

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**BİTKİSEL ARTIKLARDAN FARKLI BOYUTLARDA LİF ÜRETİMİ VE
DÜŞÜK YAĞLI ÜRÜNLERDE KULLANIMI**

Hakan ERİNÇ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2011

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

BİTKİSEL ARTIKLARDAN FARKLI BOYUTLARDA LİF ÜRETİMİ VE DÜŞÜK YAĞLI ÜRÜNLERDE KULLANIMI

Hakan ERİNÇ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aziz TEKİN

Bu çalışmada, bisküvi ve mayonez formülasyonlarında yağ yerine farklı miktarlarda ve farklı boyutlarda bitkisel lif kullanımının etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, buğday kepeği ve portakaldan farklı boyutlarda lifler üretilerek bisküvi ve mayonez formülasyonlarında yağ yerine kullanılmıştır.

Düşük yağlı (%10, %20 ve %30 yağ) bisküviler tekstür, reoloji ve kalite analizleri, düşük yağlı mayonezler (%40 ve %60 yağ) ise tekstür ve reoloji analizlerinin yanı sıra, mikro yapı, renk ve emülsiyon stabilitesi analizlerine de tabi tutulmuş ve bulgular tam yağlı kontrol örneklerinden (%40 yağlı bisküvi ve %80 yağlı mayonez) elde edilen bulgularla kıyaslanmıştır.

Bisküvi hamuru ve bisküvi analizleri sonucunda, hamurların tekstürel özellikleri ve bisküvi kalite parametreleri bakımından büyük boyutlu liflerin (öğütülmemiş lignini uzaklaştırılmış lifler, LU), hamurun viskoelastik özellikleri açısından küçük boyutlu liflerin (kolloit değırmenden elde edilen lifler, KD ve mikro-akışkan cihazından elde edilmiş lifler, M) kullanımının kontrol örneğine daha yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Düşük yağlı bisküvilerin üretiminde kullanılan lifler hamurların işlenebilirliği açısından uygun bulunmasına rağmen, lif miktarının artırılması ve/veya lif boyutunun düşürülmesiyle kontrol örneğinden daha yüksek sertlik ve nem, daha düşük kırılmalık ve yayılma oranına sahip bisküviler elde edilmiştir.

Düşük yağlı mayonezlerden %60 yağ içeren örneklerde KD (%2.5 ve 3.5) ve M (%2.5 ve 3.5) kepek liflerinin, KD (%1.5 ve 2.5) ve M (%1.5 ve 2.5) portakal liflerinin, %40 yağ içeren örneklerde ise M (%2.5 ve 3.5) kepek lifi ile KD (%2.5) ve M (%1.5 ve 2.5) portakal liflerinin kontrol örneğine benzer sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Düşük yağlı mayonezlerin üretiminde lif kullanımının emülsiyon stabilitesini de artırdığı tespit edilmiştir.

Temmuz 2011, 115 sayfa

Anahtar Kelimeler: Reoloji, tekstür, bitkisel lif, kolloitler, hamur ürünleri, mayonez, yağ azaltma

ABSTRACT

PRODUCTION OF FIBER WITH VARIOUS PARTICLE SIZE FROM PLANTAL BY PRODUCTS AND USING IN LOW-FAT PRODUCTS

Ph. D. Thesis

Hakan ERİNÇ

Ankara University
Graduate School of Naturel and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Aziz TEKİN

The aim of this study is to investigate the effects of various particle size and different amount of plant fibers in the usage as fat mimetic for biscuit and mayonnaise formulations. For this aim, fibers with various particle size were produced from wheat bran and orange, and used instead of fat in biscuit and mayonnaise formulations.

The texture, rheology and quality analyses of low-fat biscuit (10%, 20% and 30% fat) and texture, rheology, microstructure, color and emulsion stability analyses of low-fat mayonnaise (40% and 60% fat) were performed and compared with those of the full-fat control samples (40% fat for biscuit and 80% fat for mayonnaise).

The results of the biscuits and the dough samples indicated that the fibers with bigger particle size (not milled, LU) were more suitable in terms of textural properties of dough and quality parameters of biscuits while the fibers with smaller particle size (milled with colloid mill, KD and milled with micro-fluidizer, M) improved viscoelastic properties of dough similar to the control.

Although the use of these fibers in the production of low-fat biscuits were suitable in terms of workability of dough samples, increasing fiber content and/or reducing fiber size resulted in having harder biscuit samples with higher moisture but lower fragile and spreading ratio.

Wheat bran fibers with KD (%2.5 and 3.5) and M (%2.5 and 3.5), orange fibers with KD (%1.5 and 2.5) and M (%1.5 and 2.5) were found suitable for low-fat mayonnaise with 60% fat. However, wheat bran fibers with M (%2.5 and 3.5) and orange fibers with KD (%2.5) and M (%1.5 and 2.5) need to use for the production of mayonnaise with 40% fat. Smaller size fiber usage also improves emulsion stability of low-fat mayonnaise.

July 2011, 115 pages

Key Words: Rheology, texture, fiber, colloid, bakery, mayonnaise, fat replacer

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan çok değerli danışmanım Sayın Prof.Dr. Aziz TEKİN (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve yine çalışmalarım boyunca bana her konuda yardımcı olan ve çalışma imkanlarımı sağlayan değerli hocam Sayın Doç.Dr. Behiç MERT (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) başta olmak üzere, tez izleme komitesi üyesi değerli hocalarım Prof.Dr. Ali BAYRAK (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Prof.Dr. Hamit KÖKSEL'e (Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), akademik hayatımda çok önemli bir yeri olan değerli hocam Prof.Dr. Metin YILDIRIM'a (Gaziosmanpaşa Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), desteğini her konuda gösteren çalışma arkadaşım Arş.Grv. Onur KETENOĞLU'na, sevgi ve anlayışları için Eşim Özlem ERİNÇ'e ve Oğlum Ahlas ERİNÇ'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, TÜBİTAK tarafından desteklenen "Bitkisel Kökenli Atıklardan Mikro-Akışkan Yöntemiyle Nano Boyutlarda Reoloji Düzenleyicilerin Üretilmesi: Emülsiyonlarda, Kolloidlerde ve Hamur Ürünlerinde Kullanılması" konulu projenin bir bölümüdür.

Hakan ERİNÇ

ANKARA, Temmuz 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1 Yağ Yerine Kullanılan Maddeler	4
2.1.1 Yağ ikame maddeleri	4
2.1.2 Yağ taklitleri.....	8
2.1.3 Düşük yağlı fırıncılık ürünleri ve mayonez üretimleri ile ilgili araştırmalar .	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal.....	17
3.2 Yöntem	17
3.2.1 Bisküvilik un analizleri.....	17
3.2.2 Yağlarda yağ asitleri analizi.....	17
3.2.3 Bisküvilik yağın % katı yağ oranı (%KYO) içeriği.....	18
3.2.4 Bitkisel liflerin üretimi.....	18
3.2.5 Bitkisel liflerde toplam lif, selüloz, hemiselüloz ve lignin tayini	19
3.2.6 Bitkisel liflerde protein tayini	19
3.2.7 Bitkisel liflerde su tutma kapasitesi tayini	19
3.2.8 Bitkisel liflerin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri	20
3.2.9 Bisküvi üretimi	20
3.2.10 Bisküvi hamurlarının tekstürel ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi	22
3.2.11 Bisküvi örneklerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi	22
3.2.12 Bisküvilerde nem ve su aktivitesi analizi	22
3.2.13 Bisküvi örneklerinin yayılma oranlarının hesaplanması	23
3.2.14 Mayonez üretimi.....	23
3.2.15 Mayonezlerin tekstürel ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi.....	24
3.2.16 Mayonezlerin emülsiyon stabilitesi ölçümleri	24
3.2.17 Mayonezlerin ışık mikroskobu ile damlacık boyutu dağılımının belirlenmesi	24
3.2.18 Mayonezlerin Hunter renk değerleri	25
3.2.19 İstatistik analiz	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	26
4.1 Ürünlerde Kullanılan Hammaddelere Ait Araştırma Bulguları.....	26
4.1.1 Bisküvilik unun özellikleri.....	26
4.1.2 Bisküvilik yağın ve ayçiçek yağının özellikleri	27
4.1.3 Bitkisel liflerin protein, toplam lif, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri...	28
4.1.4 Bitkisel liflerin su tutma kapasitesi	29
4.1.5 Bitkisel liflerin elektron mikroskobu görüntüleri.....	30
4.2 Buğday Kepeği Lifi Kullanılarak Üretilen Düşük Yağlı Bisküvi ve Mayonez Örneklerine Ait Araştırma Bulguları.....	31
4.2.1 Buğday kepeği lifi içeren bisküvi hamurlarının sertlik değerleri.....	31
4.2.2 Buğday kepeği lifi içeren bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri.....	34

4.2.3 Buğday kepeği lifi içeren bisküvilerin tekstürel özellikleri, nem içerikleri ve yayılma oranları.....	40
4.2.4 Buğday kepeği lifi içeren mayonezlerin tekstürel özellikleri	52
4.2.5 Buğday kepeği lifi içeren mayonezlerin reolojik özellikleri	56
4.2.6 Buğday kepeği lifi içeren mayonezlerin mikroskop görüntüleri	62
4.2.7 Buğday kepeği lifi içeren mayonezlerin Hunter L, a ve b değerleri.....	65
4.2.8 Buğday kepeği lifi içeren mayonez örneklerinin emülsiyon stabiliteleri	66
4.3 Portakal İçi Lifi Kullanılarak Üretilen Düşük Yağlı Bisküvi ve Mayonez Örneklerine Ait Araştırma Bulguları.....	69
4.3.1 Portakal lifi içeren bisküvi hamurlarının sertlik değerleri.....	69
4.3.2 Portakal lifi içeren bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri	72
4.3.4 Portakal lifi içeren mayonezlerin tekstürel özellikleri.....	90
4.3.5 Portakal lifi içeren mayonezlerin reolojik özellikleri	94
4.3.6 Portakal lifi içeren mayonezlerin mikroskop görüntüleri.....	100
4.3.7 Portakal lifi içeren mayonezlerin Hunter L, a ve b değerleri	103
4.3.8 Portakal lifi içeren mayonezlerin emülsiyon stabiliteleri	104
5. SONUÇ	107
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ.....	114

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Olestranın yapısı.....	4
Şekil 2.2 Salatrının yapısı.....	7
Şekil 4.1 Bisküvilik yağın katı yağ oranı (KYO) grafiği,%	28
Şekil 4.2 Bitkisel liflerin su tutma kapasiteleri.....	29
Şekil 4.3 Bitkisel liflerin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri.....	30
Şekil 4.4 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri.....	32
Şekil 4.5 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri.....	32
Şekil 4.6 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri.....	33
Şekil 4.7 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G'' değerleri	35
Şekil 4.8 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri.....	36
Şekil 4.9 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G'' değerleri	37
Şekil 4.10 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri.....	38
Şekil 4.11 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G'' değerleri	39
Şekil 4.12 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri.....	40
Şekil 4.13 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri.....	41
Şekil 4.14 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin kırılma değerleri.....	41
Şekil 4.15 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin nem içerikleri	42
Şekil 4.16 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin yayılma oranları	42
Şekil 4.17 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvi örnekleri.....	43
Şekil 4.18 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri.....	44
Şekil 4.19 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin kırılma değerleri.....	45
Şekil 4.20 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin nem içerikleri	45
Şekil 4.21 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin yayılma oranları	46
Şekil 4.22 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvi örnekleri.....	47
Şekil 4.23 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri.....	48
Şekil 4.24 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin kırılma değerleri.....	49

Şekil 4.25 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin nem içerikleri	49
Şekil 4.26 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin yayılma oranları	50
Şekil 4.27 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvi örnekleri	51
Şekil 4.28 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin sertlik değerleri.....	53
Şekil 4.29 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin yoğunluk değerleri	53
Şekil 4.30 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin kohesiflik değerleri.....	54
Şekil 4.31 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin sertlik değerleri.....	55
Şekil 4.32 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin yoğunluk değerleri	55
Şekil 4.33 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin kohesiflik değerleri.....	56
Şekil 4.34 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin G' ve G" değerleri	57
Şekil 4.35 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerleri	58
Şekil 4.36 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin G' ve G" değerleri	60
Şekil 4.37 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerleri	61
Şekil 4.38 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin mikroskop görüntüleri.....	63
Şekil 4.39 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin mikroskop görüntüleri.....	64
Şekil 4.40 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin zamana bağlı ışık geçirgenliği.....	67
Şekil 4.41 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin zamana bağlı ışık geçirgenliği.....	68
Şekil 4.42 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri.....	69
Şekil 4.43 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri.....	70
Şekil 4.44 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri.....	70
Şekil 4.45 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G" değerleri	73
Şekil 4.46 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri	74
Şekil 4.47 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G" değerleri	75
Şekil 4.48 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri	76

Şekil 4.49 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G'' değerleri	77
Şekil 4.50 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri	78
Şekil 4.51 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri.....	79
Şekil 4.52 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin kırılgenlik değerleri.....	79
Şekil 4.53 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin nem içerikleri	80
Şekil 4.54 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin yayılma oranları	80
Şekil 4.55 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvi örnekleri	81
Şekil 4.56 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri.....	82
Şekil 4.57 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin kırılgenlik değerleri.....	83
Şekil 4.58 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin nem içerikleri	83
Şekil 4.59 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin yayılma oranları	84
Şekil 4.60 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvi örnekleri	85
Şekil 4.61 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri.....	86
Şekil 4.62 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin kırılgenlik değerleri.....	87
Şekil 4.63 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin nem içerikleri	87
Şekil 4.64 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin yayılma oranları	88
Şekil 4.65 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvi örnekleri	89
Şekil 4.66 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin sertlik değerleri.....	91
Şekil 4.67 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin yoğunluk değerleri.....	91
Şekil 4.68 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin kohesiflik değerleri.....	92
Şekil 4.69 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin sertlik değerleri.....	93
Şekil 4.70 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin yoğunluk değerleri.....	93
Şekil 4.71 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin kohesiflik değerleri.....	94
Şekil 4.72 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin G' ve G'' değerleri.....	95
Şekil 4.73 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerleri	96
Şekil 4.74 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin G' ve G'' değerleri.....	98
Şekil 4.75 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerleri	99

Şekil 4.76 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin mikroskop görüntüleri	101
Şekil 4.77 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin mikroskop görüntüleri	102
Şekil 4.78 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin zamana bağlı ışık geçirgenliği	105
Şekil 4.79 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin zamana bağlı ışık geçirgenliği	106

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Kontrol örneklerinin üretiminde kullanılan formülasyon	20
Çizelge 3.2 Buğday kepeği ve portakal lifleri ile yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerinin yağ ve lif içerikleri	21
Çizelge 3.3 Buğday kepeği ve portakal lifleri ile yağı azaltılarak yapılan mayonezlerin içerikleri, %	23
Çizelge 4.1 Bisküvilik unun bazı kimyasal, fizikokimyasal ve reolojik özellikleri	26
Çizelge 4.2 Kullanılan yağların yağ asidi bileşimi,%	27
Çizelge 4.3 Üretilen bitkisel liflerin protein, toplam lif, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri, %	29
Çizelge 4.4 Mayonez örneklerinin Hunter L, a ve b değerleri.....	65
Çizelge 4.5 Mayonez örneklerinin Hunter L, a ve b değerleri.....	103

1. GİRİŞ

Gıdaların bileşiminde bulunan yağlar, gıdanın lezzetine ve aromasına katkıda bulunurlar (Ney 1988). Yağlar gıdanın yumuşaklık, görünüş, lezzet ve tekstürel özelliklerini etkiler ve doyumluk hissini artırır. Buna ilaveten, lipofilik aroma bileşenlerini taşıyabilir, aroma gelişimi için öncü görev yapabilir (örn; kızartma sırasında) ve aromayı stabilize ederler (Leland 1997). Yağlar, yağda çözünen vitaminlerin ve esansiyel yağ asitlerinin önemli bir kaynağı olmakla birlikte prostoglandinlerin öncüsüdür ve lipolitik ilaçlar için bir taşıyıcıdır (Akoh 1998). Karbonhidratlar ve proteinler 4 kcal/g enerji sağlarken yağlar 9 kcal/g enerji sağlamasıyla günlük diyetle enerjinin en yoğun kaynağıdır.

Yüksek yağ tüketimi obezite ve bazı kanser türleri ile, doymuş yağların tüketimi ise yüksek kan kolesterolü ve koroner kalp hastalıkları ile ilişkilendirilmektedir (Anonymous 1988, Anonymous 1996a). Günlük diyetle ilgili olarak hazırlanan bir yönergede, günlük enerjinin en çok %30'unun yağlardan, bunun da en çok %10'unun doymuş karakterdeki yağlardan karşılanması, ayrıca tekli ve çoklu doymamış yağların da en az 3'te 2 oranında alınması gerektiği ifade edilmiştir (Anonymous 1995).

Yüksek miktarda enerji alımı nedeniyle gözlenen obezite ve yağlarla ilişkili olan hastalıklardan dolayı son yıllarda yağı azaltılmış ürünlere olan ilgi artmış ve bu konuda çok sayıda araştırma yayınlanmıştır. Ancak herhangi bir ürünün yağı azaltıldığında, yağın azaltılmasından kaynaklanan yapısal ve duyuşal değişimlerin giderilebilmesi için çeşitli maddelerin kullanımına ihtiyaç duyulmuştur (Olestra, Oatrim, Salatrim[®], peynir altı suyu proteinleri vb.). Yapılan çalışmalar sonucunda, hangi maddenin hangi ürün için uygun olduğu belirlenmiştir.

Enerji alımının azaltılmasında en çok kullanılan maddeler karbonhidrat bazlı olup, bunların ortamdaki suyu tutarak ürünlere yağlılık kazandırması özelliğinden faydalanılmıştır. Karbonhidrat bazlı yağ taklitlerinden bir kısmının insan vücudunda sindirilemez olması ve bunun sonucunda hiç enerji vermemesi, enerji alımı için önemlidir. Azaltılan yağın yerine bitkisel liflerin kullanıldığı çalışmalar da yapılmıştır.

Ancak bu liflerin farklı boyutlarda öğütülerek kullanıldığına dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, iki farklı bitkisel yan ürün (buğday kepeği ve portakal içi) lif kaynağı olarak seçilmiş ve bunlardan elde edilen liflerin boyutları çeşitli yöntemlerle küçültülerek iki farklı ürün (bisküvi ve mayonez) üretiminde yağ yerine kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmanın amacı hem bitkisel artıkların değerlendirilmesi, hem de yağın ürünlere verdiği özellikleri kısmen veya tamamen karşılayabilecek bir maddenin elde edilmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gıdalarda kullanılan yağın türü ve miktarı gıdanın besinsel, fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini belirler.

Fizyolojik olarak gıdanın yapısında bulunan yağlar üç temel besinsel fonksiyona sahiptir. Esansiyel yağ asitlerinin kaynağı (linoleik ve linolenik asit), yağda çözünen vitaminlerin taşıyıcısı (A, D, E ve K vitaminleri) ve enerji vericidirler (Jones 1996).

Yağların kimyasal yapısı gıdaların fiziksel fonksiyonlarını belirli ölçülerde belirler. Yağ asitlerinin karbon zinciri uzunluğu, doymamışlık derecesi, yağ asitlerinin dağılımı, geometrik izomerizasyonu (*cis-trans*) ve yağların polimorfik durumları, gıdaların fiziksel özelliklerini önemli derecede etkiler (vizkozite, erime sıcaklığı, kristallenme ve sürülebilirlik). Buna ilaveten, yağlar gıdaların (1) işleme sırasındaki davranışları (ısı stabilite, vizkozite, kristallenme ve hava tutma özellikleri vb.), (2) işleme sonrasındaki özellikleri (kesilebilirlik, yapışkanlık, migrasyon ve dispersiyon vb.) ve (3) depolama stabilitesi (de-emülsiyon, yağ migrasyonu veya yağın separasyonu gibi fiziksel stabilite, ransidite veya oksidasyon gibi kimyasal stabilite ve su aktivitesi ve gıda güvenilirliği gibi mikrobiyal stabilite özellikleri) gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerini de etkilemektedir (Jones 1996).

Yağlar gıdalarda dört temel duyuşal özelliği belirleme gibi önemli bir fonksiyonelliğe sahiptir. Bunlar, görünüş (parlaklık, renk, yarı şeffaflık, tek düzelik ve kristallenme), tekstür (vizkozite, elastiklik ve sertlik), aroma (yoğun aroma, aromayı açığa vurma, aroma profili ve aroma geliştirme) ve ağız hissidir (eriyebilirlik, kremimsilik, kayganlık, koyuluk ve ağızda dolgunluk) (Jones 1996).

Bir gıdada yağ miktarı azaltılacaksa onun gıdaya vermiş olduğu özellikler hesaba katılmalıdır. Yağın gıda içerisindeki yerleşimi gıdanın işlenmesini, kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerini etkilemektedir.

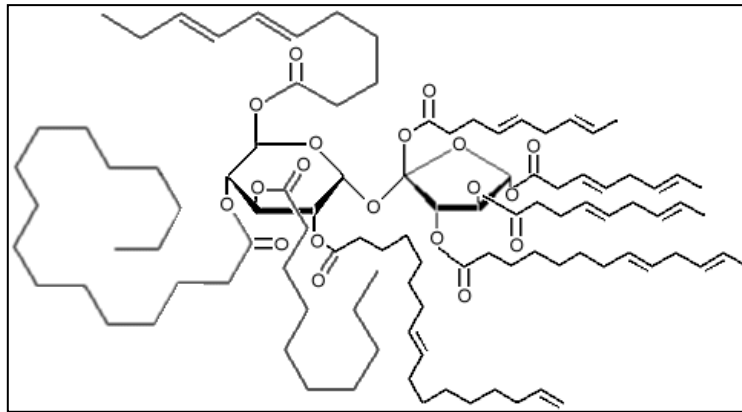
2.1 Yağ Yerine Kullanılan Maddeler

Yağ yerine kullanılan maddeler kimyasal olarak yağlara, proteinlere ve karbonhidratlara benzerler ve genelde yağ ikame maddeleri ve yağ taklitleri olarak 2 temel gruba ayrılırlar.

2.1.1 Yağ ikame maddeleri

Yağ ikame maddeleri makromoleküller olup fiziksel ve kimyasal olarak trigliseritlere (yağlara) benzerler ve teorik olarak bire bir (grama gram) yağın yerini alabilirler. Lipit veya yağ bazlı olarak adlandırılan yağ ikame maddeleri yağın enzimatik modifikasyonlarıyla veya başka bir kimyasal sentez ile elde edilirler. Yağ ikame maddelerinin çoğu pişirme ve kızartma sıcaklıklarında stabildir (Akoh 1998).

Sakaroz yağ asidi poliesteri, sakarozun 6–8 adet yağ asidi ile kimyasal transesterfikasyonu veya interesterfikasyonu ile oluşturulan sakaroz esterleridir. Sakaroz poliesteri yaygın olarak Olestra (Şekil 2.1) olarak bilinir ve zincir uzunluğu C12 ve fazlası olan doymuş ve doymamış yağ asitlerinden üretilir. Bu yağ asitleri yenilebilir yağlardır ve bitkilerden elde edilir (Rizzi ve Taylor 1978, Akoh ve Swanson 1990, Akoh 1994, Shieh vd. 1996).



Şekil 2.1 Olestranın yapısı

Olestra insan vücudunda sindirilemez veya absorbe olmaz (Maltson ve Nolen 1972, Mellies vd. 1983, Grossman vd. 1994) ve bu yüzden kalori değeri yoktur (Mellies vd.

1983). Büyük yapılı ve çok sayıdaki polar olmayan yağ asitleri bileşimi, Olestranın sindirim lipazları tarafından hidrolize olmasını engeller (Akoh 1998).

Yağ ikame maddelerinden ikincisi olan sakaroz yağ asidi esterleri (SFE) sakarozun yağ asitleri ile mono-di ve tri esterleridir (Osipow vd. 1956). SFE sindirim lipazı ile kolaylıkla hidrolize edilir ve absorbe olur. Bu yüzden kalori değerine sahiptir. SFE' de 5–7 serbest hidroksil grubu ve 1–3 yağ asidi esteri olmasından dolayı hidrofilik-lipofilik özelliktedir ve bu sayede emülsifikasyon ve sürfektan özellik gösterirler. Ek olarak SFE yağlayıcı, inceltici ve antimikrobiyel etkilidir (Kabara 1978, Harrigan ve Breene 1993, Marshall ve Bullerman 1994).

Diğer bir karbonhidrat-yağ asidi esteri olan polioliol yağ asidi esterleri, yağın yerini tutarlar. Polioliol yağ asidi esterleri bir katalizör (Anonymous 1988b) varlığında en az 4 hidroksil grubu içeren polioliol ile 1 veya daha fazla yağ asidi esterinin reaksiyonu ile elde edilir. Bunlara örnek sorbitol, trehaloz, rafinoz ve stakiyoz poliesterleridir (Akoh 1994).

Sorbestrin (Cultor Food Science, Inc., N. Y.) veya sorbitol poliesteri, sorbitol ve susuz sorbitolün yağ asitleri ile 3–4 ve 5'li esterlerinin karışımıdır. Sorbestrinin kalori değeri 1.5 kcal/g'dır ve kızartma sıcaklıklarına karşı koyacak şekilde yeterli ısıl stabiliteye sahiptir (Akoh 1994).

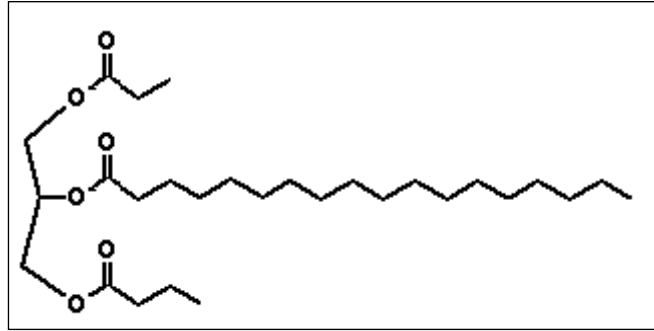
Sakarozun yağ asidi esterleri, mono ve digliseritler, sodyum steoroil 2 laktilat, lesitin ve poligliserol esterleri gibi emülsifiyerler hem hidrofilik hem de lipofilik özelliklere sahiptirler. Böylece yağ ve su damlacıkları arasındaki ara yüzeyi stabilize ederek emülsifikasyon sağlarlar. Bunlar aynı zamanda havalandırmayı sağlar ve stabilize eder, yağlılığı sağlar, nişasta ile kompleks oluşturur, proteinlerle interaksiyon yapar. Bunlar diğer yağların kristalizasyon özelliklerini modifiye eder, köpük oluşumunu geliştirir ve stabilize eder. Ayrıca sineresizi kontrol eder, aroma maddelerini taşır ve reolojiyi kontrol ederler. Emülsifiyer maddeler diğer ingredienlerle kombinasyonları kullanıldığında yağların fonksiyonlarının yerini almasında en etkili maddelerdir (Anonymous 1996b).

Orta zincirli yağ asitlerinden oluşan trigliseritler (OZT) zincir uzunluğu C8:0 (kaprilik) ile C10:0 (Kaprik) (eser miktarda C6:0 ve C12:0) doymuş yağ asitlerini içerir. OZT'lerin fonksiyonel özellikleri yağlardan farklıdır ve doymamış yağ asidi içermelerine rağmen yüksek sıcaklıklarda stabil olup, oksidasyona dayanıklıdır (Babayan ve Rosenav 1991). OZT'ler aynı zamanda 0°C'a kadar stabil olup temiz ve akışkandır. OZT'ler uzun zincirli trigliseritlere (UZT) göre suda çözünürlüğü daha çoktur. 8,3 kcal/g enerji sağlayan OZT'ler ticari olarak GRAS'a uygundur. Bunlar düşük veya azaltılmış kalorili gıdalarda aromayı, renk ve vitaminleri taşımak için ve şekerleme tipi ürünlerde parlaklık sağlamak ve yapışkanlığı önlemek için sıvı bitkisel yağların yerine kullanılırlar (Akoh 1998).

OZT'ler 1950'den bu yana klinik olarak kullanılmışlardır. Bu maddelerin metabolizması UZT'lerinkinden farklı olup (LaBarge 1988) OZT'ler, UZT'lerin metabolizması için gerekli olan safra tuzları veya enzimlere ihtiyaç duymadan intestinal sistemde serbest yağ asitleri şeklinde absorbe olurlar. OZT'ler serum albuminine tutunurlar ve lenf sisteminden ziyade karaciğerin çeşitli portal sistemine transfer edilirler, daha sonra karaciğerde ketonlara okside edilirler. OZT'ler esansiyel yağ asitlerinin bir kaynağı olmasalar bile, absorbe olan ve hızlı bir şekilde kullanılabilen enerjinin bir kaynağıdır (Megmeris 1991). OZT'lerin yağlı dokularda depolanması UZT'lerinkinden daha az olmasından dolayı sağlıklı yaşamaya gayret edenler, vücut geliştiren insanlar ve koşucular böyle bir enerji kaynağını kullanabilirler (Akoh 1998).

Yaygın şekilde Kaprenin olarak bilinen kaprokaprilobehenidin, gliserolün kaprilik (C8:0), kaprik (10:0) ve behenik (C22:0) asit ile esterfikasyonu ile üretilir. Behenik asidin kısmi absorbe oluşu, kaprik ve kaprilik asidin uzun zincirli yağ asitlerinden daha fazla metabolize olmaya hazır olmasından dolayı kaprenin yalnızca 5 kcal/g enerji sağlar. Kapreninin fonksiyonel özellikleri kakao yağına benzemektedir. Sonuç olarak kapreninin yumuşak şekerlemeler ve şekerleme türü ürünlerin kaplanması için kullanılması uygundur. Anonymous (1996b)'ya göre kapreninin şekerleme kaplaması ve yumuşak şekerlerde yağ yerine kullanımı GRAS'a uygundur. Kapreninin polidekstroz ile kombinasyonlarında kalorisi azaltılmış ve düşük yağlı çikolatalarda kullanımı ticari olarak uygun bulunmaktadır.

Şekil 2.2’de görülen Salatrim® (kısa ve uzun açıl trigliserit molekül) gliserole rasgele eklenmiş en az 1 yağ asidi (öncelikle C2:0, C3:0 veya C4:0 yağ asitleri) ve en az 1 uzun zincirli yağ asidi (C18:0 stearik asit baskın) içeren bir karışımdan oluşan trigliserit yapısındaki maddeye verilen isimdir. Kısa zincirli yağ asitlerinin uzun zincirli yağ asitlerinden daha az kalori değerine sahip olmasından ve stearik asidin absorbe olmayışından dolayı Salatrimin kalori değeri yağların %55’i kadardır (Smith vd. 1994) ve FDA Salatrimi GRAS olarak onaylamıştır.



Şekil 2.2 Salatrimin yapısı

Salatrimin kısa zincirli ve uzun zincirli yağ asitleri içeriğinin farklı miktarları fonksiyonel ve fiziksel özelliklerinin (erime noktası, sertlik ve görünüş ve benzeri özellikler) seçimini sağlar. Salatrimin çikolata lezzetli kaplamalar, cipsler, karameller, bonbon şekerlemeler, fırınlanmış ürünler, yer fıstıklı ürünler, soslar, salçalar, ekşimiş krema, dondurulmuş sütlü tatlılar ve peynir gibi süt ürünlerini içeren çeşitli uygulamalar için tasarlanmıştır (Kosmark 1996). Ancak Salatrim® kızartma için uygun değildir. İlk Salatrim® ürünü olan Benefat 1 şekerlemelerde kakao yağının yerini alması için geliştirilmiştir (Akoh 1998).

Dialkil diheksadeçilmalonat (DDM) malonik asit ve alkilmalonik asitlerin bir yağ alkol dikarboksilik asit esteridir ve bir yağ alkolü ile bir malonil dihalitin reaksiyonu tarafından sentezlenir. Alkil halit DDM’nin moleküler ağırlığını artırmak için kullanılır (Artz ve Hansen 1994). Frito – Lay firması (Dallas, Texas) kızartmalarda veya gıda formülasyonlarındaki yağın yerine kullanmak için DDM’ye patent almıştır (Fulcher 1986). DDM sindirilmediğinden veya absorbe olmamasından dolayı kalori değerine sahip değildir.

Esterfiye propoksile edilmiş gliseroller (EPG) daha sonra yağ asitleri ile esterfiye edilecek bir polieter poliol oluşturmak için propilen oksit ile gliserolün reaksiyonu ile sentezlenen propilen oksidin türevleridir. EPG'ler gliserol ve yağ asitleri arasındaki bir oksipropilenin yerleşiminde gelenesal yağlardan farklıdır. EPG'ler dondurulmuş tatlılar, mayonezler, fırınlanmış ürünler, pişirilmiş ve kızartılmış ürünler gibi çeşitli ürünlerde yağın yerine kullanılacak madde olarak ARCO kimyasal Co. ve CPC International/Best foods (Englewood Cliffs N.J.) tarafından geliştirilmiştir. EPG'ler özel fonksiyonel özellik sağlamak için uygun hale getirilebilir (Harrigan ve Breene 1993).

Trialkoksitrikarbalilatlar (TGE) doymuş veya doymamış 8 – 30 karbon atomlu alkoller ile esterfiye olmuş 2 – 4 karboksilik asit grubuna sahip polikarboksilikasitlerdir. Maddelerin ester gruplarının trigliseritlerde mevcut ester bağlarının ters olmalarından dolayı bu bileşikler lipazlar tarafından tamamen hidrolize olmaya uygun değildir (Haumann 1986).

Yağ ikame maddelerine genel olarak bakıldığında görülmektedir ki, bu maddeler kimyasal yollarla elde edilen ve üretimi pahalı olan maddelerdir.

2.1.2 Yağ taklitleri

Yağ taklitleri trigliseritlerin organoleptik veya fiziksel özelliklerinin taklitleridir. Fakat bunlar yağların bire bir (grama gram) yerini alamazlar. Protein veya karbonhidrat bazlı olarak adlandırılan yağ taklitlerine gıdaların bileşiminde sıkça rastlanır (nişasta, selüloz) fakat yağın özelliklerini taklit edebilmesi için fiziksel veya kimyasal olarak modifiye edilirler. Bunların kalori değeri 0 – 4 kcal/g arasında değişir. Yağ taklitleri genelde önemli miktarlarda suyu adsorbe ederler. Bunlar çok fazla (aşırı) su bağlamalarından ve yüksek sıcaklıkta denatüre veya karamelize olduklarından dolayı kızartma için uygun değildir. Yağ taklitlerinin çoğu pişirmeye ve damıtmaya uygundur. Ancak yağ taklitleri yağlardan daha az yağda çözünür aromaya sahiptir. Bunlar daha çok suda çözünür aroma maddelerini taşıyarak yağda çözünürleri taşıyamazlar. Lipofilik aroma için emülsifiyerlere gereksinim duyarlar (Akoh 1998).

Protein Bazlı Yağ Taklitleri

Yağ yerine kullanılan maddelerden bazıları yumurta, süt, soya, jelatin ve buğday glutenini içeren çeşitli protein kaynaklarından türetilmiştir. Bu protein bazlı yağ taklitlerinin bazıları yağın tekstür ve ağız hissini taklit edebilmesi için mikropartiküle edilmiştir. Bazı yağ taklitleri su bağlama ve emülsiyon gibi özellikleri için işlenmektedir. Bu maddeler kızarmaya direnci bakımından yeterli ısıl stabiliteye sahip olmasa da, pişirme, yüksek sıcaklıktaki işlemlerde ve damıtma işlemlerinde bir ingredient olarak gıdalarda kullanıma uygun bulunmuştur. Protein kaynaklı yağ taklitleri genellikle süt ürünlerinde, mayonezlerde, dondurulmuş tatlılarda ve margarinlerde kullanılmaktadır (Akoh 1998).

Bu yağ taklitlerinden biri olan Simplese[®] peynir altı suyu proteinlerinin mikropartikülasyon işlemi ile üretilmektedir. Simplese[®] 1990 yılında dondurulmuş tatlı ürünlerde, 1994 yılında yoğurt, peynir, dondurulmuş tatlılar, krem peynir ve ekşimiş süt kremalarında kullanımı için GRAS (21CFR 184.1498) olarak kabul edilmiştir. Simplese[®] fırınlanmış gıdalar, mayonez, margarin, soslar ve çorbalar gibi kızartma işlemi gerektirmeyen ürünlerde kullanıma uygundur. Simplese[®]'nin kalori değeri 4 kcal/g'dır. Ancak sulu ortamdaki jel formlarında kalori değeri düşmektedir. Örneğin %25 jel formu 1 kcal/g kalori vermektedir. Simplese[®] yüksek nemli gıdalarda yağ benzeri yağlılık sağlarken proteinler gibi aromanın maskelenmesine neden olmaktadır. Proteinlerin herhangi bir alerjik/antijenik özelliği olmaması ve biyolojik değerlerinin yüksek olması (Gershoff 1995) protein bazlı yağ taklitleri için önemli bir özelliktir.

Karbonhidrat Bazlı Yağ Taklitleri

Modifiye edilmiş nişasta ve dekstrinler gibi sindirilebilir karbonhidratlar 4 kcal/g enerji sağlarken sindirilemeyen kompleks karbonhidratlar çok az miktarda enerji sağlar. Birçok karbonhidrat gıdalarda jelleştirici veya koyulaştırıcı ajanlar olarak görev yapar. Gam, nişasta, pektin, selüloz ve diğer karbonhidrat ingredientler sulu gıdalarda yağın bazı özelliklerini karşılar. Bunlar aynı zamanda ağız hissi, tekstür ve opaklık sağlarlar (Giese 1996). Mısır şurupları, konsantre şuruplar ve yüksek fruktoz içeren mısır şurupları birçok yağsız veya yağı azaltılmış fırıncılık ürünlerinde su aktivitesini kontrol edebilmek için yağın yerine kullanılmıştır. Fruktooligosakkaritler kadar, sorbitol ve

maltitol gibi polialkollerde su aktivitesi kontrolü için kullanılabilir. Yağsız mayonezler stabilizatör olarak ksantan gam ve karragenan içerirler. Karbonhidrat bazlı yağ taklitleri kızartma için uygun değildir fakat kızartma ve fırınlama işlemlerinde kullanılabilir (Akoh 1998).

Gamlar stabilize edici ve jelleştirici ajan olarak ve % 0.1 – 0.5 konsantrasyonlarda viskoziteyi artırmak için yoğunlaştırıcı olarak kullanılan negatif yüklü yüksek moleküler ağırlıklı maddelerdir. Gamlar (ksantan, guar, lokust bean gam, karragenan, gamarabik ve pektin) soslarda, çorbalarda, süt ürünlerinde, fırınlanmış ürünlerde, mayonezlerde, şekerli kremalarda, tatlılarda, dondumalarda ve sığır etlerinde kullanılmıştır (Akoh 1998).

Çeşitli kaynaklardan, çeşitli tiplerde ve fonksiyonel özellikteki nişastalar ağızda kayganlık hissi gibi yağın duyuşal özelliklerini sağlamak amacıyla yağın yerine kullanılmıştır. Nişasta kaynakları yaygın olarak mısır, yüksek amilozlu mısır, buğday, patates, tapioka ve pirinçtir. Doğal nişasta bazen yağın yerine kullanılsa da, istenilen fonksiyonel ve duyuşal özellikleri sağlamak için asit veya enzimle hidrolize edilmiş, okside edilmiş, dekstrinleştirilmiş veya çapraz bağlanmış modifiye nişastalar yaygın şekilde kullanılmaktadır. Önjelatinize veya çözünür formda uygun olan nişastalar margarin, mayonez, sos, fırınlanmış ürünlerde ve et emülsiyonları gibi yüksek nemli gıdalarda iyi performans gösterirken, bisküvi veya kraker gibi düşük nemli gıdalarda iyi performans gösteremezler (Akoh 1998).

Maltodekstrin GRAS (21 CFR 184.1444) statüsünde olup tatlı olmayan doğal çeşitli zincir uzunluğundaki sakkarit polimerlerinin karışımıdır. Kuru olarak 4 kcal/g kaloriye sahiptir. Bunlar mısır veya patates nişastasından kısmi hidroliz ile üretilir. Yulaf, pirinç, buğday ve tapioka nişastalarından elde edilen maltodekstrinler GRAS olarak kabul edilmiştir. Maltodekstrinlerin hidroliz derecesine bağlı olan ortalama moleküler ağırlığı 1 dekstroş eşdeğerinden (DE) 20 DE'ne kadar değişmektedir. Maltodekstrinlerin moleküler ağırlığı ve DE fonksiyonel özelliklerini belirlemektedir. Maltodekstrinler margarin, imitasyon ekşi krema, mayonez, fırınlanmış ürün, sos, işlenmiş et ve dondurulmuş tatlı gibi ürünlerde yağın yerine katılaştırmak, viskozite sağlamak, suyu

bağlamak ve kontrol etmek ve ağızda yumuşaklık hissi sağlamak için kullanılırlar (Akoh 1998).

Polidekstroz glukoz, sorbitol ve sitrik veya fosforik asidin rasgele bağlanmış polimerleridir. Polidekstrozun sıvı veya toz, nötr veya asidik formları mevcuttur. Polidekstroz kısmen metabolize edilebilir ve 1 kcal/g kalori sağlar. Hacim sağlayan ajan, formülasyon yardımcısı ve tekstüre etkili madde olarak kabul edilen (21 CFR 172.841) polidekstroz, fırınlanmış ürünlerde ve karışımlar, sakız, şekerleme, dondurulmuş ürünler, mayonez, dondurulmuş sütlü tatlılar ve karışımlar, jelatinler, pudingler, sert ve yumuşak şekerler, meyveli ürünler ve tatlı sosları içeren gıdalarda kullanılmaktadır. Polidekstrozun müshil etkili olmasından dolayı, bu maddeyi belli düzeyden çok içeren gıdaların uyarıcı nitelikte etiketlenmesi gerekmektedir (Akoh 1998).

Bütün yulaf ve/veya mısır unundan elde edilen Oatrim kepek veya kabuğun nişasta içeren parçalarının kısmi enzimatik hidrolizi ile üretilmektedir. Oatrim %5 β -glukan içerir ve gıdalara kuru toz (4 kcal/g) veya hidratlaştırılmış jel (1 kcal/g) şeklinde katılabilir. Oatrim'in ağızda verdiği his sıradan trigliseritlerinkinin taklididir. Oatrim ısıl stabiliteye sahip olup yüksek sıcaklıklarda kısa süre işlem koşullarına ve damıtma işlemlerine dayanabilir, fakat kızartmaya uygun değildir (Anonymous 1996b). Oatrim süt ürünlerinde, şekerlemelerde, dondurulmuş tatlılarda, tahıllarda, fırınlanmış ürünlerde ve et ürünlerinde kullanılmaktadır (Akoh 1998).

Oatrim ile karıştırılmak üzere U.S. Dept. of Agriculture (USDA) tarafından geliştirilen Z-Trim (Z = 0 kalori) yulaf, soya, bezelye kabuklarının veya mısır veya buğday kepeğinin yüksek selülozlu kısmından elde edilen çözünmeyen sindirilmeyen bir lifdir. Z-Trim üretiminde kabuk veya kepek ilk önce gözenekli partiküllere işlenir, saflaştırıldıktan sonra kurutulur ve toz halinde öğütülür. Bu toz halindeki Z-Trim hidratlaştırılarak jel forma dönüştürülebilir. Z-Trim'in lifimsi yapısı ve su tutması gıdanın yoğunluk ve yumuşaklık kazanmasını sağlar. Z-Trim peynir, fırınlanmış ürünler ve kırmızı et köftesi gibi ürünlerde kullanılmaktadır. Z-Trim'in jel formu kızartılacak hamburgerlere uygundur fakat derin yağ kızartmalarına uygun değildir (Akoh 1998).

Selülozun gamlar ve pektin gibi diğer hidrokolloitler ile kombine edilmiş birkaç formu yağın yerine kullanılmıştır. Bitkisel orjinli olan selüloz bazlı yağ taklitleri mekanik öğütme, kimyasal depolimerizasyon, sulu mekanik parçalama ve kimyasal türevlendirme işlemleri ile elde edilir (Akoh 1998).

Toz halindeki selülozda GRAS statüsünde olup yağı azaltılmış soslarda gıdanın ağırlığını 3 – 10 kat artırır. Toz selüloz kızartılmış pasta hamuru kaplamalarında, kızartılmış kek lokmalarında ve fırınlanmış ürünlerin hacimlerinin artırılmasında yağın azaltılması etkisine sahiptir. Bu maddeler hava kabarcıklarını stabilize eder ve fırınlama sonrası çekmeyi (hacmin küçülmesi) en az seviyeye indirirler (Anonymous 1996b).

Mikrokristalize selüloz GRAS olarak kabul edilmiş olup kalori değeri olmayan bir karbonhidrat esaslı yağ taklididir. Bunlar sulu sistemlerde yağ taklit eder ve gıdalarda hacim artışına, ağız hissine katkıda bulunur, emülsiyonları ve köpük oluşumlarını stabilize eder, sineresizi kontrol eder, viskozite, parlaklık ve opaklık sağlarlar. Mayonez, dondurulmuş tatlılar, soslar ve süt ürünlerinde kullanılan uygulamaları vardır (Akoh 1998).

