

**KİMYASAL İNTERESTERİFİKASYON YÖNTEMİ İLE ZEYTİNYAĞI
BAZLI YENİ BİR YAĞ ÜRÜNÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ VE KEK-
BİSKÜVİ ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**DEVELOPMENT OF A NEW OLIVE OIL BASED FAT BY CHEMICAL
INTERESTERIFICATION AND ITS
UTILIZATION IN CAKE-COOKIE PRODUCTION**

DİLEK KAÇAR

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin GIDA Mühendisliği
Anabilim Dalı İçin Öngördüğü YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak
hazırlanmıştır.

2010

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :
Prof. Dr. Berrin Özkaya

Üye :
Prof. Dr. Aziz Tekin

Üye: :
Prof. Dr. Hamit Köksel

Üye: :
Doç. Dr. Dilek Sivri Özay

Üye: :
Yrd. Doç. Dr. Semra Turan

ONAY

Bu tez/...../2010 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

...../...../.....

Prof. Dr. Adil DENİZLİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

KİMYASAL İNTERESTERİFİKASYON YÖNTEMİ İLE ZEYTİNYAĞI BAZLI YENİ BİR YAĞ ÜRÜNÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ VE KEK-BİSKÜVİ ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Dilek Kaçar

ÖZ

Zeytinyağı ve zeytinyağı ürünleri Türkiye’de ve dünyada son yıllarda büyük önem kazanmaktadır. Doğal zeytinyağının sağlık üzerine olumlu etkisi tekli doymamış yağ asitleri ve polifenoller gibi antioksidan madde içeriğinin yüksek olmasına bağlanmaktadır. Kısmen hidrojene olmuş yağlar, doğal olarak bitkisel yağlarda bulunmayan trans doymamış yağ asitlerini içerir. Hidrojenasyon ile sertleştirilmiş zeytinyağı düşük oranda ikili doymamış yağ asidi içerirken; çoklu doymamış yağ asitlerin, doymuş ve trans tekli doymamış yağ asitlerine oranı da düşüktür. Bu kimyasal bileşim nedeniyle beslenme açısından uygun değildir. Hidrojenasyon yerine interesterifikasyon kullanılarak bu olumsuz etkiler ortadan kaldırılabilir.

Bu çalışmada zeytinyağı; tristearin ve palm yağı ile iki farklı oranda (75:15:10 ve 85:10:5) paçallanarak kimyasal interesterifikasyon gerçekleştirilmiş ve yüksek doymamış yağ asidi içeriğine sahip ve sıfır translı yağ üretilmiştir. Üretilen yağların SFC değerleri endüstriyel şorteninglerden düşük bulunmuştur. Kayma-erime noktaları endüstriyel şorteninglere göre %75 zeytinyağı içerende daha yüksek %85 zeytinyağı içerende ise düşük bulunmuştur. İnteresterifiye yağlar, bisküvi ve kek üretiminde kullanılmış, ambalajlanan kek ve bisküviler 6 ay süre ile oda sıcaklığında depolanmıştır. Kontrol örnekleri için endüstriyel bisküvi ve kek şorteningleri kullanılmıştır.

İnteresterifiye yağlar kullanılarak üretilen kekler kontrol örneğine göre daha açık renkte olup, hacim, sertlik ve duyuşal özellikleri olumsuz yönde etkilenmiştir. Bisküvilerde ise tekstür yağ tipinden etkilenmemiş, yayılma oranı daha yüksek ve açık renkli bisküviler elde edilmiştir. Bisküvilerden ekstrakte edilen yağların 6 aylık depolama süresince toplam oksidasyon değerleri endüstriyel şorteningle üretilenlere göre daha yüksek bulunurken, keklerden ekstrakte edilen yağların toplam oksidasyon değerleri endüstriyel şorteningden daha düşük olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal interesterifikasyon, zeytinyağı, kek, bisküvi, kalite, raf ömrü

DEVELOPMENT OF A NEW OLIVE OIL BASED FAT BY CHEMICAL INTERESTERIFICATION AND ITS UTILIZATION IN CAKE-COOKIE PRODUCTION

Dilek Kaçar

ABSTRACT

Olive oil and its products are becoming popular in Turkey and in the world. Natural olive oil has been reported to have beneficial effects on human health. Many nutritionists have attributed that benefit to the oil's high proportion of monounsaturated fatty acids (MUFA) and polyphenol contents. The partially hydrogenated oils contain trans-unsaturated fatty acids which are not naturally occurring in vegetable oils. Hardened olive oil have a small percentage of di-unsaturated fatty acids while the ratio of polyunsaturated to saturated plus trans-monoenes is very low. This composition is not in good agreement with current requirements for dietary intake. Nutritional disadvantages could be eliminated if interesterification was used as an industrial alternative to hydrogenation.

In the present study, olive oil was blended with tristearin and palm oil at two different ratios (75:15:10 and 85:10:5) and chemical interesterification was performed in order to produce fats with high content of unsaturated fatty acids and zero trans fatty acids. Interesterified fats had lower SFC values. Higher slip melting point was measured in interesterified fats containing 75% olive oil and lower value was obtained in interesterified fats containing 85% olive oil as compared to industrial shortenings. Interesterified fats were used for cookie and cake production, packaged cookies and cakes were stored at room temperature for 6 months. Industrial shortenings were used for production of control samples.

Cakes produced with interesterified fats had lighter colour and volume, hardness values, sensorial properties were affected negatively as compared to cakes produced with industrial cake shortening. Hardness values of cookies were not affected from fat type and cookies that had higher spread ratio and lighter colour were produced. Fats extracted from biscuits had higher total oxidation values than industrial shortenings extracted from cakes during 6 months storage period. Fats extracted from cakes had lower total oxidation values than industrial shortenings extracted.

Keywords: Chemical Interestrification, olive oil, cake, cookie, quality, shelf life

TEŞEKKÜR

Bu projenin belirlenmesi, planlanması ve yürütülmesi konularında desteğini esirgemeyen, görüş ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım, sayın hocam Doç. Dr. Dilek Sivri Özay'a,

Hızlı Destek Programı kapsamında (TOVAG 108 O 586) sağlanan olanaklardan dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na,

Projenin yürütülmesi sırasında karşılaşılan deneysel problemlerde görüşlerini sunan ve palm yağı, tristearin örneklerinin temin edilmesini sağlayan sayın Prof. Dr. Aziz Tekin'e,

Deneysel çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Uzm. Yelda Zencir ve Meltem Zencir Yıldırım'a,

Bisküvi örnekleri tekstür analizleri ile yağ örneklerinin katı yağ oranlarının belirlenmesi analizlerinde bana yardımcı olan Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlileri Hakan Erinç ve Kübra Şahin'e,

Çalışmamda kullandığım buğday örneğini temin eden ve una öğütülmesi için gerekli ekipmanı kullanmamı sağlayan Tarım ve Köyişleri Bakanları Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Kalite ve Değerlendirme Bölümü Müdürü sayın Turgay Şanal'a,

Çalışmamda kullandığım kek ve bisküvi şorteninglerini temin eden Eti Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş., Gıda Mühendisi Sinan Çaysever'e,

Hububat grubundaki tüm çalışma arkadaşlarıma,

Tüm öğrenim hayatım boyunca sevgi ve destekleriyle yanımda olduklarını her zaman hissettiren sevgili aileme tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Dilek KAÇAR

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Bisküvi ve Kek Üretiminde Yağların Kullanımı	3
2.2. Yağların Modifikasyonu	5
2.2.1. Hidrojenasyon	6
2.2.2. İnteresterifikasyon	7
2.2.2.1. Enzimatik İnteresterifikasyon	8
2.2.2.2. Kimyasal İnteresterifikasyon	9
2.3. İnteresterifikasyonun Endüstriyel Uygulamaları	9
2.4. Trans Yağ Asitleri ve Sağlık Üzerine Etkileri	11
2.5. İnteresterifikasyonda Kullanılan Yağların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ...	13
2.5.1. Palm Yağı	13
2.5.2. Tristearin	14
2.5.3. Zeytinyağı	14
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Materyal	23
3.2. İnteresterifiye Yağ Üretim Metodu	23

3.2.1. İnteresterifiye Yağlarda Yapılan Analizler.....	24
3.2.1.1. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Oluşturulması.....	24
3.2.1.2. Yağ Asitleri ve İzomerlerinin Bileşiminin Belirlenmesi	24
3.2.1.3. Yağların Katı Yağ Oranlarının (Solid Fat Content-SFC) Belirlenmesi.....	24
3.2.1.4. Yağların Kayma-Erime Noktası Analizi	24
3.2.2. Bisküvi ve Kek Üretiminde Kullanılacak Buğday ve Un Örneğinde Yapılan Analizler	24
3.2.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	24
3.2.2.2. Fizikokimyasal Analizler	25
3.2.3. Bisküvi Üretim Metodu	25
3.2.4. Kek Üretim Metodu.....	26
3.2.5. Bisküvi Örneklerinde Yapılan Analizler.....	27
3.2.5.1. Renk Analizleri.....	27
3.2.5.2. Yayılma Oranı Değeri	28
3.2.5.3. Tekstür Analizi	28
3.2.6. Kek Örneklerinde Yapılan Analizler.....	28
3.2.6.1. Renk Analizleri	28
3.2.6.2. Hacim Değerleri.....	28
3.2.6.3. Ağırlık Değerleri.....	28
3.2.6.4. Hacim, Simetri ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri	28
3.2.6.5. Tekstür Analizi.....	29
3.2.6.6. Duyusal Değerlendirme	29
3.2.7. Kek ve Bisküvilerden Ekstrakte Edilen Yağlarda Yapılan Raf Ömrü Analizleri.....	29
3.2.7.1. Kek ve Bisküvilerden Yağların Ekstraksiyonu	29
3.2.7.2. Peroksit Sayısı	30
3.2.7.3. Konjuge Dien Değeri	30

3.2.7.4. p-anisidin Değeri	30
3.2.7.5. Toplam Oksidasyon Değeri	31
3.3. İstatistiksel Değerlendirme	31
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	32
4.1. Buğday Analizleri SonuÇları	32
4.2. Un Analizleri SonuÇları	32
4.3. Yağlarda Yapılan Analizlerin SonuÇları	34
4.3.1. Bisküvi ve Kek Üretiminde Kullanılan Yağlardaki Yağ Asidi Bileşimi	34
4.3.2. Yağların Katı Yağ Oranları (SFC-Solid Fat Content) SonuÇları	38
4.3.3. Yağların Kayma-Erime Noktası Analiz SonuÇları	41
4.4. Bisküvi Örneklere Analiz SonuÇları	42
4.4.1. Renk analizleri	42
4.4.2. Yayılma Oranı Değerleri	44
4.4.3. Tekstür Analizi SonuÇları	45
4.5. Kek Örneklere Analiz SonuÇları	46
4.5.1. Renk Analizleri	46
4.5.2. Hacim, Ağırlık ve Ağırlık Kaybı Değerleri	49
4.5.3. Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri	50
4.5.4. Tekstür Analizi SonuÇları	51
4.5.5. Duyusal Değerlendirme SonuÇları	53
4.6. Peroksit, Konjuge Dien ve p-anisidin SonuÇları	54
4.6.1. Bisküvilere Ait Peroksit, Konjuge Dien ve p-anisidin SonuÇları	54
4.6.2. Keklere Ait Peroksit, Konjuge Dien ve p-anisidin SonuÇları	58
4.6.3. Toplam Oksidasyon (Totox) Değeri	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	64

KAYNAKLAR DİZİNİ	66
ÖZGEÇMİŞ	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1.	Palm yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu.....	17
Çizelge 2.2.	Palm stearin yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu	18
Çizelge 2.3.	Rafine zeytin yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu	19
Çizelge 3.1.	Bisküvi formulasyonu	26
Çizelge 4.1.	Un üretiminde kullanılan buğday analiz sonuçları... ..	32
Çizelge 4.2.	Kek ve bisküvi üretiminde kullanılan unun kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri.....	32
Çizelge 4.3.	Kek ve bisküvi üretiminde kullanılan unun farinogram özellikleri.....	33
Çizelge 4. 4.	Endüstriyel şorteninglerin ve interesterifiye yağların yağ asidi bileşimleri (%)	36
Çizelge 4.5.	Yağ örneklerinin doymuş, tekli doymamış, çoklu doymamış ve trans yağ asidi değerleri (%)	37
Çizelge 4.6.	İnteresterifiye yağ örnekleri ve endüstriyel şorteninglerin belli sıcaklık derecelerindeki katı yağ içeriği (SFC, Solid Fat Content) değerleri	40
Çizelge 4.7.	Yağ örneklerinin kayma-erime noktası değerleri.....	41
Çizelge 4. 8.	İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin L (parlaklık) değerleri	42
Çizelge 4.9.	İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin a (kırmızılık) değerleri	43
Çizelge 4.10.	İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin b (sarılık) değerleri	43
Çizelge 4.11.	İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri	44

Çizelge 4.12.	İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin sertlik değerleri.....	46
Çizelge 4.13.	İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen keklerin L (parlaklık) değerleri.....	47
Çizelge 4.14.	İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen keklerin a (kırmızılık) değerleri.....	48
Çizelge 4.15.	İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen keklerin b (sarılık) değerleri.....	48
Çizelge 4.16.	Keklerin hacim, ağırlık ve ağırlık kaybı değerleri.....	49
Çizelge 4.17.	Keklerin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksi değerleri	51
Çizelge 4.18.	Depolama süresi (2 ay) boyunca keklerin sertlik değerleri.....	52
Çizelge 4.19.	Kek örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları	53
Çizelge 4.20.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca peroksit değerleri.....	55
Çizelge 4.21.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca konjuge dien değerleri	56
Çizelge 4.22.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca p-anisidin değerleri.....	57
Çizelge 4.23.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca peroksit değerleri.....	58
Çizelge 4.24.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca konjuge dien değerleri	59
Çizelge 4.25.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca p-anisidin değerleri.....	60
Çizelge 4.26.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca toplam oksidasyon değerleri.....	61

Çizelge 4.27. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak
üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca toplam
oksidasyon değerleri.....63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2. 1.	1,3-spesifik lipaz kullanılarak enzimatik interesterifikasyon	8
Şekil 4. 1.	İnteresterifiye yağ örnekleri ve endüstriyel şorteninglerin SFC eğrileri.....	38
Şekil 4. 2.	İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin depolama süresi boyunca sertlik değerleri	45
Şekil 4. 3.	Keklere ait sertlik değerleri	52
Şekil 4. 4.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca peroksit değerleri.....	54
Şekil 4. 5.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca konjuge dien değerleri.....	56
Şekil 4. 6.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca p-anisidin değerleri.....	57
Şekil 4. 7.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca peroksit değerleri.....	58
Şekil 4. 8.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca konjuge dien değerleri.....	59
Şekil 4. 9.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca p-anisidin değerleri.....	60
Şekil 4. 10.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca toplam oksidasyon değerleri.....	61
Şekil 4. 11.	Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca toplam oksidasyon değeri.....	62

1.GİRİŞ

Bisküvi ve kek üretiminde yağlar, un ve şekerden sonra gelen en önemli bileşen olup, plastik özellikte yarı katı formda olan şorteningler kullanılmaktadır. Bu ürünler genellikle formülasyona göre değişmekle birlikte ortalama %10-30 oranında şortening içerirler. Şorteningler pamuk, palm, palm çekirdeği, ayçiçeği, aspir, yarfıstığı, soya, kanola gibi sıvı yağların hidrojenasyonu ile elde edilen ve yapısında su bulunmayan yağlardır (O'Brien, 1998; Kayahan, 2002).

Hidrojenasyon, yağ asitlerinde bulunan çift bağların katalizör eşliğinde hidrojen gazı ile doyunması işlemi olup, hidrojenasyon ile yağın ergime noktası yükseltirken iyot sayısı düşmekte ve yağ daha katı ve doymuş hale gelmektedir. Ancak, hidrojenasyon işlemi geriye kalan doymamış yağ asitlerinin büyük ölçüde trans forma dönüşmesine ve esansiyel yağ asitleri miktarının azalmasına neden olduğundan günümüzde sağlıklı bir yöntem olarak değerlendirilmemektedir. Oluşan trans yağ asitlerinin damar sertliğine (arteroskleroz) neden olan toplam ve kötü huylu kolesterol (LDL-lowdensity lipoprotein) seviyelerini yükselttiği bilinmektedir. Trans yağ asidi kaynağı sadece margarınler olmayıp bu yağ asitleri kek, bisküvi, kurabiye, mayonez, milföy hamuru ve benzeri birçok üründe de bulunmaktadır. Ülkemize ait bisküvi çeşitlerinde trans yağ asidi içeriği %1-30.5, keklerde ise %4.6 olarak belirlenmiştir (Dağlıoğlu ve ark., 2002). Trans yağ asitlerinin sağlık üzerine olumsuz etkileri nedeniyle, son yıllarda yağların modifikasyonunda interesterifikasyon yönteminin hidrojenasyona alternatif olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. İnteresterifikasyon yöntemi ile elde edilen yağlarda özellikle yağ asitlerinin bir dönüşüme veya izomerizasyona uğramadığı, yağ asitleri ve bunların meydana getirdiği trigliseritlerin beslenme fizyolojisi açısından diğer tekniklerle elde edilen yağların bileşimleriyle kıyaslandığında üstün yönlerinin olduğu yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir (Kayahan,2002).

Zeytinyağı %65-85 tekli doymamış yağ asidi (oleik asit) ve %4-15 oranında ikili doymamış yağ asidi (linoleik asit) içeriği ile oleik-linoleik grubu yağlar arasında yer almaktadır. Ayrıca A ve D vitaminleri ile kanserle ilişkilendirilen serbest radikallere karşı savaşan antioksidanlar (polifenoller) yönünden zengin olması ve kolesterol içermemesi nedeniyle günümüzde sağlık açısından en yararlı yağların başında

gelmektedir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar, çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA-Polyunsaturated Fatty Acid) kan plazmasında toplam kolestrol ve kötü huylu kolesterol (LDL-Low Density Lipoprotein) seviyesini azaltırken; doymuş yağların bu değerleri arttırdığını göstermektedir. Ayrıca, oleik asit gibi tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA-Monounsaturated Fatty Acid) kolesterol düşürücü etkisinin bulunduğu ve LDL kolesterolü düşürmede linoleik asit kadar etkili olduğu görülmüştür. LDL konsantrasyonunun artmasının koroner kalp hastalıkları riskini arttırdığı düşünülürse, diyetle doymuş yağ asidi miktarının azaltılması, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri miktarının ise arttırılması sağlıklı beslenme için gerekmektedir. FAO-WHO Ortak Uzmanlar Grubu raporunda günlük kalorinin en az %15'inin yağlardan sağlanması ancak bu oranın %30'u kesinlikle aşmaması gerektiği önerilmektedir. Amerikan Kalp Birliği ise yetişkinler için toplam kalorinin %10-30' unun yağlardan temin edilmesi gerektiğini ve günlük tüketilen yağdaki doymuş:tekli doymamış:çoklu doymamış yağ asitlerine ait oranları 1:1:1 olarak belirlemiştir.

Bu çalışmada bisküvi ve kek gibi fırıncılık ürünlerinin üretiminde günümüzde kullanılmakta olan trans asit içeriği yüksek olan şorteningler yerine kullanılabilir, sağlık açısından daha güvenli "sıfır trans" grubuna girebilecek, tekli ve çoklu doymamış asitler bakımından zengin yeni bir yağ ürününün kimyasal interesterifikasyon yöntemi ile elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla sırasıyla zeytinyağı, tristearin ve palm yağı iki farklı oranda (75:15:10 ve 85:10:5) paçallanarak kimyasal interesterifikasyon gerçekleştirilmiştir. Elde edilen interesterifiye yağlar sanayide kullanılan şorteningler yerine kek ve bisküvi üretiminde kullanılmış ve bu yağların kek ve bisküvi kalitesi ile raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Bisküvi ve Kek Üretiminde Yağların Kullanımı

Bisküvi sözcüğü kelime olarak Latince iki kere pişirilmiş anlamına gelen “biscocotus” sözcüğünden türetilmiştir (Wade, 1988). Türk Standartları Enstitüsü 2383 No’ lu Bisküvi Standardına (1986) göre, unun içine kabarmayı sağlayıcı maddeler, şeker, tuz, yağ ve gıda maddeleri ile ilgili tüzükte izin verilen diğer maddelerden bir veya birkaçı katıldıktan sonra su ile yoğrularak tekniğine uygun bir biçimde işlenmesi, şekil verilmesi ve pişirilmesi sonucunda elde edilen bir unlu mamuldür (Anonymous, 1986).

Şorteningler pamuk, palm, palm çekirdeği, ayçiçeği, aspir, yerfıstığı, soya, kanola gibi sıvı yağların hidrojenasyonu ile elde edilen ve yapısında su bulunmayan yağlardır. Çok düşük miktarlarda serbest yağ asidi içeriğine sahip ve hemen hemen %100 yağdan oluşan, beyaz ya da sarı renkte yağlardır. Krema oluşturma özelliğine sahip olup, margarinlerle birlikte kek formülasyonlarında kullanılırlar (Street, 1991). Bisküvi üretiminde plastik özellikte yarı katı şorteningler kullanılmaktadır.

Şortening kelimesinin anlamı “kısaltıcı” demektir. Şorteningler hamur işlerinde, birbirlerini sararak uzun bir diziliş gösteren gluten ve nişasta yapısını kırarak, uzun lifler yerine kısa ve yağlı lif parçaları içeren yeni ve yumuşak bir yapı kazandırır. Bu etki sonucunda hamur, yoğurma sırasında küçük hava kabarcıklarını hapsedebildiğinden, işlenmesi kolaylaşır, kabarma gücü ve son üründe gevreklik artar, tekstür iyileşir. Yapılarındaki yağ fazını oluşturan yağlar şorteninglerle aynı nitelikte olsa bile, margarinler emülsiyon halinde su fazı içermelerinden dolayı aynı etkiyi gösteremezler (Ghotra et al., 2002; Kayahan, 2002).

