

Bitkisel Kökenli Atıklardan Mikro-Akışkan Yöntemiyle Nano boyutlarda Reoloji Düzenleyicilerin Üretilmesi: Emülsiyonlarda, kolloitlerde ve Hamur Ürünlerinde Kullanılması

Proje No: 108M169

Doç.Dr. Behiç MERT
Prof.Dr. Aziz TEKİN
Dr. Hakan Erinç
Gönül Koçak
Erman Bigikoçin
Onur Ketenoğlu
Ezgi Şahin

TEMMUZ 2011
ANKARA

ÖNSÖZ

Beslenmede önemli bir yere sahip olan lifli gıdalar, günlük beslenmede düzenli olarak tüketildiğinde vücuda sayısız fayda sağlar. Sindirim sisteminin temizlenmesi, kan şekerinin ve lipid seviyesinin düzenlenmesi liflerin bazı önemli fizyolojik etkileri arasında bulunmaktadır. Genel olarak tüketiciler lif bakımından zengin olan tam tahılları, meyveleri ve sebzeleri tüketmektedirler. Bu eğilime paralel olarak ise gıda üreticileri de ürettikleri ürünlerde kullanılan besinsel lif miktarını artırma arayışlarına girmişlerdir. Artan talep karşısında lif üretiminde bir artış görülmüştür. Lifler ve yüksek miktarda lif içeren gıdalar işlenmiş gıda ürünlerinde besinsel lif miktarını arttırmanın dışında önemli fiziksel değişikliklere sebep olmaktadır. Birçok gıda ve zirai artık önemli miktarlarda selüloz içermektedir. Genel olarak gıda endüstrisi selülozu yağ ikamesi, süspansiyon ajanı, emülgatör, su bağlayıcı ve yenilebilir filmlerin üretimi gibi değişik alanlarda kullanmaktadır.

Doğal selüloz lifleri lignin içermektedirler, lignin polimerik bir maddedir ve bütün bitkilerde bulunur. Lignin ayrıca selüloz liflerinin birbirine yapışmasına neden olmakta ve selüloz liflerinin yüzey alanını küçültmektedir. Bu çalışmada değişik alkali tuzlar bitkisel atıkları yumuşatmak için kullanılmış ve yeni bir yöntem olarak mikro akışkan cihazı selüloz liflerinin mikro ve nano boyutlara parçalanması için kullanılmıştır. Üretilen selüloz bazlı lifler model olarak seçilen emülsiyonlarda, kolloitlerde ve Hamur Ürünlerinde kullanılmıştır.

TÜBİTAK tarafından 108M169 numara ile desteklenmiş olan proje, Mühendislik Araştırma Grubu (MAG) tarafından izlenmiş ve proje kapsamında bir doktora ve dört Yüksek Lisans tezi tamamlanmıştır. Projenin desteklenmesi, yürütülmesi ve izlenmesi aşamalarında gerekli yönlendirmeleri yapan ve çalışmaların sorunsuz bir şekilde devam etmesini sağlayan TÜBİTAK'a ve proje izleyicilerine, bilimsel verilerin elde edilmesinde özverili bir şekilde

alışan proje ekibine ve çalışmaların yürütüldüğü Orta Doğu Teknik niversitesi ve Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakülteleri Gıda Mühendisliği Bölümlerine teşekkür ederim.

Doç Dr. Behiç Mert

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	2
İÇİNDEKİLER.....	4
ÇİZELGELER DİZİNİ	6
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	8
ÖZET.....	39
ABSTRACT.....	41
GİRİŞ	42
GENEL BİLGİLER.....	45
GEREÇ ve YÖNTEMLER	53
1- Lif üretimi.....	53
2- Hammadde ile ilgili ölçümler	55
3- Su tutma kapasitesi	55
4- Reolojik ölçümler	55
5- Kayma hızı-kayma gerilimi ilişkisi	56
6- Thiksotropiklik	56
7- Viskoelastik özellikler	56
8- Partikül boyutu	56
9- Taramalı elektron mikroskobu.....	57

10-	Model emülsiyonlarda ait reolojik ölçümler	57
11-	Model emülsiyonlarda stabilite ölçümleri	57
12-	Mayonez üretimi ve ilgili testler.....	57
14-	Mayonez stabilite tayini.....	59
15-	Mayonezlerin ışık mikroskobu ile damlacık boyutu dağılımının belirlenmesi	59
16-	Mayonezlerin ışık mikroskobu ile damlacık boyutu dağılımının belirlenmesi	59
BULGULAR		59
1-	Değişik alkali ajanların lif üretimine etkisi	59
2-	Üretilen nano ve makro liflerin emülsiyon özelliklerine etkisi	103
3-	Hamur ev Bisküvi ile İlgili Denemeler.....	224
4-	Hamur ve Bisküvilere ait özellikler.....	224
5-	Üretilen Liflerin Keklerde Uygulamaları	307
4-	Atık ürünlere ait lif içeren mayonezlerin tekstürel özellikleri	431
SONUÇLAR		453
KAYNAKLAR DİZİNİ		455

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Buğday kepeği ve portakal içi lifleri ile yağı azaltılarak yapılan mayonezlerin içerikleri (%).....	58
Çizelge 2. Üretilen bitkisel liflerin %protein, ham lif, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri.	103
Çizelge 3. Bisküvilik unun bazı kimyasal, fizikokimyasal ve reolojik özellikleri.....	235
Çizelge 4. Bisküvilik yağın yağ asitleri dağılımı	236
Çizelge 5. Kepek lifleri ile hazırlanmış %25 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları.....	236
Çizelge 6. Kepek lifleri ile hazırlanmış %50 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları.....	237
Çizelge 7. Kepek lifleri ile hazırlanmış %75 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları.....	237
Çizelge 8. Elma lifleri ile %25 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları.....	249
Çizelge 9. Elma lifleri ile %50 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları.....	249
Çizelge 10. Elma lifleri ile %75 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları.....	250
Çizelge 11. Mısır lifleri ile %25 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları.....	261
Çizelge 12. Mısır lifleri ile %50 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları.....	261
Çizelge 13. Mısır lifleri ile %75 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon	

(toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları	262
Çizelge 14. Portakal lifleri ile %25 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları	273
Çizelge 15. Portakal lifleri ile %50 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları	274
Çizelge 16. Portakal lifleri ile %75 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları	275
Çizelge 17. Lif içeren bisküvi örneklerinin genişlik, kalınlık ve yayılma oranı değerleri	303
Çizelge 18.Çalışmamızda kullanılan mayonez formülleri	432

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Selüloz, hemi-selüloz ve lignin kompleksinin şematik gösterimi (Biermann, 1993)	46
Şekil 2. Tipik bir lignin molekülünün yapısı (BIERMANN, 1993).....	47
Şekil 3.....	54
Şekil 4. K_2CO_3 çözeltisi için yapılan yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3).....	66
Şekil 5. Na_2CO_3 çözeltisi için yapılan yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3).....	67
Şekil 6. Na_2HPO_4 çözeltisi için yapılan yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3).....	68
Şekil 7. NaOH çözeltisi için yapılan yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3).....	69
Şekil 8. KOH çözeltisi için yapılan yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3).....	70
Şekil 9. Maksimum pH lardaki yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3)	71
Şekil 10. Portakal kabuğunun mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano liflere dönüştürülmesi.....	72
Şekil 11. Kurutulmuş ve öğütülmüş portakal kabuğu.....	73
Şekil 12. Yumuşatma işlemi sonucu koloit değirmen ile elde edilmiş lifler.....	74
Şekil 13. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (Portakal kabuğu).....	75
Şekil 14. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (Portakal kabuğu).....	76
Şekil 15. Kurutulmuş ve öğütülmüş elma posası.....	77
Şekil 16. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (elma posası)	78

Şekil 17. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (elma posası)	79
Şekil 18. A- Ticari portakal lifi, B- mikroakışkan yöntemiyle üretilmiş portakal lifi.	80
Şekil 19. A- Ticari elma lifi, B- mikroakışkan yöntemiyle üretilmiş elma lifi.	81
Şekil 20. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (kayısı posası).....	82
Şekil 21. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (domates posası).....	83
Şekil 22. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (mısır koçanı)	84
Şekil 23. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (mısır yaprağı).....	85
Şekil 24. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış liflerin değişik g kuvvetleri altındaki su tutma oranları	86
Şekil 25. Mikro akışkan cihazının parçalama basıncının liflerin su tutma özelliklerine etkisi.....	87
Şekil 26. Mikro akışkan cihazında yapılan parçalama işleminin tekrar sayısının liflerin su tutma özelliklerine etkisi	88
Şekil 27. Mikro akışkan cihazında yapılan parçalama işleminin tekrar sayısının viskozitesine etkisi	89
Şekil 28. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış elma liflerinin akış kurveleri	90
Şekil 29. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış portakal liflerinin akış kurveleri.....	91
Şekil 30. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış domates liflerinin akış kurveleri.....	92
Şekil 31. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış kayısı liflerinin akış kurveleri	93
Şekil 32. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış mısır koçanı liflerinin akış kurveleri	94
Şekil 33. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış mısır yaprağı liflerinin akış kurveleri.....	95
Şekil 34. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış liflerinin akış kurvelerinin piyasada bulunan lifler ile mukayesesi	96
Şekil 35. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış liflerin viskoelastik özellikleri.....	97

Şekil 36. Domates lifi eklenmiş ketçap örneklerinin akış kurveleri	98
Şekil 37. Domates lifi eklenmiş ketçap örneklerinin viskoelastik özellikleri	99
Şekil 38. Domates lifi eklenmiş ketçap örneklerinin viskoelastik özellikleri	100
Şekil 39. Domates lifi eklenmiş ketçap örneklerinin yield stres özellikleri.....	101
Şekil 40. Domates lifi eklenmiş ketçap örneklerinin yield stres özelliklerinin xanthan ve mısır nişastası ile mukayesi	102
Şekil 41.....	105
Şekil 42. 1/1 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm’de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış lif içermeyen kontrol, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış lif içermeyen emülsiyon.	117
Şekil 43. 1/1 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm’de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %1 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %1 elma lifi içeren emülsiyon.	117
Şekil 44. 1/1 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm’de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %2 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %2 elma lifi içeren emülsiyon.	118
Şekil 45. 1/1 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm’de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %3 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %3 elma lifi içeren emülsiyon.	118
Şekil 46. 1/4 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm’de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış lif içermeyen kontrol, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış lif içermeyen emülsiyon.	119
Şekil 47. 1/4 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A:	

10000 rpm’de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %1 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %1 elma lifi içeren emülsiyon.	119
Şekil 48. 1/4 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm’de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %2 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %2 elma lifi içeren emülsiyon.	120
Şekil 49. 1/4 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm’de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %3 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %3 elma lifi içeren emülsiyon.	120
Şekil 50. 1/1 yağ su oranına sahip elma lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri	121
Şekil 51. 1/1 yağ su oranına sahip ve 1250 bar basınç altında mikro akışkan cihazı ile oluşturulmuş emülsiyonların akış kurveleri	122
Şekil 52. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri.....	123
Şekil 53. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların viskozite değerleri	124
Şekil 54. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri	125
Şekil 55. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri	126
Şekil 56. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	127
Şekil 57. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların	

elastik modülüz değerleri	128
Şekil 58. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	129
Şekil 59. 1/4 yağ su oranına sahip ve 1250 bar basınç altında mikro akışkan cihazı ile oluşturulmuş emülsiyonların akış kurveleri	130
Şekil 60. 1/4 yağ su oranına sahip elma lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri	131
Şekil 61. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve 1/4 oranında yağ/ su içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri.....	132
Şekil 62. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve 1/4 oranında yağ/ su içeren emülsiyonların viskozite değerleri	133
Şekil 63. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve 1/4 oranında yağ/ su içeren emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri.....	134
Şekil 64. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri	135
Şekil 65. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	136
Şekil 66. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri	137
Şekil 67. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	138

Şekil 68. 1/1 yağ su oranına sahip domates lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri	139
Şekil 69. 1/1 yağ su oranına sahip domates lifi içeren ve 1250 bar altın mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri.....	140
Şekil 70. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış domates lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri.....	141
Şekil 71. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların viskozite değerleri	142
Şekil 72. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri	143
Şekil 73. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri	144
Şekil 74. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	145
Şekil 75. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri	146
Şekil 76. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	147
Şekil 77. 1/4 yağ su oranına sahip domates lifi içeren ve 1250 bar altın mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri.....	148
Şekil 78. 1/4 yağ su oranına sahip domates lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homojenizasyon ile altın mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri	149

Şekil 79. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış domates lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri.....	150
Şekil 80. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların viskozite değerleri	151
Şekil 81. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri	152
Şekil 82. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri	153
Şekil 83. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	154
Şekil 84. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri	155
Şekil 85. yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	156
Şekil 86. Emülsiyon kararlılığı ölçüm cihazı (Lumisizer)	157
Şekil 87. Emülsiyon kararlılığı ölçümü için kullanılan Lumisizer cihazının çalışma prensibi....	158
Şekil 88. Lumisizer emülsiyon kararlılığı ölçüm prensibi	159
Şekil 89. Lif içermeyen örnkelerin 3500 rpm de çevrilmesi sonucu gözlemlenen faz ayrımı.160	
Şekil 90. 1/4 oranında yağ/su ve Domates lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrımları.....	161
Şekil 91. 1/4 oranında yağ/su ve Domates lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize	

edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrımları.....	162
Şekil 92. 1/4 oranında yağ/su oranı ve elma lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrımları.....	163
Şekil 93. 1/4 oranında yağ/su ve elma lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrımları	164
Şekil 94. 1/1 oranında yağ/su ve domates lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrımları	165
Şekil 95. Artan lif miktarıyla emülsiyonların kararlı hale gelmeleri	166
Şekil 96. 1/1 oranında yağ/su ve elma lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrımları	167
Şekil 97. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.....	168
Şekil 98. 1/4 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.....	169
Şekil 99. 1/4 oranında yağ/su içeren ve 1250 barda mikroakışkan cihazı ile homjenizasyon ile hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri. .	170
Şekil 100. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 1250 barda mikroakışkan cihazı ile homjenizasyon ile hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri. .	171

Şekil 101. Lif katkılı emülsiyonların karlılıkları.....	172
Şekil 102. İki farklı metot ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı	173
Şekil 103. İki farklı metot ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı	174
Şekil 104. İki farklı metot ile elde edilmiş %1 elma lifi içeren emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı.....	175
Şekil 105. Değişik oranlarda elma lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı.....	176
Şekil 106. Değişik oranlarda domates lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı.....	177
Şekil 107. Değişik oranlarda portakal lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı.....	178
Şekil 108. Değişik oranlarda portakal lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı.....	179
Şekil 109. Değişik oranlarda elma, domates, portakal ve mısır lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ve $\frac{1}{4}$ oranında yağ/su ile hazırlanmış emülsiyonlarda medyan partikül boyutunun lif konsantrasyonuna göre değişimi	180
Şekil 110. Değişik oranlarda elma, domates, portakal ve mısır lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ve $\frac{1}{4}$ oranında yağ/su ile hazırlanmış emülsiyonlarda ortalama partikül boyutunun lif konsantrasyonuna göre değişimi	181
Şekil 111. Değişik oranlarda elma, domates, portakal ve mısır lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ve 1/1 oranında yağ/su ile hazırlanmış emülsiyonlarda medyan partikül boyutunun lif konsantrasyonuna göre değişimi	182
Şekil 112. Değişik oranlarda elma, domates, portakal ve mısır lifi içeren ve 1250 Bar altında	

mikro akışkan cihazı ve 1/1 oranında yağ/su ile hazırlanmış emülsiyonlarda ortalama partikül boyutunun lif konsantrasyonuna göre değişimi	183
Şekil 113. 1/1 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren ve 1250 bar basınç altında mikro akışkan cihazı ile oluşturulmuş emülsiyonların akış kurveleri.....	184
Şekil 114. 1/1 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri	185
Şekil 115. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve portakal lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri.....	186
Şekil 116. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve portakal lifi içeren emülsiyonların kıvam indeksi değerleri	187
Şekil 117. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve portakal lifi içeren emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri .	188
Şekil 118. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş ve portakal emülsiyonların elastik modülüz değerleri.....	189
Şekil 119. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş ve portakal lifi içeren emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	190
Şekil 120. 1/1 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri	191
Şekil 121. 1/1 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri	192
Şekil 122. 1/4 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren ve 1250 bar altın mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri.....	193

Şekil 123. 1/4 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homojenizasyon ile altın mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri	194
Şekil 124. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri.....	195
Şekil 125. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların viskozite değerleri.....	196
Şekil 126. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların akış indeksi değerleri	197
Şekil 127. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş portakal lifi içeren emülsiyonların elastik modülüz değerleri	198
Şekil 128. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş portakal lifi içeren emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	199
Şekil 129. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş portakal lifi içeren emülsiyonların elastik modülüz değerleri.....	200
Şekil 130. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş portakal lifi içeren emülsiyonların viskoz modülüz değerleri.....	201
Şekil 131. 1/1 yağ su oranına sahip kayısı lifi içeren ve 1250 bar basınç altında mikro akışkan cihazı ile oluşturulmuş emülsiyonların akış kurveleri.....	202
Şekil 132. 1/1 yağ su oranına sahip kayısı lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri	203
Şekil 133. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi)	

değerleri.....	204
Şekil 134. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların kıvam indeksi değerleri.....	205
Şekil 135. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri.....	206
Şekil 136. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş kayısı lifi içeren emülsiyonların elastik modülüz değerleri	207
Şekil 137. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş kayısı lifi içeren emülsiyonların viskoz modülüz değerleri	208
Şekil 138. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş ve kayısı lifi içeren emülsiyonların elastik modülüz değerleri.....	209
Şekil 139. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş ve kayısı lifi içeren emülsiyonların viskoz modülüz değerleri.....	210
Şekil 140. 1/4 yağ su oranına sahip kayısı lifi içeren ve 1250 bar altında mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri.....	211
Şekil 141. 1/4 yağ su oranına sahip kayısı lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homojenizasyon cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri	212
Şekil 142. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri.....	213
Şekil 143. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların kıvam indeksi değerleri.....	214
Şekil 144. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon)	

kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri.....	215
Şekil 145. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.....	216
Şekil 146. 1/4 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.....	217
Şekil 147. 1/4 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış kayısı lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.....	218
Şekil 148. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış kayısı lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.....	219
Şekil 149. 1/4 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.....	220
Şekil 150. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 1250 barda mikroakışkan cihazı ile homjenizasyon ile hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.....	221
Şekil 151. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 1250 barda mikroakışkan cihazı ile homjenizasyon ile hazırlanmış kayısı lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.....	222
Şekil 152. Emülsiyon stabilitesini gösteren faz ayırım hız değerleri	223

Şekil 153. Bisküvilik yağın katı yağ içeriği	236
Şekil 154. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış kepek lifleri ile elde edilen hamurlara ait sertlik değerleri (formülasyonlar Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7 verilmiştir).	239
Şekil 155. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış kepek lifleri ile elde edilen hamurlara ait yapışkanlık değerleri (formülasyonlar Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7 verilmiştir).	240
Şekil 156. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış kepek lifleri ile elde edilen hamurlara ait elastik modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7 verilmiştir).	241
Şekil 157. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış kepek lifleri ile elde edilen hamurlara ait viskoz modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7 verilmiştir).	242
Şekil 158. Çizelge 5 e göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	243
Şekil 159. Çizelge 5 e göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....	244
Şekil 160. Çizelge 6 göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	245
Şekil 161. Çizelge 6 ye göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	246
Şekil 162. Çizelge 7' e göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	247
Şekil 163. Çizelge 7'e göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....	248
Şekil 164. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış elma lifleri ile elde edilen hamurlara ait sertlik değerleri (formülasyonlar Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10 verilmiştir).	251

Şekil 165. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış elma lifleri ile elde edilen hamurlara ait yapışkanlık değerleri (formülasyonlar Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10 verilmiştir).	252
Şekil 166. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış elma lifleri ile elde edilen hamurlara ait elastik modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10 verilmiştir).	253
Şekil 167. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış elma lifleri ile elde edilen hamurlara ait viskoz modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10 verilmiştir).	254
Şekil 168. Çizelge 8 e göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	255
Şekil 169. Çizelge 8 e göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....	256
Şekil 170. Çizelge 9 göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	257
Şekil 171. Çizelge 9 göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....	258
Şekil 172. Çizelge 10 ya göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	259
Şekil 173. Çizelge 10 ya göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....	260
Şekil 174. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış mısır kepeği lifleri ile elde edilen hamurlara ait sertlik değerleri (formülasyonlar Çizelge 11, Çizelge 12 ve Çizelge 13 de verilmiştir).	263
Şekil 175. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış mısır kepeği lifleri ile elde edilen hamurlara ait yapışkanlık değerleri (formülasyonlar Çizelge 11, Çizelge 12 ve Çizelge 13 de verilmiştir).	264
Şekil 176. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış mısır kepeği lifleri ile elde edilen hamurlara	

ait elastik modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 11,Çizelge 12 ve Çizelge 13 de verilmiştir).	265
Şekil 177. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış mısır kepeği lifleri ile elde edilen hamurlara ait viskoz modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 11,Çizelge 12 ve Çizelge 13 de verilmiştir).	266
Şekil 178. Çizelge 11 göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	267
Şekil 179. Çizelge 11 ye göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....	268
Şekil 180.Çizelge 12 e göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	269
Şekil 181.Çizelge 12 e göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....	270
Şekil 182.Çizelge 13 a göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	271
Şekil 183.Çizelge 13 a göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....	272
Şekil 184. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış portakal lifleri ile elde edilen hamurlara ait elastik modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 14, Çizelge 15 ve Çizelge 16 verilmiştir)...	276
Şekil 185. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış portakal lifleri ile elde edilen hamurlara ait yapışkanlık modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 14, Çizelge 15 ve Çizelge 16 verilmiştir).	277
Şekil 186. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış portakal lifleri ile elde edilen hamurlara ait	

elastik modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 14, Çizelge 15 ve Çizelge 16 verilmiştir)...278	
Şekil 187. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış portakal lifleri ile elde edilen hamurlara ait viskoz modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 14, Çizelge 15 ve Çizelge 16 verilmiştir)...279	
Şekil 188. Çizelge 14 a göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....280	
Şekil 189. Çizelge 14 a göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....281	
Şekil 190. Çizelge 15'e göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....282	
Şekil 191. Çizelge 15 e göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....283	
Şekil 192. Çizelge 16 ye göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri.....284	
Şekil 193. Çizelge 16 ye göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....285	
Şekil 194. %25 yağı azaltılmış ve %0.48 oranında lif eklenmiş örneklerin lif kaynağı bakımından karşılaştırılması.286	
Şekil 195. %25 yağı azaltılmış ve %0.96oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.287	
Şekil 196. %25 yağı azaltılmış ve %1.44 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.288	
Şekil 197. %50 yağı azaltılmış ve %0.96 oranında lif eklenmiş örneklerin lif kaynağı bakımından karşılaştırılması.289	

Şekil 198. %50 yağı azaltılmış ve %1.92 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.	290
Şekil 199. %50 yağı azaltılmış ve %2.87 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.	291
Şekil 200. %75 yağı azaltılmış ve %1.44 oranında lif eklenmiş örneklerin lif kaynağı bakımından karşılaştırılması.	292
Şekil 201. %75 yağı azaltılmış ve %2.87 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.	293
Şekil 202. %75 yağı azaltılmış ve %4.31 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.	294
Şekil 203. Kepek lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait sertlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0)	295
Şekil 204. Elma lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait sertlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0)	296
Şekil 205. Mısır lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait sertlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0)	297
Şekil 206. Portakal lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait sertlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0)	298
Şekil 207. Kepek lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait kırılgenlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0) ...	299
Şekil 208. Elma lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait kırılgenlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0)	300
Şekil 209. Mısır lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait kırılgenlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0)	301
Şekil 210. Portakal lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait kırılgenlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0).302	302
Şekil 211. Yağ miktarı azaltılarak üretilen bisküvilerin yayılma oranları	305
Şekil 212. Buğday kepeği lifi kullanılarak üretilen bisküvilerin yayılma oranları	305
Şekil 213. Elma lifi kullanılarak üretilen bisküvilerin yayılma oranları.....	306
Şekil 214. Portakal lifi kullanılarak üretilen bisküvilerin yayılma oranları.....	306
Şekil 215. Mısır kepeği lifi kullanılarak üretilen bisküvilerin yayılma oranları	306

Şekil 216. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek liflerinden elde edilen kek hamurlarının reolojik ölçümleri	316
Şekil 217. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek liflerinden elde edilen kek hamurlarının 1 (1/s) kayma oranındaki viskozitelerinin karşılaştırılması.....	317
Şekil 218. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek liflerinde elde edilen kek hamurlarının minimum akış gerilim değerleri	318
Şekil 219. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek liflerinde elde edilen kek hamurlarının elastik modülüz değerleri.....	319
Şekil 220. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek hamurlarının viskoz modülüz değerleri.....	320
Şekil 221. Üretilen keklerin kesme kuvveti datalarını elde etmek için kullanılan düzenek	321
Şekil 222. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin kesme kuvveti değerleri	323
Şekil 223. Tipik tekstür profil analizi grafiği.....	324
Şekil 224. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki sertlik değerleri.....	325
Şekil 225. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki sertlik değerleri.....	326
Şekil 226. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki cohesiveness değerleri	327
Şekil 227. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki gumminess değerleri.....	328
Şekil 228. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin	

sıkıştırma deneyi sırasındaki chewiness değerleri	329
Şekil 229. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının reolojik özellikleri.	330
Şekil 230. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri.	331
Şekil 231. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının minimum akış gerilimi değerleri.	332
Şekil 232. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının elastik modülüz değerleri.	333
Şekil 233. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının viskoz modülüz değerleri.	334
Şekil 234. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının minimum akış gerilimi değerleri.	335
Şekil 235. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek örneklerinin resimleri.....	336
Şekil 236. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek örneklerinin resimleri (%15 ve %25 lif içeren örnekler).....	337
Şekil 237. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme sırasındaki kuvvetleri.....	338
Şekil 238. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki sertlik değerleri.....	339
Şekil 239. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40	

oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki sertlik değerleri.....	340
Şekil 240. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasında elde edilen çignenebilirlik değerleri	341
Şekil 241. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasında elde edilen gumminess değerleri	342
Şekil 242. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri.....	343
Şekil 243. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri	344
Şekil 244. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri	345
Şekil 245. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	346
Şekil 246. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	347
Şekil 247. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin kesme kuvveti değerleri	348
Şekil 248. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında birinci pik sertlik değerleri	349
Şekil 249. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi	

sırasında ikinci pik sertlik değerleri	350
Şekil 250. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri	351
Şekil 251. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri.....	352
Şekil 252. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilience değerleri	353
Şekil 253. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri	354
Şekil 254. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri	355
Şekil 255. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri	356
Şekil 256. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri	357
Şekil 257. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri	358
Şekil 258. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme kuvvetleri	359
Şekil 259. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 1 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri.....	360
Şekil 260. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak	

üretmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 2 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri.....	361
Şekil 261. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri.....	362
Şekil 262. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri	363
Şekil 263. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilliance değerleri.....	364
Şekil 264. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve 2mm elekten geçirilmiş portakal ve portakal liflerinden elde edilen kek hamurlarının reolojik ölçümleri	365
Şekil 265. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri.....	366
Şekil 266. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri.....	367
Şekil 267. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri.....	368
Şekil 268. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri.....	369
Şekil 269. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin kesme kuvveti değerleri	370
Şekil 270. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında birinci pik sertlik değerleri.	371
Şekil 271. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal	

lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında ikinci pik sertlik değerleri ..	372
Şekil 272. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri	373
Şekil 273. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri	374
Şekil 274. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilience değerleri	375
Şekil 275. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri	376
Şekil 276. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri	377
Şekil 277. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri	378
Şekil 278. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri	379
Şekil 279. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri	380
Şekil 280. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme kuvvetleri	381
Şekil 281. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 1 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri.....	382
Şekil 282. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak	

üretmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 2 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri.....	383
Şekil 283. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri.....	384
Şekil 284. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri	385
Şekil 285. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilliance değerleri.....	386
Şekil 286. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri	387
Şekil 287. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri	388
Şekil 288. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri	389
Şekil 289. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri	390
Şekil 290. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri	391
Şekil 291. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme kuvvetleri	392
Şekil 292. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 1 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri.....	393

Şekil 293. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 2 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri.....	394
Şekil 294. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri.....	395
Şekil 295. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri	396
Şekil 296. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilliance değerleri.....	397
Şekil 297. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve 2mm elekten geçirilmiş kayısı ve kayısı liflerinden elde edilen kek hamurlarının reolojik ölçümleri	398
Şekil 298. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri	399
Şekil 299. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri	400
Şekil 300. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri	401
Şekil 301. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri	402
Şekil 302. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin kesme kuvveti değerleri.....	403
Şekil 303. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında birinci pik sertlik değerleri	404

Şekil 304. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında ikinci pik sertlik değerleri.....	405
Şekil 305. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri	406
Şekil 306. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri.....	407
Şekil 307. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilience değerleri	408
Şekil 308. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri	409
Şekil 309. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri	410
Şekil 310. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri	411
Şekil 311. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri	412
Şekil 312. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri	413
Şekil 313. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme kuvvetleri	414
Şekil 314. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 1 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri.....	415

Şekil 315. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 2 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri.....	416
Şekil 316. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri.....	417
Şekil 317. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri	418
Şekil 318. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilliance değerleri.....	419
Şekil 319. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri	420
Şekil 320. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri	421
Şekil 321. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri	422
Şekil 322. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri	423
Şekil 323. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri	424
Şekil 324. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme kuvvetleri.....	425
Şekil 325. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 1 nolu pikten ölçülen sertlik	

değerleri	426
Şekil 326. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 2 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri.....	427
Şekil 327. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri.....	428
Şekil 328. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri	429
Şekil 329. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilliance değerleri.....	430
Şekil 330. Portakal lifleri ve Çizelge 18 deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik modulus değerleri	433
Şekil 331.Portakal lifleri ve Çizelge 18 deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait 125 rad/s deki elastik modulus değerleri.....	434
Şekil 332. Portakal lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik ve viskoz modulus değerleri	435
Şekil 333.Portakal lifleri ve Çizelge 18 deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer kararlılıkları	436
Şekil 334.Portakal lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer cihazı ile ölçülmüş faz ayırım hızları.....	437
Şekil 335. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik modulus değerleri	438
Şekil 336.Kayıısı lifleri ve Çizelge 18 deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez	

örneklerine ait 125 rad/s deki elastik modulus değerleri.....	439
Şekil 337. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik ve viskoz modulus değerleri	440
Şekil 338.Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer kararlılıkları	441
Şekil 339.Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer cihazı ile ölçülmüş faz ayırım hızları.....	442
Şekil 340. Mısır lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik modulus değerleri	443
Şekil 341.Mısır lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait 125 rad/s deki elastik modulus değerleri.....	444
Şekil 342. Mısır lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik ve viskoz modulus değerleri	445
Şekil 343.Mısır lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer kararlılıkları	446
Şekil 344.Mısır lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer cihazı ile ölçülmüş faz ayırım hızları.....	447
Şekil 345. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik modulus değerleri	448
Şekil 346. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait 125 rad/s deki elastik modulus değerleri.....	449
Şekil 347. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik ve viskoz modulus değerleri	450

Şekil 348.Kayıslı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer kararlılıkları	451
Şekil 349.Kayıslı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer cihazı ile ölçülmüş faz ayırım hızları.....	452

ÖZET

Bu çalışmada sırasında mikroakışkan tekniği kullanılarak mikro ve nano lifler elde edilmiştir. Değişik bitkisel yan ürünler kullanılarak üretilen lifler model emülsiyon, koloit ve hamur ürünlerinde kullanılmışlardır. İlk aşamada düşük alkali tuz konsantrasyonlarında yapılan yumuşatma işleminde kullanılan alkali ajanlardan K_2CO_3 'ın diğer ajanlara göre daha yüksek su tutma oranına ve viskoziteye sahip liflerin üretilmesine olanak sağladığı gösterilmiştir. Daha sonraki bölümde ise mikroakışkan işleme basıncı ve işleme sayıları denenmiştir. Mikroakışkan cihazında uygulanan basıncın üretilen liflerin fiziksel özelliklerine etkisi ortaya konmuştur. Artan basınç 1500 bara kadar viskozitede hızlı bir artışa sebep olmuş fakat daha yüksek basınçlarda bu artış yavaşlamıştır.

Mikroakışkan cihazında tekrarlanan parçalama işlemi de liflerin su tutma kapasitesine ve viskozitesine direkt etki etmiştir. Test edilen liflerden elma, portakal ve kayısı lifi domates, mısır koçanı ve yaprağına oranla daha yüksek su tutma oranına ve viskozite değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Daha sonra en uygun şartlarda üretilen lifler emülsiyon kararlılığına ve fiziksel özelliklerine etkisi bakımından araştırılmıştır. Üretilen nano liflerin emülsiyon hazırlama sırasında oluşan damlacıkların daha küçük olmasına neden olmuş ve kararlılığın artmasını sağlamışlardır. Benzer çalışmalar bir emülsiyon olan mayonez tipi ürünlerde de tekrarlanmış, nano lifler kullanılarak daha az yağ içeren örneklerin hazırlanabileceği gösterilmiştir. Koloit tipi ürünlere örnek olarak seçilen ketçap ile ilgili yapılan çalışmalarda ise lif kaynağı olarak domates kabukları kullanılmıştır. Domates kabuğundan elde edilen liflerin ketçap viskozitesi ve kararlılığını arttırdığı tespit edilmiştir. Son aşamada ise elde edilen lifler kek ve bisküvi tipi ürünlerde kullanılmıştır. Değişik oranlarda yağ ve un oranları kullanılarak farklı içeriklerde liflerin etkileri incelenmiştir. Artan lif miktarı bisküvi tipi ürünlerde yayılma ve sertlik oranlarına

etki etmiştir. Keklerde ise sertlik lif miktarıyla artmış anca un ve yağ oranları düşürölünce kontrol ürüne benzer tekstürel özellikler elde edilmiştir.

ABSTRACT

In this study microfluidization was used to produce micro and nano fibers. Various agricultural by-products were used to obtain fibers and these fibers were utilized in model emulsions, colloids, and bakery products. At the first stage, dilute alkali salts were tested in terms of their ability to soften fiber sources. K_2CO_3 was determined to be more effective in softening and producing fiber with higher water holding capacity and viscosity. In the next stage, effect microfluidization passes and pressure were evaluated. Increasing the pressure up to 1500 bar improved physical properties of the fibers but rate of improvement tapered as the pressure further increased. Number of passes in microfluidization also seemed to be effective in producing fibers with better physical properties. When the source of fibers were compared, apple, orange, and apricot pulps yield fibers with better physical properties than those obtained from corn stalk, tomato skin, and corn leaf. Fibers were also test in emulsions in terms of improving stability and viscosity. Addition of fibers into emulsions resulted in smaller dispersed droplets leading to improved stability. Incorporation of fibers in mayonnaise showed that oil content can be reduced in mayonnaise type products with fiber addition. In this study ketchup was also chosen as a model colloid food. Addition nano fibers obtained from tomato skin into ketchup significantly improved the physical properties. In final part cake and cookie type products were chosen as model bakery products and their properties were evaluated after fiber addition. In general, addition nano fibers increased hardness of the products. However, when the flour and fat content were reduced bakery products with acceptable quality parameters were obtained.

GİRİŞ

Selüloz türevleri birçok farklı gıda ürünüde değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Bu amaçlar arasında en yaygın olanları, kıvam ve stabilitenin artırılması ile emülgatör ve su tutucu olarak kullanılmalarıdır. Gıda ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılmak üzere selüloz türevi üretmenin değişik metotları bulunmaktadır. Bu metotlar kimyasal veya fiziksel metotlar olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Her iki metot da odun, pamuk veya daha başka bir selüloz hammaddesinden selülozun saflaştırılmasını gerektirmektedir. Diğer bir deyişle, selüloz liflerini bir arada tutan ligninin parçalanması ve ortamdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu işlem genellikle hammaddeyi sülfite ve yüksek miktarda NaOH içeren çözeltilerde yüksek sıcaklık ve basınç altında pişirerek yapılmaktadır. Odun ve pamuk gibi uzun ve kalın selüloz liflerinden oluşan hammaddelerde bu işlem gereklidir. Fakat göreceli olarak daha kısa ve ince selüloz liflerinden oluşan bitkisel hammaddelerde, daha yumuşak delignifikasyon işlemleri de başarılı olabilmektedir. Bu proje çalışmasında, selüloz saflaştırılması, yani delignifikasyon işleminin düşük konsantrasyonlu alkali tuz çözeltileri ile yapılması başarılı bir şekilde denenmiştir. Yüksek maliyetli ve çevreye zararlı olan selüloz saflaştırma işlemleri yerine, düşük miktarlarda alkali tuzları eşliğinde mekanik parçalama işlemi kullanılacaktır. Yaptığımız bazı ön çalışmalarda, düşük konsantrasyonlu alkali tuzlarının lignini yumuşatarak selüloz liflerinin genişmesine ve şişmesine sebep olduğu gözlenmiştir. Projenin ilk aşamasında, pH'ları 8.5 ile 12 arasında değişen değişik alkali tuz çözeltilerinde yapılacak lignin yumuşatma işleminin, kolloit değirmen ile birleştirilerek yüksek su tutma kapasitesine sahip selüloz lifleri üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu aşamada yapılan bir başka çalışma ise, elde edilecek mikro liflerin bisküvi ve kek gibi ürünlerde yağ oranını azaltmak amacıyla kullanılabilirliğinin test edilmesi olmuştur.

Selüloz lifleri elde edildikleri kaynağa bağlı olarak değişik uzunluk ve çapa sahiptir.

Ayrıca, bu mikro boyuttaki lifler, çapları 100 nano metreden küçük olan, fakat yine kaynağa göre değişen ve “selüloz nano lifi” adı verilen nano liflerden oluşmuşlardır. Günümüzde ilerleyen teknoloji ve nano maddelere olan yoğun ilgiden dolayı, söz konusu selüloz nano lifleri ile ilgili araştırmalar da artmaktadır. Bu konudaki çalışmalar, selüloz nano liflerinin çok yüksek miktarlarda su tutabildiğini ve dolayısıyla jel oluşturmada ve kıvam arttırmada çok etkili olduklarını göstermiştir. Selüloz nano liflerinin üretiminde kimyasal ve mekanik yöntemler kullanılmaktadır ve bunlardan fiziksel olanları daha homojen ve kontrollü bir üretim sağlamaktadır. Mekanik nano selüloz lifleri üretme metotları arasında, elektrodöndürme (electro-spinning), dondurarak parçalama (cryo-crushing), ultrason ile parçalama ve yüksek basınçlı homojenizasyon işlemleri verilebilir. Bu metotlarla selüloz nano lifleri üretmek mümkün olsa da, düşük üretim, yüksek maliyet ve homojenizatörün tıkanması gibi sorunlar, söz konusu metotların dezavantajları olarak görülmektedir. Bu projede ise alkali tuzlar ve kolloid değirmen ile parçalanmış ve saflaştırılmış selüloz liflerinin mikro-akışkan cihazı ile nano liflerine ayrıştırılması başarılmıştır. Daha çok nano emülsiyonlar, nano enkapsülasyon uygulamaları ve hücre parçalama için geliştirilmiş olan mikro-akışkan tekniğinin nano selüloz üretimde uygulanması ile ilgili, son derece sınırlı literatür verilerine rastlanmıştır. Pääkkö ve arkadaşları 2007 yılında yayınlanan bir çalışmalarında, odun selülozunun enzimatik ve mikro-akışkan tekniklerini beraber kullanarak, selüloz nano lifleri üretmişlerdir. Üretilen selüloz nano lifleri çok düşük konsantrasyonlarda dahi jel oluşturabilmişler ve jellerin elastik modülüz değerlerinin çok yüksek olduğu gözlenmiştir. Önerilen projede ise, odun selülozundan farklı olarak, bitkisel kökenli atık maddelerde bulunan selüloz liflerinin mikro-akışkan tekniği kullanılarak nano selüloz liflerine ayrılması planlanmaktadır. Bu liflerin çaplarının 100 nano metreden küçük olması beklenmesine rağmen, uzunlukları mikro metre civarında olacaktır. Çok yüksek boy / en

(aspect ratio) oranına sahip olan selüloz nano liflerinin bazı model gıda ürünlerinin reolojik özelliklerine etkisi ise bu proje kapsamında araştırılmış olan başka bir özgün çalışma olmuştur.

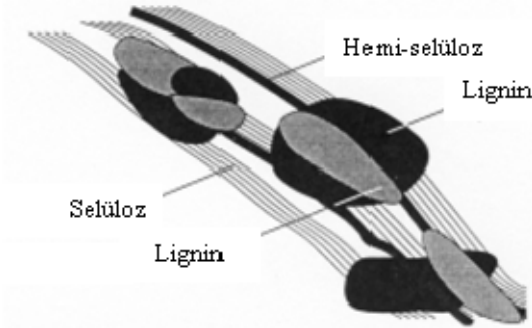
Bu çalışma sırasında yapılan çalışmalar genel hatlarıyla aşağıda verilmiştir:

- 1- Düşük konsantrasyonlu alkali tuzu eşliğinde kullanılacak değirmenin, bitkisel atık ürünlerden ligninin ayrılmasına etkisinin araştırılması.
- 2- Kolloit değirmeninden elde edilecek yüksek su tutma kapasitesine sahip selüloz mikro liflerinin bisküvi ve kekte yağ azaltmak amacıyla kullanılabilirliğinin test edilmesi.
- 3- Mikro akışkan tekniğinin bitkisel atık ürünlerden nano selüloz lifi üretiminde kullanılması.
- 4- Selüloz nano liflerinin reolojik ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesi.
- 5- Selüloz nano liflerinin gıda ürünlerinde reoloji düzenleyicisi ve yağ miktarının azaltılmasında kullanılabilirliğinin araştırılması.

GENEL BİLGİLER

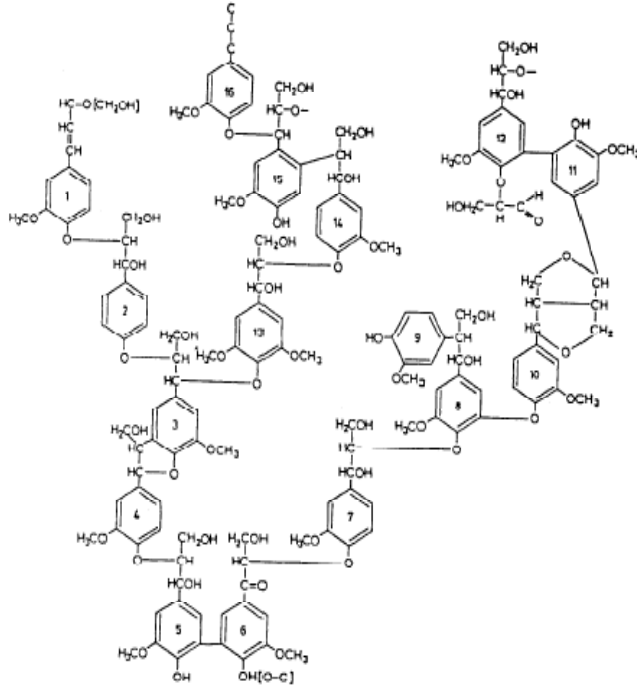
Birçok bitki ve zirai kökenli yan veya atık ürün selüloz açısından oldukça zengindir. Söz konusu ürünlere mısır koçanı, narenciye (örnek: portakal) kabukları, elma posası, domates posası ve buğday kepeği örnek olarak verilebilir. Bu yan ürünler selüloz bakımından çok zengin olmalarına rağmen genellikle küçük miktarlarda kullanılmakta veya atılmaktadırlar. Söz konusu ürünlerin bir katma değer eklenerek selüloz veya karbonhidrat kaynağı olarak kullanılmasında en büyük engel, yapılarında bulunan lignindir. Yüksek su tutma kapasitesine sahip nano boyutlarda selüloz partiküllerinin ve liflerinin elde edilebilmesi için, öncelikle lignin moleküllerinin etkili bir biçimde parçalanması ve amorf ve kristal yapıdaki selüloz yapısının açığa çıkarılması gerekmektedir.

Selüloz, hemi-selüloz ve lignin bitkilerde bulunan başlıca makro-moleküllerdir. Bitkilerin gelişmesi sırasında selüloz ve hemi-selüloz ağırlıklı olarak hücre duvarını oluştururlar. Bitki gelişimi devam ettikçe selüloz ve hemi-selüloz molekülleri arasında oluşan lignin bu molekülleri birbirine yapıştırır. Ligninlenmiş selüloz-hemiselüloz yapısı bitki yapısının haşarat, mikrobiyal ve diğer çevresel faktörlere karşı daha dayanıklı olmasını sağlar. Fakat lignin oluşumu hazmı zorlaştırdığından, genel olarak besinsel değeri düşürmektedir (REEVES 1987, HATFIELD 1990).



Şekil 1. Selüloz, hemiselüloz ve lignin kompleksinin şematik gösterimi (Biermann, 1993)

Birçok benzen halkasından oluşan ve hidrofobik bir yapıya sahip olan lignin, selüloz moleküllerine bir tutkal gibi bağlanması nedeniyle, çözücüler ile çözülmesi oldukça zor bir maddedir. Bu selüloz-hemiselüloz-lignin yapısının ayrıştırılması ve selülozun endüstriyel bir ürün olarak kullanılması için (özellikle kâğıt üretiminde), ligninin bitki yapısından uzaklaştırılması gerekmektedir. Söz konusu işlem ise yüksek sıcaklıklarda (camsılığa geçiş sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklarda) ve basınç altında gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin ligninin çözünmesi için, %50'lik metanol çözeltisi ile 165°C'lik sıcaklık gerekmektedir. (CHUM vd, 1987). Alkali ortamda pişirme işlemi de lignin moleküllerinin fragmentasyonu ve selülozdan ayrılması için çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Odun kökenli ham maddeler kalsiyum bisülfat, sodyum hidroksit, sodyum sülfür karışımı, bitki kökenliler ise sodyum hidroksit, sodyum mono sülfid, sodyum sülfür gibi çeşitli kimyasal madde çözeltileri ile pişirme kazanlarında 135-180°C 'de 4-7 atm'lik basınç altında pişirilir. Bitkideki selüloz liflerini birbirine bağlayan lignin ve diğer bazı kimyasal maddelerin büyük bir kısmı bu işlem sırasında çözeltiliye geçer ve hamur halinde selüloz elde edilmiş olur. Esmer renkli olan selüloz yıkanarak içindeki yabancı maddelerden ve az pişmiş kısımlardan temizlenir. Alkali koşullar altında pişirme işlemi lignin parçalanmasında etkili bir yöntem olmasına rağmen, selüloz ve hemiselüloz moleküllerinin bu koşullarda çözünür olmasından dolayı, selüloz kaybını da önemli oranlarda arttırmaktadır (BIERMANN, 1993). Tipik bir alkali pişirme işleminde ürün (selüloz) kaybının %50'nin üzerinde olacağı bildirilmiştir (SMOOK, 1992).



Şekil 2. Tipik bir lignin molekülünün yapısı (BIERMANN, 1993)

Alkali koşullarda hidroksil iyonlarının lignin molekülünde bulunan fenolik hidroksil grubuyla reaksiyona girmesinin, degradasyon işlemine sebep olduğu düşünülmektedir. Fakat karmaşık lignin moleküllerinin bitkilere göre farklılık göstermesi mekanizmanın tam anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Her ne kadar lignin'in polimerik yapısını oluşturan yapı taşları, fonksiyonel grupları ve bağlanma şekilleri büyük ölçüde açıklanmış olsa da, farklı kaynaklardaki bulunuş yüzdesi ve kimyasal yapısı farklılıklar göstermektedir.

Yüksek sıcaklıkta ve yüksek NaOH konsantrasyonunda pişirilerek yapılan delignifikasyon işlemi, yüksek basınca ve sıcaklıklara dayanıklı ekipman gerektirmektedir ve bu da yatırım maliyetini arttırmaktadır. Öte yandan, büyük miktarlarda konsantre halde NaOH (%10-%20) kullanımı, bu solüsyonun çevresel sorunlardan dolayı geri kazanımını gerektirmektedir ve bu da maliyetleri arttıran ayrı bir işlemdir. Ayrıca pişirme ile gerçekleştirilen

delignifikasyon işlemi su tutma kapasitesi yüksek selüloz lifleri üretilmesinde yeterli olmamaktadır. Alkali şartlarda pişirme işleminin önemli dezavantajlarından birisi de, selüloz yapısında bulunan amorf kısımların çözünmesine ve yok olmasına sebep olmalarıdır. Bilindiği üzere amorf bir yapıya sahip polimerler su molekülleri ile daha kolay hidrojen bağları oluşturmaktadır. Eğer selüloz lifleri göreceli olarak kristal yapı yerine daha fazla amorf kısım içerirse, bu onların daha fazla su tutmasını sağlayacaktır. Bu yüzden yüksek sıcaklıklarda ve konsantrasyonlarda yapılan delignifikasyon işlemi, selülozun su tutma kapasitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Genellikle selüloz liflerinin gıda üretiminde katkı maddesi olarak kullanılması için, kabul edilebilir bir düzeyde su tutması ve bazı reolojik özelliklere sahip olması gerekmektedir. Dolayısıyla alkali şartlarda pişirme işlemi, karboksilasyon (Karboksilmethylselüloz) veya mikro-liflendirme (micro-fibril selüloz) gibi ilave işlemler gerektirmektedir.

GOULD (1989, 1989a) tarafından patenti alınan bir uygulama ile, yüksek sıcaklık ve alkali konsantrasyonuna gereksinim olmadan da odun kökenli olmayan selülozda delignifikasyon işlemi yapılabileceği gösterilmiştir. Söz konusu çalışmada buğday sapı ve buğday kepeği, pH'sı 11,5 olan H₂O₂ çözeltisinde 12 saate kadar değişik sürelerde bekletilmiş ve elde edilen selüloz liflerinin yüksek su tutma özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada alkali hidrojen perokside ek olarak, standart mikser de mekanik parçalama için kullanılmıştır. RUAN ve arkadaşları (2000) tarafından Gould'un geliştirdiği yöntemle benzer başka bir metodun patenti alınmıştır. Söz konusu metoda göre, ligninin çözünme işlemi maksimum %2'lik NaOH çözeltisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çözeltide 6 saat bekletilerek genişletilen selüloz lifleri, 8000 psi'da çalışan bir homojenizatör yardımıyla parçalanmıştır. Bu işlem sonucu elde edilen ve ortalama boyutları 100-150 mikro metre olan selüloz liflerinin ağırlıklarınının 25 katı kadar su

tutabildiği belirlenmiştir.

Günümüzde nano-boyutta partikül üretimi için birçok değişik metot kullanılmaktadır. Bu metotlar aşağıdan yukarıya (bottom-up: Küçükten-büyüğe) yaklaşımı ve yukarıdan aşağıya yaklaşımı (top-down: Büyükten küçüğe) olarak çok genel iki gruba ayrılabilir. Küçükten-büyüğe metotlarda, nano boyutlardaki organik veya inorganik yapıları, maddenin en temel birimi olan atomlardan başlayarak atom atom, molekül molekül inşa edilmesi amaçlanmaktadır. Büyükten küçüğe yaklaşımlarda ise, makro veya mikro bir yapıdan başlanmakta, mekanik veya kimyasal yöntemler kullanılarak yapılar nano boyutlara küçültülmektedir. Günümüzde teknolojik olanaklardan dolayı yapılan çalışmaların birçoğu yukarıdan aşağıya (büyükten küçüğe) metotlara yoğunlaşmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada da büyükten küçüğe yaklaşımı kullanılarak selüloz liflerinin nano boyutlarda partiküllere küçültülmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kademeli bir küçültme işlemi yapılmıştır; diğer bir deyişle selüloz lifleri iki basamakta ayrı yöntemler kullanılarak istenilen boyuta indirilmiştir.

Selüloz doğada en fazla bulunan organik polimerdir ve birçok bitkinin temel yapı taşıdır. Selüloz ayrıca kimyasal veya fiziksel modifikasyon sonucu üretilmiş ve gıda endüstrisinde kullanılan birçok selüloz türevinin de hammaddesidir. Günümüzde gıda katkı maddesi olarak kullanılmak üzere üretilen selüloz türevleri metil selüloz, hidroksi propil selüloz, hidroksi propil metil selüloz, metil etil selüloz ve karboksi metil selüloz olarak verilebilir (PHILLIPS ve WILLIAMS 2000). Metil selüloz (MS) ve hidroksi propil selüloz (HPS) genellikle bağlayıcı ve şekil koruyucu olarak kullanılmaktadır. Ayrıca film oluşturabilme özellikleri MS ve HPS'nin enkapsülasyon uygulamalarında da kullanılmasına olanak vermiştir. MS ve HPS'nin pişirme sıcaklıklarında jel oluşturma özellikleri, bu selüloz türevi maddelerin yağ emilimini azaltmak amacıyla kızartma ürünlerinde kaplama karışımı (batter mix) olarak kullanılmalarını sağlamıştır

(WHISTLER ve DANIEL, 1990, WANG 2001, WINSTON vd. 1994, ASH 1995). Diğer bir selüloz türevi olan metil etil selülozun (MES) uygulamaları arasında ise, köpük oluşturmak (foam) ve stabilizatör olarak kullanımı sayılabilir. Mesela MES ve yumurta beyazı ayrı ayrı yüksek hızda karıştırıldığı zaman benzer köpükler oluşturduğu gözlenmektedir. Köpük oluşturabilme özelliği, MES'in özellikle hazır krema (whipped cream) karışımları gibi uygulamalarda kullanılmasını sağlamaktadır (BRANNEN 2002). Karboksi-metil-selüloz (CMC) ise en yaygın olarak kullanılan selüloz türevlerinden biridir ve genellikle viskozite artırımı amacıyla gıdalara katılmaktadır. Polimerizasyon derecelerine göre değişik viskoziteleri bulunan CMC çeşitleri, içeceklerden dondurulmuş ürünlerine kadar sayısız gıda ürünüde katkı maddesi olarak kullanılmaktadırlar. Emülsiyon stabilitesinin artırılması, fırıncılık ürünlerinde verimin yükseltilmesi ve tekstür kontrolü CMC'nin uygulamalarına örnek olarak verilebilir (PHILLIPS ve WILLIAMS 2000).