Metil selüloz (MS)/modifiye sebze gamları (GRAS, 21 CFR 182.1480) ve hidroksipropil metil selüloz (HPMS)/karbonhidrat gamları (gıda additif 21 CFR 172.874) yüzey aktif maddelerdir ve suyu bağlayabilir, film oluşturabilir ve ısıtma işlemi ile jel oluşturabilirler. MS ve HPMS fırınlanmış gıdalarda, dondurulmuş tatlılarda, kuru sos karışımlarında, akışkan sos ve salçalarda yağlılık, kayganlık, hava ve nem tutuculuk etkisi gösterirler (Anonymous 1996b).

2.1.3 Düşük yağlı fırıncılık ürünleri ve mayonez üretimleri ile ilgili araştırmalar

Yağ yerine Olestra kullanılarak yapılan bir araştırmada, 16 – 32g/gün Olestra kullanımı LDL kolestrolü %4 – 5 oranında (Mellies vd. 1983), başka bir araştırmada ise LDL kolestrolü % 16, trigliserit varlığını % 20 oranında (Mellies vd. 1985) düşürdüğü belirlenmiştir.

O'Brien vd. (2001) tarafından ekmeklerde yapılan bir araştırmada, yağ yerine jel formda inülin eklenen ekmekler, toz formda inülin eklenen örneklerden kontrol

örneğine kalite özellikleri bakımından daha çok benzediği belirlenmiştir. Yine bu araştırmaya göre, ekmek hamurunda %2.5 oranında jel inülin kullanımının, yağın özelliklerini oluşturmada etkili olduğu bildirilmektedir. Ekmek yapımında %2.5 – 5 oranında Simplese kullanılan örneklerde ise yüksek düzeyde su absorpsiyonu, düşük hamur hacmi ve ekmekte yüksek sertlik meydana geldiği belirlenmiştir.

Capriles vd. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, mısır çerezinde yağ yerine sulu karışımlar halinde inülin/oligosakkarit (1:1) ve modifiye nişasta kullanılan ürünlerin her ikisinde de nem değerleri kontrolden yüksek, hacimleri daha düşük ürünler elde edilmiştir.

Yapılan bir araştırmada karabuğday ununun (Kızgın buhar ile pişirilmiş) %20'lik jeli kek üretiminde, %20–40 ve 60 oranlarında yağ yerine kullanılmış ve bütün örneklerin özgül ağırlık, yapışkanlık ve esneklik değerleri kontrolden daha yüksek, hacimleri ise kontrolden düşük olduğu belirlenmiştir. Sertlik ve gamlılık değerlerinin ise yağ yerine %20 oranında kullanıldığında kontrole benzer, %40 ve 60 oranlarında kullanıldığında ise kontrolden yüksek olduğu belirlenmiştir (Min vd. 2010).

Muffin ve Madeira keklerinde yağ yerine farklı fonksiyonel bileşenler ve bunların karışımlarının kullanıldığı bir araştırmanın sonuç raporuna göre (Dwyer ve Gallagher 2001);

- i.** Muffin yapımında margarin içeriği $\frac{1}{4}$ oranına azaltılmış + %2.5 Beatrim Bakelo + %20 su ilave edilerek ve margarin içeriği % 75 azaltılarak üretilen örneklerin tam yağlı Muffin örneklerine benzer kalitede oldukları,
- ii.** Yağ içeriği $\frac{1}{2}$ oranında azaltılmış olan tatlı ve baharatlı pastaların üretiminde ise % 2.5oranında N-Lite D kullanımının kontrol örneğine benzer olduğu,
- iii.** Margarin içeriği $\frac{1}{4}$ oranına azaltılmış Madeira keklerinde %2.5 N-Lite D, %4 Beatrim Bakelo veya %6.5 Gelite kullanımının görünüş (iç–dış), renk ve kırıntı yapısı bakımından kabul edilebilir ve tüm kek örneklerinin duyuşal olarak uygun oldukları,
- iv.** Madeira keklerinde margarin içeriğinin $\frac{1}{2}$ oranında azaltılması ve yağ yerine %2.5 N-Lite D + %4 Ovalett veya %8 Beatrim Bakelo + %20 su veya %6.5 Gelite + %4

Ovalett + %5 Raftiline kullanılan örneklerinde de kalite bakımından uygun oldukları tespit edilmiştir.

Muffin keklerinde yapılan bir başka çalışmada, inülin toz ve jel formda %50-75-100 yağ yerine kullanılmış ve kontrole göre sertlik, yapışkanlık ve nem değerleri daha yüksek ve duyuşal açıdan kontrolden farklı ürünler elde edilmiştir (Zahn vd. 2010).

Kek üretiminde yağ yerine ksantan gam ve peynir altı suyu proteinleri karışımı kullanılan bir çalışmada, tekstürel ve reolojik özellikleri bakımından kontrole benzer sonuçlar elde edilmiş ancak bisküvi örneklerinde kontrole benzer sonuçlar bulunamamıştır (Laneuville vd. 2005).

Muffin keklerinde yağ yerine kakao lifi %25–50 ve 75 oranlarında kako lifi kullanılmış ve elde edilen örneklerin özgül ağırlığı ve nem içerikleri kontrolden daha yüksek, ürün yüksekliği, sertlik, esneklik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik değerleri ise kontrolden daha düşük bulunmuştur (Martínez-Cervera vd. 2011).

Kek üretiminde yağ yerine %20, 40 ve 60 oranlarında Oatrim kullanılan bir araştırmada, keklerin özgül ağırlıklarının ve kek hacimlerinin arttığı ve viskozitelerinin azaldığı rapor edilmiştir. Oatrim %20 oranında yağ yerine kullanımının kontrole benzer sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Lee 2005).

Forker vd. (2011) yaptıkları bir araştırmada, bisküvi formülasyonunda yağ yerine %30 ve 40 oranlarında mısır lifi, maltodekstrin ve Lupine ekstraktı kullanımının bisküvi hamurunun yoğunluğunu, bisküvilerin nem içeriklerini ve su aktivitesi değerlerini arttırdığını ve duyuşal analizlerde kontrolden farklılar olduğunu rapor etmişlerdir.

Bisküvi üretiminde yağ yerine farklı yağ taklitleri kullanılan bir çalışmada, yağ yerine kullanılan bu maddelerin (Slendid: pektin esaslı, Trim-Chjoice-5: beta glukan ve maltodekstrin karışımı, Kel-Lite BK: ksantan, guar, selüloz, arabik, dekstrin, lesitin, mono-digliserit, sodyum stearoil laktilat karışımı) formülasyondaki miktarının

artırılması ile ürünün nem içeriğinde artış, sıklık değerlerinde ise azalma belirlenmiştir (Conforti vd. 1997).

Basman vd. (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, bisküvi üretiminde yağ yerine sindirime dirençli nişasta ve lokust bean gam ayrı ayrı ve karışımları kullanılmış ve kontrol örneğine göre daha düşük yayılma oranına ve sertliğe sahip ürünler elde edilmiştir.

Seker vd. (2010) kayısı çekirdeği ununu bisküvi üretiminde yağ yerine %10, 20, 30 ve 40 oranlarında kullandıkları bir çalışmada, yağın azaltılmasına bağlı olarak artan kayısı çekirdeği ununun son üründe yayılma oranlarında azalmaya ve sertlik değerlerinde artışa neden olduğunu belirlemişlerdir.

Inglett vd. (1994) bisküvi üretiminde %50 oranında yağ yerine yulaf unundan elde edilen beta-glukan ve amilodekstrinin kullanımının kontrole benzediğini ancak daha yüksek oranlarda kullanımının ise ürünün kalitesini düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Zoulias vd. (2000) yaptıkları bir çalışma sonucunda, bisküvi üretiminde polidekstroz çözeltisinin yağ yerine %35 oranına kadar kullanımının uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Min vd. (2010) elma posasından elde ettikleri yüksek pektin içerikli lifleri bisküvi üretiminde %10, 20 ve 30 oranında yağ yerine kullandıkları bir çalışmada, yağ miktarının azaltılmasına bağlı olarak artan lif miktarı ile son ürünün yayılma oranlarının ve sertlik değerlerinin kontrolden düşük, nem içeriğinin ve kırılabilirliğinin kontrolden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Mayonez üretiminde %50 yağ yerine ksantan gam, turunçgil lifleri ve guar gam karışımının kullanımı ile mikro yapısı ve reolojik özellikleri kontrole benzer örnekler elde edilmiş (Su vd. 2010). Mun vd. (2009) mayonez üretiminde, yağ yerine %50 oranında modifiye pirinç nişastası ve ksantan gam kullanımı ile emülsiyon stabilitesi, reolojik ve mikro yapısı kontrole benzer ürünlerin üretilebileceğini rapor etmiştir.

Pektin ve peyniraltı suyu proteinlerinin mayonez formülasyonunda yağ yerine kullanıldığı bir araştırmada, elastik, viskoz ve kompleks modülüs değerleri kontrolden daha düşük değerlere sahip örnekler elde edilmiş olup bu ürünlerin tekstürel özellikler bakımından (sertlik, yoğunluk, kohesiflik ve vizkozite) yağ yerine kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir (Liu vd. 2007).

Beta glukanın mayonez üretiminde yağ yerine kullanıldığı bir çalışmada, %75 yağ yerine kullanımının sertlik ve kohesiflik değerlerinin kontrole benzer olduğu ancak reolojik özelliklerinin kontrolden uzak olduğu, %50 yağ yerine kullanımının sertlik ve kohesiflik değerlerinin ve reolojik özelliklerinin kontrolden uzak olduğu ve %25 yağ yerine kullanımının ise elastik ve viskoz modülüs değerlerinin kontrole benzer olduğu ancak tekstürel özelliklerinin kontrolden uzak olduğu rapor edilmiştir (Worrasinchai vd. 2006).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Tez kapsamında kullanılan bisküvilik un, buğday kepeği, bisküvilik yağ, şeker, yağsız süt tozu, tuz, sodyum bikarbonat ve amonyum bikarbonat Ülker A.Ş. (Türkiye)'den, portakal, ayçiçek yağı, yumurta ve sirke yerel marketten temin edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Bisküvilik un analizleri

Bisküvilik unda rutubet miktarı ICC Standard Method No: 110/1 (Anonymous 2002)'e, kül miktarı ICC Standard Method No: 104/1 (Anonymous 2002)'e, protein miktarı AACC Standard Method No: 46-12 (Anonymous 2000)'ye, yaş gluten ve kuru gluten miktarı ICC Standard Method No: 106/2 (Anonymous 2002)'ye, farinogram değerleri ICC Standard Method No: 115/1 (Anonymous 2002)'e göre belirlenmiştir.

3.2.2 Yağlarda yağ asitleri analizi

Yağ asidi metil esterlerinin hazırlanmasında, Anonymous (1987)'de belirtilen yöntem kullanılmıştır. Yağ örnekleri esterleştirildikten sonra, çalışma koşulları aşağıda verilen gaz kromatografisi cihazına enjekte edilmiş ve yağ asitleri bileşimine ait sonuçlar % metil esterleri olarak verilmiştir.

Gaz Kromatografisi	: Shimadzu GC-2010
Dedektör	: FID
Kolon	: Fused Silica Kapillar Kolon DB 23 (60 m x 0,25 mm ve 0,25 µ film kalınlığı)
Taşıyıcı Gaz	: He
Gaz akış Hızı	: 0.75 mL/dak
Split Oranı	: 1:80

Gaz Kromatografisindeki Kullanılan Sıcaklıklar

Enjeksiyon bloğu	: 230°C
Kolon	: 190°C
Dedektör	: 240°C

3.2.3 Bisküvilik yağın % katı yağ oranı (%KYO) içeriği

Bisküvi üretiminde kullanılan yağın %KYO içeriği AOCS Official Method Cd 16b-93'e (Anonymous 1989) göre belirlenmiştir. Ölçümler Maran SFC (Resonance Instrument Ltd., Witney, UK) NMR cihazı kullanılarak; 0, 10, 21.1, 33.3 ve 40.6°C sıcaklıklarda ve sabit frekansta (20 MHz) gerçekleştirilmiştir.

3.2.4 Bitkisel liflerin üretimi

Bitkisel artıkların yumuşatılması

Portakal kabukları soyulup suyu uzaklaştırıldıktan sonra, buğday kepeği ise doğrudan 80°C sıcaklıktaki saf su içine konulmuş, 48 saat bitkisel artıkların yumuşaması amacıyla bekletildikten sonra, saf su kullanılarak suyun koyu rengi giderilene kadar yıkanmıştır. Bu işlem sırasında ligninin yapıdan ayrıldığı tespit edilmiştir. Buradan elde edilen lifler bisküvi üretiminde yağ yerine kullanılmış olup LU (Lignini Uzaklaştırılmış) harfleri ile kodlanmıştır. Bu lifler mayonez üretiminde denenmiştir, ancak lif boyutu çok büyük olduğundan, mayonez üretimi için uygun olmadığına karar verilmiştir.

Kolloit değirmen ile boyut küçültme işlemi

Lignini uzaklaştırılmış lifler (LU), kolloit değirmende (IKA Magic Lab, Almanya) boyut küçültme işlemine tabi tutulmuştur. Bu amaçla lifler 10000–11000 dev/dakika dönüş hızına sahip koloit değirmenden 3 defa geçirilerek, boyutları kolloit çözelti oluşturacak şekilde küçültülmüştür. Buradan elde edilen lifler KD (Koloit Değirmen) harfleri ile kodlanmış ve hem bisküvi hem de mayonez üretiminde yağ yerine kullanılmıştır.

Mikro-akışkan cihazı ile boyut küçültme işlemi

Kolloit değirmen ile boyutu küçültülen KD lifleri, yüksek basınçlı mikro-akışkan cihazından geçirilmiştir. 14000–15000 psi basınç ile mikro kanallardan geçirilerek mikro-akışkan özellik kazanmış ve boyutları oldukça küçük hale getirilmiş olan bu lifler ise M (Mikro-akışkan) harfi ile kodlanmış ve hem bisküvi hem de mayonez üretiminde kullanılmıştır.

Her aşamanın sonrasında bitkisel lifler hidrolik pres kullanılarak, %10, 20 ve 30 oranında kuru madde içerecek şekilde suyundan arındırılmıştır. Kütlesinde %10, 20 ve 30 oranlarında lif içeren jel halindeki LU, KD ve M örnekleri farklı boyutlarda bitkisel lif içermekte olup bunların her biri %30, 20 ve 10 yağlı bisküvi üretiminde azalan yağ yerine jel halde kullanılarak, %40, 30, 20 ve 10 yağ içeren kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda KD ve M örnekleri %60 ve 40 yağlı mayonez üretiminde azalan yağ yerine tüm üründe %1.5, 2.5 ve 3.5 kuru lif içerecek şekilde kullanılarak %80 yağlı kontrol örneği ile kıyaslanmıştır.

Bisküvi üretiminde un miktarı, mayonez üretiminde ise toplam kütle dikkate alınarak yağ ve lif oranları verilmiştir.

3.2.5 Bitkisel liflerde toplam lif, selüloz, hemiselüloz ve lignin tayini

Bitkisel liflerin toplam lif içerikleri AOAC Official Method 985.29 (Anonymous 1998a)'a göre belirlenmiştir.

Bitkisel liflerin selüloz içeriği Kürschner ve Hoffner (1969) tarafından belirlenen yöntemle göre, Hemiselüloz miktarı TAPPI T03, lignin tayini TAPPI T222 metotlarına göre belirlenmiştir (Anonymous 1998b).

3.2.6 Bitkisel liflerde protein tayini

Bitkisel liflerin protein içeriği AOAC Official Method 920.87 (Anonymous 1998a)'a göre belirlenmiştir.

3.2.7 Bitkisel liflerde su tutma kapasitesi tayini

Bitkisel liflerin su tutma kapasitesi analizi McConnell vd. (1974) tarafından belirlenen santrifüj metodu ile belirlenmiştir.

3.2.8 Bitkisel liflerin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri

Dondurarak kurutulmuş olan bitkisel liflerin ve partiküllerin morfolojik yapıları ODTÜ Üniversitesi merkez laboratuvarında bulunan 1.2 nm çözünürlükteki taramalı elektron mikroskobu (SEM) (QUANTA 400F Field Emission) yardımıyla belirlenmiştir.

3.2.9 Bisküvi üretimi

Bisküvi formülasyonu ve pişirme işlemi AACC Method No 10.54 (Anonymous 2000) standardına göre yapılmıştır. Bisküvi formülasyonundaki yağ miktarı %25, 50 ve 75 oranlarında azaltılmış ve azalan yağın yerine farklı miktarlarda lifler eklenmiştir.

Standart olarak %40 yağ içeren kontrol örneğinin yağı %25, 50 ve 75 oranlarında azaltılarak %30, 20 ve 10 yağlı bisküvi hamurları elde edilmiş ve bu azaltılmış olan yağ yerine buğday kepeği ve portakalın iç kısmından üretilen %10, 20 ve 30 lif içeren ürün eklenmiştir. Bisküvi hamurları 205°C sıcaklıkta 11 dakika pişirildikten sonra, 30 dakika oda sıcaklığında soğutulmuş ve %30 nemli inkübatörde denge nemine gelene kadar (7 gün) bekletilmiştir.

Kontrol örneklerine ve lif içeren yağ azaltılmış bisküvilere ait formülasyonlar çizelge 3.1–3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Kontrol örneklerinin üretiminde kullanılan formülasyon

İçerik (g)	Kontrol 40	Kontrol 30	Kontrol 20	Kontrol 10
Şeker	33.6	33.6	33.6	33.6
Yağsız süt tozu	0.8	0.8	0.8	0.8
Tuz	1.0	1.0	1.0	1.0
Amonyum bikarbonat	0.4	0.4	0.4	0.4
Sodyum bikarbonat	0.8	0.8	0.8	0.8
Un	80.0	80.0	80.0	80.0
Yağ	32.0	24.0	16.0	8.0
Su	18.4	18.4	18.4	18.4

Çizelge 3.2 Buğday kepeği ve portakal lifleri ile yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerinin yağ ve lif içerikleri

	%10 kuru maddeli lif			%20 kuru maddeli lif			%30 kuru maddeli lif		
	K10-30LU	K10-20LU	K10-10LU	K20-30LU	K20-20LU	K20-10LU	K30-30LU	K30-20LU	K30-10LU
	P10-30LU	P10-20LU	P10-10LU	P20-30LU	P20-20LU	P20-10LU	P30-30LU	P30-20LU	P30-10LU
	K10-30KD	K10-20KD	K10-10KD	K20-30KD	K20-20KD	K20-10KD	K30-30KD	K30-20KD	K30-10KD
	P10-30KD	P10-20KD	P10-10KD	P20-30KD	P20-20KD	P20-10KD	P30-30KD	P30-20KD	P30-10KD
	K10-30M	K10-20M	K10-10M	K20-30M	K20-20M	K20-10M	K30-30M	K30-20M	K30-10M
	P10-30M	P10-20M	P10-10M	P20-30M	P20-20M	P20-10M	P30-30M	P30-20M	P30-10M
Şeker (g)	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
Yağsız süt tozu (g)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Tuz (g)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Amonyum bikarbonat (g)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Sodyum bikarbonat (g)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Un (g)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
Su (g)	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4
Yağ (g)	24.0	16.0	8.0	24.0	16.0	8.0	24.0	16.0	8.0
Yağ (%)	30	20	10	30	20	10	30	20	10
Lif sulu (g)	8.0	16.0	24.0	8.0	16.0	24.0	8.0	16.0	24.0
Lif oranı (%)	1	2	3	2	4	6	3	6	9

K10: %10 kuru maddeli Kepek, P10: %10 kuru maddeli Portakal içi, 30LU: Lignini uzaklaştırılmış lif kullanılan %30 yağlı bisküvi hamuru, 30KD: Kolloit değirmenden elde edilen lif kullanılan %30 yağlı bisküvi hamuru, 30M: Mikro-akışkan cihazından elde edilen lif kullanılan %30 yağlı bisküvi hamuru

3.2.10 Bisküvi hamurlarının tekstürel ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi

Bisküvi hamurlarının tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde TA.XTplus Texture Analyzer (İngiltere) cihazı kullanılmıştır. Hamurların sertlik ölçümleri 6mm (P/6) silindirik prob kullanılarak 3.0 mm/saniye test hızında 20 mm derinliğe kadar yapılmıştır.

Bisküvi hamurlarının reolojik özelliklerinin belirlenmesinde ise frekans taramalı TA.AR 2000 EX reometresi kullanılmıştır. Reolojik özelliklerden elastik (G') ve viskoz (G'') modülüs değerleri $20\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta uygulanan frekansın bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Ölçümler 20 mm yarıçapında paslanmaz çelik düz başlık kullanılarak 2 mm kalınlıktaki örnekte yapılmıştır.

Ayrıca bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri creep testi yapılarak belirlenmiştir. Bu test 20 Pa kayma gerilimi altında, $20\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta, 20 mm yarıçapında paslanmaz çelik düz başlık kullanılarak 2 mm kalınlıktaki örnekte yapılmıştır.

3.2.11 Bisküvi örneklerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi

Bisküvi örneklerinin kırılma ve sertlik ölçümleri TA.XTplus Texture Analyzer cihazı kullanılarak yapılmıştır. HDP/3PB 3-Point Bending Rig probu kullanılarak yapılan ölçümlerde 0.5 mm/saniye test hızı kullanılmıştır.

3.2.12 Bisküvilerde nem ve su aktivitesi analizi

Örneklerin nem içeriklerinin belirlenmesinde TAPPI T264 metodu kullanılmıştır (Anonymous 1998b).

Örneklerin su aktiviteleri, su aktivitesi ölçüm cihazı (AquaLab 3TE, Decagon, ABD) kullanılarak ölçülmüş ve tüm bisküvi örneklerinde su aktivitesi değeri 0.49–0.50 aralığında tespit edilmiştir.

3.2.13 Bisküvi örneklerinin yayılma oranlarının hesaplanması

Bisküvi örneklerinin yayılma oranlarının hesaplanmasında AACC Method No 10.54 (Anonymous 2000) metodundan yararlanılmış ve bisküvi örneklerinin genişlik/kalınlık oranı yayılma oranı olarak hesaplanmıştır.

3.2.14 Mayonez üretimi

Mayonez üretiminde Mun vd. (2009) tarafından kullanılan metot modifiye edilerek kullanılmış ve emülsiyonun oluşturulmasında Ultra-Turrax (1. kademe) (IKA, Almanya) kullanılmıştır. Yağ yerine %25 ve 50 oranında farklı miktarlarda ve boyutlarda lifler kullanılmıştır. Standart olarak %80 yağ içeren kontrol örneğinin yağı azaltılarak, yağ yerine buğday kepeği ve portakalın iç kısmından üretilen KD ve M lifleri kullanılarak, %60 ve 40 yağlı mayonezler üretilmiştir. Mayonez örneklerine ait formülasyon çizelge 3.3'de verilmiştir. Sonuç olarak %1.5, 2.5 ve 3.5 lif içeren %40 ve 60 yağlı mayonezler üretilmiştir.

Çizelge 3.3 Buğday kepeği ve portakal lifleri ile yağı azaltılarak yapılan mayonezlerin içerikleri, %

İçerik (%)	Kontrol	KDK1.5-60	KDK1.5-40	KDK2.5-60	KDK2.5-40	KDK3.5-60	KDK3.5-40
		MK1.5-60 KDP1.5-60 MP1.5-60	MK1.5-40 KDP1.5-40 MP1.5-40	MK2.5-60 KDP2.5-60 MP2.5-60	MK2.5-40 KDP2.5-40 MP2.5-40	MK3.5-60 KDP3.5-60 MP3.5-60	MK3.5-40 KDP3.5-40 MP3.5-40
Yumurta Sarısı	10	10	10	10	10	10	10
Tuz	1	1	1	1	1	1	1
Sirke	7	7	7	7	7	7	7
Şeker	2	2	2	2	2	2	2
Yağ	80	60	40	60	40	60	40
Su	0	17	37	15	35	13	33
Lif	0	1.5	1.5	2.5	2.5	3.5	3.5

KDK: Kolloit'den geçirilmiş kepek, MK: Mikro-akışkan cihazından geçirilmiş kepek, KDP: Kolloit'den geçirilmiş portakal içi, MP: Mikro-akışkan cihazından geçirilmiş portakal içi, 1.5, 2.5, 3.5: lif oranı, 40-60: yağ oranı

3.2.15 Mayonezlerin tekstürel ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi

Mayonez örneklerinin sertlik, yoğunluk ve kohesiflik özellikleri “back extrusion” metodu ile XTplus Texture Analyzer cihazı kullanılarak belirlenmiştir. P/25L probu kullanılan analizde test hızı 1mm/saniye olarak belirlenmiş ve 15 mm derinliğe kadar ölçüm yapılmıştır.

Mayonezlerin reolojik özellikleri frekans taramalı bir reometre (TA.AR2000 EX, TA Instruments) yardımıyla belirlenmiştir. Bu yöntemle, hazırlanan örneklerin zamana karşı akış davranışları (viskozite ve kayma gerinimi) belirlenmiş ve G' – G'' değerleri her bir örnek için uygulanan frekansın bir fonksiyonu olarak ölçülmüştür. Testlerde sıcaklık 10°C'da sabit tutulmuş ve 40 mm çaplı akrilik başlık kullanılmıştır.

3.2.16 Mayonezlerin emülsiyon stabilitesi ölçümleri

Mayonezlerin santrifüj kuvveti altında emülsiyon stabilitesini incelemek amacıyla LUMiSizer (L.U.M. GmbH, Almanya) dispersiyon analiz cihazı kullanılmıştır. Hazırlanan mayonezler 1 saat 40°C sıcaklıkta bekletildikten sonra santrifüj tüplerine bir şırınga yardımıyla doldurulmuş ve 3500 devir/dak hızında 40 ± 1 °C sıcaklıkta santrifüj edilerek, emülsiyonların ışık geçirgenliğinin (intensity) zamana karşı değişimi gözlenmiştir.

3.2.17 Mayonezlerin ışık mikroskobu ile damlacık boyutu dağılımının belirlenmesi

Mayonezlerin emülsiyon yapısını gözlemlmek amacıyla Leica DM3000 (Leica Microsystems, Almanya) ışık mikroskobu kullanılmıştır. Hazırlanan her bir mayonez örneği (5µL) 20 kat büyütme özelliğine sahip mercekle kullanılarak ışık altında incelenmiş ve damlacıkların birbirleriyle ve dış faz ile olan etkileşimleri gözlenmiştir.

3.2.18 Mayonezlerin Hunter renk degerleri

Mayonez örneklerin renk ölçümleri Konica Minolta marka CR 400 Model (Japonya) renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

3.2.19 İstatistik analiz

Bisküvi ve mayonez örneklerinden elde edilen analiz verilerinin değerlendirilmesi SPSS (ver.16.0, SPSS Inc., Chicago, IL) programı kullanılarak yapılmış ve bulguların ortalama±standart sapma değerleri verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Buğday kepeği ve portakaldan elde edilen farklı boyutlardaki bitkisel lifler kullanılarak %25, %50 ve %75 oranında yağı azaltılmış bisküvi ve %25 ve %50 oranında yağı azaltılmış mayonez üretimi yapılmıştır. Ürünlerin tekstürel ve reolojik analizleri başta olmak üzere, yöntem kısmında verilen analizler yapılmış ve bulgular kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır.

4.1 Ürünlerde Kullanılan Hammaddelere Ait Araştırma Bulguları

4.1.1 Bisküvilik unun özellikleri

Bisküvi üretiminde kullanılan bisküvilik unun bazı kimyasal, fizikokimyasal ve reolojik özellikleri çizelge 4.1’de verilmiştir. Bisküvi üretiminde kullanılan unun kimyasal analizleri sonucunda, protein içeriği %8.7, kül içeriği %0.47, yaş gluten miktarı %21.56, kuru gluten miktarı %7.08 belirlenmiş olup, farinogramdan su absorpsiyonunun %53.6, gelişme süresinin 1.4 dakika, stabil kalma süresinin 2.3 dakika ve yumuşama derecesinin 104 BU olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 Bisküvilik unun bazı kimyasal, fizikokimyasal ve reolojik özellikleri

Analizler	Bisküvilik un, %
Rutubet Miktarı	12.1
Kül Miktarı (KM’de)	0.47
Protein Miktarı (KM’de)	8.7
Yaş gluten miktarı	21.56
Kuru gluten miktarı	7.08
Gluten indeks değeri	89.95
Farinogram Değerleri	
Su absorpsiyonu	53.6
Gelişme süresi (dakika)	1.4
Stabilite (dakika)	2.3
Yumuşama derecesi (BU)	104

BU: Brebender birimi

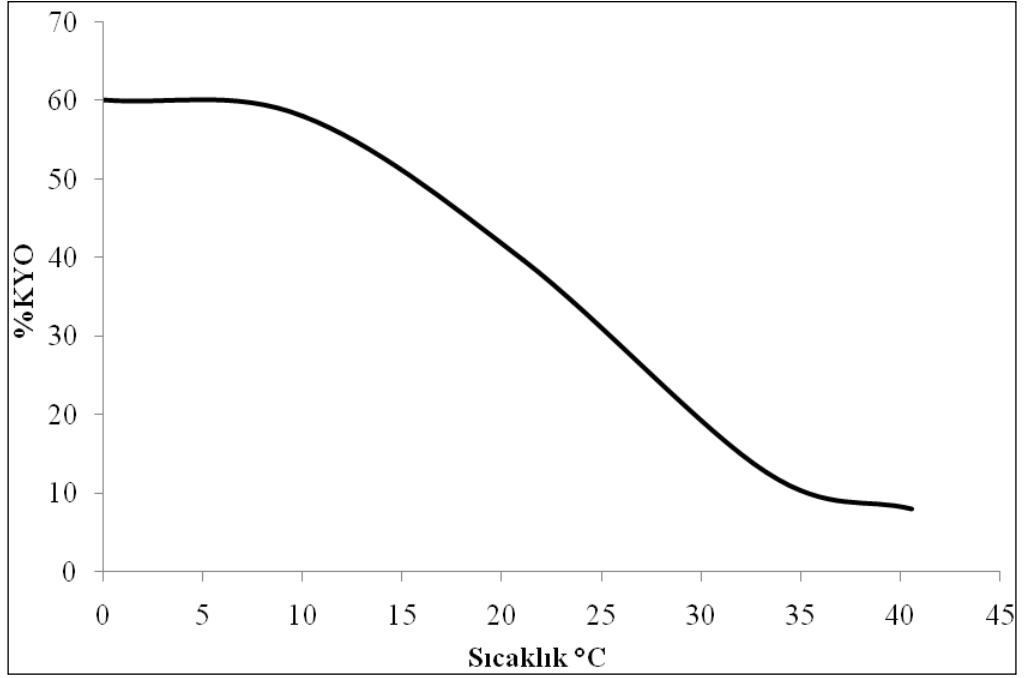
4.1.2 Bisküvilik yağın ve ayçiçek yağının özellikleri

Bisküvi formülasyonunda kullanılan bisküvilik yağın ve mayonez formülasyonunda kullanılan ayçiçek yağının yağ asitleri içeriği çizelge 4.2’de verilmiştir. Bisküvi üretiminde kullanılan yağın ana bileşenleri %46.81±0.505 palmitik asit, %36.57±0.125 oleik asit ve %9.53±0.088 linoleik asittir. Mayonez üretiminde kullanılan ayçiçek yağında ise ana bileşen %63.30±0.782 linoleik asit ve %25.13±0.251 oleik asittir.

Şekil 4.1’de verilen bisküvilik yağın katı yağ oranına bakıldığında 0°C’da yaklaşık %60 olan katı yağ oranının 40.6°C’da %10’a düştüğü görülmektedir.

Çizelge 4.2 Kullanılan yağların yağ asidi bileşimi, %

Yağ Asitleri	Bisküvilik Yağ	Ayçiçek Yağı
10:0	0.02±0.002	-
12:0	0.25±0.011	-
14:0	1.08±0.032	0.06±0.002
14:1	0.04±0.003	-
16:0	46.81±0.505	6.77±0.122
16:1	0.54±0.022	0.036±0.005
17:0	0.08±0.004	0.03±0.007
18:0	4.52±0.055	0.07±0.001
18:1	36.57±0.125	25.13±0.251
18:2	9.53±0.088	63.30±0.782
18:3	0.23±0.012	0.25±0.012
20:0	0.26±0.010	0.18±0.009
20:1	0.07±0.003	0.12±0.008



Şekil 4.1 Bisküvilik yağın katı yağ oranı (KYO) grafiği, %

4.1.3 Bitkisel liflerin protein, toplam lif, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri

Buğday kepeği ve portakalın iç kısmından elde edilen bitkisel liflerin %protein, toplam lif, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere, sıcak su ile yumuşatma işlemi ve boyut küçültme işlemleri sonucunda elde edilen liflerde, protein içeriği buğday kepeği lifinde %9.6–9.8, portakal lifinde %2.6–2.7, toplam lif içeriği buğday kepeği lifinde %40.2–40.5, portakal lifinde %60.2–61.1, selüloz içeriği buğday kepeği lifinde %31.2–31.6, portakal lifinde %11.3–11.5, hemiselüloz içeriği buğday kepeği lifinde %0.30–0.31, portakal lifinde %0.20–0.21, lignin içeriği buğday kepeğinde %0.29–0.30, portakal lifinde ise %0.19–0.20 olarak belirlenmiştir.

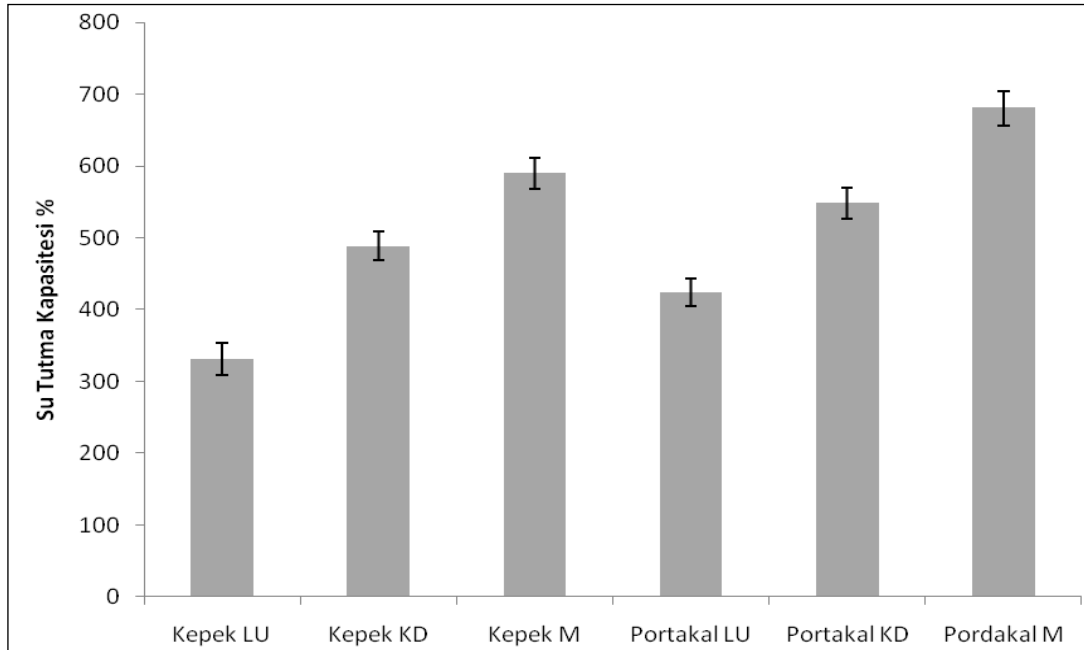
Portakal lifinin toplam lif miktarından selüloz, hemiselüloz ve lignin miktarı çıkarılarak yaklaşık %48.9–49.6 oranlarında pektin içerdiği kabul edilmiştir.

Çizelge 4.3 Üretilen bitkisel liflerin protein, toplam lif, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri, %

Örnek	Protein	Toplam lif	Selüloz	Hemiselüloz	Lignin
LU buğday kepeği lifi	9.8±0.08	40.2±0.89	35.2±0.82	0.31±0.015	0.30±0.025
KD buğday kepeği lifi	9.8±0.03	40.5±0.48	35.4±0.90	0.31±0.011	0.30±0.018
M buğday kepeği lifi	9.6±0.06	40.5±0.59	35.6±0.85	0.30±0.021	0.29±0.026
LU portakal lifi	2.7±0.03	60.2±0.95	11.3±0.87	0.21±0.020	0.20±0.021
KD portakal lifi	2.6±0.06	60.4±0.82	11.4±0.99	0.20±0.015	0.19±0.011
M portakal lifi	2.6±0.05	61.1±0.88	11.5±0.92	0.20±0.012	0.19±0.021

4.1.4 Bitkisel liflerin su tutma kapasitesi

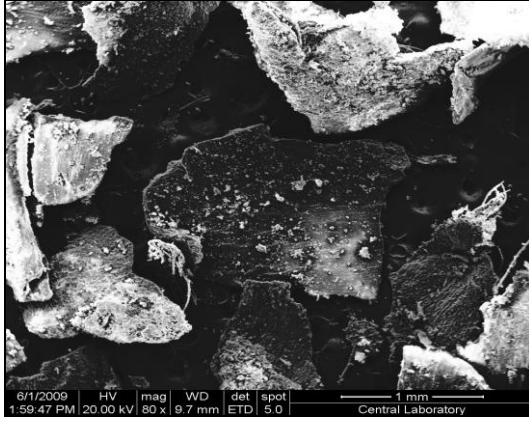
Elde edilen bitkisel liflerin su tutma kapasiteleri şekil 4.2’de verilmiştir. Liflerin su tutma kapasiteleri öğütme derecesine bağlı olarak artmıştır. En yüksek su tutma kapasitesine sahip olan lifler mikro-akışkan cihazından elde edilen M lifleridir (Kepek lifi %589±21.8-Portakal lifi %681±24.2) ve en az su tutma kapasitesine sahip lifler lignini uzaklaştırılmış öğütülmemiş olan LU lifleridir (Kepek lifi %331±22.3-Portakal lifi %425±19.1). KD lifleri (Kepek lifi %480±20.3-Portakal lifi %525±20.1) ise LU liflerinden yüksek, M liflerinden düşük su tutma kapasitesine sahiptir. Portakal liflerinin kepek liflerinden daha yüksek su tutma kapasitelerine sahip olduğu anlaşılmıştır.



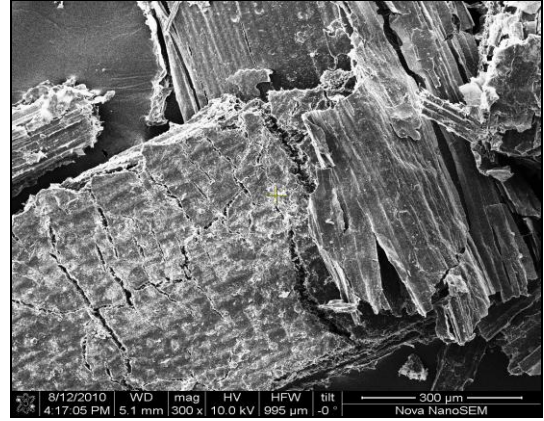
Şekil 4.2 Bitkisel liflerin su tutma kapasiteleri

4.1.5 Bitkisel liflerin elektron mikroskobu görüntüleri

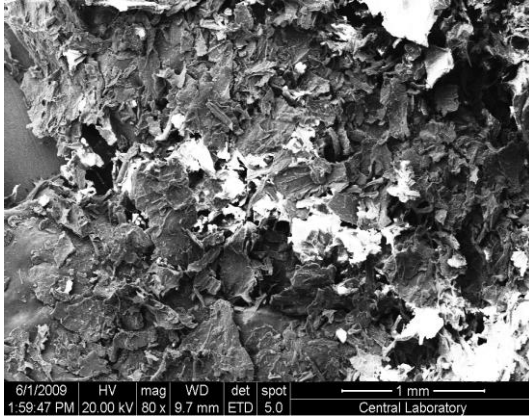
Şekil 4.3'de buğday kepeği ve portakal liflerinin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri verilmiştir. Elde edilen lifler dondurularak kurutulduktan sonra elektron mikroskobunda incelenmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere ham madde öğütme işlemi ile lifsi yapı kazanmış ve bunun sonucunda liflerin su tutma kapasiteleri artmıştır.



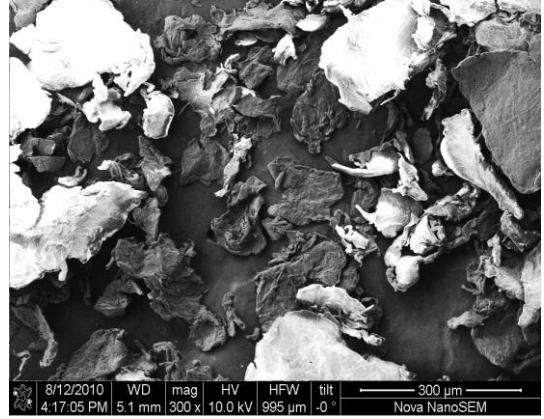
LU kepek



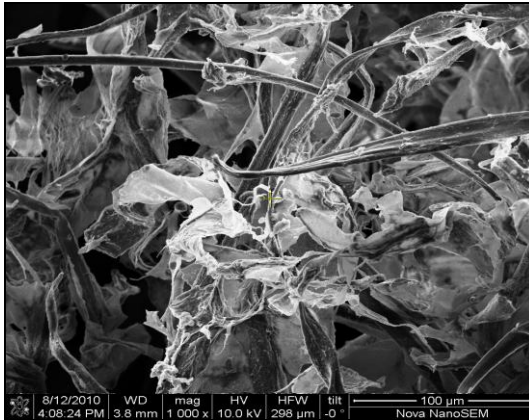
LU portakal



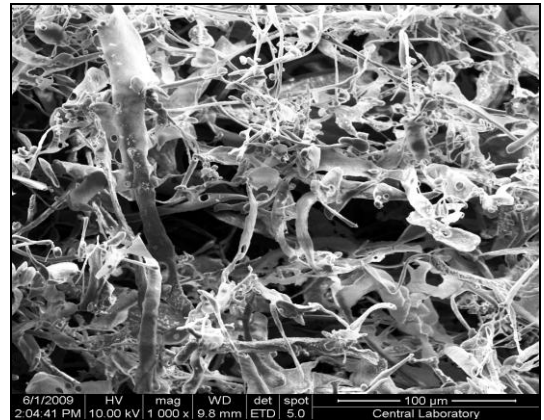
KD kepek



KD portakal



M kepek



M portakal

Şekil 4.3 Bitkisel liflerin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri

4.2 Buğday Kepeği Lifi Kullanılarak Üretilen Düşük Yağlı Bisküvi ve Mayonez Örneklerine Ait Araştırma Bulguları

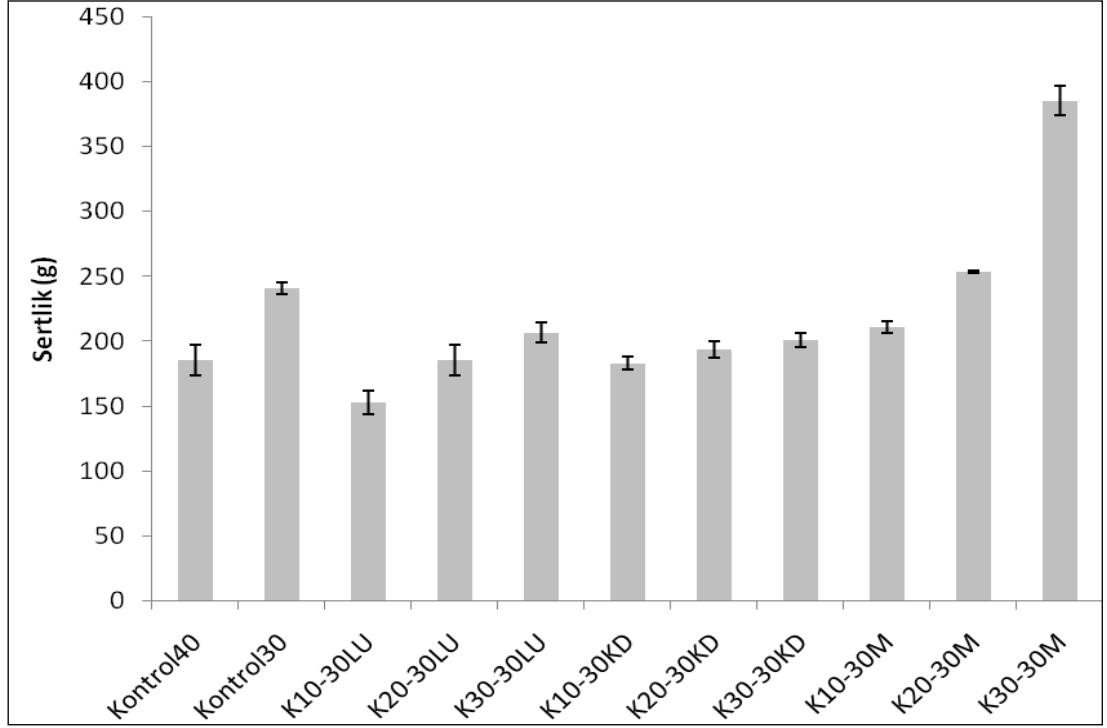
4.2.1 Buğday kepeği lifi içeren bisküvi hamurlarının sertlik değerleri

Yağ yerine buğday kepeği lifi kullanılan bisküvi hamurlarına uygulanan tekstürel analizlerde elde edilen sertlik değerlerine ait sonuçlar şekil 4.4–4.6’da verilmiştir.

