğal pigmentler olarak tanımlanabilir. Bazı karotenoidler kanserin önlenmesinde önemli rolleri bulunmakta eksikliklerinde ise kroner kalp rahatsızlıkların görülmektedir. Asitlik durumuna göre stabiliteleri değişir. Bazik koşullarda stabil olup görünür bölgede (400-450 nm dalga boyunda) en yüksek soğurma verirler (Ötleş, 1997). A vitaminin ön maddesi olarak aktivite gösteren bazı karotenoidler A vitamini sentezinden dolayı vücut için fonksiyonel gıda bileşenleri kategorisinde kabul edilirler. Karotenoidler; kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve yaşa bağlı göz hastalıklarına karşı koruma dahil, insanlarda faydalı etkiler gösterebilen, yağda çözünen antioksidant

nitelikli bileşenlerdir. Ayrıca karotenoidler gıdalara sarı-kırmızı arası renk kazandıran katkı maddeleridir. Karotenoidler; havuç, domates ve kayısı gibi birçok meyveden elde edildiği gibi paprikadan da ticari verimlilikte elde edilebilmektedir (Pryke vd. 2002; Mortensen, 2006). Karoteoidler; bitkisel (kırmızıbiber, havuç, safran, domates, kayısı, şeftali, turunçgiller, sarı mısır, kadife çiçeği vb.) ve hayvansal (tereyağı, yumurta, ıstakoz, som balığı vb.) ürünlerde yüksek düzeyde bulunur ve elde edilir (Atlı, 2010)

Katkı maddesi olarak karotenoidler; margarin, tereyağı, salata sosları, yumurtalı ürünler, unlu mamuller, makarna, peynir, dondurma, yoğurt, balık ürünleri ve meyve jöleleri gibi birçok üründe kullanılmaktadır (Çınar ve Çolakoğlu 2005).

- **Betalainler**

Azot içeren suda çözünebilen pigmentler olan betalainler bir aminoasit olan tirozinden iki yapısal grubu (betasiyaninler ve betaksantinler) (Strack vd., 2003) sentezlenmeyen fonksiyonel özelliğe sahip bileşenlerdir. Betalainler daha çok doğada bitkilerin kök, meyve ve çiçeklerde bulunurlar (Strack vd., 2003) ve elde edilirler. Betalainlerin optikçe aktif formları betasiyaninler olup kırmızı-mor renklidir (Delgado-Vargas vd., 2000). Amarant (*Amaranthus sp*.), pitaya (*Hylocereus polyrhizus*), kaktüs meyvesi (*Opuntia ve Hylocereus genera*) ve kırmızı-sarı pancar (*Beta vulgaris L. sp. vulgaris*) betalainlerin kayları gösterilen bitkilerdir (Gengatharan vd., 2015). Kırmızı pancar betalain eldesinde en fazla kullanılan kaynak olarak gösterilir (Georgiev vd., 2010).

Kırmızı pancarın sahip olduğu betalainler, diğer fenolik maddeler ve nitrat lipit oksidasyonunu azaltıcı etkisinin olduğundan güçlü antioksidan ve antienflamatuar aktivite gösterdiği bilinmektedir (Gengatharan vd., 2015; Ninfali ve Angelino, 2013; Gliszczyńska-Świgło vd., 2006). Bunun yanında patolojik bozukluklar için terapötik tedavi olarak kullanım potansiyeline sahip sağlığı geliştirici ajanların güçlü bir kaynağı olduğu, kardiyovasküler hastalık ve kanseri önleyici etki gösterdiği, kan basıncını düşürdüğü, iltihabı hafiflettiği, oksidatif stresi önlediği, endotel fonksiyonunu koruduğu ve serebrovasküler hemodinamiği düzelttiği *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarla gösterilmiştir (Clifford vd., 2015; Sawicki vd., 2017; Zielinska-Przyjemska vd., 2009; Kapadia vd., 2013; El Gamal vd., 2014).

1.1.8.2 Doğal Renklendirici Kaynakları

Doğal renklendiricilerin kaynağı daha çok bitkilerdir. Bazı doğal renklendiricilerin elde edildiği kaynaklar Tablo 1. 8'de yer almaktadır.

Tablo 1. 8 Bazı doğal renklendiricilerin elde edildiği kaynaklar (Ekşi 1996, Yaman 1996)

Renklendirici	Kaynak
Antosiyanin	Üzüm kabuğu, mürver
Betalanin	Kırmızı pancar, pazı, kaktüs meyvesi
Karamel	Şeker(değiştirilmiş)
Anatto (Bixin)	Bixa orellana çekirdeği
Kantaksantin	Mantar, balık, deniz yosunu
β-apo-karotenal	Portakal, yeşil sebzeler
Riboflavin	Süt, tereyağı, peynir
Karmin	Coccus cacti böceği
Turmerik (Zerdeçal)	Curcuma longa
Krosetin	Krokin, safran
Klorofil	Yeşil sebze

- **Kırmızı Pancar (Beta vulgaris L.)**

Kırmızı pancar *Amaranthaceae* familyasına ait *Beta vulgaris L* türü olarak bilinen geniş iklim koşullarında uyum sağlamış çiçekli bir bitkidir (Kujala, 2011). Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarına kadar uzanan geniş bir alanda ekimi yapılmaktadır. Kırmızı pancar ülkemizde daha çok Ege ve Marmara bölgesinde az da olsa Akdeniz bölgesinde yetiştirilmektedir (Özcan ve Bilek, 2018). Kırmızı pancar bitkisi betalainler yönünden zengin olduğu için renklendirici olarak kullanımı yaygındır. Pancardan en yüksek verimliliğe sahip betalain ekstraktsiyonu ve ekstrakte edilen betalainlerin stabilitesinin sağlanması gibi konular son yıllarda yaygın çalışılan konulardır (Yılmaz, 2019). Kırmızı pancarın rengi ve renklendirici niteliği yüksek betalain içeriğinden (~200 mg/100 g yaş

ağırlık) kaynaklanmaktadır. Pancar kökü renklendirici olarak dondurma, şekerleme, yoğurt, puding, şerbet gibi gıdalarda, süt ve fırıncılık ürünlerinde sıklıkla kullanılmaktadır (Özcan ve Bilek, 2018; Özcan 2018). Kırmızı pancar ekstraktı piyasada konsantre ya da toz formda bulunabilmektedir (Yılmaz, 2019).

- **Tatlı Kırmızı Biber (Capcicum annuum L.)**

Tatlı kırmızı biber, halk arasında İspanyol biberi veya paprika olarak isimlendirilir. Taksonomide patlıcangiller (*Solanaceae*) familyasının *Capsicum* cinsine bağlı olan kırmızı tatlı biber tek yıllık olarak yetiştirilen ılıman iklim bitkisidir (Beis, 1990). Biberin anavatanı Orta ve Güney Amerika olduğu ileri sürülmektedir. Coğrafi keşiflerle Amerika'dan Avrupa'ya oradan Asya'ya ve bütün dünyaya yayılmıştır (Şeniz, 1992). Olgunlaşma öncesinde yeşil sonrasında kırmızı renk olan genellikle kırmızı bazen turuncu, sarı, kahverengi, yeşil, sarı, erguvani veya siyah renklerde de olan biber meyvesi 1-25 cm boyunda, şekil olarak oldukça değişken bir bitkidir (Tutin,1996; Kuşçu, 2002). Kırmızı biber ekstraktlarının gıdalara kazandırmış oldukları cazip renk ve biyoaktif bileşenlerin (askorbik asit ve karotenoidler) sağladığı sağlık faydalarından (bazı kanser türleri, kalp damar hastalıkları, yaşlanmayı önleyici ve arteryosiklerozisi etkileri) dolayı gıda sektöründe çok yaygın kullanım alanına sahiptirler (Kuşçu, 2002).

- **Siyah Havuç (Daucus carota ssp. sativus var. atrorubens Alef)**

Siyah (Mor) havucun (*Daucus carota ssp. sativus var. atrorubens Alef.*) anavatanın Türkiye, Ortadoğu ve Uzakdoğu olduğu iddia edilmektedir. Siyah havuç yüksek antosiyanin içeriğinden bulunduğu pH değerine göre mavi, mor ve kırmızı renklere sahiptir. Siyah havuçta beş çeşit (iki çeşit açilsiz, üç çeşit açilli siyanidin türevi) antosiyanin pigmenti bulunmaktadır (Karataş, 2014). Siyah havuç kaynaklı antosiyaninlerin diğer kaynaklara nispeten oksidasyon faktörlerine karşı daha yüksek stabilite gösterdiklerinden dolayı doğal gıda renklendiricisi olarak daha fazla tercih edilmektedirler. Siyah havuç ekstraktları gıda sektöründe renklendirici olarak içecek sektöründe (alkollü ve alkolsüz içecekler), dondurma, şekerler ve diğer fermente içeceklerde kullanılmaktadır (Montilla vd., 2011).

- **Mor Patates (Solanum tuberosum L.)**

Solanacae (Patlıcangiller) familyasının bir üyesi olan patates bitkisi, tek yıllık bir tarım bitkisidir. Patates bitkisinin anavatanın Alp Dağları olduğu iddia edilmektedir.

Biyoteknolojik modifikasyonlara geniş alanda yetiştirilen bir bitki olan patatesin günümüzde iki yüz civarında tür, dört binden fazla çeşidi olduğu bilinmektedir (Abed, 2018). Patates çeşitleri (*Solanum tuberosum L.*) dünyada en çok yetiştirilen ürünlerdendir. Patatesler genel olarak nişasta, karbonhidrat ve enerji içeriği ile ön plana çıkmışlardır. Ancak tatlı mor patates gibi bazı çeşitleri antioksidan maddeler açısından zengindirler (Damsa, 2014). Özellikle tatlı mor patates türü antioksidan madde kaynağı olarak C vitamini ve polifenoller (flavonoidler, fenolik asitler, taninler, stilbenler ve lignan) içerir (Ignat, 2011). Lakin antosiyaninler tatlı mor patateslerde bulunan renkten sorumludurlar (Damsa, 2014). Mor patatesten ilk antosiyanin, malvidin-3- (p-koumaroril-rutinosid) -5-glikoz, Chmielewska (1936) tarafından tanımlanmıştır.

- **Aspir (Carthamus tinctorius L.)**

Anavatanı Ortadoğu olarak bilinen aspir, genellikle yaz sonu ekilen boyu 50-100 cm civarında *Asteraceae* familyasının bir bitkidir (Al-Snafi, 2015; Yıldırım, 2016). Aspir yabani olarak yetişmekte ayrıca kültüre alınarak ekimi yapılması sonucu da yetiştirilebilmektedir (Eryılmaz, 2014; Yıldırım, 2016). Aspir tohumlarından elde edilen yağ gıda dışında sabun, vernik, boya ve cila üretiminde kullanılmaktadır (Eryılmaz, 2014). Tohum yağı kompozisyonunun doymamış yağ asidi yönünden zengin olması margarin, mayonez ve salata yağlarında kullanılmasına imkân tanımaktadır (Eryılmaz, 2014; Yıldırım, 2016). Ayrıca, tohumlarından biyodizel üretimi yanı sıra çiçeklerinin ise boya, ilaç, kozmetik ve gıda sektöründe renklendirici olarak kullanılması söz konusudur (Yıldırım, 2016). Kimyasal kompozisyonunda yağlar, proteinler, mineraller, fenolikler, flavonoidler, alkaloidler, lignanlar, karboksilik asitler, steroidler, polisakkaritler, kinokalcone C-glikozitler ve kinon içeren kalkonlar vardır (Al-Snafi, 2015; Sadao, 1980; Hattori, 1992). Aspir çiçeği alternatif tıpta analjezik, antitrombotik ve antihipertansif etkilerinden yararlanmak için de kullanılır. Aspir tohumlarından antioksidatif ve fizyolojik etkileri olan serotoninler, lignanlar ve flavonoidler de dahil olmak üzere çeşitli fenolik bileşikler izole edilmiş ve tanımlanmıştır (Lee, 2002).

1.1.9 Doğal Renklendiriciler ve Çikolata

1.1.9.1 Fonksiyonel ve Renklendirilmiş Çikolata

Doğal renklendirici olarak kullanılan pigmentler; karotenoidler (karoten, likopen, ksantofiller), flavonoidler [(flavonlar, flavonollar, flavanonlar), antosiyaninler, tanen ve antoksantin], betalainler, betasiyaninler, klorofiller (klorofil a, b, c, d, e, bakterioklorofil a,

b ve klorobium klorofil) ve fikobilinler olarak sayılabilir (Karakurt ve Aslantaş 2008). Bu pigmentlerin aynı zamanda fonksiyonel özellikleri mevcuttur. Nitekim klorofil; bağışlık sistemi, kanser, anemi, antimikrobiyal, tansiyon, karaciğer detoksifikasyonu ve deri döküntüsü gibi sağlık risklerine karşı faydaları bildirilmiştir (Ferruzzi ve Blakeslee, 2007; İnanç, 2011; Socacıu, 2008). Karotenoidler de antioksidan, antiinflamatuvar, nöroprotektif ve antikanser etkileri nedeniyle son yıllarda birçok çalışmanın ilgi odağı haline gelmişlerdir (Karabulut, 2019). Flavonoidlerin antiviral, antialerjik, antiplatelet, antiinflamatuar, antitümör ve antioksidan aktiviteleri olduğu bildirilmiştir ayrıca kardiyovasküler hastalıklarda flavonoid tüketiminin koruyucu etkisini desteklendiği bildirilmiştir (Tanwar ve Modgil, 2012). Betalamin ve betasiyaninlerin de kardiyovasküler hastalık ve kanseri önleyici etki gösterdiği, kan basıncını düşürdüğü, iltihabı hafiflettiği, oksidatif stresi önlediği, endotel fonksiyonunu koruduğu ve serebrovasküler hemodinamiği düzelttiği *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarla gösterilmiştir (Sawicki vd., 2017; Gliszczyńska-Świgło vd., 2006; Zielinska-Przyjemska vd., 2009; Kapadia vd., 2013; El Gamal vd., 2014). İlaç sektöründe floresan maddeler olarak kullan fikobilinler de farmakolojik potansiyele sahiptirler. Fikobiliproteinler; antiinflamatuar, antioksidan, sinir ve karaciğeri hücrelerini koruyucu maddelerdir (Akyıl, vd. 2016). Renk maddelerin bu özellikler fonksiyonel gıda araştırmacılar tarafından ilgi odağı olmuş ve bu konuda çalışmalar geliştirmişlerdir. Lončarevića, vd. (2018) beyaz çikolatayı fonksiyonel bir ürün haline getirmek için toplam polifenol içeriği yüksek bilenen böğürtlen ekstraktını belirli düzeylerde ilave ederek antioksidan özelliği geliştirilmiş fonksiyonel çikolata üretmiştir.

1.1.9.2 Görsel Lezzet ve Alternatif Gıda

Çikolata ve benzeri ürünler (kokolin vb.) diğer şekerleme ürünleri gibi zevke yönelik amaçlı tüketilirler. Tüketiciler, zevke yönelik ürünlerde beklentileri temel besin beklentilerin ötesindedir. Bu amaçla değişik şekil, form, renk ve çeşit sunmak değişen müşteri taleplerine çözüm olmaktadır. Genç-Polat, vd. (2020) yaptıkları çalışma ile beyaz çikolataya *Nannochloropsıs oculata* mikroalg türü biyomas (biyokütle) ilave ederek yeşil renkli tüketiciler tarafından görsel lezzetleri ve satın alma istekleri artırılmış ürün elde etmişlerdir.

Çikolatanın kahverengi rengi kakaodan ileri gelmektedir. Kakaonun renginde de önemli faktör kakao çekirdeklerinin fermantasyonundur. Kakaonun fermantasyonunda

herhangi bir teknolojik modifikasyon çikolata rengine büyük ölçüde etki edecektir. Nitekim kakao fermantasyon öncesi yakut renge (ruby) sahiptir. Ticari bir sır olarak üretimi açıklanmamasına rağmen kakao fermantasyonu modifikasyonu ile geliştirmiş dördüncü renge (beyaz, sütlü ve bitter dışında) sahip bir ürün geliştirilmiş ve ticari satışa çıktığı sunulmuştur (Nieburg, 2017; Churchill, 2017; Jay, 2017)

1.1.9.3 Raf Ömrü Stabilitesi

Birçok gıdanın kalitesini düşüren ve raf ömrünü kısaltan en önemli etmen lipid oksidasyonudur (Ekici, 2014). Sütlü ve bitter çikolata bileşenlerinde bulunan kakao ve türevlerinden bulunan antioksidanlardan dolayı formülasyon gereği bu tür etmenlere karşı avantajlıdır. Lakin beyaz çikolata kakao bileşeni ihtiva etmediği için bu avantajdan mahrumdur. Bunun yanında daha ekonomik olması amacıyla kokolin (çikolataya alternatif olarak) üretiminde palm yağı gibi kakao yağı dışı başka bitkisel yağlar kullanılmaktadır. Bu durum kakao yağında olan antioksidanlardan da mahrum bıraktığından beyaz kokolini oksidasyon konusunda daha korumasız bırakmaktadır. Çağındı, (2009) yaptığı çalışmada ayçiçeği, keten tohumu, yulaf/pirinç ve mürdüm eriği kurusu ile zenginleştirilmiş sütlü, bitter ve beyaz çikolataların raf ömrü boyunca fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir.

1.2 Tezin Amacı

Yukarıda belirtilen hususlar ışığında tez çalışmasının başlatılma amaçları;

- Reaktif oksijen türlerini yok edici etki göstererek hücreleri oksidatif stresten koruma potansiyeli geliştirilmiş (antioksidan aktivite) ve renklendirilmiş beyaz kokolin ve sürülebilir krema geliştirilmesi,
- Kakao içermediği için fenoliklerden yoksun ve oksidasyona daha açık olan beyaz kokolin ve sürülebilir kremanın olası oksidasyonlarının engellenmesi,
- Kokolin ve sürülebilir krema ürünlerin görsel özelliklerini biyoaktif bileşenlerin kullanımı ile geliştirilmesi,
- Uluslararası rekabetin yaşandığı şekerleme sektörünün ürün yelpazesine yeni ürünler ekleyerek ulusal üreticilerin rekabet edebilirliklerine katkı sağlanması,
- Kokolin ve sürülebilir kremanın antioksidan özellikleri ile ön planda bulunan doğal renk maddeleri için ideal bir taşıyıcı olup olmadığının belirlenmesi,

- Doğal renk maddelerinin renklendirilmiş beyaz kokolin ve sürülebilir krema matriksinde raf ömrü boyunca renk stabilitelerinin incelemesi,
- Doğal renk maddelerinin ilgili ürün bileşimindeki biyoerişilebilirliliklerinin belirlenmesidir.

Tez çalışması kapsamında üretilen renklendirilmiş beyaz kokolin ve sürülebilir kremada kullanılan bileşenlerin belirlenmesinde, yürütülen ön çalışmaların yanı sıra ulusal (Türk Gıda Kodeksi) ve uluslararası (FDA) düzenlemeler dikkate alınmış, kullanım düzeylerinde sınırlama bulunmayan doğal pigmentler araştırma kapsamına dahil edilmiştir. Bu çalışmada, antioksidan aktiviteye sahip bazı doğal pigmentlerin beyaz kokolin ve sürülebilir beyaz kremada kullanım olanak ve etkileri ile *in vitro* koşullarda biyoerişilebilirlilik ve antioksidan aktivite düzeylerinin tespiti sonucu yenilikçi bir şekerleme ürünün geliştirilmesi amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Bu tez çalışmasının başlatılma gerekçeleri ve hipotezleri aşağıda yer almaktadır;

Hipotez 1: Son yıllarda, gıdanın kanser gibi hastalıklara karşı proaktif özelliğinin keşfi fonksiyonel gıda pazarına olan ilgiyi artırmıştır.

Hipotez 2: Bitki ekstraktları dejeneratif hastalıkların önleyicisi antioksidan gibi biyoaktif bileşenler içermektedir.

Hipotez 3: Renklendirilmiş beyaz kokolin ve sürülebilir krema, doğal renk maddeleri ile renk ve görünüm açısından daha cazip bir forma ulaştırılabilir.

Hipotez 4: Kokolin ve sürülebilir krema dejeneratif hastalıkların önleyicisi durumunda olan bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşenlerin metabolizmaya ulaştırılmasında iyi bir taşıyıcı materyaldir.

Hipotez 5: Kakaolu şekerlemenin (kokolin ve sürülebilir krema) diğer çeşitlerine nazaran oksidasyon ihtimali daha fazla olan beyaz kokolin ve sürülebilir krema, harici antioksidanlarla oksidasyonu azaltılıp raf ömrü artırılabilir.

Hipotez 6: Yenilikçi (fonksiyonel ve cazip renkli) ürünlerin endüstriyel üretime uygun kalite parametreleri korunabilir.

Hipotez 7: Tüketiciler tarafından tercih edilen fonksiyonel alternatif renklerde kokolin ve sürülebilir kremalar üretilebilir.

1.4 Araştırmanın Hedefleri

Tüketiciler tarafından renk bakımından daha cazip bir kokolin ve sürülebilir krema üretmek.

Beyaz kokolin ve sürülebilir kremada raf ömrü boyunca oluşabilecek oksidasyonu sınırlamak ve minimize etmek.

Beyaz kokolin ve sürülebilir kremanın biyoaktif bileşenler için ideal taşıyıcısı olabileceği bitki ekstraktı ve kullanılması gereken konsantrasyonu belirlemek.

Doğal pigmentlerin kokolin ve sürülebilir krema matriksinde bileşiminde biyoerişilebilirliliklerini belirlemek.

Doğal pigment kullanımının beyaz kokolin ve sürülebilir beyaz kremanın başlıca fiziko-kimyasal, yapısal, termal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkisini incelemektir.

2
MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Pigment ve biyoaktif bileşen kaynağı içeren ve renklendirilmiş kokolin ve sürülebilir krema üretiminde; şeker (Torku, Konya, Türkiye), hidrojenize palm çekirdek yağı (Altınmarka, İstanbul, Türkiye), sürülebilir krema yağı (Orkide 41, Orkide, İstanbul, Türkiye), yağsız süttozu (Besel, Konya, Türkiye), demineralize peynir altı suyu tozu (DPST) (Besel, Konya, Türkiye), lesitin (Brenntag Chemistry, İstanbul, Türkiye), PGPR (Palsgaard, Zierikzee, Hollanda), fındık füresi (Elvan, İstanbul, Türkiye), vanilya (Ekin Kimya, İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır. Aspir ekstraktı, mor tatlı patates ekstraktı, paprika ekstraktı, pancar kökü ekstraktı, siyah havuç ekstraktı gibi bitkisel ektraktlar ise Döhler Gıda Ar-Ge Merkezi'nden (İstanbul, Türkiye) temin edilmiştir.

2.2 Yöntem

2.2.1 Örnek Hazırlama

Kokolin örnekleri, Tayaş Gıda Ar-Ge (Gebze, Kocaeli, Türkiye) merkezindeki pilot ölçekli sistem kullanılarak Çizelge 3.1'deki formülasyona göre 10 dakika ön karıştırma, inceltme (Lehmann, Aaelen, Almanya), 180 dakika konçlama (BSA Scheinder, Angalentechnik, Aachen, Almanya) (50°C) işleme tabi tutularak hazırlandı. Renklendirme işlemi için bitkisel renk ekstraktları örnek hamuruna belirlenen düzeylerde ilave edilerek mikser (MFQ2420B, Bosch, Almanya) ile karıştırıldı (5 dakika, 40°C). Örnek hamuru polikarbon malzemeden yapılmış 35mm çap, 7.5mm kalınlığa sahip kalıba döküldükten soğutma (8-10°C) 30 dakika uygulandı. Her bir ekstrakt için kullanım düzeyi 0.00 g/100 g (kontrol), 0.25 g/100 g, 0.50 g/100 g, 0.75 g/100 g ve 1.00 g/100 g'dır. Bitkisel ekstrakt kullanım düzeyleri yürütülen ön-çalışmalar sonucunda belirlenmiştir. Sürülebilir krema örnekleri 5 kg'lık partiler halinde bilyalı öğütücü (ball mill) (Alpy, İstanbul, Türkiye) kullanılarak ve Çizelge 3.2'deki bileşime uygun olarak ön çalışmalarla optimize edilmiş sıcaklık (50°C), süre (120 dk.) ve inceltici devir hızı (50 rpm) uygulanarak hazırlanmıştır. İnceltme işlemi ile hedef partikül boyutuna (25-30 µm) ve nem değerine (<1.50 g/100 g) ulaşılabildiği, gerçekleştirilen ön-denemeler ve yöntem doğrulama ile belirlenmiştir. Tatlı kırımızı biber ekstraktı kullanılarak

hazırlanan sürülebilir krema örneklerinin bitkisel ekstraktın ilave edilmesi sonrası krema akışkanlık özelliğini yitirmesinden dolayı prosesteki karıştırma işlemi manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan bitkisel ekstrakt türü ve bu ekstraktların oranları dikkate alınarak belirlenen örnek kodları Tablo 2. 1, 2. 2 ve 2. 3'te yer almaktadır.

Tablo 2. 1 Kokolin örneklerine ait formülasyon

Bileşen	Miktar (g)	KKN (%)	K025 (%)	K050 (%)	K075 (%)	K100 (%)
Şeker	45.00	100.00	99.75	99.50	99.25	99.00
Bitkisel Yağ	30.00					
DPST	11.28					
Yağsız süt tozu	13.00					
PGPR	0.20					
Lesitin	0.35					
Vanilin	0.02					
Aroma (Fındık)	0.15					
Bitkisel renk ekstraktı		0.00	0.25	0.50	0.75	1.00

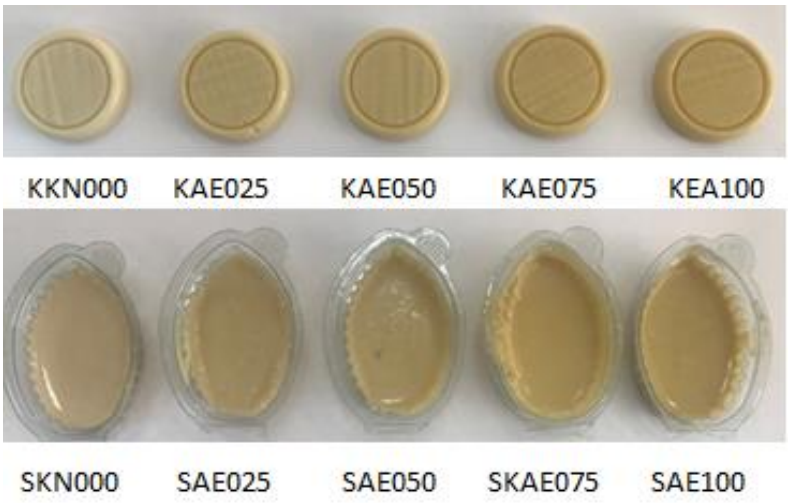
Tablo 2. 2 Sürülebilir krema örneklerine ait formülasyon

Bileşen	Miktar (g)	SKN (%)	S025 (%)	S050 (%)	S075 (%)	S100 (%)
Şeker	45.00	100.00	99.75	99.50	99.25	99.00
Yağ	26.00					
DPST	13.58					
Yağsız süt tozu	12.00					
Fındık Füresi	3.00					
Lesitin	0.25					
Vanilin	0.02					
Aroma (Fındık)	0.15					
Bitkisel renk ekstraktı		0.00	0.25	0.50	0.75	1.00

Tablo 2. 3 Örnek kodları

Örnek Türü	Bitkisel Ekstrakt Türü	Bitkisel Ekstrakt Düzeyi (g/100 g)				
		0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
Kokolin	Aspir	KKN	KAE025	KAE050	KAE075	KAE100
	Mor Patates	KKN	KMP025	KMP050	KMP075	KMP100
	Siyah Havuç	KKN	KSH025	KSH050	KSH075	KSH100
	Paprika	KKN	KPE025	KPE050	KPE075	KPE100
	Pancar Kökü	KKN	KPS025	KPS050	KPS075	KPS100
Sürülebilir Krema	Aspir	SKN	SAE025	SAE050	SAE075	SAE100
	Mor Patates	SKN	SMP025	SMP050	SMP075	SMP100
	Siyah Havuç	SKN	SSH025	SSH050	SSH075	SSH100
	Paprika	SKN	SPE025	SPE050	SPE075	SPE100
	Pancar Kökü	SKN	SPS025	SPS050	SPS075	SPS100

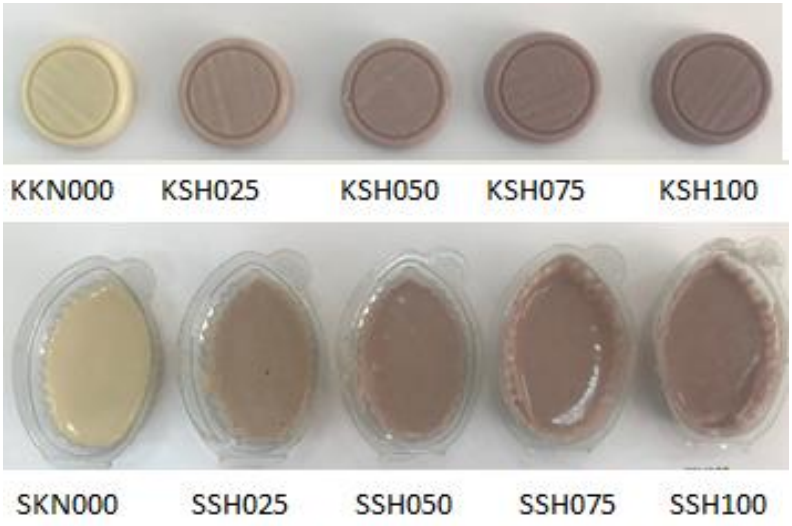
Aspir ekstraktı, mor patates ekstraktı, siyah havuç ekstraktı, kırmızı pancar ekstraktı ve tatlı kırmızı biber (paprika) ekstraktı kullanılarak hazırlanan kokolin ve sürülebilir krema örneklerine ait görseller sırasıyla Şekil 3.1- 3.5'te yer almaktadır.



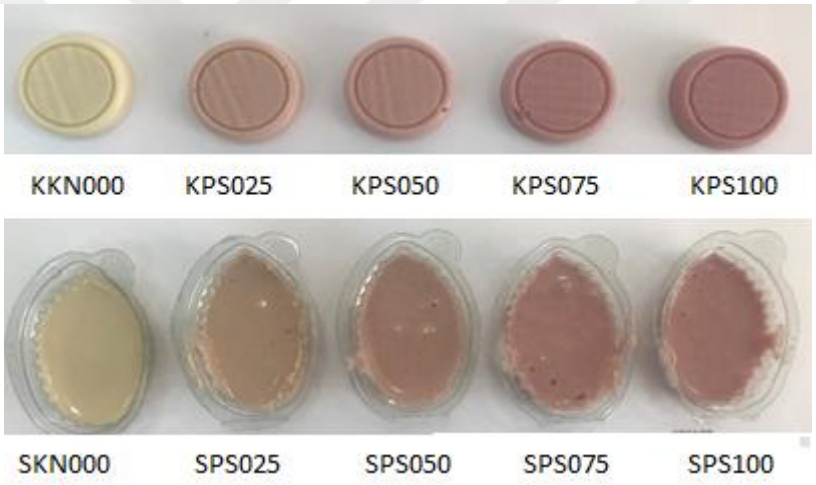
Şekil 2. 1 Aspir ekstraktı içeren sürülebilir krema ve kokolin örnekleri



Şekil 2. 2 Mor patates ekstraktı içeren sürülebilir krema ve kokolin örnekleri



Şekil 2. 3 Siyah havuç içeren kullanılan sürülebilir krema ve kokolin örnekleri



Şekil 2. 4 Kırmızı pancar içeren kullanılan sürülebilir krema ve kokolin örnekleri



Şekil 2. 5 Tatlı kırmızı biber içeren kullanılan sürülebilir krema ve kokolin örnekleri

2.2.2 Su Aktivitesi (aw) Analizi

Homojenize edilmiş kokolin (öğütüldükten sonra) ve sürülebilir krema örneklerinden yaklaşık 2 g alınarak su aktivitesi tayin cihazı (Lab Master-a_w Novasina, İsviçre) kullanılarak 25°C de su aktivitesi değerleri belirlenmiştir (Konar, 2013). Su aktivitesi analizi her örnek grubu için üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.3 Nem Miktarı Tayini

Homojenize edilmiş kokolin (öğütüldükten sonra) ve sürülebilir krema örneklerinden yaklaşık 5.00±1.00 g örnek alınarak Lonchampt ve Hartel (2006) tarafından uygulanan yöntem göre nem miktarları belirlenmiştir. Örnekler 105°C'de etüvde sabit tartıma geldikten sonra desikatörde belli bir süre bekletilmiştir. Nem miktarı tayini her örnek grubu için üç paralel gerçekleştirilmiştir.

2.2.4 Partikül Boyutu (D90) Tayini

Sürülebilir krema ve kokolin örneklerinin partikül boyutları 0.001 mm hassasiyete sahip mikrometre (IP65, Mitutoyo, Tokyo, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir (Toker vd., 2017b). Partikül boyutu analizi her örnek grubu için üç paralel gerçekleştirilmiştir.

2.2.5 Renk Analizi

Sürülebilir krema ve kokolin örneklerinin renk özellikleri CIE sistemde L^* (parlaklık 0-100), a^* [± kırmızı (+60) – yeşil (-60)] ve b^* [± sarı (+60) -mavi (-60)], da SCI-mod

(Specular Component Included)'da kolorimetre (Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Kroma (C*), hue açısı (hº), beyazlık indeksi (BI *) değerleri sırasıyla Eşitlik 3.1, 3.2 ve 3.3 kullanılarak belirlenmiştir. Sürülebilir krema ve kokolin örneklerin raf ömrü boyunca renk stabiliteleri, Subramaniam, (2007)'nın geliştirmiş olduğu hızlandırılmış raf ömrü (25°C ve %70 RH) yöntemine göre iklimlendirme kabininde takip edilmiştir. Ürünler iklimlendirme kabininde folyo ile ambalajlanmış şekilde bulundurulmuşlardır. 12 haftalık süre boyunca 7 günlük periyotlar ile örneklerin *L*, a** ve *b** değerleri ölçülmüş ve renk stabilitesi (ΔE) değerleri, ilk ölçüm sonuçları dikkate alınarak ve Eşitlik 3.4 kullanılarak belirlenmiştir (Percihe vd., 2015);

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \qquad \text{(Eşitlik 3.1)}$$

$$h^\circ = \arctan\ (b^*/a^*) \qquad \text{(Eşitlik 3.2)}$$

$$WI = 100 - \left[\left(100 - L\right)^2 + a^2 + b^2 \right]^{1/2} \qquad \text{(Eşitlik 3.3)}$$

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \qquad \text{(Eşitlik 3.4)}$$

Renk analizleri her örnek grubu için üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.6 Duyusal Analiz

Duyusal analizlerde yarı-eğitimli panelistler (n= 30 - 40) yer almıştır. Sürülebilir krema ve kokolin örnekleri panelistlere her bir ekstrakt için ayrı zamanda sunulmuştur. Panelistlerin tepkiler beş noktalı hedonik ölçek kullanılarak ölçülmüştür. Panelistler Siirt Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümü personel ve lisansüstü öğrencilerinden seçilmiştir. Panelistlerin yaş dağılımı KPS ve SPS örneklerinde 18-25 yaş (%76.6) ve 30-46 (%23.4) iken, cinsiyet dağılımı ise kadın (%57.7) ve erkekler (%43.3) yer almıştır. Panelistlerin yaş dağılımı KSH, SSH, KPE ve SPE örneklerinde 18-25 yaş (%77.5) ve 30-46 (%22.5) iken, cinsiyet dağılımı ise kadın (%62.5) ve erkekler (%37.5) yer almıştır. Panelistler örneklerin görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, tatlılık, tat-koku, lezzet, satın alma isteği ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmişlerdir. Panelistler herhangi bir gıda alerjisi olmayan kişilerden seçilmiştir. Panelistlere değerlendirme öncesi

kullanılan pigment kaynaklarının bitkisel orijini konusunda bilgi verilmemiştir. Rastgele üç dijitli kodlar verilen örneklerin değerlendirmeleri sırasında panelistlerin su ve tuzlu kraker tüketerek ağızlarını nötralize etmeleri istenmiştir.

2.2.7 Tekstür Analizi

Kokolin örneklerinin sertlik özellikleri TA-TxPlus Tekstür Analiz Cihazı (TA-TXPlus, Stable Micro Systems, Godalming, UK) kullanılarak belirlenmiştir (Konar vd., 2014b). Çapı 35.8 mm, kalınlığı 7.31 mm kalıplardan çıkarılan örneklerin 5 kg yük (yetersiz durumda +5 ek ağırlık uygulanmıştır) altında kırılma noktaları (sertlik) tespit edilmiştir. Bu amaçla silindirik prob (P/3, Stable Micro Systems, Godalming, UK) kullanılmıştır. Analizler beş paralel gerçekleştirilmiştir. Kokolin örneklerinin tekstür analiz koşulları; ilk test hızı: 0.50 mm/dk, test hızı: 3.00 mm/dk, son test hızı: 10.00 mm/dk, tetik kuvveti: 5.00g, ayarlanmıştır. Sürülebilir krema örneklerinin tekstürel özellikleri ise yine Tekstür Analiz Cihazı (TA-TXPlus, Stable Micro Systems, Godalming, UK) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla HDP/90 kullanılan ve HDP/SR konik prob (Stable Micro Systems, Godalming, UK) kullanılarak örneklere ait sıkılık (firmness) (g), kesme (work of shear) (g.s), yapışkanlık (stickiness) (g), yapışma işi (work of adhesion) (g.s) değerleri tespit edilmiştir. Analiz üç paralel gerçekleştirilmiştir. Sürülebilir krema tekstür analiz koşulları; test hızı: 3.00 mm/dk, son test hızı: 10 mm/dk olarak ayarlanmıştır.

2.2.8 Erime Profili Tayini

Kokolin örneklerinin erime profili tayini Diferansiyel Tarama Kalorimetre (DSC) (TAQ20, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Glicerina vd., 2013). Bu amaçla 5 mg numune, 40 mL kapasiteli DSC panlara yerleştirilerek numune presiyle hermetik kapakla kapatılmış, daha sonra panlar N_2 akımı 0°C'den 60°C'ye 5°C/dk ısıtma hızı ile ısıtılmıştır. Örneklere ait erimeye başladığı sıcaklık ($T_{başlangıç}$), erimenin tamamlandığı sıcaklık (T_{son}), erime hızının en yüksek olduğu sıcaklık (T_{pik}) ve erime için gerekli ısı miktarı (ΔH) belirlenmiştir (Glicerina vd., 2013; Toker vd. 2017a). Erime profili tayini her örnek grubu için üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.9 Reolojik Özellikler

2.2.9.1 Kokolin Yatışkan Faz Reolojik Özellikleri Tayini

Kokolin örneklerinin kesme hızına (shear rate) tekabül eden kayma basıncı (shear stress) reometre (MCR 302, Anton Paar, Avustralya) kullanılarak belirlenmiştir (Konar vd., 2017). Analiz öncesi kokolin örnekleri etüvde tamamen eriyik forma (40°C) getirilmiştir. Ölçüm sıcaklığı 40°C olarak ayarlanmıştır. Kokolin örneklerinin yatışkan faz özellikleri dört aşamadan oluşan International Confectionery Association (ICA) tarafından gerçekleştirilen standart yöntem kullanılarak belirlenmiştir;

1. Aşama: Örneklere kesme hızı (shear rate) 5 s^{-1} 300 s boyunca uygulanmıştır
2. Aşama: Örneklere kesme hızı 2 s^{-1}'den 50 s^{-1}'e kadar artan biçimde 180 saniye süresince uygulanmıştır.
3. Aşama: Örneklere kesme hızı 50 s^{-1} 60 saniye sabit olarak uygulanmıştır
4. Aşama: Örneklere kesme hızı 50 s^{-1}'den 2 s^{-1}' a kadar azalan biçimde 180 saniye süresince uygulanmıştır

Bu aşamalarda elde edilen verilere Casson model (Eşitlik 3.5) uygulanarak akış için gerekli basınç (yield stress) ve plastik viskozite değerleri belirlenmiştir.

$$\tau^{0.6} = \tau_0^{0.6} + \eta_{pl}\,\gamma^{0.6} \qquad \text{(Eşitlik 3.5)}$$

τ: kayma gerilimi (shear stress)
τ_0: akış için gerekli basınç (yield stress)
η_{pl}: plastik viskozite
γ: kesme hızı (shear rate)

Analizler üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.9.2 Sürülebilir Krema Yatışkan Faz Reolojik Özellikleri Tayini

Sürülebilir krema örneklerinin kesme hızına (shear rate) tekabül eden kayma basıncı değerleri reometre (MCR 302, Anton Paar, Avustralya) ile belirlenmiştir. Analizler 40°C'de gerçekleştirilmiştir. Sürülebilir krema örneklerinin yatışkan faz özelliklerini belirmek için 25 mm'lik prob kullanılmıştır. Prob ölçüm mesafesi 0.5 mm olarak ayarlanmıştır. Mesafe ve sıcaklık stabilitesinden sonra kesme hızı (shear rate) uygulamalarından önce 120 saniye beklenmiştir. Kesme hızı 0.1 s^{-1}'den başlayarak 100 s^{-1}'e kadar 25 noktada ölçüm alınmıştır. Kesme hızına karşılık gelen kayma gerilmesi

(shear stress) değerleri tespit edilerek akış davranış belirlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen veriler Ostwald de Waele modeli (Eşitlik 3.6) ile değerlendirilmiştir.

$$\sigma = K\gamma^n$$ Eşitlik 3.6

σ: kayma basıncını (Pa)
K: kıvam katsayısını (Pa.sn)
γ: kesme hızını (s^{-1})
n: akış davranış indeksi

Analizler üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.10 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Tayini

2.2.10.1 Örnek Hazırlama

Bitkisel ekstrakt ve örneklerden biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu Wollgast (2004) tarafından uygulanan yönteme göre yapılmıştır. Bu amaçla öğütülmüş 5 g kokolin ve sürülebilir krema numunesindeki yağ, hekzan (1g numune/10 mL hekzan) ile uzaklaştırılmıştır. Yağı ayrılmış örneklerden biyoaktif bileşenler çözgen olarak metanol ve su (70:30 v/v) çözeltisi kullanılarak (1g numune/10 mL metanol çözeltisi) ultrasonik banyoda (Selecta, Ultrasons-HD, Barcelona, Spain) 30°C'de 10 dakika boyunca ekstrakte edildikten sonra 4000 rpm hızında 4 dakika santrifüjlüme işlemi uygulanarak ayrılmıştır. Bu işlem üç kez tekrar edilmiştir. Daha sonra toplanan süpernatantlar rotary evaporator ile uzaklaştırıldı. Elde edilen ekstraktın hacmi distile suyla 5 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan ekstraktlar 0.22 µm gözenek çaplı şırınga filtresinde süzüldükten sonra antioksidan aktivite tayini ve toplam fenolik madde tayinlerinde kullanılmışlardır. Tatlı kırmızı biber ve aspir ekstraktları kullanılarak hazırlanan örneklerde yağda çözünen biyoaktif bileşenlerin uzaklaştırılmaması için hekzan ile yağ uzaklaştırması aşaması uygulanmamıştır.

2.2.10.2 Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Kullanılan ekstraktların ve örneklerin toplam fenolik madde tayini, Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Gültekin-Özgüven vd., 2016). Bu yönteme göre seyreltilmiş 0.5 mL ekstrakt çözeltisi ile 2.5 mL 2 N Folin-Ciocalteu reaktifi (10 kat seyreltilmiş) ve 2 mL sodyum karbonat çözeltisi (%7.5 m/v) karıştırılarak vortekstlenmiştir (Dragon Lab, MX-S, Türkiye). Karışım, 25°C'de karanlık ortamda 90 dk süre ile bekletildikten sonra UV-Vis spektrofotometrede 760 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Toplam fenolik madde içeriği hazırlanan gallik asit kalibrasyon eğrisinden

yararlanılarak gallik asit eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Analizler 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.10.3 Antioksidan Aktivite Kapasitesinin Belirlenmesi

Örneklerin antioksidan aktivite tayini DPPH radikal süpürücü aktivite kapasitesinin belirlenmesi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (Lee vd., 2003). Belirli oranlarda (1/100) seyreltilmiş 0.1 mL ekstrakt, $6x10^{-5}$ mM metanol ile hazırlanan 2.9 mL DPPH radikal çözeltisi ile karıştırılarak karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Hazırlanan çözelti vortekslenerek (Dragon Lab, MX-S, Türkiye) spektrofotometre (Schimadzu UV-1800, Japonya) ile 517 nm'de absorbans değeri belirlendi (Gültekin-Özgüven vd., 2016). Örneklerin DPPH radikali süpürme kapasitesi, gallik asit ile hazırlanan kalibrasyon grafiği kullanılarak hesaplanmıştır.