Kimyasal modifikasyonlar ile üretilmiş olan selüloz türevlerine ek olarak mekanik yöntemler ile üretilmiş selüloz türevleri de yaygın bir şekilde gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Mikro-liflendirilmiş selüloz (MLS) söz konusu selüloz türevlerinin en başta gelen çeşididir. MLS, Turbak vd. tarafından 1982 yılında patenti alındıktan sonra gıda proseslerinde birçok değişik amaçla kullanılmaktadır. MLS çok fonksiyonlu gıda katkı maddesi olarak da adlandırılır. Çünkü, reolojiyi düzenlemek, jel oluşturmak, yağ yerine ikame edilmek, buz kristallerini engellemek, emülgatör, stabilizatör ve su tutma gibi bir çok değişik amaçlarla gıdalara katılmaktadır (TURBAK vd. 1982). MLS üretiminde, bu proje çalışmasından farklı olarak, odun veya pamuk selülozları kullanılmaktadır. Yine bu proje çalışmasından farklı olarak, söz konusu selüloz türevi, yüksek konsantrasyonlarda kimyasal yöntemler ile saflaştırılmış selülozun asit ile hidrolizi ve ardından mekanik homojenizasyon ile elde edilir. MLS üretiminde kullanılan

homojenizasyon basıncı yaklaşık 3000-8000 psi arasında değişmektedir. Bu projede kullanılan mikro-akışkan cihazı ile yaklaşık 30000 psi basınç ve çok yüksek kayma hızlarında yapılan parçalama işlemi sonucu MLS'ye göre çok daha fazla micro ve nano lif elde edilecek ve yüzey alan çok daha büyük olmuştur. Homojenizasyon işlemine ek olarak MLS üretiminde buhar patlaması (steam explosion) gibi yöntemler de kullanılmıştır. EWAN vd. tarafından (1998) patenti alınan bir yöntemde, odun ve buğday kepeğinde bulunan selüloz söz konusu yöntem ile ligninden ayrılmıştır. Küçük parçalara ayrılmış selüloz lifleri basınçlı bir kabın içerisinde 180-300°C arasında değişen sıcaklıklarda ve yüksek basınçtaki buhar altında çözündürülmüş ve basıncın aniden serbest bırakılmasıyla, selüloz liflerinin mikro selülozlara ayrıldığı gösterilmiştir.

Bir selüloz türevini üretmek için gerekli olan ilk aşama selülozun saflaştırılması yani selüloz liflerini bir arada tutan ligninin uzaklaştırılmasıdır. Odun veya daha başka bir selüloz hammaddesinin sülfite ve yüksek miktarda NaOH eşliğinde yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi (kraft proses) 1950'li yıllardan itibaren yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Günümüzde de dünya genelinde üretilen tam kimyasal kağıt hamurunun yaklaşık %80'i kraft metoduyla yapılmaktadır. Fakat özellikle proses esnasında kullanılan kükürtlü kimyasalların çevre ve insanlar üzerine zararlı etkisi yanında, yatırım ve işletme maliyetinin oldukça yüksek olması da bu metodun en büyük dezavantajını oluşturmaktadır (BIERMANN, 1993; SMOOK, 1994; YOUNG, 1998). GOULD (1989, 1989a) ise, delignifikasyon işleminin odunsu olmayan selüloz hammaddelerinde yüksek sıcaklık ve alkali konsantrasyonuna gereksinim olmadan da yapılabileceğini göstermiştir. Patenti alınan bu çalışmalarda, buğday sapı ve buğday kepeği gibi odunsu olmayan hammaddeler, pH'sı 11,5 olan H₂O₂ çözeltisinde 12 saate kadar değişik sürelerde bekletilmiş ve elde edilen selüloz liflerinin yüksek su tutma özelliğine sahip olduğu bulunmuştur. Ruan ve arkadaşları tarafından Gould'un geliştirdiği yönteme benzer başka bir metodun patenti alınmıştır

(RUAN vd. 2000). Söz konusu metoda göre ligninin çözünme işlemi maksimum %2'lik NaOH çözeltisi içinde yapılmıştır. Bu çözeltide 6 saat bekletilerek genişletilmiş selüloz lifleri, 8000 psi'da çalışan bir homojenizatör yardımıyla parçalanmıştır. Bu işlem sonucu elde edilen ve ortalama boyutları 100-150 mikro metre olan selüloz liflerinin ağırlıklarının 25 katı kadar su tutabildiği tespit edilmiştir (RUAN vd. 2002). Önerilen proje teklifinde ise, delignifikasyon işlemi yukarıda bahsedilen kimyasallardan ayrı olarak KOH ve K_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2HPO_4 ve Na_2HPO_4 gibi alkali tuzların düşük konsantrasyonlarda kullanılması ile yapılmıştır.

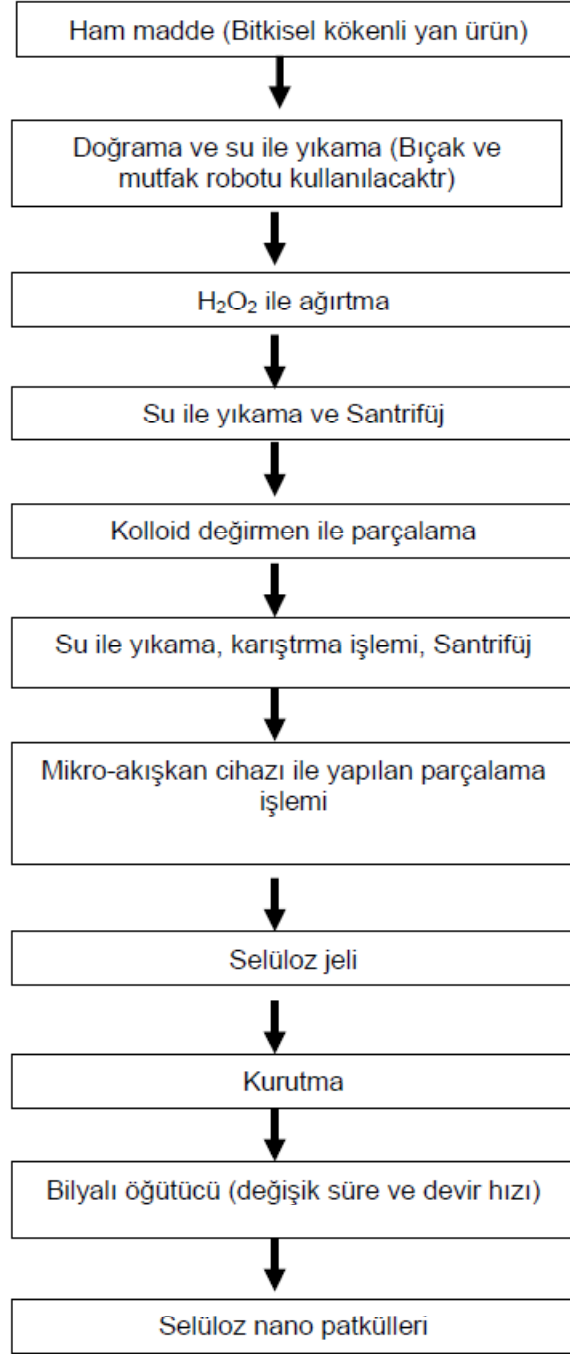
Üretim teknolojilerinde yaşanan gelişmelere ve nano boyuttaki malzemelere olan yoğun ilgiye paralel olarak çeşitli endüstrilerde kullanılan selüloz liflerinin boyutu da küçülmüştür. Günümüzde değişik teknolojiler kullanarak selüloz lifleri nano boyutlara indirilebilmektedir. Selüloz nano lifleri, çapları 100 nano metreden küçük liflere verilen addır (KLEMM vd. 2006). Nano selüloz üretimi için kullanılan teknikler mekanik, enzimatik ve kimyasal metotlar olarak üç gruba ayrılmıştır. Mekanik nano selüloz üretme metotları elektrodöndürme (electro-spinning), dondurarak parçalama (cryo-crushing), ultrason ile parçalama ve yüksek basınçlı homojenizasyon olarak verilebilir (CHAKRABORTY vd. 2005, TANİGUCHİ ve OKAMURA 1998, IWAMOTO vd. 2005, BHATNAGAR ve SAİN 2005, ZHAO vd. 2007). Bahsedilen metotlara ek olarak, PÄÄKKÖ vd. (2007) ise, bu projede de kullanılması düşünülen mikro-akışkan tekniğini enzimatik yöntemlerle birleştirerek ortalama çapları 17-20 nano metre olan selüloz nano lifleri elde etmişlerdir. Bu selüloz nano lifleriyle yapılan reolojik çalışmalarda, liflerin çok düşük konsantrasyonlarda dahi jel oluşturabildiği bulunmuştur. ANKERFORS ve LINSTROM (2007) ise mikro-akışkan metodu ile elde edilecek olan selüloz nano liflerinin muhtemel uygulamalarının, nano-kaplamalar, nano-bariyerler, yeni nano-kompozitler, yeni kozmetik ürünleri, emülsiyonlar ve dispersiyonlar olabileceğini belirtmişlerdir.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

1- Lif üretimi

Yüksek su tutma kapasitesine sahip mikro ve nano boyutlarda selüloz üretimi için, kademeli bir boyut küçültme işlemi uygulanmıştır. Şekil 3’de verilen akış şemasına göre yapılan işlemde, bitkisel kökenli hammadde kaynakları mısır koçanı, mısır bitkisi yaprakları, ayçiçeği bitkisi tablası, portakal kabuğu, domates posası, kayısı posası ve elma posası olarak kullanılmıştır. İlk olarak Şekil 3’de gösterildiği gibi hammaddeler su ile yıkanmış ve bir blender ile küçük parçalara ayrılmıştır. Daha sonra alkali tuz yardımıyla lignin yumuşatılacak ve selüloz yapısının yüksek pH’lı suyu emerek yumuşaması sağlanmıştır. Bu aşamada kullanılacak olan alkali ortamın pH’sının kullanılan tuza göre 8,5 ile 12 arasında değişmiştir.

Sonraki aşamada ise proje kapsamında alınmış olan kolloid değirmeni ile ilk küçültme işlemi yapılmıştır. Bu parçalama işleminin amaçları gevşemiş ve yumuşamış selüloz-lignin yapısının iyice parçalanması ve selüloz liflerinin boyutlarının küçültülmesidir. Diğer bir deyişle kolloid değirmendeki parçalama işlemi yaygın olarak kullanılan alkali koşullarda pişirme işleminin yerini almıştır. Kolloid değirmeninin diskleri arasında yer alan mesafenin ayarlanması ile ortalama selüloz boyutu 1-2 mm civarına küçültülmüştür. Bir sonraki aşama ikinci küçültme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yüksek basınç ve kayma hızında yapılan bu lif boyu ve eninin küçültülmesi işlemi, yine proje kapsamında temin edilen mikro-akışkan cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada basınç büyüklüğü 5000 ile 25000 psi arasında değişen 5 farklı değere ayarlanmış ve elde edilen selüloz örnekleri proje teklifinde sunulan yöntemler ile karakterize edilmiştir.



Şekil 3.

2- Hammadde ile ilgili ölçümler

Bitkisel kökenli hammadde olarak kullanılacak kaynaklar ilk önce kuru madde miktarı bakımından ve toplam lif miktarı açısından test edilmişlerdir. Toplam lif miktarı AOAC (Metot 991.43) metoduna göre belirlenmiştir.

3- Su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi gıdalarda kullanılması düşünülen hidrokolloitlerin en önemli özellikleri arasında yer almaktadır. Bu sebeple üretilecek olan selüloz örneklerinin su tutma kapasitesi Ang (1991) tarafından verilen metoda göre yapılmıştır. Dondurarak kurutma cihazı ile -80°C ve 0 mmHg basınç altında kurutulan örneklerin 1,0 gramı 50 ml distile su ile 15ml'lik santrifüj tüpü içinde karıştırıldıktan sonra tüpler yaklaşık 10 dakika çalkalanmıştır. Daha sonra, 10 dakika bekletilmiş ve 3500 devir/dakika hızla 10 dakika santrifüje tabi tutulmuşlardır. Son olarak, üstte kalan sıvı faz ayrıldıktan sonra kalan pellet tartılmıştır. Su tutma kapasitesi g H₂O/g kuru selüloz olarak tanımlanmıştır.

4- Reolojik ölçümler

Proje kapsamında üretilecek olan selüloz örneklerinin reolojik özellikleri birimizde bulunan AR2000 EX (TA Instruments) stres ve gerilim kontrollü yüksek hassasiyetli reometre ve kapileri reometre ile yapılmıştır. Kolloid değirmenden ve mikro akışkan cihazından elde edilen selüloz örnekleri değişik boylara sahip olmuşlardır. Bu örnekler kurutma işleminden sonra yaygın olarak gıdalarda kullanılan %0.1 ile %5 arasında değişen konsantrasyonlarda distile su ile karıştırılacak ve süspansiyonlar oluşturulmuştur. Karıştırma işlemi ise yüksek devirli homojenizatör yardımıyla

yapılmıştır.

5- *Kayma hızı-kayma gerilimi ilişkisi*

Selüloz liflerinin makro ve nano boyutlara indirilmesi ile ortaya çıkacak olan Newtonian olmayan reolojik özellikler TA Instruments AR2000 reometresi kullanılarak belirlenmiştir. Değişik atık ürünlerden üretilen selüloz örnekleri %0.1 ile %5 arasında değişen konsantrasyonlarda distile su ile yüksek devirli homjenizatör kullanılarak karıştırılmış ve selüloz boyutuna göre paralel veya konik aparatlar kullanılarak kayma gerilimi-kayma hızından oluşan akış grafikleri belirlenmiştir.

6- *Thixotropiklik*

Selüloz örneklerinin özellikle yağların yerine belirli miktarlarda kullanılabilmesi için belirli bir tiksotropikliğe (thixotrophy) sahip olması gerekmektedir. Bu özellik de yine reometre kullanılarak belirlenmiştir.

7- *Viskoelastik özellikler*

Doğrusal viskoelastik özellikler su içinde disperse olmuş partiküllerin ve liflerin birbirleri ile olan ilişkileri hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir. Ayrıca viskoelastik özelliklerin (diğer reolojik özelliklerle birlikte) bilinmesi üretilecek olan selülozun diğer hidrokolloit gamları ile karşılaştırma olanağı sağlayacaktır. Bu sebeple frekans taraması gibi özellikler hazırlanan örnekler için ölçülmüştür.

8- *Partikül boyutu*

Sağlamlık, kimyasal reaktiflik, opaklık, akışkanlık ve malzeme mukavemeti partikül boyu karakteristikleri ile yakından ilgilidir. Bu sebeple parçacık boyutları için ODTÜ merkezi laboratuvarında bulunan MALVERN Mastersizer 2000 cihazı kullanılacaktır. 20nm ile 2000 mikron arasında ölçüm yapan bu cihaz ile kolloit değirmen, mikro-akışkan cihazı ve bilyeli

değirmen sonrası elde edilen selüloz örneklerinin partikül boyutları belirlenecektir.

9- Taramalı elektron mikroskobu

Mikro-akışkan cihazı ve bilyeli değirmen sonucu elde edilecek nano-liflerin ve partiküllerin morfolojik yapıları ODTÜ merkezi laboratuvarında bulunan taramalı elektron mikroskobu yardımıyla belirlenecektir. Elde edilecek görüntüler lif ve partikül boyutu açısından birimimizde bulunan Matlab görüntü analiz programı kullanılarak yapılacaktır.

10- Model emülsiyonlarda ait reolojik ölçümler

Emülsiyonlara ait küçük deformasyon altındaki viskoelastik ve Non-Newtonian özellikler emülsiyonu oluşturan damlacıkların yapısı, damlacık kümelerinin oluşumu (aggregation) ve fazlar arasındaki arayüz gerilimi (interfacial stress) gibi temel özellikleri hakkında bilgi sağlar. Hazırlanan emülsiyon örneklerinin viskoelastik özellikleri bölümümüzde bulunan TA Instruments AR2000 EX model reometre yardımıyla belirlenecektir.

11- Model emülsiyonlarda stabilite ölçümleri

Emülsiyonların en önemli özelliklerinden olan kararlılık (stabilite) birimimizde bulunan yakın kızıl ötesi geçirgenlik tekniği prensibi ile çalışan “Lumisizer” cihazı kullanılarak belirlenecektir. Özel olarak dizayn edilmiş bir santrifüj, yakın kızılötesi ışık kaynağı ve sensörlerden oluşan bu sistemde, santrifüj kuvveti altında hareket eden fazlar arasındaki yağ-su sınırı mikrometre hassasiyetinde ölçülebilecektir. Ölçüm sırasında elde edilen veriler emülsiyon stabilitesinin belirlenmesine ek olarak damlacıkların boyut dağılımını ölçmek için de kullanılacaktır

12- Mayonez üretimi ve ilgili testler

Mayonez üretiminde Mun vd. (2009) tarafından kullanılan metot modifiye edilerek kullanılmış ve emülsiyonun oluşturulmasında Ultra-Turrax (10000 rpm) (IKA, Almanya) kullanılmıştır. Yağ

yerine %25 ve 50 oranında farklı miktarlarda ve boyutlarda lifler eklenmiştir. 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.

İçerik (%)	Kontrol	KDK1.5-60	KDK1.5-40	KDK2.5-60	KDK2.5-40	KDK3.5-60	KDK3.5-40
		MK1.5-60	MK1.5-40	MK2.5-60	MK2.5-40	MK3.5-60	MK3.5-40
		KDP1.5-60	KDP1.5-40	KDP2.5-60	KDP2.5-40	KDP3.5-60	KDP3.5-40
		MP1.5-60	MP1.5-40	MP2.5-60	MP2.5-40	MP3.5-60	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: Mikroakışkan cihazından geçirilmiş kepek, KDP: Kolloit’den geçirilmiş portakal içi, MP: Mikroakışkan cihazından geçirilmiş portakal içi, 1.5, 2.5, 3.5: lif oranı, 40–60: yağ oranı

Çizelge 1. Buğday kepeği ve portakal içi lifleri ile yağı azaltılarak yapılan mayonezlerin içerikleri (%)

13- 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 gerilimi) 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.

14- Mayonez stabilite tayini

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.

15- Mayonezlerin ışık mikroskobu ile damlacık boyutu dağılımının belirlenmesi

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

16- Mayonezlerin ışık mikroskobu ile damlacık boyutu dağılımının belirlenmesi

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

BULGULAR

1- Değişik alkali ajanların lif üretimine etkisi

Proje teklifinde belirtilen amaçlar kapsamında ilk olarak bitki kökenli yan ürün olarak seçilen mısır koçanı, mısır bitkisi yaprakları, portakal kabuğu, domates posası, kayısı posası ve elma posasından selüloz liflerini ayırabilmek için gerekli olan delignifikasyon işlemine değişik alkali

ajanların etkisi araştırılmıştır.

Şekil 4 ile Şekil 9 arasında verilen grafiklerde görülebileceği gibi genel olarak kullanılan alkali ajanın türünden bağımsız olarak artan pH değerleri ile birlikte kullanılan bütün hammaddelerden elde edilen liflerin su tutma kapasitesi artmıştır. Bu aşamada lifler proje teklifinde belirtildiği gibi K_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2HPO_4 , Na_2HPO_4 , NaOH ve KOH gibi alkali ajanlar içeren çözeltilerde yumuşatma işlemine tabi tutulmuşlardır. Daha sonra iki aşamalı bir parçalama işleminden sonra lifler elde edilmiştir. Elde edilen liflere ilişkin daha detaylı bilgiler raporun ilerleyen kısımlarında verilmiştir.

Şekil 4 ile Şekil 9 arasındaki grafiklerde elde liflerin 3000 RPM'de (1200 g) su tutma oranları verilmektedir. 1200 g altında 20 dakika santrifüjlenen örnekler dikkatlice süzülmüş elde edilen sedimentin kuru madde miktarı vakumlu fırın ile belirlenmiştir.

Şekil 4'de K_2CO_3 çözeltisinde hazırlanmış liflerin su tutma miktarları görülmektedir. Değişik miktarlarda K_2CO_3 eklenerek çözeltinin pH'sı 8,8 ile 12,1 arasında değiştirilmiş ve bitkisel hammaddeler bu çözeltilerde yumuşatılmışlardır. Bu işlemi takiben yapılan koloit değirmen ve mikro-akışkan cihazı yardımıyla nano ve mikro lifler haline getirilmişlerdir. Bu liflerin su tutma oranları ölçüldüğünde ise sıranın yüksekten düşüğe doğru portakal lifi, kayısı lifi, elma lifi, domates lifi, mısır koçanı ve yaprağı olarak sıralandığı gözlenmiştir. Çözelti pH sınırın artmasıyla bütün bitkisel kaynaklardan elde edilen liflerin su tutma oranlarının arttığı görülmüştür.

Şekil 1'de gözlemlenen sıralama ve pH ile artan su tutma oranları Şekil 2 (Na_2CO_3), Şekil

6 (Na_2HPO_4), Şekil 7 (NaOH) ve Şekil 8'de (KOH) de gözlenmiştir. Maksimum su tutma kapasitelerinin toplu halde verildiği Şekil 9'da ise göreceli olarak yüksek pH'lara ulaşabilinen ajanların (K_2CO_3 , NaOH , KOH) diğer ajanlara göre daha yüksek su tutma kapasitesine sahip liflerinin üretilmesine olanak sağladığı gözlenmiştir. Özellikle düşük pH lara ulaşabilen Na_2HPO_4 ile yapılan çalışmalarda üretilen liflerin göreceli olarak daha düşük su tutmasına sahip olduğu gözlenmiştir.

Şekil 7'de tipik bir parçalama işlemi sonucu elde edilen liflerin elektron mikroskobu ile elde edilmiş resimleri verilmiştir. En yukarıda (ve ayrıca Şekil 11) kurutulmuş ve çekiçli değirmen yardımıyla öğütülmüş portakal kabuğu resmi verilmektedir. Görüldüğü gibi ilk etapta bu hammadde pulumsu bir fiziksel yapıya sahiptir ve milimetre civarında büyüklüklere sahiptirler. Diğer alkali ajanlara oranla yıkama açısından daha kolay olduğunu düşündüğümüz K_2CO_3 ile yapılan yumuşatma ve koloit değirmen öğütmesi sonucu Şekil 11'de gösterilen yapılar Şekil 12'da verilen yapıya dönüşmüştür. Bu aşamada yapı son derece ince (nano) liflerin yanında mikro ve hatta makro liflerden oluşmaktadır. Daha sonra bu lifler 1500 bar altında çalışan mikro akışkan cihazı kullanımıyla Şekil 13'de verilmiş olan yapıya dönüştürülmüştür. Bu resimde görülebileceği gibi yapı tam bir ağ yapısı haline dönüşmüş ve yüzey alan son derece artmıştır. Yüzey alandaki artış liflerin su tutma kapasitelerini de önemli miktarlarda arttırmıştır. Şekil 14'de Şekil 13'da verilmiş olan resmin daha da büyütülmüş hali verilmiştir. Resimde verilen çizginin 2 mikrometre olduğu düşünülürse liflerin çap olarak nano metre boyutlarında olduğu anlaşılmaktadır. Benzer öğütme-parçalama işlemleri Şekil 15'de verilmiş olan kurutulmuş ve öğütülmüş elma posası içinde tekrarlanmıştır. Şekil 15 yapı mikro akışkan yöntemi ile Şekil 16 verilmiş olan mikro ve nano liflerden oluşan ağ yapıya dönüşmüştür. Şekil 17'de ise elma

liflerinin büyütülüş halleri verilmiştir. Bu proje teklifinde sunulan mikroakışkan yöntemiyle elde edilmiş olan şiflerin ticari lifler ile karşılaştırılmaları Şekil 18ve Şekil 19’da verilmiştir. Açıkça görülebileceği gibi bu çalışma sırasında üretilen lifler ticari liflere oranla çok farklı bir yapıya sahiptirler. Ticari liflere oranla çok daha geniş bir yüzey alana ve dolayısıyla su tutma kabiliyetine sahiptirler. Söz konusu özellikler daha sonraki grafiklerde verilen reolojik özelliklere de önemli bir etki yapmıştır. Şekil 20, Şekil 21, Şekil 22ve Şekil 23ise bu proje kapsamında kullanılan diğer hammaddeler olan kayısı posası, domates posası, mısır koçanı ve yaprağına ait mikro akışkan yöntemiyle elde edilmiş nano ve mikro lif resimleri verilmiştir.

Bir sonraki aşamada ise işleme şartlarının elde edilen liflerin reolojik ve su tutma özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Şekil 24’de değişik kuvvetlerde 20 dakika boyunca santrifüjlenen örneklerin su tutma oranları verilmiştir. Şekilde görülebileceği gibi mikro akışkan yöntemi ile üretilen lifler ticari liflere oranla son derece yüksek su tutma oranlarına sahiptirler. Örneğin 1000 RPM de (yaklaşık 400xg) elma, kayısı, portakal gibi lifler ağırlıklarınının 100 katına varan oranlarda su tutmuşlardır. Öte yandan bu oranın ticari elma lifinde yaklaşık 6 kat, ticari portakal lifinde ise yaklaşık 18 kat olduğu bulunmuştur. Bu çalışma SEM resimlerinde ortaya konulan yüksek yüzey alanının su tutma kapasitesini çok yakında etkilediğini göstermektedir.

Şekil 26’da mikro akışkan cihazı ile yapılan parçalama işlemi sırasında uygulanan basıncın elde edilen liflerin su tutma oranlarına yaptığı etki gösterilmektedir. Bu çalışma sırasındaki ölçümler 3000 RPM’de 20 dakika süre ile yapılmıştır. Şekil 26’da gösterildiği üzere uygulanan basıncın artması genel olarak ilk etapta liflerin su tutma kapasitesinin süratle artmasına neden olmuştur. Söz konusu basınç 1500 barı geçtiğinde ise artış göreceli olarak

yavaşlamış ve platoya ulaşmıştır. Bu sonuçlara göre parçalama işleminin 1500 bar da yapılmasına devam edilmiştir. Şekil 27’de ise 1500 bar da tekrarlanan parçalama işleminin su tutma kapasitesine etkisi verilmiştir. Bu sonuçtan anlaşabileceği gibi mikro akışkan cihazındaki parçalama işleminin tekrarlanması elde edilen liflerin su tutma oranlarında belirgin bir artışa neden olmuştur. Liflerdeki su tutma oranı liflerin reolojik özellikleri ile de yakından ilgilidir. Şekil 28’de görülebileceği gibi 10 1/s’deki görünür viskozite değerlerinin karşılaştırılması viskozite değerlerinin ilk 3 parçalama ile süratle artmış ve daha sonra artış oranı yavaşlamıştır. Şekil 26, Şekil 27ve Şekil 28’de verilen sonuçların birleştirilmesi ise mikro akışkan cihazı ile yapılacak olan parçalama işleminin 1500 barda 3 kere olarak yapılmasına karar verilmiştir. Elbette ki basınç ve geçiş sayısı arttırılabilir ve daha yüksek lif viskozitesi elde edilebilir ama bu daha fazla enerji maliyeti ve cihaz aşınmasına neden olacağından uygun değer olarak 1500 bar x 3 işlemine karar verilmiştir.

Şekil 28 ise 1500 barda 3 kere yapılan mikro-akışkan parçalama işlemi sonucu elde edilen (Şekil 16’da resmi verilen) elma liflerinin akış kurveleri verilmiştir. Tipik bir pseudoplastik yapıya sahip olan lifler %1’lik oranlarda dahi yüksek viskoziteye sahip olmuşlardır. Şekil 29’da aynı şekilde üretilen portakal liflerinin (Şekil 10 resim) reolojik özellikleri verilmiştir. Elma liflerine benzer olarak yüksek viskoziteler gözlenmiştir. Aynı şekilde Şekil 30, Şekil 31, Şekil 32 ve Şekil 33’de domates posası, kayısı posası, mısır koçanı ve mısır yaprağına ait akış kurveleri görülebilir. Portakal, elma ve kayısı lifleri genel olarak domates, mısır koçanı ve yaprağından elde edilen liflere göre daha yüksek viskozitelere sahip olmuşlardır. Benzer sonuçlar su tutma oranlarında da gözlenmiştir. Bu lifler yumuşatma işlemi sırasında mısır koçanı ve yaprağına oranla daha yumuşak bir yapıya sahip olmaktadır buda parçalama işleminin daha etkili olmasına ve liflerin mikro akışkan koloit değirmen ile daha rahat parçalanmalarına neden

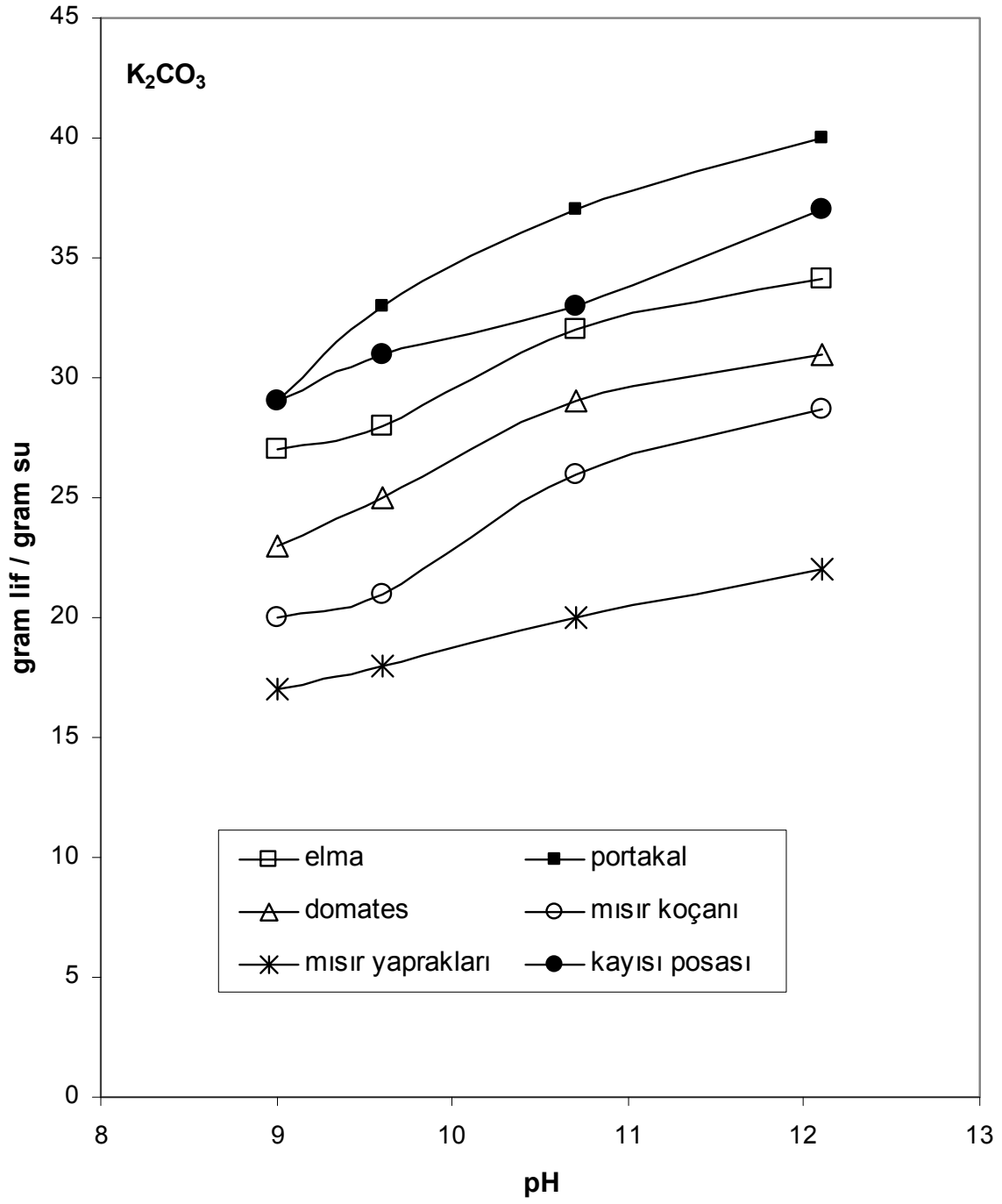
olmaktadır. %5'lik örneklerin toplu halde karşılaştırılması ise (Şekil 34) üretilen liflerin piyasada bulunan liflere oranla çok daha yüksek viskozitelere sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle piyasa bulunan elma liflilerine oranla bizim ürettiğimiz elma liflerin yaklaşık 5000 kat daha yüksek viskoziteye sahip olduğu gözlenmiştir. Bu oran portakal lifinde ise yaklaşık 30 kat civarında olmuştur. Yapılan viskoelastik ölçümler (Şekil 35) ise üretilen liflerin elastik bir yapıda olduğunu göstermiştir. Ölçülen elastik modülüz değerleri viskoz modülüz değerlerine oranla bütün lifler için daha yüksek olmuştur. Bu durum %1 konsantrasyonda dahi gözlenmiştir. Elektron mikroskobu resimlerinden de görülebileceği üzere bu çalışmada elde edilen lifler bir ağ yapı oluşturmaktadırlar, bu kuvvetli bir elastik yapı ortaya çıkarmaktadır.

Daha sonraki aşamada üretilen domates kabuğu liflerinin model ürün olarak seçilen ketçap türü ürünlerde kullanılmasına başlanılmıştır. K_2CO_3 ile yapılan yumuşatma ve 1500 barda x3 kere yapılan parçalama işlemi sonucunda elde edilen lifler ketçapa değişik oranlarda eklenmişlerdir. Ketçap üretimi sırasında kullanılan domates kurumaddesi oranlarının %2, %4, %6, %8, %10 ve %12'si oranında kullanılan lifler ketçap reolojisinde önemli değişikliklere neden olmuşlardır. Şekil 36'de verilen akış kurveleri lif eklenmesinin reolojik özellikleri etkilediğini göstermiştir. Dikkat edilmesi gereken husus %2 lik oran toplam ağırlık bakımından %0,2 gibi bir orana denk gelmektedir (benzer şekilde %4, %6, %8, %10 ve %12 yaklaşık olarak toplamda %0,4, %0,6, %0,8, %1,0 ve %1,2'ye denk gelmektedir).

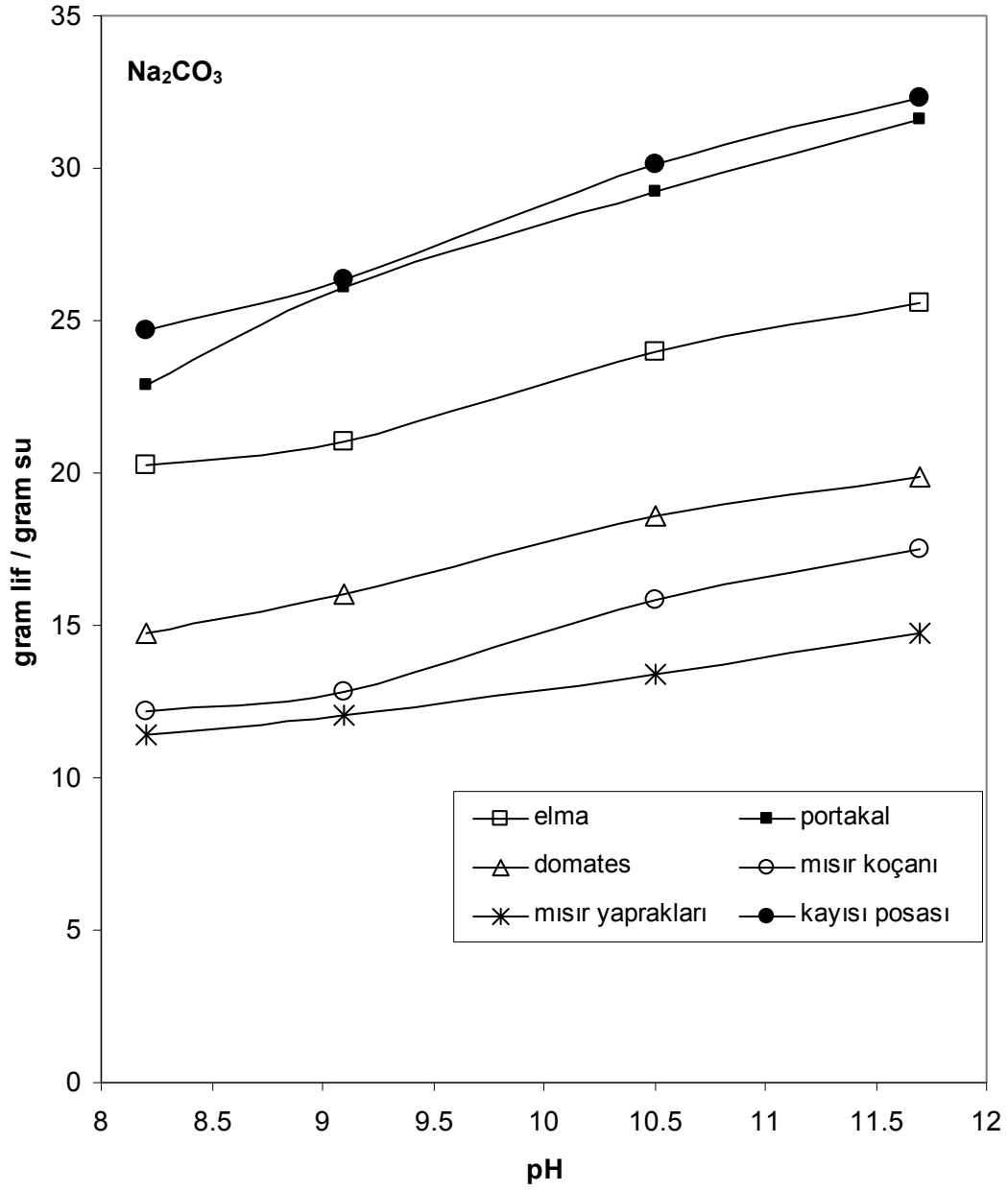
Günümüzde birçok ülkede ketçap ürünlerine domates dışında gam veya nişasta kullanıma izin verilmemektedir (fakat ülkemizde kullanılmaktadır). Domatesten üretilen liflerin tekrar bir domates ürünüde kullanılması katkısız sayılabilecek ürünler üretilmesinde yeni olanaklar

sağlayabilecektir.

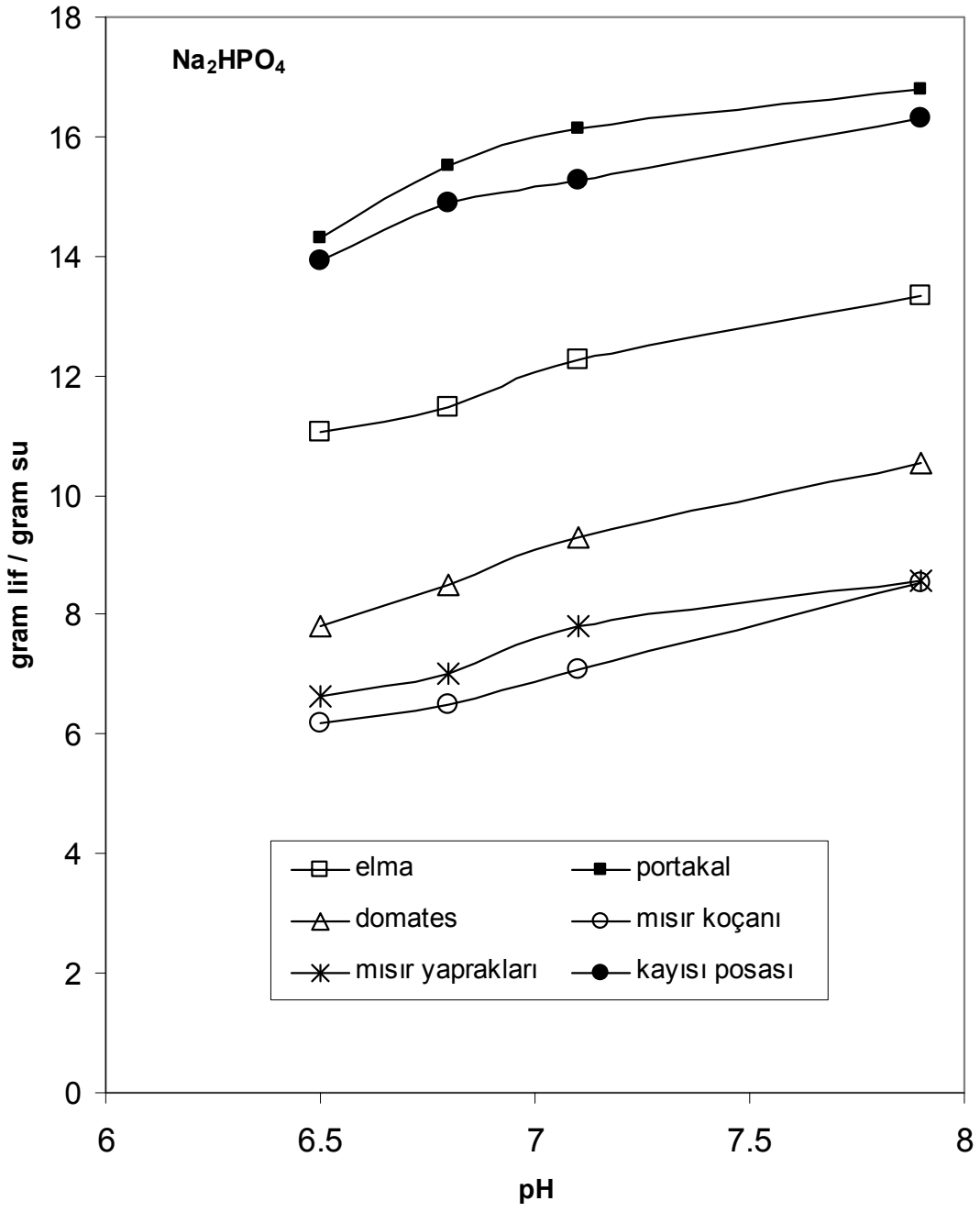
Şekil 37ve Şekil 38’de lif eklenmiş ketçap örneklerinin viskoelastik özellikleri verilmiştir. Açıkça görülebileceği gibi liflerin az miktarda dahi eklenmesi gerek elastik gerekse viskoz modülüz değerlerine önemli etkiler yapmıştır. Ketçap tipi ürünlerin en önemli özelliklerinde biride sahip oldukları yield stress (akma için gerekli minimum stres) değerleridir. Şekil 39’da verilen değerlere göre eklenen domates lifleri ketçap örneklerinin yield stress değerlerini önemli ölçüde değiştirebilmişlerdir. Şekil 40’de karşılaştırılan yield stres değerlerine göre %2 (%0,2 toplamda) lik xanthan eklenmiş ketçap örnekleri %5 (%0,5 toplamda) lik domates lifi ile benzer yield strese sahip olduğu gözlenmiştir. Aynı şekilde ülkemizde modifiye mısır nişastası da ketçap tipi ürünlerde kullanılmaktadır. Toplamda %0,2 oranında mısır nişastası, %0,4 oranında domates lifi ile benzer yield stresli ketçap örneklerinin üretimine olanak sağlamıştır.



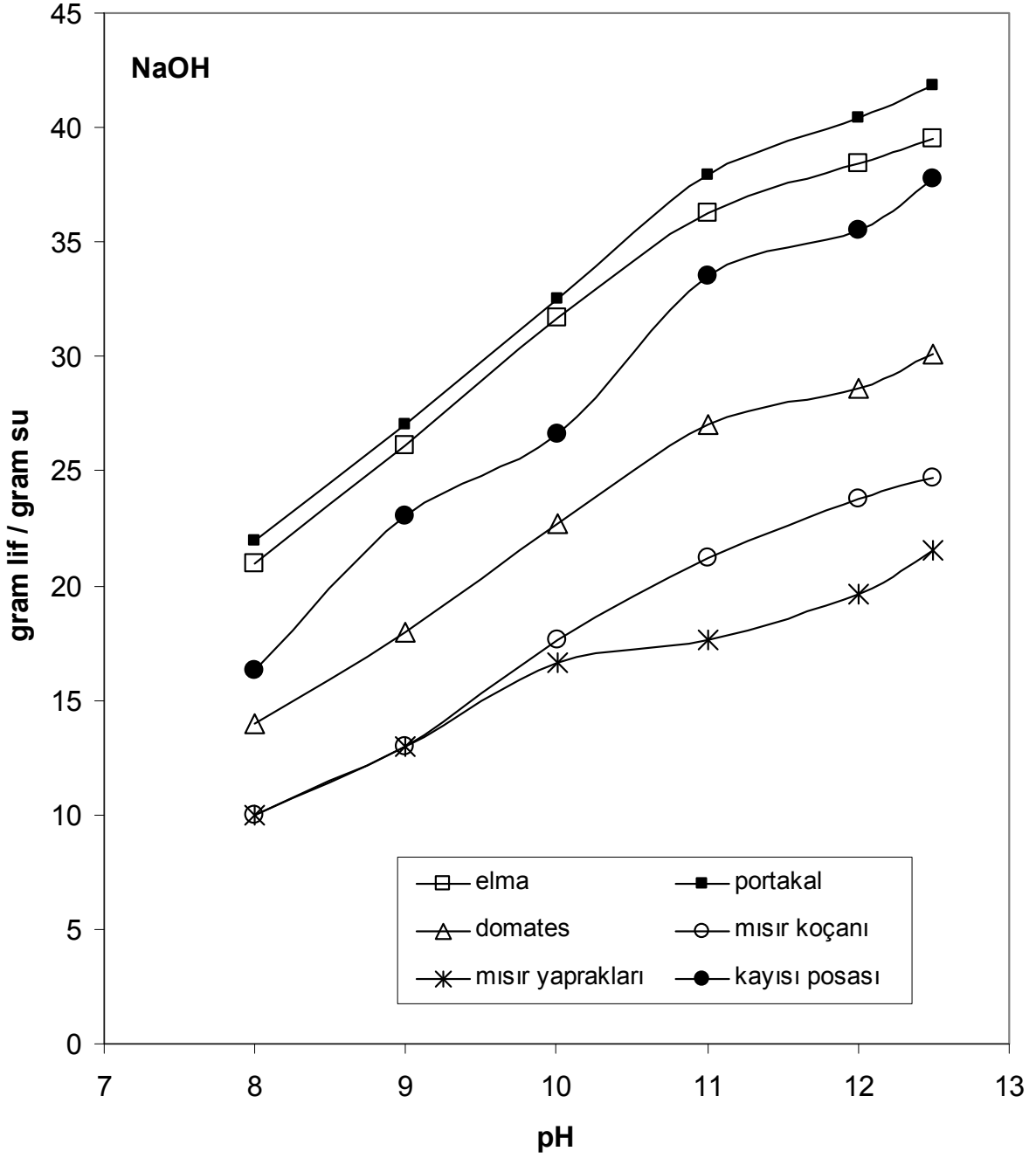
Şekil 4. K₂CO₃ çözeltisi için yapılan yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3)



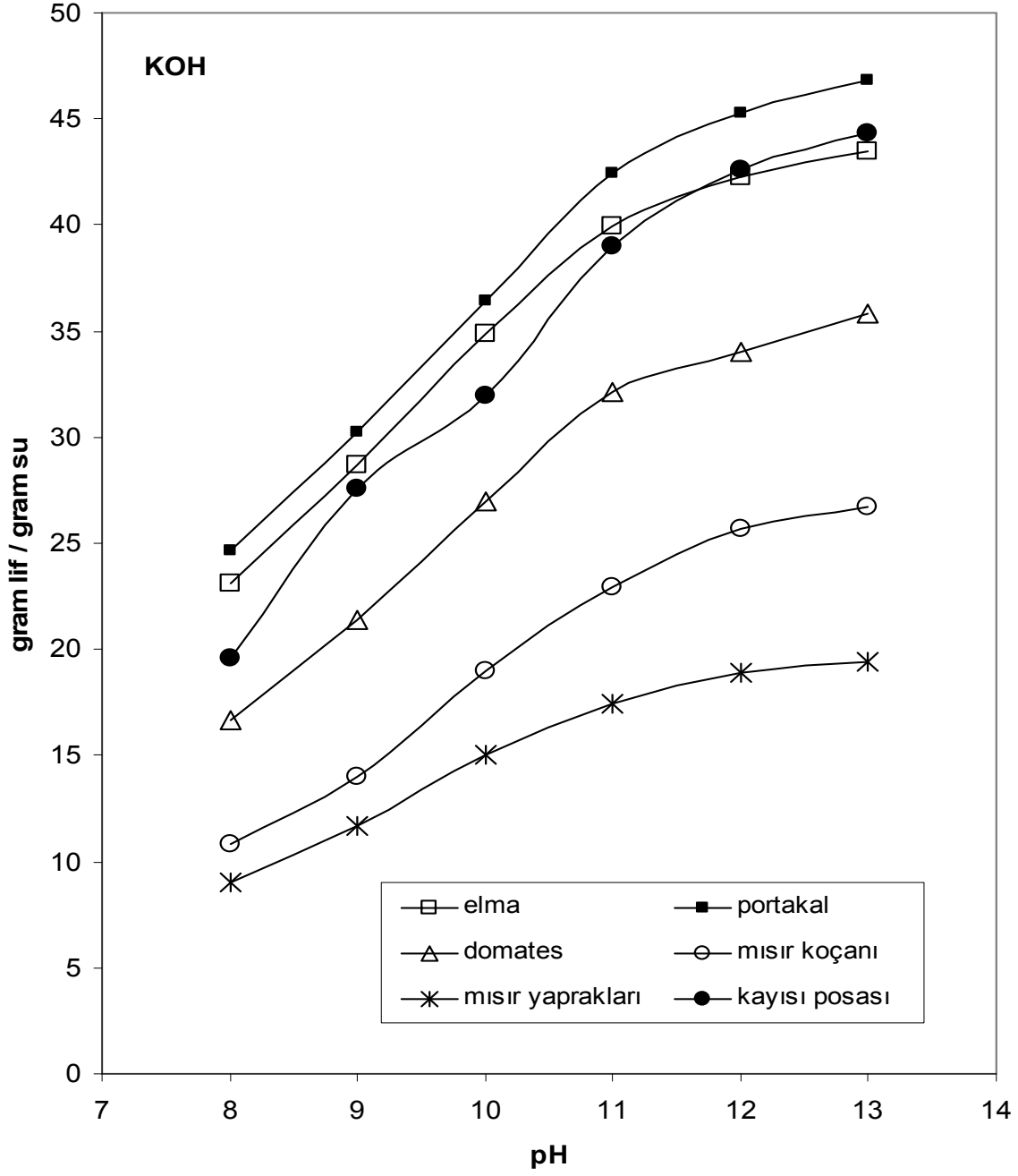
Şekil 5. Na₂CO₃ çözeltisi için yapılan yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3)



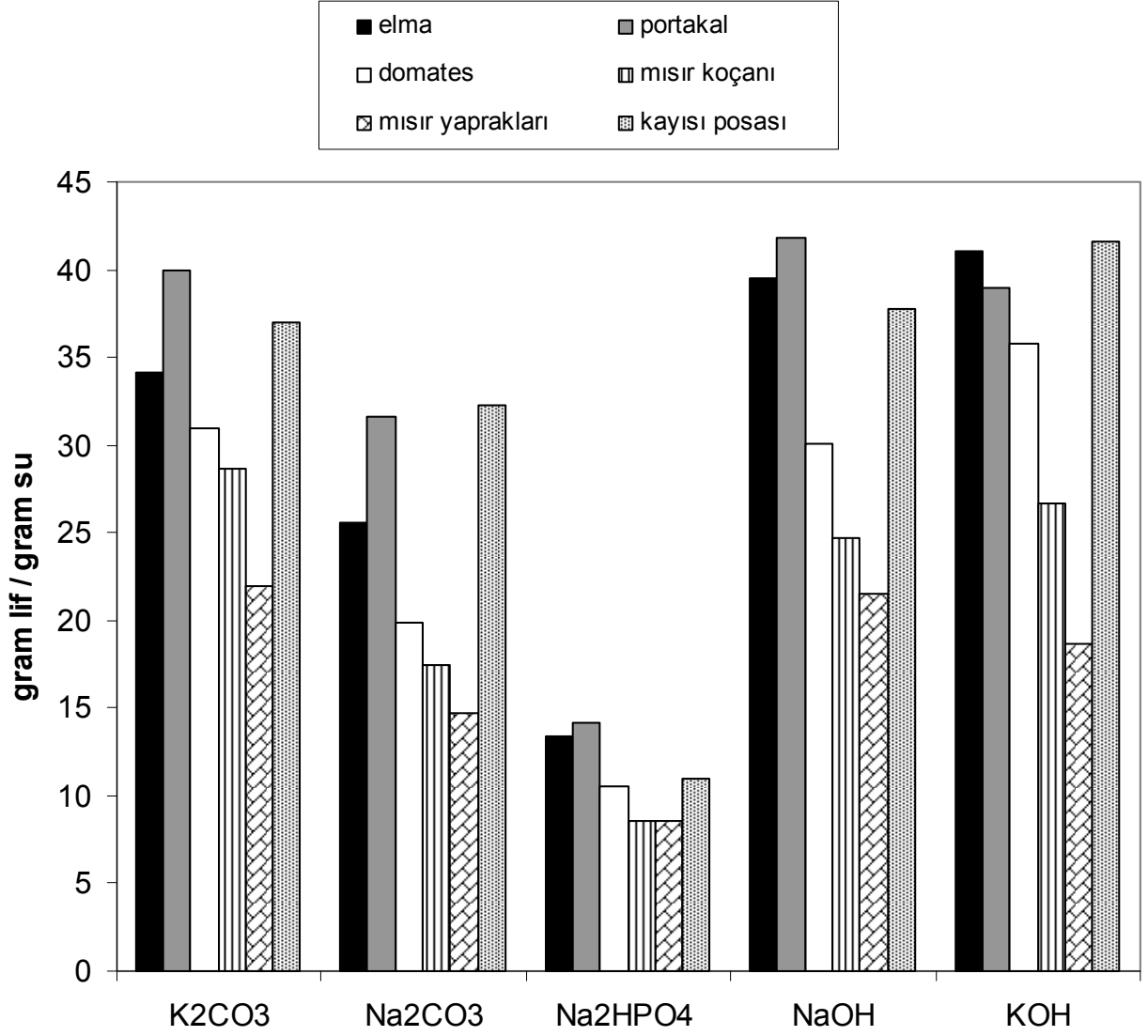
Şekil 6. Na₂HPO₄ çözeltisi için yapılan yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3)



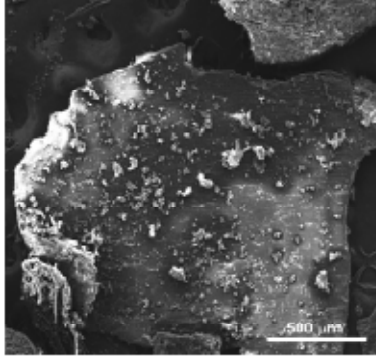
Şekil 7. NaOH çözeltisi için yapılan yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3)