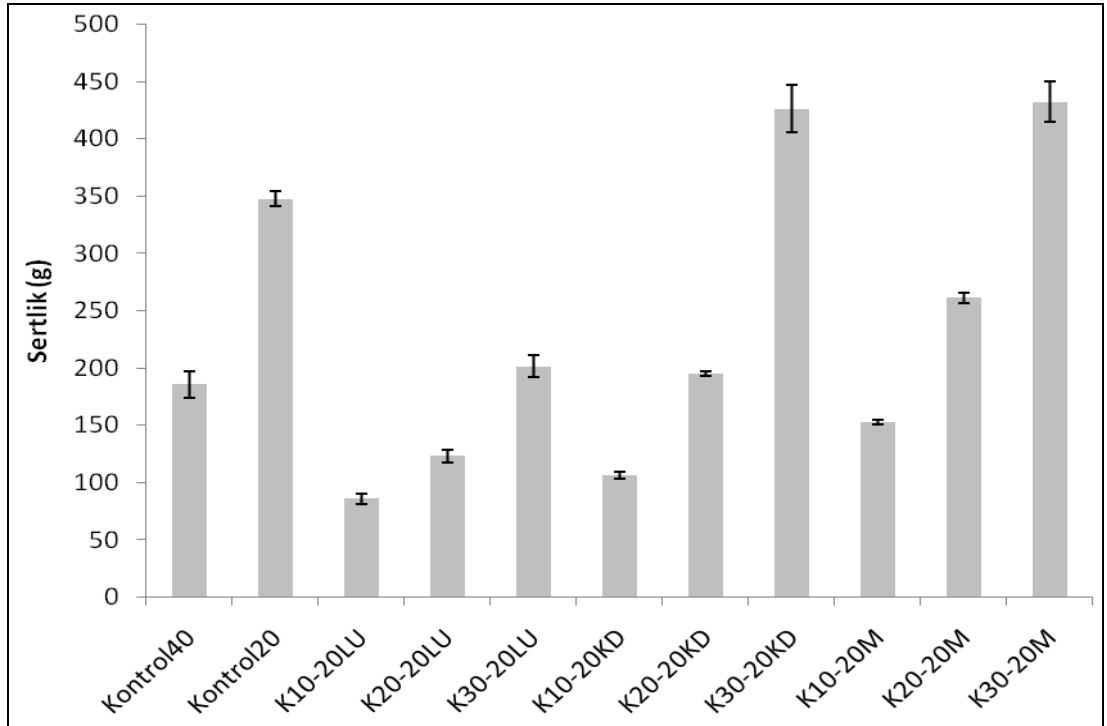
Bisküvi hamuru formülasyonunda yağ miktarının azaltılması sonucunda, hamurların sertlik değerleri yaklaşık 2.5 kat artmıştır. Yağ oranı %40 olan kontrol 40 örneğinin sertliği 185.44 ± 11.64 g, %30 yağ içeren kontrol 30 örneğinin sertliği 240.77 ± 4.68 g, %20 yağ içeren kontrol 20 örneğinin sertliği 347.68 ± 6.60 g ve %10 yağ içeren kontrol 10 örneğinin sertliği 458.84 ± 21.99 g olarak belirlenmiştir.

%30 yağlı hamur örneklerinden K20-30LU (185.40 ± 11.63 g) ve K20-30KD (183.73 ± 6.63 g) örnekleri (Şekil 4.4), %20 yağ içeren K30-20LU (201.38 ± 9.63 g) ve K20-20KD (190.03 ± 12.24 g) örnekleri (Şekil 4.5) ve %10 yağ içeren K20-10KD (195.93 ± 2.38 g) örneği (Şekil 4.6), %40 yağ içeren kontrol 40 (185.44 ± 11.64 g) örneğine benzer sertlik değerlerine sahiptir.

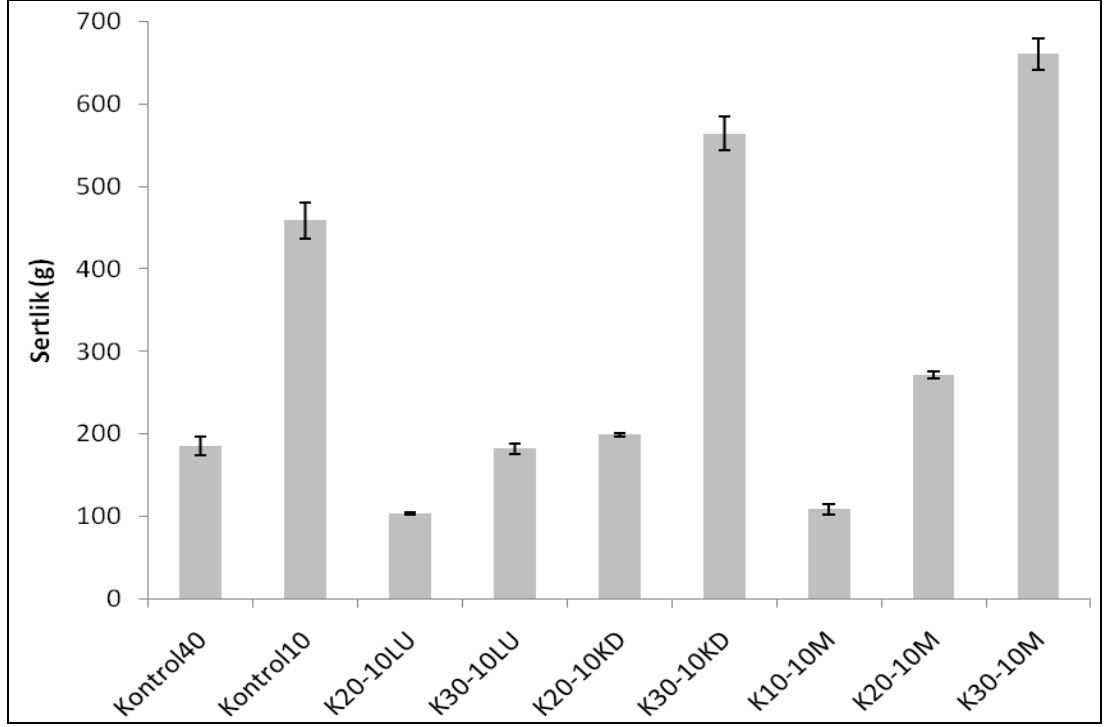
Analiz edilen hamurlar arasında en yumuşak hamur örneğinin K10-20LU (85.78 ± 4.39 g), en sert hamur örneğinin ise K30-10M (658.73 ± 19.15 g) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.4 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri



Şekil 4.5 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri



Şekil 4.6 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri

Kuru madde içeriği %10 olan jel haldeki liflerin kullanımında (K10), yağ miktarındaki azalmaya bağlı olarak lif miktarının artırılması ile hamurların sertlik değerlerinde azalma hatta hamurun cıvık olması (K10-10LU ve K10-10KD) sonucu analiz edilememiştir. Bu durum, azalan yağ miktarına karşı su miktarındaki artış ve bu artan suyun lifler tarafından tutulmaması ile açıklanabilir. LU liflerinin kullanımında yağın azaltılmasından kaynaklanan hamur sertliğindeki artışın %10, 20 ve 30 kuru madde içeren jelin kullanımı ile giderildiği gözlenmiştir. KD liflerinin kullanımında ise %10 ve 20 kuru maddeli jel kullanımı ile yağın azaltılmasından kaynaklanan sertliğin giderildiği ancak %30 kuru maddeli jelin kullanımı ile özellikle %20 ve 10 yağlı örneklerin yağı azaltılmış kontrol örneklerinden daha sert olduğu belirlenmiştir. M liflerinin kullanımı ile elde edilen hamurların çok sert olduğu gözlenmiştir. Hamur sertliğinde meydana gelen bu artış, ortamdaki suyun lif tarafından tutulması ve yeterli suyun ortamda bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Liflerin boyutunun azaltılması ile hamurun sertliği ters orantılı olup, yağ yerine kullanılan liflerin boyutu küçüldükçe elde edilen hamurların sertliği artmıştır. Bu durum, lifin boyutundaki azalma ile daha çok su tutmasından kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde, aynı yağ oranında ancak farklı kuru

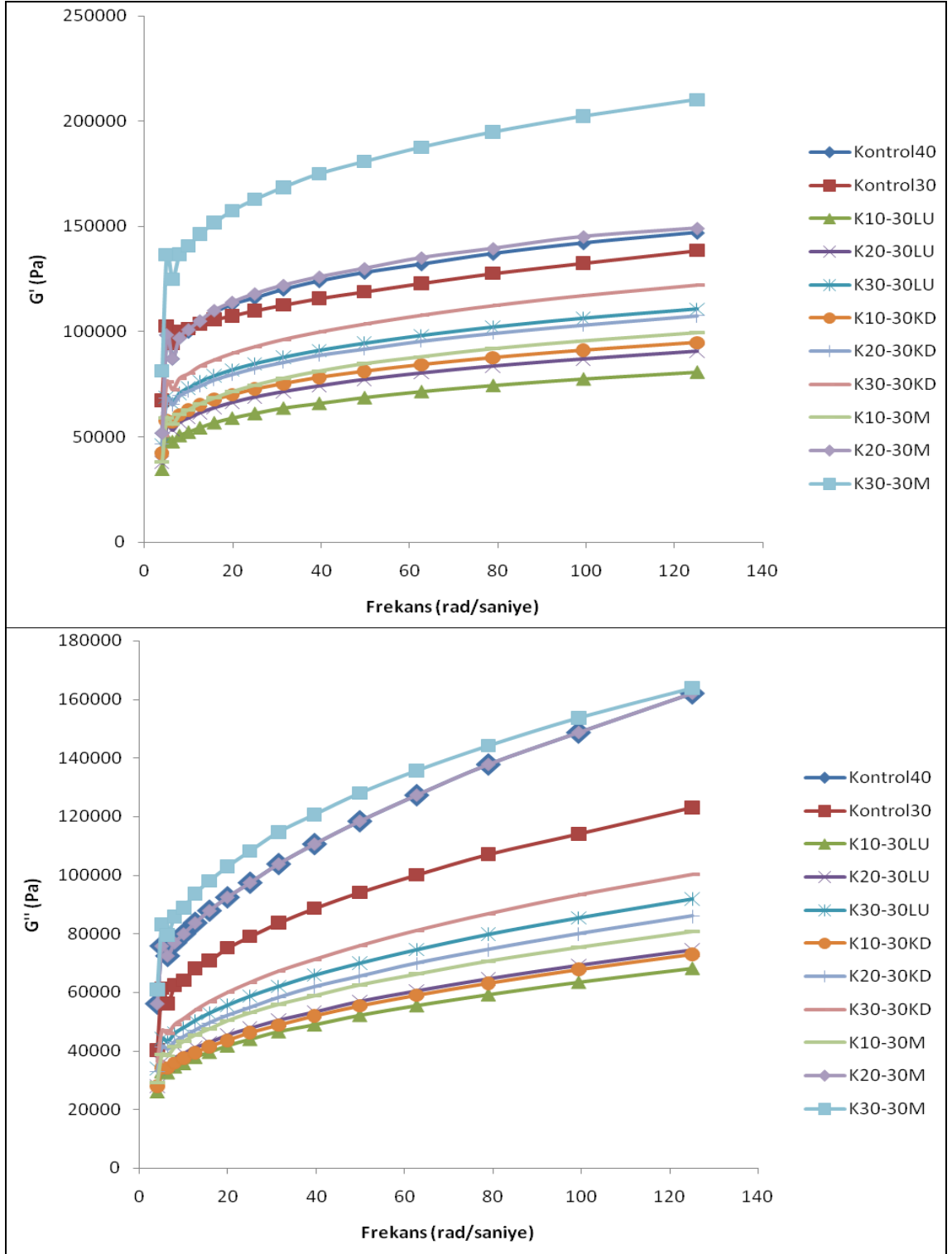
maddeli jel kullanılan hamurlarda da jelin kuru madde içeriği arttıkça sertlik değerleri artmıştır.

4.2.2 Buğday kepeği lifi içeren bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri

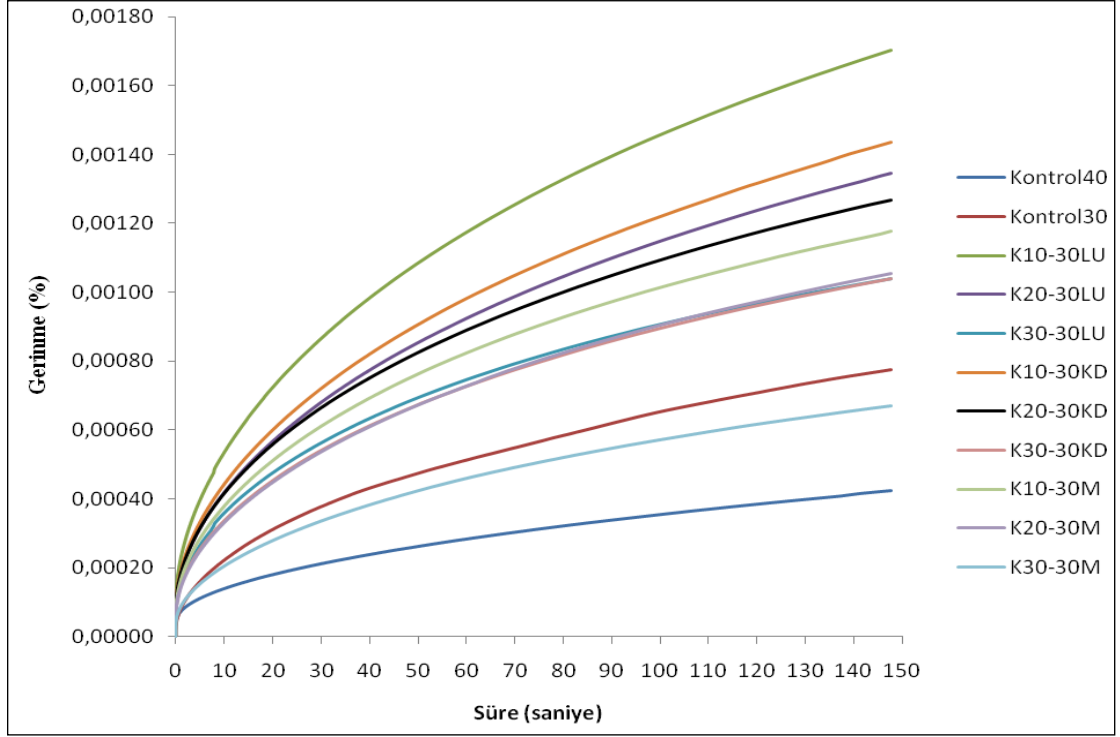
%30 yağlı bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri

Bisküvi formülasyonunda yağ miktarının azaltılması ile daha düşük G' ve G'' değerlerine sahip hamurlar elde edilmiştir. Bu durum %20 kuru maddeli M liflerinin kullanımı ile giderilmiş ve kontrol örneğine benzer hamur elde edilmiştir. Ayrıca kullanılan liflerin boyutları azaldıkça ve kuru madde içeriği arttıkça daha yüksek G' ve G'' değerlerine sahip hamurlar elde edilmiştir (Şekil 4.7).

Kontrol örneğinin yağ içeriği %30'a düşürüldüğünde, hamurun sürünmeye karşı gösterdiği gerinme değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu durum eksilen yağ yerine buğday kepeği lifi kullanımı ile giderilmiş ve kontrol 40 örneğine en yakın sonuç K30-30M örneğinden elde edilmiştir. Hamurların sürünme özellikleri, hamur formülasyonundaki liflerin boyutu azaldıkça kontrol örneğine yakınlaşmış, lifin kuru madde içeriği azaldıkça kontrol örneğinden uzaklaşmıştır (Şekil 4.8).



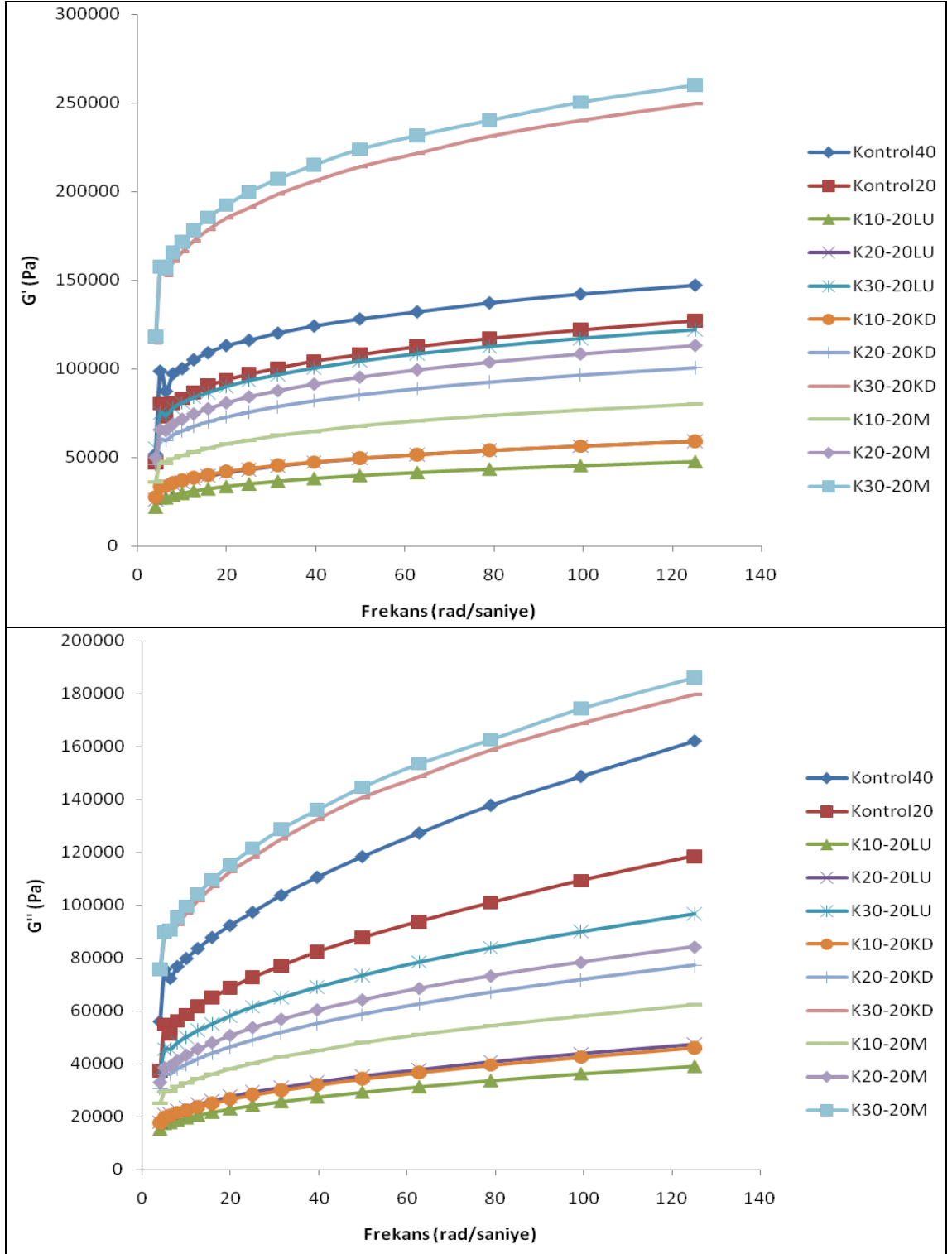
Şekil 4.7 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G'' değerleri



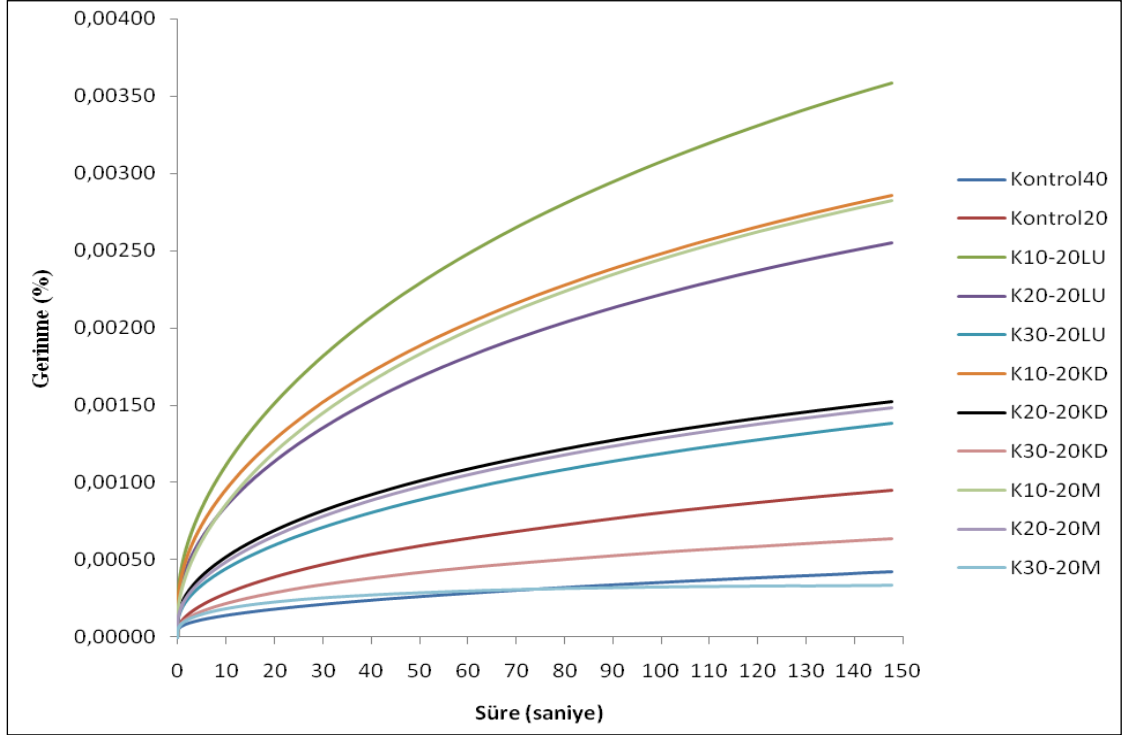
Şekil 4.8 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri

%20 yağlı bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri

Şekil 4.9’da görüldüğü gibi bisküvi hamuru formülasyonunda yağ miktarının yarı yarıya azaltılması ile G' ve G'' değerleri azalmıştır. Azalan G' ve G'' değerleri %30 kuru maddeli KD ve M liflerinin kullanımı ile giderilmiş olsa da bu örneklerdeki G' ve G'' değerleri kontrol örneğinden oldukça yüksek çıkmıştır. Yağ yerine büyük boyutlu ve düşük kuru maddeli lif kullanımı ile kontrol örneğinden çok düşük G' ve G'' değerlerine sahip hamurlar elde edilmiştir.



Şekil 4.9 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G'' değerleri

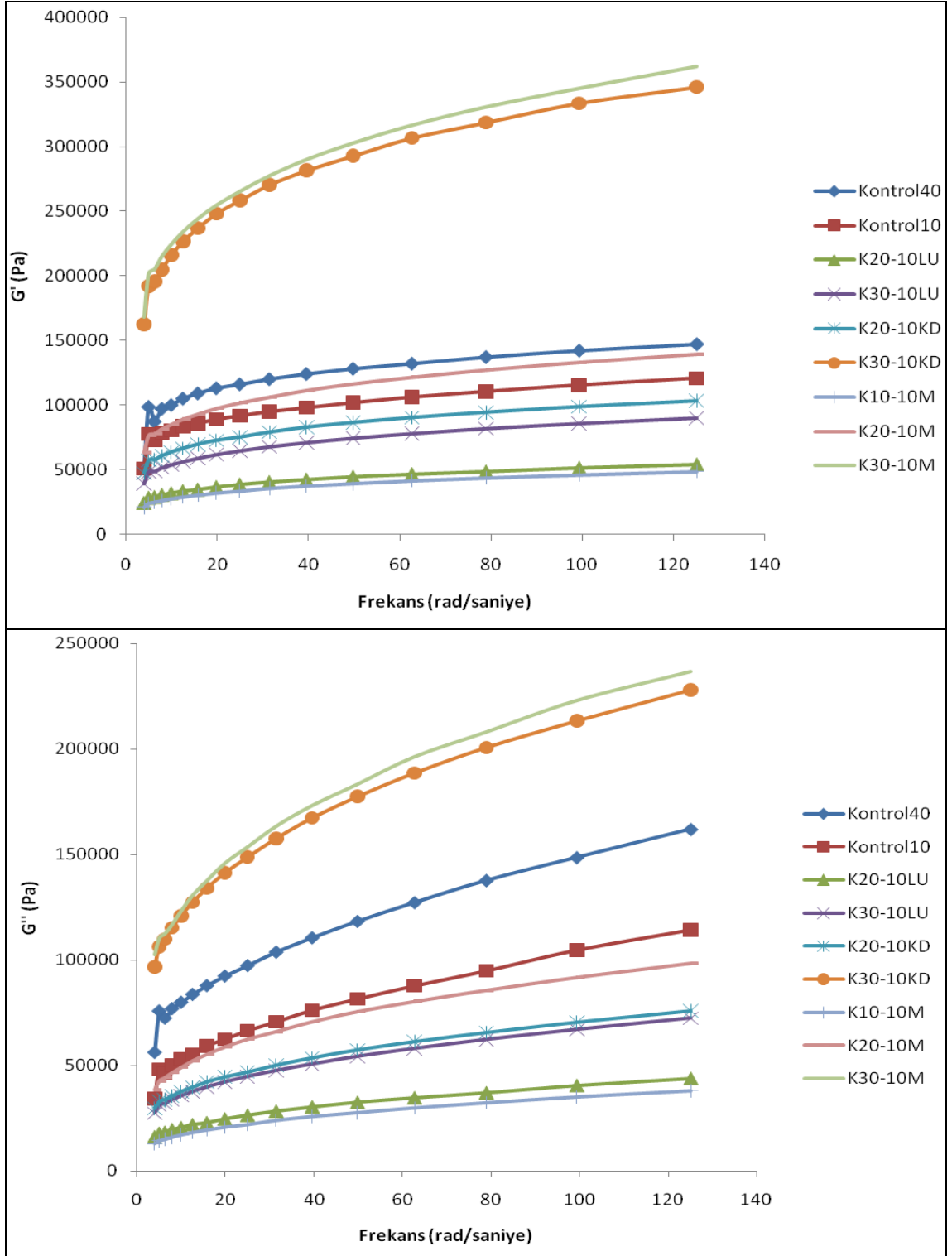


Şekil 4.10 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri

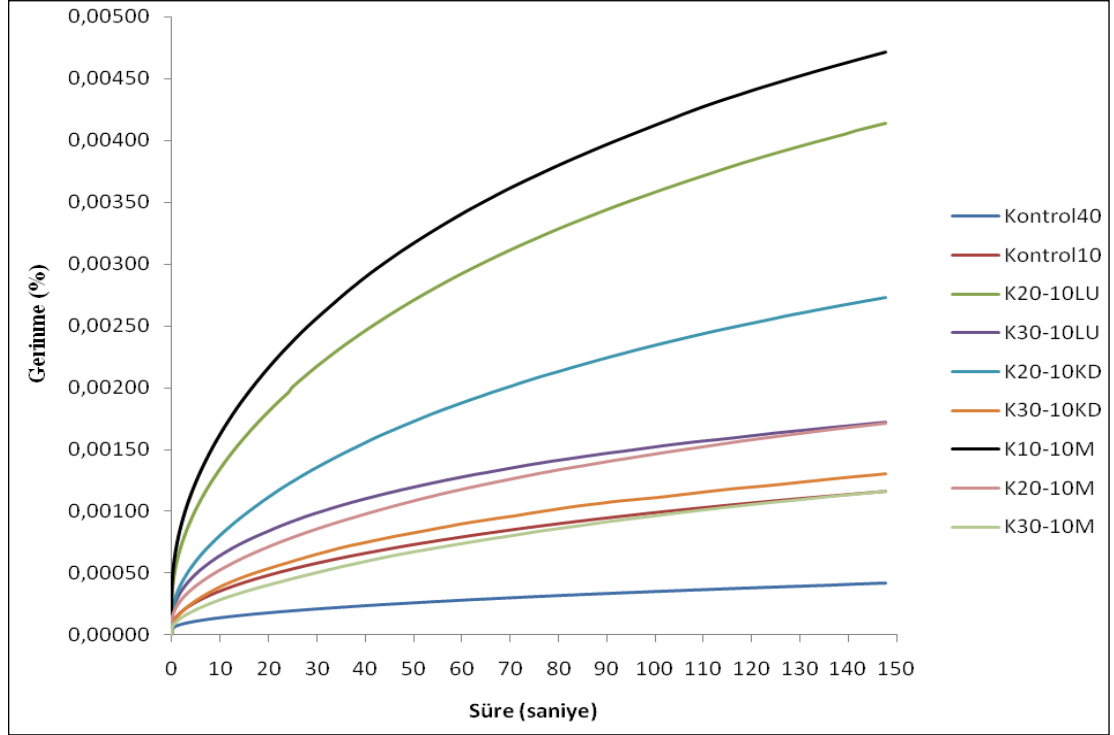
Kontrol örneğinin yağ içeriği %20'ye düşürüldüğünde hamurun sürünmeye karşı gösterdiği gerinme değerlerindeki artış, eksilen yağ yerine buğday kepeği lifi kullanımı ile giderilmiş ve kontrol 40 örneğine en yakın sonuç %30 kuru maddeli M lifinin kullanıldığı K30-20M örneğinden elde edilmiştir. KD lifinin %30 kuru maddeli kullanımı kontrol örneğine yakın değerler vermiş olsa da, bu değer M lifi kullanımından daha yüksektir. Yağ oranı %30 olan bisküvi hamurlarında olduğu gibi, liflerin boyutu azaltılıp, jelin kuru madde içeriği arttıkça, elde edilen hamurların gerinme değerleri düşmüştür (Şekil 4.10).

%10 yağlı bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri

Bisküvi hamuru formülasyonunda yağ miktarının %75 oranında azaltılması ile azalan G' değeri %20 kuru maddeli M lifinin kullanımı (K20-10M) ile giderilmiş olsa da, G'' değerindeki farklılık giderilememiştir. Liflerin boyutları azaldıkça ve kuru madde içerikleri arttıkça G' ve G'' değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G'' değerleri



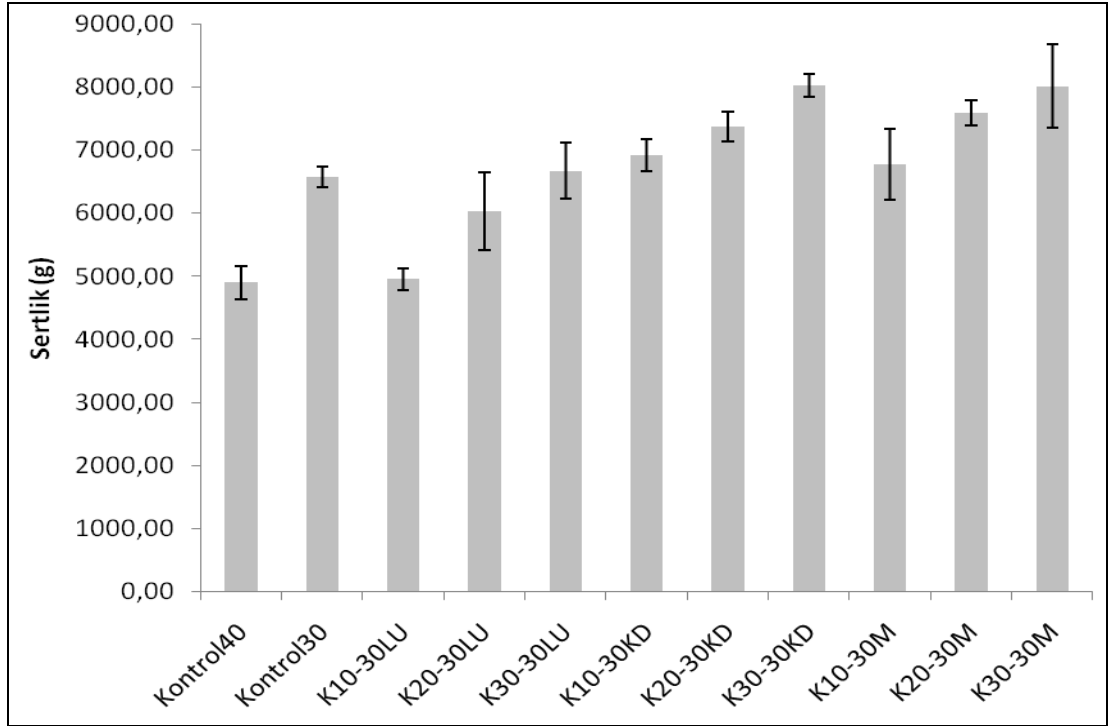
Şekil 4.12 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri

Şekil 4.12’de görüldüğü gibi hamurların yağ içeriği %10’a düşürüldüğünde, hamurun sürünmeye karşı gösterdiği gerinme değerlerinde artış, eksilen yağ yerine buğday kepeği lifi kullanımıyla giderilememiştir. Kuru madde içeriği %30 olan M lifi kullanımı kontrol örneğine yakın, ancak daha yüksek değerler vermiştir. Kullanılan lif miktarı arttıkça gerinme değerlerinde de artış olduğu belirlenmiştir.

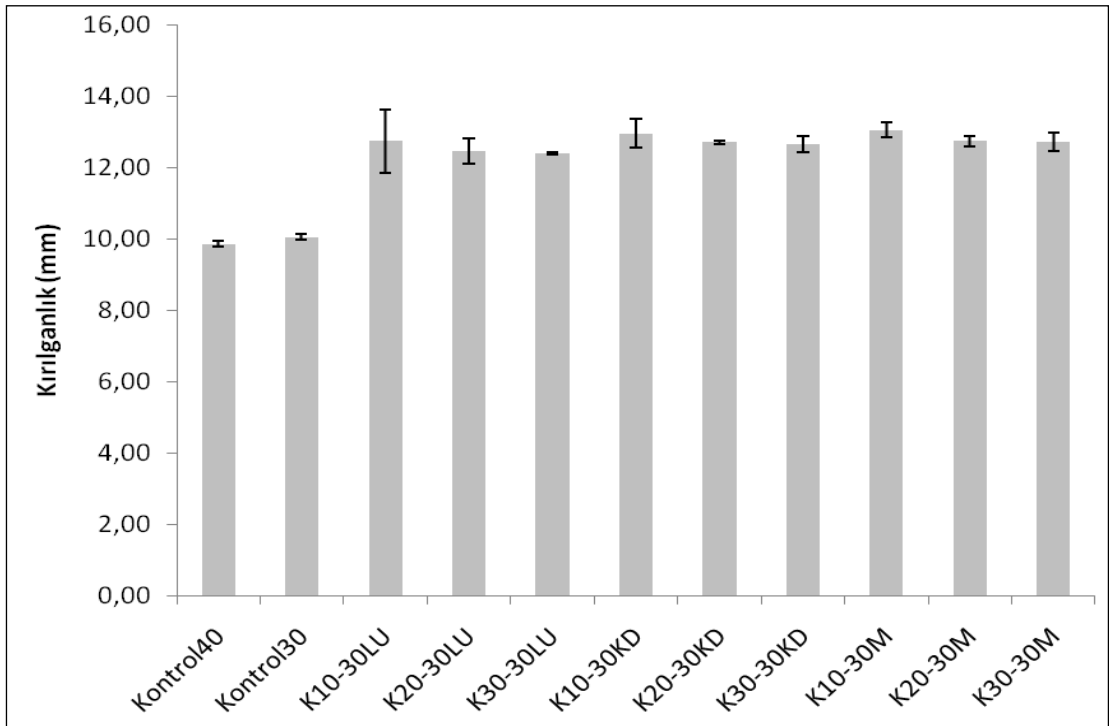
4.2.3 Buğday kepeği lifi içeren bisküvilerin tekstürel özellikleri, nem içerikleri ve yayılma oranları

%30 yağlı bisküvi örneklerine ait sonuçlar

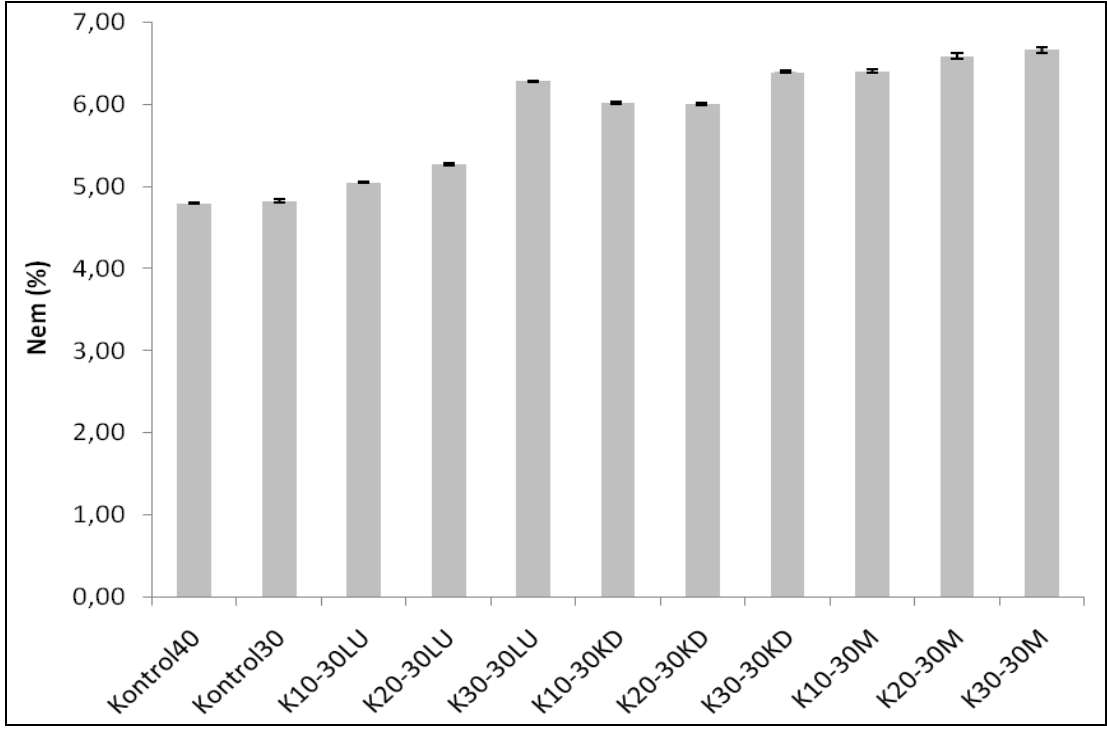
%30 yağ içeren bisküvilerde, kontrol 40 (sertlik 4904.5 ± 261.34 g, kırılmalık 9.86 ± 0.076 mm, %nem 4.82 ± 0.004 ve yayılma oranı 6.12 ± 0.023) örneğine en yakın sertlik değeri K10-30LU (4958.4 ± 161.34 g) örneğinde (Şekil 4.13), nem içeriği K10-30LU (5.01 ± 0.007) ve K20-30LU (5.00 ± 0.014) örneklerinde (Şekil 4.15) ve en yakın yayılma oranı K10-30LU (5.33 ± 0.021) örneğinde (Şekil 4.16) tespit edilmiştir. Kırılmalık açısından kontrol örneğine benzer örnek belirlenememiştir (Şekil 4.14).



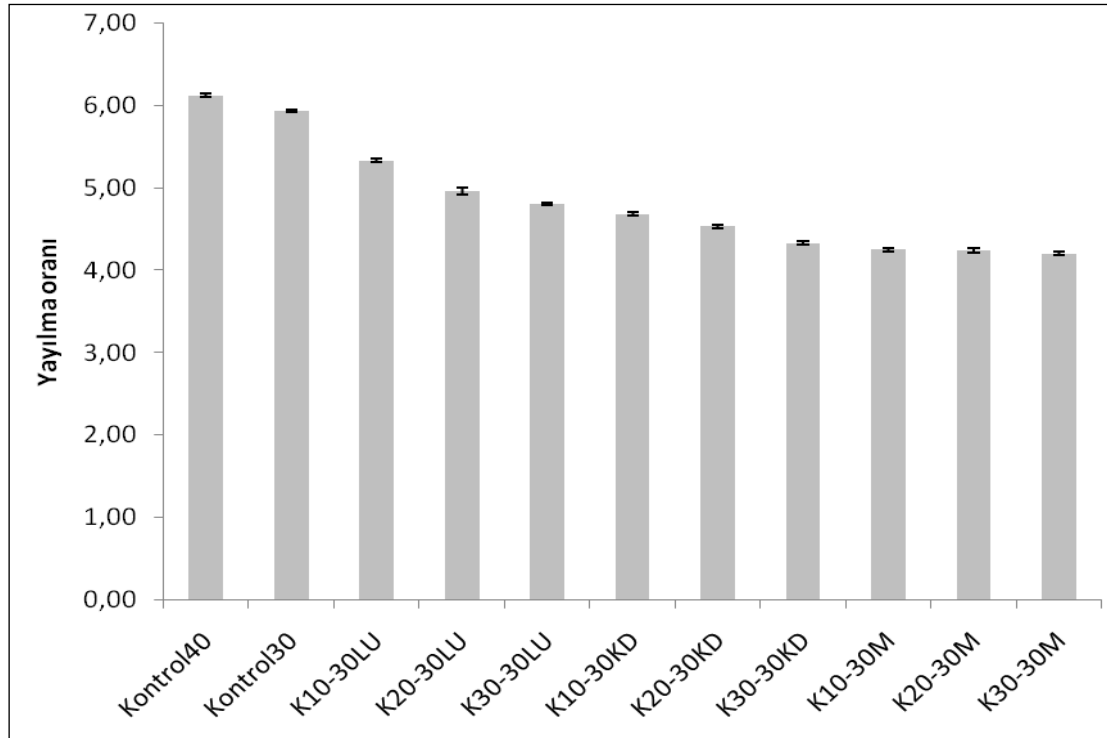
Şekil 4.13 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri



Şekil 4.14 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin kırılgnalık değerleri



Şekil 4.15 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin nem içerikleri



Şekil 4.16 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin yayılma oranları

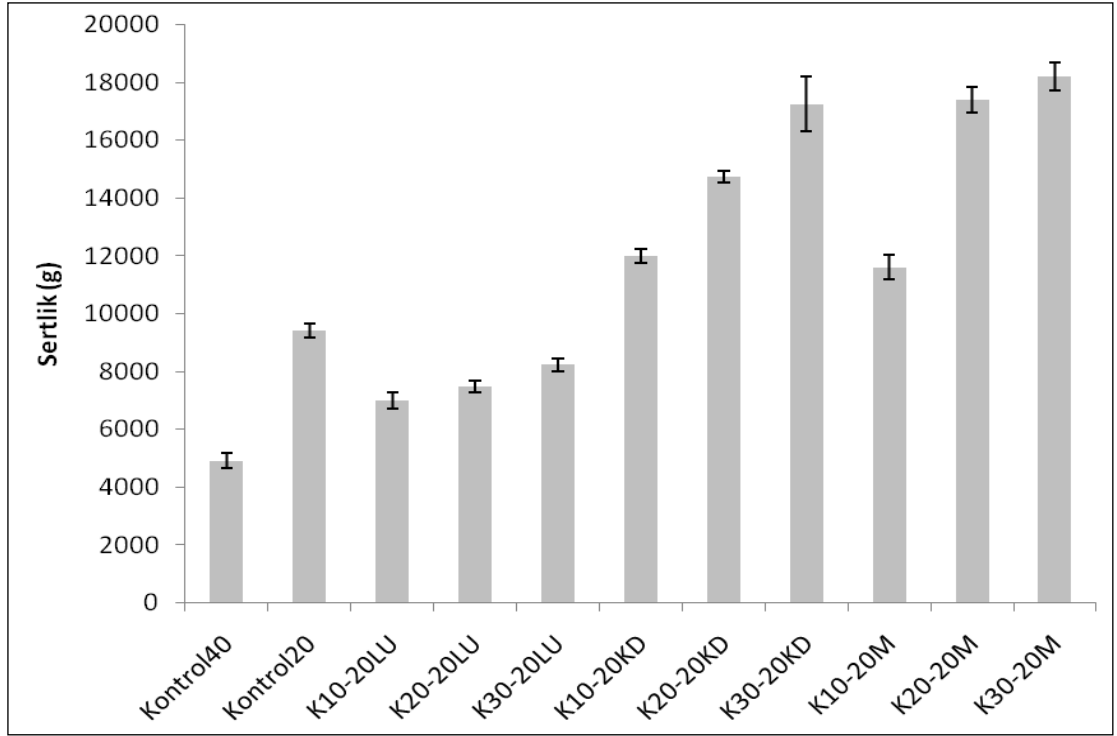
Şekil 4.17’de üretilen bisküvilerin resimleri verilmiş olup, kontrol örneğindeki yağın azaltılması ile bisküvilerin yüzeyinde çatlaklar meydana geldiği görülmüştür.. Buğday kepeğinden elde edilen liflerin kullanımı (özellikle KD ve M lifleri) bu çatlakların oluşumuna engel olmuştur.



