

**FARKLI ORANLARDA PEYNİR ALTI SUYU
PROTEİN KONSANTRATI İLAVESİYLE
ÜRETİLEN ÇİKOLATALARIN KALİTE
KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Gülay ATASOY

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Şefik KURULTAY

TEKİRDAĞ 2010

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI ORANLARDA PEYNİR ALTI SUYU PROTEİN KONSANTRATI
İLAVESİYLE ÜRETİLEN ÇİKOLATALARIN KALİTE KARAKTERİSTİKLERİNİN
BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Gülay ATASOY

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Şefik KURULTAY

TEKİRDAĞ-2010

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Şefik KURULTAY danışmanlığında, Gülay ATASOY tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof.Dr.Şefik KURULTAY

İmza :

Üye : Doç.Dr.Ömer ÖKSÜZ

İmza :

Üye : Prof.Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Fatih KONUKÇU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Farklı Oranlarda Peynir Altı Suyu Protein Konsantratu İlavesiyle Üretilen Çikolataların Kalite Karakteristiklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

Gülay ATASOY

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Şefik KURULTAY

Bu araştırmada, çikolata yapımında peynir altı suyu protein konsantratu (WPC) kullanımının sütlü çikolatanın bazı nitelikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Örnekler yağlı süttozu ile birlikte % 3, % 5 ve % 10 oranlarında WPC kullanılarak hazırlanmıştır. Kontrol örneği olarak da yağlı süttozu içeren sütlü çikolata hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerde fiziksel ve kimyasal analizlerden viskozite, nem, kakao yağı, yağsız kakao kütlesi, laktoz, süt yağı, toplam yağ, toplam şeker, kül ve protein analizleri yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler olarak aerobik mezofilik bakteri sayımı, koliform bakteri sayımı, salmonella aranması ve küf-maya sayımı analizleri yapılmıştır. Ayrıca örneklerin duyuşal özellikleri de belirlenmiştir.

WPC kullanımının ürünlerin laktoz miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Buna bağılı olarak toplam şeker miktarında da azalma olmuştur. Ürünlerin kül miktarında azalma olduğu görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda kontrol grubunun protein içeriğinin %6,6; %3 WPC'li ürünün %10,4; %5 WPC'li ürünün %11,5 ve %10 WPC'li ürünün %12,3 olduğu tespit edilmiştir. WPC kullanım oranı artıkça ürünün protein değeri de artmıştır.

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda aerobik mezofilik bakteri sayısının 460 – 640 kob/g arasında değıştiğı görülmüştür. Ürünlerde koliform, salmonella ve küf-maya gelişimi görülmemiştir.

Ayrıca yapılan duyuşal değeriendirme sonucunda WPC kullanımının ürünlerin duyuşal özelliklerini olumlu yönde etkilediğı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: çikolata, süttozu, peyniraltı suyu protein konsantratu (WPC).

2010, 62 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

Determination of the Quality Characteristics of Chocolate that Produced with Different Ratios of Whey Protein Concentrate (WPC)

Gülay ATASOY

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Şefik KURULTAY

In this study, some effects of the whey protein concentrate on some characteristics of milk chocolate were analyzed. Samples were prepared with milk powder and %3, %5 and %10 proportions of whey protein concentrate (WPC). As a control sample, milk chocolate that contains milk fat was prepared. As physical and chemical analysis; viscosity, humidity, cocoa butter, fat free cocoa solids, lactose, milk fat, total fat, total sugar, ash and protein determinations of the samples were performed. As microbiological analysis, aerobic mesophilic bacteria count, coliform bacteria count, salmonella and mold-yeast counts were determined. The sensory properties of the samples were also determined.

It is found that the use of WPC decreased the amount of lactose contents of the samples. According to that, total amount of sugar was also decreased. It was observed that the ash amount of the samples decreased with increasing rates of WPC. As a result of the analysis, the protein proportion of the control group was %6,6 and the sample with %3 WPC was %10,4; the sample with %5 WPC was %11,5 and the sample with %10 WPC was %12,3. Increases in WPC was also increased the protein levels of the samples.

As a result of microbiological analysis, it was observed that aerobic mesophilic bacteria count ranged from 460 to 640 cfu/g. Coliform, salmonella and mold-yeast growth wasn't observed.

As a result of the sensory evaluations, WPC addition affected positively the sensory characteristics of the products.

Keywords: chocolate, milk powder, whey protein concentrates (WPC).

2010, 62 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
GRAFİKLER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
3. MATERYAL ve METOT.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. Metot.....	19
3.2.1. Deneme çikolatalarının yapılışı.....	19
3.2.2. Fiziksel ve kimyasal analiz metotları.....	21
3.2.2.1. Viskozite tayini.....	21
3.2.2.2. Rutubet tayini.....	21
3.2.2.3. Toplam yağ tayini.....	22
3.2.2.4. Kakao yağı tayini.....	23
3.2.2.5. Süt yağı tayini.....	23
3.2.2.6. Yağsız kakao kütlesi tayini.....	23
3.2.2.7. Laktoz tayini.....	25
3.2.2.8. Toplam şeker tayini (sakkaroz cinsinden).....	25
3.2.2.9. Protein tayini.....	27
3.2.2.10. Kül tayini.....	28
3.2.3. Mikrobiyolojik analiz metotları.....	29
3.2.3.1. Aerobik mezofilik bakteri sayımı.....	29
3.2.3.2. Koliform bakteri sayımı.....	29
3.2.3.3. <i>Salmonella spp.</i> aranması.....	30
3.2.3.4. Küf – maya sayımı.....	30
3.2.4. Duyusal analiz metodu.....	31
3.2.5. İstatistiksel analizler.....	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	32
4.1. Çikolataların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	32
4.1.1. Viskozite değerleri.....	32
4.1.2. Rutubet miktarları.....	34
4.1.3. Toplam yağ miktarları.....	36
4.1.4. Kakao yağı miktarları.....	38
4.1.5. Süt yağı miktarları.....	40
4.1.6. Yağsız kakao kütlesi miktarları.....	42
4.1.7. Laktoz miktarları.....	44
4.1.8. Toplam şeker miktarları (sakkaroz cinsinden).....	46
4.1.9. Protein miktarları.....	48
4.1.10. Kül miktarları.....	50
4.2. Çikolataların Mikrobiyolojik Özellikleri.....	52
4.3. Çikolataların Duyusal Özellikleri.....	52
5. SONUÇ.....	56
6. KAYNAKLAR.....	57
TEŞEKKÜR.....	61

ÖZGEÇMİŞ.....	62
---------------	----

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	:	.....	Santigrat Derece
%	:	.....	Yüzde
μ	:	.....	Mikron
±	:	.....	Artı Eksi
g	:	.....	Gram
ml	:	.....	Mililitre
l	:	.....	Litre
Rpm	:	.....	Dakikadaki devir sayısı
dk	:	.....	Dakika
cP	:	.....	Centi Poise
cm	:	.....	Santimetre
H	:	.....	Hidrojen
P	:	.....	Forfor
N	:	.....	Azot
mg	:	.....	Miligram
Fe	:	.....	Demir
S ₀ ₂	:	.....	Kükürt Dioksit
Nm	:	.....	Nanometre
KOH	:	.....	Potasyum Hidroksit
H ₂ SO ₄	:	.....	Sülfürik Asit
CO ₂	:	.....	Karbondioksit
NH ₃	:	.....	Amonyak
HCl	:	.....	Hidroklorik Asit
UV	:	.....	Ultraviyole
Max	:	.....	Maksimum
Min	:	.....	Minimum
TSE	:	.....	Türk Standartları Enstitüsü
WPC	:	.....	Peyniraltı Suyu Protein Konsantratu
WPI	:	.....	Peyniraltı Suyu Protein İzolatı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Çikolatanın üretim aşamaları.....	8
Şekil 4.1. Örneklerin duyuşal özelliklerine ait örümcek ağı diyagramı.....	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Çikolatanın tipik makro besin kompozisyonu.....	6
Çizelge 2.2. Peyniraltı suyu proteinlerinin bileşimi.....	7
Çizelge 3.1. Tam yağlı süttozunun bazı kimyasal özellikleri.....	19
Çizelge 3.2. Peynir altı suyu protein konsantratinin bazı kimyasal özellikleri.....	20
Çizelge 3.3. Örneklerin formülasyon bilgileri.....	20
Çizelge 4.1. Örneklerin viskozite değerleri.....	32
Çizelge 4.2. Viskozite değerlerinin örneklere göre varyans analizi.....	33
Çizelge 4.3. Örneklerin viskozite değeri LSD testi.....	33
Çizelge 4.4. Örneklerin rutubet miktarları.....	34
Çizelge 4.5. Rutubet miktarlarının örneklere göre varyans analizi.....	35
Çizelge 4.6. Örneklerin rutubet miktarı LSD testi.....	35
Çizelge 4.7. Örneklerin toplam yağ miktarları.....	36
Çizelge 4.8. Toplam yağ miktarlarının örneklere göre varyans analizi.....	37
Çizelge 4.9. Örneklerin toplam yağ miktarı LSD testi.....	37
Çizelge 4.10. Örneklerin kakao yağı miktarları.....	38
Çizelge 4.11. Kakao yağı miktarlarının örneklere göre varyans analizi.....	39
Çizelge 4.12. Örneklerin kakao yağı miktarı LSD testi.....	39
Çizelge 4.13. Örneklerin süt yağı miktarları.....	40
Çizelge 4.14. Süt yağı miktarlarının örneklere göre varyans analizi.....	41
Çizelge 4.15. Örneklerin süt yağı miktarı LSD testi.....	41
Çizelge 4.16. Örneklerin yağsız kakao kütlesi miktarları.....	42
Çizelge 4.17. Yağsız kakao kütlesi miktarlarının örneklere göre varyans analizi.....	43
Çizelge 4.18. Örneklerin yağsız kakao kütlesi miktarı LSD testi.....	43
Çizelge 4.19. Örneklerin laktoz miktarları.....	44
Çizelge 4.20. Laktoz miktarlarının örneklere göre varyans analizi.....	45
Çizelge 4.21. Örneklerin laktoz miktarı LSD testi.....	45
Çizelge 4.22. Örneklerin toplam şeker miktarları.....	46
Çizelge 4.23. Toplam şeker miktarlarının örneklere göre varyans analizi.....	47
Çizelge 4.24. Örneklerin toplam şeker miktarı LSD testi.....	47
Çizelge 4.25. Örneklerin protein miktarları.....	48
Çizelge 4.26. Protein miktarlarının örneklere göre varyans analizi.....	49
Çizelge 4.27. Örneklerin protein miktarı LSD testi.....	49

Çizelge 4.28. Örneklerin kül miktarları.....	50
Çizelge 4.29. Kül miktarlarının örneklere göre varyans analizi.....	51
Çizelge 4.30. Örneklerin kül miktarı LSD testi.....	51
Çizelge 4.31. Örneklerin mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.32. Örneklerin duyuusal özelliklerinin puan değerleri.....	53

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 4.1. Örneklerin viskozite değerlerindeki değişimler.....	32
Grafik 4.2. Örneklerin rutubet miktarlarındaki değişimler.....	34
Grafik 4.3. Örneklerin toplam yağ miktarlarındaki değişimler.....	36
Grafik 4.4. Örneklerin kakao yağı miktarlarındaki değişimler.....	38
Grafik 4.5. Örneklerin süt yağı miktarlarındaki değişimler.....	40
Grafik 4.6. Örneklerin yağsız kakao kütlesi miktarlarındaki değişimler.....	42
Grafik 4.7. Örneklerin laktoz miktarlarındaki değişimler.....	44
Grafik 4.8. Örneklerin toplam şeker miktarlarındaki değişimler.....	46
Grafik 4.9. Örneklerin protein miktarlarındaki değişimler.....	48
Grafik 4.10. Örneklerin kül miktarlarındaki değişimler.....	50

1.GİRİŞ

Çikolata, kakao ürünleri ile şeker ve/veya tatlandırıcı; gerektiğinde süt yağı dışındaki hayvansal yağlar hariç olmak üzere diğer gıda bileşenleri ile süt ve/veya süt ürünleri ve Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde izin verilen katkı ve/veya aroma maddelerinin ilavesi ile tekniğine uygun şekilde hazırlanan ürünü ifade eder (Anonim 2003).

Çikolata üretimi kakao çekirdeğinden başlar. Çekirdek ilk olarak temizlenip (çöp, taş vb.) fiziki kirlilikten kurtarılır. Daha sonra kavrulularak aromaları geliştirilir. Daha sonra kabuklarından ayrılıp öğütülerek kakao kitlesi elde edilir. Kakao kitlesi preslenerek kakao yağı üretilir.

Çikolata üretimi için kakao kitlesi, şeker, kakao yağı ve gerekli ise süt tozu mix edilip beşli silindirlerde inceltilip (20-25 mikrometre) konç denilen makinelere verilir. Bu makinelerde son aroma geliştirme ve emülsifier ilavesi yapılır (Palacioğlu 2003).

Çikolata, normal oda sıcaklığında katı halde olup ağızda kolayca eriyen bir gıda olarak neredeyse benzersizdir. Bu özellik bileşimindeki kakao yağından kaynaklanmaktadır. 25°C'nin altındaki sıcaklıklarda çoğunlukla katı haldedir. Katı haldeki bütün şeker ve kakao partiküllerini bir arada tutar. Bununla birlikte, vücut sıcaklığında yağın neredeyse tamamı sıvı haldedir. Partiküllerin birbirini geçerek akmasını sağlar, böylece çikolata ağızda ısıtıldığında pürüzsüz bir akışkan olmaktadır. Aynı zamanda çikolata çoğu insana çekici gelen tatlı bir tada sahiptir (Beckett 2004).

İlk bilinen kakao çiftlikleri M.S. yaklaşık 600 yılında Güney Yucatan'ın alçak bölgelerinde Maya'lar tarafından kurulmuştur. Kakao ağaçları, Avrupalılar Orta Amerika'yı keşfettiği zaman Meksika'da Aztekler ve Peru'da İnkalar tarafından yetiştiriliyordu. Çekirdekler çok değerliydi ve "chocolatl" olarak bilinen bir içecek üretmenin yanı sıra para olarak da kullanılıyordu. Çekirdekler toprak kaplarda kavruluyor ve taşlarla öğütülüyordu. Daha sonra kek haline getirmek için yoğrulmaktaydı. Bunlar içecek yapmak için soğuk su ile karıştırılıyor, çoğunlukla vanilya, baharatlar ya da bal ilave ediliyordu; köpüklü yapmak için ise içecek çırpılıyordu. Aztek hükümdarı Montezeuma'nın bu içecekten günde 50 kavanoz içtiğini söylediği rivayet edilmektedir (Beckett 2004).

Christopher Columbus seyahati sırasında ilgi çekici bir şey olarak Avrupa'ya götürmek için biraz kakao çekirdeği almıştı, fakat bu İspanyolların Meksika'yı fethetmesinden kısa bir süre sonraydı. Don Korteş, içeceği İspanya'ya 1520'lerde getirmişti. Burada bazı acı ve buruk aromaları gidermek için içersine şeker ilave ediliyordu. Fakat içecek hemen hemen yüz yıl boyunca Avrupa'nın geri kalan kısmında neredeyse bilinmeden kalmıştır. İtalya'ya 1606'da ve Fransa'ya 1657'de gelmiştir. Çok pahalıydı ve soyluların içeceği olarak kabul ediliyordu. Yayılması çoğunlukla güçlü aileler arasındaki ilişkilere bağlanmıştır (Beckett 2004).

İçeceğe 1727'de süt ilave edilmeye başlanmıştır. Çok yağlı olması çikolata içeceği ile ilgili bir problemdi. Kakao çekirdeğinin yarısından fazlası kakao yağından oluşmaktadır. Hollandalılar bu yağın bir kısmını uzaklaştırarak içeceği geliştirmenin bir yolunu bulmuşlardır. 1828'de Van Houten kakao presini geliştirmiştir. Preslemenin bulunmasından yaklaşık 20 yıl sonra, 1847'de, sade yenilebilir çikolata üreten ilk İngiliz fabrikası Joseph Fry tarafından UK'de Bristol'de kurulmuştur. Başlangıçta Fry tarafından yapılan çikolata sade bir bloktu ve ilk sütlü çikolata 1876'da İsviçre'de Daniel Peter tarafından yapılmıştır. Çikolata yüksek nem içeremez. Çünkü, su şekerle reaksiyona girer ve eritilmiş çikolata pürüzsüz akışkan bir sıvıdan çok bir hamura dönüşür. %2 kadar düşük bir nem içeriği ürüne kötü bir tekstürün yanı sıra kısa bir raf ömrü süresi verebilir. Bu Daniel Peter'in kendi ülkesinde bulunan sütün büyük miktarını kurutmanın bir yolunu bulması gerektiği anlamına geliyordu. Ona bu konuda Henri Nestle tarafından en son geliştirilen kondanse edilmiş süt formülü yardımcı olmuştur. Bu evapore etmesi gereken çok daha az su olduğu anlamına geliyordu. Ayrıca kalan nemi, nispeten ucuz olan buharlı makinelerle uzaklaştırabiliyordu. Çoğu ülkede artık sütlü çikolata ürünleri sade çikolataninkilerden daha çok popüler olmuştu (Beckett 2004).

Türkiye'de ilk çikolata fabrikası yabancı sermayeli olarak 1927 yılında Feriköy'de kurulmuştur. Avrupa'da 1860'larda üretimine başlanan çikolatanın ülkemize gelişi bir 100 yılı almıştır. Ayrıca Osmanlı mutfağının ve geleneksel tatlı kültürümüzün çok baskın olması nedeniyle çikolatanın o yıllardaki tüketimi de daha ziyade elit bir tabaka ile sınırlı kalmıştır (Palacioğlu 2003).

Türkiye'de endüstriyel çikolata üretimi 1970'li yıllarda başlamıştır. Ülkemizde ve batıda kullanılmakta olan çikolata üretim teknolojisinin temeli de 1975'tir. 1975-1980 yılları arasında yaşanan döviz sıkıntısı nedeniyle üretim kapasiteleri kısıtlı kalmış, bunun sonucu

olarak da reklama yatırım yapılmamıştır. Döviz sıkıntısı yaşanan bu dönemde yatırımlara devam edilmiş, yapılan yatırımların çalıştırılması 1980'den sonra hızlanmış, bu tarihten sonra hammadde teminindeki zorluklar da aşılmış, hatta kakao çekirdeğinden gümrük de kaldırılmıştır. Önceleri lüks ürünler kapsamında olan çikolatalı mamuller sektöründe gümrüklerin de sıfırlanmasıyla 1980'den sonra çok hızlı bir gelişme yaşanmıştır. Bu arada şekerlemeye yatırım yapılmamış, tüm yatırımlar çikolataya yönelmiştir. Bu önemli bir stratejik karardır. Peşpeşe fabrikalar kurulmuş ve çikolatalı mamullerde gelişme ön planda tutulmuştur (Palacioğlu 2003).

