

**IKOLATA ÜRETİMİNDE LESİTİN VE
POLYGLYCEROL POLYRICINOLEATE (PGPR)
KULLANIMININ ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ**

Burak Barkın PEKER

**IKOLATA ÜRETİMİNDE LESİTİN VE
POLYGLYCEROL POLYRICINOLEATE (PGPR)
KULLANIMININ ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ**

Burak Barkın PEKER



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇİKOLATA ÜRETİMİNDE LESİTİN VE
POLYGLYCEROL POLYRICINOLEATE (PGPR)
KULLANIMININ ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ**

Burak Barkın PEKER

Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2011
Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Burak Barkın PEKER tarafından hazırlanan “Çikolata Üretiminde Lesitin ve Polyglycerol Polyricinoleate (PGPR) Kullanımının Ürün Kalitesine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR

Başkan: Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR
U.Ü.Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



İmza

Üye : Doç. Dr. Ramazan DOĞAN
U.Ü.Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü Anabilim Dalı



İmza

Üye : Yrd. Doç. Dr. C. Ece TAMER
U.Ü.Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Kadri ARSLAN
Enstitü Müdürü

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinin yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

23/10/2011

Burak Barkın PEKER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇİKOLATA ÜRETİMİNDE LESİTİN ve POLYGLYCEROL POLYRICINOLEATE (PGPR) KULLANIMININ ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ

Burak Barkın PEKER

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR

Bu çalışmada farklı çikolata reçetelerinde, değişik konsantrasyon ve kombinasyonlarda lesitin ve Polyglycerol Polyricinoleate (PGPR) kullanımının, çikolatanın fiziksel, kimyasal ve duyuşal kalite parametreleri üzerindeki etkisi karşılaştırma yapılarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla içerisine lesitin ve PGPR ilave edilmemiş sütlü, bitter ve beyaz çikolata örneklerine % 0,10, % 0,25, % 0,50 oranında lesitin ve % 0,02, % 0,05, % 0,10 oranlarında PGPR ilave edilmiş ve reolojik özellikleri, partikül büyüklükleri, kimyasal özellikleri ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak, lesitin ve PGPR kombinasyonları ile çikolatanın viskozitesi ve akma noktası üzerine etki edilebildiği gözlemlenmiştir. En uygun kombinasyon olarak % 0,50 lesitin ve % 0,10 oranlarında PGPR ilave edilmiş örnek bulunmuştur. Partikül büyüklükleri, kimyasal özellikleri ve duyuşal özellikleri açısından ise bir fark gözlemlenmemiştir.

Anahtar kelimeler: Çikolata, lesitin, Polyglycerol Polyricinoleate (PGPR), viskozite, akma noktası.

2011, ix+66 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECTS of USING LECITHIN and POLYGLYCEROL POLYRICINOLEATE (PGPR) in CHOCOLATE PRODUCTION on PRODUCT QUALITY

Burak Barkın PEKER

Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR

In this study, effects of different combination and concentrations of lecithin and Polyglycerol Polyricinoleate (PGPR) which used in different type of chocolate recipes in terms of physical, chemical and sensorial quality parameters were studied. With this aim lecithin in concentrations of % 0,10, % 0,25, % 0,50 and PGPR in concentrations of % 0,02, % 0,05, % 0,10 were added into milk, bitter and white chocolate samples which are not included any lecithin and PGPR. It was determined that lecithin and PGPR combinations are the most appropriate way to effect the chocolate viscosity and yield value. As the most suitable combination of % 0,50 lecithin and % 0,10 PGPR added sample was observed. However it was found that lecithin and PGPR combinations did not have a distinct effect on particle size, chemical and sensorial properties.

Key words: Chocolate, lecithin, Polyglycerol Polyricinoleate (PGPR), viscosity, yield value.

2011, ix+66 pages.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmada, çikolata üretiminin olmazsa olmaz bileşenlerinden emülgatörlerin çikolata kalitesine olan etkisinin vurgulanması amaçlanmıştır. Ayrıca ürünün tadına duyuşal olarak etkileri olmayan bu bileşenlerin, reolojik olarak çikolata kalıplama ve kaplama proseslerinde yardımcı ve üretimi kolaylaştırıcı etkisinin vurgulanması da hedeflenmiştir. Tüketici açısından duyuşal özelliklerinin ön planda olduğu bir ürün olan çikolata, üretici firma ve çalışanları için de proses sırasında optimum reolojik yapıya sahip olması ile önem taşımaktadır.

İş hayatına başladığım ilk günden beri hayatımda olan çikolata ürünü üzerinde çalışmak ve bu konuyu incelemek benim için çok keyifli olmuştur. Yüksek lisans eğitimi boyunca her zaman yanımda olup, tez çalışmamı her adımında desteğini ve bilgisini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR'a, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım hocam Yrd. Doç. Dr. C. Ece TAMER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu uzun süreçte bana destek olan eşim ve meslektaşım Gıda Müh. Derya PEKER' e teşekkür ederim.

Burak Barkın PEKER
Gıda Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	8
2.1. Çikolata Bileşenleri.....	9
2.1.1. Kakao likörü.....	9
2.1.2. Yağlar.....	10
2.1.2.1 Kakao yağı.....	10
2.1.2.2. Süt yağı.....	11
2.1.2.3. Kakao yağı eşdeğerleri (CBEs).....	11
2.1.3. Süt/Süt tozu.....	12
2.1.3.1. Kontinental(Avrupa) prosesi.....	12
2.1.3.2. Kırıntı prosesi.....	12
2.1.4. Şeker.....	13
2.1.5. Emülgatör.....	13
2.2. Çikolatanın Üretim Aşamaları.....	20
2.2.1. Karıştırma (Mixing).....	20
2.2.2. Ön inceltme (Pre-refining).....	21
2.2.3. İnceltme (Refining).....	21
2.2.4. Konçlama (Conching).....	21
2.2.5. Temperleme (Tempering).....	24
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal.....	29
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Çikolataların hazırlanması.....	29
3.2.2. Fiziksel ve kimyasal analizler.....	32
3.2.2.1. Viskozite tayini.....	32
3.2.2.2. Akma noktası tayini.....	33
3.2.2.3. Partikül boyutu tayini.....	33
3.2.2.4. Nem tayini.....	33
3.2.2.5. Yağ tayini.....	34
3.2.2.6. Kül tayini.....	34
3.2.2.7. Protein tayini.....	34
3.2.2.8. Duyusal analiz.....	35
3.2.2.9. İstatistikî analiz.....	35
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	36
4.1. Sütli Çikolataya Ait Araştırma Sonuçları ve Tartışma.....	36
4.2. Bitter Çikolataya Ait Araştırma Sonuçları ve Tartışma.....	44
4.3. Beyaz Çikolataya Ait Araştırma Sonuçları ve Tartışma.....	52
5. SONUÇ.....	61

KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. 1997-2007 yılları arasında dünya çapında kakao tanesi, kakao ürünleri ve kakao içeren ürünlerin ton bazında ithalat verileri.....	4
Şekil 2.1. Kakao tanesinin yapısı.....	9
Şekil 2.2. Kakao tanesi ve nibin yapıları.....	9
Şekil 2.3. Lesitin yağ-su emülsiyonu oluşturma etkisi.....	13
Şekil 2.4. Fosfatilkolinin moleküler yapısı.....	15
Şekil 2.5. Bitter kaplama çikolatada sabit viskozite sağlamak için gerekli kakao yağına eklenen lesitin miktarı.....	17
Şekil 2.6. Çikolatanın davranışları ile kakao partiküllerinin ve şeker kristallerinin süspansiyonu.....	18
Şekil 2.7. PGPR'nin kimyasal yapısı.....	19
Şekil 2.8. Konç makinesi.....	23
Şekil 2.9. Temperleme makinesi.....	25
Şekil 2.10. Tempermetre.....	26
Şekil 2.11. Temperlemesi başarılı ve başarısız olan çikolata örnekleri.....	26
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan çikolata örneklerinin üretim akış şeması.....	30
Şekil 3.2. Haake VT-550 Viskozimetre.....	32
Şekil 3.3. Mitutoyo marka el mikrometresi.....	33
Şekil 4.1. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında sütlü çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri.....	37
Şekil 4.2. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin partikül büyüklükleri.....	39
Şekil 4.3. Araştırmada kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin görselleri.....	40
Şekil 4.4. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin duyu analizi sonuçları (A1 ve A2).....	43
Şekil 4.5. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin duyu analizi sonuçları (A3 ve A2).....	43
Şekil 4.6. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin duyu analizi sonuçları (A1 ve A3).....	44
Şekil 4.7. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında bitter çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri.....	45
Şekil 4.8. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin partikül büyüklükleri.....	47
Şekil 4.9. Araştırmada kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin görselleri.....	48
Şekil 4.10. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin duyu analizi sonuçları (B1 ve B2).....	51
Şekil 4.11. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin duyu analizi sonuçları (B3 ve B2).....	51
Şekil 4.12. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin duyu analizi sonuçları (B1 ve B3).....	52
Şekil 4.13. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında beyaz çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri.....	53

Şekil 4.14. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin partikül büyüklükleri.....	55
Şekil 4.15. Araştırmada kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin görselleri.....	56
Şekil 4.16. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin duyusal analiz sonuçları (C1 ve C2).....	59
Şekil 4.17. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin duyusal analiz sonuçları (C3 ve C2).....	59
Şekil 4.18. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin duyusal analiz sonuçları (C1 ve C3).....	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Kakao çekirdeği ithal eden ülkeler (2008 yılı verileri).....	5
Çizelge 1.2. Kakao çekirdeği ihraç eden ülkeler (2008 yılı verileri).....	6
Çizelge 2.1. Kaliteli bir kakao kitlesinin özellikleri.....	10
Çizelge 2.2. Kakao yağı dışında çikolata ürünlerine eklenebilecek yağlar ve elde edildikleri bitkiler	12
Çizelge 2.3. Değişik soya lesitini örneklerinin tipik fosfolipit kompozisyonu (% kompozisyon).....	14
Çizelge 2.4. Soya lesitininin ortalama (%) kompozisyonu.....	16
Çizelge 2.5. Kakao yağının kristal yapıları ve erime sıcaklıkları.....	24
Çizelge 2.6. Çikolatanın tiplerine göre özellikleri.....	27
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan çikolata örneklerinin lesitin ve PGPR içerikleri.....	31
Çizelge 4.1. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında sütlü çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri değişimi.....	36
Çizelge 4.2. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında sütlü çikolatanın viskozite ve akma noktası değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları.....	38
Çizelge 4.3. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin partikül büyüklüklerine ait en az, en çok ve ortalama değerler.....	39
Çizelge 4.4. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.5. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolatanın nem, kül, protein ve yağ değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.6. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında bitter çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri.....	45
Çizelge 4.7. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında bitter çikolatanın viskozite ve akma noktası değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.8. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin partikül büyüklüklerine ait en az, en çok ve ortalama değerler.....	47
Çizelge 4.9. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.10. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolatanın nem, kül, protein ve yağ değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.11. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında beyaz çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri.....	53
Çizelge 4.12. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında beyaz çikolatanın viskozite ve akma noktası değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları.....	54

Çizelge 4.13. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin partikül büyüklüklerine ait en az, en çok ve ortalama değerler.....	55
Çizelge 4.14. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.15. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolatanın nem, kül, protein ve yağ değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları.....	58

1. GİRİŞ

Çikolata; kakao yağı, şeker ve çikolata tipine göre kakao kütlesi ve/veya toz kakao, süt ve/veya süt tozu ve çeşni maddeleri, ayrıca gıda katkı maddeleri yönetmeliğinde izin verilen katkı maddelerinin de ilavesi ile tekniğine uygun şekilde hazırlanıp kalıplanarak elde edilen bir mamuldür (Anonim 1990).

Kakao yağı; çekirdek kakao ve/veya kakao kitlesinden elde edilen çikolata imaline uygun yağdır (Anonim 1990).

Kakao kitlesi; kabuklarından ayıklanmış kakao çekirdeklerinin öğütülmesi ile elde edilen, çekirdekten ayrılmayan kabuk miktarı kuru madde üzerinden en fazla % 5, yağ miktarı ise kuru madde üzerinden en az % 48 olan bir maddedir (Anonim 1990).

Katkı maddeleri; Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde çikolataya katılması kabul edilen maddelerdir (Anonim 1990).

Çikolata; normal oda sıcaklığında katı halde olup, ağza alındığında eriyen neredeyse tek gıda maddesidir. Çikolatanın bu özelliği, içerisindeki temel yağ olan kakao yağından kaynaklanmaktadır. Kakao yağı; 25°C'nin altında katı halde olup şeker ve kakao partiküllerini bir arada tutar. Vücut sıcaklığında neredeyse tamamen sıvı hale gelir ve çikolata partiküllerinin akmasını sağlar, ağızda erimeye başlayan çikolata yumuşak ve akıcı bir yapı halini alır (Beckett 2008).

Çikolatanın su aktivitesi 0,37-0,60 arasında olduğundan; *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp.*, maya ve küfler bu değerler arasında canlı fakat latent halde kalabilirler. Çikolatadaki mikroorganizmalar arasında kserofilik küflerin özel yerleri vardır ve küfler bakterilere göre su aktivitesi düşük olan gıdalarda daha fazla üreme şansına sahiptirler (Çetin ve Nazlı 2000).

Çikolatanın kalitesini, çikolata proses aşamaları ve çikolata üretiminde kullanılan hammaddeler belirler. Bunun yanında ürünün yağ miktarı, nem miktarı ve görsel özellikleri de ürün kalitesine etkilidir (Prawira ve Barringer 2008).

Çikolatanın tarihteki ilk izleri İ.Ö. 1500'lü yıllara dayanmaktadır. Meksika Körfezi'nde bulunan Yucatan Yarımadası'nda yaşayan Olmekler, kakao tohumlarını öğütürerek mısır unu, baharat ve suyla karıştırmışlar ve "kakawa" adını verdikleri bir enerji içeceği olarak kullanmışlardır. Çikolatanın yükselişi ise Aztekler döneminde başlamaktadır. Aztekler, kakaoya ilahi bir anlam yükleyerek kendilerine tanrılar tarafından verilmiş bir ödül olduğuna inanmışlar ve kakao ağacına "Tanrıların Yemeği" anlamına gelen "Theobrama Cacao" adını vermişlerdir. Aztekler'in içecek olarak kullandığı ve "chocolatl" olarak adlandırdıkları içecek, çikolatayı elit kesimin popüler içeceği haline getirmiştir (Coe ve Coe 1996).

Çikolatanın Avrupalılar tarafından ilk kez tanınması 1519 yılında İspanyol kâşif Fernando Cortez'in Aztekler'in ülkesine yaptığı yolculuk sayesinde olmuştur. Meksika seferinin dönüşünde Cortez tarafından İspanya'ya getirilen kakao, Avrupalıların ağız tadına göre oldukça acıydı. Fakat, içine biraz şeker konulduğunda lezzeti farklılaşmış ve İspanyolların en gözde içeceği olmuştur. 17'nci yüzyılın sonuna kadar, kakao tamamıyla İspanyolların tekelinde kalmıştır.

Karayib Adaları, gelişen kakao endüstrisinin merkeziydi. Meksika'da kakaoyu keşfeden İspanyollar, Batı Afrika'nın açıklarındaki Fernando Po Adasına kakao tohumunu getirmişlerdir. Bugünkü kakao endüstrisinin merkezi olan Afrika kıtasında 1879 senesine kadar kakaonun ne olduğu bilinmemekteydi. O tarihte, Teette Quet isminde bir nalbant, beraberinde birkaç tane kakao çekirdeği getirerek, Fernando Po'dan Gana'ya seyahat etmiştir. Teette Quet'in ektiği çekirdekten, Gana'nın kakao endüstrisi gelişmiştir. Günümüzde, yeryüzündeki kakaonun yarısı Gana'dan ihraç edilmektedir. Geri kalan kısmı ise Gana'nın komşuları olan diğer Afrika ülkelerinden ve Brezilya'dan sağlanmaktadır. Çok az da olsa bir miktar kakao da Amerika ve Asya'da yetiştirilmektedir (<http://www.bind.com.tr>, 2011).

Çikolata terimi, kakao ağacının tohumlarından elde edilen ürünü tanımlamak için kullanılır. Tablet şekli geliştirilmeden önce, uzun yıllar bu tohumlardan elde edilen içecek yapılmaktaydı. Çikolata kelimesinin kesin kaynağı bilinmemektedir. Bu kelime Maya kelimesi olan “çikolatayı birlikte içmek” anlamına gelen “chokola’j” veya Yucatec kelimesi olan “sıcak içecek” anlamına gelen “chocol haa” kelimelerinden geldiği ileri sürülmektedir. Çoğu kez bir Nahautl kelimesi olan “chocolatl” kelimesinden geldiği rapor edilmiştir. Fakat, bu kelimenin Nahautl dilinden geldiğine dair herhangi bir kanıt bulunamamıştır (Coe ve Coe 1996).

İspanyollar çikolatanın sırrını ancak 1606’ya kadar saklamışlardır. İspanyol rahiplerin bir İtalyan'a kakao yapılışını öğretmesiyle, çikolata önce İtalya'ya ardından Fransa, Hollanda ve İngiltere'ye yayılmıştır (<http://www.bind.com.tr>, 2011).

1828'de Hollandalı Van Houten kakaodan yağ çıkarmayı, kakao presi ile başarmıştır. Böylelikle, gerçek çikolatanın en önemli hammaddesi elde edilmiştir (Beckett 2008).

Hollanda'da, Van Houten 1828'de kakao kitesinden presleme metoduyla yağın büyük kısmını alma metodunun patentini almıştır. Bu işlem ile kakao yağı ve kakao tozu üretimini mümkün kılmıştır. Aynı zamanda alkalizasyon yolu ile üretim esnasında tadı ve rengi artırmak için de bir metot düşünmüştür. Kakao yağının varlığı şu anda bildiğimiz çikolatanın yapımını sağlamıştır.

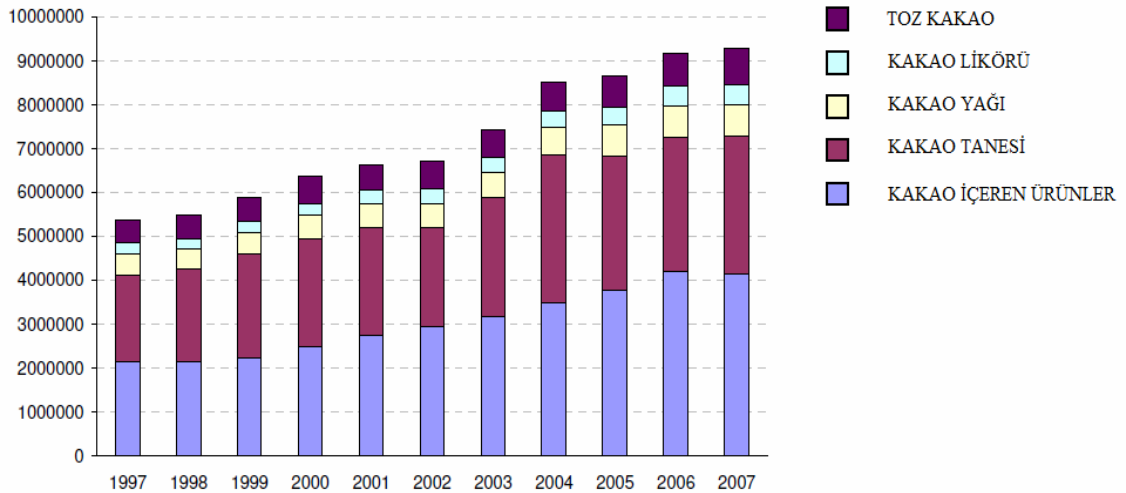
Bir İngiliz şirketi olan Fry'ın ilk çikolatayı yaptığı bilinmektedir. 1847’de Fry kakao tozu ile ekstrakte kakao yağı ve şekeri birleştirerek ilk çikolatayı yapmış ve “chocolat delicieux a manger” olarak satmıştır. Bundan iki yıl sonra da Cadbury Kardeşler benzer bir ürün satmaya başlamışlardır.

Sütlü çikolata 1875 yılında İsviçre’de Daniel Peter tarafından Henri Nestlé işbirliği ile üretilmiştir. Bu üretimlerde Nestlé’nin koyulaştırılmış sütü kullanılmıştır.

Türkiye’de ilk çikolata fabrikası yabancı sermayeli olarak 1927 yılında Feriköy’de kurulmuştur. Avrupa’da 1860’larda üretimine başlanan çikolatanın ülkemize gelişi 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).

Yaklaşık 6 milyon tonluk tüketim hacmi ve 54 milyar dolarlık cirosu ile çikolata pazarı; dünyadaki en büyük gıda pazarlarından biridir. Kişi başına yıllık çikolata tüketimi İsviçre’de 11,5, İngiltere’de 9,9, Fransa’da 7,5, ABD’de 5,9, Rusya’da 2,4 kilogramdır. AB ülkeleri çikolatanın ana hammaddesi kakaoda dünya üretiminin yarısını tüketmektedir. Kişi başına çikolata tüketimi 6-11 kilogram arasında seyreden gelişmiş ülkelerin yanında, Türkiye’deki kişi başına tüketim 800 gramdır (Palacioğlu 2003).

Kakao ve kakao ürünlerine talep her geçen sene artmakta ve buna bağlı olarak çikolata üreten ülkeler, kakao ve kakao ürünleri ithalini arttırmaktadır. 1997-2007 yılları arasında dünya çapında kakao tanesi, kakao ürünleri ve kakao içeren ürünlerin ton bazında ithalat verileri Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. 1997-2007 yılları arasında dünya çapında kakao tanesi, kakao ürünleri ve kakao içeren ürünlerin ton bazında ithalat verileri (Pay 2009)

Çizelge 1.1’de çikolata üretiminin başlıca bileşenlerinden olan kakao likörünün hammaddesi olan kakao tanesi ithal eden ülkelerin sıralaması verilmiştir. 2008 yılı verilerine göre Türkiye, kakao tanesi ithal eden ülkeler arasında 13. sırada bulunmaktadır. Diğer taraftan kakao, Türkiye’nin ithal ettiği ürünler içerisinde 14. sıradaki ürün olarak yer almaktadır. Çizelge 1.2’de çikolata üretiminin başlıca bileşenlerinden olan kakao likörünün hammaddesi olan kakao tanesi ihraç eden ülkelerin sıralaması verilmiştir.