2.2.11 Biyoerişebilirlilik Tayini

Sürülebilir krema ve kokolin örneklerin *in vitro* sindirim öncesi toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite tayinleri için kimyasal ekstraksiyon (Bölüm 3.2.10.1) ile elde edilen ekstratlarda Bölüm 3.2.10.2 ve 3.2.10.3 'da tanımlanan yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. *In vitro* sindirim sonrası için ise toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayinleri için Yaman vd., (2019) tarafından uygulanan sindirim simülasyon metodu kullanılmıştır. Bu model ağız, mide ve ince bağırsak ortamının simülasyonu kapsamakta olup, Lee vd., (2016) tarafından uygulanan metodun modifikasyonu ile oluşturulmuştur. Bu amaçla 5 g numune (öğütülmüş kokolin ve sürülebilir krema) 50 mL'lik santrifüj tüplerine alınmış ve üzerlerine 10-15 mL saf su ilave edildikten sonra vorteklenmiştir (Dragon Lab, MX-S, Türkiye). Santrifüj tüplerine 5 mL ağız sıvısı (Tablo 2. 4) eklendikten sonra 37°C'de su banyosunda 5 dk bekletilmiştir. Daha sonra, ağız sindirimi tamamlanmış olan örneklere 10 mL mide sıvısı (Tablo 2. 4) ilave edilerek sonra 37°C'deki çalkalayıcılı su banyosunda 2 saat bekletilmişlerdir. Mide sindirimi sonrasında 1 M $NaHCO_3$ tampon çözeltisi kullanılarak örneklerin pH değerleri 7-8'e getirilmiş ve ardından 1 g safra sıvısı (Tablo 2. 4) ilave edilmiştir. Daha sonra 10 mL ince bağırsak sıvısı (Tablo 2. 4) ilave edilen örnekler, 37°C'de su banyosunda 2 saat bekletilmişlerdir. Daha sonra ince bağırsak sindirimi tamamlanan örnekler saf su ile 50 mL 'ye tamamlanmış ve 13000 rpm'de 5 dk santrifüj edilerek pastör pipeti ile berrak kısım ayrılarak analizler için Bölüm 3.2.10.2 ve 3.2.10.3 metotları kullanılmıştır.

Tablo 2. 4 *In vitro* sindirim sıvıları (Lee vd., 2016)

	Ağız sıvısı (1 L)	Mide sıvısı (1 L)	Safra sıvısı (1 L)	İnce bağırsak sıvısı (1 L)
Organik ve inorganik içerik	3.4 mL NaCl (175.3 g/L) 16 mL üre (25 g/L) 15 g ürik asit	13 mL HC1 (37 g/L) 36 mL $CaCl_2H2O$ (22 g/L) 1 g sığır serum albümini	136,6 mL $NaHC0_3$ (84.7 g /L) 20 mL $CaCl_2 2H_20$ (22.2 g/L) 3,6 g sığır serum albümini 60 g safra	12.6 mL KCl (89.6 gg / L) 18 mL $CaCl_2 2H_20$ (22.2 g/L) 4 g sığır serum albümini
Enzim	560 mg a-amilaz 50 mg müsin	2.5 g pepsin 3 g müsin	-	2 g pankreatin 3 g lipaz
pH	6.8±0.2	1.50 ± 0.02	7.0 ± 0.2	8.0 ± 0.2

Parantez içindeki sayılar, 1 L damıtılmış su başına inorganik veya organik bileşenlerin konsantrasyonlarıdır.

2.2.12 İstatistiksel Analiz

Tüm sonuçlar, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Her bir bitkisel ekstrakt türü için, kullanılan konsantrasyonun elde edilen sonuçlar üzerindeki önemini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) gerçekleştirilmiştir. Düzeyler arası farklılığın belirlenmesi için MINITAB 16.0 (Minitab Inc., State College, PA, ABD) programı kullanılarak Tukey testi uygulanmıştır.

3
BULGULARI VE TARTIŞMALAR

3.1 Partikül Boyutu

Partikül boyutu, çikolata ve benzeri ürünlerde (kokolin ve sürülebilir krema) lezzetin algılanmasında önemli bir role sahip mikroyapısal bir özelliktir. Kokolin ve sürülebilir kremada ortalama partikül değerlerinin 35 μm'nin üzerinde olması ağızda kumsu hisse neden olmaktadır (Schumacher vd., 2009). Çikolatanın partikül boyutunun küçülmesiyle beraber duyusal özelliklerinin iyileştiği bilinmektedir (Ziegler vd., 2001). Ancak partikül boyutu küçük bileşenlerin miktarı ile bunların mekanik ve kimyasal etkileşimleri viskozite ve yield değeri düzeylerinin yanı sıra son üründeki aglomerasyon gelişimi ve sonucunda akış özelliklerini etkileyen faktörlerdendir (Glicerina ve Romani, 2016).

Aspir ekstraklı kokolin örneklerine ait D_{90} değerleri 30.3 – 33.3 μm aralığında sürülebilir krema örneklerinin ise 19.0-45.7 μm aralığında olduğu belirlenmiştir (Tablo 3. 1). Aspir ekstraktı kullanımı genel olarak örneklerin partikül boyutunu etkilenmemiştir (p<0.05). Lakin bu etkileme Schumacher vd. (2009) tarafından vurgulanan kumsu hissin oluşumunun başladığı partikül boyutu (35 μm) düzeylerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Ancak sürülebilir krema örneklerinde aspir kaynağının kullanımı ile birlikte D_{90} değerleri üzerinde daha şiddetli bir artış olduğu görülmekte olup, bu artışın kokolin örneklerinden farklı olarak kullanılan aspir eksraktı ile birlikte aynı yönlü önemli farklılığa neden olduğu belirlenmiştir (p <0.05). Sürülebilir kremanın ekmek üstü sürülerek tüketiminin yaygın olması nedeniyle bu artış ve farklılığın tüketiciler tarafından olumsuzluğu daha az hissedileceği öngörülebilir.

Tablo 3. 1 Aspir ekstraklı örneklerin partikül boyutu (D90)

Örnek	Partikül Boyutu (μm)	Örnek	Partikül Boyutu(μm)
KKN	30.3 ± 0.58^{b}	SKN	19.0 ± 0.85^{e}
KAE025	31.3 ± 0.58^{ab}	SAE025	27.0 ± 1.00^{d}
KAE050	32.7 ± 1.16^{a}	SAE050	31.3 ± 0.58^{c}
KAE075	33.3 ± 0.58^{a}	SAE075	43.0 ± 1.00^{b}
KAE100	32.0 ± 1.00^{ab}	SAE100	45.7 ± 0.58^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Mor patates ekstraktı içeren kokolin ve sürülebilir krema örneklerinin D_{90} değerleri sırasıyla 30.3 – 63.3, 19.0 – 61.0 µm arasında ölçülmüştür (Tablo 3. 2). Her iki üründe de mor patates ekstraktının kullanımı ile, kullanılan ekstrakt miktarına bağlı olarak partikül boyutunun önemli artış gösterdiği görülmektedir (p<0.05). Mor patates ve tatlı kırmızı biber ekstraktları çalışma kapsamındaki diğer pigment kaynaklarından farklı olarak sıvı formda kullanılmıştır. Mor patatesin fenolik bileşik orijinli biyoaktif renk maddeleri bakımından zengin olduğu bilinmektedir (Reyes ve Cisneros-Zevallos, 2003). Nitekim kullanılan ekstraktın üretici tarafından su bazlı çözgenlerle ekstrakte edilmiş olduğu bildirilmiştir. Ektraktların örnek kitlelerine ilave edildiği aşama, bu kitleden nem uzaklaşmasının tamamlanması sonrasındadır. Bu durumda, toplam nem su içeriğinde ekstrakt kaynaklı bir artış söz konusu olmakta, dolayısı ile partiküllerde kümelenmeler meydan gelebilmektedir. Alternatif bir uygulama olarak ise ekstraktların daha önceki aşamalarda ilavesi gerçekleştirilebilir. Ancak bu uygulama sonucunda ise özellikle oksidatif stress ve pigment kayıplarında artış ile karşılaşma riski bulunmaktadır.

Tablo 3. 2 Mor patates ekstraklı örneklerin partikül boyutu (D90)

Örnek	Partikül Boyutu (µm)	Örnek	Partikül Boyutu(µm)
KKN	30.3±0.58^{e}	SKN	19.0±0.85^{e}
KMP025	34.3±0.58^{d}	SMP025	30.3±0.58^{d}
KMP050	45.0±1.00^{c}	SMP050	42.3±2.52^{c}
KMP075	51.7±2.52^{b}	SMP075	51.7±0.58^{b}
KMP100	63.3±0.58^{a}	SMP100	61.0±1.00^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Diğer örnek gruplarında olduğu gibi mor patates ekstraktı içeren bazı kokolin ve sürülebilir krema örneklerinin partikül büyüklük incelenmiştir (Tablo 3. 2). Partikül boyutu artışı pigment kaynağının nem miktarının doğurduğu agrimerasyondan kaynaklanacağı gibi pigment içeriğindeki fenolik bileşenler ile kokolin ve sürülebilir kremadaki proteinlerin interaksiyonundan kaynaklanış olması da muhtemeldir. Nitekim

fenoliklerin makro moleküllerle etkileşiminde molekül ağırlığı, polimerizasyon derecesi, aromatik grupların sayısı gibi etmenler etkileneceği (Karabulut ve Yemiş, 2019) gibi moleküllerin boyutunda değişim gözlenebilir. Kullanılan ekstraktı düzeyler arası partikül boyutunda sebep olduğu artışın sebebinin daha net belirlenmesi için fenolik ve protein interaksiyonundan kaynaklanma durumu ihtimaline karşın; Denge diyalizi (Equilibrium dialysis), İzotermal titrasyon kalorimetrisi (Isothermal titration calorimetry), SEC ve afinite kromatografisi (SEC and affinity chromatography), NMR spektroskopisi (NMR spectroscopy), Kütle spektrometrisi (Mass spectrometry), SAXS / SANS gibi yöntemlerle araştırması gerekmektedir.

Siyah havuç ekstraktı içeren kokolin örneklerine ait D_{90} değerleri 30.3 – 34.0 µm aralığında belirlenmiştir (Tablo 3. 3). Kokolin örneklerinde siyah havuç ekstraktı kullanımının partikül boyutunu genel olarak değiştirmediği görülmektedir (p>0.05). Oluşan küçük etki kumsu hissin oluşumuna neden olan düzeyin altında partikül büyüklükleri ile karşılaşılmasına neden olmuştur. Sürülebilir krema örneklerinde siyah havuç ekstraktının kullanımı ile birlikte D_{90} değerlerinde daha az artış olduğu ve partikül boyutu değerlerini 26 µm'den düşük oldukları belirlenmiştir. Bu artış duyusal olarak etkilenmeyecek seviyede olması endüstriyel kullanım için avantaj olarak belirtilebilir. Siyah havuç, çalışma içerisinde yer alan pigment kaynaklarından partikül boyutu üzerinde en az etkiye sahip olan bileşen olarak belirtilebilir.

Tablo 3. 3 Siyah havuç ekstraktı içeren örneklerin partikül boyutu (D90)

Örnek	Partikül Boyutu (µm)	Örnek	Partikül Boyutu (µm)
KKN	30.3 ± 0.58^{b}	SKN	19.0 ± 1.00^{c}
KSH025	32.3 ± 0.58^{ab}	SSH025	25.3 ± 0.58^{b}
KSH050	33.0 ± 1.00^{a}	SSH050	25.7 ± 0.58^{ab}
KSH075	34.0 ± 0.00^{a}	SSH075	26.0 ± 1.00^{ab}
KSH100	33.3 ± 1.53^{a}	SSH100	27.7 ± 0.58^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Pigment kaynağı ilavesi ile partikül boyutu özelliklerinde en fazla etkilenen örnek grubu ise tatlı kırmızı biber ekstraktı içerenler olmuştur. Örneklerin partikül büyüklükleri esas

alındığında kokolin ve sürülebilir krema niteliklerini yitirdikleri belirlenmiştir (Tablo 3. 4). Bu artışın tatlı kırmızı biber ekstraktının kullanım formu ile ilişkili olduğu belirtilebilir. Nitekim tatlı kırmızı biber içerisindeki renk maddeleri sıvı formda yağ bazlı çözgenlerle ekstrakte edilmiştir. Akışkan formdaki katkı maddeleri, dozajlama ve homojen karıştırma dikkate alınarak bazı endüstriyel uygulamalarda öncelikli olarak tercih edilebilmektedir. Ancak ileri çalışmalarda ürün prosesinde revizyon (pigment katılımının konçlama sırasında ilave edilmesi), reformülasyon ve/veya pigment kaynağının ekstraksiyon koşullarının modifikasyonu ile hedeflenen partikül boyutuna ulaşmak mümkün olabilir.

Tablo 3. 4 Tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren örneklerin partikül boyutu (D90)

Örnek	Partikül Boyutu (µm)	Örnek	Partikül Boyutu (µm)
KKN	30.3±0.58^{e}	SKN	19.0±0.85^{e}
KPE025	43.7±0.58^{d}	SPE025	41.0±1.00^{d}
KPE050	53.0±1.73^{c}	SPE050	49.0±2.65^{c}
KPE075	92.7±2.52^{b}	SPE075	156.0±4.00^{b}
KPE100	107.3±3.06^{a}	SPE100	206.7±8.50^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren kokolin örneklerinin D_{90} değerleri 30.3 – 33.3 µm aralığında belirlenmiştir (Tablo 3. 5). Kırmızı pancar suyu ekstraktı kullanımı bu özellik üzerinde önemli bir etkiye neden olmamıştır (p>0.05). Ancak sürülebilir krema örneklerinde bu betain kaynağının kullanımı ile birlikte D_{90} değerlerinde önemli artış olmuştur (p<0.05).

Tablo 3. 5 Kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerin partikül boyutu (D90)

Örnek	Partikül Boyutu (µm)	Örnek	Partikül Boyutu (µm)
KKN	30.3±0.58^{a}	SKN	19.0±0.85^{c}
KPS025	33.3±1.53^{a}	SPS025	25.0±1.00^{b}
KPS050	33.0±1.73^{a}	SPS050	31.7±0.58^{a}
KPS075	31.7±1.15^{a}	SPS075	30.7±0.58^{a}

KPS100	33.3±1.53[a]	SPS100	31.3±2.08[a]

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Bu durumun olası nedenleri arasında; nem miktarının artışı ve bunun agglomerasyona neden olması belirtilebileceği gibi bileşenlerin interaksiyonuda söz konusu olmuş olabilir. Ancak ball-mill prosesinin modifikasyonu ile kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerde hedef partikül büyüklüğüne ulaşılması mümkün olabilir. Bu amaçla nem oranın düşürülmesine yönelik işlem süresinin arttırılması kullanılabilecek yaklaşımlar arasında yer almaktadır.

3.2 Nem Miktarı

Nem miktarı çikolata ve çikolata ürünlerinde kritik öneme sahip bir parametredir. Çünkü bu özellik ile diğer başlıca kalite parametreleri ve ürün raf ömrü arasında önemli ilişki söz konusudur. Örneğin nem miktarındaki değişimler çikolata ve benzeri ürünlerinde (kokolin ve sürülebilir krema) sertliğin düşüşüne, viskozitenin artışına, erime özelliklerinde istenmeyen değişimlerin meydana gelmesine neden olabilir. Bu ürünlerde genel olarak nem değerinin <1.50 g/100 g olması beklenmektedir. Bu değer ile proses koşulları (Konar & Bingol, 2019) ve ürün bileşimi (Afoakwa, 2010) arasında önemli etkileşimler bulunmaktadır.

Aspir ekstraktı kullanılarak hazırlanan kokolin örneklerinin nem değerleri 0.77-1.57 g/100 g aralığında belirlenmiş olup yukarıda belirtilen kritik seviyeden düşük oldukları tespit edilmiştir (Tablo 3. 6). Farklı düzeylerde aspir ekstraktının kullanımı nem miktarında artışa neden olmakla birlikte bu artış önemli bulunmamıştır (p>0.05). Sürülebilir krema örneklerinin nem miktarları ise 0.978-1.46 g/100 g aralığında tespit edilmiştir (Tablo 3. 6).

Tablo 3. 6 Aspir ekstraktı içeren örneklerin nem miktarı

Örnek	Nem miktarı (g/100 g)	Örnek	Nem miktarı (g/100 g)
KKN	0.77±0.23[a]	SKN	1.46±0.28[a]
KAE025	1.06±0.29[a]	SAE025	1.26±0.58[a]
KAE050	1.57±0.92[a]	SAE050	0.98±0.27[a]
KAE075	1.11±0.11[a]	SAE075	1.13±0.07[a]

KAE100	1.13±0.11[a]	SAE100	1.39±0.21[a]

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Aspir ilave edilmiş sürülebilir krema örneklerinde de kokolin örneklerinde olduğu gibi aspir kullanımı nem miktarında önemli bir artışa neden olmamıştır (p>0.05).

Mor patates ekstraktı kullanılarak hazırlanan kokolin örneklerinde ise nem miktarları 0.77-1.43 g/100 g aralığında belirlenmiştir. Sürülebilir krema örneklerin de ise nem miktarları 1.12-1.78 g/100 g aralığında değişim göstermiştir (Tablo 3. 7). Bu değerlerin genel olarak <1.50 g/100 g olması olumlu bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Farklı düzeylerde mor patates ekstraktı kullanımı nem miktarında artışa neden olmakla birlikte bu artış kokolin ve sürülebilir krema örnekleri için önemli düzeyde gerçekleşmemiştir (p>0.05).

Tablo 3. 7 Mor Patates ekstraktı içeren örneklerin nem miktarı

Örnek	Nem miktarı (g/100 g)	Örnek	Nem miktarı (g/100 g)
KKN	0.77±0.23[a]	SKN	1.46±0.28[a]
KMP025	1.43±0.33[a]	SMP025	1.36±0.17[a]
KMP050	1.36±0.29[a]	SMP050	1.48±0.15[a]
KMP075	1.30±0.08[a]	SMP075	1.78±0.19[a]
KMP100	1.24±0.39[a]	SMP100	1.12±0.62[a]

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Siyah havuç ekstraktı kullanılarak hazırlanan kokolin örneklerinin nem değerleri 0.77-1.27 g/100 g aralığında belirlenmiştir. Sürülebilir krema örneklerinin nem oranları ise 1.28-1.48 g/100 g aralığında tespit edilmiştir (Tablo 3. 8). Farklı düzeylerde siyah havuç ekstraktı kullanımı sonucunda kokolin ve sürülebilir krema nem miktarlarında önemli artış gerçekleşmemiştir (p>0.05).

Tatlı kırmızı biber ekstraktı kullanılarak hazırlanan kokolin örneklerinin nem miktarları 0.77-2.10 g/100 g, sürülebilir krema örneklerinin ise 1.46-1.80 g/100 g aralıklarında

değişim göstermiştir (Tablo 3. 9). KPE100 dışındaki örneklerin tümü için nem miktarları 1.5 g/100 g düzeyinden düşük olmuştur.

Tablo 3. 8 Siyah havuç ekstraktı içeren örneklerin nem miktarları

Örnek	Nem miktarı (g/100 g)	Örnek	Nem miktarı (g/100 g)
KKN	0.77 ± 0.23^{b}	SKN	1.46 ± 0.282^{a}
KSH025	1.23 ± 0.02^{a}	SSH025	1.31 ± 0.214^{a}
KSH050	1.06 ± 0.04^{ab}	SSH050	1.35 ± 0.311^{a}
KSH075	1.27 ± 0.05^{a}	SSH075	1.28 ± 0.294^{a}
KSH100	1.11 ± 0.12^{ab}	SSH100	1.48 ± 0.26^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tatlı kırmzı biber ekstraktı ilave edilmiş kokolin örneklerinde nem miktarı bu bileşenin kullanımı ile önemli artış göstermiş olup, sürülebilir krema örneklerinde ise önemli bir değişim belirlenmemiştir (p>0.05). Tatlı kırmızı biber ekstraktının su-bazlı bir pigment kaynağı olmasının kokolin örneklerindeki değişim ile ilişkilendirilmesi mümkündür. Ancak sürülebilir krema örneklerine ait nem miktarları dikkate alındığında, ürün kompozisyonun nem miktarı ve affinetisi üzerinde etkili olduğunun göstergesidir.

Tablo 3. 9 Tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren örneklerin nem miktarı

Örnek	Nem miktarı (g/ 100 g)	Örnek	Nem miktarı (g/100 g)
KKN	0.77 ± 0.23^{b}	SKN	1.46 ± 0.28^{a}
KPE025	1.49 ± 0.23^{ab}	SPE025	1.63 ± 0.63^{a}
KPE050	1.57 ± 0.84^{ab}	SPE050	1.76 ± 0.67^{a}
KPE075	1.37 ± 0.17^{ab}	SPE075	1.69 ± 0.75^{a}
KPE100	2.10 ± 0.65^{a}	SPE100	1.80 ± 0.37^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Kırmızı pancar suyu ekstraktı kullanılan kokolin örneklerinin nem değerleri 0.77-1.44 g/100 g aralığında tespit edilmiştir. Bu değerler sürülebilir krema örnekleri için ise

1.46-2.00 g/100 g belirlenmiştir (Tablo 3. 10). Her iki örnek grubunda da pigment kaynağı kullanımı nem miktarı artışına neden olmuştur. Ancak farklı düzeylerde kırmızı pancar suyu ekstraktı kullanımı kokolin ve sürülebilir krema örneklerindeki bu nem miktarı değişiminin önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Betain yüksek polariteye sahip bir bileşik olup hidrofilik karakterdedir (Rivoira vd., 2017). Kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerde nem artışının olası nedeni betainin bu özelliğe sahip olmasıdır. Ancak proseste örnek kitlesine bu pigment kaynağının ilave edildiği aşamada yapıdaki suyun uzaklaşma sürecinin tamamlanmış olması muhtemeldir (Konar & Bingol. 2019). Bu nedenle nem düzeyindeki değişimin çevresel koşullardan kaynaklı betain varlığının neme duyduğu affinitenin olası sonucu olduğu belirtilebilir.

Tablo 3. 10 Kırmızı pancar suyu ekstraklı örneklerin nem miktarı

Örnek	Nem miktarı (g/ 100 g)	Örnek	Nem miktarı (g/100 g)
KKN	0.77±0.23^{a}	SKN	1.46±0.28^{a}
KPS025	1.06±0.48^{a}	SPS025	1.80±0.14^{a}
KPS050	1.07±0.29^{a}	SPS050	2.00±0.33^{a}
KPS075	1.14±0.29^{a}	SPS075	1.40±0.53^{a}
KPS100	1.44±0.35^{a}	SPS100	1.80±0.28^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Genel olarak bitkisel ekstrakt kullanımı kokolin örneklerinde nem miktarını artırmıştır. Ancak bu artış bazı örnek gruplarında önemli düzeyde olmuştur. Ayrıca istisnalar (KAE050, KPE050 ve KPE100) dışında genel olarak kritik limit olarak kabul edilebilecek 1.50 g/100 g'ın altında nem miktarına sahip örnekler elde edilmesi dikkat çekicidir. Sürülebilir krema için ise bu düzeyin üzerinde nem miktarına sahip olan daha fazla sayıda örnek (SMP075, SPE025, SPE050, SPE075, SPE100, SPS025, SPS050, SPS100) belirlenmiştir. Özellikle konçlama süresi olmak üzere proses koşullarının modifikasyonu ile bu nem miktarlarının hedef düzeylere indirilmesi mümkün olabilir. Ancak pigment kaynağının su- veya yağ-bazlı olması bitkisel ekstraktların kullanım formları ve bitkisel ekstraktların içerdiği majör bileşenlerin neme duyduğu affinite dikkate alınmalıdır.

3.3 Su Aktivitesi

Çikolata ve türevi ürünler; genel olarak düşük su aktivitesine sahip gıdalar olarak tanımlanabilirler (Nascimento vd., 2012). Çikolata ve benzeri ürünlerde (kokolin ve sürülebilir krema) su aktivitesi çoğunlukla 0.400'den düşüktür. Ancak kullanılan hammaddeler, malzemelerin yüzey alanı ve partikül büyüklüğü, konçlama süresi ve sıcaklığı gibi faktörler su aktivitesi değerini etkileyebilir. Depolama süreci de göz önünde tutularak su aktivitesi için hedef değer <0.400 olarak belirtilebilir (Konar 2013; Shadwell vd., 2013).

Aspir ekstraktlı kokolin ve sürülebilir krema örneklerinin su aktivite değerleri sırasıyla 0.220-0.290 ve 0.301-0.309 gibi dar aralıklarda değişim göstermiştir (Tablo 3. 11). Aspir ekstraktı kullanımı su aktivitesi değerleri üzerinde önemli değişimlere neden olmakla birlikte bu değişimler sürülebilir krema ve kokolin örneklerinde kullanılan pigment kaynağı miktarı ile ilişkilendirilememiştir (p>0.05).

Tablo 3. 11 Aspir ekstraktı içeren örneklerin su aktivitesi değerleri

Örnek	Su aktivitesi	Örnek	Su aktivitesi
KKN	0.25 ± 0.02^{b}	SKN	0.31 ± 0.02^{a}
KAE025	0.29 ± 0.06^{ab}	SAE025	0.31 ± 0.02^{a}
KAE050	0.30 ± 0.05^{a}	SAE050	0.31 ± 0.03^{a}
KAE075	0.25 ± 0.02^{ab}	SAE075	0.30 ± 0.01^{a}
KAE100	0.23 ± 0.01^{b}	SAE100	0.30 ± 0.00^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Mor patates ekstraktlı kokolin ve sürülebilir krema örneklerinin su aktivitesi değerleri ise sırasıyla 0.24-0.30 ve 0.30-0.33 aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3. 12). Mor patates ekstraktı kullanımı her iki örnek grubunda da pigment kaynağının konsantrasyonun artışı ile birlikte su aktivitesi değerlerinde de önemli artış görülmesine neden olmuştur (p>0.05). Ancak elde edilen sonuçlar 0.33 ve altında değerler olarak belirlenmiştir. Dolayısı ile mor patates kaynaklı renklendirici kullanımının örneklerin su aktivitesi üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadığı belirtilebilir. Ancak uygulanan

düzeylerden daha yüksek seviyede bu pigment kaynağının kullanımının kullanılan faz ve form (su bazlı sıvı form) dikkate alınarak olumsuz etki oluşabileceği ön görülmektedir.

Tablo 3. 12 Mor patates ekstraktı içeren örneklerin su aktivitesi değerleri

Örnek	Su aktivitesi	Örnek	Su aktivitesi
KKN	0.25 ± 0.02^{b}	SKN	0.31 ± 0.05^{b}
KMP025	0.27 ± 0.01^{b}	SMP025	0.31 ± 0.02^{ab}
KMP050	0.27 ± 0.01^{ab}	SMP050	0.31 ± 0.01^{ab}
KMP075	0.30 ± 0.00^{a}	SMP075	0.32 ± 0.01^{ab}
KMP100	0.30 ± 0.00^{a}	SMP100	0.33 ± 0.01^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Kokolin ve sürülebilir kremada kullanılan bir diğer pigment kaynağı olan siyah havuç ekstraktı, bu örnek gruplarında sırasıyla 0.25-0.26 ve 0.30-0.33 gibi dar aralıklarda değişim gösteren su aktivitesi değerleri belirlenmesi ile sonuçlanmıştır (Tablo 3. 13). Kokolin örnekleri için farklı düzeylerde siyah havuç ekstraktı önemli bir değişime neden olmamıştır. Ancak sürülebilir kremada kullanılan ekstrakt varlık ve düzeyi ile ilişkilendirilemese de önemli farka sahip su aktivitesi değişimleri ile karşılaşılmıştır.

Tablo 3. 13 Siyah havuç ekstraktı içeren örneklerin su aktivitesi değerleri

Örnek	Su aktivitesi	Örnek	Su aktivitesi
KKN	0.25 ± 0.02^{a}	SKN	0.31 ± 0.02^{b}
KSH025	0.25 ± 0.02^{a}	SSH025	0.33 ± 0.03^{a}
KSH050	0.25 ± 0.01^{a}	SSH050	0.32 ± 0.012^{ab}
KSH075	0.25 ± 0.01^{a}	SSH075	0.31 ± 0.012^{ab}
KSH100	0.26 ± 0.02^{a}	SSH100	0.30 ± 0.01^{ab}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tatlı kırmızı biber ekstraktlı kokolin örneklerin su aktivite değerleri ise 0.25-0.36 arasında belirlenmiştir (Tablo 3. 14). Su aktivitesindeki artış renk maddesinin kullanım düzeyine bağlı ve aynı yönlü olarak önemli değişime sahip olmuştur (p<0.05). Tatlı kırmızı biber ekstraktı kullanılarak hazırlanan sürülebilir krema örneklerinin su aktivitesi değerleri ise 0.31-0.45 aralığında olup, su aktivitesindeki artış renk maddesinin kullanım düzeyinin artışı ile paralellik göstermiştir (p<0.05). Ancak tüm örnekler için elde edilen sonuçların kabul edilebilir düzeylerde oldukları belirtilebilir. Kırmızı tatlı biber ekstraktlı örneklerin su aktivitesindeki artışın, bu pigment kaynağının su-bazlı özelliğine sahip olması ile ilişkilendirilebilir.

Tablo 3. 14 Tatlı kırımızı biber ekstraktı içeren örneklerin su aktivitesi değerleri

Örnek	Su aktivitesi	Örnek	Su aktivitesi
KKN	0.25±0.02^{d}	SKN	0.31±0.02^{c}
KPE025	0.30±0.01^{c}	SPE025	0.34±0.02^{b}
KPE050	0.32±0.01^{bc}	SPE050	0.35±0.02^{b}
KPE075	0.34±0.01^{ab}	SPE075	0.37±0.02^{b}
KPE100	0.37±0.01^{a}	SPE100	0.45±0.02^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Kırmızı pancar suyu ekstraktı kullanılarak hazırlanan kokolin ve sürülebilir krema örneklerinin su aktivitesi değerleri sırasıyla 0.240-0.250 ve 0.300-0.340 aralıklarında değişim göstermiştir (Tablo 3. 15). Kırmızı pancar suyu ekstraktı kullanımı ise bu özellik üzerinde tüm örnek gruplarında önemli bir değişime neden olmamıştır (p>0.05).

Tablo 3. 15 Kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerin su aktivitesi değerleri

Örnek	Su aktivitesi	Örnek	Su aktivitesi
KKN	0.25±0.029^{a}	SKN	0.31±0.02^{a}
KPS025	0.25±0.01^{a}	SPS025	0.30±0.01^{a}
KPS050	0.25±0.02^{a}	SPS050	0.31±0.01^{a}

KPS075	0.24±0.01[a]	SPS075	0.30±0.01[a]
KPS100	0.25±0.02[a]	SPS100	0.30±0.01[a]

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Bütün örnek gruplarının karşılaştırılması sonucunda su aktivitesi değerlerinde en az etkiye sahip olan pigment kaynaklarının hiç etkilemeyen kırmızı pancar suyu ve siyah havuç ekstraktları olduğu belirtilebilir. Bu parametre üzerinde mor patates ve kırmızı biber ekstraktlarının ise diğer tüm pigment kaynaklarına göre daha yüksek veya şiddetli etkiye sahip olduğu ifade edilebilir. Ancak yukarıda da vurgulandığı gibi su aktivitesinin kullanılan hammaddeler, malzemelerin yüzey alanı ve partikül büyüklüğü, konçlama süresi ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilendiği dikkate alındığında, doğal bitkisel ekstrakt veya pigment kaynağı olarak antosiyanin, betalanin, karotenoidce zengin bileşenlerin kullanımının örneklerin su aktivitesi üzerinde istatistiksel olarak önemsiz bir fark seviyelere çekilebileceği belirtilebilir.

3.4 Renk Özellikleri ve Stabilitesi

Renk en önemli gıda kalite göstergelerindendir. Tüketicilerin satın alma motivasyonları arasında yer alan bu parametre aynı zamanda gıdalara yönelik algı ve tutumu da etkilemektedir (Wu vd., 2013). Örneğin şekerleme ürünlerinde renk duyusal özellikler açısından büyük önem taşımaktadır (Pizzoni vd., 2015). Bu çalışmada da farklı bitkisel pigment kaynakları kullanılarak hazırlanan kokolin ve sürülebilir krema örneklerinin renk özellikleri, CIE-Lab tekniği ile incelenmiştir. Tüm örnekler için bu amaçla parlaklık (L*), kırmızı-yeşil (a*) ve sarı-mavi (b*) özellikleri ölçülmüştür. Bu ölçümlerden kroma (C*) ve hue açısı (h°) ile çikolata ve türevi ürünlerde önem taşıyan bir renk parametresi olan beyazlık indeksi (BI) değerleri hesaplanmıştır.

Farklı konsantrasyonlarda aspir ekstraktı kullanılarak hazırlanan kokolin ve sürülebilir krema örneklerine ait renk özelliklerinde kullanılan pigment kaynağı düzeylerine göre önemli değişim belirlenmiştir (Tablo 3. 16). Ayrıca hızlandırılmış raf ömrü (HRÖ) şartlarında 12 haftalık depolama süresince meydan gelen renk değişimlerinin belirlenmesi amacıyla tüm örnek grupları için ΔE değerleri de hesaplanmıştır (Tablo 3. 17 ve 4. 18). Kokolin örneklerinde pigment kaynağı olarak aspir ekstraktı kullanımı ve bu kullanımda konsantrasyon artışı ile örneklerin L* (66.1-74.4), a* [5.9-(-3.1)] ve BI

(57.0-68.0) değerlerinde önemli düşüş, b* (18.2-26.3), C* (19.1-25.5) ve h^o (72.0-83.3) değerlerinde ise önemli artış belirlenmiştir ($p<0.05$). Parlaklık azalması çikolata ve ürünleri için bir dezavantajdır (Konar, 2013). Ancak kazandırılmak istenen renkle (sarı) uyumlu b* değeri artışı bu pigment kaynağının kokolin ve sürülebilir krema matriksinde kullanım olanağı açısından olumlu bir gösterge olarak kabul edilmiştir. Aspir ekstraktı içeren sürülebilir krema örneklerine ait L* (63.2-68.4), a* [(-2.61)-(2.56)], b* (17.3-24.8), C* (17.5-84.1), h° [(-81.4)-24.9) ve BI (55.6-63.9) özellikleri incelendiğinde kokolin örnekleri ile benzer ve uyumlu etkinin gerçekleştiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Renklendirici kullanılan gıdalarda raf ömrü süresince bu bileşenin kullanımı ile kazanılan görsel özelliklerin stabilite göstermesi önem taşımaktadır. Beyaz çikolata için raf ömrü yaklaşık 12 ay olarak kabul edilmektedir (Beckett, 2009). Beyaz çikolata ve ürünleri diğer çikolata kategorilerine göre göreceli olarak daha düşük düzeyde antioksidan aktivite sahibi bileşen içermeleri nedeni ile depolama sürecinde aroma ve renk kayıplarına daha fazla eğilim gösterebilirler (Stauffer, 2007). Çikolata ve benzeri ürünleri kapsayan şekerlemeler için HRÖ koşullarında (25°C/%70 RH) tüm örnek grupları depolanarak haftalık periyotlarla 12 hafta süresince renk özellikleri incelenmiş ve ΔE değerleri belirlenmiş olup, bir haftalık HRÖ koşulları altındaki depolama, normal depolama koşullarındaki 1 aylık süreyi simüle ettiği kabul edilmiştir (Subramaniam, 2007). ΔE değerinin 3.0 üzerinde olması gözle fark edilir nitelikte renk değişimi olarak kabul edilmektedir (Periche vd., 2015). Kontrol kokolin örneklerinde (KKN) bu değer genel olarak HRÖ koşullarındaki 12 hafta sonunda 3.16'dan düşük olarak belirlenmiştir. Aspir ekstraktı içeren örneklerde ise kullanım oranının 0.25 g/100 g olduğu örneklerde daha düşük renk stabilitesi ile karşılaşılmış olup 10. haftaya kadar stabil renk özelliklerine sahip oldukları tespit edilmiştir. >0.25 g/100 g aspir ekstraktı kullanılarak hazırlanan diğer kokolin örneklerinde ise örneklerde renk stabilitesinin sağlandığı belirlenmiştir ($\Delta E<3.0$). Sürülebilir krema örneklerinde ise SAE025 kodlu örnekler 7. hafta, SAE025 kodlu örnekler 1. hafta, SAE075 kodlu örnekler 10. hafta, SAE100 kodlu örneklerin ise 6. haftadan itibaren ΔE değerinin 3.0'ün üzerine çıktığı tespit edilmiştir. Ancak diğer renk parametreleri incelendiğinde sarı renk bölgesinde +b* değerinde artış olur iken L* değerinde düşüş olduğu ve durumun ΔE değerinde artış ile sonuçlandığı görülmektedir. Dolayısı ile özellikle b* değerindeki artışın ve bu artışın aspir ekstraktı kullanımının sarı renk kazandırma özelliği ile ilişkilendirilmesinin göz önünde tutulması

ile ΔE değerindeki yükselişin gözle ayırt edilebilecek farklılığın oluşmayacağını göstermektedir.

Tablo 3. 16 Aspir ekstraktlı örneklerin renk özellikleri

Örnek	Renk Özellikleri					
	L*	a*	b*	C*	h^o	BI
KKN	74.4±0.55^{a}	-5.90±0.06^{e}	18.2±0.17^{d}	19.1±0.15^{d}	-72.0±0.10^{a}	68.0±0.35^{a}
KAE025	71.9±0.38^{b}	-5.20±0.1^{d}	22.7±0.19^{c}	23.2±0.19^{c}	-77.1±0.23^{b}	63.5±0.21^{b}
KAE050	69.4±0.12^{c}	-4.40±0.17^{c}	24.7±0.07^{b}	25.1±0.08^{b}	-79.8±0.14^{c}	60.5±0.13^{c}
KAE075	67.0±0.97^{d}	-3.50±0.04^{b}	25.9±0.49^{a}	26.2±0.49^{a}	-82.3±0.11^{d}	57.9±0.47^{d}
KAE100	66.1±0.33^{d}	-3.10±0.04^{a}	26.3±0.16^{a}	26.5±0.16^{a}	-83.3±0.12^{e}	57.0±0.29^{e}
SKN	68.4±0.16^{b}	-2.61±0.11^{a}	17.3±0.06^{b}	17.5±0.08^{e}	-81.4±0.32^{a}	63.9±0.12^{a}
SAE025	67.2±0.47^{ab}	-3.49±0.22^{b}	21.1±0.07^{d}	21.4±0.10^{d}	-80.6±0.55^{a}	60.9±0.34^{b}
SAE050	66.3±0.12^{b}	-3.59±0.19^{b}	22.9±0.15^{c}	23.2±0.138^{c}	-81.1±0.50^{a}	59.1±0.09^{c}
SAE075	63.5±1.02^{c}	-2.58±0.20^{a}	24.0±0.43^{b}	24.1±0.443^{b}	-83.9±0.36^{b}	56.2±0.62^{d}
SAE100	63.2±0.30^{c}	-2.56±0.02^{a}	24.8±0.21^{a}	24.9±0.205^{a}	-84.1±0.04^{b}	55.6±0.29^{d}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tablo 3. 17 Aspir ekstraklı kokolin örneklerin renk stabilitesi

Örnek		Depolama süresi (hafta)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
KKN	L*	74.4±0.65^{bc}	75.5±0.48^{a}	73.5±0.51^{b}	74.0±0.54^{ab}	74.4±0.64^{ab}	74.6±0.89^{ab}	74.4±0.59^{ab}	73.7±0.89^{ab}	74.3 ±0.54^{ab}	74.0±0.88^{ab}	73.2±0.02^{b}	73.2±0.93^{b}	73.6±0.66^{ab}
	a*	-5.90±0.06^{g}	-5.20±0.05^{f}	-4.90±0.03^{e}	-4.80±0.06^{e}	-4.70±0.09^{de}	-4.50±0.15^{cd}	-4.40±0.08^{c}	-4.30±0.11^{bc}	-4.20±0.04^{ab}	-4.10±0.12^{ab}	-4.10±0.06^{a}	-4.00±0.11^{a}	-4.00±0.06^{a}
	b*	18.2±0.17^{fg}	18.4±0.11^{fg}	18.2±0.28^{g}	18.4±0.32^{efg}	18.9±0.15^{cdef}	18.3±0.29^{fg}	19.2±0.17^{cd}	19.5±0.23^{bc}	18.8±0.24^{def}	19.1±0.32^{cde}	20.3±0.13^{a}	20.3±0.37^{a}	20.0±0.21^{ab}
	ΔE	nd	1.34±0.40^{fg}	1.42±0.33^{efg}	1.29±0.15^{g}	1.49±0.13^{efg}	1.67±0.14^{defg}	1.85±0.03^{cdef}	2.30±0.09^{bc}	1.89±0.01^{cde}	2.18±0.10^{cd}	2.99±0.13^{a}	3.16±0.14^{a}	2.83±0.09^{ab}
KAE025	L*	71.9±0.35^{abc}	73.1±0.46^{a}	72.0±0.55^{abc}	71.9±0.36^{abc}	71.7±0.23^{abcd}	72.5±0.12^{ab}	71.2±0.12^{bcd}	71.1±0.42^{bcd}	73.0±1.22^{a}	71.2±0.56^{bcd}	70.2±0.21^{d}	70.5±0.87^{cd}	70.6±0.64^{cd}
	a*	-5.21±0.10^{f}	-4.98±0.06^{d}	-5.15±0.06^{ef}	-5.06±0.03d^{e}	-4.96±0.02^{d}	-4.75±0.02^{c}	-4.67±0.03^{c}	-4.65±0.05^{c}	-4.46±0.02^{b}	-4.33±0.03^{ab}	-4.25±0.03^{a}	-4.25±0.03^{a}	-4.23±0.04^{a}
	b*	22.6±0.2^{f}	23.4±0.3^{ef}	23.8±0.4^{cde}	24.±0.3^{cde}	24.1±0.2^{cde}	24.3±0.1^{bcd}	24.6±0.3^{abc}	24.9±0.3^{ab}	23.7±0.1^{de}	23.8±0.21^{de}	25.2±0.2^{a}	25.4±0.6^{a}	25.0±0.1^{ab}
	ΔE	nd	1.49±0.55^{cd}	1.26±0.35^{de}	1.36±0.26^{d}	1.46±0.17^{d}	1.80±0.09^{cd}	2.12±0.23^{bcd}	2.49±0.11^{abc}	1.83±0.90^{cd}	1.62±0.13^{cd}	3.17±0.09^{a}	3.34±0.02^{a}	2.89±0.27^{ab}
KAE050	L*	69.4±0.12^{ab}	69.6±0.26^{ab}	69.2±0.54^{abc}	69.1±0.27^{abcd}	69.1±0.03^{abcde}	69.6±0.21^{ab}	68.1±0.53^{efg}	68.8±0.21^{bcdef}	69.9±0.30^{a}	68.4±0.47^{cdefg}	67.6±0.28^{g}	68.3±0.38^{defg}	68.1±0.03^{fg}
	a*	-4.44±0.07^{e}	-4.38± 0.04^{e}	-4.48±0.09^{e}	-4.40±0.09^{e}	-4.31±0.12^{de}	-4.05±0.12^{cd}	-3.93±0.10^{c}	-3.95±0.13^{c}	-3.82±0.05^{bc}	-3.61±0.08^{ab}	-3.60±0.01^{ab}	-3.57±0.06^{ab}	-3.40±0.13^{a}
	b*	24.7±0.07^{g}	25.3± 0.14^{def}	25.8±0.08^{cde}	25.9±0.13^{cd}	26.1±0.19^{c}	26.2±0.12^{bc}	26.0±0.51^{cd}	26.8±0.35^{ab}	25.2±0.17e^{fg}	24.9±0.30^{fg}	26.8±0.23^{ab}	27.2±0.16^{a}	27.0±0.16^{a}
	ΔE	nd	0.75±0.15^{f}	1.23±0.01^{def}	1.35±0.10^{de}	1.46±0.20^{cde}	1.66±0.10^{cd}	1.97±0.21^{bc}	2.30±0.40^{b}	1.01±0.23^{ef}	1.39±0.32^{de}	2.92±0.16^{a}	2.95±0.05^{a}	2.90±0.10^{a}
KAE0755	L*	67.0±0.97^{bcde}	68.4±0.36^{a}	67.7±0.19^{abcd}	67.8±0.08^{abcd}	68.0±0.11^{abc}	68.2±0.28^{ab}	67.0±0.07^{bcde}	66.8±0.26^{cdef}	68.1±0.55^{ab}	67.2±0.22^{bcde}	65.9±0.05^{f}	66.8±0.16^{def}	66.3±0.54^{ef}
	a*	-3.49±0.04^{ef}	-3.65±0.09^{fg}	-3.76±0.01^{g}	-3.70±0.02^{fg}	-3.64±0.04^{fg}	-3.40±0.11^{de}	-3.37±0.05^{de}	-3.23±0.08^{cd}	-3.05±0.04^{bc}	-2.91±0.06^{ab}	-2.84±0.09^{a}	-2.86±0.02^{a}	-2.78±0.08^{a}
	b*	25.9±0.49^{f}	27.3±0.14^{e}	27.7±0.12^{cde}	28.0±0.13^{bcd}	28.3±0.14^{abc}	27.6±0.07^{de}	28.0±0.20^{bcd}	28.2±0.21^{abcd}	26.2±0.36^{f}	26.4±0.14^{f}	28.4±0.15^{ab}	28.7±0.05^{a}	28.6±0.23^{ab}
	ΔE	nd	1.94±0.35^{de}	1.88±0.17^{de}	2.21±0.14^{abcd}	2.54±0.12^{abcd}	2.05±0.19^{cd}	2.056±0.21^{bcd}	2.32±0.19^{abcd}	1.23±0.52^{ef}	0.78±0.09^{f}	2.80±0.13^{abc}	2.84±0.06^{ab}	2.88±0.13^{a}
KAE100	L*	66.1±0.33^{abcd}	67.0±0.66^{ab}	66.5±0.08^{abc}	66.4±0.21^{abcd}	66.2±0.39^{abcd}	67.0±0.33^{ab}	65.4±0.84^{cde}	65.7±0.09^{cde}	67.2±0.32^{a}	65.8±0.30^{bcde}	64.7±0.37^{e}	65.2±0.51^{de}	65.2±0.29^{de}
	a*	-3.08±0.04^{cde}	-3.10±0.02^{cde}	-3.30±0.06^{e}	-3.29±0.02^{e}	-3.27±0.02^{de}	-3.04±0.05^{cde}	-2.95±0.02^{cd}	-2.84±0.03^{bc}	-2.63±0.06^{ab}	-2.44±0.04^{a}	-2.33±0.10^{a}	-2.43±0.06^{a}	-2.58±0.35^{ab}
	b*	26.3±0.16^{h}	27.1±0.36^{fg}	27.4±0.20^{ef}	27.7±0.18^{def}	28.0±0.18^{bde}	28.4±0.07^{abcd}	27.8±0.59^{cdef}	28.5±0.10^{abc}	26.6±0.11^{gh}	26.4±0.11^{gh}	28.7±0.18^{ab}	29.0±0.23^{a}	28.8±0.29^{a}
	ΔE	nd	1.20±0.72^{cd}	1.18±0.19^{cd}	1.48±0.18^{cd}	1.77±0.18^{bc}	2.30±0.20^{ab}	1.88±0.04^{bc}	2.26±0.13^{ab}	1.20±0.29^{cd}	0.76±0.15^{d}	2.91±0.10^{a}	2.96±0.05^{a}	2.75±0.30^{a}

nd: belirlenmemiştir. Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örneklerin depolama süresince arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tablo 3. 18 Aspir ekstraktı içeren sürülebilir krema örneklerinin renk stabilitesi