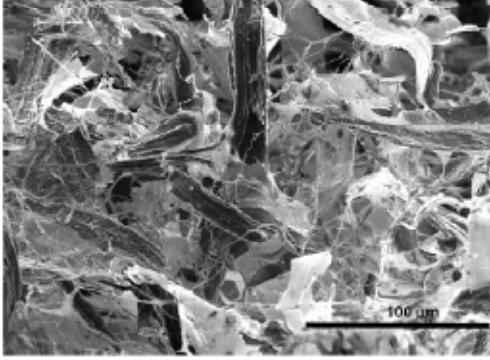
Şekil 8. KOH çözeltisi için yapılan yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3)



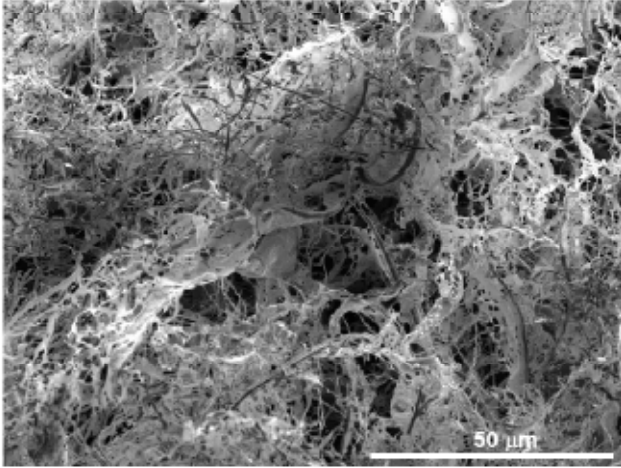
Şekil 9. Maksimum pH lardaki yumuşatma işleminin liflerin su tutma özelliklerine etkisi (1500 bar x 3)



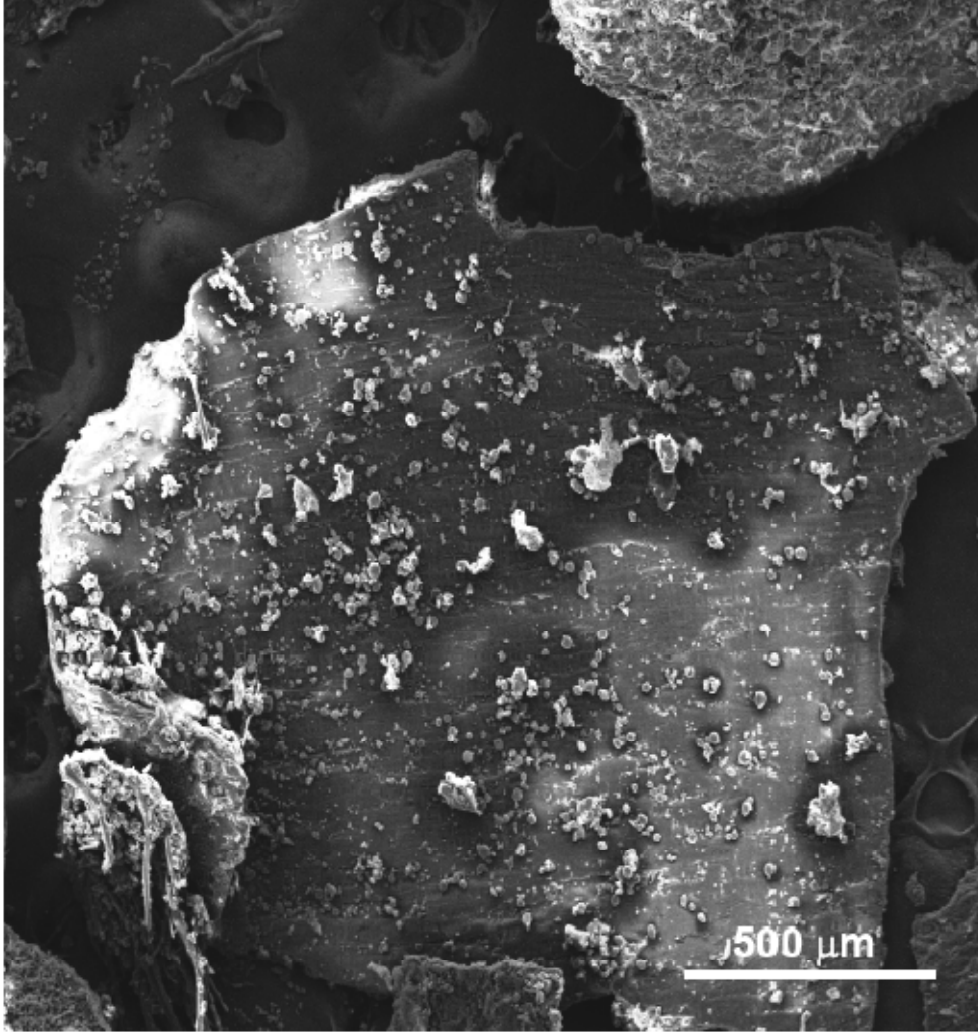
↓ Kolloit değirmen



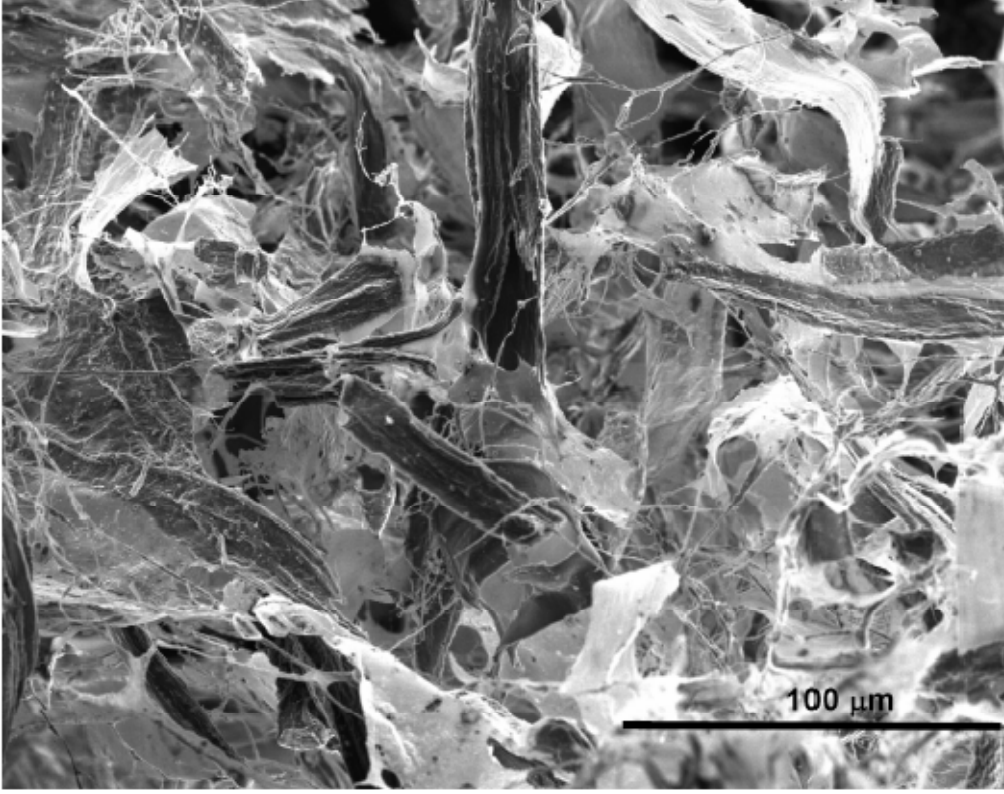
↓ Yüksek basınçlı mikro-akışkanlaştırıcı
1500 bar



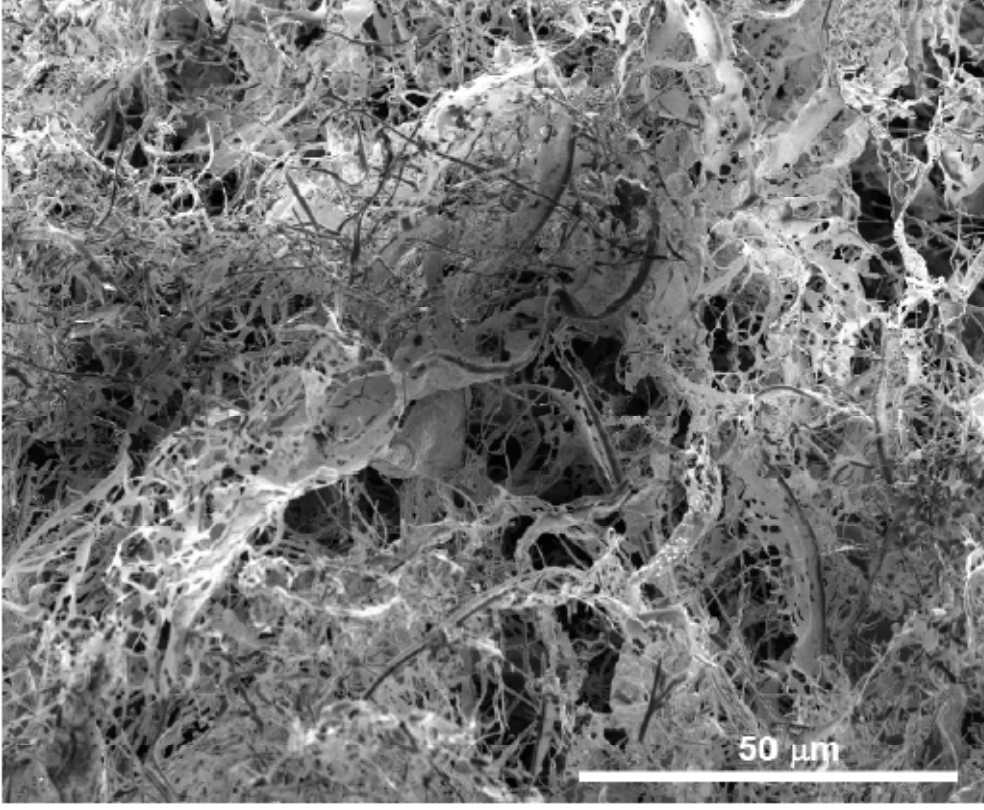
Şekil 10. Portakal kabuğunun mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano liflere dönüştürülmesi



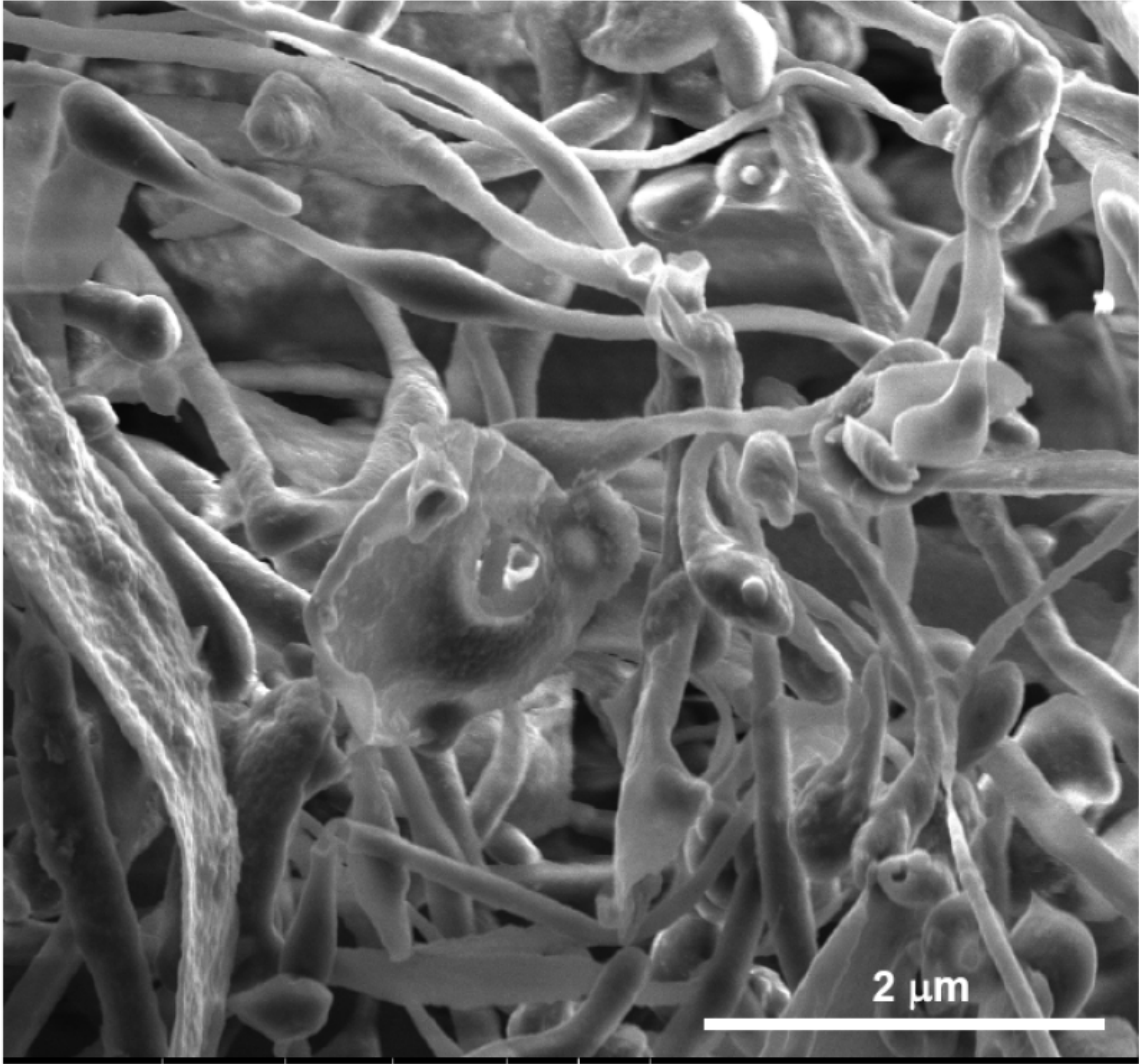
Şekil 11. Kurutulmuş ve öğütülmüş portakal kabuğu.



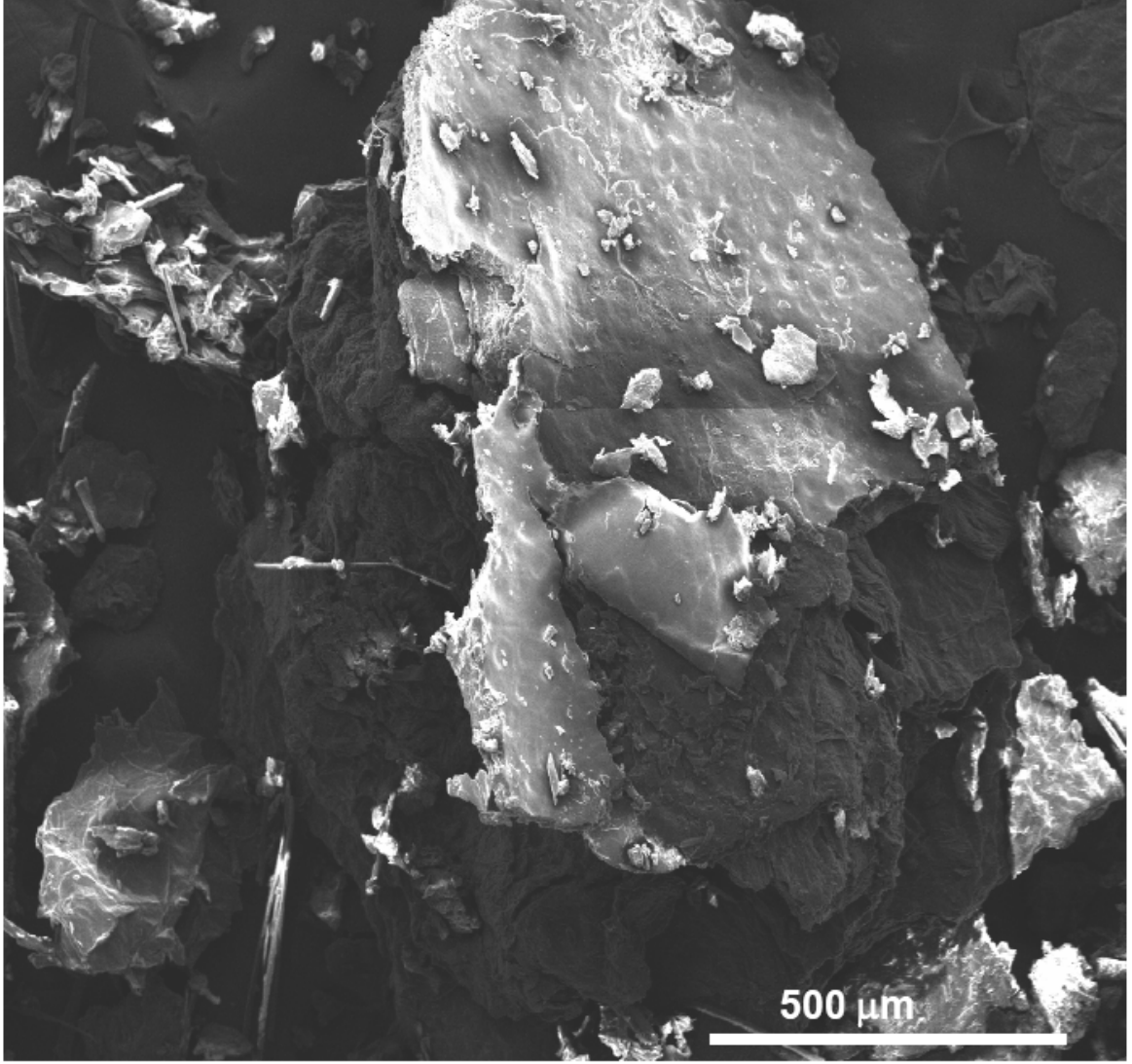
Şekil 12. Yumuşatma işlemi sonucu koloit değirmen ile elde edilmiş lifler



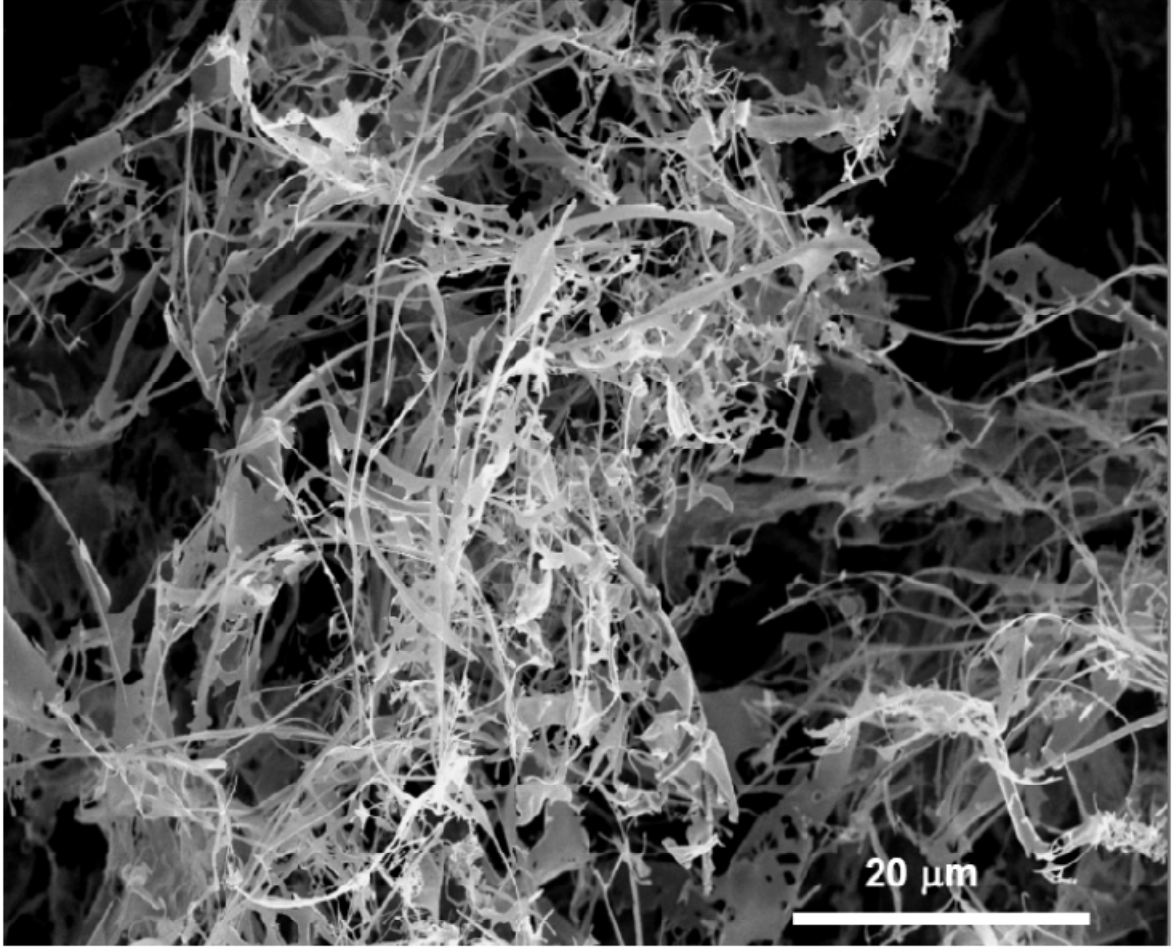
Şekil 13. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (Portakal kabuğu)



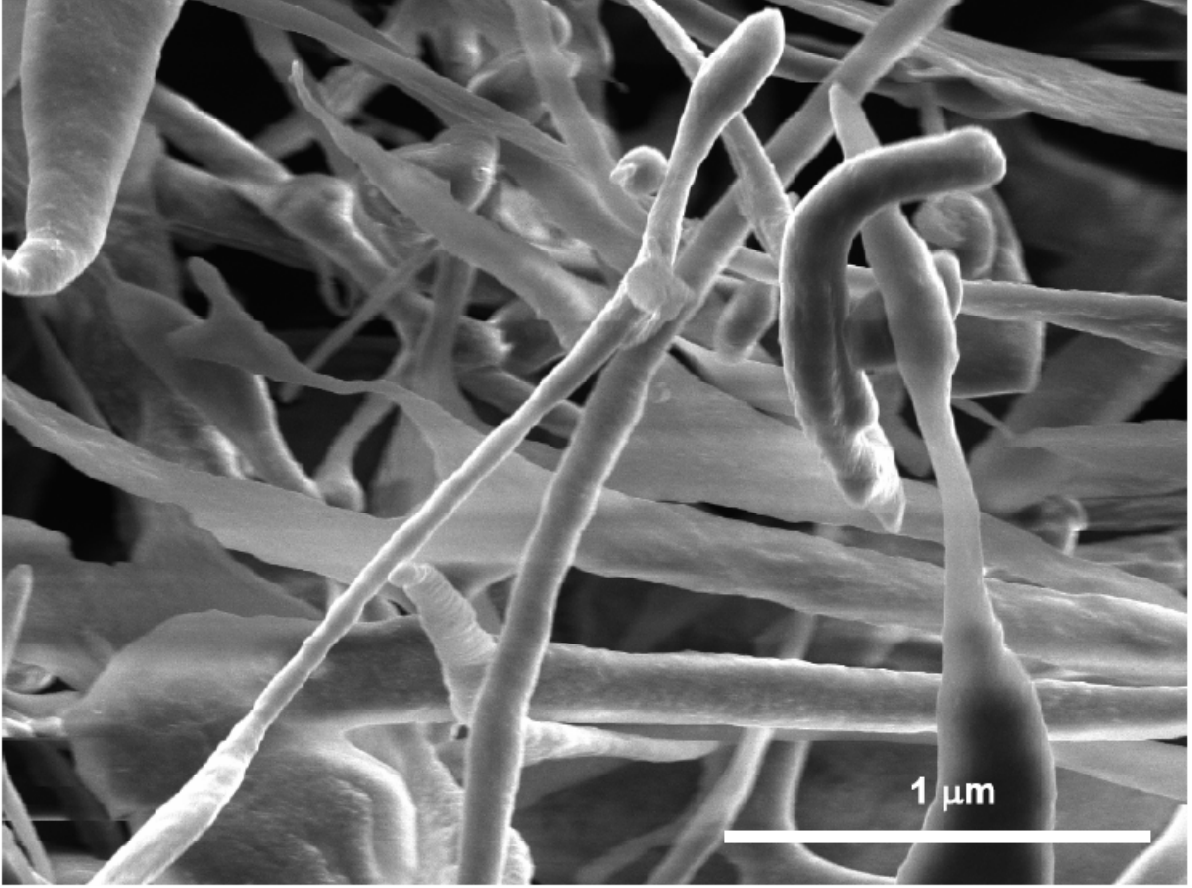
Şekil 14. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (Portakal kabuğu)



Şekil 15. Kurutulmuş ve öğütülmüş elma posası.

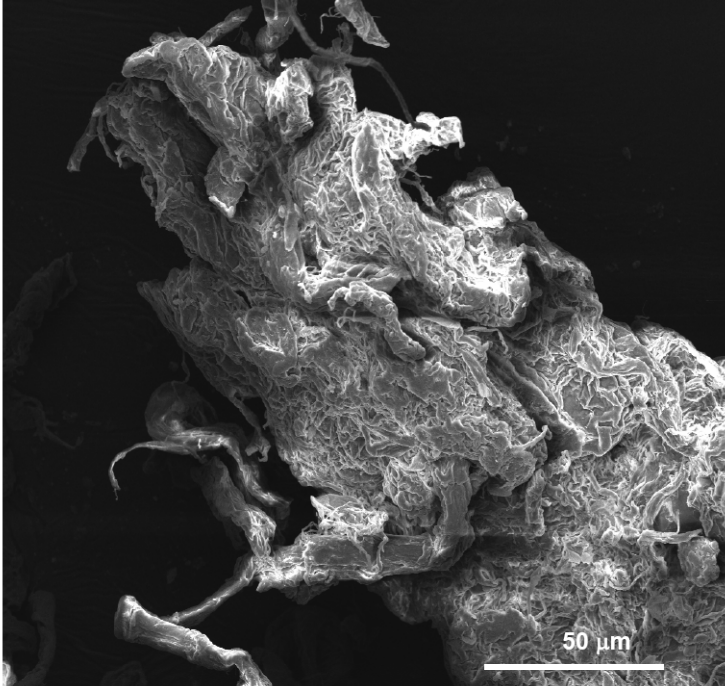


Şekil 16. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (elma posası)

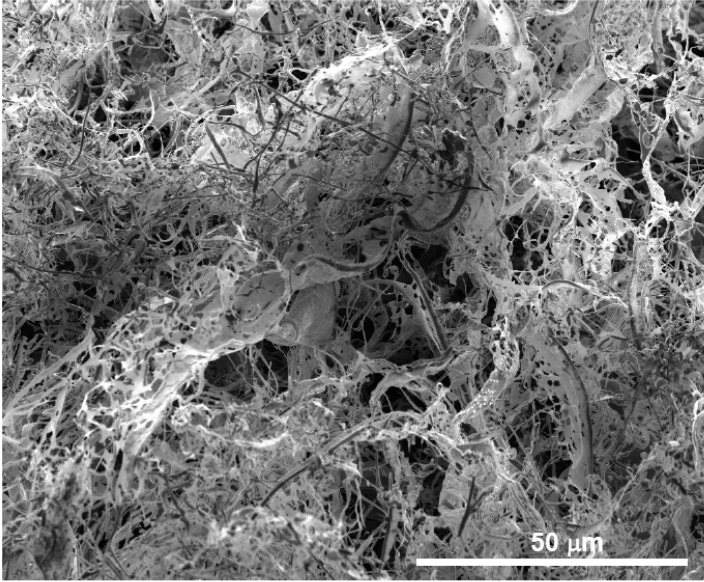


Şekil 17. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (elma posası)

A

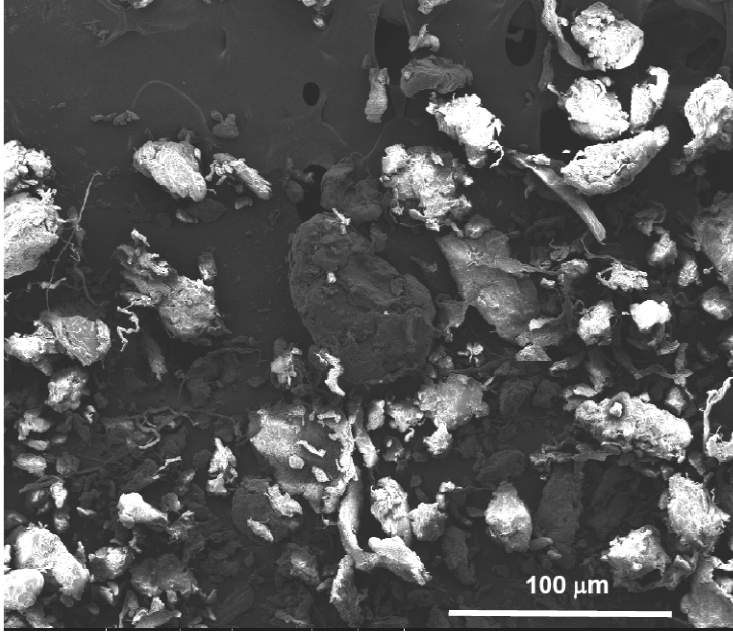


B

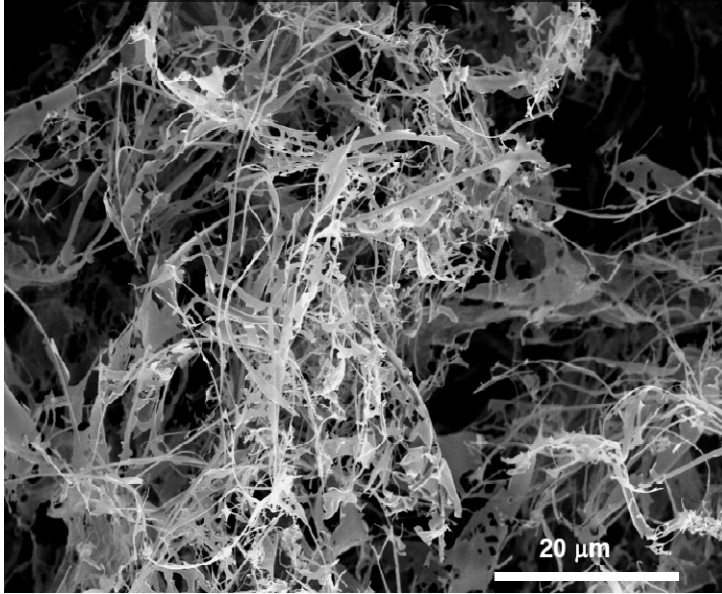


Şekil 18. A- Ticari portakal lifi, B- mikroakışkan yöntemiyle üretilmiş portakal lifi.

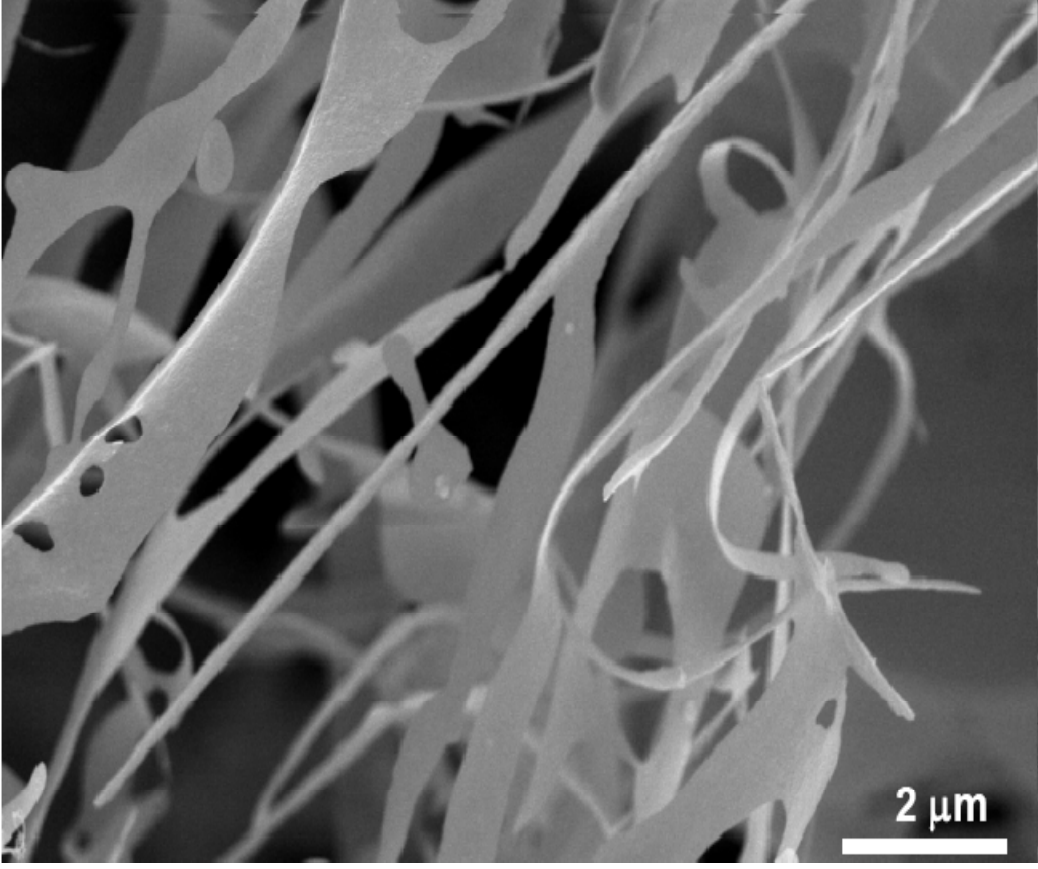
A



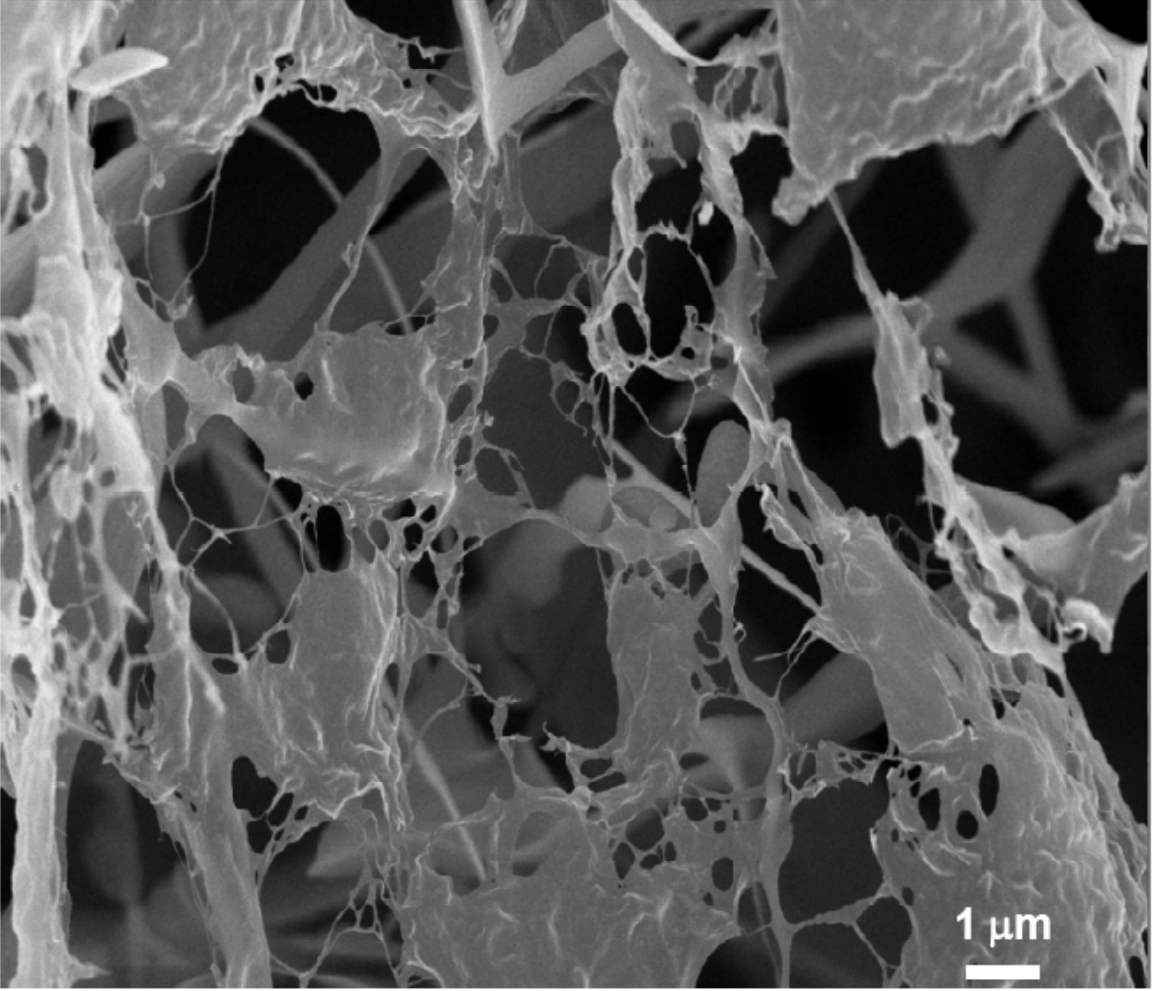
B



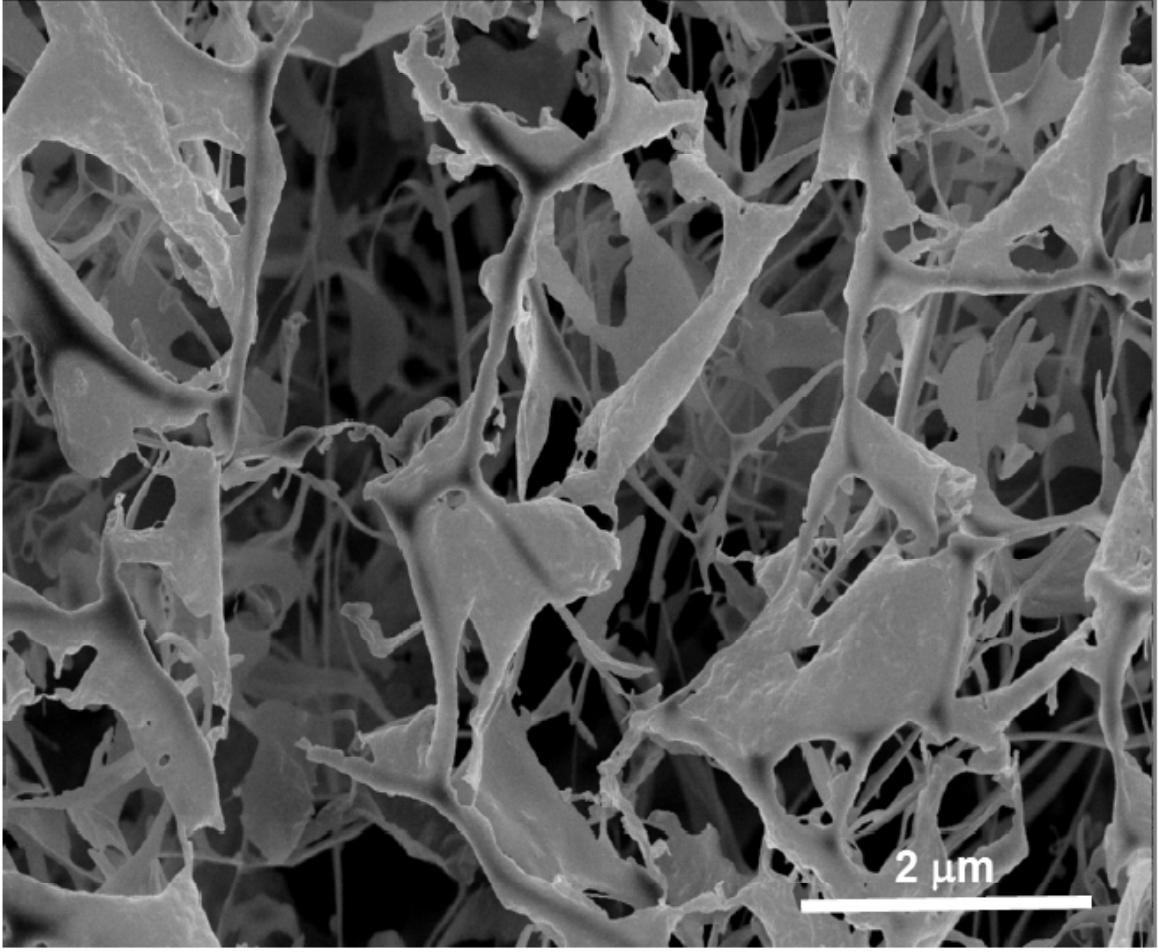
Şekil 19. A- Ticari elma lifi, B- mikroakışkan yöntemiyle üretilmiş elam lifi.



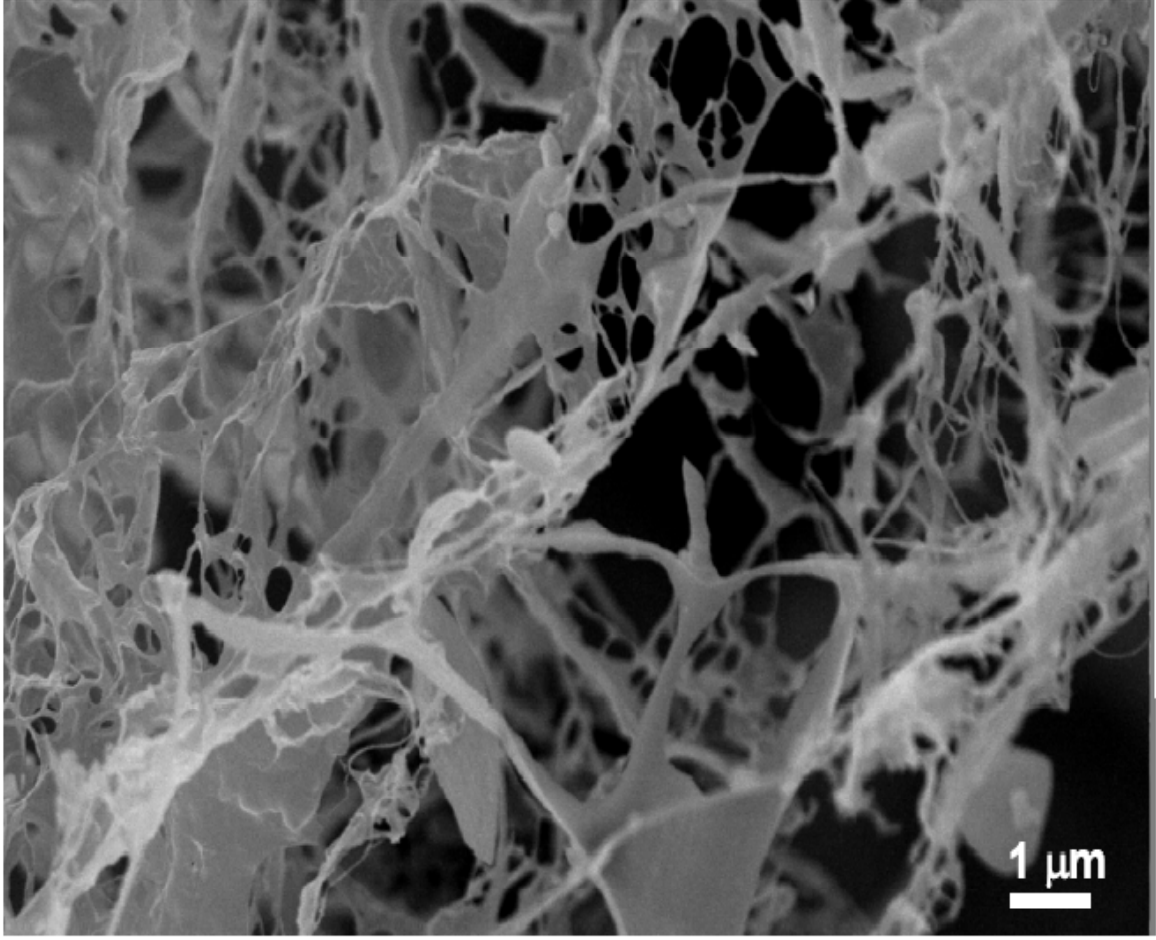
Şekil 20. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (kayısı posası)



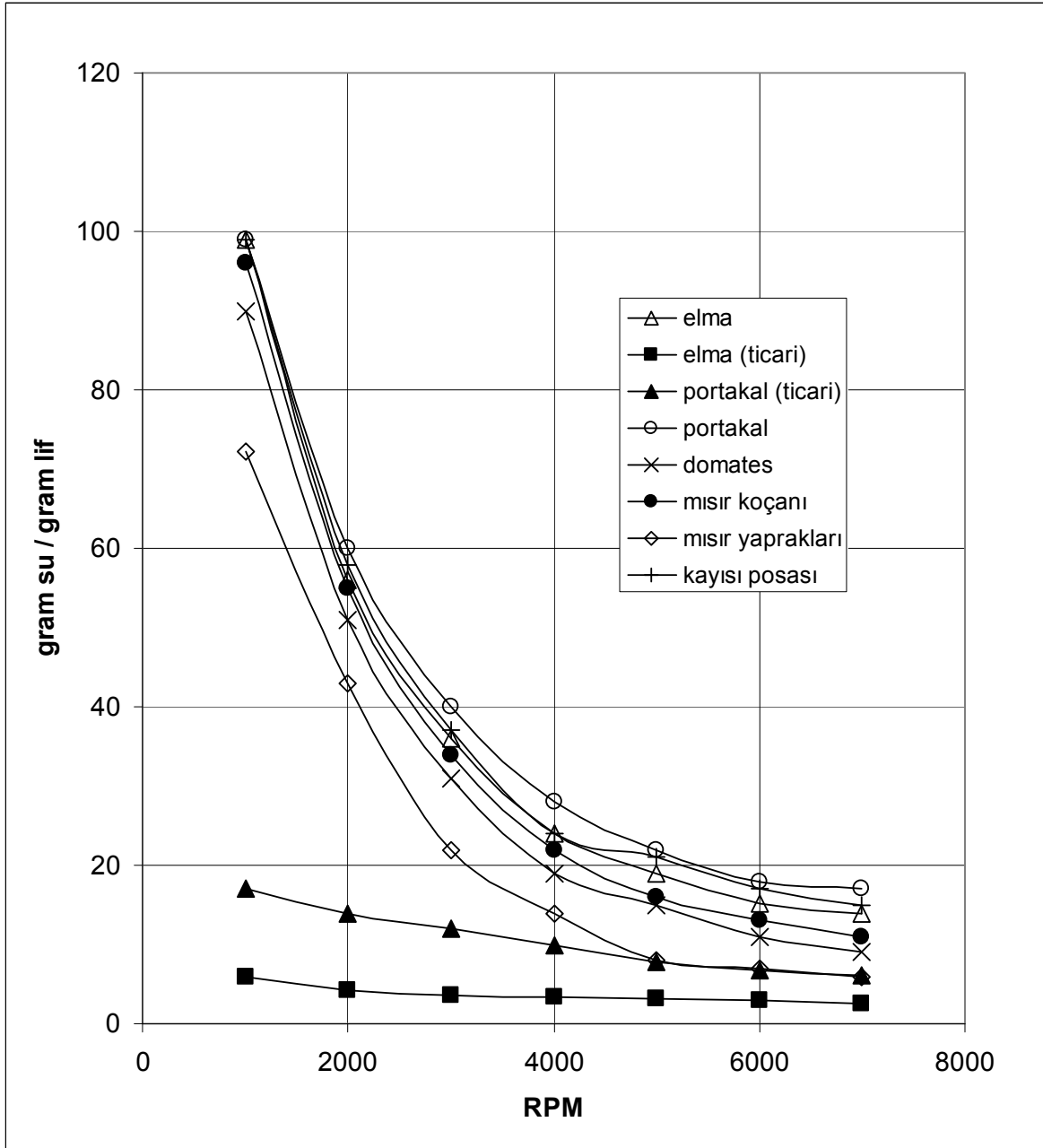
Şekil 21. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (domates posası)



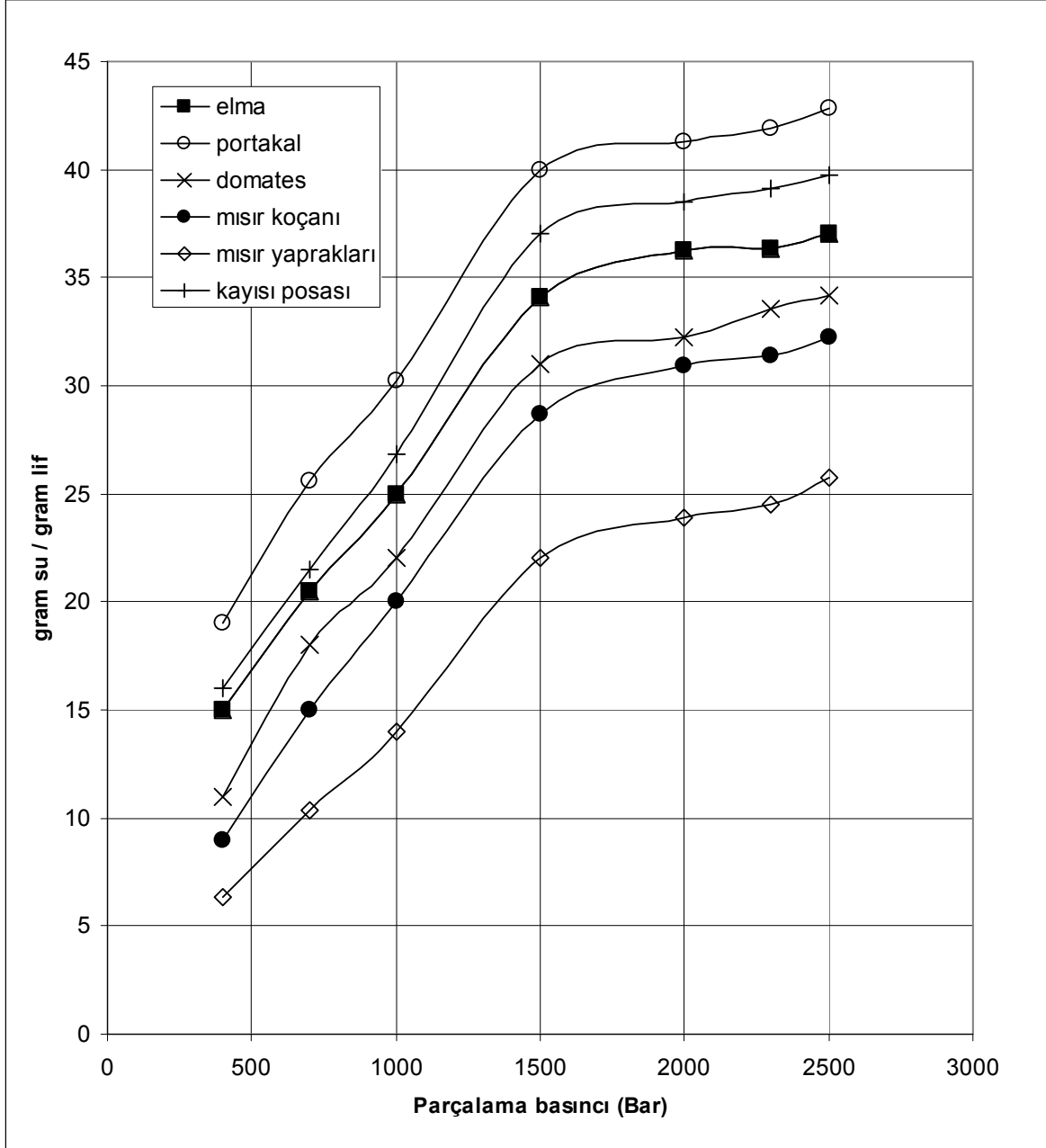
Şekil 22. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (mısır koçanı)



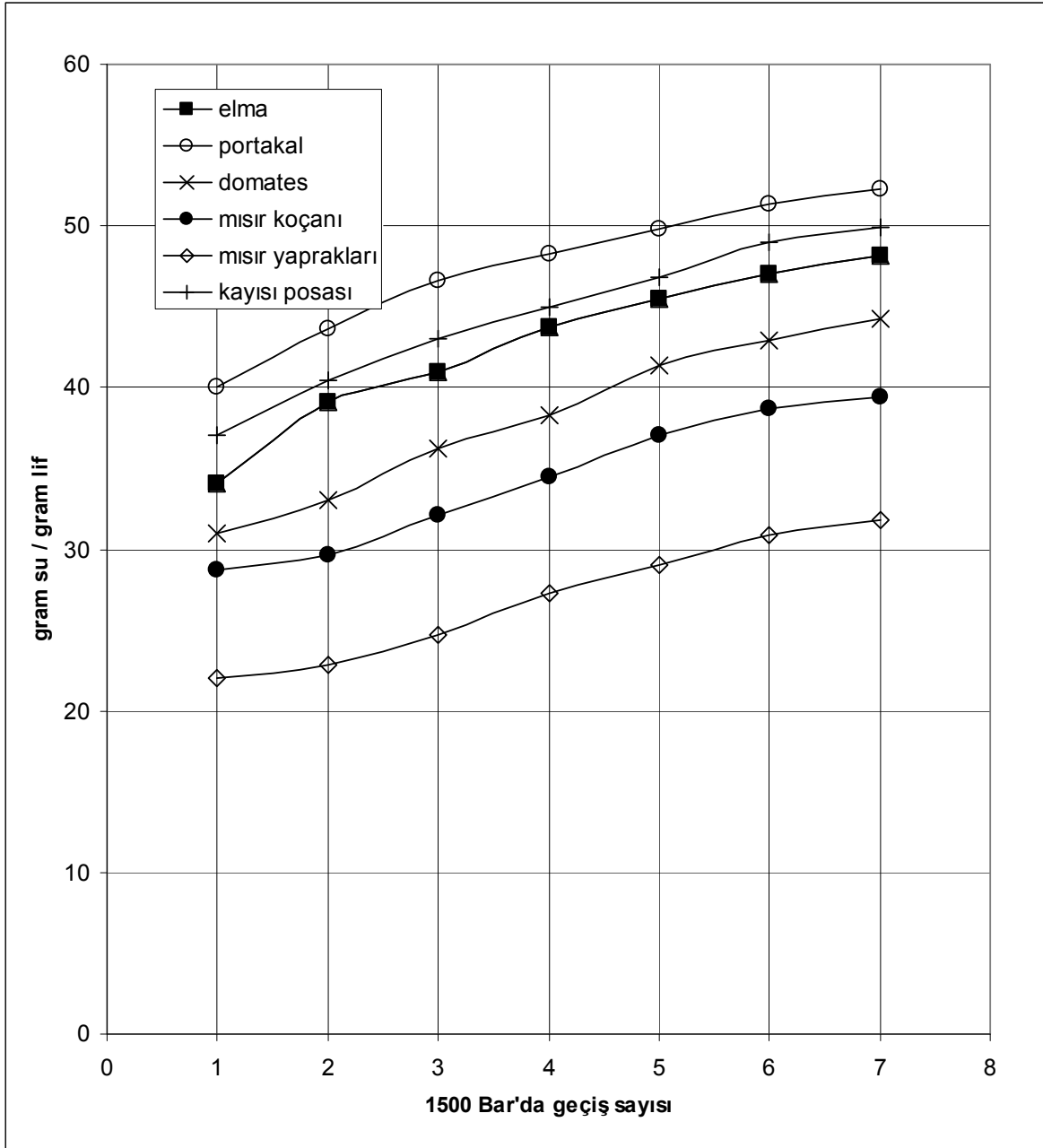
Şekil 23. Mikro akışkan işlemi ile mikro ve nano lifler (mısır yaprağı)