Geçmişte ilk şortening, rafine edilmiş pamuk yağı ile hayvansal doku ve organ yağlarının fraksiyonları karıştırılarak üretilmiştir. Ancak daha sonraları şortening üretim teknolojisi daha da geliştirilmiş ve yalnızca bitkisel yağlardan oluşan bitkisel şortening tipleri tüketime sunulmuştur. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bitkisel şortening tiplerinden bazıları, doğal olarak katı olan veya sıvı bitkisel yağların sertleştirilmesi (hidrojenasyon) ile elde edilen katı yağlarla, sıvı bitkisel

yağlar karıştırılarak üretilmektedir. Ancak bu şorteningler kullanılan yağların niteliklerine bağlı olarak farklı şekilde isimlendirilirler. Örneğin, Amerika standartlarına göre, bir şortening yüksek derecede hidrojene edilmiş bitkisel yağlarla sıvı bitkisel yağların karıştırılması ile elde edilmişse “Karışık Şortening” şeklinde adlandırılmaktadır. Buna karşın eğer şortening, yalnızca değişik sertlik derecelerine kadar hidrojene edilmiş bitkisel yağların karıştırılması sonucu üretilmişse o zaman “Hidrojene Şortening” adını almaktadır (Kayahan, 2002) .

Şorteninglerin bisküvide kullanılma amaçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Dinç, 2002).

- Gevreklik, nemlilik gibi istenilen duyuşal özellikleri vermek
- Hava tutmak,
- Aromaya katkıda bulunmak,
- Tekstürü iyileştirmek,
- Yağlanmayı (lubrication) sağlamak,
- Isı transferini sağlamak,
- Katmanlı yapının oluşumunu sağlamak,
- Emülgatör olarak aktivite göstermek

Kek ise çok çeşitli formlarda bulunabilen ve unlu mamuller endüstrisinin en önemli ürünlerindedir. Endüstrideki kek çeşitlerinin ve kek formüllerinin çokluğu nedeniyle kekin tanımını yapmak oldukça zordur. Bununla birlikte, çok genel bir ifadeyle kek; havalandırılarak kimyasal olarak kabartılmış fırıncılık ürünleridir. Kek hamuru içeriği buğday unu, şeker, yumurta, yağ, kabartıcı ajanlar, tuz, yağı alınmış süt tozu ve sudan oluşur. Bir başka tanıma göre kek, orta kuvvette, %8-9 proteinli ince çekilmiş yumuşak buğday unundan şeker, yağ ve yumurta ilavesiyle hazırlanmış yumuşak hamurdan, usulüne göre pişirilmiş hazır gıda maddesidir. Kabartıcı olarak kimyasal kabartıcılar kullanılır. Ayrıca çırpılmış yumurta akı ve hızlı yoğurma işlemi de kabartıcı olarak rol oynar. Bir başka tanıma göre ise kek; kimyasal kabartıcılar ile kabartılmış, pişirilmiş, çoğu zaman görünüş açısından diğer bileşenlerle zenginleştirilmiş tipik olarak dairesel ve düzgün şekilli bir gıda

maddesidir (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999). Yağ içeren kek hamurları katı yağın protein, Şeker ve mineraller içeren sıvı fazdaki emülsiyonlarıdır. Örneğin bir, madeira tipi (high ratio) kek toplam ağırlığının %15-25'i kadar yağ içerir (Street, 1991). Kekte karıştırma sırasında havanın hamur içine dahil olması ve pişme sırasında genleşecek baloncukların oluşması sağlanmalıdır. Eğer kek hamuru çok sayıda ve küçük hava boşluğu içeriyorsa kek hacmi fazla ve yapı daha düzgün olurken, hamurdaki hava hücrelerinin az sayıda ve büyük olması durumunda kek hacmi daha küçük olmaktadır (Ghotra et al., 2002).

Endüstride kek üretiminde şorteningler önemli fonksiyonları olan temel bileşenlerden birisidir. Kek yapımında şorteninglerin kullanılma amaçları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Kek kokusunun oluşmasında rol alan koku bileşiklerini taşımak,
- Duyusal kaliteyi geliştirmek,
- Hava kabarcıklarının etrafını sararak hamurda daha stabil hale gelmesini sağlamak,
- Kek hacmini arttırmak,
- Kabuk ve iç yapının oluşumunu etkilemek,
- Kek iini yumuşatmak,
- Ürünün nem kaybını önleyerek taze kalmasını sağlamak,
- Raf ömrünü uzatmak

Kullanılan şortening tipi kadar miktarı da kekin kalitesini etkilemektedir. Ayrıca şortening ile birlikte veya tek başına tereyağı da kullanılmaktadır. Yağ miktarının azalmasıyla kek hamurunun özgül ağırlığı artmakta ve kekin iç yapısında tüneller oluşmaktadır. Yağ miktarında %50 oranında bir azalma kek içi renginin tam olarak oluşmamasına yol açmaktadır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999).

2.2. Yağların Modifikasyonu

Çoğu sıvı ve katı yağın fiziksel özellikleri nedeniyle orijinal formlarında kullanımı kısıtlıdır. Kullanım alanlarını genişletmek için sıvı ve katı yağlar belli bir oranda

modifiye edilirler. En çok bilinen yağ modifikasyon teknolojileri hidrojenasyon, interesterifikasyon ve fraksiyone kristalizasyon yöntemleridir. Hidrojenasyon ve interesterifikasyon kompozisyonda geri dönüşümsüz kimyasal değişikliklere dayanırken, fraksiyone kristalizasyon yöntemi farklı bileşen gruplarının fiziksel ayırımına dayanır (Kayahan, 2002).

2.2.1. Hidrojenasyon

Hidrojenasyon, bir katalizör varlığında çözünmüş hidrojen aracılığıyla doymamış yağ asitlerindeki çift bağı doyurulması işlemidir. Yenilebilir katı ve sıvı yağların hidrojenasyonu 1900'lü yılların başından beri büyük ölçüde uygulanmaktadır (Christophe, 1998; FAO, 2003).

İşlem 3 fazlı sistemle (hidrojen gazı, sıvı yağ ve katı katalizör) 120°C'den reaksiyonun son aşamalarında maksimum 220°C olacak şekilde değişen sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Katalizör genellikle silika ya da alumina gibi bir inorganik oksitle desteklenen küçük nikel kristalitlerinden oluşur (FAO, 2003).

Hidrojenasyon ve izomerizasyonun mekanizmaları birbirleriyle bağlantılıdır. Bu nedenle, hidrojen ve doymamış bileşiklerle yüklenmiş olan katalizör yüzeyinde, işlemin gidişini belirleyen farklı tepkimeler aynı süreçte oluşur (Kayahan, 2002; FAO, 2003). Bu tepkimelerden yağın doymamış bileşenlerine hidrojenin bağlandığı doyma tepkimeleri temel tepkime olarak kabul edilirken, izomer yağ asitlerinin oluşumu ise yan tepkimeler olarak adlandırılır. İzomerizasyon tepkimeleri de denilen bu yan tepkimeler sırasında, yerel ve geometrik (cis-trans) izomeri gösteren yağ asitleri oluşurken, diğer yandan da özellikle çoklu doymamış (poliyenik) yağ asitlerinde oluşan yerel izomerizasyon sonucu, izolen yağ asitlerinden konjuge yağ asitleri meydana gelmektedir. Buna karşın geometrik izomerizasyonda ise, miktarı işlem koşullarına ve kullanılan katalizörün niteliklerine bağlı olarak, oldukça yüksek oranda trans yağ asitleri oluşmaktadır (Kayahan, 2002).

Hidrojenasyon derecesini ayarlayarak yağın ergime profilini kontrol etmek mümkündür. Proses için yüksek saflıkta hidrojen gereklidir ve hidrojen prosesdeki en yüksek maliyete sahiptir. Tüm reaksiyon 2 saat kadar sürer. Reaksiyondan

sonra nikel sabunlarının uzaklaştırılması, filtrasyon, ağartma ve deodorizasyon gibi işlemler gereklidir (Husum et. al., 2004).

Hidrojenasyon ile yüksek derecede doymamışlık gösteren bitkisel ve deniz ürünleri kaynaklı yağların iyot sayısı düşürülür. Böylelikle, ergime noktası yükseltilir, bu nedenle hidrojenasyon işlemi aynı zamanda “yağ sertleştirme“ olarak da adlandırılır. Doymamışlık derecesinin düşürülmesiyle oksidasyona dayanıklı hale getirilir ve aroma iyileştirilir (Christophe, 1998; Kayahan, 2002).

Hidrojenasyon sonucu oluşan trans yağ asitlerinin damar sertliğine (arteroskleroz) neden olan toplam ve LDL-kolesterol seviyelerini doymuş yağ asitleri gibi arttırdığı göz önüne alınacak olursa, trans yağ asitlerinin tüketiminin azaltılması kalp ve damar sağlığı açısından doğru bir yaklaşım olacaktır (Kayahan, 2002).

2.2.2. İnteresterifikasyon

Kısmi hidrojenasyonun olumsuz etkileri göz önünde bulundurularak son yıllarda yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini modifiye etmek üzere interesterifikasyon yöntemi hidrojenasyona alternatif olarak kullanılmaktadır (Kayahan, 2002).

İnteresterifikasyon, trigliseritlerdeki açıl gruplarının yeniden düzenlenmesi ya da rastgele dağılmasıdır; böylelikle sıvı ya da katı olan yağa yeni özellikler kazandırılır. Hammaddede ya da proses parametreleri seçilerek interesterifikasyon kontrol edilebilir ve istenen ergime sıcaklığında ve konsistenste yağlar elde edilebilir (Belitz et al., 2009; Marangoni and Rousseau, 1998). Son ürünün, toplam yağ asidi kompozisyonu orijinal yağ ile aynı olur fakat triaçilgliserollerin pozisyonel dağılımı ve fiziksel özellikleri değişmiştir (Rodrigues and Gioielli, 2003).

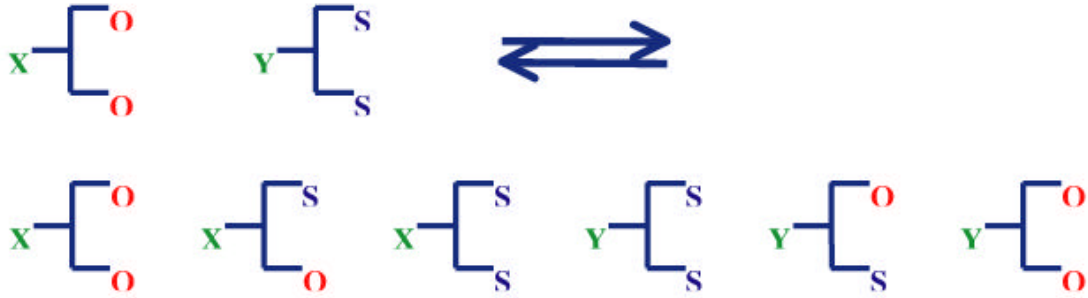
İnteresterifikasyon, alkil esterleri ile yağların kompozisyonlarının değişiminde, şorteninglerde, yüksek stabiliteli margarin karışımlarının hazırlanmasında, yüksek doymamış yağ asitli ve düşük veya sıfır trans asitli margarinlerin üretiminde başvurulan önemli bir teknolojik işlemdir (Nas ve ark., 2001).

İnteresterifikasyon tekniği tepkimelerin katalizlenme şekline göre incelenecek olursa enzimatik ve kimyasal interesterifikasyon olarak ikiye ayrılabilir.

2.2.2.1. Enzimatik İnteresterifikasyon

Bu teknikte yağ veya paçallarının trigliseritlerinde yer alan asit köklerinin yer değişimi tepkimeleri, esterazlardan lipaz grubu enzimler tarafından katalize edilmektedir. Ancak, tepkimelerin sentezleme yönünde oluşabilmesi için bazı koşulların sağlanması gereklidir. Bu koşullardan en önemlisi, interesterifiye edilecek yağ ve karışımlarının hidrolize uğramamış olması, yani serbest asitlik yanında mono ve digliserit gibi hidroliz ürünlerini içermemesi gereklidir. Ayrıca, hidrolizin gerçekleşmemesi için işlenecek yağların su içermemesi, ortamda su düzeyinin sınırlı tutulması gerekmektedir (Husum et al., 2004).

Enzimatik interesterifikasyonda katalizör olarak spesifik olmayan lipaz ve 1,3-spesifik lipaz kullanılır (Şekil 2.1). Spesifik olmayan lipazın, etkisi rastgele olup gliseritteki her üç pozisyonda da reaksiyonu katalizler. 1,3-spesifik lipaz ise yalnızca 1,3- pozisyonundaki yağ asitlerinin yer değişimini sağlar, 2- pozisyonundaki yağ asitleri üzerine etkisi yoktur. Bu yönüyle üç pozisyonda da rastgele bir değişiklik meydana getiren kimyasal interesterifikasyondan farklıdır. Bu enzim kullanılarak kimyasal interesterifikasyon ile mümkün olmayan trigliseritler üretilebilir (Kayahan, 2002; Dinç, 2002; Özvural, 2003).



Şekil 2. 1. 1,3-spesifik lipaz kullanılarak enzimatik interesterifikasyon (Anonymous, 2010c).

2.2.2.2. Kimyasal İnteresterifikasyon

Kimyasal interesterifikasyonda hidrojenasyon ve enzimatik interesterifikasyondaki gibi kısmi bir reaksiyon oluşması mümkün değildir. Nedeni kimyasal interesterifikasyonun çok hızlı bir şekilde gerçekleşmesidir. Reaksiyon birkaç dakika içinde dengeye erişir. İnteresterifiye ürünün özellikleri sadece yağ karışımındaki yağların kompozisyonlarına göre belirlenir. En çok kullanılan kimyasal katalizörler sodyum metilat ve sodyum etilatdır. Katalizör trigliseritteki yağ asitlerinin yerlerini rastgele değiştirir. Trans yağ oluşmaz (Christophe, 1998; Belitz et al., 2009).

Su içermeyen ağartma işlemi yapılmış ve asitliği giderilmiş sıvı ya da katı yağ vakum altında bir alkolatın varlığında (yağ ağırlığının %0.1-0.3'ü kadar) 70-100°C arası sıcaklıkta karıştırılır. Reaksiyon tamamlandığında katalizör su eklenerek inaktif hale getirilir. Daha sonra parçalanan katalizör açığa çıkan sabunlarla birlikte tekrar tekrar su ile yıkanarak ortamdaki uzaklaştırılır. İnteresterifiye ürün ağartma ve deodorizasyon işlemlerinden geçirilir (Belitz et al., 2009).

2.3. İnteresterifikasyonun Endüstriyel Uygulamaları

Hidrojenasyonun trans izomer oluşumu ve temel amino asitlerin kaybı gibi dezavantajları olması nedeniyle, sıvı yağların interesterifikasyon yöntemi modifiye edilerek trans yağ asitlerini düşük miktarda, temel yağ asitlerini ise yüksek miktarda içeren "sağlıklı" margarinlerin üretimi giderek yaygınlaşmaktadır. Bunun yanı sıra, doymamış yağların ve yüksek derecede doyurulmuş yağların düşük fiyatta bulunabilmesi interesterifikasyonun margarin üretiminde hidrojenasyona göre daha ekonomik bir seçim olmasını sağlamış ve günümüzde margarin üretiminde kullanılan bir teknik haline getirmiştir. Farklı kaynaklardan elde edilen spesifik ve spesifik olmayan lipazlar kullanılarak uygun sıvı ve katı yağların karıştırılmasıyla geleneksel yöntemlerle üretimi mümkün olmayan, istenen fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip yağlar üretilebilmektedir (Alpaslan ve Karaali, 1998).

Yeni geliştirilmiş bir teknoloji olmasına karşın interesterifikasyon, iyileştirilen çalışma koşulları ve ürün çeşitlendirmede sağladığı geniş olanaklar nedeniyle,

günümüzde süratle yaygınlaştığı ve dünyada 1-1.5 milyon tona yakın yemeklik sıvı ve katı yağın bu yolla işlendiği bilinmektedir (Kayahan, 2002).

İnteresterifikasyon ile istenen kompozisyonda margarin elde etmek mümkündür. Trigliseritlerde palmitik asidin düzenli olarak dağılımı ile domuz yağının fırıncılık ürünlerinde kullanımı sağlanabilmektedir. Kısmen sertleştirilmiş ayçiçeği yağı ile sıvı ayçiçeği yağı paçalları ağırlıkça %30 linoleik asit 18:2 (9,12) içeren bitkisel margarin üretilebilir (Belitz et al., 2009).

Doğan ve arkadaşları (2007) yaptıkları çalışmada pamuk ve palm yağlarını farklı oranlarda paçallayarak kimyasal interesterifikasyon gerçekleştirmiş ve sıfır trans interesterifiye yağlar üreterek trans yağ asit içeriği yüksek (%14.38) hidrojene şorteninglerin yerine kullanılabileceğini göstermişlerdir. Tüketici beğenisi de göz önüne alındığında palm yağı:pamuk yağının 75:25 ve 50:50 (%ağırlık) oranlarının interesterifikasyonu ile üretilen yağların hidrojene şortening kullanılan keklere benzer kalitede olduğu saptanmış ve interesterifikasyonun kek şorteninglerinde başarılı bir şekilde uygulanabileceği gösterilmiştir.

Palm stearin ve sızma zeytinyağının 40:60 ve 30:70 oranlarında paçallanarak interesterifiye edilmesi ile üretilen yağların plastisite ve sürülebilirlik özelliklerinin iyi olması nedeniyle şortening üretiminde kullanılabileceği gösterilmiştir (Silva et al., 2009).

Lo and Handel (2008) rafine soya yağı ve sığır iç yağını sodyum metoksit katalizörü kullanarak kimyasal olarak interesterifiye etmişler; interesterifiye yağdaki trans yağ asidi oranının %3 olduğunu, bunun kaynağının da sığır iç yağı olduğunu belirtmişlerdir.

Zhang et al., (2006) yaptıkları çalışmada palm stearin, hindistan cevizi ve ayçiçek yağlarını farklı oranlarda karıştırarak enzimatik ve kimyasal olarak interesterifiye etmişlerdir. Üretilen bu yağlardan hazırladıkları margarin çeşitlerini 25.7°C'de 12 hafta muhafaza ederek oksidasyon stabilitelerini karşılaştırmışlardır. Kimyasal interesterifikasyon ile üretilen yağın peroksit değerlerinin enzimatik interesterifiye yağ ve fiziksel karıştırma ile elde edilen yağdan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Düşük miktarda erusik asit içeren kolza tohumu ve iç yağı karışımları enzimatik ve kimyasal olarak interesterifiye edilmiş; başlangıç karışımı ve interesterifikasyon ürünleri saf triaçilgliseroller (TAG) ve triaçilgliserol olmayan fraksiyonlara (serbest yağ asitleri, mono ve diaçilgliseroller) ayrılmıştır. Bu fraksiyonların oksidasyon kararlılıkları DSC (Differential Scanning Calorimetry) yöntemi ile incelenmiştir. Enzimatik interesterifikasyon sonucu elde edilen saf TAG'ların oksidatif stabilitesinin başlangıç karışımıyla hazırlanan TAG'larla benzer olduğu, ancak kimyasal interesterifikasyon sonucu elde edilen TAG'larda oksidatif stabilitenin çok daha düşük olduğu belirlenmiştir. TAG olmayan fraksiyonların interesterifikasyon ürünlerinde bulunmasının bu ürünlerin oksidasyona karşı stabilitelerini azalttığı gösterilmiştir. Başlangıç karışımının en yüksek oksidatif kararlılığa sahip olduğu belirtilmektedir (Ledochowska and Wilczynska, 1999).

Tokoferollerin interesterifikasyon reaksiyonu sırasında kısmen parçalandıkları, saflaştırma ve yıkama aşamalarından sonra tamamen yağdan uzaklaştıkları görülmüştür. Soya yağının kimyasal interesterifikasyonu sonucunda α -tokoferolün tamamen parçalandığı, γ -tokoferolün %12'sinin, δ -tokoferolün ise %39'unun parçalanmadan kaldığı görülmüştür. Enzimatik interesterifikasyonda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Azadmard-Damirchi and Dutta, 2008). İnteresterifikasyonun tokoferoller üzerine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada da pamuk yağı, palm yağı ve soya yağı paçallarındaki tokoferol miktarının interesterifiye edildikten sonra azaldığı görülmüştür (Baştürk ve ark., 2007).

Yapılan çalışmalar rafine soya yağı ve sığır iç yağı paçallarına interesterifiye edilmeden önce %0.01 bütillenmiş hidroksi anizol (BHA) ilavesinin interesterifiye yağlarda oksidasyonu geciktirdiğini göstermiştir (Lo and Handel, 2008).

2.4. Trans Yağ Asitleri ve Sağlık Üzerine Etkileri

Trans yağ asitleri; çift bağ açısı cis izomerlere göre daha küçük, açıl zinciri daha doğrusal olan ve trans konfigürasyonda en az bir çift bağa sahip yağ asitleridir. Dolayısıyla, ergime noktaları ve termodinamik stabiliteleri yüksektir. Trans yağ asitleri, çok eski çağlardan bu yana az veya çok miktarlarda insan beslenmesinde yer almaktadır. Çünkü inek ve koyun gibi geviş getiren hayvanların sütlerinde ve yağlarında az miktarlarda bulunur. Buna karşılık trans yağ asidi içeriği yüksek

yağların büyük çaplı ticari üretimleri, gelişen margarin endüstrisiyle başlamıştır. Kısmi hidrojene yağlardan üretilen ergime noktası yüksek olan sert tip margarinler ve şorteninglerin trans yağ asidi içerikleri oldukça yüksektir. Sert tip margarinlerdeki trans yağ asidi miktarları yaklaşık olarak %10-35 arasında değişmektedir. Margarinler ve şorteninglerin kullanıldığı kek ve bisküvi gibi fırıncılık ürünleri nispeten daha fazla trans yağ asidi içermektedir (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005).