Örnek		Depolama süresi (hafta)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SKN	L*	68.4±0.16^{a}	68.6±0.94^{a}	67.4±0.22^{a}	67.9±0.75^{a}	67.0±1.63^{a}	67.4±1.98^{a}	67.8±1.06^{a}	66.8±1.64^{a}	68.1±1.57^{a}	67.1±0.97^{a}	66.7±0.67^{a}	66.8±1.07^{a}	66.2±1.37^{a}
	a*	-2.61±0.11^{f}	-2.44±0.22^{g}	-2.06±0.05^{f}	-1.76±0.02^{ef}	-1.46±0.02^{de}	-1.24±0.11^{cd}	-1.04±0.05^{abc}	-1.21±0.26^{bcd}	-1.05±0.09^{abc}	-1.03±0.10^{abc}	-0.85±0.08^{a}	-0.92±0.07^{ab}	-1.09±0.04^{abc}
	b*	17. 3±0.06^{d}	17.7±0.06^{dc}	17.9±0.58^{de}	18.5±0.49^{bcd}	19.1±0.55^{ab}	18.1±0.45^{cde}	19.2±0.22^{ab}	19.1±0.53^{a}	18.1±0.25^{cde}	18.4±0.14^{cde}	19.7±0.28^{a}	19.6±0.40^{ab}	18.2±0.29^{bcd}
	ΔE	nd	0.92±0.20^{ef}	1.36±0.20^{de}	1.72±0.37	2.89±0.35^{ab}	2.45±0.58^{abcd}	2.67±0.08^{abc}	3.11±0.51^{ab}	2.21±0.27^{bcd}	2.44±0.33^{abcd}	3.47±0.32^{a}	3.38±0.19^{a}	2.93±0.85^{ab}
SAE025	L*	67.2±0.47^{b}	68.7±0.17^{a}	66.9±0.85^{b}	66.6±0.17^{bc}	66.3±0.63^{bc}	66.0±0.51^{bcd}	65.4±0.34^{cde}	64.4±0.21^{ef}	65.0±0.15^{de}	64.2±0.27^{ef}	62.8±0.12^{g}	63.6±0.30^{g}	62.8±0.85^{fg}
	a*	-3.49±0.22^{g}	-2.77±0.09^{f}	-2.65±0.10^{ef}	-2.58±0.10^{def}	-2.50±0.11^{cdef}	-2.40±0.05^{abcde}	-2.10±0.07^{ab}	-2.26±0.03^{abcd}	-2.17±0.02^{abc}	-2.11±0.05^{ab}	-2.04±0.01^{a}	-2.06±0.06^{a}	-2.45±0.31^{bcdef}
	b*	21.1±0.07^{h}	21.6±0.47^{gh}	21.7±0.33^{fgh}	21.9±0.29^{efgh}	22.0±0.25^{efgh}	22.2±0.23^{defg}	22.3±0.54^{defg}	22.8±0.19^{abcd}	22.6±0.17^{cdef}	22.7±0.20^{bcde}	23.3±0.19^{abc}	23.6±0.33^{ab}	23.7±0.25^{a}
	ΔE	nd	1.74±0.12^{fg}	1.33±0.18^{g}	1.48±0.24^{g}	1.63±0.45^{fg}	2.05±0.36^{efg}	2.60±0.50^{def}	3.55±0.26^{cd}	3.01±0.14^{cde}	3.72±0.30^{bc}	5.18±0.11^{a}	4.62±0.34^{ab}	5.24±0.79^{a}
SAE050	L*	66.3±0.12^{a}	66.4±1.72^{a}	65.9±0.17^{ab}	65.7±0.27^{abc}	65.4±0.42^{abc}	65.7±0.15^{abc}	64.7±0.47^{abcd}	64.9±0.07^{abcd}	66.1±0.08^{a}	64.6±1.17^{abcd}	63.5±0.37^{bcd}	62.5±1.67^{d}	63.4±1.21^{cd}
	a*	-3.59±0.19^{f}	-3.38±0.20^{ef}	-2.99±0.06^{de}	-2.88±0.06^{cd}	-2.77±0.07^{cd}	-2.49±0.11^{bc}	-2.44±0.11^{bc}	-2.25±0.04^{ab}	-2.05±0.10^{ab}	-2.01±0.24^{ab}	-1.87±0.14^{a}	-2.07±0.33^{ab}	-2.03±0.18^{ab}
	b*	22.9±0.15^{c}	26.9±0.89^{ab}	27.1±0.13^{a}	27.0±0.11^{a}	26.9±0.10^{ab}	26.1±1.54^{ab}	26.4±0.34^{ab}	27.2±0.41^{a}	25.2±0.36^{b}	2b5.2±0.20^{b}	26.7±0.48^{ab}	26.2±0.80^{ab}	26.8±0.53^{ab}
	ΔE	nd	4.27±1.02^{abcd}	4.30±0.15^{abcd}	4.24±0.16^{abcd}	4.18±0.18^{abcd}	3.49±1.38 ^{bcd}	4.04±0.37^{abcd}	4.72±0.36^{abc}	2.77±0.33^{d}	3.40±0.65^{cd}	5.11±0.47^{abc}	5.44±0.88^{a}	5.27±0.32^{ab}
SAE075	L*	63.5±1.02^{abc}	65.0±0.10^{a}	64.0±0.86^{ab}	63.7±0.45^{abc}	63.4±0.36^{bc}	63.8±0.16^{ab}	62.6±0.01^{bcde}	62.2±0.41^{cde}	63.5±0.75^{abc}	62.7±0.63^{bcd}	60.5±0.35^{f}	61.0±0.50^{ef}	61.1±0.43^{def}
	a*	-2.58±0.20^{e}	-2.60±0.05^{e}	-2.32±0.19^{de}	-2.24±0.13^{de}	-2.16±0.11^{de}	-1.78±0.21^{bcd}	-1.52±0.15^{abc}	-1.52±0.12^{abc}	-1.27±0.25^{ab}	-1.23±0.28^{ab}	-1.18±0.26^{a}	-1.15±0.23^{a}	-1.86±0.13^{cd}
	b*	24.0±0.43^{d}	24.6±0.10^{bcd}	23.9±0.57^{d}	24.0 ±0.44^{d}	24.0±0.31^{d}	23.9±0.11^{d}	24.1±0.12^{d}	24.3±0.06^{cd}	23.8±0.12^{d}	24.0±0.11^{d}	25.1±0.15^{abc}	25.7±0.24^{a}	25.3±0.30^{ab}
	ΔE	nd	1.70±0.11^{bc}	1.02±0.41^{cde}	0.80±0.26^{de}	0.58±0.10^{e}	0.89±0.24^{cde}	1.40±0.12^{cde}	1.72±0.40^{bc}	1.45±0.39^{bcde}	1.64±0.04^{bcd}	3.44±0.20^{a}	3.35±0.27^{a}	2.31±0.46^{b}
SAE100	L*	63.2±0.30^{ab}	64.3±0.26^{a}	62.8±1.10^{ab}	62.3±0.81^{abc}	61.9±0.55^{abc}	61.2±0.88^{bcd}	60.9±0.75^{bcde}	59.8±1.10^{cde}	61.2±1.07^{bcd}	60.5±0.87^{bcde}	58.1±1.47^{e}	58.6±1.14^{de}	58.7±1.27^{de}
	a*	-2.56±0.02^{d}	-2.09±0.08^{cd}	-1.73±0.16^{bc}	-1.65±0.24^{abc}	-1.57±0.32^{abc}	-1.44±0.44^{abc}	-1.18±0.30^{ab}	-1.21±0.34^{ab}	-1.21±0.23^{ab}	-0.86±0.21^{a}	-0.92±0.32^{a}	-0.88±0.29^{a}	-1.24±0.28^{ab}
	b*	24.8±0.21^{b}	24.9±0.30^{b}	24.8±0.18^{b}	25.3±0.19^{ab}	25.8±0.26^{ab}	25.5±0.920^{ab}	26.5±0.27^{a}	26.0±0.82^{ab}	25.4±0.36^{ab}	24.9±0.55^{b}	26.3±0.36^{a}	26.5±0.31^{a}	26.5±0.31^{a}
	ΔE	nd	1.17±0.24^{de}	1.28±0.44^{cde}	1.65±0.30^{cde}	2.01±0.29^{cde}	2.64±0.80^{cde}	3.29±0.65^{abcd}	3.96±1.10^{abc}	2.64±0.75^{cde}	3.27±0.75^{bcd}	5.66±1.33^{a}	5.32±1.10^{ab}	5.11±1.24^{ab}

nd: belirlenmemiştir. Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örneklerin depolama süresince arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Mor patates ekstraktı kullanılarak hazırlanan kokolin ve sürülebilir krema örneklerinin renk özellikleri Tablo 3. 19, HRÖ koşullarında bu renk özelliklerinin değişimi ise sırasıyla Tablo 3. 20 ve 3. 21'da yer almaktadır. Kokolin örneklerinde pigment kaynağı olarak mor patates ekstraktı kullanımı sonucunda L* (41.2-74.4), b* (3.79-18.2), h^o (72.0-26.6) ve BI (37.1-68.0) değerlerinde önemli düşüş, bu ekstraktın renklendirici olarak kullanımı ile doğrudan ilişkilendirilebilecek olan a* [(-5.9)-22.1] değeri yanı sıra C* (19.1-22.5) değerlerinde önemli artış belirlenmiştir (p<0.05). Kullanılan pigment kaynağı ekstrakt konsantrasyonu ile paralele olarak a* değeri artışı bu pigment kaynağının proses stabilitesi ve kokolin matriksinde kullanım olanağı açısından olumlu bir gösterge olarak kabul edilmiştir. Mor patates ekstraktı kullanılarak hazırlanan sürülebilir krema örneklerine ait L* (40.4-68.4), a* [(-2.6)-(21.5)], b* [17.3-(-4.43)], C* (17.5-21.9), h° [(-81.4)-11.7) ve BI (36.5-63.9) değerleri de kokolin ile benzer yönlerde değişim göstermişlerdir.

HRÖ koşullarında muhafaza sonrası kokolin ve sürülebilir krema örnekleri için tüm haftalarda ΔE değerleri >3.0 olarak tespit edilmiş ve genel olarak depolama süresinin ilerlemesi ile önemli artış göstermiştir. Bu olumsuz değişim, mor patates ekstraktındaki pigment grupları olan antosiyaninlerin oksidasyonu ile ilişkilendirilmiştir.

Tablo 3. 19 Mor patates ekstraktlı örneklerin renk özellikleri

Örnek	Renk Özellikleri					
	L*	a*	b*	C*	h^o	BI
KKN	74.4±0.65^a	-5.9±0.06^e	18.2±0.17^a	19.1±0.17^d	-72.0±0.12^e	68.0±0.42^a
KMP025	55.2±0.1^b	15.0±0.21^d	7.48±0.05^b	16.7±0.21^e	26.6±0.19^a	52.2±0.04^b
KMP050	48.3±0.03^c	19.4±0.39^c	5.30±0.09^c	20.5±0.40^c	15.3±0.07^b	44.5±0.15^c
KMP075	44.1±0.32^d	21.1±0.31^b	4.23±0.04^d	21.5±0.31^b	11.4±0.09^c	40.1±0.39^d
KMP100	41.2±0.20^e	22.1±0.27^a	3.79±0.04^e	22.5±0.27^a	9.7±0.07^d	37.1±0.21^e
SKN	68.4±0.16^a	-2.6±0.11^e	17.27±0.06^a	17.5±0.075^a	-81.4±0.32^e	63.9±0.12^a
SMP025	53.6±1.72^b	14.6±0.29^d	8.29±0.09^b	16.8±0.21^b	29.6±0.75^a	50.6±1.60^b
SMP050	47.5±0.28^c	18.0±0.10^c	6.22±0.10^c	19.1±0.10^c	19.0±0.31^b	44.1±0.28^c
SMP075	45.3±0.26^d	19.8±0.04^b	5.67±0.08^d	20.6±0.04^d	16.0±0.22^c	41.5±0.25^d
SMP100	40.4±0.51^e	21.5±0.65^a	4.43±0.30^e	21.9±0.60^d	11.7±1.03^d	36.5±0.51^e

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tablo 3. 20 Mor patates kokolin örneklerin renk stabilitesi

Örnek		Depolama süresi (hafta)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
KKN	L*	74.4±0.65^{bc}	75.5±0.48^{a}	73.5±0.51^{b}	74.0±0.54^{ab}	74.4±0.64^{ab}	74.6±0.89^{ab}	74.4±0.59^{ab}	73.7±0.89^{ab}	74.3 ±0.54^{ab}	74.0±0.88^{ab}	73.2±0.02^{b}	73.2±0.93^{b}	73.6±0.66^{ab}
	a*	-5.90±0.06^{g}	-5.20±0.05^{f}	-4.90±0.03^{e}	-4.80±0.06^{e}	-4.70±0.09^{de}	-4.50±0.15^{cd}	-4.40±0.08^{c}	-4.30±0.11^{bc}	-4.20±0.04^{ab}	-4.10±0.12^{ab}	-4.10±0.06^{a}	-4.00±0.11^{a}	-4.00±0.06^{a}
	b*	18.2±0.17^{fg}	18.4±0.11^{fg}	18.2±0.28^{g}	18.4±0.32^{efg}	18.9±0.15^{cdef}	18.3±0.29^{fg}	19.2±0.17^{cd}	19.5±0.23^{bc}	18.8±0.24^{def}	19.1±0.32^{cde}	20.3±0.13^{a}	20.3±0.37^{a}	20.0±0.21^{ab}
	ΔE	nd	1.34±0.40^{fg}	1.42±0.33^{efg}	1.29±0.15^{g}	1.49±0.13^{efg}	1.67±0.14^{defg}	1.85±0.03^{cdef}	2.30±0.09^{bc}	1.89±0.01^{cde}	2.18±0.10^{cd}	2.99±0.13^{a}	3.16±0.14^{a}	2.83±0.09^{ab}
KMP025	L*	55.2± 0.06^{h}	56.6±0.04^{g}	57.0 ±0.33^{g}	57.7±0.25^{fg}	58.3 ±0.18^{ef}	59.4±0.39^{cd}	58.4±0.82^{def}	59.6±0.22^{a}	61.5±0.21^{a}	61.0±0.15^{cde}	59.1±0.66^{a}	60.9±0.04^{a}	60.5± 0.38^{ab}
	a*	15.0±0.21^{a}	12.4±0.15^{b}	9.26±0.25^{c}	8.69±0.14^{d}	8.12±0.16^{e}	7.25±0.21^{f}	6.34±0.09^{g}	6.08±0.24^{g}	5.11±0.18^{h}	4.87±0.10^{hı}	4.78±0.18^{hı}	4.45±0.08^{ı}	4.69±0.20^{hı}
	b*	7.44±0.05^{e}	6.74±0.03^{g}	6.91±0.06^{fg}	7.24±0.08^{ef}	7.58±0.10^{e}	7.64±0.15^{e}	8.34±0.22^{d}	9.06±0.03^{c}	8.65±0.06^{d}	9.10±0.13^{c}	9.91±0.18^{b}	10.7±0.03^{a}	10.5±0.33^{a}
	ΔE	nd	3.04±0.13^{ı}	6.02±0.20^{h}	6.76±0.17^{g}	7.51±0.22^{f}	8.77±0.37^{e}	9.25±0.27^{e}	10.0±0.20^{d}	11.7±0.26^{bc}	28.4±0.15^{bc}	11.2±0.05^{c}	12.4±0.05^{a}	11.9±0.15^{ab}
KMP050	L*	48.3±0.03^{f}	50.1±0.32^{e}	50.2±0.41^{e}	51.0 ±0.33^{e}	51.4±0.48^{cde}	52.4±0.56^{bcd}	51.2±0.88^{de}	53.0±0.22^{b}	55.2±0.39^{a}	54.8±0.49^{a}	52.7±0.41^{bc}	54.6±0.82^{a}	54.8±0.07^{a}
	a*	48.3±0.03^{f}	50.1±0.32^{e}	50.2±0.41^{e}	51.0±0.33^{e}	51.4±0.48^{cde}	52.4±0.56^{bcd}	51.2±0.88^{de}	53.0±0.22^{b}	55.2±0.39^{a}	54.8±0.49^{a}	52.7±0.41^{bc}	54.6±0.82^{a}	54.8±0.07^{a}
	b*	5.30±0.09^{cd}	3.65±0.02^{fg}	3.30±0.08^{g}	3.58±0.07^{fg}	3.86±0.09^{f}	3.81±0.20^{fg}	4.63±0.12^{e}	5.33±0.08^{cd}	4.93±0.23^{de}	5.61±0.16^{c}	6.48±0.12^{b}	7.11±0.40^{a}	6.69±0.29^{ab}
	ΔE	nd	4.20±0.44^{h}	7.62±0.31^{g}	8.61±0.02^{f}	9.60±0.35^{e}	10.51±0.40^{d}	10.95±0.18^{cd}	11.73±0.05^{c}	13.81±0.29^{ab}	14.0±0.29^{a}	13.1±0.23^{b}	14.1±0.48^{a}	14.1±0.07^{a}
KMP075	L*	44.1±0.32^{g}	44.9±0.25^{fg}	45.6±0.35^{fg}	46.0±0.59^{efg}	46.1±1.10^{ef}	47.6±1.09^{de}	46.6±0.21^{def}	48.2±1.25^{cd}	50.9±0.22^{a}	50.5±0.61^{a}	48.5±0.62^{bcd}	50.5±0.36^{ab}	49.9±0.11^{abc}
	a*	21.1±0.31^{a}	17.3±0.12^{b}	13.3±0.44^{c}	12.7±0.11^{c}	12.1±0.37^{cd}	10.9±0.86^{d}	8.8±0.20^{e}	9.1±0.11^{e}	8.6±0.72^{e}	8.2±0.78^{e}	8.7±0.82^{e}	8.4±0.39^{e}	8.8±0.11^{e}
	b*	4.23±0.04^{a}	2.12±0.02^{cdeı}	1.44±0.06^{f}	1.62±0.05^{ef}	1.80±0.06^{def}	1.58±0.40^{ef}	2.35±0.03^{bcde}	2.69±0.59^{bc}	2.57±0.41^{bcd}	3.08±0.42^{b}	4.09±0.46^{a}	4.83±0.10^{a}	4.52±0.02^{a}
	ΔE	nd	4.4±0.14^{e}	8.4±0.44^{d}	9.0±0.18^{d}	9.6±0.48^{d}	11.1±0.65^{c}	12.6±0.19^{b}	12.8±0.23^{b}	14.3±0.58^{a}	14.4±0.49^{a}	13.2±0.65^{ab}	14.2±0.51^{a}	13.5±0.15^{ab}
KMP100	L*	41.2±0.20^{e}	42.1±0.43^{de}	42.5±0.11^{c}	42.5±0.11^{cd}	43.3±0.25^{c}	45.1±0.61^{b}	45.5±0.66^{b}	45.9±0.18^{b}	48.5±0.24^{a}	48.8±0.34^{a}	46.0±0.35^{b}	48.3±0.43^{a}	48.0±0.06^{a}
	a*	22.1±0.27^{a}	17.9±0.48^{b}	14.9±0.21^{c}	14.9±0.20^{c}	14.3±0.26^{c}	13.3±0.16^{d}	12.2±0.64^{e}	12.3±0.10^{e}	10.5±0.25^{f}	10.1±0.22^{f}	10.6±0.44^{f}	10.2±0.21^{f}	10.9±0.11^{f}
	b*	3.79±0.03^{a}	1.38±0.02^{g}	0.63±0.01^{h}	0.63±0.01^{h}	0.85±0.03^{h}	0.84±0.09^{h}	1.62±0.15^{f}	2.15±0.06^{d}	1.88±0.10^{e}	2.44±0.10^{c}	3.36±0.07^{b}	3.86±0.10^{a}	3.96±0.07^{a}
	ΔE	nd	4.97±0.50^{g}	7.96±0.18^{f}	7.96±0.18^{f}	8.64±0.26^{f}	10.1±0.35^{e}	10.7±0.44^{de}	11.0±0.15^{d}	13.9±0.08^{ab}	14.2±0.28^{a}	12.5±0.45^{c}	13.9±0.40^{ab}	13.1±0.11^{bc}

nd: belirlenmemiştir. Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örneklerin depolama süresince arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

69

Tablo 3. 21 Mor patates ekstraklı sürülebilir krema örneklerin renk stabilitesi

Örnek		Depolama süresi (hafta)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SKN	L*	68.4±0.16^{a}	68.6±0.94^{a}	67.4±0.22^{a}	67.9±0.75^{a}	67.0±1.63^{a}	67.4±1.98^{a}	67.8±1.06^{a}	66.8±1.64^{a}	68.1±1.57^{a}	67.1±0.97^{a}	66.7±0.67^{a}	66.8±1.07^{a}	66.2±1.37^{a}
	a*	-2.61±0.11^{f}	-2.44±0.22^{g}	-2.06±0.05^{f}	-1.76±0.02^{ef}	-1.46±0.02^{de}	-1.24±0.11^{cd}	-1.04±0.05^{abc}	-1.21±0.26^{bcd}	-1.05±0.09^{abc}	-1.03±0.10^{abc}	-0.85±0.08^{a}	-0.92±0.07^{ab}	-1.09±0.04^{abc}
	b*	17. 3±0.06^{d}	17.7±0.06^{dc}	17.9±0.58^{de}	18.5±0.49^{bcd}	19.1±0.55^{ab}	18.1±0.45^{cde}	19.2±0.22^{ab}	19.1±0.53^{a}	18.1±0.25^{cde}	18.4±0.14^{cde}	19.7±0.28^{a}	19.6±0.40^{ab}	18.2±0.29^{bcd}
	ΔE	nd	0.92±0.20^{ef}	1.36±0.20^{de}	1.72±0.37	2.89±0.35^{ab}	2.45±0.58^{abcd}	2.67±0.08^{abc}	3.11±0.51^{ab}	2.21±0.27^{bcd}	2.44±0.33^{abcd}	3.47±0.32^{a}	3.38±0.19^{a}	2.93±0.85^{ab}
SMP025	L*	53.6±1.72^{ab}	54.1±0.13^{ab}	53.0±0.25^{ab}	52.9±0.37^{ab}	52.9±0.51^{ab}	52.8±0.29^{b}	53.0±0.43^{ab}	53.7±0.67^{ab}	54.4±0.20^{ab}	55.0±1.28^{a}	53.7±0.22^{ab}	54.9±0.26^{ab}	54.4±0.79^{ab}
	a*	14.6±0.29^{a}	11.8±0.08^{b}	8.85±0.09^{c}	8.15±0.11^{d}	7.45±0.14^{e}	7.08±0.10^{e}	6.28±0.14^{f}	6.02±0.20^{fg}	5.65±0.09^{gh}	5.38±0.10^{hı}	5.09±0.13^{ıj}	4.76±0.12^{j}	4.95±0.21^{ıj}
	b*	8.29±0.09^{cde}	7.78±0.12^{de}	7.34±0.12^{e}	7.49±0.08^{de}	7.64±0.11^{de}	7.71±0.05^{de}	8.70±0.07^{bcde}	9.24±0.06^{bcde}	9.38±0.04^{bcde}	9.64±0.26^{bcd}	10.53±0.07^{bc}	10.64±0.65^{b}	13.92±2.69^{a}
	ΔE	nd	2.84±0.08^{ı}	5.85±0.05^{h}	6.52±0.07^{gh}	7.20±0.08^{fg}	7.56±0.06^{efg}	8.33±0.12^{def}	8.62±0.22^{cde}	9.04±0.11^{cd}	9.47±0.30^{bcd}	9.75±0.12^{bc}	10.36±0.16^{ab}	11.36±1.41^{a}
SMP050	L*	47.5±0.28^{de}	48.5±0.15^{bcde}	47.3±0.65^{e}	47.3±0.17^{e}	47.3±0.64^{de}	47.5±0.37^{de}	48.3±0.67^{cde}	49.0±0.98^{abcde}	50.4±1.36^{a}	50.1±0.64^{abc}	49.1±0.43^{abcd}	50.3±0.26^{ab}	50.8±0.18^{a}
	a*	18.01±0.10^{a}	14.38±0.22^{b}	11.11±0.17^{c}	10.51±0.11^{d}	9.91±0.10^{e}	9.60±0.14^{e}	8.82±0.26^{f}	8.54±0.15^{f}	7.94±0.37^{g}	7.61±0.30^{gh}	7.67±0.16^{gh}	7.35±0.06^{h}	7.18±0.07^{h}
	b*	6.22±0.10^{ef}	5.19±0.03^{g}	4.67±0.03^{ı}	4.71±0.01^{hı}	4.75±0.03^{hı}	5.03±0.09^{gh}	5.98±0.19^{f}	6.57±0.21^{de}	6.72±0.07^{d}	7.33±0.04^{c}	8.01±0.08^{b}	8.73±0.08^{a}	8.65±0.27^{a}
	ΔE	nd	3.91±0.25^{h}	7.10±0.16^{f}	7.68±0.11^{f}	8.26±0.10^{e}	8.50±0.13^{de}	9.26±0.19^{cd}	9.63±0.32^{c}	10.6±0.77^{b}	10.8± 0.41^{ab}	10.630.20^{b}	11.32±0.12^{ab}	11.58±0.04^{ab}
SMP075	L*	45.3±0.26^{b}	46.6±0.51^{ab}	45.2±0.12^{b}	45.5±0.11^{ab}	45.7±0.25^{ab}	45.5±0.92^{ab}	45.9±0.60^{ab}	45.4±0.64^{ab}	46.9±1.37^{ab}	47.2±0.90^{a}	45.8±0.59^{ab}	45.9±0.24^{ab}	46.0±0.29^{ab}
	a*	19.8±0.04^{a}	17.7±0.55^{ab}	17.1±1.38^{ab}	15.5±0.37^{bc}	13.9±0.66^{cd}	11.9±1.73^{de}	12.3±0.51^{de}	11.8±0.64^{de}	11.3±2.12^{de}	10.3±0.57^{e}	10.3±0.63^{e}	10.0±0.13^{e}	10.2± 0.54^{e}
	b*	5.67±0.08^{a}	5.23±0.39^{ab}	4.71±0.45^{bcd}	4.29±0.08^{cde}	3.86±0.31^{def}	3.48±0.50^{ef}	3.67±0.09^{ef}	3.48±0.12^{ef}	3.29±0.26^{f}	3.68±0.22^{ef}	4.25±0.38^{cde}	4.84±0.08^{ab}	4.57±0.34^{bcd}
	ΔE	nd	2.59±0.42^{ef}	2.86±1.45^{ef}	4.52±0.38^{de}	6.19±0.70^{cd}	8.32±1.59^{bc}	7.86±0.52^{bc}	8.34±0.59^{bc}	9.08±2.12^{b}	9.94±0.66^{ab}	9.65±0.59^{b}	9.84±0.14^{ab}	12.62±0.78^{a}
SMP100	L*	40.4±0.51^{a}	41.7±0.83^{a}	43.3±6.00^{a}	41.6±2.80^{a}	39.9±0.53^{a}	39.9±0.26^{a}	40.4±0.32^{a}	40.6±0.16^{a}	42.3±0.15^{a}	42.2±0.54^{a}	41.1±0.37^{a}	42.6±0.20^{a}	42.6±0.38^{a}
	a*	21.5±0.65^{a}	18.0±1.13^{b}	15.4±0.13^{c}	14.8±0.12^{cd}	14.2±0.33^{cde}	14.0±0.11^{def}	13.0±0.19^{fg}	13.2±0.10^{efg}	12.3±0.19^{gh}	12.0±0.43^{gh}	12.0±0.13^{gh}	11. ±0.18^{h}	11.7±0.37^{h}
	b*	4.43±0.30^{a}	2.92±0.06^{c}	1.72±0.14^{de}	1.52±0.06^{ef}	1.32±0.06^{ef}	1.19±0.11^{f}	1.77±0.09^{de}	2.05±0.04^{d}	2.19±0.11^{d}	2.77±0.21^{c}	3.47±0.02^{b}	4.14±0.20^{a}	3.95±0.33^{a}
	ΔE	nd	4.07±1.21^{c}	8.40±3.01^{b}	8.14±1.40^{b}	7.88±0.25^{b}	8.13±0.06^{b}	8.90±0.16^{b}	8.61±0.09^{b}	9.61±0.19^{b}	9.76±0.48^{b}	9.49±0.16^{b}	10.12±0.21^{b}	15.30±1.09^{a}

nd: belirlenmemiştir. Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örneklerin depolama süresince arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

70

Farklı düzeylerde siyah havuç ekstraktı içeren kokolin ve sürülebilir krema örneklerinin renk özellikleri Tablo 3. 22, bu özelliklerin 12 haftalık HRÖ koşullarındaki değişimleri ise sırasıyla Tablo 3. 23 ve 3. 24'te yer almaktadır. Kokolin örneklerinde pigment kaynağı olarak siyah havuç ekstraktı kullanımı ile L* (47.6-74.4), b* (5.38-18.2), C* (8.58-19.15), h^o (80.3-38.3) ve BI (46.9-68.0) değerlerinde önemli düşüş ve a* [(-5.9)-6.7] değerlerinde ise önemli artış belirlenmiştir (p<0.05). a* ve L* değerlerindeki değişimin kullanılan pigment kaynağı konsantrasyonu ile uyumluluğu dikkat çekici bulunmuştur. Sürülebilir krema örneklerine ait L* (48.9-68.4), a* [(-2.6)-(6.14)], b* (17.3-7.16), C* (9.43-17.47), h° (49.4-83.8) ve BI (48.0-63.9) değerleri de aynı pigment kaynağını içeren kokolin örnekleri ile uyumlu bir değişim gösterdiği belirlenmiştir (p<0.05).

Siyah havuç ekstraktı kullanılarak hazırlanan kokolin örneklerine ait ΔE değerlerinin 12 haftalık depolama sürecinde genel olarak gözle ayırt edilebilir fark kabul edilen 3'ün altında olduğu belirlenmiştir. Ancak KSH kodlu örnek 7. Haftadan KSH100 kodlu örnek ise 5. Haftadan sonra ΔE değeri 3.0'ün üzerinde hesaplanmıştır. Sürülebilir krema örneklerinde ise SSH025 kodlu örnek haricindeki tüm örnek gruplarında HRÖ koşullarında 3. hafta sonrasında kritik düzeyin üzerinde ΔE değerleri ölçülmüştür. Bu sonuçlar esas alındığında, pigment kaynağı kullanımında gıda kompozisyonun proses benzerliklerine rağmen oldukça önemli bir faktör olduğu belirtilebilir. Ayrıca sürülebilir krema örneklerinde kokolin örneklerine göre daha yüksek nem miktarlarının varlığı, pigment dolayısıyla renk stabilitesi açısından dikkate alınması gereken bir faktör olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3. 22 Siyah havuç ekstraktlı örneklerin renk özellikleri

Örnek	Renk Özellikleri					
	L*	a*	b*	C*	*h*°	BI
KKN	74.4±0.55^{a}	-5.90±0.1^{e}	18.21±0.15^{a}	19.15±0.15^{a}	-72.0±0.12^{e}	68.02±0.42^{a}
KSH025	61.2±0.13^{b}	1.8±0.1^{d}	10.31±0.01^{b}	10.46±0.01^{b}	80.3±0.28^{a}	59.8±0.13^{b}
KSH050	55.0±0.5^{c}	4.2±0.1^{c}	7.64±0.16^{c}	8.70±0.10^{c}	61.4±1.03^{b}	54.1±0.50^{c}
KSH075	50.9±0.21^{d}	5.8±0.0^{b}	6.27±0.07^{d}	8.51±0.08^{c}	47.5±0.23^{c}	50.1±0.20^{d}
KSH100	47.6±0.21^{e}	6.7±0.0^{a}	5.38±0.02^{e}	8.58±0.02^{c}	38.8±0.03^{d}	46.9±0.21^{e}
SKN	68.4±0.16^{a}	-2.61±0.11^{e}	17.3±0.06^{a}	17.47±0.08^{a}	-81.4±0.32^{e}	63.9±0.1^{a}
SSH025	60.0±0.27^{b}	1.31±0.25^{d}	12.07±0.22^{b}	12.14±0.19^{b}	83.8±1.30^{a}	58.2±0.21^{b}
SSH050	54.9±0.42^{c}	3.59±0.23^{c}	9.53±0.10^{c}	10.19±0.15^{c}	69.4±1.16^{b}	53.8±0.43^{c}
SSH075	51.7±0.55^{d}	4.92±0.26^{b}	8.25±0.10^{d}	9.61±0.06^{d}	59.2±1.61^{c}	50.80.55^{d}
SSH100	48.9±0.20^{e}	6.14±0.04^{a}	7.16±0.11^{e}	9.43±0.12^{e}	49.4±0.25^{d}	48.0±0.18^{e}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tablo 3. 23 Siyah havuç ekstraklı örneklerin renk stabilitesi

Örnek		Depolama süresi (hafta)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
KKN	L*	74.4±0.65^{bc}	75.5±0.48^{a}	73.5±0.51^{b}	74.0±0.54^{ab}	74.4±0.64^{ab}	74.6±0.89^{ab}	74.4±0.59^{ab}	73.7±0.89^{ab}	74.3 ±0.54^{ab}	74.0±0.88^{ab}	73.2±0.02^{b}	73.2±0.93^{b}	73.6±0.66^{ab}
	a*	-5.90±0.06^{g}	-5.20±0.05^{f}	-4.90±0.03^{e}	-4.80±0.06^{e}	-4.70±0.09^{de}	-4.50±0.15^{cd}	-4.40±0.08^{c}	-4.30±0.11^{bc}	-4.20±0.04^{ab}	-4.10±0.12^{ab}	-4.10±0.06^{a}	-4.00±0.11^{a}	-4.00±0.06^{a}
	b*	18.2±0.17^{fg}	18.4±0.11^{fg}	18.2±0.28^{g}	18.4±0.32^{efg}	18.9±0.15^{cdef}	18.3±0.29^{fg}	19.2±0.17^{cd}	19.5±0.23^{bc}	18.8±0.24^{def}	19.1±0.32^{cde}	20.3±0.13^{a}	20.3±0.37^{a}	20.0±0.21^{ab}
	ΔE	nd	1.34±0.40^{fg}	1.42±0.33^{efg}	1.29±0.15^{g}	1.49±0.13^{efg}	1.67±0.14^{defg}	1.85±0.03^{cdef}	2.30±0.09^{bc}	1.89±0.01^{cde}	2.18±0.10^{cd}	2.99±0.13^{a}	3.16±0.14^{a}	2.83±0.09^{ab}
KSH025	L*	61.2±0.13^{bcd}	63.0±0.12^{a}	60.7±0.65^{cd}	60.8±0.44^{cd}	61.0±0.26^{bcd}	61.6±0.38^{bc}	60.7±0.30^{cd}	61.0±0.11^{bcd}	61.9±0.42^{ab}	61.2±0.52b^{cd}	60.4±0.10^{d}	61.3±0.26^{bcd}	61.6±0.35^{bc}
	a*	1.76±0.05^{a}	1.68±0.04^{ab}	1.54±0.06^{bc}	1.42±0.04^{cd}	1.30±0.04^{d}	1.32±0.06^{d}	1.02±0.12^{e}	0.91±0.04^{e}	0.54±0.04^{fg}	0.45±0.10^{g}	0.71±0.06^{f}	0.48±0.04^{g}	0.46±0.01^{g}
	b*	10.3±0.01^{b}	9.5±0.10^{d}	10.0±0.15^{bcd}	10.0±0.09^{bc}	10.1±0.08^{bc}	9.7±0.07^{cd}	10.0±0.17^{bcd}	10.4± 0.05^{b}	9.8±0.16^{cd}	10.0±0.15^{bcd}	11.2±0.01^{a}	11.5±0.06^{a}	11.5±0.44^{a}
	ΔE	nd	1.92±0.099^{a}	0.73±0.59^{c}	0.69±0.34^{c}	0.65±0.10^{c}	0.93±0.15^{bc}	1.04±0.25^{bc}	0.94±0.07^{bc}	1.57±0.19^{ab}	1.46±0.18^{ab}	1.60±0.09^{ab}	1.78±0.07^{a}	1.84±0.27^{a}
KSH050	L*	55. 0±0.53^{bc}	56.1±0.29^{a}	54.5±0.37^{cd}	54.2±0.23^{cde}	53.9±0.13^{de}	55.8±0.32^{ab}	54.6±0.30^{cd}	54.8±0.07^{cd}	56.1±0.34^{a}	55.9±0.24^{a}	53.3±0.39^{e}	54.5±0.27^{cd}	54.3±0.37^{cd}
	a*	4.16±0.09^{a}	4.11±0.10^{a}	3.26±0.02^{b}	3.05±0.06^{bc}	2.84±0.11^{cd}	2.73±0.01^{cd}	2.50±0.11^{def}	2.41±0.05^{ef}	2.03±0.07^{g}	2.01±0.11^{g}	2.23±0.10^{fg}	2.26±0.11^{fg}	2.40±0.31^{ef}
	b*	7.64±0.16^{a}	6.87±0.10^{b}	6.85±0.10^{bc}	6.79±0.06^{bc}	6.73±0.06^{bc}	6.46±0.03^{c}	6.72±0.09^{bc}	6.92±0.08^{b}	6.46±0.06^{c}	6.73±0.13^{bc}	7.66±0.13^{a}	7.92±0.12^{a}	7.54±0.34^{a}
	ΔE	nd	1.43±0.20^{de}	1.35±0.21^{e}	1.65±0.16^{cde}	1.96±0.10^{cd}	2.06±0.11^{bc}	1.98±0.20^{c}	1.94±0.02^{cd}	2.74±0.19^{a}	2.57±0.16^{ab}	2.57±0.25^{ab}	2.03±0.04^{c}	1.96±0.28^{c}
KSH075	L*	50.8±0.21^{cd}	51.9±0.17^{b}	51.5±0.13^{bc}	51.4±0.06^{bc}	51.4±0.24^{bc}	51.8±0.43^{bc}	51.2±0.32^{bcd}	51.1±0.35^{bcd}	53.3±0.16^{a}	53.2±0.81^{a}	50.3±0.34^{d}	51.3±0.21^{bc}	51.4±0.28^{bc}
	a*	5.75±0.04^{a}	5.44±0.08^{a}	4.15±0.08^{b}	3.89±0.03^{bc}	3.63±0.10^{cd}	3.43±0.08^{de}	3.22±0.07^{r}	2.76±0.03^{f}	2.40±0.06^{gh}	2.32±0.13^{h}	2.66±0.03^{fgh}	2.55±0.05^{fgh}	2.56±0.31^{fgh}
	b*	6.27±0.07^{ab}	5.33±1.13^{bcd}	5.66±0.04^{abcd}	5.58±0.02^{bcd}	5.50±0.05^{bcd}	4.92±0.12^{d}	5.41±0.11^{bcd}	5.50±0.07^{bcd}	4.93±0.03^{d}	5.21±0.07^{bcd}	6.09±0.07^{abc}	6.27±0.04^{ab}	6.61±0.44^{a}
	ΔE	nd	1.58±0.87^{f}	1.86±0.08^{e}	2.11±0.02^{def}	2.36±0.08^{cdef}	2.89±0.03^{bcd}	2.75±0.07^{bcde}	3.16±0.04^{bc}	4.10±0.09^{a}	4.36±0.54^{a}	3.20±0.06^{bc}	3.28±0.04^{b}	3.33±0.30^{b}
KSH100	L*	47.6±0.21^{c}	48.4±0.69^{bc}	48.1±0.21^{bc}	48.2±0.15^{bc}	48.3±0.35^{bc}	48.6±0.19^{b}	48.2±0.14^{bc}	48.3±0.20^{bc}	50.9±0.24^{a}	50.2±0.31^{a}	47.5±0.16^{c}	48.4±0.38^{bc}	47.6±0.20^{c}
	a*	6.68±0.02^{a}	6.50±0.11^{a}	5.16±0.11^{b}	4.79±0.06^{c}	4.41±0.02^{d}	4.16±0.11^{e}	3.94±0.10^{f}	3.52±0.08^{g}	2.96±0.04^{ı}	2.94±0.04^{ı}	3.31±0.04^{gh}	3.13±0.04^{hı}	3.12±0.09^{hı}
	b*	5.38±0.02^{a}	5.20±0.09^{ab}	4.79±0.01^{de}	4.63±0.04^{ef}	4.47±0.09^{fg}	3.93±0.02^{h}	4.36±0.06^{g}	4.44±0.04^{fg}	3.87±0.07^{h}	3.98±0.11^{h}	4.91±0.08^{cd}	5.07±0.12^{bc}	4.76±0.08^{de}
	ΔE	nd	0.93±0.52^{g}	1.75±0.16^{f}	2.16±0.06^{ef}	2.57±0.03^{de}	3.10±0.07^{cd}	3.01±0.13^{cd}	3.39±0.12^{bc}	5.21±0.14^{a}	4.81±0.16^{a}	3.42±0.02^{bc}	3.68±0.10^{b}	3.64±0.09^{b}

nd: belirlenmemiştir. Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örneklerin depolama süresince arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