Çizelge 1.1. Kakao çekirdeği ithal eden ülkeler (2008 yılı verileri) (<http://faostat.fao.org>, 2011)

Sıra	Ülke	Miktar (Ton)	Değer (1000 \$)	Birim değeri (\$/Ton)
1	Hollanda	680 942	1 589 480	2 334
2	*Malezya	398 253	1 180 120	2 963
3	ABD	355 751	878 337	2 469
4	Almanya	334 033	813 555	2 436
5	Belçika	178 462	465 606	2 609
6	Fransa	155 826	415 132	2 664
7	Birleşik Krallık	119 815	311 229	2 598
8	İspanya	95 469	240 532	2 519
9	Singapur	93 917	236 722	2 521
10	İtalya	68 191	182 182	2 672
11	Kanada	68 738	158 840	2 311
12	Brezilya	73 363	158 348	2 158
13	Türkiye	59 264	158 294	2 671
14	Rusya	60 140	158 034	2 628
15	Çin	54 532	139 717	2 562
16	İsviçre	41 977	117 982	2 811
17	Japonya	28 800	78 867	2 738
18	Endonezya	22 968	59 574	2 594
19	Ukrayna	17 783	56 395	3 171
20	Tayland	20 068	54 404	2 711

*Resmi olmayan rakam

Çizelge 1.2. Kakao çekirdeği ihraç eden ülkeler (2008 yılı verileri) (<http://faostat.fao.org>, 2011)

Sıra	Ülke	Miktar (Ton)	Değer (1000 \$)	Birim değeri (\$/Ton)
1	Fildişi Sahili	782 868	1 767 960	2 258
2	Gana	474 706	979 098	2 063
3	Endonezya	380 513	854 585	2 246
4	Nijerya	227 303	491 923	2 164
5	Hollanda	155 657	395 536	2 541
6	Kamerun	171 835	339 356	1 975
7	Belçika	117 763	314 853	2 674
8	Togo	104 669	223 249	2 133
9	Ekvator	80 143	201 566	2 515
10	Papua Yeni Gine	67 782	158 381	2 337
11	Dominik Cumhuriyeti	32 738	92 638	2 830
12	ABD	17 937	41 238	2 299
13	Tanzanya	9 721	25 555	2 629
14	Sierra Leone	11 411	23 087	2 023
15	Uganda	8 982	22 834	2 542
16	*Malezya	10 367	18 075	1 744
17	Peru	5 525	17 895	3 239
18	Almanya	6 806	17 388	2 555
19	Madagaskar	6 377	16 447	2 579
20	Venezuela	5 521	15 571	2 820

*Resmi olmayan rakam

Kakao çekirdeği ihraç eden ülkeler arasında ilk sırada olan Fildişi Sahili, 2009 yılı verilerine göre kakao tanesi üretimi sıralamasında da 1 221 600 ton ile ilk sırada bulunmakta, ikinci sırada 800 000 ton ile Endonezya ve üçüncü sırada 662 400 ton ile Gana bulunmaktadır (<http://faostat.fao.org>, 2011).

Türkiye şekerli ve çikolatalı mamuller sektörü, kakao açısından ithalata bağımlı bir sektördür. Kakao ve kakao ürünleri (tatlandırıcı madde katılmış kakao tozu hariç) 2007 yılı toplam ithalatı 171,8 milyon dolar, 2008 yılı toplam ithalatı 203,8 milyon dolar ve 2009 yılı toplam ithalatı ise 228,9 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir (Karabayır 2010).

Türkiye'nin çikolatalı mamuller ihracatı ise en yüksek seviyesine 355,5 milyon dolarla 2008 yılında ulaşmıştır. İhracat artış oranı 2004 yılında %24,3, 2005 yılında %18,9 ve 2006 yılından sonraki dönemde en düşük artış oranı ile (%9,5) 2008 yılında gerçekleşmiştir (Karabayır 2010).

Çikolatanın bileşimi dünyanın her tarafında çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitlilik insanların damak tatlarının değişiklik göstermesinin yanı sıra, başlıca eklenen kakao ve yağın miktarı ile çeşidini belirleyen mevzuat ve yasaların farklılığından kaynaklanmaktadır.

Çikolata, neşe ve zevk ile ilişkili, potansiyel olarak uyarıcı, gevşetici ve antidepresan özellikleri barındırmaktadır (Thamke ve ark. 2009).

Çikolata, beyinde endorfin salgısını arttırarak gevşetici ve ağrı kesici etki gösterir. Kalp hastalıkları ve kansere yakalanma riskini azaltır, doğal bir enerji desteği olmasının yanı sıra acı hissi ile gerginliği azaltmaya yardımcı olur (<http://www.nestle.com.tr>, 2010).

Polifenollerce zengin ve kalp üzerinde olumlu etkileri olduğu belirlenen çikolatada LDL (low density lipoprotein, düşük yoğunluklu lipoprotein)'nin oksidasyonunu azaltan flavonoid bulunmaktadır (Coşkun 2005).

Çikolatada bulunan polifenoller kan damarlarını korumakta, astıma neden olan lipoksigenaz üretimini bloke etmekte ve bağışıklık sistemini kuvvetlendirmektedir (Warren 2009).

Bu araştırmanın amacı; çikolata üretiminde, proseste emülgatör olarak kullanılan lesitin ve Polyglycerol Polyricinoleate'nin (PGPR) beraber kullanımı için en uygun kombinasyonların saptanması, lesitin ve PGPR ilavesinin ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisinin gözlemlenmesi ve konu ile ilgili çalışmalara veri oluşturmaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Birçok ülkede çikolata üretimi mevzuatların kontrolü altındadır. Bazı durumlarda çikolatanın bileşenleri şeker, kakao yağı, kakao likörü ve süt tozu ile sınırlandırılmıştır (Man ve Jones 1994).

Çikolatanın viskozitesi ve akma noktası, çikolata üreticilerinin üretimlerini kontrol altında tutması için önemli parametrelerdir. Özellikle şekerleme ve dondurma kaplamasında bu özellik daha da ön plana çıkmakta, ürünün akış özelliklerine hakim olmak ürünün maliyetlerini ve ürün formülasyonlarının optimize edilmesine yardımcı olmaktadır (Rector 2000).

Çikolata yapımında, lesitin ve PGPR olarak adlandırılan emülgatörler kullanılmaktadır. Birçok çikolata üreticisi lesitin ve PGPR kombinasyonlarını istenen akış değeri ve plastik viskoziteyi azaltıcı etkisi için kullanmaktadır (Afoakwa ve ark. 2007).

Partikül büyüklüğü, yağ miktarı ve lesitin miktarı çikolatanın tüm reolojik özellikleri ile belirgin bir şekilde bağlantılı olan faktörlerdendir. Genel olarak çikolatanın viskozitesi, kakao yağı ve yüzey aktif maddeleri (lesitin, PGPR) ile kontrol altına alınır (Afoakwa ve ark. 2008).

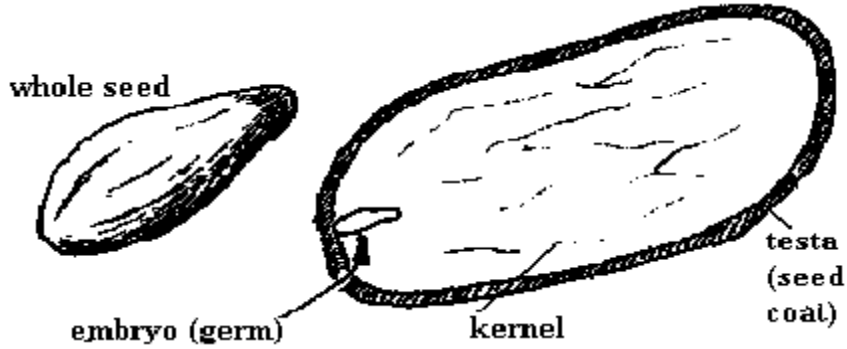
Çikolatanın akış özelliklerine lesitin ve PGPR'nin etkisinin yanında, bileşimdeki kakao yağı oranının da etkisi büyüktür. PGPR; akma noktası üzerine, lesitin ve kakao yağı oranından daha fazla etki ederken, viskozite üzerine lesitin ve PGPR benzer etki gösterir. Kakao yağı oranının çikolatanın viskozitesine olan etkisi ise, çikolatada lesitin ve/veya PGPR ile hazırlanmasına bağlı olarak değişmektedir (Ghorbel ve ark. 2008).

Günümüz çikolata üretim ekipmanları ve otomasyon sistemleri, çikolatanın geleneksel yöntemler ve deneyimlere dayalı üretim tekniklerinin yerini almıştır. Bu nedenle; proses koşulları, sıcaklık, süre, ürün nemi ve ortam bağımlı nemi gibi kontrol parametreleri artan bir önem kazanmıştır (Keijbets ve ark. 2010).

2.1. Çikolata Bileşenleri

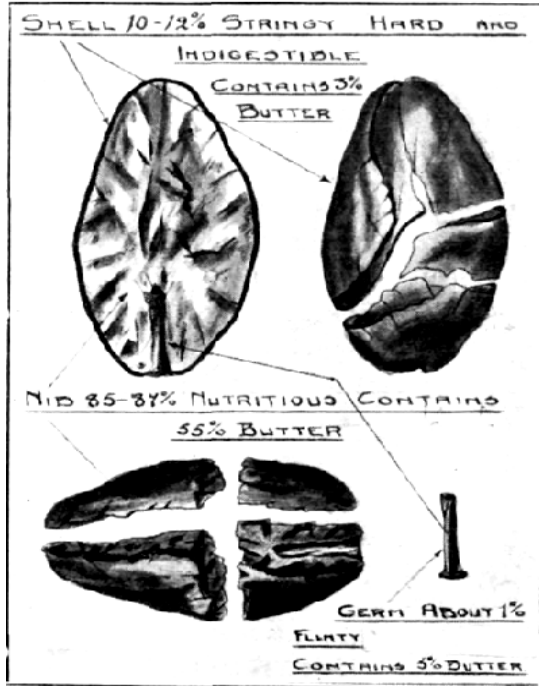
2.1.1. Kakao likörü

Kakao tanesi yaklaşık olarak % 88 nib, % 11 kabuk ve % 1 embriyo (tohum)'dan oluşmaktadır. Kakao tanesinin yapısı Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Kakao tanesinin yapısı (<http://www.uq.edu.au>, 2011)

Kakao taneleri hasat edildikten sonra fermente edilir. Daha sonra temizlenir, kavrulur ve kakao nibi tohumdan ayrılır. Nib; hücre yapısı dahilinde % 55 kakao yağı içeren hücresel bir yapıdır. Kakao tanesi ve nibinin yapıları Şekil 2.2'de gösterilmiştir



Şekil 2.2. Kakao tanesi ve nibin yapıları (<http://cacaolab.wordpress.com>, 2011)

Kakao tanesinin fermentasyonu ile aroma gelişimi başlamakta, kavurma ile bu aroma gelişimi hızlanmaktadır. Kavurma sırasında birçok karmaşık esmerleşme reaksiyonları gerçekleşmektedir. Kakao çekirdeğine uygulanan bu işlemler, çikolatanın kendine has duyuşal özelliklerini oluşturmaktadır (Hoskin 1994).

Daha sonra uygulanan öğütme işlemleri ise hücre duvarlarını yıkmakta ve yağ serbest hale geçmektedir. Öğütme işleminde sürtünme ısısının etkisi ile sınıvılaşarak parçalara ayrılmış hücreleri içeren sürekli bir faz meydana gelmektedir. Bulamaç halindeki bu akışkan, kakao likörü veya kakao kitesi olarak isimlendirilir. Kaliteli bir kakao kitesinin özellikleri Çizelge 2.1’de belirtilmiştir (Man ve Jones 1994).

Çizelge 2.1. Kaliteli bir kakao kitesinin özellikleri (Anonim 1990)

Tat	Dengeli, zengin ve iyi
Yağ içeriği	%50 ± 5
Nem	%1
İncelik	75 µ
Kabuk içeriği	Maksimum %1,75
Mikrobiyolojik Özellikler	Gramda maksimum 5000 mikroorganizma olmalı ve hiç patojen olmamalıdır

2.1.2. Yağlar

Çikolatada bulunan yağlar; kakao yağı, süt yağı ve kakao yağı olmayan bitkisel yağlardır. Bu son grup genellikle kakao yağı eşdeğerleri (cocoa butter equivalents veya CBEs) olarak bilinir (Man ve Jones 1994).

2.1.2.1. Kakao yağı

Kakao yağı, kakao liköründen kakao tozunun ayrılmasıyla meydana gelmektedir. Bazı kaynaklardan elde edilen kakao yağı, potansiyel sert, acı tat tonlarının giderilmesi amacıyla deodorize edilmelidir. Fakat deodorizasyon işlemi, kakao yağının antioksidan özelliğini azaltabilir (Man ve Jones 1994).

Yasal gereklilikleri karşılamak amacıyla çikolataların çoğu, en az % 20 kakao yağı içermektedir. Kakao yağının sahip olduğu özellikler başka yağlarca karşılanamaz. Çikolataya özgü tadı veren ve raf ömrünün uzun olmasını sağlayan kakao yağının bu özelliği, oksidatif dayanıklılığından kaynaklanır. Çikolataya özel tekstürünü veren kakao yağının karakteristik fiziksel özellikleri, sahip olduğu kendine özgü erime özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Kakao yağı, oda sıcaklığında katı haldedir. 28 °C'ye kadar katı halde kalır. 36 °C'de (ağız sıcaklığının altında bir sıcaklıktır) ise tamamen erir.

Çikolata üretimindeki tek sürekli faz olan kakao yağı, diğer bileşenlerin dağılımı ve çikolatanın fiziksel davranışlarından sorumlu olan fazdır. Oda sıcaklığındaki kırılmalı yapı, vücut sıcaklığında hızlı ve tamamen erimesi kakao yağına özgü bir özelliktir (Anklam ve Lipp 1998).

2.1.2.2. Süt yağı

Süt yağı,

- Tat için
- Tekstür düzenleyici olarak çikolatayı yumuşatmak için
- Çikolatada çiçeklenmeyi inhibe etmek için
- Maliyeti düşürmek için kullanılır

Hidrojene edilmiş ve hidrojene edilmemiş süt yağının çikolatanın beyazlaşmasını inhibe etmesi özellikleri kıyaslanacak olduğunda, hidrojene edilmiş süt yağının çikolatanın beyazlaşmasını inhibe etmesi belirgin bir şekilde fazladır (Campbell ve ark. 1969).

2.1.2.3. Kakao yağı eşdeğerleri (CBEs)

Bu ürünler genel olarak; illipe (*shorea spp.* bitkisinden elde edilen yağ), shea (*Butyrospermum parkii* bitkisinden elde edilen yağ) ve palm (*Elaeis guineensis*, *Elaeis olifera* bitkisinden elde edilen yağ) yağlarından hazırlanır. Bu yağlar yaklaşık olarak kakao yağına özdeş olan yağ asidi kompozisyonuna sahiptir (Man ve Jones 1994).

Kakao yağı dışında, çikolata ürünlerine eklenebilecek yağlar ve elde edildikleri bitkiler Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Kakao yağı dışında çikolata ürünlerine eklenebilecek yağlar ve elde edildikleri bitkiler (Çikolata ve Çikolata Ürünleri Tebliği, 2003)

Bitkisel katı yağların genel isimleri	Bitkisel yağların elde edildiği bitkilerin bilimsel isimleri
Illipe, Borneo tallow or Tengkawang	<i>Shorea spp.</i>
Palm-oil	<i>Elaeis guineensis, Elaeis olifera</i>
Sal	<i>Shorea robusta</i>
Shea	<i>Butyrospermum parki</i>
Kokum gurgi	<i>Garcinia indica</i>
Mango kernel	<i>Mangifera indica</i>

2.1.3. Süt/Süt tozu

Sütün çikolataya katılması için iki ayrı işlem mevcuttur. Bu iki ayrı işlem oldukça farklı tatlarda ürünlerin ortaya çıkmasına neden olur (Man ve Jones 1994).

2.1.3.1. Kontinental (Avrupa) prosesi: Bu işlemde süt tozu kullanılarak, kakao likörüne eklenir.

2.1.3.2. Kırıntı prosesi: Bu işlem, İngiltere’de ve sıklıkla da Amerika’da ve bazı Avrupa ülkelerinde kullanılır. Süt, şeker ve kakao likörü vakum altında koyulaştırılarak daha sonra kakao kitlesine katılacak tozun oluşumuna zemin hazırlanır (Man ve Jones 1994).

Süt tozu, çikolatanın önemli hammaddelerinden birisidir. Roller-dried (silindir kurutma tekniği ile kurutulmuş) süt tozu tipi, içeriğindeki yüksek miktardaki serbest yağ nedeni ile spray-dried (püskürtülerek kurutulmuş) tekniği ile elde edilen süt tozu tipine oranla daha çok talep görmektedir. Ancak, ekonomik nedenlerden dolayı spray-dried tekniği artık standart süt kurutma tekniği olmuş durumdadır (Keogh ve ark. 2002).

2.1.4. Şeker

Şeker, kakao likörünün acılığını dengelemek için sade çikolatada kullanılır. Şeker, lezzet üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Şeker ve süt proteinleri kombinasyonu, Maillard veya esmerleşme reaksiyonları aracılığıyla karamelize tat oluşumunu sağlar (Man ve Jones 1994).

2.1.5. Emülgatör

Çikolata, sürekli yağ fazı ve içerisinde şeker içerir. Lipolitik ve hidrofilik etkiden dolayı birbiri içinde çözünmeyerek yüzeyi sadece yağ ile kaplanır. Bu durum emülgatörler kullanılarak çözülebilir ve çikolatanın yağ bileşimi, emülgatörler yardımı ile istenilen akış özellikleri sağlanırken azaltılabilir (Afoakwa ve ark. 2007).

Emülgatörler, yüzey gerilimini azaltarak gıdaların ince dispers yapıya kavuşmalarını sağlayan maddelerdir. Emülgatörler, iki faz arasındaki yüzeyde bulunan serbest enerjiyi azaltarak ve süresiz fazı oluşturan damlacıkların etrafında adsorbe edilmiş bir film oluşturarak stabiliteyi sağlamaktadırlar (Güven ve ark. 2010).

Emülgatörler, molekül uçlarından birisi yağı seven (hidrophobic) diğeri suyu seven (hidrophilic) moleküllerdir. Yağın ve suyun birbirine karışmasını sağlayarak kararlı, homojen ve topaksız bir emülsiyon meydana getirirler. Lesitinin yağ-su emülsiyonu oluşturma etkisi Şekil 2.3'de gösterilmiştir (www.food-info.net, 2011).



Şekil 2.3. Lesitinin yağ-su emülsiyonu oluşturma etkisi ([http:// www. hawkinswatts . com](http://www.hawkinswatts.com), 2011)

Ülkemizde lesitin ve PGPR'nin çikolata sanayinde kullanımı hakkında çok fazla araştırma ve çalışma bulunmamakla birlikte yurtdışında konu ile ilgili birçok çalışmaya rastlanılmıştır.

Hurst ve Martin (1984), soya lesitin fosfolipitlerini HPLC (High-performance liquid chromatography) ile incelemiş, birçok çeşit fosfatidden oluştuğunu gözlemlemiş ve tipik kompozisyonu Çizelge 2.3'de vermiştir.

Çizelge 2.3. Değişik soya lesitini örneklerinin tipik fosfolipit kompozisyonu (% kompozisyon)

Tanım	Fosfatil kolin (%)	Fosfatil ethanolamin (%)	Fosfatil inositol (%)	Fosfatil serin (%)
Soya lesitin 1	11,3	12,2	11,6	-
Soya lesitin 2	11,2	13,3	4,4	-
Soya lesitin 3	16,4	6,4	21,3	-

Schantz ve ark. (2003), değişik emülgatörlerin çikolatanın, reolojisine ve fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Piyasada ticari olarak kullanılan birçok emülgatörün, çikolatanın akış özelliğine, kristalleşmesine, özellikle bitter ve sütlü çikolatanın fiziksel stabilitesi üzerine etkisini gözlemlemişlerdir.

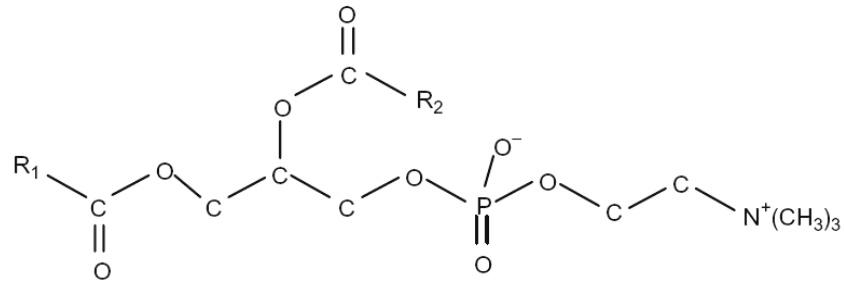
Schantz ve Rohm (2005), lesitin ve PGPR karışımlarının çikolatanın reolojisi üzerine etkilerini inceleyen araştırmalar yapmıştır. Optimum koşullarda hazırlanan lesitin ve PGPR karışımlarının çikolatanın akış özelliklerinde, çikolata kaplamalarında ve yağ bazlı kremalarda, ürünle ilgili ayarlamalar yapılmasına olanak sağladığı sonucuna varmışlardır. Spesifik olarak proseste ve mühendislikte ihtiyaç duyulan akış özellikleri, lesitin ve PGPR karışım kombinasyonları ile ayarlanabilmektedir.