Günümüzde katı ve sıvı yağlar sağlıklı beslenme açısından sıkça tartışılmakta ve tüketilen yağlardaki katı faz oranının düşürülmesi gerekliliği uzunca bir süredir savunulmaktadır. Ancak bugün gelinen noktada bu görüşlere ek olarak, yağlarda trans yağ asitlerinin oluşumunun önlenmesi ve doğal vitaminlerin korunması da ağırlıklı olarak tartışılmaya başlanmıştır (Kayahan, 2002). Kardiyovasküler hastalıklardan kaynaklanan ölümlerin azalması için The Committee on Medical Aspects of Food Policy (COMA) İngiltere’de yağ ve kısmen doyurulmuş yağ asitleri tüketiminin azaltılması gerektiğine dikkat çekmiştir. Çünkü plazmadaki lipid konsantrasyonunun artmasıyla koroner kalp hastalıkları arasında ilişki olduğu bilinmektedir. Plazma kolesterolünün konsantrasyonu diyetdeki yağ asitlerinin türüne ve miktarına bağlıdır. Laurik, miristik ve palmitik asit gibi doymuş yağ asitleri plazma kolesterolünü yükseltirken çoklu doymamış yağ asitleri (poliyenik) plazma kolesterolünü düşürür.

Yağ asitlerinin plazmadaki kolesterol seviyesini etkilemedeki rolü son 20 yıldır yapılan çalışmalarla tamamen açıklığa kavuşturulmuştur. Diyetdeki temel tekli doymamış yağ asidi olan oleik asidin, poliyenik yağ asitleri gibi plazmadaki kötü huylu (LDL) kolesterol seviyesini düşürdüğü ve bunu koroner kalp hastalıklarına karşı koruyucu etkisi olan iyi huylu (HDL) kolesterolde bir azalmaya neden olmadan gerçekleştirdiği bilinmektedir. Damar tıkanıklığına neden olan plağın oluşması hastalığın sadece başlangıç aşamasıdır. Zamanla damar içinde daralma görülür ve eğer bu dar damarlarda pıhtı oluşursa kalp krizi meydana gelir. Stearik asit gibi doymuş yağ asitleri kan pıhtılaştırma gücüne (trombojenik) sahiptir. Poliyenik yağ asitlerinin kan pıhtılaşması üzerine etkisi ise komplekstir. Linoleik asit türevi olan n-3 poliyenik yağ asidi plazmadaki trigliseritlerin azaltılmasında en

olumlu etkiyi gösteren ve antitrombojenik yağ asididir (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005; Nagaraju and Lokesh, 2007).

Bir diğer önemli grup ise trans doymamış (trans-unsaturates) asitlerdir. Metabolik olarak doymuş yağ asitleri gibi işlev görseler de plazma kolesterolünü yükseltmezler. Çok yakın geçmişte, bunların koroner kalp hastalıkları riskini HDL'yi düşürüp, LDL'yi yükselterek ve lipoprotein seviyesini arttırarak gerçekleştirdikleri rapor edilmiştir. Ayrıca yapılan bir çalışma trans doymamış yağların tüketimi ile koroner kalp hastalıkları arasında yüksek bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, bu etki geniş getiren hayvanların ürünleriyle ya da et tüketimiyle değil, kısmi hidrojenasyonla elde edilmiş yağlar ile ilişkilendirilmiştir. Bu durum kısmi hidrojenasyon ile elde edilen ürünlerdeki trans yağ asitlerinin önemine işaret etmektedir (Hamilton, 1995).

Birçok ülke gıdalardaki trans yağ asidi içeriğine sınırlama getirmiştir. Danimarka mevzuatına göre trans yağ içeriği gıdadaki toplam yağın %2'si olarak sınırlandırılmıştır. 2006 Ocak ayından itibaren Amerika'da gıdalardaki trans yağ asidi içeriğinin etikette belirtilmesi zorunlu hale getirilmiştir (Criado et al., 2008). Türkiye'de ise 23 Ağustos 2007'de Resmi Gazetede yayınlanan ve Etiket Tebliği'nde yapılan değişikliğe göre; ürün içindeki toplam yağın 100 gramında 1 gramdan az trans yağ asidi olduğu durumda etikete "Trans yağ asidi içermez" ibaresinin eklenebileceği belirtilmiştir (Anonymous, 2010a).

2.5. İntersterikasyonda Kullanılan Yağların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

2.5.1. Palm Yağı

Elaeis guineensis ağacının meyvesinin pulpundan üretilen palm yağı %32-47 oranında palmitik asit, %38-52 oranında oleik asit içerir (Çizelge 1). Bitkisel şortening, margarin ve sabun imalatında kullanılmaktadır. (Nas ve ark., 2001).

Palm yağı diğer yağlarla kıyaslanacak olursa en önemli fraksiyone kristalizasyon işlemine tabii tutulan yağdır. Palm yağının eşsiz kompozisyonu gıda, kimya, kozmetik ve ilaç endüstrisinde çok amaçlı olarak kullanılmasını sağlar. Yarı katı fiziksel özelliğe sahip olması dolayısıyla pek çok gıdanın hazırlanmasında kullanılır.

Kolesterol içermemesi ve sindirilebilirliğinin yüksek olması nedeniyle enerji kaynağı olarak kullanımı giderek artmaktadır. Gıda endüstrisinde palm yağı katı yağ ürünlerinin üretiminde kullanılır. Doğal antioksidan içeriğinin yüksek olması ve yüksek sıcaklıklardaki kararlılığı derin kızartmalarda kullanılmasına olanak sağlar. Palm yağının olein fraksiyonları pişirme amaçlı yumuşak yağların yerine ya da salata yağı olarak kullanılabilir. Stearin fraksiyonları ise kızartma yağları, margarin ve şorteninglerde kullanım alanı bulmaktadır (Christophe, 1998; Anonymous, 2009).

2.5.2. Tristearin

Stearin ya da tristearin üç stearik asit molekülü içeren trigliserittir. Doymuş bir yağdır. Hayvansal kökenli olup sığır etinin işlenmesi sırasında elde edilir. Palm gibi tropikal bitkilerde de bulunabilir. Genellikle mum ve sabun yapımında kullanılır (Anonymous, 2010b). Palm stearinin özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Palm bitkisinden elde edilen palm stearin, palm yağının kontrollü sıcaklık altında kristallendirilerek fraksiyonlanmasıyla elde edilen daha yüksek ergime sıcaklığına sahip, daha ucuz bir fraksiyonudur. Gıda endüstrisinde bitkisel yağlarla interesterifiye edilerek istenen fiziksel özelliklerde katı yağ olarak eldesi sağlanabilir. Çünkü palm stearin, kararlı β' kristal yapısı nedeniyle sert yağ üretimi için uygun bir kaynaktır. Palm stearin; şorteningler, margarinler ve sürülebilir yağların üretiminde kullanılabilir. Geniş bir ergime noktası aralığı ve iyot sayısına sahiptir. Ancak, ergime noktasının yüksek olması (44–56°C), ürünlerinin plastisitesinin düşük olması ve vücut sıcaklığında ergimemesi gibi nedenlerle doğrudan kullanımı uygun değildir. Ergime özelliklerinin iyileştirilmesi için palm stearin interesterifiye yağlarla paçal yapılmalı ya da bu yağlarla interesterifiye edilmelidir (Silva et al., 2009).

2.5.3. Zeytinyağı

Zeytinyağı *Olea europa* ağacının olgun meyvelerinden ezme ve presyon yöntemi ile elde edilen, oda sıcaklığında sıvı, berrak, yeşilden sarıya değişen renklerde, kendine özgü tat ve kokuda, doğal olarak tüketilebilen bitkisel kaynaklı bir yağdır.

Meyvede kuru madde üzerinden %35-70 yağ bulunmaktadır. Meyve pulpunda ise bu oran %75'in üzerine çıkmaktadır (Nas ve ark., 2001).

Zeytinyağının bileşenleri, gliserole bağlı, kostikle sabunlaşan (saponifiye edilebilen) ve gliserole bağlı olmayan sabunlaşmayan (saponifiye edilemeyen) bileşenler olarak iki ana gruba ayrılabilir. Sabunlaşan bileşenler gliserol ile esterleşmiş yağ asitleri "triaçilgliserol (trigliserit)" ve serbest yağ asitlerinden oluşur. Ağırlık bazında toplamın %97-99'unu teşkil ettiğinden major bileşenler olarak da anılır. Bunun dışında kalan sabunlaşmayan maddeler yağ karakterinde olmayan maddelerdir. Bu minör bileşenler zeytinyağının önemli bir kısmını teşkil etmemesine rağmen sağlık yönünden pozitif katkıları nedeniyle çok değerlidir. Ayrıca, minör bileşenler zeytinyağının stabilitesi ve aroması açısından önemli olduğundan; bu bileşenler zeytinyağı çeşitlerinin belirlenmesinde kullanılabilir (Boskou, 1996; Göğüş ve ark., 2009).

Yağ asidi kompozisyonu lokasyona bağlı olarak örnekten örneğe değişir. Yağ asidi kompozisyonu; enlem, iklim, zeytinin türü ve toplandığı zamandaki olgunluk derecesi gibi faktörlerden de etkilenmektedir. Geometrik izomerler de iz miktarda bulunabilir. Sızma zeytinyağı için limit toplam 18:1 trans yağ asidinin %0.05'i, ayrıca 18:2, 18:3 trans yağ asidi toplamının %0.05'idir (Boskou, 1996). Rafine zeytinyağına ait özellikler Çizelge 3'te verilmiştir.

Hayvansal yağlar temel olarak doymuş yağ asitlerinden, tohum yağları ise %50-72 oranında çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşurken zeytinyağı; %65-85 arasında değişen oleik asit ve %4-15 arasında değişen linoleik asitten oluşur. Ayrıca linolenik asit de içerir. Bu üç yağ asidini birden içermesi zeytinyağına eşsiz bir biyolojik değer kazandırmaktadır.

Tekli doymamış yağ asitleri acılaşmaya neden olacak oksidatif proseslere çoklu doymamış yağ asitlerinden daha dayanıklı olduklarından ve zeytinyağının linoleik asit içeriğinin düşük olmasından dolayı, oksidatif stabilitesinin birçok sıvı yağdan daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bu nedenle kızartmada tohum yağlarına göre daha idealdir. İçerdiği aromatik maddeler ve iz elementler sayesinde tat ve aroma bakımından da diğer yağlardan üstündür (Nas ve ark., 2001; Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004).

Zeytinyağının içindeki minör bileşenler, bunların türevleri veya oluşturdukları kompleksler besinlerin daha etkin emilimini sağlar. Emildikten sonra bu iz bileşenlerin membran yapısında, sterol sentezinde yer aldığı, serbest radikallerin elektron açığını kapatarak antioksidan etki gösterdiği gözlenmiştir. Bu iz bileşenler zeytinyağının diğer yağlardan farkını ortaya koymaktadır (Göğüş ve ark., 2009).

Zeytinyağı %98 oranında trigliserit, %2 oranında da fenolik maddeler, serbest yağ asitleri, steroller, hidrokarbonlar, alifatik ve triterpenik alkoller, uçucu bileşenler ve antioksidanlar gibi 230 ayrı minör bileşenden oluşan kompleks bir karışımdır (Kayahan ve Tekin, 2006).

Zeytinyağında bulunan minör bileşenler iki gruba ayrılabilir. İlk grup mono ve diaçilgliserol türevleri, fosfatidler, mumlar ve sterol esterleridir. İkinci grup kimyasal olarak yağ asitleriyle ilişkili olmayan bileşikleridir. Bunlar; hidrokarbonlar, alifatik alkoller, serbest steroller, tokoferoller, klorofiller, karotenoidler ile tirozol ve hidroksitirozol gibi polar fenolik bileşiklerdir. Minör bileşenlerin bazıları sadece işlenmemiş, ham zeytinyağında bulunur. Rafinasyon ile fosfatidler ve fenoller uzaklaştırılır; bu işlem diğer sınıf bileşenlerde de önemli kalitatif ve kantitatif değişikliklere neden olur (Boskou, 1996).

Çizelge 2.1.Palm yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu (%) (O'Brien, 1998).

Özellik	Değer
Ergime noktası (°C)	36.0 – 45.0
Refraktif indeks (40°C)	1.4565 -1.4585
İyot sayısı	46.0 – 56.0
Sabunlaşma sayısı (mgKOH/kg)	196 – 202
Sabunlaşmayan madde miktarı (%)	0.2 – 0.5
SFI¹ (%)	
10.0 °C	30.0 – 39.0
21.1 °C	11.5 – 17.0
26.7 °C	8.0 – 14.0
33.3 °C	4.0 – 11.0
37.8 °C	2.5 – 9.0
40.0 °C	2.0 – 7.0
Yağ asidi bileşimi (%)	
Laurik (C12:0)	0.1
Miristik (C14:0)	1.0
Palmitik (C16:0)	44.3
Palmitoleik (C16:1)	0.15
Stearik (C18:0)	4.6
Oleik (C18:1)	38.7
Linoleik (C18:2)	10.5
Linolenik (C18:3)	0.3
Araşidik (C20:0)	0.3
Trigliserit bileşimi (%)²	
S ₃	7.9
SUS	42.8
SSU	6.6
SU ₂	35.7
U ₃	6.8

¹SFI: Solid fat index- katı yağ indeksi

²S: saturated- doymuş

U: unsaturated- doymamış

Çizelge 2.2.Palm stearin yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu (%) (O'Brien, 1998).

Özellik	Değer
İyot sayısı	22.0 – 49.9
Sabunlaşma sayısı (mgKOH/kg)	193 – 206
Sabunlaşmayan madde miktarı (%)	0.1 – 1.0
SFI¹ (%)	
10.0 °C	54 – 91
20.0 °C	31 – 87
30.0 °C	16 – 74
40.0 °C	7 – 57
50.0 °C	0 – 40
Yağ asidi bileşimi (%)	
Miristik (C14:0)	1.0 – 2.0
Palmitik (C16:0)	47.0 – 74.0
Stearik (C18:0)	4.0 – 6.0
Oleik (C18:1)	16.0 – 37.0
Linoleik (C18:2)	3.0 – 10.0

¹SFI: Solid fat index- katı yağ indeksi

Çizelge 2.3.Rafine zeytin yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu (%) (Göğüş ve ark., 2009).

Özellik	Değer
Serbest asitlik (100 g da oleik asit cinsinden)	≤ 0.3
Nem ve uçucu madde (%en çok)	0.1
Çözünmeyen safsızlıklar (%en çok)	0,05
Peroksit değeri (meq aktif O ₂ /kg yağ en çok)	5
Sabunlaşmayan madde (petrol eteri), (g/kg en çok)	15
Refraktif indeks (nD 20°C)	1.467 – 1.470
Sabunlaşma sayısı (mgKOH/kg)	184-196
İyot sayısı (Wijs)	75-94
Yağ asidi bileşimi (%)	
Miristik (C14:0)	≤ 0.05
Palmitik (C16:0)	7.5 – 20
Palmitoleik (C16:1)	0.3 – 3.5
Heptadekanoik (C17:0)	≤ 0.3
Heptadesenoik (C17:1)	≤ 0.3
Stearik (C18:0)	0.5 – 5.0
Oleik (C18:1)	55.0-83.0
Linoleik (C18:2)	3.5 – 21.0
Linolenik (C18:3)	≤ 1.0
Araşidik (C20:0)	≤ 0.6
Ekiekosenoik (C20:1)	≤ 0.4
Behenik asit (C22:0)	≤ 0.2
Trans yağ asitleri (%)	
-C 18:1T	≤ 0.2
-C 18:2 T + C 18:3 T	≤ 0.3

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) günlük kalori miktarını arttırmadan, diğer yağlar yerine günde 22 ml zeytinyağı kullanımının kardiyovasküler hastalık riskini azaltabileceğini ve sağlık üzerine bu olumlu etkisinin oleik asitten kaynaklandığını bildirmektedir (Göğüş ve ark., 2009).

Zeytinyağının biyolojik ve tedavi edici özelliği kimyasal yapısı ile ilgilidir. Zeytinyağının yararlı özellikleri içeriğindeki minor bileşenlerden kaynaklanır. En çok dikkat çekenler vitamin E (α -tokoferol) ve polifenollerdir. Damar tıkanıklığı sanayileşmiş ülkelerde yaygın olarak rastlanan ve bu ülkelerdeki ölümlerin en önemli nedenlerinden biridir. Bu hastalığın görülme sıklığı beslenme alışkanlıklarıyla yakından ilgilidir. Hayvansal yağlar bakımından zengin olan bir diyet plazma kolesterol seviyesini yükseltir. Diğer taraftan doymamış yağ asitlerince zengin bitkisel yağların antiarterojenik etkileri vardır ve kolesterol seviyesini dengelerler. Plazma kolesterolün hepsi arterojenik etkili değildir. Düşük yoğunluklu proteinler tarafından taşınan kötü huylu (LDL) kolesterol atherojeniktir ancak yüksek yoğunluklu proteinler tarafından taşınan iyi huylu (HDL) kolesterolün koruyucu özelliği vardır. HDL kolesterol hücrelerde serbest halde bulunan kolesterolü ortadan kaldırır, serbest haldeki kolesterolle ester bağı yapar ve onu daha sonra safra ile beraber atılacağı karaciğere taşır. Yapılan sayısız çalışmada damar tıkanıklığı ve HDL kolesterol seviyesi arasında negatif, HDL seviyesi ve yaşam süresi arasında pozitif bir korelasyon olduğu doğrulanmıştır. Bu nedenle damar tıkanıklığını engellemek için hayvansal yağ tüketiminin azaltılması ve bunun yerine tekli doymamış yağ asitlerince zengin olan zeytinyağının tüketilmesi tavsiye edilmektedir (Nagaraju and Lokesh, 2007).

Ayrıca, son yıllarda yapılan klinik gözlemlerde zeytinyağının insüline bağlı olmayan diyabette kandaki şeker seviyesini düşürmede etkili olduğu görülmüştür. Kalorisinin %30-45'i zeytinyağından sağlanan gıdalarla beslenen diyabet hastalarının kan serumundaki lipoprotein A ve B'de azalma, kan serumundaki trigliserit seviyesindeki düşüşle beraber kolesterol seviyelerinde kararlılık gözlenmiştir. Tekli doymamış yağ bileşeni yüksek doğal bir yağ olarak zeytinyağı insülin kullanmayan diyabetlilere yararlı olabilir. Diyabetli insanlar diyetlerindeki zeytinyağı miktarını arttırdıklarında midenin yavaş boşalması sağlanarak

karbonhidrat sindiriminin yavaşlaması ve kandaki glukozun ani olarak yükselmesi önlenmektedir (Göğüş ve ark., 2009).

Zeytinyağının yukarıda konu edilen eşsiz özellikleri nedeniyle kullanım alanlarının yaygınlaştırılması dolayısı ile günlük diyetle miktarının arttırılabilmesi konusunda araştırmalar son yıllarda yoğunlaşmıştır.

Rafine zeytinyağı ve tristearin karışımlarının kimyasal interesterifikasyonu ile trans yağ asidi içermeyen ve hidrojene zeytinyağından çok daha yüksek oranda çoklu doymamış yağ asidi içeren katı yağların elde edilebileceği gösterilmiştir. Gavriilidou and Boskou (1991), zeytinyağı ve tristearin 80:20 ve 75:25 oranlarında hazırlanan karışımlarından kimyasal interesterifikasyon yöntemi ile paket margarinlere çok yakın özellikte katı yağlar elde etmişlerdir.

Özvural (2003) yaptığı çalışmada, bitkisel yağ ve interesterifiye bitkisel yağ karışımlarının sosis üretiminde kullanımını denemiş ve interesterifiye bitkisel yağ karışımlarıyla (palm, palm stearin, pamuk tohumu, fındık yağları) hazırlanan sosilerin nem, yağ, pH değerleri açısından hayvansal yağlarla üretilen sosilere benzer sonuçlar verdiğini; depolama süresince renk, tekstür ve TBA (thiobarbituric acid) değerleri açısından ürünün herhangi bir olumsuzluk içermediğini; yağ asidi profili bakımından ürünün poliyenik/mono-enik değerinin yükseldiğini belirlemiş ve dolayısıyla hayvansal yağ içeriği oldukça yüksek olan sosis tipi et ürünlerinde interesterifiye yağların kullanılarak daha sağlıklı ürünler elde edilebileceği sonucuna varmıştır.

Öztürk (2002) gıda endüstrisinde artık olarak nitelendirilen şeker pancarı posası ile biracılık artığı küspeden besinsel lif eldesi ve üretilen besinsel liflerin bisküvi üretiminde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Ayrıca, palm yağı, pamuk yağı ve eşit miktarda palm ile pamuk yağından oluşan karışım yağ örnekleri interesterifiye edilerek ve edilmeden liflerle beraber kullanılarak bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir. Bisküvilerde interesterifiye yağ kullanımı ile doymuş yağ asidi içeriği düşük ve dolayısıyla sağlık açısından daha yararlı yeni ürünlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. İnteresterifiye yağ kullanımı ile liflerin neden olduğu esmer renk oluşumu azalmış, en iyi sonuç palm yağı ile elde edilmiştir. Bisküvilerde interesterifiye yağların kullanımı ile duyusal test değerlerinde meydana gelen azalmaların, yağlarda

antioksidan kullanımı ile önlenebilir olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca, interesterifikasyon işlemi ile yağ çeşitlerinin farklı sıcaklıklarda sahip oldukları katı yağ oranı (SFC-Solid Fat Content) değerleri değişiklik gösterdiğinden, yağların seçimi, karışım oranları ve sıcaklık gibi diğer üretim parametrelerinin gözönünde bulundurularak araştırmaların sürdürülmesi tavsiye edilmektedir.