73

Tablo 3. 24 Siyah havuç ekstraklı sürülebilir örneklerin renk stabilitesi

Örnek		Depolama süresi (hafta)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SKN	L*	68.4±0.16^{a}	68.6±0.94^{a}	67.4±0.22^{a}	67.9±0.75^{a}	67.0±1.63^{a}	67.4±1.98^{a}	67.8±1.06^{a}	66.8±1.64^{a}	68.1±1.57^{a}	67.1±0.97^{a}	66.7±0.67^{a}	66.8±1.07^{a}	66.2±1.37^{a}
	a*	-2.61±0.11^{f}	-2.44±0.22^{g}	-2.06±0.05^{f}	-1.76±0.02^{ef}	-1.46±0.02^{de}	-1.24±0.11^{cd}	-1.04±0.05^{abc}	-1.21±0.26^{bcd}	-1.05±0.09^{abc}	-1.03±0.10^{abc}	-0.85±0.08^{a}	-0.92±0.07^{ab}	-1.09±0.04^{abc}
	b*	17. 3±0.06^{d}	17.7±0.06^{dc}	17.9±0.58^{de}	18.5±0.49^{bcd}	19.1±0.55^{ab}	18.1±0.45^{cde}	19.2±0.22^{ab}	19.1±0.53^{a}	18.1±0.25^{cde}	18.4±0.14^{cde}	19.7±0.28^{a}	19.6±0.40^{ab}	18.2±0.29^{bcd}
	ΔE	nd	0.92±0.20^{ef}	1.36±0.20^{de}	1.72±0.37	2.89±0.35^{ab}	2.45±0.58^{abcd}	2.67±0.08^{abc}	3.11±0.51^{ab}	2.21±0.27^{bcd}	2.44±0.33^{abcd}	3.47±0.32^{a}	3.38±0.19^{a}	2.93±0.85^{ab}
SSH025	L*	60.0±0.27^{a}	59.1±1.88^{ab}	57.1±0.09^{abc}	56.2±0.67^{bcd}	55.3±1.36^{cd}	55.1±1.27^{cd}	53.9±0.39^{cd}	54.0±2.01^{cd}	55.9±1.84^{bcd}	54.7±0.95^{cd}	52.9±0.94^{d}	53.6±0.44^{d}	53.7±0.27^{cd}
	a*	1.31±0.25^{cd}	0.94±0.21^{de}	0.06±0.19^{f}	0.58±0.15^{ef}	1.10±0.37^{cde}	1.66±0.20^{bc}	2.08±0.10^{ab}	2.30±0.11^{a}	2.33±0.18^{a}	2.49±0.16^{a}	2.54±0.22^{a}	2.48±0.20^{a}	2.39±0.03^{a}
	b*	12.1±0.22^{a}	11.3±1.12^{abcd}	11.9±0.12^{ab}	11.3±0.16^{abcde}	10.7±0.43^{bcde}	10.1±0.33^{de}	10.1±0.09^{cde}	10.1±0.64^{cde}	9.9±0.10^{e}	10.1±0.58^{de}	10.7±0.46^{bcde}	11.4±0.21^{abc}	11.1±0.26^{abcde}
	ΔE	nd	1.7±1.73^{de}	3.2±0.07^{cde}	4.1±0.72^{bcd}	5.0±1.41^{abc}	5.4±1.31^{abc}	6.5±0.38^{abc}	6.4±2.03^{abc}	4.8±1.54^{abcd}	5.9±0.87^{abc}	7.4±0.95^{a}	6.6±0.47^{ab}	6.5±0.23^{abc}
SSH050	L*	54.9±0.42^{a}	55.4±0.15^{a}	52.7±0.98^{b}	51.9±0.28^{b}	51.2±0.80^{bc}	51.2±0.30^{bc}	49.4±0.50^{de}	48.8±0.21^{def}	50.2±0.62^{cd}	49.4±0.84^{de}	47.6±0.40^{f}	48.7±0.91^{def}	48.3±0.10^{ef}
	a*	3.59±0.23^{cd}	3.61±0.13^{cd}	1.53±0.03^{g}	1.69±0.01^{g}	1.85±0.01^{g}	2.43±0.11^{f}	3.13±0.12^{e}	3.39±0.16^{de}	3.49±0.10^{cde}	3.82±0.21^{bc}	4.12±0.08^{ab}	4.25±0.17^{a}	4.32±0.17^{a}
	b*	9.53±0.10^{a}	9.48±0.03^{a}	9.31±0.06^{ab}	8.78±0.17^{bc}	8.25±0.31^{cd}	7.28±0.30^{efg}	7.03±0.06^{fgh}	6.77±0.05^{ghı}	6.23±0.26^{ı}	6.48±0.11^{hı}	7.44±0.16^{ef}	7.74±0.29^{de}	7.60±0.20^{e}
	ΔE	nd	0.46±0.13^{e}	3.09±0.74^{d}	3.70±0.22^{d}	4.31±0.78^{cd}	4.51±0.36^{cd}	6.04±0.47^{b}	6.70±0.18^{ab}	5.80±0.37^{bc}	6.37±0.71^{ab}	7.63±0.41^{a}	6.53±0.96^{ab}	6.93±0.09^{ab}
SSH075	L*	51.7±0.51^{a}	51.5±0.34^{a}	46.8±0.37^{bc}	46.2±0.46^{bcd}	45.7±0.54^{bcde}	44.5±0.87^{de}	43.8±0.95^{e}	43.9±0.93^{e}	47.5±0.61^{b}	46.2±0.66^{bcd}	44.9±0.91^{cde}	45.7±0.87^{bce}	45.4±0.31^{cde}
	a*	4.92±0.26^{abc}	3.48±0.21^{cd}	2.93±0.46^{d}	3.76±0.27^{bcd}	4.58±0.22^{abc}	6.01±1.53^{a}	5.68±0.16^{a}	5.35±0.31^{a}	5.21±0.10^{ab}	5.31±0.24^{a}	5.78±0.19^{a}	5.80±0.19^{a}	5.33±0.56^{a}
	b*	8.25±0.10^{a}	7.93±0.06^{a}	5.93±0.35^{c}	5.50±0.17^{cd}	5.07±0.02^{de}	4.02±0.14^{f}	4.64±0.14^{e}	5.12±0.19^{de}	4.70±0.18^{de}	5.06±0.11^{de}	6.53±0.25^{b}	6.77±0.27^{b}	6.60±0.10^{b}
	ΔE	nd	1.53±0.15^{d}	5.84±0.23c	6.35±0.30^{c}	6.87±0.47bc	8.58±0.67^{ab}	8.78±0.91^{a}	8.44±0.92^{ab}	5.53±0.56^{c}	6.37±0.58^{c}	7.13±0.91^{abc}	6.27±0.89^{c}	6.58±0.24^{c}
SSH100	L*	48.9±0.20^{ab}	49.4±0.24^{a}	48.3±0.20^{ab}	47.0±0.31^{bc}	45.8±0.43^{cd}	45.3±0.22^{cd}	42.7±0.64^{ef}	41.5±1.76^{f}	44.2±1.18^{de}	44.2±0.38^{de}	40.8±1.32^{f}	42.4±0.28^{ef}	42.6±0.55^{ef}
	a*	6.14±0.04^{a}	5.84±0.11^{a}	3.52±0.33^{e}	3.32±0.21^{e}	3.3±0.14^{e}	4.12±0.11^{d}	4.91±0.15^{bc}	4.97±0.17^{bc}	4.69±0.09^{c}	5.15±0.07^{b}	5.89±0.03^{a}	5.99±0.06^{a}	5.86±0.14^{a}
	b*	7.16±0.11^{a}	6.91±0.07^{a}	6.78±0.08^{ab}	6.36±0.12^{bc}	5.93±0.16^{c}	4.48±0.21^{d}	4.01±0.32^{de}	3.61±0.32^{r}	2.69±0.23^{f}	3.05±0.09^{f}	4.14± 0.15^{d}	4.52±0.07^{d}	4.40±0.10^{d}
	ΔE	nd	0.63±0.19^{h}	2.72±0.36^{fg}	3.61±0.36^{ef}	4.51±0.35^{def}	4.89±0.23^{cde}	7.02±0.68^{abc}	8.31±1.69^{ab}	6.62±0.99^{abcd}	6.32±0.35^{bcd}	8.64±1.29^{a}	6.96±0.27^{abc}	6.87±0.51^{abc}

nd: belirlenmemiştir. Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örneklerin depolama süresince arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

74

Tatlı kırmızı biber ekstraktının pigment kaynağı olarak farklı konsantrasyonlarda kokolinde kullanımı ile elde edilen örneklerin L* (63.1-74.4), h° [(-72.0)-84.1] ve BI (52.4-68.0) değerlerinde önemli düşüş pigment kaynağı ile ilişkilendirilecek kırmızılık a* [(-5.90)-10.5], b* (18.20-28.2) ve C* (19.2-30.1) ise önemli artış belirlenmiştir (Tablo 3.25). Tatlı kırmızı biber ektraktını içeren sürülebilir krema örneklerine ait renk özellikleri L* (60.0-68.4), a* [(-2.61)-9.3), b* (17.3-27.4), C* (17.5-28.9), h° [(-81.4)-86.3) ve BI (50.7-63.9) şeklinde ölçülmüştür (Tablo 3. 26 ve Tablo 3. 27).

Beyaz çikolata ve benzeri ürünleri (beyaz kokolin ve sürülebilir krema), diğer çikolata kategorilerine göre göreceli olarak daha düşük düzeyde antioksidan aktivite sahibi bileşen içermeleri nedeni ile depolama sürecinde aroma ve renk kayıplarına daha fazla eğilim göstermektedirler (Stauffer, 2007). Gözle fark edilebilir derecede renk değişimi değeri olarak kabul edildiği ΔE'nin 3.0 üzerinde ne kokolinde ne de sürülebilir kremada birkaç ölçüm dışında rastlanmamıştır. Endüstriyel kullanım için kırmızı biber ekstraktlı üründe renk stabilitesi açısından kısıtlayıcı bir durum olmadığı anlaşılmıştır.

Tablo 3. 25 Tatlı kırmızı biber ekstraktlı örneklerin renk özellikleri

Örnek	Renk Özellikleri					
	L*	a*	b*	C*	*h*°	BI
KKN	74.4±0.55^{a}	-5.9±0.10^{e}	18.2±0.15^{e}	19.1±0.15^{e}	-72.0±0.12^{e}	68.0±0.42^{a}
KPE025	69.7±0.34^{b}	2.5±0.10^{d}	24.8±0.14^{d}	24.9±0.14^{d}	84.1±0.22^{a}	60.8±0.17^{b}
KPE050	68.5±0.15^{b}	5.2±0.10^{c}	26.4±0.14^{c}	26.9±0.15^{c}	78.8±0.26^{b}	58.6±0.01^{c}
KPE075	64.9±0.86^{c}	8.2±0.10^{b}	27.4±0.49^{b}	28.7±0.49^{b}	73.3±0.15^{c}	54.7±0.35^{d}
KPE100	63.1±0.15^{d}	10.5±0.10^{a}	28.2±0.15^{a}	30.1±0.18^{a}	69.5±0.14^{d}	52.4±0.23^{e}
SKN	68.4±0.16a	-2.6±0.11^{e}	17.3±0.060^{b}	17.5±0.08^{b}	-81.4±0.32^{e}	63.9±0.12^{a}
SPE025	65.5±0.44^{b}	1.5±0.19^{d}	22.5±0.21^{d}	22.5±0.22^{d}	86.3±0.46^{a}	58.8±0.48^{b}
SPE050	63.5±0.30^{c}	4.8±0.51^{c}	24.4±0.08^{c}	24.9±0.16^{c}	78.9±1.12^{b}	55.8±0.31^{c}
SPE075	61.4±0.34^{d}	6.7±0.64^{b}	25.9±0.46^{b}	26.8±0.60^{b}	75.5±1.08^{c}	53.0±0.58^{d}
SPE100	60.0±0.41^{e}	9.3±0.10^{a}	27.4±0.26^{a}	28.9±0.27^{a}	71.3±0.08^{d}	50.7±0.48^{e}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tablo 3. 26 Tatlı kırmızı biber ekstraklı kokolin örneklerin renk stabilitesi

Örnek		Depolama süresi (hafta)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
KKN	L*	74.4±0.65^{bc}	75.5±0.48^{a}	73.5±0.51^{b}	74.0±0.54^{ab}	74.4±0.64^{ab}	74.6±0.89^{ab}	74.4±0.59^{ab}	73.7±0.89^{ab}	74.3 ±0.54^{ab}	74.0±0.88^{ab}	73.2±0.02^{b}	73.2±0.93^{b}	73.6±0.66^{ab}
	a*	-5.90±0.06^{g}	-5.20±0.05^{f}	-4.90±0.03^{e}	-4.80±0.06^{e}	-4.70±0.09^{de}	-4.50±0.15^{cd}	-4.40±0.08^{c}	-4.30±0.11^{bc}	-4.20±0.04^{ab}	-4.10±0.12^{ab}	-4.10±0.06^{a}	-4.00±0.11^{a}	-4.00±0.06^{a}
	b*	18.2±0.17^{fg}	18.4±0.11^{fg}	18.2±0.28^{g}	18.4±0.32^{efg}	18.9±0.15^{cdef}	18.3±0.29^{fg}	19.2±0.17^{cd}	19.5±0.23^{bc}	18.8±0.24^{def}	19.1±0.32^{cde}	20.3±0.13^{a}	20.3±0.37^{a}	20.0±0.21^{ab}
	ΔE	nd	1.34±0.40^{fg}	1.42±0.33^{efg}	1.29±0.15^{g}	1.49±0.13^{efg}	1.67±0.14^{defg}	1.85±0.03^{cdef}	2.30±0.09^{bc}	1.89±0.01^{cde}	2.18±0.10^{cd}	2.99±0.13^{a}	3.16±0.14^{a}	2.83±0.09^{ab}
KPE025	L*	69.7±0.34^{cd}	70.8±0.45^{a}	70.7±0.31^{ab}	70.5±0.11^{abc}	70.3±0.09^{abc}	70.8±0.43^{a}	70.2±0.19^{abc}	70.4±0.34^{abc}	70.4±0.43^{abc}	70.2±0.12^{abc}	68.6±0.53^{e}	69.7±0.29^{bcd}	68.9±0.11^{de}
	a*	2.54±0.11^{d}	2.57±0.11^{d}	2.54±0.16^{d}	2.59±0.12^{d}	2.64±0.11^{cd}	2.86±0.14^{abcd}	3.10±0.26^{ab}	3.09±0.16^{ab}	2.70±0.20^{bcd}	2.88±0.06^{abcd}	3.26±0.18^{a}	2.80±0.13^{bcd}	3.05±0.07^{abc}
	b*	24.8±0.14^{c}	25.5±0.38^{b}	25.9±0.16^{ab}	25.9±0.13^{ab}	25.9±0.16^{ab}	25.8±0.17^{ab}	25.7±0.30^{ab}	26.2±0.13^{a}	24.2±0.10^{c}	24.5±0.08^{c}	25.7±0.38^{ab}	26.0±0.25^{ab}	25.9±0.15^{ab}
	ΔE	nd	1.33±0.58^{ab}	1.55±0.13^{a}	1.43±0.03^{ab}	1.30±0.18^{ab}	1.60±0.38^{a}	1.25±0.25^{ab}	1.69±0.21^{a}	0.97±0.22^{abc}	0.69±0.09^{c}	1.69±0.24^{a}	1.30±0.27^{ab}	1.45±0.10^{a}
KPE050	L*	68.5±0.15^{abc}	69.2±0.16^{a}	68.3±0.41^{abcd}	68.3±0.19^{abcd}	68.3±0.14^{abcd}	68.8±0.22^{ab}	68.4±0.47^{abcd}	68.4±0.13^{abcd}	68.7±0.27^{abc}	68.2±0.53^{bcd}	67.1±0.22^{e}	67.8±0.38^{cde}	67.6±0.43^{de}
	a*	5.22±0.14^{a}	5.02±0.28^{a}	4.84±0.29^{a}	4.91±0.23^{a}	4.97±0.17^{a}	5.22±0.21^{a}	5.23±0.58^{a}	5.57±0.22^{a}	4.93±0.20^{a}	5.30±0.06^{a}	5.62±0.22^{a}	4.95±0.35^{a}	5.09±0.18^{a}
	b*	26.4±0.14^{ab}	27.3±0.34^{a}	27.0±0.34^{a}	27.1±0.22^{a}	27.1±0.11^{a}	26.9±0.23^{a}	27.0±0.75^{a}	27.4±0.09^{a}	25.3±0.13^{c}	25.8±0.38^{bc}	27.0±0.24^{a}	27.2±0.47^{a}	26.4±0.48^{ab}
	ΔE	nd	1.20±0.28^{ab}	1.67±0.24^{a}	1.22±0.21^{ab}	1.06±0.45^{ab}	0.87±0.05^{abc}	0.84±0.03^{abc}	0.81±0.08^{abc}	0.60±0.26^{c}	0.96±0.50^{abc}	1.13±0.15^{ab}	1.18±0.16^{ab}	0.78±0.58^{c}
KPE075	L*	64.9±0.86^{bcd}	66.6±0.16^{a}	65.8±0.54^{abcd}	66.0±0.25^{abc}	66.2±0.12^{ab}	66.2±0.39^{ab}	66.4±0.26^{a}	66.2±0.15^{abc}	66.3±0.75^{a}	66.3±0.13^{a}	64.5±0.36^{d}	65.9±0.09^{abc}	64.9±0.77^{cd}
	a*	8.22±0.08^{abcde}	8.18±0.18^{bcde}	8.01±0.13^{cde}	8.06±0.10^{cde}	8.12±0.08^{cde}	8.40±0.09^{abcd}	8.66±0.40^{ab}	8.53±0.03^{abc}	7.75±0.25^{e}	7.98±0.26^{de}	8.74±0.10^{a}	7.94±0.12^{de}	7.93±0.22^{de}
	b*	27.4±0.49^{b}	28.8±0.22^{a}	28.4±0.39^{a}	28.7±0.23^{a}	29.0±0.08^{a}	28.6±0.16^{a}	28.3±0.16^{ab}	28.9±0.10^{a}	26.5±0.55^{c}	26.5±0.45^{c}	28.4±0.19^{ab}	28.2±0.13^{ab}	28.4±0.35^{a}
	ΔE	nd	2.16±0.26^{a}	1.29±0.58^{bcd}	1.67±0.30^{abc}	2.05±0.11^{ab}	1.72±0.40^{abc}	1.81±0.26^{abc}	1.90±0.17^{abc}	1.92±0.23^{abc}	1.73±0.23^{abc}	1.20±0.11^{bcd}	1.29±0.07^{bcd}	1.18±0.18^{c}
KPE100	L*	63.1±0.15^{def}	65.0±0.61^{ab}	64.4±0.20^{abc}	64.4±0.11^{abc}	64.3±0.33^{abc}	62.8±0.11^{ef}	62.4±0.47^{f}	64.1±0.40^{bc}	65.1±0.27^{a}	64.2±0.39^{abc}	62.5±0.19^{f}	64.0±0.22^{cd}	63.5±0.38^{cde}
	a*	10.5±0.12^{ab}	10.4±0.18^{abc}	10.5±0.06^{abc}	10.4±0.05^{abc}	10.3±0.13^{abc}	9.2±0.12^{d}	10.5±0.27^{ab}	10.7±0.17^{a}	9.8±0.44^{cd}	9.8±0.30^{bcd}	10.7±0.24^{a}	10.2±0.27^{abc}	10.1±0.40^{abc}
	b*	28.2±0.15^{bc}	29.6±0.22^{a}	29.7±0.09^{a}	29.7±0.14^{a}	29.7±0.31^{a}	26.0±0.24^{d}	28.6±1.18^{ab}	29.5±0.31^{a}	27.1±0.34^{cd}	26.8±0.31^{d}	28.5±0.13^{ab}	28.8±0.36^{ab}	28.5±0.42^{ab}
	ΔE	nd	2.36±0.58^{ab}	2.02±0.19^{abc}	1.94±0.16^{abc}	1.87±0.43^{abc}	2.60±0.16^{a}	1.35±0.28^{bcd}	1.63±0.49^{abcd}	2.44±0.45^{a}	1.91±0.30^{abc}	0.76±0.05^{e}	1.12±0.25^{cde}	0.74±0.56^{de}

nd: belirlenmemiştir. Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örneklerin depolama süresince arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tablo 3. 27 Tatlı kırmızı biber ekstraklı sürülebilir örneklerin renk stabilitesi

Örnek		Depolama süresi (hafta)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SKN	L*	68.4±0.16^{a}	68.6±0.94^{a}	67.4±0.22^{a}	67.9±0.75^{a}	67.0±1.63^{a}	67.4±1.98^{a}	67.8±1.06^{a}	66.8±1.64^{a}	68.1±1.57^{a}	67.1±0.97^{a}	66.7±0.67^{a}	66.8±1.07^{a}	66.2±1.37^{a}
	a*	-2.61±0.11^{f}	-2.44±0.22^{g}	-2.06±0.05^{f}	-1.76±0.02^{ef}	-1.46±0.02^{de}	-1.24±0.11^{cd}	-1.04±0.05^{abc}	-1.21±0.26^{bcd}	-1.05±0.09^{abc}	-1.03±0.10^{abc}	-0.85±0.08^{a}	-0.92±0.07^{ab}	-1.09±0.04^{abc}
	b*	17. 3±0.06^{d}	17.7±0.06^{dc}	17.9±0.58^{de}	18.5±0.49^{bcd}	19.1±0.55^{ab}	18.1±0.45^{cde}	19.2±0.22^{ab}	19.1±0.53^{a}	18.1±0.25^{cde}	18.4±0.14^{cde}	19.7±0.28^{a}	19.6±0.40^{ab}	18.2±0.29^{bcd}
	ΔE	nd	0.92±0.20^{ef}	1.36±0.20^{de}	1.72±0.37	2.89±0.35^{ab}	2.45±0.58^{abcd}	2.67±0.08^{abc}	3.11±0.51^{ab}	2.21±0.27^{bcd}	2.44±0.33^{abcd}	3.47±0.32^{a}	3.38±0.19^{a}	2.93±0.85^{ab}
SPE025	L*	65.6±0.42^{ab}	66.9±0.35^{a}	64.6±1.06^{abc}	64.6±0.56^{abc}	64.6±0.21^{abc}	65.2±0.17^{ab}	64.3±0.85^{abc}	64.9±0.82^{abc}	64.3±1.53^{abc}	61.9±2.72^{c}	63.8±0.52^{bc}	64.0±0.75^{abc}	64.0±0.15^{abc}
	a*	1.46±0.19^{h}	1.80±0.20^{gh}	2.00±0.24^{fgh}	2.28±0.08^{efg}	2.55±0.22^{def}	3.01±0.18^{bcd}	3.05±0.27^{bcd}	3.54±0.24^{ab}	2.87±0.31^{cde}	3.44±0.25^{abc}	3.73±0.28^{a}	3.19±0.15^{abcd}	3.32±0.08^{abc}
	b*	22.5±0.25^{cd}	23.3±0.46^{bcd}	23.7±0.40^{abc}	24.0±0.12^{ab}	24.2±0.15^{ab}	24.4±0.21^{ab}	24.7±0.38^{a}	24.9±0.44^{a}	22.1±1.22^{d}	23.3±0.12^{bcd}	24.8±0.32^{a}	24.3±0.31^{ab}	24.4±0.21^{ab}
	ΔE	nd	1.33±0.06^{cd}	1.89±0.25^{bcd}	2.07±0.17^{bcd}	2.26±0.23^{bcd}	2.48±0.21^{bc}	3.06±0.26^{abc}	3.34±0.40^{ab}	2.35±1.06^{bc}	4.55±1.99^{a}	3.70±0.12^{ab}	3.05±0.17^{abc}	3.08±0.22^{abc}
SPE050	L*	63.5±0.30^{b}	64.5±0.35^{a}	62.1±0.45^{c}	62.0±0.31^{c}	62.0±0.06^{c}	61.5±0.35^{cd}	60.8±0.32^{de}	60.8±0.56^{de}	60.9±0.42^{de}	60.4±0.35^{e}	58.9±0.17^{f}	60.2±0.06^{e}	60.1±0.15^{e}
	a*	4.79±0.51^{efg}	4.47±0.21^{g}	4.34±0.03^{g}	4.46±0.04^{g}	4.56±0.08^{fg}	5.05±0.19^{def}	5.14±0.05^{cde}	5.82±0.05^{ab}	5.69±0.24^{abc}	5.65±0.09^{abc}	6.15±0.01^{a}	5.61±0.11^{abc}	5.56±0.17^{bcd}
	b*	24.4±0.06^{f}	25.1±0.21^{de}	25.1±0.38^{e}	25.2±0.17^{cde}	25.3±0.10^{cde}	25.6±0.06^{bcde}	25.7±0.10^{bcd}	26.4±0.06^{a}	25.7±0.46^{bcd}	25.2±0.10^{cde}	25.7±0.00^{bcd}	25.9±0.06^{ab}	25.7±0.15^{bc}
	ΔE	nd	1.27±0.31^{f}	1.66±0.28^{de}	1.72±0.19^{de}	1.77±0.11^{de}	2.28±0.28^{cd}	3.00±0.27^{bc}	3.51±0.40^{b}	3.01±0.50^{bc}	3.24±0.30^{b}	4.96±0.17^{a}	3.76±0.03^{b}	3.74±0.18^{b}
SPE075	L*	61.4±0.35^{b}	63.4±0.36^{a}	60.3±0.23^{bcd}	60.3±0.12^{bcd}	60.3±0.15^{bcd}	60.7±0.45^{bc}	59.4±0.21^{def}	59.3±0.32^{def}	60.0±0.15^{cde}	59.6±0.20^{cdef}	58.7±1.11^{f}	59.2±0.20^{def}	59.1±0.20^{ef}
	a*	6.70±0.64^{bc}	7.11±0.02^{abc}	6.75±0.09^{bc}	6.75±0.25^{bc}	6.74±0.44^{bc}	6.96±0.40^{abc}	7.26±0.33^{abc}	7.88±0.22^{a}	7.45±0.11^{ab}	7.40±0.18^{ab}	6.33±0.25^{c}	7.74±0.33^{a}	7.26±0.27^{ab}
	b*	25.9±0.47^{d}	26.3±0.45^{cd}	26.7±0.15^{bcd}	26.9±0.12^{abc}	27.2±0.15^{abc}	26.6±0.36^{bcd}	27.3±0.25^{ab}	27.7±0.27^{a}	26.9±0.21^{abc}	26.4±0.20^{cd}	26.6±0.25^{bcd}	27.1±0.21^{abc}	26.6±0.38^{bcd}
	ΔE	nd	2.45±0.22^{ab}	1.37±0.26^{bcd}	1.52±0.18^{bcd}	1.68±0.11^{bcd}	1.07±0.43^{cd}	2.46±0.34^{ab}	2.98±0.47^{a}	1.93±0.25^{abc}	2.01±0.25^{abc}	2.10±0.30^{abc}	3.01±1.12^{a}	2.58±0.33^{ab}
SPE100	L*	60.0±0.36^{bc}	60.7±0.30^{ab}	59.1±0.36 ^{bcd}	58.9±0.10^{cde}	58.7±0.12^{cde}	58.7±0.27^{cde}	59.4±0.95^{bcd}	58.2±0.06^{de}	61.7±0.51^{a}	57.9±0.31^{de}	57.3±1.36^{e}	58.2±0.53^{de}	58.0±0.15^{de}
	a*	9.27±0.10^{cd}	9.2±0.15^{d}	9.29±0.06^{cd}	9.28±0.05^{cd}	9.27±0.05^{cd}	9.49±0.09^{bcd}	9.43±0.30^{cd}	9.88±0.10^{ab}	9.88±0.15^{ab}	9.65±0.09^{abc}	10.0±0.18^{a}	9.62±0.21^{abc}	9.92±0.16^{a}
	b*	27.4±0.25^{de}	28.3±0.06^{a}	28.1±0.06^{ab}	28.1±0.06^{ab}	28.1±0.06^{ab}	27.9±0.21^{abc}	27.6±0.21^{cd}	28.2±0.10^{ab}	26.3±0.12^{f}	27.1±0.06^{e}	27.3±0.21^{de}	27.9±0.06^{bc}	28.1±0.15^{ab}
	ΔE	nd	1.20±0.17^{bcd}	1.25±0.29^{bcd}	1.37±0.08^{bcd}	1.49±0.14^{abcd}	1.43±0.30^{bcd}	0.86±0.82^{d}	2.12±0.11^{abc}	2.07±0.44^{abc}	2.31±0.23^{ab}	2.84±1.15^{a}	1.92±0.48^{abc}	2.20±0.16^{abc}

nd: belirlenmemiştir. Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örneklerin depolama süresince arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Kokolin örneklerinde kırmızı pancar suyu ekstraktının pigment kaynağı olarak kullanımı ile birlikte örneklerin L* (54.9-74.4), b* (8.20-18.2), C* (13.0-19.2), h° [(-72.0)-32.7] ve BI (52.4-68.0) değerlerinde önemli düşüş, bu pigment kaynağı ile ilişkilendirilecek kırmızılık (+a*) değerinde ise [(-5.90)-12.8] (Tablo 3. 28) önemli artış tespit edilmiştir. Pigment kaynağı kullanım düzeyi ile birlikte a* değerlerinde artış görülmesi, bu pigment kaynağının proses stabilitesi ve kokolin matriksinde kullanım olanağı açısından olumlu bir gösterge olarak kabul edilmiştir. Sürülebilir krema örneklerine ait L* (54.2-68.4), a* [(-2.61)-10.78), b* (8.20-18.2), C* (13.3-17.5), h° [(-81.4)-80.2) ve BI (51.9-63.9) değerlerinin Tablo 3. 28'de kokolin ile benzer değişim gösterdikleri saptanmıştır (p<0.05).

12 haftalık HRÖ koşullarında ΔE değeri >0.50 g/100 g kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren kokolin örneklerinde 3.0 düzeyinin üzerine 8. hafta itibari ile çıkmıştır (Tablo 3. 29). 0.25 ve 0.50 g/100 kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerde ise renk stabilitesinin sırasıyla 12 ve 10 haftalarda ΔE değerinin 3.0'dan düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca hem kokolin hem de sürülebilir krema örneklerinin renk değerlerinde bazı dalgalanmalar ile karşılaşılmıştır (Tablo 3. 29 ve 3. 30). Beyaz çikolatada depolama sırasında renk özelliklerinde bazı dalgalanmalar belirlendiği Jardim vd., (2011) çalışmalarda da ifade edilmiştir. Sürülebilir krema örnekleri için kokolin örneklerinden farklı olarak kırmızı pancar suyu ekstraktı kullanımının daha yüksek konsantrasyonlarda olduğu (0.75 ve 1.00 g/100 g) örneklerde daha yüksek renk stabilitesi belirlenmiştir. Bu durum ürün bileşiminin renk stabilitesi için önemli bir faktör olduğunun bir diğer göstergesi olarak ifade edilebilir. Ayrıca bu örnek grubunda en yüksek nem oranına sahip olan ve 0.50 g/100 g kırmızı pancar suyu ekstraktı kullanılarak hazırlanan örneklerde daha düşük renk stabilitesi belirlenmesi dikkat çekici bulunmuştur.

Tablo 3. 28 Kırmızı pancar suyu ekstraktlı örneklerin renk özellikleri

Örnek	Renk Özellikleri					
	L*	a*	b*	C*	*h*°	BI
KKN	74.4±0.6^{a}	-5.90±0.10^{d}	18.2±0.15^{a}	19.15±0.15^{a}	-72.0±0.12^{e}	68.0±0.42^{a}
KPS025	65.9±0.1^{b}	3.90±0.20^{c}	12.4±0.60^{b}	13.0±0.63^{d}	72.6±0.38^{a}	63.5±0.28^{b}
KPS050	65.3±0.5^{b}	4.20±0.00^{c}	12.6±0.18^{b}	13.3±0.19^{d}	71.5±0.20^{b}	62.9±0.41^{b}
KPS075	57.2±0.2^{c}	10.77±0.20^{b}	9.2±0.05^{c}	14.2±0.16c	40.7±0.54^{c}	54.9±0.20^{c}
KPS100	54.9±0.7^{d}	12.8±0.10^{a}	8.2±0.10^{d}	15.3±0.13^{b}	32.7±0.16^{d}	52.4±0.61^{d}
SKN	68.4±0.16^{a}	-2.61±0.11^{e}	17.3±0.06^{a}	17.5±0.08^{a}	-81.4±0.32^{e}	63.9±0.12^{a}
SPS025	63.5±0.35^{b}	2.47±0.33^{d}	14.3±0.07^{b}	14.5±0.01^{bc}	80.2±1.34^{a}	60.7±0.32^{b}
SPS050	60.1±0.33^{c}	5.61±0.41^{c}	12.1±0.37^{c}	13.3±0.32^{d}	65.1±1.94^{b}	57.9±0.37^{c}
SPS075	56.6±0.38^{d}	8.95±0.24^{b}	10.9±0.13^{d}	14.1±0.08^{c}	50.7±1.07^{c}	54.3±0.38^{d}
SPS100	54.2±0.58^{e}	10.78±0.37^{a}	10.0±0.15^{e}	14.7±0.18^{b}	42.9±1.39^{d}	51.9±0.60^{e}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tablo 3. 29 Kırmızı pancar suyu ekstraktlı kokolin örneklerin renk stabilitesi

Örnek		Depolama süresi (hafta)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
KKN	L*	74.4±0.65^{bc}	75.5±0.48^{a}	73.5±0.51^{b}	74.0±0.54^{ab}	74.4±0.64^{ab}	74.6±0.89^{ab}	74.4±0.59^{ab}	73.7±0.89^{ab}	74.3 ±0.54^{ab}	74.0±0.88^{ab}	73.2±0.02^{b}	73.2±0.93^{b}	73.6±0.66^{ab}
	a*	-5.90±0.06^{g}	-5.20±0.05^{f}	-4.90±0.03^{e}	-4.80±0.06^{e}	-4.70±0.09^{de}	-4.50±0.15^{cd}	-4.40±0.08^{c}	-4.30±0.11^{bc}	-4.20±0.04^{ab}	-4.10±0.12^{ab}	-4.10±0.06^{a}	-4.00±0.11^{a}	-4.00±0.06^{a}
	b*	18.2±0.17^{fg}	18.4±0.11^{fg}	18.2±0.28^{g}	18.4±0.32^{efg}	18.9±0.15^{cdef}	18.3±0.29^{fg}	19.2±0.17^{cd}	19.5±0.23^{bc}	18.8±0.24^{def}	19.1±0.32^{cde}	20.3±0.13^{a}	20.3±0.37^{a}	20.0±0.21^{ab}
	ΔE	nd	1.34±0.40^{fg}	1.42±0.33^{efg}	1.29±0.15^{g}	1.49±0.13^{efg}	1.67±0.14^{defg}	1.85±0.03^{cdef}	2.30±0.09^{bc}	1.89±0.01^{cde}	2.18±0.10^{cd}	2.99±0.13^{a}	3.16±0.14^{a}	2.83±0.09^{ab}
KPS025	L*	65.9±0.14^{bc}	67.1±0.50^{ab}	66.3±0.28^{abc}	66.4±0.25^{abc}	66.4±0.24^{abc}	66.7±0.56^{abc}	65.3±0.54^{c}	65.8±0.11^{bc}	67.4±0.11^{a}	66.4±0.48c^{bc}	65.1±1.19^{c}	66.±0.45^{ab}	66.0±0.76^{ab}
	a*	3.90±0.22^{ab}	4.02±0.08^{a}	3.91±0.17^{ab}	3.83±0.08^{ab}	3.75±0.10^{ab}	4.07±0.09^{ab}	3.60±0.12^{b}	3.77±0.13^{ab}	3.21±0.03^{c}	3.08±0.22^{c}	3.08±0.02^{c}	2.64±0.17^{d}	2.89±0.07^{cd}
	b*	12.4±0.60^{f}	13.05±0.16^{ef}	13.2±0.06^{def}	13.3±0.072^{de}	13.4±0.10^{de}	13.3±0.16^{def}	13.8±0.13^{cde}	13.9±0.12^{cde}	13.8±0.06^{cde}	14.0±0.35^{bcd}	14.9±0.57^{ab}	15.7±0.13^{a}	14.6±0.53^{bc}
	ΔE	nd	1.30±0.51^{egh}	0.90±0.13^{gh}	1.02±0.16^{fg}	1.16±0.16^{efg}	1.21±0.44^{efg}	1.62±0.07^{def}	1.50±0.12^{def}	2.12±0.11^{bcd}	1.88±0.40^{cde}	2.93±0.12^{ab}	3.68±0.26^{a}	2.50±0.37^{bc}
KPS050	L*	65.333±0.51^{a}	66.1±0.41^{a}	65.5±0.43^{a}	65.5±0.28^{a}	65.5±0.34^{a}	66.7±0.39^{a}	65.3±1.05^{a}	66.6±0.42^{a}	67.0±0.87^{a}	66.2±0.47^{a}	65.4±0.20^{a}	67.0±0.14^{a}	66.3±1.10^{a}
	a*	4.20±0.04^{ab}	3.92±0.12^{bc}	3.95±0.08^{abc}	3.93±0.05^{abc}	3.92±0.05^{bc}	4.25±0.05^{a}	3.68±0.17^{c}	4.11±0.14^{ab}	3.31±0.16^{d}	3.12±0.03^{de}	3.29±0.06^{d}	2.82±0.01^{d}	3.05±0.23^{de}
	b*	12.6±0.19^{g}	12.5±0.11^{g}	12.9±0.04^{fg}	13.1±0.01^{f}	13.2±0.04^{ef}	13.5±0.07^{e}	13.6±0.17^{de}	14.4±0.15^{c}	13.6±0.15^{de}	14.0±0.16^{d}	15.1±0.11^{b}	15.8±0.11^{a}	15.7±0.29^{a}
	ΔE	nd	0.86±0.31^{def}	0.57±0.03^{f}	0.63±0.08^{ef}	0.78±0.11^{ef}	1.67±0.35^{cd}	1.44±0.18^{cde}	2.25±0.34^{bc}	2.23±0.61^{bc}	2.00±0.30^{bc}	2.71±0.12^{b}	3.87±0.15^{a}	3.56±0.38^{a}
KPS075	L*	57.2±0.17^{d}	58.5±0.24^{e}	58.4±0.20^{e}	58.4±0.30^{e}	58.4±0.80^{e}	59.5±0.24^{abc}	58.4±0.63^{e}	59.3±0.13^{bc}	60.8±0.52^{a}	60.3±0.09^{ab}	59.1±0.40^{bc}	59.4±0.48^{bc}	59.3±0.41^{bc}
	a*	12.8±0.09^{a}	10.8±0.30^{b}	10.2±0.12^{c}	10.0±0.08^{cd}	9.90±0.28^{cd}	10.0±0.12^{cd}	9.50±0.16^{de}	9.70±0.24^{cd}	8.30±0.33^{gh}	8.10±0.20^{h}	8.30±0.19^{fgh}	8.90±0.22^{ef}	8.80±0.20^{fgh}
	b*	8.2±0.10^{g}	9.5±0.08^{f}	9.6±0.07^{ef}	9.70±0.04	9.70±0.15^{ef}	9.90±0.07^{e}	10.3±0.16^{d}	10.8±0.06^{c}	10.3±0.06^{d}	10.7±0.04^{c}	11.9±0.10^{a}	11.3±0.27^{b}	11.3±0.08^{b}
	ΔE	nd	1.34±0.27^{fg}	1.36±0.15^{fg}	1.47± 0.23^{f}	1.69±0.48^{ef}	2.51±0.20^{de}	2.10±0.40^{def}	2.88±0.06^{cd}	4.52±0.38^{a}	4.30±0.08^{ab}	4.10±0.34^{ab}	3.53±0.4^{bc}	3.52±0.39^{bc}
KPS100	L*	54.9±0.70^{g}	56.1±0.23^{ef}	55.8±0.67^{fg}	56.1±0.26^{ef}	56.4±0.38^{def}	57.2±0.10^{cde}	56.4±0.25^{def}	57.4±0.23^{bcd}	58.6±0.30^{a}	58.4±0.23^{ab}	56.9±0.34^{cde}	58.6±0.42^{a}	58.0±0.41^{abc}
	a*	12.8±0.09^{a}	12.4±0.12^{ab}	12.0±0.08^{b}	12. 0±0.08^{b}	12.0±0.24^{b}	12.3±0.03^{ab}	11.8±0.23^{b}	11.8±0.35^{b}	10.5±0.30^{c}	10.2±0.09^{cd}	10.4±0.13^{c}	9.9±0.30^{cd}	9.7±0.42^{d}
	b*	8.20±0.10^{f}	8.40±0.06^{ef}	8.40±0.1^{ef}	8.50±0.05^{ef}	8.60±0.12^{ef}	8.60±0.07^{ef}	9.10±0.11^{cd}	9.40±0.05^{c}	8.80±0.34^{de}	9.50±0.09^{c}	10.5±0.22^{b}	11.4±0.13^{a}	11.4±0.04^{a}
	ΔE	nd	1.29±0.19^{ef}	1.24±0.49^{ef}	1.48±0.26^{e}	1.81±0.37^{de}	2.36±0.11^{c}	2.03±0.23^{de}	2.92±0.30^{c}	4.46±0.22^{b}	4.57±0.24^{b}	3.86±0.28^{b}	5.67±0.48^{a}	5.63±0.a^{b}

nd: belirlenmemiştir. Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örneklerin depolama süresince arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05)

Tablo 3. 30 Kırmızı pancar suyu ekstraklı sürülebilir krema örneklerin renk stabilitesi

Örnek		Depolama süresi (hafta)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SKN	L*	68.4±0.16^{a}	68.6±0.94^{a}	67.4±0.22^{a}	67.9±0.75^{a}	67.0±1.63^{a}	67.4±1.98^{a}	67.8±1.06^{a}	66.8±1.64^{a}	68.1±1.57^{a}	67.1±0.97^{a}	66.7±0.67^{a}	66.8±1.07^{a}	66.2±1.37^{a}
	a*	-2.61±0.11^{f}	-2.44±0.22^{g}	-2.06±0.05^{f}	-1.76±0.02^{ef}	-1.46±0.02^{de}	-1.24±0.11^{cd}	-1.04±0.05^{abc}	-1.21±0.26^{bcd}	-1.05±0.09^{abc}	-1.03±0.10^{abc}	-0.85±0.08^{a}	-0.92±0.07^{ab}	-1.09±0.04^{abc}
	b*	17. 3±0.06^{d}	17.7±0.06^{dc}	17.9±0.58^{de}	18.5±0.49^{bcd}	19.1±0.55^{ab}	18.1±0.45^{cde}	19.2±0.22^{ab}	19.1±0.53^{a}	18.1±0.25^{cde}	18.4±0.14^{cde}	19.7±0.28^{a}	19.6±0.40^{ab}	18.2±0.29^{bcd}
	ΔE	nd	0.92±0.20^{ef}	1.36±0.20^{de}	1.72±0.37	2.89±0.35^{ab}	2.45±0.58^{abcd}	2.67±0.08^{abc}	3.11±0.51^{ab}	2.21±0.27^{bcd}	2.44±0.33^{abcd}	3.47±0.32^{a}	3.38±0.19^{a}	2.93±0.85^{ab}
SPS025	L*	63.5±0.35^{ab}	64.3±0.11^{a}	62.3±0.68^{bc}	61.9±0.46^{bcd}	61.5±0.69^{cde}	61.1±0.76^{def}	60.5±0.75^{defg}	61.1±1.46^{cdef}	62.0±0.81^{defg}	59.9±0.62^{ef}	59.0±0.42^{f}	59.9±0.24^{def}	60.4±0.35^{cdef}
	a*	2.47±0.33^{g}	2.49±0.04^{g}	2.62±0.16^{g}	2.96±0.08^{fg}	3.29±0.12^{e}	3.84±0.32^{de}	4.10±0.26^{bcd}	4.82±0.29^{a}	4.69±0.13^{ab}	4.73±0.14^{a}	4.55±0.10^{abc}	4.04±0.11^{cd}	4.43±0.19^{abcd}
	b*	14.3±0.07^{ef}	14.5±0.07^{cdef}	14.6±0.21^{cdef}	14.8±0.07^{cde}	15.0±0.11^{bc}	14.5±0.19^{cdef}	14.7±0.30^{cde}	15.0±0.16^{bc}	14.1±0.37^{f}	14.4±0.12^{cdef}	15.0±0.15^{c}	15.7±0.10^{a}	15.4±0.19^{ab}
	ΔE	nd	1.05±0.12^{e}	1.13±0.57^{e}	1.60±0.36	2.14±0.62^{de}	2.64±0.80^{cde}	3.27±0.79^{bcd}	3.39±1.09^{bcd}	2.66±0.46^{cde}	4.14±0.59^{ab}	4.81±0.44^{a}	3.99±0.23^{ab}	3.74±0.16^{abc}
SPS050	L*	60.1±0.34^{b}	60.9±0.92^{a}	59.0±1.06^{a}	58.6±0.72^{a}	58.1±0.41^{a}	58.1±2.14^{a}	57.8±2.00^{a}	58.6±1.41^{a}	59.5±2.28^{a}	58.9±1.66^{a}	58.7±2.01^{a}	59.7±2.63^{a}	60.0±1.46^{a}
	a*	5.61±0.41^{efg}	5.20±0.18^{ef}	6.52±0.23^{cde}	7.27±0.14^{bcd}	8.03±0.26^{abc}	9.12±0.18^{a}	8.56±0.55^{ab}	9.02±0.22^{ab}	7.19±0.79^{bcd}	6.31±0.71^{defg}	6.57±0.17^{cdef}	4.76±1.20^{g}	5.65±0.62^{efg}
	b*	12.1±0.37^{e}	12.5±0.14^{de}	13.0±0.28^{de}	12.7±0.24^{de}	12.4±0.42^{de}	12.4±0.35^{de}	12.7±0.63^{de}	13.6±0.22^{bcd}	12.6±0.77^{de}	13.1±0.52^{cde}	15.0±0.46^{ab}	15.5±0.84^{a}	14.5±0.22^{abc}
	ΔE	nd	1.10±0.73e	1.84±0.47^{ef}	2.37±0.41^{cde}	3.15±0.33^{abcd}	4.36±0.63^{a}	4.14±0.63^{ab}	4.15±0.49^{ab}	2.69±0.36^{bcde}	2.16±0.72^{cde}	3.66±0.69^{abc}	4.23±0.72^{ab}	2.68±0.27^{bcde}
SPS075	L*	56.6±0.38^{ab}	58.1±0.45^{a}	56.3±0.20^{bc}	56.1±0.12^{bc}	56.0±0.12^{bcd}	55.7±0.28^{bcd}	54.4±1.13^{d}	55.5±0.88^{bcd}	57.0±0.590^{ab}	56.2±0.09^{bc}	54.9±0.80^{cd}	55.7±0.27^{bcd}	55.5±0.35^{bcd}
	a*	8.95±0.24^{de}	8.61±0.13^{e}	8.52±0.18^{e}	8.83±0.07^{de}	9.13±0.13^{de}	9.90±0.21^{cd}	10.3±0.44^{bc}	11.4±0.47^{ab}	11.3±0.38^{ab}	11.5±0.45^{a}	12.2±0.26^{a}	11.3±0.41^{ab}	11.4±0.82^{ab}
	b*	11.0±0.13^{e}	11.1±0.11^{de}	11.5±0.09^{bc}	11.4±0.07^{bcd}	11.4±0.05^{bcd}	11.1±0.06^{de}	11.3±0.16^{bcde}	11.2±0.19^{cde}	10.4±0.13^{f}	10.4±0.06^{f}	11.5±0.17^{bc}	11.9±0.16^{a}	11.6±0.08^{ab}
	ΔE	nd	1.48±0.46^{bcd}	0.75±0.02^{d}	0.68±0.11^{d}	0.82±0.13^{d}	1.37±0.09^{bc}	2.71±0.62^{ab}	2.71±0.71^{ab}	2.48±0.28^{abc}	2.65±0.45^{abc}	3.70±0.57^{a}	2.67±0.47^{babc}	2.83±0.75^{a}
SPS100	L*	54.2±0.58^{bc}	55.7±0.92^{a}	54.6±0.08^{ab}	54.0±0.08^{ab}	53.5±0.25^{bc}	53.7±0.27^{bc}	51.7±0.72^{cd}	51.8±0.05^{cd}	52.0±0.40^{cd}	51.8±0.90^{cd}	50.4±1.26^{d}	51.5±1.03^{d}	51.2±0.56^{d}
	a*	10.8±0.37^{bcde}	10.5±0.12^{cde}	10.08±0.04^{e}	10.2± 0.12^{de}	10.3±0.25^{cde}	11.1±0.10^{abcde}	11.5±0.27^{abcde}	12.2±0.12^{abcd}	11.8±1.65^{abcde}	12.3±1.00^{abc}	12.7±1.32^{ab}	13.0±0.53^{a}	12.8±0.50^{ab}
	b*	10.0±0.15^{ab}	10.1±0.05^{ab}	10.5±0.07^{a}	10.4±0.06^{a}	10.3±0.14^{ab}	10.3±0.17^{ab}	10.3±0.09^{ab}	10.1±0.08^{ab}	9.20±0.48^{c}	9.20±0.16^{c}	9.60±0.29^{bc}	10.2±0.38^{ab}	10.5±0.52^{a}
	ΔE	nd	1.56±0.90^{bcde}	0.90±0.09^{cde}	0.74±0.09^{de}	0.94±0.22^{cde}	0.69±0.19^{de}	2.62±0.63^{abcde}	2.75±0.05^{abcd}	2.96±0.56^{abc}	3.05±1.13^{abc}	4.28±1.66^{a}	3.56±1.00^{ab}	3.68±0.20^{ab}

nd: belirlenmemiştir. Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örneklerin depolama süresince arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

81

Çoğu doğal gıda renklendiricileri; nem, ışık, oksijen ve pH gibi proses ve depolama koşullarında kararlı olmayan davranış gösterebilir (Wu vd., 2013). Gerek kokolin gerekse de sürülebilir krema için özellikle nem düzeyinin optimizasyonu ve oksidatif stabiliteyi geliştirici bileşenlerin kullanımı ile daha yüksek renk stabilitesine ulaşılması mümkündür. Çalışma renk stabilitesi düşük olan ekstraklar için enkapsilasyon ve oksiadasyon önleyici ajan kullanımı tavsiye edici uygulamalar olabilir.