Afoakwa ve ark. (2007), çikolatanın reolojik ve tekstürel kalitesini etkileyen faktörler üzerine çalışmalar yapmış, lesitin ve PGPR'nin elde edilişi ve proseste ne kadar kullanımının ne sonuca yol açacağına ilişkin sonuçlarından bahsetmiştir.

Çikolatada öncelikli olarak kullanılan emülgatörler; lesitin ve PGPR' dir. Lesitin ve PGPR öncelikli olarak çikolatanın akış özelliklerine etki eder. Düşük seviyelerde eklense bile yağa göre çok fazla viskoziteyi düşürme özellikleri vardır. Bu nedenle emülgatörler maliyet düşürücü ingredientlerdir. Doğal olarak değişik emülgatörlerin farklı etkileri olduğundan bunların çalışma mekanizmalarını iyi anlamak ve optimum koşullarda kullanmak gerekmektedir (Hasenhuettl ve Hartel 2008).

Günümüzde en çok tercih edilen yüzey aktif maddelerden biri olan lesitin, viskozitenin kontrol edilmesinde kullanıldığı gibi şekerlemelerin kalıplama tablalarına yapışmasını önleyici madde olarak da kullanılmaktadır (Altan 2005).

Lesitin; ticari olarak soya fasülyesi ya da ayçiçek tohumundan ekstraksiyonla ve çöktürme ile elde edilen bir emülgatördür. Açık kahverengi renkte olan sıvı, yaklaşık olarak % 35 soya yağı içerir. Lesitinin yapıtaşlarından en önemlisi olan fosfatilkolinin kimyasal yapısı Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Ortalama olarak lesitin kimyasal kompozisyonu Çizelge 2.4'te verilmiştir. Lesitin doğal yüzey aktif özelliği, özellikle hidrofilik şeker kristal yüzeyine etki ederek, çikolata ve kaplamalarda çok iyi bir şekilde viskoziteyi düşürücü etki sağlamaktadır (Hasenhuettl ve Hartel 2008).



Şekil 2.4. Fosfatil kolinin molekül yapısı

Çizelge 2.4. Soya lesitininin ortalama (%) kompozisyonu

Bileşen	%
Soya yağı	35
Fosfatil kolin	18
Fosfatil etanolamin	15
Fosfatil inositol	11
Diğer fosfatitler ve polar yağlar	9
Karbonhidratlar-steroller	12

Hem hayvansal hem de bitkisel kökenli olabilen lesitin, hayvansal ürünlerde daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Örneğin, taze yumurta sarısı % 8-10 lesitin içerir. Tereyağın lesitin içeriği de % 1 kadardır. Ancak en önemli lesitin kaynağı, % 1,5-3,0 kadar fosfatid içeren soya fasülyesidir (Altan 2005).

Bitkisel lesitin ticari olarak soya fasulyesi dışında; ayçiçek tohumu, yerfıstığı ve mısır yağından da elde edilmektedir. Bu lesitin türleri, genel olarak soya lesitini kadar viskoziteyi düşürücü etkiye sahip değildir. Diğer taraftan Amerika’ da üstün sınıf lesitin olarak, aspirden elde edilen lesitine talep, soya lesitini kadar olmamıştır. Almanya’da 2. Dünya Savaşı sırasında kolza tohumundan lesitin üretilmiştir. Ancak, şu anda bulunabilir bir lesitin değildir (Minifie 1989).

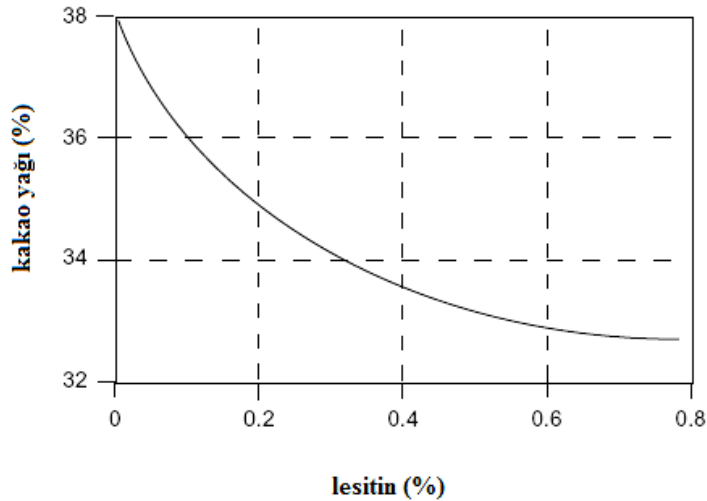
Ticari lesitin; toplam fosfatid içeriğine, rengine ve akışkanlığına göre sınıflandırılır. Ürünün spesifikasyonunda, her ürünün toplam fosfatid içeriği, % asetonda çözünmeyen madde olarak ifade edilir. Renk durumu itibariyle de ağartılmamış, bir kez ağartılmış, iki kez ağartılmış olarak sınıflandırma yapılmaktadır (Altan 2005).

Lesitin çeşitlerini sınıflandırmada “plastik” ve “akıcı” terimleri, lapamsı ya da kıvamlı lesitinler ile daha akıcı olanları ayırmada kullanılır. Akıcılık; ürünlerin nem, toplam fosfatid, soya yağı ve serbest yağ asidi içerikleri ile ilişkilidir (Altan 2005).

Lesitinin ticari kullanımı; emülgatörlük, ıslanma, disperse olma, dağılma, stabilizasyon, nüfuz etme, yağlama, yağ hidrolizasyonunu engelleme, yumuşatma ve oksidasyonu önleme yeteneklerine bağlıdır. Özel olarak rafine edilmiş lesitinler, lesitin fraksiyonları ve bunların karıştırılma, değişikliğe uğratılma dereceleri; lesitinin özelliklerinden bir ya da daha fazlasının geliştirilmesi ve özel amaçlarla kullanıma uygun duruma getirilmesi hedeflenerek üretilmektedir (Altan 2005).

Lesitin bir çok uygulaması vardır. Emülgatör olarak; fırıncılık ürünlerinde, şekerlemelerde, çikolatalarda, sakızlarda, kuru gıdaların üretiminde, dondurmalarda, instant gıdalarda, boyalarda ve hayvan yemlerinin üretiminde kullanılmaktadır (Bhattacharya ve ark. 1998).

Lesitin en fazla çikolata kaplamalarında viskoziteyi kontrol etmek amacıyla kullanılır. Bu işlemde, % 0,3-0,5 konsantrasyonunda kullanıldığı zaman lesitin, sahip olduğu dağıtıcı etkisi sayesinde viskoziteyi azaltır. Lesitin kullanımı ile çikolatada kakao yağı gereksinimi ilişkisi Şekil 2.5'te gösterilmiştir. Farklı çikolata ürünlerinde değişik miktarlarda lesitin kullanılır (Altan 2005).



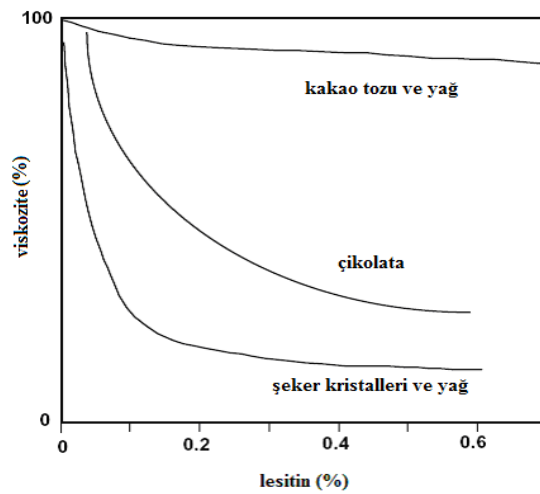
Şekil 2.5. Bitter kaplama çikolatada sabit viskozite sağlamak için gerekli kakao yağına eklenen lesitin miktarı

Nieuwenhuyzen ve Tomás (2008), bitkisel lesitin ve fosfolipit teknolojisi üzerine yaptıkları çalışmalarda, lesitinin çikolata prosesinin önemli ingredientlerinden biri olduğunu belirtmişlerdir. Lesitinin üretimi, proses ve kalite parametreleri, analizleri, gıdalara ilavesi ve farmakolojik kullanımları ayrıca lesitinin endüstride kullanıldığı alanlar hakkında araştırmalar yapmışlardır.

Lesitin % 0,6-0,8 oranında eklenmesi akma noktası ve plastik viskoziteyi düşürmektedir. Ancak reçetede ki yüzde oranı arttıkça çikolatanın viskozitesinin yükselmesi yönünde ters etki göstermeye başlamaktadır (Hasenhuettl ve Hartel 2008).

Lesitin çikolataya ilave edildiğinde, şeker kristallerini kaplar, yağ fazı içerisinde şeker kristallerinin yayılımına yardımcı olarak çikolatanın reolojisini etkiler (Dhonsi ve Stapley 2005).

Lesitin eklendiğinde, lesitin barındırdığı hidrofilik fonksiyon grubu şeker yüzeyine tutunurken, lipolitik grup da çevrelenmiş yağ fazına doğru sıçrar. Bu olay partiküllerin birbirleri üzerinden daha kolay kaymasını sağlar ve viskoziteyi düşürür. Şeker kristali yüzeyinde lesitin hareketleri incelenmiş, sonuç olarak lesitin şeker kristali yüzeyinde adsorbsiyonu ile sakkaroz-sakkaroz etkileşimlerini azaltan, lipolitik karakter de olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum Şekil 2.6’da gösterilmiştir (Hasenhuettl ve Hartel 2008).



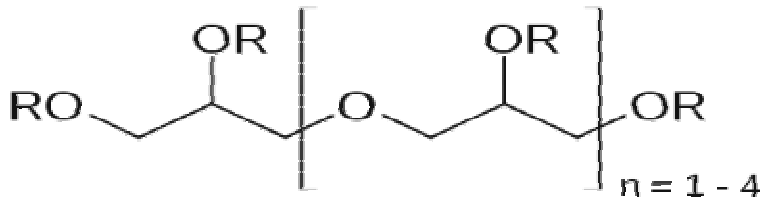
Şekil 2.6. Çikolatanın davranışları ile kakao partiküllerinin ve şeker kristallerinin süspansiyon içinde viskoziteye etkilerinin karşılaştırılması

PGPR, hint yağı ve gliserolün çoklu kondensasyonu sonucu oluşmuş, di-tri ve tetragliserol bileşiminden oluşan poligliserol ile karıştırılmış bir komplekstir. Şekil 2.7’ de PGPR’nin kimyasal yapısı gösterilmiştir. PGPR’nin plastik viskozite üzerine fazla bir etkisi yoktur. Ancak, % 0,2 oranında kullanımı ile akma noktasını % 50 oranında azaltmakta, % 0,8 oranında kullanımı ile ise yok etmektedir.

PGPR, çikolatayı Newtonian akışkana dönüştürür. % 35 kakao yağı içeren çikolata ile % 32 kakao yağı, % 0,1 PGPR içeren çikolata benzer akma noktasına sahiptir. Lesitin aksine PGPR çikolatada süspansiyon şeklinde yapılaşmaz. Sürekli yağ fazı hacim fraksiyonunu ve bağlı su miktarını artırır. Bu suyu hidrate ederek ve katı partikülleri arttırarak bu suyu kullanılamaz hale getirir (Afoakwa ve ark. 2007).

PGPR, çok güçlü bir yağda su emülgatörüdür. Çikolatada kullanım amacı, çikolata viskozitesini modifiye etmek ve çikolatanın kalıplama özelliklerini iyileştirmektir (Smith ve ark. 1998).

Son yıllarda birçok çikolata üreticisi, istenilen akma noktası ve plastik viskozite değerine ulaşmak, bunun yanında viskoziteyi düşürücü etkenleri dengelemek için lesitin ve PGPR kombinasyonunu kullanmaktadır. % 0,5 lesitin içeren çikolataya PGPR eklenmesiyle akma noktası ileri derecede azalır ve plastik viskozite yavaşça yükselir. Lesitin konsantrasyonunun % 0,5’in üzerinde olması halinde plastik viskozite artışı kontrol edilemez. PGPR eklenmesi akma noktası üzerine azaltıcı etki yapar, çikolatanın akış özelliklerini büyük oranda etkiler. PGPR yağ göçü inhibisyonunda düşük oranda etkilidir (Afoakwa ve ark. 2007).



Şekil 2.7. PGPR’nin kimyasal yapısı

PGPR, lesitin ile beraber iyi performans gösterir. Genellikle en iyi akma noktası azalımı iki emülgatörün birlikte belirli oranlarda karıştırılmasından elde edilir . En uygun oran 2-2,5 birim lesitine karşılık 1 birim PGPR kullanımındır ve bu oran % 0,3-0,5 arasında değişim gösterebilir. PGPR' ın akma noktası düşürme üzerindeki mekanizması tam olarak açıklanamamıştır (Martin 1988).

Optimum lesitin ve PGPR konsantrasyonu, uygulama koşulları ve istenen ürün özelliklerine göre farklılık gösterir. Bu nedenle genel bir sonuç çıkarılamaz. Ancak lesitin ve PGPR karışımlarının uygulanması, çikolatanın akma özellikleri ve yağ bazlı dolguların uygulanmasında farklı seçeneklere olanak verir (Schantz ve Rohm 2005).

2.2. Çikolatanın Üretim Aşamaları

Çikolatanın geleneksel üretim yöntemi; hammaddelerin karıştırılması, inceltilmesi, temperlenmesi ve konçlanması basamaklarından oluşmaktadır (Alamprese ve ark. 2007).

2.2.1. Karıştırma (Mixing):

Çikolata üretiminin ilk ve en önemli basamağıdır. Çikolata reçetesinin bileşimini oluşturan hammaddeler mikserde alınır ve karıştırılır. Önce sıvı hammaddelerden kakao yağı mikserde alınarak daha sonra mikserde alınacak olan toz hammaddelerin tozuması engellenerek karıştırma işlemi yapılır. Karıştırma işlemindeki önemli parametrelerin başında; mikser sıcaklığı ve karıştırma süresi gelmektedir. 42-45 °C civarında olması gereken mikserde reçetelerde belirlenen zamana göre 5-10 dk karıştırma yapıldıktan sonra, ürün ön silindire geçirilir. Karıştırma işleminde homojen bir karışım elde etmek amaçtır. Diğer bir önemli bir nokta da, karışıma alınan hammaddelerin doğru oranda mikserde alınmasıdır. Bu nedenle mikserde bağlı olan ağırlık ölçerlerin kalibrasyonunun sıklıkla yapılması gerekmektedir.

2.2.2. Ön inceltme (Pre-refining):

Mikserden çıkan ürün, incelticilere gelmeden önce ön bir boyut azaltma ve homojenizasyona yardımcı olmak amacıyla pre-refiner adı verilen makinelere ulaştırılır. Silindirlerin yer çekimi kuvvetine dik ve yan yana yerleştirildiği, hedef mikron boyutunun 120-180 μ olduğu makinelerdir. Bunun yanında, kullanılan toz şeker için de bir ön inceltme işlemine gerek kalmadığından proses kolaylaşmaktadır. Ön inceltme olmayan proseslerde genelde pudra şekeri kullanılır.

2.2.3. İnceltme (Refining):

Pre-refinerden çıkan karışım, konveyörlerle refiner adı verilen silindir sistemine getirilir. Silindir sistemi biri sabit 4 tanesi döner olmak üzere toplam 5 adet silindirden oluşmaktadır. Döner her silindir farklı hızda döner ve silindir toplarının farklı sıcaklıklarda olmasından dolayı aşağıdan yapılan beslemenin yukarı doğru çıkması sağlanır. Silindirlerin farklı sıcaklıkta olmaları da ürünün silindirlere tutunmasını sağlar, böylece ürün aşağı dökülmez. Bu işlemden sonra çikolata tozu çelik bantlar vasıtasıyla konçlara aktarılır.

Son inceltme olarak da adlandırılan bu işlemde kullanılan silindirler 75 cm den 2,5 m genişliğe kadar değişen boyut ve kapasitelerdedir. Silindirlerden toz formda çıkan ürün boyutu 15-35 μ arasında değişiklik gösterir. Bu mikron boyutu yapılan ürüne göre değişmektedir. Mikron boyutu; ürünün likit olarak akışına, tekstürüne ve ağızda dağılmasına kadar bir çok özelliğini etkilemektedir (Beckett 2008).

2.2.4. Konçlama (Conching):

İsviçre’ de 1878 yılında Rudi Lindt tarafından icat edilen konç, ismini de şeklinin kabuğa benzemesinden almıştır. Lindt; konçlanmış çikolatanın daha yumuşak daha pürüzsüz olduğunu ve konçun çikolata tadını geliştirdiğini fark etmiştir. Çikolatanın konçlanmasının kritik önemi, konçlamanın çikolatanın son üründe kullanılmadan önce viskozitesinin belirlendiği nokta olmasıdır (Beckett 2008).

19. yüzyıldan günümüze kadar, çikolata üreticileri konçlama süresini sürekli olarak azaltarak bu pahalı prosesi daha verimli hale getirmeye çalışmıştır. Günümüzde konçlama süresi, sütlü çikolata için ortalama 7 gün gibi bir süreden 5-12 saatler arasına düşürülmüştür (Bolenz ve ark. 2005).

Konçlama prosesinin öncelikli amacı, yağ fazı içerisinde olan şeker ve kakao partiküllerini diğer hammaddelerin içinde homojen bir dispersiyon haline getirmek ve bunun sonucunda çikolata süspansiyonunun viskozitesini düşürmektir. Bu amaçla lesitin ve PGPR gibi emülgatörler konçlama prosesinde ilave edilirler (Zieger ve ark. 2003).

Konçlama prosesi, iki ayrı işlemin aynı makinede yapıldığı bir prosestir. Bunlardan birincisi tat gelişimi, ikincisi ise çikolatanın toz halden sıvı hale gelmesidir. Konçlama prosesi, 3 basamaktan oluşmaktadır:

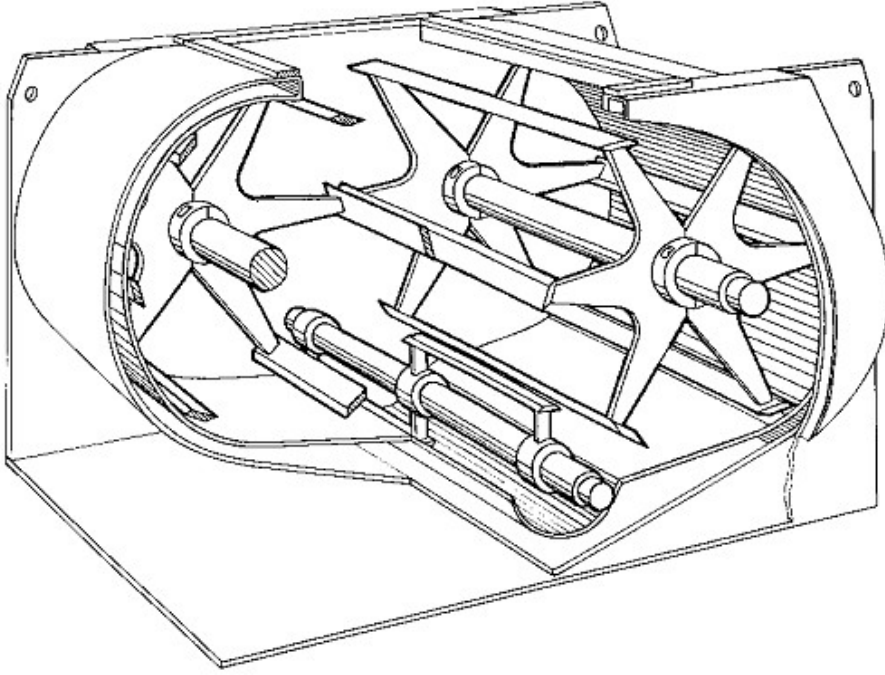
- 1- Kuru konçlama
- 2- Hamur fazı
- 3- Sıvı konçlama

Kuru konçlamada, çikolata toz formdadır ve özellikle sütlü çikolata için yüksek nem içeriği vardır. Bu durum çikolatanın akış özellikleri için zararlıdır. Bu aşamada henüz bütün partiküllerin üzeri yağ ile kaplanmadığından, çikolatanın bünyesindeki nemi uzaklaştırmak daha kolaydır. Sıcaklığın artması ile daha fazla kakao yağı erimeye başlar ve hamur fazında daha fazla sürtünme olduğundan yağ ile kaplanmamış partiküller aradan kayarak daha çok partikülün yağ ile kaplanması sağlanır. Sıvı faz, çikolatanın doğru akış özelliklerine sahip olduğu fazdır. Bu fazda kakao yağı ve emülgatör eklenir ve ürün istenilen viskoziteye ulaştırılır (Beckett 2008).

Konçlamanın ilk basamağı olan kuru konçlamada, konç makinası en düşük devirde çalışmakta ve nem atma işlemi yapılmaktadır. Hamur fazında, konç ikinci devire geçmekte ve daha hızlı dönüş yapmaktadır. Sıvı konçlama fazında ise, konç en hızlı devirde çalışmaktadır. Konçlama işleminin sonunda çikolatada tat gelişimi tamamlanmakta ve ürünün akış özellikleri istenilen seviyeye gelmektedir.

Konçlama işleminde 70°C'nin üzerinde bir sıcaklığa ulaşılması, bu işlemin verimliliğini arttırmakta ve tat gelişimine etki etmektedir. Şekil 2.8'de çikolata üretiminde kullanılan bir konç makinası örneği görülmektedir.

Konçun üst kısmında, kuru konçlama sırasında çikolatanın neminin atıldığı kapaklar bulunmaktadır. Konçun iç kısmında ise çikolatanın kolay karışmasına yardımcı olan karıştırıcılar bulunmaktadır. Bu karıştırıcıların hızı, konçun devri arttıkça artmaktadır.