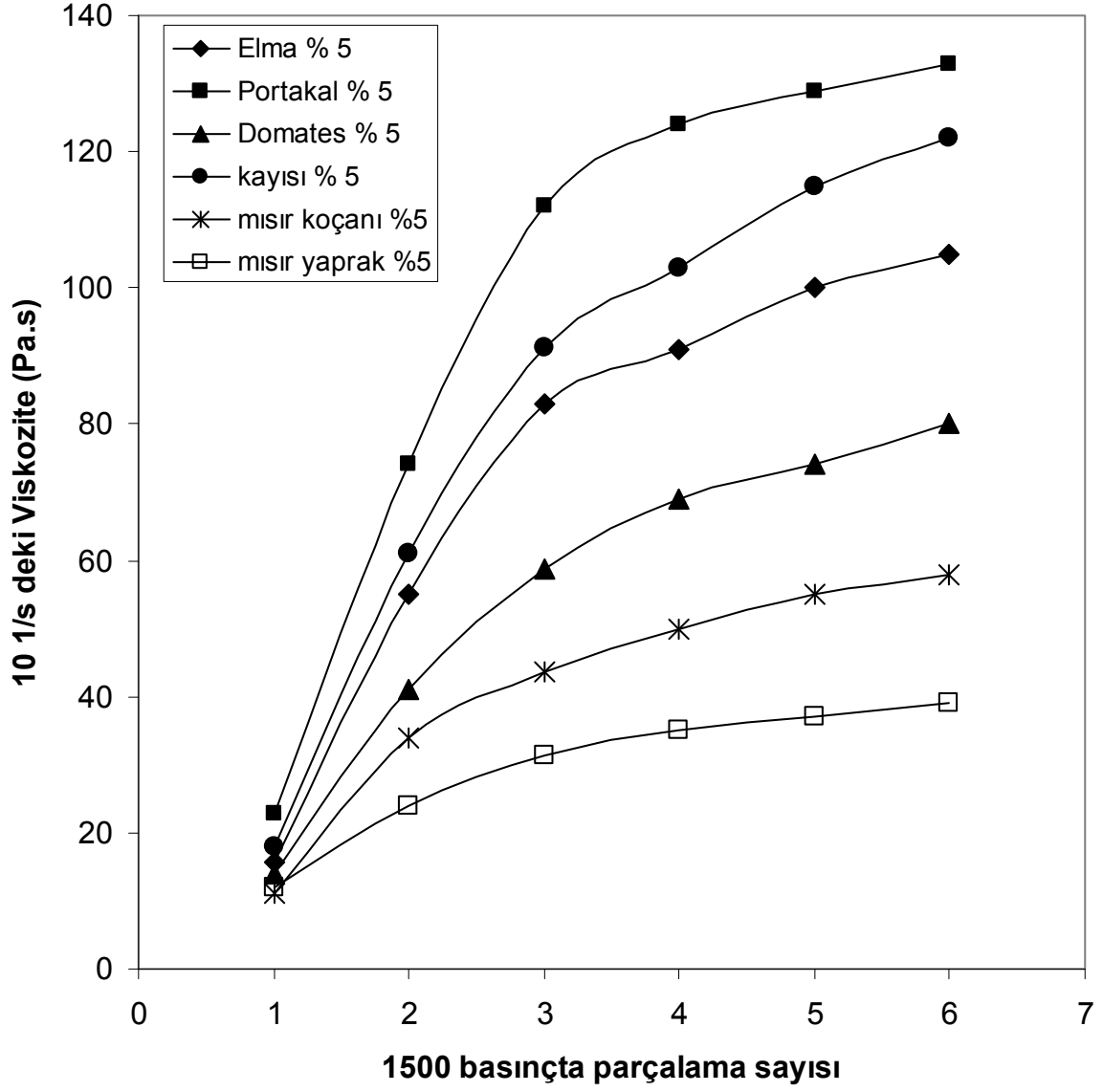
Şekil 24. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış liflerin değişik g kuvvetleri altındaki su tutma oranları



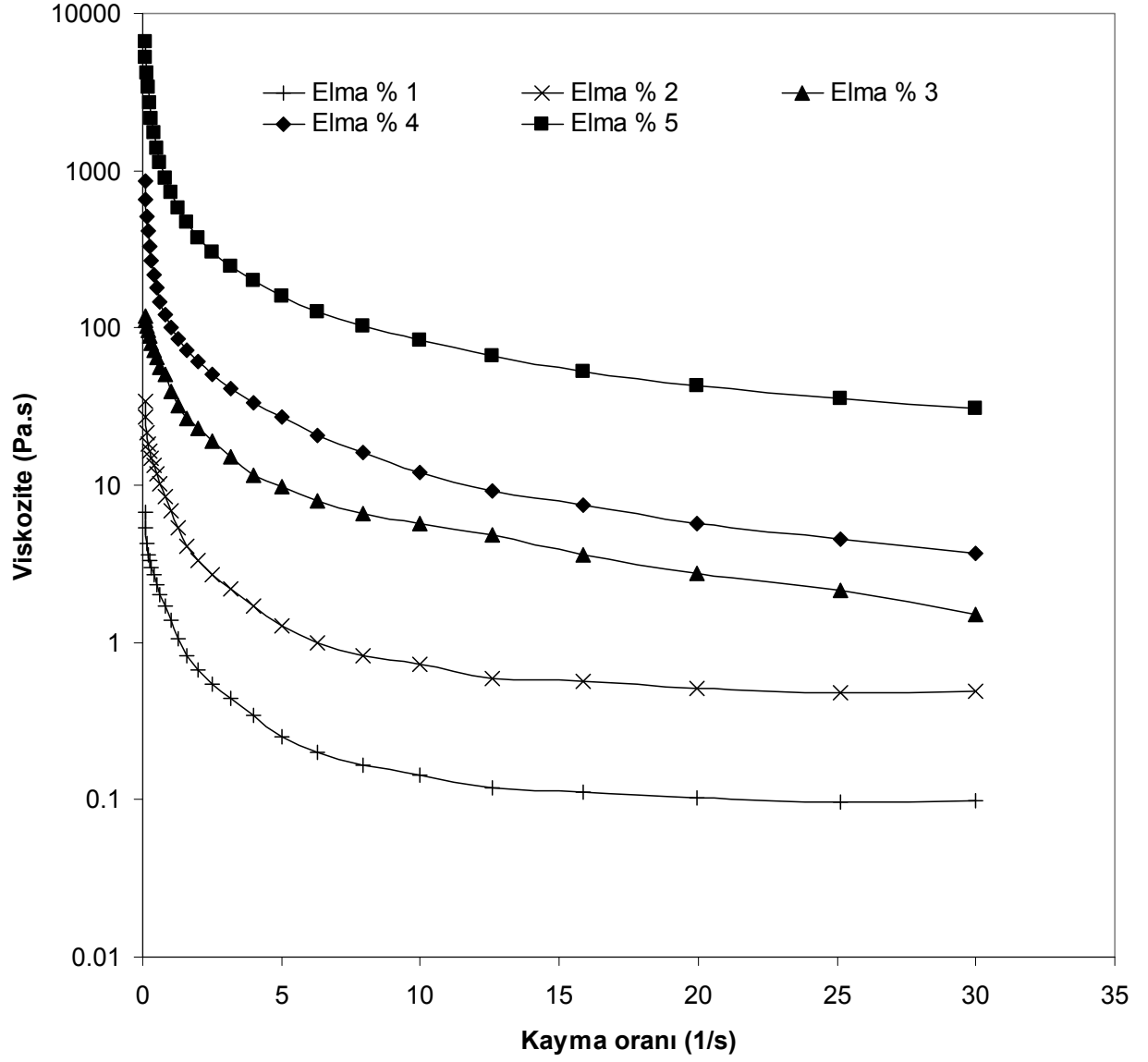
Şekil 25. Mikro akışkan cihazının parçalama basıncının liflerin su tutma özelliklerine etkisi



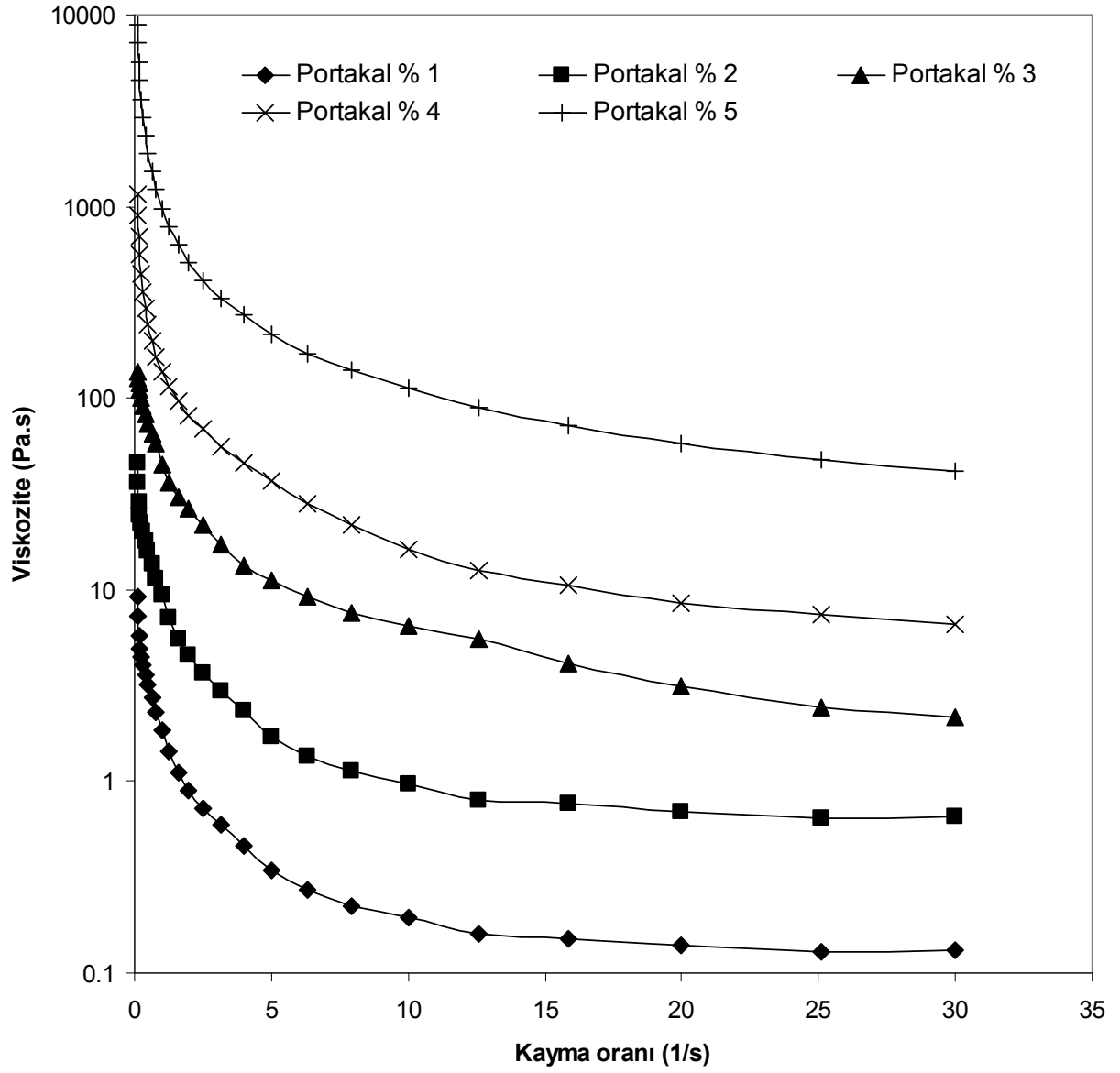
Şekil 26. Mikro akışkan cihazında yapılan parçalama işleminin tekrar sayısının liflerin su tutma özelliklerine etkisi



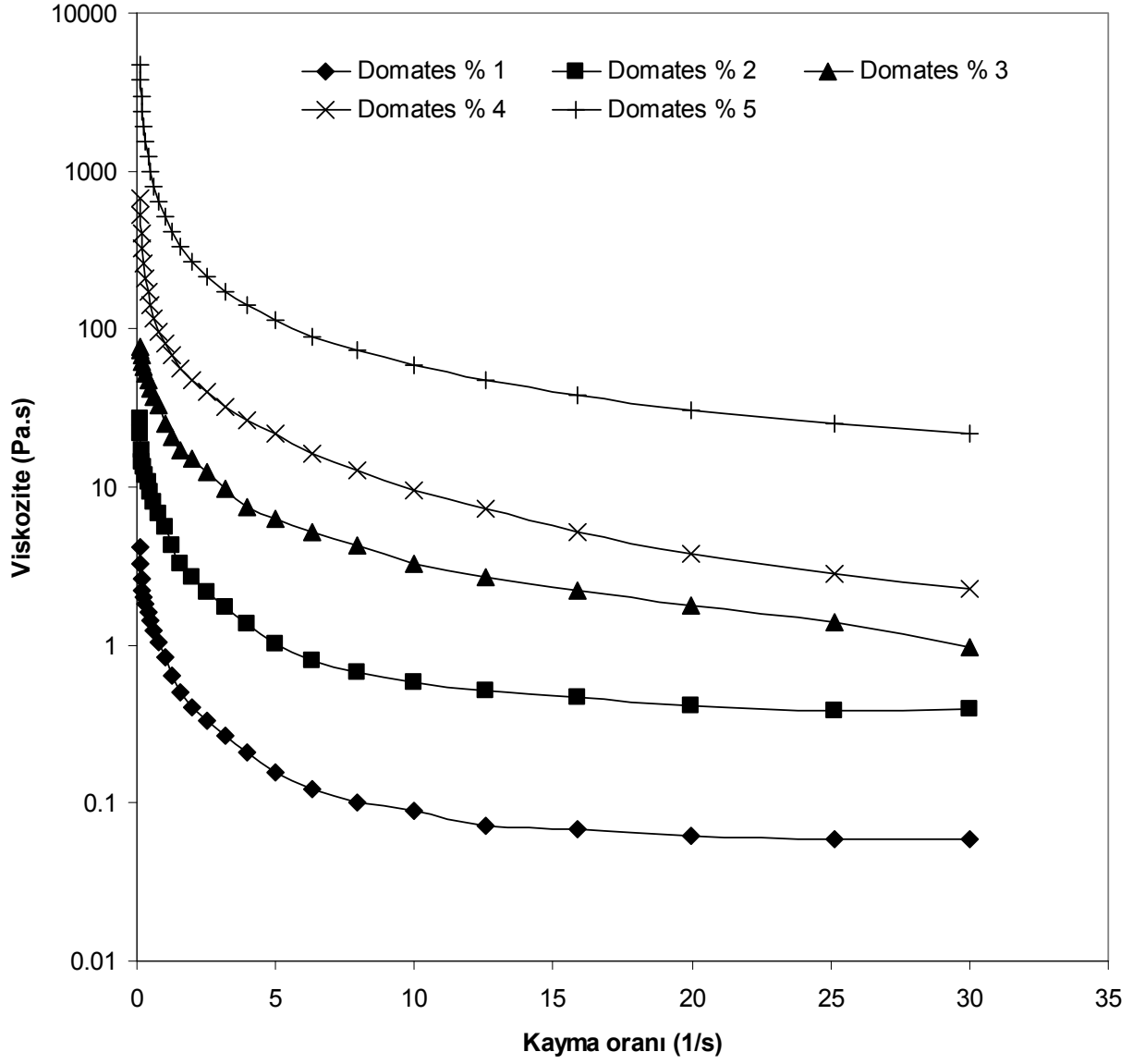
Şekil 27. Mikro akışkan cihazında yapılan parçalama işleminin tekrar sayısının viskozitesine etkisi



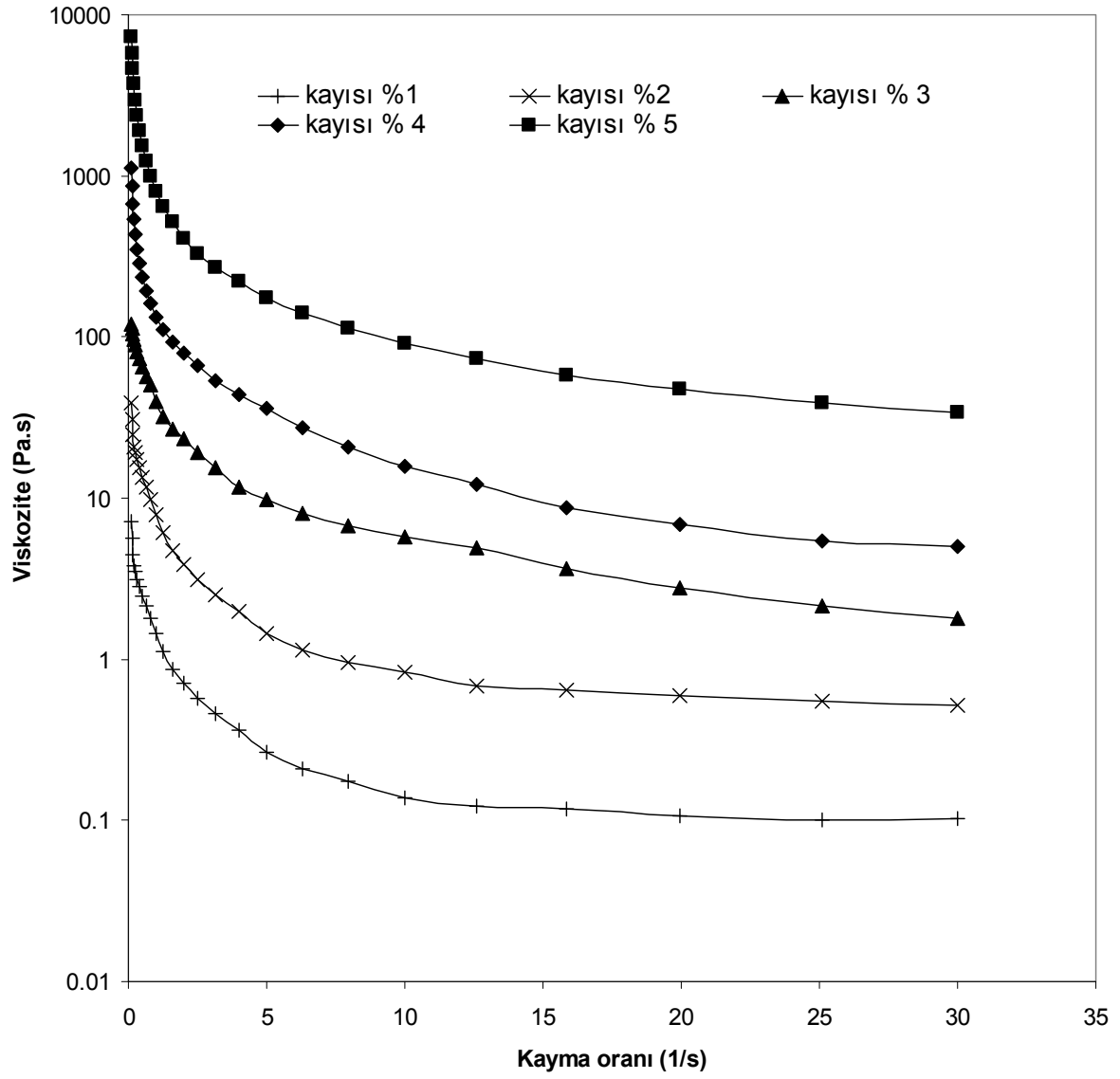
Şekil 28. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış elma liflerinin akış kurveleri



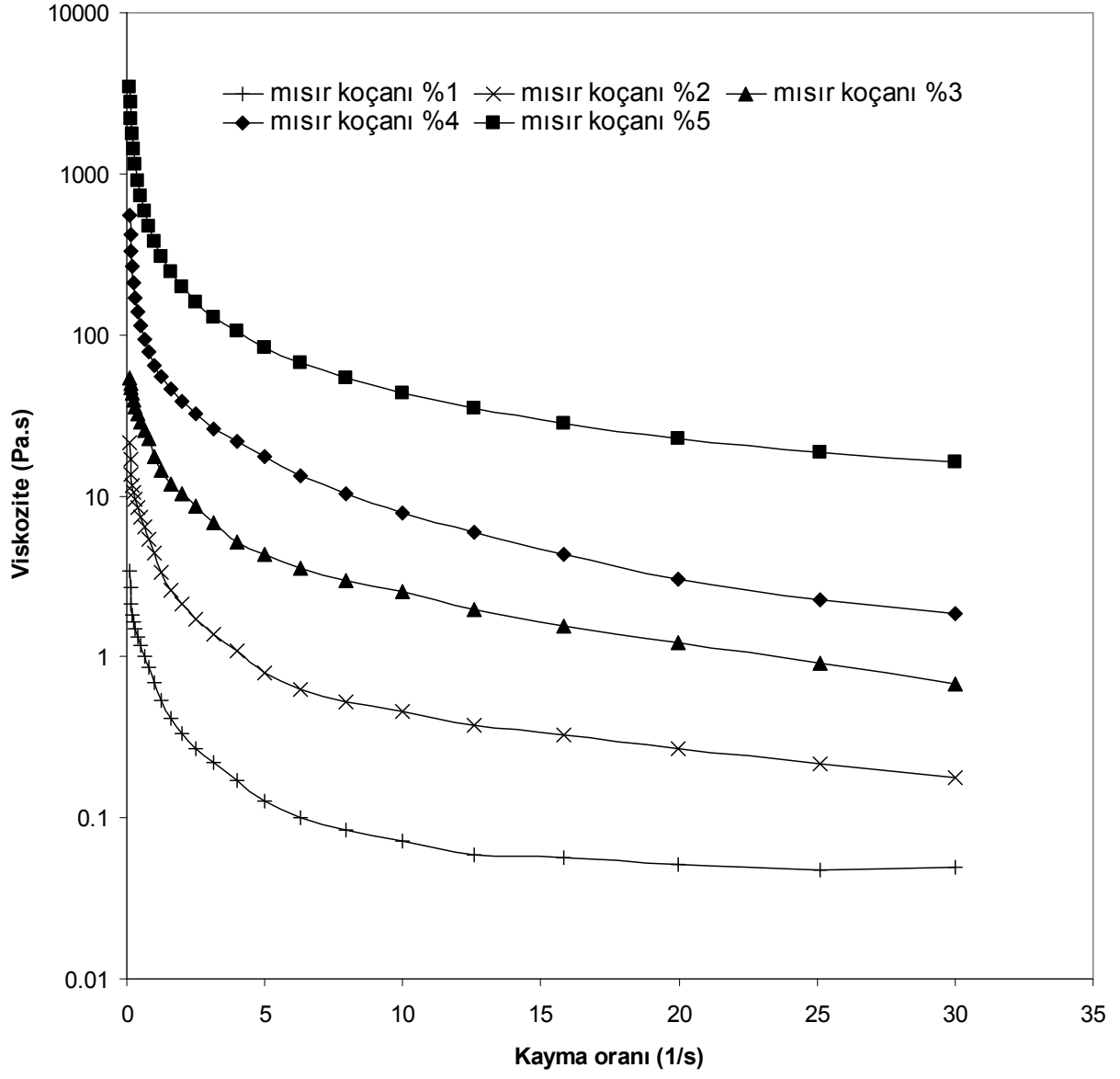
Şekil 29. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış portakal liflerinin akış kurveleri



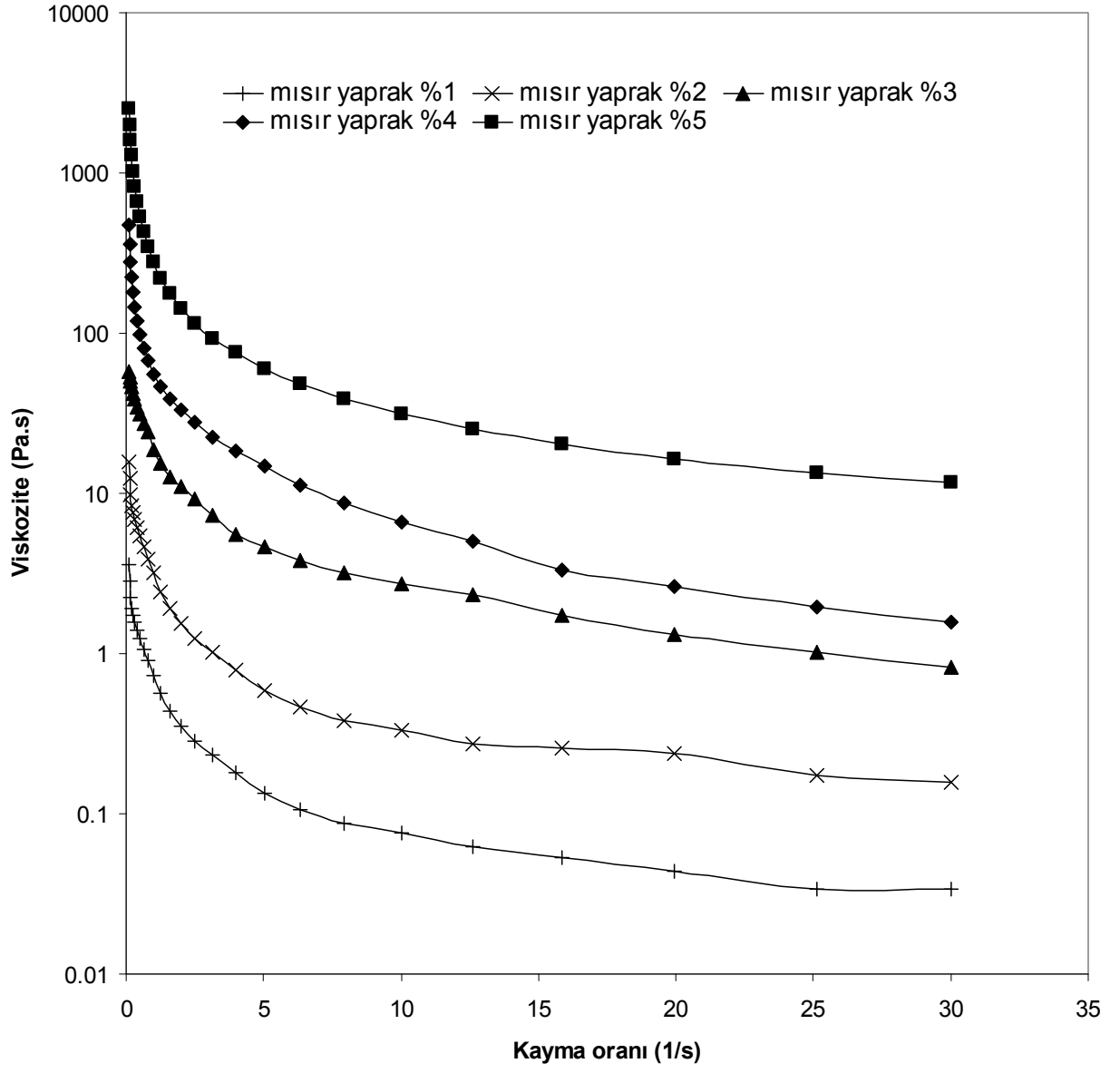
Şekil 30. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış domates liflerinin akış kurveleri



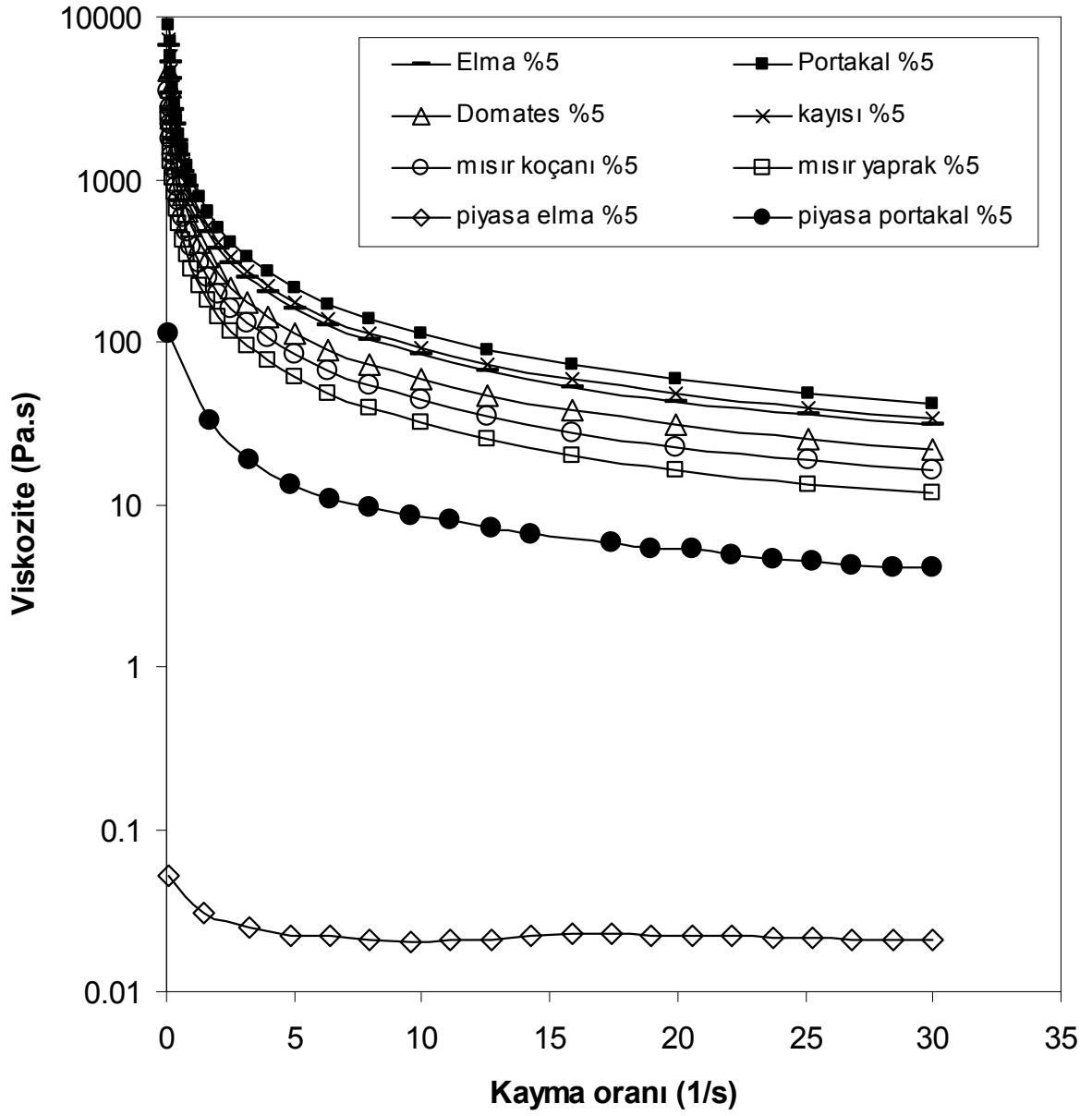
Şekil 31. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış kayısı liflerinin akış kurveleri



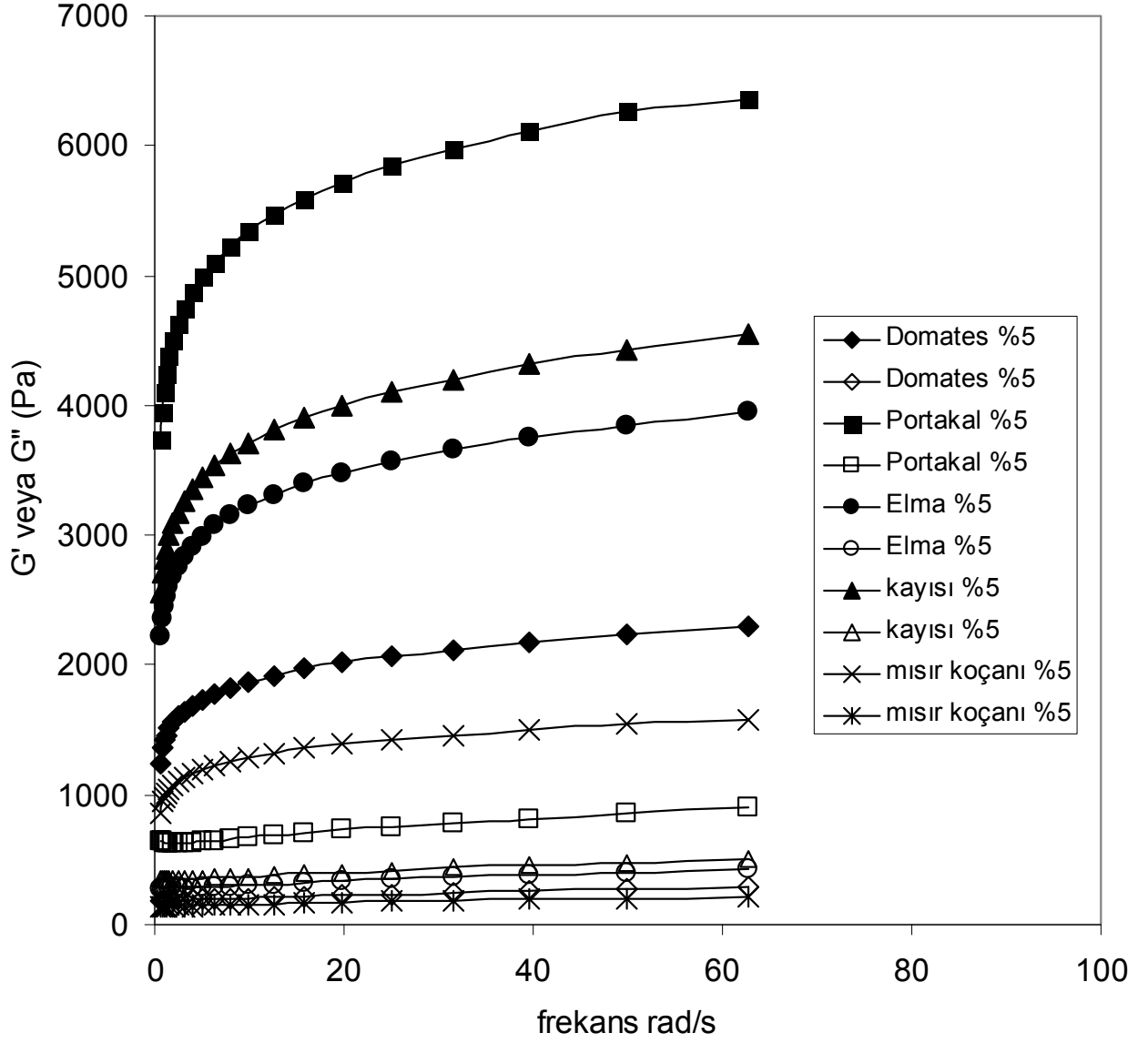
Şekil 32. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış mısır koçanı liflerinin akış kurveleri



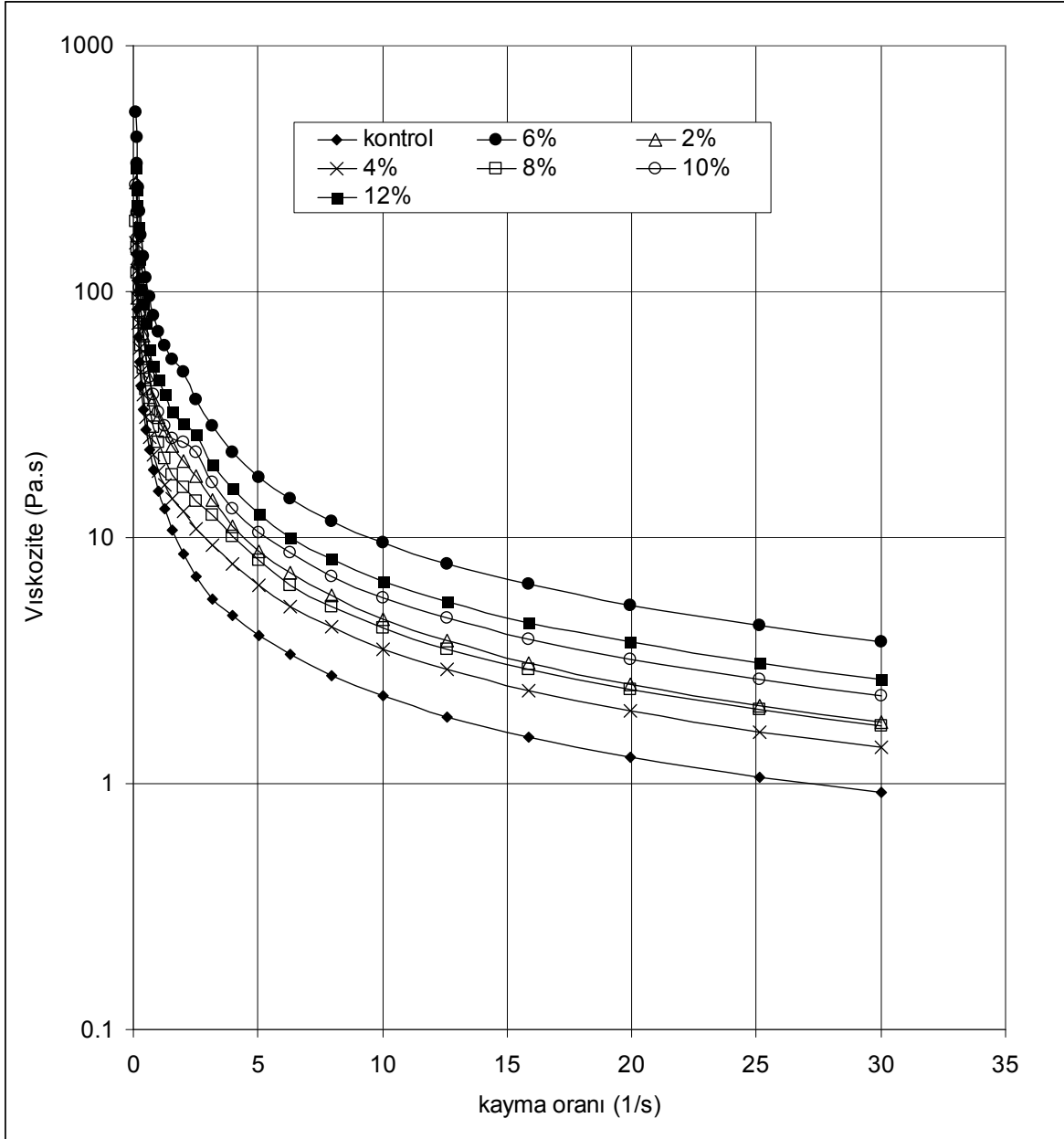
Şekil 33. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış mısır yaprağı liflerinin akış kurveleri



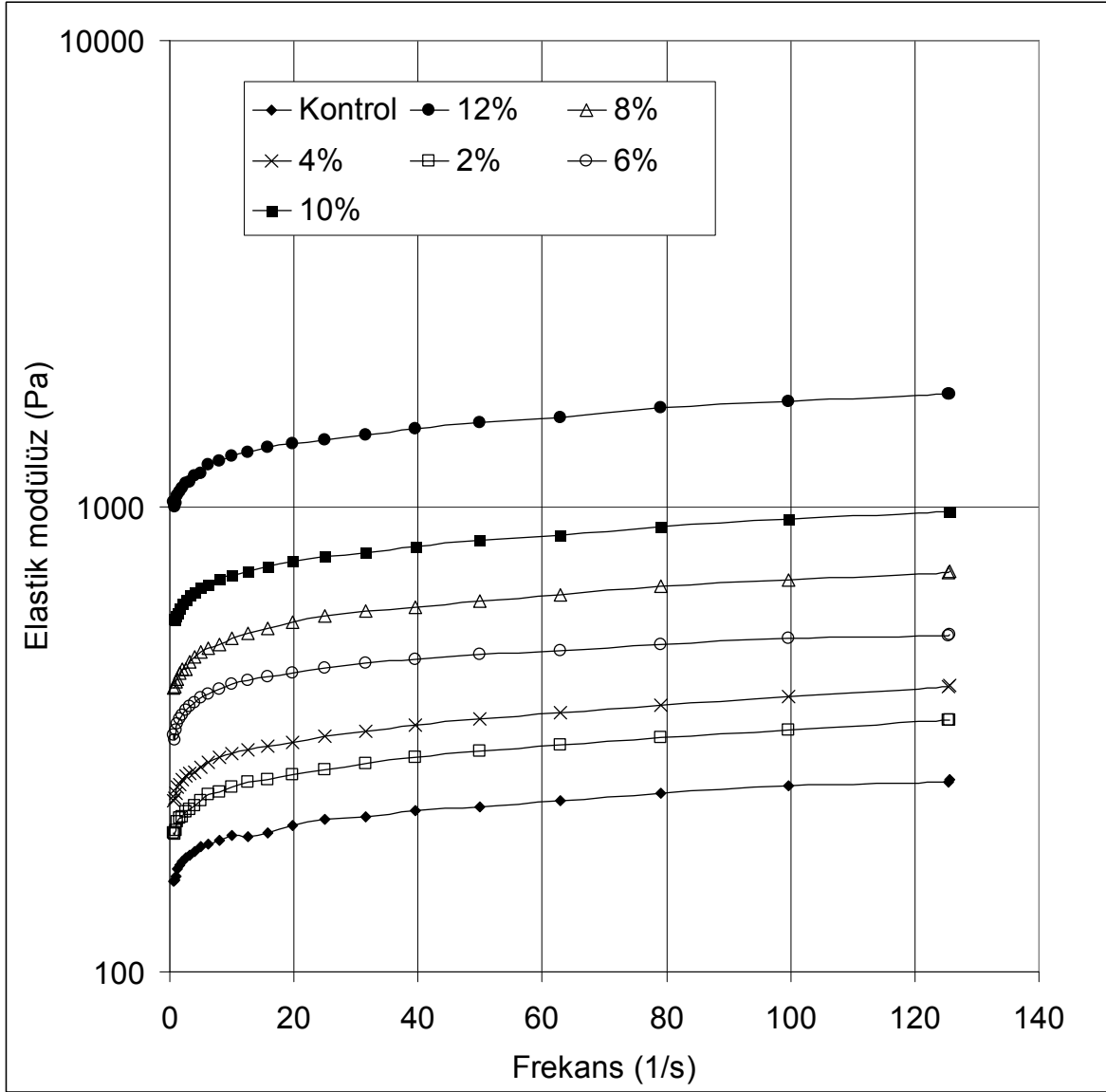
Şekil 34. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış liflerinin akış kurvelerinin piyasada bulunan lifler ile mukayesesi



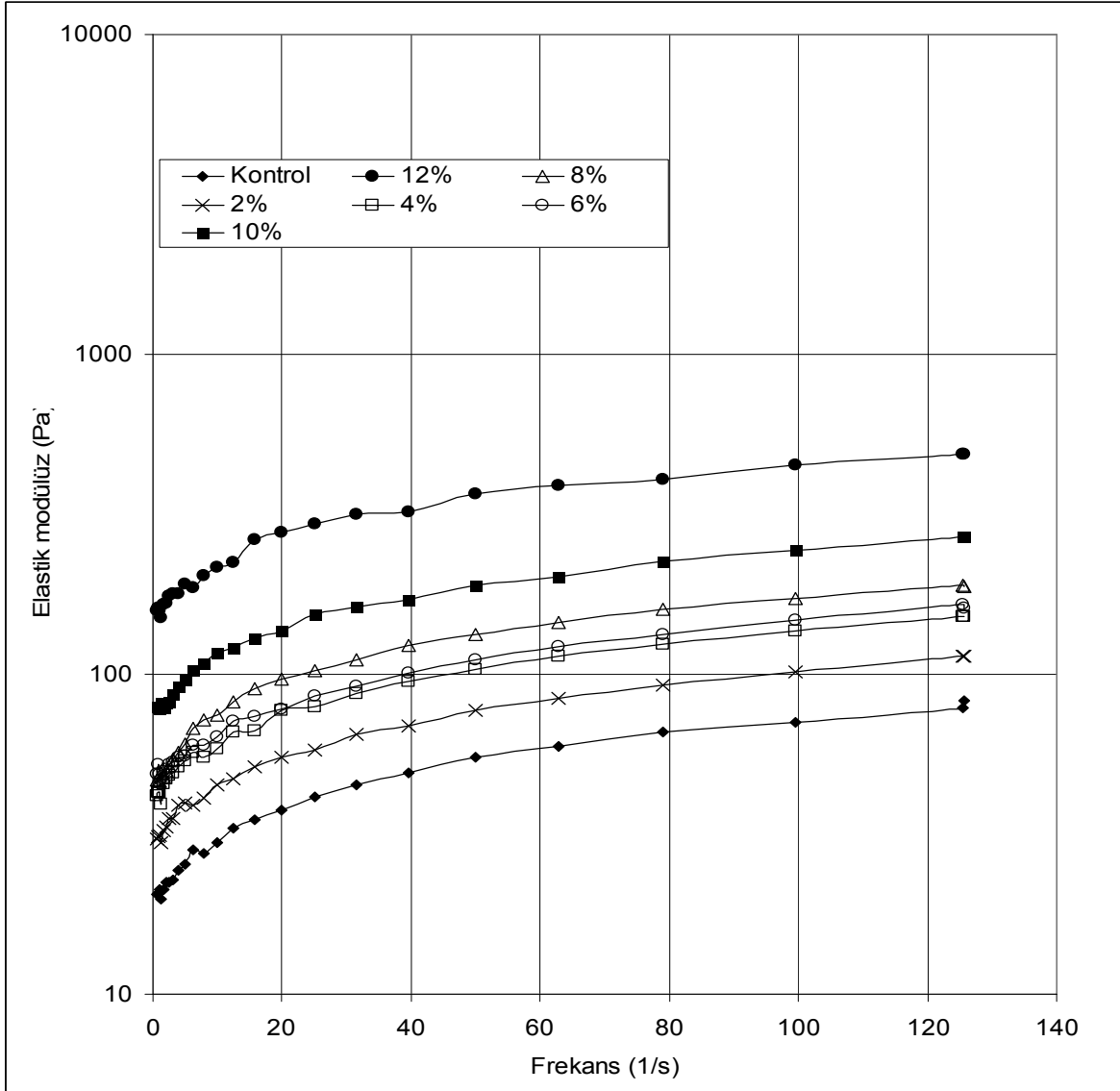
Şekil 35. 1500 bar x 3 şartları altında hazırlanmış liflerin viskoelastik özellikleri



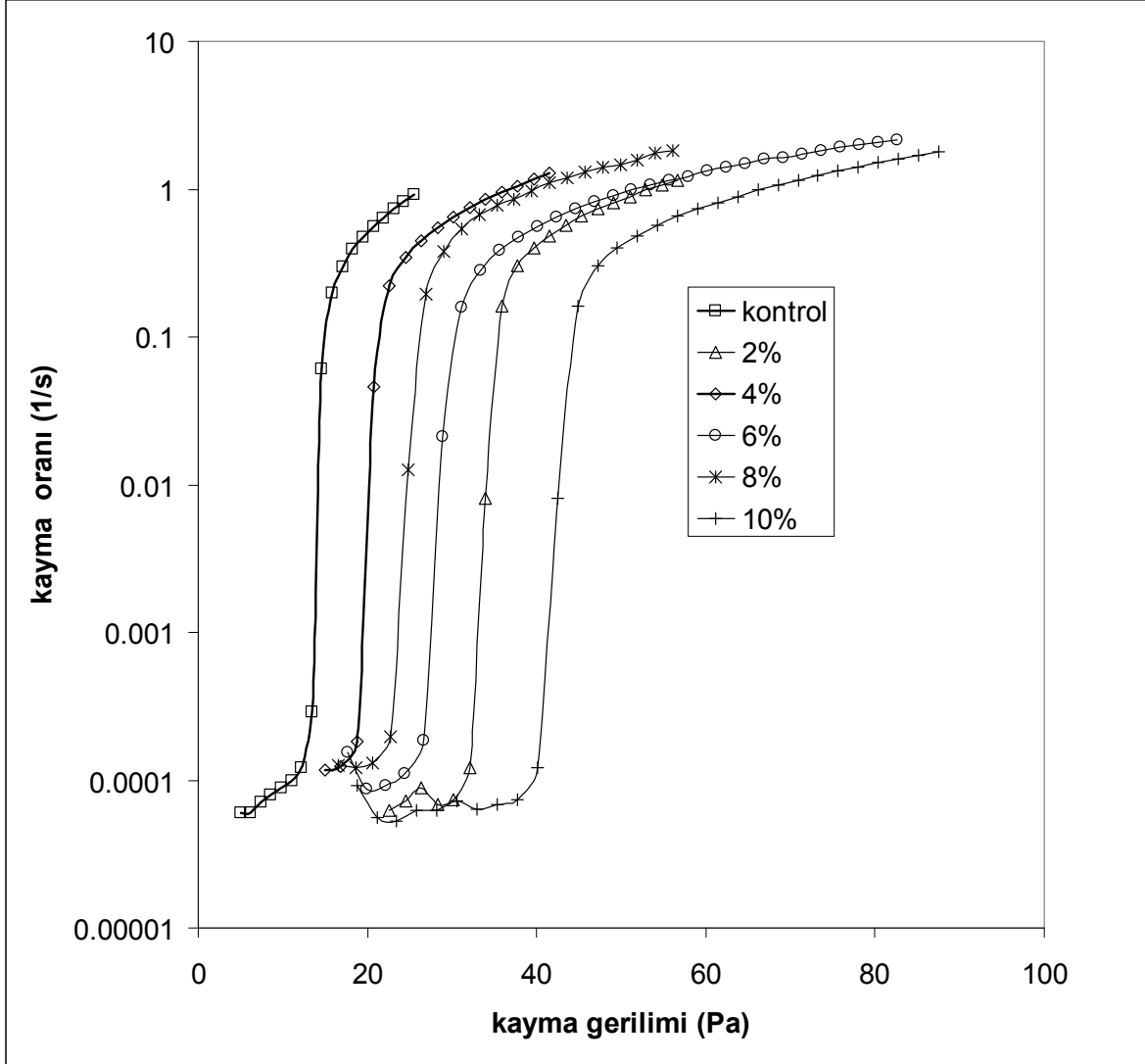
Şekil 36. Domates lifi eklenmiş ketçap örneklerinin akış kurveleri



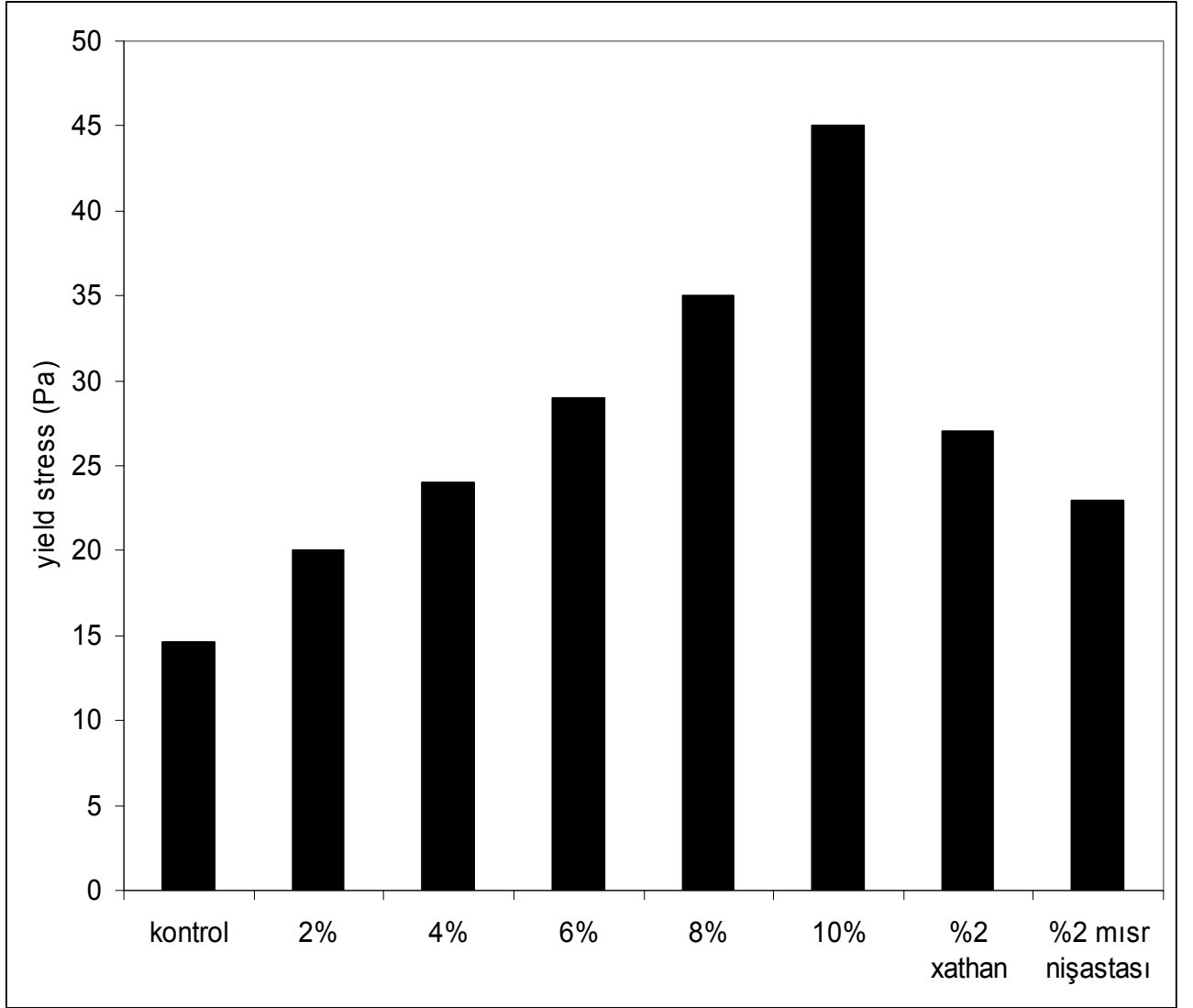
Şekil 37. Domates lifi eklenmiş ketçap örneklerinin viskoelastik özellikleri



Şekil 38. Domates lifi eklenmiş ketçap örneklerinin viskoelastik özellikleri



Şekil 39. Domates lifi eklenmiş ketçap örneklerinin yield stres özellikleri



Şekil 40. Domates lifi eklenmiş ketçap örneklerinin yield stres özelliklerinin xanthan ve mısır nişastası ile mukayesi

Çizelge 2. Üretilen bitkisel liflerin %protein, ham lif, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri

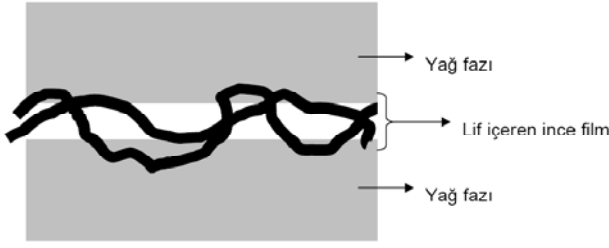
Örnek	Protein %	Ham lif %	Selüloz %	Hemiselüloz %	Lignin %
LU buğday kepeği lifi	9.8±0.08	40.2±	35.2±0.82	0.31±0.015	0.30±0.025
KD buğday kepeği lifi	9.8±0.03	40.5±	35.4±0.90	0.31±0.011	0.30±0.018
M buğday kepeği lifi	9.6±0.06	40.5±	35.6±0.85	0.30±0.021	0.29±0.026
LU portakal lifi	2.7±0.03	60.2±0.95	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

2- Üretilen nano ve makro liflerin emülsiyon özelliklerine etkisi

Projenin bu aşamasında elde edilen nano ve mikro boyuttaki liflerin emülsiyonlarda kullanılması ile ilgili olmuştur. Reolojik özellikler ve stabilite açısından incelen emülsiyonlar nano liflerin ilavesi ile önemli farklılıklar göstermiştir. Özellikle viskozitede ve kararlılıklarda önemli artışlar olmuştur.