Dinç (2002) yaptığı çalışmada interesterifiye yağların bisküvi kalitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Fındık, pamuk ve zeytinyağı; palm yağına değişik oranlarda ilave edilerek karışımlar hazırlanmış ve interesterifiye edilerek ve edilmeden bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Yağlar bisküvi formülasyonuna 21°C ve 40°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta katılmıştır. SFC değerleri, yayılma oranları, renk değerleri incelenmiş ve yağ üretiminde hidrojenasyonun sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinden kaçınmak için, bisküvi yağı üretiminde interesterifikasyon yönteminin kullanılabileceği anlaşılmış ancak bu karışıma giren yağların seçimi ve diğer üretim parametreleri göz önüne alındığında daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu sonuç olarak belirtilmiştir. Ayrıca interesterifiye yağların bisküvi raf ömrü üzerine etkilerinin araştırılması da tavsiye edilmektedir.

Yapılan literatür araştırmasında interesterifiye yağların kek üretiminde kullanımı ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan rafine zeytinyağı Ankara'da piyasadan, palm yağı ve tristearin Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden, standart olarak kullanılan endüstriyel kek ve bisküvi şorteningleri ise Eti Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş., Eskişehir'den temin edilmiştir.

İnteresterifiye edilecek yağlar iki farklı oranda paçallanarak örnekler hazırlanmıştır. 75:15:10 paçalı için ağırlıkça %75 zeytinyağı, %15 tristearin ve %10 palm yağı kullanılmış olup, bu oran 85:10:5 paçalında ise %85 zeytinyağı, %10 tristearin, %5 palm yağı şeklinindedir. 300 gramlık paçallar hazırlanarak kimyasal interesterifikasyon işlemi gerçekteşirilmıştir.

Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan un beyaz-yumuşak bir çeeşit olan Eser buğdayından üretilmiştir. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde Chopin Dokaj (Perke Quator Tripette&Renaud, Fransa) cihazında temizlendikten sonra, rutubet miktarı %14.5'e tavlanmış ve Chopin (Tripette & Renaud, Fransa) değirmeninde (model CD1 Mill) una öğütölmüştür.

3.2. İnteresterifiye Yağ Üretim Metodu

İnteresterifikasyon işlemi, 1 L'lik ceketli cam düzenekte, 250-300 g yağ örneğinin %0.5 oranında sodyum metilat (metanolde %30'luk çözeltilisi) katalizörünün varlığında, 100°C sıcaklıkta 50 dakika süreyle, vakum ortamında sürekli karıştırılması ile gerçekteşirilmıştir. Sıcaklığın sabit tutulması için su sirkölasyonlu cam düzener kullanılmış ve reaksiyon sıcaklığı termometre ile kontrol edilmiştir. Reaksiyon tamamlandıktan sonra katalizörün inaktif hale getirilmesi için toplam yağ ağırlığının %2'si oranında %20'lik sitrik asit çözeltilisi karışıma eklenerek, aynı sıcaklıkta 15 dakika karıştırma işlemine devam edilmiştir. İşlem sonunda yağ örneği ayırma hunisine aktarılmış ve kalıntı katalizörün uzaklaştırılması için üç kez ılık su ile yıkama işlemi yapılmıştır. Yıkama işleminden sonra yağ bir behere aktarılmış ve kalıntı suyun uzaklaştırılması amacıyla bir miktar sodyum sülfat eklenmiştir. Vakum ortamında gerçekteşirilen filtrasyon ile sodyum sülfat ayrılmış,

elde edilen interesterifiye yağlar bisküvi ve kek üretimi gerçekleştirilinceye kadar 4°C'de muhafaza edilmiştir (Rousseau and Marangoni, 1999).

3.2.1. İnteresterifiye Yağlarda Yapılan Analizler

3.2.1.1. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Oluşturulması

Yağ asitleri metil esterlerinin hazırlanmasında, IUPAC metodu (Anonymous, 1987) kullanılmıştır.

3.2.1.2. Yağ Asitleri ve İzomerlerinin Bileşiminin Belirlenmesi

Hazırlanan yağ örneklerinin yağ asidi kompozisyonları, Shimadzu GC-2010 model gaz kromatografisine 1 µl enjekte edilmiş ve yağ asitlerine bileşimine ait sonuçlar %metil esterleri olarak verilmiştir. Yağ asitlerinin dağılımı DB23 kolonu (60 m, 0.25 mm iç çap, 0.25 mm film kalınlığı; J&W) kullanılarak saptanmıştır. Dedektör olarak FID dedektörü ve taşıyıcı gaz olarak He gazı (0.3 ml/dakika) kullanılmıştır. Split oranı 1:80 olup, kolon sıcaklığı 195°C, dedektör sıcaklığı 240°C ve enjeksiyon bloğu 230°C'ye ayarlanmıştır.

3.2.1.3. Yağların Katı Yağ Oranlarının (Solid Fat Content-SFC) Belirlenmesi

Yağ örneklerinin katı yağ oranları analizi AOCS Official Method Cd 16b-93' e göre yapılmıştır (Anonymous, 2003). Analizin yürütülmesinde, Maran SFC (Resonance Instrument Ltd. Witney, UK) NMR cihazı kullanılmıştır. Ölçümler 0, 10, 21.1, 33.3 ve 40.6°C sıcaklıklarda ve sabit frekansta (20 Mhz) yapılmıştır.

3.2.1.4. Yağların Kayma-Erime Noktası Analizi

AOCS Official Method Cc 3-25 (Anonymous 1989)'e göre yapılmıştır.

3.2.2. Bisküvi ve Kek Üretiminde Kullanılacak Buğday ve Un Örneğinde Yapılan Analizler

3.2.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Buğday örneğinde hektolitre ağırlığı Ohaus hektolitre aletinde (Chicago, USA) yapılmıştır. Sonuçlar kilogram/hektolitre olarak verilmiştir (Uluöz, 1965). Un

örneğinde rutubet miktarı tayini; AACC Metot No: 44-15A (Anonymous, 1990) 'a, kül miktarı tayini; AACC Metot No: 08-01 (Anonymous, 1990)'a göre yapılmıştır. Un ve buğdayda protein miktarı tayini ise NIR Systems Model 6500 Scanning spectrophotometers cihazı kullanılarak (A Perstorp Analytical Company, USA) yapılmıştır.

3.2.2.2. Fizikokimyasal Analizler

Un örneğinde yaş gluten miktarı tayini; AACC Metot No: 38-11 (Anonymous, 1990)'a göre belirlenmiş ve kuru gluten miktarı, yaş gluten tayininde elde edilen yaş glutenin Glutork kurutma cihazında 5 dakika kurutulduktan sonra desikatörde soğutulup tartılması ile belirlenmiştir.

Düşme sayısı tayini; AACC Metot No: 56-81B (Anonymous, 1990)'e göre yapılmış, Zeleny sedimentasyon AACC Metot No: 56-61A (Anonymous, 1990) ve beklemeli sedimentasyon ise Greenaway et al., (1965) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Un örneğinin su absorpsiyonu, hamur gelişme süresi, stabilite ve yoğurma tolerans sayısı Brabender farinograf cihazı (Duisburg, Almanya) ile AACC Metot No: 54-21 (Anonymous, 1990)'e göre saptanmıştır.

3.2.3. Bisküvi Üretim Metodu

Bisküvilerin üretimi AACC Metod No: 10-54 "Tel-keski yöntemi" (Anonymous, 1990)'ne göre gerçekleştirilmiştir.

İnteresterifikasyon sonucu elde edilen 2 farklı interesterifiye yağ ve standart olarak kullanılan endüstriyel bisküvi şorteningi ile bisküviler hazırlanmıştır. Her pişirmede 2 adet bisküvi üretilmiştir. Kullanılan bisküvi formülasyonu Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Bisküvi üretimi için öncelikle, un ve amonyum bikarbonat dışındaki kuru ingrediyenler bir kaptaki karıştırılmıştır. Hazırlanan bu karışım mikser (Kitchen aid, Model 5K SM 150, USA) haznesine aktarılmış, şortening de eklenerek her 1 dakikada sıyırma işlemi yapılarak toplam 3 dakika karıştırılıp krema elde edilmiştir. Aynı bir kaptaki karıştırılan HFCS, su ve amonyum bikarbonat elde edilen kremaya

eklenmiş ve her 15 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 1 dakika daha karıştırılmıştır. Ardından, bu karışıma un ilave edilmiş ve her 10 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 30 saniye karıştırılarak hamur elde edilmiştir. Hamur mikserin haznesinden alınıp 2 eşit parçaya bölünmüş ve her birine oblong şekil verilerek tepsiye yerleştirilmiştir. Oklava ile üzerinden 1 kez ileri ve 1 kez geri geçirilerek hamur açılmış, çapı 6 cm olan kalıpla şekil verildikten sonra $205 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki fırında (Şimşek Labortechnik Ltd. Şti., Ankara) 11 dakika pişirilmiştir. Fırından çıkarıldıktan 5 dakika sonra tepside alınan bisküviler, oda sıcaklığına ulaştıktan sonra (yaklaşık 30 dakika) çap, kalınlık ölçümleri yapılmış ve yayılma oranları her bisküvi için ortalama çapın kalınlığa oranı olarak hesaplanmıştır. Bisküvi üretimi 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Bisküvi Formülasyonu*

Bileşenler	Ağırlık (g)
Sakaroz (ince granül halinde)	12.8
Granüle kahverengi şeker	4.0
Yağsız süttezu	0.4
Tuz	0.5
Sodyum bikarbonat	0.4
Yağ	16.0
Yüksek Fruktoz İçeren Mısır Şurubu (HFCS)	0.6
Amonyum bikarbonat	0.2
Deiyonize su, $g=(40-g \text{ un})+8.8$	değişken
Un (%13 rutubet esasına göre)	40.0

*Bileşenler $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$

Altı ay süresince depolanacak örnekler Eti Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Eskişehir)'den temin edilen ambalaj materyali ile paketlenerek oda sıcaklığında depolanmıştır.

3.2.4. Kek Üretim Metodu

Kek üretimi AACC Metod No:10-90 (Anonymous,1995)'da bildirilen yöntem modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Kek üretimi için gerekli olan hammadde oranları %100 un ve un esasına göre %100 pudra şekeri, %9 yumurta akı tozu,

%12 yağsız süttozu, %3 tuz, %5 hamur kabartma tozu, %40 yağ, %100 su şeklindedir.

Pudra şekeri, süt tozu, yumurta akı tozu, yağ ve 40 mL su mikserin (Kitchen aid, Model 5K SM 150, USA) haznesine aktarılmış ve 2 hızında 1 dakika karıştırılmıştır. Kabin kenarlarında kalan karışım spatül yardımıyla karışıma dahil edilmiş ve 4 hızında 4 dakika daha karıştırılmıştır. Un, kabartma tozu, tuz ve suyun geri kalanı (60 mL) ilave edilip 2 hızında 1 dakika karıştırıldıktan sonra sıyırma işlemi yapıp 4 hızında 2 dakika karıştırılmıştır. Son kez sıyırma işlemi yapıldıktan sonra 2 hızında 30 saniye ve 4 hızında 2 dakika karıştırılan kek hamuru cam kalıplara (8.5 cm çaplı, 3 adet) eşit miktarda (110 g) tartılmış ve 180°C'de 35 dakika konvansiyonel fırında (Şimşek Labortechnik Ltd. Şti., Ankara) pişirilmiştir. Kekler fırından çıkarıldıktan sonra soğuması için 30 dakika bekletilmiş, bu süre sonunda kalıplardan çıkarılmıştır.

Hacim, tekstür ve renk gibi kalite analizleri 0.gün için pişirilen keklerde yapılmış; diğer kekler ise ambalajlanarak oda sıcaklığında depolanmıştır. Kek üretimi 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Altı ay süresince depolanacak örnekler Eti Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Eskişehir)'den temin edilen ambalaj materyali kek boyutlarının uygun olmaması nedeniyle alüminyum folyo ile sarılarak poşetlerde saklanmıştır.

3.2.5. Bisküvi Örneklerinde Yapılan Analizler

3.2.5.1. Renk Analizleri

Bisküvilerin renkleri Minolta Spectrophotometer CM-3600d (Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Renk değerleri (L, a, b)'nden oluşan üçlü skalada yapılan değerlendirmede L=100 beyaz ve L=0 siyah; yüksek pozitif a kırmızı, yüksek negatif a yeşil; yüksek pozitif b sarı ve yüksek negatif b mavi olarak değerlendirilmiştir.

Her pişirime ait 2 bisküvide 4'er renk okuması yapılmıştır.

3.2.5.2. Yayılma Oranı Değeri

Bisküvilerin ap ve kalınlık ölçümleri yapılmış, her bisküvi için çapın kalınlığa oranı hesaplanarak yayılma değeri bulunmuştur.

3.2.5.3. Tekstür Analizi

Üretilen bisküvilerin sertliği Texture Analyzer (TA-XTplus, England) cihazı ve üç noktada kırma başlığı (HDP/3PB 3-Point bending rig) kullanılarak belirlenmiştir. Cihazda 1 mm/s pre test hızında, 5 mm/s test hızında ve 10 mm aralıkta bisküvinin kırılması için gereken kuvvet ölçülmüştür (trigger:5 gr).

3.2.6. Kek rneklerinde Yapılan Analizler

3.2.6.1. Renk Analizleri

Keklerin renk analizleri madde 3.2.5.1.'de belirtildiği şekilde 0.gün ve 6 aylık depolama süresince 30 günde bir, kek dış yüzeyi için yapılmıştır. Her pişirime ait 3 kekte kek yüzeyinde 4'er kez renk okuması yapılmıştır.

3.2.6.2. Hacim Değerleri

Keklerin hacmi kolza ile yer değiştirme prensibine göre belirlenmiştir.

3.2.6.3. Ağırlık Değerleri

Çalışma sonucunda oda sıcaklığında yaklaşık 20-30 dakika soğutulan kekler tartılarak ağırlıkları g cinsinden belirlenmiştir. Ağırlık kaybı= $(W_i - W_f) / W_i * 100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

W_i: Kek hamuru ağırlığı

W_f: Kek ağırlığı

3.2.6.4. Hacim, Simetri ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri

AACC Metod 10–91'e göre gerçekleştirilmiştir. Kekler dikey olarak merkezlerinden kesilmiş, milimetrik kağıt ile hazırlanmış olan şablonun üzerine kesilmiş yüzeyleri gelecek şekilde yerleştirilerek metotda belirtilen A, B, C, D ve E değerleri (mm)

şablondan okunmuştur. Bu verilere göre keklerin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri hesaplanmıştır (Anonymous, 1995).

Hacim indeksi (mm) = B+C+D

Simetri indeksi (mm) = (2×C)-B-D

Tekdüzelik indeksi (mm) = B-D

3.2.6.5. Tekstür Analizi

Kek örneklerinin tekstür özellikleri TAPlus Texture Analyzer (LLOYD Instrument, UK) cihazında 35 mm çapında alüminyum disk (plunger) kullanılarak belirlenmiştir. Maksimum yük (load cell) 50N ve yaklaşma hızı (crosshead speed) 55 mm/dk'dır. Ölçüm için kekin iç kısmından 1.5x2x2 cm boyutlarında 4 parça kesilmiştir Her bir parçada %25 oranında sıkıştırılması için gerekli olan kuvvet (Newton) ölçülmüştür.

3.2.6.6. Duyusal Değerlendirme

Üretilen kekler soğutulduktan sonra duyusal değerlendirmeye alınmıştır. Hububat teknolojisi alanında yüksek lisans yapan 6 öğrenciden oluşan panelist grubu kekleri şekil, gözenek dağılımı, koku, kötü tat-koku (off flavor), yumuşaklık, nemlilik ve toplam kabul edilebilirlik açısından 0-10 puan sisteminde puanlamışlardır.

3.2.7. Kek ve Bisküvilerden Ekstrakte Edilen Yağlarda Yapılan Raf Ömrü Analizleri

3.2.7.1. Kek ve Bisküvilerden Yağların Ekstraksiyonu

Üretilen kek ve bisküviler gerekli analizler yapıldıktan sonra yukarıda belirtilen şekilde ambalajlanarak analiz süresine kadar oda sıcaklığında depolanmıştır. Kek ve bisküviler arasından 6 ay süresince her 30 günde bir, her örnek için 4 adet bisküvi ve 6 adet kek depolandıkları yerden alınmış ve havan yardımıyla öğütülerek granül haline getirilmiştir. Soxhlet ekstraksiyon düzeneğiyle çözücü olarak n-hegzan kullanılarak bisküvi ve keklerden yağ ekstraksiyonu gerçekleştirilmiş ve ekstrakte edilen yağlar analiz edilinceye kadar derin dondurucuda -18°C 'de depolanmıştır.

3.2.7.2. Peroksit Sayısı

Asetik asit/kloroform metodu kullanılarak AOCS Official Method Cd 8-53 (Anonymous, 2003)'e göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.7.3. Konjuge Dien Değeri

AOCS Official Method Ti-1a-64'te verilen metoda göre belirlenmiştir (Anonymous, 2003).

3.2.7.4. p-anisidin Değeri

p-anisidin değeri AOCS Official Method Cd 18-90'da verilen metoda göre belirlenmiştir (Anonymous, 1997). Ancak interesterifiye edilen yağlarda karşılaşılan bulanıklık probleminden dolayı yöntem şu şekilde modifiye edilmiştir.

0.5- 4 g yağ örneği 25 ml'lik balon jodelere tartılmıştır. Üzerine bir miktar izooktan eklenmiş, tamamen çözünmesi için 80 °C'deki su banyosunda 10 dakika tutulmuştur. Soğutulduktan sonra izooktanla 25 ml'ye tamamlanmış ve 5000 rpm'de 3 dk santrifüj edildikten sonra Shimadzu UV-2101PC UV-Vis scanning spektrofotometre (Shimadzu Instruments Inc, Japonya) kullanılarak 350 nm'de absorbans ölçülmüştür. Balon jodedeki yağ çözeltisinden 5 ml alınmış üzerine 1 ml p-anisidin çözeltisi eklenerek 5 dakika daha santrifüj edilmiştir. p-anisidin çözeltisi eklendikten tam 10 dakika sonra 350 nm'de absorbans ölçülmüştür. 5 ml izooktan üzerine 1 ml p-anisidin eklendiği çözelti şahit olarak kullanılmıştır. Absorbans değerinin 0.2 ile 0.8 aralığının dışına çıkması durumunda ya tartılan yağ miktarı azaltılmış ya da gerekli seyreltmeler yapılmıştır. Elde edilen ölçümlerden p-anisidin değerleri metotta verildiği şekilde hesaplanmış ve seyreltme yapılması durumunda, seyreltme faktörü yapılan hesaplamada dikkate alınmıştır.

3.2.7.5. Toplam Oksidasyon Değeri

Kek ve bisküvilerden ekstrakte edilen yağların toplam oksidasyon değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Shaidi and Wanansundara, 2002).

$$TOTOX = (2 \times PV) + AV$$

PV: Peroksit değeri

AV: p-anisidin değeri

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Bisküvilerde elde edilen yayılma oranı, kek ve bisküvilerdeki renk ölçüm değerleri, kek ve bisküvilerdeki tekstür ölçüm değerleri ve keklerde yapılan duysal değerlendirmenin sonucunda elde edilen verilerde tek yönlü varyans analizi uygulanmış (ANOVA) ve sonuçlar 0.05 önemlilik düzeyinde değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılık LSD (Least Significant Difference-En küçük önemli fark) testi kullanılarak belirlenmiştir. Analizler iki paralel halinde yürütölmüştür.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Buğday Analizleri Sonuçları

Bu çalışmada kek ve bisküvi üretimi için kullanılan Eser çeşidi buğday %66 verim ile una öğütülmüştür. Buğdayın nem, protein ve hektolitre ağırlığı analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Un üretiminde kullanılan buğday analiz sonuçları*

Nem (%)	Protein (%KM) **	Hektolitre Ağırlığı (kg)
7.9	12.9	71.9

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

** N×5.7

KM:Kuru madde

Buğdayda hektolitre ağırlığı genellikle 70-84 kg/hl arasında değişir ve hektolitre ağırlığı arttıkça buğdayın un verimi artar. Araştırmada kullanılan buğdayın hektolitre ağırlığı, alt sınırın biraz üzerinde olup; buğday un verimi açısından %62-68 orta un verimi grubuna girmektedir (Köksel ve ark., 2000).

4.2. Un Analizleri Sonuçları

Kek ve bisküvi üretimi için kullanılan unun nem, protein, kül, zeleny sedimentasyon, beklemeli sedimentasyon, yaş gluten, kuru gluten ve düşme sayısı analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kek ve bisküvi üretiminde kullanılan unun kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri*

Nem İçeriği (%)	Kül Miktarı (%KM)	Protein Miktarı**** (%KM)	Zeleny Sedimentasyon Değeri** (ml)	Beklemeli Sedimentasyon Değeri**(ml)	Yaş Gluten (%KM)	Kuru gluten (%KM)	Düşme Sayısı*** (s)
14.5	0.67	11.9	28	20	32	11	415

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

** %14 nem esasına göre

***%15 nem esasına göre

**** N×5.7

KM:Kuru madde

Undaki gluten miktarı ve kalitesi unun hangi ürün için kullanılacağına bir göstergesi olduğundan önemli bir faktördür. Bisküvi yapımında genelde düşük gluten içerikli (<%10) zayıf unlar tercih edilir. Bunun nedeni yumuşak buğdayda glutenin daha yüksek sıcaklıkta camsı yapıya dönmesi ve bisküvilerde yayılmanın daha fazla olmasıyla açıklanmıştır (Özkaya, 1995). Unun protein miktar ve kalitesinin yüksek olması ise bisküvinin yayılmasını sınırlandırması ve yüzey çatlakları oluşumunu engellemesi nedeniyle bisküvi yapımı için uygun değildir (Doğan ve Uğur, 2005).