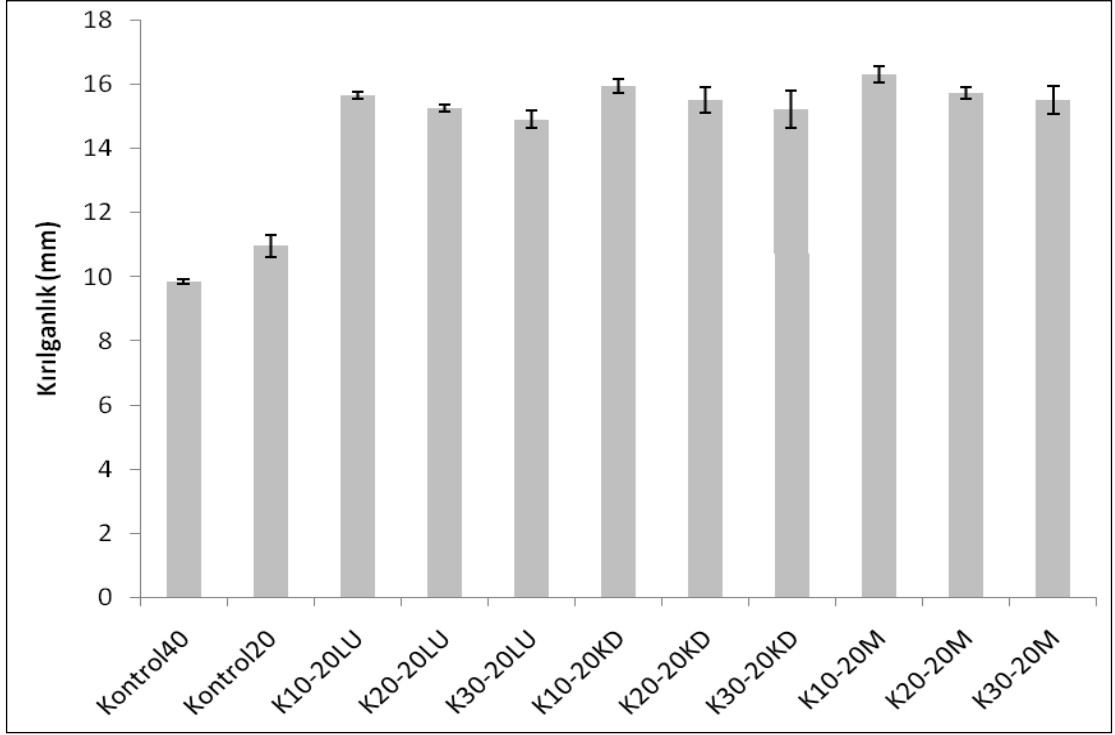
Şekil 4.17 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %30 yağlı bisküvi örnekleri

%20 yağlı bisküvi örneklerine ait sonuçlar

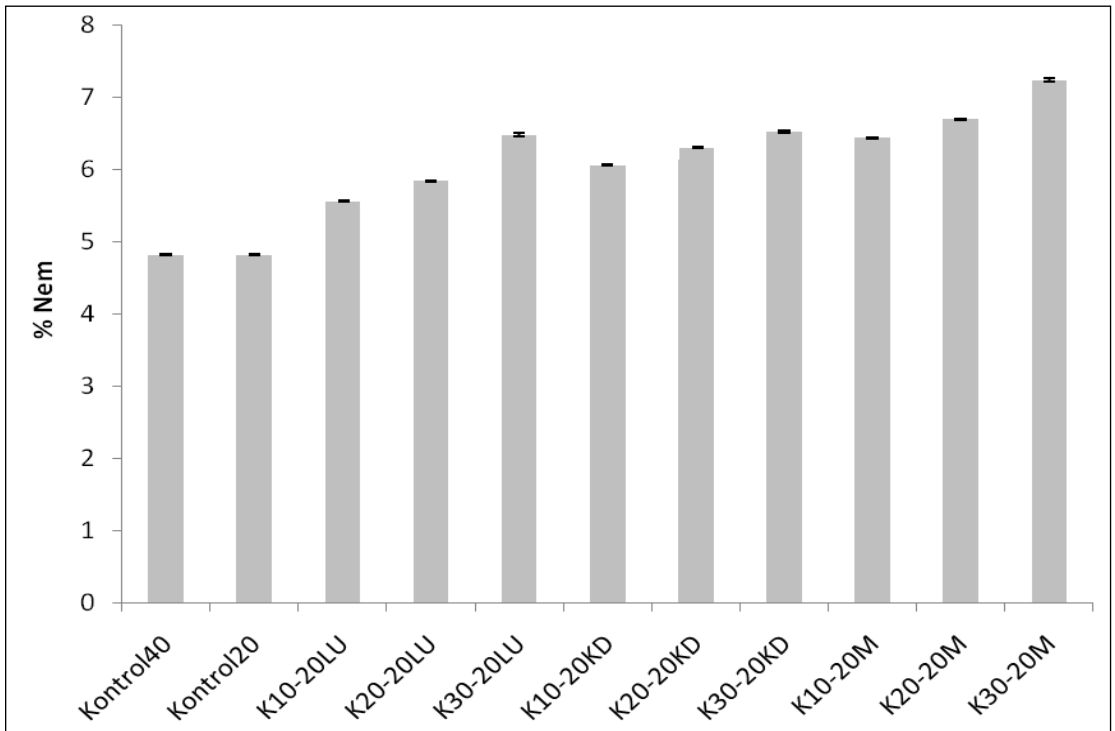
%20 yağlı bisküvilerde, sertlik değeri K10-20LU (7994.4±797.64 g) örneğinde (Şekil 4.18), kırılmalık değeri K30-20M (12.67±0.434 mm) örneğinde (Şekil 4.19), nem içeriği K10-20LU (%5.28±0.007) örneğinde (Şekil 4.20) ve yayılma oranı da K10-20LU (4.07±0.019) örneğinde (Şekil 4.21), kontrol 40 (sertlik 4904.5±261.34 g, kırılmalık 9.86±0.076 mm, %nem 4.82±0.004 ve yayılma oranı 6.12±0.023) örneğine en yakın sonuçlar belirlenmiştir. Ancak açıkça görülmektedir ki, tüm bu değerler kontrol örneğinden farklıdır.



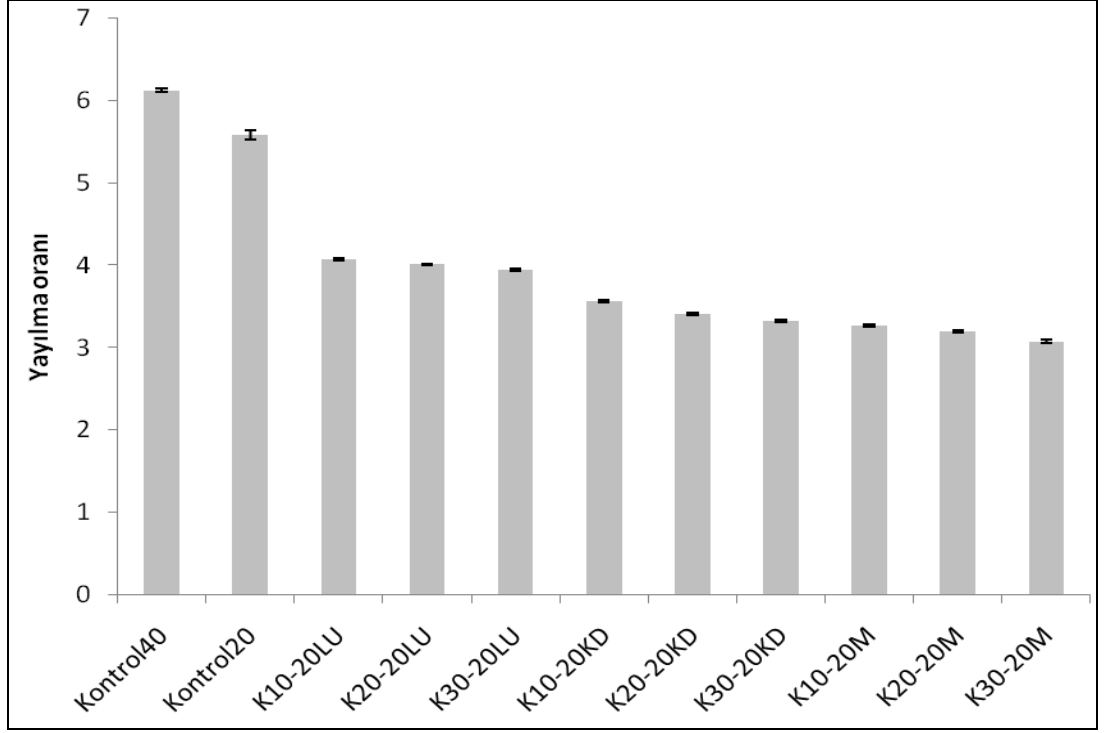
Şekil 4.18 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri



Şekil 4.19 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin kırılgenlik değerleri



Şekil 4.20 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin nem içerikleri



Şekil 4.21 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin yayılma oranları

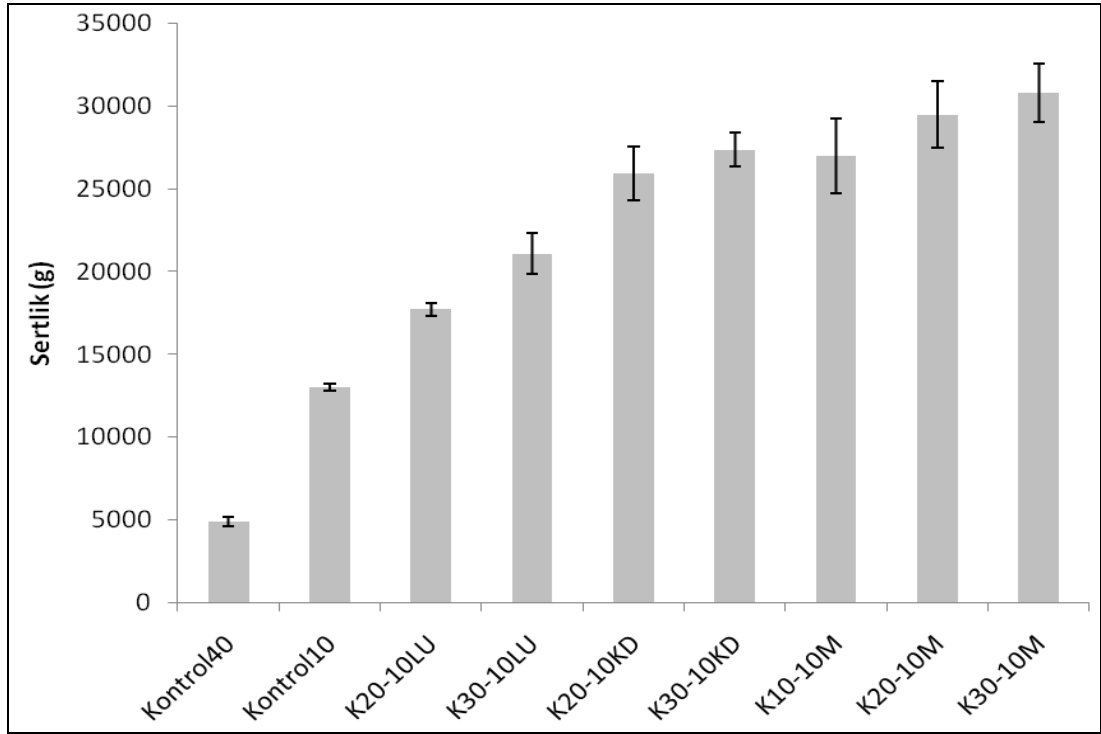
Şekil 4.22’de üretilen bisküvilerin resimleri verilmiş ve kontrol örneğindeki yağın %50 oranında azaltılması ile bisküvilerin yüzeyinde meydana gelen çatlaklar %30 yağlı kontrol örneğinin değerinden daha büyük olduğu gözlenmiştir. Buğday kepeğinden elde edilen liflerin kullanımı ile bu çatlakların oluşumuna engel olunmuş, ancak üretilen bisküvilerde %10 ve %20 kuru madde içeren jellerin kullanımında kabarma ve %30 kuru maddeli KD ve M jellerinin kullanıldığı örneklerde ise yapı bozukluğu tespit edilmiştir. LU liflerinin kullanımı ile görsel açıdan kontrol örneğine daha benzer sonuçlar elde edilmiştir.



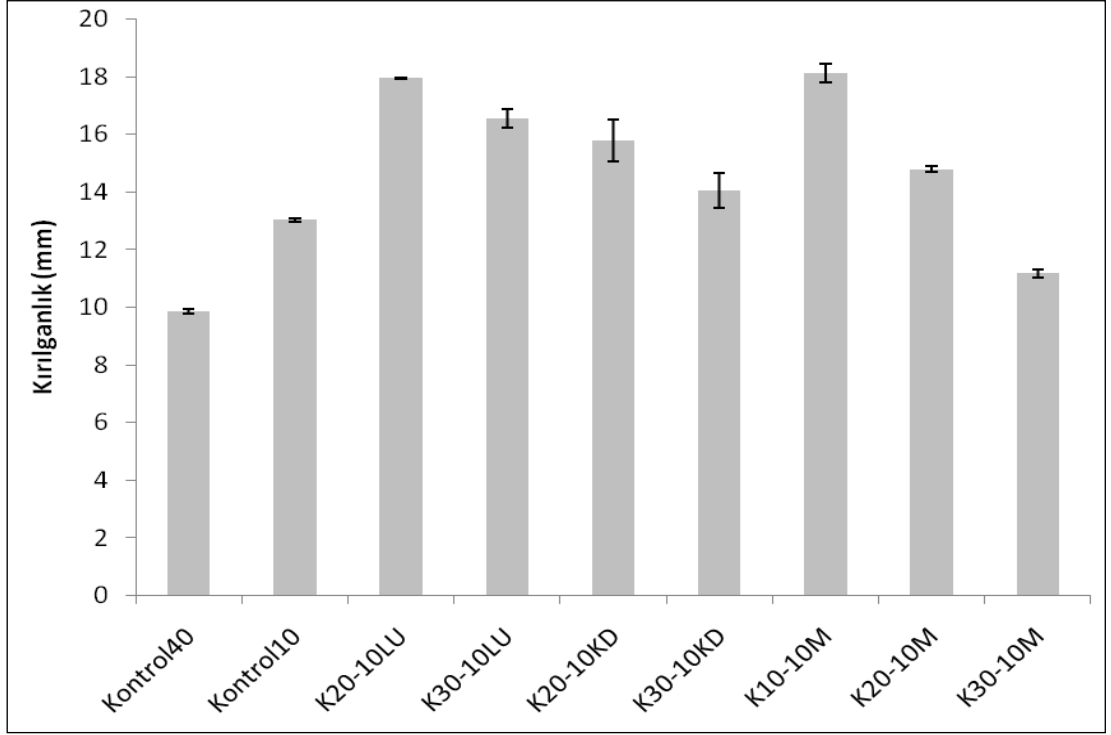
Şekil 4.22 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %20 yağlı bisküvi örnekleri

%10 yağlı bisküvi örneklerine ait sonuçlar

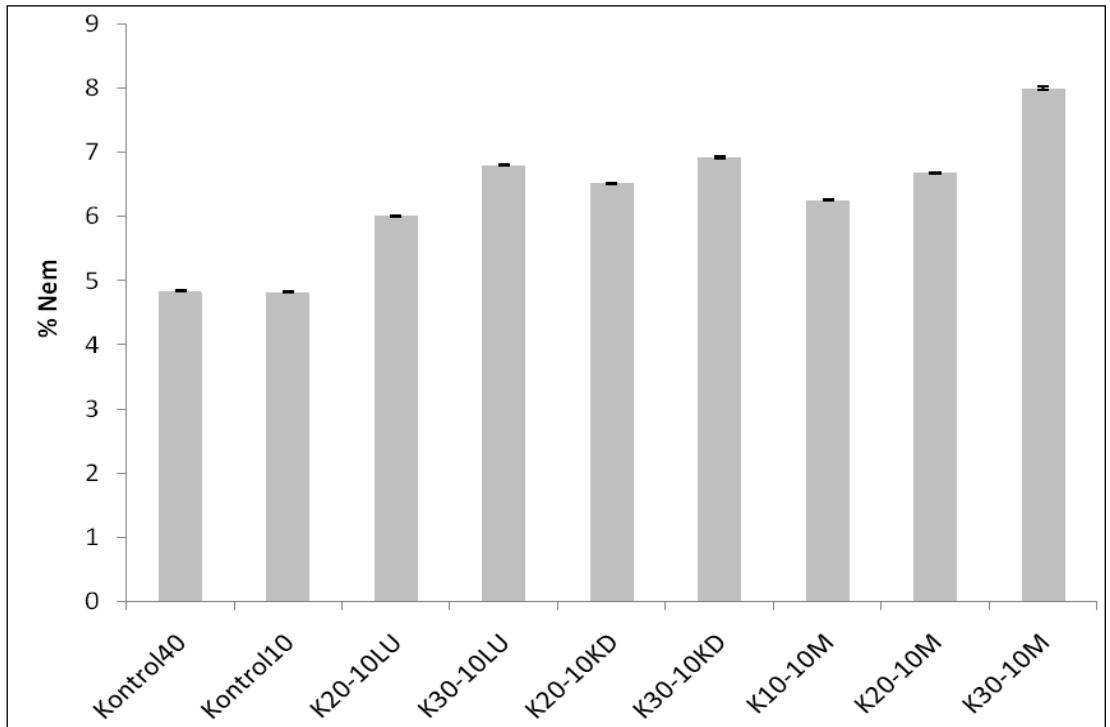
Şekil 4.23, 4.24, 4.25 ve 4.26'da verilmiş olan %10 yağlı bisküvilerin tekstürel analiz sonuçlarına bakıldığında, kontrol 40 (sertlik 4904.5 ± 261.34 g, kırılmalık 9.86 ± 0.076 mm, %nem 4.82 ± 0.004 ve yayılma oranı 6.12 ± 0.023) örneğinden oldukça farklı sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir. Şekil 4.27'de görüldüğü gibi, %10 kuru maddeli LU ve KD jellerinin kullanımı ile ortamdaki suyun çok fazla olması nedeniyle hamur çok yapışkan ve cıvık olmuş, bu yüzden ürüne işlenememiştir.



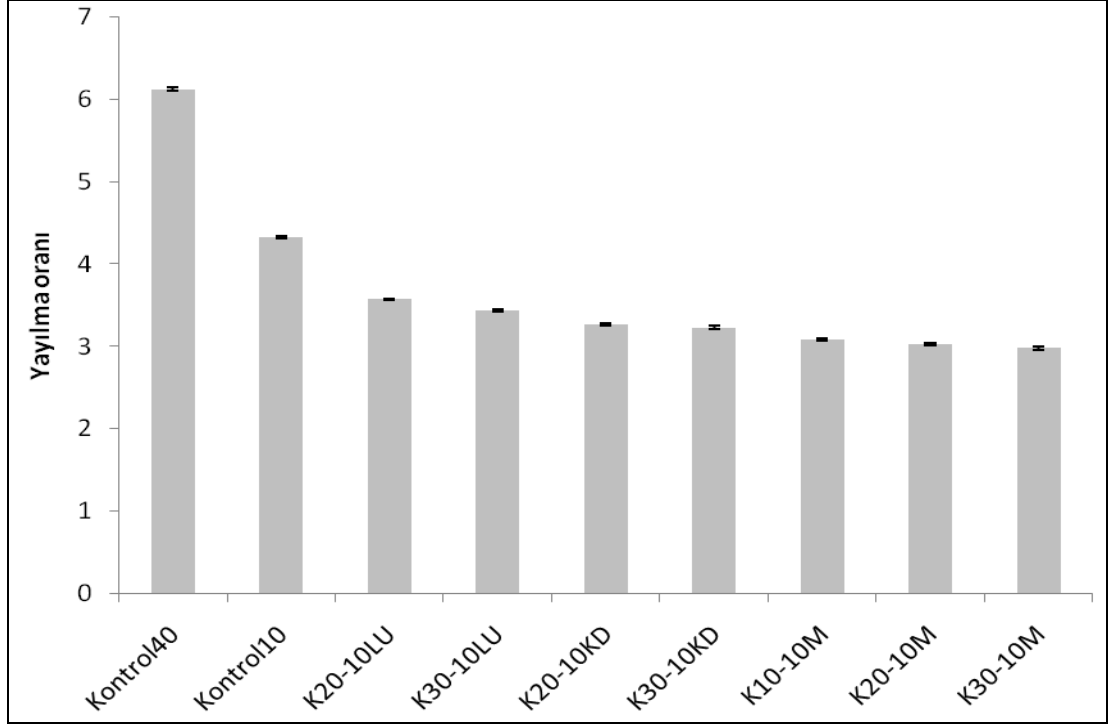
Şekil 4.23 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri



Şekil 4.24 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin kırılgenlik değerleri



Şekil 4.25 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin nem içerikleri



Şekil 4.26 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin yayılma oranları

Şekil 4.27’de üretilen bisküvilerin resimleri verilmiş olup, kontrol örneğindeki yağın %75 oranında azaltılmasıyla üretilen %10 yağlı kontrol 10 örneğinin kızardığı hatta kenarlarının yandığı tespit edilmiştir. Buğday kepeğinden elde edilen liflerin kullanımı ile yanık oluşumuna engel olunmuş, ancak üretilen bisküvilerde kabarma ve yapı bozukluğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.27 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %10 yağlı bisküvi örnekleri

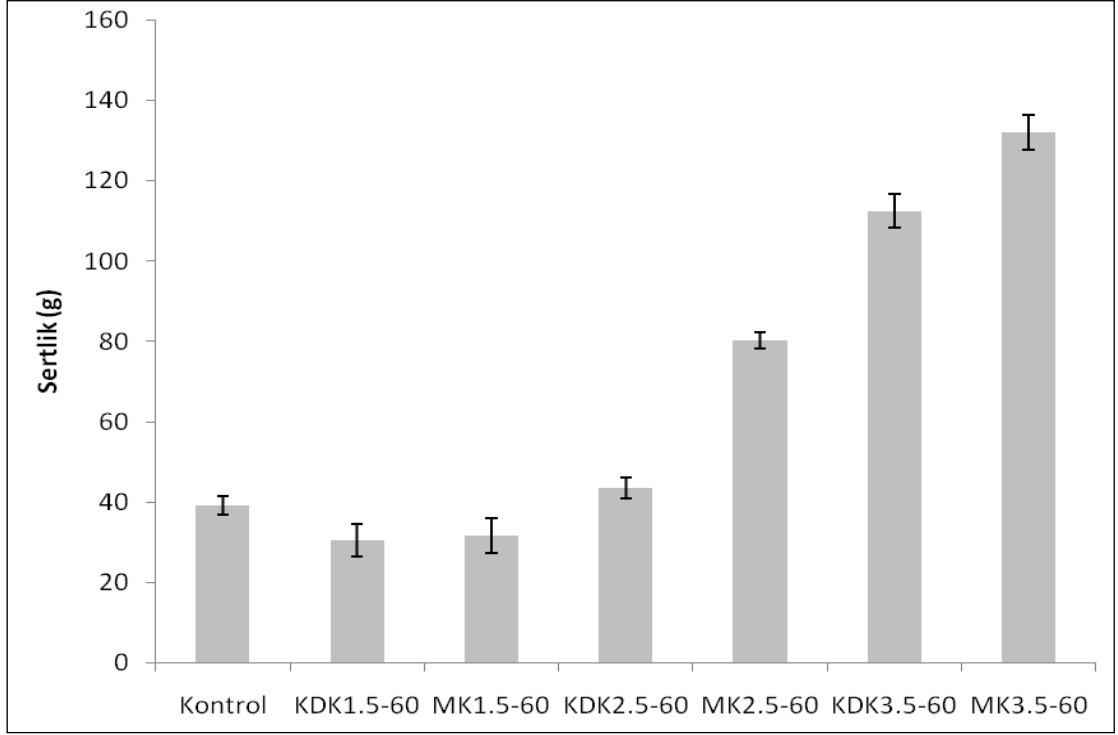
Genel olarak, bisküvi formülasyonunda yağ miktarının azaltılması sonucu elde edilen örneklerde sertlik artışı olurken kırılgenlıkta ve bisküvilerin yayılma oranında azalma meydana gelmiştir (Kontrol 40–30–20–10). Özellikle buğday kepeğinden elde edilen LU liflerinin kullanımı ile yağın azalmasından kaynaklanan sertlik giderilmiştir.

Kırılgenlık değerlerine bakıldığında, yağ yerine buğday kepeği lifi kullanımının bisküvilerde kırılgenlıkta azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Bisküvilerin yayılma oranlarında lif kullanımına bağılı olarak önemli miktarlarda azalma, nem içeriklerinde ise lif içeriğine bağılı olarak artış meydana gelmiştir. Nem değerlerindeki bu artışın nedeni, liflerin su tutmalarına bağılı olarak son ürünün yapısında tutulan su miktarının artışıdır. Yayılma oranlarındaki azalma yağın bisküvideki önemli bir fonksiyonu ile ilgili olup yağ oranının azaltılması ve lif miktarının artışı ile doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Yağ miktarının azaltılıp lif miktarının artırılması sonucunda, tekstürel özellikler kontrol örneklerinden oldukça farklılaşmıştır.

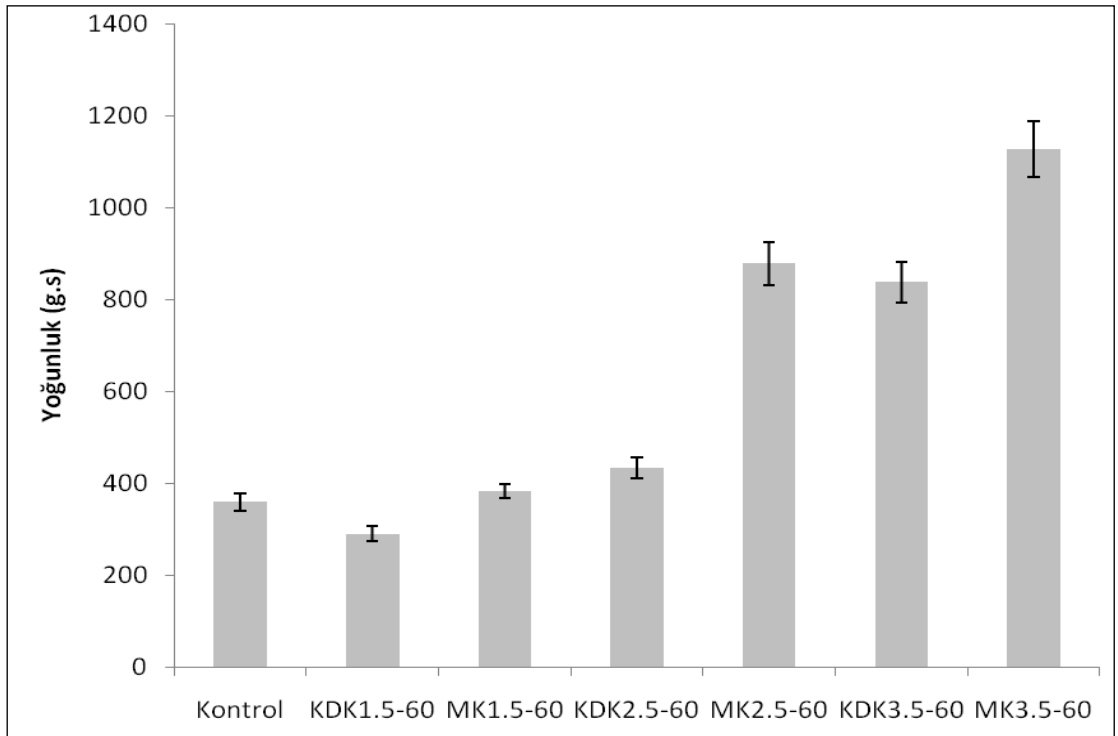
4.2.4 Buğday kepeği lifi içeren mayonezlerin tekstürel özellikleri

%60 yağlı mayonez örneklerinin tekstürel özellikleri

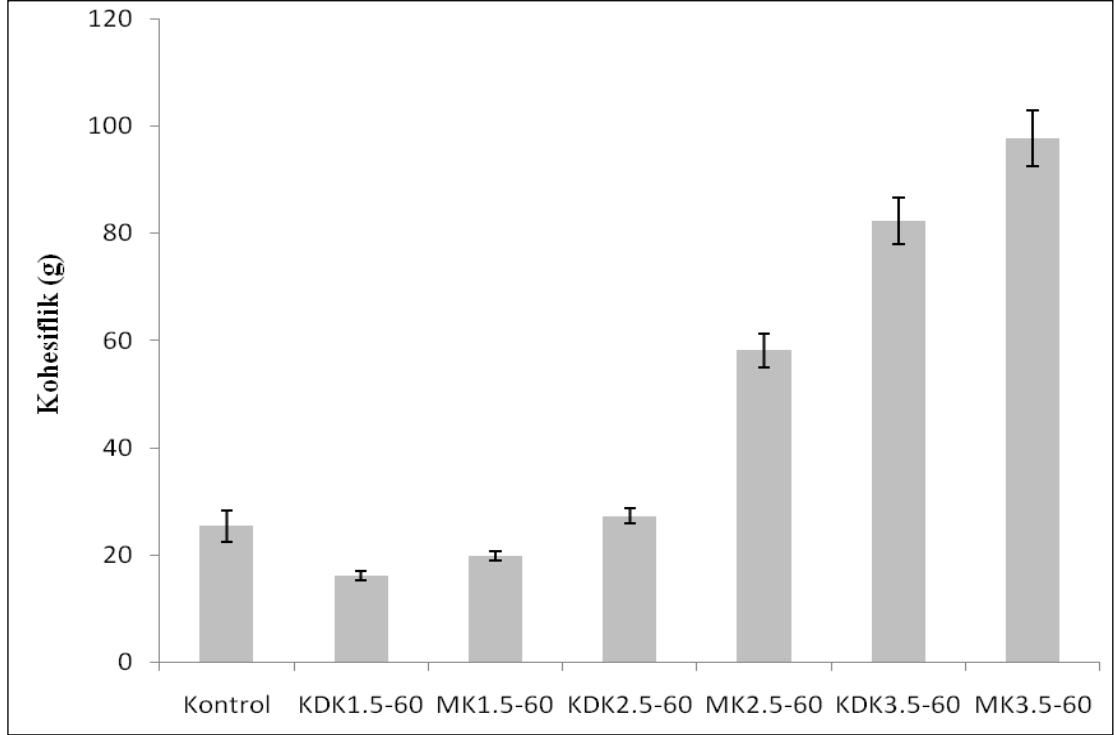
Üretilen %60 yağlı mayonezlerde kontrol (sertlik 39.22 ± 2.28 g, yoğunluk 360.38 ± 19.17 g.s ve kohesiflik 25.38 ± 2.87 g) örneğine sertlik değerleri bakımından en yakın değerlerin %2.5 KD lifi içeren KDK2.5-60 (43.47 ± 2.61 g) örneğine ait olduğu (Şekil 4.28), yoğunluk değerleri bakımından %1.5 M lifi içeren MK1.5-60 (383.26 ± 15.04 g.s) (Şekil 4.29) örneğinin, kohesiflik değerleri bakımından ise %2.5 KD lifi içeren KDK2.5-60 (27.32 ± 1.45 g) örneğe (Şekil 4.30) ait olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.28 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin sertlik değerleri



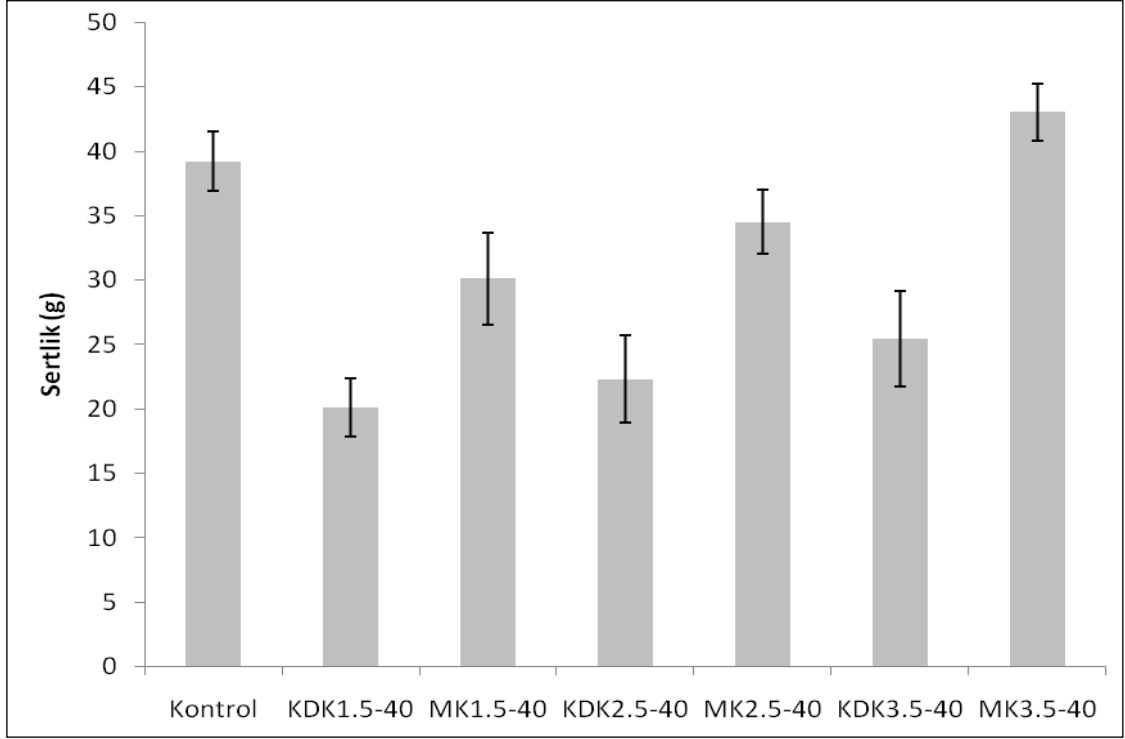
Şekil 4.29 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin yoğunluk değerleri



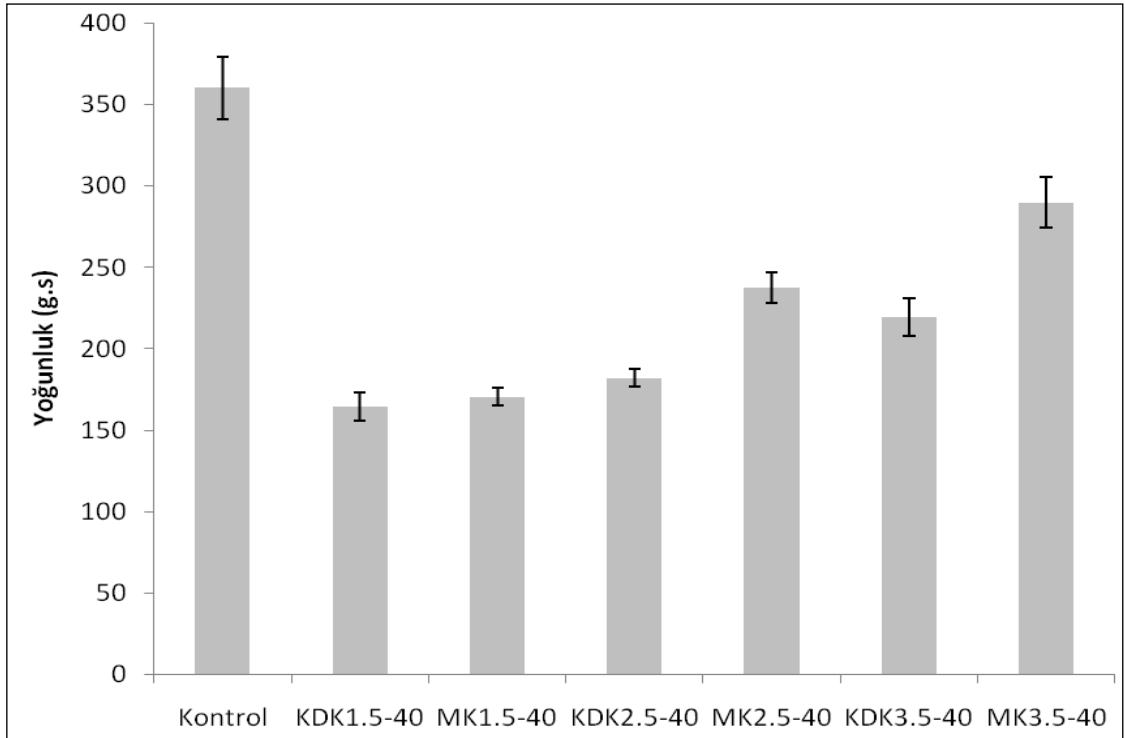
Şekil 4.30 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin kohesiflik değerleri

%40 yağlı mayonez örneklerinin tekstürel özellikleri

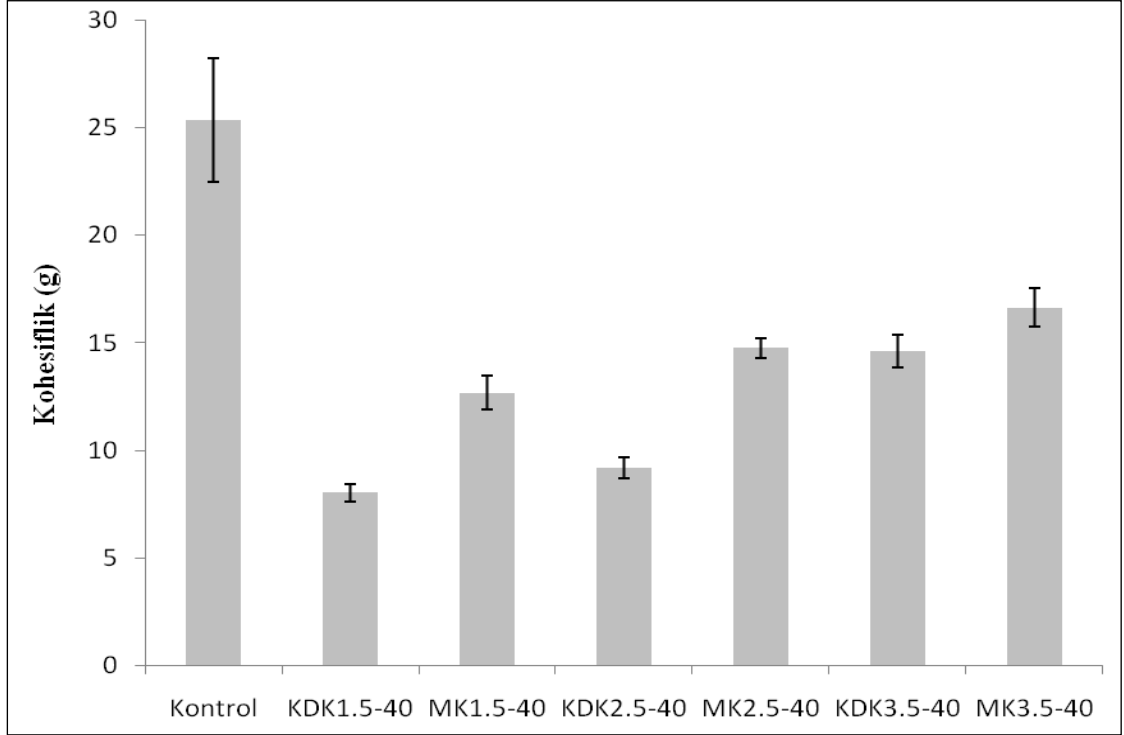
Yağ oranı %40 olan mayonezlerin sertlik değerlerinde, kontrol (39.22 ± 2.28 g) örneğine en yakın değerler %2.5 M lifi içeren MK2.5-40 (34.53 ± 2.47 g) örnek ile %3.5 M lifi içeren MK3.5-40 (43.05 ± 2.19 g) örneklerde tespit edilmiştir (Şekil 4.31). Yoğunluk ve kohesiflik değerleri ise tüm örneklerde kontrol örneğinden düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.32–4.33).



Şekil 4.31 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin sertlik değerleri



Şekil 4.32 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin yoğunluk değerleri



Şekil 4.33 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin kohesiflik değerleri

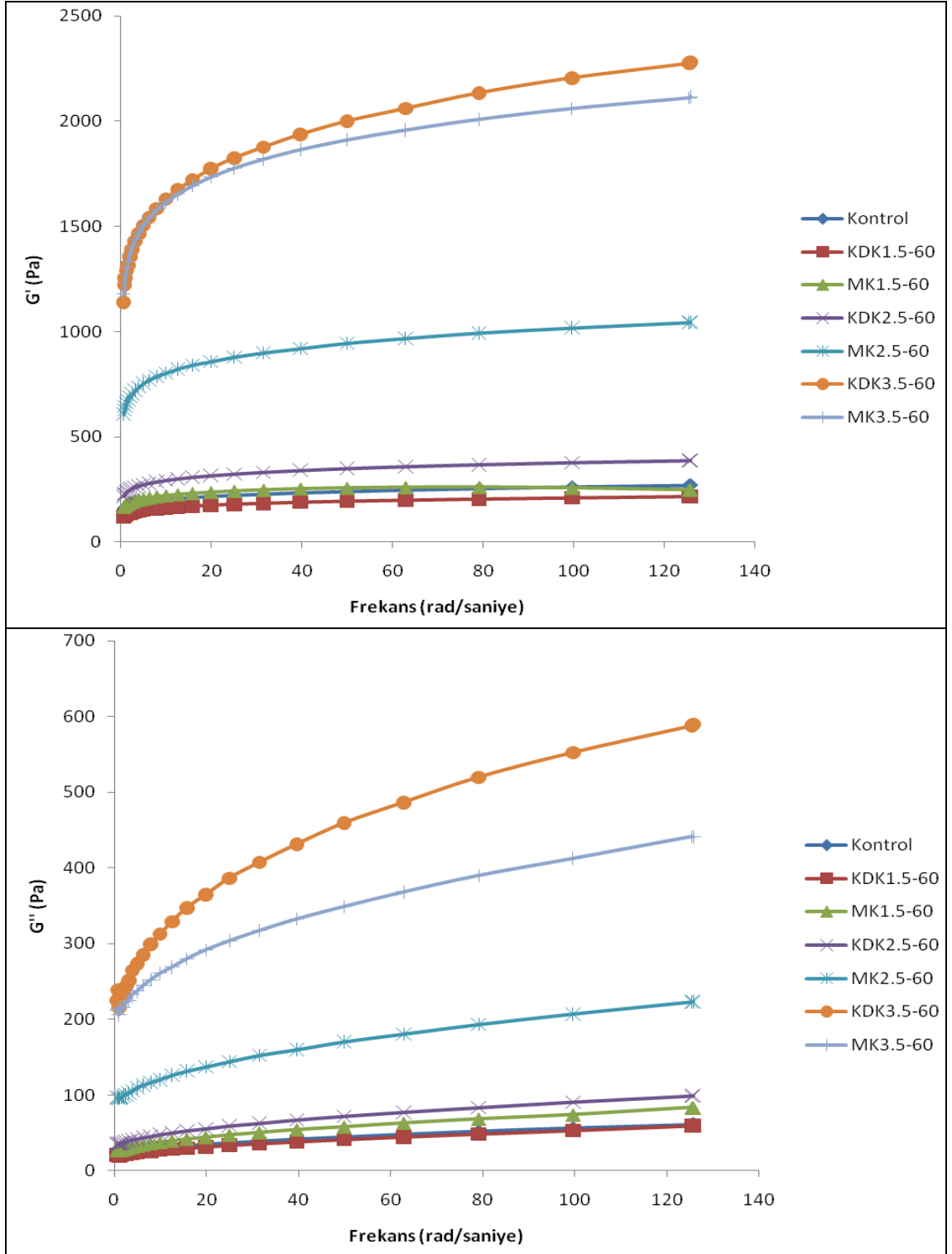
Genel olarak liflerin boyutları küçüldükçe (KD-M) ve lif içeriği artırıldıkça (%1.5-2.5-3.5) daha sert, daha yoğun, daha kohesif ve daha kıvamlı mayonez örnekleri elde edilmiştir.