Çikolatanın üç ana çeşidi vardır: sütlü, beyaz ve bitter (sade) çikolata. Bunların bileşimlerinde önemli farklılıklar mevcuttur. Bitter çikolata esas olarak şeker, kakao yağı ve kakao liköründen oluşmaktadır. Sütlü çikolata da şeker, kakao yağı, kakao likörü ve süt kuru maddesinden oluşmaktadır. Son olarak, beyaz çikolata şeker, kakao yağı ve süt kuru maddesinden oluşmaktadır (Rousseau 2007).

Çikolatanın besin içeriği ve sağlık açısından değeri, sütlü ya da sade olsa da kakao kuru maddesi miktarına ve ilave edilen şeker ve kabuklu yemişler gibi diğer ingredientlere bağlıdır. Çikolata esas itibarıyla enerji veren besinler; yağ, karbonhidrat ve protein içerir. Kakao önemli bir protein kaynağı değildir ve sindirilebilirliği düşüktür. Bununla birlikte, sütlü çikolatadaki süt yüksek biyolojik değeri olan iyi bir protein kaynağıdır (Beckett 2009).

Dünyanın çoğu ülkesinde sütlü çikolata, bitter ve beyaz çikolatanın her ikisinden de daha fazla tüketilmektedir. Bitter çikolatadan daha yumuşak olma eğilimindedir ve krema gibi bir tat ve yapıya sahiptir.

İnek sütünün çoğu sudur, fakat daha önce de bahsedildiği gibi nem likid çikolatanın akış özelliklerini ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle sadece susuz bileşenler kullanılabilir. Genellikle sütün kuru madde formu yaklaşık %13,5'tur. %5'in hemen altındaki en büyük bileşen disakkarit olan laktozdur. Hemen hemen aynı miktarda olan süt yağı ve yaklaşık %3,5 protein vardır. Mineraller yaklaşık %0,7 olarak hesaplanmıştır. Özellikle kalsiyum sağlığa çok yararlı olduğu için önemsenmektedir.

Süt proteinleri sadece çikolatanın besin içeriğine eklenmezler, aynı zamanda aroma, tekstür ve likid akış özelliklerinin belirlenmesi için de önemlidirler. Sütlü çikolata krema gibi bir yapıya

sahiptir, bu da büyük ölçüde bu proteinler ve çekirdeklerin daha asidik aroması arasındaki dengeye bağlıdır. Eğer protein oranı azaltılırsa ürün daha az kremalı olmaktadır. Ayrıca, laktoz gibi bileşenler su ve ısıya maruz bırakılırsa çikolatada pişmiş aromaların temel faktörü olan Maillard reaksiyonuna katılabilirler (Beckett 2004).

Peynir suyu, sütün peynir mayası aracılığı ile ya da asitlendirme yoluyla pıhtılaştırılmasından ve süzme işlemi sonucunda arta kalan yan üründür. Yeşilimsi sarı renkte olan bu sıvı “peynir altı suyu” olarak tanımlanmaktadır. Peynir yapımında kullanılan sütün yaklaşık % 70-80 kadarı peynir suyuna gitmektedir. Peynir yapımına göre peynir altı suyunun bileşimi değişmektedir.

Peynir altı suyu ayrıca yüksek oranda B ve C vitaminlerini içermekte, bunun yanında B₂ ve laktoflavin peynir altı suyuna yeşil-sarı rengini sağlamaktadır.

Son yıllara kadar ülkemizde peynir altı suyu çoğu kez atık ürün olarak hesap ediliyordu. Hiçbir şekilde değerlendirilmeden atılıyordu. Halbuki peynir altı suyu (PAS) besin değeri bakımından zengin olan bir üründür. Besin maddelerinin kazanılması ile peynir altı suyundan çok yönlü yararlanma mümkündür. Gıda sanayiinde, eczacılıkta, hayvan beslenmesinde kullanılması mümkündür (Demirci ve Şimşek 2004).

PAS artık olarak çevreyi kirletmektedir. Her 1 litre peynir altı suyu için 30000-60000 mg O₂ gerekmektedir. Ülkemizde peynir altı suyu birkaç tesiste değerlendirilmektedir. Büyük çoğunluğu atılmaktadır. Halbuki besin değeri bakımından üstün olan ürünün artık olarak değil de tüketime kazandırılması gerekmektedir.

Peynir altı suyunda % 0,8 protein bulunmaktadır. Sütün toplam proteinin %20'sini oluşturur. Peynir altı suyu proteinleri besleme fizyolojisi bakımından üstün olan proteinlerdir. Biyolojik değerliliği 124'ün üzerindedir. Halbuki sütün biyolojik değerliliği 88 ve peynirin ise 73'tür (Demirci ve Şimşek 2004).

Bu çalışmada sütlü çikolata yapımında peynir altı suyu protein konsantratu (WPC) kullanılarak; süt endüstrisinin besin değeri açısından önem taşıyan yan ürününün alternatif bir alanda değerlendirilmesi ve sütlü çikolatanın besin değerinin artırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla; sütlü çikolataların hazırlanmasında, süttozu ile birlikte belli oranlarda WPC ilave

edilerek ürünün fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri ile duyuşal bakımdan kabul edilebilirlik durumunun tespiti amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çikolata, şeker ve kakaodan gelen ince partiküllerin yağ fazı içerisinde %70 oranında dispersiyon oluşturduğu yarı katı bir süspansiyondur. Kakao, dünyada yaygın üretimi olan küçük, yassı ve düz Forastero cinsi tohumlardan üretilen Theobroma cacao meyvesinin tohumlarından elde edilmiştir. Diğer cinslerden Criollo nadir üretilirken, Criollo ve Forasteronun hastalıklara dirençli hibriti olan, aromalı tohum olarak kabul edilen Trinitario dünya üretiminin %3'ünü oluşturmaktadır (Awua 2002). Ticari adıyla ana veya dökme kakao olan Forastero Batı Afrika ve Brezilya'da üretilmektedir. Criollo (aromalı kakao) ise Orta ve Güney Amerika'da yetiştirilmektedir. Günümüzde dünya kakao üretiminin %70'den fazlası Batı Afrika'dadır (Amoye 2006).

Birinci çikolata kategorileri olan siyah, sütlü ve beyaz çikolatalardır ki bunlar farklı kakao kitlesi, süt yağı ve kakao yağı oranına sahiptirler. Bunun sonucunda protein, yağ ve karbonhidrat oranları da çeşitlenmektedir. Çikolata üretim prosesi müşteri tercihleri ve firma deneyimlerinin çeşitliliği nedeniyle değişmektedir (Awua 2002, Beckett 2000, Whitefield 2005).

Çikolatanın tipik makro besin kompozisyonu Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Çikolatanın Tipik Makro Besin Kompozisyonu (Food Standards Agency 2002).

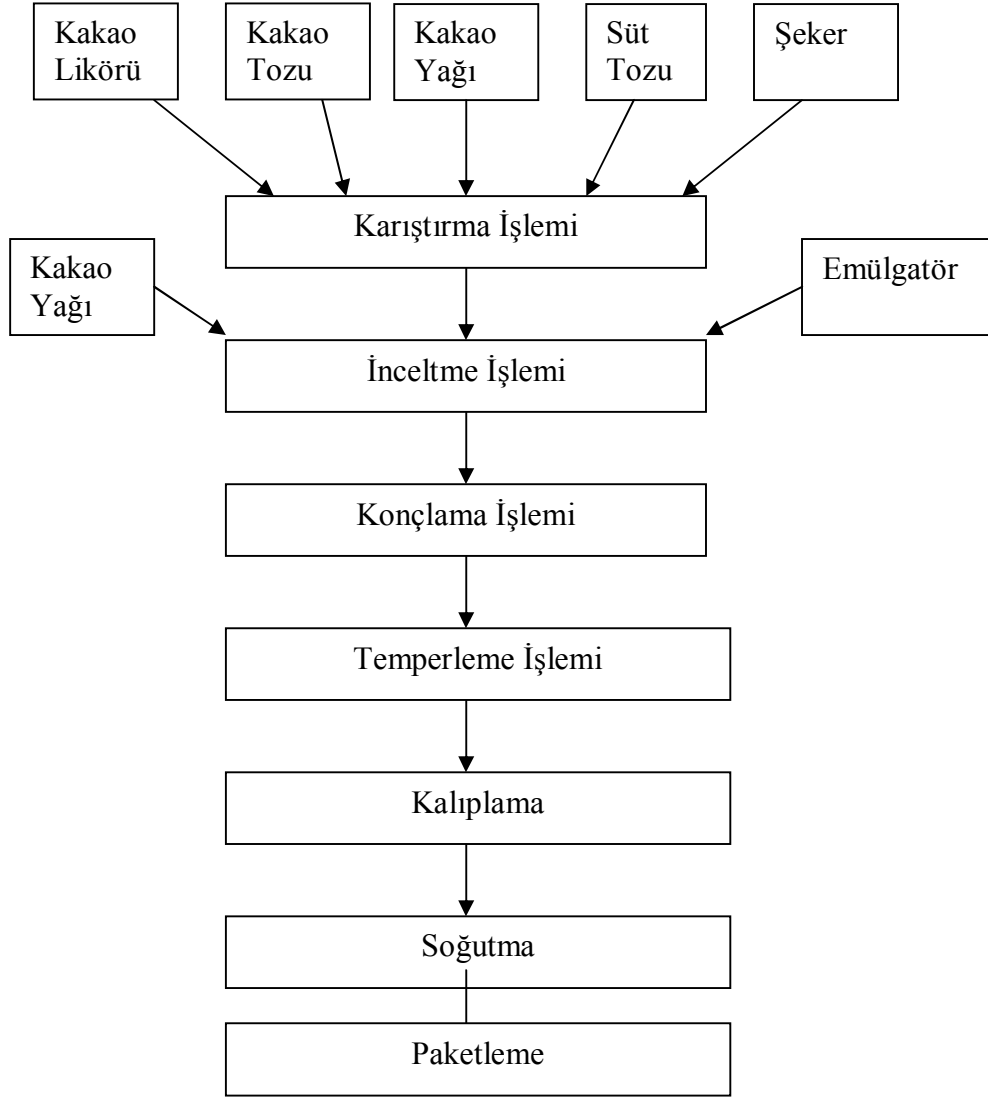
	100 g için besinler				
	Protein, g	Yağ, g	Karbonhidrat, g	Enerji	
Çikolata çeşidi				kcal	kJ
Bitter	5.0	28.0	63.5	510	2137
Sütlü	7.7	30.7	56.9	520	2177
Beyaz	8.0	30.9	58.3	529	2212
Süslü ve dolgulu	4.9	21.3	62.9	447	1878

Duyusal karakteristiklerinin merkezini, erime özellikleri ve ağızda dağılım hissini etkileyen sürekli faz olan yağ kompozisyonu etkilemektedir. Çikolatada doymuş trigliseridlerden baskın olanlar stearik (%34) ve palmitik (%27) yağ asitleri, tekli doymamışlardan oleik (%34) asittir. Çikolata ortam sıcaklığı 20-25°C'de katılaştırırken, ağızda 37°C'de eriyerek katı partiküllerin süt yağı ve kakao yağı içerisinde süspansiyon oluşturması ile istenilen ağızda erime hissini vermektedir (Beckett 1999, Whitefield 2005). Ağızdaki epitel doku yumuşaklık derecesine oldukça duyarlıdır ki bu istenilen yumuşaklık derecesi yağ kristallerinin formuna bağlıdır (Afoakwa ve ark. 2007).

Yüksek şeker ve yağ içeriğinin aksine çikolata tüketimi, insan beslenmesi açısından vücuda gerekli olan antioksidanları ve polifenollerden epikateşin, kateşin ve bilhassa prosiyanidin gibi flavonoidleri içermesi ile önemli fonksiyonlara sahiptir. Beyaz çikolatalar siyah ve sütlü çikolatalardan kakao nibindeki (kabuk) antioksidanları içermemesi nedeniyle farklıdır ve bu farklılık ürünün raf ömrünü azaltmaktadır (Beckett 1999, Whitefield 2005). Ayrıca çikolata spesifik olarak potasyum, magnezyum, bakır ve demir gibi mineralleri de içermektedir (Holland ve ark. 1991). Çikolatadaki duyuşal farklılıklar kullanılan farklı çeşitlerdeki kakaoların etkisinden ve diğer bileşenlerin oranları ve çeşitlerinden, süttozu yerine milk crumb (kakao likörü, şeker, süt kuru maddesi ve bazen kakao yağı ilavesiyle oluşan bir kombinasyon) kullanımından , karıştırma tekniklerinin ve üretim prosesinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Spesifikasyonlar çikolatanın çeşidine ve planlanan kullanımına bağlıdır (Jackson 1999).

Çikolata üretim prosesi genellikle çikolata hamurunun karıştırılması, inceltmesi ve konçlanması gibi ortak özellikler taşımaktadır. Sonuç olarak son üründe modern şekerlemede istenen yumuşak tekstür ve duyuşal değerlendirmede kumsu yapının eliminasyonu aranmaktadır (Afoakwa ve ark. 2007).

Çikolata çeşidine bağlı olarak kakao likörü, şeker, kakao yağı , süt yağı ve süttozu içermektedir. Şeker, süt kuru maddesi ve kakao likörü karışımının yağ içeriği %8-24 arası değişmekte ve 2'li veya 5'li silindir kullanılarak yapılan inceltme ile de partikül büyüklüğü 30 mikronun altına düşmektedir (Beckett 1999, 2000).



Şekil 2.1. Çikolatanın üretim aşamaları (Afoakwa ve ark. 2007)

Son partikül büyüklüğü reolojik özellikler ve duyu özellikleri etkilemektedir. 5'li silindir dikey sıralanmış 4 silindirik boşluktan oluşmuştur, silindir içi su akışı ile sıcaklık kontrolü sağlanmaktadır ve hidrolik basınç ile bir araya getirilmiştir. İnce film şeklindeki çikolata, hızları artan silindirler tarafından çekilmekte ve incelerek yukarı silindirlere taşınmakta ve bıçak tarafından kazınarak yüzeyden alınmaktadır. Silindirik kesme yöntemiyle parçalanmış katı partiküller yağ ile kaplanarak yeni yüzey kazanmakta ve kakao bileşiminden uçur aromaları absorblanmaktadır.

Sütlü çikolatanın tekstürü 65 mikron üzeri partiküllerin dağılımı ile gelişmektedir. Her ne kadar ürün ve bileşimi etkilese de bitter çikolatada optimum partikül büyüklüğü 35 mikronun altındadır (Awua, 2002). Özet olarak inceltme prosesi, sadece partikül büyüklüğünün azaltılması üzerine etki etmemekte aynı zamanda toprakların kırılarak partiküllerin dağılımına ve sürekli yağ fazı ile kaplanmasını da sağlamaktadır (Afoakwa ve ark 2007). Sonra inceltmiş karışım konça yüklenmekte, konçlama prosesi ile viskozite gelişimi ve son aroma ve tekstür gelişimi sağlanmaktadır. Bu aşama çikolata hamurunun son aşamasıdır. Normalde konçlama çikolatanın 50°C'nin üzerinde birkaç saat karıştırılmasıyla gerçekleştirilir (Beckett 2000). Konçlamanın başlangıcında nem, istenmeyen uçar aromaların yok edilmesi ile azalır ve sonrasında dispers ve sürekli faz arasındaki etkileşimle ilerler. Konçlama süresi ve sıcaklığı ürüne göre değişir, genellikle milk crumb kullanımında 49-52°C'de 10-16 saat, süttozu kullanımında 60°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda 16-24 saat yapılmaktadır. Siyah çikolatada süttozu kullanımında ise sıcaklık 70 -82°C'ye ulaşmaktadır. Yağlı süttozu kullanımı yerine yağsız süttozu ve susuz tereyağı kullanımında 70°C'nin üzerindeki sıcaklıklar kullanılmalıdır (Awua 2002). Çikolatada uygun viskozite için konçlamanın sonuna doğru ve temperleme öncesinde ince kitleye kakao yağı ve lesitin eklenir (Beckett 2000, Whitefield 2005).

Kakao yağı likid yağın nasıl katılaşacağı üzerine etkili olan yağ asidi kompozisyonu ile trigliserid bileşiminin fonksiyonu gibi farklı polimorfik formda kristalize olabilir (Awua 2002). Kakao yağı 6 poliformik yapıya sahiptir; başlıcaları α , β ve β' 'dir. β olan form V iyi temperlenmiş çikolatada parlak görünüm vermek, iyi kırılabilirlik ve yapı vermek ve yağ göçü direncini arttırmak için en çok istenen formdur (Beckett 2000).

Polimorfik form proses şartları tarafından belirlenmiştir. Kristalize yağ asidinin çiftli veya üçlü zincir formunda olması trigliserid bileşimi ve pozisyonel dağılımına bağlıdır. Kristalize Form IV kristalleri çiftli zincir formunda iken Form V kristalleri üçlü zincir sistemine sahiptir ki bu zincir paketlerinin yakınlaşmasına olanak sağlarken aynı zamanda yüksek termodinamik stabilite sağlar. Değişken düşük polimorfik formlar (Form II ve III) yüksek erime noktasına sahip daha düşük hacimde ve zincir paketleri yakın olan stabil formları dönüştürür. Bu değişiklikler tüm çikolata çeşitlerinde gözlenmiştir. Görünüş ve istenmeyen yağ göçü formasyon oranı poliformik formların nisbi stabilitesine ve sıcaklığa bağlıdır (Talbot 1999). Çikolata için kabul edilebilir poliformik form çok önemlidir ve çikolatanın renk , sertlik, işleme, son mamül ve raf ömrü karakteristiklerini etkilemektedir (Afoakwa ve ark. 2007).

Temperleme küçük miktardaki trigliseridlerin ön kristalizasyon aşamasını kapsar. Kristallerin %1-3'ü yağın doğru formu kazanması için çekirdek formu kazanır. Temperlemede 4 anahtar aşama vardır; erimenin tamamlanması (50°C), kristalizasyon noktasına soğutma (32°C), kristalizasyon (27°C), stabil olmayan kristallerin stabil forma dönüşümü (29-31°C)'dür (Talbot 1999).