3.5 Erime Profili

Çikolata ve benzeri ürünlerde (kokolin vb.) örneklerinin erime özellikleri; ağız içi erime davranışlarını belirlenmesinde önemli olmasının yanı sıra sertlik, yağ fazının diğer bazı fiziksel özellikleri ile kristalizasyon gibi nitelikler hakkında bilgi sahibi olmak için büyük önem taşımaktadır (Braipson-Dainthine ve Deroame, 2004). Ayrıca çikolata ve benzeri ürünlerin erime özelikleri; sıcak iklimlerde sevkiyat, depolama ve satış esnasında erimeye bağlı şekil bozuklukları yaşanma hususlarında önemlidir. Bu tez çalışmasında, DSC tekniği kullanılarak incelenen örneklerde T_{ilk}, T_{pik}, T_{son} ve ΔH değerleri belirlenmiştir.

Aspir ekstraktlı kokolin örneklerde T_{ilk}, $T_{pik,}$ T_{son} ve ΔH değerleri sırasıyla 21.1-21.6°C. 32.0-33.4°C. 40.4-41.2°C ve 32.4-35.4 j/g arasında belirlenmiştir (Tablo 3. 31). Aspir ekstraktı ilave edilmiş örneklerin kontrol örneğinden önemli bir değişimin söz konusu olmamıştır. Aspir ekstraktı ilavesi kokolin örneklerin erime davranışlarında önemli bir değişime neden olmamıştır (p>0.05).

Tablo 3. 31 Aspir ekstraktlı örneklerin erime profili

Örnek	T_{ilk} (°C)	T_{pik} (°C)	T_{son} (°C)	ΔH (J/g)
KKN	21.3±0.38^{a}	32.0±0.26^{a}	40.8±0.83^{a}	35.3±1.55^{a}
KAE025	21.5±0.53^{a}	32.8±2.14^{a}	40.4±0.93^{a}	35.4±2.21^{a}
KAE050	21.2±0.40^{a}	32.2±0.50^{a}	40.8±0.15^{a}	35.1±0.98^{a}
KAE075	21.5±0.52^{a}	32.2±0.14^{a}	40.5±0.14^{a}	33.4±0.87^{a}
KAE100	21.6±0.23^{a}	33.4±1.09^{a}	41.2±0.32^{a}	32.4±2.93^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Mor patates ekstraktlı örneklere ait T_{ilk}, T_{pik}, T_{son} ve ΔH değerleri sırasıyla 21.1-21.8°C. 31.7-32.7°C. 40.2-41.0°C ve 35.3-36.4 j/g belirlenmiştir (Tablo 3. 32). Mor patates ekstraktlı kokolin örneklerin erime davranışlarında da önemli değişim görülmemiştir (p>0.05).

Tablo 3. 32 Mor patates ekstraktlı örneklerin erime profili

Örnek	T_{ilk} (°C)	T_{pik} (°C)	T_{son} (°C)	ΔH (J/g)
KKN	21.3±0.38^{a}	32.0±0.26^{ab}	40.8±0.83^{a}	35.3±1.55^{a}
KMP025	20.4±1.59^{a}	32.7±0.38^{a}	40.2±0.98^{a}	35.8±1.80^{a}
KMP050	21.1±0.74^{a}	32.0±0.43^{ab}	40.3±0.59^{a}	36.4±1.30^{a}
KMP075	21.2±0.86^{a}	31.7±0.06^{b}	40.3±0.63^{a}	35.5±2.76^{a}
KMP100	21.8±0.26^{a}	31.9±0.11^{ab}	41.0±0.96^{a}	35.9±0.30^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Siyah havuç ekstraktlı örneklere ait T_{ilk},T_{pik}, T_{son} ve ΔH değerleri sırasıyla 20.7-21.3°C, 31.6-32.3°C, 39.8-41.4°C ve 32.4-36.6 j/g belirlenmiştir (Tablo 3. 33). Siyah havuç ekstraktlı kokolin örneklerin T_{pik} değerinde önemsiz kabul edilecek değişimler haricinde erime davranışlarında da önemli değişim görülmemiştir (p>0.05). Kontrol örneğinden farklı bir değer elde edilmemiş olması siyah havuç ekstraktının bu tür ürünlerde kullanımının erime profili açısından engelleyici olmadığı söylenebilir.

Tablo 3. 33 Siyah havuç ekstraktlı örneklerin erime profili

Örnek	T_{ilk} (°C)	T_{pik} (°C)	T_{son} (°C)	ΔH (J/g)
KKN	21.3±0.38^{a}	32.0±0.26^{ab}	40.8±0.83^{a}	35.3±1.55^{a}
KSH025	21.2±0.19^{a}	32.3±0.17^{a}	41.4±1.15^{a}	32.4±3.50^{a}
KSH050	21.1±0.21^{a}	31.9±0.39^{ab}	40.6±0.19^{a}	35.7±1.33^{a}
KSH075	20.7±0.52^{a}	31.6±0.21^{b}	40.7±0.54^{a}	36.1±0.76^{a}
KSH100	21.0±0.26^{a}	31.8±0.08^{ab}	39.8±0.24^{a}	36.6±0.51^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tatlı kırmızı biber ekstraktlı örneklere ait T_{ilk}, T_{pik}, T_{son} ve ΔH değerleri sırasıyla 20.7-22.0°C, 31.9-33.1°C, 40.2-40.8°C ve 33.2-35.3 j/g belirlenmiştir (Tablo 3. 34). Tatlı biber ekstraktlı kokolin örneklerin ilk erime sıcaklığı önemsiz bir derece yükselse de diğer erime özelliklerinde önemli değişim görülmemiştir (p>0.05). Erime profilinde bir değişimin olmamasının ürünlerin endüstriyel üretimine yönelik kullanım imkânını artırmaktadır.

Tablo 3. 34 Tatlı kırmızı biber ekstraktlı örneklerin erime profili

Örnek	T_{ilk} (°C)	T_{pik} (°C)	T_{son} (°C)	ΔH (J/g)
KKN	21.3±0.38^{ab}	32.0±0.26^{a}	40.8±0.83^{a}	35.3±1.55^{a}
KPE025	21.4±0.26^{ab}	32.2±0.50^{a}	40.4±0.38^{a}	34.2±0.57^{a}
KPE050	20.7±0.54^{b}	33.1±1.58^{a}	40.4±0.93^{a}	33.5±4.40^{a}
KPE075	21.8±0.15^{ab}	31.9±0.23^{a}	40.3±1.03^{a}	33.2±3.78^{a}
KPE100	22.0±0.04^{a}	32.0±0.00^{a}	40.2±0.11^{a}	35.2±1.47^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Kırmızı pancar suyu ekstratlı örneklerde T_{ilk}, T_{pik}, T_{son} ve ΔH değerleri sırasıyla 21.1-22.2°C, 32.0-32.5°C, 40.5-41.0°C ve 32.4-35.3 j/g belirlenmiştir (Tablo 3. 35). Kırmızı pancar ekstraktı kullanımı kokolin de T_{ilk}, T_{pik}, T_{son} ve ΔH niteliklerinde önemli bir değişimin oluşmadığı tespit edilmiştir (p>0.05).

Tablo 3. 35 Kırmızı pancar suyu ekstraktlı örneklerin erime profili

Örnek	T_{ilk} (°C)	T_{pik} (°C)	T_{son} (°C)	ΔH (J/g)
KKN	21.3±0.38^{a}	32.1±0.26^{a}	40.8±0.83^{a}	35.3±1.55^{a}
KPS025	22.0±0.11^{a}	32.1±0.16^{a}	40.5±0.33^{a}	33.1±0.96^{a}
KPS050	22.2±0.38^{a}	32.1±0.23^{a}	41.0±0.64^{a}	32.4±0.98^{a}
KPS075	21.3±0.85^{a}	32.5±0.92^{a}	40.5±1.67^{a}	34.4±0.44^{a}
KPS100	21.1±0.11^{a}	32.0±0.06^{a}	40.6±0.8^{a}	34.2±0.17^{a}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Farklı düzeylerde palm stearin/palm kernel olein karışımlarının yine farklı koşullarda kristalizasyonu sonucu elde edilen örneklerin T_{ilk} değerleri ise 11.5-22.3°C aralığında saptanmıştır (Abd-Rashid vd., 2012). Toker vd., (2016) ise kokolin için T_{ilk}, T_{pik}, T_{son} değerlerini sırasıyla 21-25°C, 30.9-33.8°C ve 37.4-42.5°C olarak belirlemiştir. Dolayısıyla çalışmamız sonucunda elde edilen erime davranışı özelliklerinin önceki çalışmalar ile uyumluluk gösterdiği ve doğal bitkisel ekstraktların kullanımının kokolin örneklerinin bu özellikleri üzerinde önemli ölçüde olumsuz bir değişim gözlenmesine neden olmadığı belirlenmiştir.

3.6 Tekstür

Tekstürel özellikler çikolata ve türevi ürünleri için başlıca kalite parametreleri arasında yer almaktadır (Beckett, 2009; Afoakwa, 2010). Çikolata ve kokolinde en önemli tekstürel kalite parametresi sertliktir. Kokolin örneklerinin sertliği; kullanılan yağ tipi ve miktarı, şeker türü, partikül büyüklük dağılımı, temperleme koşulları ve konçlama sıcaklığıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir (Keogh vd., 2003; Jovanovic and Pajin 2004; Afoakwa vd., 2008; De Clerq vd., 2012; Shouridah vd., 2012; Tan ve Balasubramanian, 2017). Bu çalışmada kokolin örneklerinde sertlik özellikleri incelenmiştir.

Aspir ekstraktlı kokolin örneklerin sertliği 4271-5945 g aralığında değişim göstermiştir (Tablo 3. 36). Aspir ekstraktının eklenmesi genelde sertlik artışına neden olmuştur (p<0.05). Ancak bu artış ile pigment kaynağı düzeyi ilişkilendirilememiştir. Çikolata kalitesi sahip olduğu tekstürel sertlik özelliği ve bunun sonuçlarından olan “snap” ile ilişkilendirilmektedir. Kaliteli olarak tanımlanan çikolataların belirli düzeyde sertliğe sahip olması beklenmektedir (Konar 2013). Dolayısıyla elde edilen sertlik sonuçları kokolin için olumlu tekstürel özellikler olarak nitelendirilebilir.

Bu çalışmada sürülebilir krema örneklerinin; sıkılık, yapışkanlık, kesme ve yapışma özellikleri incelenmiştir. Bu özelliklere ait sonuçlar sırasıyla 588-1691 g. (-611)-(-1542) g/dk, 480-1541 g/dk ve (-268)-(-740) g/dk aralıklarında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 3. 36). Aspir ekstraktının kullanım düzeyinin artımı ile sıkılık, yapışkanlıkta ve yapışmada sürekli bir artış gösterse de üst düzeylerde bu artışın yavaşladığı gözlemlenmiştir (Tablo 3. 36). Lakin KAE100 kodlu örneğin kontrol örneğinden daha yüksek sıkılık, yapışkanlık, kesme ve yapışma gözlemlenmiştir (p<0.05).

Tablo 3. 36 Aspir ekstraklı örneklerin tekstürel özellikleri

Örnek	Sertlik(g)	Örnek	Sıkılık(g)	Yapışkanlık (g)	Kesme (g/dk)	Yapışma (g/dk)
KKN	4413±313.1^{b}	SKN	588±86.6^{c}	-611±76.7^{a}	480±61.1^{c}	-268±30.7^{a}
KAE025	5828±189.9^{a}	SAE025	1141±82.2^{b}	-1046±46.7^{b}	989±83.4^{b}	-515±29.7^{b}
KAE050	4972±238.7^{b}	SAE050	1445±73.5^{a}	-1252±68.6^{b}	1323±18.5^{a}	-710±31.3^{c}
KAE075	5945±147.6^{a}	SAE075	1691±48.5^{a}	-1542±46.8^{c}	1542±84.8^{a}	-740±34.0^{c}
KAE100	4271±435.5^{b}	SAE100	1073±15.7^{b}	-1100±30.2^{b}	830±17.9^{b}	-443±5.29^{b}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Mor patates ekstraktı ilave edilen kokolin örneklerinin sertlik değerleri Tablo 3. 37'deki gibi 4413-7861 g arasında değişim gösterdiği ölçülmüştür. Mor patates ekstraktı konsantrasyonunun artımına paralel sertlik sürekli olarak artmıştır (p<0.05).

Mor patates ekstraktlı sürülebilir krema örneklerindeki sıkılık, yapışkanlık, kesme ve yapışma özelliği sonuçların sırasıyla 588-1712 g. (-611)-(-1162) g/dk. 480-1689 g/dk ve (-268)-(-531) g/dk aralıklarında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 3. 37). Pigment düzeyinin artışı ile doğru orantılı olarak artığı tespit edilmiştir.

Tablo 3. 37 Mor patates ekstraktlı örneklerin tekstürel özellikleri

Örnek	Sertlik(g)	Örnek	Sıkılık(g)	Yapışkanlık (g)	Kesme (g/dk)	Yapışma (g/dk)
KKN	4413±313^{c}	SKN	588±86.6^{d}	-611±76.7^{a}	480±61.1^{e}	-268±30.67^{a}
KMP025	7285±22.8^{b}	SMP025	702±2.8^{d}	-628±0.3^{a}	658±61.7^{d}	-332±32.35^{b}
KMP050	7322±24.2^{b}	SMP050	947±56.0^{c}	-836±17.2^{a}	896±45.9^{c}	-454±0.05^{c}
KMP075	7451±24.5^{ab}	SMP075	1419±4.1^{b}	-1111±91.3^{b}	1384±176^{b}	-531±65.93^{d}
KMP100	7862±166^{a}	SMP100	1712±69.1^{a}	-1163±41.8^{b}	1689±52.7^{a}	-527±5.13^{d}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Siyah havuç ekstraktlı kokolin örneklerinin sertlik özellikleri Tablo 3. 38'deki gibi 4413-7825 g olduğu görülmektedir. Siyah havuç ekstraktı katımı sertliği artmış lakin bu artışın düzeyler arasında açıklanabilecek bir ilişki kurulamamıştır (p<0.05).

Siyah havuç ekstraktlı sürülebilir krema örneklerindeki sıkılık, yapışkanlık, kesme ve yapışma özelliği sonuçların sırasıyla 588-762 g. (-432)-(-649) g/dk. 388-665 g/dk ve (-204)-(-353) g/dk aralıklarında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 3. 38). Pigment düzeyinin artışı ile tekstürel özellikler üzerinde önemli değişimler olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

Tablo 3. 38 Siyah havuç ekstraktlı örneklerin tekstürel özellikleri

Örnek	Sertlik(g)	Örnek	Sıkılık(g)	Yapışkanlık (g)	Kesme (g/dk)	Yapışma (g/dk)
KKN	4413±313^{d}	SKN	588±86.61^{ab}	-611±76.66^{b}	480±61.08^{b}	-268±30.67^{a}
KSH025	7826±83^{a}	SSH025	543±3.57^{b}	-506±8.37^{ab}	425±5.29^{b}	-218±5.53^{a}
KSH050	7431±25^{ab}	SSH050	445±1.19^{b}	-432±10.16^{a}	388±31.52^{b}	-204±4.30^{a}
KSH075	6901±125^{c}	SSH075	583±6.20^{ab}	-587±7.01^{b}	434±20.73^{b}	-248±5.58^{a}
KSH100	7228±61^{bc}	SSH100	762±53.17^{a}	-649±22.42^{b}	665±10.85^{a}	-354±18.62^{b}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tatlı kırmızı biber ekstraktlı kokolin örneklerinin sertlik özellikleri Tablo 3. 39'teki gibi 4413-8141 g arasında ölçüldüğü görülmektedir. Tatlı kırmızı biber ekstraktı ilavesi sertliği artırmış lakin bu artışın düzeyler arasında açıklanabilecek bir ilişki kurulamamıştır (p<0.05).

Tatlı kırmızı biber ekstraktlı sürülebilir krema örneklerindeki sıkılık, yapışkanlık, kesme ve yapışma özelliği sonuçların sırasıyla 588-8868 g, (-611)-(-1669) g/dk, 4808-7504 g/dk ve (-268)-(-476) g/dk aralıklarında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 3. 39). Pigment ilavesi sıkılık, yapışkanlık, kesme ve yapışma özelliklerini artırmıştır (p<0.05). Pigment ilavesinin düşük düzeylerde (KKN, KPE025 ve SPE050) kullanımı sıkılık ve kesme özelliği bakımından istatistiksel olarak önemli bir değişim belirlenmemiştir (p>0.05). Yüksek düzeylerde ise sıkılık ve kesme değerlerinde önemli derecede

etkilediği ölçülmüştür. Yapışma ve yapışkanlık ise pigment miktarının artımının aksine önemli bir azalma gözlemlenmiştir (p<0.05).

Tablo 3. 39 Tatlı kırmızı biber ekstraklı örneklerin tekstürel özellikleri

Örnek	Sertlik(g)	Örnek	Sıkılık(g)	Yapışkanlık (g)	Kesme (g/dk)	Yapışma (g/dk)
KKN	4413±313^{c}	SKN	588±86.6^{c}	-611±76.7^{a}	480±61.1^{c}	-268±30.67^{a}
KPE025	7514±14.6^{b}	SPE025	1027±78.8^{c}	-969±21.1^{b}	904±39.9^{c}	-476±5.40^{b}
KPE050	7216±117^{b}	SPE050	821±89.8^{c}	-836±63.0^{ab}	717±101.6^{c}	-399±35.01^{ab}
KPE075	8141±220^{a}	SPE075	3979±451.3^{b}	-1670±51.0^{d}	4040±465.3^{b}	-428±11.58^{b}
KPE100	7332±48.3^{b}	SPE100	8868±13.0^{a}	-1273±67.2^{c}	7504±324.0^{a}	-317±2.12^{ab}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Kırmızı pancar suyu ekstraktı eklenmesi kontrol örneğine göre önemli sertlik artışına neden olmuştur (p<0.05). Kırmızı pancar suyu ilave edilmiş örneklerin sertliğin en yüksek sertlik 7893 g KPS025 örneğine ait ölçülmüştür (Tablo 3. 40). Ancak bu artış KPS025 den sonra düşüş göstermiştir. Kontrol örneğinden sonra en düşük sertlik KPS100 kodlu örneğe ait olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında sürülebilir krema örneklerinin sıkılık, yapışkanlık, kesme ve yapışmada incelenen özelliklerine ait sonuçlar sırasıyla 414-663 g, (-410)-(-611) g, 349-585 g/dk ve (-268)-(-181) g/dk aralıklarında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 3. 40). Örnek grupları arasında önemli farklılık bulunmakla birlikte (p<0.05) bu farklılık ile kullanılan kırmızı pancar suyu miktarı arasında ilişki kurulması mümkün olmamıştır.

Tablo 3. 40 Kırmızı pancar suyu ekstraklı örneklerin tekstürel özellikleri

Örnek	Sertlik(g)	Örnek	Sıkılık(g)	Yapışkanlık (g)	Kesme (g/dk)	Yapışma (g/dk)
KKN	4413±313^{c}	SKN	588±87^{ab}	-611±76.7^{b}	480±61.0^{ab}	-268±30.7^{bc}
KPS025	7893±171^{a}	SPS025	414±2.2^{b}	-410±2.7^{a}	349±14.5^{b}	-182±1.2^{a}
KPS050	6633±265^{b}	SPS050	663±26.4^{a}	-652±39.7^{b}	586±15.3^{a}	-329±13.1^{c}

KPS075	6777±135^{b}	SPS075	648±61.6^{a}	-588±52.7^{ab}	576±73.4^{a}	-252±22.5^{abc}
KPS100	6393±47^{b}	SPS100	516±18.3^{ab}	-525±2.6^{ab}	416±30.2^{ab}	-246±22.1^{ab}

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Çalışma kapsamında denenen pigmentler arasında tekstürel özellikleri açısından genel olarak en az değişim kırmızı pancar suyu ve siyah havuç ekstraktlarında olduğu belirlenmiştir. En önemli değişim ise tatlı kırmızı biber ve mor patates ekstrakları ilave edilmiş örneklerde olduğu belirlenmiştir. Söz konusu modifikasyon reformülasyon ve proses uygulamaları (silindir aralığı, konçlama süre ve sıcaklığı) ile tekstürel değişimler önemsiz bir fark seviyeye indirilebilir. Yağ fazı kompozisyon ve konsantrasyonu (Manzoco vd., 2014; Fayaz vd., 2017) ile süt tozu düzey ve bileşimi (Sethi ve Balasubramanyam, 2017) gibi majör bileşenler yanı sıra lesitin gibi minör bileşenler de sürülebilir krema tekstürel özellikleri üzerinde etkiye sahiptir. Bu nedenle ileri çalışmalar ile pigment kaynakları kullanılarak hazırlanan sürülebilir krema formülasyonu tekstürel özellikleri için bileşenlerin etkilerinin incelenmesi yararlı olabilir. Nitekim makromolekül (protein, karbonhidrat ve lipitler) ile fenolik kompleksleri arasındaki kovalent (enzimatik oksidasyon mekanizmasından kaynaklı) ve non-kovalent (hidrojen bağları ve hidrofobik etkiden kaynaklı) etkileşimler söz konusu olmaktadır (Le Bourvellec ve Renard, 2012). Bu etkileşim moleküller arası etkileşimi haliyle tekstürel özellikleri etkilemektedir.

3.7 Reolojik Özellikleri

Çikolata ve benzeri ürünlerin (kokolin ve sürülebilir krema) akış özellik ve davranışı hem ürün kalitesi hem de proses açısından önemlidir. Son ürün kalitesi ve stabilitesi için oldukça önemli olan reolojik özellikler viskozite, kıvam, ağız hissi gibi kriterler üzerinde etkilidir (Glicerina ve Romani, 2016). Kokolin örneklerinden elde edilen yield stress değerleri Casson model (Eşitlik 3.5) kullanılarak elde edilmiş R^2 'değerinin 1'e yakın olması Casson modeline uygunluğunu teyit etmektedir. Sürülebilir krema örneklerinin örneklerinden elde edilen kayma basıncı değerleri davranışını Ostwald de Waele modeli (Eşitlik 3.5) kullanılarak veriler elde edilmiştir.

Aspir ekstraktlı kokolin örneklerinin yield stress (akma gerilmesi) ve plastik viskozite değerleri sırasıyla 1.68-1.80 Pa ile 2.09-3.15 Pa.sn aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3.

41). Aspir ekstraktı ilave edilen örneklerin akma basıncında kontrol örneğine göre bir önemli değişim belirlenmemiştir. Lakin plastik viskozitede önemli bir artış kaydedilmiştir. Bu artış pigment ilave oranın artırılmasıyla beraber artmış ilerleyen düzeylerde ise azalış göstermiştir. Çalışmamızda kokolin örneklerin akma basıncının düşük çıkmasının sebebi ürün formülasyonunda yer alan lesitin (3.5g/100g kokolin) ve PGPR (2.05g/100g kokolin) 'ın etkili olduğu söylenebilir. Nitekim Gökşen, (2020)'ın lesitin ve PGPR 'ın gofret kaplama hamurunda kullanımının son ürün üzerinde reolojik özelliklere etkisi çalışmasında kayma basıncının 10.71 Pa'dan 2,55 Pa'a (0.8g lesitin/100g çikolata) düşürüldüğü bildirilmiştir. Çalışmamızda örnekler arasında en düşük yield stress değerleri aspir ekstraktı ilave edilen örneklerde kaydedilmiştir.

Tablo 3. 41 Aspir ekstraklı kokolin örneklerinin reolojik parametreleri

Örnek	σ_0 (Pa)	η_{pl} (Pa.sn)	R^2
KKN	1.68±0.246^{a}	2.09±0.013^{b}	0.995
KAE025	1.80±0.069^{a}	2.58±0.044^{ab}	0.992
KAE050	1.75±0.026^{a}	2.62±0.036^{ab}	0.991
KAE075	1.68±0.049^{a}	3.15±0.494^{a}	0.990
KAE100	1.54±0.036^{a}	2.88±0.092^{a}	0.992

σ_0: Yield Stress (Akma Basıncı), ηpl: Plastik Viskozite

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Aspir ekstraktlı sürülebilir krema örneklerinin kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri sırasıyla 20.6-60.4 Pa ile 0.511-0.666 Pa.sn aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3. 42). En yüksek K değeri SAE075 kodlu örnekte ölçülmüş olup ekstrakt içeren bütün örneklerde K değeri kontrol örneğine göre önemli derecede artış göstermiştir. Buna karşın aspir kullanımı ile birlikte akış davranış indeksinde azalma gözlemlenmiştir (p<0.05). Akış indeksinin 1'den küçük değerler sahip olması Newton olmayan akışın söz konusu olduğunu göstermektedir. Kontrol örneğine göre 1 'den uzaklaşmış olması akışın Newton olmayan akış özelliğine yaklaştığını göstermektedir (Başdoğan, 2016). Kullanılan pigmentler arasında en yüksek kıvam tatlı kırmızı biber ekstraktı ilave edilen örneklerden sonra aspir ilaveli örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Acan vd. (2021)

üzüm çekirdeği posası ilave ettikleri sürülebilir krema örneklerinde akış indeksi 0.52-0.71 arasında ölçülmüş olması çalışmamıza benzer sonuç elde edildiğini göstermektedir.

Tablo 3. 42 Aspir ekstraklı sürülebilir krema örneklerinin reolojik parametreleri

Örnek	*K* (Pa.sn)	*n*	R^2
SKN	20.6±2.083^{b}	0.666±0.0180^{a}	0.999
SAE025	66.4±30.65^{a}	0.575±0.0915^{ab}	0.995
SAE050	63.5±4.41^{ab}	0.584±0.0135^{ab}	0.999
SAE075	69.4±18.71^{a}	0.511±0.0558^{b}	0.996
SAE100	43.8±7.74^{ab}	0.603±0.0193^{ab}	0.998

K: Kıvam katsayısı, *n:* Akış davranış indeksi

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Mor patates ekstraktlı kokolin örneklerinin yield stress ve plastik viskozite değerleri sırasıyla 1.68-2.64 Pa ile 2.09-2.57 Pa.sn aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3. 43). Hem akma basıncında hemde palstik viskozitede mor patates ekstraktı kullanımı ile birlikte artış göstermiştir (p<0.05). Çalışma kapsamında tatlı kırmızı biber eksraktından sonra reolojik özellikleri en fazla etkileyen mor patates ekstraktı olmuştur. Kokolin örneklerin reolojisinin etkilenmiş olması fenolik-protein interaksiyonu oluşan komplekslerin akması engelleyen bir yapı oluşturmalarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim Alu'datt vd., (2014) Fenolik bileşiklerin gıda yapısından uzaklaştırlmasının reolojik, termal ve fiziko-kimyasal özelliklerine etkilediğini bildirmişlerdi.

Tablo 3. 43 Mor patates ekstraklı kokolin örneklerinin reolojik parametreleri

Örnek	σ_0 (Pa)	η_{pl} (Pa.sn)	R^2
KKN	1.68±0.246^{d}	2.09±0.013^{b}	0.995
KMP025	2.08±0.052^{c}	2.44±0.070^{a}	0.993

KMP050	2.22±0.065^{bc}	2.53±0.057^{a}	0.993
KMP075	2.47±0.101^{ab}	2.43±0.081^{a}	0.993
KMP100	2.64±0.067^{a}	2.57±0.008^{a}	0.992

σ_0: Yield Stress (Akma Basıncı), *ηpl*: Plastik Viskozite.

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Mor patates ekstraktlı sürülebilir krema örneklerinin kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri sırasıyla 20.6-73.7 Pa ile 0.495-0.666 Pa.sn aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3. 44). Kıvam katsayısında artma değerler de mor patates kullanımı ile birlikte doğrusal bir artış gösterirken akış davranış indeksinde artışına karşın bir azalış gözlemlenmiştir. *n* değerinin düşmesi akışın düştüğü anlamına gelmektedir ki bu tez çalışması kapsamında ilave edilen bitkisel ekstralardan ürün üzerinde akış özelliği en fazla etkileyen birisi mor patates olmuştur.

Tablo 3. 44 Mor patates sürülebilir krema örneklerinin reolojik parametreleri

Örnek	*K* (Pa.sn)	*n*	R^2
SKN	20.6±2.08^{b}	0.666±0.018^{a}	0.999
SMP025	35.9±2.42^{b}	0.632±0.018^{ab}	0.999
SMP050	38.0±3.88^{b}	0.619±0.025^{ab}	0.998
SMP075	61.4±6.27^{a}	0.554±0.015^{bc}	0.999
SMP100	73.7±15.9^{a}	0.495±0.076^{c}	0.989

K: Kıvam katsayısı, *n:* Akış davranış indeksi

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Siyah havuç ekstraktlı kokolin örneklerinin yield stress ve plastik viskozite değerleri sırasıyla 1.18-2.02 Pa ile 2.09-2.99 Pa.sn aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3. 45). Her iki özelliğe ait değerler de siyah havuç kullanımı ile birlikte genel olarak artış göstermiş olduğu görülmektedir (p<0.05). Çalışma kapsamında kullanılan diğer ekstraktlarla (kırmızı pancar, aspir, tatlı kırmızı biber ve mor patates) mukayese edildiğinde en az etkilenen örnekler siyah havuç ekstraktı ilave edilen örneklere ait olduğu tespit

edilmiştir. Ayrıca bitkisel ekstraktı ilavesi yield stress artırırken siyah havuç ekstraktı ilaveli örneklerde ise yield stress azaldığı görülmektedir.

Tablo 3. 45 Siyah havuç ekstraklı kokolin örneklerinin reolojik parametreleri

Örnek	σ_0 (Pa)	η_{pl} (Pa.sn)	R^2
KKN	1.68±0.25^a	2.09±0.013^c	0.995
KSH025	1.18±0.07^b	2.99±0.126^a	0.991
KSH050	1.91±0.19^a	2.50±0.131^b	0.993
KSH075	1.85±0.16^a	2.48±0.120^b	0.993
KSH100	2.02±0.05^a	2.40±0.018^b	0.992

σ_0: Yield Stress (Akma Basıncı), *ηpl*: Plastik Viskozite

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Siyah havuç ekstraktlı sürülebilir krema örneklerinin kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri sırasıyla 20.6-33.3 Pa ile 0.570-0.666 Pa.sn aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3. 46). Kıvam katsayında artma değerler de siyah havuç kullanımı ile birlikte doğrusal bir artış gösterirken akış davranış indeksinde genel olarak artışa ters yönde bir değişim yani azalma gözlemlenmiştir (p<0.05). Çalışma kapsamında kullanılan diğer ekstraktlarla (kırmızı pancar, aspir, tatlı kırmızı biber ve mor patates) mukayese edildiğinde kokolin örnekleri gibi sürülebilir krema örneklerinde de en az değişim söz konusu olmuştur.

Tablo 3. 46 Siyah havuç ekstraklı sürülebilir krema örneklerinin reolojik parametreleri

Örnek	K (Pa.sn)	n	R^2

SKN	20.6±2.08^{b}	0.666±0.018^{a}	0.999
SSH025	33.1±4.03^{a}	0.551±0.002^{c}	0.999
SSH050	35.4±1.27^{a}	0.606±0.012^{b}	0.999
SSH075	36.9±6.18^{a}	0.570±0.034^{bc}	0.999
SSH100	33.3±1.15^{a}	0.609±0.007^{b}	0.999

K: Kıvam katsayısı, *n:* Akış davranış indeksi

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tatlı kırmızı biber ekstraktlı kokolin örneklerinin yield stress ve plastik viskozite değerleri sırasıyla 1.18-6.93 Pa ile 2.09-3.81 Pa.sn aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3. 47). Her iki özelliğe ait değerler de siyah havuç kullanımı ile birlikte genel olarak artış göstermiş olduğu görülmektedir (p<0.05). Çalışma kapsamında ilave edilen diğer ekstraktlarla mukayese edildiğinde en fazla etkilenen örnek grubu tatlı kırmızı biber ekstraktlı örneklere ait olduğu görülmektedir. Bu artış 1.00g / 100 g düzeyine ait örnek grubunda continuous (sürekli sistem) işleme tesiste aşamalar arası için gerekli akışın sağlanamayacağı öngörülmektedir.

Tablo 3. 47 Tatlı kırmızı biber ekstraklı kokolin örneklerinin reolojik parametreleri

Örnek	σ_0 (Pa)	η_{pl} (Pa.sn)	R^2
KKN	1.68±0.25^{c}	2.09±0.013^{d}	0.995
KPE025	2.22±0.13^{c}	2.81±0.085^{c}	0.990
KPE050	2.22±0.16^{c}	3.36±0.106^{b}	0.986
KPE075	3.95±0.24^{b}	3.73±0.028^{a}	0.987
KPE100	6.93±1.14^{a}	3.81±0.259^{a}	0.963

σ_0: Yield Stress (Akma Basıncı), ηpl: Plastik Viskozite.

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tatlı kırmızı ekstraktlı sürülebilir krema örneklerin kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri sırasıyla 20.6-134.3 Pa ile (-0.839)-(0.666) Pa.sn aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3. 48). Kıvam katsayında artan değerler de tatlı kırmızı biber kullanımı ile birlikte doğrusal bir artış gösterirken akış davranış indeksinde genel olarak

bir azalma gözlemlenmiştir (p<0.05). Kullanılan diğer ekstraklarla (aspir, mor patates, siyah havuç ve kırmızı pancar suyu) mukayese edildiğinde sürülebilir örnekleri en fazla değişim tatlı kırmızı biber ilaveli örneklerde olmuştur. Öyle ki %0.75 ve %1.00 düzeyinde ilave edilen kırmızı biber ekstraktlı örneklerin sürülebilir krema özellikleri yitirdiği akış davranış ilkesinden belli olmaktadır.

Akış davranışı indeksi anlamına gelen *n* değerinin 1 eşit olması Newton akış özelliği anlamına gelirken n değerinin 1 den küçük olması psödoplastik akış özelliği gösterdiği anlamına gelmektedir (Sanin, 2002). Nitekim Tablo 3. 48 'de n değeri düşüş göstermiş akış davranışı pigment katılıma pareler olarak azalmıştır. Hatta bu düşüş Ostwald de Vaele (Power Law) modelinde akışkanın alt limiti olan 0 olması katı bir yapıda olduğunu göstermektedir. SPE075 ve SPE100 örneklerinde akış davranışı özelliğini tamamen yitirdiğinden belirlenememiştir. Pigment miktarının artışı ile akış davranışın aksine kıvam katsayında önemli bir artış söz konusu olmuştur (p<0.05).

Tablo 3. 48 Tatlı kırmızı biber ekstraklı sürülebilir krema örneklerinin reolojik parametreleri

Örnek	*K* (Pa.sn)	*n*	R^2
SKN	20.6±2.08^{c}	0.666±0.018^{a}	0.999
SPE025	45.2±3.06^{bc}	0.587±0.030^{a}	0.999
SPE050	67.8±4.30^{abc}	0.518±0.022^{a}	0.998
SPE075	nd	nd	nd
SPE100	nd	nd	nd

K: Kıvam katsayısı, *n:* Akış davranış indeksi, nd: belirlenememiştir

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Kırmızı pancar suyu örneklerin yield stress ve plastik viskozite değerleri sırasıyla 1.68-2.02 Pa ile 2.09-2.50 Pa.sn aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3. 49). Her iki özelliğe ait değerler de kırmızı pancar suyu kullanımı ile birlikte artış göstermiş olmak ile birlikte önemli bir değişim belirlenmemiştir (p>0.05). Çikolata akış özellikleri prosess koşullarından (inceltme, konçlama ve temperleme) etkilendiği gibi bileşimden de etkilenmektedir (Varveck, 2004; Schantz ve Rohm, 2005).

Tablo 3. 49 Kırmızı pancar suyu ekstraklı kokolin örneklerinin reolojik parametreleri

Örnek	σ_0 (Pa)	η_{pl} (Pa.sn)	R^2
KKN	1.68±0.25^{a}	2.09±0.01^{b}	0.995
KPS025	1.95±0.10^{a}	2.50±0.01^{a}	0.993
KPS050	1.90±0.03^{a}	2.49±0.06^{a}	0.993
KPS075	1.89±0.12^{a}	2.48±0.12^{a}	0.993
KPS100	2.02±0.05^{a}	2.40±0.02^{a}	0.992

σ_0: Yield Stress (Akma Basıncı). *ηpl*: Plastik Viskozite.

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Sürülebilir kırmızı pancar suyu örneklerinde kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri sırasıyla 20.6-58.2 Pa ile 0.54-0.67 Pa.sn aralıklarında belirlenmiştir (Tablo 3. 50). Kıvam katsayısı kontrol örneğine göre anlamlı bir artış göstermiştir (p<0.05). Lakin düzeyler değişim sebebi anlamlandırılamamıştır. Akış davranış indeksi kırmızı pancar suyu ekstrakt ilavesi ile önemli bir azalış göstermiştir (p<0.05). Çalışmada kullanılan diğer ekstraktı (aspir, mor patates, siyah havuç ve tatlı kırmızı biber) ile mukayese edildiğinde en az değişim olan örnek gruplardan birisi olduğu göz çarpmaktadır (p<0.05). Bu durum ekstrakt kullanımını başarılı olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 3. 50 Kırmızı pancar suyu ekstraklı sürülebilir krema örneklerinin reolojik parametreleri

Örnek	K (Pa.sn)	n	R^2
SKN	20.6±2.08^{c}	0.67±0.02^{a}	0.999
SPS025	36.7±3.36^{bc}	0.54±0.02^{b}	0.998
SPS050	58.2±11.88^{a}	0.56±0.01^{ab}	0.999
SPS075	51.5±8.74^{ab}	0.54±0.07^{b}	0.999
SPS100	48.7±7.90^{ab}	0.55±0.04^{b}	0.999

K: Kıvam katsayısı, *n:* Akış davranış indeksi

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Çalışmamızda yield stress ve plastik viskozite değerlerindeki artışların başlıca nedenleri arasında kokolin örneklerinde nem değerlerinin kontrol örneğine göre daha yüksek

olması en yüksek ihtimaldir. Servais vd., (2004), çikolatanın rutubet düzeyindeki herhangi bir dalgalanma veya değişimin örneğin viskozite değerinde önemli değişimlere neden olabileceğinin altını çizmiştir. %1.0'in altındaki nem düzeylerinde suyun büyük bölümü bağlı nitelikte olup akış özellikleri üzerindeki etkisi ihmal edilebilir niteliktedir. Ancak çikolata nem almaya başlamakla birlikte kalınlaşmaya (thickening) başlamaktadır (Wolf, 2007).

Genel olarak kokolin örneklerinin reolojik değişimleri Toker, (2016)'nın çalışmasıyla mukayese edildiğinde bütün eksraktlarda kabul edilir seviyede olduğu tespit edilmiştir. Sürülebilir örneklerde toz formunda (aspir, kırmızı pancar suyu ve siyah havuç ekstrları) kullanılan pigmentler reolojik değişimleri kabul edilebilir seviyede olduğu hatta bazı düzeylerde kontrol örneğinden daha olumlu akış özelliği sonuçları elde edilmiştir. Sıvı formda (Tatlı kırmız biber ve mor patates ekstraktı) kullanılan pigmentlerde reolojik değişimler düşük düzeylerde önemsiz seviyedeyken yüksek düzeylerde (%0.75-%1.00) ise önemli seviyeler çıktığı belirlenmiştir. Lakin pigment ilavesinin konçlama işleminin ilk sürelerine çekilmesi ile bu modifikasyonun azaltacağı ve akış özelliği iyileştirileceği düşünülmektedir.

3.8 Biyoerişebilirlilik

Doğal bitkisel renklendiricilerle alternatif renkte kokolin ve sürülebilir krema ürünlerin önemli bir diğer amacı doğal ekstraktların antioksidan özelliğe sahip pigmentlerin söz konusu ürünlere kazandırılmasıdır. Beyaz kokolin ve sürülebilir krema; sütlü ve bitter çeşitlerinden kakao tozu ve likörü içermemesi bakından farklılaşmaktadır. Ayrıca maliyetleri düşürmek için kakao yağına alternatif yağlar kullanılmasından dolayı beyaz kokolin ve sürülebilir krema fenolik maddelerden tamamen yoksun hale gelebilmektedir. Lončarević vd. (2018) aynı amaçla yaptıkları çalışmada %0 - %6 - %8 - %10 oranlarında enkapsülle edilmiş böğürtlen ekstraktı ilave edilen beyaz çikolata örneklerinin toplam polifenol içeriği (mg gallik asit eşdeğeri / 100 g), 60 g kg^{-1}, 80g kg^{-1} ve 100 g kg^{-1} kapsül içeren çikolatalarda sırasıyla 40.75'ten 75.06, 145.86 ve 153.95'e yükseltildiğini kaydetmiştir. Bu tez çalışmasında renk ve biyoaktif bileşen muhteviyatı yüksek olan aspir, mor patates, siyah havuç, tatlı kırmızı biber ve kırmızı pancar suyu ekstraklarının toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Bununla beraber beslenme ilkelerinde artık bir üründe bileşen mevcudiyeti kadar sindirilebilirliliği ve biyoyararlılığı da önem kazanmıştır. Bursa vd., (2020), fındık

küspesi, Acan vd., (2020) üzüm posası, Komes vd., (2013) kuru meyve ilaveli farklı fenolik madde kaynaklarını şekerlemelerde (çikolata, kokolin, sürülebilir krema vb) kullanarak çalışmamızdaki verilere yakın veriler elde etmişlerdir. Bu anlayış doğrultusunda mevcut ürünler ayrıca ağız, mide ve bağırsak *in vitro* sindirimine tabi tutularak mevcut analizler (toplam fenolik ve antioksidan aktivite) tekrarlanmıştır. Kimyasal ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen sonuçlar ile *in vitro* simülasyon sonrası elde edilen sonuçlar yüzdelik olarak mukayese edilerek biyoerişebilirlilikleri hesaplanmıştır.