Buna göre araştırmada kullanılan Eser çeşidi unun protein içeriğinin bisküvilik buğdaylar için uygun olan değerden daha yüksek olduğu söylenebilir. Yaş gluten değeri %32, Zeleny sedimentasyon değeri ise 28 ml olup bu sonuçlar unun gluten kalitesinin de iyi olduğunu göstermektedir (Köksel ve ark, 2000). Ancak beklemeli sedimentasyon değerinin Zeleny sedimentasyon değerinden daha düşük olması nedeniyle buğdayın az miktarda süne zararına maruz kaldığı ve gluten kalitesinin bir miktar bozulduğu anlaşılmaktadır. Bu durumda protein miktarının yüksek olmasına karşılık gluten kalitesinin düşmesi nedeniyle araştırmada kullanılan buğdayın bisküvi üretimi için uygun olduğu söylenebilir (Kara, 2001). Düşme sayısı ise 415 s olarak tespit edilmiştir.

Kek ve bisküvi üretiminde kullanılan Eser çeşidine ait un örneğinin farinogram özellikleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Unun su absorpsiyonu %53, gelişme süresi 2.5 dk, stabilitesi 8.5 dk, yumuşama derecesi 160 BU ve yoğurma tolerans sayısı ise 80 BU olarak bulunmuştur. Unun protein miktar ve kalitesinin yüksek olması sebebiyle özellikle stabilite değeri yüksektir. Ancak, yumuşama derecesinin yüksek olması bisküvi yapımı için uygun olduğunu göstermektedir. Bisküvilik unlarda, yumuşama derecesinin genelde yüksek olması arzu edilir.

Çizelge 4.3. Kek ve bisküvi üretiminde kullanılan unun farinogram özellikleri

Su Absorpsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama Derecesi (BU)	Yoğurma Tolerans Sayısı (BU)
53.0	2.5	8.5	160	80

BU: Brabender Unit

4.3. Yağlarda Yapılan Analizlerin Sonuçları

4.3.1. Bisküvi ve Kek Üretiminde Kullanılan Yağlardaki Yağ Asidi Bileşimi

Endüstriyel şorteninglerin ve interesterifiye yağların yağ asidi bileşimleri %metil ester değeri olarak Çizelge 4.4'te verilmiştir. Yağ asidi bazında incelendiğinde palmitik asit %46.23 ile en fazla endüstriyel kek şorteninginde saptanmıştır. Bisküvi şorteningi ise %45.92 ile kek şorteningine yakın palmitik asit içeriğine sahiptir. Verilere dayanarak, bu yağların üretilmesinde palm yağının yüksek oranda kullanıldığı söylenebilir. Ayrıca endüstriyel yağların laurik ve miristik asit yüzdelerinin de interesterifiye yağlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Stearik asit açısından bakılacak olursa interesterifiye yağ paçalarında tristearin kullanılmış olması nedeniyle interesterifiye yağlar şorteninglere göre daha yüksek stearik asit içeriğine sahiptir.

Zeytinyağının yüksek miktarda oleik asit içermesi nedeniyle zeytinyağı bazlı interesterifiye yağlardaki oleik asit %61.91 ve 63.37 ile endüstriyel şorteninglere göre oldukça yüksek bulunmuştur. Linoleik ve linolenik asit ise sırasıyla %16.76 ve %0.93 ile en yüksek oranda endüstriyel kek şorteninginde saptanmıştır.

Yağların doymuş, tekli doymamış, çoklu doymamış ve trans yağ asidi içerikleri %olarak Çizelge 4.5'te verilmiştir. Doymuş yağ asidi miktarı açısından bakıldığında, en yüksek değerin endüstriyel bisküvi yağına (%60.57) ait olduğu görülmektedir. İkinci en yüksek değer ise endüstriyel kek yağına (%53.14) aittir. Bu değerleri %27.43 ve %25.91 ile 75:15:10 ve 85:10:5 interesterifiye yağlar izlemektedir. Tekli doymamış yağ asidi miktarı en yüksek %64.71 ile 85:10:5 interesterifiye yağda bulunmuştur. İnteresterifiye yağ formülasyonundaki zeytinyağı oranının artmasıyla yağın doymamışlığı artmakta çoklu doymamış yağ asitlerinin ise endüstriyel yağlarda interesterifiye yağ örneklerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5).

Yağların trans yağ asidi değerleri ise 0.26 ve 0.58 arasında değişen değerlerdedir. Zeytinyağı bazlı interesterifiye yağ örneklerinin trans yağ asidi içeriği endüstriyel şorteninglerden bir miktar yüksek olsa da bu yağlar trans yağ asidi içerikleri

yönünden %1 'den düşük olduğu için "sıfır trans" grubuna girmektedir (Anonymous, 2010a).

Yüksek sıcaklığın trans yağ asidi miktarı üzerindeki etkisinin görülmesi amacı ile bu yağlarla üretilen kek ve bisküvilerden ekstrakte edilen yağların trans yağ asidi içerikleri de incelenmiştir. Endüstriyel şorteninglere ait trans yağ asidi değerlerinin ekstrakte edilmiş yağlarda ham yağa göre az miktarda artış olduğu görülürken; interesterifiye yağlarda özellikle bisküvilerden ekstrakte edilen yağlarda trans yağ asidi içeriğinin bisküviye işlenmeden önceki miktara göre biraz azaldığı saptanmıştır. Ancak, tüm bu değerler %1 sınırını geçmediği için "sıfır trans yağ" olarak kabul edilebilir.

Doğan ve arkadaşları (2007) yaptıkları çalışmada, palm ve pamuk yağlarının (50:50) kimyasal interesterifikasyonu ile ürettikleri "sıfır trans" interesterifiye yağların, keklerin duyusal özelliklerinde olumsuz bir değişiklik meydana getirmediğini göstermişlerdir.

Çizelge 4. 4. Endüstriyel şorteninglerin ve interesterifiye yağların yağ asidi bileşimleri (%)

Yağ Asitleri	Yağ örnekleri				Bisküvilerden Ekstrakte Edilen Yağ Örnekleri			Keklerden Ekstrakte Edilen Yağ Örnekleri		
	End. bisküvi şorteningi	End. kek şorteningi	75:15:10 int. yağ	85:10:5 int. yağ	End. bisküvi şorteningi	75:15:10 int. yağ	85:10:5 int. yağ	End. kek şorteningi	75:15:10 int. yağ	85:10:5 int. yağ
8:0	0.36	0.06	0.01	0.01	0.33	0.01	0.01	0.07	0.06	0.02
10:0	0.34	0.05	0.01	0.01	0.33	0.01	0.00	0.06	0.08	0.02
12:0	4.86	0.51	0.12	0.07	4.80	0.10	0.06	0.58	0.09	0.13
14:0	2.42	0.93	0.17	0.09	2.36	0.16	0.10	1.02	0.18	0.18
15:0	0.04	0.04	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04	0.06	0.01
16:0	45.92	46.23	15.20	13.10	42.86	15.00	13.36	39.97	15.55	14.99
16:1	0.15	0.23	0.72	0.83	0.25	0.59	0.65	0.27	0.66	0.67
17:0	0.09	0.10	0.08	0.12	0.09	0.09	0.09	0.09	0.12	0.09
17:1	0.02	0.03	0.09	0.22	0.02	0.10	0.11	0.02	0.17	0.09
18:0	6.14	4.77	11.35	11.91	6.01	13.86	11.22	4.37	15.32	12.18
18:1t	0.18	0.09	0.14	0.25	0.23	0.04	0.06	0.11	0.16	0.20
18:1	27.88	28.56	61.91	63.37	29.82	59.37	63.27	32.16	58.03	60.33
18:2t	0.12	0.12	0.37	0.22	0.12	0.08	0.07	0.13	0.04	0.07
18:2	10.40	16.76	8.60	8.45	11.70	9.18	9.58	19.47	8.05	9.76
18:3t	0.05	0.05	0.08	0.04	0.03	0.06	0.05	0.05	0.22	0.04
18:3	0.56	0.93	0.42	0.41	0.61	0.49	0.54	1.10	0.48	0.55
20:0	0.32	0.33	0.33	0.45	0.28	0.40	0.31	0.25	0.47	0.26
20:1	0.07	0.09	0.17	0.29	0.08	0.23	0.23	0.11	0.12	0.22
22:0	0.09	0.13	0.14	0.14	0.05	0.18	0.13	0.10	0.15	0.16

Çizelge 4.5. Yağ örneklerinin doymuş, tekli doymamış, çoklu doymamış ve trans yağ asidi değerleri (%)*

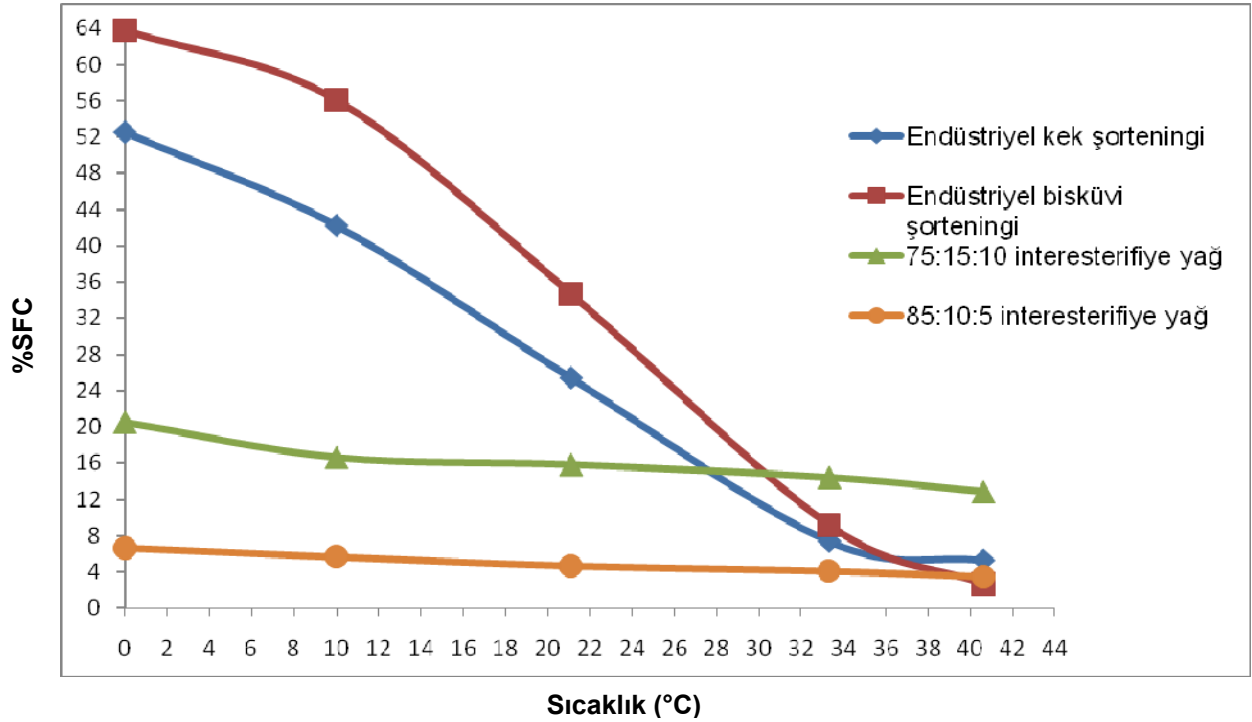
Yağ Asitleri	Yağ örnekleri				Bisküvilerden Ekstrakte Edilen Yağ Örnekleri			Keklerden Ekstrakte Edilen Yağ Örnekleri		
	End.	End. kek şorteningi	75:15:10 int. yağ	85:10:5 int. yağ	End.	75:15:10 int. yağ	85:10:5 int. yağ	End. kek şorteningi	75:15:10 int. yağ	85:10:5 int. yağ
	bisküvi şorteningi				bisküvi şorteningi					
Doymuş	60.57	53.14	27.43	25.91	57.15	29.83	25.30	46.55	32.08	28.03
Tekli doymamış	28.12	28.91	62.89	64.71	30.16	60.30	64.26	32.55	58.97	61.32
Çoklu doymamış	10.96	17.69	9.02	8.86	12.31	9.68	10.13	20.57	8.53	10.31
Trans	0.35	0.26	0.58	0.51	0.38	0.18	0.18	0.30	0.42	0.31

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

4.3.2. Yağların Katı Yağ Oranları (SFC-Solid Fat Content) Sonuçları

Yağlardaki katı yağ yüzdesinin farklı sıcaklıklardaki değerleri (SFC), yağların fiziksel görünüşleri, organoleptik özellikleri, sürülebilirlikleri, konsistens, stabilite gibi önemli karakteristiklerini belirler. SFC profili yağın ergime özelliklerini belirlediği gibi bu yağ ile üretilen ürünlerin plastisitesini ya da fiziksel konsistensini de etkiler. Yağın katı profili plastik yağların karakterizasyonunda önemlidir (Criado et al., 2008; Riberio et al., 2009)

Üretilen zeytinyağı bazlı interesterifiye yağlar ve endüstriyel şorteninglere ait SFC eğrileri Şekil 4.1'de, SFC eğrilerinin belirli sıcaklıktaki değerleri ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4. 1. İnteresterifiye yağ örnekleri ve endüstriyel şorteninglerin SFC eğrileri

Endüstriyel kek ve bisküvi yağlarının SFC eğrileri birbirine yakın olsa da daha yüksek doymuş yağ içeriğine sahip olması nedeniyle bisküvi şorteninginin SFC değerleri kek şorteninginden daha yüksektir.

Günümüzde kek üretiminde; katı yağ içeriği 20°C'de %24-30, 30°C'de %7-12 ve ergime noktası 36-40°C olan ticari yağlar kullanılmaktadır. Endüstriyel kek yağının SFC değerleri bu verilerle uyuşmaktadır. Bisküvi üretiminde ise keke göre daha katı yağların kullanıldığı bilinmektedir.

Bisküvi şorteningi, kek şorteningi, zeytinyağı bazlı (75:15:10 ve 85:10:5) interesterifiye yağların SFC değerleri sırasıyla 21.1°C'de %34.7, 25.4, 15.7 ve 5.1 olarak bulunmuştur. Bu verilere göre, interesterifiye yağların SFC değerleri, endüstriyel kek ve bisküvi yağına göre daha düşüktür. Bunun nedeni bu yağların doymuş yağ oranlarının endüstriyel yağlardan oldukça düşük olmasıdır. İki interesterifiye yağ karşılaştırıldığında ise zeytinyağı oranının artmasının yağın doymuş yağ asidi yüzdesini azalttığı, tekli doymamış yağ asidi yüzdesini artırdığı ve SFC değerlerini düşürdüğü görülmektedir.

Gavriilidou and Boskou (1991) rafine zeytinyağı:tristearin karışımlarını (75:25 ve 85:15) kimyasal yolla interesterifiye etmiş ve 75:25 oranında paçallanan interesterifiye yağda SFC değerlerini 10, 20, 30, 40°C lerde sırasıyla %18.6, 12.9, 7.4 ve 0.7 olarak bulmuşlardır. 85:15 paçalında ise SFC değerlerinin aynı sıcaklıklarda sırasıyla 9.2, 5.9, 2.5, 0 olarak tespit etmişlerdir. Bu değerlerin bu tez kapsamında üretilen interesterifiye 75:15:10 (zeytinyağı:tristearin:palm yağı) yağının SFC değerlerinden (%15.7) daha düşük olduğu görülmektedir. Yüksek oranda zeytinyağı içeren 85:10:5 (zeytinyağı:tristearin:palm yağı) interesterifiye yağın oda sıcaklığındaki SFC değeri (%5.1) ise daha düşük bulunmuştur.

Criado et al. (2008) yaptıkları çalışmada sızma zeytinyağı ve tam hidrojene palm yağı başlangıç karışımlarındaki palm yağı oranının artmasıyla SFC değerlerinin yükseldiği gözlenmiş ve bu durum doymuş yağ asidi içeren triaçilgliserol miktarının artmasıyla açıklanmıştır. Bu çalışmada da zeytinyağı oranı arttıkça SFC değerlerinin azaldığı belirtilmektedir.

Çizelge 4.6. İnteresterifiye yağ örnekleri ve endüstriyel şorteninglerin belli sıcaklık derecelerindeki katı yağ içeriği (SFC, Solid Fat Content) değerleri*

Sıcaklık (°C)	SFC(%)			
	Endüstriyel bisküvi şorteningi	Endüstriyel kek şorteningi	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0	63.8	52.5	20.4	7.3
10	56.1	42.2	16.6	6.0
21.1	34.7	25.4	15.7	5.1
33.3	9.2	7.4	14.3	4.5
40.6	2.7	5.3	12.7	3.8

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Yapılan bir çalışmada interesterifiye paçallar içerisinde palm yağı:pamuk yağı (75:25) paçalının en iyi krema oluşturma özelliği gösterdiği ve kek yapımına en uygun yağ paçalı olduğu saptanmıştır. Hidrojene şorteninge benzer SFC profiline sahip yağlardan iyi kalitede kekler üretilbildiği görülmüş; palm yağı:pamuk yağı (50:50) oranında üretilen interesterifiye yağlar ile hidrojene şorteningle üretilen kekler benzerlik göstermiştir (Doğan ve ark., 2007).

Alpaslan ve Karaali (1998) yaptıkları çalışmada rafine zeytinyağı ve kısmi hidrojene palm yağının farklı oranlara sahip paçallarını kimyasal ve enzimatik yolla interesterifiye etmişler ve interesterifiye edilmemiş yağ paçallarının ergime noktalarının kimyasal ve enzimatik interesterifikasyon ile üretilen yağlardan daha yüksek olduğunu saptamışlardır. En düşük SFC değerleri enzimatik interesterifiye ürünlerde gözlenirken interesterifiye edilmemiş yağ paçallarının SFC değerlerinin en yüksek olduğu saptanmıştır. İnteresterifikasyon sonucu ergime noktası ve SFC değerlerinde görülen düşmenin nedeni; tamamı doymuş yağ asitlerinden oluşan trigliseritlerin (S₃) molar yüzdesindeki düşüşüne ve tekli doymamış yağ asitlerinden oluşan trigliseritlerin molar yüzdesindeki artışa bağlanmıştır. Rafine zeytinyağı:kısmi hidrojene palm yağının 30:70 ve 40:60 oralarındaki paçallarının ticari paket margarin üretiminde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

4.3.3. Yağların Kayma-Erime Noktası Analiz Sonuçları

Yağ örneklerine ait kayma-erime noktası değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Yağ örneklerinin kayma-erime noktası değerleri*

Yağ Örneği	Kayma-Erime Noktası (°C)
Endüstriyel bisküvi şorteningi	41
Endüstriyel kek şorteningi	37
75:15:10 interesterifiye yağ	45
85:10:5 interesterifiye yağ	25

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Ergime noktası değeri, yağların ergime/katılma özelliklerinin karakterizasyonu için kullanılır ve yağ asitleri zincirlerinin uzunluğuna, doymamışlık derecesine, trans yağ asidi içeriğine ve zincirdeki yağ asitlerinin pozisyonuna bağlı olarak değişir. Ergime noktası yağların %4 katı yağ içerdiği sıcaklık olup, 37°C ve altında ergime noktasına sahip olan şorteningler ağızda yağlı bir his bırakmaz. (Karabulut ve Turan, 2006).

Endüstriyel şorteninglere ait kayma-erime noktası değerleri kek ve bisküvi şorteninglerinde sırasıyla 37°C ve 41°C olarak bulunmuştur. 85:10:5 interesterifiye yağın kayma-erime noktası 25°C olup bu değer endüstriyel şorteninglerden düşüktür. 75:15:10 interesterifiye yağın kayma-erime noktası ise diğer yağlara göre daha yüksek bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda, interesterifiye edilen yağların interesterifiye edilmemiş paçallarından daha düşük ergime sıcaklıklarına sahip olduğu görülmüş; bunun nedeninin triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinin yeniden düzenlenmesi olduğu belirtilmiştir (Alpaslan ve Karaali, 1998; Doğan ve ark., 2007).

Silva et. al. (2009) yaptıkları çalışmada sızma zeytinyağı ve palm stearini kimyasal olarak interesterifiye etmişler ve interesterifikasyonun tüm paçalarda ergime noktasını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Bunun sebebi olarak zeytinyağındaki

doymamış yağ asitlerinin katılımıyla S₃+S₂U triaçilgliserol miktarının interesterifikasyon sonrasında azalması gösterilmiştir.

4.4. Bisküvi Örnekleri Analiz Sonuçları

4.4.1. Renk analizleri

Bisküvi örneklerinin 0.gün ve 6 aylık depolama süresince saptanan L değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Bu verilere göre endüstriyel şortening kullanılarak üretilen bisküvilerin L değerleri diğer iki interesterifiye yağ ile üretilen bisküvilerden daha yüksek olup aradaki fark önemlidir (p<0.05). İnteresterifiye yağlar arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Genel olarak, depolama süresinin yağların L değerleri üzerine etkisi düzenli olmamakla birlikte artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 4. 8. İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin L (parlaklık) değerleri*,a,b

Depolama Süresi	Bisküvi L (Parlaklık) Değerleri		
	Endüstriyel bisküvi şorteningi	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	71.09 c,A	67.81 d,B	67.88 c,B
1. ay	70.78 c,A	68.11 d,B	67.50 c,B
2. ay	68.61 d,A	67.62 d,B	67.46 c,B
3. ay	69.29 d,A	67.82 d,B	67.60 c,B
4. ay	74.33 a,A	72.26 a,B	71.93 a,B
5. ay	73.90 ab,A	71.37 b,B	70.38 b,B
6. ay	72.81 b,A	70.45 c,B	70.57 b,B

^a Aynı sütun içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

^b Aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Bisküvi örneklerinin depolama süresince saptanan a (kırmızılık) değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Bu değerlere göre yağlar arasında istatistiksel olarak bir farklılık yoktur. Yağ bazında bakılacak olursa endüstriyel şortening ve 75:15:10 interesterifiye yağ kullanılarak üretilen bisküvilerin a değerlerinin yani

kırmızılıklarının depolama ile birlikte azaldığı görülmektedir. 85:10:5 interesterifiye yağ ile üretilen bisküvilerde ise depolama süresince bir farklılık oluşmamaktadır.