İyi temperlenmiş çikolata aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- İyi görünüş ve renk
- Parlaklık
- Kalıpta büzülme
- Stabil ağırlık kontrolü
- Stabil ürün
- Sertlik ve yüksek ısıl direnç (paketlenme süresince azalmış parmak izi)
- Uzun raf ömrü

Süt yağı moleküllerinin kristal formasyonu üzerine etkisinden dolayı sütlü çikolatada temperleme prosesi bitter çikolataya göre farklıdır (Haylock ve Dodds 1999). Sütlü çikolatanın tereyağı içermesi ötektik etkiye (azami erime kabiliyeti) neden olurken, bu bloom (yağ göçü) formasyonuna engel olur, düşük erime noktasının sonucu olarak tekstürün yumuşaması ve temperleme prosesinde düşük sıcaklıkta (Sade çikolata için 34,5°C ile kıyaslandığında 29,4°C civarı) kristal oluşumu gözlenmiştir (Talbot 1999, Whitefield 2005).

Partikül büyüklüğü dağılımı çikolatanın akış parametreleri üzerinde ana belirleyici faktörken duyuşsal algılamayı da direkt etkiler (Afoakwa ve ark 2007).

Beckett (2000) büyük partiküllerin ağızda kumsu yapının hissedilmesinde önemli etken olduğunu, küçük partiküllerin ise çikolatanın akış özelliklerini etkilediğini çalışmaları sonucunda gözlemlemiştir. Genellikle, partikül büyüklüğü Avrupa ülkelerinde 15-20 mikron , Kuzey Amerika'da 20-30 mikron olarak tanımlanmıştır (Jackson 1999).

Partikül büyüklüğü dağılımı optimizasyonu ile çikolatadan istenen damak zevki hazı sağlanmaktadır. Mesela partikül büyüklüğünün maksimum 30 mikron olması ile veya üründe kumsu kaba tadın olması ile ağızda algılama farklıdır. Partikül büyüklüğü dağılımı tekstür kadar viskoziteyi de etkiler. Partikül büyüklüğü maksimum 20 mikron olan çikolata maksimum 30 mikron olandan daha kremi bir tada ve tekstüre sahiptir. Partikül büyüklüğü dağılımı akış prosesi üzerine etkin rol oynarken bu genellikle deneyimsel bilgilerle sınırlı kalmıştır (Beckett 2000).

Çikolata viskozitesi genellikle kakao yağı ve pahalı viskozite modifiye ediciler (soya lesitini gibi yüzey aktif bileşenler) kullanılarak kontrol edilir. İnce partiküllerin çikolatada duyu özellikleri geliştirdiği bilinir (Ziegler ve ark 2001), fakat plastik viskozite ve yüzey gerilimi kakao yağı ile etkileşen partiküllerin yüzey alanının artması ile artmaktadır (Mongia ve Ziegler 2000). Partikül büyüklüğü dağılımının optimizasyonunun başlıca yararı viskozite modifiye edicilerin azaltılması ve prosesin kontrolünün tahmin edilebilirliğidir (Afoakwa ve ark 2007).

Kakao nibi %55 yağdan oluşur ki bu yağ çikolatanın %30'unu oluşturur. Kakao yağı trigliseridleri 1,3 pozisyonunda doymuş yağ asitlerine ve 2 pozisyonunda oleik aside sahiptir. Yağ asidi bileşimi %35 oleik asit, %34 stearik asit, %26 palmitik asit şeklindedir ve bununla beraber polar lipidler, steroller ve tokoferoller de içerir ve bunların her biri yetiştirme şartları ve orijinine bağlıdır (Talbot 1999). Basit trigliserid kompozisyonuna sahip çikolatada erime sıcaklığı aralığı 23-37 °C'dir. Form V (β_2) yağ kristali formu iyi temperlenmiş çikolata üretiminde baskın ve istenilen yağ kristali formudur (Beckett 2000, Whitefield 2005).

Şeker çikolatadaki diğer aroma bileşenlerine nazaran etkisiz bileşen olarak farz edilir ve sadece tatlılık verir. Şeker oranındaki %1-2'lik değişiklik fiyat ve diğer ekonomik faktörler üzerine çok etkilidir ve %5'lik değişim aroma üzerinde hissedilir oranda değişiklik yapar (Beckett 1999). Çikolatada %50'ye kadar ince kristal sakkaroz kullanılmaktadır (Krüger 1999). Süt kuru maddesi içerisindeki laktoz amorf form içerisinde düşük oranda süt yağı içinde camsı görünümde yer alır (Beckett 2000), çikolatanın aromasını ve akış özelliklerini etkiler. Laktoz Maillard reaksiyonunda yer alarak esmerleşmeyi artırmaktadır (Bolenz ve ark 2006, Krüger 1999). Monosakkaridler (glukoz ve fruktoz) kurutulması zor olduğu için çikolatada nadir olarak kullanılır. Sonuç olarak, çikolatadaki mevcut nem artışı şeker

partikülleri arasındaki interaksyonu artırır ve viskozite de artar. Dekstroz ve laktoz sütlü çikolatada sakkaroz yerine başarı ile kullanılabilir (Bolenz 2006, Müller 2003).

Suda çözülmüş şeker partikülleri gibi çikolataya likid süt yerine %12-15 oranında süt kuru maddesi eklenebilir. Süt yağı trigiliserid kompozisyonunda doymuş yağ asitleri baskındır; her ne kadar yeterli miktarda kakao yağında bulunan ana yağ asitlerinden palmitik, stearik, oleik asidi içerse de farklı kristal yapı sergiler (Haylock ve Dodds 1999). Süt yağının büyük kısmı likittir, %15-20'si katıdır, yumuşak tekstür verir ve toplam yağ içeriğinin %30'unu oluşturur (Germen ve Dillard 1998), fat bloom (yağ göçünü) inhibe eder. Süt yağı oksidasyona eğilimlidir ve raf ömrünü etkiler (Haylock ve Dodds 1999).

Süt proteinleri çikolatada istenilen kremli yapı için eklenir, %80 kazein ve %20 peyniraltı suyu proteinleri içerir. Kazein fraksiyonu yüzey aktif bileşen olarak etki gösterir, çikolatanın viskozitesini azaltır. Peyniraltı suyu proteinleri ise aksine viskoziteyi artırır (Haylock ve Dodds 1999). Yağsız sütün ve yağlı sütün eklenmesi ile süt kurumaddesi ısıl işlem ve kurutma şartlarına bağlı olarak aroma, tekstür ve likid akış özelliklerine katkıda bulunur. Süt yağı, yağsız sütün ile karıştırıldığında kakao yağı ile reaksiyona girmek için serbest haldedir; fakat yağlı sütte güçlü bir şekilde bağlı haldedir. Yağsız sütün, kakao yağını yaymak için yumuşatır (Haylock ve Dodds 1999), ve süt kuru maddelerinin chocolate crumb (çikolata zerresi) şeklinde ilave edilmesi Avrupa ülkeleri tarafından tercih edilmektedir. Chocolate crumb kakao likörünün şeker-süt kitlesi ile karıştırılmasıyla ve vakumda kurutulmasıyla geliştirilmiştir. Kahverengi renk ve hafif pişmiş aroma ile karakterize edilmiştir. Crumb sütten daha uzun raf ömrüne sahiptir, çikolata likörü gibi doğal antioksidanları, flavonoidleri sağlar (Holland 1991), özellikle ransiditeye karşı stabiliteyi sağlar (Beckett 2000, Haylock ve Dodds 1999). Çikolata aroması crumb proses şartlarına bağlı olarak çeşitlendirilebilir. Peyniraltı suyu tozu ve laktoz tozu bazı çikolata ürünlerinde tatlılığı azaltmak için kullanılabilir. Demineralize peynir altı suyu tozu istenmeyen aroma oluşumundan kaçınmak için tercih edilir (Haylock ve Dodds 1999).

Çikolata, içerisinde şeker olan sürekli yağ fazına sahiptir; hidrofilik ve lipofobik etkiden dolayı birbiri içinde çözünmezler bu nedenle yüzeyleri yağ ile kaplanır. Bu isteyerek oluşmaz ve yüzey aktif ajanların kullanımı yarar sağlar ve istenilen akış özellikleri sürdürülürken çikolatanın yağ bileşimi azaltılır. Gum, lesitin, çözülebilir polisakkaridler gibi

doğal sürfaktanların veya karboksi metil selüloz gibi sentetik sürfaktanların seçimi son üründeki fonksiyonuna bağlı olarak değişir (Schantz ve Rohm 2005).

Lesitin soya yağı üretiminin bir yan ürünüdür (Minifie 1989). Çikolatada ham lesitin en çok yüzey aktif bileşenin (oleik C18:1 ve palmitik asit C 16:0) fosfatidilkolin olduğuna inanılır (Vernier 1998). Lesitin eklenmesi ile yield value (akmaya karşı direnç) ve plastik viskozite büyük oranda değişir, %0,1-0,3 oranında eklenmesi ile çikolatanın viskozitesi azaltılır, yüksek nem seviyesine tolerans artar. %0,5'den fazla eklenmesi durumunda ise plastik viskozite düşmeye devam ederken yield value artar (Chevalley 1999, Rector 2000, Schantz ve Rohm 2005). Yield value'nin artması ile sürekli yağ fazı içine misel yapının bağlanması sonucu şeker etrafında çoklu katman oluşur ki bu akışa engel olur. Alternatif olarak, sürekli fazın içinde misellerin formlarını değiştirmek ve tamamen kaplanmış şeker partikülleri ile etkileşim sık sık yield value'yı artırır (Vernier 1998). Kalınlık partikül büyüklüğü dağılımına bağlıdır, küçük partiküller şeker yüzeyini kaplamak için daha fazla lesitine ihtiyaç duyarlar. Lesitin sadece %1 oranında eklenebilir fakat çikolatadaki kakao ve sütte de az miktarda surfaktant mevcuttur (Afoakwa ve ark. 2007).

Erimiş çikolatanın nem içeriği genellikle %0,5-1,5 arasındadır, kakao kuru maddesinden gelir ve bu çikolata akışını etkilemez. Yüksek nem içeriğine sahip şeker partiküllerinin topaklanması ile kumsu ve topaklı bir yapı oluşur, şeker partiküllerinin yüzeyindeki nem sürtünmeyi ve mutlak viskoziteyi artırır (Afoakwa ve ark 2007). Beckett (2000)'ın belirttiği gibi konçlama sonunda her %0,3'lük nem azalışında üretici ekstra %1 yağ eklemelidir, çünkü yağ açık farkla çikolatadaki en pahalı majör bileşendir, bu fazla serbest suyun mümkün olduğu kadar uzaklaştırılması açısından önemlidir. %3-4 su çikolatada viskozite ve yield value'yi fark edilir oranda artırır (Chevalley 1999), viskozite %20 kadar artar, nem artışı ile su içeren faz meydana gelir (Beckett 2000).

Fiziksel özellikler, reolojik davranışlar ve çikolatanın duyuşsal algılanması proses teknikleri, partikül büyüklüğü dağılımı ve ingredient kompozisyonundan önemli ölçüde etkilenir. Çikolata tekstürü, katı partikül büyüklüğü dağılımı ve bileşen kompozisyonunun geliştirilmesi fiziksel özelliklerin, reolojik davranışların ve çikolatanın duyuşsal özelliklerinin modifikasyonunu düzenler. Son zamanlarda çikolata kalitesi üzerine yapılan birçok çalışma çeşitli proses stratejileri ve ingredient bileşimi kullanılarak yapılmıştır (Afoakwa ve ark 2007).

Çikolatanın en popüler çeşidi sütlü çikolatadır, ve süt ingredientleri tüketicilerin istediği özellikleri ve tat profilini sağlamakta önemlidir. Ayrıca süt ingredientlerinin çikolata prosesi üzerine önemli etkileri vardır. Süt ingredientlerinin çikolata prosesi ve sütlü çikolatanın duyu özellikleri üzerine etkisini anlamak süt ve süt ingredientlerinin en önemli özelliklerinden bazılarını sırayla anlamayı gerektirmektedir (Beckett 2004).

Süt, gıda endüstrisinde kullanılan en kompleks hammaddelerden biridir. Tipik bir yağlı sığır sütü yaklaşık %3,4 protein, %4,6 yağ, %4,7 laktoz ve %0,7 mineral maddelerden oluşan yaklaşık %13,5 katı madde içeriğine sahiptir. Bu geniş kategori içinde, özellikle proteinler ve yağlar için daha fazla farklılaşma seviyeleri vardır (Beckett 2004).

Süt proteinleri kazeinler ve peynir altı suyu proteinleri olarak sınıflandırılabilirler. genellikle sütte sırasıyla 5:1 oranında bulunurlar. Laboratuvar teknikleri bu grupları daha ileri boyutta ayırabilmektedir. Sütteki minör proteinlerin biyoaktif fonksiyonu hala tam olarak belirlenmemiştir ve süt ingredientlerindeki etkisi hala net değildir. Süt proteinleri en kaliteli protein kaynağıdır (Beckett 2004).

Süt yağı trigliseridlerin (triacilgliseroller) ve diğer minör lipid bileşenlerinin kompleks bir karışımıdır. Süt yağında trigliseridler, önemli minör bileşenler olan fosfolipidler, digliseridler (diacilgliseroller) ve sterollerle ürünün %98'den fazlasını oluşturmaktadır (Beckett 2009). Dehidre olmuş sütün ikinci en büyük bileşenidir ve sütlü çikolataya karakteristik tekstür ve aromasını vermede elzemdir. Ayrıca kırılırken çıkan çıt sesini değiştirir ve büyük yağ kristallerinden oluşan ve yağ çiçeklenmesi (fat bloom) olarak bilinen, çikolatanın üzerinde beyaz tozlu yüzey oluşumunu engelleyebilir. Sıvı çikolatada ne kadar çok yağ varsa tatlıların yapımında ve ağızda o kadar daha kolay akar. Ayrıca oldukça pahalıdır, bu nedenle üretici yağ kullanımını en iyi şekilde yapmalıdır (Beckett 2004).

Laktoz ya da süt şekeri, glukoz ve galaktoz monosakkaritlerinden oluşan bir disakkarittir. β -galaktozidaz enzimi kullanılarak kendisini oluşturan şekerlere hidrolize olabilmektedir. İndirgen şeker olarak laktoz, ya kendisi ya da kendisini oluşturan monosakkarit bileşenleri hidrolizden sonra proteinlerle Maillard reaksiyonlarına uğrayabilirler. Bu reaksiyonların ürünleri çoğu gıdaların özelliklerine önemli bir katkı sağlayabilir, bu durumda sütlü çikolatada nefis karamel belirtileri oluşur (Beckett 2009).

Mineraller sütte en az bulunan bileşenlerdir, bununla birlikte, süt kalsiyum ve potasyum gibi önemli besinsel değeri olan minerallerin mükemmel kaynağıdır. Sütte önemli miktarda bulunan diğer mineraller sodyum, fosfor ve magnezyumdur (Beckett 2009).

Süttozu sütlü çikolatanın ana ingredientlerinden birisidir (formülasyonda yaklaşık %20 oranında kullanılır). Çikolatanın duyuşal profilini (tat, yapı) belirler ve erimiş çikolata kütlesinin prosesteki davranışını ve akış özelliklerini etkiler. Sonucusu şekillendirme ve kaplama açısından çikolata üreticileri için önemlidir. Erimiş sütlü çikolata kütlesinin akış özellikleri, inceltmiş şeker, süttozu ve kakao çekirdeği partikülleri içeren konsantre lipofilik bir süspansiyon, katı maddelerin özelliklerinden fazlasıyla etkilenmektedir. Özellikle, çikolata kütlesinde belli bir katı ağırlık yüzdesi için pürüzsüz yüzeye ve yüksek yoğunluğa sahip katı maddeler viskoziteyi düşürmektedir. Çikolatanın inceltmesi süttozu partiküllerinin parçalanmasına neden olmaktadır. Kalan parçacıkların yüzeyinde yağ globüllerinin ve hava boşluklarının parçalanması sonucunda gözenekler oluşur (Franke ve ark. 2002).

Peyniraltı suyu sütün çözülebilen fraksiyonudur. Kazein ya da peynir üretimi sırasında kazeinden ayrılan protein, mineral ve laktoz açısından zengindir. Rennet-koagule kazein ya da peynirden üretilen peyniraltı suyu tatlı peyniraltı suyu ya da peynir peyniraltı suyu olarak adlandırılırken, mineral ya da laktik asit-koagule kazeinden üretilen peynir altı suyu ise asit peyniraltı suyu olarak adlandırılır. Peyniraltı suyu protein ürünleri farklı peyniraltı suyu tiplerinden üretilmektedir ve protein, mineral, lipid ve laktoz konsantrasyonlarıyla ilgili olarak çeşitlilik göstermektedir. En önemli ticari peyniraltı suyu protein ürünleri ~%85'e varan protein içeriği ile peyniraltı suyu protein konsantratları (WPCs) ve ~%95 protein içeren peyniraltı suyu protein izolatlarıdır (WPIs) (Morr ve Ha 1993).

Peynir suyunda % 0.8'e yakın protein vardır. Bu proteinler laktoalbumin ve laktoglobulindir. Bunlara serum proteinleri denir ve biyolojik değeri son derece yüksektir (Kamer ve ark. 1997).

Peynir suyundaki proteinlerin çoğunluğu sıcaklıkla pıhtılaşan proteinler olduğu için, genelde peynir altı suyunun yüksek sıcaklık uygulamasına maruz bırakılmasıyla koagule edilirler. Öncelikle peynir suyunun pH değeri 4.4-4.8 e ayarlanır. Sonra 90-95°C'a ısıtılır ve 30-35 dakika tutulur. Sıcaklıkla çöken protein, süzme torbalarına aktarılıp, preslenir. Sonuçta kurumadde oranı en az % 20 olan laktoalbumin elde edilir. Bu ürün taze olarak tüketilebildiği

gibi, % 3-5 oranında tuzlanarak tenekelere doldurulup, soğuk hava depolarında şoklanabilir, ayrıca kurutulup, öğütülüp daha sonra plastik astarlı kağıt ile ambalajlanabilir (Kamer ve ark. 1997).