4.2.5 Buğday kepeği lifi içeren mayonezlerin reolojik özellikleri

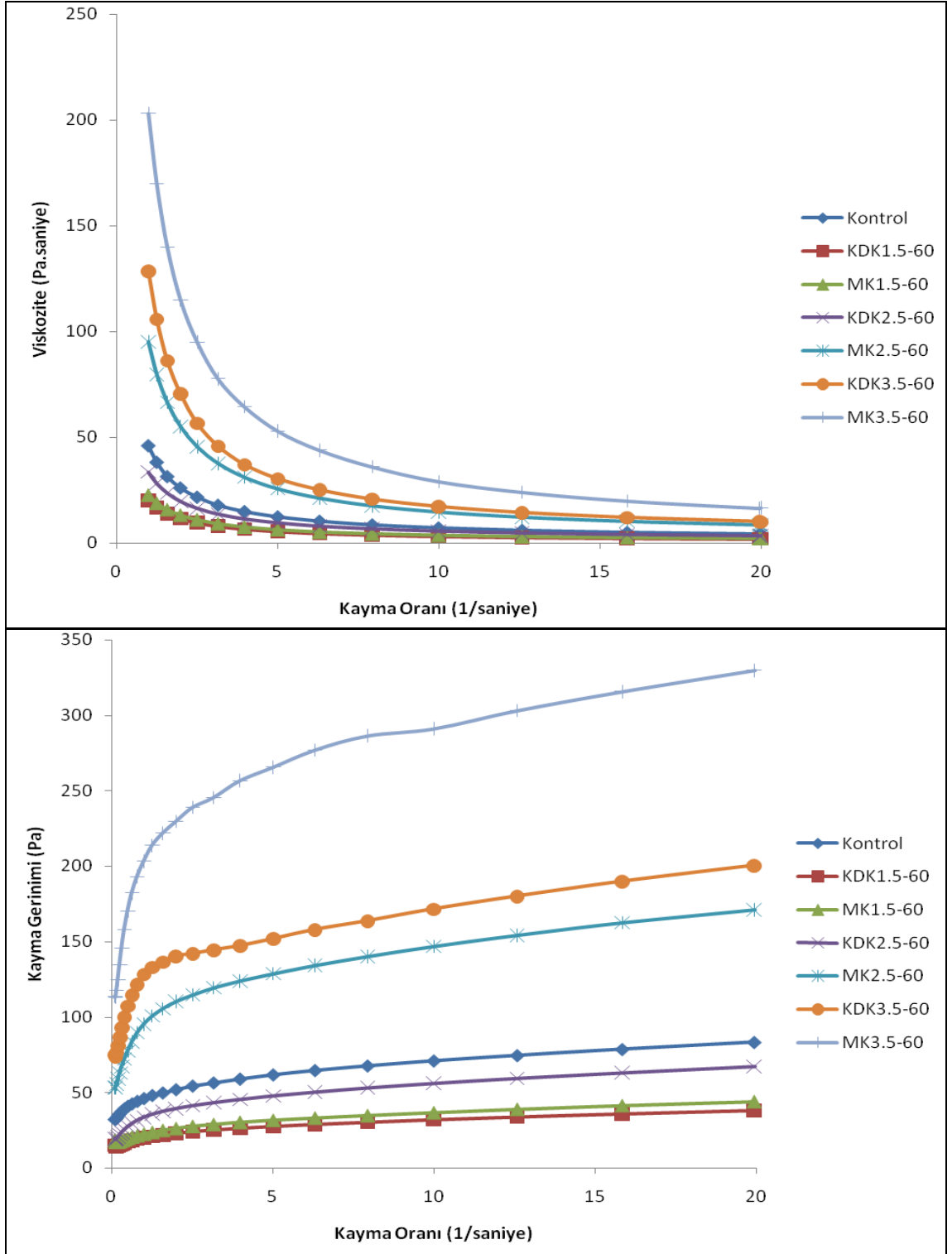
%60 yağlı mayonez örneklerine ait reolojik özellikler

Şekil 4.34'de görüldüğü gibi, %60 yağlı örneklerden %1.5 lif içeren KDK1.5-60 ve MK1.5-60 örnekleri %80 yağlı kontrol örneğine benzer G' ve G'' değerlerine sahiptir.

Şekil 4.35'de verilen mayonez örneklerinin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerlerine bakıldığında, kontrol örneğine en yakın değerlerin %1.5 lif içeren KDK1.5-60, MK1.5-60 ve %2.5 lif içeren KDK2.5-60 örneklerinin gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.34 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin G' ve G'' değerleri

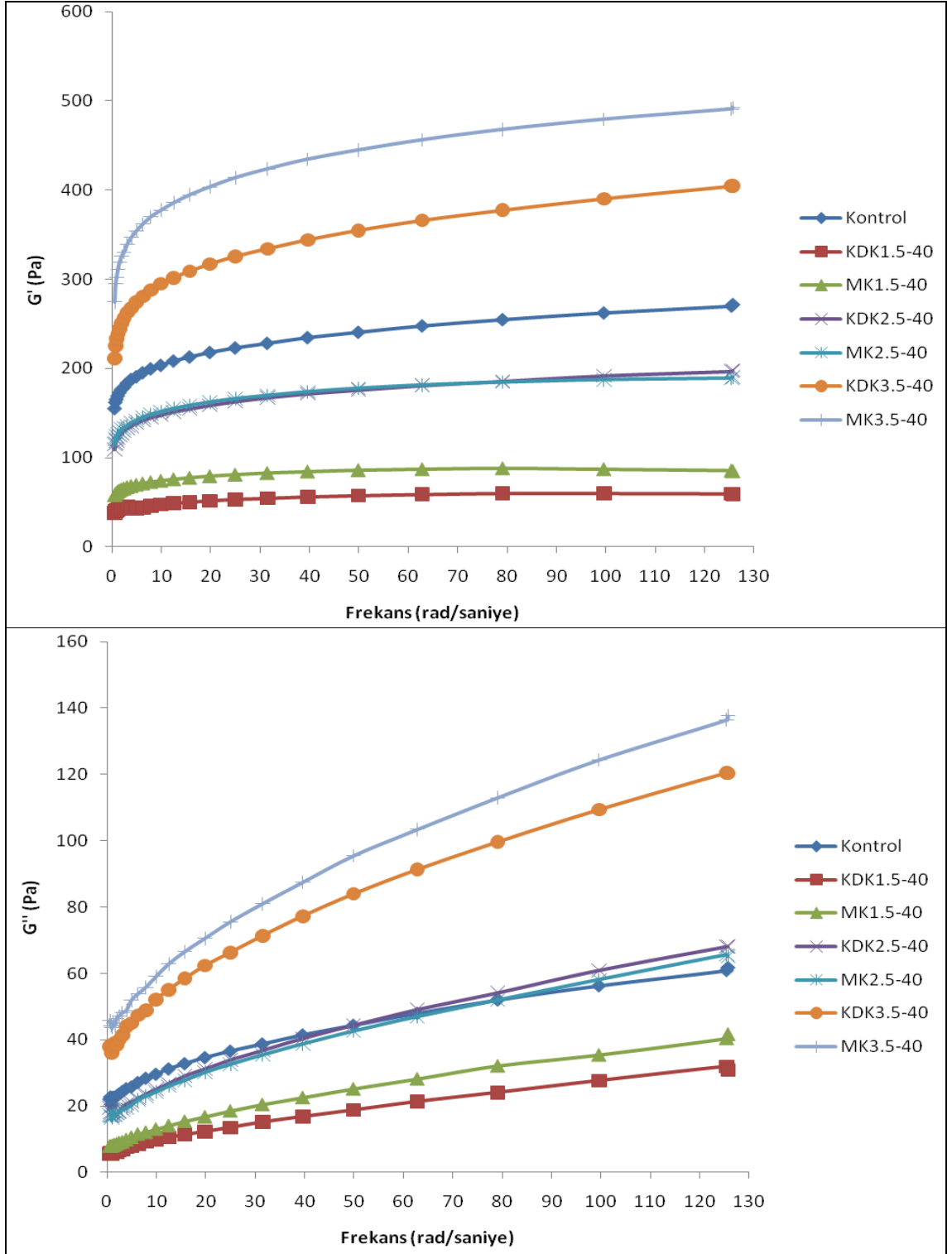


Şekil 4.35 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerleri

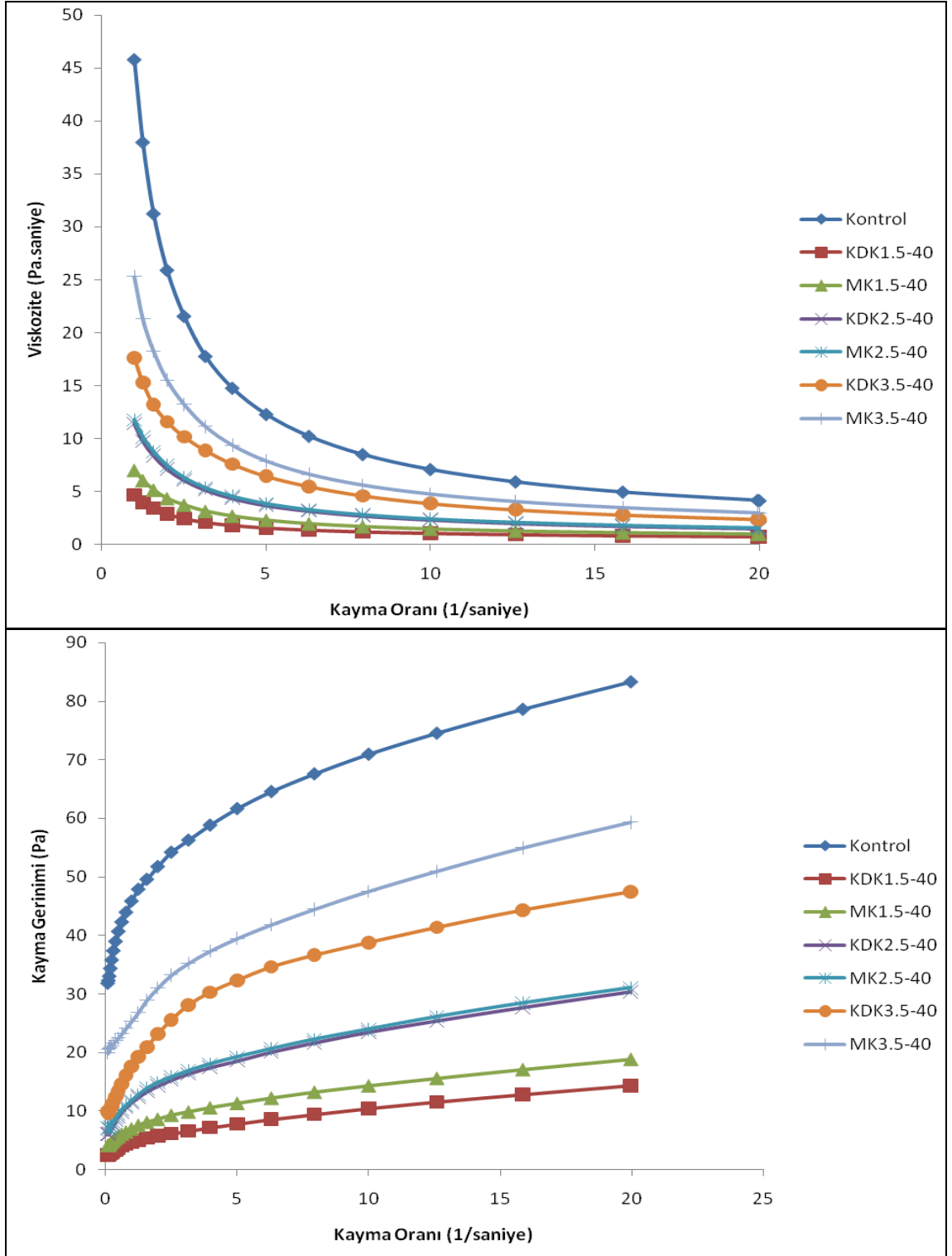
%40 yağlı mayonez örneklerine ait reolojik özellikler

Şekil 4.36'dan görüldüğü üzere, %40 yağlı örneklerden %2.5 lif içeren KDK2.5-40 ve MK2.5-40 örnekleri kontrol örneğine benzer G' ve G'' değerlerine sahiptir (Şekil 4.36). Mayonez üretiminde, %1.5 lif kullanımı ile daha düşük, %3.5 lif kullanımı ile daha yüksek G' ve G'' değerlerine sahip örnekler elde edilmiştir.

Mayonez örneklerinin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerlerine bakıldığında, kontrol örneğine en yakın değerlerin %3.5 lif içeren KDK3.5-40 ve MK3.5-40 örneklerinin gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.37). Lif oranı %2.5 olan örneklerin viskozite ve kayma gerinimi değerleri %1.5 oranında lif kullanılan örneklerden yüksek olsa da %3.5 lif kullanılan örneklerden ve kontrol örneğinden oldukça düşüktür.



Şekil 4.36 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin G' ve G'' değerleri



Şekil 4.37 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerleri

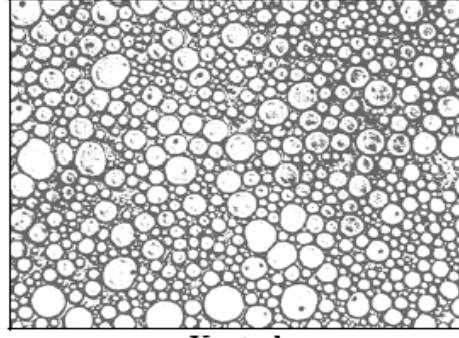
Yağ oranı %60 ve %40 olan mayonez örneklerinin reolojik özelliklerinin verildiği şekillerden (Şekil 4.34–4.37) görüldüğü üzere, aynı lif oranına sahip mayonez örneklerinden düşük boyutlu lif kullanılan örnekler daha yüksek viskoziteye, kayma gerinimine ve G '-G" değerlerine sahiptir. Ayrıca kullanılan lif miktarındaki artış bu değerlerin hepsinde artışa neden olmuştur.

4.2.6 Buğday kepeği lifi içeren mayonezlerin mikroskop görüntüleri

Yağ oranı %60 olan örneklerde %1.5 M lifi kullanılmış olan MK1.5-60 ve %2.5 KD lifi içeren KDK2.5-60, %40 yağlı örneklerde ise %3.5 M lifi içeren MK3.5-40 örnekleri kontrol örneğine benzer sonuçlar vermiştir. Yağ oranı %40 olan mayonez örneklerinin damlacık boyutları %60 yağlı örneklerin damlacık boyutlarından büyük olduğu açıkça anlaşılmaktadır.

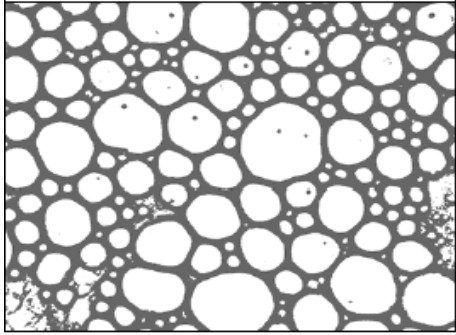
Yağ oranı %60 olan örneklerde %2.5 ve %3.5 oranlarında lif kullanılan örneklerde karmaşık bir yapı oluşumu ve ortamdaki suyun lif tarafından tutulmasından kaynaklanan emülsiyon oluşturmama durumu gözlenmiştir (Şekil 4.38). Yağ oranı %40 olan örneklerde ise %1.5 ve %2.5 oranlarında lif kullanılan örneklerde damlacık boyutlarının çok büyük olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni ortamda suyun çok, lifin az olması ile açıklanabilir (Şekil 4.39).

Şekil 4.38–4.39'da verilen buğday kepeği lifi içeren düşük yağlı mayonez örneklerinin mikroskop görüntüleri incelendiğinde, buğday kepeği lifinin boyutunun azalması ve lifin miktarının artması ile daha küçük yağ damlacıkları oluştuğu görülmektedir.

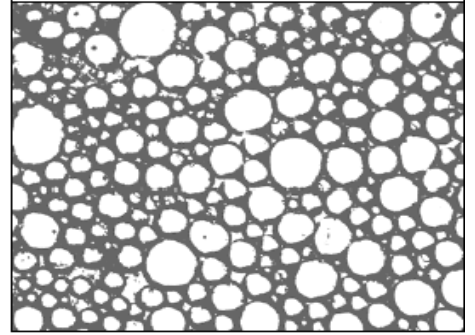


Kontrol

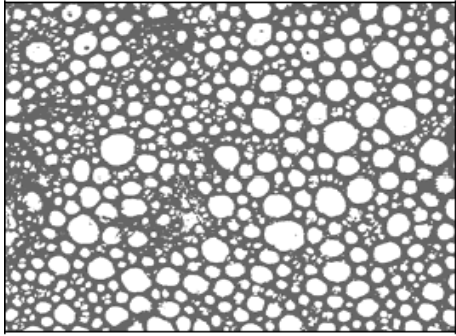
%60 Yağlı Örnekler



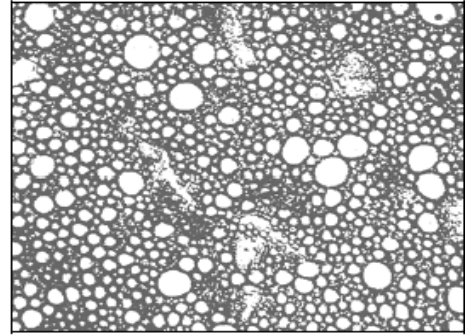
KDK1.5-60



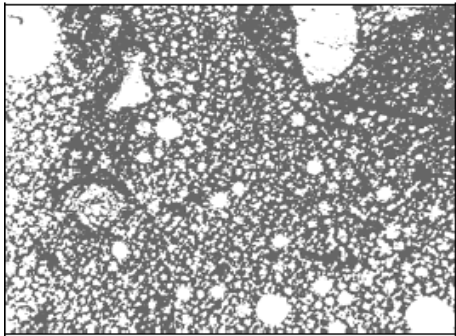
MK1.5-60



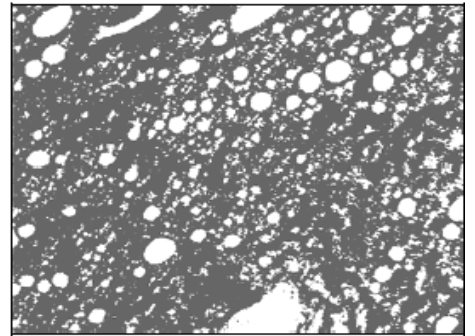
KDK2.5-60



MK2.5-60

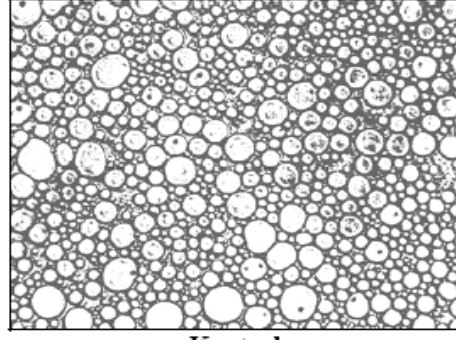


KDK3.5-60



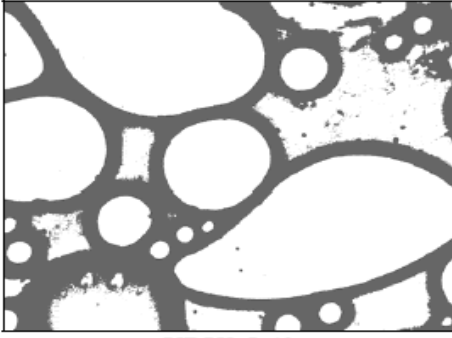
MK3.5-60

Şekil 4.38 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin mikroskop görüntüleri

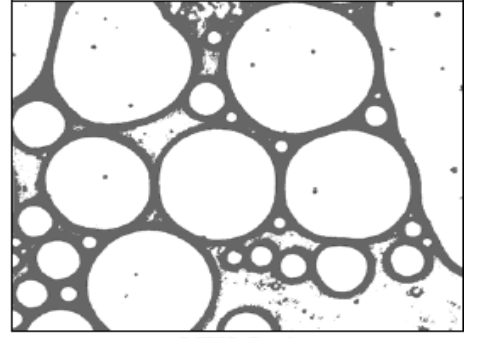


Kontrol

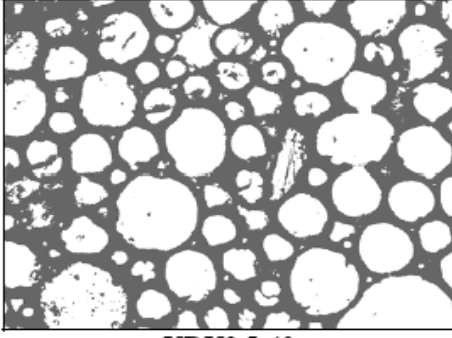
%40 yağlı örnekler



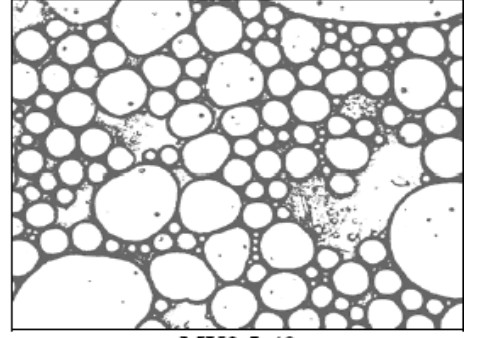
KDK1.5-40



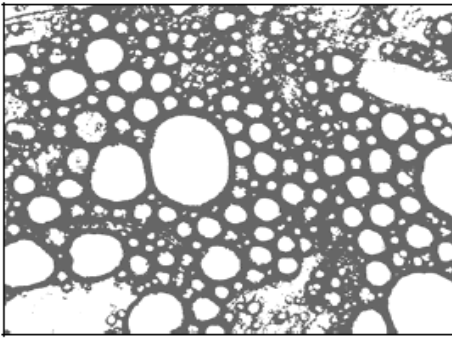
MK1.5-40



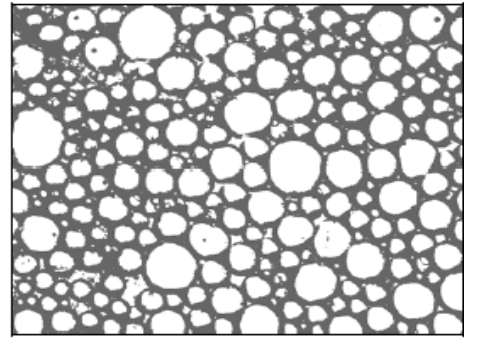
KDK2.5-40



MK2.5-40



KDK3.5-40



MK3.5-40

Şekil 4.39 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin mikroskop görüntüleri

4.2.7 Buğday kepeği lifi içeren mayonezlerin Hunter L, a ve b değerleri

Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi L değeri bakımından %60 yağlı örneklerde MK1.5-60 örneği (89.711 ± 0.959), %40 yağlı örneklerde KDK2.5-40 (92.582 ± 0.088) örneği kontrol (-9.824 ± 0.105) örneğine benzer sonuç vermiştir.

a değeri bakımından %60 yağlı örneklerde KDK3.5-60 örneği (-9.67 ± 0.110), %40 yağlı örneklerde KDK2.5-40 (-9.232 ± 0.103) ve MK3.5-40 (-9.224 ± 0.658) örneği kontrol (90.520 ± 0.773) örneğine benzer, b değeri bakımından ise %60 yağlı örneklerde KDK3.5-60 örneği (25.928 ± 0.203), %40 yağlı örneklerde MK1.5-40 (26.343 ± 0.182) örneği kontrol (30.651 ± 0.328) örneğine benzer sonuç vermiştir.

Yağ oranı %60 olan örneklerde liflerin aynı oranda ancak farklı boyutlarda kullanımlarında, lif boyutunun azalması ile L ve b değerlerinde azalma, a değerlerinde ise artış meydana gelmiştir. Lif miktarı artırılan örneklerin L ve b değerlerinde artış, a değerlerinde ise azalma meydana gelmiştir. Buna karşın, %40 yağlı örneklerde ise lif miktarı artırılan örneklerin L, a ve b değerlerinde azalma, liflerin aynı oranda, ancak farklı boyutlarda kullanıldığı örneklerde ise lif boyutunun azalması ile L, a ve b değerlerinde artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.4 Mayonez örneklerinin Hunter L, a ve b değerleri

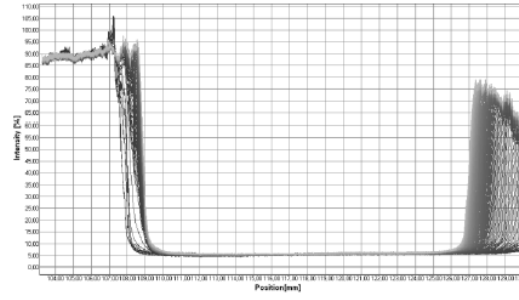
	L	a	b
Kontrol	90.520 ± 0.773	-9.824 ± 0.105	30.651 ± 0.328
%60 Yağlı Mayonezler			
KDK1.5-60	92.237 ± 1.318	-7.607 ± 0.054	25.495 ± 0.181
MK1.5-60	89.711 ± 0.959	-6.423 ± 0.055	24.515 ± 0.350
KDK2.5-60	93.573 ± 1.000	-8.182 ± 0.058	25.822 ± 0.276
MK2.5-60	90.777 ± 1.340	-7.927 ± 0.113	23.974 ± 0.170
KDK3.5-60	94.796 ± 1.326	-9.670 ± 0.110	25.928 ± 0.203
MK3.5-60	91.485 ± 1.378	-8.515 ± 0.123	24.980 ± 0.357
%40 Yağlı Mayonezler			
KDK1.5-40	93.441 ± 1.335	-8.502 ± 0.121	25.855 ± 0.184
MK1.5-40	96.418 ± 1.030	-7.559 ± 0.068	26.343 ± 0.182
KDK2.5-40	92.582 ± 0.658	-9.232 ± 0.103	24.380 ± 0.261
MK2.5-40	95.360 ± 0.966	-8.915 ± 0.059	25.515 ± 0.364
KDK3.5-40	88.581 ± 0.630	-10.988 ± 0.051	23.104 ± 0.181
MK3.5-40	94.636 ± 0.825	-9.224 ± 0.088	24.030 ± 0.178

4.2.8 Buğday kepeği lifi içeren mayonez örneklerinin emülsiyon stabiliteleri

Şekil 4.40 ve 4.41’de verilen grafikte mayonez örneklerinin emülsiyon kırılmalarına bağlı olarak değişen ışık geçirgenlikleri verilmiş ve ölçüm sonucunda, %60 ve %40 yağlı örneklerde lif boyutuna ve lif içeriğine göre emülsiyonların kırılma durumları farklılık gösterdiği gözlenmiştir.

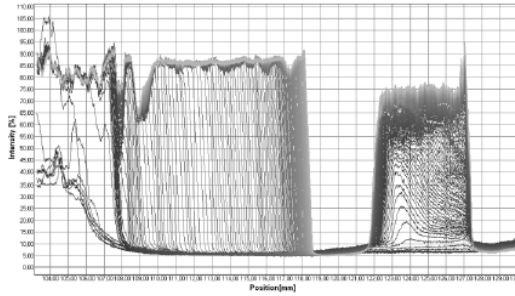
Yağ oranı %60 olan örneklerde KDP2.5-60 ve MP2.5-60 örnekleri kontrol örneğine benzer stabilite göstermiş olup, KDP3.5-60 ve MP3.5-60 örnekleri kontrolden daha stabil, KDP1.5-60 ve MP1.5-60 örnekleri ise kontrolden daha az stabildir (Şekil 4.40). Yağ oranı %40 olan örnekler kontrolden daha az stabilite değerleri göstermiştir (Şekil 4.41)

Lif boyutunun azalması ve lif miktarının artması ile daha stabil mayonez elde edilmiş ve kontrol örneğinden daha kuvvetli emülsiyonlar oluşmuştur. Yağ oranı %60 olan örnekler %40 yağ içeren örneklerden daha stabil oldukları belirlenmiştir (Şekil 4.40 ve 4.41).

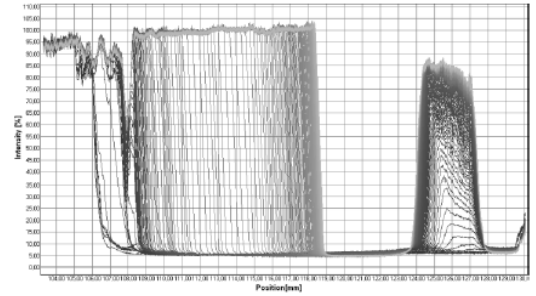


Kontrol

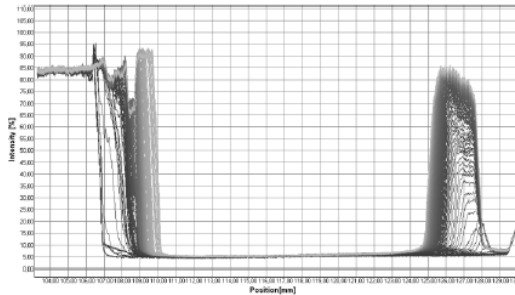
%60 Yağlı Örnekler



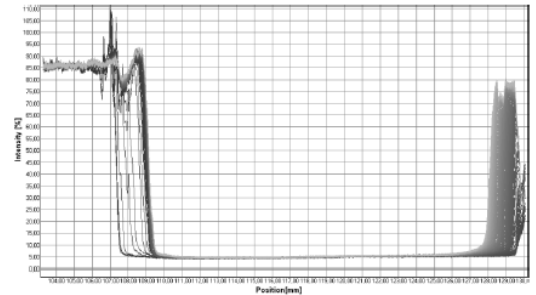
KDK1.5-60



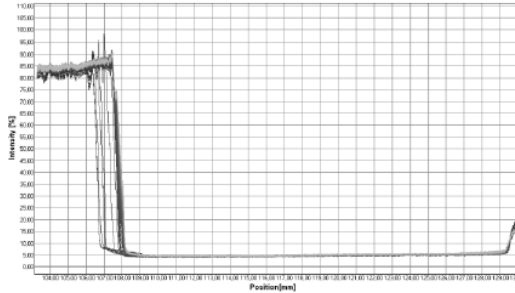
MK1.5-60



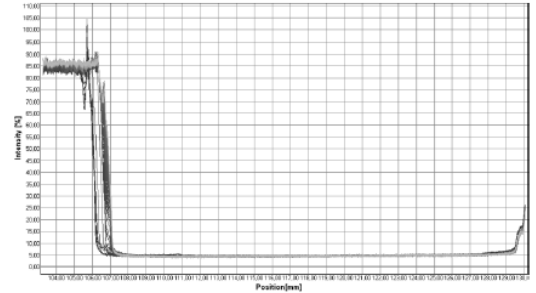
KDK2.5-60



MK2.5-60

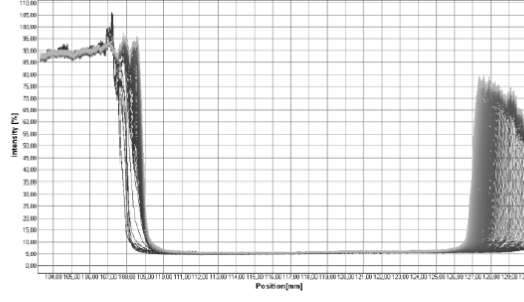


KDK3.5-60



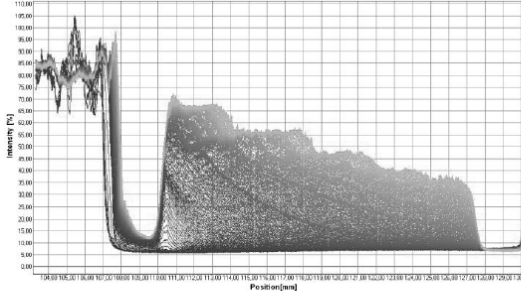
MK3.5-60

Şekil 4.40 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin zamana bağlı ışık geçirgenliği

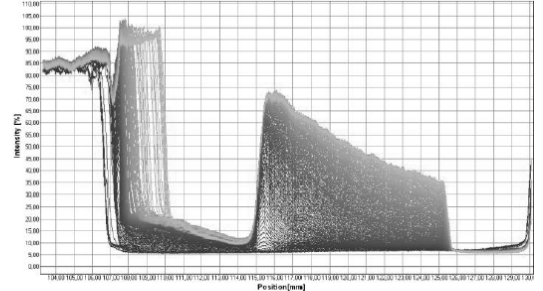


Kontrol

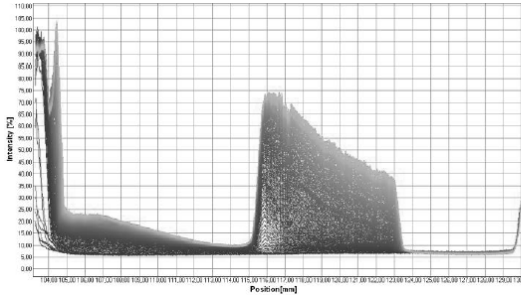
%40 yağlı örnekler



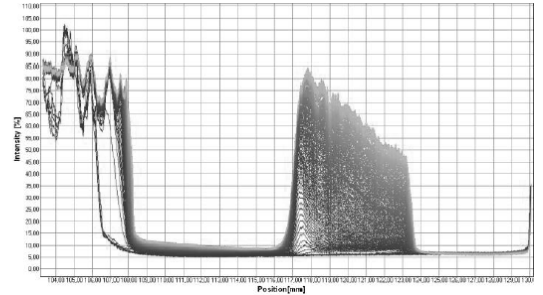
KDK1.5-40



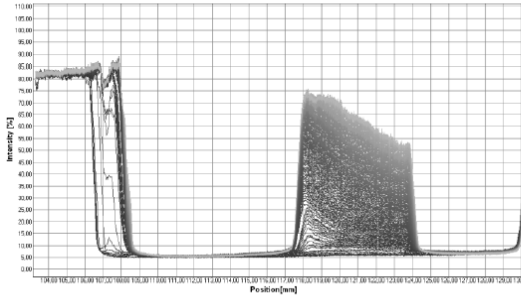
MK1.5-40



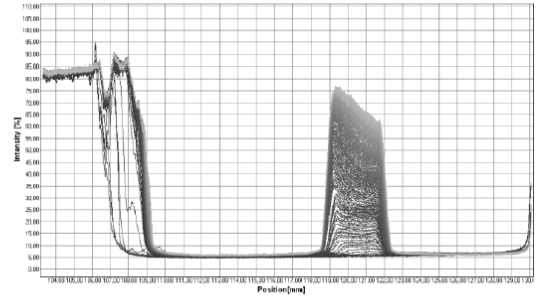
KDK2.5-40



MK2.5-40



KDK3.5-40



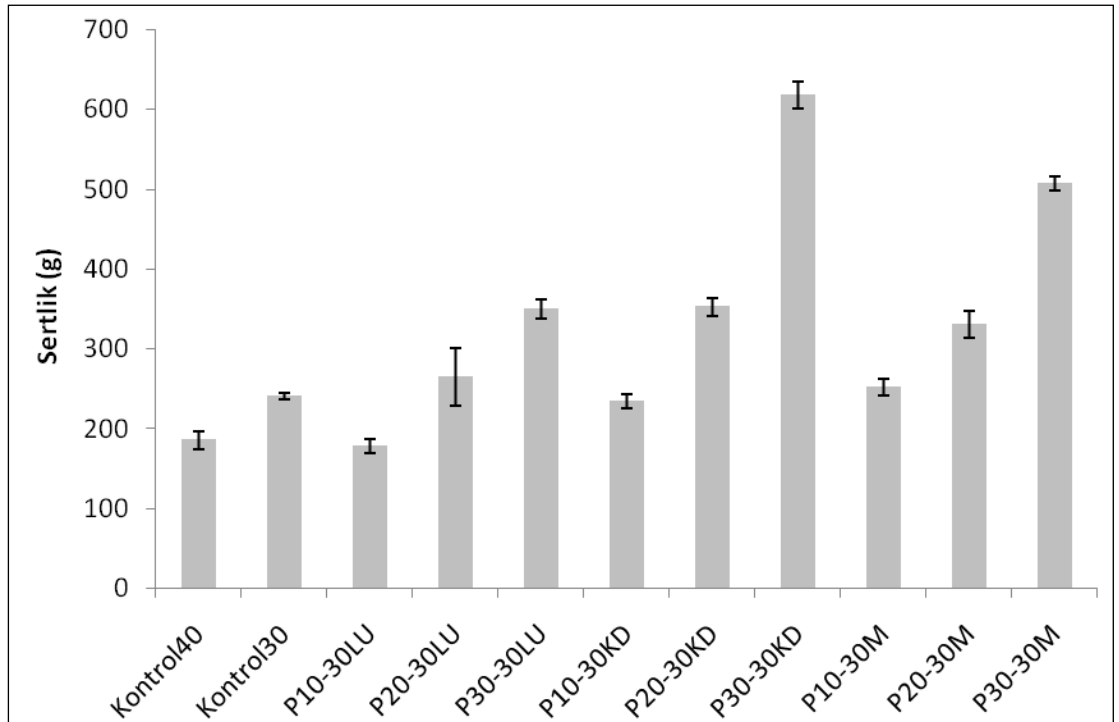
MK3.5-40

Şekil 4.41 Farklı boyutlarda buğday kepeği lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin zamana bağlı ışık geçirgenliği

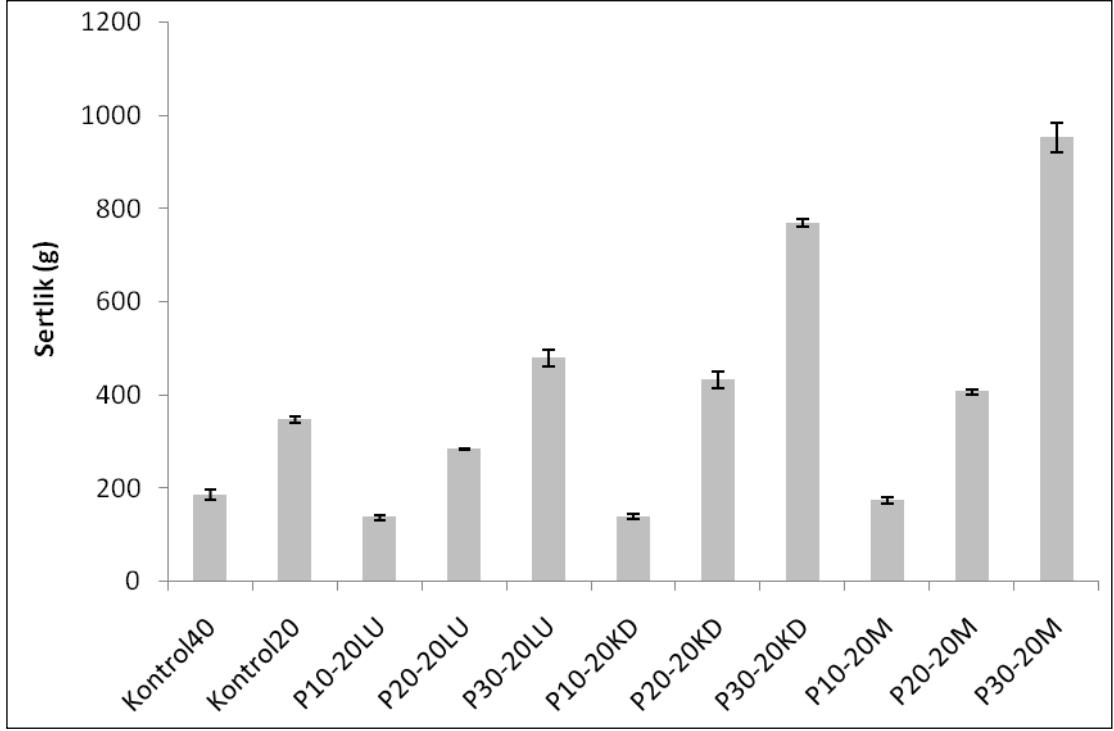
4.3 Portakal İçi Lifi Kullanılarak Üretilen Düşük Yağlı Bisküvi ve Mayonez Örneklerine Ait Araştırma Bulguları

4.3.1 Portakal lifi içeren bisküvi hamurlarının sertlik değerleri

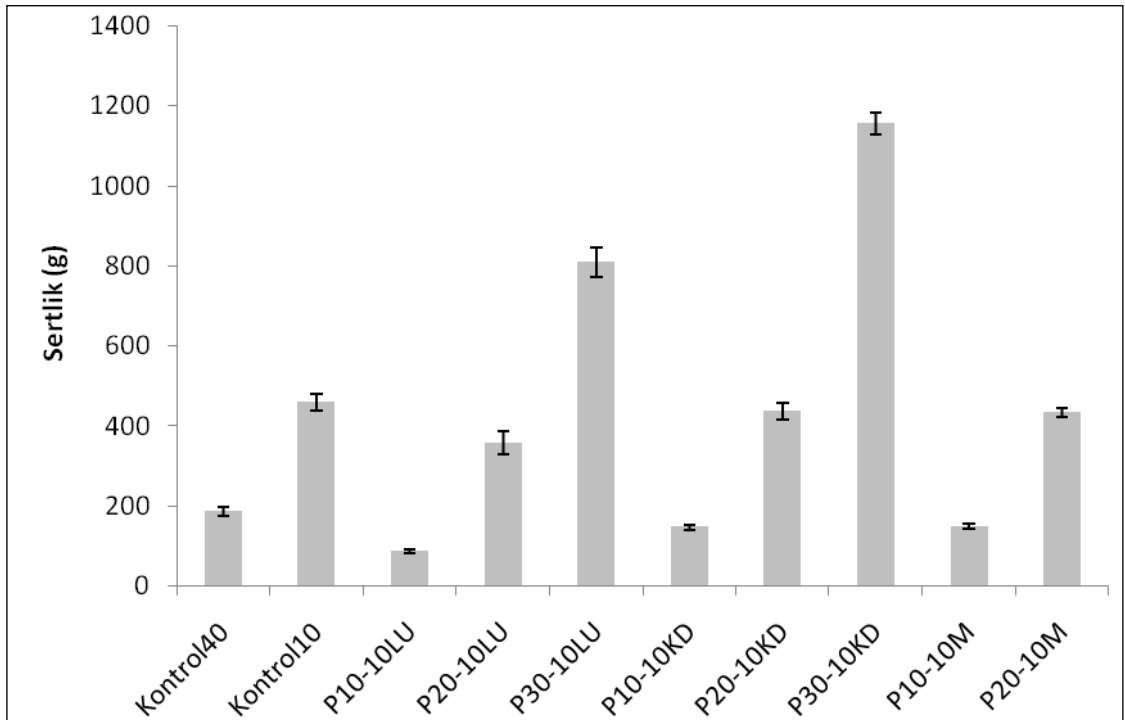
Şekil 4.42, 4.43 ve 4.44'de yağ yerine portakal lifi kullanılan bisküvi hamurlarına uygulanan tekstürel analizde elde edilen sertlik değerlerine ait sonuçlar verilmiştir. Yağ oranı %40 olan kontrol 40 örneğinin sertliği 185.44 ± 11.64 g değerinde iken, %30 yağ içeren kontrol 30 örneğinin sertliği 240.77 ± 4.68 g, %20 yağ içeren kontrol 20 örneğinin sertliği 347.68 ± 6.60 g ve %10 yağ içeren kontrol 10 örneğinin sertliği 458.84 ± 21.99 g olmuştur. Yağ oranı %30 olan örneklerden P10-30LU (178.69 ± 8.69 g) örneği (Şekil 4.42) ve %20 yağ içeren P10-20M (173.32 ± 7.44 g) örneği (Şekil 4.43) %40 yağlı kontrol 40 (185.44 ± 11.64 g) örneğine benzer sertlik değerlerine sahiptir. Analiz edilen hamurlar arasında en yumuşak hamur örneği P10-10LU (86.98 ± 4.39 g) (Şekil 4.44) ve en sert hamur örneği ise P30-20M (952.16 ± 32.33 g) (Şekil 4.43) örneği olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.42 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri



Şekil 4.43 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri



Şekil 4.44 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının sertlik değerleri

Kuru madde oranı %10 olan jel haldeki liflerin kullanımında, yağ miktarındaki azalma oranında artan jel miktarına bağlı olarak, sertlik değerlerinde bir azalma gözlenmiştir. Bu durum, azalan yağ miktarına karşı su miktarındaki artış ile açıklanabilir (Şekil 4.42, 4.43 ve 4.44).

İlk aşamada elde edilen öğütme işlemi uygulanmamış ancak yapısından lignin uzaklaşmış olan LU liflerinin kullanımında, yağın azaltılmasından kaynaklanan hamur sertliğindeki artışın %10 ve 20 kuru madde içeren jelin kullanımı ile giderildiği ancak %30 kuru maddeli jelin kullanımında ise hamur sertliğinin daha da arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.42, 4.43 ve 4.44). KD liflerinin %10 kuru maddeli jelinin kullanımında, yağın azaltılmasından kaynaklanan sertliğin giderildiği ancak %20–30 kuru maddeli jelin kullanımında özellikle %20–10 yağlı örneklerin yağı azaltılmış kontrol örneklerinden çok daha sert olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.43 ve 4.44). Bu durum, ortamdaki suyun lif tarafından tutulması ve hamurun oluşumu için yeterli suyun ortamda bulunmamasından kaynaklanmaktadır. M liflerinin kullanıldığı örneklerde ise elde edilen hamurların çok sert olduğu belirlenmiş ve %30 kuru maddeli M lifinin kullanımında %10 yağlı hamurun, ortamdaki suyun yetersizliğinden dolayı oluşmadığı gözlenmiştir.

Buğday kepeği liflerinin kullanımında olduğu gibi, yağ yerine kullanılan portakal liflerinin boyutu azaldıkça elde edilen hamurların sertliği artmıştır. Benzer şekilde aynı yağ oranına sahip, ancak farklı kuru madde içeren aynı boyutta jel kullanımında, jelin kuru madde içeriği arttıkça hamurların sertlik değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu durum, lifin boyutundaki azalma ile daha çok su tutmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 4.42, 4.43 ve 4.44).