3.8.1 Toplam Fenolik Madde

Bitkilerin sekonder metabolizmasından elde edilen fenolikler, çevresel strese ve diğer organizmaların saldırısına karşı savunma mekanizmaları olarak işlev görür. Fenolik bileşikler son yıllarda kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Gıdalarda bulunması duyusal ve sağlığı geliştirici özelliklerle ilişkilendirilmiştir. Bu bileşikler çeşitli kimyasal yapılarına göre farklı sınıflara ayrılırlar. Fenolik birleşiklerin insan metabolizmasında taşınması ve emilmesi bu bileşiklerin yapısı, diğer bileşenlerle interaksiyonu, işleme koşulları, depolama şartlarına bağlı değişim göstermektedirler (Oliveira, 2014; Karabulut ve Yemiş, 2019). Çalışma kapsamında aspir, mor patates, siyah havuç ve kırmızı pancar suyu ekstraktlarının kokolin ve sürülebilir kremaya renk kazanımlarının yanında ilgili biyoaktif bileşenlerinin taşıyıcılığı da incelenmiştir.

Renk kaynağı olarak kullanılan aspirin fenolik bileşikler için iyi bir kaynak olduğu bilinmektedir. Nitekim Kuşoğlu (2015), çalışmasında değişik yöntemlerle elde ettiği aspir ekstraktının toplam fenolik madde içeriği 35,33-276 mg gallik asit eşdeğeri /mL aralığında olduğunu belirlemiştir. Çalışmada kokolin ve sürülebilir kremaya ilave edilecek aspir ekstraktının toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemine göre 17578.9 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak ölçülmüştür (Tablo 3. 51). Aspir ekstraktlı kokolin (KKN, KAE025, KAE050, KAE075, KAE100) örneklerde ekstraksiyon yoluyla toplam fenolik içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemine göre sırasıyla 56.0, 84.9, 94.8, 101.9 ve 109.7 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak bulunmuştur. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıyla değerleri 70.8, 94.2, 120.1, 150.3 ve 190.9 mg gallik asit eşdeğeri / kg olarak belirlenmiştir.

Aspir ekstraklı sürülebilir krema örnekleri (SKN, SAE025, SAE050, SAE075, SAE100) ise ekstraksiyon yoluyla toplam fenolik içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemine göre sırasıyla

102.3, 128.3, 140.4, 151.2 ve 179.0 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak test edilmiştir. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıyla değerleri 129.8, 157.9, 193.9, 207.7 ve 282.9 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak tespit edilmiştir.

Hem kokolin örneklerde hem de sürülebilir krema örneklerde aspir ekstraktı düzey artışına paralel olarak toplam fenolik madde miktarında sürekli bir artış gözlemlenmiştir. Biyoerişilebilirlilik değerleri KAE025 hariç bütün örneklerde kontrol örneğinden yüksek çıkmıştır. Her iki üründe de toplam fenolik maddeye ait en yüksek biyoerişilebilirlilik değeri en yüksek düzeyde ekstrakt kullanılan örneklere (KAE100 ve SAE100 kodlu) ait olmuştur. Genel olarak sürülebilir üründe kokoline göre formülasyon bağlı olarak daha yüksek fenolik içeriği belirlenmiştir. Bütün örnek grupları arasında en düşük toplam fenolik madde içeriği aspir ekstraklı örneklerde tespit edilmiştir.

Tablo 3. 51 Aspir ekstraktı içeren örneklerin in vitro toplam fenolik madde biyoerişilebilirlikleri

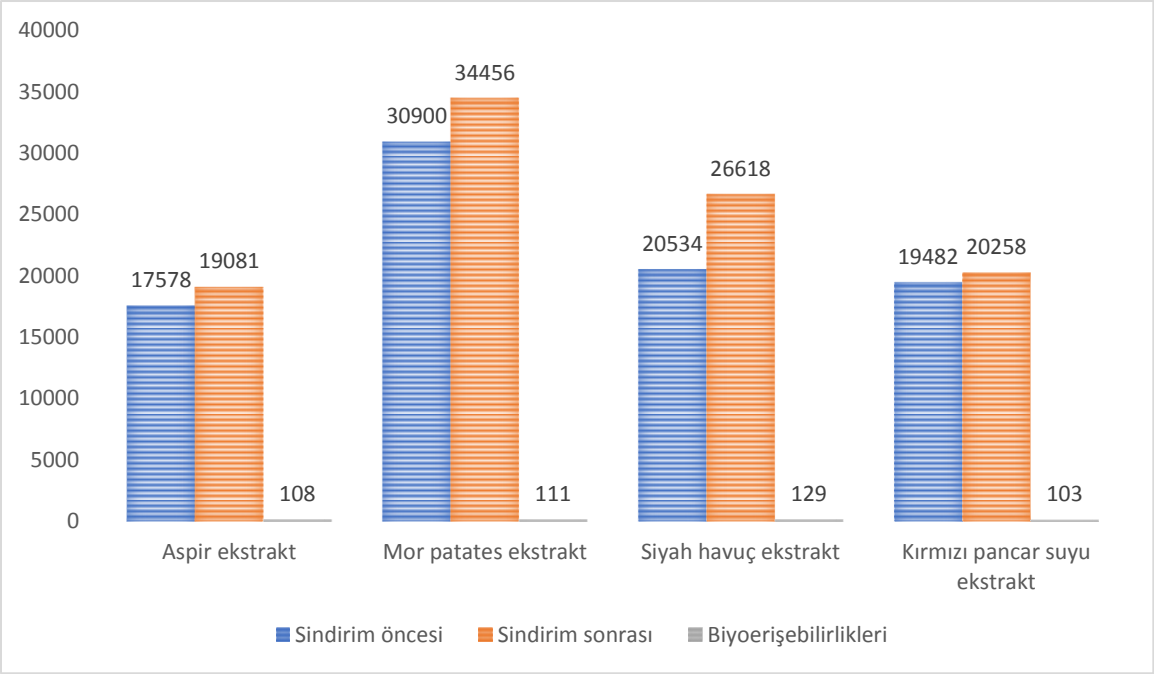
Örnek	Sindirim öncesi toplam fenolik madde (mg gallik asit eşdeğeri /kg)	Sindirim sonrası toplam fenolik madde (mg gallik asit eşdeğeri /kg)	Biyoerişilebilirlilik (%)
Aspir ekstrakt	17578.9±212.5	19081.4±141.7	108.5
KKN	56.0±0.2^{e}	70.8±0.3^{e}	126.6
KAE025	84.9±1.3^{d}	94.2±0.2^{d}	110.9
KAE050	94.8±0.9^{c}	120.1±0.6^{c}	126.6
KAE075	101.9±1.3^{b}	150.3±0.3^{b}	147.5
KAE100	109.7±1.0^{a}	190.9±1.4^{a}	174.0
SKN	102.3±2.1^{e}	129.8±1.4^{e}	126.89
SAE025	128.3±0.5^{d}	157.9±1.8^{d}	123.0
SAE050	140.4±2.2^{c}	193.9±1.1^{c}	138.1
SAE075	151.2±2.0^{b}	207.7±0.6^{b}	137.4
SAE100	179.0±1.4^{a}	282.9±1.6^{a}	158.0

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Mor patates, fenolik bileşiklerin (antosiyanin) önemli kaynaklarındandır (Albishi vd., 2013). Doğal renklendirici olarak kullanımı yaygındır. Damsa (2014) değişik koşul ve çözgenlerle patateslerin fenolik madde miktarını araştırdığı çalışmada mor patatesten 178.25mg / 100g taze meyve antosiyanin belirlemiştir. Renk kaynağı olarak kullanılan mor ekstraktın toplam fenolik miktarı Folin-Ciocalteu yöntemine göre 30900 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak belirlenmiştir (Tablo 3. 52).

Mor patates ekstraktlı kokolin (KKN, KMP025, KMP050, KMP075, KMP100) örneklerin ekstraksiyon yoluyla toplam fenolik içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemine göre sırasıyla 56.0, 125.2, 139.8, 188.1 ve 194.1 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak analiz edilmiştir. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 70.8, 145.0, 171.1, 299.6 ve 369.9 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak saptanmıştır. Kontrol örneklerinde toplam fenolik madde ve antioksidant kapasite varlığı beklenen dışında gerçekleşmiştir. Bu sonuç benzer şekilde Lončarević vd. (2018) 'ın çalışmasında da gerçekleşmiş olup kontrol örneği toplam fenolik madde 40.75 mg gallik asit eşdeğeri / 100 g olarak belirlenmiştir. Bu durumun hammadde içeriği ve hammaddeye ilave edilen oksidant önleyicilerden ajanlardan ileri gelmiş olması muhtemeldir.

Mor patates ekstraktlı sürülebilir krema örnekleri (SKN, SMP025, SMP050, SMP075, SMP100) ise ekstraksiyon yoluyla toplam fenolik madde içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemine göre sırasıyla 102.3, 121.3, 145.2, 189.2 ve 1213.2 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak ölçülmüştür. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıyla değerleri 129.8, 210.5, 289.6, 379.6 ve 471.0 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak saptanmıştır. Biyoerişebilirlilikleri ise %126.9 ile %200.6 arasında olduğu tespit edilmiştir. Hem kokolin örneklerinde hem de sürülebilir krema örneklerinde mor patates ekstraktı düzeyi artışına paralel olarak toplam fenolik madde miktarında sürekli bir artış kaydedilmiştir. Biyoerişilebilirlilik değerleri kokolin örneklerinde düşük düzeylerde sabit kalmış ileri düzeylerde artış gösterdiği belirlenmiştir. Sürülebilir örneklerde ise mor ekstrakt katılımı ile biyoerişilebilirlilik özelliği artmış göstermiştir. Ayrıca çalışma kapsamında kullanılan diğer ekstraktlar içeren örnekler mukayese edildiğinde en yüksek fenolik madde içeriği Şekil 3. 1 de olduğu gibi mor patates ekstraktlı örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 3. 1 Kullanılan bitkisel ekstrakların toplam fenolik madde miktarı

Tablo 3. 52 Mor patates ekstraktı içeren örneklerin in vitro toplam fenolik madde biyoerişilebilirlikleri

Örnek	Sindirim öncesi toplam fenolik madde (mg gallik asit eşdeğeri /kg)	Sindirim sonrası toplam fenolik madde (mg gallik asit eşdeğeri /kg)	Biyoerişilebilirlilik (%)
Mor patates ekstrakt	30900±170.8	34456±372.8	111.5
KKN	56.0±0.2^{e}	70.8±0.3^{e}	126.6
KMP025	115.2±0.8^{d}	145.0±0.5^{d}	125.9
KMP050	139.8±1.6^{c}	171.1±0.8^{c}	122.4
KMP075	188.1±1.8^{b}	299.6±1.5^{b}	159.3
KMP100	194.1±3.5^{a}	369.9±1.2^{a}	190.7
SKN	102.3±2.1^{e}	129.8±1.4^{e}	126.9
SMP025	121.3±1.6^{d}	210.5±1.9^{d}	173.5
SMP050	145.2±0.9^{c}	286.6±1.3^{c}	197.4
SMP075	189.2±1.9^{b}	379.6±1.0^{b}	200.6
SMP100	213.2±3.1^{a}	421.0±2.6^{a}	197.5

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Fenolik bileşenler bakımından zengin olup taze siyah meyvesinde antosiyanin içeriğinin 1750 mg/kg kadar çıktığı bildirilmiştir (Öztan, 2005). Renk kaynağı olarak kullanılan siyah havuç toplam fenolik miktarı Folin-Ciocalteu yöntemine göre 20534 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak tespit edilmiştir (Tablo 3. 53). Siyah havuç ekstraktlı kokolin (KKN, KSH025, KSH050, KSH075, KSH100) örneklerin ekstraksiyon yoluyla toplam fenolik içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemine göre sırasıyla 56.0, 85.0, 101.6, 116.3 ve 117.7 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak ölçülmüştür. Aynı örneklere sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra toplam fenolik madde içeriği sırasıyla değerleri 70.8, 106.6, 129.4, 210.1 ve 287.7 mg gallik asit eşdeğeri /kg belirlenmiştir.

Siyah havuç ekstraktlı sürülebilir krema örnekleri (SKN, SSH025, SSH050, SSH075, SSH100) ise ekstraksiyon yoluyla toplam fenolik içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemine göre sırasıyla 102.3, 127.4, 142.6, 167.5 ve 171.2 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak tespit edilmiştir. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıylatoplam fenolik madde değerleri 129.8, 227.8, 254.0, 273.5 ve 314.3 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak bulunmuştur.

Kokolin örneklerde pigment düzeylerin artımı ile beraber toplam fenolik madde miktarı da artmış lakin yüksek düzeylerde (KSH075, KSH100) bu artış istatistiksel olarak sabit kalmıştır (p<0.05). Sürülebilir krema örneklerde siyah havuç ekstraktın düzey artışına yönünde bir artış belirlenmiştir. Biyoerişilebilirlilik değerleri kokolin örneklerinde en düşük değeri 0.25 g pigment /100 g ürün ait örneklerde ile sürülebilir örneklerde kontrol örneğine ait olmuştur. Acan vd. (2020) sürülebilir krema bileşiminde üzüm posası kullandıkları çalışmada biyoerişilebilirliği % 28.1-84.2 olarak belirlemişlerdir. Üzüm posasının başlıca fenolik bileşenler flavonoidler ve stilbenlerdir. Çalışmamızda hem kokolin hem de sürülebilir krema örneklerinde % biyoerişilebilirliği %100'den fazla olduğu saptanmıştır. Siyah havuç ekstraktı tozunun içerdiği fenolik bileşiklerin antosiyaninler olduğu düşünüldüğünde, fenolik madde yapısı ve kimyasının biyoerişebilirliliği etkileyen önemli bir faktör olduğu söylenebilir. Örnek grupların arasında ise mor patates ekstraktlı örneklerden sonra en yüksek fenolik madde içeriği siyah havuç örneklerine ait olmuştur (Şekil 3.1).

Tablo 3. 53 Siyah havuç ekstraktı içeren örneklerin in vitro toplam fenolik madde biyoerişilebilirlikleri

Örnek	Sindirim öncesi toplam fenolik madde (mg gallik asit eşdeğeri /kg)	Sindirim sonrası toplam fenolik madde (mg gallik asit eşdeğeri /kg)	Biyoerişilebilirlilik (%)
Siyah havuç ekstrakt	20534±70.8	26618.7±35.4	129.6
KKN	56.0±0.2^{d}	70.8±0.3^{e}	126.6
KSH025	85.0±1.3^{c}	106.6±0.3^{d}	125.5
KSH050	101.6±0.9^{b}	129.4±0.9^{c}	127.4
KSH075	116.3±2.7^{a}	210.1±1. 7^{b}	180.7
KSH100	117.7±1.8^{a}	287.7±1.4^{a}	244.4
SKN	102.3±2.1^{d}	129.8±1.4^{e}	126.9
SSH025	127.4±0.72^{c}	227.8±2.0^{d}	178.8
SSH050	142.6±0.31^{b}	254.0±1.8^{c}	178.2
SSH075	167.5±2.73^{a}	273.5±0.5^{b}	163.3
SSH100	171.2±1.95^{a}	314.3±1.7^{a}	183.6

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Kırmızı pancar, betalain yanında polifenollerin de önemli bir kaynağı olarak rapor edilmiş, taze kırmızı pancardaki toplam fenolik madde miktarının 1.45-2.70 mg GAE/g arasında olduğu bildirilmiştir (Guine, 2018). Renk kaynağı olarak kullanılan kırmızı pancar suyu toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemine göre 19482 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak ölçülmüştür (Tablo 3. 54). Kırmızı pancar suyu ekstraklı kokolin (KKN, KPS025, KPS050, KPS075, KPS100) örneklerdinde ekstraksiyon yoluyla toplam fenolik madde içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemine göre sırasıyla 56.0, 87.8, 102.2, 109.4 ve 154.2 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak tespit edilmiştir. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra toplam fenolik madde içeriği sırasıyla değerleri 70.8, 101.2, 180.6, 213.8 ve 262.0 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak belirlenmiştir.

Kırmızı pancar suyu ekstraktlı sürülebilir krema örnekleri (SKN, SPS025, SPS050, SPS075, SPS100) ise ekstraksiyon yoluyla toplam fenolik madde içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemine göre sırasıyla 102.3, 126.0, 146.0, 178.7 ve 219.3 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak saptanmıştır. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıyla toplam fenolik madde içeriği 129.8, 227.8, 254.0, 273.5 ve 314.3 mg gallik asit eşdeğeri /kg olarak ölçülmüştür.

Kokolin örneklerde pigment düzeylerin artışı ile toplam fenolik madde içerik artışı gözlemlenmiştir (p<0.05). Sürülebilir krema örneklerde siyah havuç ekstraktın düzey artışı ile beraber toplam fenolik madde miktarında aynı yönelimde artış sağlamıştır. Biyoerişilebilirlilik değerlerinde düzeyler arası bir ilişki kurulamamıştır.

Tablo 3. 54 Kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerin in vitro toplam fenolik madde biyoerişilebilirlikleri

Örnek	Sindirim öncesi toplam fenolik madde (mg gallik asit eşdeğeri /kg)	Sindirim sonrası toplam fenolik madde (mg gallik asit eşdeğeri /kg)	Biyoerişilebilirlilik (%)
Kırmızı pancar suyu ekstrakt	19482.0±283.3	20258.3±106.2	103.985
KKN	56.0±0.2^{d}	70.8±0.3^{e}	126.61
KPS025	87.8±3.2^{c}	101.2±0.8^{d}	115.29
KPS050	102.2±3.8^{b}	180.6±1.2^{c}	176.80
KPS075	109.4±4.8^{b}	213.8±1.8^{b}	195.36
KPS100	154.2 ±3.1^{a}	262.0±8.3^{a}	169.94
SKN	102.3±2.1^{e}	129.8±1.4^{e}	126.89
SPS025	126.0±1.6^{d}	187.8±2.0^{d}	149.02
SPS050	141.0±1.1^{c}	223.7±1.8^{c}	158.62
SPS075	178.7±2.1^{b}	257.9±1.3^{b}	144.32
SPS100	219.3±2.0^{a}	314.6±2.0^{a}	143.48

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Sonuç olarak beyaz kokolin ve sürülebilir kremanın fenolik yoksunluğu doğal pigmentlerle giderilmiştir. En yüksek kazanım sırasıyla mor patates, siyah havuç, kırmızı pancar suyu ve aspir ilaveli örneklerde olmuştur. Tatlı kırmızı biberde toplam fenolik madde içeriği belirlenebilir sınır altında olmuştur. Lončarević vd., (2018) çalışmasında olduğu gibi başarılı bir şekilde ürünlerin toplam fenolik madde içeriği arttırılmıştır. Ayrıca fenolik madde çeşidi biyoerişilebilirlik üzerinde etkiye sahip olmasının bir başka nedeni numune bileşimindeki proteinlerle etkileşimin fenolik tipe göre farklı etkileşim göstermiş olmaları muhtemeldir. Kokolin ve sürülebilir kremanın içeriğinde yüksek oranda protein, karbonhidrat ve lipit mevcuttur. Karabulut ve Yemiş, (2019) protein, karbonhidrat, lipit gibi makromoleküller polifenollere bağlanarak gastrointestinal sistemindeki biyoyararlılığı büyük ölçüde etkilediği ifade etmiştir. Protein-fenolik bileşiğin sindirimden önceki etkileşimi, ekstraksiyonun düşük verimine neden olmaktadır (Bursa vd., 2020). Protein-fenolik madde etkileşimleri, fenolik maddelerin yapısından ve proteinlerin yapısından etkilendiği bildirilmiştir (Bandyopadhyay vd., 2012). Ayrıca matristeki protein/fenolik madde oranı da başka bir faktördür. Düşük protein konsantrasyonunda, protein zincirindeki bağlanma bölgeleri ile etkileşim doymuştur ve oran arttığı için proteinler, yarı kararlı bir kolloid olarak bir araya gelirler (Pascal vd., 2007). Bu nedenle, fenolik madde taşıyıcısı olarak kullanılacak matriksin içeriği kokolin ve sürülebilir krema örneklerinde oluşan farklılıktan yararlanarak önemli olduğu iddia edilebilir. Foksiyonel ürün geliştirme çalışmalarında kullanılacak fenolik madde türü ve seviyesi dikkate alınarak matriks belirlenmelidir.

3.8.2 Toplam Antioksidan Aktivite

Sağlığın korunması ve hastalıkların önlenmesinde meyve ve sebzelerin oldukça önemli rolleri olduğunu son yıllarda yapılan epidomolojik çalışmalarla ortaya çıkarmıştır. Bu etkilerin meyve ve sebzelerin içerdikleri antioksidan aktiviteye sahip bileşenlerden ileri gelmektedir (Tosun ve Yüksel, 2003).

Bu tez çalışmasında doğal renklendiricilerle (aspir, mor patates, siyah havuç, tatlı kırmızı biber ve kırmızı pancar suyu) renklendirilen ürünlerin (beyaz kokolin ve sürülebilir krema) DPHH yöntemiyle yöntemi ile toplam antioksidan aktivite belirlenmesi yapılmıştır.

Kuşoğlu (2015) tarafından aspir bitkisinin kısımları farklı çözücü ve yöntemlerle ekstreler elde edilmiş antioksidan aktivite potansiyeli incelenmiş DPPH radikali giderme

aktivitesi sonucunda en yüksek aktivite çiçek ekstresinde %96 olarak bulunmuş olup bu değer standart olarak kullanılan askorbik asit ve trolokstan daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda aspir çiçeği ekstraktının toplam antioksidan kapasitesi DPHH yöntemiyle 38.3 mg troloks eşdeğeri /g olarak tespit edilmiştir (Tablo 3. 55). Aspir ekstraktlı kokolin (KKN, KAE025, KAE050, KAE075, KAE100) örneklerde ekstraksiyon yoluyla toplam antioksidan içerikleri DPHH yöntemine göre sırasıyla 0.078, 0.147, 0.211, 0.296 ve 0.312 mg troloks eşdeğeri /g olarak belirlenmiştir (Tablo 3. 55). Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra toplam antioksidan kapasitesi değerleri sırasıyla 0.124, 0.210, 0.274, 0.399 ve 0.493 mg troloks eşdeğeri /g olarak ölçülmüştür. Buna bağlı kimyasal ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen toplam antioksindan aktivite içeriğinin *in vitro* sindirim simülasyon sonrası tespit edilen antioksidan maddelerin yüzdelik mukayesesiyle elde edilen biyoerişilebilirlilik değerleri sırasıyla 159.1, 142.4, 129.5, 134.8, 158.0 şeklinde olduğu saptanmıştır.

Aspir ekstraktlı sürülebilir krema örnekleri (SKN, SAE025, SAE050, SAE075, SAE100) ise ekstraksiyon yoluyla toplam antioksidan kapasiteleri DPHH yöntemine göre sırasıyla 0.105, 0.217, 0.291, 0.327 ve 0.343 mg troloks eşdeğeri / g olarak tespit edilmiştir. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra toplam antioksidant kapasitesi ise sırasıyla değerleri 0.269, 0.305, 0.403, 0.527 ve 0.595 mg troloks eşdeğeri /g olarak ölçülmüştür. Buna bağlı ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen antioksindant madde içeriğini *in vitro* sindirim simülasyon sonrası tespit edilen antioksidan maddelerin yüzdelik mukayesesiyle elde edilen biyoerişilebilirlik değerleri sırasıyla 255.8, 140.7, 138.6, 161.1 ve 173.4 şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Aspir ekstraktı ilave edilmiş kokolin ve sürülebilir krema örneklerde düzey artışına paralel olarak artmış göstermiş lakin kokolin örneklerinin en üst iki düzeyde (KAE075 ve KAE100 kodlu örneklerde) önemli fark olmadığı görülmüştür. Biyoerişilebilirlik toplam antioksidant kapasite değerleri hem kokolin hem de sürülebilir krema örneklerinde en yüksek kontrol örneğine ait olduğu bulunmuştur. Sürülebilir krema örneklerin aynı düzeydeki kokolin örneklerine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir. Antioksidan kapasitedeki bu artışın formülasyondan ileri geldiği düşünülmektedir. Bununla beraber sürülebilir krema örneklerinin kokolin örneklerine göre daha yüksek biyoerişilebilirlilik saptanmıştır.

Tablo 3. 55 Aspir ekstraktı içeren örneklerin toplam antioksidan özellik biyoerişilebilirlikleri

Örnek	Sindirim öncesi toplam antioksidan kapasitesi (mg troloks eşdeğeri /g)	Sindirim sonrası toplam antioksidan kapasite (mg troloks eşdeğeri /g)	Biyoerişilebilirlilik (%)
Aspir ekstrakt	38.3±2.33	40.1±1.65	104.8
KKN	0.078±0.006^{d}	0.124±0.009^{e}	159.1
KAE025	0.147±0.018^{c}	0.210±0.002^{d}	142.4
KAE050	0.211±0.015^{b}	0.274±0.007^{c}	129.5
KAE075	0.296±0.010^{a}	0.399±0.017^{b}	134.8
KAE100	0.312±0.012^{a}	0.493±0.017^{a}	158.0
SKN	0.105±0.007^{c}	0.269±0.016^{e}	255.8
SAE025	0.207±0.021^{b}	0.305±0.004^{d}	140.7
SAE050	0.291±0.013^{a}	0.403±0.002^{c}	138.6
SAE075	0.327±0.002^{a}	0.527±0.004^{b}	161.1
SAE100	0.343±0.023^{a}	0.595±0.009^{a}	173.4

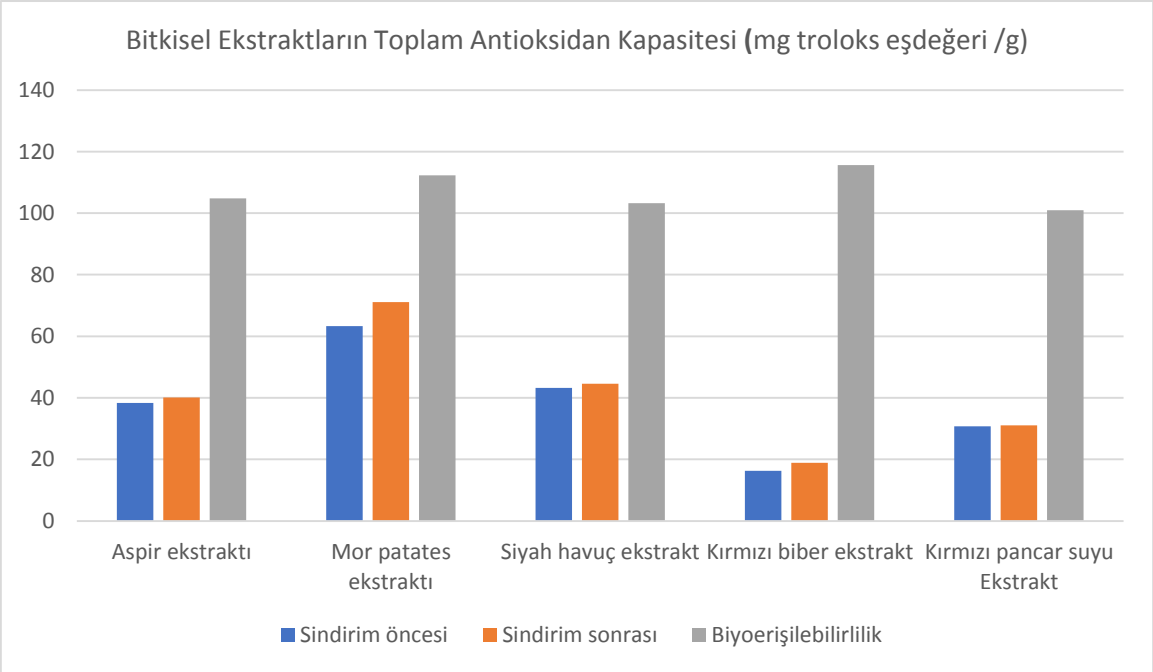
Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Toplam antioksidan kapasitesi yüksek olan mor patatesin hem fonksiyonel gıda bileşeni olarak hem de renk maddesi olarak kullanımı mevcuttur (Han, 2006). Tosun ve Yüksel (2003), bazı meyve ve sebzelerin antioksidan kapasitelerini derledikleri çalışmada mor patates için 400 mg troloks eşdeğeri / 100 g kapasiteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Damsa (2014) değişik koşul ve çözenlerle biyoaktif bileşen verimliliğini araştırdığı çalışmada taze mor patates meyvesinde antioksidan miktarını 17,305 µg troloks eşdeğeri /g olduğunu bildirmiştir. Mor patatesin renk ve biyoaktif bileşen kaynağı olarak kullanılan ekstraktın DPHH yöntemiyle toplam antioksidan kapasitesi 63.3 mg troloks eşdeğeri /g olduğu saptanmıştır (Tablo 3. 56). Mor patates ekstraktlı kokolin (KKN, KMP025, KMP050, KMP075, KMP100) örneklerde ekstraksiyon yoluyla toplam antioksidan kapasite DPHH yöntemine göre sırasıyla 0.08, 0.08, 0.30, 0.31 ve 0.36 mg

troloks eşdeğeri /g olarak ölçülmüştür. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra toplam aktioksidan kapasitesi ise sırasıyla değerleri 0.12, 0.16, 0.41, 0.45 ve 0.63 mg troloks eşdeğeri /g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı ekstraksiyon ile elde edilen antioksindan madde içeriğini sindirim simülasyon sonrası tespit edilen antioksidan maddelerin yüzdelik mukayesesiyle elde edilen toplan antioksidan kapasite biyoerişilebilirlilik değerleri sırasıyla 159.1, 214.3, 135.2, 145.8 ve 172.6 şeklinde olduğu hesaplanmıştır.

Mor patates ekstraktı içeren sürülebilir krema örnekleri (SKN, SMP025, SMP050, SMP075, SMP100) kimyasal ekstraksiyon yoluyla elde edilen toplam antioksidan kapasite DPHH yöntemine göre sırasıyla 0.11, 0.32, 0.56, 0.64 ve 0.83 mg troloks eşdeğeri /g olarak ölçülmüştür. Aynı örneklere ait *in vitro* sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra toplam antioksidan kapasite değerleri sırasıyla 0.27, 0.51, 0.65, 0.77 ve 0.91 mg troloks eşdeğeri /g olarak saptanmıştır. Buna bağlı ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen antioksindan madde içeriğini sindirim simülasyon sonrası tespit edilen antioksidan maddelerin yüzdelik mukayesesiyle elde edilen biyoerişilebilirlilik değerleri sırasıyla 255.8, 159.5, 120.3, 118.1 ve 109.11 şeklinde belirlenmiştir.

Hem kokolin örneklerde hem de sürülebilir krema örneklerde mor patates ekstraktı düzey artışına paralel olarak toplam antioksidan kapasite de sürekli artış gözlemlenmiştir (p<0.05). Toplam antioksidan kapasite biyoerişilebilirlilik değerleri sürülebilir krema örneklerinde en yüksek değer kontrol örneğinde olurken kokolin örneklerinde KMP025 kodlu (0.25 g ekstrakt / 100 g ürün) örneğe ait olduğu saptanmıştır. Sürülebilir krema örneklerin aynı düzeydeki kokolin örneklerine göre daha yüksek antioksidan maddeye sahip olduğu bulunmuştur. Bu fazlalığın muhtemel sebebi ürün ile antioksidan kapasiteye sahip bileşenlerin etkileşiminden kaynakladığı muhtemel olduğu bulunmuştur. Renk kaynakları arasında en yüksek antioksidan kapasite mor patates ekstraktında tespit edilmiştir (Şekil 3. 2).



Şekil 3. 2 Kullanılan bitkisel ekstrakların toplam antioksidan kapasitesi

Tablo 3. 56 Mor patates ekstraktı içeren örneklerin toplam antioksidan özellik biyoerişilebilirlikleri

Örnek	Sindirim öncesi toplam antioksidan kapasite (mg troloks eşdeğeri /g)	Sindirim sonrası toplam antioksidan kapasite (mg troloks eşdeğeri /g)	Biyoerişilebilirlilik (%)
Mor patates ekstraktı	63.3±6.5	71.1±1.3	112.3
KKN	0.078±0.006^{c}	0.124±0.009^{e}	159.1
KMP025	0.302±0.015^{b}	0.407±0.006^{d}	134.7
KMP050	0.312±0.025^{b}	0.452±0.002^{c}	149.9
KMP075	0.361±0.007^{b}	0.628±0.004^{b}	174.0
KMP100	0.474±0.019^{a}	0.769±0.008^{a}	162.2
SKN	0.105±0.007^{e}	0.269±0.02^{e}	255.8
SMP025	0.323±0.012^{d}	0.507±0.001^{d}	157.0
SMP050	0.557±0.021^{c}	0.655±0.004^{c}	117.6
SMP075	0.637±0.015^{b}	0.769±0.003^{b}	120.7
SMP100	0.832±0.025^{a}	0.908±0.007^{a}	109.1

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Öztan (2006) yaptığı çalışmada taze siyah havuç (mor havuç) ve siyah havuç suyu konsantresini (mor havuç suyu konsantresi) sırasıyla 33 µmol troloks eşdeğeri /g belirlemiş 294.64 µmol troloks eşdeğeri /g değerinde belirlemiştir. Çalışmamız da kullanılan siyah havuç ekstraktın toplam antioksidan kapasitesi DPHH yöntemiyle 43.2 mg troloks eşdeğeri /g olarak ölçülmüştür (Tablo 3. 57). Siyah havuç ekstraktlı kokolin (KKN, KSH025, KSH050, KSH075, KSH100) örneklerde kimyasal ekstraksiyon yoluyla toplam antioksidan içerikleri DPHH yöntemine göre sırasıyla 0.078, 0.161, 0.260, 0.305 ve 0.404 mg troloks eşdeğeri /g saptanmıştır. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıyla değerleri 0.124, 0.246, 0.308, 0.434 ve 0.556 mg troloks eşdeğeri /g olarak bulunmuştur. Buna bağlı ekstraksiyon ile elde edilen antioksindan kapasite özelliği *in vitro* sindirim simülasyon sonrası tespit edilen antioksidan maddelerin yüzdelik mukayesesiyle elde edilen biyoerişilebilirlilik değerleri sırasıyla 159.1, 152.2, 142.2, 137.5, 118.6 şeklinde hesaplanmıştır.

Siyah havuç ekstraktlı sürülebilir krema örnekleri (SKN, SSH025, SSH050, SSH075, SSH100) ise ekstraksiyon yoluyla toplam antioksidan içerikleri DPHH yöntemine göre sırasıyla 0.105, 0.218, 0.291, 0.351 ve 0.438 mg troloks eşdeğeri /g belirlenmiştir. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıyla toplam antioksidan kapasite değerleri 0.269, 0.306, 0.410, 0.588 ve 0.619 mg troloks eşdeğeri /g ölçülmüştür. Buna bağlı ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen antioksindan kapasite *in vitro* sindirim simülasyon sonrası tespit edilen toplam antioksidan kapasitesine yüzdelik mukayesesiyle elde edilen biyoerişilebilirlilik değerleri sırasıyla 255.8, 140.5, 141.3, 167.4 ve 141.4 şeklinde hesaplanmıştır.

Hem kokolin örneklerde hem de sürülebilir krema örneklerde siyah havuç ekstraktı düzey artışına paralel olarak sürekli artmıştır (p<0.05). Biyoerişilebilirlilik değerleri her iki ürünün örneklerinde en yüksek değer kontrol örneğinde olurken en düşük biyoerişilebilirlilik kokolinde KSH100 kodlu örnekte sürülebilir kremada ise SSH050 kodlu örnekte olduğu bulunmuştur. Sürülebilir krema örneklerin aynı düzeydeki kokolin örneklerine göre daha yüksek antioksidan maddeye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3. 57 Siyah havuç ekstraktı içeren örneklerin toplam antioksidan özellik biyoerişilebilirlikleri

Örnek	Sindirim öncesi toplam antioksidan kapasite (mg troloks eşdeğeri /g)	Sindirim sonrası toplam antioksidan kapasite (mg troloks eşdeğeri /g)	Biyoerişilebilirlilik (%)
Siyah havuç ekstrakt	43.2±3.195	44.6±2.668	103.2
KKN	0.078±0.006^{e}	0.124±0.009^{e}	159.1
KSH025	0.161±0.013^{d}	0.246±0.013^{d}	152.2
KSH050	0.260±0.007^{c}	0.308±0.009^{c}	142.2
KSH075	0.305±0.015^{b}	0.434±0.010^{b}	137.5
KSH100	0.404±0.003^{a}	0.556±0.006^{a}	118.6
SKN	0.105±0.007^{e}	0.269±0.015^{c}	255.8
SSH025	0.218±0.013^{d}	0.306±0.025^{c}	140.5
SSH050	0.291±0.004^{c}	0.410±0.012^{b}	141.0
SSH075	0.351±0.023^{b}	0.588±0.007^{a}	167.4
SSH100	0.438±0.013^{a}	0.619±0.002^{a}	141.4

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Tosun, (2003) bazı meyve ve sebzelerin antioksidan kapasitelerini derlemiş tatlı kırmızı biber için 400 2.39 ORAC (ROO-) nmol troloks eşdeğeri /µl miktarına sahip olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda tatlı kırmızı biber ekstraktın renk kaynağı olarak kullanıldığı ekstraktlarda DPHH yöntemiyle göre toplam antioksidan kapasitesi 16.3 mg troloks eşdeğeri /g olarak saptanmıştır (Tablo 3. 58). Tatlı kırmızı biber ekstraktlı kokolin (KKN, KPE025, KPE050, KPE075, KPE100) örneklerde ekstraksiyon yoluyla toplam antioksidan içerikleri DPHH yöntemine göre sırasıyla 0.078, 0.111, 0.133, 0.218 ve 0.249 mg troloks eşdeğeri /g olarak ölçülmüştür. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıyla değerleri 0.124, 0.140, 0.208, 0.286 ve 0.360 mg troloks eşdeğeri /g olarak bulunmuştur. Buna bağlı ekstraksiyon ile elde edilen toplam antioksindan kapasitesi *in vitro* sindirim simülasyon sonrası belirlenen antioksidan

maddelerin yüzdelik mukayesesiyle elde edilen biyoerişilebilirlilik değerleri sırasıyla 159.1, 125.9, 157.1, 131.2 ve 144.8 şeklinde olduğu hesaplanmıştır.

Tatlı kırmızı biber ekstraktlı sürülebilir krema örnekleri (SKN, SPE025, SPE050, SPE075, SPE100) ise ekstraksiyon yoluyla toplam antioksidan kapasitesi DPHH yöntemine göre sırasıyla 0.105, 0.141, 0.151, 0.222 ve 0.257 mg troloks eşdeğeri /g ölçülmüştür. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıyla toplam antioksidan kapasite değerleri ise 0.269, 0.229, 0.312, 0.486 ve 0.552 mg troloks eşdeğeri /g saptanmıştır. Buna bağlı ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen toplam antioksindan kapasitesi *in vitro* sindirim simülasyon sonrası tespit edilen antioksidan maddelerin yüzdelik mukayesesiyle elde edilen biyoerişilebilirlilik değerleri sırasıyla 255.8, 162.5, 206.3, 218.7 ve 215.0 şeklinde olduğu hesaplanmıştır.

Hem kokolin örneklerde hem de sürülebilir krema örneklerde tatlı kırmızı biber ekstraktı düzey artışına paralel olarak sürekli artış kaydedilmiştir (p<0.05). Biyoerişilebilirlilik değerleri her iki ürünün örneklerinde en yüksek değer kontrol örneğinde olurken en düşük değer ise kokolinde KPE025 kodlu üründe sürülebilir krema örneklerinde ise SPE025 kodlu üründe tayin edilmiştir. Sürülebilir krema örneklerin aynı düzeydeki kokolin örneklerine göre daha yüksek antioksidan kapasite olduğu bulunmuştur.

Tablo 3. 58 Tatlı kırmızı biber ekstraktı içeren örneklerin toplam antioksidan özellik biyoerişilebilirlikleri

Örnek	Sindirim öncesi toplam antioksidan kapasite (mg troloks eşdeğeri /g)	Sindirim sonrası toplam antioksidan kapasite (mg troloks eşdeğeri /g)	Biyoerişilebilirlilik (%)
Kırmızı biber ekstrakt	16.3±4.301	18.9±2.260	115.6
KKN	0.078±0.006^{b}	0.124±0.009^{d}	159.1
KPE025	0.111±0.009^{c}	0.140±0.001^{d}	125.9
KPE050	0.133±0.003^{c}	0.208±0.002^{c}	157.1
KPE075	0.218±0.004^{b}	0.286±0.001^{b}	131.2
KPE100	0.249±0.002^{a}	0.360±0.006^{a}	144.9
SKN	0.105±0.007^{e}	0.269±0.015^{e}	255.8
SPE025	0.141±0.007^{d}	0.229±0.0055^{d}	162.5

SPE050	0.151±0.001[c]	0.312±0.0055[c]	206.3
SPE075	0.222±0.002[b]	0.486±0.0022[b]	218.7
SPE100	0.257±0.002[a]	0.552±0.002[a]	215.0

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Kırmızı pancar, yüksek antioksidan etkiye ve radikal süpürme kapasitesine sahip bileşikler olan betalaine sahip olup taze pancardaki toplam antioksidan miktarı 13.9 ila 19.9 µmol troloks eşdeğeri / g arasında bildirilmiştir (Guine, 2018). Çalışmamızda kırmızı pancar suyu ekstraktın renk kaynağı olarak kullanıldığı ekstraktlarda DPHH yöntemiyle 16.3 mg troloks eşdeğeri /g olarak belirlenmiştir (Tablo 3. 59). Kırmızı pancar suyu ekstraktlı kokolin (KKN, KPS025, KPS050, KPS075, KPS100) örneklerde ekstraksiyon yoluyla toplam antioksidan içerikleri DPHH yöntemine göre sırasıyla 0.078, 0.112, 0.214, 0.288 ve 0.304 mg troloks eşdeğeri /g belirlenmiştir. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıyla değerleri 0.124, 0.154, 0.255, 0.340 ve 0.446 mg troloks eşdeğeri /g belirlenmiştir. Buna bağlı ekstraksiyon ile elde edilen antioksindant madde içeriğini sindirim simülasyon sonrası tespit edilen antioksidan maddelerin yüzdelik mukayesesiyle elde edilen biyoerişilebilirlilik değerleri sırasıyla 159.1, 137.6, 119.4, 120.1 ve 146.7 şeklinde ölçülmüştür.

Kırmızı pancar suyu ekstraklı sürülebilir krema örnekleri (SKN, SPS025, SPS050, SPS075, SPS100) ise ekstraksiyon yoluyla toplam antioksidan içerikleri DPHH yöntemine göre sırasıyla 0.105, 0.178, 0.291, 0.325 ve 0.361 mg troloks eşdeğeri /g saptanmıştır. Aynı örneklere ait sindirim simülasyonu uygulandıktan sonra sırasıyla değerleri 0.269, 0.284, 0.385, 0.521 ve 0.541 mg troloks eşdeğeri /g olarak bulunmuştur. Buna bağlı ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen antioksindant madde içeriğini sindirim simülasyon sonrası tespit edilen antioksidan maddelerin yüzdelik mukayesesiyle elde edilen biyoerişilebilirlilik değerleri sırasıyla 255.8, 159.7, 132.2, 160.2 ve 149.9 şeklinde belirlenmiştir.

Hem kokolin örneklerde hem de sürülebilir krema örneklerde tatlı kırmızı biber ekstraktı düzey artışına paralel olarak toplam antioksidan miktarı sürekli artış yöneliminde olmuştur (p<0.05). Lakin bu artış istatistiksel olarak farksız kabul edilmiştir. Biyoerişilebilirlilik değerleri her iki ürünün örneklerinde en yüksek değer

kontrol örneğinde olurken en düşük biyoerişebilirlilik ise kokolin örneklerinde KPS050'de sürülebilir krema örneklerinde SPS050 de olmuştur. Sürülebilir krema örneklerin aynı düzeydeki kokolin örneklerine göre daha yüksek antioksidan maddeye sahip olduğu görülmektedir. Bu fazlalığın artışı formülasyondan ileri geldiği düşünülmektedir. Kullanılan bitkisel ekstralardan en düşük antioksidan kapasite tatlı kırmızı bibere ait olduğu DPHH yöntemine göre belirlenmiştir. Bunun sebebi tatlı kırmızı biber ekstraktının içerdiği antioksidant bileşenlerin lipitte çözünebilme özelliğine sahip olmasına karşın DPPH yöntemi ile suda çözünebilme özelliğine sahip bileşenlerin tespitinde daha yüksek değerler elde edilmiş olması muhtemeldir.