Peynir suyu proteinlerinin elde edilebilmesi için ultrafiltrasyon yöntemi en çağdaş yöntemdir. Basınç altında uygulanan membranlar yardımıyla proteince zengin bir fraksiyon (retentat) ve fakir bir fraksiyon (permeat) ayrılabilir. Retentat kurumaddesindeki protein oranı % 70' in üzerindedir. Bu konsantrat bebek maması üretiminde, diet ürünlerin üretiminde, çeşitli gıdaların proteince zenginleştirilmesinde, köpüklü süt ürünlerinde kullanılmaktadır (Kamer ve ark. 1997).

Karboksi metil selüloz (CMC) ile de proteinlerin ayrılması söz konusudur. Bu yöntemde serumun pH' sı HCl ile 3.2' ye düşürülür ve seruma yine pH' sı 3.2 olan ve %0.25 sulu çözeltisi hazırlanmış CMC katılır. Bu solüsyon santrifüj edilir ve ilk fraksiyon ayrılır. Geriye kalan kısmın pH' sı 7.5-8' e ayarlanır ve santrifüjlenir, burada da ikinci fraksiyon ayrılır. Birinci fraksiyonda proteinlerin yaklaşık %90' ı alınabilmektedir. Ayrıca seruma Fe çözeltisi katılmasıyla proteinler demirle bir bileşik oluşturup çöktürülürler ve SO₂ ile işlendikten sonra Fe iyonların yer değiştirilmesiyle proteinler ayrılabilirler. Alkoller de peynir suyu proteinlerinin çöktürülmesinde önemlidir. Bunlardan bazıları metanol, etanol, n-propenol, n-bütanol olup, en iyi sonucu etanol verir. Alkol yardımıyla çöken proteinler kryokonsantrasyonla ayrılır (Kamer ve ark. 1997).

Peynir üretiminde bir yan ürün olan peynir altı suyu, laktoz, mineraller (örneğin kalsiyum, magnezyum, fosfor), vitaminler, protein olmayan kazein (glikomakropeptit dışında) ve süt yağını iz miktarda içermektedir. Peynir altı suyu proteinlerinin sadece biyolojik değeri diğer proteinlerden farklı olmadığı gibi, özellikle sülfür içeren amino asitleri de (örneğin sistein, metiyonin) içermektedir. Sülfür içeren amino asitler vücuttaki antioksidan peptitlerin düzeyini korumaya yardımcı olmaktadır. Sistein glutatyon'nun biyosentezi için gerekli bir aminoasit, antioksidan, antikarsinojen ve sülfür içeren tripeptitleri stimule eden bir immundur. Diğer protein kaynakları ile karşılaştırıldığında, peynir altı suyu proteinleri kısa zincirli amino asitleri, L-izolösin, L-lösin ve L-valin'i yüksek konsantrasyonlarda içermektedir (Harper 2000, German ve ark 2001).

Çizelge 2.2.'de peynir altı suyu proteinlerinin bileşimi verilmiştir.

Çizelge 2.2. Peynir altı suyu proteinlerinin bileşimi (De Witt 1998).

Protein	Konsantrasyon (g/l süt)
β - Laktoglobulin	3.2
α - Laktalbumin	1.2
Immunglobulin	0.8
Serum Albumin	0.4
Laktoferrin	0.2
Laktoperoksidaz	0.03
Proteaz - pepton	≥ 1

Peynir altı suyu protein konsantrelerinin elde edilmelerinde değişik yöntemler uygulanarak (püskürtmeli kurutma, ters osmoz, ultrafiltrasyon, iyon değişimi gibi) farklı özelliklerde ticari ürünler elde edilmektedir. Bunların başlıcaları;

- Peynir altı suyu tozu (% 13 oranında protein içerir).
- % 35 lik Peynir altı suyu proteini konsantratı.
- % 50 lik Peynir altı suyu protein konsantratı.
- % 80 lik Peynir altı suyu protein konsantratı.
- Laktoalbumin (% 85 – 90 düzeyinde protein içeren özel peynir altı suyu proteini konsantratı).
- Peyniraltı suyu proteini izolatu (% 90 oranında) olarak sıralayabiliriz (Renyad ve Whitehead 1991; De la Fuente ve ark. 2002).

Peynir altı suyunun ultrafiltrasyonu süresince protein içeriği artar, buna karşın WPC’lerde kül ve laktoz içeriği azalır (Gonzales ve ark. 1999).

Peynir altı suyu proteinlerinin teknolojik özelliklerini protein – su, protein – protein, protein – yağ ve protein – gaz fazı etkileşimleri şeklinde belirtebiliriz. Peynir altı suyu proteinlerinin su absorbe ederek şişme, çözünebilirlik, tam karışmayan iki farklı maddeyi bir arada tutmada emülsiyon yapma özelliği, jel oluşturma, viskoelastikiyet, tat ve aroma koruma, lipid bağlama gibi özellikleri bilinmektedir. Britten ve Giroux (2001) sıcaklık etkisiyle şeffaf bir yapı kazanan peynir altı suyu proteinlerinin daha sonra protein agregasyonunun oluşmasının

ardından viskozite artışı sağlandığını ve dalgalar halinde jel meydana geldiğini bildirmişlerdir. Peynir altı suyu protein izolatları ve hidrolizatları lesitinle birlikte kullanıldığı zaman ürünün emülsiyon özelliği artmaktadır. Peynir suyu proteinlerinin modifikasyonu sonucu, daha büyük polimerleri ve daha küçük moleküllü doymuş hidrolizatları veya gelişen soğuk jelatinizasyonla ürünün bilinen özellikleri ile karıştırılıp yeni modifiye gıda ürünleri ortaya çıkartılmaya çalışılmaktadır (Foegeding ve ark 2002, Tarakçı ve Küçüköner 2003).

%80'den fazla protein içeren WPC ürünleri besinsel ve fonksiyonel ingredientler olarak gıda uygulamalarında (bebek gıdaları, sağlıklı gıda ve içecek ürünleri, jel ürünler, dondurulmuş gıdalar) geniş bir alanda kullanılmaktadır. WPC üretiminin ilk yıllarında WPC kullanımı bazı üreticilerden kaynaklanan bileşim ve fonksiyonalitedeki tutarlılık eksikliğinden dolayı sınırlandırılmıştır. Bu ürünlerin bileşim ve fonksiyonalitesindeki çeşitlilik WPC üretiminin yanı sıra, sütün bileşimindeki ve peynir yapımı ya da kazein üretiminde kullanılan proses şartlarındaki farklılıklardan kaynaklanmakta olduğu ifade edilmiştir (Schmidt ve ark. 1984; Morr ve Foegeding 1990; Morr ve Ha 1993). Ayrıca, peynir altı suyu proteinleri ısı uygulamalarına duyarlıdır ve 70 °C'nin üzerindeki ısı uygulamalarında denatürasyon ve topaklanmaya uğrarlar. Protein denatürasyon ve topaklanma derecesindeki çeşitlilikler son ürünün farklı fiziko-kimyasal ve fonksiyonel özelliklerinin sonucudur (de Wit ve ark. 1996, Holt ve ark. 1999).

Peynir altı suyu proteinleri emülsifiye etme, jelleşme, kıvam arttırma, köpürme, su bağlama kapasitesi gibi eşsiz fonksiyonel özellikleri ve mükemmel besin değerinden dolayı gıdalarda ingredient olarak geniş ölçüde kullanılmaktadır. Peynir altı suyu proteinlerinin ana bileşenleri β -laktoglobulin, α -laktalbumin, serum albumin ve immunoglobulinlerdir. Peynir altı suyu protein ingredientlerinin fonksiyonel özellikleri yalnızca onların kompozisyonlarına bağlı değil, onların denatürasyon derecesine de bağlıdır. Proteinler üretimlerinde kullanılan çeşitli basamaklardan kaynaklanan ölçüde denatüre olabilirler (Bryant ve McClements 1998).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak İzi Süt Gıda Mamülleri San. ve Tic. A. Ş. (Konya) firması tarafından üretilen yağlı süttozu ile birlikte %3, %5 ve %10 oranında WPC ilavesiyle üretilen çikolatalar kullanılmıştır.

Araştırmada materyal olarak kullanılan çikolataların üretiminde; şeker, yağlı süttozu (İzi Süt, Türkiye), kakao yağı, kakao kitlesi, peynir altı suyu protein konsantratu (WPC), sade yağ, emülgatör (soya lesitini) ve doğal vanilin aroması kullanılmıştır. Farklı formülasyona sahip çikolata örnekleri A, B, C ve D diye adlandırılmıştır.

Çikolata örnekleri özel bir çikolata işletmesinin üretim ve laboratuvar imkanlarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme Çikolatalarının Yapılışı

Yapılan çalışmada kullanılan tam yağlı süttozunun bazı kimyasal özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tam yağlı süttozunun bazı kimyasal özellikleri

Özellik	Değer
Nem	%3
Yağ	%26,5
Protein	%25

Yapılan çalışmada kullanılan peynir altı suyu protein konsantratının bazı kimyasal özellikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Peynir altı suyu protein konsantratinin bazı kimyasal özellikleri

Özellik	Değer
Nem	%4
Yağ	%0,3
Protein	%80

Örneklerin formülasyonları TS 7800 Çikolata Standardı'na uygun olacak şekilde oluşturulmuştur. Araştırmada kontrol örneği olarak üretilen A örneğinin, %3 WPC ile üretilen B örneğinin, %5 WPC ile üretilen C örneğinin ve %10 WPC ile üretilen D örneğinin formülasyon bilgileri Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Örneklerin formülasyon bilgileri

Ürün	A	B	C	D
Şeker	% 35,7	% 35,7	% 35,7	% 35,7
Kakao Likörü	% 10	% 10	% 10	% 10
Kakao Yağı	% 26	% 26	% 26	% 26
Yağlı Süttozu	% 28	% 23,95	% 21,25	% 14,49
WPC	-	% 3	% 5	% 10
Sade Yağ	-	% 1.05	% 1.75	% 3,51
Soya Lesitini	% 0,2	% 0,2	% 0,2	% 0,2
Vanilya Aroması	% 0,1	% 0,1	% 0,1	% 0,1

Kullanılan WPC oranı arttırıldıkça kullanılan süttozu oranı azalmaktadır. WPC maksimum % 0,4 yağ içermektedir. Bu nedenle ürünlerde kontrol grubuna kıyasla süt yağında azalma görülmektedir. Tüm girdileri sabit tutmak amacıyla toplam yağ miktarında azalma olmaması için WPC kullanılarak hazırlanan örneklere dışarıdan sade yağ ilave edilmiştir. Böylece ürünlerdeki süt yağı ve toplam yağ oranlarının sabit tutulması amaçlanmıştır.

A örneği hazırlanırken reçetede belirtilen miktarlarda şeker, yağlı sütünzo, kakao kitlesinin tamamı ve kakao yağının bir kısmı melanjörde 45°C’de 20 dk süreyle karıştırılmıştır. B, C ve D örnekleri hazırlanırken peynir altı suyu protein konsantratu (WPC) ve süt yağı da bu aşamada ilave edilmiş ve aynı sıcaklık ve sürede karıştırılmıştır.

Elde edilen hamur melanjörden alınıp silindirde 25 µ’un altına kadar inceltme işlemine tabi tutulmuştur. Silindirde inceltmeden sonra konçlama işlemi başlamıştır. Konçlama aşamasında kakao yağının geri kalan kısmı, soya lesitini ve doğal vanilin aroması ilave edilmiştir. Ürünler 50°C sıcaklıkta 12 saat süreyle konçlanmıştır. Konçlamanın ardından ürünler 40 - 45°C’ de 12 saat süreyle dinlendirilmeye alınmıştır.

Daha sonra hazırlanan ürünler temperlenmiştir. Temperleme işleminin ardından ürünlerin kalıplara dolumu yapılmıştır. Kalıplanan ürünler soğutma tünellerinde 8 – 10°C’de 27 dk süreyle soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Soğutma aşamasının ardından ürünler kalıplardan çıkarılıp ambalajlanmıştır.

3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları

3.2.2.1. Viskozite Tayini

Viskozite ölçümlerinde Brookfield viskozimetresi kullanılmıştır. Buna göre beher içindeki 400 g çikolatanın sıcaklığının 40 °C’ye gelmesi sağlanmıştır. Cihazın 6 no’lu spindle’ı seçilmiş ve hız 10 rpm’e getirilmiştir. Spindle beher içindeki örneğe işaretli yerine kadar daldırılmış ve cihaz çalıştırılmıştır. Göstergede sabit bir değere okununcaya kadar beklenmiştir. Sonuç ekranda “cP” olarak okunmuştur (Brook Field DV II Viscometers 1998).

3.2.2.2. Rutubet Tayini

Analiz numunesinden kapsül içine yaklaşık 5 g tartılmıştır. 103°C ± 2°C’daki hava ısıtmalı etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Numunedeki ağırlık kaybından, yüzde rutubet hesaplanmıştır (Anonim 2008).

3.2.2.3. Toplam Yağ Tayini

300 ml'lik bir beher içine sütlü çikolata örneğinden 10 g hassas olarak tartılmıştır. Homojen bir süspansiyon elde etmek için 45 ml kaynar saf su; numune devamlı karıştırılarak yavaş yavaş ilave edilmiştir. 55 ml %25'lik hidroklorik asit çözeltisi ve birkaç tane kaynama taşı konulup, karıştırılmıştır. Erlenin ağzı saat camı ile kapatılıp, kaynayınca kadar yavaş yavaş ısıtılmış ve 15 dakika müddetle çok hafif kaynatılmıştır. Bu müddet sonunda saat camı, 100 ml kaynar su ile beherin içine yıkanmıştır. 15 cm'lik kırmalı (orta gözenekli) süzgeç kağıdından süzölmüştür. Beher, su ile üç kere yıkanmıştır. Yıkama suyu 0,1 N gümüş nitrat çözeltisi ile klorür reaksiyonu vermeyinceye kadar süzgeç kağıdındaki çökeltinin yıkanmasına devam edilmiştir. Islak süzgeç kağıdı ve içindeki numune; yağsız bir ekstraksiyon kartuşu içine yerleştirilmiştir. Kartuş; küçük bir beher içine konularak, 103°C ± 2°C'daki etüvde 6 – 18 saat müddetle kurutulmuştur. Kartuşun ağzı cam yünü ile kapatılmıştır.

250 ml'lik Soxhlet balonu içine birkaç tane cam boncuk atılıp, 103°C ± 2°C'de bir saat tutulmuş, desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulup, tartılmıştır. Kartuş, içindekilerle birlikte Soxhlet cihazına yerleştirilmiş ve kartuşun altı cam boncuklarla desteklenmiştir. Soxhlet cihazındaki eter, 30 defadan az sifon etmeyecek şekilde ısıtma hızı ayarlanarak 4 saat müddetle ekstraksiyon işlemine devam edilmiştir. Soxhlet balonu alınmış ve damıtma cihazında eter ayrılmıştır. 60°C'daki su banyosunda, daha sonra da 103°C ± 2°C'daki etüvde, sabit ağırlığa kadar (yaklaşık 1,5 – 2 saat) tutulmuştur. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartılmıştır. Arka arkaya yapılan iki tartım arasındaki fark %0,5'i geçmeyinceye kadar işleme devam edilmiştir. Toplam yağ miktarı aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır (Anonim 2008).

$$\text{Toplam yağ miktarı (G) \%} = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100$$

Burada;

m_2 = Soxhlet balonunun ekstraksiyondan sonraki kütlesi, g,

m_1 = Boş Soxhlet balonunun (cam boncuk ile) kütlesi, g,

m_0 = Deney numunesi kütlesi, g,

3.2.2.4. Kakao Yağı Tayini

Metodun prensibi;

Sütlü çikolata numunesinde; kakao yağı miktarını analitik olarak doğrudan tayin etmek mümkün olmadığı için; toplam yağ bulunup bundan süt yağı miktarının çıkarılması esasına dayanmaktadır (Anonim 2008).

Hesaplama;

Sütlü çikolatalar için:

$$\text{Kakao yağı (KY)} = \text{Toplam yağ (TY)} - \text{Süt yağı (SY)}$$

3.2.2.5. Süt Yağı Tayini

Sütlü çikolata içindeki süt yağı miktarını bulmak için, numunedeki kakao ve süt yağından başka yağ olmadığı için, çikolatadan elde edilen yağın, kakao ve süt yağının Reichert Meissel sayılarından çikolatadaki süt yağı oranı aşağıdaki bağıntı yardımı ile hesaplanmıştır (Anonim 2008).

$$\text{Çikolatada Süt Yağı Miktarı (\%)} = \frac{C - Y}{X - Y} \times G$$

Burada;

C = Numuneden ekstrakte edilen yağın Reichert Meissel sayısı,

Y = Saf kakao yağının Reichert Meissel sayısı (yaklaşık 0,3),

X = Saf süt yağının Reichert Meissel sayısı (yaklaşık 27),

G = Numunenin toplam yağ yüzdesidir

3.2.2.6. Yağsız Kakao Kütlesi Tayini

Metodun prensibi:

Spektrofotometrik yolla numunede teobromin miktarı tayini ile, teobromin miktarından yağsız kakao kitlesinin hesaplanması esasına dayanmaktadır.

İşlem:

Ekstraksiyon ve durultma: Numuneden 3 g tartılmış ve 300 ml'lik erlene konulmuştur, içine birkaç kaynama taşı konularak erlenin ağırlığı bulunmuş, üzerine 96 ml su ilave edildikten sonra, zaman zaman çalkalamak suretiyle kaynayınca kadar ısıtılmış ve beş dakika hafif kaynar durumda tutulmuştur. Erlen, bunzen beki üzerinden alınmış, üzerine hemen ve devamlı çalkalayarak 4 ml kurşun asetat çözeltisi ilave edilmiştir. Erlen soğutulmuş, dış yüzeyi kurulandıktan sonra yeniden tartılmıştır, sıvı ağırlığı 101 g oluncaya kadar su ilave edilmiştir (4 ml kurşun asetat çözeltisi yaklaşık 5 g ağırlıktadır) ve iyice karıştırıldıktan sonra katlı filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntünün ilk 10 ml'si atılmıştır. Elde edilen ve berrak veya hafif bulanık olması gereken yaklaşık 50 ml süzöntü üzerine 0,5 g katı sodyum bikarbonat konulmuştur, iyice karışması ve kurşun karbonatın çökmesi sağlanmıştır. Yeniden katlı filtre kağıdından süzölmüş ve süzöntünün ilk 10 ml'si atılmıştır. Elde edilen berrak süzöntüden 10 ml alınmıştır ve 100 ml'lik ölçülü balona konulmuştur.