Şekil 2.8. Konç makinası (<http://www.cacaochocolate.nl>, 2011)

Konçlama işleminden sonra stoklama tanklarına alınan çikolata, üretimde kullanılacağı zaman temperleme işlemi uygulanarak üretim hattına pompalar ile gönderilir. Stoklama tankları değişik kapasitelerde olabilmektedir. Genel olarak çikolata işletmelerinde 10-20 ton kapasiteli, paslanmaz çelikten imal edilmiş, cidarlı yapıda stoklama tankları kullanılmaktadır. Cidarlarında ise tankların sıcaklık ayarlaması için su bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 45°C'lik cidar suyu bulunan stok tanklarında çikolata stoklanır.

2.2.5. Temperleme (Tempering):

Bir ürünün çikolata adı ile satılabilmesi için, en az %20 kakao yağı içermesi gerekmektedir. Kakao yağı farklı trigliseritlerden oluşmuştur ve bu trigliseritler de farklı sıcaklıkta ve farklı oranlarda kristalleşmektedir.

Yapısında altı değişik kristal yapısı bulunan kakao yağının sadece bir kristal yapısı çikolataya parlaklık ve iyi kırılma özellikleri vererek, tüketicinin beğenisini sağlamaktadır (Beckett 2008).

Bu kristal yapısı beşinci kristal yapısıdır ve temperleme prosesinde hedef bu kristalin tutulmasıdır. Kakao yağının kristal yapıları ve erime sıcaklıkları Çizelge 2.5'te verilmiştir. Kakao yağının beşinci kristali; çikolataya parlak bir yüzey, düzgün kırılma özelliği ve nispeten daha yüksek bir erime noktası sağlamaktadır. Böylelikle, elde erimeyip ağza atıldığında erimeye başlayan bir çikolata elde edilmesini sağlamaktadır (Svenstrup ve ark. 2005).

Çikolata, zayıf bir kristalizasyon prosesine maruz kalırsa çiçeklenme (fat bloom) veya çikolata yüzeyinde grimsi beyaz bir film tabakası oluşur (Schenk ve Peschar 2004).

Çizelge 2.5. Kakao yağının kristal yapıları ve erime sıcaklıkları

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

Çikolata üretiminde temperleme işlemi için temperleme makinaları kullanılmaktadır. Bu makinaların saatlik kapasitelerine göre çeşitleri bulunmaktadır. 50kg/saat kapasiteden 15 ton/saat kapasiteye kadar ulaşabilen modelleri bulunmaktadır.

Şekil 2.9'da çikolata üretiminde kullanılan bir temperleme makinası örneği görülmektedir.



Şekil 2.9. Temperleme makinası (<http://www.aasted.eu>, 2011)

Temperleme makinası, çikolatayı makina girişinde 45°C'ye çıkartarak içeriğindeki kakao yağı kristallerinin tamamını eritir. Daha sonrasında kademeli olarak soğutma ve ısıtma işlemleri yaparak beşinci kristal yapısının elde edilmesine olanak verir. Çıkış sıcaklığı yaklaşık 28-30°C civarına olup kalıplama ve kaplama işlemleri için uygun bir sıcaklıktır.

Çikolata üretiminde temperleme; çikolata kalitesi açısından da önemli bir procestir. Yapılan temperleme işleminin yeterli ve doğru olup olmadığını sadece gözlemsel ya da termometre ölçümleri ile kontrol etmek kesin sonuçlar vermemektedir. Bu doğrultuda işlemin etkin ve sürekli kontrolü için tempermetre kullanımı daha doğru sonuçlar vermektedir. Laboratuvar ortamında kullanılan ve hızlı sonuç veren bir tempermetre örneği Şekil 2.10'da gösterilmiştir.

Dahili printer ve soğutucu ekipmanları üzerinde bulunduran bir tempermetre, temperleme işleminin yeterli ve düzgün olup olmadığını 10dk süre içerisinde, raporu ile birlikte sunmaktadır. Tempermetre, temperlenmiş çikolatanın zamana karşı soğuma eğrisini çizerek çikolatanın temperlenmesi hakkında bilgi verir.



Şekil 2.10. Tempermetre ([http:// www.sollich.com](http://www.sollich.com), 2011)

Değişik çikolata türleri, değişen miktarlarda hammaddeler ile elde edilirler. Ancak temperleme prosesi tüm çikolata çeşitleri için ortaktır. Yetersiz bir temperleme işlemine maruz kalmış çikolatada çiçeklenme olabileceği gibi, çikolata kalıplanıp soğutulduktan sonra kalıplardan kolayca çıkmaz, kalıplara yapışır. Yeterli temperleme işlemi gören çikolata ise parlak bir görünüme sahip olur ve kalıptan kolayca çıkar. Şekil 2.11’ de temperlemesi başarılı ve başarısız olan çikolata örnekleri gösterilmiştir (Frier ve Pinschower 2000).



Şekil 2.11. Temperlemesi başarılı ve başarısız olan çikolata örnekleri

Çikolata, içerdiği maddelerin çeşit ve miktarına göre;

- Sütü
- Bitter
- Beyaz

olmak üzere üç tipe ayrılır. Çizelge 2.6'da çikolatanın tiplerine göre özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.6. Çikolatanın tiplerine göre özellikleri

ÖZELLİKLER	TİPLER		
	Sütü çikolata (%)	Bitter çikolata (%)	Beyaz çikolata (%)
Kakao yağı, kütlece en az	20,0	24,0	20,0
Yağsız kakao kitlesi, kütlece en az	5,0	16,0	-
Yağsız süt kuru maddesi, kütlece en az	10,0	-	10,0
Toplam şeker (sakkaroz olarak), kütlece en az	60,0	60,0	60,0
Niştasta ¹ , kütlece en çok	2,0	4,0	-
Ham selüloz, kütlece en çok	2,5	6,0	-
Kül, kütlece en çok	2,5	2,0	2,5
Alkali ile işlem görmüş kakao kullanıldığında kül, kütlece en çok	4,0	6,0	-

¹ Kakao çekirdeğinin bünyesinden kaynaklanan niştastadır.

Çikolata, içerdiği çeşni ve dolgu maddesine göre ise,

- Sade
- Çeşnili
- Dolgulu

olmak üzere üç çeşide ayrılmaktadır. Sade çikolata, çikolata tipinin adı ile isimlendirilir. Örneğin, bitter çikolata. Çeşnili çikolata ise, çeşni maddesinin ve çikolata tipinin adı ile isimlendirilir. Örneğin, fındıklı sütü çikolata (Anonim 1990).

Temperleme işleminden sonra, tablet çikolata üretimi için kalıplama hatlarına pompalar vasıtası ile ulaştırılan çikolata ürünü kalıplara dökülür. Daha sonrasında soğutma yapılarak çikolata kalıplardan çıkarıldıktan sonra paketlenir. Paketleme işleminin yapıldığı ortam 22°C civarında olmalıdır.

Paketleme malzemeleri çikolatanın tat ve kokusunu etkilemeyecek özellikte, kokusuz ve raf ömrü boyunca çikolatanın özelliklerini koruyabilecek özellikte olmalıdır.

Çikolata, kaplama işlemi için kullanılacaksa yine temperleme işleminden sonra kaplama hatlarına gönderilir. Çikolata kaplanmış gofret, bisküvi gibi ürünler paketleme makinaları ile uygun ambalaj malzemesi kullanılarak paketlenir. Bitmiş ürün olarak kolilenen ve paletlere alınan çikolata ve çikolata kaplanmış ürünler 18-22°C'de depolanır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak Bursa Karacabey’de faaliyet gösteren Nestle Türkiye Gıda San.A.Ş.’de üretilen sütlü, bitter ve beyaz çikolatalar kullanılmıştır.

Sütlü çikolata için; şeker (% 45-50), kakao yağı (% 15-18), kakao kütlesi (% 10-13), peyniraltı suyu tozu (% 4-5), süt tozu yağı (% 4-5), laktoz (% 4-5), süt yağı (susuz) (% 4-5), metil vanilin (% 0,02-0,04) kullanılarak üretim yapılmıştır.

Bitter çikolata için; şeker (% 45-50), kakao yağı (% 10-14), kakao kütlesi (% 33-36), peyniraltı suyu tozu (% 1-2), metil vanilin (% 0,02-0,04) kullanılarak üretim yapılmıştır. Sütlü çikolatadan farkı, süt tozu içermemesidir.

Beyaz çikolata için; şeker (% 43-45), kakao yağı (% 23-26), peyniraltı suyu tozu (% 1-2), süt tozu (% 23-28), metil vanilin (%0,02-0,04). Sütlü çikolatadan farkı, kakao kütlesi içermemesidir.

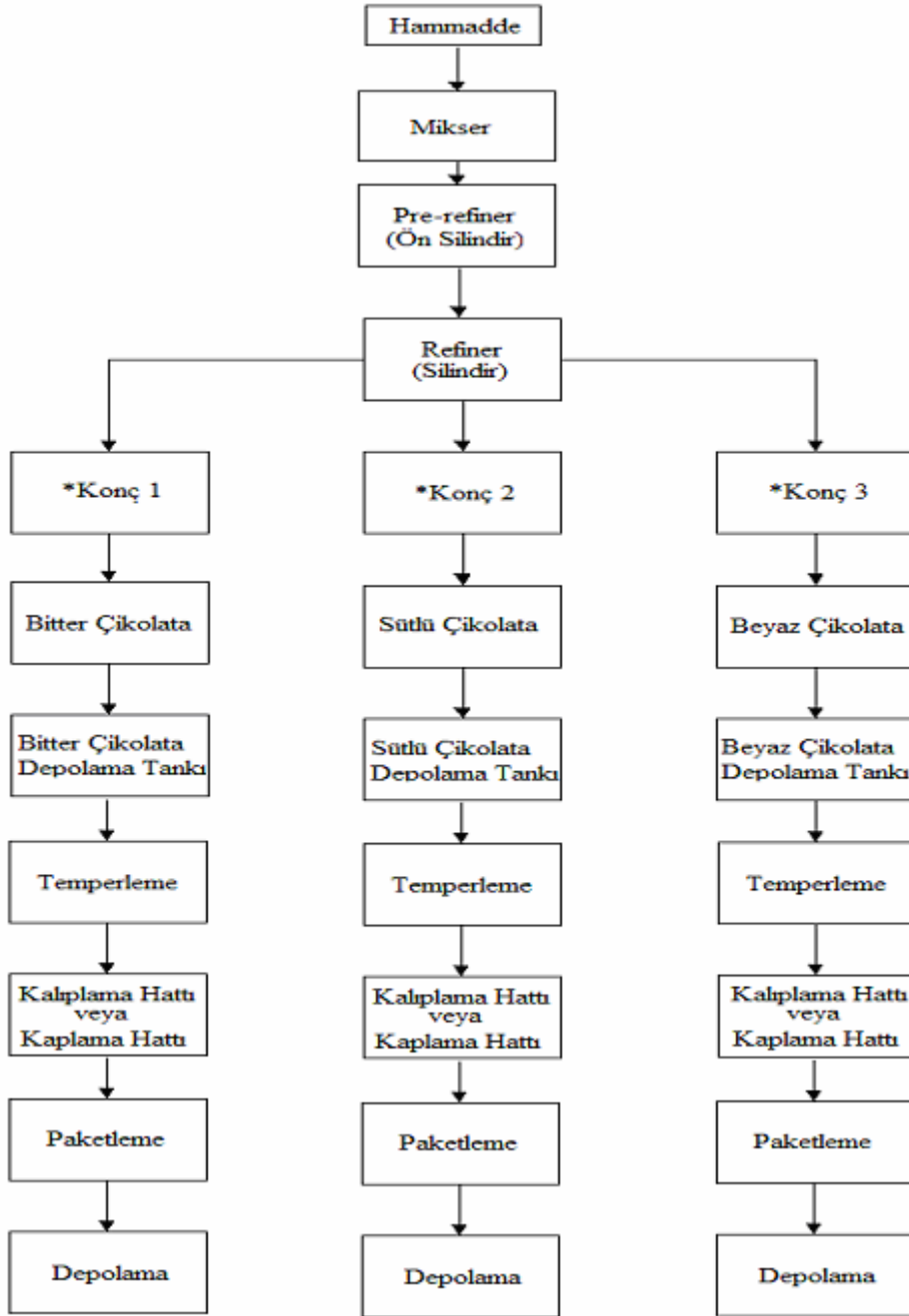
Araştırmada kullanılan lesitin; soyadan elde edilmiş genetik modifiye olmayan lesitindir. Kullanılan PGPR ise hint yağı menşeli PGPR’ dir. Bu emülgatörler fabrikaya getirildikleri orijinal varillerinden örnek kaplarına alınmış, belirlenen miktarlarda araştırmada kullanılmak üzere hazırlanmış örneklerle eklenmişlerdir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çikolataların hazırlanması

Proses olarak; hammadde tartım, karıştırma, ön inceltme, inceltme ve konçlama basamaklarından geçen çikolata, konçlama işlemi sonuna doğru 10 kg’ lık bidonlara alınıp sıcak odada 45-50 °C’de bekletilmiştir. Araştırma kapsamında, analizi yapılmak üzere 500 g’lık örnekler laboratuvar ortamında hazırlanmıştır. Örneklerle belirlenen

oranlarda lesitin ve PGPR eklenmiş ve son ürünlerin analizi yapılmıştır (Çizelge 3.1). Araştırmada kullanılan çikolataların üretim aşamaları Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan çikolata örneklerinin üretim akış şeması

* Araştırmada kullanılan çikolata örneklerinin alındığı basamak.

Araştırmada kullanılan çikolataların üretim prosesi, hammaddelerin tartılarak mikserde alınması ile başlar. 1500 kg kapasiteli, yaklaşık 45 °C sıcaklıkta olan mikserde 5-10 dk süre ile karıştırılan hammaddeler homojen bir hamur haline gelir ve mikserin alt kısmında bulunan ön silindire alınırlar. Ön silindirde başlangıç partikül büyüklüğü 500 µ' dan yüksek olan karışım, ön silindir çıkışında 120-180 µ aralığına iner ve bu partikül büyüklüğü diğer silindirlerde partikül büyüklüğünün daha kolay bir şekilde azalmasına yardımcı olur. Ön silindirden geçen karışım silindirlere alınır ve nihai partikül büyüklüğü 19–20 µ aralığına düşene kadar inceltir.

Prosesin bundan sonraki basamağı çikolata hamurunun neminin uzaklaştırıldığı, tadının son halini aldığı olgunlaştırma basamağı olan konçlama basamağıdır. Konçlama basamağında 6-9 saat gibi bir sürede konçlanan ürün bu aşamadan sonra çikolata ismini almıştır. Bundan sonra stoklama tanklarına alınarak depolanır. Konç tipi, üretilecek olan çikolata tipine göre değişiklik gösterebilir.

Araştırmada kullanılan çikolata örnekleri; ürüne özgü olan konçtan, prosesinin son kısmında, ürüne lesitin ve PGPR eklenmeden önce alınmıştır.

Örneklerin fiziksel ve kimyasal analizleri sonrasında, altı kişilik bir grup ile laboratuvar ortamında duyu analizi yapılmıştır. Araştırmada hazırlanan ve kullanılan çikolata örnekleri Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan çikolata örneklerinin lesitin ve PGPR içerikleri

Lesitin	PGPR			
	% 0	% 0,02	% 0,05	% 0,10
% 0	A - B - C			
% 0,10		A1 - B1 - C1		
% 0,25			A2 - B2 - C2	
% 0,50				A3 - B3 - C3

A: Sütlu çikolata örneği

B: Bitter çikolata örneği

C: Beyaz çikolata örneği

Araştırmada kullanılan örneklerin analizleri yapıldıktan sonra, temperleme işlemi uygulanmış ve kalıplara dökülmüş, soğutma işlemi 10-12°C’de gerçekleştikten sonra kalıplardan çıkarılıp son ürün elde edilmiştir.

3.2.2. Fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.2.1. Viskozite tayini:

Çikolata örneklerinde viskozite tayini Haake VT-550 marka viskozimetre ile 40 C’de yapılmıştır. Şekil 3.2’de analizlerde kullanılan Haake VT-550 marka viskozimetre gösterilmiştir. Analiz metodu olarak; International Office of Cocoa, Chocolate and Sugar Confectionary (IOCCC), “Viscosity of Cocoa and Chocolate Products”, Analytical Method 46 (2000) kullanılmıştır. rnek haznesinin st çizgisine kadar çikolata doldurulur, hazne yerine yerleştirilir ve çikolata analizlerinde kullanılan SV DIN rotoru takılarak viskozimetre çalıştırılır. Analiz sonuçları, viskozimetrenin led ekranından okunur.



Şekil 3.2. Haake VT-550 Viskozimetre (<http://www.thermoscientific.com>, 2011)

3.2.2.2. Akma noktası tayini:

Çikolata örneklerinde akma noktası tayini Haake VT-550 marka viskozimetre ile 40 °C’de yapılmıştır. Analiz metodu olarak; International Office of Cocoa, Chocolate and Sugar Confectionary (IOCCC), “Viscosity of Cocoa and Chocolate Products”, Analytical Method 46 (2000) kullanılmıştır. Örnek haznesinin (stator) üst çizgisine kadar çikolata doldurulur, hazne yerine yerleştirilir ve çikolata analizlerinde kullanılan SV DIN rotoru takılarak viskozimetre çalıştırılır. Analiz sonuçları, viskozimetrenin led ekranından okunur.

3.2.2.3. Partikül boyutu tayini:

Çikolata örneklerinde partikül boyutu tayini Mitutoyo marka el mikrometresi ile oda sıcaklığı koşullarında yapılmıştır. 1g örnek ve 1 g ayçiçek yağı hassas terazide tartılıp, karıştırılıp mikrometrede ölçüm yapılmıştır. Şekil 3.3’de analizlerde kullanılan Mitutoyo marka el mikrometresi gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Mitutoyo marka el mikrometresi ([http:// www.mitutoyo.com](http://www.mitutoyo.com), 2011)

3.2.2.4. Nem tayini:

Çikolata örneklerinde nem tayini; TS 7800’e göre yapılmıştır. Standart yöntemde örneklerden 4 g alınarak darası alınmış, kurutulmuş nem kaplarına koyularak etüvde nemi 102°C’de 5 saat süre ile uçurulmuştur. İlk ağırlık ile son ağırlık farkı % hesaplama ile nem değeri elde edilmiştir.

3.2.2.5. Yağ tayini:

Çikolata örneklerinde yağ tayini; TS 7800'e göre yapılmıştır. Soxhelet yöntemi ile yapılan analizde 5 g örnek kullanılmıştır. Kaynama taşı ilave edildikten sonra erlen mayerin üstüne 100 ml 4 N HCl alındıktan sonra kaynamaya bırakılan örnek, kaynamaya başladıktan sonra 15 dk süre tutulup soğumaya bırakılır. Süzülen örneğin süzüntüsünden alınarak AgNO₃ ile titre edilir ve yıkama işlemi tamamlanmışsa bulanıklık oluşmaması istenir. Daha sonra filtre kağıtları 3,5 saat kurutulduktan sonra kartuşlara alınan filtre kağıtları soxhelet cihazına yerleştirilir. Daha sonra ise petrol eteri ile ekstraksiyon yapılır. Petrol eteri damıtıldıktan sonra kalan yağ kurutulur. İlk ağırlık ile son ağırlık farkı numune miktarına bölünüp 100 ile çarpılarak % yağ miktarı elde edilir.

3.2.2.6. Kül tayini:

Çikolata örneklerinde kül tayini; TS 7800'e göre yapılmıştır. Kül fırınında yakılarak, desikatörde soğutulan krozelere 3g örnek alınıp 16 saat süre ile yakılmış, yakma işleminden sonra soğutularak tartılıp, ilk ağırlık ile son ağırlık farkı hesaplanır ve % kül miktarı elde edilir.

3.2.2.7. Protein tayini:

Çikolata örneklerinde protein tayini; Kjeldahl yöntemi uygulanarak TS 7800'e göre yapılmıştır. Analiz tüplerine 0,4 g örnek alınmıştır. Protein miktarı % azot miktarından hesaplanmıştır. Örnek üzerine kaynama taşı ve iki adet yakma tableti eklenmiş ve üzerine 15 ml 4N H₂SO₄ alınıp 45 dk süreyle yakma ünitesinde 420⁰C'de yakılmıştır. Soğutulup ikinci kez 45 dk yakıldıktan sonra tüpler damıtma cihazına yerleştirilmiştir. Yakma işlemi sonunda örnekte bulunan azot, azot tuzları haline dönüştürülmüştür. Yakma işleminden sonra protein distilasyon ünitesinde NH₄ tuzları NH₃'e dönüştürülerek 0.1N HCl ile titre edilmiştir. Harcanan HCl miktarından hesaplama yapılmıştır. Protein miktarı azot miktarının 6.25 katsayısı ile çarpılmasıyla bulunmuştur.

3.2.2.8. Duyusal analiz

Çikolata örneklerinde duyusal analiz için karşılaştırmalı profil testi uygulanmıştır. Karşılaştırmalı profil testi, 6 tadımcının katıldığı duyusal analiz ile yapılmıştır. Tadımcılar notlarını 10'luk skalada vermiş ve % 95 güven aralığında ANOVA testi uygulanmıştır. Anova testi verileri, analizlerin yapıldığı firma için geliştirilmiş olan bilgisayar paket programına (Nestle Sensory Comparative Profile Test Tool) girilmiş ve ilgili grafikler elde edilmiştir. A ve B örnekleri duyusal olarak kakao tadı, süt tadı, tatlılık ve bitter tat açısından değerlendirilmiş, C örneği ise duyusal olarak süt tadı ve tatlılık açısından değerlendirilmiştir.