Tablo 3. 59 Kırmızı pancar suyu ekstraktı içeren örneklerin toplam antioksidan özellik biyoerişilebilirlikleri

Örnek	Sindirim öncesi toplam antioksidan kapasite (mg troloks eşdeğeri /g)	Sindirim sonrası toplam antioksidan kapasite (mg troloks eşdeğeri /g)	Biyoerişilebilirlilik (%)
Pancar suyu ekstrakt	30.7±2.697	31.0±0.720	100.9
KKN	0.078±0.006^{c}	0.124±0.009^{d}	159.1
KPS025	0.112±0.063^{bc}	0.154±0.012^{d}	137.6
KPS050	0.214±0.010^{ab}	0.255±0.024^{c}	119.4
KPS075	0.283±0.009^{a}	0.340±0.012^{b}	120.1
KPS100	0.304±0.014^{a}	0.446±0.006^{a}	146.7
SKN	0.105±0.007^{b}	0.269±0.015^{c}	255.8
SPS025	0.178±0.021^{b}	0.284±0.006^{c}	159.7
SPS050	0.291±0.031^{a}	0.385±0.004^{b}	132.2
SPS075	0.325±0.015^{a}	0.521±0.001^{a}	160.2
SPS100	0.361±0.022^{a}	0.541±0.006^{a}	149.9

Paralel gerçekleşen analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05).

Örneklerde protein-fenolik etkileşimin fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi üzerine etkisi olduğu belirlenmiştir. Genel olarak *in vitro* çalışmalar, protein-polifenol etkileşiminin antioksidan aktivitede bir azalmaya neden olduğunu bildirmektedir (Niseteo vd., 2012; Sanchez-Gonzalez vd., 2005). Ancak bu çalışmamızda süt proteini içeren her iki numune grubu için bir artış saptanmıştır. Protein bozunması ile *in vitro* sindirim ile protein-fenolik etkileşimdeki azalmaya ek olarak, serbest fenolik bileşiklerde sindirim simülasyonundaki artış etkili olabilir.

Hem kokolin hem de sürülebilir krema bitkisel ekstraktlar kullanılarak antioksidan kapasitenin artırılabileceği tespit edilmiştir. Antioksidan aktiviteye sahip renklendirici ajanların kullanılmasıyla ürünlerinin fonksiyonel özellikleri iyileştirilebileceği gibi, görsel özellikleri tüketiciler için daha çekici hale getirildiği söylenebilir.

3.9 Duyusal Özellik

Sürülebilir krema için başlıca duyusal özellikler; görünüm, aroma, flavor, tekstür olarak belirtilebilir (Shakerardekani vd., 2013). Ayrıca renk de genel olarak sürülebilir ürünlerin tüketici tarafından kabul edilebilirliği için dikkate alınmalıdır (Riha ve Wendorff, 1993). Bu çalışmanın başlıca nedeni ürünlere alternatif renkte ürün geliştirmektir. Bu nedenle bu çalışmada hem kokolin hem de sürülebilir krema örnekleri için önemli olan görünüm, ağızda erime, tatlılık, lezzet, tat-koku, satın alam isteği ve genel kabul gibi parametreler yanı sıra parlaklık ve renk parametreleri de duyusal analiz kapsamında incelenmiştir. Çalışmada beş-noktalı hedonik skala kullanılmış, panelistlere her bir pigmentin bütün düzeyleri (0.00-1.00) bir arada sunulmuştur.

Aspir ekstraktlı örnekler görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, tatlılık, koku-tat, lezzet, satın alma isteği ve genel beğeni parametreleri için sırasıyla 4.40-4.80, 4.57-4.83, 4.35-4.74, 4.65-4.91, 4.00-4.91, 4.00-4.78, 4.04-4.78, 3.91-4.74 ve 4.39-4.78 aralıklarında skorlamış olup sürülebilir krema örneklerine ait sonuçlar ise yine sırasıyla 4.13-4.44, 4.09-4.70, 4.65-4.78, 4.09-4.83, 4.09. 4.48, 3.96-4.57, 4.13-4.48, 4.04-4.26 ve 4.04-4.26 olarak belirlenmiştir (Tablo 3. 60). İki istisna dışında tüm örnek gruplarında hem kokolin hem de sürülebilir krema için panelistlerin >4.0 skorlar ile değerlendirme gerçekleştirmiş olması olumlu bir sonuç olarak belirtilebilir. Kokolin örneklerinde görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, lezzet, satın alma isteği ve genel kabul duyusal özelliklerinde aspir kullanımı ve bu kullanım düzeyine bağlı olarak kontrol örneğine göre önemli bir değişim belirlenmemiş olup sürülebilir krema örnekleri için ise

görünüm, parlaklık, renk, tatlılık, koku-tat, lezzet, satın alma isteği ve genel kabul için bu durum söz konusu olmuştur (p>0.05). Kokolin örneklerinde tatlılık ve koku-tat özelliklerinde sürülebilir örneklerde ise ağızda erime özelliğinde düşüklük belirlenmiştir. Bu çalışmanın başlıca amaçlarından birisi kapsama alınan örneklerin pigment kullanımı ile renklendirilmesi olanağının incelenmesidir. Bu nedenle renk beğeni düzeyi özellikle önem taşımaktadır. Kokolin örneklerinde en yüksek renk beğenisi kontrol örneği ve 0.75 g/100 g aspir ekstraktı içeren örneğe ait olmuştur. Sürülebilir krema örneklerinde de kontrol dahil en yüksek beğeni yine 0.75 g/100 g aspir kullanılarak hazırlanan örnek için belirlenmiştir. Aynı şekilde hem kokolin hem de sürülebilir krema görünüm özelliğine dair en yüksek değerler bahsedilen oranda pigment kaynağı kullanılan örnekler için belirlenmiştir. Bu sonuç aynı zamanda biyoaktif bileşiklerin dağıtım aracı olarak kokolin ve sürülebilir krema kullanımı açısından avantaj olarak belirtilebilir. Çünkü yüksek düzeylerde bu bileşenlerin kullanımı ile hazırlanacak örneklerin beğeni düzeyinin artışı söz konusudur.

Tablo 3. 60 Aspir ekstraklı örneklerin duyusal özellikleri

Örnek	Duyusal Özellikler								
	Görünüm	Parlaklık	Renk	Ağızda Erime	Tatlılık	Koku-Tat	Lezzet	Satın Alma İsteği	Genel Beğeni
KKN	4.61±0.89^{a}	4.74±0.54^{a}	4.78±0.42^{a}	4.91±0.29^{c}	4.78±0.52^{a}	4.83±0.39^{a}	4.78±0.42^{a}	4.74±0.45^{a}	4.78±0.42^{a}
KAE025	4.52±0.73^{a}	4.43±0.66^{a}	4.65±0.49^{a}	4.74±0.45^{a}	4.57±0.66^{ab}	4.61±0.58^{ab}	4.65±0.49^{ab}	4.65±0.57^{a}	4.74±0.45^{a}
KAE050	4.70±0.56^{a}	4.52±0.51^{a}	4.783±0.42^{a}	4.52±0.59^{ab}	4.30±0.77^{ab}	4.35±0.71^{abc}	4.39±0.58^{abc}	4.48±0.73^{ab}	4.65±0.49^{a}
KAE075	4.74±0.62^{a}	4.48±0.59^{a}	4.91±0.29^{a}	4.26±0.81^{abc}	4.22±0.85^{ab}	4.22±0.80^{bc}	4.17±0.83^{bc}	4.39±0.84^{ab}	4.61±0.50^{a}
KAE100	4.83±0.49^{a}	4.35±0.71^{a}	4.65±0.65^{a}	4.00±1.09^{bc}	4.00±1.05^{b}	4.00±1.05^{c}	4.04±0.98^{c}	3.91±1.16^{b}	4.39±0.66^{a}
SKN	4.26±0.92^{a}	4.70±0.47^{a}	4.70±0.47^{a}	4.83±0.39^{a}	4.48±0.59^{a}	4.57±0.59^{a}	4.48±0.59^{a}	4.26±0.75^{a}	4.26±0.75^{a}
SAE025	4.13±1.06^{a}	4.39±0.78^{a}	4.74±0.45^{a}	4.61±0.58^{ab}	4.39±0.72^{a}	4.35±0.89^{a}	4.26±0.92^{a}	4.13±0.92^{a}	4.13±0.92^{a}
SAE050	4.44±0.79^{a}	4.39±0.78^{a}	4.70±0.70^{a}	4.43±0.73^{ab}	4.30±0.82^{a}	4.17±0.89^{a}	4.22±0.95^{a}	4.13±0.87^{a}	4.13±0.87^{a}
SAE075	4.44±0.90^{a}	4.22±0.85^{a}	4.78±0.6^{a}	4.26±0.92^{ab}	4.17±0.89^{a}	4.09±0.90^{a}	4.22±1.00^{a}	4.09±1.13^{a}	4.09±1.16^{a}
SAE100	4.30±0.97^{a}	4.09±0.95^{a}	4.65±0.65^{a}	4.09±1.04^{b}	4.09±0.95^{a}	3.96±0.98^{a}	4.13±1.14^{a}	4.04±1.15^{a}	4.04±1.15^{a}

Analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05). n=30

117

Mor patates ekstraktlı kokolin örneklerinde görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, tatlılık, koku-tat, lezzet, satın alma isteği ve genel beğeni parametreleri için sırasıyla 4.50-4.95, 4.64-4.86, 4.77-4.50, 3.73-4.95, 3.91-4.77, 4.14-4.82, 4.18-4.82, 3.74-4.68 ve 4.27-4.91 aralıklarında skorlanmıştır (Tablo 3. 61). Kokolin örneklerde mor patates ekstraktın ilavesi düşük düzeylerde olumlu sonuçlar vermiş öyle ki kontrol örneği dahil bütün kriterlerde en yüksek skor KMP025 kodlu (0.25 g/100 g) örneğe ait olduğu bulunmuştur. Kullanılan renk kaynağı düşük düzeylerde yeterli renk oluşumunu sağlamıştır. Yüksek düzeylerde ekstraktı kullanımı ağızda erime, tat ve lezzet buna bağlı satın alma isteği ve genel özellikleri bakımından panalistler için istenmeyen durum söz konusu olmuştur.

Mor patates ekstraktlı sürülebilir krema örnekleri görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, tatlılık, koku-tat, lezzet, satın alma isteği ve genel beğeni parametreleri için sırasıyla 4.45-4.91, 4.63-4.86, 4.64-5.00, 3.64-4.77, 4.23-4.68, 3.68-4.64, 4.00-4.77, 3.91-4.82 ve 4.50-4.91 aralıklarında puanlandırılmıştır (Tablo 3. 61). Parlaklık ve tatlılık ekstrakt ilavesi ile değişmemiştir (p>0.05). Çalışmanın önemli başarı kriteri kabul edilen görünüm ve renk SPE025, SPE,050 ve SPE100 kodlu örnekler kontrol örneğinden daha iyi skor elde edilmiş olduğu test edilmiştir. Hatta panalistler söz konusu bazı düzeyde (Renk kriterde - SPE050 ve SPE075kodlu örnekler) hedonik skalanın en yüksek puanı kullanmışlardır. Aynı şekilde koku-tat, lezzet ve bu kriterlerin toplam kombinasyonu kabul edilecek satın alma isteği ve genel özelliklerde en çok beğenilen örnek 0.25 g/100 g düzeyinde olmuştur. Ekstraktın sıvı fazda kullanılması ağızda erimeyi olumsuz etkilediği panelist tepkilerinden elde edilebilir.

Tablo 3. 61 Mor patates ekstraklı örneklerin duyusal özellikleri

Örnek	Duyusal Özellikler								
	Görünüm	Parlaklık	Renk	Ağızda Erime	Tatlılık	Koku-Tat	Lezzet	Satın Alma İsteği	Genel Beğeni
KKN	4.50±0.74^{b}	4.64±0.58^{a}	4.77±0.43^{b}	4.95±0.21^{a}	4.77±0.53^{a}	4.82±0.40^{a}	4.77±0.43^{a}	4.64±0.49^{a}	4.73±0.46^{ab}
KMP025	4.73±0.55^{ab}	4.64±0.58^{a}	4.91±0.30^{ab}	4.82±0.50^{a}	4.68±0.57^{a}	4.64±0.66^{ab}	4.82±0.50^{a}	4.68±0.65^{a}	4.91±0.29^{a}
KMP050	4.91±0.426^{a}	4.7l±0.46^{a}	4.95±0.21^{ab}	4.45±0.80^{ab}	4.45±0.74^{ab}	4.41±0.73^{ab}	4.64±0.58^{ab}	4.32±0.84^{ab}	4.77±0.43^{a}
KMP075	4.95±0.21^{a}	4.86±0.35^{a}	5.00±0.00^{a}	4.05±1.05^{bc}	4.23±0.752^{ab}	4.14±1.04^{b}	4.45±0.67^{ab}	3.86±1.037^{b}	4.55±0.67^{ab}
KMP100	4.95±0.21^{a}	4.77±0.53^{a}	5.00±0.00^{a}	3.73±1.20^{c}	3.91±0.97^{b}	4.14±1.04^{b}	4.18±0.91^{b}	3.64±1.22^{b}	4.27±0.88^{b}
SKN	4.45±0.60^{b}	4.77±0.43^{a}	4.64±0.49^{b}	4.77±0.43^{a}	4.68±0.477^{a}	4.64±0.49^{a}	4.68±0.48^{a}	4.59±0.50^{a}	4.68±0.48^{ab}
SMP025	4.73±0.46^{ab}	4.86±0.35^{a}	4.95±0.21^{a}	4.55±0.60^{ab}	4.68±0.57^{a}	4.45±0.67^{a}	4.77±0.43^{a}	4.82±0.40^{a}	4.91±0.29^{a}
SMP050	4.86±0.35^{a}	4.73±0.55^{a}	5.00±0.00^{a}	4.27±0.70^{abc}	4.59±0.50^{a}	4.27±0.83^{ab}	4.68±0.57^{a}	4.59±0.73^{a}	4.86±0.35^{ab}
SMP075	4.91±0.29^{a}	4.77±0.43^{a}	5.00±0.00^{a}	3.95±1.00^{bc}	4.45±0.67^{a}	4.00±1.07^{ab}	4.27±0.827^{ab}	4.32±0.95^{ab}	4.73±0.46^{ab}
SMP100	4.64±0.58^{ab}	4.64±0.49^{a}	4.86±0.35^{ab}	3.64±1.26^{c}	4.23±0.92^{a}	3.68±1.09^{b}	4.00±0.82^{ab}	3.91±1.07^{b}	4.50±0.67^{b}

Analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05). n=30

119

Siyah havuç ekstraktlı kokolin örneklerinde görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, tatlılık, koku-tat, lezzet, satın alma isteği ve genel beğeni parametreleri için sırasıyla 4.27-4.77, 4.14-4.77, 4.41-4.95, 4.32-4.95, 4.50-4.86, 4.45-4.91, 4.36-4.86, 4.23-4.82 ve 4.36-4.91 aralıklarında skorlamıştır (Tablo 3. 62). Kokolin örneklerin hepsinde (siyah havuç ekstrakt ilave edilmiş örnekler) bütün kriterlerde sonuç 4< elde edilmiş olması çalışmanın başarılı olduğu anlamı taşımaktadır. Renk kaynağının hem düşük hem de yüksek düzeylerde yeterli renk beğenisi sağlamış olduğu saptanmıştır. Lakin siyah havuç ekstraktının yüksek düzeylerde kullanıldığında genel beğeniyi düşürmüştür. Bu düşüşün sebebi oluşan rengin bitter çikolata benzemesine karşın tadından renkle ulaşmamış olması olabilir. Buna rağmen siyah havuç ekstraklı bütün kokolin örneklerde 4< skor kaydedilmiştir.

Siyah havuç ekstraktlı sürülebilir krema örneklerde görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, tatlılık, koku-tat, lezzet, satın alma isteği ve genel beğeni parametreleri için sırasıyla 4.50-4.73, 4.18-4.64, 4.14-4.68, 4.18-4.82, 4.32-4.77, 4.55-4.82, 4.41-4.82, 4.14-4.50 ve 4.41-4.64 aralıklarında skorlanmıştır (Tablo 3. 62). Sürülebilir krema örneklerinde bütün örneklerde ve kriterlerde 4 üstü bir skor belirlenmiştir. Ağızda erime kriterindeki dışında bütün kriterlerde siyah havuç ekstraktı kullanılan bütün sürülebilir krema örneklerinde önemli bir fark oluşmamıştır(p>0.05).

Tablo 3. 62 Siyah havuç ekstraklı örneklerin duyusal özellikleri

Örnek	Duyusal Özellikler								
	Görünüm	Parlaklık	Renk	Ağızda Erime	Tatlılık	Koku-Tat	Lezzet	Satın Alma İsteği	Genel Beğeni
KKN	4.77±0.43^{a}	4.77±0.43^{a}	4.95±0.21^{a}	4.95±0.21^{a}	4.86±0.35^{a}	4.91±0.29^{a}	4.86±0.35^{a}	4.82±0.40^{a}	4.91±0.29^{a}
KSH025	4.27±0.83^{a}	4.50±0.74^{ab}	4.41±0.59^{b}	4.73±0.55^{ab}	4.73±0.46^{a}	4.59±0.59^{a}	4.50±0.60^{ab}	4.23±1.11^{a}	4.50±0.67^{ab}
KSH050	4.59±0.59^{a}	4.50±0.60^{ab}	4.55±0.60^{ab}	4.64±0.49^{ab}	4.77±0.43^{a}	4.50±0.60^{a}	4.59±0.50^{ab}	4.41±0.80^{a}	4.59±0.67^{ab}
KSH075	4.59±0.85^{a}	4.32±0.78^{ab}	4.55±0.74^{ab}	4.45±0.67^{b}	4.64±0.58^{a}	4.45±0.74^{a}	4.50±0.60^{ab}	4.32±0.89^{a}	4.55±0.60^{ab}
KSH100	4.41±0.96^{a}	4.14±0.94^{b}	4.45±0.74^{ab}	4.32±0.84^{b}	4.50±0.67^{a}	4.45±0.74^{a}	4.36±0.79^{b}	4.32±0.84^{a}	4.36±0.79^{b}
SKN	4.59±0.59^{a}	4.64±0.49^{a}	4.68±0.48^{a}	4.82±0.60^{a}	4.77±0.43^{a}	4.82±0.40^{a}	4.82±0.40^{a}	4.50±0.51^{a}	4.64±0.49^{a}
SSH025	4.64±0.58^{a}	4.45±0.51^{a}	4.50±0.60^{a}	4.64±0.49^{ab}	4.68±0.48^{a}	4.68±0.48^{a}	4.73±0.46^{a}	4.50±0.51^{a}	4.64±0.49^{a}
SSH050	4.73±0.55^{a}	4.36±0.58^{a}	4.32±0.78^{a}	4.36±0.73^{ab}	4.45±0. 60^{a}	4.55±0.74^{a}	4.64±0.49^{a}	4.41±0.50^{a}	4.50±0.51^{a}
SSH075	4.50±0.96^{a}	4.23±0.81^{a}	4.23±0.75^{a}	4.27±0.77^{ab}	4.41±0.59^{a}	4.64±0.58^{a}	4.55±0.67^{a}	4.23±0.75^{a}	4.41±0.67^{a}
SSH100	4.55±0.74^{a}	4.18±0.85^{a}	4.14±0.83^{a}	4.18±0.80^{b}	4.32±0.72^{a}	4.55±0.67^{a}	4.41±0.80^{a}	4.14±1.08^{a}	4.41±0.67^{a}

Analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05). n=40

121

Tatlı kırmızı biber ekstraktlı kokolin örneklerinde görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, tatlılık, koku-tat, lezzet, satın alma isteği ve genel beğeni parametreleri için sırasıyla 4.65-5.00, 4.74-4.87, 4.70-5.00, 4.22-4.96, 4.52-4.87, 4.61-4.83, 4.57-4.91, 4.39-4.96 ve 4.74-4.96 aralıklarında skorlamıştır (Tablo 3. 63). Kokolin örneklerde çalışmanın önemli başarı göstergelerinden renk ve görünümde kontrol örneklerinden daha iyi yanıtlar alınmıştır. Hatta bazı düzeylerde (KPE075 ve KPE075) görünüm ve renk özellikleri bütün panelistlerden en yüksek beğeni puanı almış olduğu tespit bulunmuştur.

Ağızda erime ve satın alma kriterlerinde olumsuzluk belirtilmişse de bu olumsuzluk renk kaynağının formu ile ilişkilendirilebilir. Kokolin örneklerinin parlaklık, tatlılık, koku-tat, lezzet ve genel beğeni de herhangi bir önemli fark belirlenmemiştir (p>0.05).

Tatlı kırmızı biber ekstraktlı sürülebilir krema örneklerde görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, tatlılık, koku-tat, lezzet, satın alma isteği ve genel beğeni parametreleri için sırasıyla 3.65-4.91, 4.04-4.70, 4.61-5.00, 2.96-4.83, 4.17-4.787, 4.48-4.83, 3.74-4.67, 2.65-4.38 ve 4.39-4.87 aralıklarında skorlanmıştır (Tablo 3. 63). Çalışmanın önemli başarı kriteri kabul edilen görünüm ve renk SPE050 (0.50 g/100 g düzeyinde) kodlu örnekte kontrol örneğinden daha yüksek puan yanıt aldığı saptanmıştır. Hatta söz konusu düzeyde panelistlerin hepsi renk kriteri için en yüksek puanı vermişlerdir. Aynı şekilde parlaklık, ağızda erime, koku-tat, lezzet ve bu isteklerin toplam kombinasyonu kabul edilecek satın alma isteği ve genel özelliklerde en çok beğenilen örnek SPE025 kodlu (0.25 g/100 g düzeyinde) örnekte olduğu bulunmuştur. Ekstraktın sıvı fazda kullanılması ağızda erimeyi olumsuz etkilese de ekstraktın yoğun pigmenti muhteviyatlıda hesaba katılarak renk maddesi ilavesinin konçlama aşamasının daha önceki sürelerinde ilave edilmesi nem miktarı azaltıp ağızda erime olumsuzluğunu ortadan kaldıracaktır. Fakat yüksek düzeylerde (0.75-1.00 g/100 g) kullanılan renk maddesi krema olma özelliğini yitirdiği gözlemlerle sabit olmuş ve panelist etkileri (satın alam isteği 3< olması) ile teyit edilmiştir.

Tablo 3. 63 Tatlı kırmızı biber ekstraktlı örneklerin duyusal özellikleri

Örnek	Duyusal Özellikler								
	Görünüm	Parlaklık	Renk	Ağızda Erime	Tatlılık	Koku-Tat	Lezzet	Satın Alma İsteği	Genel Beğeni
KKN	4.65±0.49^{b}	4.74±0.45^{a}	4.70±0.47^{b}	4.96±0.21^{a}	4.70±0.56^{a}	4.78±0.42^{a}	4.78±0.42^{a}	4.70±0.47^{a}	4.78±0.42^{a}
KPE025	4.78±0.42^{ab}	4.87±0.34^{a}	4.91±0.29^{ab}	4.83±0.39^{ab}	4.78±0.42^{a}	4.83±0.39^{a}	4.91±0.29^{a}	4.91±0.29^{a}	4.96±0.21^{a}
KPE050	4.91±0.29^{a}	4.83±0.39^{a}	4.96±0.21^{b}	4.70±0.56^{abc}	4.87±0.34^{a}	4.83±0.39^{a}	4.96±0.21^{a}	4.96±0.21^{a}	4.96±0.21^{a}
KPE075	5.00±0.00^{a}	4.74±0.45^{a}	4.96±0.21^{b}	4.39±0.94^{bc}	4.52±0.95^{a}	4.78±0.74^{a}	4.70±0.635^{a}	4.57±0.84^{ab}	4.83±0.49^{a}
KPE100	5.00±0.00^{a}	4.65±0.57^{a}	5.00±0.00^{b}	4.22±1.00^{c}	4.52±1.08^{a}	4.61±1.03^{a}	4.57±0.95^{a}	4.39±1.08^{b}	4.74±0.62^{a}
SKN	4.52±0.51^{ab}	4.61±0.50^{ab}	4.70±0.47^{ab}	4.83±0.39^{a}	4.70±0.56^{ab}	4.70±0.47^{a}	4.67±0.47^{a}	4.70.47^{a}	4.72±0.45^{a}
SPE025	4.74±0.45^{a}	4.57±0.51^{ab}	4.91±0.29^{ab}	4.61±0.66^{a}	4.78±0.42^{a}	4.83±0.49^{a}	4.61±0.58^{a}	4.78±0.52^{a}	4.87±0.34^{a}
SPE050	4.91±0.29^{a}	4.70±0.47^{a}	5.00±0.00^{a}	4.35±0.89^{a}	4.61±0.66^{abc}	4.65±0.65^{a}	4.48±0.73^{a}	4.70±0.64^{a}	4.78±0.421^{a}
SPE075	4.13±0.82^{bc}	4.30±0.93^{ab}	4.70±0.47^{ab}	3.61±1.16^{b}	4.26±0.69^{bc}	4.52±0.85^{a}	4.17±0.72^{ab}	3.91±1.13^{b}	4.48±0.67^{a}
SPE100	3.65±1.07^{c}	4.04±0.93^{b}	4.61±0.58^{b}	2.96±1.15^{b}	4.17±0.49^{c}	4.48±0.99^{a}	3.74±0.75^{b}	2.65±1.19^{c}	3.39±0.84^{b}

Analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05). n=40

123

Çalışmada panelistler kırmızı pancar suyu kokolin örnekleri için görünüm, parlaklık, renk, ağızda erime, tatlılık, koku-tat, lezzet, satın alma isteği ve genel beğeni parametreleri sırasıyla 4.40-4.80, 4.37-4.93, 4.60-4.80, 4.70-4.80, 4.67-4.77, 4.63-4.73, 4.63-4.77, 4.57-4.70 ve 4.33-4.77 aralıklarında skorlamış olup sürülebilir krema örneklerine ait sonuçlar ise yine sırasıyla 4.27-4.83, 4.17-4.77, 4.27-4.70, 4.13-4.67, 4.50. 4.70, 4.13-4.53, 4.37-4.67, 4.304.53 ve 4.57-4.80 olarak belirlenmiştir (Tablo 3. 64). Tüm örnek gruplarında hem kokolin hem de sürülebilir krema için panelistlerin >4.0 skorlar ile değerlendirme gerçekleştirmiş olması olumlu bir sonuç olarak belirtilebilir. Kokolin örneklerinde parlaklık, tatlılık, lezzet, tat, yoğun satın alma ve genel kabul duyusal özelliklerinde kırmızı pancar suyu kullanımı ve bu kullanım düzeyine bağlı olarak kontrol örneğine göre önemli bir değişim belirlenmemiş olup sürülebilir krema örnekleri için ise parlaklık, tatlılık, tat, yoğun satın alma ve genel kabul için bu durum söz konusu olmuştur (p>0.05). Kokolin örneklerinde en yüksek renk beğenisi kontrol örneği ve 1.00 g/100 g kırmızı pancar suyu içeren örneğe ait olmuştur. Sürülebilir krema örneklerinde ise kontrol dahil en yüksek beğeni yine SPS100 kodlu örnekte ölçülmüştür. Aynı şekilde hem kokolin hem de sürülebilir krema görünüm özelliği için en yüksek değerler bahsedilen oranda pigment kaynağı kullanılan örneklere ait olarak belirlenmiştir. Bu sonuç aynı zamanda biyoaktif bileşiklerin dağıtım aracı olarak kokolin ve sürülebilir krema kullanımı açısından avantaj olarak belirtilebilir. Sürülebilir krema örneklerinde renklendirme ajanı kullanılması sonrası lezzet beğeni düzeyinde önemli değişim belirlenmemiştir (p>0.05). Şekerleme ürünlerinde aroma ve renk arasında tüketiciler tarafından ilişki kurulabilmektedir (Saint-eve vd., 2011).

Tablo 3. 64 Kırmızı pancar suyu ekstraktlı örneklerin duyusal özellikleri

Örnek	Duyusal Özellikler								
	Görünüm	Parlaklık	Renk	Ağızda Erime	Tatlılık	Koku-Tat	Lezzet	Satın Alma İsteği	Genel Beğeni
KKN	4.60±0.67^{ab}	4.63±0.56^{a}	4.73±0.45^{a}	4.93±0.25^{a}	4.80±0.48^{a}	4.80±0.42^{a}	4.77±0.43^{a}	4.63±0.49^{a}	4.73±0.49^{a}
KPS025	4.40±0.72^{ab}	4.57±0.50^{a}	4.33±0.66^{b}	4.90±0.31^{a}	4.80±0.48^{a}	4.70±0.47^{a}	4.77±0.43^{a}	4.63±0.56^{a}	4.70±0.46^{a}
KPS050	4.53±0.63^{ab}	4.63±0.49^{a}	4.47±0.57^{ab}	4.80±0.41^{a}	4.80±0.48^{a}	4.70±0.47^{a}	4.77±0.43^{a}	4.63±0.56^{a}	4.70±0.46^{a}
KPS075	4.67±0.48^{ab}	4.67±0.48^{a}	4.60±0.50^{ab}	4.63±0.56^{ab}	4.60±0.56^{a}	4.70±0.47^{a}	4.67±0.48^{a}	4.63±0.49^{a}	4.63±0.49^{a}
KPS100	4.80±0.41^{a}	4.70±0.47^{a}	4.77±0.43^{a}	4.37±0.67^{b}	4.60±0.56^{a}	4.70±0.47^{a}	4.73±0.45^{a}	4.73±0.45^{a}	4.77±0.43^{a}
SKN	4.27±0.72^{b}	4.53±0.57^{a}	4.57±0.57^{ab}	4.77±0.43^{a}	4.70±0.54^{a}	4.67±0.48^{a}	4.63±0.56^{a}	4.47±0.57^{a}	4.57±0.57^{a}
SPS025	4.37±0.74^{ab}	4.43±0.57^{a}	4.37±0.56^{b}	4.53±0.68^{ab}	4.47±0.73^{a}	4.33±0.55^{ab}	4.50±0.63^{a}	4.13±0.78^{a}	4.37±0.56^{a}
SPS050	4.50±0.57^{ab}	4.33±0.66^{a}	4.47±0.57^{ab}	4.47±0.57^{ab}	4.43±0.73^{a}	4.30±0.75^{ab}	4.63±0.67^{a}	4.13±0.73^{a}	4.47±0.51^{a}
SPS075	4.70±0.46^{ab}	4.30±0.65^{a}	4.67±0.48^{ab}	4.40±0.72^{ab}	4.43±0.77^{a}	4.33±0.71^{ab}	4.70±0.46^{a}	4.53±0.51^{a}	4.57±0.50^{a}
SPS100	4.83±0.38^{a}	4.37±0.61^{a}	4.80±0.41^{a}	4.17±0.65^{b}	4.27±0.74^{a}	4.13±0.73^{b}	4.67±0.48^{a}	4.33±0.71^{a}	4.67±0.48^{a}

Analiz sonuçların ortalaması ve standart sapması (±) verilmiştir. Üslü ifade edilen harfler, örnekler (her ürün sadece kendi düzeyleri içinde) arasında istatistiksel olarak farklılığın önemlini ifade eder (p<0.05). n=30

125

Aynı formülasyona sahip kontrol örnekleri ayrı pigmentlerle beraber sunulmuş ayrı sonuçlar elde edilmiş. Bu sonuç örnekleri puanlarken panelistlerin değerlendirmeyi mukayeseli olarak değerlendirdikleri sonuca ulaştırmaktadır. Ayrıca fındık aromasının görsellikle ilişkilendirilmemesi düşüşün sebebi olarak gösterilebilir. Sonuç olarak bitkisel ekstraktları genel itibariyle beşli hedonik skalada 4 (iyi) üstünde bir sonuç çıkması çalışmanın başarılı olduğu anlamına gelmektedir.

4
SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm yaş grupları için yaygın tüketime sahip gıdaların biyoaktif bileşen taşıma aracı olarak kullanılması tüketici sağlığı için etkin ve doğru bir yaklaşım olarak belirtilebilir. Bu biyoaktif bileşiklerden bazılarının aynı zamanda farklı teknolojik etkilerinin (renklendirici etkisi gibi) olması ekstra bir avantajdır. Antosiyanin, karotenoid ve betain gibi biyoaktif bileşenin kaynağı olan bitkisel ekstraktlar hem renklendirici hem de biyoakivite etkileri ile dikkat çekici gıda bileşenleridir. Bu ve diğer renklendirici etkisine sahip bileşenlerin fonksiyonel ürün geliştirme amacı ile kullanılması öncesinde gıdaların kalite özelliklerinde etkilerinin incelenmesi ve ayrıca kazandırdıkları görsel özelliklerin raf ömrü boyunca stabil olması gerekir. Bu ve diğer renklendirici etkisine sahip bileşenlerin fonksiyonel ürün geliştirme amacı ile kullanılması öncesinde gıdaların kalite özelliklerinde etkilerinin incelenmesi ve ayrıca kazandırdıkları görsel özelliklerin raf ömrü boyunca stabil olması gerekmektedir. Bu çalışma ile biyoaktif bileşen (antosiyanin, karotenoid ve betain) kaynağı olarak aspir çiçeği, siyah havuç, mor patates, pancar suyu ve tatlı kırmızı biber ekstraktları kullanımının sürülebilir krema ve kokolinin ürünlerinde kullanımı başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir. Çalışmada kokolin ve sürülebilir örneklerde fiziko-kimyasal, tekstür, akış davranışı ve erime özelliklerinde bazı değişimler söz konusu olmuşsa da uygun pigment ve düzey ile bu değişim azaltılabilir. Bununla beraber fonksiyonel gıda geliştirme çalışmalarında biyoaktif bileşen çeşidine göre gıda matriksi belirlenmesi gerekliliği kanaatine ulaşılmıştır. Çalışma esnasında kullanılan doğal bitkisel kaynaklar yağ fazlı çikolata ve benzeri ürünlerde enkapsülasyon, metal ile şelatlama vb tekniklere ihtiyaç duymadan homojen dağılım göstermiş tekdüze bir yapı kazandırmıştır. Genel olarak ürünler raf ömrü boyunca yeterli stabilitede renk özellikleri göstermişlerdir. Lakin, mor patates ve siyah havuç ekstraktlarının ileri düzeylerinde raf ömrü boyunca stabilitelerini sağlayamadıkları gözlemlenmiştir. Tez çalışması kapsamında en ideal biyoaktif bileşen (fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesi) ideal taşıyıcı mor patates olurken en düşük ise tatlı kırmızı biber ekstraktlı ürünlerde tespit edilmiştir. Duyusal özellikler bakımından kontrol örneğinden daha yüksek beğeni alan ürünler (KMP025, KMP050, KPE025, KPE050, KPE75, KPS100, SMP025, SMP050, SMP075, SSH025, SPE025, SPE050,

SPS075 VE SPS100) üretilmiştir. Fiziko-kimyasal nitelikler (su aktivitesi, nem miktarı, partikül boyutu, tekstür ve reoloji) bakımından sıvı formda kullanılan ekstraktlar (mor patates ve kırmızı biber) toz formunda kullanılan ekstraktlara (aspir, siyah havuç ve kırmıza pancar) göre daha fazla modifikasyon gerçekleştirmişlerdir. Bu modifikasyonların sınırlandırılması proses iyileştirmei reformülasyon, farklı bitkisel kaynakların kullanılması önerilmektedir.

Ayrıca *in vitro* çalışmalar ile hem sürülebilir kremanın hem de kokolinin antosiyanin, karotenoid ve betain gibi biyoaktif bileşenler için iyi bir taşıyıcı olduğu söylenebilir. Bununla beraber üretilen ürünlerin biyoerişilebilirlik ve antioksidan aktivite gibi fonksiyonel özellikleri yeterli düzeyde olduğu kanıtlanmıştır. Kokolin ve sürülebilir krema gibi protein, karbonhidrat ve lipit içeriğine sahip gıdalar fenolik birleşiklerle zenginleştirilince oluşabilecek komplekslere bağlı antogonistik etki ihmal edilmemelidir. Ayrıca panelistler tarafından yapılan duyusal değerlendirme sonuçlarına göre elde edilen ürünlerin beğeni oranlarının yüksek olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak çalışmada;

- Tüketiciler tarafından renk bakımından daha cazip bir kokolin ve sürülebilir krema üretmek,
- Beyaz kokolin ve sürülebilir krema; biyoaktif bileşenler için ideal taşıyıcısı olabileceği bitki ekstraktı ve kullanılması gereken konsantrasyonu belirlemek,
- Doğal pigmentlerin kokolin ve sürülebilir krema matriksinde biyoerişilebilirliliklerini belirlemek,
- Doğal pigment kullanımının beyaz kokolin ve sürülebilir beyaz kremanın başlıca fiziko-kimyasal, yapısal, erime ve duyusal özellikleri üzerindeki etkisini incelemek.

hedeflerine ulaşılmıştır.

KAYNAKÇA

Abdel-Aal, E. S. M., Young, J. C., & Rabalski, I. (2006). Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. *Journal of agricultural and food chemistry*, *54*(13), 4696-4704.

Abd-Rashid, N., Chiew, L.C., Chong, S.C., Omar, Z. (2012). Crystallisation kinetics of palm stearin, palm kernel olein and their blends. *LWT Food Science and Technology*, 46(2), 571–573.

Abed, M. M., & Demirhan, B. (2018). Patates Bitkisine (*Solanum tuberosum* L.) Genel Bir Bakış. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, *1*(1), 1-9.

Acan, B. G., Kilicli, M., Bursa, K., Toker, O. S., Palabiyik, I., Gulcu, M., Yaman, M., Gunes, R., & Konar, N. (2020) Effect of grape pomace usage in chocolate spread formulation on textural, rheological and digestibility properties. *LWT*, 110451.

Adamson, G. E., Lazarus, S. A., Mitchell, A. E., Prior, R. L., Cao, G., Jacobs, P. H., Kremers, B. G., Hammerstone, J. F., Rucker, R. B., Ritter, K. A. & Schmitz, H. H. (1999). HPLC method for the quantification of procyanidins in cocoa and chocolate samples and correlation to total antioxidant capacity. *Journal of agricultural and food chemistry*, *47*(10), 4184-4188.

Adeyeye, E.I., Akinyeye, R.O., Ogunlade, I., Olaofe, O., Boluwade, J.O. (2010). Effect of farm and industrial processing on the amino acid profile of cocoa beans. *Food Chemistry* 118 357–363

Afoakwa, E.O. (2010). *Chocolate Science and Technology*. John Wiley & Sons Ltd., United Kingdom.

Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M., Vieira, J. (2008). Modelling tempering behavior of dark chocolates from varying particle size distribution and fat content using response surface methodology. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9, 527-533.

Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M., Vieira, J. (2009). Influence of Tempering and Fat Crystallization Behaviours on Microstructural and Melting Properties in Dark Chocolate Systems', *Food Research Internationa*l, 42:200-209.

Aidoo, R.P., Afaokwa, E.O., Dewettinck, K. (2015). Rheological properties, melting behaviours and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin/polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts. *LWT-Food Sci Technol*, 62: 592-597.

Aidoo, R. P., Afoakwa, E. O., & Dewettinck, K. (2014). Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture–Rheological, microstructure and physical quality characteristics. *Journal of Food Engineering*, *126*, 35-42.

Aidoo, R.P., Appah, E., Van Dewalle, D., Afoakwa, E.O., Dewettinck, K. (2017). Functionality of inulin and polydextrose as sucrose replacers in sugar-free dark chocolate manufacture-effect of fat content and bulk mixture concentration on rheological, mechanical and melting properties, *International Journal of Food Science & Technology*, *52*(1), 282-290.

Ak, M.M. (1997). Reoloji bilim dalı ve gıda endüstrisi*. Gıda ve Teknoloji*, 2(4), 36- 46.

Akyıl, S., İlter, I., Mehmet, K. O. Ç., & Kaymak-Ertekin, F. (2016). Alglerden elde edilen yüksek değerlikli bileşiklerin biyoaktif/biyolojik uygulama alanları. *Akademik Gıda*, 14(4), 418-423.

Albak, F., Tekin, A. R. (2014). Development of functional chocolate with spices and lemon peel powder by using response surface method: development of functional chocolate, *Akademik Gıda* 12(2) (2014) 19-25.

Albishi, T., John, J. A., Al-Khalifa, A. S., & Shahidi, F. (2013). Phenolic content and antioxidant activities of selected potato varieties and their processing by-products. *Journal of Functional Foods*, *5*(2), 590-600.

Al-Snafi, A. E. (2015). Cardiovascular effects of Carthamus tinctorius: A mini-review. *Asian Journal of Pharmaceutical Research*, 5(3), 199-209.

Alu'datt, M. H., Rababah, T., & Alli, I. (2014). Effect of phenolic compound removal on rheological, thermal and physico-chemical properties of soybean and flaxseed proteins. *Food chemistry*, *146*, 608-613.

Ares, G., Ga´mbaro, A. (2007). Influence of gender, age and motives underlying food choice on perceived healthiness and willingness to try functional foods, *Appetite*, 49 (2007) 148–158.

Atasoy, G. (2010). *Farklı oranlarda peynir altı suyu protein konsantratı ilavesiyle üretilen çikolataların kalite karakteristiklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

Atlı, B. (2010). *Gıda boyaları* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

Azevedo, B.M., Morais-Ferreira, J.M., Luccas, V., Bolini, H.M.A. (2017). Bittersweet chocolates containing prebiotic and sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) with different Rebaudioside A contents: multiple time–intensity analysis and physicochemical characteristics. *International Journal of Food Science & Technology*, *52*(8), 1731-1738.

Bandyopadhyay, P., Ghosh, A.K., ve Ghosh, C. (2012). Recent developments on polyphenol-protein interactions: effects on tea and coffee taste, antioxidant properties and the digestive system, *Food & Function*, 3, (6), 592–605.

BAŞDOĞAN, H. (2016) Tahinlerdeki faz ayrımı ve reolojik özellikler üzerine ultrases işleminin etkisi / Using ultrasound technogy for solving oil seperation problem from tahini, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Beards, E., Tuohy, K., Gibson, G. (2010). A human volunteer study to assess the impact of confectionery sweeteners on the gut microbiota composition. *British Journal of Nutrition*, *104*(5), 701-708.

Beckett, S. T. (2009). *Industrıal Chocolate Manufacture and Use* (4. Baskı) York, UK: Blackwell Yayınları.

Beis, S. H. (1990). *Kırmızı biberden Gıda Boyası Eldesi*. Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

Belscak-Cvitanovic, A., Komes, D., Dujmovic, M., Karlovic, S., Biskic, M., Brncic, M., Jezek, D. (2015). Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. *Food Chemistry*, 167, 61-70.

Bölükbaşı, Ş. C., Erhan, M. K. (2006). Etlik piliçlerin yemlerine ilave edilen kekik yaği ve vitamin E' nin performans, doku yağ asidi kompozisyonu ve raf ömrüne etkileri, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.

Borchers, A. T., Keen, C. L, Hannum, S. M., Gershwın, M. E. (2000). Cocoa and chocolate: composition, bioavailability, and health ımplications, *Journal of Medıcınal Food*, Volume 3, Number 2,

Botelho, P. B., Galasso, M., Dias, V., Mandrioli, M., Lobato, L. P., Rodriguez-Estrada, M. T., & Castro, I. A. (2014). Oxidative stability of functional phytosterol-enriched dark chocolate*. LWT-Food Science and Technology*, 55(2), 444-451.

Bowen-Forbes, C. S., Zhang, Y., & Nair, M. G. (2010). Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. *Journal of food composition and analysis*, 23(6), 554-560.

Braipson-Danthine, S., Deroanne, C. (2004). Influence of SFC, microstructure and polymorphism on texture (hardness) of binary blends of fats involved in the preparation of industrial shortenings. *Food Research International*, 37, 941–948.

Bursa, K., Toker, O. S., Palabiyik, I., Yaman, M., Kian-Pour, N., Konar, N., & Kilicli, M. (2020). Valorization of hazelnut cake in compound chocolate: The effect of formulation on rheological and physical properties. *LWT*, 110609.

Çağındı, Ö. (2009). *Ayçiçeği, keten tohumu, yulaf/pirinç ve mürdüm eriği kurusu ile zenginleştirilmiş sütlü, bitter ve beyaz çikolataların raf ömrü boyunca fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerinin araştırılması* (Master's thesis, Ege Üniversitesi).

Çakmakçi S., Çelik İ. (1994). *Gıda Katkı Maddeleri*. Atatürk Üniversitesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, 2, Erzurum.

Çakmakçı, S. (2012). *Gıda Katkı Maddeleri*, (7. Baskı). Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.