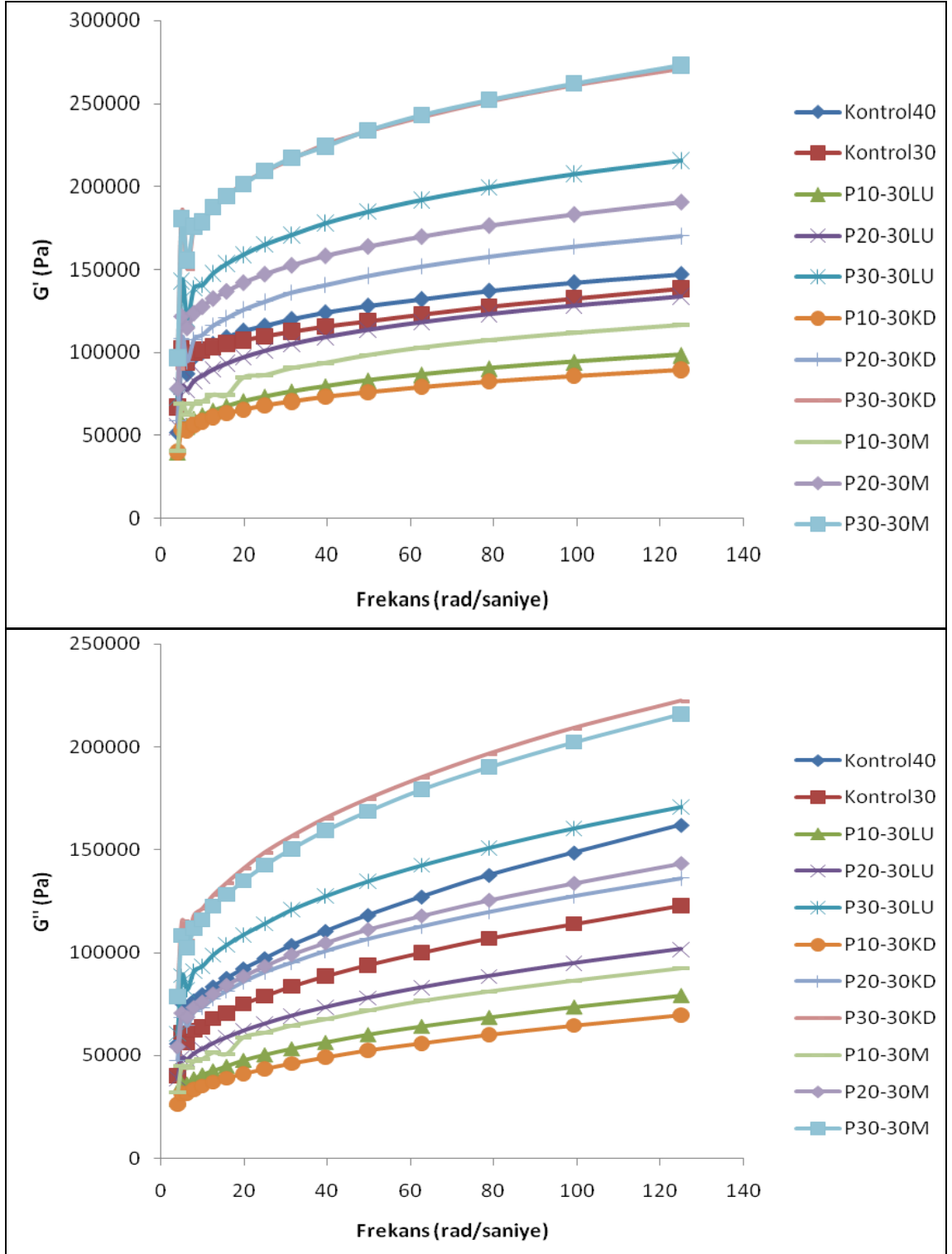
Portakal içinden elde edilen lifler ile %10 yağlı ürünlerin üretiminde kontrol örneğine benzer hamur elde edilmemiş olsa da, yağın azaltılmasından kaynaklanan sertlik artışının giderilebildiği gözlenmiştir. Yağ oranı %10 olan örneklerde %10 kuru maddeli LU ve KD liflerinin kullanımı hamuru çok yumuşatmışken, aynı liflerin %20 ve 30 kuru maddeli kullanımında hamurlar kontrolden daha sert olmuştur (Şekil 4.44).

4.3.2 Portakal lifi içeren bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri

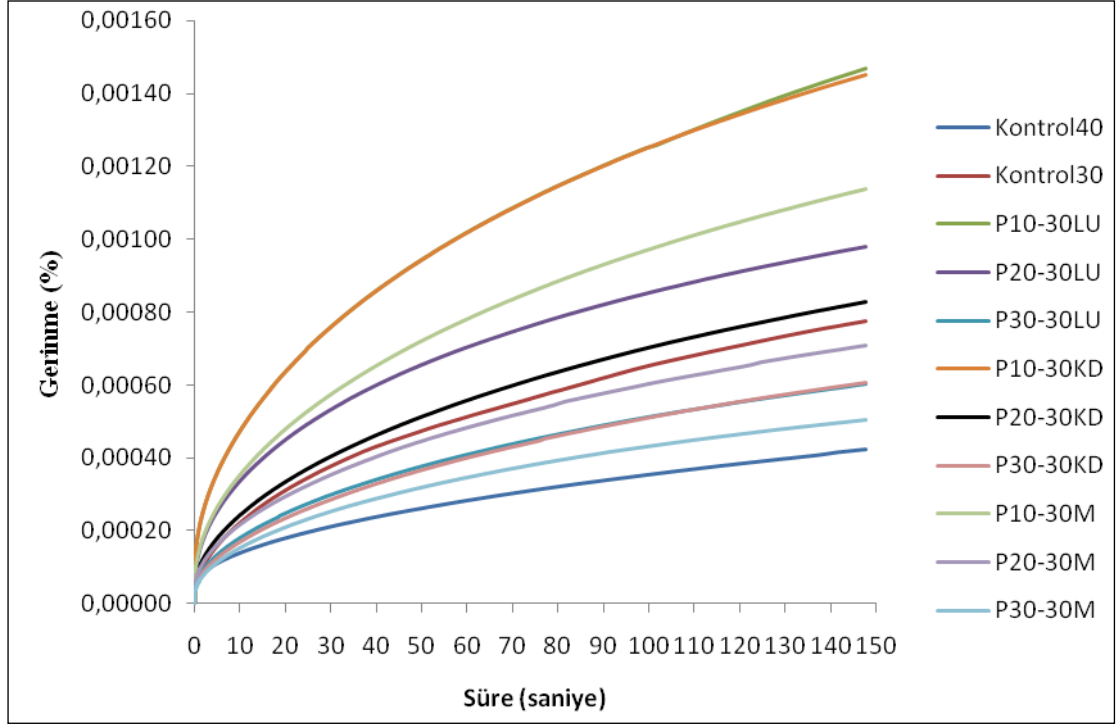
%30 yağlı bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri

Şekil 4.45’de görüldüğü gibi bisküvi hamuru formülasyonunda yağ miktarının azaltılması ile G' ve G'' değerleri daha düşük hamurlar elde edilmiştir. Bu durum portakal lifi kullanımı ile giderilmiş olsa da, G' değerleri bakımından kontrol örneğine benzer sonuçlar bulunamamıştır. G'' değerleri bakımından ise kontrol örneğine en yakın sonuçlar P30-30LU örneğinden elde edilmiştir. Genel olarak kullanılan liflerin boyutları azaldıkça ve/veya kuru madde içeriği arttıkça G' ve G'' değerlerinde artış meydana gelmiştir.

Şekil 4.46’da görüldüğü gibi kontrol örneğinin yağ içeriği %30’a düşürüldüğünde, hamurun sürünmeye karşı gösterdiği gerinme değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu durum eksilen yağ yerine portakal lifi kullanımı ile giderilmiş ve kontrol 40 örneğine en yakın sonuç P30-30M örneğinden elde edilmiştir. Hamurların sürünme özellikleri, hamur formülasyonundaki liflerin boyutu azaldıkça kontrol örneğine yaklaşmış, lifin kuru madde içeriği azaldıkça kontrol örneğinden uzaklaşmıştır. Bu durum küçük boyutlu liflerin suyu daha çok tutması sonucu hamurun yapışkanlığında meydana gelen azalma ile birlikte liflerin düşük kuru maddeli kullanımları ile ortamda daha çok suyun serbest kalması ile açıklanabilmektedir.



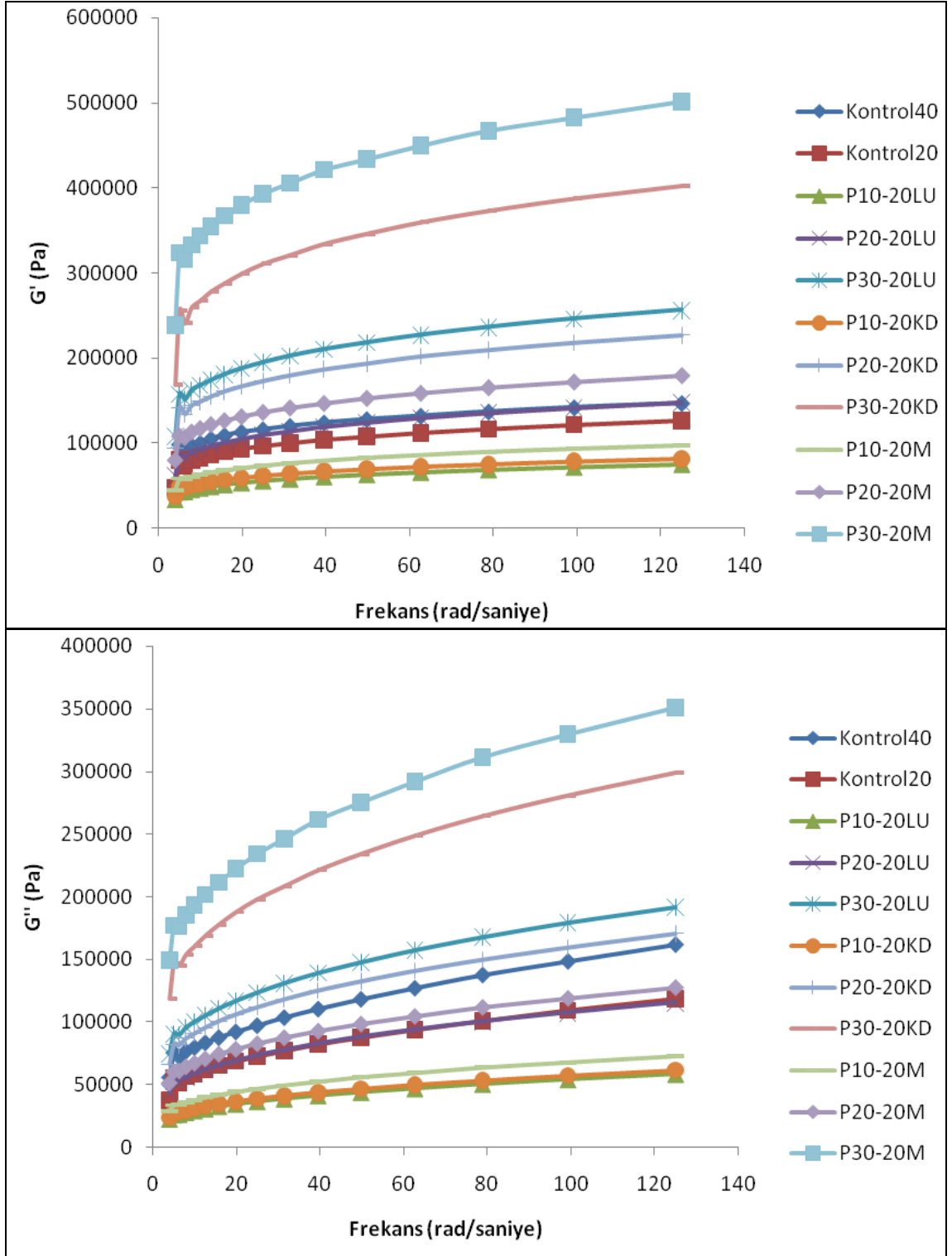
Şekil 4.45 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G'' değerleri



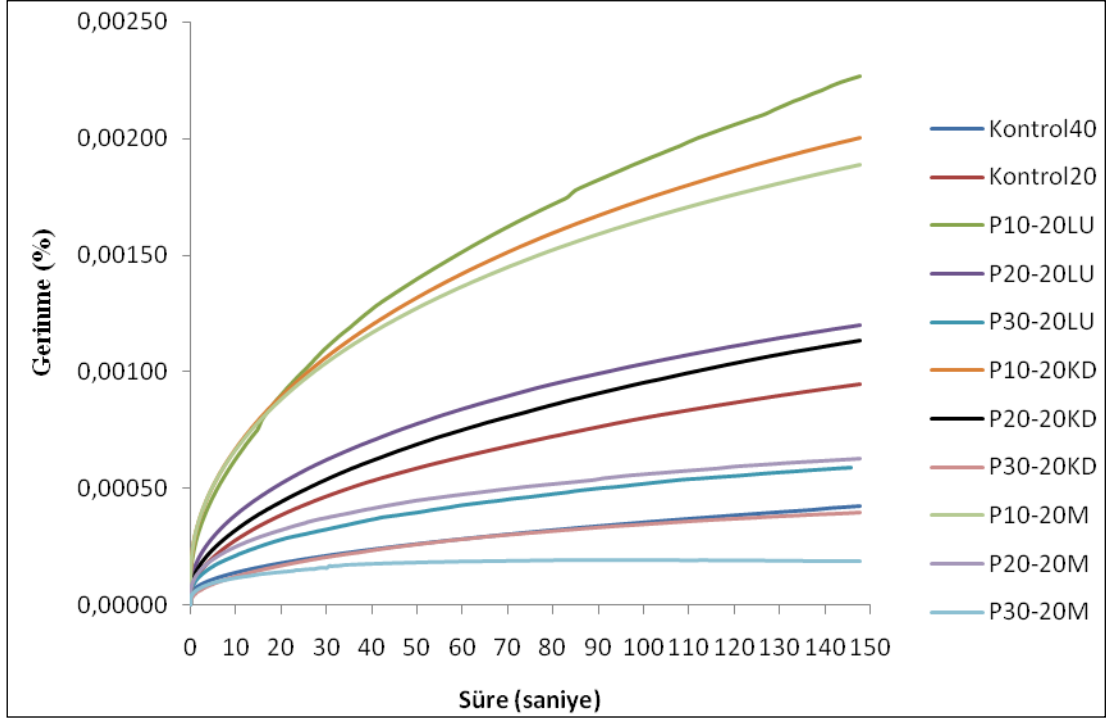
Şekil 4.46 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri

%20 yağlı bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri

Bisküvi hamuru formülasyonunda yağ miktarının azaltılması ile azalan G' ve G'' değerleri liflerinin kullanımı ile giderilmiş ve P20-20LU örneğinin G' değeri ve P20-20KD örneğinin G'' değeri kontrol örneğine oldukça benzer olduğu tespit edilmiştir. Büyük boyutlu ve düşük kuru maddeli lif kullanımı sonucunda kontrol örneğinden daha düşük G' ve G'' değerlerine sahip hamurlar, yüksek kuru maddeli ve küçük boyutlu liflerin kullanımı ile yüksek G' ve G'' değerlerine sahip hamurlar elde edilmiştir (Şekil 4.47).



Şekil 4.47 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G'' değerleri

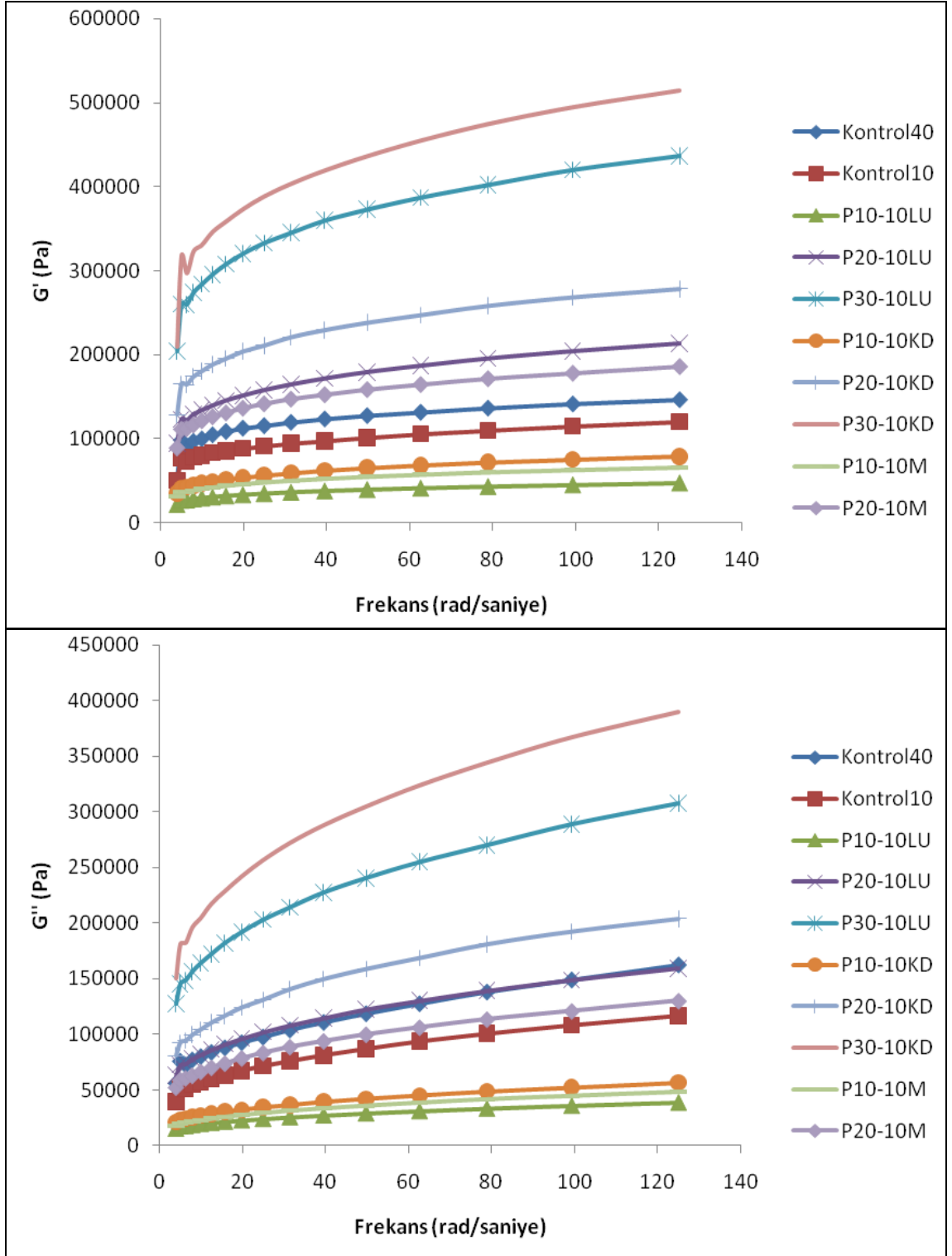


Şekil 4.48 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri

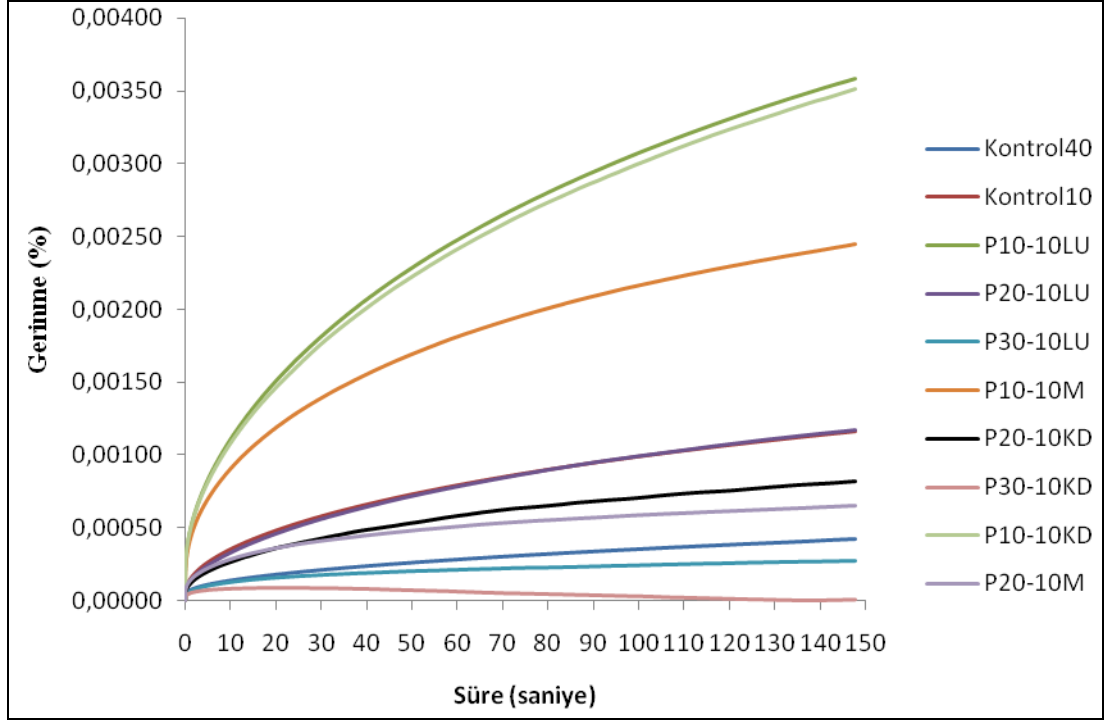
Şekil 4.48’de görüldüğü üzere, kontrol örneğinin yağ içeriği yarıya düşürüldüğünde hamurun sürünmeye karşı gösterdiği gerinme değerlerinde artış, eksilen yağ yerine portakal lifi kullanımı ile giderilmiş ve kontrol 40 örneğine en yakın sonuç %30 kuru maddeli KD lifinin kullanıldığı P30-20KD örneğinden elde edilmiştir. Kuru madde içeriği %10 olan lif kullanımı ile en yüksek, %30 kuru maddeli lif kullanımı ile en düşük gerinme değerleri elde edilmiş ve aynı zamanda küçük liflerin büyük yapıları liflerden daha az gerinme değerlerine neden olduğu gözlenmiştir.

%10 yağlı bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri

Şekil 4.49’de görüldüğü üzere, bisküvi hamuru formülasyonunda yağ miktarının azaltılması ile azalan G' değeri %20 kuru maddeli M lifinin kullanımı (P20-10M) ile, G'' değerindeki farklılık %20 kuru maddeli LU lifinin (P20-10LU) kullanımı ile giderilmiştir. Liflerin boyutları azaldıkça G' ve G'' değerlerinde artış, kuru maddeleri azaldıkça G' ve G'' değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.49 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının G' ve G'' değerleri



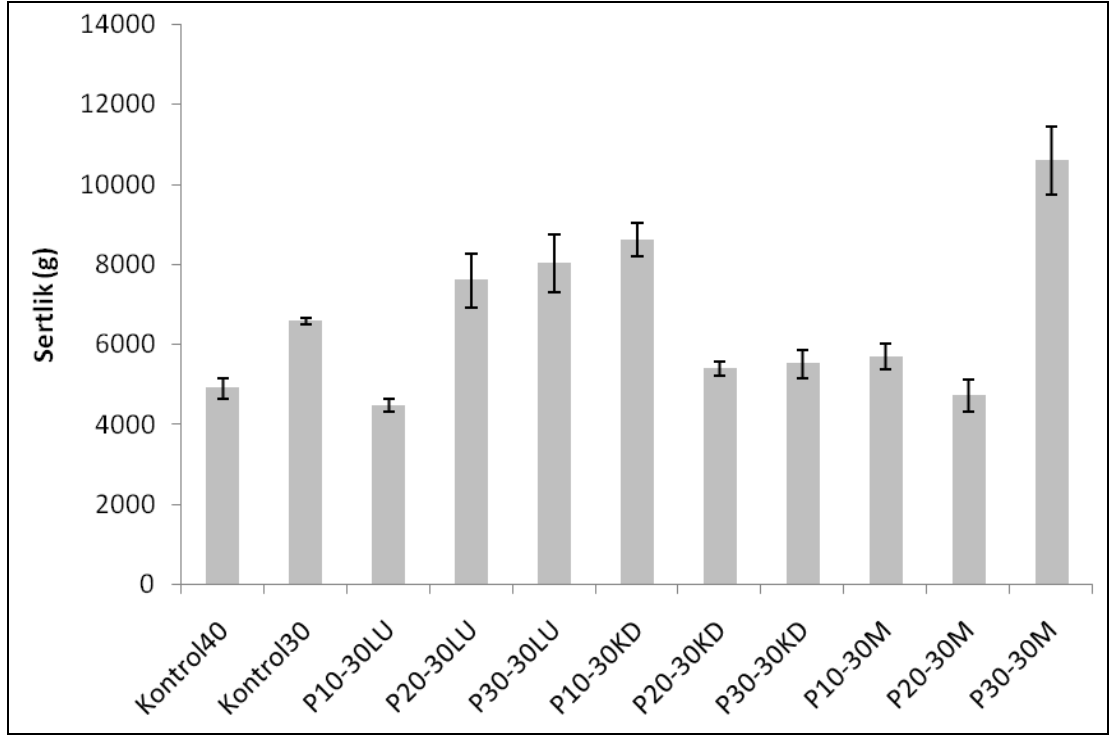
Şekil 4.50 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvi hamurlarının sürünme sırasındaki gerinme değerleri

Bisküvi hamurlarının yağ içeriği %10'a düşürüldüğünde hamurun sürünmeye karşı gösterdiği gerinme değerlerinde meydana gelen artış, eksilen yağ yerine portakal lifi kullanımı ile giderilmiş ve LU lifinin %30 kuru maddeli kullanımının (P30-10LU) kontrol örneğine en yakın gerinme değerini verdiği tespit edilmiştir. Kullanılan lif miktarı arttıkça gerinme değerlerinde de artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.50).

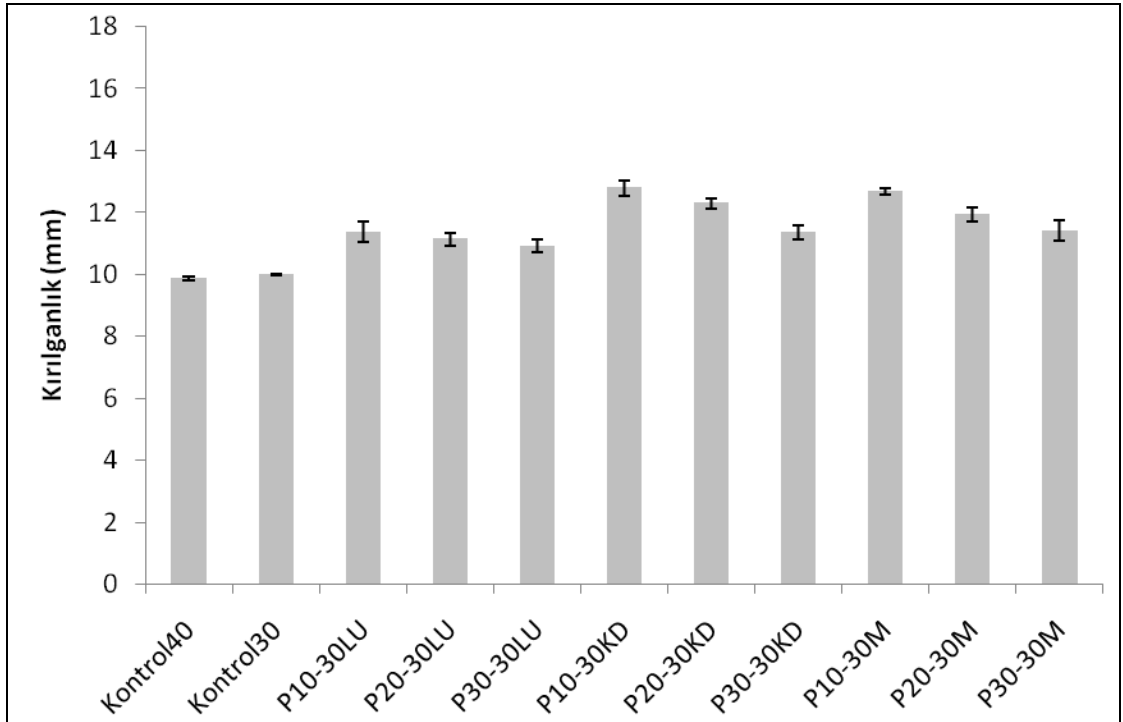
4.3.3 Portakal lifi içeren bisküvi örneklerinin tekstürel özellikleri, nem içerikleri ve yayılma oranları

%30 yağlı bisküvi örneklerine ait sonuçlar

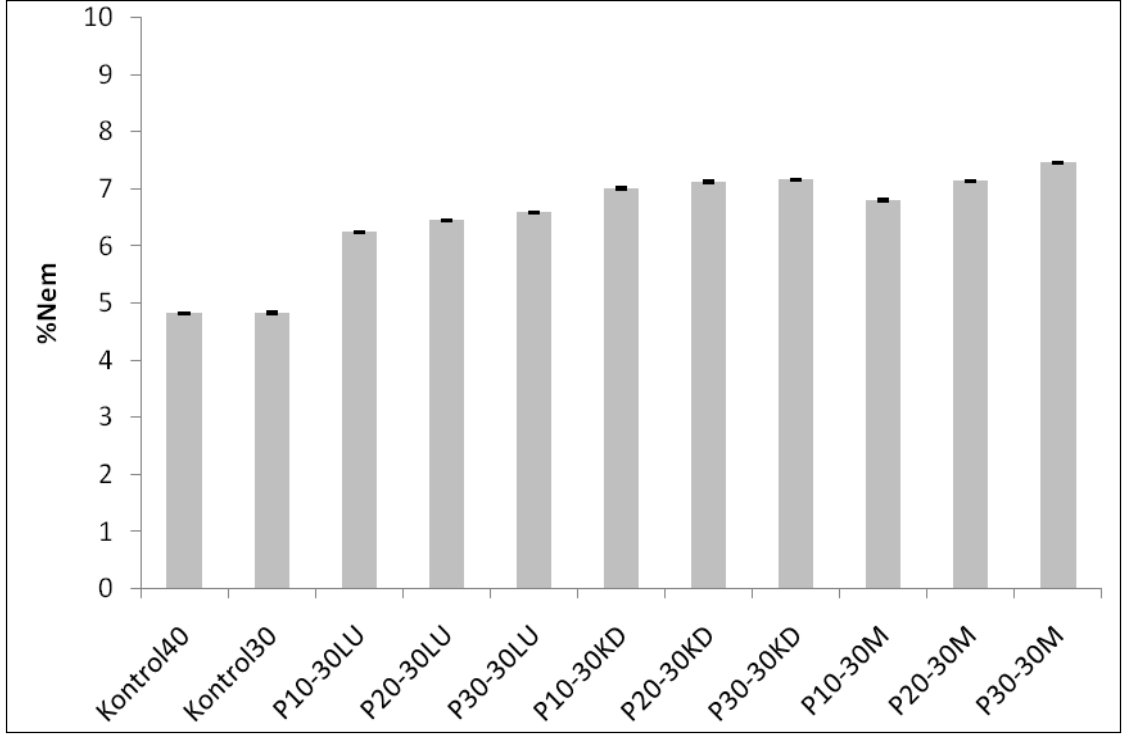
Yağ oranı %30 olan bisküvilerde kontrol 40 (sertlik 4904.5 ± 261.34 g, kırılmalık 9.86 ± 0.076 mm, %nem 4.82 ± 0.004 ve yayılma oranı 6.12 ± 0.023) örneğine en yakın sertlik değeri P10-30LU (4477.6 ± 155.22 g) ve P20-30M (4718.3 ± 417.21 g) örneklerinde (Şekil 4.51), kırılmalık değeri P10-30LU (11.36 ± 0.332 mm) örneğinde (Şekil 4.52) belirlenmiştir. Nem içeriği ve yayılma oranı bakımından ise kontrol örneğine benzer örnekler elde edilmemiştir (Şekil 4.53 ve 4.54). KD liflerinin LU liflerinden daha düşük sertliğe neden olması, son ürünün nem içeriği ile ilgilidir. M liflerinde ise bu durum gözlenmemiştir.



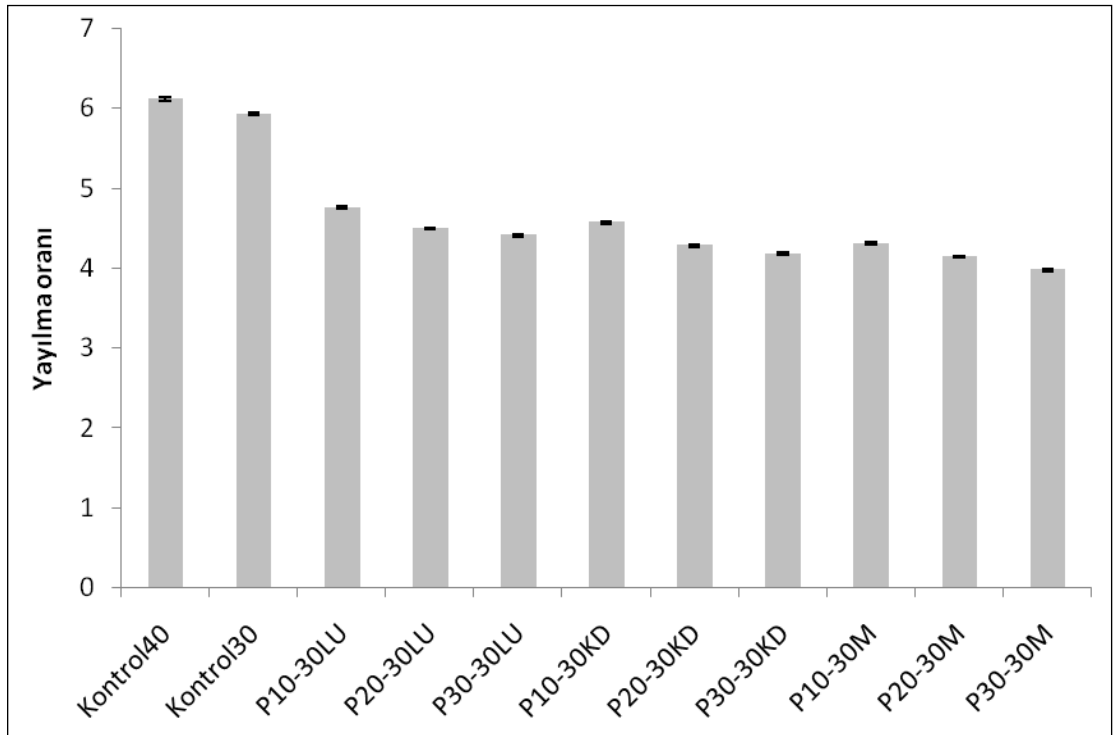
Şekil 4.51 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri



Şekil 4.52 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin kırılgnlık değerleri



Şekil 4.53 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin nem içerikleri



Şekil 4.54 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin yayılma oranları

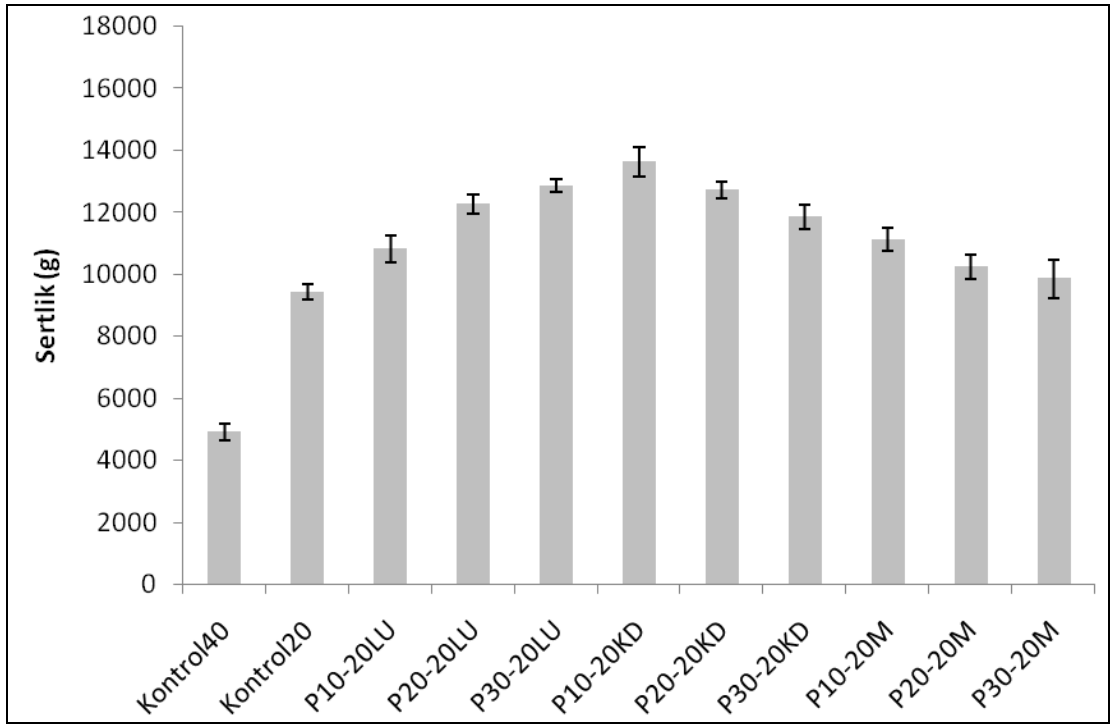
Şekil 4.55'de üretilen bisküvilerin resimleri verilmiş olup, kontrol örneğindeki yağın %25 oranında azaltılması ile bisküvilerin yüzeyinde meydana gelen çatlaklar portakalın iç kısmından elde edilen liflerin kullanımı ile giderilmiş, ancak üretilen örneklerde yapı bozukluğu ve bazı örneklerde yanık oluşumu tespit edilmiştir.



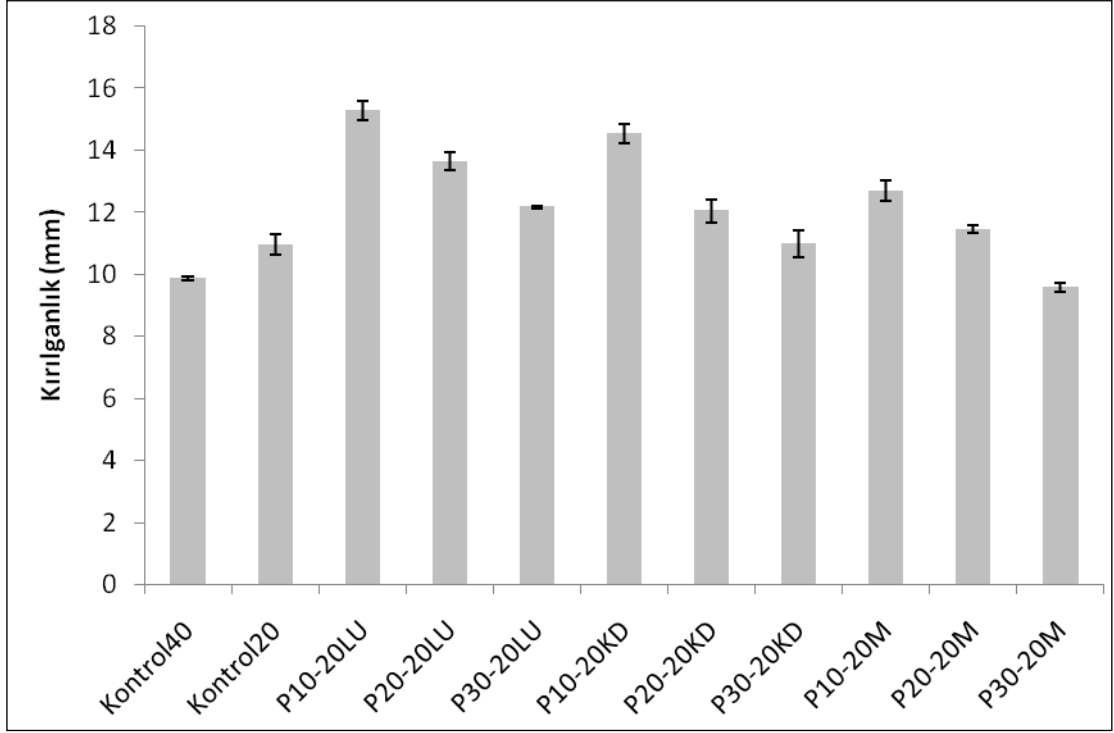
Şekil 4.55 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvi örnekleri

%20 yağlı bisküvi örneklerine ait sonuçlar

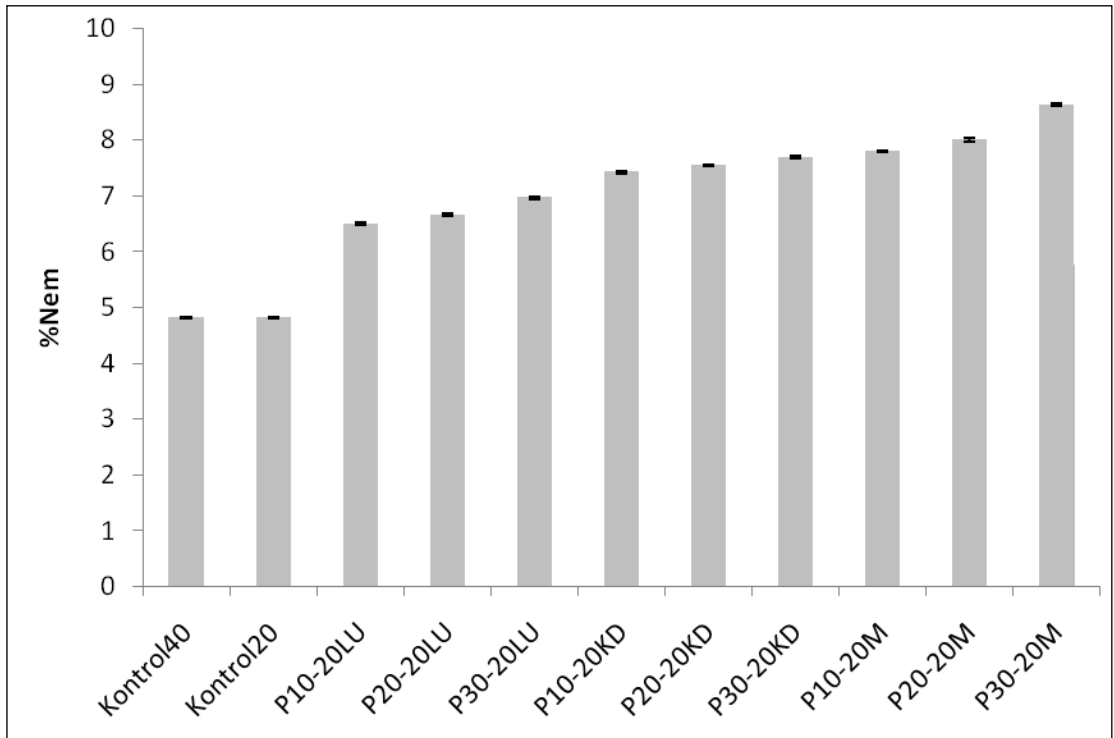
Portakal lifi kullanarak üretilen %20 yağlı bisküvi örneklerinde sertlik, nem içeriği ve yayılma oranları kontrol örneğine benzer olan örneğe rastlanmamıştır (Şekil 4.56, 4.57, 4.58 ve 4.59). Bu durum, portakal lifinin çok fazla su tutması ile açıklanabilir. Kırılma değeri ise kontrol 40 (9.86 ± 0.076 mm) örneğine benzer değer P30-20M (9.70 ± 0.082 mm) örneğinde belirlenmiştir. KD ve M lifleri ile üretilen örneklerin LU lifleri ile üretilen örneklerden daha az sertlik değerine sahip olmasının nedeni nem içeriğinin yüksek olması ile açıklanabilmektedir.



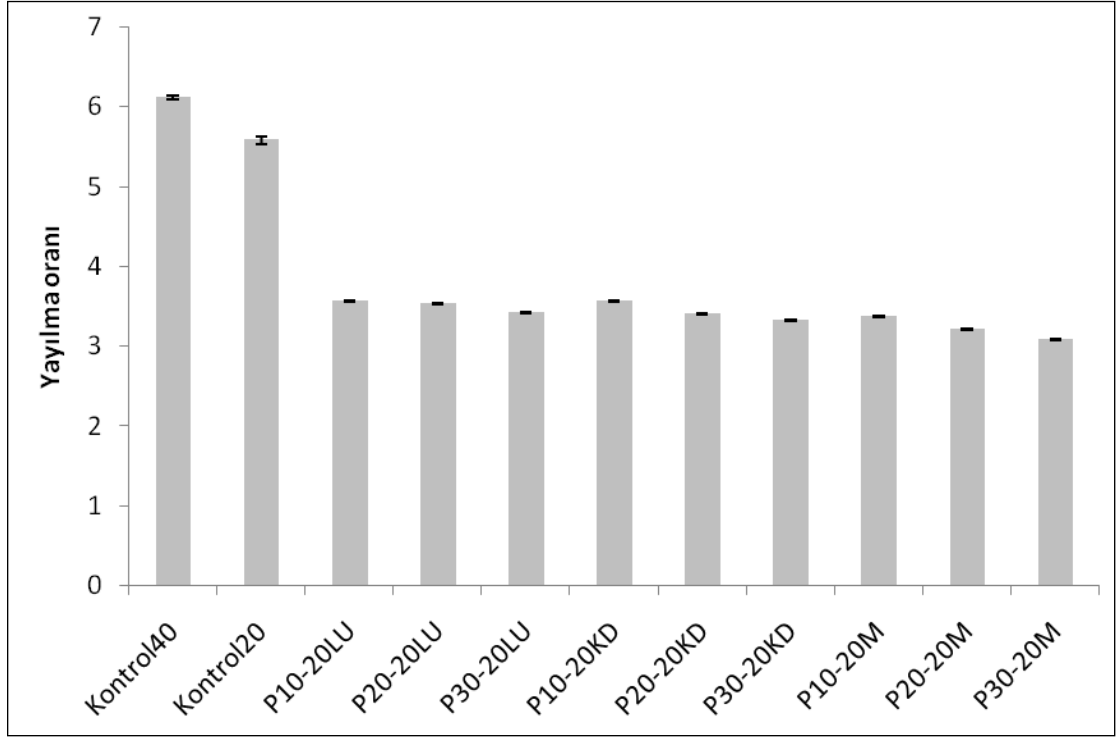
Şekil 4.56 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri



Şekil 4.57 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin kırılmalık değerleri



Şekil 4.58 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin nem içerikleri



Şekil 4.59 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvilerin yayılma oranları

Şekil 4.60'da %20 yağlı bisküvilerin resimleri verilmiş ve kontrol örneğindeki yağın %50 oranında azaltılması ile bisküvilerin yüzeyinde meydana gelen çatlaklar %30 yağlı kontrol örneğinininkinden daha da büyük olduğu tespit edilmiştir. Portakal lifi kullanımı ile bu çatlakların oluşumuna engel olunmuş, ancak üretilen bisküvilerde %10 kuru madde içeren jel kullanımında kabarma meydana gelmiş ve %20-30 kuru maddeli jeller kullanıldığı örneklerde ise yapı bozukluğu tespit edilmiştir.