3.2.2.9. İstatistiki analiz

Araştırmada elde edilen verilere ait tanıtıcı istatistikler ve veriler arasındaki korelasyonlar, SPSS for Windows paket programı (Versiyon 16) kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar 5 tekerrürlü ölçümlerin ortalaması \pm standart sapma olarak gösterilmiştir. Ortalamalara LSD (Asgari önemli fark) testi uygulanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çikolata üretiminde lesitin ve PGPR kullanımı, çikolatanın akış özelliklerini değiştirerek istenilen uygulamanın standart olarak yapılmasını sağlamaktadır. Çikolata kalıplanacaksa ya da çikolata ile bir başka ürün kaplanacaksa lesitin ve PGPR kullanımı ile bu işlemlerde çikolatanın reolojisine etki etmek mümkün olmaktadır.

4.1. Sütli Çikolataya Ait Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Araştırma kapsamında, analizi yapılmak üzere tartılan çikolatalara belirlenen oranlarda lesitin ve PGPR eklenmiş ve örneklerin analizleri yapılmıştır (Çizelge 3.1). Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında hazırlanan örneklerde ölçülen viskozite ve akma noktası değerleri değişimi Çizelge 4.1’de verilmiştir. Örneklerin viskozite değeri lesitin ve PGPR eklendikten sonra en çok 7,503 Pa.s ile A1 örneğinde, en az 3,331 Pa.s ile A3 örneğinde gözlenmiştir. Diğer taraftan akma noktası değeri lesitin ve PGPR eklendikten sonra en çok 9,453 Pa ile A1 örneğinde, en az 3,489 Pa ile A3 örneğinde gözlenmiştir.

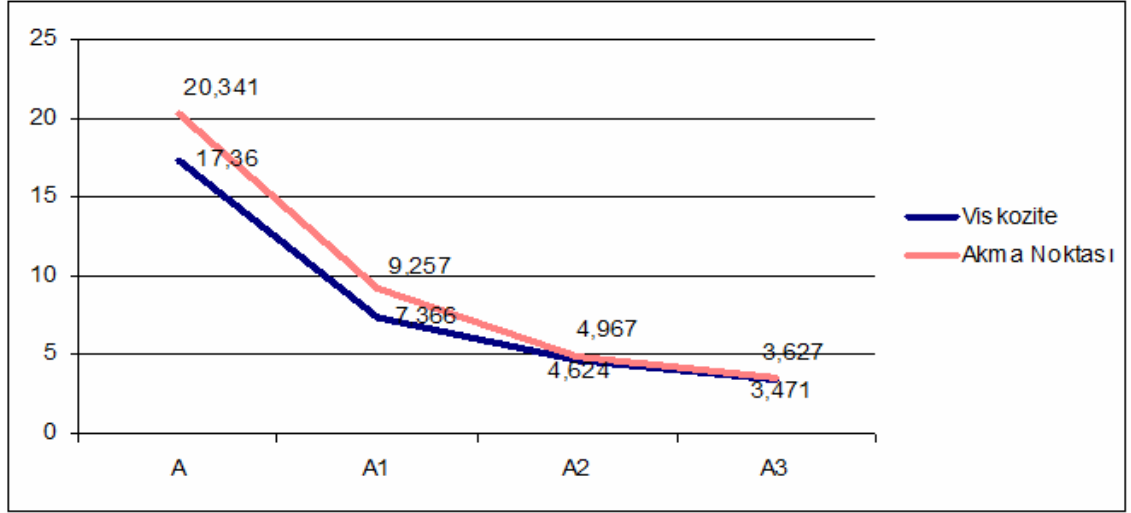
Çizelge 4.1. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında sütli çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri değişimi

Örnek	Viskozite (Pa.s)			Akma noktası (Pa)		
	En az	En çok	Ortalama ± S.D.	En az	En çok	Ortalama ± S.D.
A*	17,498	17,181	17,360±0,147	20,175	20,457	20,341±0,121
A1	7,285	7,503	7,366±0,089	8,992	9,453	9,257±0,199
A2	4,410	4,850	4,624±0,201	4,570	5,372	4,967±0,382
A3	3,331	3,652	3,471±0,159	3,489	3,786	3,627±0,132
En az	3,331	3,652		3,489	3,786	
En çok	17,498	17,181		20,175	20,457	

A*: lesitin ve PGPR ilavesi yapılmamış sütli çikolata örneği (kontrol)

S.D: standart sapma

Schantz ve Rohm (2005), sütlü ve bitter çikolatada lesitin ve PGPR ilavesi arttıkça viskozite ve akma noktasının dtgn belirtmiştir. Araştırmada eklenen lesitin ve PGPR miktarı da arttıkça hem viskozitede hem de akma noktasında düğüme gözlemlenmiştir. Şekil 4.1’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında hazırlanan sütlü çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında sütlü çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri

Çizelge 4.2’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında hazırlanan sütlü çikolatanın viskozite ve akma noktası değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları gösterilmiştir. Örneklerin viskozite ve akma noktası değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmuştur ($p < 0.01$).

Çizelge 4.2. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında sütlü çikolatanın viskozite ve akma noktası değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Bağımlı Değişken	(I) LESITIN/PGPR	(J) LESITIN/ PGPR	Ortalama Farkı (I-J)	Std. Hata	Sig.	99% Güven Aralığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
VİSKOZİTE	LSD 0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+0,05% PGPR	2,742800*	,099487	,000	2,43891	3,04669	
		0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	3,895800*	,099487	,000	3,59191	4,19969	
	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	-2,742800*	,099487	,000	-3,04669	-2,43891	
		0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	1,153000*	,099487	,000	,84911	1,45689	
	0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	-3,895800*	,099487	,000	-4,19969	-3,59191	
		0,25%LESITIN+0,05% PGPR	-1,153000*	,099487	,000	-1,45689	-,84911	
	AKMA NOKTASI	LSD 0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+0,05% PGPR	4,289800*	,164802	,000	3,78641	4,79319
			0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	5,630000*	,164802	,000	5,12661	6,13339
0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR		0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	-4,289800*	,164802	,000	-4,79319	-3,78641	
		0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	1,340200*	,164802	,000	,83681	1,84359	
0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR		0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	-5,630000*	,164802	,000	-6,13339	-5,12661	
		0,25%LESITIN+0,05% PGPR	-1,340200*	,164802	,000	-1,84359	-,83681	

* Ortalamaların farkı 0,01 seviyesinde anlamlıdır (p<0,01).

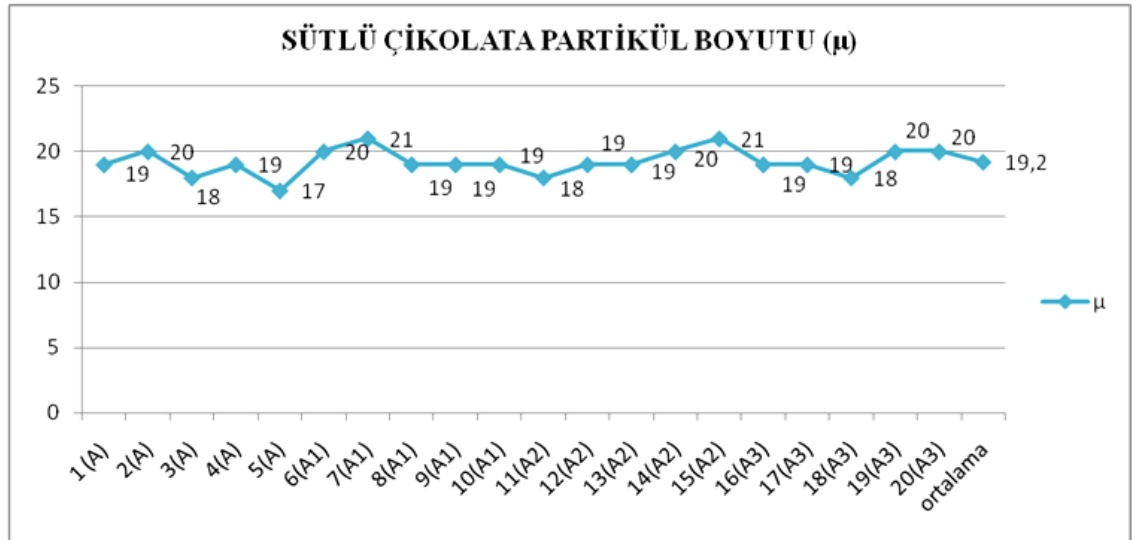
Örneklerin partikül boyutları incelendiğinde, lesitin ve PGPR ilavesinin örneğin partikül boyutuna bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Şekil 4.2 incelendiğinde lesitin ve PGPR ilavesi olmayan A örneğinde partikül boyutu 20 μ olarak gözlemlendiği gibi, A3 örneğinde de lesitin ve PGPR ilavesi olmasına rağmen partikül boyutu 20 μ olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.3’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında sütlü çikolata örneklerinin partikül büyüklüklerine ait en az, en çok ve ortalama değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında sütlü çikolata örneklerinin partikül büyüklüklerine ait en az, en çok ve ortalama değerler

Örnek	Partikül büyüklüğü (μ)		
	En az	En çok	Ortalama \pm S.D.
A*	17	20	18,6 \pm 1,140
A1	19	21	19,6 \pm 0,894
A2	18	21	19,4 \pm 1,140
A3	18	20	19,2 \pm 0,837
En az	17	20	
En çok	19	21	

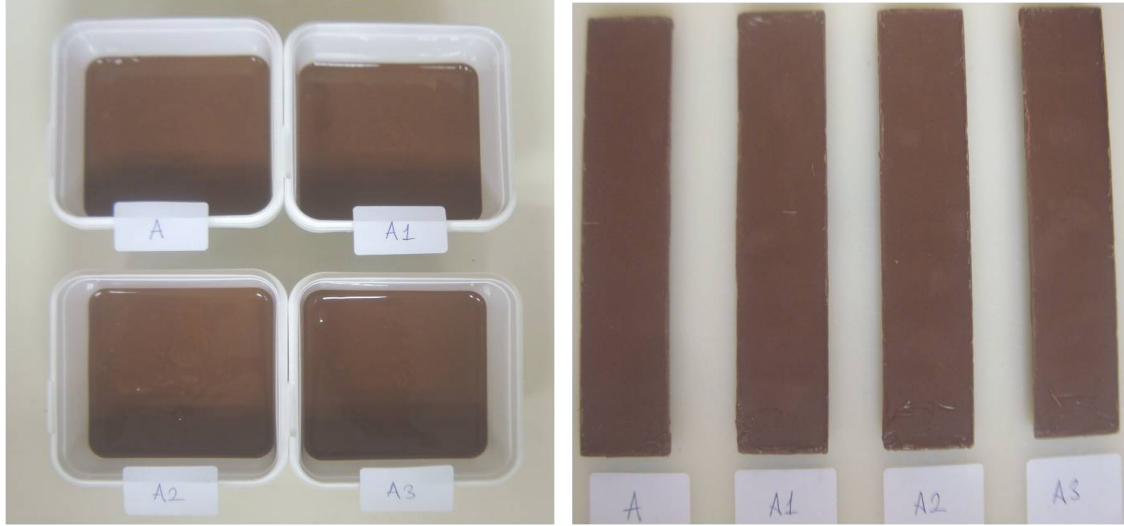
A*: lesitin ve PGPR ilavesi yapılmamış sütlü çikolata örneği (kontrol)

S.D: standart sapma



Şekil 4.2. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin partikül büyüklükleri

Araştırmada kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örnekleri arasında görsel olarak bir fark gözlenmemiştir. Şekil 4.3’de araştırmada kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin fotoğrafları verilmiştir.



Şekil 4.3. Araştırmada kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata rnekleri

Farklı oranlarda lesitin ve PGPR ilave edilen A1, A2 ve A3 rneklerinin analizleri 5 tekerrürlü olarak yapılmış ve en az, en çok değerleri ile ortalama \pm standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.4’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin analiz sonuçları gösterilmiştir.

Örneklerle uygulanmış LSD testi sonuçlarına göre; kül ve yağ değerlerinde, ortalamalar arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p < 0,05$). Ancak nem ve protein değerlerinde istatistik olarak önemli bir fark gözlenmiştir. Söz konusu fark, analiz hatalarından kaynaklanmış olabilir. Ancak bu farkın teknolojik yöntemler ve duyuşal özellikler bakımından önemi yoktur. Çizelge 4.5’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında sütlü çikolatanın nem, kül, protein ve yağ değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin analiz sonuçları

Örnek	Nem (%)			Kül (%)		
	En az	En çok	Ortalama ± S.D.	En az	En çok	Ortalama ± S.D.
A1	0,28	0,32	0,30±0,015	1,33	1,38	1,36±0,019
A2	0,32	0,35	0,34±0,011	1,32	1,38	1,36±0,023
A3	0,28	0,30	0,29±0,007	1,33	1,38	1,36±0,022
En Az	0,28	0,30		1,32	1,38	
En Çok	0,32	0,35		1,33	1,38	
	Protein (%)			Yağ (%)		
	En az	En çok	Ortalama ± S.D.	En az	En çok	Ortalama ± S.D.
A1	3,78	3,92	3,86±0,051	28,40	28,48	28,44±0,028
A2	3,95	3,99	3,98±0,015	28,40	28,45	28,43±0,023
A3	3,96	3,98	3,98±0,008	28,40	28,46	28,44±0,023
En Az	3,78	3,92		28,40	28,45	
En Çok	3,96	3,99		28,40	28,48	

S.D: standart sapma

Örneklerin duyu analizi; 6 tadımcının katıldığı bir panelde, karşılaştırmalı profil testi ile yapılmıştır. Tadımcılar puanlarını 10'luk skalada vermiş ve % 95 güven aralığında ANOVA testi yapılmıştır. Anova testi, ikiden fazla grubun bir anda karşılaştırmalarını sağlamak için geliştirilen istatistiksel analiz yöntemleri arasında en yaygın kullanılanıdır. Varyans analizi olarak da bilinmektedir. Anova testi verileri, analizlerin yapıldığı firma için geliştirilmiş olan bilgisayar paket programına (Nestle Sensory Comparative Profile Test Tool) girilmiş ve ilgili grafikler elde edilmiştir.

Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin duyu analiz sonuçları gösterilmiştir. İlk tadımda A2 örneği referans alınarak A1, ikinci tadımda yine A2 örneği referans alınarak A3 örneğinin tadımı yapılmış, son olarak A3 referans alınarak A1 örneğinin tadımı yapılmıştır. Şekil 4.4 ve Şekil 4.6'da görüldüğü gibi ürünler arasında kakao tadı, süt tadı, tatlılık ve bitter tat kriterleri arasında hiç fark bulunmamıştır. Şekil 4.5'de görülen fark ise istatistiksel olarak önemsizdir ($p < 0.05$).

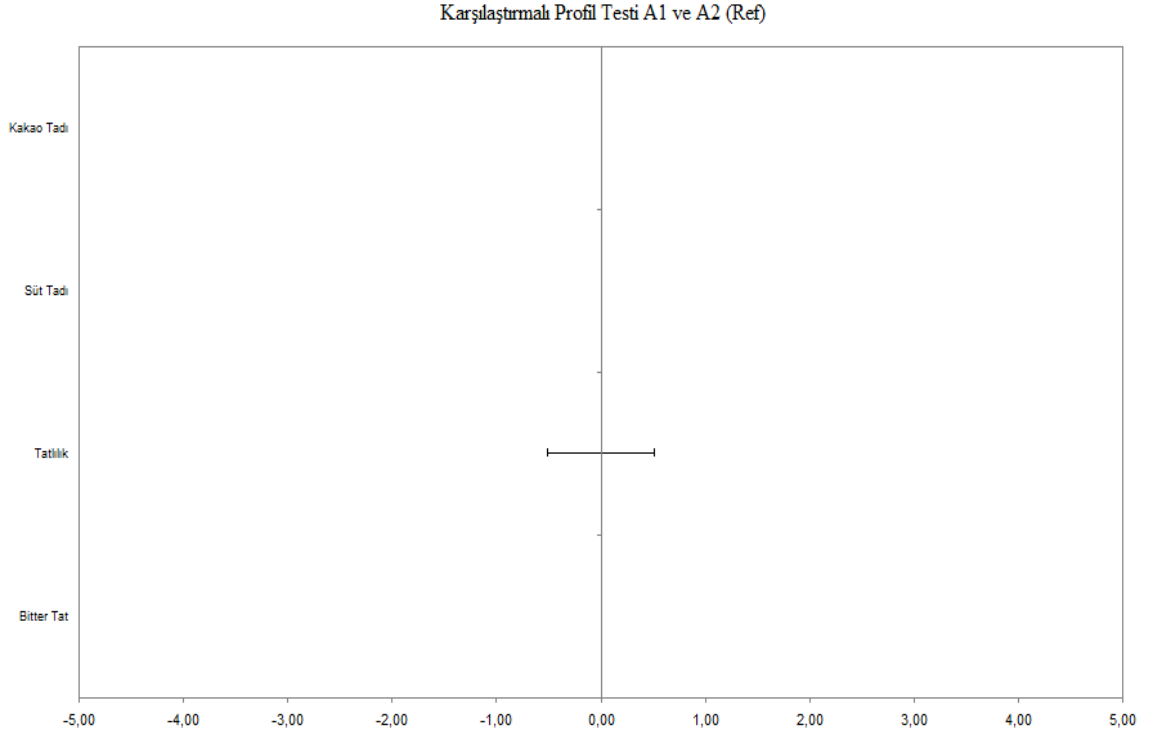
Çizelge 4.5. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında sütlü çikolatanın nem, kül, protein ve yağ değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

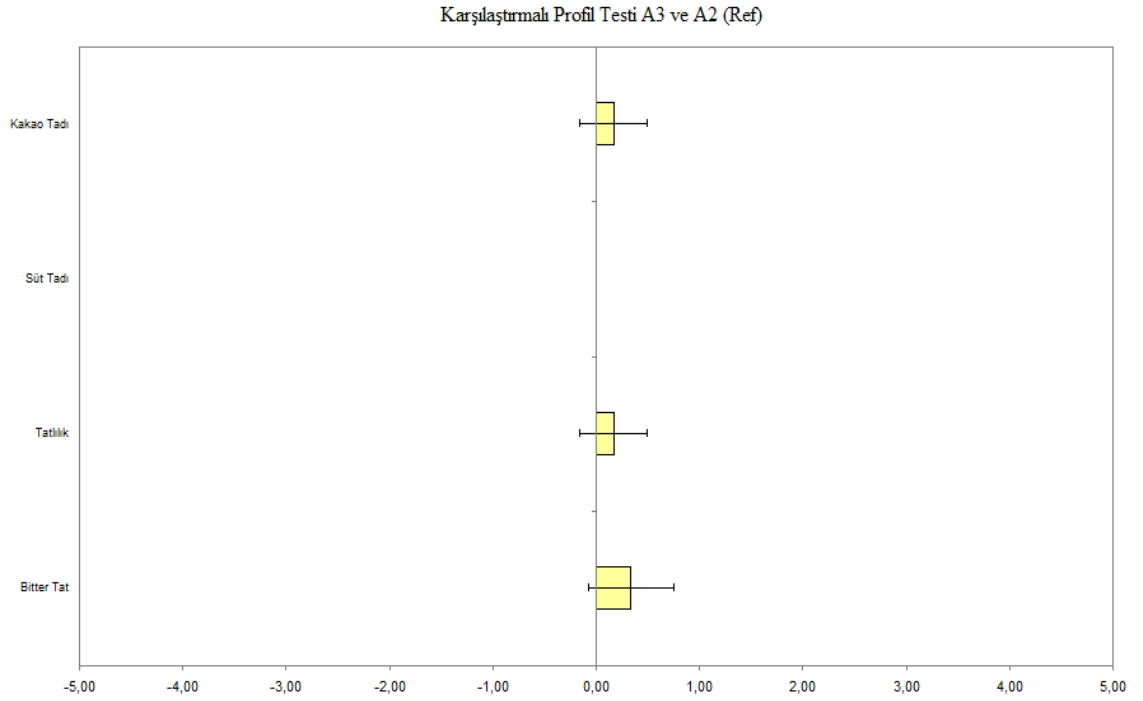
LSD

Bağımlı Değişken	(I) LESITIN/ PGPR	(J) LESITIN/ PGPR	Ortalama Farkı (I-J)	Std. Hata	Sig.	95% Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
NEM	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+0,05%PGPR 0,5%LESITIN+0,1%PGPR	-,036000* ,010000	,007572 ,007572	,000 ,211	-,05250 -,00650	-,01950 ,02650
	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR 0,5%LESITIN+0,1%PGPR	,036000* ,046000*	,007572 ,007572	,000 ,000	,01950 ,02950	,05250 ,06250
	0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR 0,25%LESITIN+0,05%PGPR	-,010000 -,046000*	,007572 ,007572	,211 ,000	-,02650 -,06250	,00650 -,02950
	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+0,05%PGPR 0,5%LESITIN+0,1%PGPR	,000000 ,000000	,013952 ,013952	1,000 1,000	-,03040 -,03040	,03040 ,03040
	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR 0,5%LESITIN+0,1%PGPR	,000000 ,000000	,013952 ,013952	1,000 1,000	-,03040 -,03040	,03040 ,03040
	0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR 0,25%LESITIN+0,05%PGPR	,000000 ,000000	,013952 ,013952	1,000 1,000	-,03040 -,03040	,03040 ,03040
PROTEİN	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+0,05%PGPR 0,5%LESITIN+0,1%PGPR	-,118000* -,118000*	,019765 ,019765	,000 ,000	-,16106 -,16106	-,07494 -,07494
	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR 0,5%LESITIN+0,1%PGPR	,118000* ,000000	,019765 ,019765	,000 1,000	,07494 -,04306	,16106 ,04306
	0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR 0,25%LESITIN+0,05%PGPR	,118000* ,000000	,019765 ,019765	,000 1,000	,07494 -,04306	,16106 ,04306
	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+0,05%PGPR 0,5%LESITIN+0,1%PGPR	,014000 ,008000	,015958 ,015958	,398 ,625	-,02077 -,02677	,04877 ,04277
	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR 0,5%LESITIN+0,1%PGPR	-,014000 -,006000	,015958 ,015958	,398 ,713	-,04877 -,04077	,02077 ,02877
	0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR 0,25%LESITIN+0,05%PGPR	-,008000 ,006000	,015958 ,015958	,625 ,713	-,04277 -,02877	,02677 ,04077

*Ortalamaların farkı 0,05 seviyesinde anlamlıdır (p<0,05).