Çizelge 4.9. İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin a (kırmızılık) değerleri*,a,b

Depolama Süresi	Bisküvi a (Kırmızılık) Değerleri		
	Endüstriyel bisküvi şorteningi	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	6.99 a,A	7.08 a,A	6.96 a,A
1. ay	6.92 a,A	6.52 a,A	6.40 a,A
2. ay	5.12 b,A	5.36 b,A	5.69 a,A
3. ay	4.66 b,A	5.23 b,A	6.18 a,A
4. ay	3.55 b,A	3.49 c,A	5.10 a,A
5. ay	3.82 b,A	3.78 c,A	4.94 a,A
6. ay	4.83 b,A	4.11 c,A	5.47 a,A

^a Aynı sütun içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

^b Aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Çizelge 4.10. İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin b (sarılık) değerleri*,a,b

Depolama Süresi	Bisküvi b (Sarılık) Değerleri		
	Endüstriyel bisküvi şorteningi	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	29.69 a,A	29.97 a,A	29.95 a,A
1. ay	30.02 a,A	29.38 ab,A	29.42 a,A
2. ay	26.82 b,A	27.56 bc,A	27.41 b,A
3. ay	26.82 b,A	27.45 bc,A	27.49 b,A
4. ay	25.31 b,A	26.67 c,A	27.60 b,A
5. ay	26.82 b,A	27.17 bc,A	27.49 b,A
6. ay	27.22 b,A	27.26 bc,A	27.53 b,A

^a Aynı sütun içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

^b Aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Çizelge 4.10'daki verilere göre yağ çeşitlerinin b değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Depolama süreci boyunca ise endüstriyel bisküvi şorteningi ve 85:10:5 interesterifiye yağ kullanılarak üretilen bisküvilerde 2. aydan itibaren b değerlerinde azalma görülmeye başlanmış ancak 2 ve 6 aylık depolama süresi aralığında istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşmamıştır.

4.4.2. Yayılma Oranı Değerleri

Bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri*,a

Yağ Örnekleri	Çap (cm)	Kalınlık (cm)	Yayılma Oranı
Endüstriyel bisküvi şorteningi	7.72 c	0.95 a	8.09 c
75:15:10 interesterifiye yağ	8.08 b	0.92 ab	8.76 b
85:10:5 interesterifiye yağ	8.24 a	0.91 b	9.11 a

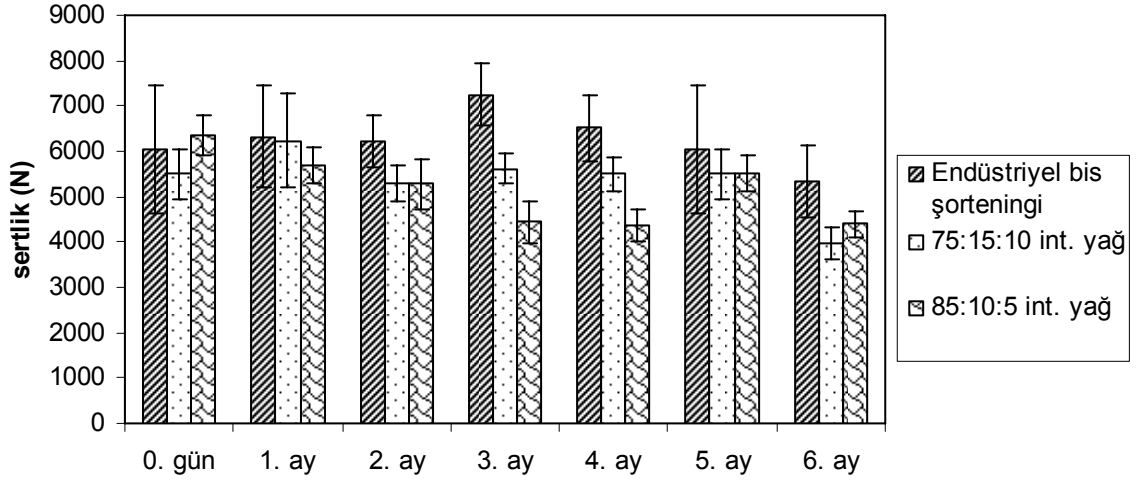
^a Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Bisküvilerin çap değerlerinin endüstriyel şorteningde en düşük, 85:10:5 interesterifiye yağda ise en yüksek olduğu ve bisküviler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. İnteresterifiye yağdaki zeytinyağı oranı arttıkça üretilen bisküvilerin çaplarının endüstriyel şortening ile üretilen bisküvilere göre arttığı buna karşılık kalınlıklarının azaldığı görülmüştür.

Farklı yağ çeşitlerinin bisküvi hamurunun reolojisine etkisinin incelendiği bir çalışmada sıvı yağ miktarı arttıkça bisküvilerin yayılma oranının arttığı, bisküvilerin daha erken yayılmaya başladıkları ve yayılma süresinin uzun sürdüğü gözlenmiştir (Jacob and Leelavathi, 2006). Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular da interesterifiye yağların formülasyonundaki sıvı yağ oranının artmasıyla yayılma oranının arttığını doğrulamaktadır.

4.4.3. Tekstür Analizi Sonuçları



Şekil 4. 2. İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin depolama süresi boyunca sertlik değerleri

Bisküvilerin tekstür analizi sonuçları Şekil 4.2 ve Çizelge 4.12’de verilmiştir. İnteresterifiye yağlarla yapılan bisküvilerin sertlik değerlerinin endüstriyel şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerden düşük olduğu görülmektedir. 3. aya kadar bisküvi çeşitlerinin tekstürleri arasındaki fark önemsizdir. Bunun nedeni zeytinyağının yumuşatıcı etkisini göstermesi olabilir. Depolama süresince endüstriyel şorteningle üretilen bisküviler ile diğerleri arasında önemli bir fark gözlenmezken, 75:15:10 interesterifiye yağ ile üretilen bisküvilerde yalnızca 6.ayda diğer aylardan önemli bir farklılık gözlenmektedir. 85:10:5 interesterifiye yağ ile üretilenlerde ise genel olarak zamanla azalma eğilimi görülmektedir.

Çizelge 4.12. İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen bisküvilerin sertlik değerleri*,a,b

Depolama Süresi	Bisküvi Örneklerinin Sertlik Değerleri (N)		
	Endüstriyel şortening	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	6039.78 a,A	5507.68 a,A	6344.94 a,A
1. ay	6314.62 a,A	6238.47 a,A	5687.25 a,A
2. ay	6225.39 a,A	5303.64 a,A	5280.83 ab,A
3. ay	7248.94 a,A	5624.68 a,B	4439.10 b,B
4. ay	6508.64 a,A	5494.74 a,A	4357.25 b,B
5. ay	6039,78 a,A	5507.68 a,A	5520.11 a,A
6. ay	5341.00 a,A	3952.00 b,B	4400.00 b,B

^a Aynı sütun içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$).

^b Aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$).

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Fırıncılık yağı, hidrojene yağ, margarin ve ayçiçek yağı karşılaştırıldığında sıvı yağ içeren bisküvilerin, daha sert tekstüre sahip oldukları bilinmektedir. Bunun nedeni kremanın oluşması sırasında havanın yapıya daha az dahil olmasıdır. Bisküvi formülasyonuna %0.5 sodyum steoril laktat (SSL) ilavesiyle bisküvi kalitesi önemli oranda artacağı bildirilmektedir (Jacob and Leelavathi, 2006).

4.5. Kek Örnekleri Analiz Sonuçları

4.5.1. Renk Analizleri

Kek örneklerinin L (parlaklık) değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Bu değerlere genel olarak bakılacak olursa interesterifiye yağ kullanılan keklerin L değerlerinin, endüstriyel kek şorteningi ile yapılan keklerin L değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun interesterifiye yağların endüstriyel kek şorteningine göre daha açık renkli olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama süreci boyunca endüstriyel kek şorteningi ve 75:15:10 interesterifiye yağ ile üretilen keklerin L değerlerinde artma eğilimi gözlenirken, 85:10:5 interesterifiye yağ ile üretilen keklerin L değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir değişiklik

gözlenmemiştir. Bu nedenle, depolamanın L değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Doğan ve arkadaşları (2007) pamuk ve palm yağlarının kimyasal interesterifikasyonu ile elde ettikleri yağlardan ürettikleri keklerin, dış yüzeyine ait L değerlerinin yağların çeşidinden etkilenmediğini bildirmektedirler.

Depolama süresince kek örneklerinin a (kırmızılık) değerleri Çizelge 4.14'de verilmiştir. Interesterifiye yağ kullanılan keklere ait a değerlerinin, endüstriyel kek şorteningi ile yapılan keklerin a değerlerinden düşük olduğu görülmektedir. L değerlerinde de bunun tam tersi bir durum gözlemlendiği dikkate alınırsa endüstriyel kek şorteningi kullanılan keklerin diğer iki örneğe göre daha koyu renkli oldukları söylenebilir. Ancak, interesterifiye yağlarla yapılan keklerin depolama sürecinde a değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Endüstriyel şortening ile yapılan keklerin kırmızılıklarının depolama ile birlikte azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.13. Interesterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen keklerin L (parlaklık) değerleri*,a,b

Depolama Süresi	Kek L (Parlaklık) Değerleri		
	Endüstriyel kek şorteningi	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	44.90 bc,B	47.18 d,B	52.53 ab,A
1. ay	45.60 bc,B	52.57 c,A	52.00 ab,A
2. ay	44.67 c,B	51.83 c,A	50.41 b,A
3. ay	43.61 c,B	49.68 cd,A	50.59 b,A
4. ay	40.42 d,B	48.36 d,A	51.83 ab,A
5. ay	46.98 ab,C	60.87 a,A	52.86 ab,B
6. ay	49.01 a,C	56.71 b,A	53.78 a,B

^a Aynı sütun içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

^b Aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Çizelge 4.14. İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen keklerin a (kırmızılık) değerleri*,a,b

Depolama Süresi	Kek a (Kırmızılık) Değerleri		
	Endüstriyel kek şorteningi	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	20.19 a,A	15.29 a,B	14.85 a,B
1. ay	20.12 a,A	14.68 a,B	15.17 a,B
2. ay	16.41 b,A	14.28 a,B	12.75 a,C
3. ay	17.41 b,A	16.51 a,AB	14.95 a,B
4. ay	16.99 b,A	15.79 a,A	14.21 a,A
5. ay	17.87 ab,A	14.66 a,B	15.41 a,AB
6. ay	15.58 b,A	15.71 a,A	15.01 a,A

^a Aynı sütun içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

^b Aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Çizelge 4.15. İnteresterifiye yağlar ve şorteningler kullanılarak üretilen keklerin b (sarılık) değerleri*,a,b

Depolama Süresi	Kek b (Sarılık) Değerleri ^{a,b}		
	Endüstriyel kek şorteningi	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	33.34 ab,B	34.44 b,AB	36.43 a,A
1. ay	34.38 ab,B	38.07 ab,A	36.90 a,AB
2. ay	31.29 b,B	35.00 b,A	34.74 a,A
3. ay	31.63 ab,A	34.70 b,A	35.13 a,A
4. ay	33.86 ab,A	34.62 b,A	36.02 a,A
5. ay	34.02 ab,B	40.32 a,A	35.77 a,B
6. ay	35.79 a,B	40.18 a,A	37.49 a,B

^a Aynı sütun içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

^b Aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Endüstriyel şorteningle üretilen keklerin b değerlerinin interesterifiye yağ ile üretilen keklerin b değerlerinden daha düşük olduğu; interesterifiye iki yağ

arasındaki farkın ise 5. aya kadar istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. 5 ve 6. aylarda ise 75:15:10 interesterifiye yağ ile yapılan keklerin b değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.15).

L,a,b değerleri genel olarak değerlendirilecek olursa interesterifiye yağlarla üretilen keklerin renklerinin endüstriyel şorteningle üretilen keklerden daha parlak, daha sarı, daha az kırmızı dolayısıyla daha açık renkte oldukları söylenebilir. Bu durum kullanılan interesterifiye yağların renklerinin endüstriyel şorteningden daha açık olması ile yorumlanabilir.

4.5.2. Hacim, Ağırlık ve Ağırlık Kaybı Değerleri

Kek hacmi kullanılan yağ çeşidine göre 221 ve 262 cm³ arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.16). En yüksek hacim değeri endüstriyel şortening ile yapılan kekte gözlenirken, interesterifiye yağlar ile yapılmış olan keklerin hacim değerleri endüstriyel şortening kullanılarak üretilen keklerin hacim değerlerinden düşük olarak bulunmuştur. Ancak, interesterifiye yağlar kullanılarak yapılan keklerin hacim değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Çizelge 4.16. Keklerin hacim, ağırlık ve ağırlık kaybı değerleri*,a

Yağ çeşidi	Hacim (cm ³)	Ağırlık (g)	Ağırlık kaybı (%)
Endüstriyel kek şorteningi	262 a	94.10 b	14.45 a
75:15:10 interesterifiye yağ	221 b	94.92 ab	13.71 ab
85:10:5 interesterifiye yağ	225 b	96.42 a	12.35 b

^a Aynı sütun içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Keklerin ağırlık değerleri ise interesterifiye yağlarda endüstriyel şorteninge kıyasla daha yüksek bulunmuştur. İnteresterifiye yağ ile yapılan keklerin ağırlıkları arasındaki fark ise önemsizdir. Ağırlık kaybı ise en yüksek endüstriyel şortening ile yapılan kekte bulunurken, interesterifiye yağlardaki zeytinyağı oranının artmasının ağırlık kaybını azalttığı görülmektedir.

Doğan ve arkadaşları (2007) keklerde en yüksek pişirme kaybının palm ve pamuk yağı paçallarının farklı oranlarda (75:25; 50:50), interesterifikasyonu ile üretilen yağlarda, en düşük pişirme kaybının ise hidrojene şorteninglerde olduğunu tespit etmişlerdir. Yağ formülasyonundaki palm yağı içeriğinin artması, hamurun karıştırılması sırasında havanın hamura dahil olmasına ve kek hamuru yoğunluğunun azalmasına neden olmaktadır. Pamuk yağı oranının artması ise, pamuk yağının sıvı olması nedeniyle, hamura daha az havanın dahil olmasına ve böylece hamur yoğunluğunun artmasına sebep olmaktadır. Paçaldaki palm yağı oranı ne kadar yüksek olursa şorteningin plastisitesinin o kadar arttığı saptanmıştır.

Bizim sonuçlarımızda da, interesterifiye yağlarla yapılan keklerin hacim değerlerinin endüstriyel şorteningle yapılan keklere göre daha düşük olduğu; ağırlık kaybının az ve ağırlıklarının yüksek olduğu gözlenmiştir.

4.5.3. Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri

Keklere ait hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Keklerin hacim indeksi değerleri keklerin gerçek hacimlerini ölçmemekte, bununla birlikte keklerin hacmi hakkında bir fikir vermektedir. Bu değere göre endüstriyel kek yağı ile üretilen kekler en yüksek hacim indeksi değerine sahipken en düşük hacim indeksi değeri 75:15:10 interesterifiye yağ kullanılarak üretilen keklere ait olup bu değerler kolza tohumu yer değiştirme prensibine göre hesaplanan hacim değerleriyle uyumludur.

Simetri indeksi endüstride, keklerin üst kısımlarının yüzey profillerini belirlemek için kullanılır. Simetri indeksi değerinin pozitif bir değere sahip olması kek üst yüzeyinin arzu edilen şekilde bombeli olduğunu, negatif bir değer alması ise kekin üzerinde bir çöküntü olduğunu gösterir (Dizlek ve ark., 2008). Sonuçlara bakılacak olursa endüstriyel kek yağı ve 75:15:10 interesterifiye yağ ile üretilen keklerin simetri indeksi değerleri negatif iken, 85:10:5 interesterifiye yağ ile yapılan keklerin simetri indeksi değerlerinin 0 olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.17. Keklerin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksi değerleri*

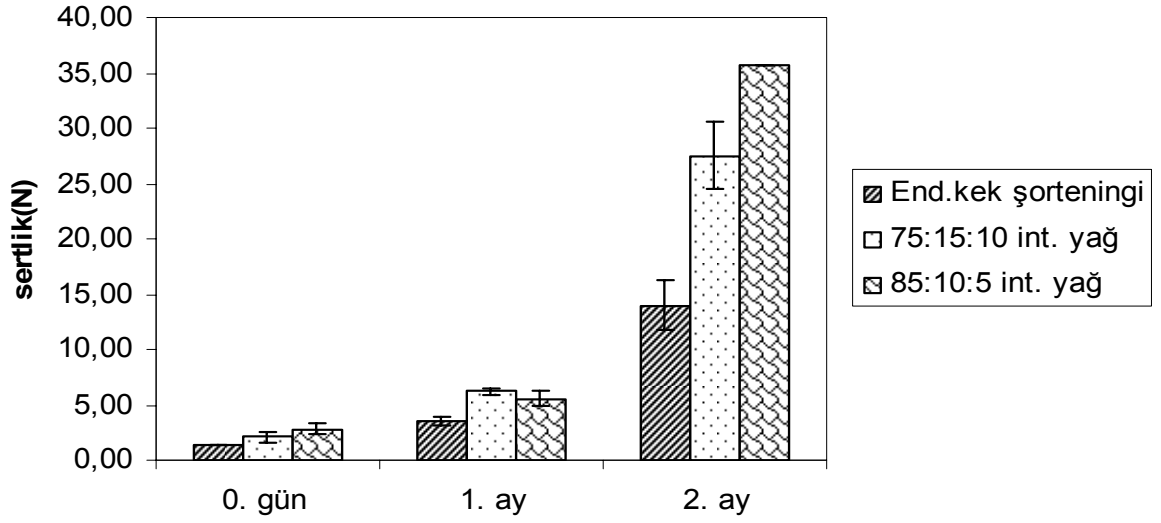
Yağ çeşidi	Hacim indeksi (mm)	Simetri indeksi (mm)	Tekdüzelik indeksi (mm)
Endüstriyel kek yağı	123,5	-9,5	0,25
75:15:10 interesterifiye yağ	106	-11	0,5
85:15:10 interesterifiye yağ	113	0	0

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Tekdüzelik indeksi değeri, kekin kesit simetrisini gösterir ve bu indeks değerinin 0 olması istenir (Dizlek ve ark., 2008). Sonuçlar genel olarak değerlendirilecek olursa 85:10:5 interesterifiye yağ ile üretilen keklerin hacim değerlerinin endüstriyel şorteningle üretilen keklere göre daha düşük ancak simetrilerinin düzgün olduğu, kek yüzeyinde düzgün bir bombe oluşumu görüldüğü söylenebilir. Endüstriyel şortening ile üretilen keklerde hacim indeksi değerlerinin yüksek olmasına rağmen keklerin yüzeylerinde çökme görülmüş, tekdüzelik indeksi değerleri ise istenen değer olan 0'dan uzaklaşmıştır.

4.5.4. Tekstür Analizi Sonuçları

Eti Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Eskişehir)'den temin edilen ambalaj materyali boyutlarının denemelerde üretilen kek boyutlarına uygun olmaması nedeniyle kekler uygun bir materyal ile ambalajlanamamış ve zamanla hızlı bir bayatlama gözlenmiştir. Bu nedenle 2.aydan sonra tekstür değerlerinin ölçümü yapılamamıştır.



Şekil 4.3. Keklere ait sertlik değerleri

Kek örneklerinin sertlik değerleri Çizelge 4.18'de sunulmuştur. Depolama süresince tüm keklere sertlik değerlerinin artış gösterdiği saptanmıştır. Yağlar açısından karşılaştırılacak olursa; endüstriyel şortening ile yapılan keklerin sertlik değerleri diğer iki interesterifiye yağ ile yapılan keklerin sertlik değerlerinden daha düşüktür. 1.ayda 75:15:10 interesterifiye yağ ile üretilen keklerin sertlik değerleri 85:10:5 ile üretilen keklerin sertlik değerleri arasında önemli bir farklılık olmayıp, endüstriyel şorteningle üretilen keklere göre daha yüksektir. 2.ay itibariyle interesterifiye yağın formülasyonundaki zeytinyağı oranının artmasıyla keklerin sertlik değerlerinin de arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.18. Depolama süresi (2 ay) boyunca keklerin sertlik değerleri^{*a,b}

Depolama Süresi	Kek Örneklerinin Sertlik Değerleri (N)		
	Endüstriyel şortening	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	1.37 b,B	2.12 b,AB	2.81 c,A
1. ay	3.56 b,B	6.20 b,A	5.58 b,A
2. ay	14.01 a,C	27.48 a,B	35.68 a,A

^a Aynı sütun içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

^b Aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

4.5.5. Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Şekil açısından incelendiğinde kekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Endüstriyel şortening ile üretilen keklerin en yüksek puana sahip olduğu ve diğer iki interesterifiye yağda ise zeytinyağı oranının artmasıyla kek şeklinde bozulma meydana geldiği gözlenmektedir. Ancak; simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi gibi objektif kriterler ile duyusal değerlendirmedeki şekil sonuçlarının tam olarak örtüşmediği görülmektedir. Simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerleri göz önüne alındığında, 85:10:5 interesterifiye yağ kullanıldığında endüstriyel kek şorteningi kullanılanlara göre daha küçük hacimli ancak simetrisi düzgün kekler elde edilmiştir. Değerlendirmeler arasındaki farkın, panelistlerin kek değerlendirilmesinde hacim ve kabarma üzerine yoğunlaşmaları sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Gözenek dağılımına bakıldığında ise endüstriyel şortening ve 75:15:10 interesterifiye yağ ile yapılmış kekler arasında önemli bir farklılık gözlenmezken zeytinyağı oranının daha yüksek olduğu 85:10:5 interesterifiye yağın küçük ve homojen yapıda gözenekler oluşturma yönünden diğer iki yağa göre daha yetersiz olduğu görülmektedir. Ayrıca bu keklerin hacim değerleri göz önüne alınırsa hacmin azalmasının homojen bir gözenek yapısına sahip olmayı zorlaştırdığı söylenebilir.