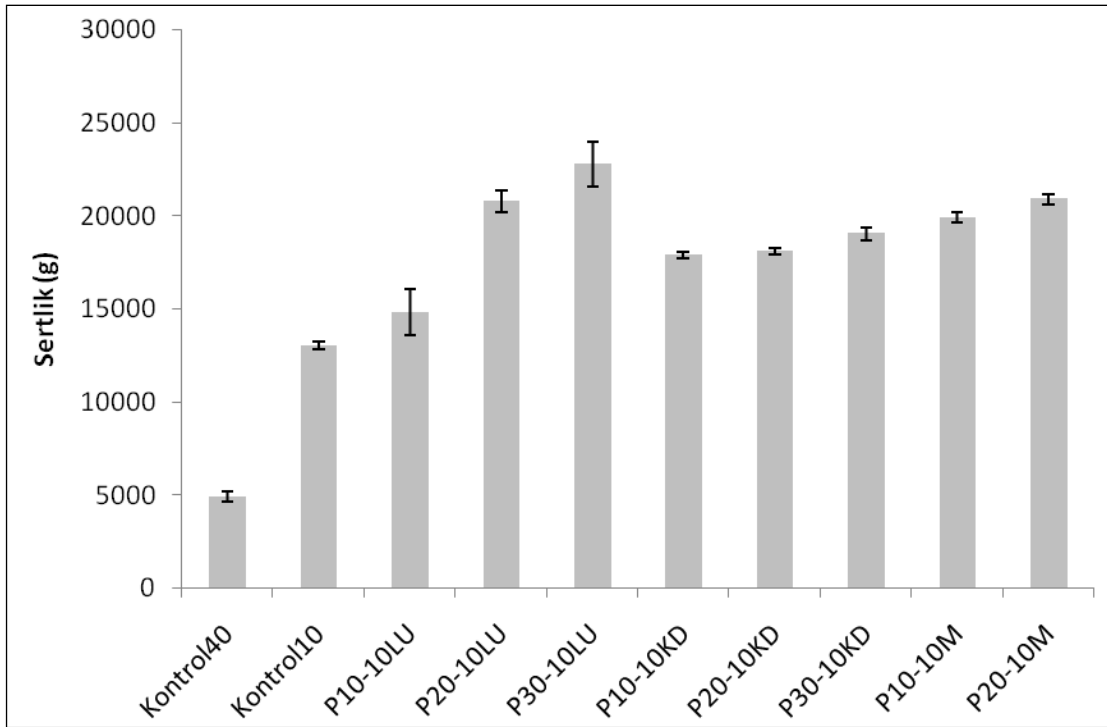


Şekil 4.60 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %20 yağlı bisküvi örnekleri

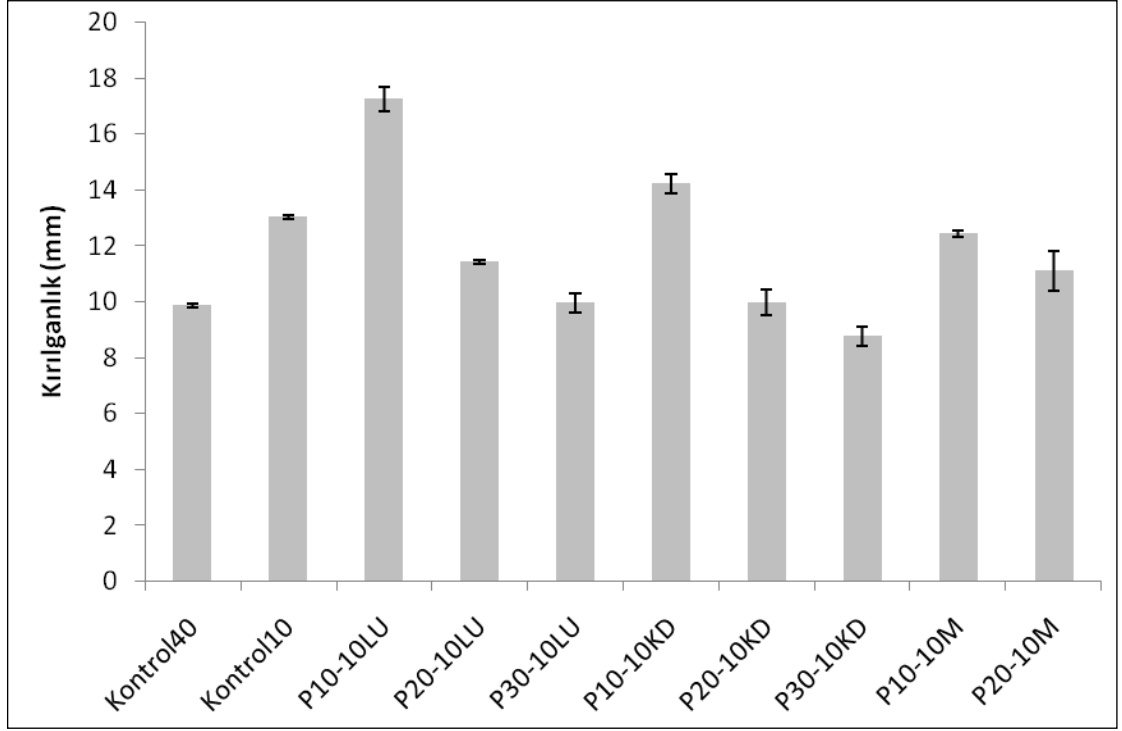
%10 yağlı bisküvi örneklerine ait sonuçlar

Şekil 4.61, 4.62, 4.63 ve 4.64'ye bakıldığında, %10 yağlı bisküvilerin sertlik, %nem ve yayılma oranı özellikleri bakımından kontrol örneğinden oldukça uzak sonuçlar verdiği gözlenmiştir. P30-10LU (10.11 ± 0.072 mm) ve P20-10KD (10.10 ± 0.080 mm) örneklerinin kırılma değeri kontrol 40 (9.86 ± 0.076 mm) örneğine benzerdir.

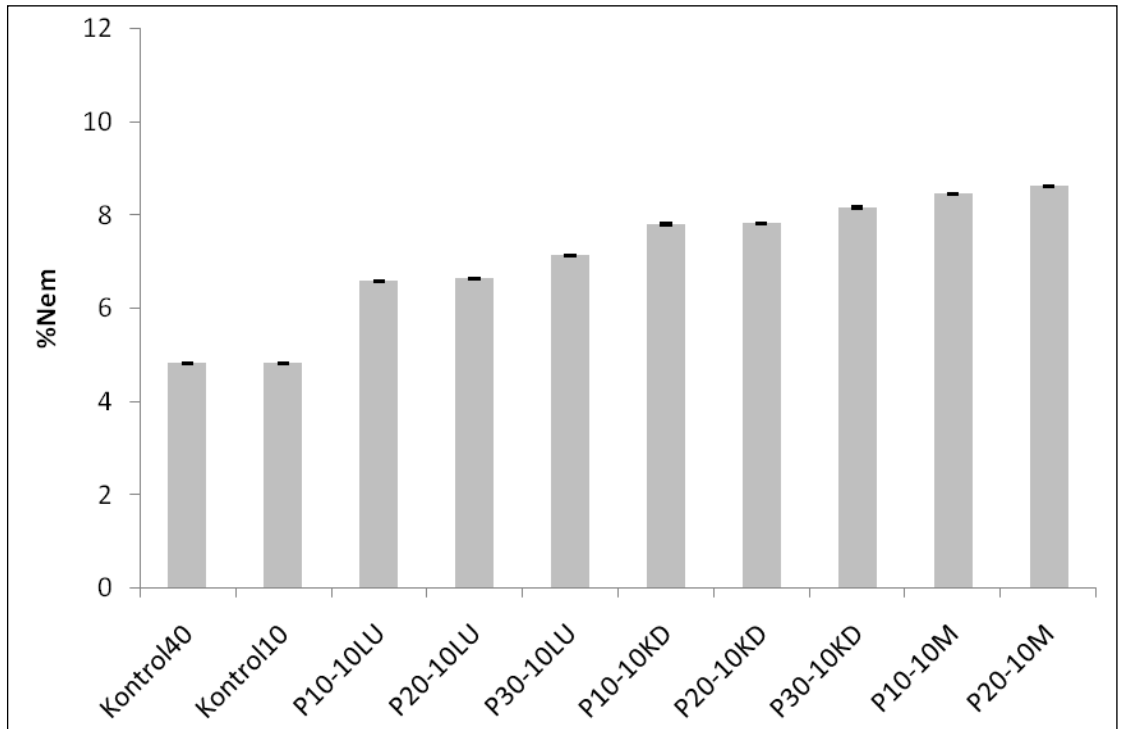
Kuru madde oranı %30 olan M jelinin kullanımı ile üretilmesi hedeflenen P30-30M örneği, ortamdaki suyun az olmasından dolayı hamurun çok sert olması ve ürüne işlenememesinden dolayı üretilmemiştir.



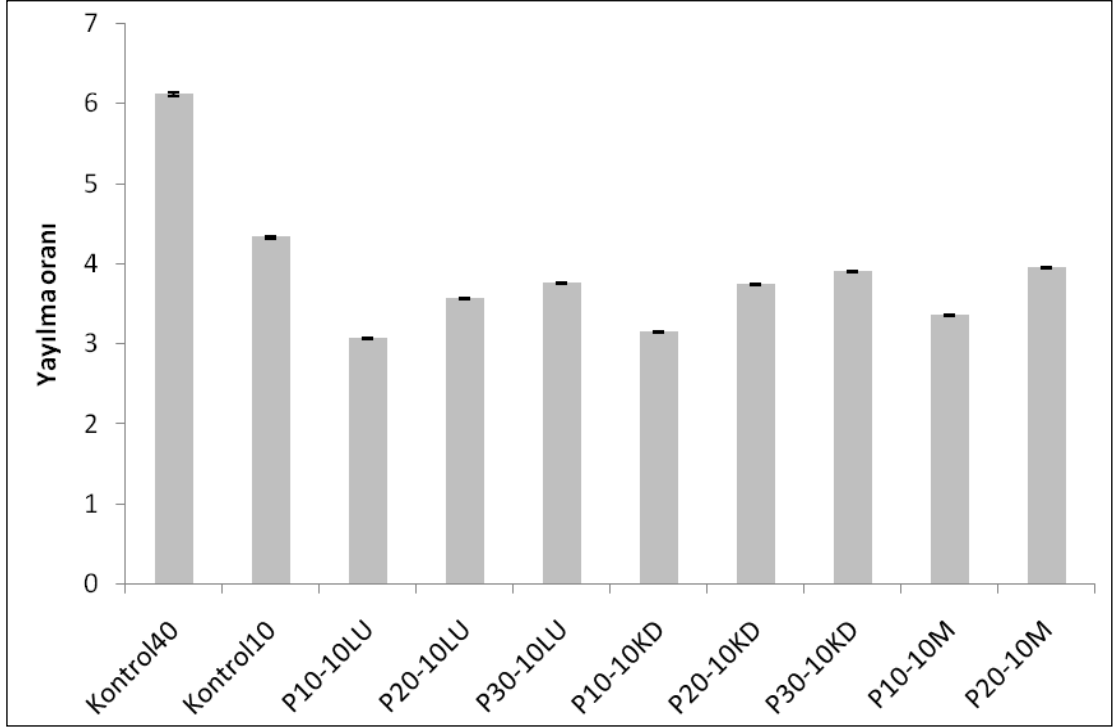
Şekil 4.61 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin sertlik değerleri



Şekil 4.62 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin kırılgnalık değerleri



Şekil 4.63 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvilerin nem içerikleri



Şekil 4.64 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %30 yağlı bisküvilerin yayılma oranları

Şekil 4.65’de üretilen bisküvilerin resimleri verilmiş olup, kontrol örneğindeki yağın %10’a düşürülmesi ile örneklerde meydana gelen kızarıklık (yanık) lif kullanımı ile giderilmiştir. Ancak elde edilen örnekler görsel açıdan kontrol örneğinden çok farklı olmuştur.



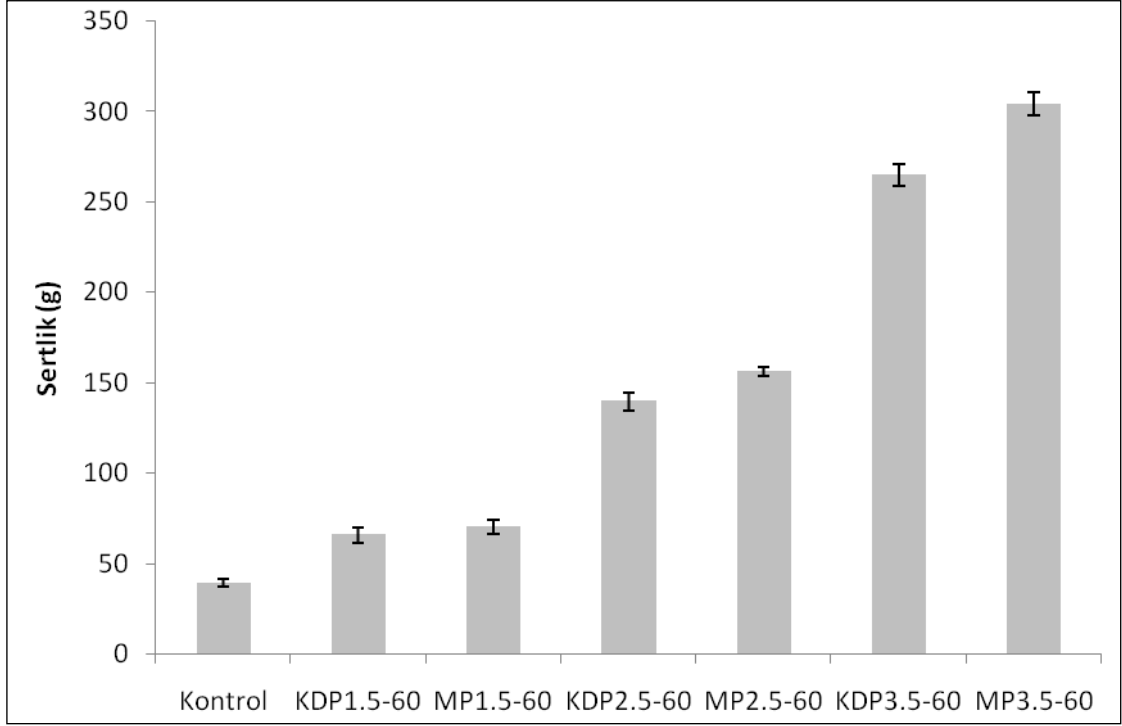
Şekil 4.65 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %10 yağlı bisküvi örnekleri

Yağ yerine portakal lifi kullanımında, yüksek oranda ve küçük boyutlu lif kullanımının, bisküvi sertliğinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Yine portakal liflerinin bisküvilerin kırılmalık değerlerinde azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Bisküvilerin yayılma oranlarında lif kullanımına bağlı olarak önemli miktarlarda azalma ve nem içeriklerinde ise lif içeriğine bağlı olarak artış meydana gelmiştir. Nem değerlerindeki bu artışın nedeni, kepek lifi kullanımında olduğu gibi liflerin su tutmalarına bağlı olarak son üründe yapıda tutulan su miktarının artışıdır. Kepek liflerinin kullanımından farklı olarak portakal liflerinin kullanımı ile elde edilen bisküvilerin nem içeriklerinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiş ve bunun nedeni, portakal lifinin su tutma kapasitesinin kepek lifinden daha yüksek olması ile açıklanabilmektedir. Yayılma oranlarındaki azalmanın, yağ oranının azaltılması ve lif miktarının artışı ile doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Lif içeren bisküviler daha çok kabardıkları için yayılma oranları daha düşüktür.

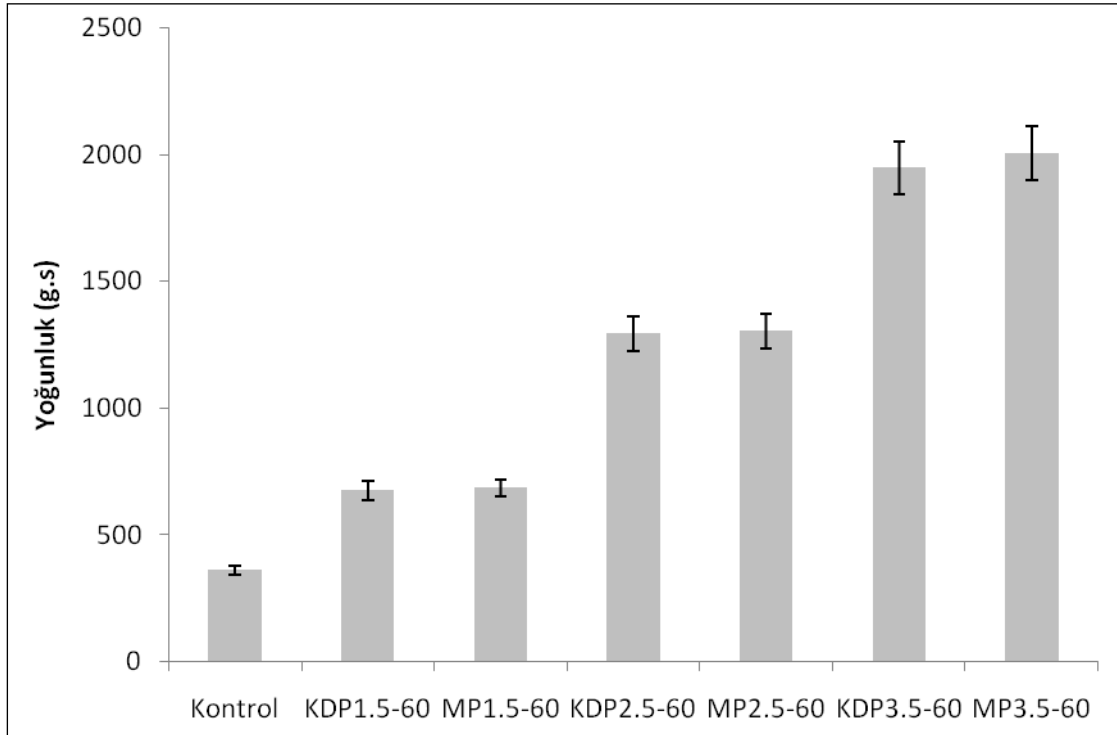
4.3.4 Portakal lifi içeren mayonezlerin tekstürel özellikleri

% 60 yağlı mayonez örneklerine ait tekstürel özellikler

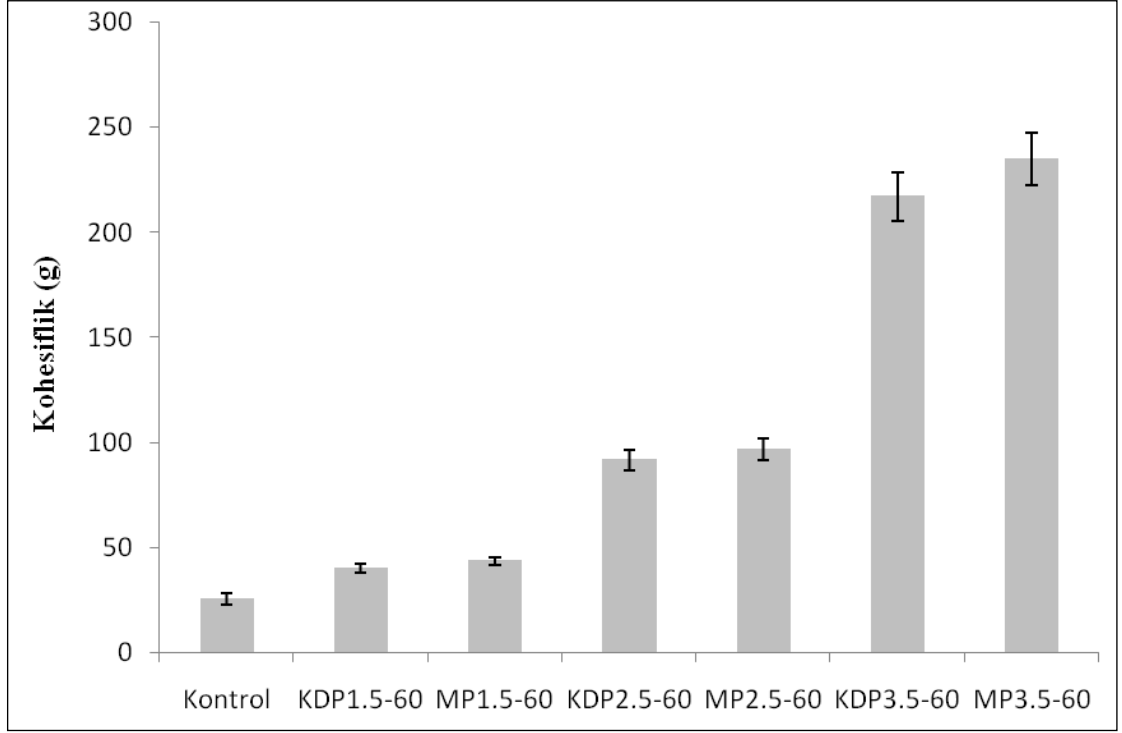
Şekil 4.66, 4.67 ve 4.68 incelendiğinde, üretilen %60 yağlı mayonezlerde sertlik, yoğunluk ve kohesiflik değerlerinin kontrol örneğinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Üretilen %60 yağlı mayonezlerde kontrol (sertlik 39.22 ± 2.28 g, yoğunluk 360.38 ± 19.17 g.s ve kohesiflik 25.38 ± 2.87 g) örneğine sertlik değerleri bakımından en yakın değer %1.5 KD lifi içeren KDP1.5-60 (65.67 ± 4.38 g) örneğine ait olduğu (Şekil 4.66), yoğunluk ve kohesiflik değerleri bakımından ise %1.5 KD lifi içeren KDP1.5-60 (674.40 ± 35.82 g.s - 40.25 ± 2.137 g) ve %1.5 M lifi içeren MP1.5-60 (685.01 ± 33.72 g.s - 43.60 ± 1.784 g) örneklerinin (Şekil 4.67 ve 4.68) kontrol örneğine benzer olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.66 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin sertlik değerleri



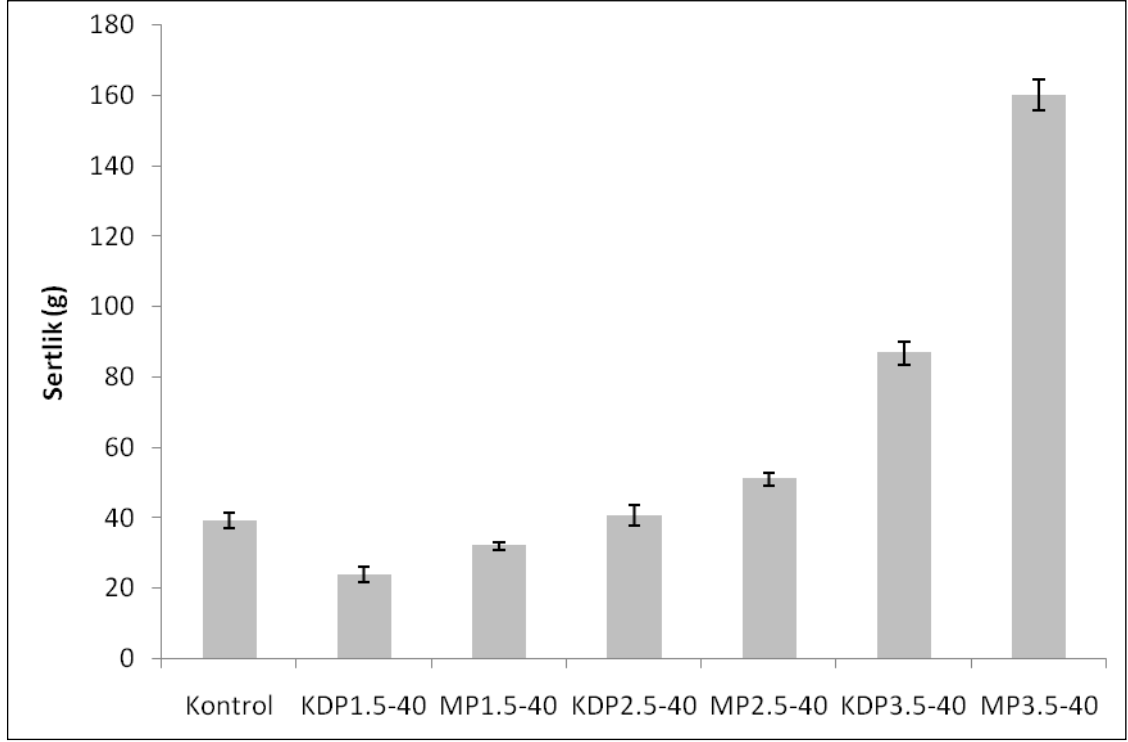
Şekil 4.67 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin yoğunluk değerleri



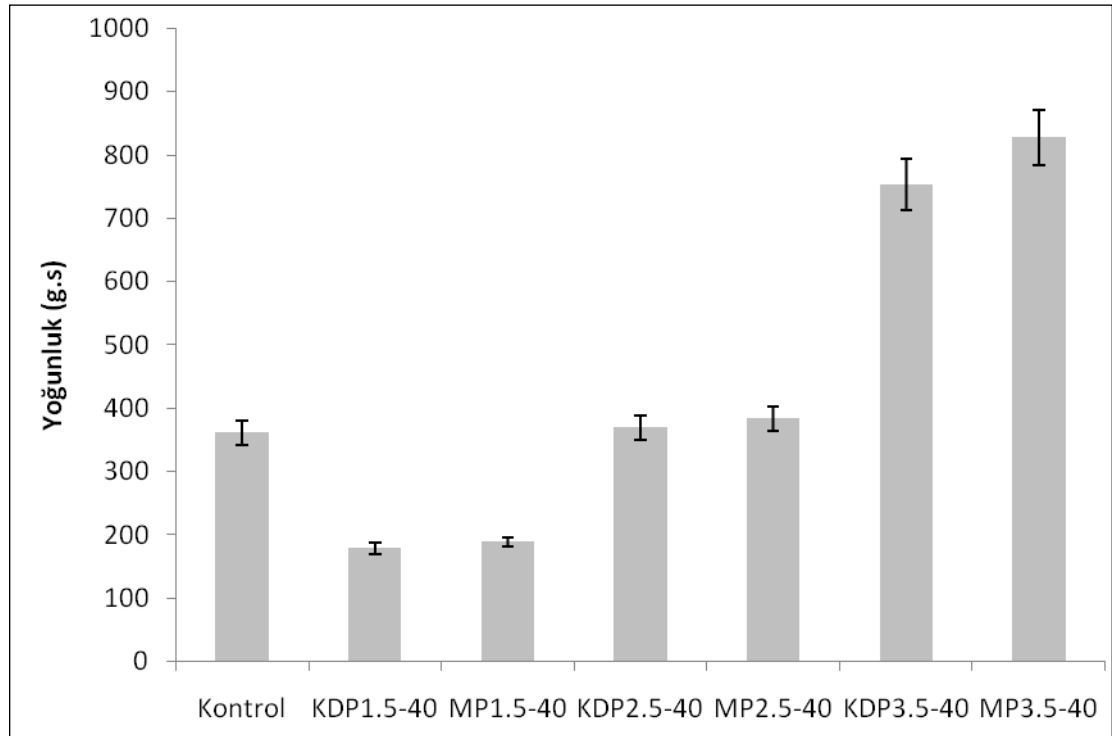
Şekil 4.68 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin kohesiflik değerleri

%40 yağlı mayonez örneklerine ait tekstürel özellikler

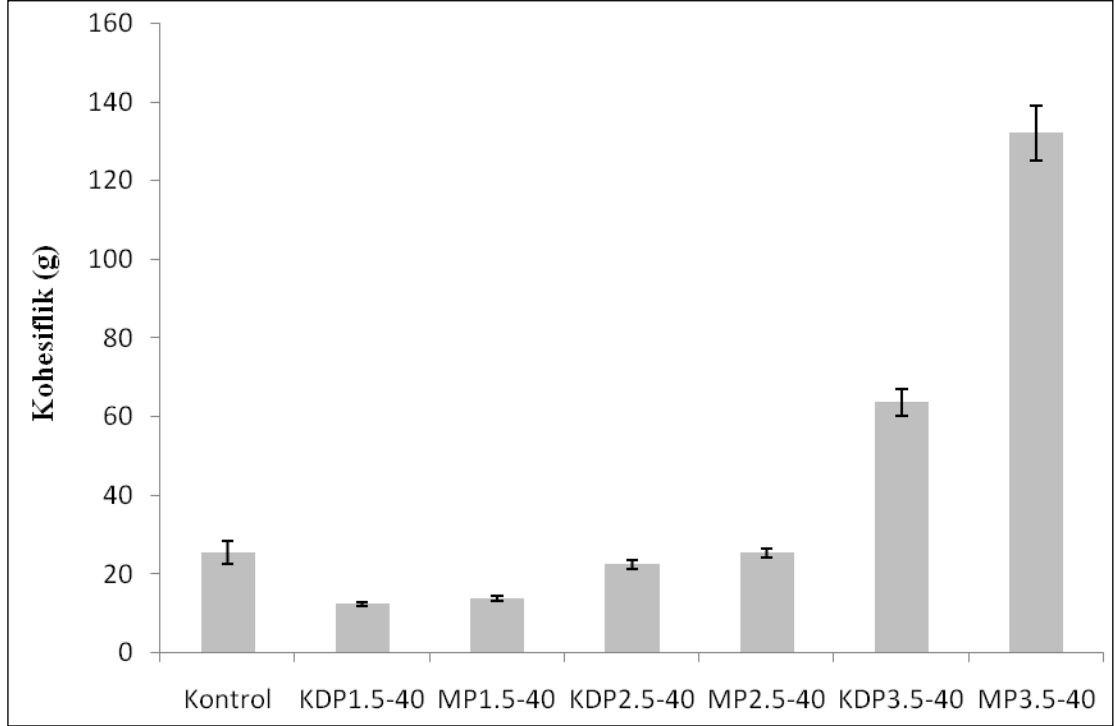
Yağ oranı %40 olan mayonezlerin sertlik ve yoğunluk değerlerinde, kontrol (sertlik 39.22±2.28 g ve yoğunluk 360.38±19.17 g.s) örneğine en yakın değerlerin %2.5 KD lifi içeren KDP2.5-40 (sertlik 40.63±2.97 g ve yoğunluk 368.50±19.57 g.s) örneğine ait olduğu belirlenmiştir. Kohesiflik değerleri bakımından ise kontrol (25.38±2.87 g) örneğine en yakın sonuçların %2.5 M lifi içeren MP2.5-40 (25.35±1.08 g) ve %2.5 KD lifi içeren KDP2.5-40 (22.28±1.18 g) örneklerine ait olduğu tespit edilmiştir (Şekil4.69, 4.70 ve 4.71).



Şekil 4.69 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin sertlik değerleri



Şekil 4.70 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin yoğunluk değerleri



Şekil 4.71 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin kohesiflik değerleri

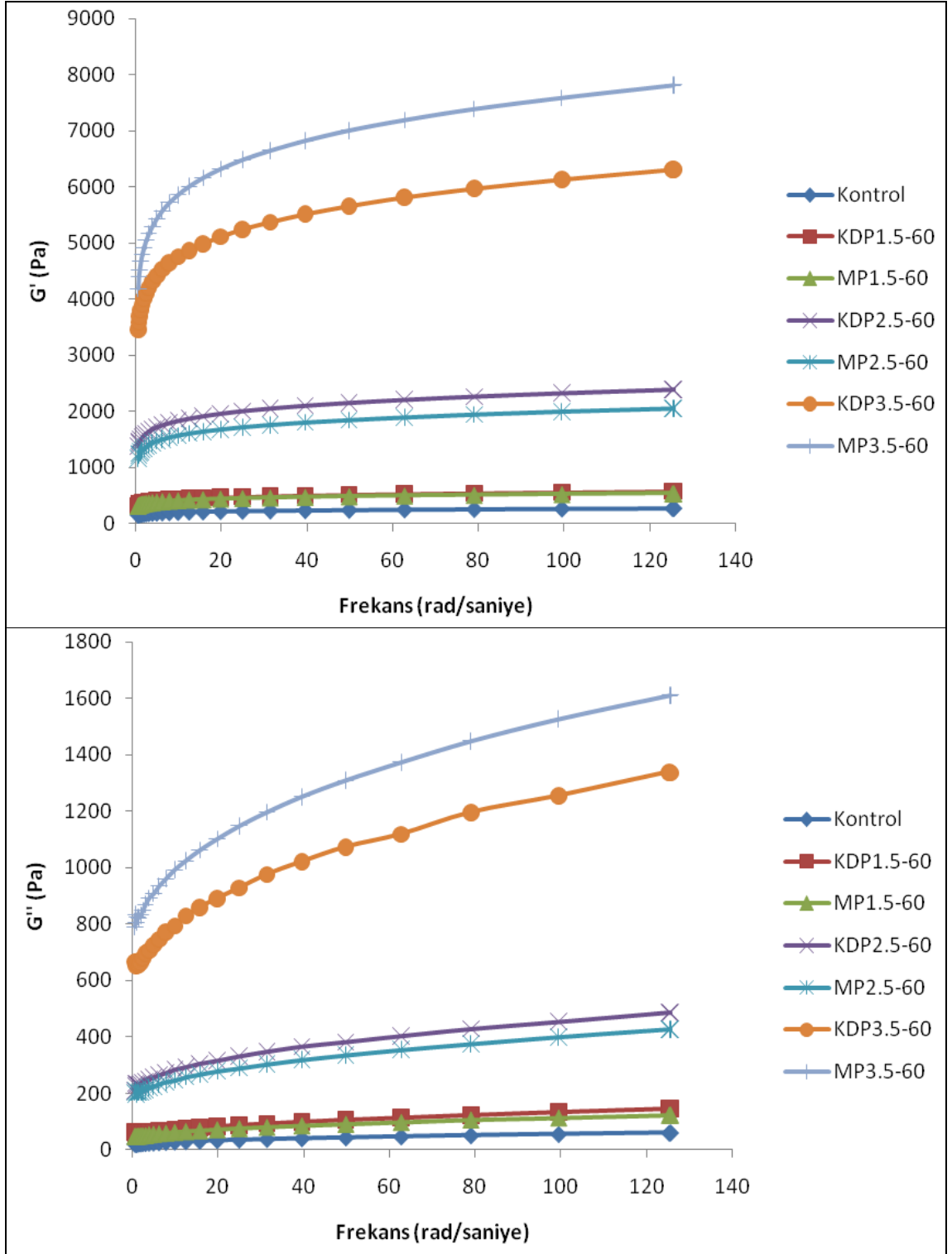
Genel olarak liflerin boyutları küçüldükçe ve lif içeriği artırıldıkça daha sert, daha yoğun, daha kohesif ve daha kıvamlı mayonez örnekleri elde edilmiştir.

4.3.5 Portakal lifi içeren mayonezlerin reolojik özellikleri

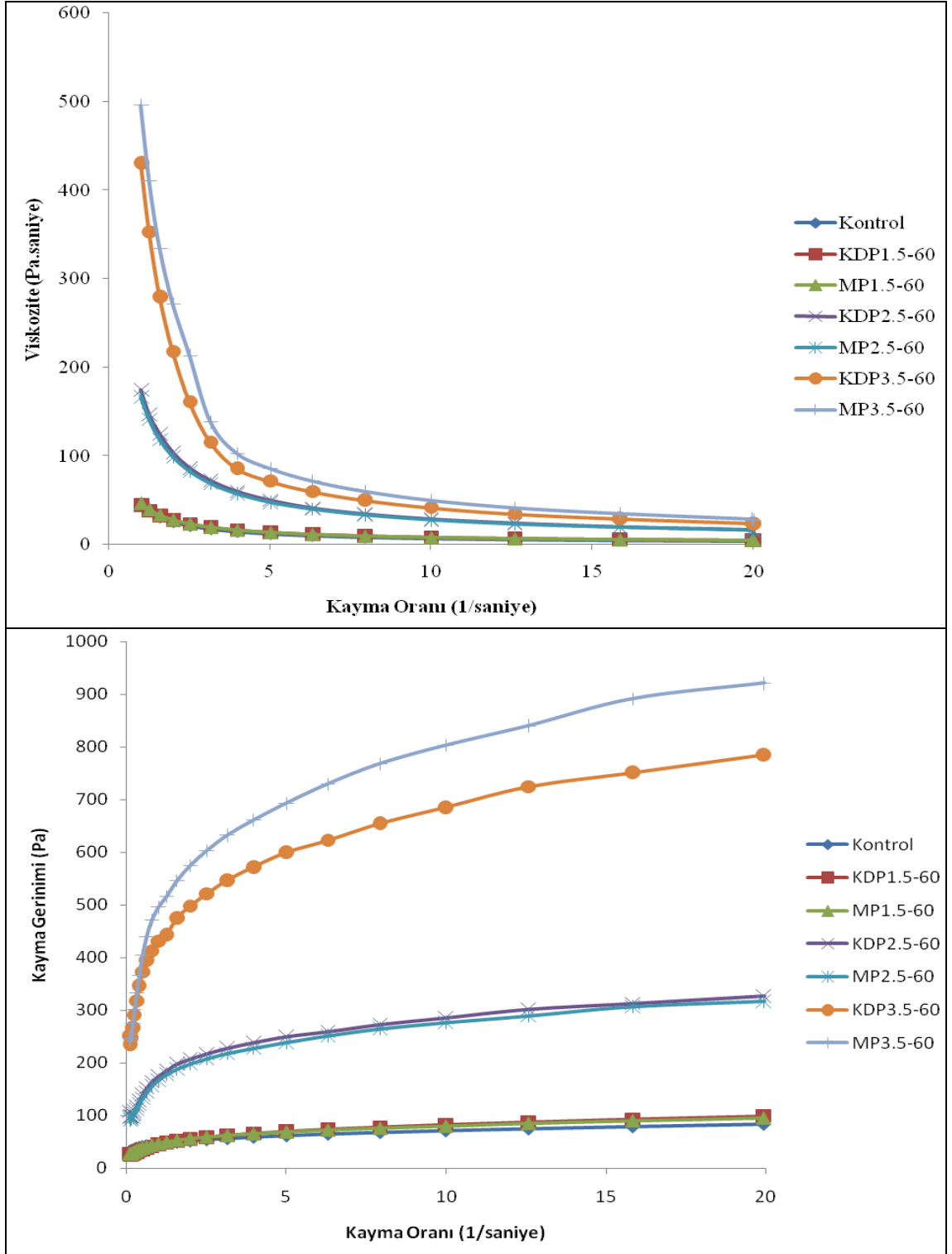
%60 yağlı mayonez örneklerine ait reolojik özellikler

Şekil 4.72'de görüldüğü gibi, %60 yağlı örneklerden %1.5 lif içeren KDP1.5-60 ve MP1.5-60 örnekleri kontrol örneğine benzer G' ve G'' değerlerine sahiptir.

Mayonez örneklerinin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerlerine bakıldığında, kontrol örneğine en yakın değerlerin %1.5 lif içeren KDP1.5-60 ve MP1.5-60 örneklerinden elde edildiği görülmektedir (Şekil 4.73).



Şekil 4.72 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin G' ve G'' değerleri

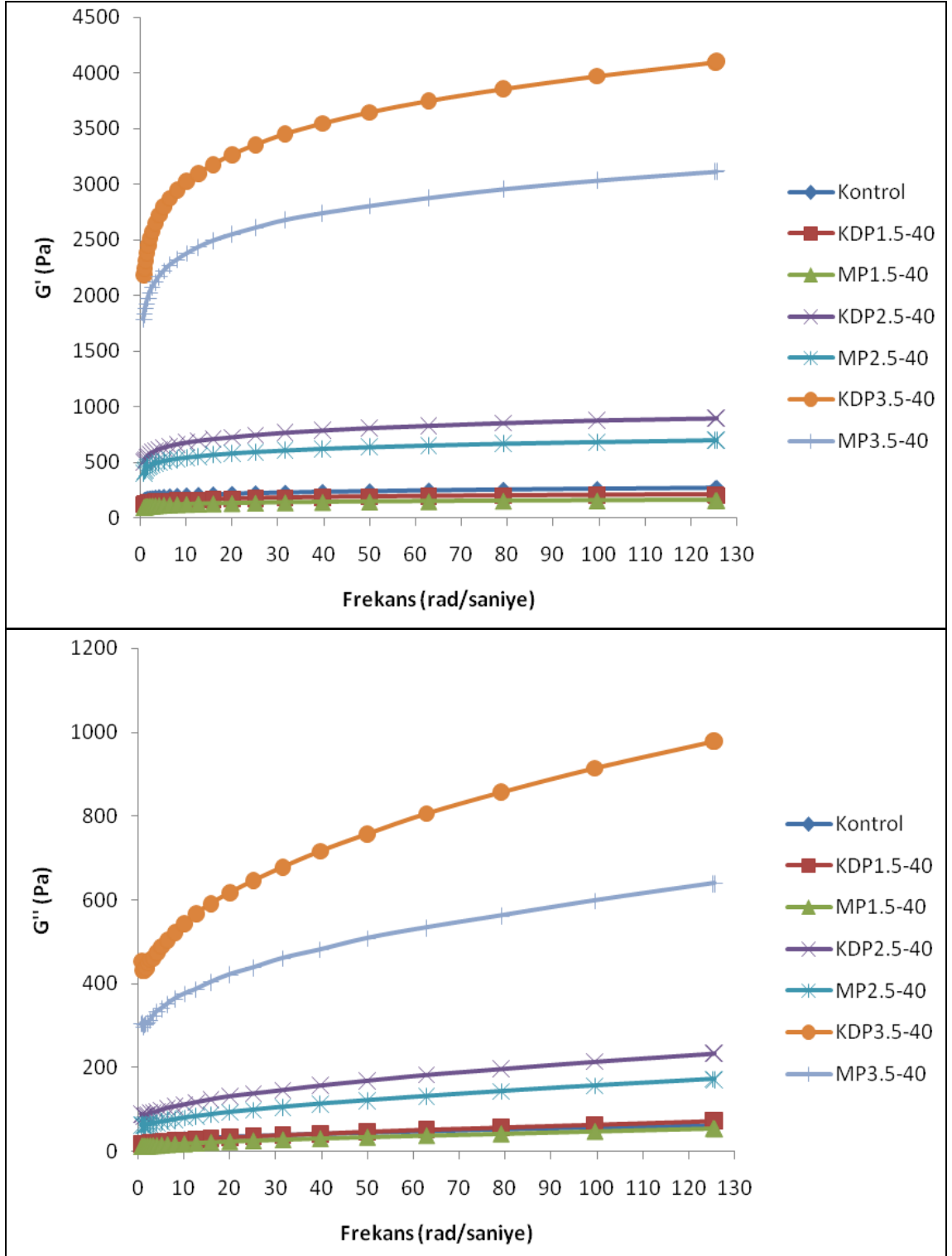


Şekil 4.73 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerleri

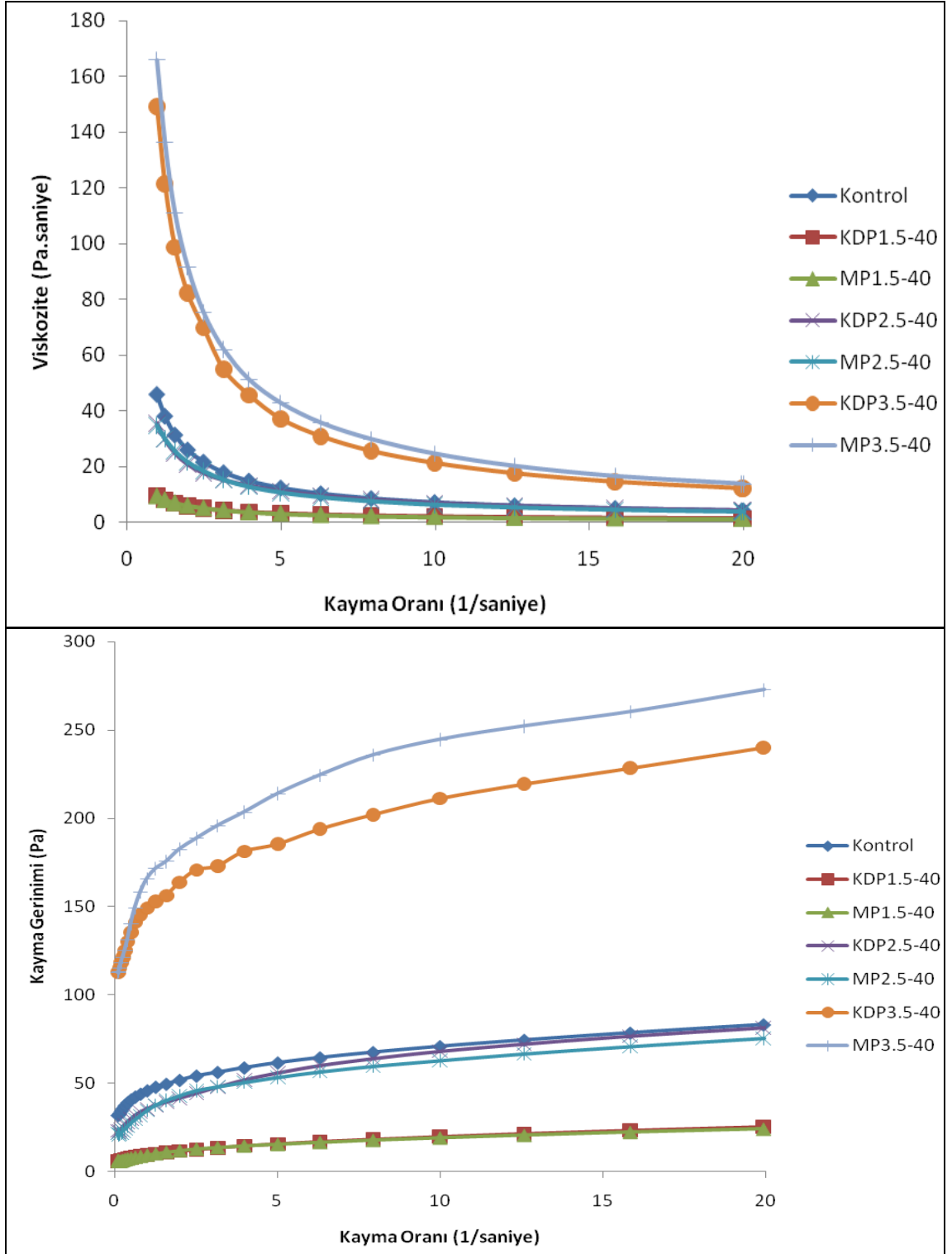
%40 yağlı mayonez örneklerine ait reolojik özellikler

Yağ oranı %40 olan örneklerden %1.5 lif içeren KDP1.5-40 ve MP1.5-40 örnekleri %80 yağlı kontrol örneğine benzer G' ve G'' değerlerine sahiptir. Lifin %2.5 oranında kullanımı ile kontrol örneğinden yüksek, %3.5 lif kullanımı ile kontrol örneğinden çok yüksek G' ve G'' değerlerine sahip örnekler elde edilmiştir (Şekil 4.74).