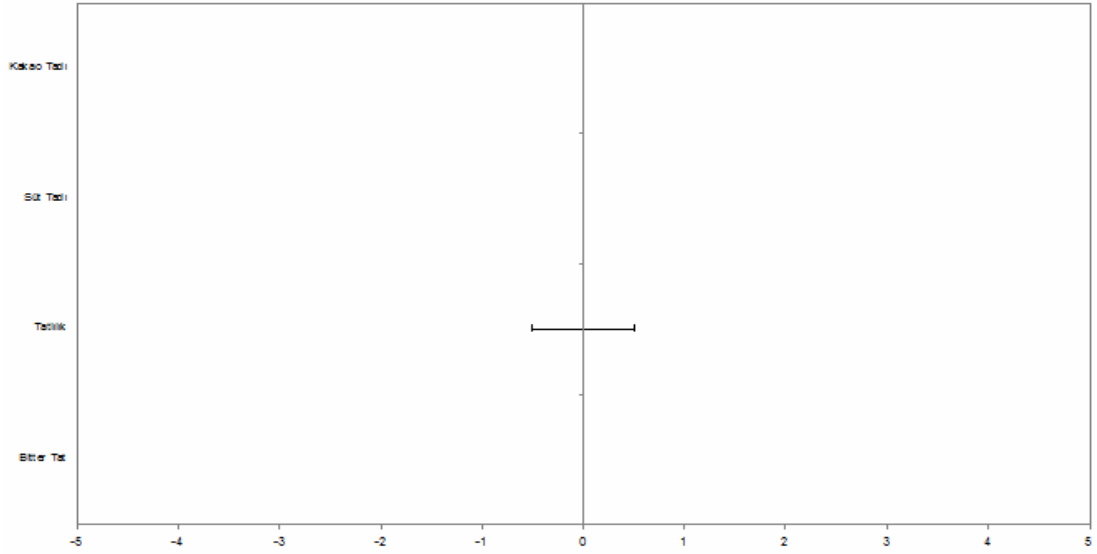


Şekil 4.4. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin duyusal analiz sonuçları (A1 ve A2)



Şekil 4.5. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin duyusal analiz sonuçları (A3 ve A2)

Karşılaştırmalı Profil Testi A1 ve A3 (Ref)



Şekil 4.6. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki sütlü çikolata örneklerinin duyu analizi sonuçları (A1 ve A3)

4.2. Bitter Çikolataya Ait Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Araştırma kapsamında, analizi yapılmak üzere tartılan çikolatalara belirlenen oranlarda lesitin ve PGPR eklenmiş ve örneklerin analizleri yapılmıştır (Çizelge 3.1). Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında hazırlanan örneklerde ölçülen viskozite ve akma noktası değerleri değişimi Çizelge 4.6’da verilmiştir. Örneklerin viskozite değeri lesitin ve PGPR eklendikten sonra en çok 3,601 Pa.s ile B1 örneğinde, en az 2,092 Pa.s ile B3 örneğinde gözlenmiştir. Diğer taraftan akma noktası değeri, lesitin ve PGPR eklendikten sonra en çok 4,367 Pa değeri ile B1 örneğinde, en az 2,678 Pa ile B3 örneğinde gözlenmiştir.

Çizelge 4.7’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında bitter çikolatanın viskozite ve akma noktası değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları gösterilmiştir. Örneklerin viskozite ve akma noktası değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmuştur ($p<0.01$).

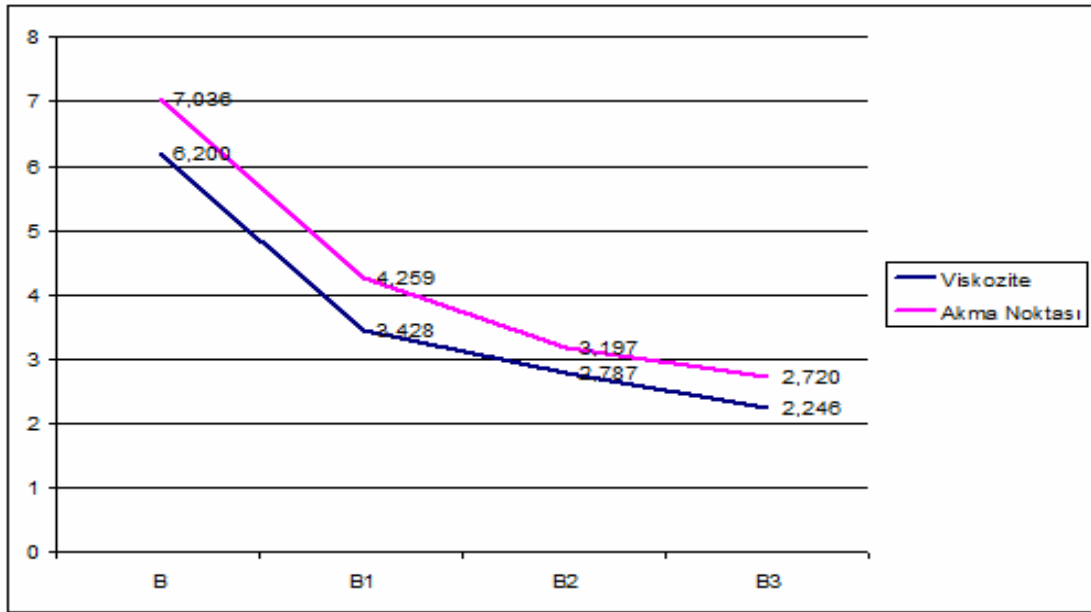
Çizelge 4.6. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında bitter çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri

Örnek	Viskozite (Pa.s)			Akma noktası (Pa)		
	En az	En çok	Ortalama \pm S.D.	En az	En çok	Ortalama \pm S.D.
B*	6,095	6,311	6,200 \pm 0,091	6,698	7,102	7,036 \pm 0,059
B1	3,333	3,601	3,428 \pm 0,124	4,195	4,367	4,259 \pm 0,076
B2	2,713	2,876	2,787 \pm 0,076	3,172	3,221	3,197 \pm 0,019
B3	2,092	2,391	2,246 \pm 0,121	2,678	2,779	2,720 \pm 0,043
En az	2,092	2,391		2,678	2,779	
En çok	6,095	6,311		6,698	7,102	

B*: lesitin ve PGPR ilavesi yapılmamış bitter çikolata örneği (kontrol)

S.D: standart sapma

Karnjanolarn ve Mccarthy (2006), hem lesitinin hem de PGPR'nin düşük miktarlarda bile çikolataya eklenmesinin viskozite üzerine doğrudan etkisinin olduğunu çalışmalarında belirtmişlerdir. Araştırmada gözlemlenen viskozite değerindeki azalma araştırmacıların belirttikleri değerler ile uyum içerisindedir. Şekil 4.7'de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında bitter çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında bitter çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri

Çizelge 4.7. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında bitter çikolatanın viskozite ve akma noktası değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Bağımlı Değişken	(I) LESİTİN/ PGPR	(J) LESİTİN/ PGPR	Ortalama Farkı (I-J)	Std. Hata	Sig.	99% Güven Aralığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
VİSKOZİTE	LSD 0,1%LESİTİN+ 0,02%PGPR	0,25%LESİTİN+ 0,05%PGPR	,641000*	,069410	,000	,42898	,85302	
		0,5%LESİTİN+ 0,1%PGPR	1,181400*	,069410	,000	,96938	1,39342	
	0,25%LESİTİN+ 0,05%PGPR	0,1%LESİTİN+ 0,02%PGPR	-,641000*	,069410	,000	-,85302	-,42898	
		0,5%LESİTİN+ 0,1%PGPR	-,540400*	,069410	,000	-,32838	-,75242	
	0,5%LESİTİN+ 0,1%PGPR	0,1%LESİTİN+ 0,02%PGPR	-1,181400*	,069410	,000	-1,39342	-,96938	
		0,25%LESİTİN+ 0,05%PGPR	-,540400*	,069410	,000	-,75242	-,32838	
	AKMA NOKTASI	LSD 0,1%LESİTİN+ 0,02%PGPR	0,25%LESİTİN+ 0,05%PGPR	1,061600*	,032824	,000	,96134	1,16186
			0,5%LESİTİN+ 0,1%PGPR	1,539200*	,032824	,000	1,43894	1,63946
0,25%LESİTİN+ 0,05%PGPR		0,1%LESİTİN+ 0,02%PGPR	-1,061600*	,032824	,000	-1,16186	-,96134	
		0,5%LESİTİN+ 0,1%PGPR	-,477600*	,032824	,000	-,37734	-,57786	
0,5%LESİTİN+ 0,1%PGPR		0,1%LESİTİN+ 0,02%PGPR	-1,539200*	,032824	,000	-1,63946	-1,43894	
		0,25%LESİTİN+ 0,05%PGPR	-,477600*	,032824	,000	-,57786	-,37734	

*Ortalamalar arasındaki fark 0,01 seviyesinde anlamlıdır (p<0,01).

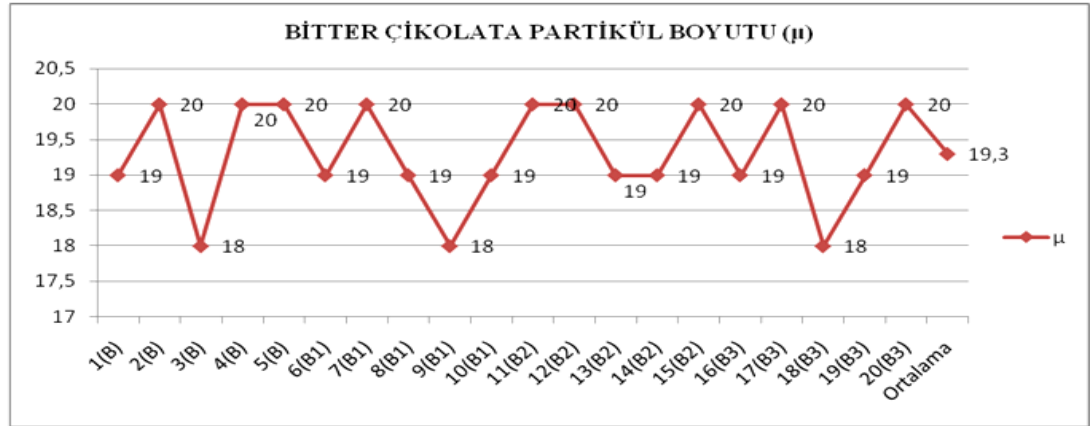
Örneklerin partikül boyutları incelendiğinde, lesitin ve PGPR ilavesinin örneğin partikül boyutuna bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Şekil 4.8 incelendiğinde lesitin ve PGPR ilavesi olmayan B örneğinde partikül boyutu 20 µ gözlemlendiği gibi, B3 örneğinde de lesitin ve PGPR ilavesi olmasına rağmen partikül boyutu 20 µ olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.8’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin partikül büyüklüklerine ait en az, en çok ve ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin partikül büyüklüklerine ait en az, en çok ve ortalama değerler

Örnek	Partikül büyüklüğü (µ)		
	En az	En çok	Ortalama ± S.D.
B*	18	20	19,4±0,894
B1	18	20	19,0±0,707
B2	19	20	19,6±0,548
B3	18	20	19,2±0,837
En az	18	20	
En çok	19	20	

B*: lesitin ve PGPR ilavesi yapılmamış bitter çikolata örneği (kontrol)

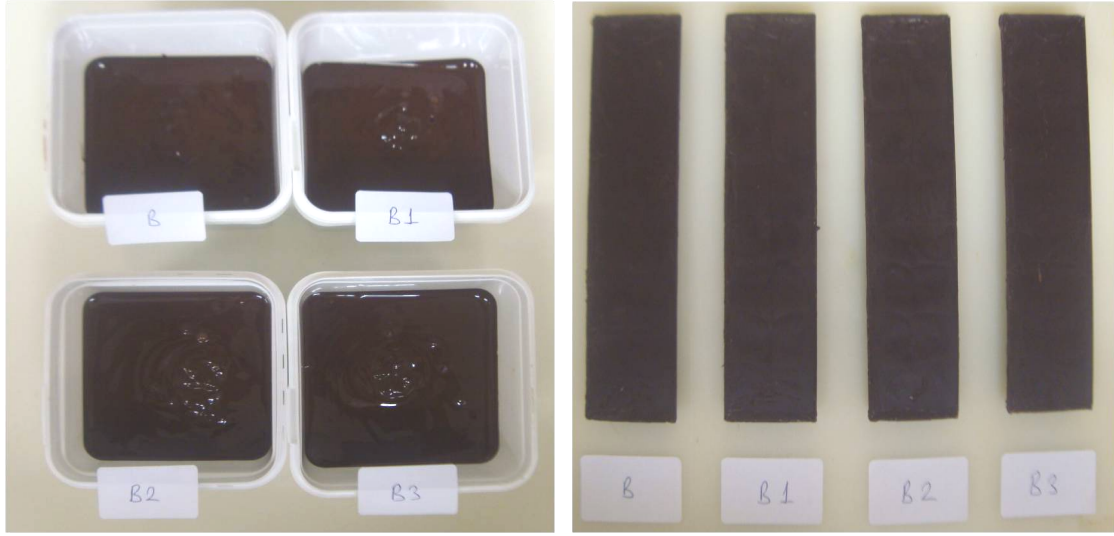
S.D: standart sapma



Şekil 4.8. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin partikül büyüklükleri

Araştırmada kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örnekleri arasında görsel olarak bir fark gözlenmemiştir. Şekil 4.9’da araştırmada

kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin fotoğrafları verilmiştir.



Şekil 4.9. Araştırmada kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örnekleri

Farklı oranlarda lesitin ve PGPR ilave edilen B1, B2 ve B3 çikolata analizleri 5 tekerrürlü olarak yapılmış ve en az, en çok değerleri ile ortalama \pm standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Örneklerin analiz sonuçlarında anlamlı bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Çizelge 4.9' da farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin analiz sonuçları gösterilmiştir.

Örneklere uygulanmış LSD testi sonuçlarına göre; nem, kül ve yağ değerlerinde bazı örneklerde ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p < 0,05$). Ancak örneklerin bazılarında; nem, kül, protein ve yağ değerlerinde istatistiki olarak önemli bir fark gözlemlenmiştir. Söz konusu fark, analiz hatalarından kaynaklanmış olabilir. Ancak bu farkın teknolojik yöntemler ve duyu özellikler bakımından önemi yoktur. Çizelge 4.10'da farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında bitter çikolatanın nem, kül, protein ve yağ değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin analiz sonuçları

Örnek	Nem (%)			Kül (%)		
	En az	En çok	Ortalama ± S.D.	En az	En çok	Ortalama ± S.D.
B1	0,38	0,40	0,39±0,007	1,83	1,87	1,84±0,015
B2	0,37	0,39	0,38±0,010	1,82	1,83	1,82±0,005
B3	0,30	0,34	0,32±0,015	1,84	1,87	1,85±0,010
En az	0,30	0,34		1,82	1,83	
En çok	0,38	0,4		1,84	1,87	
	Protein (%)			Yağ (%)		
	En az	En çok	Ortalama ± S.D.	En az	En çok	Ortalama ± S.D.
B1	5,94	5,98	5,96±0,016	33,20	33,25	33,22±0,020
B2	5,94	5,98	5,96±0,017	33,32	33,38	33,35±0,023
B3	5,98	6,01	5,99±0,012	33,93	33,96	33,94±0,011
En az	5,94	5,98		33,20	33,25	
En çok	5,98	6,01		33,93	33,96	

S.D: standart sapma

Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin duyu analizi sonuçları gösterilmiştir. İlk tadımda B2 örneği referans alınarak B1, ikinci tadımda yine B2 örneği referans alınarak B3 ve son olarak B3 referans alınarak B1 örneğinin tadımı yapılmıştır. Şekil 4.10 ve Şekil 4.12’de görüldüğü gibi ürünler arasında kakao tadı, süt tadı, tatlılık ve bitter tat kriterleri arasında hiç fark bulunmamıştır. Şekil 4.11’de görülen fark ise istatistiksel olarak önemsizdir ($p < 0.05$).

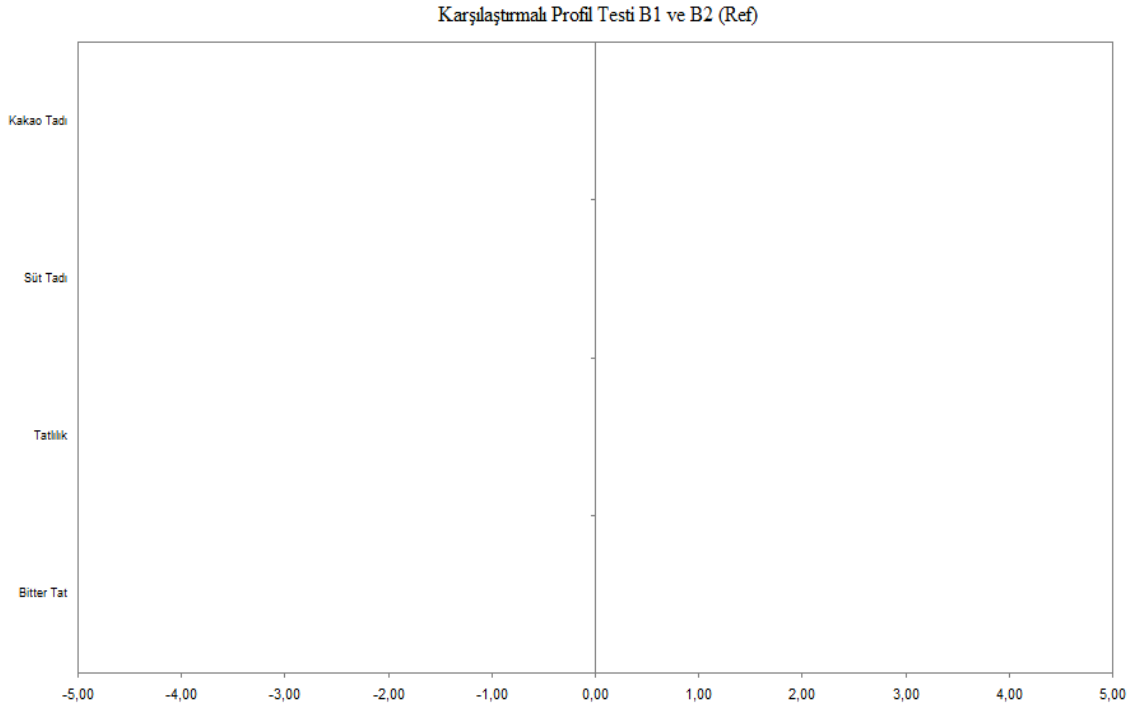
Çizelge 4.10. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında bitter çikolatanın nem, kül, protein ve yağ değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

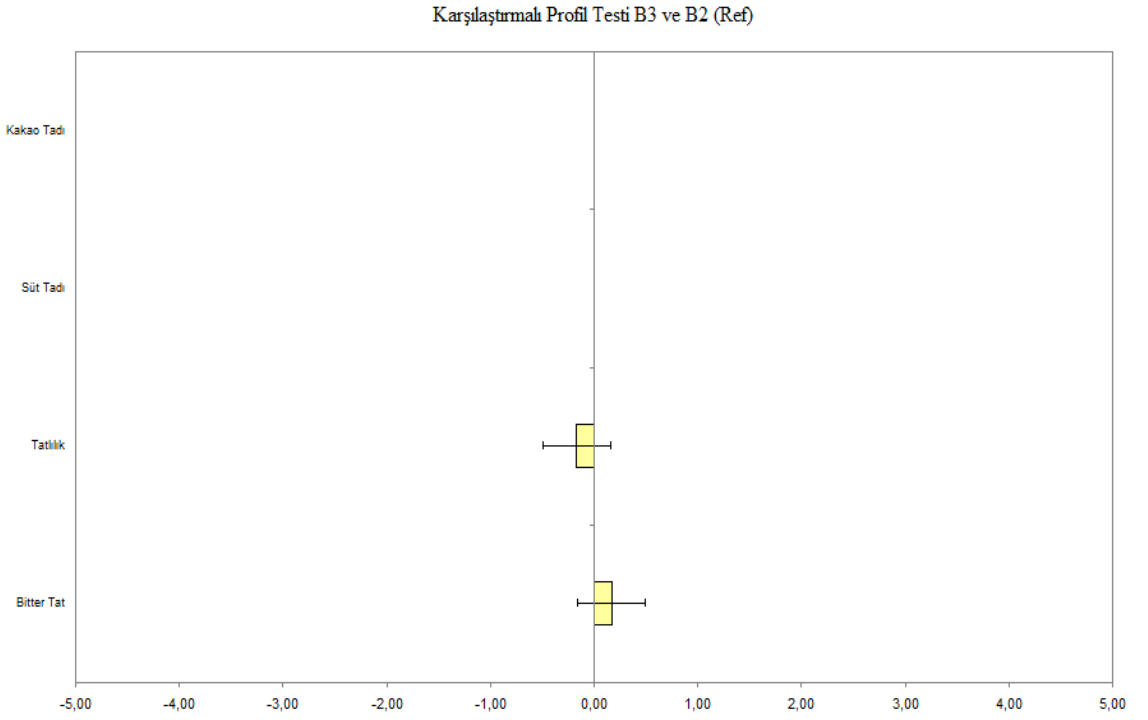
LSD

Bağımlı Değişken	(I) LESİTİN/ PGPR	(J) LESİTİN/ PGPR	Ortalama Farkı (I-J)	Std. Hata	Sig.	95% Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
NEM	0,1%LESİTİN+ 0,02%PGPR	0,25%LESİTİN+0,05%PGPR	,010000	,007303	,196	-,00591	,02591
		0,5%LESİTİN+0,1%PGPR	,070000*	,007303	,000	,05409	,08591
	0,25%LESİTİN+ 0,05%PGPR	0,1%LESİTİN+0,02%PGPR	-,010000	,007303	,196	-,02591	,00591
		0,5%LESİTİN+0,1%PGPR	,060000*	,007303	,000	,04409	,07591
	0,5%LESİTİN+ 0,1%PGPR	0,1%LESİTİN+0,02%PGPR	-,070000*	,007303	,000	-,08591	-,05409
		0,25%LESİTİN+0,05%PGPR	-,060000*	,007303	,000	-,07591	-,04409
KÜL	0,1%LESİTİN+ 0,02%PGPR	0,25%LESİTİN+0,05%PGPR	,020000*	,007118	,016	,00449	,03551
		0,5%LESİTİN+0,1%PGPR	-,012000	,007118	,118	-,02751	,00351
	0,25%LESİTİN+ 0,05%PGPR	0,1%LESİTİN+0,02%PGPR	-,020000*	,007118	,016	-,03551	-,00449
		0,5%LESİTİN+0,1%PGPR	-,032000*	,007118	,001	-,04751	-,01649
	0,5%LESİTİN+ 0,1%PGPR	0,1%LESİTİN+0,02%PGPR	,012000	,007118	,118	-,00351	,02751
		0,25%LESİTİN+0,05%PGPR	,032000*	,007118	,001	,01649	,04751
PROTEİN	0,1%LESİTİN+ 0,02%PGPR	0,25%LESİTİN+0,05%PGPR	,006000	,009933	,557	-,01564	,02764
		0,5%LESİTİN+0,1%PGPR	-,022000*	,009933	,047	-,04364	-,00036
	0,25%LESİTİN+ 0,05%PGPR	0,1%LESİTİN+0,02%PGPR	-,006000	,009933	,557	-,02764	,01564
		0,5%LESİTİN+0,1%PGPR	-,028000*	,009933	,015	-,04964	-,00636
	0,5%LESİTİN+ 0,1%PGPR	0,1%LESİTİN+0,02%PGPR	,022000*	,009933	,047	,00036	,04364
		0,25%LESİTİN+0,05%PGPR	,028000*	,009933	,015	,00636	,04964
YAĞ	0,1%LESİTİN+ 0,02%PGPR	0,25%LESİTİN+0,05%PGPR	-,128000*	,012275	,000	-,15474	-,10126
		0,5%LESİTİN+0,1%PGPR	-,722000*	,012275	,000	-,74874	-,69526
	0,25%LESİTİN+ 0,05%PGPR	0,1%LESİTİN+0,02%PGPR	,128000*	,012275	,000	,10126	,15474
		0,5%LESİTİN+0,1%PGPR	-,594000*	,012275	,000	-,62074	-,56726
	0,5%LESİTİN+ 0,1%PGPR	0,1%LESİTİN+0,02%PGPR	,722000*	,012275	,000	,69526	,74874
		0,25%LESİTİN+0,05%PGPR	,594000*	,012275	,000	,56726	,62074

*Ortalamaların farkı 0,05 seviyesinde anlamlıdır (p<0,05).