Üzerine 0,5 ml %10'luk hidroklorik asit çözeltisi ilave edildikten sonra karıştırılmış ve balon çizgisine tamamlanmıştır.

Spektrofotometrik okuma

Hazırlanan çözeltinin absorbansı, suya karşılık olmak üzere, 1 cm'lik kuvarz küvet içinde ve 306 nm'de UV spektrofotometre ile okunmuştur (D₁). Daha sonra 260 nm'den başlanarak, azami absorbans değeri (D₂) ve bu değerin okunduğu dalga boyu (yaklaşık 272 nm) okunmuştur.

Hesaplama

Numunedeki teobromin miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuştur.

$$\text{Teobromin \%} = \frac{17.7 (A_2 - A_1)}{m \times V}$$

Numunedeki yağsız kakao kitlesi oranı aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuştur:

$$\text{T Yağsız Kakao Kitlesi (\%)} = \frac{T}{0.0317}$$

Burada;

A_1 = 306 nm'de okunan absorbans,

A_2 = Maksimum dalga boyundaki absorbans,

m = Numune miktarı, g,

V = Süzüntüden alınan miktar, ml,

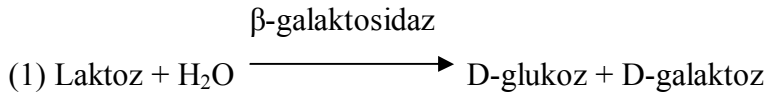
T = Teobromin miktarı (%)'dir (Anonim 2008).

3.2.2.7. Laktoz Tayini

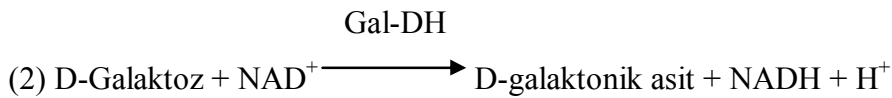
TS 7800 Çikolata Standardı'na göre yağsız süt kuru maddesinin tayini prensibi laktoz tayini esasına dayanmaktadır.

Laktoz tayininin prensibi:

Laktoz, β -galaktosidaz enzimi ve su varlığında pH 6.6'da D-glukoz ve D-galaktoza hidrolize olmaktadır (1).



D-Galaktoz, β -galaktoz dehidrogenaz (Gal-DH) enzimi varlığında pH 8.6'da nikotinamid-adenin dinükleotid (NAD) tarafından D-galaktronik aside okside olmaktadır (2).



2. reaksiyonda oluşan NADH miktarı laktoz ve D-galaktoz miktarıyla tam orantılıdır, NADH'daki artış 334, 340 ya da 365 nm'de ışık absorbansı ile ölçülmektedir (Biofarm 2009).

3.2.2.8. Toplam Şeker Tayini (Sakkaroz Cinsinden)

25 g örnek 250 ml'lik balon jøjeye alınmıştır. Üzerine 150 ml saf su ilave edilmiştir. 5 ml Carrez I ve 5 ml Carrez II çözeltilerinden eklenerek iyice karıştırılmış ve hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Durulmanın gerçekleşmesi için 10 – 15 dk beklenmiştir. Daha sonra çözelti filtre kağıdından süzölmüştür.

Berrak süzütüden 25 ml 100 ml'lik balon jöjeye aktarılmıştır. Üzerine 50 ml damıtık su eklenmiştir. Deneye başlamadan önce su banyosunun sıcaklığı yaklaşık 70°C'ye ayarlanmıştır. Balon jöje içerisindeki süzütünün sıcaklığının en fazla 5 dakika içerisinde 67 – 70°C'a gelmesi sağlanmıştır. 5 ml derişik hidroklorik asit eklenmiş ve 5 dakika sıcak su banyosunda bekletilmiştir. 5 dakika sonunda çözelti derhal çeşme suyu altında soğutulmuştur.

Soğuyan çözeltiye 1-2 damla fenolftalein indikatörü damlatılarak %30'luk KOH çözeltisi ile hafif pembe renk gözlenene kadar titre edilmiştir.

Buradaki harcanan KOH çözeltisinin hacminin önemi yoktur. 100 ml'lik balon jöje hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır.

Ağzı rodajlı 250 ml'lik balonun içerisine 25 ml Luff çözeltisi koyulmuştur. Üzerine son hacmi 100 ml'ye tamamlanan örnekten (inversiyona uğramış örnek) 25 ml eklenmiştir. İçerisine birkaç tane kaynama taşı atılmıştır. Deneyde kaynama süresi önemli olduğu için bu taşlar kaynamanın başlama süresini tespit etmemizde yardımcı olmuştur. Balonlar geri soğutucuya bağlanmıştır. Balonun altına bek alevi yerleştirilerek çözeltinin 2 dakikada kaynaması sağlanmıştır. Kaynamaya başlayınca 10 dakika süre tutulmuştur. Daha sonra balon hızlı bir şekilde su altında soğutulmuştur. 10 ml potasyum iyodür çözeltisi eklenmiştir. Üzerine çok yavaş şekilde 25 ml %25'lik H₂SO₄ eklenmiştir. CO₂ çıkışı nedeniyle köpürme olmuştur. 2 ml nişasta çözeltisi eklenip ayarlı 0,1 N tiyosülfat çözeltisi ile renk krem rengine dönene kadar titre edilmiş ve harcanan tiyosülfat çözeltisi hacmi kaydedilmiştir (A). Harcanan tiyosülfat hacmi 21 ml'den fazla olduğunda 25 ml örnek almadan önce seyreltme işlemi yapılmıştır.

İnversiyon uygulanmadan invert şeker analizinde ise 25 ml Luff çözeltisinin üzerine ilk durultma yapıldıktan sonraki filtre edilen süzütüden 25 ml alınarak yapılmıştır. Harcanan tiyosülfat çözeltisi kaydedilmiştir (B).

Aynı işlemler bir de 25 ml örnek yerine 25 ml saf su kullanılarak yapılmıştır ve harcanan tiyosülfat çözeltisi kaydedilmiştir (C).

Hesaplamalar:

İnversiyon sonrası harcanan tiyosülfat hacmi = C – A ml

İnversiyon öncesi harcanan tiyosülfat hacmi = C – B ml

Şeker miktarı (g/l) = (mg şeker / 1000) x SF

mg şeker miktarı inversiyon öncesi ve inversiyon sonrası harcanan tiyosülfat hacimlerinden yararlanılarak tablodan bulunmuştur.

SF = Seyreltme faktörü yukarıdaki şartlarda hazırlanan numune için 25 g örnek alınarak 250 ml'lik balona koyulmuştur, buradan da 25 ml çözelti alınarak 100 ml'ye seyreltilmiştir. Bundan dolayı 400 çarpanı ile çarpılmıştır (Dokuzlu 2004).

Sakkaroz cinsinden şeker miktarı (g/l) = (inversiyondan sonraki şeker miktarı - inversiyondan önceki şeker miktarı) x 0,95

3.2.2.9. Protein Tayini

Blendırdan geçirilip öğütülmüş olan çikolatalardan 1 g örnek tartılmıştır. Tartılan örnek balona konulmuş 0,1 g selenyum dioksit, 0,5 g toz bakır sülfat, 5 g potasyum sülfat ve 20 ml sülfürik asit ilave edilmiştir. Balon eğik pozisyonda yerleştirilmiş ve yavaş ateşte köpürme sona erene kadar yavaşça ısıtılmıştır. Gerekliğinde köpürmeyi azaltmak için az miktarda parafin eklenmiştir. Solüsyon berraklaşınca kadar ve sonrasında en az 30 dk. hızlı bir şekilde kaynatılmıştır. Ardından soğutulmuş, yaklaşık 200 ml su ilave edilmiş, bir kere daha soğutulmuştur. Patlama ve köpürmeyi önlemek için biraz sünger taşı ve az miktarda parafin ilave edilmiştir. Çalkalamadan 50 ml sodyum hidroksit solüsyonu ilave edilmiştir. Balon derhal, ucu toplama balonundaki 25 ml borik aside batırılmış olan kondensatörün ucundaki sıçratma başlığına bağlanmıştır. Kondensatörün ucu NH₃ kayıplarını önlemek için yeterince derine batırılmıştır.

İçindekileri iyice karıştırmak için balon kendi eksenini etrafında döndürülmüştür. Sonra NH₃'ün hepsi borik asit içeren titrasyon balonuna distile olana kadar (en az 150 ml distilat) ısıtılmıştır. Amonyak, indikatör kullanılarak hidroklorik asit ile titre edilmiştir (ICC 1994).

Hesaplama:

$$\text{Ham protein} = \frac{(V_2 - V_1) \times 14,008 \times F \times 100 \times 6.25}{W}$$

V_2 = Örnek için harcanan HCl sarfiyatı, ml

V_1 = Kör deneme için harcanan HCl sarfiyatı, ml

F = HCl'nin faktörü, 0,1 N

W = Örnek ağırlığı, mg

3.2.2.10. Kül Tayini

600°C'a kadar ısıtılmış, üzeri saat camı ile kapatılarak desikatörde soğutulmuş ve sabit tartıma getirilmiş; sabit tartımı belli olan 25 ml'lik bir platin kapsüle analiz numunesinden 5 g örnek tartılmış ve kül fırınına konularak, fırın ısısı yavaş yavaş 600°C'a yükseltilmiştir. 600°C'daki fırında 4 saat bekletilmiştir. Platin kapsül fırından alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulup içindeki kül %96'lık etil alkolle rutubetlendirilerek su banyosu üzerinde kurutulmuştur. Birer saat aralıkla iki tartı arasındaki fark 1 mg'dan az oluncaya kadar 600°C'daki fırında yakma işlemine devam edilmiştir. Tamamen kül haline gelmiş olan numune saat camı ile kapatılıp, desikatörde soğutulmuş ve hemen tartılarak numunedeki % kül miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Anonim 1990).

$$\text{Toplam Kül Miktarı \%} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

m_2 = Boş kapsül kütlesi + kül, g

m_1 = Boş kapsül kütlesi, g

m = Deney numunesi kütlesi, g

3.2.3. Mikrobiyolojik Analiz Metotları

3.2.3.1. Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı

Toplam Canlı Bakteri sayımında tartılarak 10 g örnek alınmış ve stomacher poşetinde 90 ml %0,1'lik peptonlu su eklenerek homojenize edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan 10^{-1} 'lik dilüsyondan 10^{-2} 'lik dilüsyonlar hazırlanmıştır. Her bir dilüsyon için ikişer adet steril petri kabı alınmıştır. 10^{-1} 'lik ve 10^{-2} 'lik seyreltiden 1'er ml alınarak petri kaplarına aktarılmıştır. Her petri kabına $44^{\circ}\text{C} - 47^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki yaklaşık 12 – 15ml Plate Count Agar (PCA) dökülmüştür. Petri kapları dikkatlice döndürülerek karıştırılmıştır ve petri kapları soğuk yatay bir zemin üzerinde bekletilerek karışım katılaşmaya bırakılmıştır. Hazırlanan petri kapları ters çevrilmiştir ve $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'taki inkübatörde $72\text{h} \pm 3\text{h}$ süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda gelişen koloniler sayılmış ve dilüsyon faktörü ile çarpılarak gerçek bakteri sayısı hesaplanmıştır (Anonim 2004).

3.2.3.2. Koliform Bakteri Sayımı

10 g örnek tartılmış ve stomacher poşetinde 90 ml %0,1'lik peptonlu su eklenerek homojenize edilmiştir. Bu şekilde 10^{-1} 'lik dilüsyondan 10^{-2} 'lik ve 10^{-3} 'lük dilüsyonlar hazırlanmıştır. 10'ar ml çift kuvvetli, selektif zenginleştirme besiyeri LST (Lauryl Sulfate Tryptose) Broth içeren üç tüpe ilk dilüsyondan 10 ml ilave edilmiştir. Her bir dilüsyondan; 10'ar ml tek kuvvetli, selektif zenginleştirme besiyeri LST (Lauryl Sulfate Tryptose) Broth içeren içinde Durham tüpü bulunan üçer tüpe 1'er ml inoküle edilmiştir. Tüpler $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'deki inkübatörde 24 saat ± 2 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda gaz teşekkülü veya gaz teşekkülünü engelleyen bulanıklık meydana gelmediği için 48 saat ± 2 saat daha inkübasyona bırakılmıştır. Gaz oluşumu görülen tüplerin her birinden bir öze ile 10 ml doğrulama besiyeri (Lactose Bile Brilliant Green Broth) içeren içinde Durham tüpü bulunan tüplere inokülasyon yapılmıştır. Tüpler $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'taki inkübatörde 24 saat ± 2 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda gaz oluşumu gözlenmediği için 48 saat ± 2 saat daha inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda tüplerde gaz oluşup oluşmadığı gözlenmiştir (Anonim 1996).

3.2.3.3. *Salmonella* spp. Aranması

Salmonella spp. varlığının tespiti için, peptonlu su (225 ml) hazırlanmış olup içerisine 25 g örnek tartılmıştır. Örnekler stomacher poşeti içerisinde homojenize edilmiş, 37 °C de 20 saat inkübe edilmiştir. Çift kuvvetli Tamponlanmış Brilliant Green Glikoz besiyeri ihtiva eden üç tüpe ana dilüsyondan 10'ar ml aktarılmıştır. Tek kuvvetli Tamponlanmış Brilliant Green Glikoz besiyeri ihtiva eden üç tüpe ana dilüsyondan 1'er ml ve üç tüpe de 10⁻²'lik dilüsyondan 1'er ml aktarılmıştır. Bu dokuz tüp 37 °C'de 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. İnkübe edilen dokuz tüpün her birinden bir öze dolusu alınarak Violet Red Bile Glikoz (VRBG) Agar plaklarına ekim yapılmıştır. 37 °C'de 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. Alt kültür işleminden sonra biyokimyasal doğrulama için, her bir inkübe edilmiş plaktan tipik pembeden kırmızıya çalan veya renksiz, mukoit kolonilerden tesadüfi olarak beşi seçilmiştir. Seçilen kolonilerin her biri nutrient agar plaklarına ekilmiştir. Bu plaklar 37°C'de 24 saat ± 2 saat süreyle inkübe edilmiştir. Biyokimyasal doğrulama için her inkübe edilmiş plaktan iyi izole edilen bir koloni seçilmiştir. Bir öze ile seçilen kolonilerden, glikoz agar ihtiva edilen tüplere pasaj yapılmıştır. 37°C'de 24 saat ± 2 saat süreyle inkübe edilmiştir. Tüp muhteviyatı boyunca sarı renk oluşumu meydana gelmediği için reaksiyon negatif kabul edilmiştir (Anonim 1996).

3.2.3.4. Küf - Maya Sayımı

Maya ve küf sayımları için 10'ar g alınan örneklerden peptonlu su ile 10⁻¹'lik ve 10⁻²'lik dilüsyonlar hazırlanmıştır. İkişer adet steril petriye 10⁻¹'lik ve 10⁻²'lik dilüsyonlardan 1'er ml konulmuştur. Her petriye daha önce eritilmiş ve 45 °C'lık su banyosunda muhafaza edilmiş oksitetrasiklin ihtiva eden besiyerinden (Yeast Extract-Dextrose-Oxytetracycline Agar) 15'er ml dökülmüştür. Petriler dairevi hareket ettirilerek besiyeri ile inokulumun karışması sağlanmıştır ve karışım katılaşınca kadar, petriler düz bir zeminde bekletilmiştir. Hazırlanan petriler ters çevrilmiştir ve 25 °C'ye ayarlı inkübatörde 4 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda koloni gelişimi olup olmadığı gözlenmemiştir (Anonim 1996).

3.2.4. Duyusal Analiz Metodu

Duyusal analizi yapmak için dört adet uzman panelist belirlenmiştir. Örnekler tat, koku, görünüş, renk, sertlik ve incelik özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Panelistler tarafından her bir özellik için 1-10 arasında puan verilerek değerlendirme yapılmıştır. Verilen puanların ortalaması alınarak her özelliğin ortalama değeri bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar örümcek ağı diyagramı ile gösterilmiştir (Viaene ve Januszewska 1997).

3.2.5. İstatistiksel Analizler

Araştırma tesadüf blokları deneme planına göre gerçekleştirilmiştir. Araştırmada farklı oranlarda WPC kullanımının, çikolata örneklerinde belirlenen özellikler açısından farklılık yaratıp yaratmadığını belirlemek amacıyla elde edilen dataların varyans analizleri yapılmıştır. Önemli bulunan varyasyon kaynakları LSD testine tabi tutulmuştur (Soysal 1998).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Çikolataların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

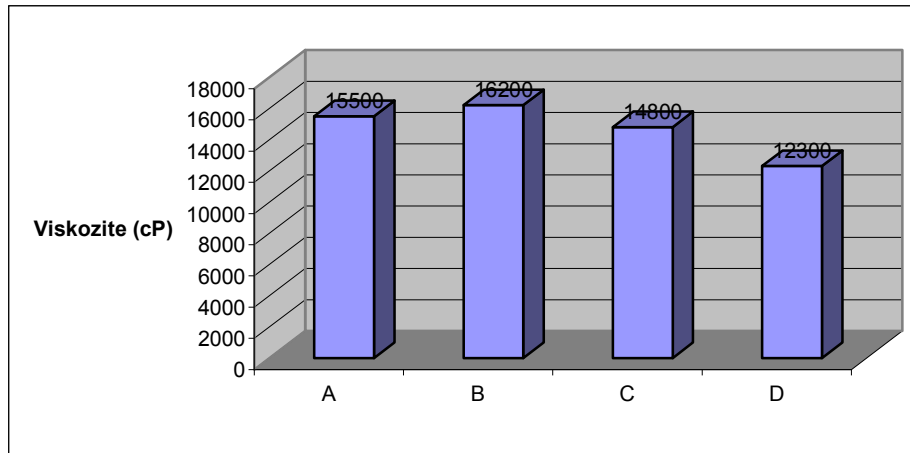
4.1.1. Viskozite Değerleri

Süttozu ve farklı oranlarda WPC kullanılarak üretilen çikolataların viskozite analizlerine ilişkin değerler Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Örneklerin viskozite değerleri (cP)

Örnek	Viskozite Değeri
A	15500±100,00
B	16200±200,00
C	14800±150,00
D	12300±100,00
Max.	16200±200,00
Min.	12300±100,00

Çıkan sonuçlara göre D örneğinin 12300 cP ile en düşük, B örneğinin 16200 cP ile en yüksek viskozite değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Çikolataların viskozite değerlerindeki değişimler Grafik 4.1.'de verilmiştir.