Çalışmamızın bu aşamasında elde edilen yüksek su tutma özelliklerine sahip liflerin emülsiyonlarda kullanımına ait denemeler yapılmıştır. Bu amaçla su içinde yağ (1 kısım yağ 4 kısım su yada 1/4 su/yağ oranı) ve eşit oranda yağ su (1/1 yağ/su oranı) içeren örnekler hazırlanmış ve bu örnekler fiziksel özellikler bakımından incelenmiştir. Çalışmalara başlamadan önce değişik yağ ve su oranların içeren emülsiyonlar hazırlanmış ve birçok ön deneme yapılmıştır. Ön denemeler sonucunda yağ miktarının %50 -%60'lık miktarı aştığında ve %1 ve üzerinde lif içerdiğinde etkili bir karışım ve emülsiyon hazırlama imkanı gözlenememiştir. Zorlanarak yapılan %60 yağ ve %1 lif içeren emülsiyonların ise son derece sert olduğu gözlenmiştir. Bu sebeple çalışmalara ¼ oranında yağ /su miktarına sahip olan emülsiyonlar ile 1/1 oranında yağ su oranına sahip emülsiyonlar ile devam edilmiştir.

Emülsiyonların oluşturulması için iki farklı metot kullanılmıştır. İlk metotta, koloit değirmen adı verilen cihaz kullanılarak oluşturulan emülsiyonlar bir hazne içine yerleştirilen yağ, su ve diğer malzemelerin 10000 devirde 5 dakika boyunca karıştırılmasıyla oluşturulmuştur. İkinci metotta ise emülsiyonlar mikro akışkan cihazı kullanılarak 1250 bar basınç altında oluşturulmuşlardır. Bu iki metot arasındaki farkı Şekil 42 açıkça göstermektedir. Şekil 42 A koloit değirmen ile oluşturulan emülsiyonu gösterirken Şekil 42 B ise mikroakışkan cihazı ile yapılmış emülsiyona ait ışık mikroskobu resmidir. Mikro akışkan cihazı ile elde edilen emülsiyonlar genel olarak damlacık yapısı bakımından koloit değirmen ile elde edilmişlere oranla çok daha küçük ve uniform yapıya sahip olmuşlardır. Şekil 43 - Şekil 49'da detayları verilmiş mikro akışkan yöntemiyle elde edilmiş elma lifleri eklenerek hazırlanmış emülsiyonlara ait ışık mikroskobu resimleri verilmektedir. Şekil 43 A, Şekil 44 A ve Şekil 45 A'da 1/1 oranında yağ/su oranına sahip koloit değirmen kullanılarak hazırlanmış emülsiyonlara aittir. Bu resimler incelendiğinde artan lif miktarının özellikle oluşan damlacık boyutlarında önemli küçülmelere neden olduğu gözlenmektedir. Bu sonuç elde edilen nano boyutta liflerin yağ ve su fazı arasındaki ara yüz gerilimini düşürdüğünü göstermektedir. Emülsiyonlarda damlacıkların ilk olarak floküle olması ve daha sonra koalesens olması onların kararlılıklarını etkileyen en önemli faktördür. Bu çalışmada üretilmiş olan lifler boyut olarak çok ince olmaları onların su fazından her hangi bir çökelmeye uğramadan askıda durmalarına ve su-yağ ara yüzünde gerilimi düşürmelerine neden olmuştur. Arayüz gerilimindeki düşüşe ek olarak devamlı fazdaki lif miktarının artışı disperse durumdaki yağ damlacıkları arasında yer alan film tabakanın daha elastik bir yapıya sahip olmasına neden olmaktadır. Ayrıca damlacıklar arasında yer alan film tabasının kuvvetli ve elastik bir yapıya sahip olması bu film tabakasının yırtılmasını da engellemektedir.



Şekil 41.

Söz konusu özellik yağ damlacıklarının bir birine çapma olasılığını çarpışmasını ve büyümesini (flokülasyon ve koalesens) azaltmakta ve kremleşmeyi önlemektedir. Şekil 43 B, Şekil 44 B ve Şekil 45 B’de ise 1/1 oranında yağ/su oranına sahip fakat mikroakışkan cihazı kullanılarak hazırlanmış emülsiyonlara ait resimler gösterilmektedir. Kullanılan mikro-akışkan tekniğinde emülsiyon bir ön karışımdan geçirildikten sonra mikro kanallardan 1250 bar basınç altında geçirilmiştir. Söz konusu işlem bütün örneğe üniform şekilde yüksek enerji uyguladığından oluşan damlacıklar son derece küçük olmaktadır. Şekil 43, Şekil 44 ve Şekil 45’de A ve B resimleri karşılaştırıldığında yöntemler arasındaki fark açıkça ortaya çıkmaktadır. Şekil 45, Şekil 46 ve Şekil 47 de ise koloit değirmen ve mikro-akışkan cihazı kullanılarak elde edilmiş olan ve ¼ oranında yağ/su oranına sahip emülsiyonlara ait resimler verilmiştir. Koloit değirmen ile elde edilen emülsiyonlarda 1/1 oranında yağ/su oranına sahip emülsiyonlara göre daha geniş devamlı faz alanları gözlenmektedir. Damlacık boyutu açısından gözle görülür bir fark tespit edilememiştir fakat halen devam etmekte olan damlacık boyutu ölçümleri ile ilgili çalışmalarımızda lif miktarının artmasıyla belirli bir damlacık küçülmesi gerçekleştiği gözlenmiştir.

Şekil 50 ve Şekil 51 de ise mikro akışkan cihazı ile elde edilmiş lifler kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların akış grafikleri verilmiştir. Emülsiyonların reolojik özellikleri hem

temel hem de uygulama bakımından oldukça önemlidir. Temel olarak bu özellikler devamlı fazın viskozitesine, emülsiyonları oluşturan damlacıkların boyutuna ve sayısına, bu damlacıkları deforme olabilmesine ve damlacıkları arasındaki etkileşime bağlıdır. Osilasyon ve akış deneyleri genel olarak emülsiyonların reolojik özelliklerinin tayini için kullanılmaktadır. Yüksek viskozite ve elastik bir yapı emülsiyonun daha kararlı bir yapıya sahip olmasını sağlayacağından istenen özelliklerdir.

Şekil 50 ve Şekil 51 görülebileceği gibi bütün örneklerin Herschel-Bulkley modeline göre aktıkları belirlenmiştir ($\sigma = \sigma_y + \eta \cdot \dot{\gamma}^n$). Burada σ kayma gerilimi, σ_y yield stres, η kıvam indeksi, $\dot{\gamma}$ kayma oranı ve n akış davranış indeksidir. Herschel-Bulkley modeline ait minimum akış gerilimi (σ_y yield stres), kıvam indeksi (η) ve n akış davranış indeksi parametrelerinin eklenen lif miktarı ile nasıl değiştiği ise Şekil 52, Şekil 53 ve Şekil 54 de verilmiştir. Lif miktarının özellikle %2 lik oranı geçtikten sonra emülsiyonun reolojik özelliklerine son derece fazla etki yaptığı gözlenmiştir. Örnek olarak 1/1 oranında yağ v %3 oranında lif içeren emülsiyon reolojik özellikler bakımından piyasa mayonezlerine benzer bir kıvama sahip olmuştur. Burada dikkat edilmesi gereken husus hazırlanan emülsiyonların tipik bir mayonez formülasyonuna göre çok daha az yağ içermeleridir (tipik bir piyasa mayonezi 4/1 oranında yağ / su oranına sahiptir).

Bu çalışmada kullanılan liflerin emülsiyonların reolojik özelliklerine etkisi birden fazla faktör ile açıklanabilir. Mikroskop kullanılarak elde edilen resimlerden görülebileceği gibi özellik yüksek oranda yağ içeren emülsiyonlarda damlacık boyutu eklenen lif miktarı ile düşmektedir. Yüksek damlacık hacmine sahip emülsiyonlarda damlacık boyutunun emülsiyonların görünen viskozitelerini yükselttiği bilinmektedir. Damlacık boyutlarının monodisperse veya polidisperse olması da emülsiyon reolojisini etkileyen bir başka faktördür. Mikroakışkan cihazı ve nano lifler

ile hazırlanan emülsiyonlarda damlacık boyutunu çok daha küçük ve monodisperse olduğu gözlenmektedir. Bu da mikroakışkan cihazı ile hazırlanan emülsiyonların çok daha yüksek viskozitelere sahip olmasını açıklamaktadır. Ayrıca küçük damlacıkların göreceli olarak daha zor deforme olması bu damlacıkları içeren emülsiyonların akışa karşı daha dirençli olmalarına ve dolayısıyla daha yüksek viskoziteye sahip olmasına neden olmaktadır. Liflerin etkilerini açıklanmasında önemli bir diğer faktör ise eklenen liflerin emülsiyonlarda bulunan devamlı fazın viskozitesini ve dolayısıyla genel olarak emülsiyon viskozitesini arttırmasıdır. Şekil 55, Şekil 56, Şekil 57 ve Şekil 58’de 1/1 oranında yağ/su oranına sahip emülsiyonların viskoelastik özellikler verilmiştir. Lif içermeyen örneklerde viskoz ve elastik modülüz değerlerinin birbirlerine yakın olduğu gözlenmiştir. Ancak lif oranı arttıkça elastik modülüz değerlerinin viskoz modülüz değerlerine göre çok daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç liflerin özellikle yağ damlacıklarının yüzeyine yerleştiğini ve elastik bir bariyer oluşturup damlacıkların deformasyonunu zorlaştırdığını göstermektedir. Elde edilen emülsiyonlar yöntem açısından karşılaştırıldığında ise viskozite değerlerine paralel olarak mikroakışkan cihazı ile elde edilen emülsiyonların koloit değirmen ile elde edilenlere göre daha yüksek viskoz ve elastik modülüz değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir.

Şekil 59 ve Şekil 60’de $\frac{1}{4}$ oranında yağ / su oranına sahip emülsiyonlara ait akış grafikleri verilmiştir. Grafiklerde görülebileceği gibi yağ miktarının azalmazıyla genel olarak viskozite değerleri Şekil 50 ve Şekil 51’de verilen değerlere göre düşmüştür. Akış kurveleri yine 1/1 oranında yağ/su oranına sahip olan örnekler gibi Herschel-Bulkley modeline uygun olmuşlardır. Bu modele ait hesaplanan parametreler Şekil 61, Şekil 62 ve Şekil 63’de verilmiştir. Şekil 64, Şekil 65, Şekil 66 ve Şekil 67’de elma lifi kullanılarak hazırlanmış olan emülsiyonlara ait viskoelastik özellikler gösterilmektedir. 1/1 oranında yağ/su oranına sahip olan örneklerden farklı

olarak viskoz modülüz değerleri elastik modülüz değerlerine göre daha düşük olmuştur (% 3 lif içeren örnek hariç).

Çalışmamızın bu döneminde elma liflerine ek olarak nano boyutlara indirilmiş domates ve portakal lifleri de emülsiyon kararlılığına etkileri bakımından incelenmişlerdir. Şekil 68 ve Şekil 69'da 1/1 oranında yağ / su oranına sahip olan domates lifleri ile stabilize edilmiş emülsiyonlara ait akış grafikleri verilmiştir. Elma lifleri ile benzer şekilde elde edilen akış eğimleri Herschel-Bulkley modeline uygun bir şekilde oluşmuşlardır. Ancak domates lifleri ile elde edilen emülsiyonlar benzer elma liflerine göre daha göreceli olarak daha viskoz olmuşlardır. Domates lifleri ile elde edilen emülsiyonların Herschel-Bulkley modeline göre modellenen parametreleri Şekil 70, Şekil 71 ve Şekil 72'de verilmiştir. Domates lifleri özellikle %2 ve %3 oranında eklendiğinde önemli oranda yield stres değerleri vermiştir. Şekil 71'de verilen kıvam indeks değerleri de lif eklenmesiyle önemli miktarlarda artış göstermiştir. Bu örneklere ait viskoelastik ölçümler ise Şekil 73, Şekil 74, Şekil 75 ve Şekil 76 da verilmiştir. Elma liflerine benzer olarak artan lif miktarıyla liflerin elastik özellikler artmış bu da kararlılıklarını etkileyen önemli bir faktör olmuştur.

Emülsiyonların kararlılığı emülsiyonu oluşturan damlacıkların şekillerini sürekli su fazının içinde bozulmadan durmasıyla ilgilidir. Yağ damlacıklarının birbirlerine yapışmaları (floküle) ve daha sonra birleşerek (koalesens) yoğunluk farkı sonucu yüzeye doğru hareket etmeleri (kremleşme) emülsiyon özelliklerini bozan bir durumdur. Bu süreç emülsiyonun özelliğine göre çok uzun (yıllar) veya çok kısa (dakika) olabilir. Bu çalışmada emülsiyonların kararlılığı yakın kızıl ötesi geçirgenlik tekniği prensibi ile çalışan "Lumisizer" cihazı ile belirlenmiştir (Şekil 86). Özel olarak dizayn edilmiş bir santrifüj, yakın kızılötesi ışık kaynağı ve sensörlerden oluşan bu sistemde santrifüj kuvveti altında hareket eden fazlar arasındaki sınır (arafaz) mikrometre

hassasiyetinde ölçülebilmektedir. Şekil 87’de verilen düzeneğe göre çalışan bu sistemde emülsiyon kararlılığı santrifüj sırasında ayrılan yağ su fazlarının geçirgenliğini takip ederek ölçmektedir. Şekil 88’de tipik bir emülsiyon örneği için elde edilmiş geçirgenlik grafikleri verilmiştir. Bu şekilde A, B ve C olarak üç kısımda verilmiş olan grafiklerde A’dan C’ye ilerledikçe zaman artmaktadır. Örneğin Şekil 88 A’da verilmiş olan grafikte tüpün içindeki kırmızı kısım emülsiyonu tarif etmekte, tüpün sonuna doğru olan mavimsi kısım ise su fazını göstermektedir. Emülsiyon örneklerini içeren tüplerin Şekil 87’de gösterilen ok yönünde 3500 devir/dakika hızla santrifüj edilmeleri sonucunda göreceli olarak daha yüksek yoğunluğa sahip olan su fazı ayrılmış ve tüpün alt kısmında toplanmıştır. Opak bir görünüme sahip olan emülsiyonun kıvılcık ötesi ışık geçirgenliği çok küçük iken, su fazının geçirgenliği artma göstermektedir. Bu durum Şekil 88A ve Şekil 88C karşılaştırıldığında, artan zamanla birlikte, Şekil 88C’de çok daha büyük bir kısmın geçirgen olması gözlemlenmiştir. Bu su fazının tüpün alt kısmında toplanma hızı ise emülsiyonların kararlılıkları ile ilgilidir, bir örnek ne kadar hızlı bir şekilde Şekil 2A’dan Şekil 88C’ye giderse o kadar kararsızdır.

Şekil 89’da 1/4 ve 1/1 oranında yağ/su oranına sahip olan emülsiyonların Lumisizer cihazında 3500 devirde yapılan ayırma sonucu oluşan faz ayrımları görülmektedir. Üst tarafta oluşan beyaz tabaka yağ damlacıklarının koalesens olup kremlenmelerini göstermektedir. Bu ayırma sırasında elde edilen grafikler de Şekil 89’da verilmiştir. Göreceli olarak daha fazla su içeren örnek daha hızlı bir şekilde krem tabakası oluşturmuş ve daha geniş bir geçirgen sürekli faz yani su fazı ortaya çıkmıştır. Şekil 90’de 1/4 oranında yağ/su içeren ve domates lifleri ile stabilize edilmiş emülsiyonlara ait resimler verilmiştir. Santrifüj kuvveti altında oluşan faz ayrımları lif içermeyen örneğe oranla çok daha yavaş ve küçük miktarda gerçekleşmiştir. Artan domates lifi miktarıyla da faz ayrımı küçülmüştür. Oluşan krem tabakasında domates liflerinin bulunması bu

liflerin yağ damlacıkları etrafına yerleştiğini ve bu damlacıklar ile birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Şekil 91’de aynı örneklerin Lumisizer cihazı ile elde edilmiş grafikleri verilmiştir. Lumisizer sonuçları artan lif miktarı ile geçirgen alan kısmındaki düşüşü açıkça ortaya koymaktadır. Benzer bir çalışma da elma lifleri ile yapılmıştır. Şekil 92’ de görülebileceği gibi elma lifleri kullanıldığında ayrışma kremleşme ve sedimentasyon biçiminde gerçekleşmiştir. Bu durum Lumisizer grafiğinde (Şekil 93) domates grafiğinden farklı olarak orta kısımda geçirgen bir su fazının oluşmasına neden olmuştur. Bu durum elma liflerinin domates liflerine oranla yağ damlacıkları ile daha sınırlı bir etkileşim içinde olduğunu göstermektedir.

Emülsiyonlardaki yağ oranı arttıkça stabilitelerinde de arttığı bilinmektedir. Bu durum Şekil 94’de 1/1 oranında yağ / su oranına sahip domates lifi içeren örnekler için açıkça görülmektedir. Şekil 94’deki resimler Şekil 90’de ki resimler ile karşılaştırıldığında artan yağ miktarının neden olduğu değişiklik görülebilmektedir. 3500 devirdeki ayrışma işlemi sonucunda 1/1 oranında yağ / su oranına sahip örneklerin dip kısmında göreceli olarak küçük faz ayrımları gözlenmiştir. Kararlı bir emülsiyonun Lumisizer grafiği ise Şekil 95’de verilmiştir. Elma liflerinde ise durum farklı gelişmiştir. %1 ve %2 oranında lif içeren örnekler kremleşme ve sedimentasyon gözlenmesine rağmen %3 lük örnek kremleşme nispi olarak daha az olmuştur (Şekil 96). Lumisizer grafiklerinde ışık geçirgenliğinin hızlı bir şekilde artması o emülsiyonun kararsız olduğunu göstermektedir. Toplam geçirgenlik yüzdelerinin zamana göre değişimini gösteren grafikler ise Şekil 97-Şekil 101 arasında verilmiştir. Şekil 97’de Domates ve elma liflerine ve 1/1 oranında yağ / su oranına sahip örneklerin ait kararlılık doğruları verilmiştir. Yüksek yağ içeren örnekler genel olarak kararlı olmaları ile birlikte %3 oranında lif içeren örneklerde ayrışma son derece sınırlı olmuştur. Bu durum en alttaki nispeten düşük eğimli düz çizgiler ile gösterilmektedir. Şekil 98’de verilen yüksek eğimli toplam geçirgenlik doğruları ise emülsiyonların daha az kararlı

olduklarını göstermektedir. Toplam geçirgenliğin zamana göre grafiği yani faz ayırım hızı verileri toplu halde Şekil 101’ de verilmiştir. Bu grafikte yüksek olan değerler (yüksek eğim) o emülsiyonun daha az kararlı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalarda ortaya konan bir diğer önemli sonuçta mikroakışkan cihazı ile elde edilen emülsiyonların son derece kararlı olmalarıdır.

Çalışmamızın bu aşamasında elde edilen yüksek su tutma özelliklerine sahip liflerin emülsiyonlarda kullanımına ait denemelere devam edilmiştir. Bu amaçla su içinde yağ (1 kısım yağ 4 kısım su yada 1/4 su/yağ oranı) ve eşit oranda yağ su (1/1 yağ/su oranı) içeren örnekler hazırlanmış ve bu örnekler fiziksel özellikler bakımından incelenmiştir. Emülsiyonların oluşturulması için iki farklı metot kullanılmıştır. İlk metotta, koloit değirmen adı verilen cihaz kullanılarak oluşturulan emülsiyonlar bir hazne içine yerleştirilen yağ, su ve diğer malzemelerin 10000 devirde 5 dakika boyunca karıştırılmasıyla oluşturulmuştur. İkinci metotta ise emülsiyonlar mikro-akışkan cihazı kullanılarak 1250 bar basınç altında oluşturulmuşlardır. Yapılan ışık mikroskobu çalışmaları sayesinde artan mikro ve nano lif miktarının özellikle oluşan damlacık boyutlarında önemli küçülmelere neden olduğu bulunmuştur. Bu sonucun elde edilen nano boyuttaki liflerin yağ ve su fazı arasındaki ara yüz gerilimini düşürmesinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Bu dönemde ise Malvern Partikül analiz cihazı ile elde edilen sonuçlar ışık mikroskobu ile elde edilen sonuçları doğruladığı bulunmuştur. Şekil 102’de iki ayrı metot kullanılarak elde edilen emülsiyon örneklerinin partikül boyut dağılımları verilmiştir. 1/4 oranında yağ\su içeren örneklerde mikro-akışkan cihazı ile elde edilen emülsiyonların homojenizasyona göre çok daha küçük olduğu bulunmuştur. 1250 bar basınç altında oluşturulan emülsiyonların damlacıkları 100 nano metreler mertebesinde iken homojenizasyonda mikrometreler düzeyindedir. Şekil 103’de ise 1\1 oranında yağ\su içeren örneklere ait partikül boyut dağılımları verilmiştir. Bu örneklerde de iki metodun farkı açıkça ortaya konmuştur. Şekil

104'de ise %1 oranında yüksek su tutma kapasitesine sahip elma posası nano liflerinin partikül boyut dağılımları verilmiştir. Lif içeren örneklerde de metotlar arası fark büyük olmuştur. Şekil 105, Şekil 106, Şekil 107 ve Şekil 108'de ise sırasıyla elma posası, domates posası, portakal posası ve mısır kepeğinde elde edilen nano liflerin emülsiyonların partikül boyut dağılımlarına etkileri gösterilmiştir. Şekil 105'de %1, %2, ve %3 oranında elma posasından elde edilen nano lifler içeren emülsiyonların partikül boyut dağılımları verilmiştir. Bu grafikten açıkça görülebileceği gibi artan lif miktarı emülsiyonların partikül boyutlarında küçülmelere neden olmuştur. Yukarıda da açıklandığı gibi küçülen damlacık boyutu elde edilen nano boyutta liflerin yağ ve su fazı arasındaki ara yüz gerilimini düşürdüğünü göstermektedir. Bu çalışmada üretilmiş olan lifler boyut olarak çok ince olmaları onların su fazından her hangi bir çökelmeye uğramadan askıda durmalarına ve su-yağ ara yüzünde gerilimi düşürmelerine neden olmaktadır. Arayüz gerilimindeki düşüşe ek olarak devamlı fazdaki lif miktarının artışı disperse durumdaki yağ damlacıkları arasında yer alan film tabakanın daha elastik bir yapıya sahip olmasına neden olmaktadır. Ayrıca damlacıklar arasında yer alan film tabasının kuvvetli ve elastik bir yapıya sahip olması bu film tabakasının yırtılmasını da engellemekte ve emülsiyon kararlılığını arttırmaktadır. Şekil 106, Şekil 107 ve Şekil 108 verilen domates, portakal ve mısır lifleri kullanılarak elde edilen emülsiyonlarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yani artan lif miktarı ile damlacık boyutunda düşme gözlenmiştir. Şekil 109' de ise elde edilen nano liflerin kullanıldığı emülsiyonlara ait ortalama partikül boyutları verilmiştir. Açıkça görülebileceği gibi artan lif miktarı emülsiyonu oluşturan damlacıkların ortalama boyutlarını düşürmüştür. Bu durum kullanılan her lif çeşidi içinde benzer olmuştur fakat elma ve portakal liflerinde bu düşüş domates ve mısır liflerine göre biraz daha fazla olmuştur. Partikül boyut dağılımlarında bir başka önemli bilgi olan medyan (orta) değerinde de ortalama değere benzer sonuçlar elde edilmiştir. 1\4 oranında

yağ\su içeren örnekler için medyan değerlerinin lif miktarına ve çeşidine gör değişimleri Şekil 110' da gösterilmiştir. Şekil 111 ve Şekil 112 de ise 1\1 oranında yağ\su içeren örneklere ait ortalama partikül boyutu ve medyan değerleri verilmiştir. Şekil 109 ve Şekil 110'da verilen grafiklere benzer sonuçlar elde edilmiştir fakat ortalama ve medyan değerleri 1\4 oranında yağ\su içeren örneklere göre biraz daha büyük olmuşlardır. Yukarıda elma ve domates lifleri kullanılarak üretilmiş olan emülsiyonlara ait kapsamlı bir reolojik analiz verilmişti. Bu kısımda ise benzer bir çalışma portakal ve mısır lifleri için yapılmıştır. Daha önce belirtildiği üzere emülsiyonların reolojik özellikleri hem temel hem de uygulama bakımından oldukça önemlidir. Temel olarak bu özellikler devamlı fazın viskozitesine, emülsiyonları oluşturan damlacıkların boyutuna ve sayısına, bu damlacıkları deforme olabilmesine ve damlacıkları arasındaki etkileşime bağlıdır. Osilasyon ve akış deneyleri genel olarak emülsiyonların reolojik özelliklerinin tayini için kullanılmaktadır. Yüksek viskozite ve elastik bir yapı emülsiyonun daha kararlı bir yapıya sahip olmasını sağlayacağından istenen özelliklerdir. Portakal posasından elde edilmiş nano liflerin kullanıldığı emülsiyonların akış özelliklerinin tanımlanması için Herschel-Bulkley modeli kullanılmıştır. 1\4 ve 1\1 oranında yağ\su içeren örneklere ait akış kurveleri mikro-akışkan ve homejnizasyon yöntemleri için Şekil 113 ve Şekil 114'de verilmiştir. Daha önce denen liflere benzer olarak artan lif miktarı ile birlikte görünür viskozitelerde önemli artışlar olmuştur. Herschel-Bulkley modeline ait minimum akış gerilimi (σ yield stres), kıvam indeksi (η) ve n akış davranış indeksi parametrelerinin eklenen portakal nano lifleri ile nasıl değiştiği ise Şekil 116 ve Şekil 117'da verilmiştir. Lif miktarının emülsiyonların reolojik özelliklerine son derece fazla etki yaptığı gözlenmiştir. Bir önceki kısımda belirtilen çalışmalara paralel olarak üretilen emülsiyonların viskoelastik özellikleri de çalışılmış artan nano portakal lifi miktarının özellikle elastik modülüz değerlerini önemli miktarda arttırdığı gözlenmiştir. Bu durum her iki emülsiyon

hazırlama yönteminde de (mikro akışkan ve homjenizasyon) gözlenmiştir (Şekil 118, Şekil 119, Şekil 120, Şekil 121). Bu sonuç liflerin özellikle yağ damlacıklarının yüzeyine yerleştiğini ve elastik bir bariyer oluşturup damlacıkların deformasyonunu zorlaştırdığını göstermektedir. Elde edilen emülsiyonlar yöntem açısından karşılaştırıldığında ise viskozite değerlerine paralel olarak mikro-akışkan cihazı ile elde edilen emülsiyonların koloit değirmen ile elde edilenlere göre daha yüksek viskoz ve elastik modülüz değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir.

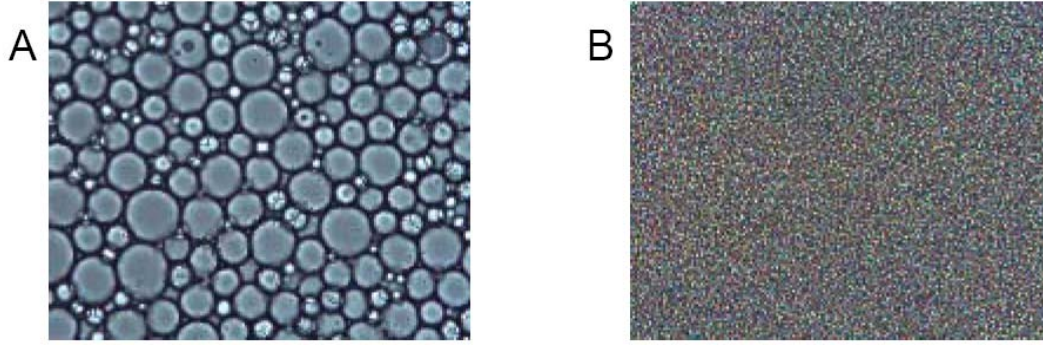
Şekil 122 ve Şekil 123'de $\frac{1}{4}$ oranında yağ / su oranına sahip emülsiyonlara ait akış grafikleri verilmiştir. Grafiklerde görülebileceği gibi yağ miktarının azalmazıyla genel olarak viskozite değerleri Şekil 113 ve Şekil 114'de verilen değerlere göre düşmüştür. Akış kurveleri yine 1/1 oranında yağ/su oranına sahip olan örnekler gibi Herschel-Bulkley modeline uygun olmuşlardır. Bu modele ait hesaplanan parametreler Şekil 124, Şekil 125 ve Şekil 126'de verilmiştir. Şekil 127, Şekil 128, Şekil 129 ve Şekil 130'da portakal nano lifleri kullanılarak hazırlanmış olan emülsiyonlara ait viskoelastik özellikler gösterilmektedir. 1/1 oranında yağ/su oranına sahip olan örneklerden farklı olarak viskoz modülüz değerleri elastik modülüz değerlerine göre daha düşük olmuştur (% 3 lif içeren örnek hariç). Bu durum daha önce denenmiş olan elma ve domates liflerinde de benzer biçimde gözlenmiştir.

Çalışmamızın bu aşamasında nano boyutlara indirilmiş kayısı posası lifleri de emülsiyon kararlılığına etkileri bakımından incelenmişlerdir. Şekil 131 ve Şekil 132'de 1/1 oranında yağ / su oranına sahip olan kayısı lifleri ile stabilize edilmiş emülsiyonlara ait akış grafikleri verilmiştir. Elma ve portakal lifleri ile benzer şekilde elde edilen akış eğimleri Herschel-Bulkley modeline uygun bir şekilde modellenebilmişlerdir. Diğer lifler ile mukayese edildiğinde kayısı liflerinin göreceli olarak daha yüksek viskoziteli emülsiyonlar oluşmasına neden olduğu gözlenmiştir. Kayısı lifleri ile elde edilen emülsiyonların Herschel-Bulkley modeline göre modellenen

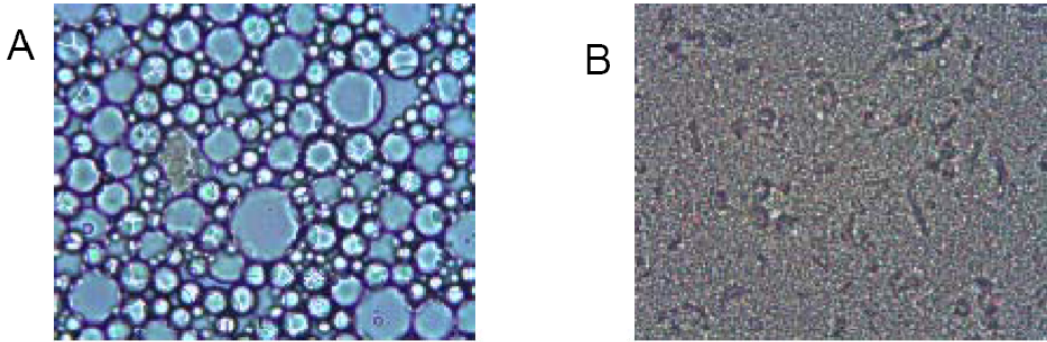
parametreleri Şekil 133, Şekil 134 ve Şekil 135’de verilmiştir. Kayısı nano lifleri eklendiğinde önemli oranda yield stres değerlerinde önemli artışlar gözlenmiştir. Bu örneklere ait viskoelastik ölçümler ise Şekil 136, Şekil 137, Şekil 138, Şekil 139’Şekil 140de verilmiştir. Daha önce denen lifler ile benzer olarak artan lif miktarıyla liflerin elastik özellikleri artmış bu da kararlılıklarını etkileyen önemli bir faktör olmuştur. Şekil 140-Şekil 144 arasında ise 1/4 oranında yağ/su oranına sahip kayısı posasından elde edilen nano lifler ile stabilize edilmiş emülsiyonlara ait akış grafikleri ve model parametreleri verilmiştir.

Daha sonraki aşamada ise Lumisizer cihazı kullanılarak portakal ve kayısı posasından elde edilen nano lifler kullanılarak üretilen emülsiyonların stabilite tayinleri yapılmıştır. Çalışma prensibi bir önceki kısımda açıklanan bu teknik ile santrifüj kuvveti altında hareket eden fazlar arasındaki sınır (arafaz) mikrometre hassasiyetinde ölçülebilmektedir. Şekil 145 ve Şekil 146’de portakal posasından elde edilen nano lifler ile hazırlanan emülsiyonlara ait Lumisizer sonuçları verilmiştir. Daha önce de açıklandığı gibi bu grafiklerde eğimin fazla olması emülsiyonun çabuk bozulduğunu göstermektedir. Grafiklerden açıkça görülebileceği gibi eklenen lif miktarının artmasıyla toplam geçirgenlik olarak adlandırılan grafiklerin eğimlerinde düşme yani emülsiyon stabilitesinde artış olmuştur. Artan yağ miktarı ile de stabiletelerde belirli bir artış gözlenmiştir. Benzer bir çalışma da kayısı posasından elde edilen nano lifler kullanılarak yapılmıştır (Şekil 147 - Şekil 151). Kayısı lifleri portakal ve domates liflerine göre bir miktar daha stabil emülsiyonlar üretilmesine imkan tanımışlardır. Emülsiyon çalışmalarında kullanılan liflerin bir arada değerlendirilmesi ise Şekil 152’de verilmiştir. Faz ayırım hızı olarak verilen sonuçlar emülsiyonlardaki yağ ve su fazlarının santrifüjkuvveti altında ayrılma hızlarıdır. Görülebileceği gibi mikro akışkan cihazı bütün örneklerde homojenizasyona göre çok daha stabil emülsiyonlar üretilmesine olanak sağlamıştır. Özellikle kullanılan lifler %2 ve %3 seviyelerinde olduğunda faz

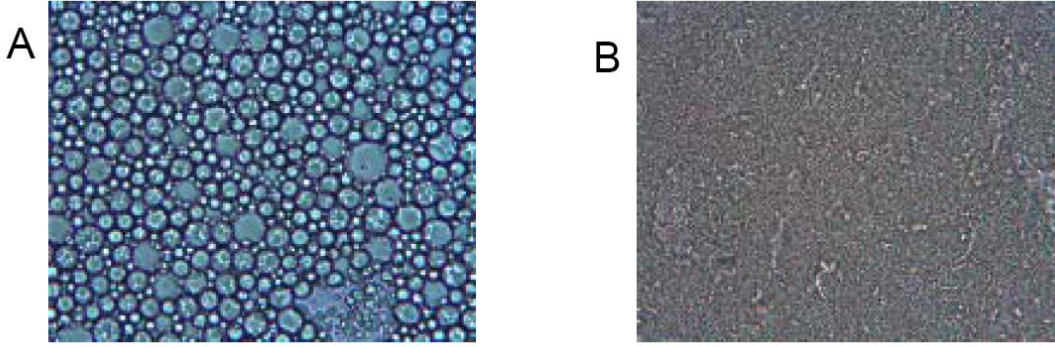
ayrımı yok denecek kadar azdı. Lifler arasında mukayese yapıldığında ise portakal, kayısı ve elma liflerinin hemen hemen benzer bir yapı verdiği gözlenmiştir. Bu durum yukarıda açıklanan su tutma ve reolojik ölçümler ile de açıklanabilir. Kullanılan liflerden en yüksek su tutma ve reolojik özellikler elma, kayısı ve portakal liflerinde elde edilmiştir. Bu durum bu liflerin emülsiyonlardaki sürekli fazın viskozitesini daha etkin arttığı anlamına gelmektedir.



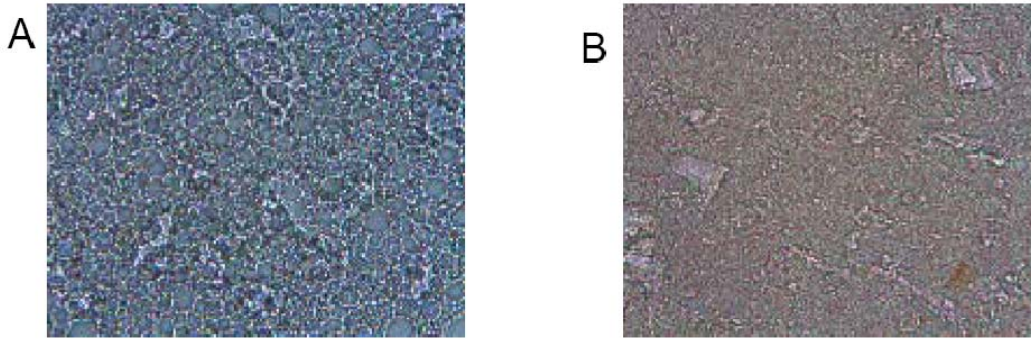
Şekil 42. 1/1 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm'de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış lif içermeyen kontrol, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış lif içermeyen emülsiyon.



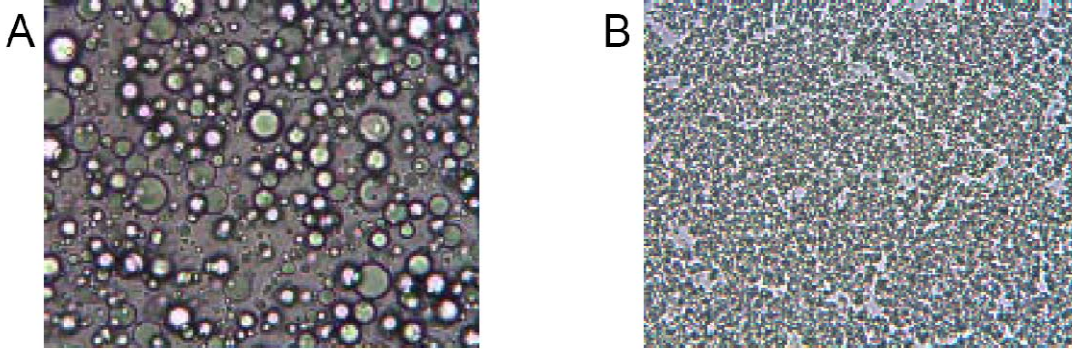
Şekil 43. 1/1 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm'de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %1 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %1 elma lifi içeren emülsiyon.



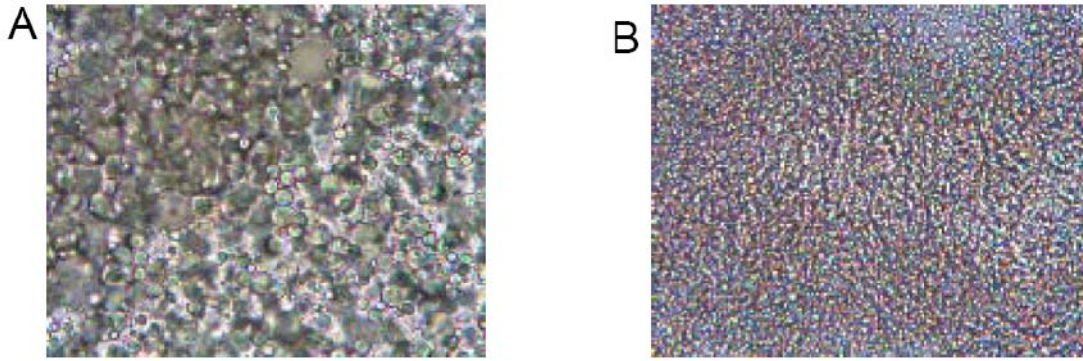
Şekil 44. 1/1 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm'de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %2 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %2 elma lifi içeren emülsiyon.



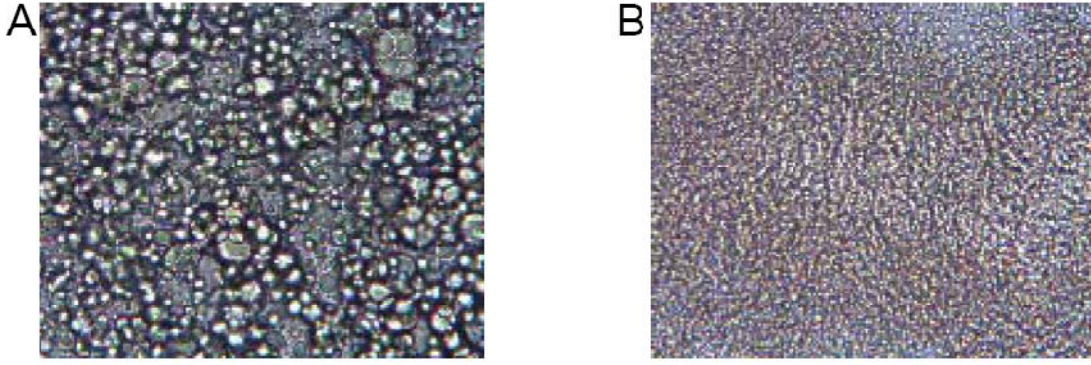
Şekil 45. 1/1 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm'de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %3 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %3 elma lifi içeren emülsiyon.



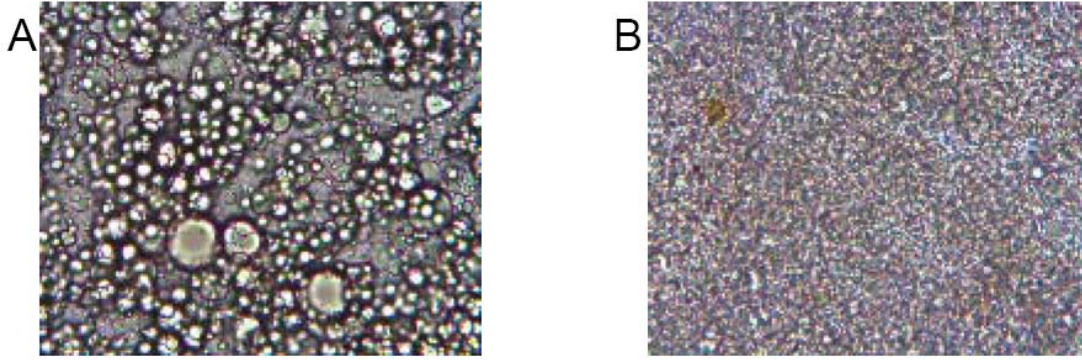
Şekil 46. 1/4 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm'de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış lif içermeyen kontrol, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış lif içermeyen emülsiyon.



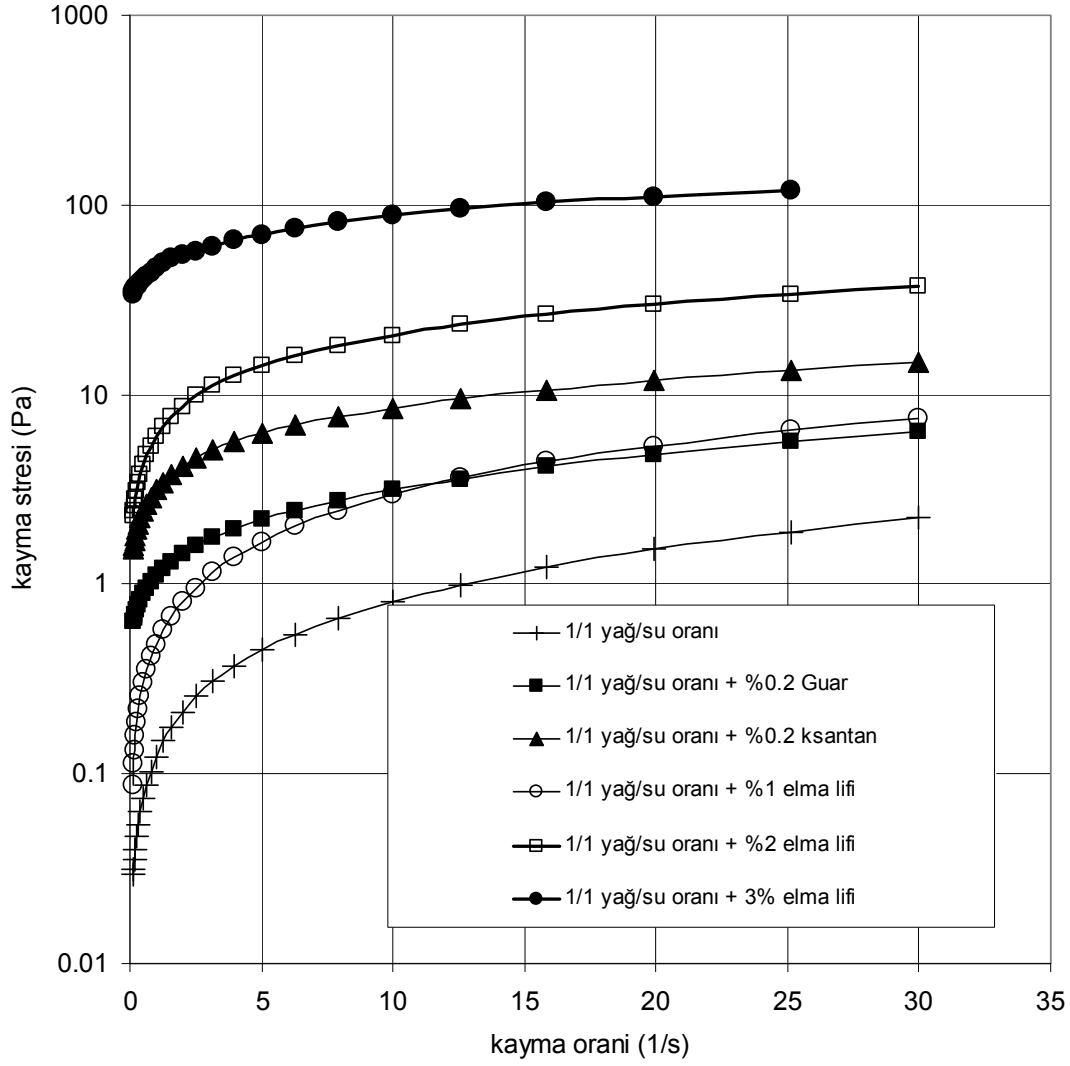
Şekil 47. 1/4 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm'de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %1 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %1 elma lifi içeren emülsiyon.



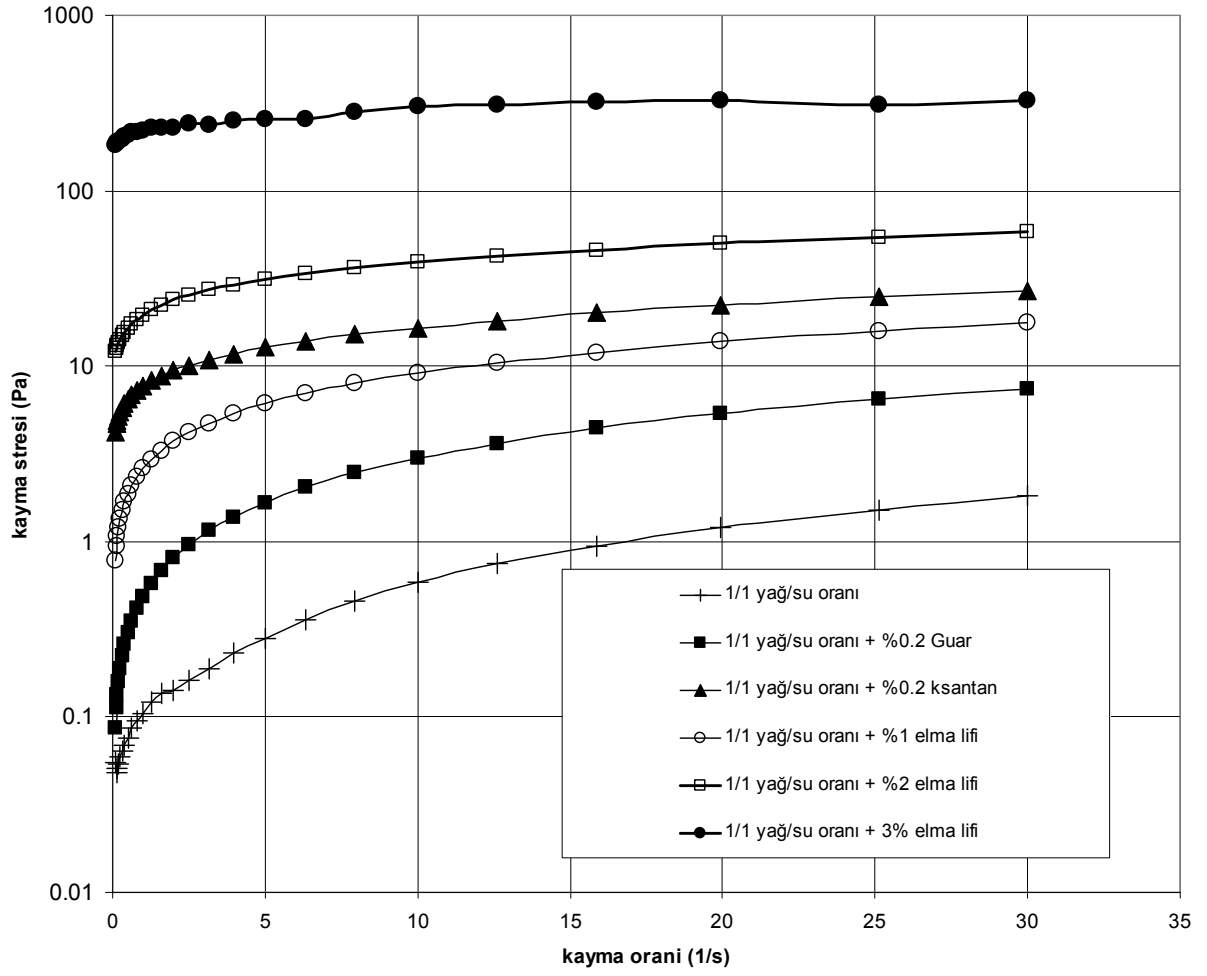
Şekil 48. 1/4 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm'de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %2 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %2 elma lifi içeren emülsiyon.



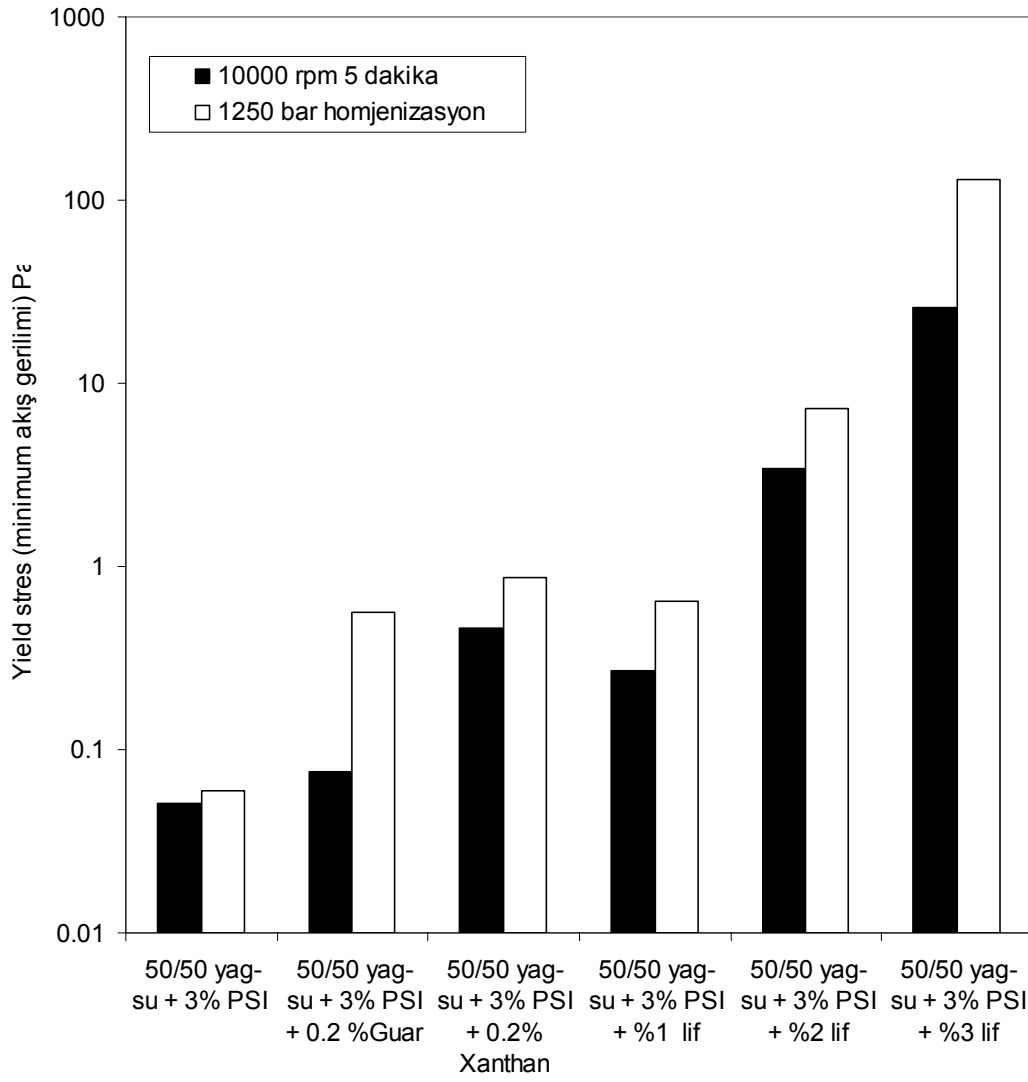
Şekil 49. 1/4 yağ/su oranına sahip örneklerinin 63x büyütülmüş ışık mikroskobu görüntüleri. A: 10000 rpm'de 5 dakika hojenizasyon ile hazırlanmış %3 elma lifi içeren emülsiyon, B: 1250 bar altında mikro-akışkan yöntemi ile hazırlanmış %3 elma lifi içeren emülsiyon.