Çizelge 4.19. Kek örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları^{*a}

Kalite Kriterleri	Endüstriyel şortening kullanılan kek	75:15:10 interesterifiye yağ kullanılan kek	85:10:5 interesterifiye yağ kullanılan kek
Şekil	7.3 a	5.5 b	4.4 c
Gözenek dağılımı	7.2 a	6.0 ab	5.4 b
Koku	8.0 a	8.0 a	7.6 a
Off flavor	1.4 a	1.1 a	1.6 a
Yumuşaklık	6.9 a	6.6 a	6.0 a
Nemlilik	3.4 c	4.8 b	5.8 a
Toplam kabul edilebilirlik	7.7 a	6.3 b	5.1 c

^a Aynı sütun içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

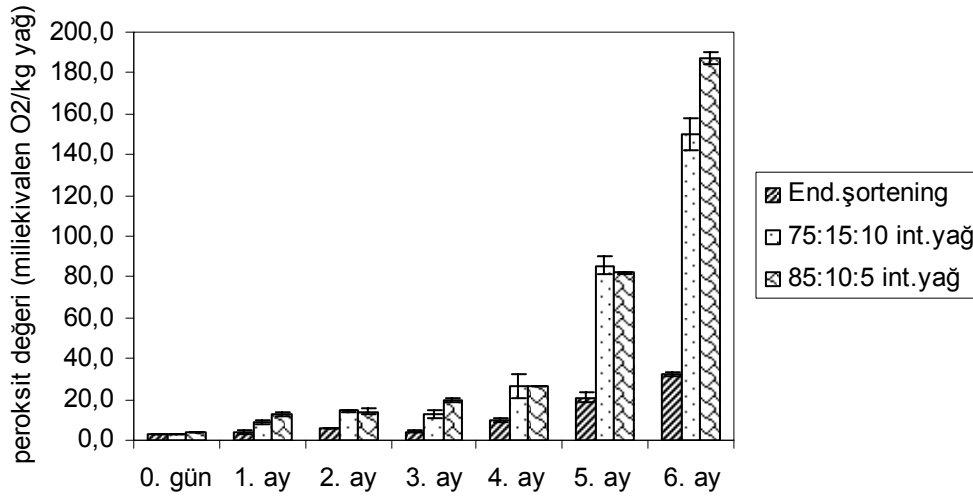
*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre yağ çeşitlerinin üretilen keklerin yumuşaklık değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Nemlilik değerlerine göre ise kekler arasındaki fark önemli ve interesterifiye yağlarla yapılan keklerin daha yüksek nemlilik derecesine sahip oldukları, zeytinyağı oranının artmasıyla da nemlilik değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Koku ve hoş olmayan koku açısından kekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur.

Toplam kabul edilebilirlik puanlarına bakıldığında endüstriyel şortening ile üretilen keklerin interesterifiye yağlarla üretilen keklere göre daha yüksek puana sahip olduğu ve üç kek çeşidi arasındaki farkın da önemli olduğu görülmektedir.

4.6. Peroksit, Konjuge Dien ve p-anisidin Sonuçları

4.6.1. Bisküvilere Ait Peroksit, Konjuge Dien ve p-anisidin Sonuçları



Şekil 4. 4. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca peroksit değerleri

Depolama süresince bisküvilerden ekstrakte edilen yağların peroksit sayısında saptanan değişiklikler Şekil 4.4 ve Çizelge 4.20'de sunulmuştur. Görüldüğü üzere, depolama süresi boyunca oluşan hidroperoksitler, peroksit sayısının yükselmesine neden olmuştur. Peroksit değerleri 4.aydan sonra hızlı bir artış göstermiş ve 6.ayda 187,3 meqO₂/kg yağ değerine kadar çıkmıştır. Genel olarak peroksit değerlerinin, interesterifiye yağlarla üretilen bisküvilerde endüstriyel şortening ile üretilenlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları interesterifiye

edilen yağdaki zeytinyağı oranının artmasıyla peroksit sayısının arttığını göstermektedir.

Çizelge 4.20. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca peroksit değerleri*

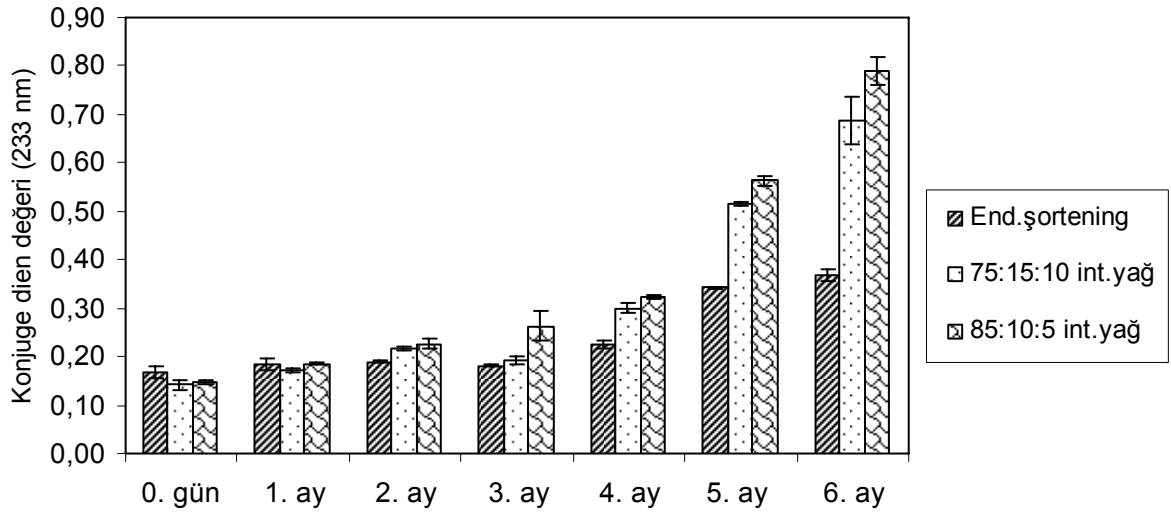
Depolama Süresi	Bisküvi Örneklerinin Peroksit Değerleri (meqO ₂ /kg yağ)		
	Endüstriyel şortening	(75:15:10)interesterifiye yağ	(85:10:5)interesterifiye yağ
0. gün	3.3 ±0.04	3.1 ±0.13	3.9 ±0.34
1. ay	3.9 ±1.00	8.6 ±0.68	12.9 ±1.22
2. ay	5.5 ±0.07	14.5 ±0.52	14.2 ±1.44
3. ay	4.4 ±0.82	12.7 ±2.16	19.6 ±0.93
4. ay	9.8 ±1.13	26.2 ± 5.84	26.6 ±0.17
5. ay	21.0 ±2.13	85.4 ±4.50	82.3 ±0.53
6. ay	32.3 ±1.18	150.0 ±7.38	187.3 ±3.30

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Zeytinyağında E vitamini bulunmasına rağmen, interesterifikasyon sonucu bağlı forma geçmesi nedeniyle etkisini yitirmesi oksidatif stabilitenin endüstriyel şorteninge göre düşük olmasıyla açıklanabilir. İnteresterifiye yağlarda daha yüksek peroksit değerleri elde edilmesi, bu yağlardaki doymamış yağ oranının endüstriyel şorteninge göre daha yüksek olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Çalışmada kullanılan endüstriyel bisküvi şorteninginin miristik (12:0), laurik (14:0) ve özellikle palmitik asit (16:0) gibi doymuş yağ asitleri yönünden zengin olması oksidasyona karşı dirençli hale getirmektedir. Yağ paçallarının tekli doymamış yağ asidini (oleik asit) yüksek miktarda içermesi ise interesterifiye yağları oksidasyona elverişli hale getirmektedir.

Depolama süresince bisküvilerden ekstrakte edilen yağların konjuge dien değerlerinde saptanan değişiklikler Şekil 4.5'te ve Çizelge 4.21'de sunulmuştur. Bisküvilerin konjuge dien değerlerinde peroksit değerlerinde olduğu gibi düzenli bir artış vardır ve konjuge dien değerlerinde de 5. ayda önceki aylara göre artışın daha fazla olduğu görülmektedir. Konjuge dien sonuçları, peroksit sayısı sonuçları ile uyumludur. Çizelge 4.22'ye göre peroksit değerlerinde olduğu gibi, zeytinyağı oranının artmasının depolamayla birlikte hidroperoksitlerin miktarında artışa neden olduğu görülmektedir.



Şekil 4. 5. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca konjuge dien değerleri

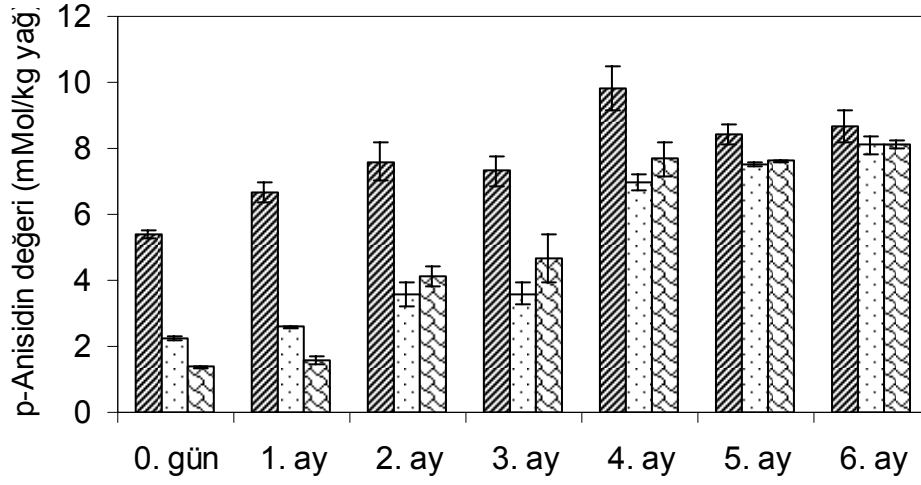
Çizelge 4.21. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca konjuge dien değerleri*

Bisküvi Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri (233 nm)			
Depolama Süresi	Endüstriyel şortening	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	0.17 ±0.011	0.14 ±0.009	0.15 ±0.004
1. ay	0.18 ±0.012	0.17 ±0.003	0.19 ±0.004
2. ay	0.19 ±0.003	0.22 ±0.004	0.23 ±0.010
3. ay	0.18 ±0.002	0.19 ±0.008	0.26 ±0.029
4. ay	0.23 ±0.009	0.30 ±0.010	0.32 ±0.003
5. ay	0.34 ±0.001	0.52 ±0.003	0.56 ±0.010
6. ay	0.37 ±0.012	0.69 ±0.048	0.79 ±0.029

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Yağ örneklerindeki ikincil oksidasyon ürünleri olan aldehit ve ketonlar p-anisidin testiyle belirlenmiştir (Şekil 4.6 ve Çizelge 4.22). Endüstriyel şortening kullanılarak üretilen bisküviler interesterifiye yağlarla üretilen bisküvilerden daha yüksek p-anisidin değerlerine sahip olup depolama süresi boyunca daha az artış göstermişlerdir. İnteresterifiye yağlardaki artışın daha yüksek olması endüstriyel

bisküvi şorteningine göre bu yağların oksidasyona daha dayanıksız olduğunu göstermekte olup peroksit değerleriyle uyumludur.



Şekil 4. 6. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca p-anisidin değerleri

İnteresterifiye yağlar karşılaştırılacak olursa; 75:15:10 ve 85:10:5 interesterifiye yağlar arasında 0.gün ve 1.ayda önemli bir fark varken 2.aydan itibaren ikisinin arasında fark önemsiz hale gelmektedir. 0.gün ve 1.ayda 75:15:10 interesterifiye yağda p-anisidin değeri, 85:10:5 interesterifiye yağa göre daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.22. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca p-anisidin değerleri*

Depolama Süresi	Bisküvi Örneklerinin p-anisidin Değerleri (mMol/kg yağ)		
	Endüstriyel şortening	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	5.40 ±0.132	2.24 ±0.072	1.38 ±0.043
1. ay	6.69 ±0.298	2.58 ±0.007	1.56 ±0.139
2. ay	7.60 ±0.587	3.56 ±0.364	4.14 ±0.305
3. ay	7.31 ±0.474	3.60 ±0.353	4.66 ±0.712
4. ay	9.82 ±0.648	6.99 ±0.250	7.67 ±0.524
5. ay	8.43 ±0.298	7.52 ±0.053	7.61 ±0.048
6. ay	8.67 ±0.491	8.09 ±0.271	8.12 ±0.149

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır

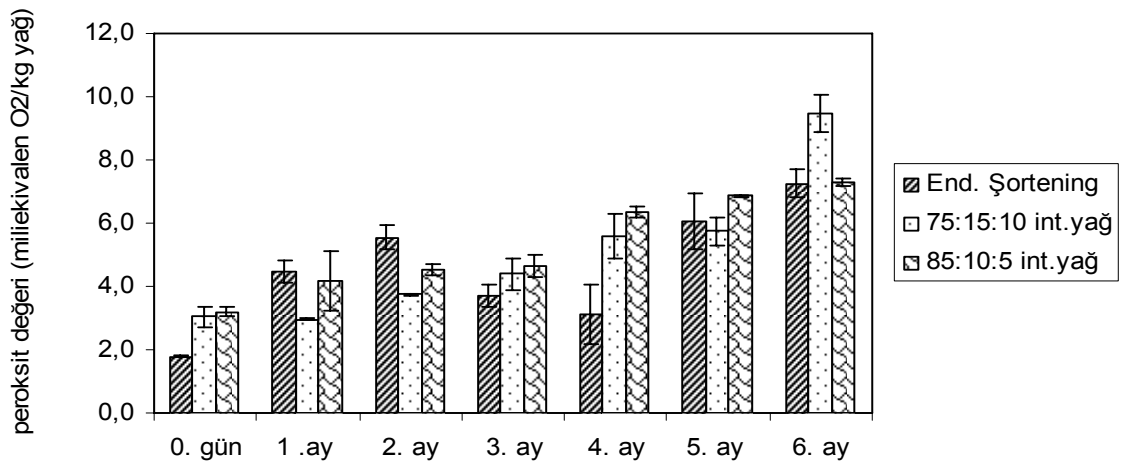
4.6.2. Keklere Ait Peroksit, Konjuge Dien ve p-anisidin Sonuçları

Depolama süresince keklerden ekstrakte edilen yağların peroksit sayısında saptanan değişiklikler Şekil 4.7 ve Çizelge 4.23'te verilmiştir. Şekil 8 incelenecek olursa endüstriyel şortening kullanılarak üretilen keklerin peroksit sayılarında düzenli bir artış görülmektedir. Keklerdeki peroksit değerleri en yüksek 9.5 meqO₂/kg yağ olarak saptanmıştır. Bisküvilerdeki peroksit değerlerinin bu değerden çok daha yüksek olmasının nedeninin keklerle göre daha yüksek sıcaklıkta pişirilmesi olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.23. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca peroksit değerleri*

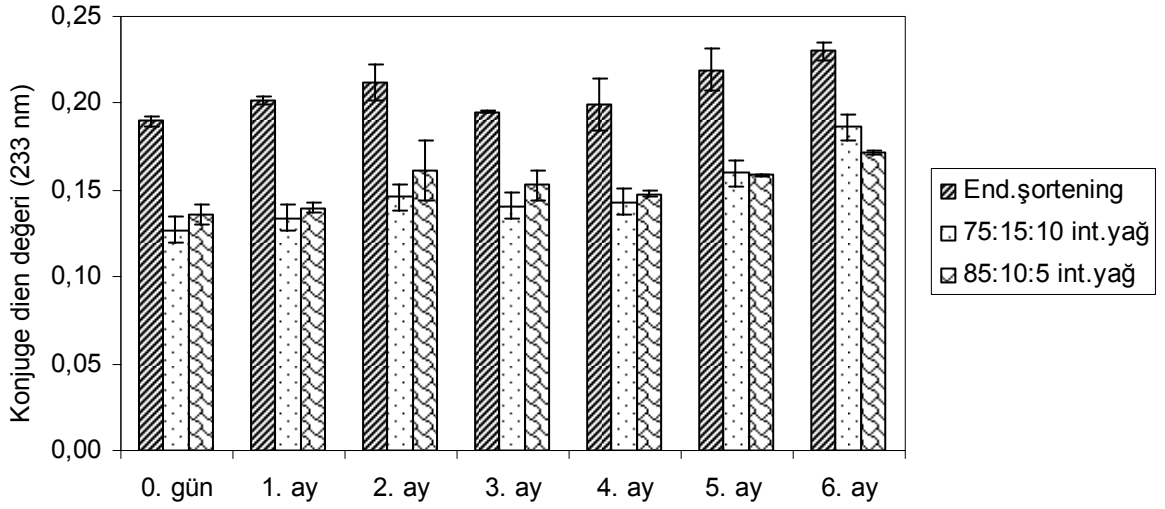
Depolama Süresi	Kek Örneklerinin Peroksit Değerleri (meqO ₂ /kg yağ)		
	Endüstriyel şortening	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	1.8 ±0.03	3.0 ±0.31	3.2 ±0.14
1. ay	4.5 ±0.37	3.0 ±0.02	4.2 ±0.95
2. ay	5.6 ±0.37	3.7 ±0.01	4.5 ±0.19
3. ay	3.7 ±0.36	4.4 ±0.50	4.6 ±0.36
4. ay	3.1 ±0.95	5.6 ±0.72	6.4 ±0.19
5. ay	6.1 ±0.86	5.7 ±0.45	6.9 ±0.04
6. ay	7.3 ±0.46	9.5 ±0.59	7.3 ±0.14

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.



Şekil 4. 7. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca peroksit değerleri

Keklere ait konjuge dien değerleri izelge 4.24'te verilmiştir. Buna göre depolama süresi boyunca, endüstriyel şortening kullanılan keklerin konjuge dien değerlerinin diğer iki interesterifiye yağa göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum bisküvi sonuçlarında da gözlenmiştir. 6.ay hariç diğer aylarda, iki interesterifiye yağ arasındaki farkın önemli olmadığı şekil 4.8'de görülmektedir. Peroksid değerlerinde olduğu gibi keklerin konjuge dien değerleri de genel olarak bisküvilerden düşüktür.



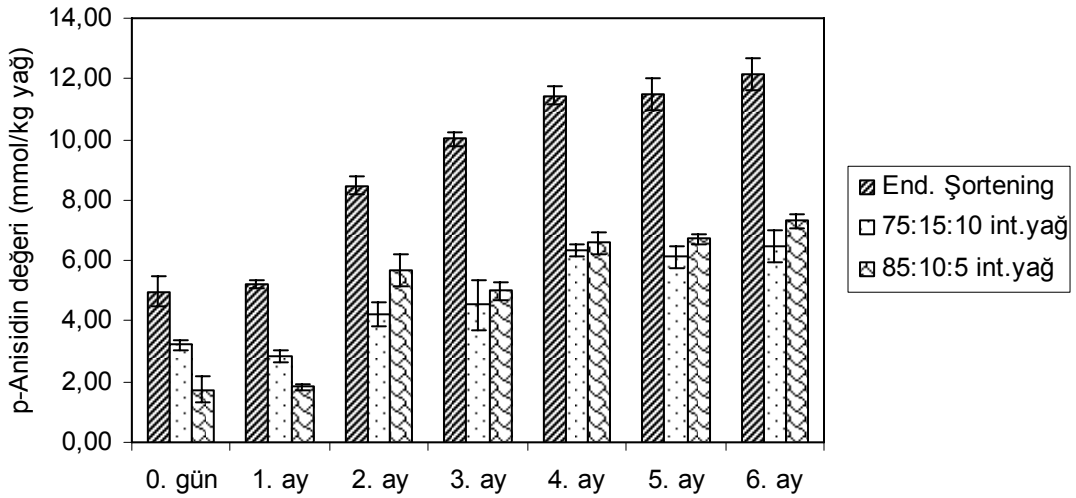
şekil 4. 8. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca konjuge dien değerleri

Çizelge 4.24. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca konjuge dien değerleri*

Depolama Süresi	Kek rneklerinin Konjuge Dien Değerleri (233 nm)		
	Endüstriyel şortening	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	0.19 ±0.002	0.13±0.002	0.14 ±0.005
1. ay	0.20 ±0.005	0.13±0.002	0.14 ±0.003
2. ay	0.21 ±0.001	0.15±0.011	0.16 ±0.017
3. ay	0.19 ±0.008	0.14±0.001	0.15 ±0.008
4. ay	0.20 ±0.002	0.14±0.015	0.15 ±0.002
5. ay	0.22 ±0.024	0.16±0.012	0.16 ±0.001
6. ay	0.23 ±0.001	0.19±0.005	0.17 ±0.001

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Kek örneklerinin p-anisidin değerlerine bakılacak olursa; endüstriyel bisküvi şorteningi ile üretilen bisküvilerde olduğu gibi endüstriyel kek şorteningi ile üretilen keklerin p-anisidin değerlerinin de diğer iki interesterifiye yağdan daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.9 ve Çizelge 4.25). İki interesterifiye arasında 2.aya kadar p-anisidin değerleri arasındaki farklılık önemli iken 2.aydan itibaren önemsiz hale gelmektedir. 0.gün ve 1.ayda 75:15:10 interesterifiye yağ ile üretilen kekler 85:10:5 interesterifiye yağ ile üretilenlere göre daha yüksek değerlere sahiptir.