Grafik 4.1. Örneklerin viskozite değerlerindeki değişimler

Viskozite değerlerine göre örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları izelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Viskozite değerlerinin örneklere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Örnekler	3	25980000	8660000	866*
Hata	8	80000	10000	
Toplam	12	2619140000		

* $P < 0,05$ düzeyinde önemli

Örneklerin viskozite değerleri arasında $P < 0,05$ düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Çikolata rnekleri arasındaki viskozite değerleri bakımından farklılığı belirlemek amacıyla LSD karşılaştırma testi yapılmış ve sonuçlar izelge 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Örneklerin viskozite değeri LSD testi

Örnekler	Ortalamalar	Sonuç
D	12300	a
C	14800	b
A	15500	c
B	16200	d

Viskozite değerleri bakımından örneklerin tamamı istatistiksel olarak birbirinden farklı gruplarda yer almıştır. Çikolata formülasyonuna % 3 düzeyinde WPC ilavesi örneklerin viskozite değerlerinde önemli bir artışa neden olurken, bu değerin üzerinde WPC ilavesi viskozite değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Bu farklılığın ortaya çıkmasında, artan WPC oranıyla azalan yağ değerlerinin dengelenmesi amacıyla formülasyona ilave yağ katılmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Yüksek serbest yağ oranı, azalan çikolata viskozitesi ile sonuçlanmaktadır. Bu da çikolatanın işlenmesini kolaylaştırmaktadır ve kakao yağından da tasarruf sağlamaktadır (kakao yağı genellikle viskoziteyi kontrol etmek için ilave edilmektedir) (Liang ve Hartel 2004).

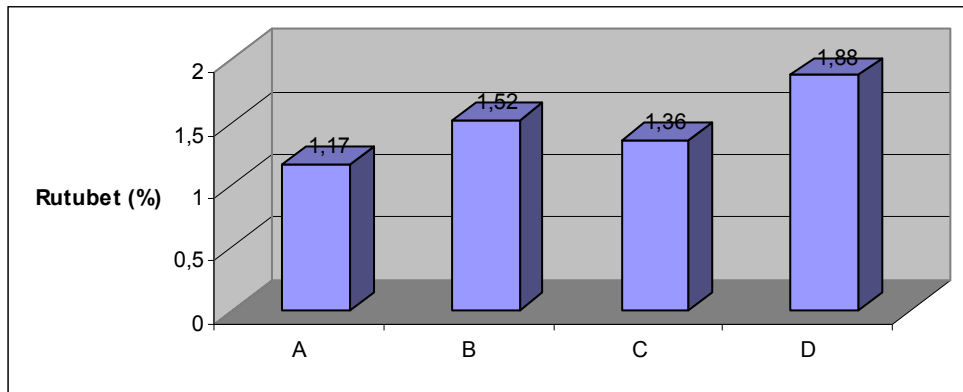
4.1.2. Rutubet Miktarları

Süttozu ve farklı oranlarda WPC kullanılarak üretilen çikolataların rutubet miktarlarına ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Örneklerin rutubet miktarları (%)

Örnek	Rutubet Miktarı
A	1,17±0,01
B	1,52±0,02
C	1,36±0,01
D	1,88±0,02
Max.	1,88±0,02
Min.	1,17±0,01

Çıkan sonuçlara göre A örneğinin % 1,17 ile en düşük, D örneğinin % 1,88 ile en yüksek rutubet miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çikolataların rutubet miktarlarındaki değişimler Grafik 4.2.'de gösterilmiştir.



Grafik 4.2. Örneklerin rutubet miktarlarındaki değişimler

Rutubet miktarı değerlerine göre örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları izelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Rutubet miktarlarının örneklere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Örnekler	3	0,816	0,272	2720,750*
Hata	8	0,0008	0,0001	
Toplam	12	27,191		

*P<0,05 düzeyinde önemli

Örneklerin rutubet miktarları bakımından birbirlerinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çikolata rnekleri arasındaki rutubet miktarları bakımından farklılığı belirlemek amacıyla LSD karşılaştırma testi yapılmış ve sonuçlar izelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Örneklerin rutubet miktarı LSD testi

Örnekler	Ortalamalar	Sonuç
A	1,17	a
C	1,36	b
B	1,52	c
D	1,88	d

Rutubet miktarları bakımından örneklerin tamamı istatistiksel olarak birbirinden farklı gruplarda yer almıştır. Genel olarak WPC ilavesi örneklerin rutubet miktarlarında önemli düzeyde artışa neden olmuştur. Bu durumun, WPC'nin bünyesinde suyu bağlamasından kaynaklandığı dşnlmştir. TS 7800 ikolata Standardı'na göre rutubet miktarı kütlece en çok %1,5 olmalıdır. B ve D rneklerinin rutubet miktarının %1,5'in üzerinde olduğu tespit

edilmiştir. Yalnız B örneğinin rutubet miktarının %1,5'in çok az üzerinde olduğu görülmektedir.

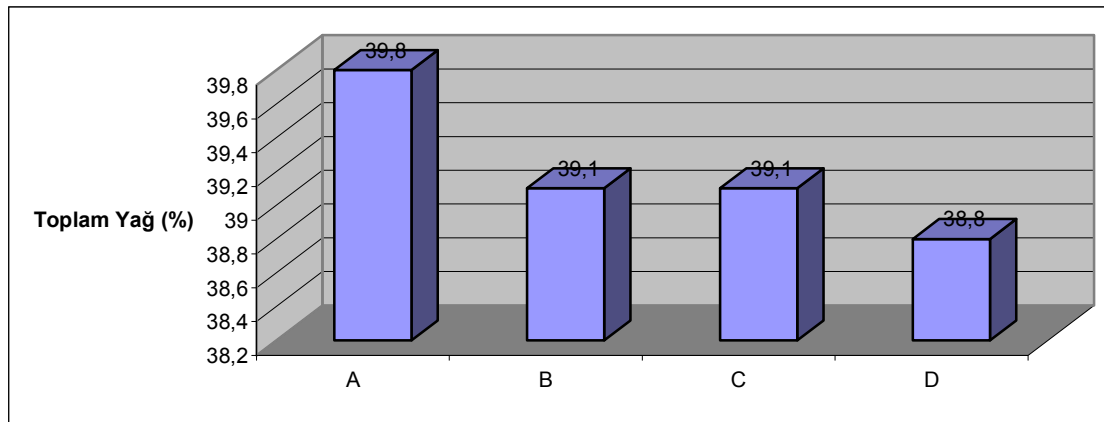
4.1.3. Toplam Yağ Miktarları

Örneklerin toplam yağ miktarları Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Örneklerin toplam yağ miktarları (%)

Örnek	Toplam Yağ Miktarı
A	39,8±0,4
B	39,1±0,1
C	39,1±0,1
D	38,8±0,2
Max.	39,8±0,4
Min.	38,8±0,2

Çıkan sonuçlara göre D örneğinin % 38,8 ile en düşük, A örneğinin % 39,8 ile en yüksek toplam yağ miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çikolataların toplam yağ miktarlarındaki değişimler Grafik 4.3.'de verilmiştir.



Grafik 4.3. Örneklerin toplam yağ miktarlarındaki değişimler

Toplam yağ miktarı değerlerine göre örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Toplam yağ miktarlarının örneklere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Örnekler	3	1,620	0,540	54,000*
Hata	8	0,08	0,01	
Toplam	12	18441,380		

*P<0,05 düzeyinde önemli

Örneklerin toplam yağ miktarları bakımından birbirlerinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çikolata örnekleri arasındaki toplam yağ miktarları bakımından farklılığı belirlemek amacıyla LSD karşılaştırma testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Örneklerin toplam yağ miktarı LSD testi

Örnekler	Ortalamalar	Sonuç
D	38,8	a
B	39,1	b
C	39,1	b
A	39,8	c

Toplam yağ miktarları bakımından istatistiksel olarak B ve C örnekleri aynı, A ve D örnekleri farklı gruplarda yer almıştır. Örneklerin toplam yağ miktarlarındaki farklılığın prosesteki kayıplardan kaynaklandığı düşünülmektedir. TS 7800 Çikolata Standardı'na göre sütlü çikolatada toplam yağ miktarı en az % 25 olmalıdır. Örneklerin toplam yağ miktarları %25'in üzerinde olduğu için çikolata standardına uygundur.

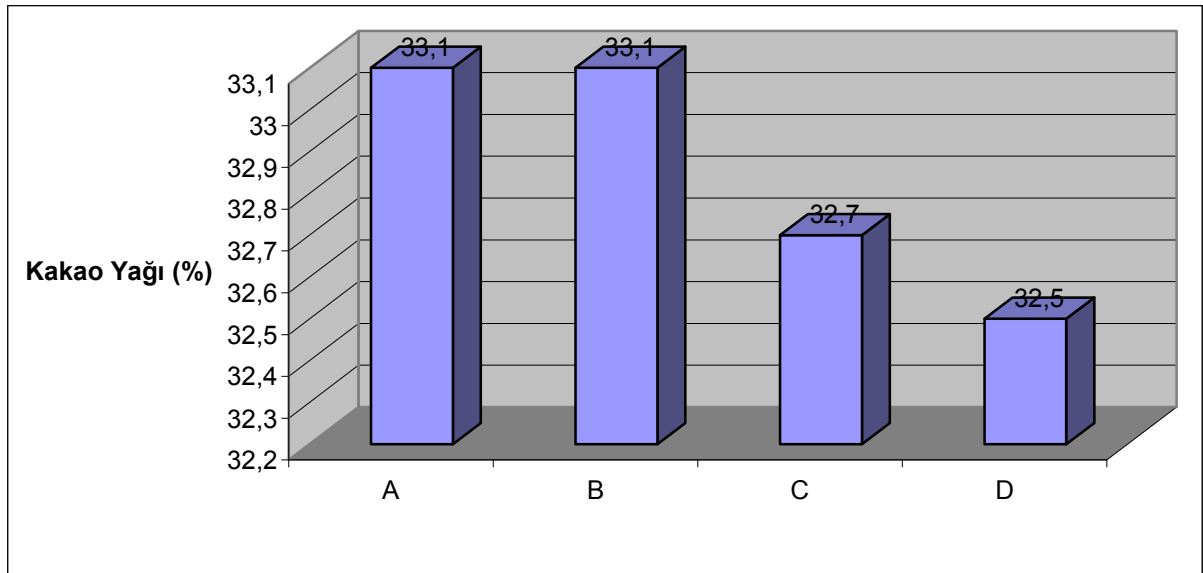
4.1.4. Kakao Yağı Miktarları

Örneklerin kakao yağı miktarları Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Örneklerin kakao yağı miktarları (%)

Örnek	Kakao Yağı Miktarı
A	33,1±0,2
B	33,1±0,2
C	32,7±0,3
D	32,5±0,1
Max.	33,1±0,2
Min.	32,5±0,1

Çıkan sonuçlara göre D örneğinin % 32,5 ile en düşük, A ve B örneklerinin % 33,1 ile en yüksek kakao yağı miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çikolataların kakao yağı miktarlarındaki değişimler Grafik 4.4.'de verilmiştir.



Grafik 4.4. Örneklerin kakao yağı miktarlarındaki değişimler

Kakao yağı miktarı değerlerine göre örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Kakao yağı miktarlarının örneklere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Örnekler	3	0,810	0,270	27,000*
Hata	8	0,08	0,01	
Toplam	12	12950,360		

*P<0,05 düzeyinde önemli

Örneklerin kakao yağı miktarları bakımından birbirlerinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çikolata örnekleri arasındaki kakao yağı miktarları bakımından farklılığı belirlemek amacıyla LSD karşılaştırma testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Örneklerin kakao yağı miktarı LSD testi

Örnekler	Ortalamalar	Sonuç
D	32,5	a
C	32,7	b
A	33,1	C
B	33,1	C

Kakao yağı miktarları bakımından istatistiksel olarak A ve B örnekleri aynı, C ve D örnekleri farklı gruplarda yer almıştır. Örneklerin kakao yağı miktarlarındaki farklılığın prodesteki kayıplardan kaynaklandığı düşünülmektedir. TS 7800 Çikolata Standardı'na göre sütlü çikolatalarda kakao yağı miktarı en az %21,5 olmalıdır. Örneklerin kakao yağı miktarları %21,5'in oldukça üzerinde olduğu için örnekler çikolata standardına uygundur.

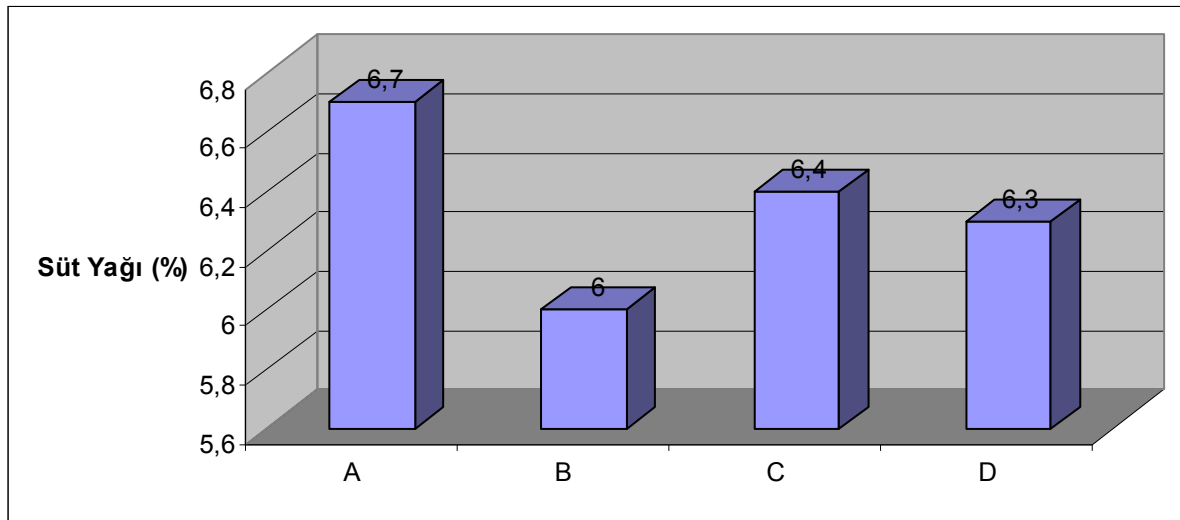
4.1.5. Süt Yağı Miktarları

Örneklerin süt yağı miktarları Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Örneklerin süt yağı miktarları (%)

Örnek	Süt Yağı Miktarı
A	6,7±0,2
B	6,0±0,3
C	6,4±0,2
D	6,3±0,1
Max.	6,7±0,2
Min.	6,0±0,3

Çıkan sonuçlara göre B örneğinin % 6,0 ile en düşük, A örneğinin % 6,7 ile en yüksek süt yağı miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çikolataların süt yağı miktarlarındaki değişimler Grafik 4.5.'de verilmiştir.



Grafik 4.5. Örneklerin süt yağı miktarlarındaki değişimler

Süt yağı miktarı değerlerine göre örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14.'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Süt yağı miktarlarının örneklere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Örnekler	3	0,750	0,250	25,000*
Hata	8	0,08	0,01	
Toplam	12	722,510		

*P<0,05 düzeyinde önemli

Örneklerin süt yağı miktarları bakımından birbirlerinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çikolata örnekleri arasındaki süt yağı miktarları bakımından farklılığı belirlemek amacıyla LSD karşılaştırma testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.15.'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Örneklerin süt yağı miktarı LSD testi

Örnekler	Ortalamalar	Sonuç
B	6,0	a
D	6,3	b
C	6,4	b
A	6,7	c

Süt yağı miktarları bakımından istatistiksel olarak C ve D örnekleri aynı, A ve B örnekleri farklı gruplarda yer almıştır. Artan WPC oranına bağlı olarak örneklerin süt yağı miktarlarında belirli bir azalma gözlenmiştir. Her ne kadar WPC ilavesiyle hazırlanan örneklere dışardan belirli oranda süt yağı ilave edilmesine karşın, kontrol grubuna kıyasla süt yağı oranının tam dengelenemediği gözlenmiştir. TS 7800 Çikolata Standardı'na göre sütlü

çikolatalarda süt yağı miktarı en az %3,5 olmalıdır. Örneklerin süt yağı miktarları %3,5'in üzerinde olduğu için çikolata standardına uygundur.

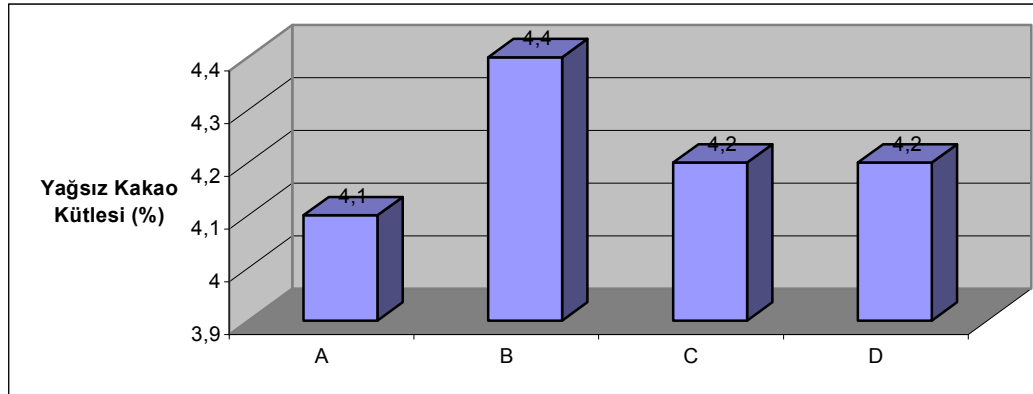
4.1.6. Yağsız Kakao Kütlesi Miktarları

Örneklerin yağsız kakao kütlesi miktarları Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Örneklerin yağsız kakao kütlesi miktarları (%)

Örnek	Yağsız Kakao Kütlesi Miktarı
A	4,1±0,2
B	4,4±0,3
C	4,2±0,2
D	4,2±0,1
Max.	4,4±0,3
Min.	4,1±0,2

Çıkan sonuçlara göre A örneğinin % 4,1 ile en düşük, B örneğinin % 4,4 ile en yüksek yağsız kakao kütlesi miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çikolataların yağsız kakao kütlesi miktarlarındaki değişimler Grafik 4.6.'de verilmiştir.