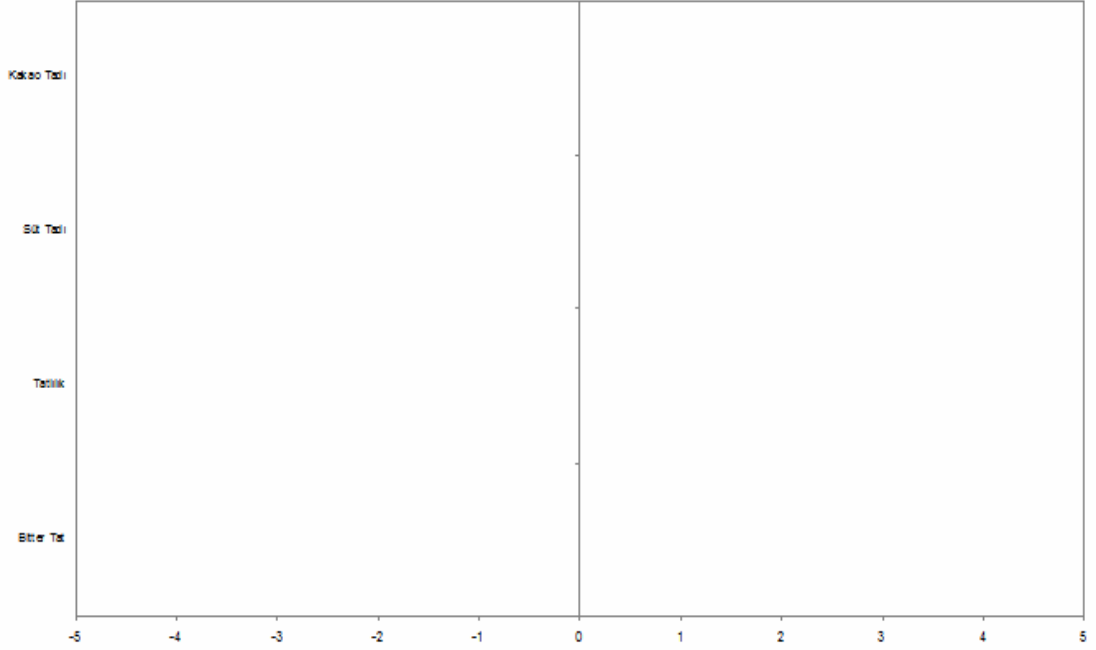


Şekil 4.10. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin duyusal analiz sonuçları (B1 ve B2)



Şekil 4.11. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin duyusal analiz sonuçları (B3 ve B2)

Karşılaştırma Profil Testi B1 ve B3 (Ref)



Şekil 4.12. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki bitter çikolata örneklerinin duyuusal analiz sonuçları (B1 ve B3)

4.3. Beyaz Çikolataya Ait Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Araştırma kapsamında, analizi yapılmak üzere tartılan çikolatalara belirlenen oranlarda lesitin ve PGPR eklenmiş ve örneklerin analizleri yapılmıştır (Çizelge 3.1). Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında hazırlanan örneklerde ölçülen viskozite ve akma noktası değerleri değişimi Çizelge 4.11’de verilmiştir. Örneklerin viskozite değeri lesitin ve PGPR eklendikten sonra en çok 5,362 Pa.s ile C1 örneğinde, en az 3,458 Pa.s ile C3 örneğinde gözlenmiştir. Diğer taraftan akma noktası değeri, lesitin ve PGPR eklendikten sonra en çok 6,425 Pa değeri ile C1 örneğinde, en az 4,084 Pa ile C3 örneğinde ölçülmüştür.

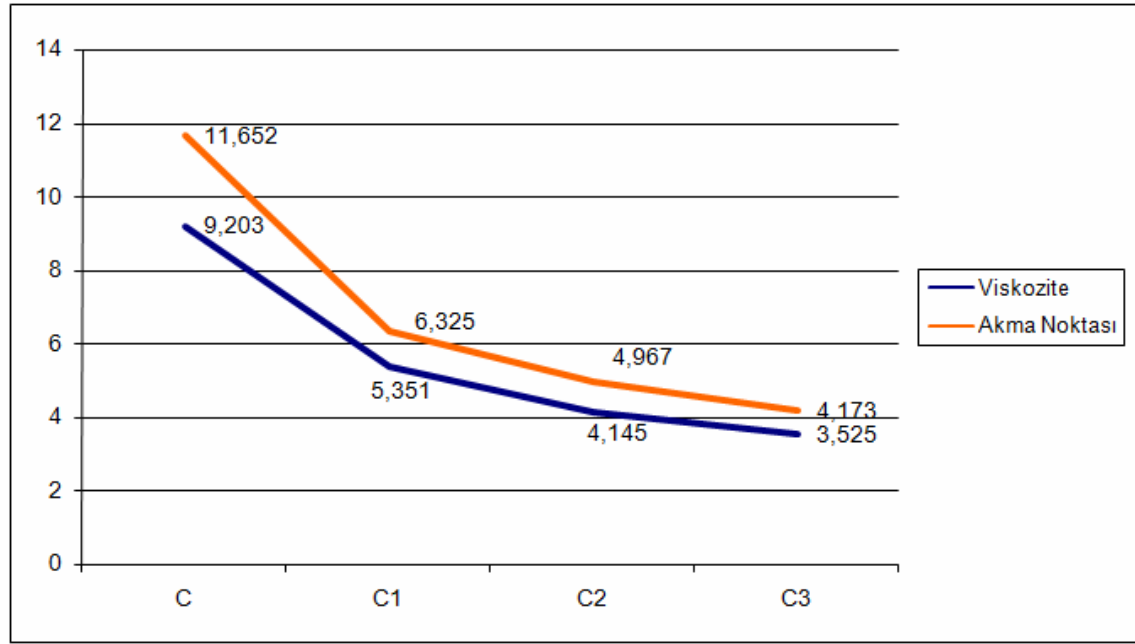
Afoakwa ve ark. (2007), % 0,5 lesitin içeren çikolataya PGPR eklenmesiyle akma noktası ileri derecede azaldığını belirtmiştir. Araştırmada C3 örneğinde gözlemlenen akma noktasındaki azalma, araştırmacıların belirttiği gibi kendisini göstermektedir. Şekil 4.13’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarının beyaz çikolatanın viskozite ve akma noktası üzerine etkisi gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolatanın viskozite ve akma noktası değerleri

Örnek	Viskozite (Pa.s)			Akma noktası (Pa)		
	En az	En çok	Ortalama ± S.D.	En az	En çok	Ortalama ± S.D.
C*	9,115	9,317	9,203±0,078	11,649	11,655	11,652±0,002
C1	5,342	5,362	5,351±0,008	6,211	6,425	6,325±0,089
C2	4,035	4,250	4,145±0,091	4,727	5,120	4,931±0,161
C3	3,458	3,611	3,525±0,073	4,084	4,254	4,173±0,383
En az	3,458	3,611		4,084	4,254	
En çok	9,115	9,317		11,649	11,655	

C*: lesitin ve PGPR ilavesi yapılmamış beyaz çikolata örneği (kontrol)

S.D: standart sapma



Şekil 4.13. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarının beyaz çikolatada viskozite ve akma noktası üzerine etkisi

Çizelge 4.12’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında beyaz çikolatanın viskozite ve akma noktası değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları gösterilmiştir. Örneklerin viskozite ve akma noktası değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.12. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında beyaz çikolatanın viskozite ve akma noktası değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları

Çoklu Karşılaştırma									
Bağımlı Değişken	(I) LESITIN/ PGPR	(J) LESITIN/ PGPR	Ortalama Farkı (I-J)	Std. Hata	Sig.	99% Güven Aralığı			
						Alt Sınır	Üst Sınır		
VİSKOZİTE	LSD	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	1,205800*	,043023	,000	1,07439	1,33721	
			0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	1,826000*	,043023	,000	1,69459	1,95741	
		0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	-1,205800*	,043023	,000	-1,33721	-1,07439	
			0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	,620200*	,043023	,000	,48879	,75161	
		0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	-1,826000*	,043023	,000	-1,95741	-1,69459	
			0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	-,620200*	,043023	,000	-,75161	-,48879	
	AKMA NOKTASI	LSD	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	1,393200*	,075465	,000	1,16269	1,62371
				0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	2,152000*	,075465	,000	1,92149	2,38251
		0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	-1,393200*	,075465	,000	-1,62371	-1,16269	
			0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	,758800*	,075465	,000	,52829	,98931	
		0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	-2,152000*	,075465	,000	-2,38251	-1,92149	
			0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	-,758800*	,075465	,000	-,98931	-,52829	

* Ortalamaların farkı 0,01 seviyesinde anlamlıdır (p<0,01).

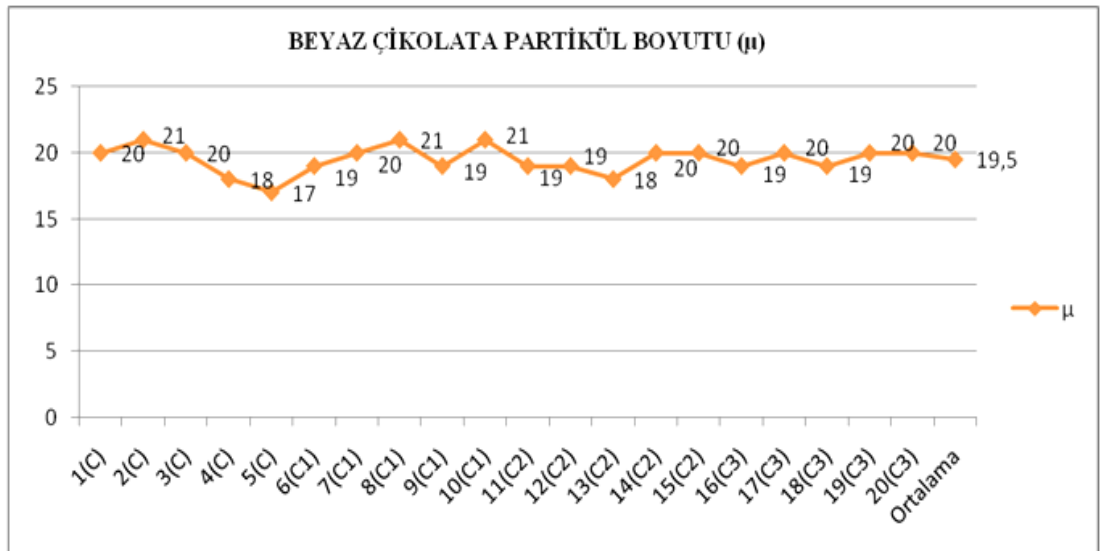
Örneklerin partikül boyutları incelendiğinde, lesitin ve PGPR ilavesinin örneğin partikül boyutuna bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Şekil 4.14’de görüldüğü gibi lesitin ve PGPR ilavesi olmayan C örneğinde partikül boyutu 20 μ gözlemlendiği gibi, C3 örneğinde de lesitin ve PGPR ilavesi olmasına rağmen yine partikül boyutu 20 μ gözlemlenmiştir. Çizelge 4.13’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin partikül büyüklüklerine ait en az, en çok ve ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin partikül büyüklüklerine ait en az, en çok ve ortalama değerleri

Örnek	Partikül büyüklüğü (μ)		
	En az	En çok	Ortalama \pm S.D.
C*	17	21	19,2 \pm 1,643
C1	19	21	20,0 \pm 1,000
C2	18	20	19,2 \pm 0,837
C3	19	20	19,6 \pm 0,548
En az	17	20	
En çok	19	21	

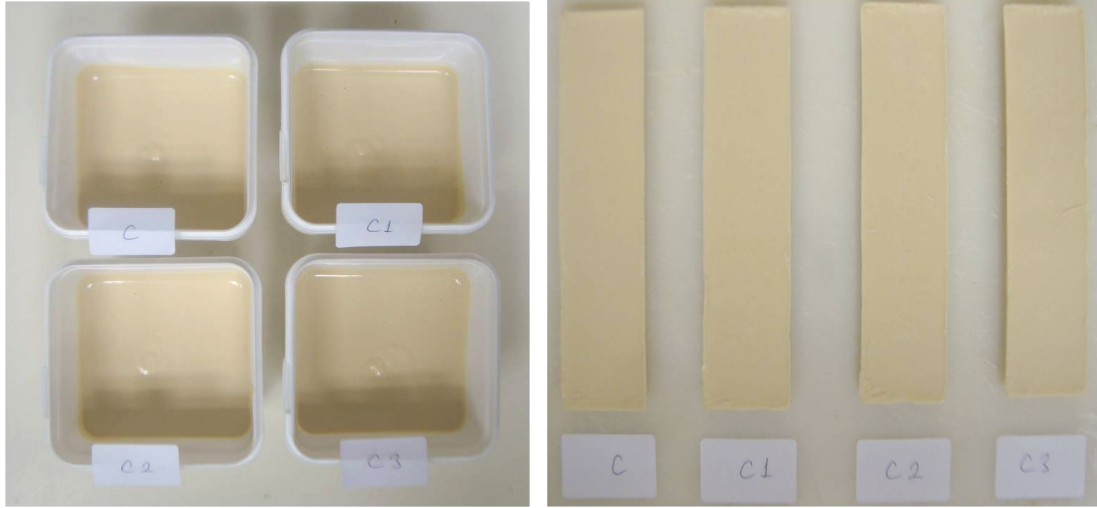
C*: lesitin ve PGPR ilavesi yapılmamış beyaz çikolata örneği (kontrol)

S.D: standart sapma



Şekil 4.14. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin partikül büyüklükleri

Araştırmada kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örnekleri arasında görsel olarak bir fark gözlenmemiştir. Şekil 4.15’de araştırmada kullanılan farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin fotoğrafları verilmiştir.



Şekil 4.15. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin görselleri

Farklı oranlarda lesitin ve PGPR ilave edilen C1, C2 ve C3 ikolata analizleri 5 tekerrürlü olarak yapılmış ve en az, en çok değerleri ile ortalama \pm standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Örneklerin analiz sonuçlarında anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Çizelge 4.14’ de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin analiz sonuçları gösterilmiştir.

Örneklerle uygulanmış LSD testi sonuçlarına göre; nem, kül ve protein değerlerinde, bazı örneklerde ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p < 0,05$). Ancak örneklerin bazılarında; nem, kül, protein ve yağ değerlerinde istatistiki olarak önemli bir fark gözlenmiştir. Söz konusu fark, analiz hatalarından kaynaklanmış olabilir. Ancak bu farkın teknolojik yöntemler ve duyuşal özellikler bakımından önemi yoktur. Çizelge 4.15’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında beyaz çikolatanın nem, kül, protein ve yağ değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin analiz sonuçları

Örnek	Nem (%)			Kül (%)		
	En az	En çok	Ortalama ± S.D.	En az	En çok	Ortalama ± S.D.
C1	0,40	0,44	0,42±0,015	3,99	4,05	4,03±0,024
C2	0,45	0,47	0,46±0,007	3,98	4,01	3,97±0,008
C3	0,45	0,47	0,46±0,010	3,97	3,99	3,99±0,013
En az	0,40	0,44		3,97	3,99	
En çok	0,45	0,47		3,99	4,05	
	Protein (%)			Yağ (%)		
	En az	En çok	Ortalama ± S.D.	En az	En çok	Ortalama ± S.D.
C1	7,31	7,45	7,40±0,058	33,54	33,56	33,55±0,008
C2	7,45	7,48	7,46±0,011	33,94	33,99	33,97±0,018
C3	7,44	7,48	7,46±0,015	34,33	34,45	34,39±0,060
En az	7,31	7,45		33,54	33,56	
En çok	7,45	7,48		34,33	34,45	

S.D: standart sapma

Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin duyusal analiz sonuçları gösterilmiştir. İlk tadımda C2 örneği referans alınarak C1, ikinci tadımda yine C2 örneği referans alınarak C3 örneğinin tadımı yapılmış, son olarak C3 referans alınarak C1 örneğinin tadımı yapılmıştır. Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de görülen ürünler arasındaki süt tadı ve tatlılık kriterlerindeki farklar istatistiki olarak önemsizdir ($p<0.05$).