Şekil 4.75'de verilen mayonez örneklerinin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerlerine bakıldığında, kontrol örneğine en yakın değerlerin %2.5 lif içeren KDP2.5-40 ve MP2.5-40 örneklerinden elde edildiği görülmektedir. Lifin %1.5 oranında kullanımı ile daha düşük, %3.5 oranında kullanımı ile daha yüksek viskozite ve kayma gerinimi değerlerine sahip örnekler elde edilmiştir.



Şekil 4.74 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin G' ve G'' değerleri



Şekil 4.75 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin kayma oranına bağlı viskozite ve kayma gerinimi değerleri

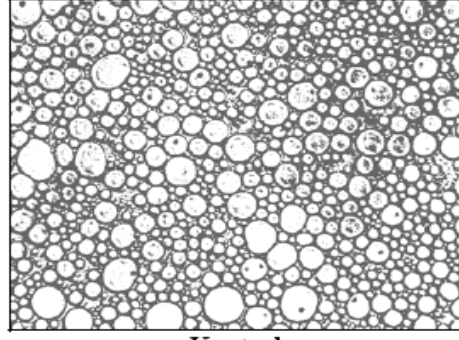
Aynı lif oranına sahip mayonez örneklerinden düşük boyutlu lif kullanılan örnekler daha yüksek viskoziteye, kayma gerinimine ve G '-G" değerlerine sahiptir. Ayrıca kullanılan lif miktarındaki artış bu değerlerin tümünde artışa neden olmuştur (Şekil 4.72, 4.73, 4.74 ve 4.75). Bu durum, liflerin su tutma kapasiteleri ile ilgilidir ve lif miktarının ve/veya öğütme derecesinin artırılması ile ilişkilendirilmiştir.

4.3.6 Portakal lifi içeren mayonezlerin mikroskop görüntüleri

Düşük yağlı portakal lifi içeren mayonez örneklerinin mikroskop görüntülerinden, portakal lifinin boyutunun azalması ve lif miktarının artması ile daha küçük yağ damlacıklarına sahip örneklerin elde edildiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.76 ve 4.77).

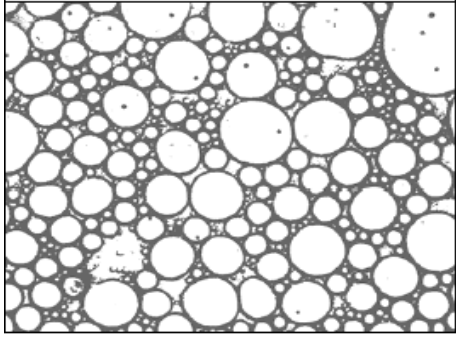
Formülasyondaki yağ oranı azaltılıp yağ yerine portakal lifi kullanılan %60 yağlı örneklerde %1.5 M lifi kullanılmış olan MP1.5-60, %40 yağlı örneklerde ise %2.5 KD lifi içeren KDK2.5-40 örnekleri kontrol örneğine benzer sonuçlar vermiştir. Yağ oranı %40 olan mayonez örneklerinin damlacık boyutlarının %60 yağlı örneklerin damlacık boyutlarından büyük olduğu açıkça görülmektedir. Yağ oranı %60 olan ve %2.5 ile %3.5 oranlarında lif kullanılan örneklerde yapının karmaşık olması, ortamdaki suyun lif tarafından tutulması nedeniyle emülsiyonun oluşmamasından kaynaklanmaktadır (Şekil 4.76).

Şekil 4.77'de, %40 yağlı ve %1.5 oranında lif kullanılan örneklerde damlacık boyutlarının çok büyük olduğu görülmektedir. Bu durum, ortamda suyun çok ve lifin ise ortamdaki serbest suyu tutmaya yetmeyecek kadar az olması ile açıklanabilir.

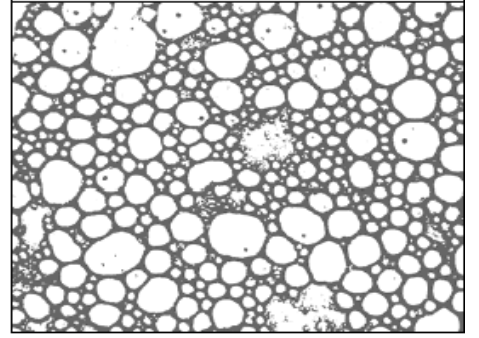


Kontrol

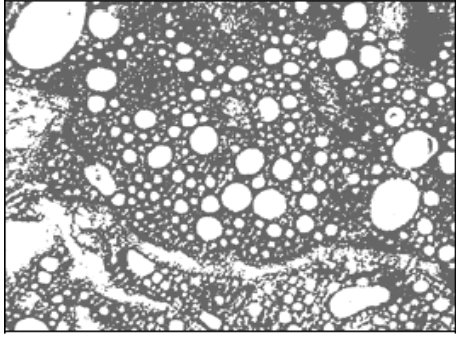
%60 Yağı Örnekler



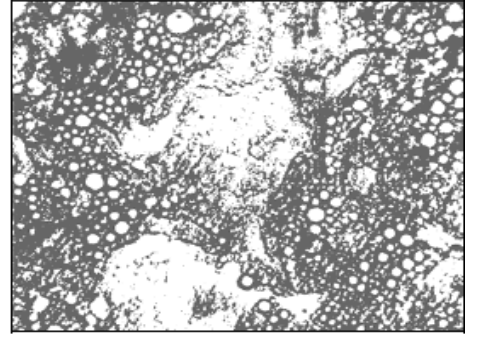
KDP1.5-60



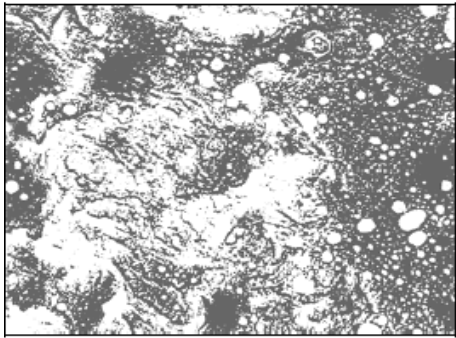
MP1.5-60



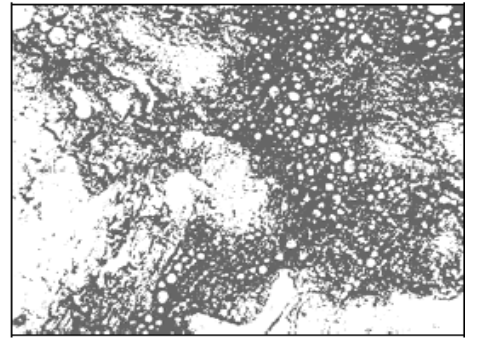
KDP2.5-60



MP2.5-60

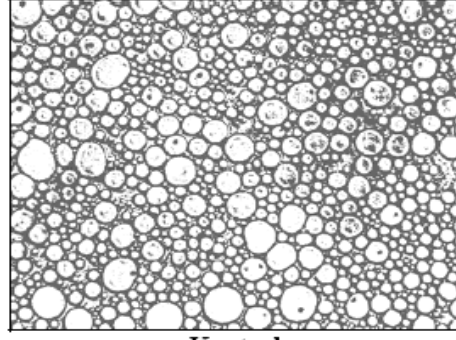


KDP3.5-60



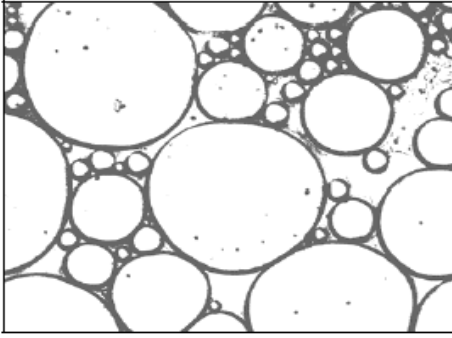
MP3.5-60

Şekil 4.76 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin mikroskop görüntüleri

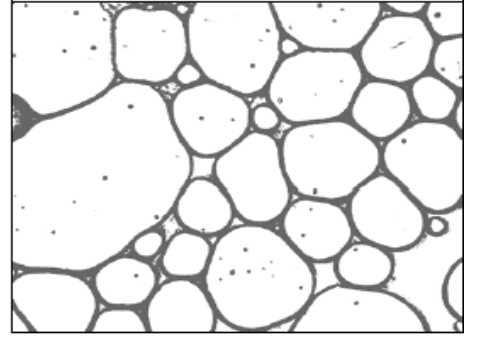


Kontrol

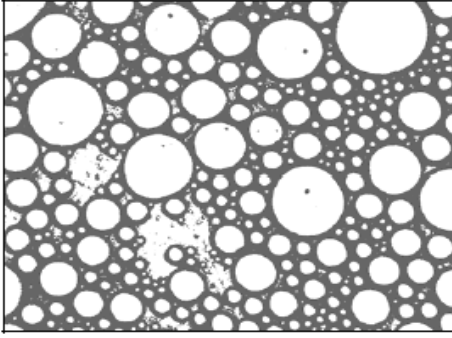
%40 yağlı örnekler



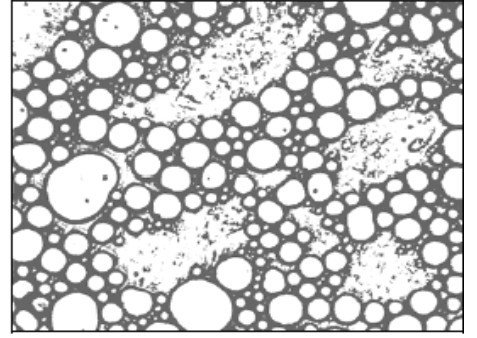
KDP1.5-40



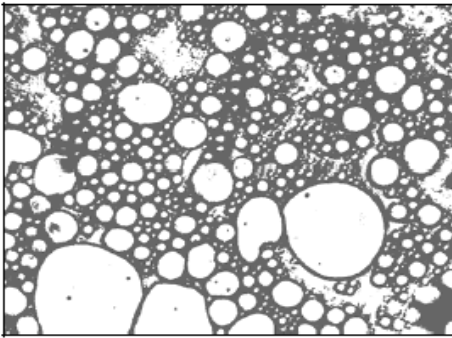
MP1.5-40



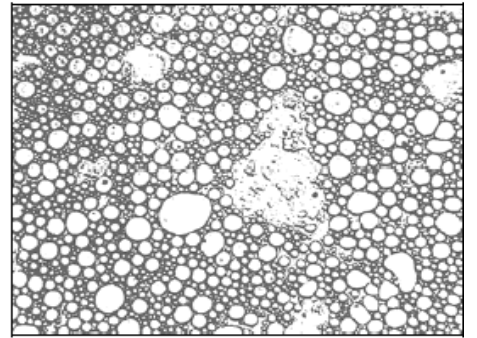
KDP2.5-40



MP2.5-40



KDP3.5-40



MP3.5-40

Şekil 4.77 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin mikroskop görüntüleri

4.3.7 Portakal lifi içeren mayonezlerin Hunter L, a ve b değerleri

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi L değeri bakımından, %60 yağlı örneklerde MP3.5-60 (91.205±0.677) örneği, %40 yağlı örneklerde MP1.5-40 (92.012±0.720) örneği kontrol (90.520±0.773) örneğine benzer sonuç vermiştir. a değeri bakımından %60 yağlı örneklerde KDP1.5-60 örneği (-9.374±0.073), %40 yağlı örneklerde MP3.5-40 (-9.826±0.112) örneği kontrol (90.520±0.773) örneğine benzer, b değeri bakımından ise kontrol (30.651±0.328) örneğine benzerlik bulunamamıştır.

Üretilen %60 yağlı örneklerde, lif miktarı artırılan örneklerin L değerinde azalma, a ve b değerlerinde ise artış meydana gelmiştir. Yine liflerin aynı oranda ancak farklı boyutlarda kullanıldığı örneklerde lif boyutunun azalması ile L değerinde azalma a ve b değerlerinde ise artış meydana gelmiştir.

Buna karşın, %40 yağlı örneklerde, lif miktarı artırılan örneklerin L değerlerinde artış, a ve b değerlerinde ise azalma meydana gelmiştir. Liflerin aynı oranda ancak farklı boyutlarda kullanıldığı örneklerde ise lif boyutunun azalması ile L ve b değerlerinde artış, a değerinde ise azalma gözlenmiştir.

Çizelge 4.5 Mayonez örneklerinin Hunter L, a ve b değerleri

	L	a	b
Kontrol	90.520 ±0.773	-9.824 ±0.105	30.651 ±0.328
%60 Yağlı Örnekler			
KDP1.5-60	97.945 ±0.696	-9.374 ±0.073	17.954 ±0.153
MP1.5-60	95.061 ±1.358	-8.012 ±0.114	20.911 ±0.164
KDP2.5-60	95.218 ±0.796	-8.111 ±0.058	19.008 ±0.272
MP2.5-60	93.649 ±0.732	-7.396 ±0.079	21.266 ±0.182
KDP3.5-60	93.766 ±1.339	-7.244 ±0.070	20.203 ±0.136
MP3.5-60	91.205 ±0.677	-6.027 ±0.071	23.908 ±0.342
%40 Yağlı Örnekler			
KDP1.5-40	95.763 ±0.817	-7.524 ±0.053	18.600 ±0.145
MP1.5-40	92.012 ±0.720	-8.201 ±0.066	19.555 ±0.132
KDP2.5-40	96.568 ±0.824	-7.868 ±0.062	17.291 ±0.123
MP2.5-40	95.202 ±0.760	-8.397 ±0.100	18.744 ±0.169
KDP3.5-40	97.454 ±0.762	-8.355 ±0.059	16.571 ±0.141
MP3.5-40	95.826 ±0.681	-9.826 ±0.112	18.677 ±0.146

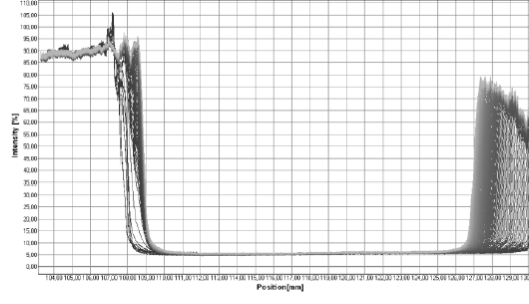
4.3.8 Portakal lifi içeren mayonezlerin emülsiyon stabiliteleri

Şekil 4.78 ve 4.79’da verilen grafikte, mayonez örneklerinin emülsiyon kırılmalarına bağlı olarak değişen ışık geçirgenlikleri verilmiştir. Yağ oranı %60 ve %40 olan örneklerde, lif boyutuna ve lif içeriğine göre emülsiyonların kırılma durumları farklılık göstermiştir.

Yağ oranı %60 olan örneklerden KDP2.5-60 ve MP2.5-60 örnekleri kontrolden daha stabildir. KDP3.5-60 ve MP3.5-60 örneklerinde grafikte görülen ayrılma aslında ortamdaki suyun lifler tarafından tutulması ve yağın su ile emülsiyona girememesinden kaynaklanmaktadır ve oluşan emülsiyonun kırılması gibi bir durum söz konusu değildir (Şekil 4.78).

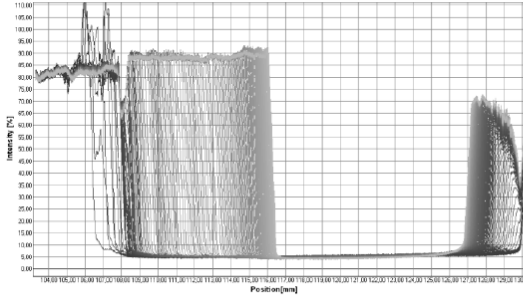
%40 yağlı örneklerde ise KDP1.5-40, MP1.5-40, KDP2.5-40 ve MP2.5-40 örnekleri kontrol örneğinden daha düşük stabilite gösterirken, KDP3.5-40 ve MP3.5-40 örnekleri kontrol örneğine benzer stabilite göstermiştir (Şekil 4.79)

Lif boyutunun azalması ve lif miktarının artması ile daha stabil mayonezler elde edilmiş ve kontrol örneğinden daha kuvvetli emülsiyonlar oluşturulabilmiştir. Yağ oranı %60 olan örnekler %40 yağ içeren örneklerden daha stabildir.

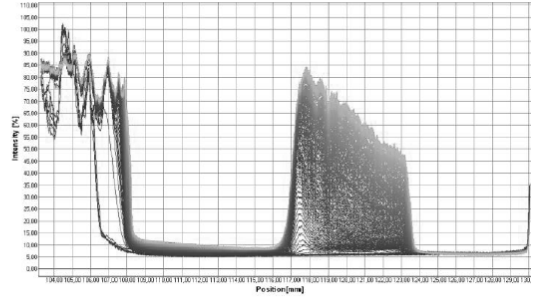


Kontrol

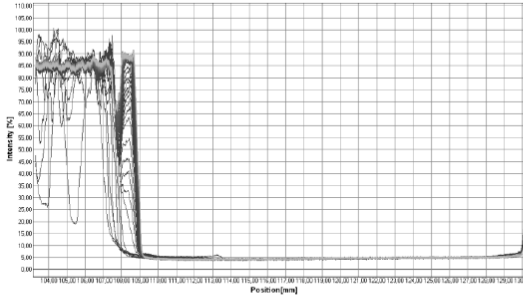
%60 Yağlı Örnekler



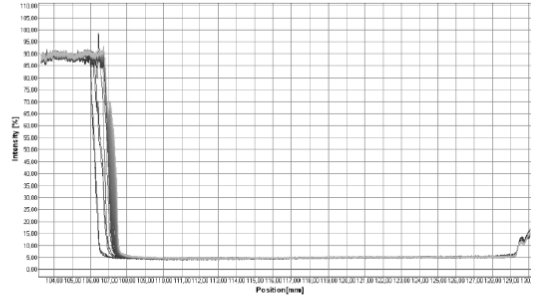
KDP1.5-60



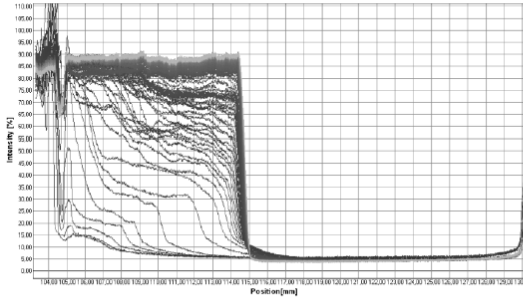
MP1.5-60



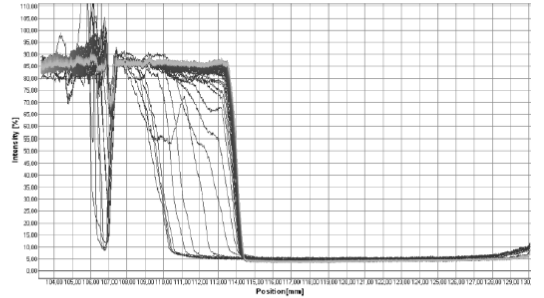
KDP2.5-60



MP2.5-60

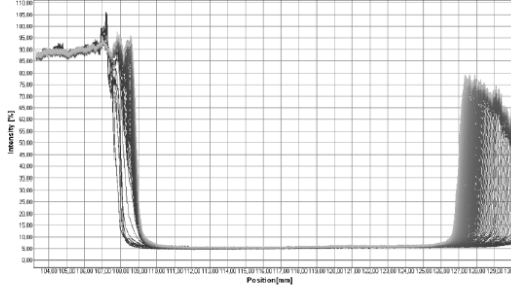


KDP3.5-60



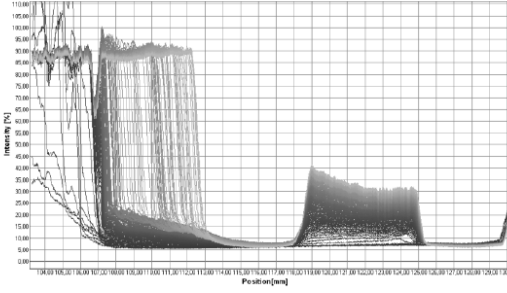
MP3.5-60

Şekil 4.78 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %60 yağlı mayonezlerin zamana bağlı ışık geçirgenliği

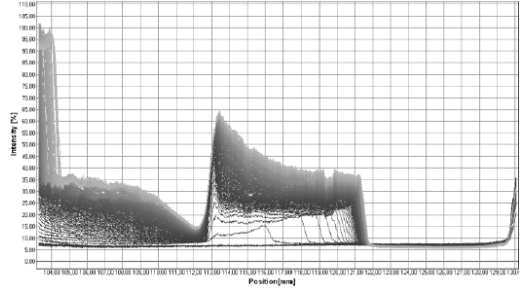


Kontrol

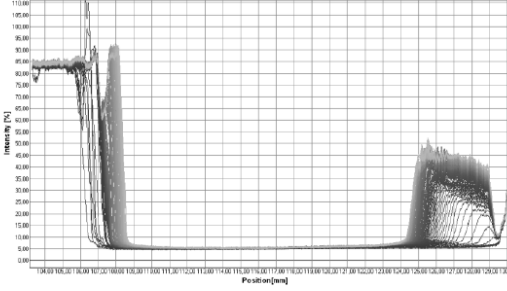
%40 yağlı örnekler



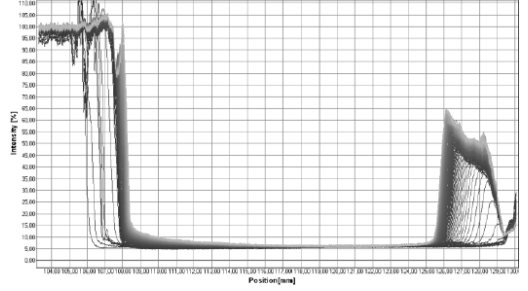
KDP1.5-40



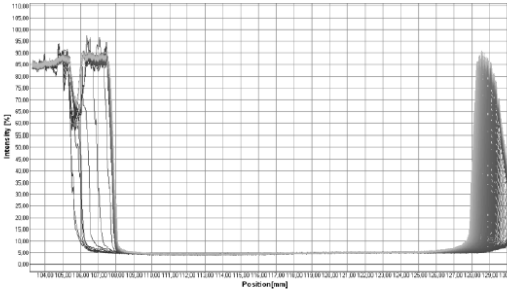
MP1.5-40



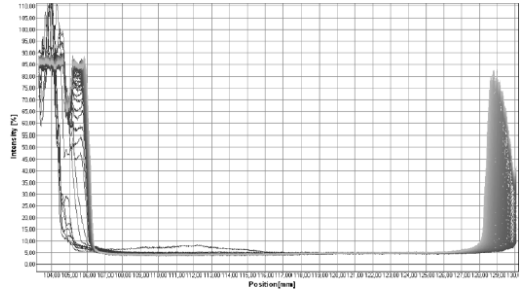
KDP2.5-40



MP2.5-40



KDP3.5-40



MP3.5-40

Şekil 4.79 Farklı boyutlarda portakal lifi içeren %40 yağlı mayonezlerin zamana bağlı ışık geçirgenliği

5. SONUÇ

Düşük yağlı bisküvi ve mayonez üretiminde iki farklı lif kaynağı kullanılarak yapılan bu çalışmada, formülasyondaki yağ miktarı ile, kullanılan lif çeşidi, miktarı ve boyutunun ürünler üzerine önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bisküvi formülasyonunda yağ miktarının azaltılması ile elde edilen %30, 20 ve 10 yağ içeren bisküvi hamurları kontrol örneğinden daha zor ürüne işlenebilirken, azalan yağ yerine lif kullanımı ile hamurların işlenebilirliği uygun hale getirilmiştir. Ancak son ürün kontrol örneğinden yayılma oranı, nem içeriği, kırılgenlik ve sertlik değerleri bakımından farklılıklar göstermiştir.

Bisküvi hamuru ve bisküvi ile ilgili yapılan analizler sonucunda, hamurların tekstürel özellikleri ve bisküvi kalite parametreleri bakımından büyük boyutlu liflerin (LU), hamurun viskoelastik özellikleri açısından ise küçük boyutlu liflerin (KD ve M) kullanımının kontrol örneğine daha yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Kepek lifi kullanılarak üretilen düşük yağlı mayonezlerde, %60 yağ içeren mayonez örneklerinin tekstürel–reolojik özellikleri ve mikro yapıları bakımından KD (%2.5) lifinin ve M (%1.5) lifinin, emülsiyon stabilitesi bakımından ise M (%2.5) lifinin ve KD (%3.5) ve M (%3.5) liflerinin kullanımının kontrol örneğine benzer olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, %40 yağ içeren örneklerde ise tekstürel–reolojik özellikleri ve mikro yapıları bakımından, M (%2.5 ve 3.5) liflerinin, emülsiyon stabilitesi bakımından ise M (%3.5) lifinin kullanımının kontrol örneğine benzer sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Portakal lifi kullanımı ile düşük yağlı mayonez üretiminde, %60 yağ içeren mayonez örneklerinin tekstürel–reolojik özellikleri ve mikro yapıları bakımından KD (%1.5) ve M (%1.5) liflerinin, emülsiyon stabilitesi bakımından ise KD (%2.5) ve M (%2.5) liflerinin kullanımının kontrol örneğine benzer olduğu bulunmuştur. Yağ oranı %40 olan örneklerde ise tekstürel özelliklerde KD (%2.5) ve M (%2.5) liflerinin, reolojik özelliklerde M (%1.5) lifinin, mikro yapıları bakımından KD (%2.5) lifinin, emülsiyon

stabilitesi bakımından ise KD (%2.5) ve M (%2.5) liflerinin kullanımının kontrol örneğine benzer olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak aynı yağ oranında, lif miktarının artırılması ve/veya lif boyutunun düşürülmesi ile daha sert yapılı bisküvi hamurları ve mayonez örnekleri elde edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, elde edilen örneklerin viskoelastik özellikleri lif boyutunun azalması ve/veya lif miktarının artmasına bağlı olarak artmıştır.

Bisküvi hamurlarının pişirilmesi sonucunda elde edilen örnekler, lif miktarının artırılması ve/veya lif boyutunun düşürülmesine bağlı olarak, daha yüksek sertliğe ve nem içeriğine, daha düşük kırılma oranına ve yayılma oranına sahip olmuşlardır. Yine de, düşük yağlı bisküvilerin üretimi için üretilen bu liflerin kullanımı özellikle işlenebilirlik açısından uygun bulunmuştur. Düşük yağlı mayonez üretiminde ise özellikle emülsiyon stabilitesi açısından, %60 ve %40 yağlı mayonezlerin üretiminde lif kullanımının uygun olduğu tespit edilmiştir.

Bisküvi ve mayonez gibi, önemli oranda yağ içeren ürünlerde yağ oranının azaltılması ve azaltılan yağ yerine farklı boyutlarda bitkisel liflerin kullanımıyla, bir taraftan söz konusu ürünlerin tüketiminde alınacak enerji miktarı düşürülürken, diğer taraftan diyet liflerinin sağlık üzerine yapacağı olumlu etkilerden de faydalanılması mümkün olacaktır. Yağ yerine lif kullanılarak yağ oranının azaltılmasına yönelik çalışmaların, diğer yağlı ürünleri de kapsayacak şekilde devam ettirilmesi ve ürünlerin reolojik ve tekstürel özelliklerinde meydana gelecek değişimlerin, uygun oranlarda ve yapıda liflerle giderilmeye çalışılmasına yönelik araştırmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akoh, C.C. 1994. Synthesis of Carbohydrate Fatty Acid Polyesters. In "Carbohydrate Polyesters as Fat Substitutes," Ed. C.C. Akoh and B.G. Swanson, pp. 9-35, Marcel Dekker, Inc., N.Y.
- Akoh, C.C. 1998. Fat Replacers. Food Technology Vol. **52** (3), pp. 47–52.
- Akoh, C.C. and Swanson, B.G. 1994. "Carbohydrate Polyesters as Fat Substitutes." Marcel Dekker, Inc., N.Y.
- Anonymous. 1987. Standard Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivates, International Union of Pure and Applied Chemistry, 7 th ed., IUPAC Method 2.301, Blackwell Scientific Publications.
- Anonymous. 1988a. "The Surgeon General's Report on Nutrition and Health. Publ. No. 88–50210. U.S. Govt. Print. Office, Washington, D.C.
- Anonymous. 1988b. Preparation of Polyol Fatty Acid Polyesters. Unilever NV. Netherlands Patent 8,601,904.
- Anonymous. 1989. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society (AOCS), Champaign, IL.
- Anonymous. 1995. Nutrition and Your Health: Dietary Guidelines for Americans. 4th ed., Home and Garden Bulletin, No. 232., U.S. Dept. Agriculture and U.S. Dept. Health and Human Services, Washington, D.C.
- Anonymous. 1996a. Dietary Guidelines for Healthy Americans. Circulation Vol. **94**, pp. 1795-1800.
- Anonymous. 1996b. "Fat Reduction in Foods," 111 pp., Calorie Control Council, Atlanta, Ga.
- Anonymous. 1998a. Official Methods of Analysis. (16th ed.) Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists (AOAC).
- Anonymous. 1998b. Tappi Test Methods, Tappi Press, Atlanta, Georgia.
- Anonymous. 2000. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (AACC). The Association: St. Paul, MN.
- Anonymous. 2002. Standard Methods of International Association for Cereal Science and Technology (ICC). Vienna, Austria.

- Artz, W.E. and Hansen, S.L. 1994. Other Fat Substitutes. In “Carbohydrate Polyesters as Fat Substitutes,” Ed. C.C. Akoh and B.G. Swanson, pp. 197–236, Marcel Dekker, Inc., N.Y.
- Babayan, V.K. and Rosenau, J.R. 1991. Medium-Chain Triglyceride Cheese. *Food Technol.* Vol. **45**(2), pp. 111–114.
- Basman, A. Ozturk, S. Kahraman, K. and Koksel, H. 2008. Emulsion and Pasting Properties of Resistant Starch with Locust Bean Gum and Their Utilization in Low Fat Cookie Formulations. *International Journal of Food Properties*, Vol. **11** (4), pp. 762–772
- Capriles, V.D., Soares, R.A.M., Pinto Silva, M.E.M. and Areas, J.A.G. 2009. Effect of Fructans-Based Fat Replacer on Chemical Composition, Starch Digestibility and Sensory Acceptability of Corn Snacks. *International Journal of Food Science & Technology*, Vol. **44**, pp. 1895–1901.
- Conforti, F.D., Charles, S.A. and Duncan, S.E. 1997. Evaluation of a Carbohydrate-Based Fat Replacer in a Fat-Reduced Baking Powder Biscuit. *J. Food Qual.* Vol. **20**, pp. 247–256.
- Dwyer E. and Gallagher E. 2001. Functional Ingredients as Fat Replacers in Cakes and Pastries. The National Food Centre. Research & Training for The Food Industry. Research Report No 41.
- Forker A. Zahn S. and Rohm H. 2011. A Combination of Fat Replacers Enables The Production of Fat-Reduced Shortdough Biscuits with High-Sensory Quality. *Food and Bioprocess Technology*.
- Fulcher, J. 1986. Synthetic Cooking Oils Containing Dicarboxylic Acid Esters. U.S. Patent 4,582,927.
- Gershoff, S.N. 1995. Nutrition Evaluation of Dietary Fat Substitutes. *Nutr. Rev.* Vol. **53**, pp. 305–313.
- Giese, J. 1996. Fats, Oils, and Fat Replacers. *Food Tecnol.* Vol. **50**(4), pp. 78–84.
- Grossman, B.M., Akoh, C.C., Hobbs, J.K. and Martin, R.J. 1994. Effects of a Fat Substitute, Sucrose Polyester, on Food Intake, Body Composition and Serum Factors in Lean and Obese Zucker Rats. *Obesity Res.* Vol. **2**, pp. 271–278.
- Harrigan, K.A. and Breene, W.M. 1993. Fat Substitutes: Sucrose Polyesters and Other Synthetic Oils. In “Low-Calorie Foods Handbook,” ed. A.M. Altschul, Marcel Dekker, Inc., N.Y.

- Haumann, B.F. 1986. Getting The Fat Out – Researchers Seek Substitutes For Full-Fat. J. Am. Oil Chem. Soc. Vol. **63**, pp. 278–288.
- Inglett, G.E., Warner, K. and Newman, R.K. 1994. Sensory and Nutritional Evaluations of Oatrim. Cereal Foods World. Vol. **39**, pp. 755–759.
- Jones, S.A. 1996. Issues in Fat Replacement in Handbook of Fat Replacers. CRC Press LLC.
- Kabara, J.J. 1978. Fatty Acids and Derivatives as Antimicrobial Agents: A review. In “Pharmacological Effect of Lipids,” ed. J.J. Kabara, pp. 1–14, Amer. Oil Chem. Soc., Champaign, Ill.
- Kosmark, R. 1996. Salatrim: Properties and Applications. Food Technol. Vol. **50(4)**, pp. 98–101.
- Kürschner K. and Hoffner A. 1969. Ein neues Verfahren zur Bestimmung der Zellulose in Itolzern und Zellsoffen, Technologie und Chemie der Papier, Zellstoff-Fabrilation, Vol. **26**, pp. 125–139, Germany.
- LaBarge, R.G. 1988. The Search for a Low-Calorie Oil. Food Technology. Vol. **42(1)**, pp. 84–90.
- Laneuville, S.I. Paquin, P. and Turgeon, S.L. 2005. Formula Optimization of a Low-Fat Food System Containing Whey Protein Isolate–Xanthan Gum Complexes as Fat Replacer. J. Food Sci. Vol. **70**, pp. 513–519
- Lee, S. Kim, S. and Inglett G.E. 2005. Effect of Shortening Replacement with Oatrim on the Physical and Rheological Properties of Cakes. Cereal Chemistry. Vol. **82(2)**, pp. 120–124.
- Leland, J.V. 1997. Flavor Interactions: The Greater Whole. Food Technol. Vol. **51(1)**, pp. 75–80
- Liu, H. Xu X.M. and Guo, Sh.D. 2007. Rheological, Texture and Sensory Properties of Low-Fat Mayonnaise with Different Fat Mimetics. Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie. Vol. **40**, pp. 946–954.
- Marshall, D.L. and Bullerman, L.B. 1994. Antimicrobial Properties of Sucrose Fatty Acid Esters. In “Carbohydrate Polyesters as Fat Substitutes,” ed. C.C. Akoh and B.G.Swanson, pp. 149–167, Marcel Dekker, Inc., N.Y.
- Martínez-Cervera, S., Salvador, A., Muguerza, B., Moulay, L. and Fiszman 2011. Cocoa Fibre and Its Application as a Fat Replacer in Chocolate Muffins, LWT – Food Science and Technology. Vol. **44**, pp. 729–736.

- McConnell A.A., Eastwood M.A. and Mitchell W.D. 1974. Physical Characteristics of Vegetable Foodstuffs that Could Influence Bowel Function. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. **25**, pp. 1457–1464.
- Megremis, C.J. 1991. Medium-Chain Triacylglycerols: A Nonconventional Fat. *Food Technol.* Vol. **45**(2), pp. 108–110.
- Mellies, M.J., Jandacek, R.J., Taulbee, J.D., Tewksbury, M.B., Lamkin, G., Baehler, L., King, P., Boggs, D., Goldman, S., Gouge, A., Tsang, R. and Glueck, C.J. 1983. A Double-Blind, Placebo-Controlled Study of Sucrose Polyester in Hypercholesterolemic Out Patients. *Am. J. Clin. Nutr.* Vol. **37**, pp. 339–346.
- Mellies, M.J., Vitale, C., Jandacek, R.J., Lamkin, G.E. and Glueck, C.J. 1985. The Substitution of Sucrose Polyester for Dietary Fat in Obese, Hypercholesterolemic Out-Patients. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. **41**, pp. 1–12.
- Min, B., Bae, I.Y., Lee, H.G., Yoo S.H. and Lee, S. 2010. Utilization of Pectin-Enriched Materials from Apple Pomace as a Fat Replacer in a Model Food System. *Bioresour. Technol.* Vol. **101**, pp. 5414–5418.
- Min, B., Lee, S.M., Yoo, S.H. and Inglett, G.E. 2010. Functional Characterization of Steam Jet-Cooked Buckwheat Flour as a Fat Replacer in Cake-Baking. *Sci. Food Agric.* Vol. **90**, pp. 2208–2213.
- Mun, S., Kim, Y.L., Kang C.G., Park K.H., Shim, J.Y. and Kim Y.R. 2009. Development of Reduced-Fat Mayonnaise using 4 α GTase-Modified Rice Starch and Xanthan Gum. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol. **44**, pp. 400–407.
- Ney, K.H. 1988. Sensogamme, eine methodische Erweiterung der Aromagramme. *Gordian*. Vol. **88**(1), pp 19.
- O'Brien, C.M., Mueller, A., Scannell, A.G.M. and Arendt, E.K. 2001. Evaluation of the Effects of Fat Replacers on the Quality of Wheat Bread. *Journal of Food Engineering*. Vol. **56**, pp. 265–267
- Osipow, L., Snell, F.D., Marra, D. and York, W.C. 1956. Methods of Preparation of Fatty Acid Esters of Sucrose. *Ind. Eng. Chem.* Vol. **48**, pp. 1459–1462.
- Rizzi, G.P. and Taylor, H.M. 1978. A Solvent-Free Synthesis of Sucrose Polyesters. *J. Am. Oil Chem. Soc.* Vol. **55**, pp. 398–401.

- Seker, I.T., Ozbas, O.O., Gokbulut, I., Ozturk, S. and Koksel, H. 2010. Utilization of Apricot Kernel Flour as Fat Replacer in Cookies. *J. Food Process. Preserv.* Vol. **34** (1), pp. 15–26.
- Shieh, C.J., Koehler, P.E. and Akoh, C.C. 1996. Optimization of Sucrose Polyester Synthesis Using Response Surface Methodology. *J. Food Sci.* Vol. **61**, pp. 97–100.
- Smith, R.E., Finley, J.W. and Leveille, G.A. 1994. Overview of Salatrim, a Family of Low-Calorie Fats. *J. Agric. Food Chem.* Vol. **42**, pp. 432–434.
- Su, H.P., Lien, C.P., Lee, T.A. and Ho, J.H. 2010. Development of Low-Fat Mayonnaise Containing Polysaccharide Gums as Functional Ingredients. *J. Sci Food Agric.* Vol. **90**, pp. 806–812.
- Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S. and Jamnong, P. 2006. β -Glucan Prepared from Spent Brewer's Yeast as a Fat Replacer in Mayonnaise. *Food Hydrocolloids.* Vol. **20** (1), pp. 68–78.
- Zahn, S., Pepke, F. and Rohm, H. 2010. Effect of Inulin as a Fat Replacer on Texture and Sensory Properties of Muffins, *International Journal of Food Science and Technol.* Vol. **45**, pp. 2531–2537.
- Zoulias, E.I., Oreopoulou, V. and Tzia, C. 2000. Effects of Fat Mimetics on Physical, Textural and Sensory Properties of Cookies. *Int. J. Food Prop.* Vol. **3**, pp. 385–397.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hakan ERİNÇ

Doğum Yeri : İstanbul

Doğum Tarihi: 21.10.1980

Medeni Hali : Evli

Yabancı dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Güngören Osman Ülkümen Lisesi (1995–1998)

Lisans : Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (1999–2003)

Yüksek Lisans :Gazi Osman Paşa Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2003–2007)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
(2003–2007)

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2007–)

Yayımları (SCI ve diğer):

Musavi, A., Tekin, A., **Erinç, H.** 2011. Formulation of *Trans*-Free Margarines Using Hydrogenated and Interesterified Palm Olein. Journal of Oil Palm Research (Basımda).

Mert, B., **Erinç, H.**, Tekin, A. 2010. Use of Cellulose-Enriched Wheat Bran Fibers as Fat Mimetic in Cookies: Its Effects on Dough Rheology and Cookie Quality. 8 th Euro Fed Lipid Congress and 7th H.p. Kaufmann-days of DGF, Oils, Fats and Lipids, Health & Nutrition, Chemistry & Energy. 21-24 November 2010, Munich, Germany. (Poster).

- Erinç, H.**, Tatlı, A., Yorulmaz, A., Tekin, A. 2010. Influence of *Verticillium dahliae* Kleb. on Some Quality Parameters of Olive Oils of “Gemlik” Cultivar. 8 th Euro Fed Lipid Congress and 7th H.p. Kaufmann-days of DGF, Oils, Fats and Lipids, Health & Nutrition, Chemistry & Energy. 21–24 November 2010, Munich, Germany. (Poster).
- Colakoğlu, S., **Erinç, H.**, Tekin, A. 2010 Thermo-Oxidative Stability of Soybean Oil in The Presence of Alpha-, Beta-, Gamma- and Deltatocopherols 1st International Congress on Food Technology. (Poster).
- Yorulmaz A., **Erinç H.**, Tekin A. 2010. Lipid Composition of Poppy Seed Oil, Traditional Foods from Adriatic to Caucasus (Poster).
- Erinç H.**, Tekin A. and Özcan M.M., 2009. Determination of Fatty Acid, Tocopherol and Phytosterol Contents of the Oils of Various Poppy (*Papaver somniferum* L.) Seeds. *Grasas y Aceites*, 60 (4), 375–381.
- Yorulmaz A., **Erinç H.**, Tekin A. 2009. Çekirdeksiz Üretimin Zeytinyağı Kalitesine Etkisi, *Gıda Teknolojisi* ,13 ,2 ,68-72.
- Yorulmaz A., **Erinç H.** ,Tatlı A. ,Tekin A. 2009. Effect of Irrigation on the Oil Composition of some East Mediterranean Olive Cultivars, 7th Euro Fed Lipid Congress. (Poster).
- Sahin, K., Mert, B., **Erinc, H.** ve Tekin A. 2009. Yağlarda Trans Yağ ve Reoloji İlişkisi. 6. Gıda Mühendisliği Kongresi, Antalya, Türkiye, 6–8 Kasım. (Sözlü)
- Mert, B., Tekin A., Sahin, K. and **Erinc, H.** 2009. Effect of Trans Fat Content on Rheology of Dough and Texture of Cookie, 100th AOCS Annual Meeting & Expo, May 3-6, 2009, Orlando, Florida, USA (Sözlü).