Grafik 4.6. Örneklerin yağsız kakao kütlesi miktarlarındaki değişimler

Yağsız kakao kütlesi miktarı değerlerine göre örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Yağsız kakao kütlesi miktarlarının örneklere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Örnekler	3	0,142	0,0475	4,750*
Hata	8	0,08	0,01	
Toplam	12	214,430		

*P<0,05 düzeyinde önemli

Örneklerin yağsız kakao kütlesi miktarları bakımından birbirlerinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çikolata örnekleri arasındaki yağsız kakao kütlesi miktarları bakımından farklılığı belirlemek amacıyla LSD karşılaştırma testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.18.'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Örneklerin yağsız kakao kütlesi miktarı LSD testi

Örnekler	Ortalamalar	Sonuç
A	4,1	a
C	4,2	a
D	4,2	a
B	4,4	b

Yağsız kakao kütlesi miktarları bakımından istatistiksel olarak B örneği A, B ve C örneklerinden farklı grupta yer almıştır. Örneklerin yağsız kakao kütlesi miktarlarındaki farklılığın prosesteki kayıplardan kaynaklandığı düşünülmektedir. TS 7800 Çikolata Standardı'na göre yağsız kakao kütlesi miktarı en az %2,5 olmalıdır. Örneklerin yağsız kakao kütlesi miktarları %2,5'in üzerinde olduğu için çikolata standardına uygundur.

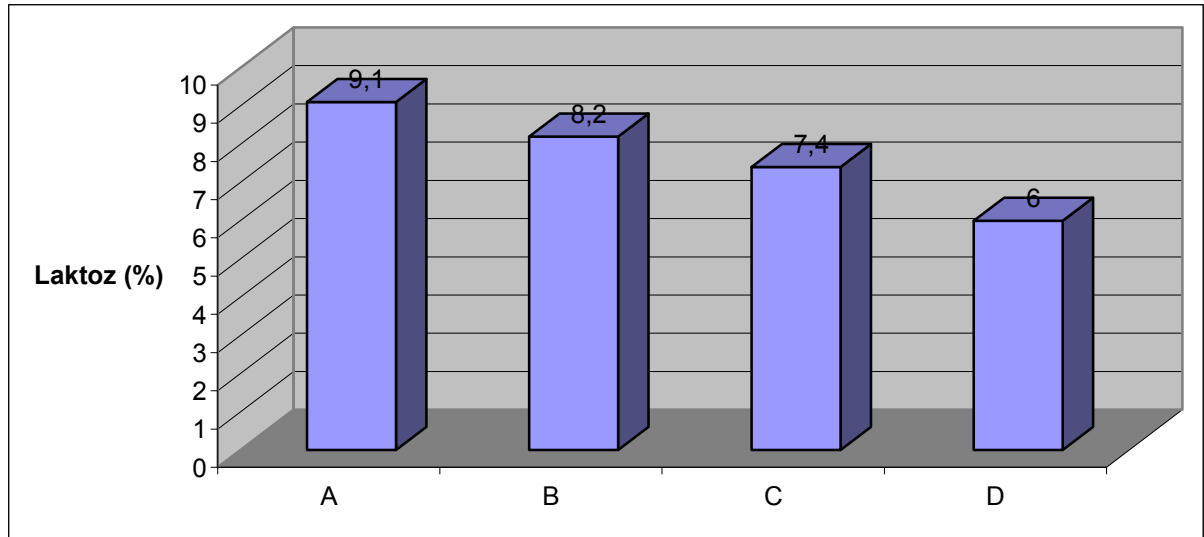
4.1.7. Laktoz Miktarları

Örneklerin laktoz miktarları Çizelge 4.19.'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Örneklerin laktoz miktarları (%)

Örnek	Laktoz Miktarı
A	9,1±0,1
B	8,2±0,3
C	7,4±0,2
D	6,0±0,1
Max.	9,1±0,1
Min.	6,0±0,1

Çıkan sonuçlara göre D örneğinin % 6,0 ile en düşük, A örneğinin % 9,1 ile en yüksek laktoz miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çikolataların laktoz miktarlarındaki değişimler Grafik 4.7.'de verilmiştir.



Grafik 4.7. Örneklerin laktoz miktarlarındaki değişimler

Laktoz miktarı değerlerine göre örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları izelge 4.20.'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Laktoz miktarlarının örneklere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Örnekler	3	15,563	5,188	518,750*
Hata	8	0,08	0,01	
Toplam	12	722,510		

*P<0,05 düzeyinde önemli

Örneklerin laktoz miktarları bakımından birbirlerinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çikolata rnekleri arasındaki laktoz miktarları bakımından farklılığı belirlemek amacıyla LSD karşılaştırma testi yapılmış ve sonuçlar izelge 4.21.'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Örneklerin laktoz miktarı LSD testi

Örnekler	Ortalamalar	Sonuç
D	6	a
C	7,4	b
B	8,2	c
A	9,1	d

Laktoz miktarları bakımından örneklerin tamamı istatistiksel olarak birbirinden farklı gruplarda yer almıştır. Çikolata formülasyonunda WPC kullanımı arttıkça doğal olarak laktoz miktarında azalma görülmektedir. Peynir altı suyunun ultrafiltrasyonu süresince protein içeriği artar, WPC'lerin laktoz içeriği azalır (Gonzales ve ark 1999). Bu nedenle WPC kullanılan örneklerin laktoz miktarları kontrol grubuna göre daha düşüktür.

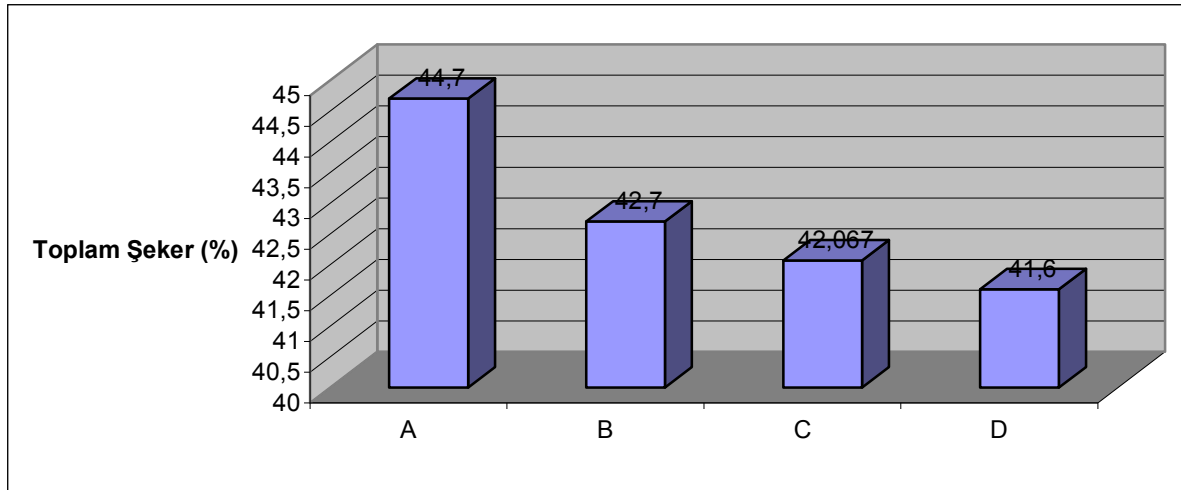
4.1.8. Toplam Şeker Miktarları (Sakkaroz Cinsinden)

Örneklerin toplam şeker miktarları Çizelge 4.22.'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Örneklerin toplam şeker miktarları (%)

Örnek	Toplam Şeker Miktarı
A	44,7±0,1
B	42,7±0,3
C	42,06±0,05
D	41,6±0,2
Max.	44,7±0,1
Min.	41,6±0,2

Çıkan sonuçlara göre D örneğinin % 41,6 ile en düşük, A örneğinin % 44,7 ile en yüksek toplam şeker miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çikolataların toplam şeker miktarlarındaki değişimler Grafik 4.8.'de verilmiştir.



Grafik 4.8. Örneklerin toplam şeker miktarlarındaki değişimler

Toplam şeker miktarı değerlerine göre örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23.'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Toplam şeker miktarlarının örneklere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Örnekler	3	16,780	5,593	671,200*
Hata	8	0,06667	0,008333	
Toplam	12	21964,700		

*P<0,05 düzeyinde önemli

Örneklerin toplam şeker miktarları bakımından birbirlerinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çikolata örnekleri arasındaki toplam şeker miktarları bakımından farklılığı belirlemek amacıyla LSD karşılaştırma testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.24.'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Örneklerin toplam şeker miktarı LSD testi

Örnekler	Ortalamalar	Sonuç
D	41,6	a
C	42,067	b
B	42,7	c
A	44,7	d

Toplam şeker miktarları bakımından örneklerin tamamı istatistiksel olarak birbirinden farklı gruplarda yer almıştır. Çikolata formülasyonunda kullanılan şeker miktarı sabit tutulduğu halde WPC kullanımı arttıkça laktoz miktarında azalma olmuştur. Bu nedenle WPC kullanımı arttıkça ürünlerin toplam şeker miktarlarında azalma görülmektedir.

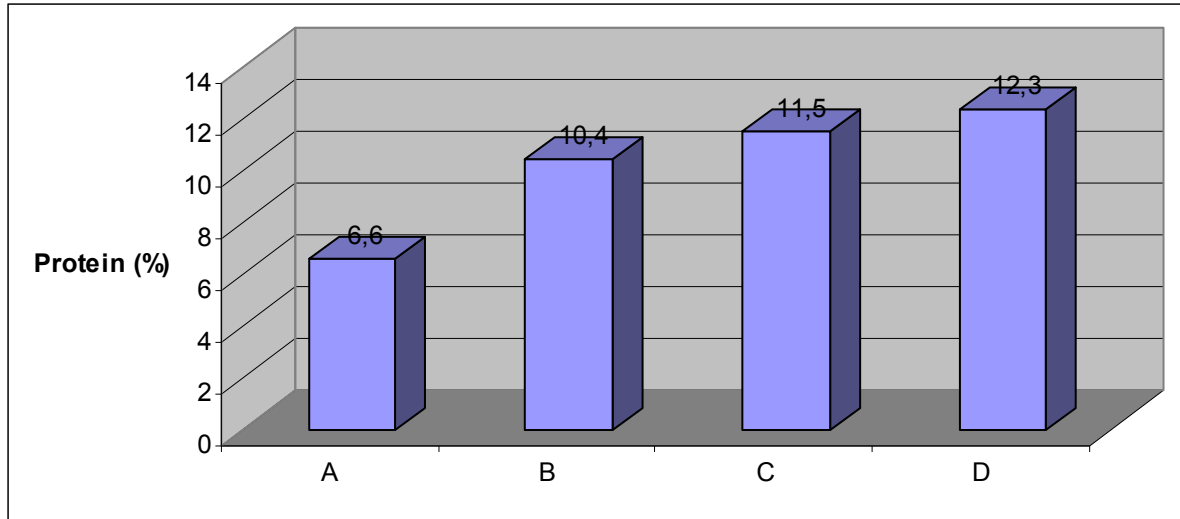
4.1.9. Protein Miktarları

Örneklerin protein miktarları Çizelge 4.25.'de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Örneklerin protein miktarları (%)

Örnek	Protein Miktarı
A	6,6±0,3
B	10,4±0,2
C	11,5±0,1
D	12,3±0,3
Max.	12,3±0,3
Min.	6,6±0,3

Çıkan sonuçlara göre A örneğinin % 1,82 ile en düşük, D örneğinin % 12,3 ile en yüksek protein miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çikolataların protein miktarlarındaki değişimler Grafik 4.9.'da verilmiştir.



Grafik 4.9. Örneklerin protein miktarlarındaki değişimler

Protein miktarı değerlerine göre örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları izelge 4.26.'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Protein miktarlarının örneklere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Örnekler	3	57,300	19,100	1910,000*
Hata	8	0,08	0,01	
Toplam	12	1305,860		

*P<0,05 düzeyinde önemli

Örneklerin protein miktarları bakımından birbirlerinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çikolata rnekleri arasındaki protein miktarları bakımından farklılığı belirlemek amacıyla LSD karşılaştırma testi yapılmış ve sonuçlar izelge 4.27.'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Örneklerin protein miktarı LSD testi

Örnekler	Ortalamalar	Sonuç
A	6,6	a
B	10,4	b
C	11,5	c
D	12,3	d

Protein miktarları bakımından örneklerin tamamı istatistiksel olarak birbirinden farklı gruplarda yer almıştır. B, C, ve D örneklerinde min. %80 protein içeren WPC kullanıldığı için protein miktarları kontrol grubuna göre daha yüksek çıkmıştır. Kullanılan WPC oranı arttıķa protein değerinde de artış olduğu tespit edilmiştir.

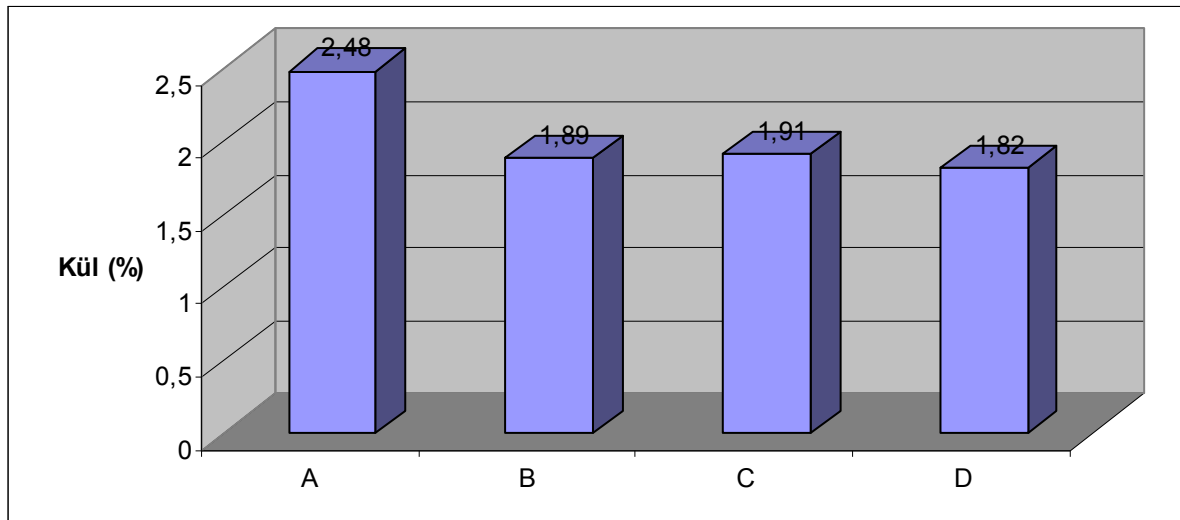
4.1.10. Kül Miktarları

Örneklerin kül analizleri yapılmıştır. Örneklerin kül miktarları Çizelge 4.28.'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Örneklerin kül miktarları (%)

Örnek	Kül Miktarı
A	2,48±0,05
B	1,89±0,04
C	1,91±0,02
D	1,82±0,02
Max.	2,48±0,05
Min.	1,82±0,02

Çıkan sonuçlara göre D örneğinin % 1,82 ile en düşük, A örneğinin % 2,48 ile en yüksek kül miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çikolataların kül miktarlarındaki değişimler Grafik 4.10.'da verilmiştir.



Grafik 4.10. Örneklerin kül miktarlarındaki değişimler

Kül miktarı değerlerine göre örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.29.'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Kül miktarlarının örneklere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Örnekler	3	0,842	0,281	2805,000*
Hata	8	0,0008	0,0001	
Toplam	12	50,050		

*P<0,05 düzeyinde önemli

Örneklerin kül miktarları bakımından birbirlerinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çikolata örnekleri arasındaki kül miktarları bakımından farklılığı belirlemek amacıyla LSD karşılaştırma testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.30.'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Örneklerin kül miktarı LSD testi

Örnekler	Ortalamalar	Sonuç
D	1,82	a
B	1,89	b
C	1,91	c
A	2,48	d

Kül miktarları bakımından örneklerin tamamı istatistiksel olarak birbirinden farklı gruplarda yer almıştır. Peynir altı suyunun ultrafiltrasyonu süresince protein içeriği artar, WPC'lerin kül içeriği azalır (Gonzales ve ark. 1999). Bu nedenle WPC kullanılan örneklerin kül değerleri kontrol grubuna göre daha düşüktür.