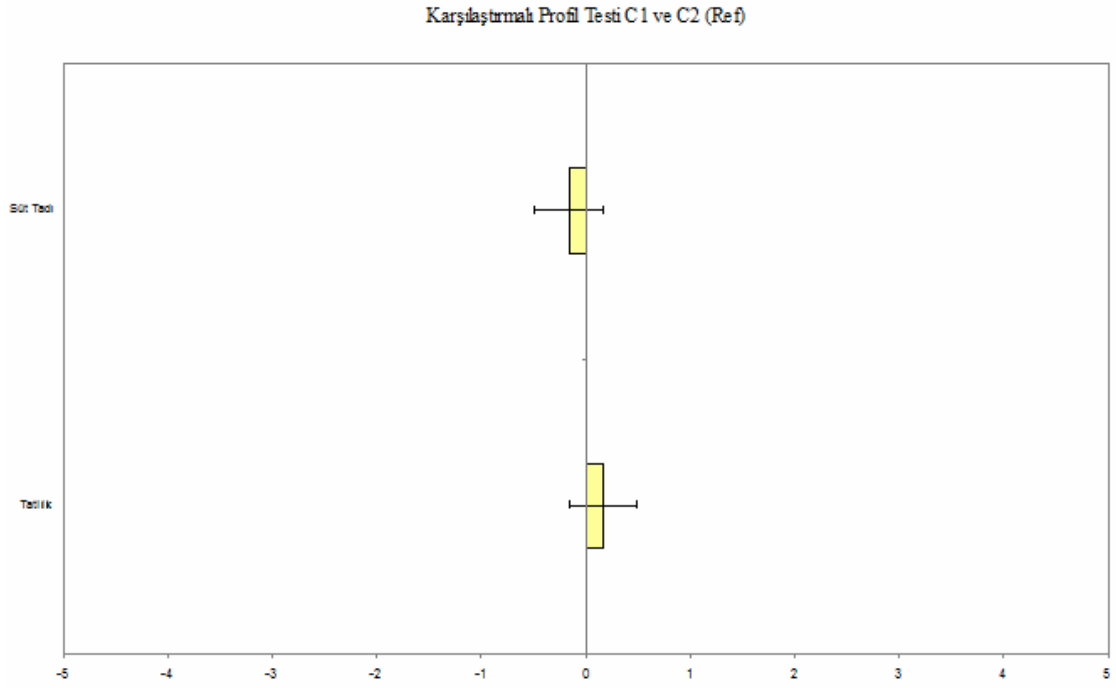
Çizelge 4.15. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarında beyaz çikolatanın nem, kül, protein ve yağ değerlerindeki değişime ilişkin LSD testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

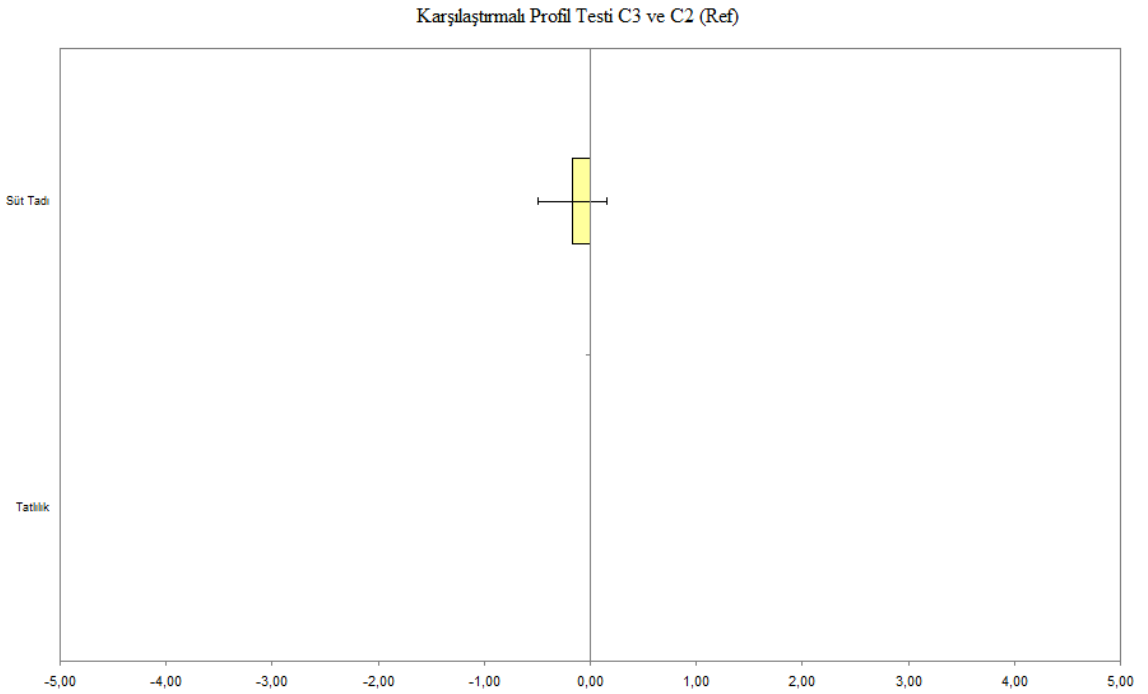
LSD

Bağımlı Değişken	(I) LESITIN/ PGPR	(J) LESITIN/ PGPR	Ortalama Farkı (I-J)	Std. Hata	Sig.	95% Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
NEM	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+0,05%PGPR	-,040000*	,007303	,000	-,05591	-,02409
		0,5%LESITIN+0,1%PGPR	-,040000*	,007303	,000	-,05591	-,02409
	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR	,040000*	,007303	,000	,02409	,05591
		0,5%LESITIN+0,1%PGPR	,000000	,007303	1,000	-,01591	,01591
KÜL	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+0,05%PGPR	,042000*	,010646	,002	,01880	,06520
		0,5%LESITIN+0,1%PGPR	,056000*	,010646	,000	,03280	,07920
	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR	-,042000*	,010646	,002	-,06520	-,01880
		0,5%LESITIN+0,1%PGPR	,014000	,010646	,213	-,00920	,03720
PROTEİN	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+0,05%PGPR	-,056000*	,022301	,027	-,10459	-,00741
		0,5%LESITIN+0,1%PGPR	-,056000*	,022301	,027	-,10459	-,00741
	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR	,056000*	,022301	,027	,00741	,10459
		0,5%LESITIN+0,1%PGPR	,000000	,022301	1,000	-,04859	,04859
YAĞ	0,1%LESITIN+ 0,02%PGPR	0,25%LESITIN+0,05%PGPR	-,418000*	,023152	,000	-,46844	-,36756
		0,5%LESITIN+0,1%PGPR	-,838000*	,023152	,000	-,88844	-,78756
	0,25%LESITIN+ 0,05%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR	,418000*	,023152	,000	,36756	,46844
		0,5%LESITIN+0,1%PGPR	-,420000*	,023152	,000	-,47044	-,36956
	0,5%LESITIN+ 0,1%PGPR	0,1%LESITIN+0,02%PGPR	,838000*	,023152	,000	,78756	,88844
		0,25%LESITIN+0,05%PGPR	,420000*	,023152	,000	,36956	,47044

*Ortalamaların farkı 0,05 seviyesinde anlamlıdır (p<0,05).

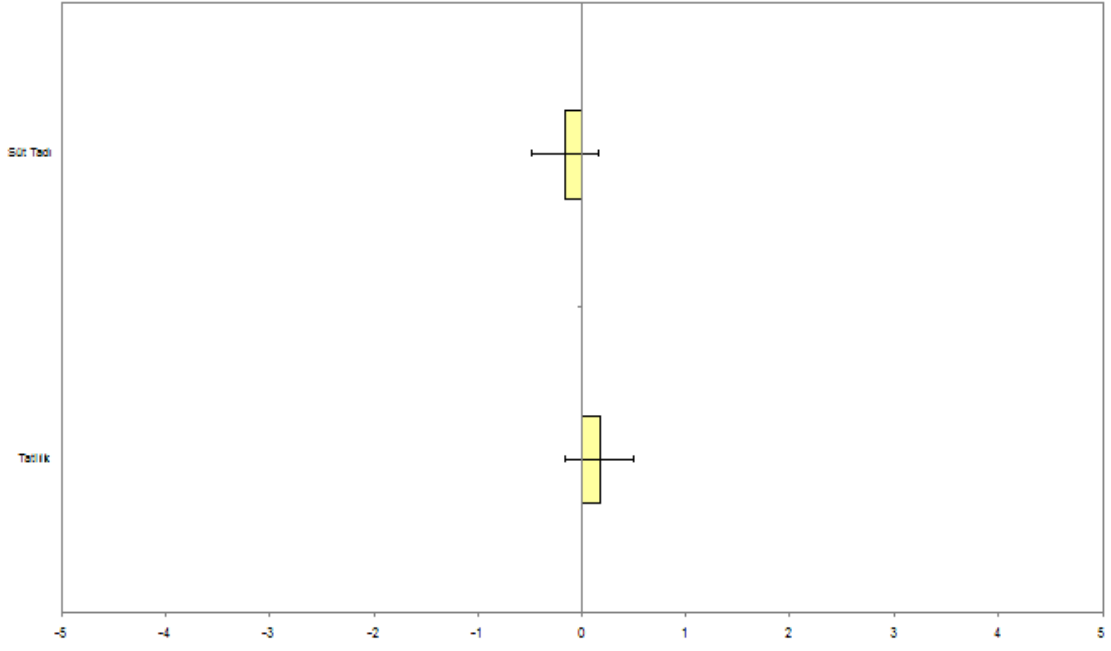


Şekil 4.16. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerinin duyu analizi sonuçları (C1 ve C2)



Şekil 4.17. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerini duyu analizi sonuçları (C3 ve C2)

Karşılaştırmalı Profil Testi C1 ve C3 (Ref)



Şekil 4.18. Farklı lesitin ve PGPR konsantrasyonlarındaki beyaz çikolata örneklerini duyusal analiz sonuçları (C1 ve C3)

5. SONUÇ

Araştırma sonucunda; çikolata üretiminde emülgatör olarak kullanılan lesitin ve PGPR'ın çok düşük oranlarda kullanımda bile çikolatanın viskozitesi ve akma noktası üzerinde doğrudan etkili olduğu belirlenmiştir. Tek başına lesitin ya da PGPR kullanılabilir olmasının yanısıra, beraber olarak kullanımın sinerjistik etkisi de bulunmaktadır. Böylelikle istenen reolojik özellikler elde edilebilmektedir..

Çikolataya lesitin ve PGPR eklenmesi ile partikül boyutunda bir değişim saptanmamıştır. Aynı şekilde örneklerin duyu analizleri sonucunda da önemli bir fark belirlenmemiştir.

Lesitin ve PGPR eklenerek hazırlanan çikolata örneklerinin bazılarında; nem, kül, protein ve yağ değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmazken bazı örneklerde; bu değerler arasında istatistiki olarak önemli bir fark saptanmıştır. Bu fark, analiz hatalarından kaynaklanmış olabilir. Söz konusu farkın teknolojik yöntemler ve duyu özellikler bakımından önemi yoktur.

Araştırmada kullanılan örnekler arasında en iyi sonuçları gösterenler, sütlü çikolatada % 0,5 lesitin ve % 0,1 PGPR içeren A3 örneği; bitter çikolatada %0,5 lesitin ve % 0,1 PGPR içeren B3 örneği ve beyaz çikolatada % 0,5 lesitin ve % 0,1 PGPR içeren C3 örneği olmuştur.

Çikolata üretiminde hazırlanacak olan reçete, çikolata hangi amaçla kullanılacaksa en uygun lesitin ve PGPR oranını belirlemek amacı ile bir seri deneme yapılarak belirlenmelidir. Ortam sıcaklığı, nemi, makinelerin çalışma parametreleri gibi işletme koşulları denemelerde ve üretimde etkili olduğundan, bu koşulların da kayıt altına alınması önemlidir. Tablet çikolatada, viskozite ve akma noktası kalıplama aşamasında önem kazanırken; çikolata kaplamalı ürünlerde, kaplanacak çikolata miktarının ve inceliğinin ayarlanması, uygun akış özelliklerinin elde edilmesiyle; ürün reçetesi, maliyet ve üretim optimizasyonunun sağlanması ön plana çıkacaktır.

İncelenen örneklerden yağ oranı en yüksek olan, beyaz çikolatadır. Bu durumun nedeni beyaz çikolata reçetesinin farklı olmasıdır. Beyaz çikolata reçetesi, kakao kütlesi içermemekte ve yağ oranı daha yüksek bir reçetedir.

Sonuç olarak; yapılan çalışmalar ışığında örneklerde lesitin ve PGPR'ın çikolata reolojisi üzerine doğrudan etkisinin olduğu; fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerde ise örneklerin birbirleri arasında önemli bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Reolojik özellikler, çikolata üretiminde iyi tekstüre sahip yüksek kaliteli ürünlerin üretilmesinde önemlidir. Çikolatanın reolojisine üretim basamaklarından konçlama işleminde ilave edilen lesitin ve PGPR gibi emülgatörlerin yanında bir çok parametrenin de etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle istenen viskozite ve akma noktası değerlerine bir seri denemeler yapılarak karar verilmelidir. Her üretimde standart değerleri yakalayabilmek için parametreler, tüm dış etkiler (ortam sıcaklığı, ortam bağıl nemi, hammadde nemi gibi) ile birlikte kayıt altına alınıp, standart haline getirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Afoakwa, O.E., Paterson, A., Fowler, M., Vieira, J. 2007.** Relationship Between Rheological, Textural And Melting Properties Of Dark Chocolate As Influenced By Particle Size Distribution And Composition. *European Food Research and Technology*, 227(4): 1215–1223.
- Afoakwa, O.E., Paterson, A., Fowler. 2008.** Effects of particle size distribution and composition on rheological properties of dark chocolate. *European Food Research and Technology*, 226: 1259–1268.
- Alamprese, C., Datei, L., Semeraro, Q. 2007.** Optimization of Processing Parameters of a Ball Mill Refiner for Chocolate. *Journal of Food Engineering*, 83: 629–636.
- Altan, A. 2005.** Özel Gıdalar Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana, 251 s.
- Anklam, E., Lipp, M. 1998.** Review of Cocoa Butter and Alternative Fats for Use in Chocolate Part A. Compositional data. *Food Chemistry*, 62(1): 73-97.
- Anonim, 1990.** Çikolata TS 7800. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2003.** Çikolata ve Çikolata Ürünleri Tebliği. Türk Gıda Mevzuatı.
- Anonim, 2010.** Her derde deva, sağlıklı lezzet: ÇİKOLATA. [http://www.nestle.com.tr/Beslenme.aspx?id=1-\(Erişim tarihi: 10.06.2010\)](http://www.nestle.com.tr/Beslenme.aspx?id=1-(Erişim tarihi: 10.06.2010))
- Anonim, 2011.** Çikolata Hakkında. [http://www.bind.com.tr/kurumsal.php?sayfaID=119&x=119-\(Erişim tarihi:06.05.2011\)](http://www.bind.com.tr/kurumsal.php?sayfaID=119&x=119-(Erişim tarihi:06.05.2011)).
- Anonim, 2011.** Antique Chocolate and Cacao Illustrations. [http://cacaolab.wordpress.com/category/references/-\(Erişim tarihi: 10.05.2011\)](http://cacaolab.wordpress.com/category/references/).
- Anonim, 2011.** School Science Lessons Cocoa Project. [http://www.uq.edu.au/_School_Science_Lessons/55.9.GIF-\(Erişim tarihi: 10.05.2011\)](http://www.uq.edu.au/_School_Science_Lessons/55.9.GIF-(Erişim tarihi: 10.05.2011)).
- Anonim, 2011.** Emülgatörler nedir ve ne amaçla kullanılırlar? [http://www.food-info.net/tr/qa/qa-fi63.htm-\(Erişim tarihi: 10.01.2011\)](http://www.food-info.net/tr/qa/qa-fi63.htm-(Erişim tarihi: 10.01.2011)).
- Anonim, 2011.** Sollich. Chocolate Tempering. [http://www.sollich.com/webEnglisch/produkte/schokoladetemperierung/zubehoer.php?navid=37-\(Erişim tarihi: 19.08.2011\)](http://www.sollich.com/webEnglisch/produkte/schokoladetemperierung/zubehoer.php?navid=37-(Erişim tarihi: 19.08.2011)).
- Anonim, 2011.** HawkinsWatts New Zealand. [http://www.hawkinswatts.com/documents/ADM%20Lecithin%20Emulsification.pdf-\(Erişim tarihi: 19.08.2011\)](http://www.hawkinswatts.com/documents/ADM%20Lecithin%20Emulsification.pdf-(Erişim tarihi: 19.08.2011)).
- Anonim, 2011.** Faostat. Imports: Countries by commodity. [http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx-\(Erişim tarihi: 05.08.2011\)](http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx-(Erişim tarihi: 05.08.2011)).
- Anonim, 2011.** Mitutoyo. Product information. [http://www.mitutoyo.com/Product TypeResultForm.aspx?type=1066-\(Erişim tarihi: 05.08.2011\)](http://www.mitutoyo.com/Product TypeResultForm.aspx?type=1066-(Erişim tarihi: 05.08.2011)).
- Anonim, 2011.** Thermo Scientific. [http://www.thermoscientific.com/ecommerce/servlet/productsdetail_11152_L10923_82138_13396032_-1-\(Erişim tarihi: 05.08.2011\)](http://www.thermoscientific.com/ecommerce/servlet/productsdetail_11152_L10923_82138_13396032_-1-(Erişim tarihi: 05.08.2011)).
- Anonim, 2011.** Cocoa and chocolate online. [http://www.cacaochocolate.nl/uploads/inhoud/f5_13a.jpg-\(Erişim tarihi: 05.08.2011\)](http://www.cacaochocolate.nl/uploads/inhoud/f5_13a.jpg-(Erişim tarihi: 05.08.2011)).
- Anonim, 2011.** Aasted. Chocolate and bakery solutions. [http://www.aasted.eu/Contact/Brochures.aspx-\(Erişim tarihi: 05.09.2011\)](http://www.aasted.eu/Contact/Brochures.aspx-(Erişim tarihi: 05.09.2011)).
- Beckett, S.T. 2008.** The Science of Chocolate. Nestle Product Technology Center, York, UK, 240 pp.
- Bolenz, S., Amtsberg, K., Lipp, E. 2005.** New Concept for Cast Continuous Conching of Milk Chocolate. *European Food Research and Technology*, 220: 47–54.
- Bhattacharya, S., Shylaja, M.H., Manjunath, M.S., Sankar, U. 1998.** Rheology of Lecithin Dispersions. *JAOCs*, 75(7): 871.

- Campell, L.B., Andersen, D.A., Keeney, P.G. 1969.** Hydrogenated Milk Fat as an Inhibitor of the Fat Bloom Defect in Dark Chocolate. *Journal of Dairy Science*, 52(7): 976-979.
- Coe, S.D., Coe, M. 1996.** The True History of Chocolate. Thames&Hudson, New York, USA, 154 pp.
- Coşkun, T. 2005.** Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48: 69-84.
- Çetin, Ö., Nazlı, B. 2000.** Çikolatalarda Mikrobiyolojik Kalite. İ.Ü.Veteriner fakültesi, *Fakülte Dergisi*, 26(2): 397-401.
- Dhonsi, D., Stapley, A.G.F. 2005.** The Effect of Shear Rate, Temperature, Sugar and Emulsifier on the Tempering of Cocoa Butter. *Journal of Food Engineering* 77: 936–942.
- Frier, P., Pinschower, K. 2000.** The Materials Science of Chocolate. *MRS Bulletin*, December 2000: 25-29.
- Ghorbel, D., Saidi, I., Slema, M.B., Gharsallah, M. 2008.** Adjusting Flow Properties of Molten Milk Chocolate by Means of Emulsifiers and Fat. *Journal of Food Process Engineering*, 34 (2): 317-331.
- Güven, M., Karaca, O.B., Yaşar, K. 2010.** Düşük Yağ Oranlı Kahramanmaraş Tipi Dondurma Üretiminde Farklı Emülgatörlerin Kullanımının Dondurmaların Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda Dergisi*, 35 (2): 97-104
- Hasenhuettl, L.G., Hartel, W.R. 2008.** Food Emulsifiers and Their Applications. Springer-Verlag New York Inc., USA, 433 pp.
- Hoskin, J.C. 1994.** Sensory Properties of Chocolate and Their Development. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 60: 1068-70S.
- Hurst, W.J., Martin, R.A.Jr. 1984.** The Analysis of Phospholipids in Soy Lecithin by HPLC. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(9): 1462-1463.
- Karabayır, C. 2010.** Şekerli ve Çikolatalı Mamuller. <http://www.tgdf.org.tr/turkce/tgdfraporlari/igmsekerlivecikolatalimamuller.pdf>-(Erişim tarihi: 03.08.2011).
- Karnjanolarn, R., Mccarthy, K.L. 2006.** Rheology of Different Formulations of Milk Chocolate and The Effect on Coating Thickness. *Journal of Texture Studies*, 37: 668-680.
- Keijbets, E.L., Chen, J., Vieira, J. 2010.** Chocolate Demoulding and Effects of Processing Conditions. *Journal of Food Engineering*, 98(1): 133-140.
- Keogh, K., Twomey, M., O'Kennedy, B., Mulvihill, D. 2002.** Effect of Milk Composition on Spray-Dried High-Fat Milk Powders and Their Use in Chocolate. *EDP Sciences*, 82 : 531-539.
- Man, C.M.D., Jones, A.A. 1994.** Shelf Life Evaluation of Foods. Blackie Academic and Professional, New York, USA, 321 pp.
- Martin, R.A.Jr. 1988.** Chocolate. *Advances In Food Research*, 31: 211-342.
- Minifie, B.W. 1989.** Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology. Springer, New York, USA, 904 pp.
- Nieuwenhuyzen W., Tomàs M.C. 2008.** Update on Vegetable Lecithin and Phospholipid Technologies. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(4): 472–486.
- Palacioğlu, S. 2003.** Çikolata Sektör Profili. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-20.pdf>-(Erişim tarihi: 08.08.2011).

- Pay, E. 2009.** The Market for Organic and Fair-Trade Cocoa. http://www.fao.org/fileadmin/templates/organicexports/docs/Market_Organic_FT_Cocoa.pdf-(Erişim tarihi: 08.08.2011).
- Prawira, M., Barringer, S.A. 2008.** Effects of Processing and Ingredients on Milk Chocolate Quality. *Foods Food Ingredients J. Jpn.*, 213(8).
- Rector, D. 2000.** Chocolate-controlling the flow. *The Manufacturing Confectioner*. 80(5): 63–70.
- Schantz, B., Linke, L., Rohm, H. 2003.** Effects of Different Emulsifiers on Rheological and Physical Properties of Chocolate. 3rd International Symposium on Food Rheology and Structure, 9-13 February, 2003, Zurich, Switzerland.
- Schantz, B., Rohm, H. 2005.** Influence of Lecithin–PGPR Blends on The Rheological Properties of Chocolate. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 38: 41–45.
- Schenk, H., Peschar, R. 2004.** Understanding the Structure of Chocolate. *Radiation Physics and Chemistry*, 71: 829–835.
- Smith, M.R., Wilson, R., Hepburn, P.A. 1998.** Assessment of the Carcinogenic Potential of Polyglycerol Polyricinoleate (PGPR) in Rats and Mice. *Food and Chemical Toxicology*, 36: 747-754.
- Svenstrup, G., Heimdal, H., Norgaardi, L. 2005.** Rapid Instrumental Methods and Chemometrics for The Determination of Pre-crystallization in Chocolate. *International Journal of Food Science and Technology*, 40: 953–962.
- Thamke, I., Dürschmid K., Rohm, H. 2009.** Sensory Description of Dark Chocolates by Consumers. *LWT - Food Science and Technology*, 42 : 534–539.
- Warren, S. 2009.** Healthy Chocolate Science Update Q1. <http://www.chocolateforbeing.com/docs/Chocolate/Warren2Qtr2009.pdf>-(Erişim tarihi: 08.08.2011).
- Ziegler, G.R., Garbolino, C., Coupland, J.N. 2003.** The Influence of Surfactants and Moisture on The Colloidal and Rheological Properties of Model Chocolate Dispersions. 3rd International Symposium on Food Rheology and Structure, 9-13 February, 2003, Zurich, Switzerland.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Burak Barkın PEKER
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul - 1979
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise : Kabataş Erkek Lisesi – 1997
Lisans : Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi - 2003

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Barhan Gıda San. Tic. A.Ş. (2005-2006)
Aroma Bursa Meyve Suları ve Gıda San. A.Ş. (2006-2009)
Nestle Türkiye Gıda San. A.Ş. (2009-Halen)

İletişim (e-posta) : BurakBarkin.Peker@tr.nestle.com