Şekil 4. 9. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca p-anisidin değerleri

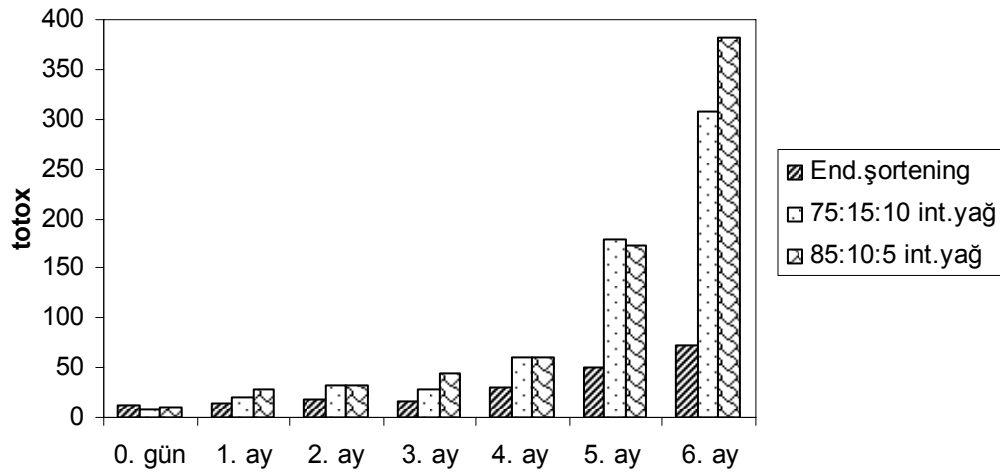
Çizelge 4.25. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca p-anisidin değerleri*

Depolama Süresi	Kek Örneklerinin p-anisidin Değerleri (mMol/kg yağ)		
	Endüstriyel şortening	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	4.98 ±0.508	3.21 ±0.187	1.75 ±0.425
1. ay	5.20 ±0.135	2.84 ±0.197	1.83 ±0.098
2. ay	8.48 ±0.317	4.23 ±0.411	5.67 ±0.531
3. ay	10.02 ±0.215	4.53 ±0.800	5.0 ±0.296
4. ay	11.45 ±0.299	6.34 ±0.199	6.57 ±0.377
5. ay	11.48 ±0.547	6.13 ±0.010	6.72 ±0.174
6. ay	12.14 ±0.543	6.45 ±0.528	7.32 ±0.236

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

4.6.3. Toplam Oksidasyon (Totox) Değeri

Bisküvilerin hesaplanan toplam oksidasyon (totox) değerleri Şekil 4.10 ve Çizelge 4.26'da verilmiştir. Grafiğe göre toplam oksidasyon değerleri depolama süresi boyunca artmaktadır. Bu artış en az endüstriyel şortening ile üretilen bisküvilerde görülürken, en fazla ise 85:10:5 interesterifiye yağ ile üretilen bisküvilerde görülmektedir. İnteresterifiye yağlar birbirine yakın totox profili göstermekte olup, 1., 3. ve 6. aylarda 85:10:5 interesterifiye yağda 75:15:10 interesterifiye yağa göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre interesterifiye yağlarda zeytinyağı oranının artmasıyla oksidatif stabilitenin azaldığı görülmektedir.



Şekil 4. 10. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca toplam oksidasyon değerleri

Çizelge 4.26. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca toplam oksidasyon değerleri*

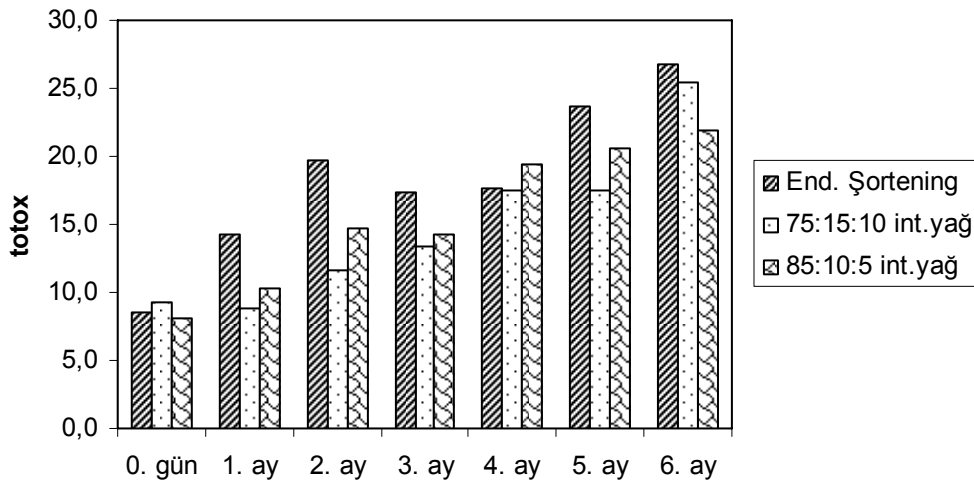
Depolama Süresi	Bisküvi Örneklerinin Totox Değerleri		
	Endüstriyel şortening	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	12.00	8.44	9.18
1. ay	14.49	19.78	27.36
2. ay	18.60	32.56	32.54
3. ay	16.11	29.00	43.86
4. ay	29.42	59.39	60.87
5. ay	50.43	178.32	172.21
6. ay	73.27	308.09	382.72

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Keklerin hesaplanan totox değerleri Şekil 4.11 ve Çizelge 4.27’de verilmiştir. Grafiğe göre totox değerleri depolama süresi boyunca artmaktadır. Genel olarak endüstriyel şorteningle üretilen keklerin totox değerleri interesterifiye yağlarla üretilen keklerin totox değerlerinden daha yüksektir. 85:10:5 interesterifiye yağ ile üretilen keklerin totox değerleri 75:15:10 interesterifiye yağ ile üretilen keklerin totox değerlerinden yüksektir (0. gün ve 6. ay hariç). Bisküvilerde olduğu gibi interesterifiye yağlarda zeytinyağı oranının artmasıyla oksidatif stabilite azalmaktadır.

Zeytinyağında yüksek miktarda bulunan α -tokoferolün interesterifikasyon sonucu etkisini yitirmesi interesterifiye yağlarda oksidatif stabiliteyi azaltmaktadır. Ayrıca, oksidatif kararlılık üzerine trigliseritlerin yapısı ve oksidasyona duyarlı poliyenik yağ asitlerinin pozisyonu da önemlidir. Trigliseritlerin dış pozisyonlarında bu asitlerin yüzdesi arttıkça oksijenin bu asitlere ulaşması kolaylaşmakta ve yağın oksidatif stabilitesi düşmektedir (Ledochowska and Wilczynska, 1999).

Endüstriyel bisküvi ve kek şorteninglerinin doymuş yağ asitlerince zengin olması bu yağları oksidasyona karşı dirençli hale getirmektedir. İnteresterifikasyon işleminin yağların oksidatif stabilitesini başlangıç yağ karışımlarına göre azalttığı bilinmektedir (Criado et. al., 2008).



Şekil 4. 11. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca toplam oksidasyon değeri

Çizelge 4.27. Endüstriyel şortening ve interesterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin 6 aylık depolama süresi boyunca toplam oksidasyon değerleri*

Depolama Süresi	Kek Örneklerinin Totox Değerleri		
	Endüstriyel şortening	75:15:10 interesterifiye yağ	85:10:5 interesterifiye yağ
0. gün	8.58	9.21	8.15
1. ay	14.20	8.84	10.23
2. ay	19.68	11.63	14.67
3. ay	17.42	13.33	14.20
4. ay	17.65	17.54	19.37
5. ay	23.68	17.53	20.52
6. ay	26.74	25.45	21.92

*Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yüksek miktarda (%64.71) tekli doymamış yağ asidi içeren zeytinyağı bazlı (%85) interesterifiye yağ, kimyasal interesterifikasyon yöntemi ile üretilmiştir. İnteresterifiye yağ formülasyonundaki zeytinyağı oranının artmasıyla yağın doymamışlığı artmakta, doymuş yağ oranı ise azalmaktadır

Piyasada bulunan zeytinyağı margarinlerinde zeytinyağı miktarının maksimum %12 olduğu göz önüne alınacak olursa yüksek miktarda zeytinyağı içeriğine sahip katı yağ üretimi gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen interesterifiye yağlar endüstriyel şorteninglerle karşılaştırıldığında daha düşük miktarda katı yağ oranına (SFC) sahip olduğu, kayma-erime noktalarının ise %75 zeytinyağı içeren paçaldan elde edilen interesteriye yağda daha yüksek iken %85 zeytinyağı içeren paçaldan elde edilen interesteriye yağda daha düşük olduğu görülmüştür.

İnteresterifiye yağlar kullanılarak üretilen kekler kontrol örneği ile karşılaştırıldığında kalite özelliklerinin olumsuz yönde etkilendiği, bisküvilerde ise tekstürün yağ tipinden etkilenmediği ve daha yüksek yayılma oranı elde edildiği belirlenmiştir.

Altı aylık depolama süresince bekletilen bisküvilerden elde edilen yağlarda toplam oksidasyon değerlerinin endüstriyel şortening ile üretilenlere göre daha yüksek, keklerden ekstrakte edilen yağlarda ise toplam oksidasyon değerlerinin endüstriyel şorteninglerden daha düşük olduğu görülmüştür.

Kimyasal interesterifikasyonda kullanılan yağ paçalında daha düşük miktarda zeytinyağı (%50-60) kullanılarak daha yüksek miktarda katı yağ oranına (SFC) sahip interestrifiye yağlar üretilebileceği ve bu yağların bisküvi ve kek kalitesini olumsuz yönde etkilemeyeceği düşünülmektedir.

Kek üretiminde sıvı-katı özellikte yağların tercih edilmesi, bisküvi üretiminde ise plastik özellikte katı yağların kullanılması; bu ürünlerde kullanılacak yağların da farklı özellikte olmasını gerektirmektedir. Tek bir yağın her iki üründe de aynı başarıyı sağlayamayacağı gerçeği göz önünde bulundurularak bisküvi ve kek için farklı oranlarda yağ paçaları hazırlanarak interesterifikasyon uygulanması

gerekmektedir. Ayrıca, zeytinyağı bazlı katı yağların üretiminde enzimatik interesterifikasyon yöntemi de denenerek, bisküvi ve kek kalitesi üzerine etkileri incelenmelidir.

İnteresterifiye zeytinyağının oksidatif stabilitesini arttırmak için α - tokoferol gibi antioksidan madde ilavesi gerekmektedir. Özellikle kek hamurunun emülsiyon özelliğinin kek kalitesini olumlu yönde etkilediği göz önüne alınacak olursa üretimi yapılan zeytinyağı bazlı interesterifiye yağlara mono ve digliseritler ilave edilerek kek kalitesi iyileştirilebilir.

Üretimi yapılan iki farklı interesterifiye yağ ürününün sağlık açısından yararlı zeytinyağını yüksek oranda içerdiği ve trans yağ asidi bakımından sıfır trans grubuna girdiği göz önüne alınacak olursa antioksidan ilavesi yapıldığı takdirde gıda endüstrisinde kullanılacak ticari potansiyele sahip bir ürün olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Alpaslan, M. ve Karaali, A., 1998, The interesterification-induced changes in olive and palm oil blends, *Food Chemistry*, 61 (3), 301-305.
- Anonymous, 1986, Bisküvi Standardı, TS 2383, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1987, Standart Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives, International Union of Pure and Applied Chemistry, 7th ed., Blackwell Scientific Publications, IUPAC Method 2.301.
- Anonymous, 1989, Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Champaign,IL, Method 4 Cc 3-25.
- Anonymous, 1990, American Association of Cereal Chemists, Approved methods of the AACC, 8th Edition, The Association, Method No: 44-15A, 08-01, 38-11, 56-81B, 56-61A, 54-21, 10-54, St. Paul, MN., USA.
- Anonymous, 1995, American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, Method No: 10-90, 10-91, St Paul, MN., USA.
- Anonymous, 1997, Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, American Oil Chemists' Society, Champaign,IL, Method Cd 18-90.
- Anonymous, 2003, Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4th edn., American Oil Chemists' Society, Champaign,IL, Method, Cd 16b-93, Cd 8-53, Ti-1a-64.
- Anonymous, 2009, DA-AMAS (DA-Agribusiness and Marketing Assistance Service), Palm Oil Industry Situationer Report, http://www.philonline.com.ph/~webdev/da-amas/palm_oil.html
- Anonymous, 2010a, Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ, Tebliğ No: 40, T.C. Resmi Gazete, Sayı:26622, <http://www.resmi-gazete.org/sayi/5645/turk-gida-kodeksi-gida-maddelerinin-genel-etiketleme-ve-beslenme-yonunden-etiketleme-kurallari-tebliginde-degisiklik-yapilmasi-hakkinda-teblig-no-40.html>
- Anonymous, 2010b, Stearin, Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Stearin>
- Anonymous, 2010c, Spesifik lipazla katalizlenen enzimatik interesterifikasyon, <http://blogs.princeton.edu/chm333/f2005/group3/images/lipase.php>
- Azadmard-Damirchi, S., and Dutta, P.C., 2008, Changes in minor lipid components during interesterification, *Lipid Technology*, 20(12), 273-275.
- Baştürk, A., Javidipour, I., Boyacı, İ.H., 2007. Oxidative stability of natural and chemically interesterified cottonseed, palm and soybean oils, *Journal of Food Lipids*, 14, 170-188.

- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, 2009. Food Chemistry 4th Revised and Extended Edition, New York, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 1070p.
- Boskou, D., 1996, Olive Oil Chemistry and Technology, AOCS Press, Champaign, Illinois, 162p.
- Christophe, A.B., 1998, Structural Modified Food Fats: Synthesis, Biochemistry, and Use, AOCS Press, Champaign, Illinois- Chapter 1:Chemical and physicochemical modification of lipids pp. 1-20.
- Criado, M., Hernandez-Martin, E., Lopez-Hernandez, A., Otero, C., 2008, Enzymatic interesterification of olive oil with fully hydrogenated palm oil: Characterization of fats, European Journal of Lipid Science and Technology, 110, 714–724.
- Dağlıoğlu, O., Taşan, M., Tunçel, B. 2002, Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids in cereal-based Turkish foods, Turkish Journal of Chemistry, 26:705-710.
- Dinç, S., 2002, İnteresterifiye Yağların Bisküvi Kalitesine Etkisi. Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 62s.
- Dizlek, H., Özer, M.S., Gül, H., 2008, Keklerin yapısal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan ölçütler, Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Doğan, İ.S., ve Uğur, T., 2005, Van ve Çevresinde Yetiştirilen Bazı Buğdayların Bisküvilik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma, Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Science), 15(2), 139-148.
- Doğan, İ.S., Javidipour, I., Akan, T., 2007, Effects of interesterified palm and cottonseed oil blends on cake quality, International Journal Of Food Science and Technology, 42, 157–164.
- FAO, 2003, Processing and Refining Edible Oils, Fat ModifiCATION Processes, Hydrogenation, <http://www.fao.org/docrep/v4700e/V4700E0a.htm>
- Gavriilidou, V. and Boskou, D., 1991, Chemical interesterification of olive oil-tristerarin blends for margarines, International Journal Of Food Science and Technology 26, 451-456.
- Ghotra, B.S., Dyal, S.D., Narine, S.S., 2002, Lipid shortenings: a review, Food Research International, 35, 1015-1048.
- Göğüş, F., Özkaya, M.T., Ötleş, S., 2009, Zeytinyağı, Eflatun Yayınevi, Ankara, 274s.
- Greenaway, W.T., Neustadt, M. H., Zeleny, L., 1965, A test for stink bug damage in wheat, Cereal Chemistry, 42, 577-579.

- Gümüşkesen, A.S. ve Yemişcioğlu, F., 2004, Bitkisel Yağ Teknolojisi 2. baskı, Asya Tıp Yayıncılık, ISBN : 975-94208-0-5, İzmir, 224s.
- Hamilton, R.J., 1995, Developments In Oils and Fats, Blackie Academic&Professional, Glasgow, 269p.
- Husum, T.L., L.S. Pederson, P.M. Nielson, M.W. Christensen, D. Kristensen, and H.C. Holm, 2004, Enzymatic Interesterification: Process Advantages and Product Benefits, Oil Palm Dev. 39:7–10.
- Jacob, J., Leelavathi, K., 2006, Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality, Journal of Food Engineering, 79, 299–305.
- Kara, M., 2001, Süne (*Eurygaster spp.*) Zararı Görmüş Buğdaylardaki Proteaz Enzimi İle Ticari Proteazların Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 68s.
- Karabulut I. ve Turan, S., 2006, Some properties of margarines and shortenings marketed in Turkey, Journal of Food Composition and Analysis, 19, 55–58.
- Kayahan, M., 2002, Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları METU Pres, Ankara, 263s.
- Kayahan, M. ve Tekin, A., 2006, Zeytinyağı Üretim Teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi:15, Ankara, 198s.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., Karacan, H., 2000, Hububat Laboratuvarı El Kitabı, H. Ü. Müh. Fak.Yayınları, ISBN 975-491-092-8, Ankara.
- Ledochowska, E. and Wilczynska, E., 1999, Comparison of the oxidative stability of chemically and enzymatically interesterified fats, Lipid-Fett, 100(8), 343-348.
- Lo, Y. C. and Handel, A. P., 2008, Physical and chemical properties of randomly interesterified blends of soybean oil and tallow for use as margarine oils, Journal of the American Oil Chemists' Society, 60(4):815-818.
- Marangoni, A.G. and Rousseau, D., 1998, Chemical and enzymatic modification of butterfat and butterfat-canola oil blends, Food Research International, 31(8), 595-599.
- Mercan, N. ve Boyacıoğlu, M.H., 1999, Kek Üretim Teknolojisi: Kekin Tanımı, Sınıflandırılması ve Üretimi, Dünya Gıda 45:36-39.
- Nagaraju, A. and Lokesh, B.R, 2007, Interesterified coconut oil blends with groundnut oil or olive oil exhibit greater hypocholesterolemic effects compared with their respective physical blends in rats, Nutrition Research, 27, 580–586.

- Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M., 2001, Bitkisel Yağ Teknolojisi Üçüncü Baskı, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları yayın no:005, Denizli, 329s.
- O'Brien, R.D., 1998. Fats and Oils Formulating and Processing for Applications, USA, 694p.
- Özkaya, B., 1995, Bisküvi Üretiminde Kullanılacak Unların Değerlendirilmesi, Un Mamulleri Dünyası, 4(4), 35-42.
- Öztürk, S., 2002, İnteresterifiye Yağlar ile Biracılık Artığı Küspe ve Şeker Pancarı Posası Besinsel Liflerinin Bisküvi Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özvural, E.B., 2003, İnteresterifiye Yağ Karışımlarının Düşük Yağlı Sosis Üretiminde Kullanımının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 69s.
- Riberio, A.P.B, Basso, R.C., Grimaldi, R., Gioielli, L.A., Gonçaves, L.A.G, 2009, Effect of chemical interesterification on physicochemical properties and industrial applications of canola oil and fully hydrogenated cottonseed oil blends, Journal of Food Lipids,16(3), 362-381.
- Rodrigues, J.N. and Gioielli, L.A., 2003, Chemical interesterification of milkfat and milkfat-corn oil blends, Food Research International 36, 149–159.
- Rousseau, D. and Marangoni, A.G., 1999, The effects of interesterification on physical and sensory attributes of butterfat and butterfat-canola oil spreads, Food Research International, 31(5), 381-388.
- Shaidi, F. and Wanasundara, U.N., 2002, Methods for measuring oxidative rancidity in fats and oils. In Food Lipids-Chemistry, Nutrition, and Biotechnology, 2nd Edition (C.C. Akoh and D.B. Min, eds.) Marcel Dekker, Inc., New York, NY, 465–487.
- Silva, R.C., Soares, D.F., Lourenço, M.S., Soares, F.A.S.M., Silva, K.G., Gonçaves, M.I.A., Gioielli, L.A., 2009, Structured lipids obtained by chemical interesterification of olive oil and palm stearin, LWT - Food Science and Technology, PII: S0023-6438(09)00345-4, DOI: 10.1016/j.lwt.2009.12.010.
- Street, C.A., 1991, Flour Confectionery Manufacture, Blackie and VHC Publishers, Inc, New York, 234p.
- Taşan, M. ve Dağlıoğlu, O., 2005, Trans Yağ Asitlerinin Yapısı, Oluşumu ve Gıdalarla Alınması, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1), 79-88.
- Uluöz, M., 1965, Buğday, Un ve Ekmek Analizleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:57, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir, 95p.
- Wade, P., 1988. Biscuits, Cookies and Crackers, Volume 1, Elsevier Science Inc., New York, USA, 331p.

Zhang, H., Jacobsen, C., Pedersen, L.S., Christensen, M.W., Nissen, J.A., 2006, Storage stability of margarines produced from enzymatically interesterified fats compared to those prepared by conventional methods – Chemical properties, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 227–238.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Dilek Kaçar

Doğum Yeri: Afşin

Doğum Yılı: 23.06.1985

Medeni Hali: Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise: 1996-2003 Kdz. Ereğli Anadolu Lisesi

Lisans: 2003-2007 Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans: 2007-2010 Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce, ÜDS:82