4.2. ikolataların Mikrobiyolojik zellikleri

Yapılan analizlerde tespit edilen aerobik mezofilik bakteri sayısı, koliform sayısı, *salmonella spp.* varlığı ve küf – maya sayısı izelge 4.31.'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Örneklerin mikrobiyolojik analiz sonuçları

rnek	Aerobik Mezofilik Bakteri (kob/g)	Koliform (kob/g)	Salmonella (kob/25g)	Küf-Maya (kob/g)
A	640	-	-	-
B	460	-	-	-
C	460	-	-	-
D	560	-	-	-

Yapılan analizlerde örneklerin hiçbirinde koliform, *salmonella spp.* ve küf - maya tespit edilememiştir. Aerobik mezofilik bakteri gelişiminin de oldukça düşük sayıda olduğu gözlenmiştir. Bu durum örneklerin hijyenik koşullarda üretildiğini göstermektedir. Ayrıca WPC kullanımının da ürünlerdeki mikrobiyal gelişme üzerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

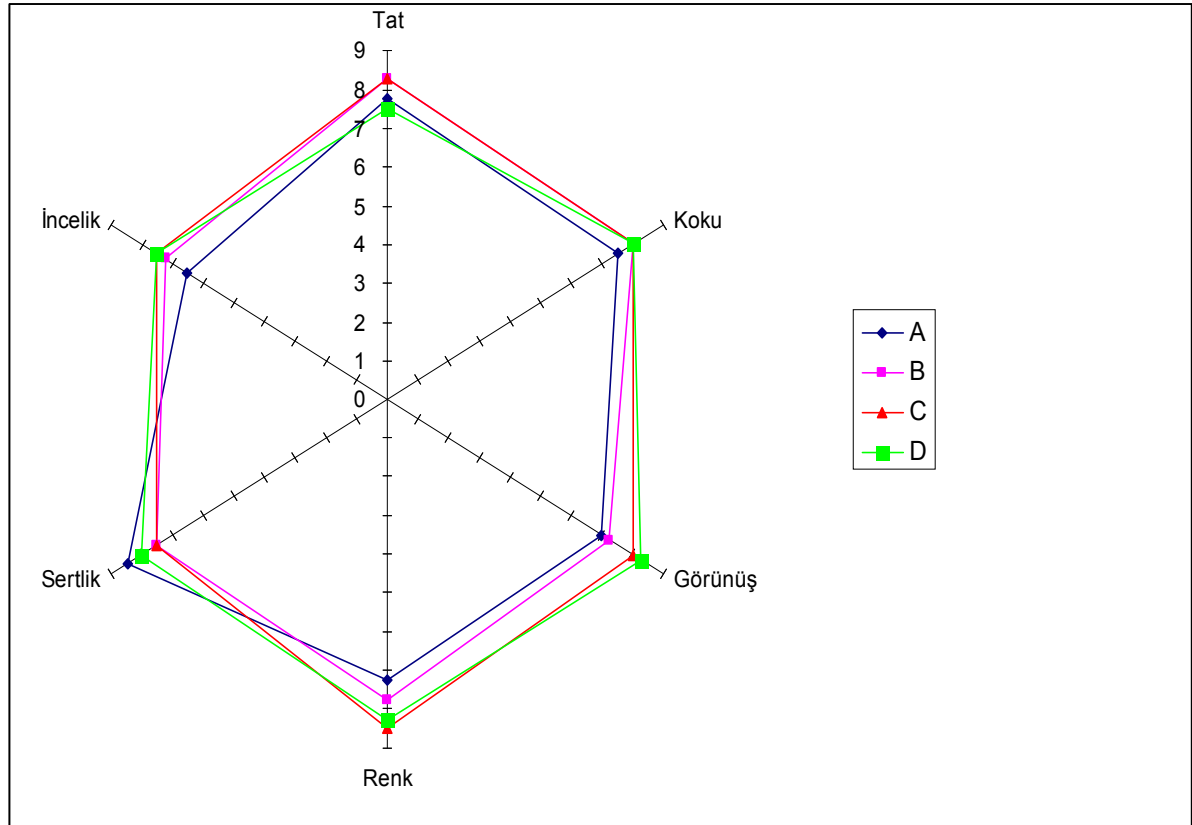
4.3. ikolataların Duyusal zellikleri

Çikolata rneklerinin duysal özellikleri panelistler tarafından tat, koku, görünüş, renk, sertlik ve incelik özellikleri açısından her bir özellik 10 tam puan üzerinden analiz edilmiştir. Panelistler tarafından örneklerle verilen ortalama puan değerleri izelge 4.32.'de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Örneklerin duysal özelliklerine ilişkin puan değerleri

Duyusal Özellikler	Tat	Koku	Görünüş	Renk	Sertlik	İncelik	Toplam
Örnekler							
A	7,75	7,5	7	7,25	8,5	6,5	44,5
B	8,25	8	7,25	7,75	7,5	7,25	46,0
C	8,25	8	8	8,5	7,5	7,5	47,75
D	7,5	8	8,25	8,25	8	7,5	47,4

Örneklerin duysal özelliklerindeki değişimler Şekil 4.1.'de örümcek ağı diyagramı ile gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Örneklerin duysal özelliklerine ait örümcek ağı diyagramı

Tat bakımından en yüksek puanı %3 WPC kullanılan B ve %5 WPC kullanılan C örneği almıştır. %10 WPC kullanılan D örneği ise en düşük puanı almıştır. Kullanılan WPC miktarını %10 değerine kadar çıkartmanın ürünün tadını olumsuz etkilediği görülmüştür.

Koku açısından B, C ve D örnekleri aynı puanı almıştır. Kontrol grubu olan A örneği diğer örneklerle göre daha düşük puan almıştır. Bu durum WPC kullanımının kokuyu olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Ancak WPC kullanımını artırdıkça koku özelliğinde olumlu yönde artış görülmemiştir, sabit kalmıştır.

Görünüş açısından en yüksek puanı D örneği, en düşük puanı A örneği almıştır. WPC kullanımındaki artış örneklerin görünüş özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir.

Renk açısından en yüksek puanı C örneği, en düşük puanı A örneği almıştır. WPC kullanımı %5'ten %10'a çıkarıldığında, örneklerin rengini olumsuz yönde etkilemeye başladığı görülmüştür.

Sertlik açısından A örneği en yüksek puanı, D örneği ise en düşük puanı almıştır. B ve C örnekleri ise aynı puan değerlerine sahip olmuştur. WPC kullanımını artırdıkça sertlik özelliğinin olumsuz etkilendiği görülmüştür. Ayrıca serbest halde sade yağ ilavesinin de sertlik üzerine olumsuz etkisinin olduğu düşünülmüştür. Süt yağı ilavesinin kakao yağı üzerine yumuşatıcı etkisi vardır ve bu durum daha yumuşak çikolata eldesi ile sonuçlanmaktadır (Liang ve Hartel 2004).

İncelik açısından en düşük puanı A örneği, en yüksek puanı C ve D örnekleri almıştır. WPC kullanımının incelik üzerine olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Ancak kullanım oranı %5'ten %10'a çıkarıldığında bir değişiklik görülmemiştir. Yüksek oranda serbest süt yağı kullanmak bağlı halde süt yağı kullanmaktan daha avantajlıdır. Çünkü aynı inceltme şartlarında daha küçük partiküller oluşmaktadır (Bolenz ve ark. 2002).

5. SONUÇ

Viskozite değerlerine bakıldığında kontrol grubu olan A örneğiyle %3 WPC kullanılan B örneğinin viskozite değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. %5 (C örneği) ve %10 (D örneği) WPC kullanılan örneklerin viskozite değerleri ise WPC oranı artırıldıkça düşmüştür, ürünlerin akışkanlığı artmıştır. Bunun asıl sebebi WPC kullanılan örneklerde süt yağının belli bir kısmının dışardan ayrıca süt yağı olarak ilave edilmesidir. A örneğindeki süt yağı, ürünün üretiminde kullanılan yağlı sütte bulunana yapıda bulunan süt yağıdır. WPC'li örneklerde ise WPC'nin yağ oranı çok düşük olduğundan ürünün süt yağı miktarını sabit tutmak için süt yağı dışardan ilave edilmiştir. Süt yağının serbest halde dışardan ilave edilmesinin sonucu olarak da viskozite değerlerinde düşüş görülmüştür. Serbest halde ilave edilen süt yağının miktarı arttıkça ürünlerin akışkanlığı da artmıştır.

B ve D örneklerinin rutubet miktarlarının TS Çikolata Standardı'nda belirtilen maksimum değerin çok az üzerinde olduğu görülmüştür. Proseste düzenlemeler yapılarak ürünlerin rutubet miktarları standarda uygun seviyeye düşürülebilir.

Örneklerin kakao yağı, yağsız kakao kütlesi, süt yağı ve toplam yağ miktarlarının sabit tutulması amaçlanmıştır. Bu miktarlar arasında proses şartlarından kaynaklanan çok az farklılıklar tespit edilmiştir.

WPC'nin laktoz içeriği yağlı sütte göre daha düşüktür. Bu nedenle örneklerde WPC kullanımını arttıkça örneklerin yağsız süt kuru maddesi ve toplam şeker miktarlarında azalma görülmüştür.

Laktoz değerine benzer olarak WPC'nin kül miktarı yağlı sütte göre daha düşüktür. Bu nedenle örneklerde WPC kullanımını arttıkça örneklerin kül miktarlarında azalma görülmüştür.

Örneklerin üretiminde kullanılan WPC minimum %80 oranında protein içeren, besin değeri oldukça yüksek bir üründür. Bu nedenle; çikolataların üretiminde kullanılan WPC miktarı artırıldıkça ürünün protein değerinde de önemli oranda artış olacağı ve bütün toplumlarda çok sevilen bu ürünün beslenme fizyolojisi açısından değerinin de artacağı; bunun yanı sıra peynir

retiminin yan ürünü olan peynir altı suyundan elde edilen WPC'ye alternatif bir kullanım alanının oluşturulabileceği bu araştırmanın en önemli çıktılarından biri olarak değerlendirilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Afoakwa EO, Paterson A ve Fowler M (2007). Factors Influencing Rheological and Textural Qualities in Chocolate. Elsevier Ltd, U.K..
- Anonim (1990). TS 7800 Çikolata Standartı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (1996a). TS 6579 ISO 7402. Mikrobiyoloji – Canlandırma İşlemi Yapılmadan Enterobakterilerin Sayımı İçin Genel Kurallar – EMS Tekniği ve Koloni Sayımı Tekniği. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (1996b). TS ISO 6611. Süt ve Süt Ürünleri – Küf ve/veya Mayaların Koloni Oluşturan Birimlerinin Sayımı – 25 °C’de Koloni Sayım Tekniği. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (1996c). TS 7725 ISO 4831. Mikrobiyoloji – Koliform Grubu Bakteri Sayımı İçin Genel Kurallar – En Muhtemel Sayı Tekniği. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (2003). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Çikolata ve Çikolata Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2003/23, Resmi Gazete Sayısı: 25171.
- Anonim (2004). TS 7703 EN ISO 4833. Mikrobiyoloji – Gıda ve Hayvan Yemleri – Mikroorganizmaların Sayımı İçin Yatay Yöntem 30°’ta Koloni Sayım Tekniği. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (2008). TS 7800. Çikolata. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Amoye S (2006). Cocoa sourcing, world economics and supply. The Manufacturing Confectioner, 86(1).
- Awua PK (2002). Cocoa processing and chocolate manufacture in Ghana. David Jamieson and Associates Press Inc. Essex, UK.
- Beckett ST (1999). Industrial chocolate manufacture and use (3rd ed.). Blackwell Science. (pp. 153e181, 201e230, 405e428, 460e465). Oxford.
- Beckett ST (2000). The science of chocolate. Royal Society of Chemistry Paperbacks.
- Beckett ST (2004). The Science of Chocolate. The Royal Society of Chemistry, 1-4 , 23-24 p, Cambridge, UK.
- Beckett ST (2009). Industrial Chocolate Manufacture and Use, Fourt Edition. Blackwell Publishing Ltd., 76-77, 623, 625 p, UK.
- Bolenz S, Amtsberg K ve Schape R (2006). The broader usage of sugars and fillers in milk chocolate made possible by the new EC cocoa directive. International Journal of Food Science and Technology, 41, 45e55.
- Bolenz S, Thiessenhusen T ve Schape R (2002). Influence of milk components on properties and consumer acceptance of milk chocolate. Eur Food Res Technol, 216:28-33.

- Britten M, Giroux HJ (2001). Acid – Induced Gelation of Whey Protein Polimers: Effects of pH and Calcium During Polimerization. *Food Colloids* 15: 609-617.
- Brook Field DV II Viscometers (1998). Brook Field Engineering Laboratories, Inc., Stoughton, MA, USA.
- Bryant CM, McClements DJ (1998). Molecular basis of protein functionality with special considetation of cold-set gels derived from heat-denatured whey. *Food Science and Technology*, 9, 143-151.
- Chevalley J (1999). Chocolate flow properties. In S. T. Beckett (Ed.), *Industrial chocolate manufacture and use* (3rd ed.). Blackwell Science. (pp. 182e200). Oxford.
- De la Fuente MA, Hemar Y, Tamehana M, Munro PA, Singh H (2002). Process – Induced Changes in Whey Proteins During The Manufacture of Whey Protein Concentrates. *International Dairy Journal*. 12: 361-369.
- De Wit JN, Klarenbeek G, Adamse M (1996). Evaluation of functional properties of whey protein concentrates and whey protein isolates. 2. Effects of processing history and composition. *Netherlans Milk and Dairy Journal*, 40, 41-56.
- De Wit JN (1998). Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of Dairy Science* 81: 597.
- Demirci M, Şimşek O (2004). *Süt İşleme Teknolojisi*. Hasad Yayıncılık, 226,227,229 s, İstanbul.
- Dokuzlu C (2004). *Gıda Analizleri*. Marmara Kitabevi Yayınları, 25,26,27 s, Bursa.
- Foegeding EA, Davis JD, Doucet D, McGuffey MK (2002). Advances In Modifying and Understanding Whey Protein Functionalty. *Trends in Food Science & Technology*. 13: 151-159.
- Food Standards Agency (2002). *Mc Cance and Widdowson's the Compositions of Foods*, 6th summary edition. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Franke K, Tscheuschner HD, Scheruhn E, (2002). Influence of milk powder properties on flow behaviour of milk chocolate. *Milchwissenschaft*, 57, 535-539.
- German JB ve Dillard CJ (1998). Fractionated milk fat. *Food Technology*, 52, 33e37.
- Gonzalez MG, Morais F, Ramos M, Amigo L (1999). Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low fat set-type yoghurt model system. I: Use of whey protein concentrates, milk protein concentrates and skimmed milk powder. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1117-1122, Spain.
- Harper WJ (2000). *Biological Properties of Whey Components. A Review*, The American Dairy Products Institute. Chicago, IL:

- Haylock SJ ve Dodds TM (1999). Ingredients from milk. In S. T. Beckett (Ed.), *Industrial chocolate manufacture and use*. (3rd ed.). Blackwell Science. (pp. 137e152). Oxford.
- Holland B, Welch AA, Unwin JD, Buss DH ve Paul AA (1991). *McCance and Widdowson's the composition of foods*. London: RSC/MAFF.
- Holt C, McPhail D, Nylander T, Otte J, Ipsen RH, Bauer R, Ogendal L, Olieman K, de Kruif KG, Leonil J, Mølle D, Henry G, Maubois JL, Perez MD, Puyol P, Calvo M, Bury SM, Kontopidis G, McNae I, Sawyer L, Ragona L, Zetta L, Molinari H, Klarenbeek B, Jonkman MJ, Moulin J, Chatterton D (1999b). Some physico-chemical properties of nine commercial and semi-commercial whey protein concentrates, isolates and fractions. *International Journal of Food Science and Technology*, 34, 587-601.
- ICC (International Association for Cereal Chemistry) (1994). ICC – Standard No. 105/1. Method for the Determination of Crude Protein in Cereals and Cereal Products for Food and for Feed. Moscow, U.S.S.R.
- Jackson, K. (1999). Recipes. In S. T. Beckett (Ed.), *Industrial chocolate manufacture and use*. (3rd ed.). Blackwell Science. (pp. 323e346). Oxford.
- Kamer İ, Aksoy E, ve Tatlıdil T, (1997). Peynir altı suyunun önemi ve değerlendirme yolları, Proje çalışması, Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümü, Bornova, İzmir.
- Kruiger C (1999). Sugar and bulk sweetener. In S. T. Beckett (Ed.), *Industrial chocolate manufacture and use* (3rd ed.). Blackwell Science. (pp. 36e56). Oxford.
- Liang B ve Hartel RW (2004). Effects of Milk Powders in Milk Chocolate. *Journal of Dairy Science* Vol. 87:20-31 p, Madison.
- Minifie BW (1989). *Chocolate, cocoa and confectionery e Science and technology*. Chapman & Hall. London.
- Mongia G ve Ziegler GR (2000). Role of particle size distribution of suspended solids in defining flow properties of milk chocolate. *International Journal of Food Properties*, 3, 137e147.
- Morr CV, Ha EYW (1993). Whey protein concentrates and isolates: Processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33, 431-476.
- Müller T (2003). Schokolade e Neue Wege gehen. *Süßwaren*, 11, 13-15.
- Palacioğlu S (2003). Çikolata Sektör Profili. İstanbul Ticaret Odası, İstanbul.
- Renyard SJ, Whitehead PD (1991). Milk Concentrates. *The Technology of Dairy Products* (ED. By. R. Early), 147-166.
- Rousseau D (2007). *The mikrostructure of chocolate*. Ryerson University, Woodhead Publishing Limited, 649, Canada.

- Schantz B ve Rohm H (2005). Influence of lecithin e PGPR blends on the rheological properties of chocolate. *Lebensmittel- Wissenschaft und -Technologie*, 38, 41e45.
- Schmidt RH, Packard VS, Morris HA (1984). Effects of processing on whey protein functionality. *Journal of Dairy Science*, 67, 2723-2733.
- Soysal İ (1998). Biometrinin Prensipleri, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:95, Tekirdağ.
- Talbot G (1999). Chocolate temper. In S. T. Beckett (Ed.), *Industrialchocolate manufacture and use*. (3rd ed.). Blackwell Science. (pp. 218e230). Oxford.
- Tarakçı Z, Küçüköner E (2003). Peyniraltı Suyu Proteinleri, Fonksiyonel Özellikleri ve Gıdalarda Kullanımı. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu 22 – 23 Mayıs 2003 İzmir Bildiriler Kitabı (Editör: N. Akbulut). Isbn: 975-288-286-2. Tiban Yayıncılık, 329-334 s, İzmir.
- Vernier FC (1998). Influence of emulsifiers on the rheology of chocolate and suspensions of cocoa or sugar particles in oil. PhD Thesis, Department of Chemistry, University of Reading.
- Viaene J, Januszewska R (1997). Sensory Analysis of Leading Chocolate Brands in Belgium, The United Kingdom and Poland. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 9:1, 63-76, Belgium, Poland.
- Whitefield R (2005). *Making chocolates in the factory*. Kennedy's Publications Ltd. London, UK.
- Ziegler GR, Mongia G ve 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.

TEŞEKKÜR

Lisans eğitimim ve yüksek lisans çalıŐmalarım sırasında bana her türlü bilgi ve yardımı sağlayan değerli bölüm hocalarıma, Saygıdeğer Bölüm BaŐkanım Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ'ye, tez çalıŐmalarım sresinde değerli tecrübe ve bilgilerinden faydalandığım çalıŐmalarımda sürekli desteğini gördüğüm tez danıŐmanım Sayın Prof. Dr. Şefik KURULTAY'a en içten saygı ve teŐekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

23.12.1982 tarihinde Bulgaristan'da doğdu. İlkokulu Yenikent İlköğretim Okulu'nda, Ortaokulu Gümüşpala İlköğretim Okulu'nda ve Lise eğitimini Bahçeşehir Atatürk Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi'nde tamamladı. 2002 yılında kazandığı Trakya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 2006 yılında mezun oldu. 2007 yılının şubat ayında yüksek lisans yapmak için gerekli şartları yerine getirip, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'na kayıt yaptırdı. 2007 yılında Melodi Çikolata ve Gıda San. Ltd. Şti.'de Üretim Planlama Sorumlusu olarak çalışmaya başladı. Kısa bir süre sonra Kalite Güvence Departmanı'nda Hijyen Sorumlusu olarak görev almaya başladı. Halen, Melodi Çikolata ve Gıda San. Ltd. Şti.'de Kalite Güvence Departmanı'nda Hijyen Sorumlusu olarak çalışmaktadır.