Cerit, İ., Şenkaya, S., Tulukoğlu, B., Kurtuluş, M., Seçilmişoğlu, Ü.R., Demirkol, O. (2016). Enrıchment of functıonal properties of whıte chocolates wıth cornelıan cherry, spınach and pollen powders. *Gıda/ J Food*, 41(5):311-316

Champagne, C. P., Raymond, Y., Guertin, N., & Belanger, G. (2015). Effects of storage conditions, microencapsulation and inclusion in chocolate particles on the stability of probiotic bacteria in ice cream, *International Dairy Journal*, 47, 109e117.

Chan, W., Brown, J., & Buss, D. H. (1994). Miscellaneous foods: fourth supplement to the fifth edition of McCance and Widdowson's the composition of foods. *Royal Society of Chemistry (RSC)*.

Chetana, R., Reddy, S., Reddy, Y., Negi, P. S. (2013). Preparation and properties of probiotic chocolates using yoghurt powder. *Food and Nutrition Sciences*, 4:276-281.

Chevalley, J. (1994). *Chocolate flow properties. In Industrial chocolate manufacture and use* (pp. 139-155). Springer, Boston, MA.

Chmielewska Z. (1936). Sur les colorants des pommes de terre violette 'Negresse'.

Bulletin de la Société Chimique 5, 575 –588.

Chow S. C., Liu J. P. (2000). *Design and Analysis of Bioavailability and Bioequivalence Studies* (2. Baskı). New York, Basel, Marcel Dekker, Inc.

Churchill, F. (2017). *'Ruby' chocolate aims to satisfy new consumer tastes. Supply Management*. Chartered Institute of Procurement & Supply. Retrieved 3 January 2018.

Çinar İ, Çolakoğlu A. S. (2005). Ön İşlem ve Depolama Koşullarının Portakal Kabuğu Karotenoidlerinin Stabilitesi Üzerine Etkileri, *Gıda,* 30(1), 17-23.

Clifford, M. N. (2000). Anthocyanins-nature, occurrence and dietary burden, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *80*(7), 1063-1072.

Clifford, T., Howatson, G., West, D. J., Stevenson, E. J. (2015). The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients* 7, 2801-2822.

Codex Alimentarius Commission. (1981). Codex standard for chocolate, Codex Stan 87-1981. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations

Cooper, A. K., Donovan, J. L., Waterhouse, A. L., Williamson, G., (2008). Cocoa and health: a decade of research, *British Journal of Nutrition*, *99*(1), 1-11.

Dall'Acqua, S., Cervellati, R., Loi, M. C., & Innocenti, G. (2008). Evaluation of in vitro antioxidant properties of some traditional Sardinian medicinal plants: Investigation of the high antioxidant capacity of Rubus ulmifolius. *Food Chemistry*, 106(2), 745-749.

Damsa, F., Woinaroschy, A., & Badarau, C. L. (2014). *Anthocyanıns extractıon from purple potato (Galanestı blue-vıolet varıety*). Unıversıty Polıtehnıca of Bucharest Scıentıfıc Sulletın Serıes b- Chemıstry and Materıals Scıence, 76(3), 123-128.

Dao L.T., Takeoka G. R., Edwards R. H., Berrios J. d. J., (1998). Improved method for the stabilization of anthocyanidins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *46*(9), 3564-3569

Dayisoylu, K. S., Gezginç, Y., & Cingöz, A. (2014). Fonksiyonel gıda mı, fonksiyonel bileşen mi? Gıdalarda fonksiyonellik. *Gıda*, *39*(1), 57-62.

De Clerq, N., Moens, K., Depypere, F., Ayala, J. V., Calliauw, G., De Greyt, W., Dewettinck, K. (2012). Influence of cocoa butter refining on the quality of milk chocolate, *Journal of Food Engineering*, 111(2), 412-419.

Delgado-Vargas, F., Jim_enez, A. R., & Paredes-Lopez, O. (2000). Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains e characteristics, biosynthesis processing and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40, 173e289.

Dereli, C. (2011). *Bir çikolata üretim tesisinde kalite yönetim sisteminin kurulması* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

Di Mattia, C. D., Sacchetti, G., Mastrocola, D., & Serafini, M. (2017). From cocoa to chocolate: The impact of processing on in vitro antioxidant activity and the effects of chocolate on antioxidant markers *in vivo*. *Frontiers in immunology*, 8, 1207.

Dinçel, E. (2015). *Kakao Yağı Enkapsülasyonunun Çikolatada Yağ Kusmasina Etkisinin Incelenmesi* (Doctoral Dissertation, Istanbul Aydin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Do, T. A., Hargreaves, J. M., Wolf, B., Hort, J., & Mitchell, J. R. (2007). Impact of particle size distribution on rheological and textural properties of chocolate models with reduced fat content. *Journal of food science*, 72(9), E541-E552.

Efraim, P., Marson, G.C., Jardim, D.C.P., Garcia, A.O., Yotsuynagi, K. (2011). "Influence of phytosterols addition in the rheology and sensory attributes of dark chocolate", *Procedia Food Sci*, 1:1633 – 1637.

Ekici, L., Öztürk, İ., Sağdıç, O., & Yetim, H. (2014). Et ve et ürünlerinde baharatların doğal antioksidan ve antimikrobiyel olarak kullanımı. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü *Fen Bilimleri Dergisi*, 30(1), 66-72.

Ekşi A (1996). *Ankara Piyasasından Sağlanan Pasta Süsleri ve Bazı Şekerlemelerde Sentetik Boya Miktarlarının Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Analizleri ve Beslenme Bilim Dalı, Ankara.

El Gamal, A. A., AlSaid, M. S., Raish, M., Al-Sohaibani, M., Al-Massarani, S. M., Ahmad, A., Hefnawy, M., Al-Yahya, M., Basoudan, O. A. & Rafatullah, S. (2014). Beetroot (*Beta vulgaris L.)* extract ameliorates gentamicin-induced nephrotoxicity associated oxidative stress, inflammation, and apoptosis in rodent model. *Mediators of inflammation*, *2014*.

Erdem, N. (2014). *Tüketicilerin hazır ve yarı hazır gıdalarda kullanılan gıda katkı maddelerine yönelik görüşlerinin incelenmesi (Konya ili örneği)*, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Erdoğan Ş. (2007). *Ankara Piyasasında Satışa Sunulan Bazı Gıdalarda Sentetik Boya Miktarlarının Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Analizleri ve Beslenme Bilim Dalı, Ankara.

Ertaş, N., ve Doğruer, Y. (2010). Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *7*(1), 35-42.

Eryılmaz, T., Yeşilyurt, M. K., Cesur, C., Yumak, H., Aydın, E., Çelik, S.E., Yıldız, A.K. (2014). Yozgat ili şartlarında yetiştirilen aspir (carthamus tinctorius) dinçer çeşidinden üretilen biyodizelin yakıt özelliklerinin belirlenmesi" *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (1): 63-72,

Eti Çikolata, Erişim Tarihi: 09.11.2020. https://www.etietieti.com/eti-cikolata-gold

Fayaz, G., Goli, S.A.H., Kadivar, M., Valoppi, F., Barba, L., Calligaris, S., Nicoli, M. C. (2017). Potential application of pomegranate seed oil oleogels based on monoglycerides, beeswax and propolis wax as partial substitutes of palm oil in functional chocolate spread. *LWT-Food Science and Technology*, 86, 523-529.

Fernandez-Murga, L., Tarin, J.J., García-Perez, M.A., Cano, A. (2011). The impact of chocolate on cardiovascular health. *Maturitas*, 69 (4), 312-321.

Ferruzzi, M.G., Blakeslee, J., (2007). Digestion, absorption, and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. *Nutrition Research* 27:1-12.

Field, D. T., Williams, C. M., & Butler, L. T. (2011). Consumption of cocoa flavanols results in an acute improvement in visual and cognitive functions. *Physiology & Behavior*, 103(3-4), 255–260.

Fischer, P., & Windhab, E. J. (2011). Rheology of food materials. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, *16*(1), 36-40.

Full, N. A., Reddy, S. Y., Dimick, P. S., & Ziegler, G. R. (1996). Physical and sensory properties of milk chocolate formulated with anhydrous milk fat fractions. *Journal of Food Science*, 61(5), 1068-1073.

Gaman, P. M., & Sherrington, K. B. (1996). The science of food. Routledge.

Genç, M. ve Olçay, M. (2001). Kakao Yağları ve Alternatifleri, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 9, 4, 35-39.

Gengatharan, A., Dykes, G. A., Choo, W. S. (2015). Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 645-649.

Georgiev, V., Weber, J., Kneschke, E.-M., Denev, P. N., Bley, T., Pavlov, A. I. (2010). Antioxidant Activity and Phenolic Content of Betalain Extracts from Intact Plants and Hairy Root Cultures of the Red Beetroot Beta vulgaris cv. Detroit Dark Red. *Plant foods for human nutrition*, *65*(2), 105-111.

Glicerina V., Balestra F., Dalla Rosa M., Romani S. (2015). Effect of manufacturing process on the microstructural and rheological properties of milk chocolate. *Journal of Food Engineering*, 145: 45-50.

Glicerina, V., Balestra, F., Dalla Rosa, M., & Romani, S. (2016). "Microstructural and rheological characteristics of dark, milk and white chocolate: A comparative study", *Journal of Food Engineering*, 169, 165–171.

Glicerina, V., Balestra, F., Rosa, M. D., Romani, S. (2013). Rheological, textural and calorimetric modifications of dark chocolate during process, *Journal of Food Engineering*. 2013;119(1):173–179.

Gliszczynska-Swiglo, A., Szymusiak, H., Malinowska, P. (2006). Betanin, the main pigment of red beet: Molecular origin of its exceptionally high free radical-scavenging activity. *Food Additives and Contaminants*, 23(11), 1079.

Gökşen I. (2020). *Çikolata kaplı gofret üretiminde kullanılan farklı reolojik özelliklerdeki çikolatanın son ürün kalitesine etkisi,* Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Göktaş H. (2016). *Farklı polimerizasyon derecesine sahip inulinin kaplamalık çikolatada kullanım olanaklarının araştırılması*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Gonçalves E. V., da Silva Lannes S. C. (2010). Chocolate Rheology. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 30: 845-851.

Gonçalves, E. V., & Lannes, S. C. D. S. (2010). Chocolate rheology. *Food Science and Technology*, 30(4), 845-851.

Gu, L., House, S. E., Wu, X., Ou, B., & Prior, R. L. (2006). Procyanidin and catechin contents and antioxidant capacity of cocoa and chocolate products. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 54(11), 4057-4061.

Guine, R. P., Goncalves, F., Lerat, C., El Idrissi, T., Rodrigo, E., Correia, P. M., & Goncalves, J. C. (2018). Extraction of phenolic compounds with antioxidant activity from beetroot (Beta vulgaris L.). *Current Nutrition & Food Science*, 14(4), 350-357.

Gültekin-Özgüven, M., Karadağ, A., Duman, Ş., Özkal, B., & Özçelik, B. (2016). Fortification of dark chocolate with spray dried black mulberry (Morus nigra) waste extract encapsulated in chitosan-coated liposomes and bioaccessability studies. *Food chemistry*, 201, 205-212.

Güneş, R., Palabıyık, İ., Kurultay, Ş. (2018). Şekerleme teknolojisinde fonksiyonel ürün üretimi, *Gıda*, *43*(6), 984-1001.

Han, K. H., Sekikawa, M., Shimada, K. I., Hashimoto, M., Hashimoto, N., Noda, T., ... & Fukushima, M. (2006). Anthocyanin-rich purple potato flake extract has antioxidant capacity and improves antioxidant potential in rats. *British Journal of Nutrition*, *96*(6), 1125-1134.

Hattori, M., Xin-Li, H., Qing-Ming, C., Kawata, Y., Tezuka, Y., Kikuchi, T., & Namba, T. (1992). 6-Hydroxykaempferol and its glycosides from Carthamus tinctorius petals. *Phytochemistry*, *31*(11), 4001-4004.

Hendry G.A.F., Houghton J.D. (1992). Natural Food Colorants, London*: Blackie Academic Professional.*

Ignat, I., Volf, I., & Popa, V. I. (2011). A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food chemistry*, *126*(4), 1821-1835.

İnanç, A. L. (2011). Chlorophyll: Structural Properties, Health Benefits and Its Occurrence in Virgin Olive Oils. *Akademik Gıda* 9(2) (2011) 26-32

İnanç, N., Şahin, H., & Çiçek, B. (2005). Probiyotik ve Prebiyotiklerin Sağlik Üzerine Etkileri. *Erciyes Tıp Dergisi,* 27 (3) 122-127

Jardim, D. C., Orse, A. G., Efraim, P., & de Moura, S. C. (2011). Kinetic of white chocolate color loss. *Procedia Food Science*, *1*, 1026-1030.

Jay, Janan (2017). "New ruby chocolate isn't special and probably tastes bad, says NZ expert". Stuff.co.nz. Fairfax New Zealand Ltd. Retrieved 13 September2017.

Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods, *Meat science*, *59*(1), 5-13

Jovanovic, O., Pajin, B. (2004). Influence of lactic acid ester on chocolate quality, *Trends in Food Science and Technology*, 15, 128-136.

Kamiloğlu, S., Paslı, A. A., Çapanoğlu, E., & Özçelik, B. (2014). Kuru Meyvelerin Kuruyemişler ile Birlikte Tüketiminin Flavonoidlerin *In vitro* Biyoyararlılığına Etkisinin İncelenmesi. *Gıda*, *39*(4), 227-233.

Kapadia, G. J., Rao, G. S., Ramachandran, C., Lida, A., Suzuki, N., Tokuda, H. (2013). Synergistic cytotoxicity of red beetroot (*Beta vulgaris L.*) extract with doxorubicin in human pancreatic, breast and prostate cancer cell lines. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, *10*(1), 113-122.

Karabulut, B. (2019). Luteinin Sağlık Üzerine Etkileri.

Karakurt, H., & Aslantaş, R. (2008). Bitki renk maddelerinin (pigmentler) oluşum ve değişim fizyolojisi. *alatarım*, *7*(2), 34-41.

Karataş, İ., Elmastaş, M., & Karataş, R. (2014). Siyah havuç (*Daucus carota ssp. sativus var. atrorubens Alef*) kallus kültüründe antosiyanin üretimine bazı uygulamaların etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, (9), 62-73.

Karğın, D. ve Güneş, F. E. (2017). *Çikolatanın kardiyovasküler sistem üzerine etkileri*, Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Dergisi, GÜSBD 2017; 6(4): 234-246.

Kato, K., & Moskowitz, A. H. (2001). Maltitol. Food Science and Technology-New York-*Marcel Dekker*-, 283-296.

Kavuncuoğlu, H., Çapar, T. D., & Yalçin, H. (2019). Kakao yaği alternatifleri ve fraksiyone kristalizasyon yöntemi ile kakao yaği ikamesi üretimi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *8*(2), 857-862.

Keleş, Y. (2015). Antosiyanin pigmentlerin biyokimyasi ve analizi, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8 (1): 19-25.

Keogh, K. M., Murray, C.A., O'Kennedy, B.T. (2003). Effects of selected properties of ultrafiltered spray-dried milk powders on some properties of chocolate*. International Dairy Journal*, 13, 719-726.

Keskin, M., Setlek, P., & Demir, S. (2017). Use of color measurement systems in food science and agriculture. *In International Advanced Researches & Engineering Congress* (pp. 16-18).

Kınık, Ö., Gürsoy, O. (2002). Süt proteinleri kaynaklı biyoaktif peptitler. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakultesi, Mühendislik Bilimleri*, Yıl Cilt 2 Sayı 8

Koca, İ., Karadeniz, B., Tural, S., 2006. Antosiyaninlerin Antioksidan Aktivitesi, Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu

Koca, S. (2011). *Bitter Çikolatanın Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Konçlama Şartlarının Etkisi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Komes, D., Belśćak-Cvitanović, A., Śkrabal, S., Vojvodić, A., Bušić, 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 Sci and Technol*, 53:360-369.

Konak, M. (2018). *Bebek ek gıdalarının antioksidan kapasitelerinin ve biyoalınabilirliklerinin belirlenmesi.* Uludağ Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.

Konar, N. (2013). Influence of conching temperature and some bulk sweeteners on physical and rheological properties of prebiotic milk chocolate including containing inulin, *European Food Research and Technology*, 23, 135-143.

Konar, N., & Bingol, I. (2019). Effect of ball-mill process on some quality parameters of chocolate and compound chocolate: A modeling approach. *Journal of Food Process Engineering*, *42*(6), e13154.

Konar, N., Ozhan, B., Artik, N., Dalabasmaz, S., Poyrazoglu, E. S., (2014b) Rheological and physical properties of inulin-containing milk chocolate prepared at diferent process conditions, *CyTA-Journal of Food*, *12*(1), 55-64.

Konar, N., Özhan, B., Artık, N., Poyrazoğlu, E. S. (2014a). Using polydextrose as a prebiotic substance in milk chocolate: effects of process parameters on physical and rheological properties, CyTA – *Journal of Food*, 2014 Vol. 12, No. 2, 150–159.

Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O. S., Polat, D. G., Kelleci, E., Pirouzian, H. R., ... & Sagdic, O. (2018). Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics*. Journal of Functional Foods*, 43, 206-213.

Konar, N., Palabiyik, İ., Toker, O. S., Polat, D. G., Şener, S., Akçiçek, A., Sagdic, O. (2017). Effect of Inulin DP on Various Properties of Sugar-Free Dark Chocolates Containing Lactobacillus paracasei and Lactobacillus acidophilus International, *Journal of Food Engineering*. 2017; 20170045.

Konar, N., Toker, S. O., Oba, S., Sagdıc, O. (2016). Improving functionality of chocolate: A review on probiotic, prebiotic, and/or synbiotic characteristics, *Trends in Food Science & Technology*, Volume 49, March 2016, Pages 35-44.

Konica Minolta. Precise color communication. (2007), Konica Minolta Photo Sensing Inc., Japan.

Kujala, T., Loponen, J., Pihlaja, K. (2001). Betalains and phenolics in red beetroot (Beta vulgaris) peel extracts: extraction and characterisation. *Zeitschrift für Naturforschung C*, *56*(5-6), 343-348.

Kuşçu, A., 2002. *Sürekli Sistemde Kurutma İşleminin Kırmızı Biberde Kalite Özelliklerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Kuşoğlu, E., (2015). *Aspir (Carthamus tinctorius) bileşiklerinin ve antioksidan aktivitesinin tayini*. İstanbul Aydin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Laličić-Petronijević, J., Popov-Raljic´, J., Obradovic´, D., Radulovic´, Z., Paunovic´, D., Petrušic´, M., Pezo, L. (2014). Viability of probiotic strains Lactobacillus acidophilus NCFM® and Bifidobacterium lactis HN019 and their impact on sensory and rheological properties of milk and dark chocolates during storage for 180 days. *Journal of Functional Foods*, *15*, 541-550.

Lee, J. Y., Chang, E. J., Kim, H. J., Park, J. H., & Choi, S. W. (2002). Antioxidative flavonoids from leaves ofCarthamus tinctorius. *Archives of pharmacal research*, 25(3), 313.

Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., Lee C. Y. (2003). "Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine", *Journal of agricultural and food chemistry*, *51*(25), 7292-7295.

Lee, S. J., Lee, S. Y., Chung, M. S., & Hur, S. J. (2016). Development of novel *in vitro* human digestion systems for screening the bioavailability and digestibility of foods. *Journal of Functional Foods*, *22*, 113-121.

Lees, R. (2012). *Sugar confectionery and chocolate manufacture*. Springer Science & Business Media.

Le Bourvellec, C., Renard, C.M.G.C. (2012). Interactions between polyphenols and macromolecules: quantification methods and mechanisms. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition,* 52(3), 213-248

Liendo R., Padilla, F.C. and Quintana, A., (1997). Characterization of cocoa butter extracted from Crillo cultivars of Theobroma cacao L., *Food Research International*, 30, 3, 727-731.

Lokumcu, F. (2000). *Tahinin reolojik karakterizasyonu* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Lončarević, I., Pajin, B., Fišteš, A., Šaponjaca, V. T., Petrovića, J., Jovanovića, P., Vulića, J., Zarićc, D. (2018). Enrichment of white chocolate with blackberry juice encapsulate: Impact on physical properties, sensory characteristics and polyphenol content. *LWT - Food Science and Technology* 92, 458–464

Lonchampt, P., Hartel, R.W. (2006). Surface bloom on improperly tempered chocolate. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108 (2), 159-168.

Macosko, C. W. (1994). Rheology Principles. *Measurements and Applications*.

Maillard, M., Landuyt, A. (2008). Chocolate: an ideal carrier for probiotics. *Agro Food Ind Hi Tech*, 19 (3):13–15.

Manzocco, L., Calligaris, S., Camerin, M., Pizzale, L., & Nicoli, M. C. (2014). Prediction of firmness and physical stability of low-fat chocolate spreads. *Journal of Food Engineering,* 126, 120-125.

Marsanasco, M. , Márquez, A. L., Wagner, J. R., Chiaramoni, N. S., Alonso, S. V. (2015). Bioactive compounds as functional food ingredients: characterization in model system and sensory evaluation in chocolate milk. *Journal of Food Engineering* 166 55–63

McIntosha, G. H., Roylea, P. J., Le Leua R. K., Regesterb, G. O., Johnsonc, M.A., Grinsted, R. L., Kenward, R. S., Smithersc, G. W. (1998). Whey Proteins as Functional Food Ingredients?. *International Dairy Journal*, *8*(5-6), 425-434.

Meade-Kelly, V. (2006). Chocolate. *Learning Through History*, 4(1): 14-17.

MEGEP, (2012). *Duyusal Test Teknikleri*. Gıda Teknolojisi. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı

Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carriere, F., Boutrou, R., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., Macierzanka, A., Mackie, A., Marze, S., McClements, D.J., Menard, O., Recio, I., Santos, C.N., Singh, R.P., Vegarud, G.E., Wickham, M.S.J., Weitschies, W., Brodkorb, A. (2014). A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food–an international consensus. *Food & Function*, 5(6), 1113-1124.

Minifie, W. B. (1989). *Chocolate, cocoa and confectionery. Science and technology*, 3 rd edition Aspen publishers, Gaithersburg, Maryland, 3- 35.

Mol, Z. (2016). *Kırmızı lahana (Brassica olerecea l.)'dan ekstrakte edilen antosiyaninler ile doğal mavi renk maddesi üretimi ve enkapsülasyon tekniği ile stabilitesinin artirilmasi*, Ondokuz Mayis Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Samsun, Türkiye.

Montilla, E. C., Arzaba, M. R., Hillebrand, S., & Winterhalter, P. (2011). Anthocyanin composition of black carrot (Daucus carota ssp. sativus var. atrorubens Alef.) cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(7), 3385-3390.

Mortensen, A. (2006). Carotenoids and other pigments as natural colorants. *Pure and Applied chemistry*, 78(8), 1477-1491.

Muhammad, D.R.A., Saputro, A.D., Rottiers, H., Van de Walle, D., Dewettinck, K. (2018). Physicochemical properties and antioxidant activities of chocolates enriched with engineered cinnamon nanoparticles, *European Food Research and Technology*, *244*(7), 1185-1202.

Mursu, J., Voutilainen, S., Nurmi, T., Rissanen, T. H., Virtanen, J. K., Kaikkonen, J., Salonen, J. T. (2004). Dark Chocolate Consumption Increases HDL Cholesterol Concentration and Chocolate Fatty Acids May Inhibit Lipid Peroxidation in Healthy Humans. Free Radical, *Biology and Medicine*, 37(9), 1351–1359.

Nascimento, M.S., Brum, D.M., Pena, P.O., Berto, M.I., Efraim, P. (2012). Inactivation of *Salmonella* during cocoa roasting and chocolate conching. *International Journal of Food Microbiology,* 159, 225-229.

Nebesny, E., Z˙yz˙elewicz, D., Moty, I., Libudzisz, Z. (2007). Dark chocolates supplemented with Lactobacillus strains. *European Food Research and Technology*, *225*(1), 33-42.

Nieburg, O. (2017). "Ruby chocolate: New gem in confectionery crown or pink misfit?". Confectionery News. William Reed Business Media Ltd. Retrieved 3 January 2018.

Ninfali, P., Angelino, D. (2013). Nutritional and functional potential of Beta vulgaris cicla and rubra. *Fitoterapia* 89, 188–199

Niseteo, T., Komes, D., Belščak-Cvitanović, A., Horžić, D., & Budeč, M. (2012). Bioactive composition and antioxidant potential of different commonly consumed coffee brews affected by their preparation technique and milk addition. *Food chemistry*, 134(4), 1870-1877.

Oba, S., Toker, O. S., Palabıyık, İ., Konar, N., Goktas, H., Cukur, Y., Artik, N., Sagdic, O. (2017). Rheological and melting properties of sucrose-free dark chocolate, *International Journal of Food Properties*, Vol. 20, No. S2, S2096–S2106.

Olinger, P. M. (1994). New Options for Sucrose-Free Chocolate. *The Manufacturing Confectioner*. 74 (5): 77-84.

Olinger, P.M., Pepper, T. (2001). Xylitol. In O.L. Nabors (Ed.). *Alternative Sweeteners*. Mercel Dekker. p.335–365. New York.

Oliveira, L. D. L. D., Carvalho, M. V. D., & Melo, L. (2014). Health promoting and sensory properties of phenolic compounds in food. *Revista Ceres*, 61, 764-779.

Önder, K. (2016). Türkiye Bisküvi, Çikolatalı ve Şekerli Mamuller Sektörü: Firma Yoğunlaşma Analizi, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt:31, Sayı:2, Yıl:2016, ss. 179-208.

Örücü, E., Tavşancı, S. (2001). Ürünlerinde Tüketicinin Satın Alma Eğilimini Etkileyen Faktörler ve Ambalajlama, *Muğla Üniversitesi SBE Dergisi*, Bahar, Sayı 3.

Ötleş, S., & Yeşim, A. (2011). Karotenoidlerin İnsan Sağlığı Açısından Önemi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *3*(1), 249-254.

Özat, E. E. (2018). *β-glukan ilavesi ile fonksiyonel çikolata çeşitlerinin (sütlü, bitter, beyaz ve sürülebilir kakaolu fındık kreması) geliştirilmesi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara

Özay, G., Pala, M., & Saygı, B. (1993). Bazı gıdaların su aktivitesi yönünden incelenmesi. *Gıda*, *18*(6).

Özcan, K., & Bilek, S. E. (2018). Kırmızı Pancardan Renk Maddesi Üretimi ve Stabilitesinin Sağlanması. *Akademik Gıda*, *16*(4), 439-449.

Özcan, M. (2018). "Renklerin Tüketimde ve Sağlıkta Önemi", *Black Sea Journal of Agriculture* 1(3): 83-88.

Özcan, M., & Akgül, A. (1995). Gıdalar İçin Doğal Renk Maddeleri-II. *Gıda*, 20(6).

Özgen, Ö. (2010). *Biberiye (Rosmarinus officinalis) ve üzüm çekirdeği (Vitis vinifera)' nin çikolatanın kristalizasyonuna, reolojik özelliklerine, raf ömrüne ve antioksidan aktivitesine etkileri*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye.

Özkaya, F. D., ve Özkaptan, T. (2016). Latin Amerika Uygarlıklarının Mirası Kakaonun Tarihçesi ve Çikolataya Dönüşümü. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 31, 41.

Özocak, A. (2004). *Çikolatalarda Kakao Yağı İkamelerinin Tesbiti* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Öztan, E. (2005). *Mor havuç konsantresi, şalgam suyu, nar suyu ve nar ekşisi Ürünlerinde Antioksidan Aktivitesi Tayini Ve Fenolik Madde Profilinin Belirlenmesi* İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye,

Pala, M., & Saygı, Y. B. (1983). Su aktivitesi ve gıda işletmedeki önemi. *Gıda Dergisi*; Cilt: 08 Sayı: 1.

Palacıoğlu, S. (2003), *Çikolata Sektör Profil*i, İstanbul Ticaret Odası Yayınları. İstanbul.

Parada, J., & Aguilera, J. M. (2007). Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *Journal of food science*, 72(2), R21-R32.

Pascal, C., Pancet-Legrand, C., Imberty, A., Gautier, C., Sarni-Manchado, P., Cheynier, V., Vernhet, A. (2007). Interaction between a non-glycosylated human prolineürich protein and flavon-3-ols are affected by protein concetration and polyphenol/protein ratio. *Journal of Agicultural and Food Chemistry*, 55, 4895-4901.

Peker, B. B. (2011). Çikolata üretiminde lesitin ve polyglycerol polyricinoleate (PGPR) kullanımının ürün kalitesine etkisi (Master's thesis, Uludağ Üniversitesi).

Periche, A., Heredia, A., Escriche, I., Andrés, A., & Castello, M. L. (2015). Potential use of isomaltulose to produce healthier marshmallows. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 605-612.

Pimentel, F. A., Nitzke, J. A., Klipel, C. B., & Jong, E. V. de. (2010). Chocolate and red wine – A comparison between flavonoids content, *Food Chemistry*, 120(1), 109–112.

Pizzoni, D., Compagnone, D., Di Natale, C., D'Alessandro, N., Pittia, P. (2015). Evaluation of aroma release of gummy candies added with strawberry flavours by gas-chromatography/mass-spectrometry and gas sensors arrays. *Journal of Food Engineering*, 167, 77-86.

Pryke, S. R., Andersson, S., Lawes, M. J., & Piper, S. E. (2002). Carotenoid status signaling in captive and wild red-collared widowbirds: independent effects of badge size and color. *Behavioral Ecology*, 13(5), 622-631.

Research and Markets. White chocolate market: global ındustry trends, share, size, growth, opportunity and forecast 2018-2023. https://www.researchandmarkets.com/research/87vpr8/global_white?w=4 Son Erişim Tarihi: 15 Aralık 2018.

Reyes, L. F., & Cisneros-Zevallos, L. (2003). Wounding stress increases the phenolic content and antioxidant capacity of purple-flesh potatoes (Solanum tuberosum L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(18), 5296-5300.

Riha, W.E., Wendorff, W.L. (1993). Evaluation of color in smoked cheese by sensory and objective methods. *Journal of Dairy Science*, 76, 1491–1497.

Rivoira, L., Studzińska, S., Szultka-Młyńska, M., Bruzzoniti, M. C., Buszewski, B. (2017). New approaches for extraction and determination of betaine from Beta vulgaris samples by hydrophilic interaction liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 409 (21), 5133-5141.

Rotalab, (2020). http://www.rotalab.com/tr/urunler/termal-analiz-sistemleri/diferansiyel-taramali-kalorimetre-dsc.html

Sakamura, S., Terayama, Y., Kawakatsu, S., Ichihara, A., & Saito, H. (1980). Conjugated serotonins and phenolic constituents in safflower seed (Carthamus tinctorius L.). *Agricultural and Biological Chemistry*, *44*(12), 2951-2954.

Şahin, S. and Şumnu, S. G., 2006: *Physical Properties of Foods*, Springer, p 257.

Saint-Eve, A., Deleris, I., Panouille, M., Dakowski, F., Cordelle, S., Schlich, P., Souchon, I. (2011). How texture influences aroma and taste perception over time in candies. Chemosensory Perception, 4, 32–41.

Samancı, Ö. (2012). Tanrıların Yiyeceği Çikolata. *Standard Ekonomik ve Teknik Dergi*, 27-31.

Sanchez-Gonzalaez, I., Jimenez-Escrig, A., Saura-Calixto, F. (2005). *In vitro* antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, Espresso and Filter). *Food Chemistry*, 90(1-2), 133-139.

Sanin, D. F. (2002). Effect of solution physical chemistry on the rheological properties of activated sludge. *Water Sa*, *28*(2), 207-212.

Satué-Garcia, M. T., Heinonen, M., Frankel, E. N. (1997). Anthocyanins as antioxidants on human low-density lipoprotein and lecithin-liposome systems, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *45*(9), 3362-3367.

Sawicki, T., Juskiewicz, J., Wiczkowski, W. (2017). Using the SPE and micro-HPLC-MS/MS method for the analysis of betalains in rat plasma after red beet administration. *Molecules*, 22 (12): 2137

Schantz, B., Rohm, H. (2005). Influence of lecithin-PGPR blends on the rheological properties of chocolate, *LWT-Food Science and Technology*, 38, 41-45.

Schumacher, A. B., Brandelli, A., Schumacher, E. W., Macedo, F. C., Pieta, L., Klug, T. V. and de Jong, E.V. (2009). Development and evaluation of a laboratory scale conch for chocolate production. *International journal of food science & technology*, *44*(3), 616-622.

Şengül, H. (2013). *Narda bulunan antosiyaninlerin biyoyararliliğina gida matrisi ve bileşenlerinin etkisi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye, xvii s.

Şeniz, V. (1992). Domates, Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı (TAV) Yayınları. No: 26, Yalova, 174s.

Servais, C., Ranc, H., Roberts, I. D. (2004). Determination of chocolate viscosity, *Journal of Texture Studies*, 34(5-6), 467-497.

Sethi, N., Balasubramanyam, B.V. (2018). Optimization of butter fruit incorporated fat spread using instrumental textural analysis: a response surface methodology. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12 (2), 859-866.

Sevilmiş, G., Olgun, A., Artukoğlu, M. (2017). *Fonksiyonel gidalarda tüketici kararlarini etkileyen faktörler üzerine bir araştirma: İzmir ili örneği*, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2017, 54 (3):351-360 ISSN 1018 – 8851.

Sezgin, A. C., & Elmacı, İ. (2019). Moleküler gastronomi uygulamalarinda lesitin. *International Journal of Tourism, Economics and Business Sciences (IJTEBS) E-ISSN: 2602-4411*, *3*(2), 57-65.

Schantz, B., & Rohm, H. (2005). Influence of lecithin–PGPR blends on the rheological properties of chocolate. *LWT-food Science and Technology*, 38(1), 41-45.

Shadwell, N., Villalobos, F., Kern, M., Hong, M.Y. (2013). Blooming reduces the antioxidant capacity of dark chocolate in rats without lowering its capacity to improve lipid profiles. *Nutrition Research*, 33, 414-421.

Shakerardekani, A., Karim, R., Ghazali, H. M., Chin, N. L. (2013). Textural, rheological and sensory properties and oxidative stability of nut spreads—a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(2), 4223-4241.

Shıehzadeh, R. (2019). *Keçiboynuzu tozu tereyağı ve zeytinyağı kullanımının sürülebilir çikolatada fiziksel kimyasal ve reolojik özellikler üzerine etkisi* Atatürtk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Shiina, Y., Funabashi, N., Lee, K., Murayama, T., Nakamura, K., Wakatsuki, Y., Komuro, I. (2009). Acute effect of oral flavonoid-rich dark chocolate intake on coronary circulation, as compared with non-flavonoid white chocolate, by transthoracic Doppler echocardiography in healthy adults, *International Journal of Cardiology*, 131(3), 424–429.

Shouridah, M., Taslimi, A., Azizi, M. H., Mohammadifar, M. A. (2012). Effects of D-tagaose and inulin of some physicochemical, rheological and sensory properties of dark chocolate, *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(5), 314-319.

Shukla, V. K. S. (1990). *Confectionery Fats, in Edible Fats and Oil Processing: Basic Principles and Modern Practices*, pp. 228-232, Eds. Erickson, D.R., American Oil Chemists' Society, Illinois,

Socacıu C. (2008). *Food Colorants Chemical and Functional* ISBN: 978-0-8493-9357-0, CRC Press.

Sökmen, A., Güneş, G., (2006). Influence of Some Bulk Sweeteners on Rheological Properties of Chocolate. Swiss Society of Food Science and Technology. *LWT* Vol. 39; pp. 1053-1058.

Stauffer, M. (2007). Conquering shelf-life issues of chocolate. *Manufacturing Confectioner*, 47.

Stintzing, F. C., Stintzing, A. S., Carle, R., Frei, B., Wrolstad, R. E. (2002). Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanins pigments, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(21), 6172-6181.

Strack, D., Vogt, T., & Schliemann, W. (2003). Recent advances in betalain research. *Phytochemistry*, 62, 247e269.

Subramaniam, P.J. (2007). Determining shelf-life of confectionery products. *Manufacturing Confectioner*, 87(6), 85–91.

Szczesniak A. S., 1963. Classification of textural characteristics. *Journal Food Science*, 28: 385- 389.

Tan, J., Balasubramanian, B.M. (2017). Particle size measurements and scanning electron microscopy (SEM) of cocoa particles refined/conched by conical and cylindirical roller stone melangers. *Journal of Food Engineering*, 212, 146-153.

Tanwar, B., & Modgil, R. (2012). Flavonoids: Dietary occurrence and health benefits. *Spatula Dd,* 2(1), 59-68.

Tetik N., Erbaş, M., Turhan, İ. (2007). Fonksiyonel gıda bileşeni olarak fitosteroller. *Gıda* 32 (6): 317-324

TGK, (2014). Resmî Gazete, (Kanun No. 5179). Gıdaların üretimi, tüketimi ve denetlenmesine dair kanun hükmünde kararnamenin değiştirilerek kabulü hakkında kanun

Toker, Ö. S. (2016b). *Çikolata kaplama formülasyonunda kullanilan bitkisel yağ tipi ve içeriğinin optimizasyonu*, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, Türkiye.

Toker, O. S., Konar, N., Pirouzian, H.R., Oba, S., Polat, D. G., Palabiyik, İ., Poyrazoğlu, E. S., Sagdic, O. (2018a) Developing functional white chocolate by incorporating different forms of EPA and DHA - Effects on product quality. *LWT* , Volume 87, January 2018, Pages 177-185.

Toker, Ö. S., Pirouzian, H. R., Konar, N., & Polat, D. G. (2018). βV Seeding As An Alternative Pre-Crystallization Technique In Synbiotic Milk Chocolate Production. *Gıda*, *43*(3), 422-431.

Toker, O. S., Polat, D. G., Gülfidan, O. G., Konar, N., Palabiyik, İ., Akçiçek, A., Poyrazoğlu, E. S., Sagdic, O. (2017a). Stability of lactic acid bacteria in synbiotic sugared and sugar-free milk chocolates, *Internatıonal Journal of Food Properties* 2017, VOL. 20, NO. S2, S1354–S1365.

Toker, O. S., Zorlucan, F. T., Konar, N., Dağlıoğlu, O., Sagdic, O., Şener, D. (2016a). "Investigating the effect of production process of ball mill refiner on some physical quality parameters of compound chocolate: response surface methodology approach, *International Journal of Food Science and Technology*.

Toker, O.S., Sagdic, O., Sener, D., Konar, N., Zorlucan, T., Daglioglu, O. (2017b). Investigating the effect of ball mill refiner conditions on some physical quality parameters of compound chocolate: Response surface methodology approach. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 788-799.

Tosun İ., Yüksel S. (2003). Üzümsü meyvelerin antioksidan kapasitesi, *Gıda*, 28(3), 305-311

Türk Gıda Kodeksi, (2013). Tarım ve Orman Bakanlığı Resmî Gazete Tarihi: 30.06.2013, Sayı: 28693. "Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği" Ankara.

Türk Gıda Kodeksi, (2017). Tarım ve Orman Bakanlığı (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı), Resmî Gazete, (Tebliğ No: 2017/29). "Türk gıda kodeksi kakao ve çikolata ürünleri tebliği", Ankara

Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valantine, D. H., Walters., S. M., Webb, D. A. (1996). *Flora Europaea*, 385p. Cambridge University press, Cambridge.

Ural, A. (1983). Gıdalarda renk ve kalite ilişkisi. *GIDA*, *8*(1).

Uzun, B. (2019). *Türkiye çikolatalı ve şekerli mamuller sektörünün uluslararası rekabet gücünün incelenmesi* (Master's thesis, İstanbul Ticaret Üniversitesi).

Vavreck, A. N. (2004). Flow of molten milk chocolate from an efflux viscometer under vibration at various frequencies and displacements. *International journal of food science & technology*, 39(4), 465-468.

Vercet, A. (2003). Browning of white chocolate during storage, *Food Chemistry*, 81: 371-377.

Wang, H, Nair M. G., Strasburg, G. M., Cheng, Y-C., Booren, A. M., Gray, J. I., Dewitt, D. L. (1999). Antioxidant and antiinflammatory activites of anthocyanins and their aglycon, cyanidin from tart cherries, *Journal of natural products*, *62*(2), 294-296.

Wang, H., Cao, G., & Prior, R. L. (1996). Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 44(3), 701-705.

Wijers, M-C., Sträter, P.J., (2001). *Isomalt. In: Alternative Sweeteners*. Nabors. O.L. 3rd ed. New York: M. Dekker. pp. 265-281.

Wolf, B. (2017). *Chocolate Flow Properties*. In Stephen T. Beckett, Mark S. Fowler, Gregory R. Ziegler (Ed.), In Beckett's Industrial Chocolate Manufacture and Use (5th edition), (pp. 274-297). West Sussex, UK, Wiley Blackwell.

Wollgast, J. (2004). *The contents and effects of polyphenols in chocolate: qualitative and quantitative analyses of polyphenols in chocolate and chocolate raw products as well as evaluation of potential implications of chocolate consumption in human health* (Doctoral dissertation, Verlag nicht ermittelbar).

Wu, H., Guo, J-B., Du, L-M., Tian, H., Hao, C-X., Wang, Z-F., Wang, J-Y. (2013). A rapid shaking-based ionic liquid dispersive liquid phase microextraction for the simultaneous determination of six synthetic food colourants in soft drinks, sugar- and gelatin-based confectionery by high-performance liquid chromatograph. *Food Chemistry*, 141, 182-186.

Yaman, M. (1996). *Bazı gıda maddelerine katılan sentetik boyaların miktarlarının araştırılması*. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Yaman, M., Mızrak, Ö. F., Çatak, J., & Sargın, H. S. (2019). In vitro bioaccessibility of added folic acid in commercially available baby foods formulated with milk and milk products. *Food Science and Biotechnology*, 28(6), 1837-1844.

Yiğit, G. G., Cerit, İnci., Demirkol O., (2018). Fonksiyonel kakao ve kakao ürünleri, Gıda *The Journal of Food*, 43 (4): 702-715.

Yıldırım D. (2016). *Fitoremediasyon Sonrası Yabani Hint Yağı (Ricinus comimnus) ve Aspir (Carthamus tinctorius) Bitkilerinin Biyokütlesinden Toksik Metallerin Elektrokimyasal Yöntemle Giderimi ve Geri Kazanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi

Yıldırım, M. (2017). *Sürülebilir çikolatada sadeyağ ve zeytinyağı kullanımının ürünün kimyasal tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkisi*, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Yılmaz, F. M., Gençdağ, E., Görgüç, A., Birişik, M., Genç, E., & Başkurt, C. (2019) kırmızı pancar suyu üretiminde enzim ön uygulaması: işlem koşullarının meyve suyu verimi, betanın miktarı, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite üzerine etkisi. *Gıda*, 44(4), 593-604.

Zheng, W., Wang, S. Y. (2003). Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries, *Journal of Agricultural and food Chemistry*, *51*(2), 502-509.

Zhou, S., Seo, S., Alli, I., & Chang, Y.-W. (2015). Interactions of caseins with phenolic acids found in chocolate. *Food Research International*, 74, 177–184.

Ziegleder, G., Amanitis, A., & Hornik, H. (2004). Thickening of molten white chocolates during storage. *LWT-Food Science and Technology*, *37*(6), 649-656.

Ziegler, G. R., Mongia, G., & Hollender, R. (2001). Role of particle size distribution of suspended solids in defining the sensory properties of milk chocolate. *International Journal of Food Properties*, 4, 353e370.

Zielinska-Przyjemska, M., Olejnik, A., Dobrowolska-Zachwieja, A., Grajek, W. (2009*). In vitro* effects of beetroot juice and chips on oxidative metabolism and apoptosis in neutrophils from obese individuals. *Phytotherapy Research* 23, 49–55

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Makaleler

1. Baycar, A., Konar, N., Goktas, H., Sagdic, O., & Genç-Polat D. (2021) The Effects of Beetroot Powder as a Colorant on the Color Stability and Product Quality of White Compound Chocolate and Chocolate Spread. *Food Science and Technology*. ISSN 0101-2061 (Print) ISSN 1678-457X (Online) DOI: https://doi.org/10.1590/fst.66220

2. Baycar, A., Konar, N., Poyrazoglu, E. S., Goktas, H., & Sagdic, O. Using White Spread and Compound Chocolate as Phenolic Compound Delivering Agent: A Model Study with Black Carrot Extract. *Journal of Food Processing and Preservation*, e15392.

Konferans Bildirileri

1. Baycar, A., Sağdıç, O., Konar, N. (2020) *Application of Natural Colors to White Chocolate*, 3rd International GAP Food, Agriculture and Veterinary Sciences Congress, Proceeding Book, p. 17-25.

2. Baycar, A., Sağdıç, O. Konar, N., Maraşlı S. (2020) *Functional Food Studies on Chocolate*, International Eurasian Conference on Biotechnology and Biochemistry, Proceeding Book, p. 399-409.

Projeler

1. Bazı Doğal Pigmentlerin Fonksiyonel Beyaz Kokolin ve Sürülebilir Kremada Kullanımı ve Biyoerişilebilirliliklerinin Belirlenmesi, Yürütücü: Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU, Siirt Üniversitesi BAP, Proje Kodu: 2020-SİÜMÜH-026, 2020-2021, Araştırmacı