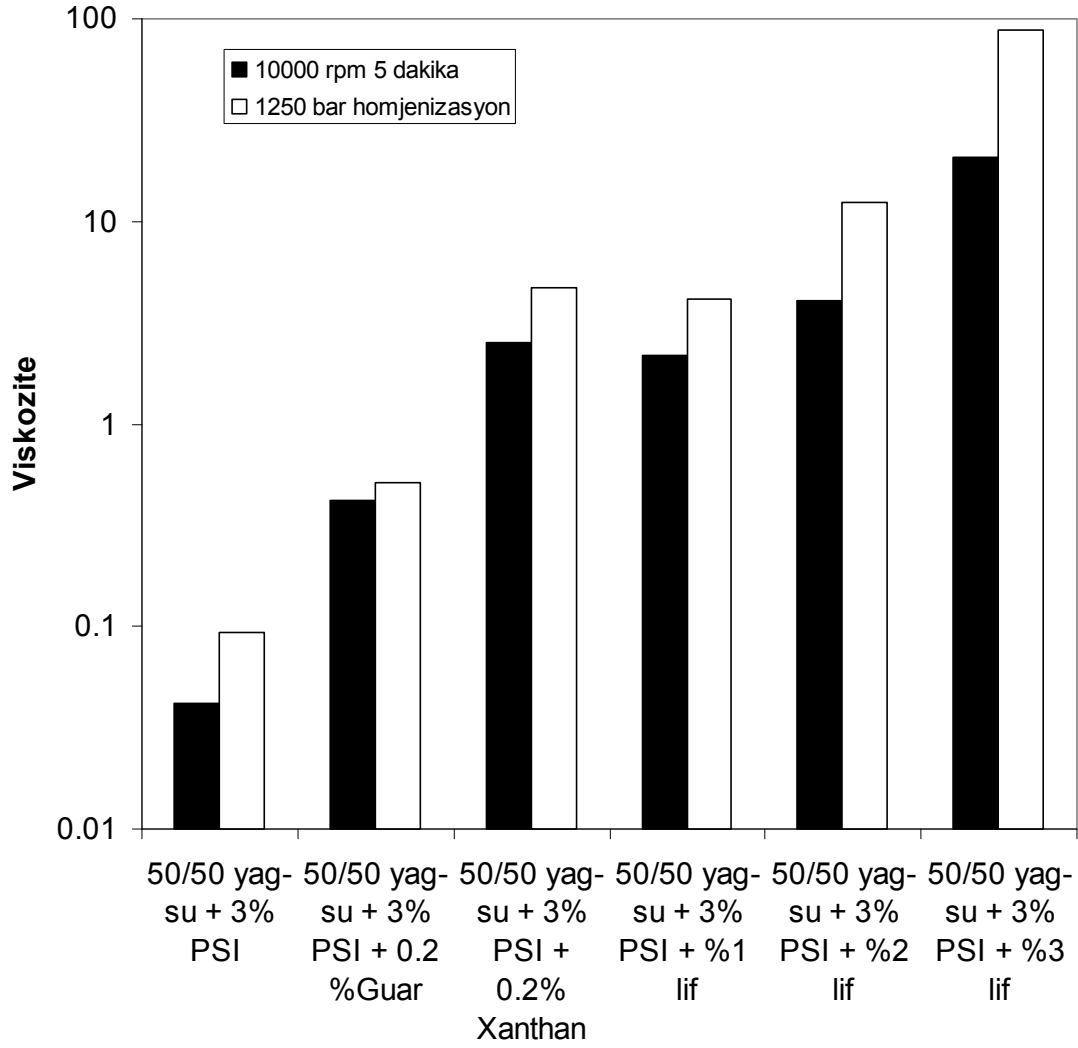
Şekil 50. 1/1 yağ su oranına sahip elma lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



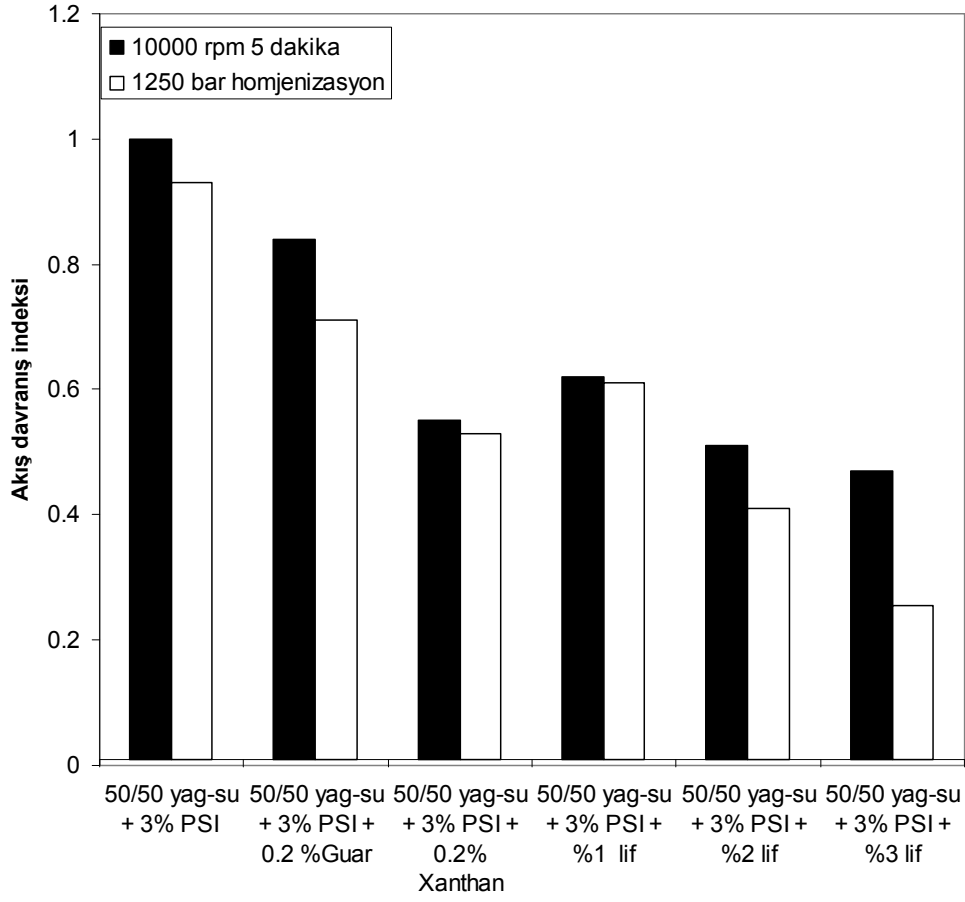
Şekil 51. 1/1 yağ su oranına sahip ve 1250 bar basınç altında mikro akışkan cihazı ile oluşturulmuş emülsiyonların akış kurveleri



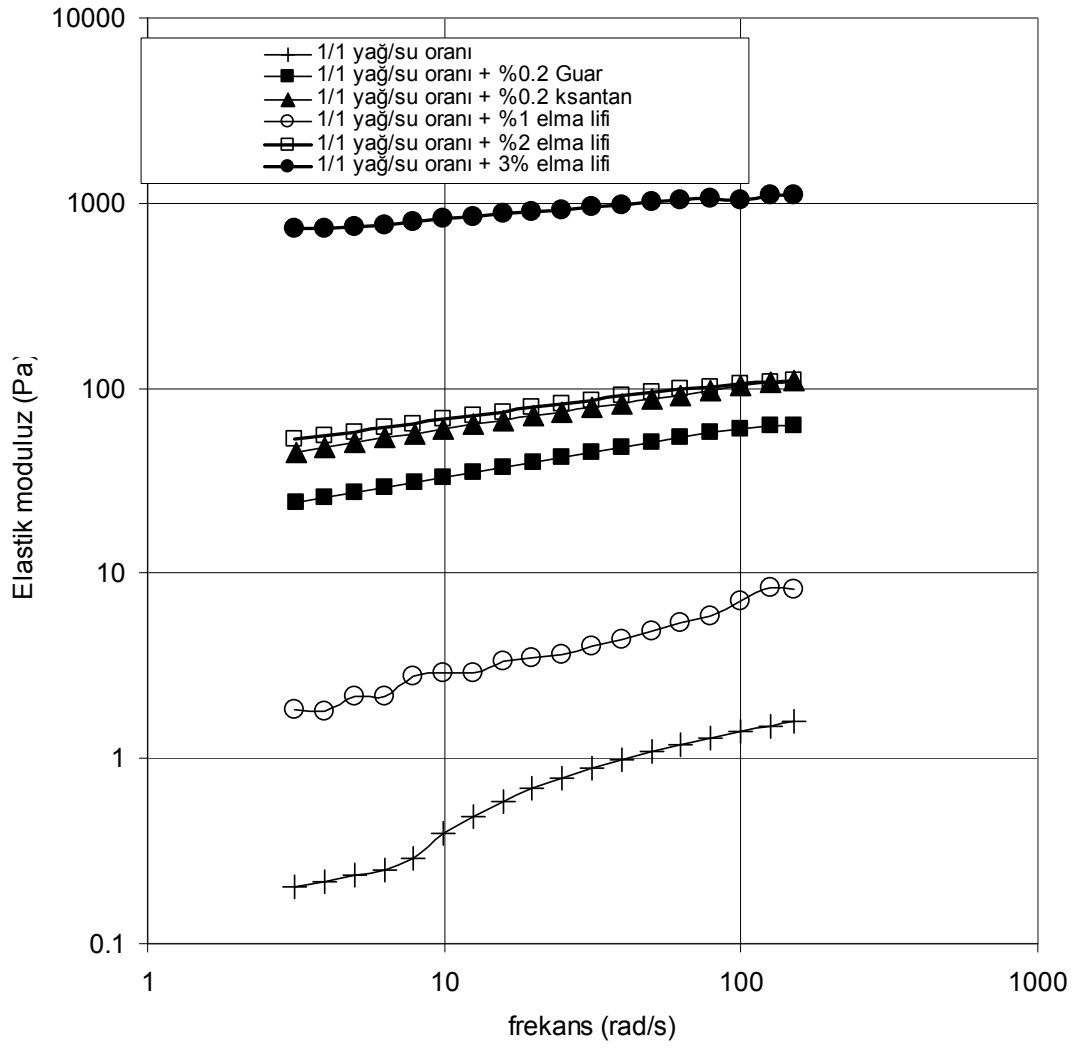
Şekil 52. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri



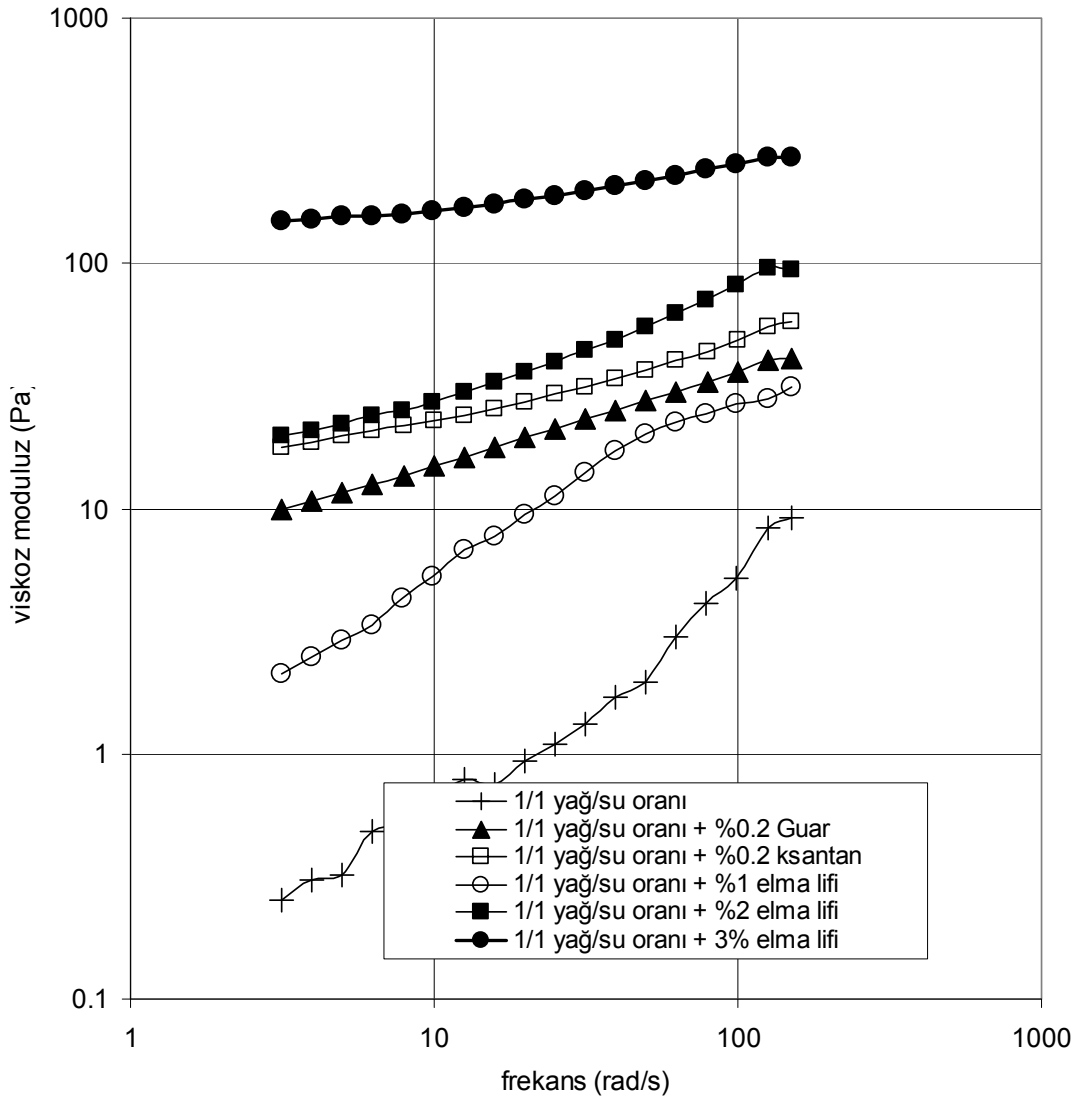
Şekil 53. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların viskozite değerleri



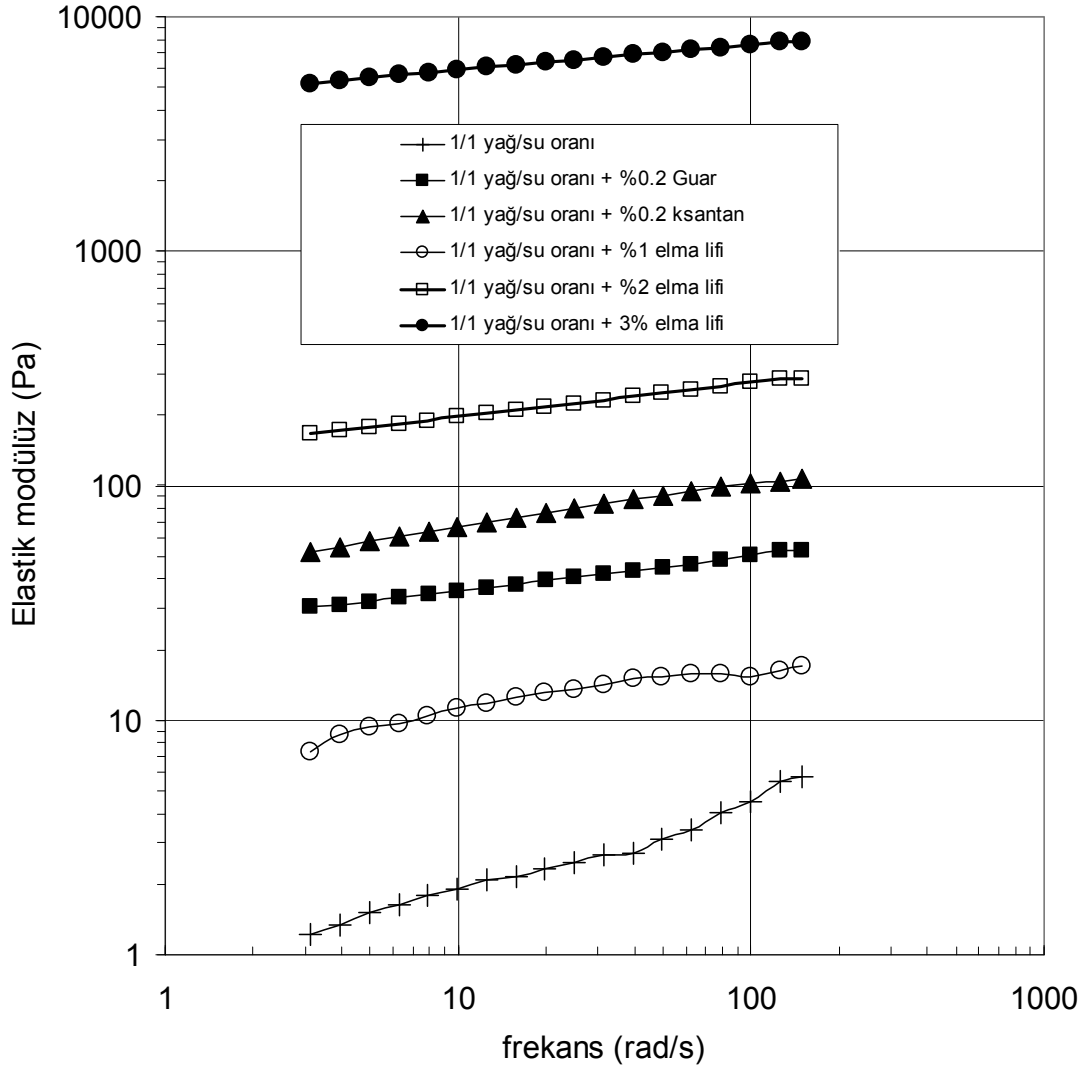
Şekil 54. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri



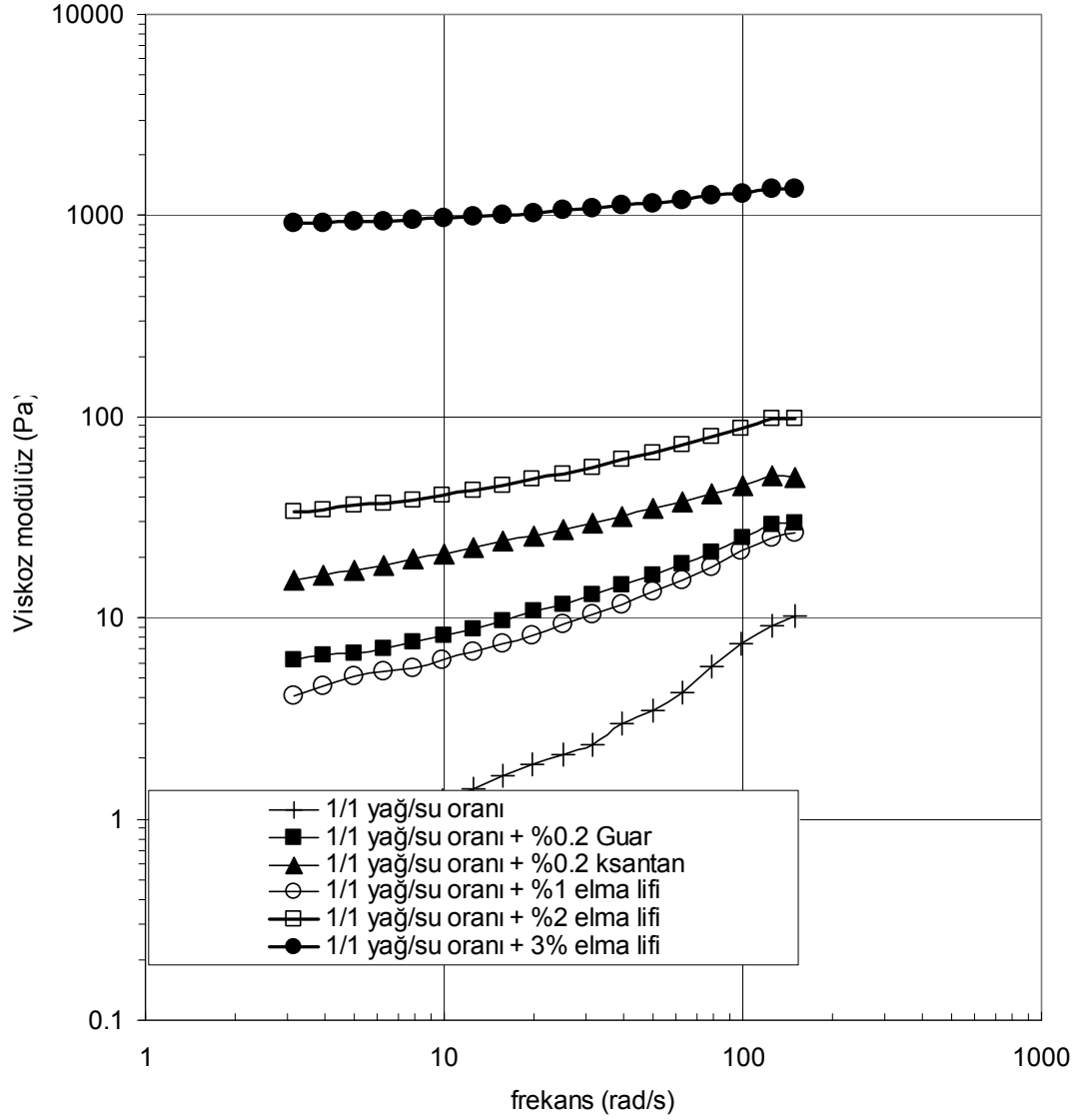
Şekil 55. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri



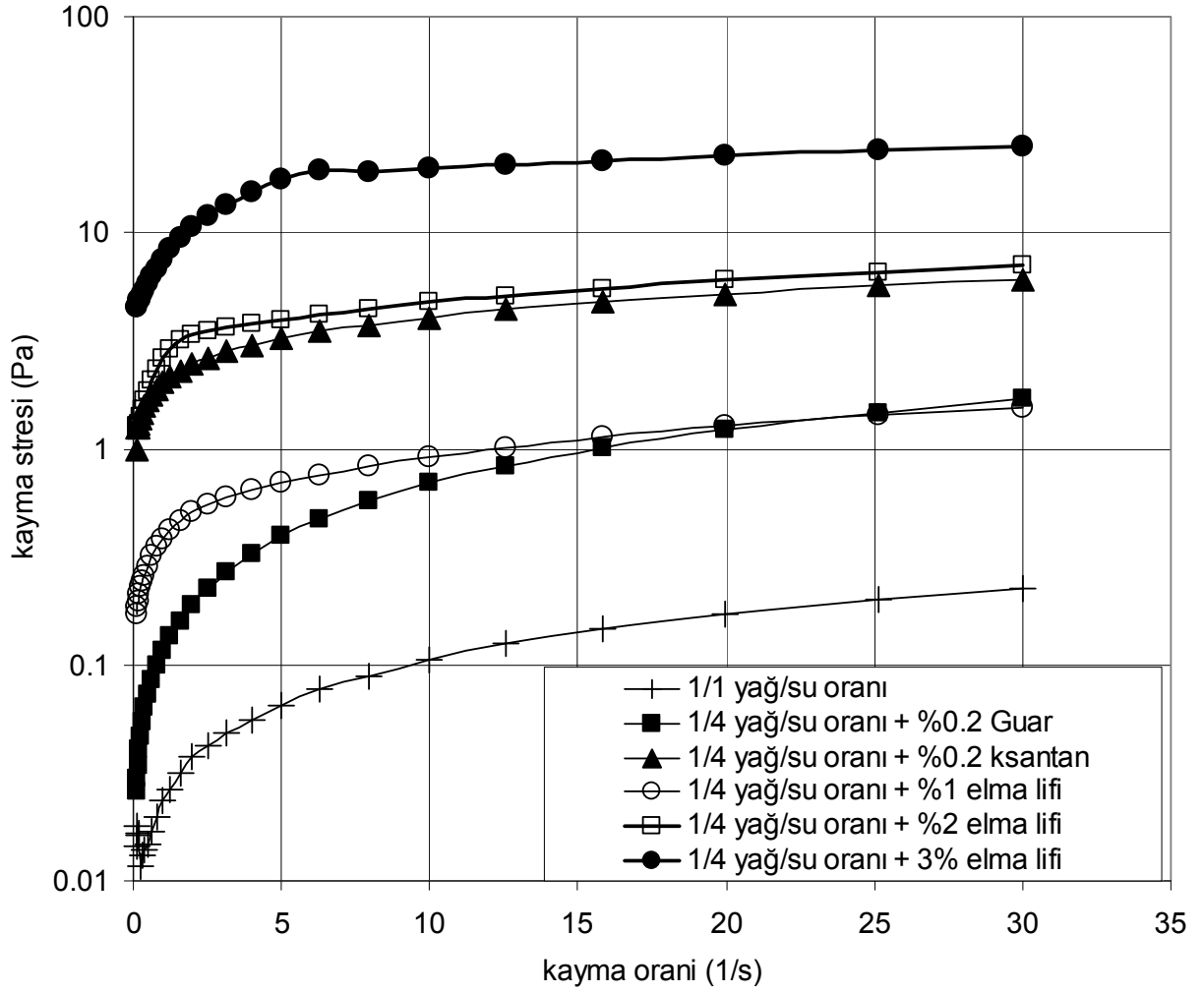
Şekil 56. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



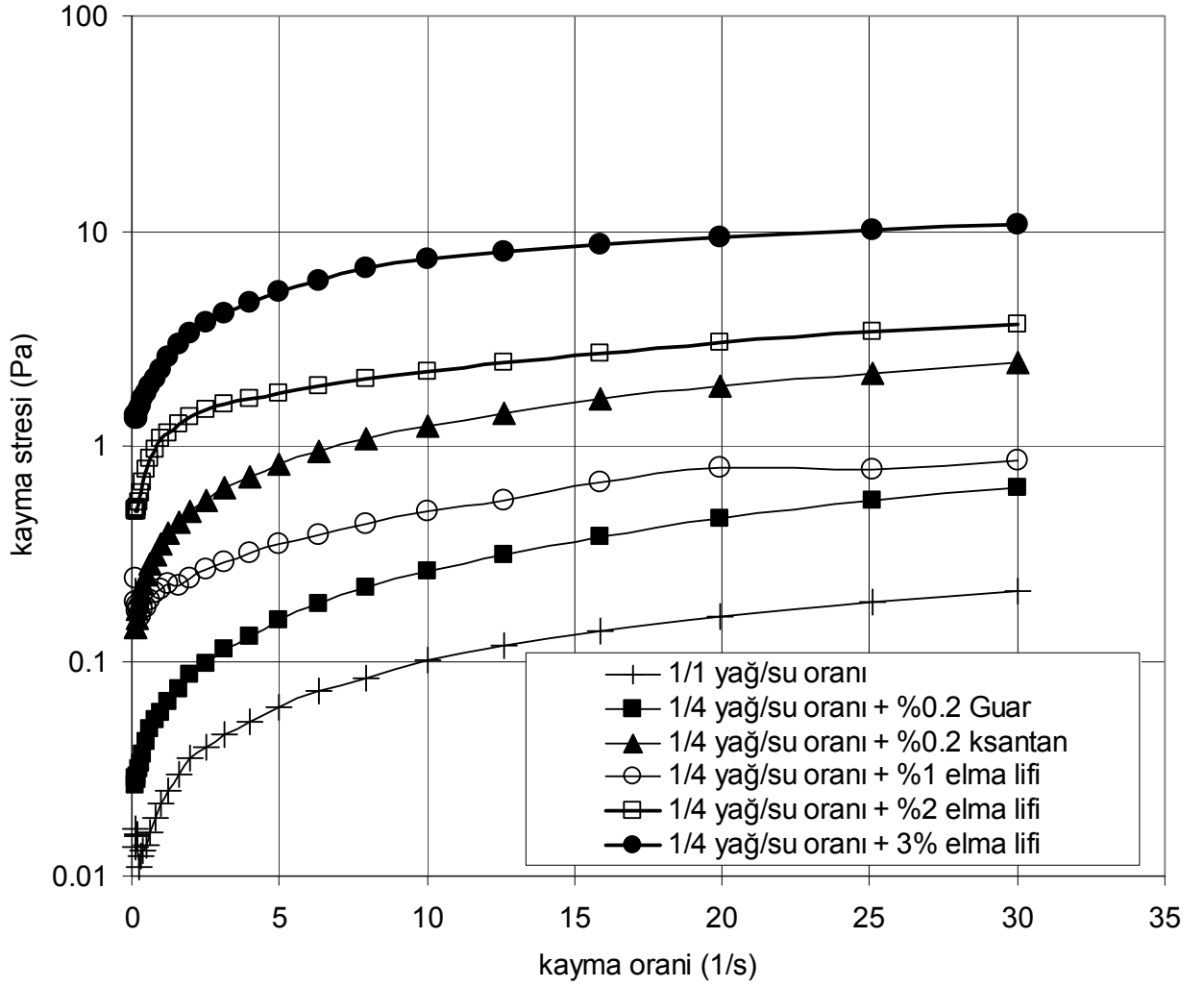
Şekil 57. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri



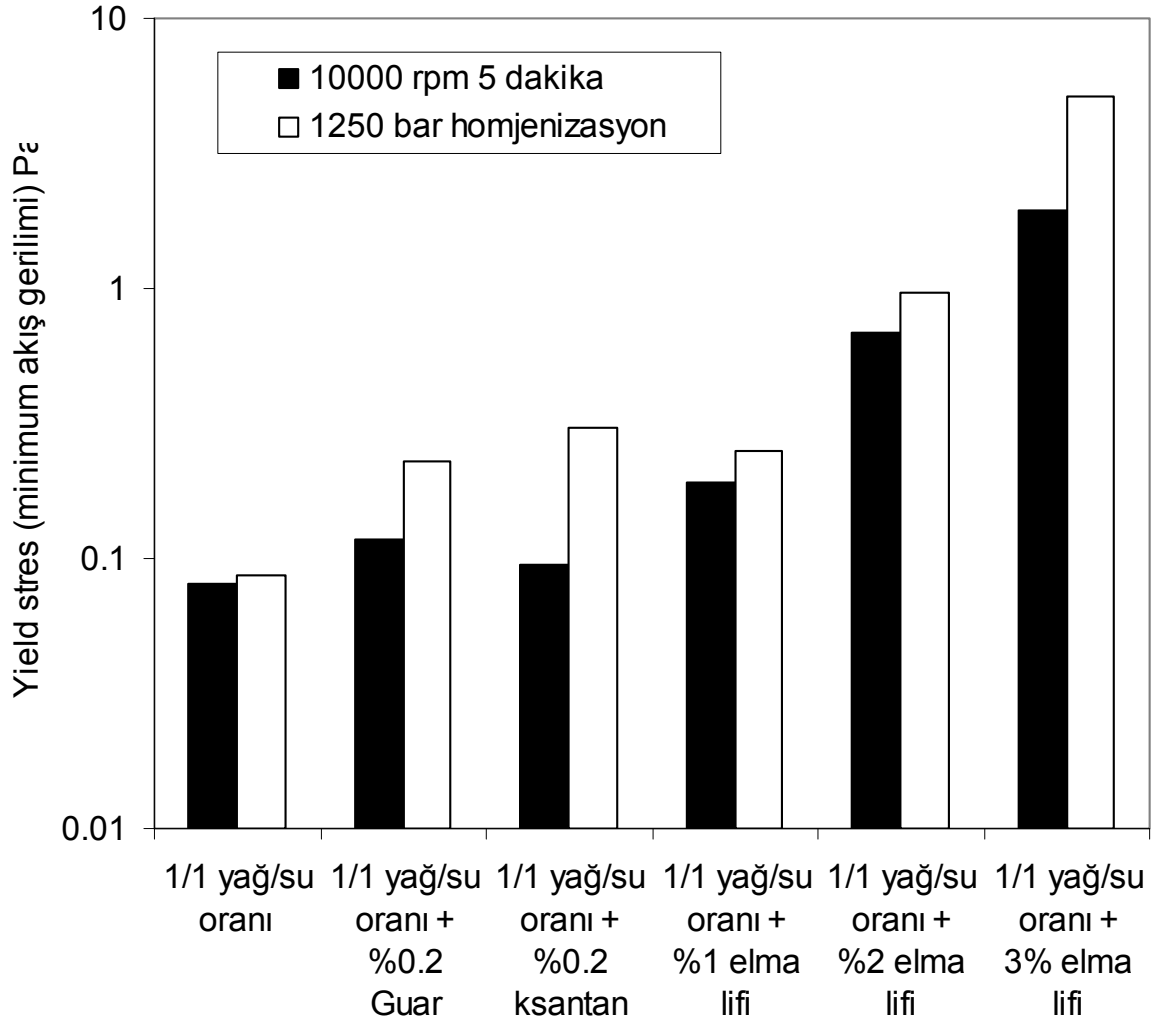
Şekil 58. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



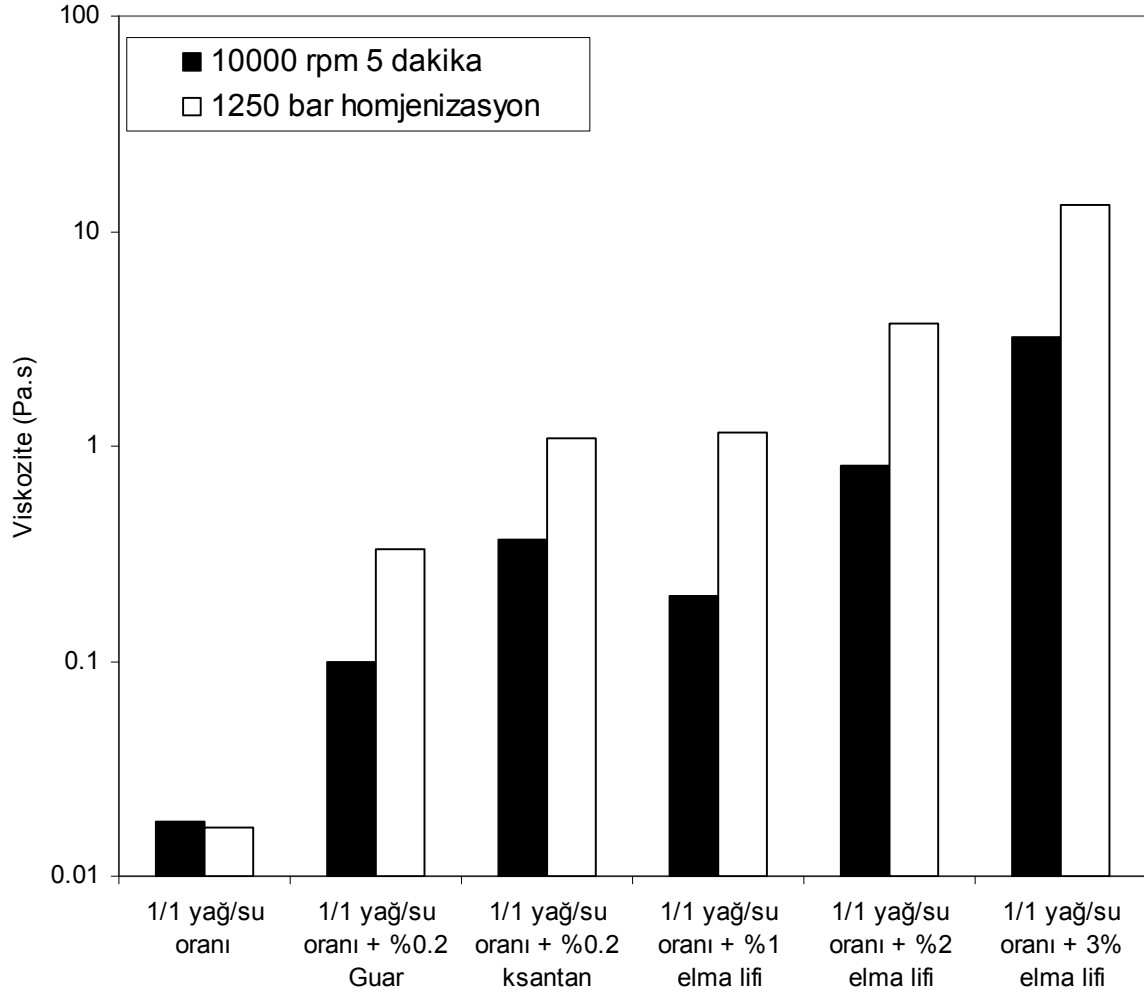
Şekil 59. 1/4 yağ su oranına sahip ve 1250 bar basınç altında mikro akışkan cihazı ile oluşturulmuş emülsiyonların akış kurveleri



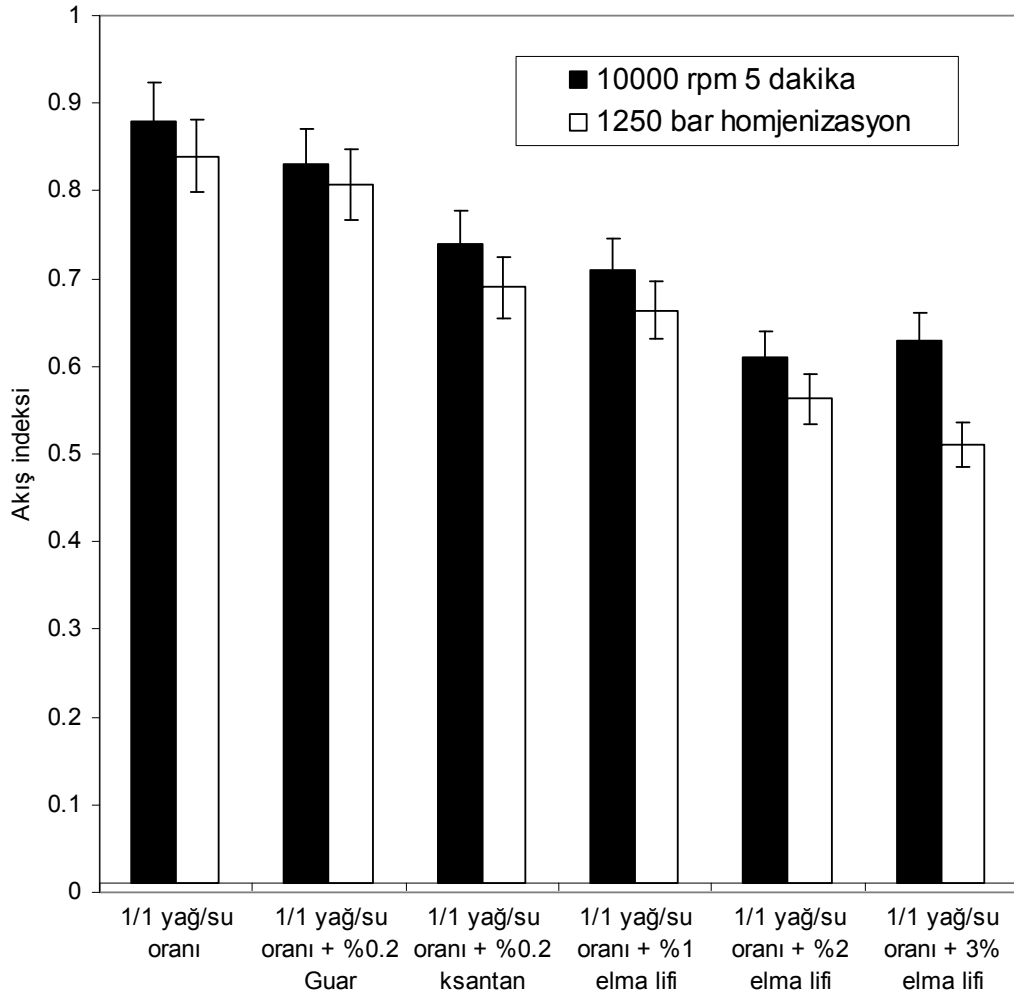
Şekil 60. 1/4 yağ su oranına sahip elma lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



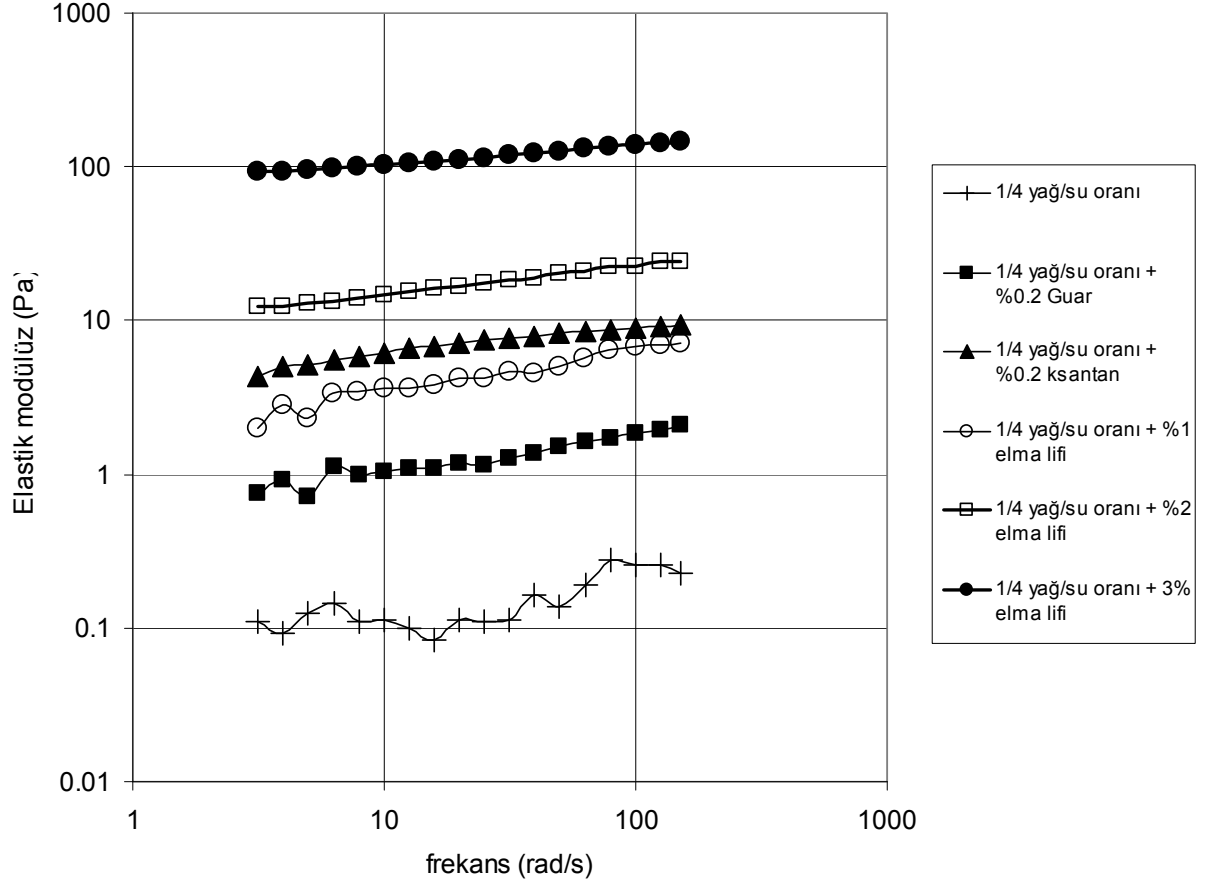
Şekil 61. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve ¼ oranında yağ/ su içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri



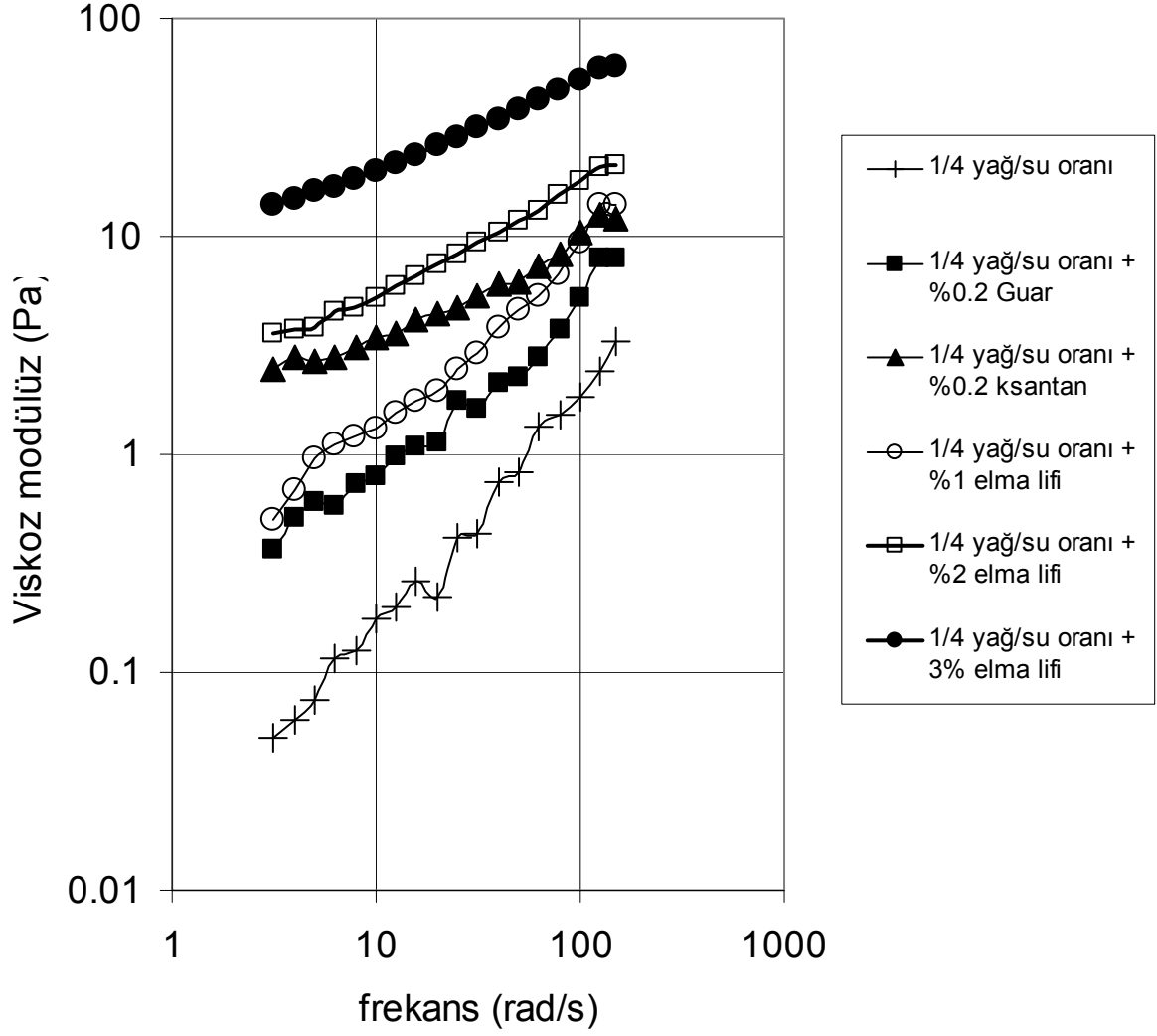
Şekil 62. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve ¼ oranında yağ/ su içeren emülsiyonların viskozite değerleri



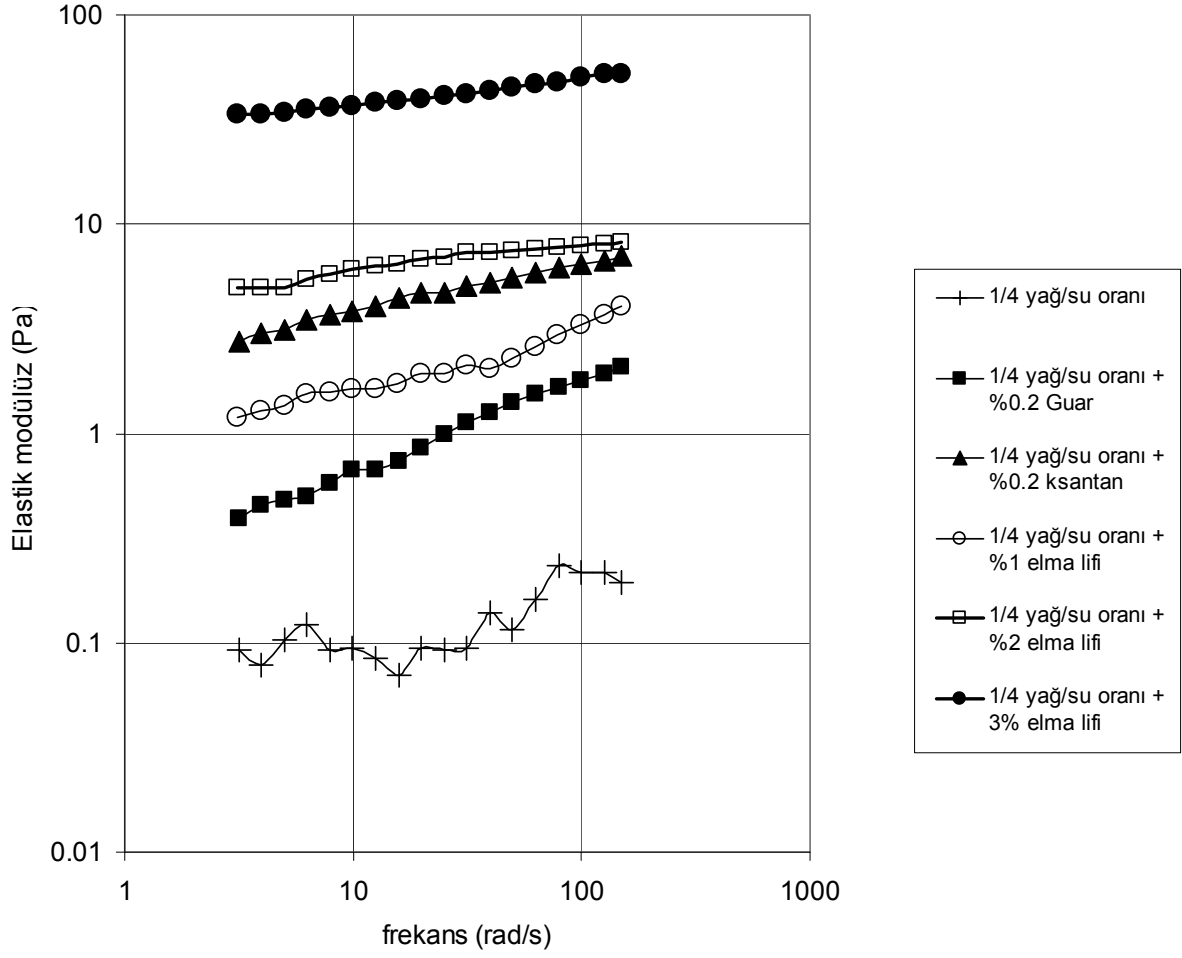
Şekil 63. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve 1/4 oranında yağ/ su içeren emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri



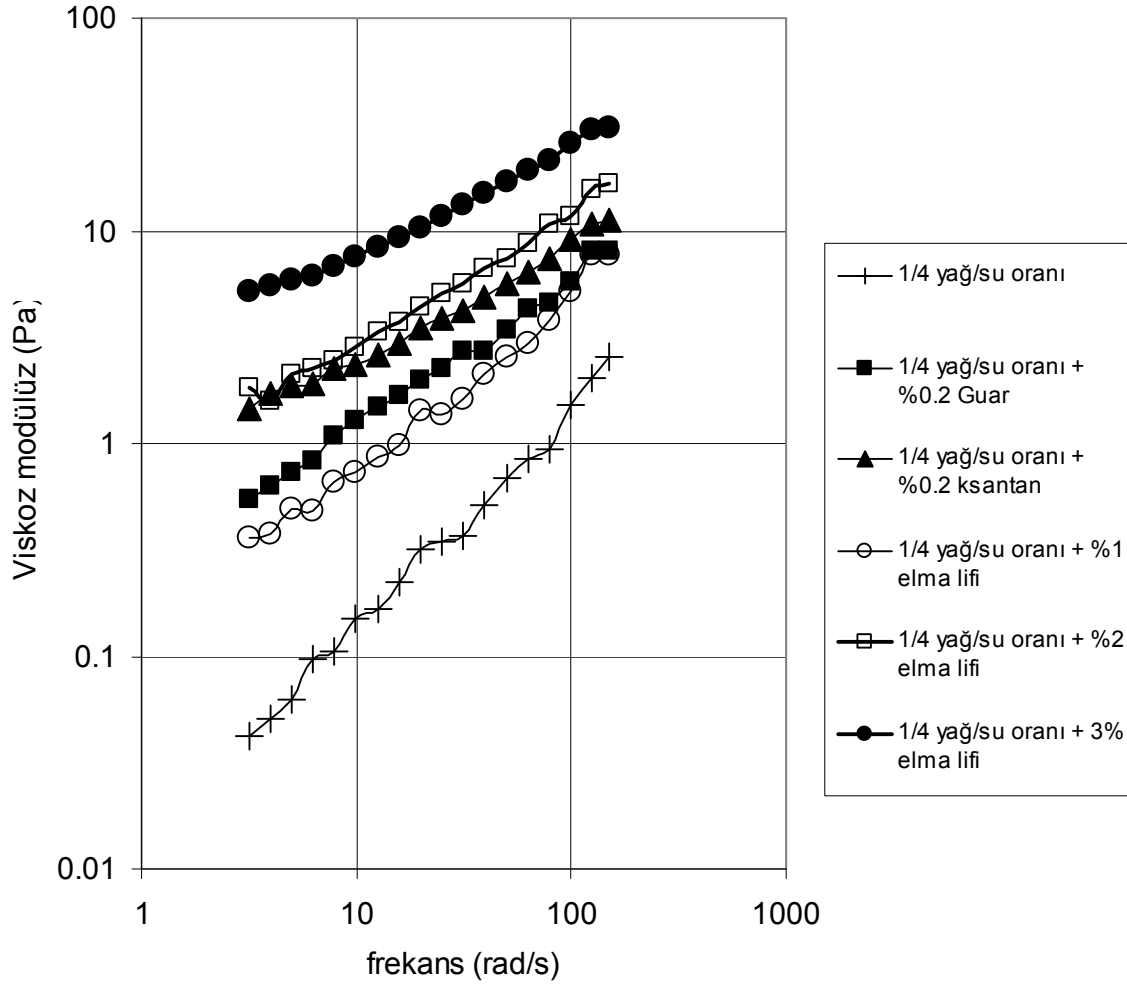
Şekil 64. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri



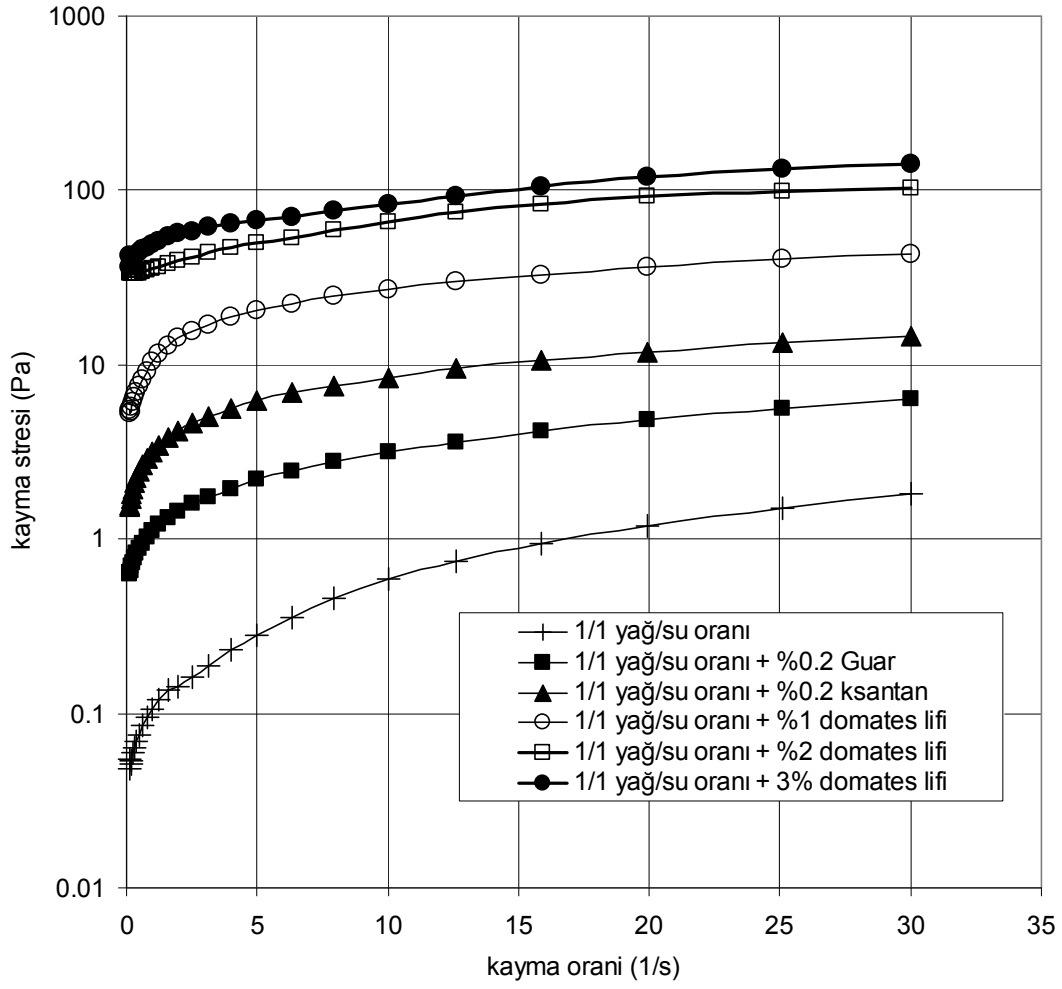
Şekil 65. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



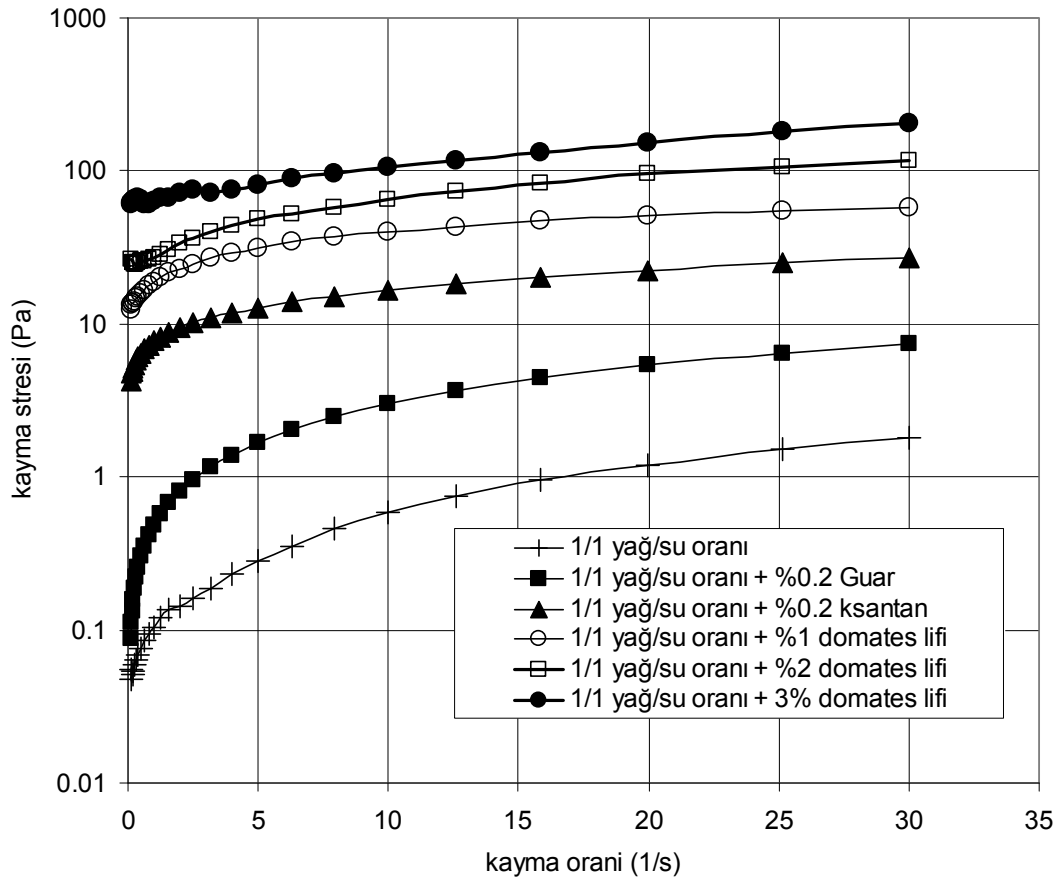
Şekil 66. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri



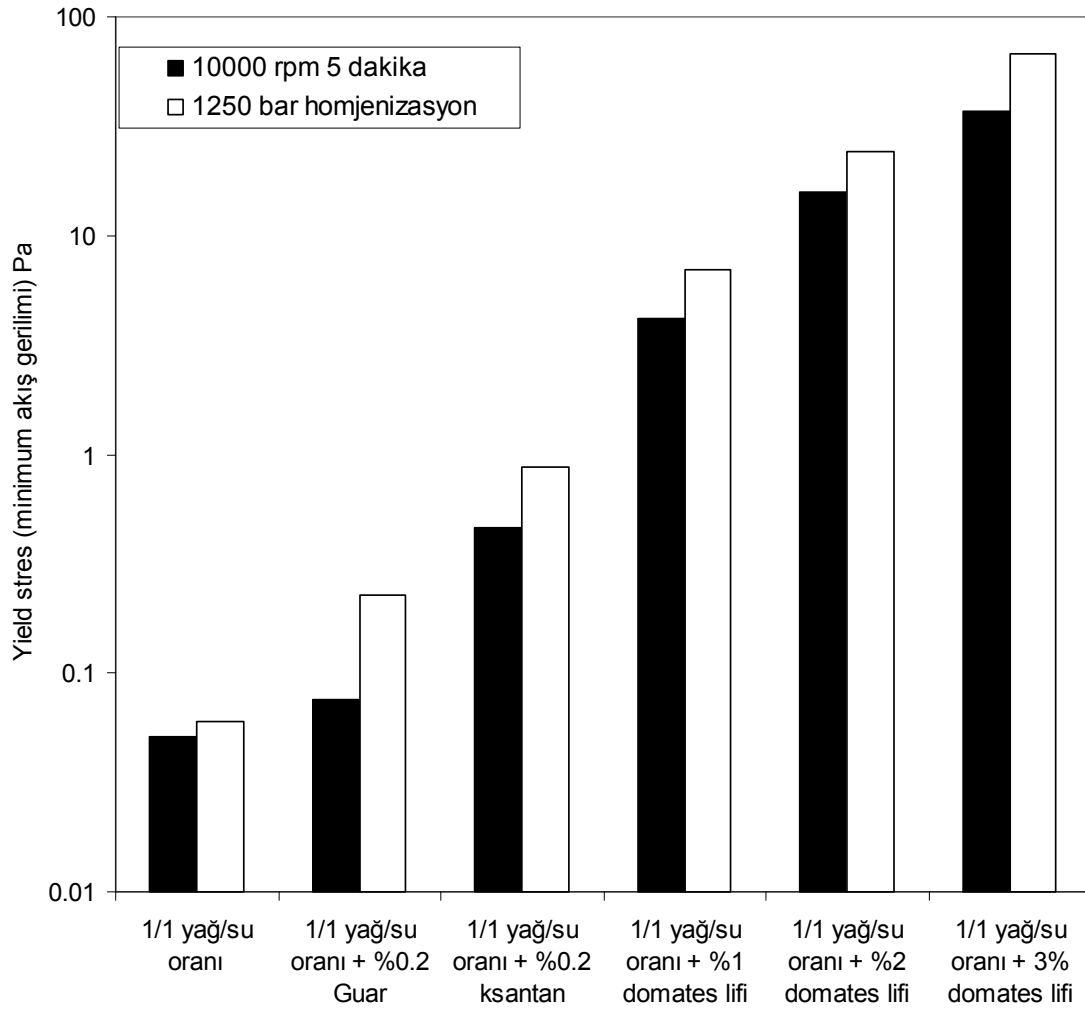
Şekil 67. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



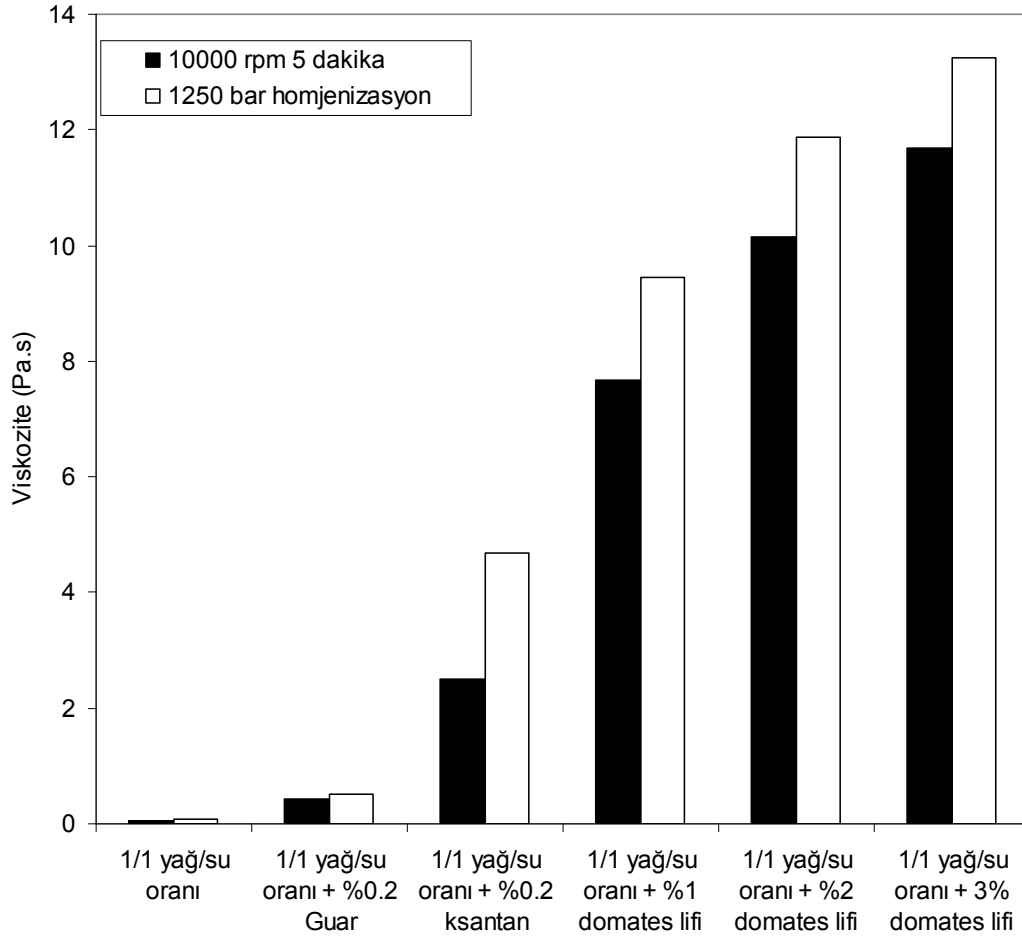
Şekil 68. 1/1 yağ su oranına sahip domates lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



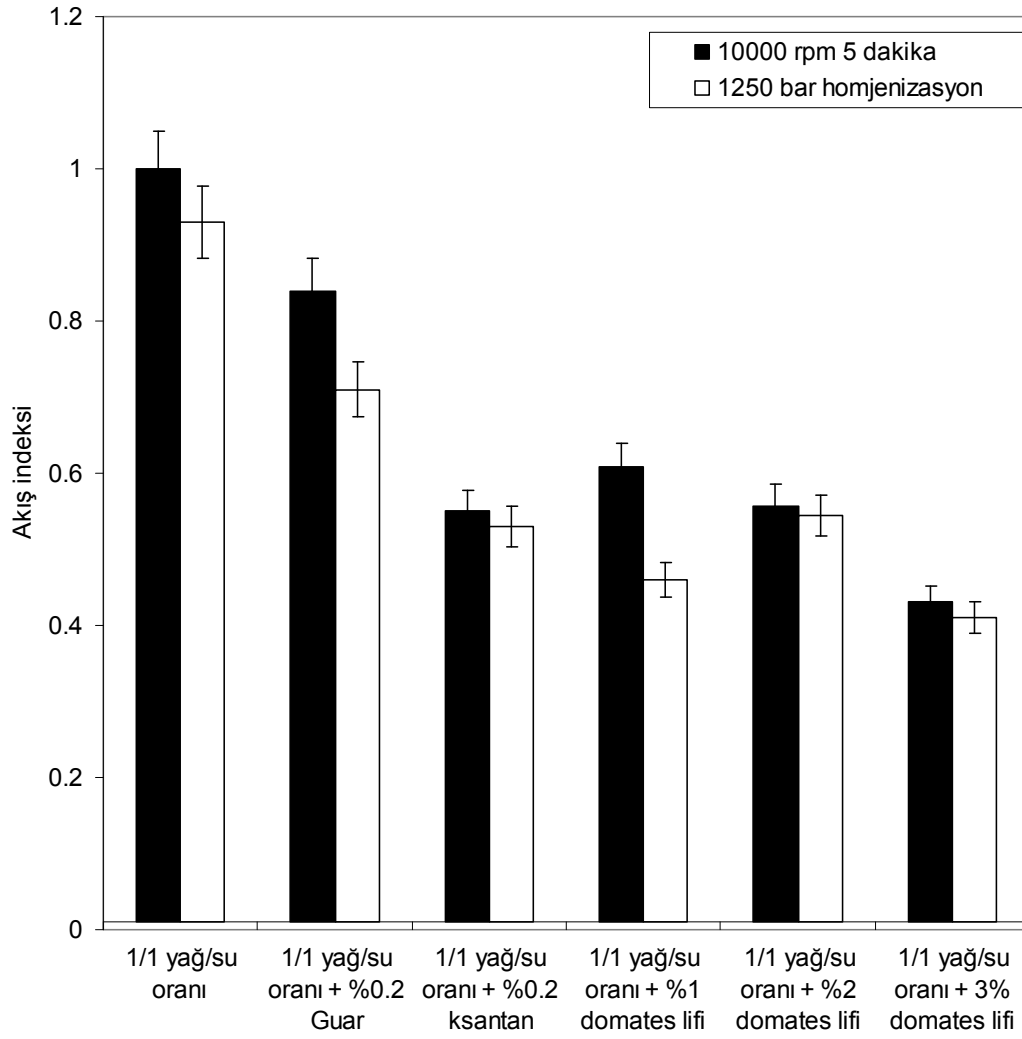
Şekil 69. 1/1 yağ su oranına sahip domates lifi içeren ve 1250 bar altın mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



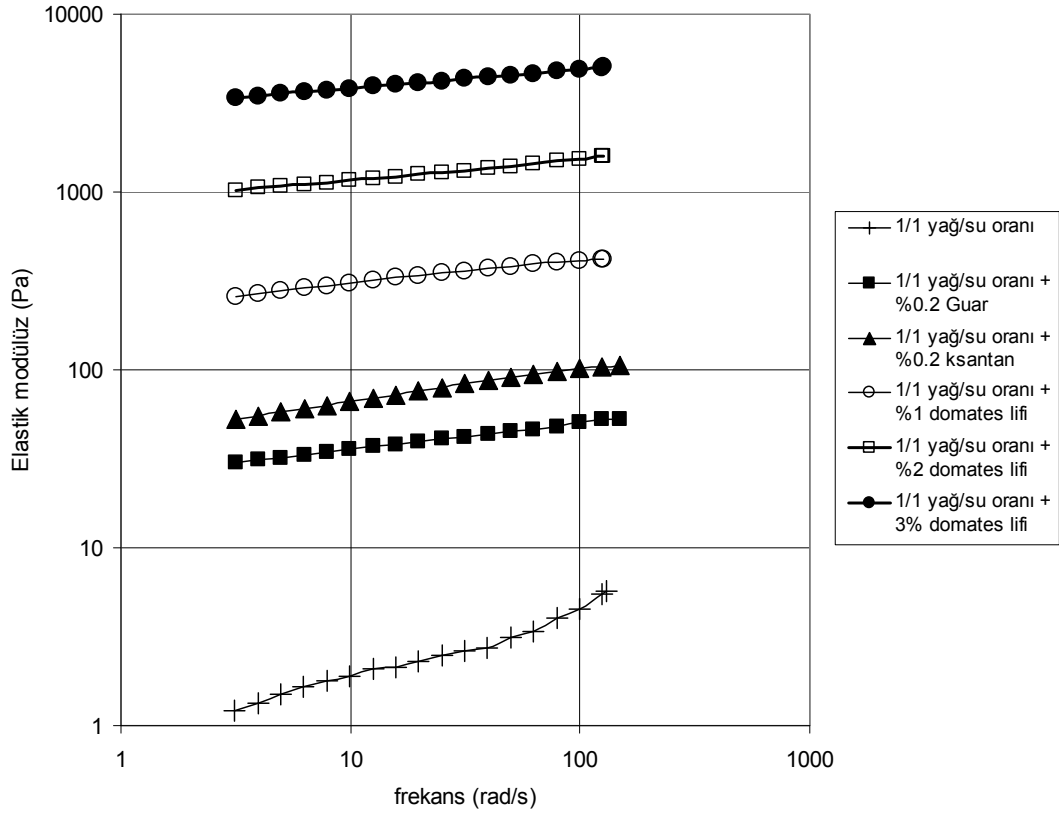
Şekil 70. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış domates lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri



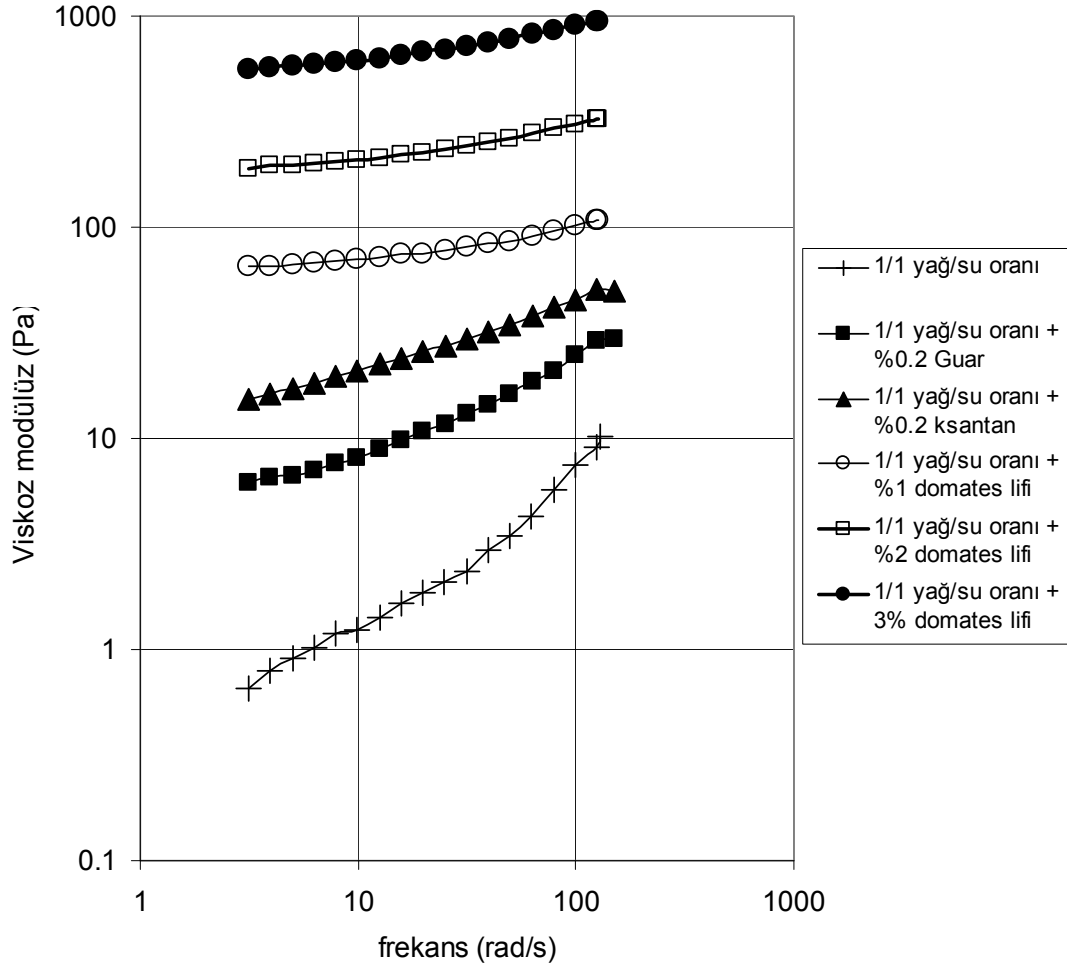
Şekil 71. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların viskozite değerleri



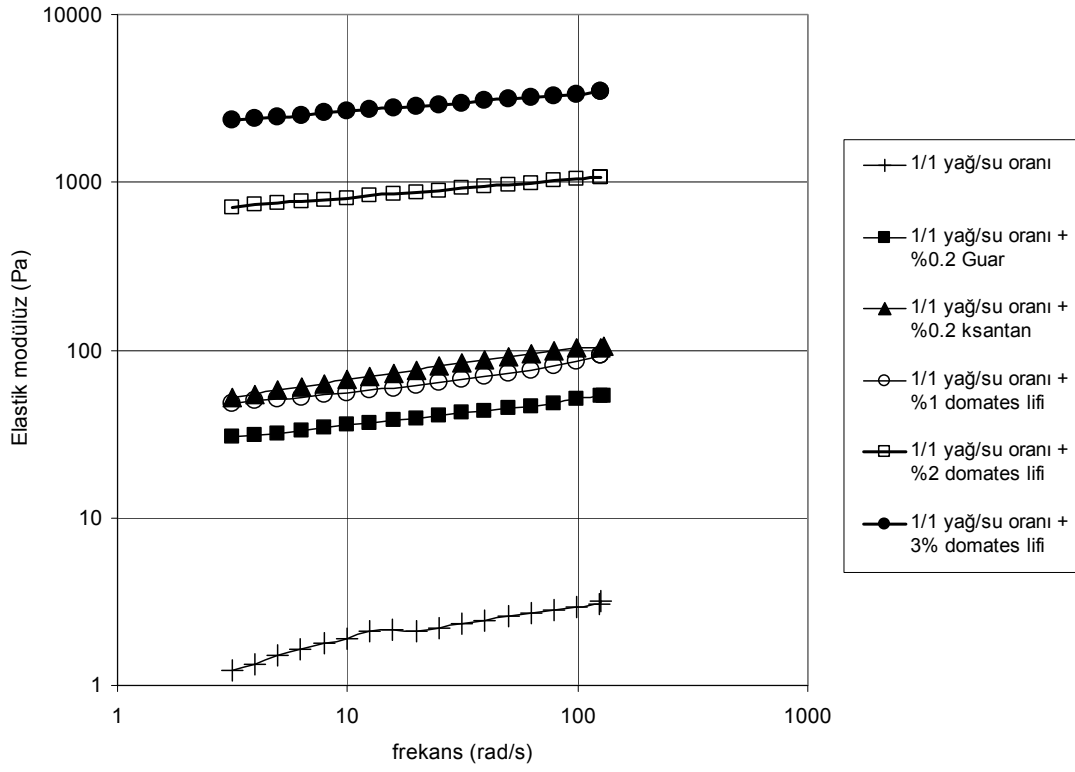
Şekil 72. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri



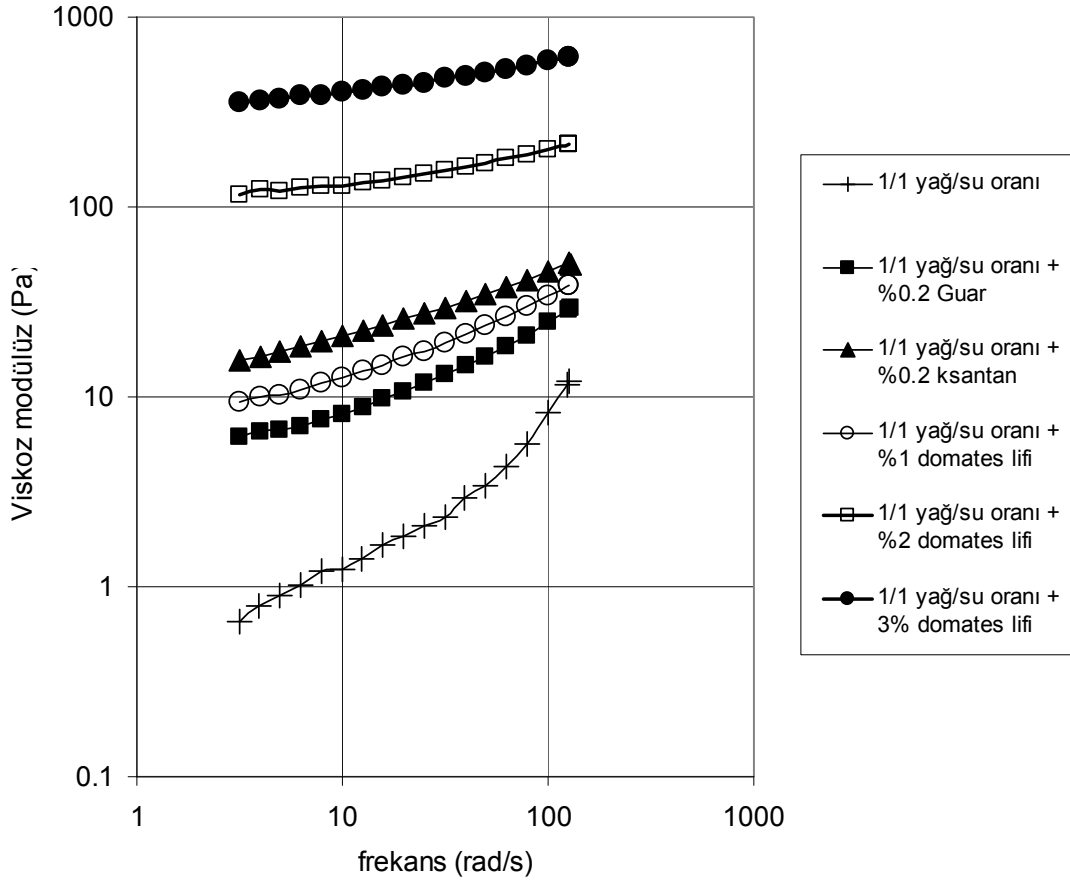
Şekil 73. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri



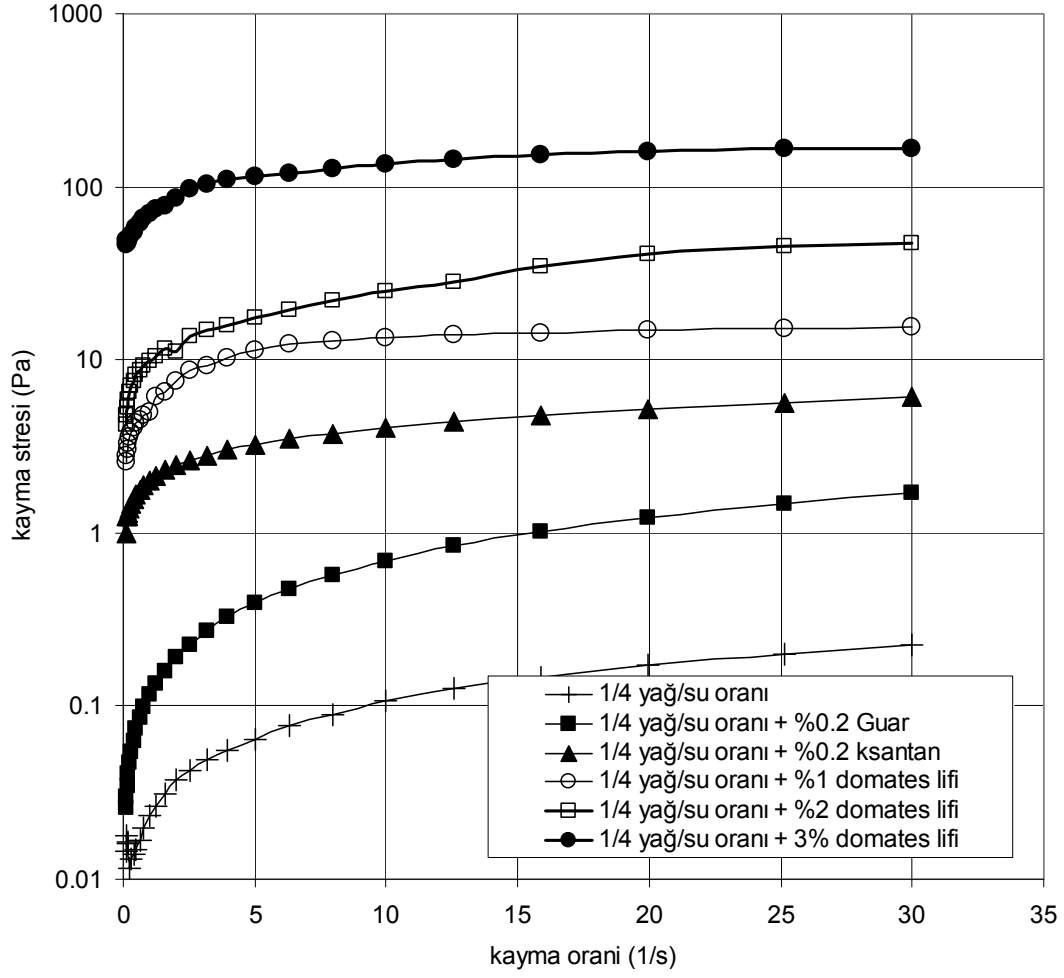
Şekil 74. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



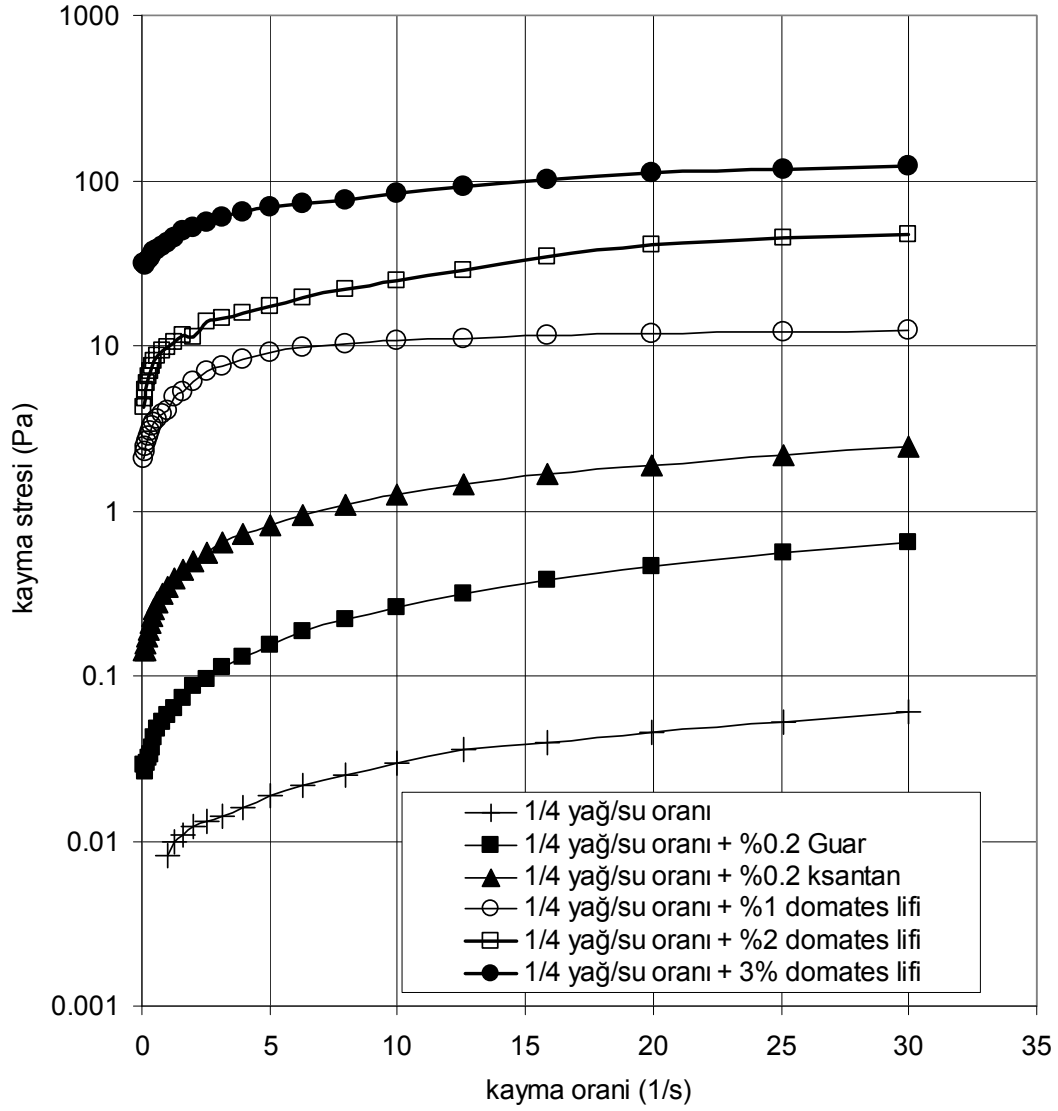
Şekil 75. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri



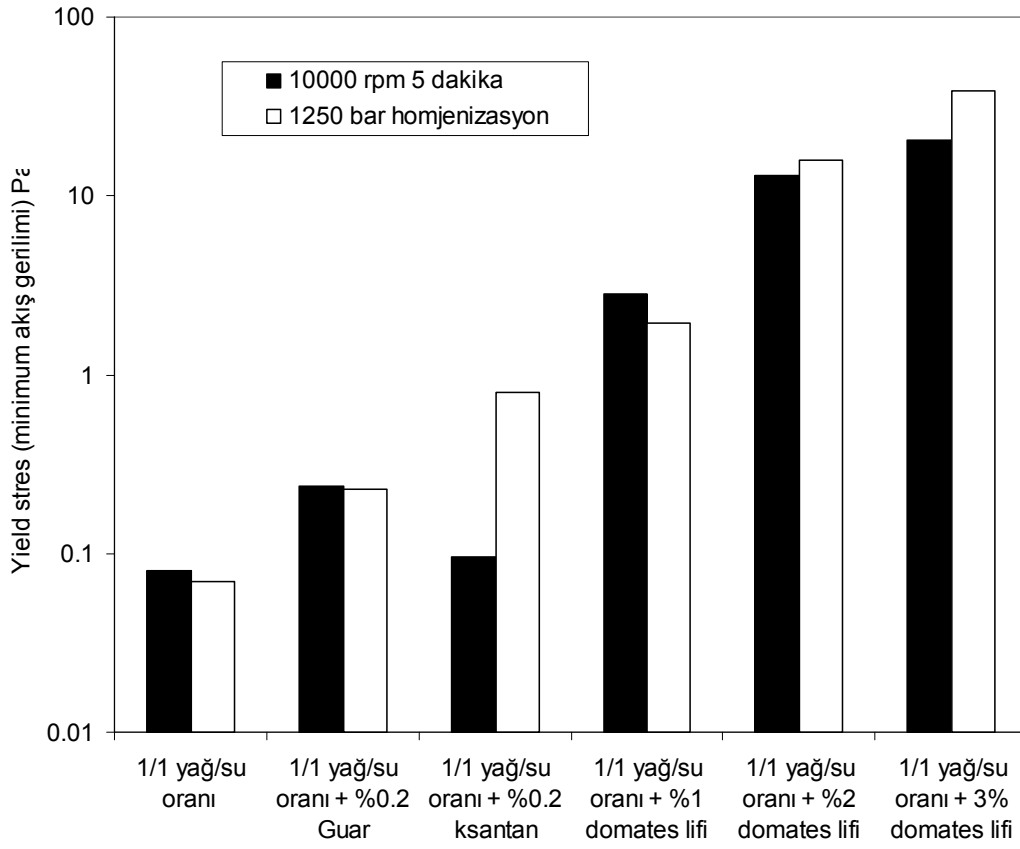
Şekil 76. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



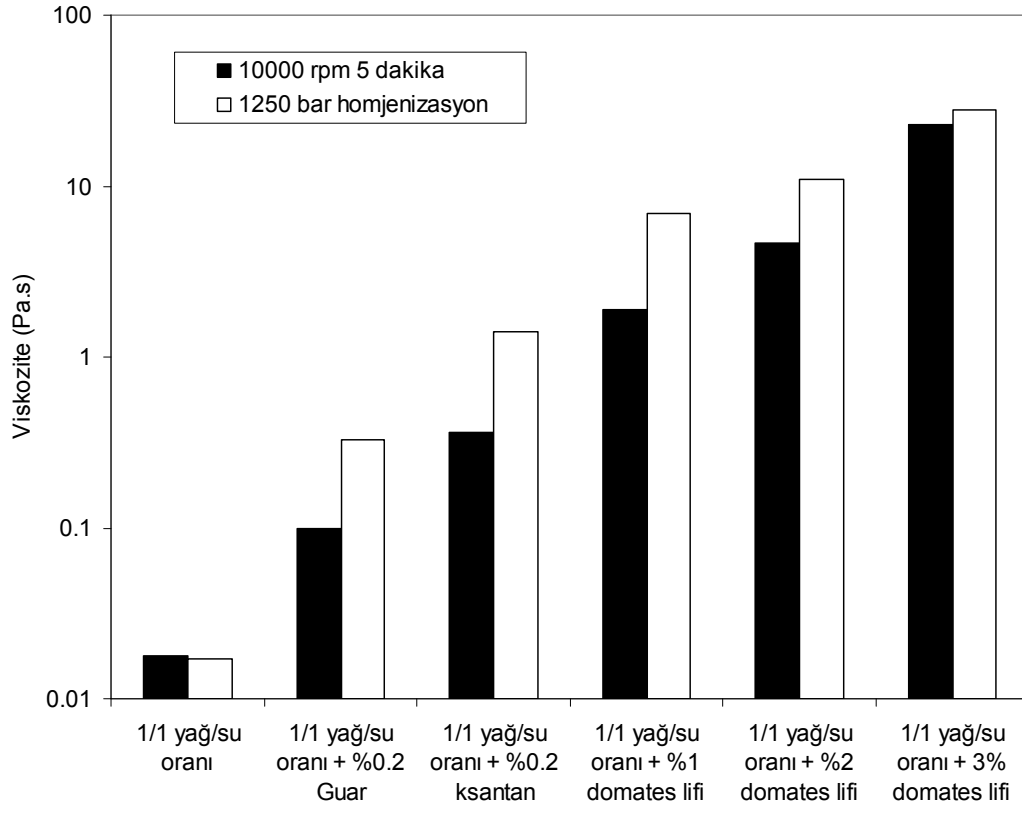
Şekil 77. 1/4 yağ su oranına sahip domates lifi içeren ve 1250 bar altın mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



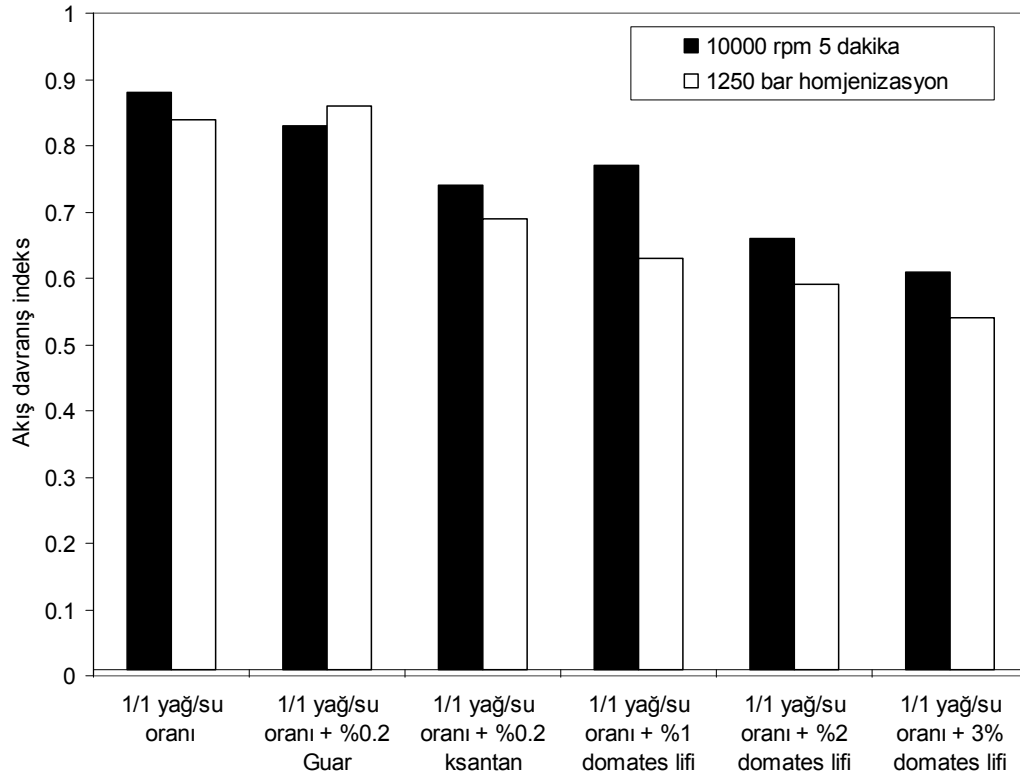
Şekil 78. 1/4 yağ su oranına sahip domates lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homojenizasyon ile altın mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



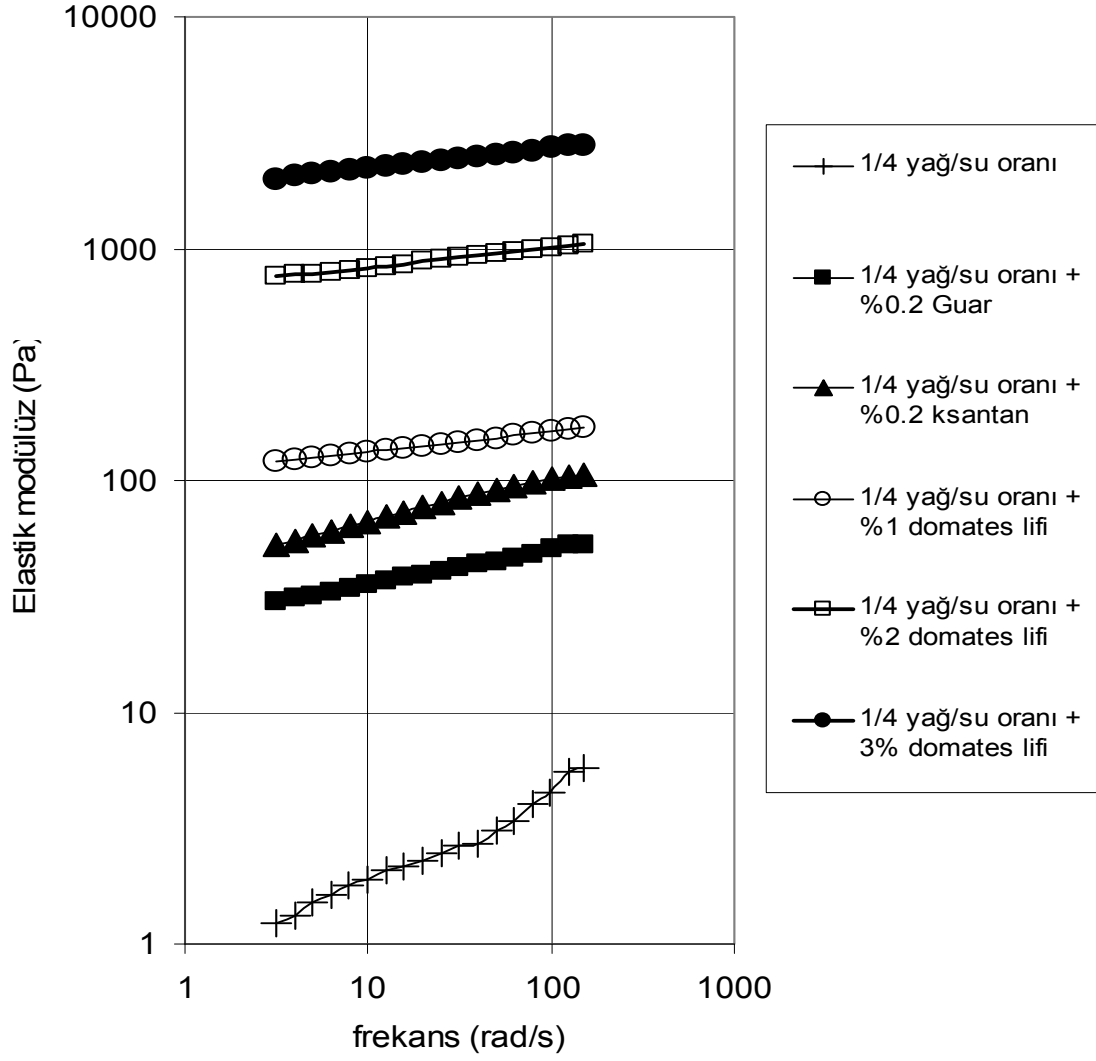
Şekil 79. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış domates lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri



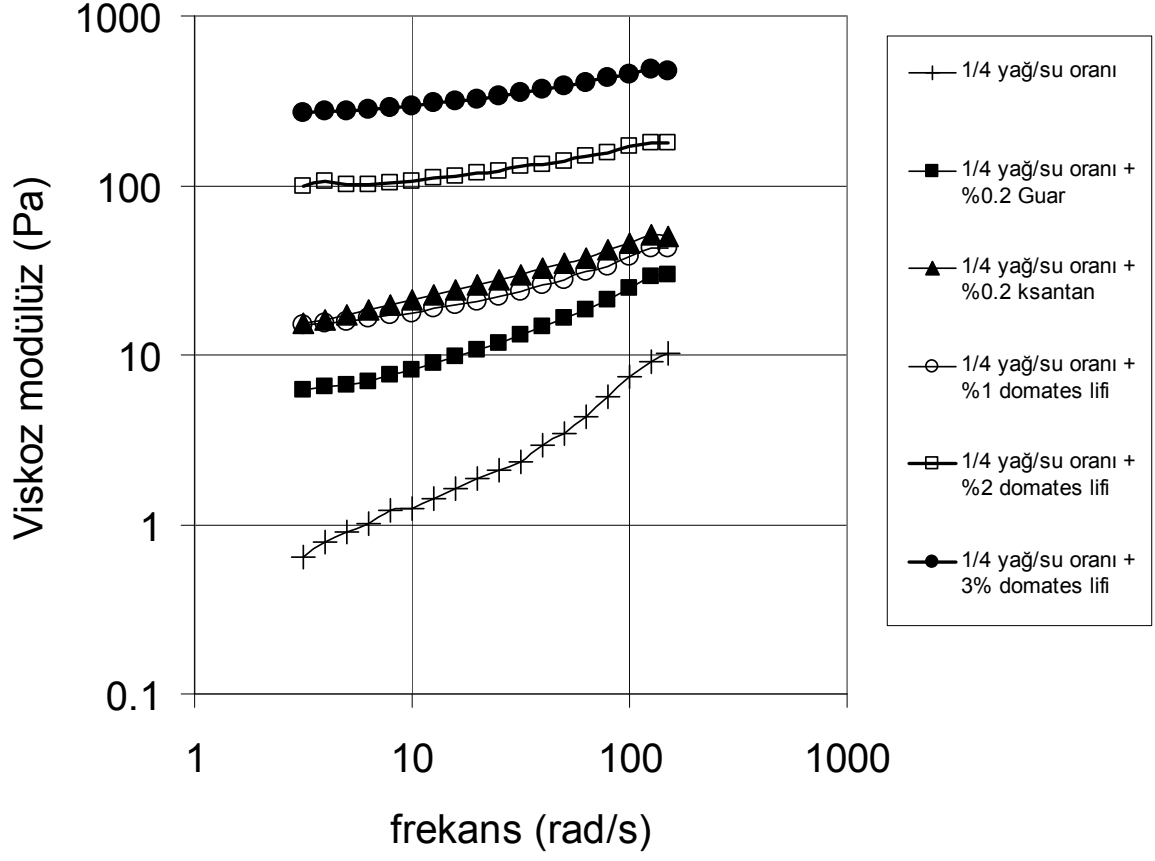
Şekil 80. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların viskozite değerleri



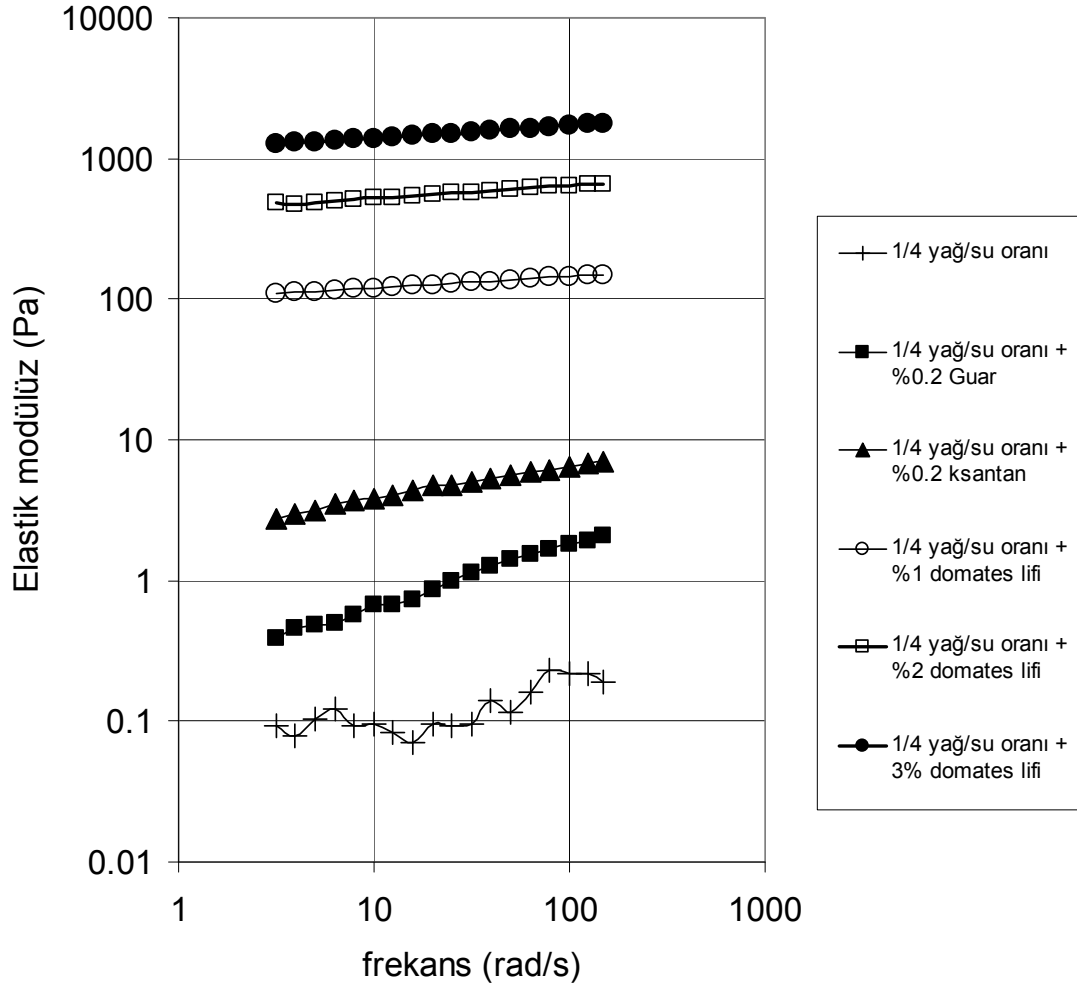
Şekil 81. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri



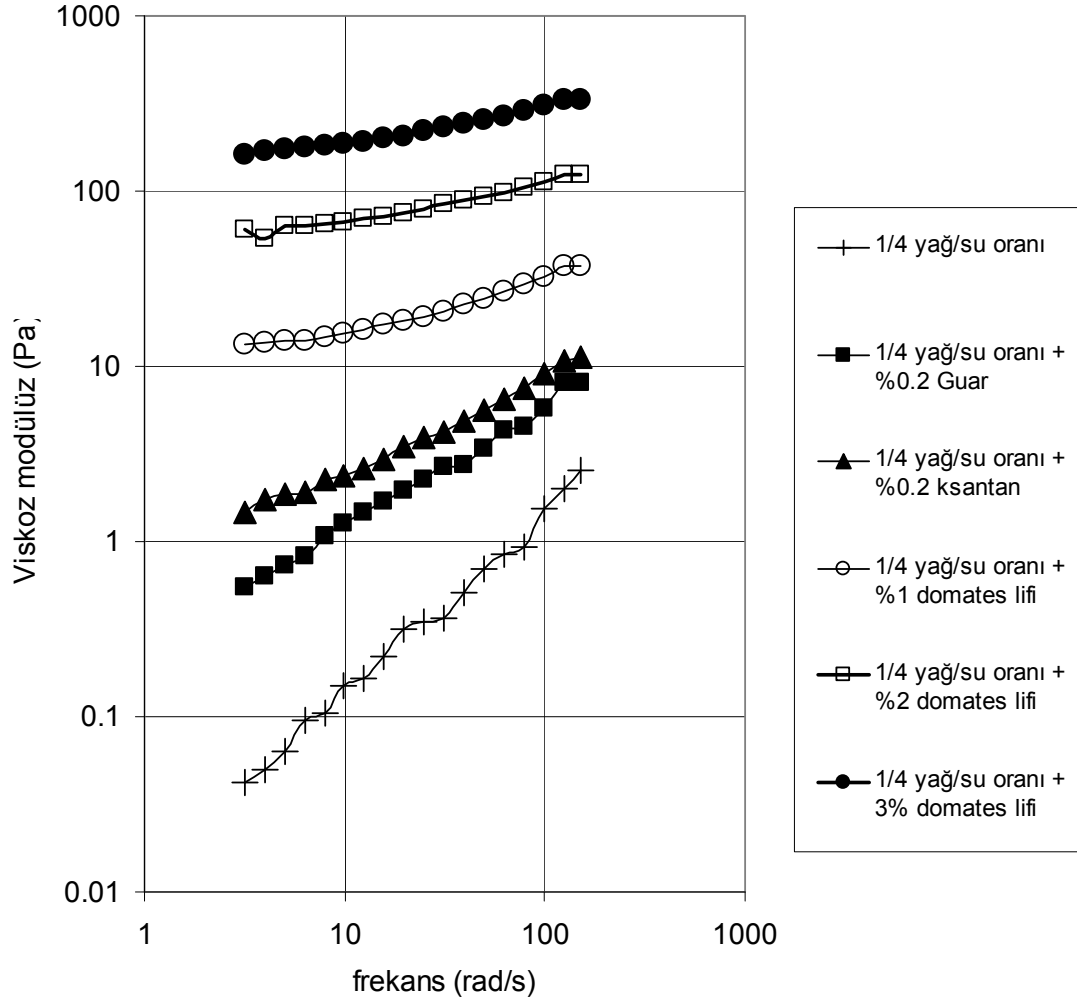
Şekil 82. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri



Şekil 83. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



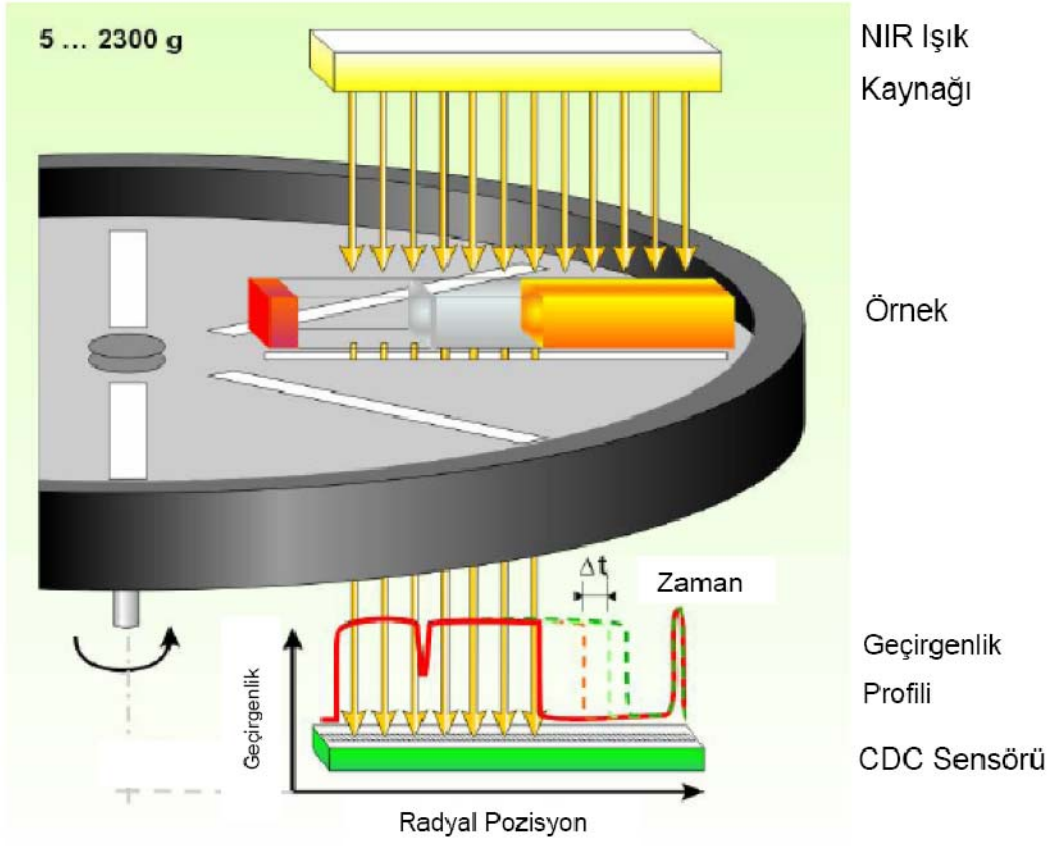
Şekil 84. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri



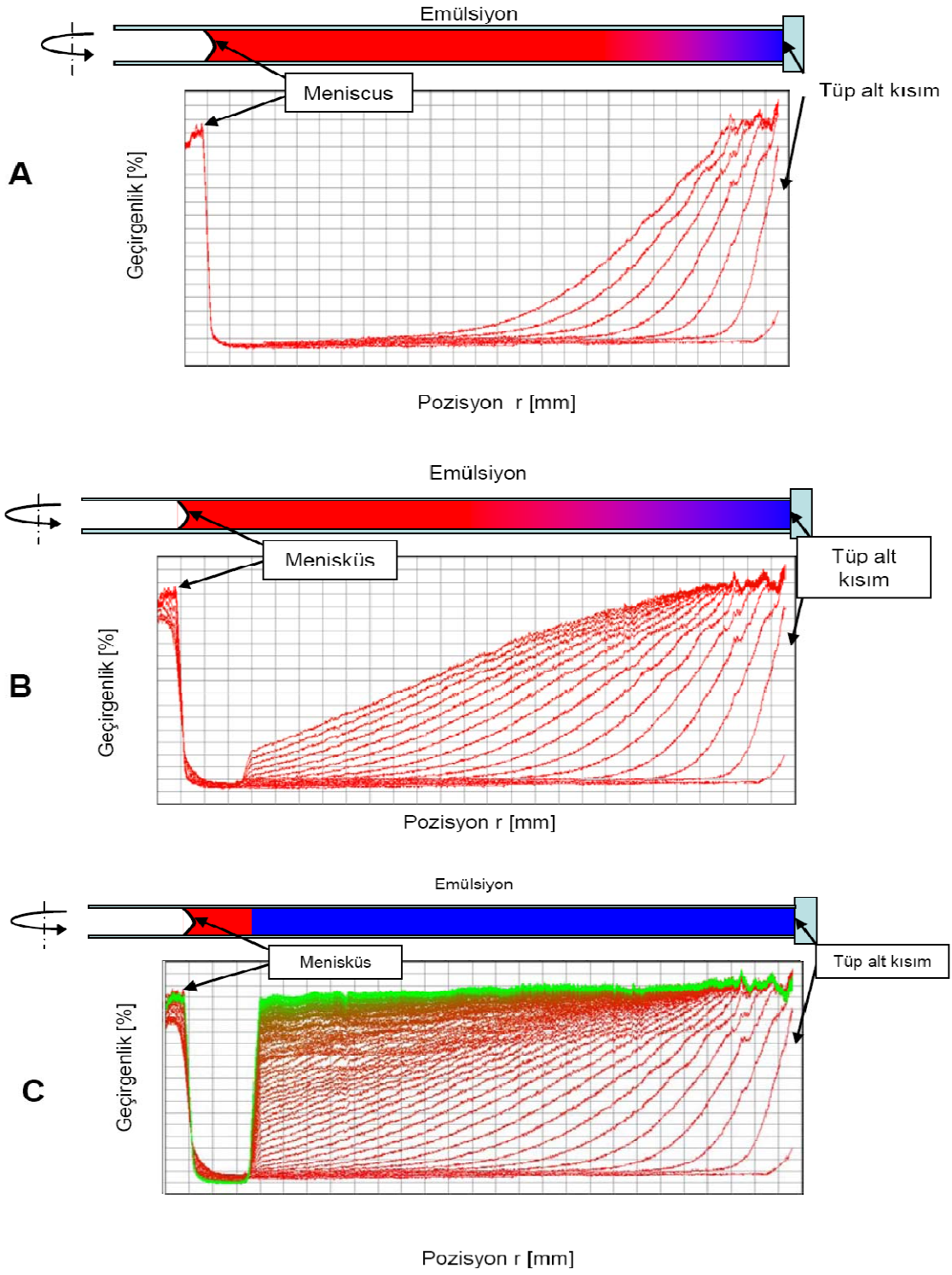
Şekil 85. yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



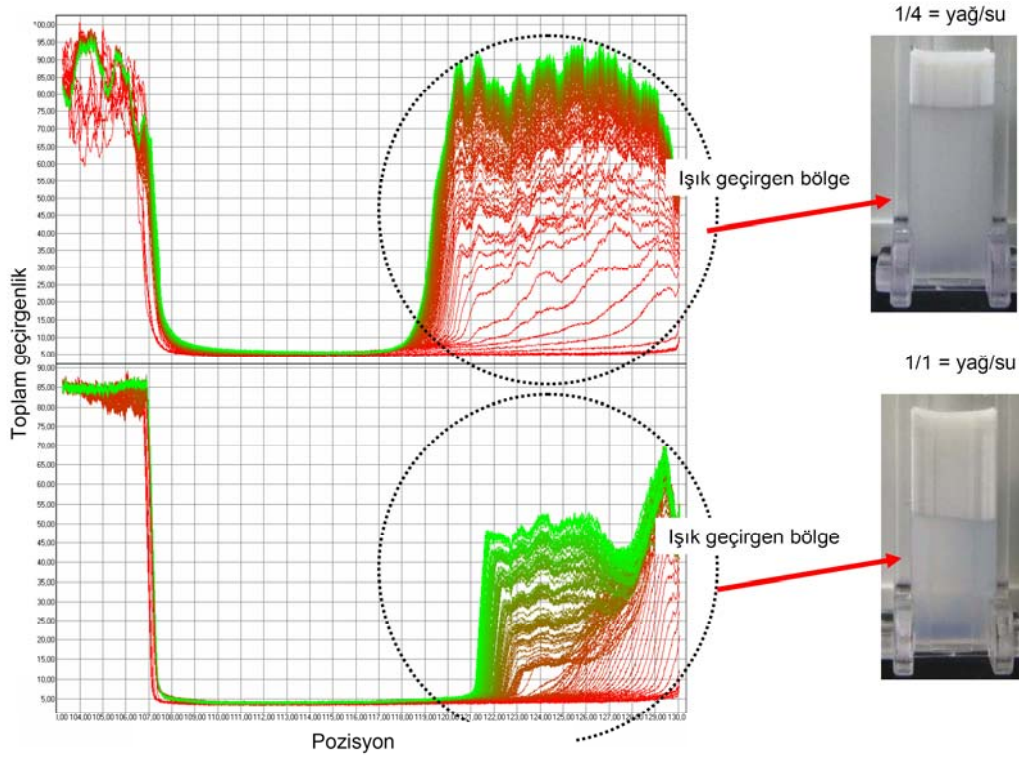
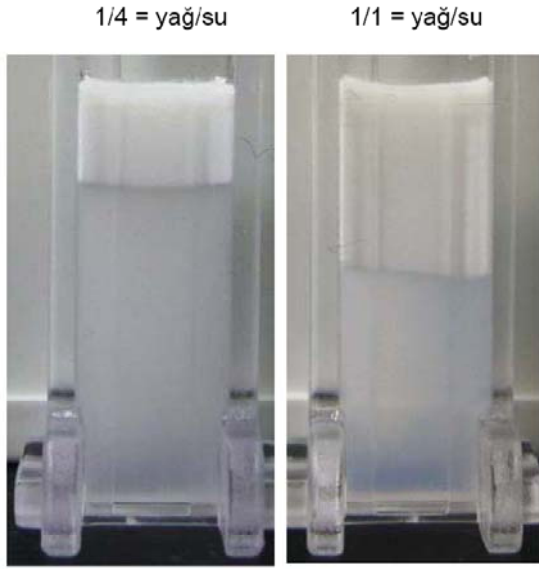
Şekil 86. Emülsiyon kararlılığı ölçüm cihazı (Lumisizer)



Şekil 87. Emülsiyon kararlılığı ölçümü için kullanılan Lumisizer cihazının çalışma prensibi



Şekil 88. Lumisizer emülsiyon kararlılığı ölçüm prensibi



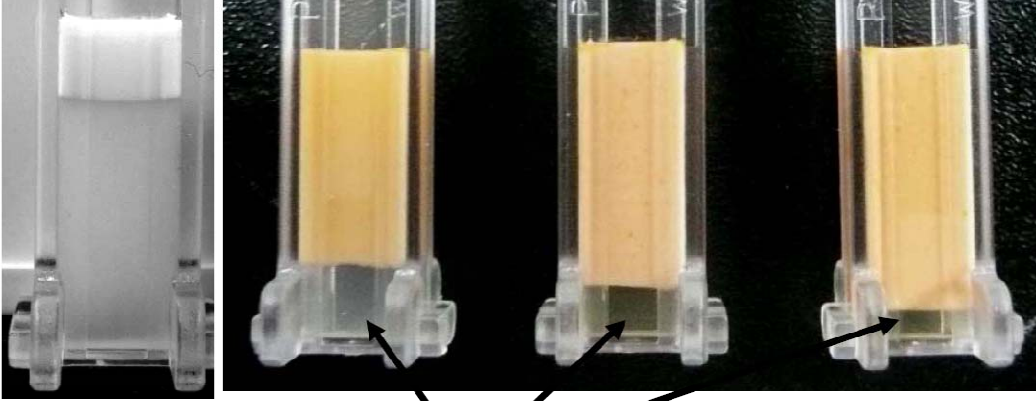
Şekil 89. Lif içermeyen örnkelerin 3500 rpm de çevrilmesi sonucu gözlemlenen faz ayrımı

Kontrol emülsiyon

%1 domates lifi

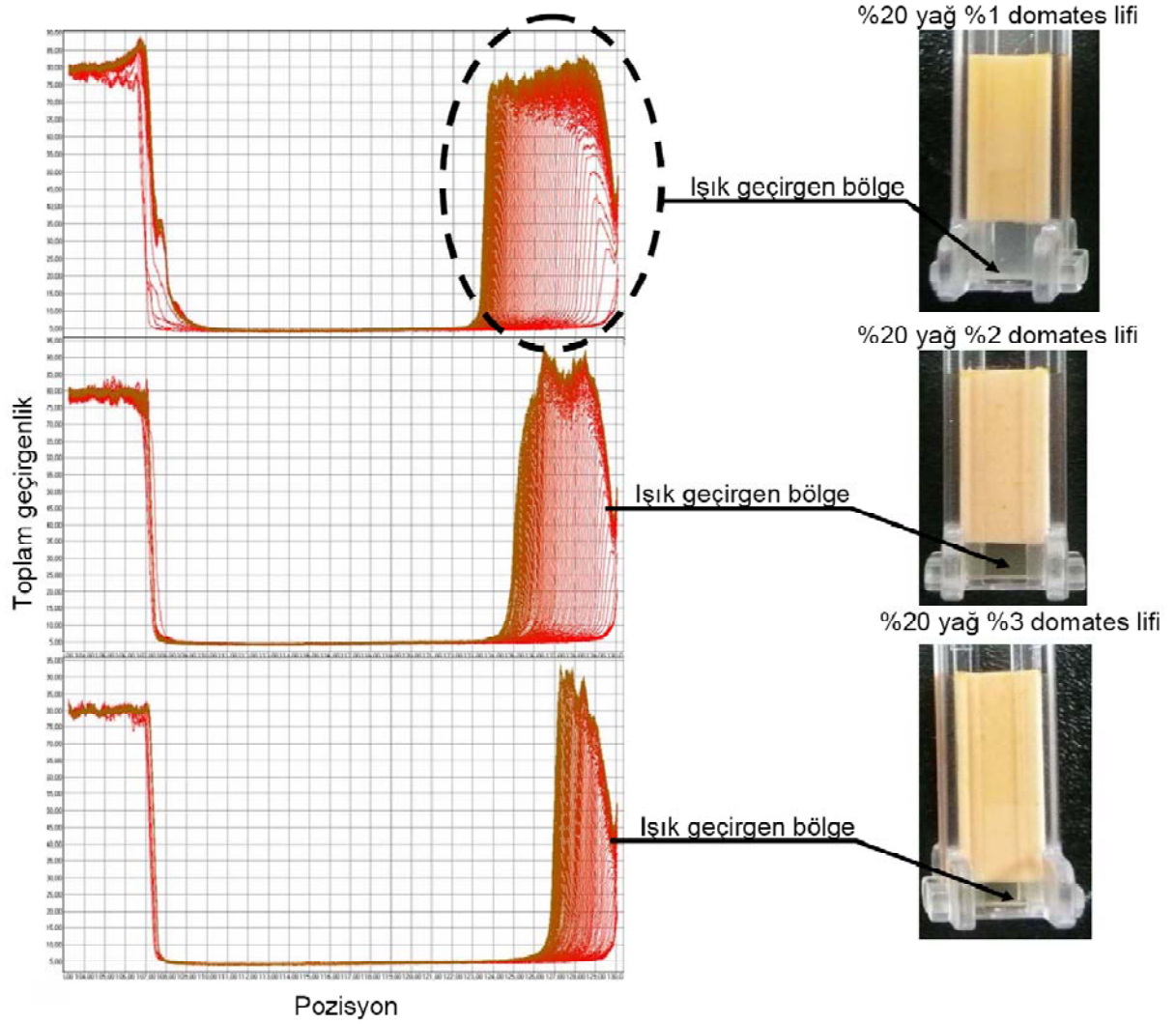
%2 domates lifi

%3 domates lifi



Faz ayrımı

Şekil 90. 1/4 oranında yağ/su ve Domates lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrımları



Şekil 91. 1/4 oranında yağ/su ve Domates lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrımları

Kontrol emülsiyon

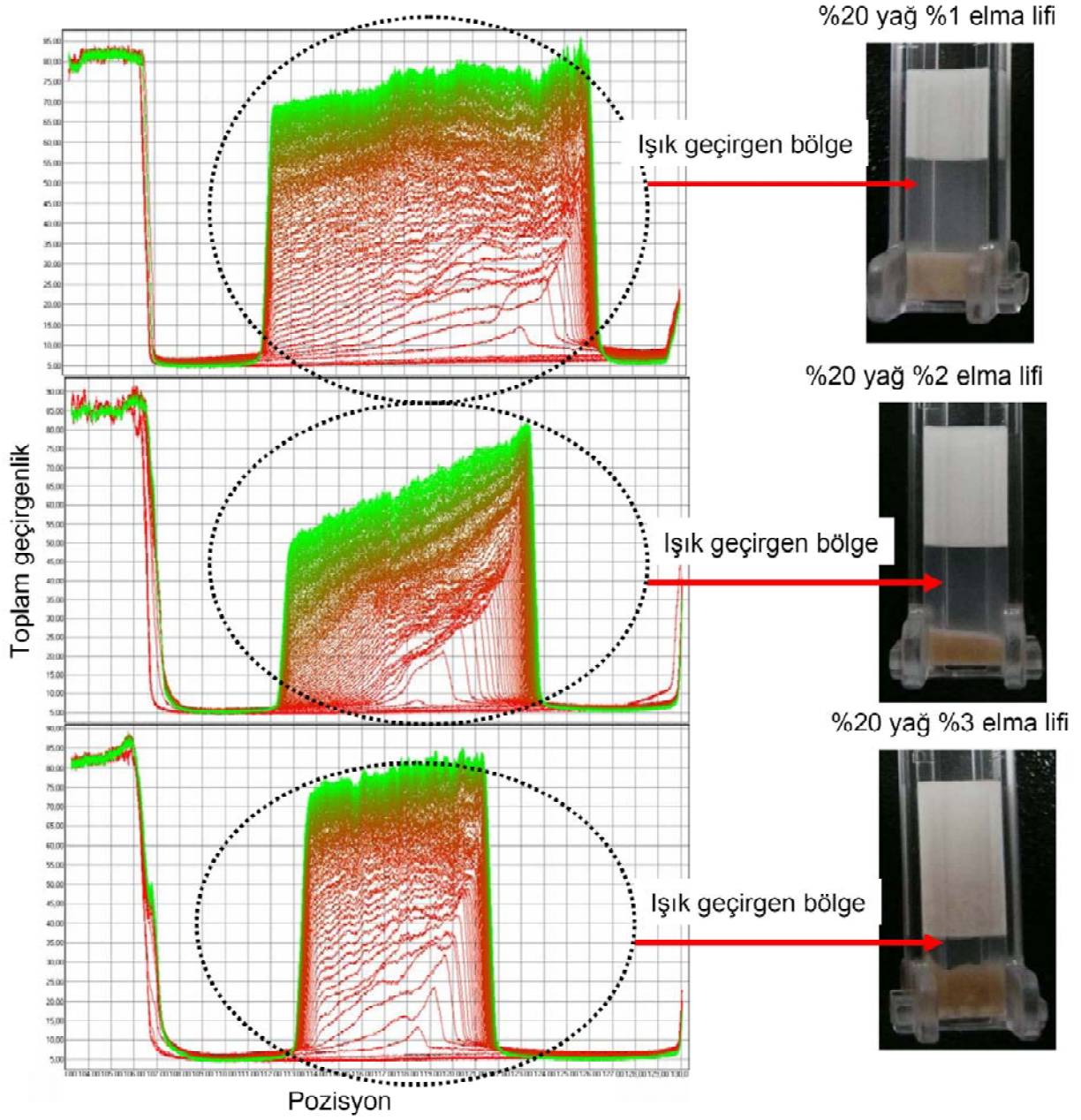
%1 elma lifi

%2 elma lifi

%3 elma lifi



Şekil 92. 1/4 oranında yağ/su oranı ve elma lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrımları



Şekil 93. 1/4 oranında yağ/su ve elma lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrışmaları

%1 domates lifi



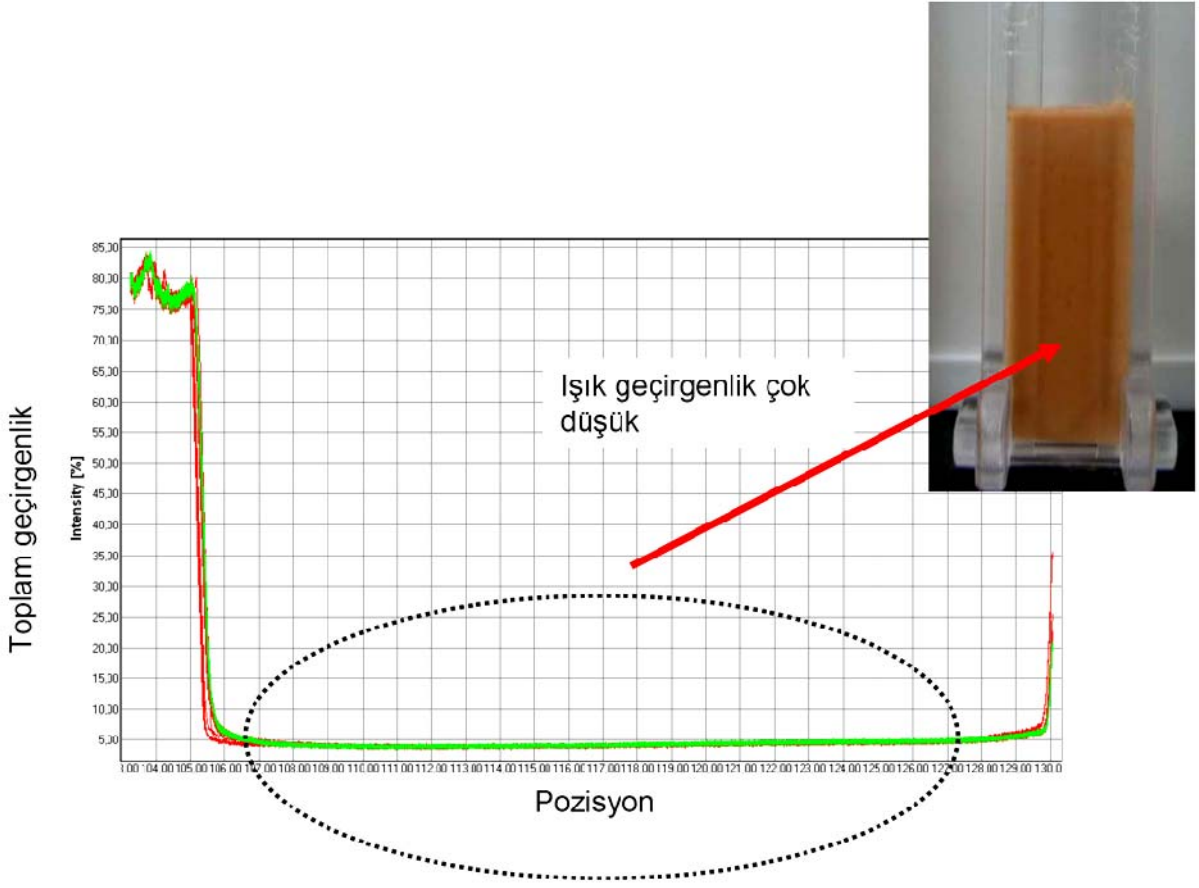
%2 domates lifi



%3 domates lifi

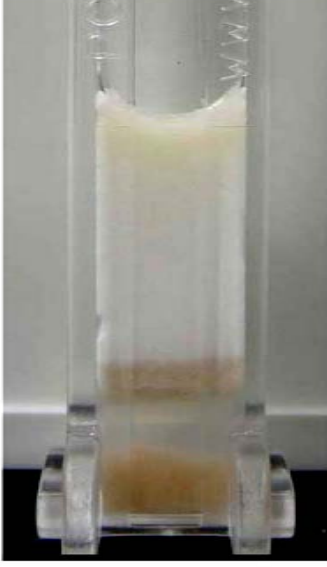


Şekil 94. 1/1 oranında yağ/su ve domates lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrışmaları

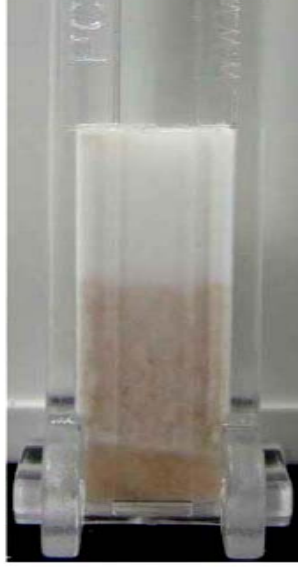


Şekil 95. Artan lif miktarıyla emülsiyonların kararlı hale gelmeleri

%1 elma lifi



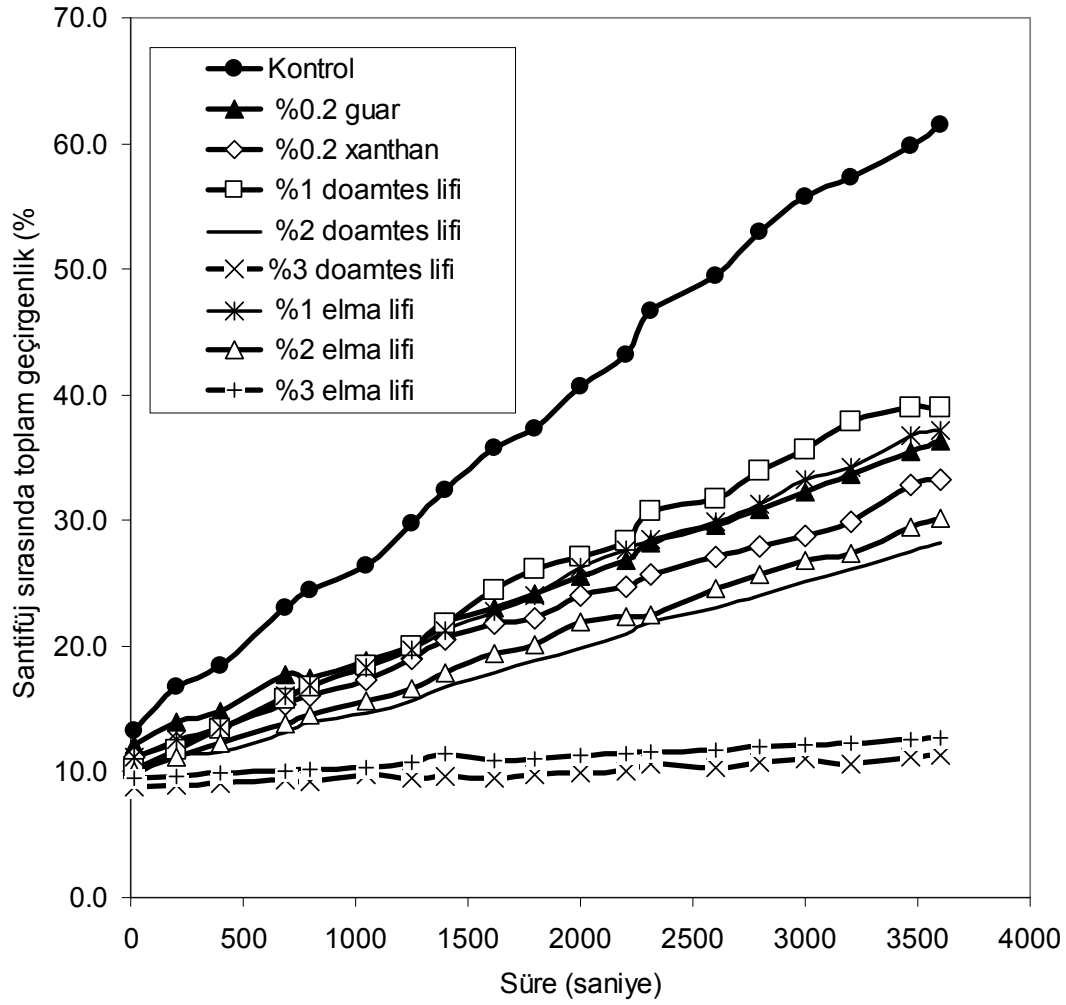
%2 elma lifi



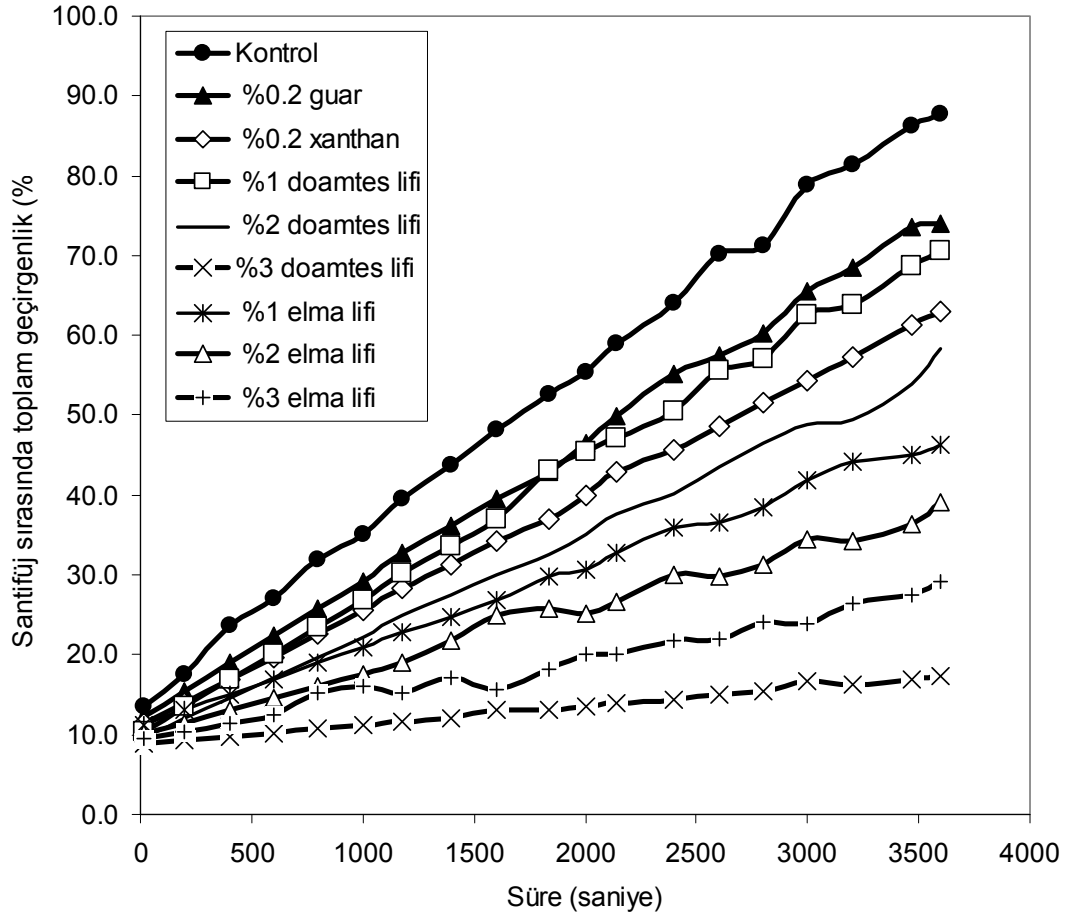
%3 elma lifi



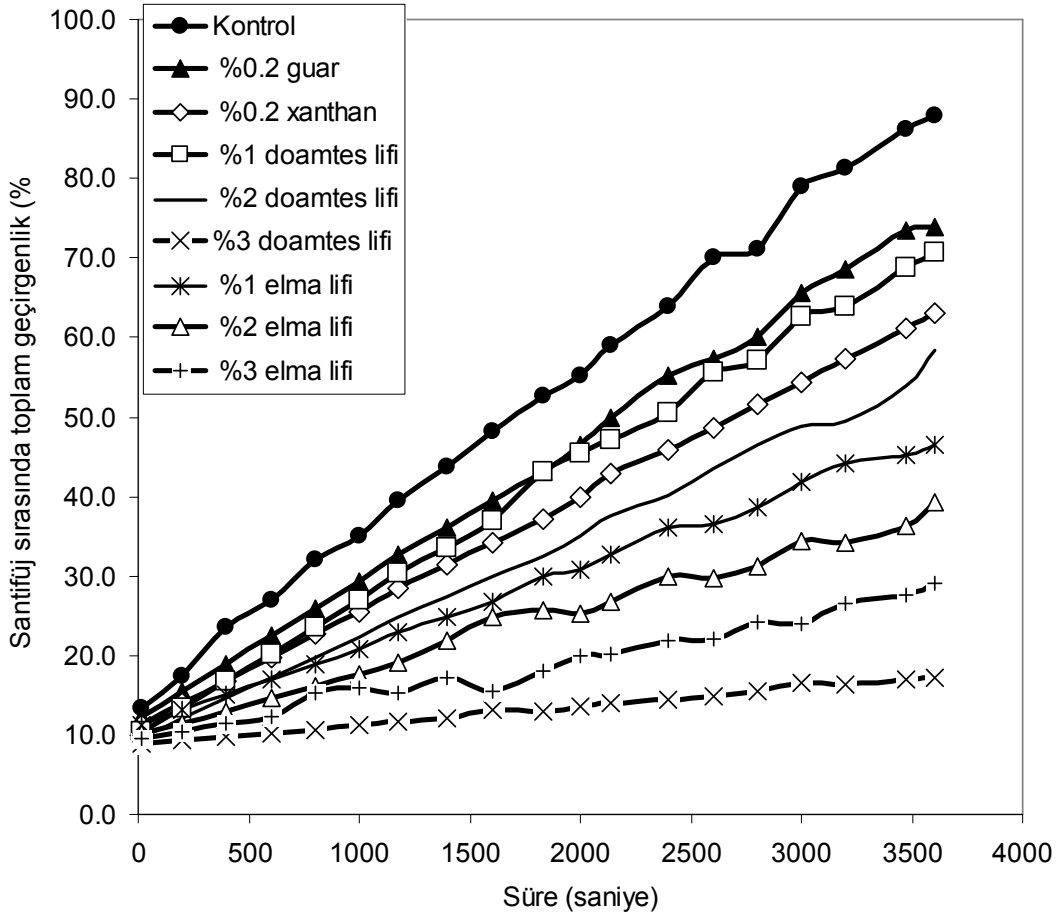
Şekil 96. 1/1 oranında yağ/su ve elma lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenize edilerek hazırlanmış emülsiyonların lumisizer cihazında 3500 devirde 45 dakika çevrildikten sonraki faz ayrımları



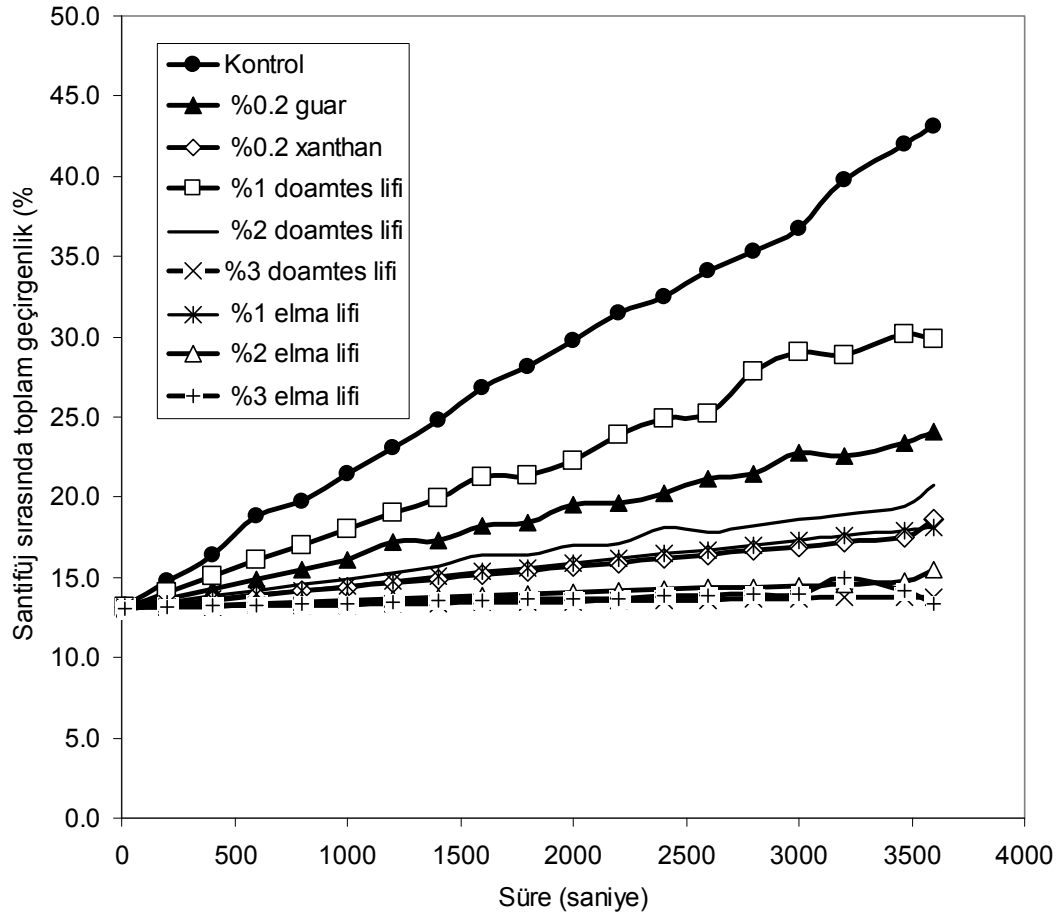
Şekil 97. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış emülsiyonların lımsizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



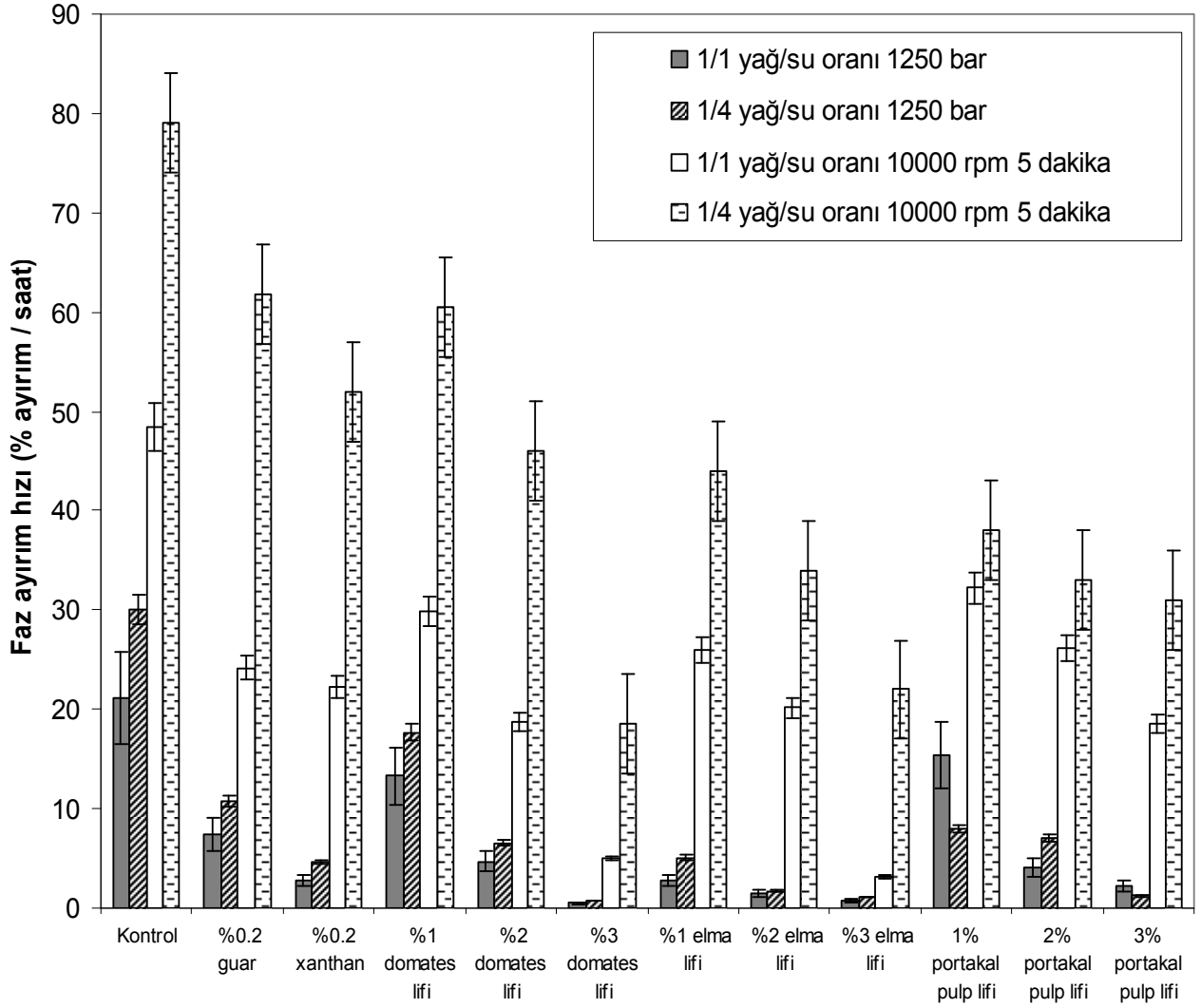
Şekil 98. 1/4 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış emülsiyonların lümisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



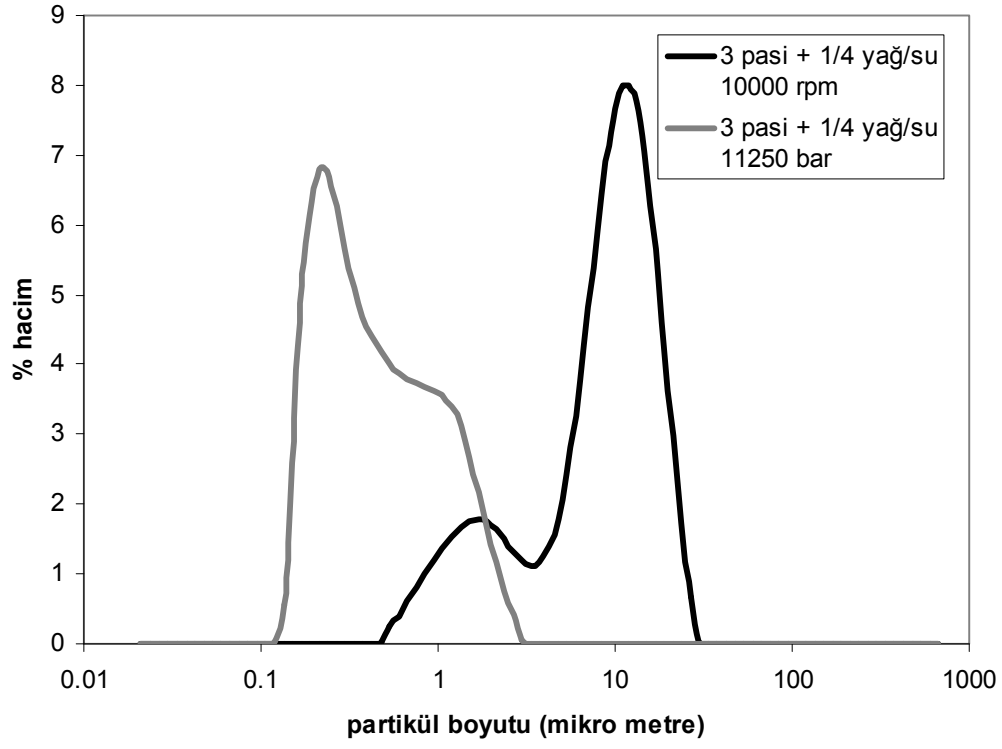
Şekil 99. 1/4 oranında yağ/su içeren ve 1250 barda mikroakışkan cihazı ile homjenizasyon ile hazırlanmış emülsiyonların lımsizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



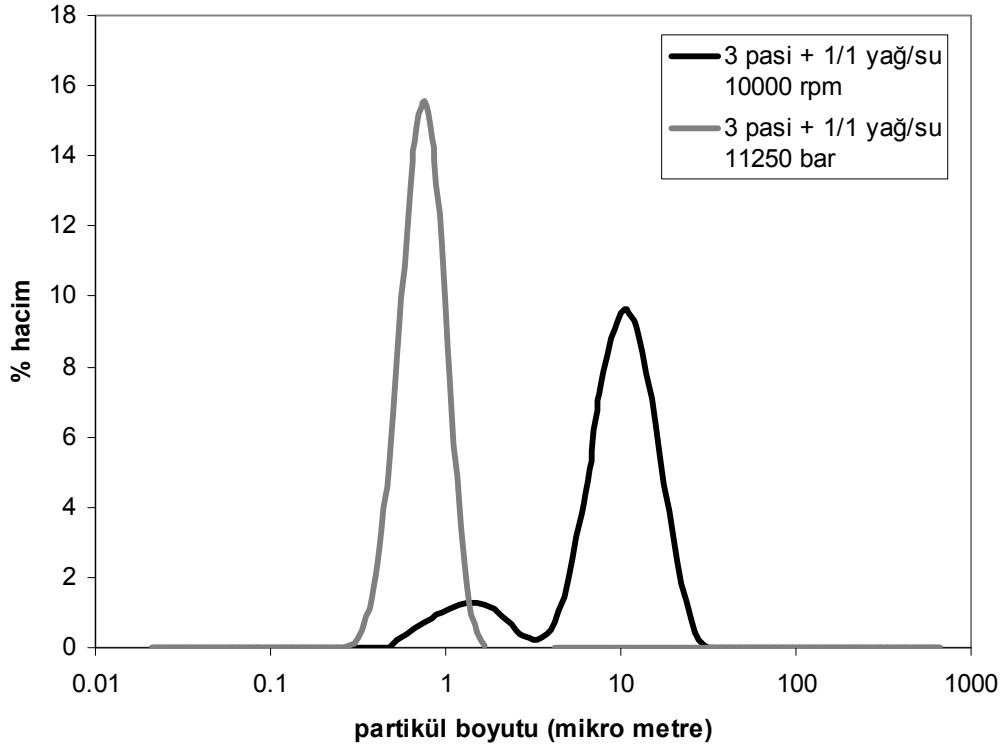
Şekil 100. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 1250 barda mikroakışkan cihazı ile homjenizasyon ile hazırlanmış emülsiyonların lımsisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



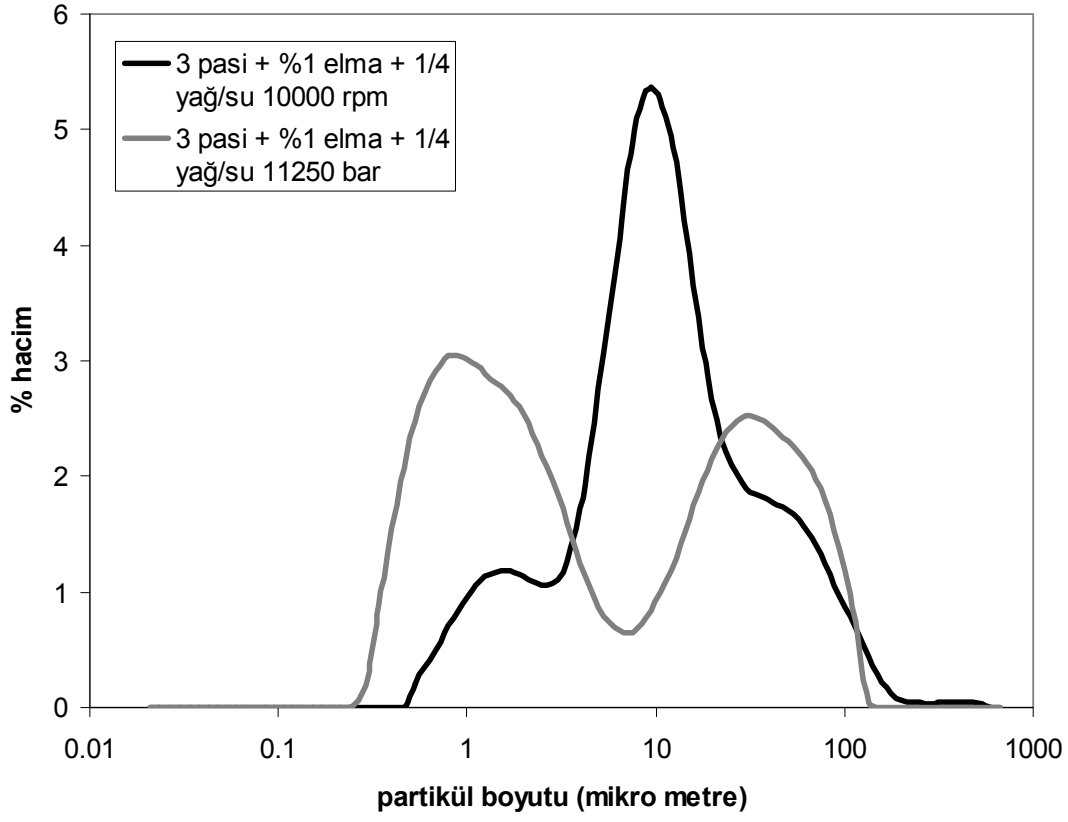
Şekil 101. Lif katkı emülsiyonların karlılıkları



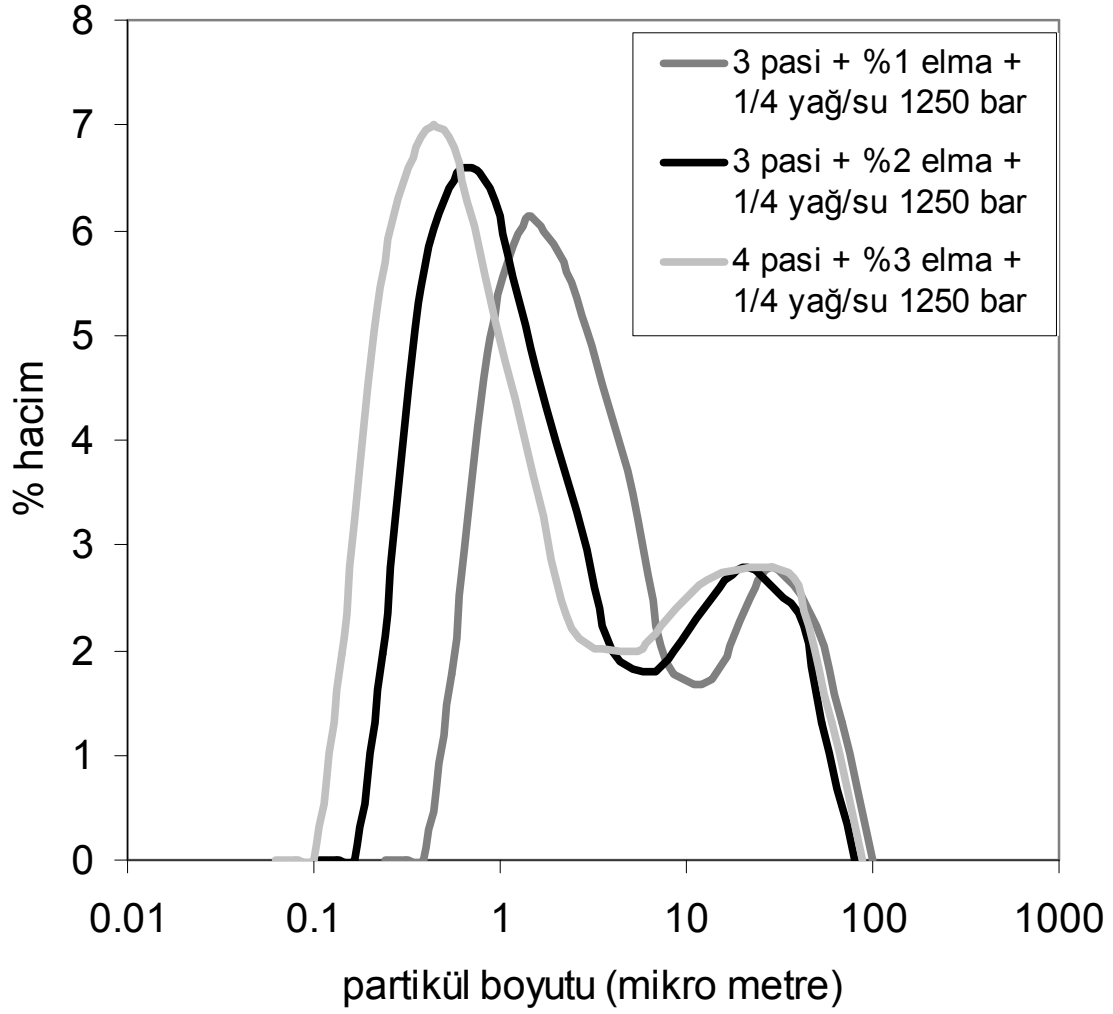
Şekil 102. İki farklı metot ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı



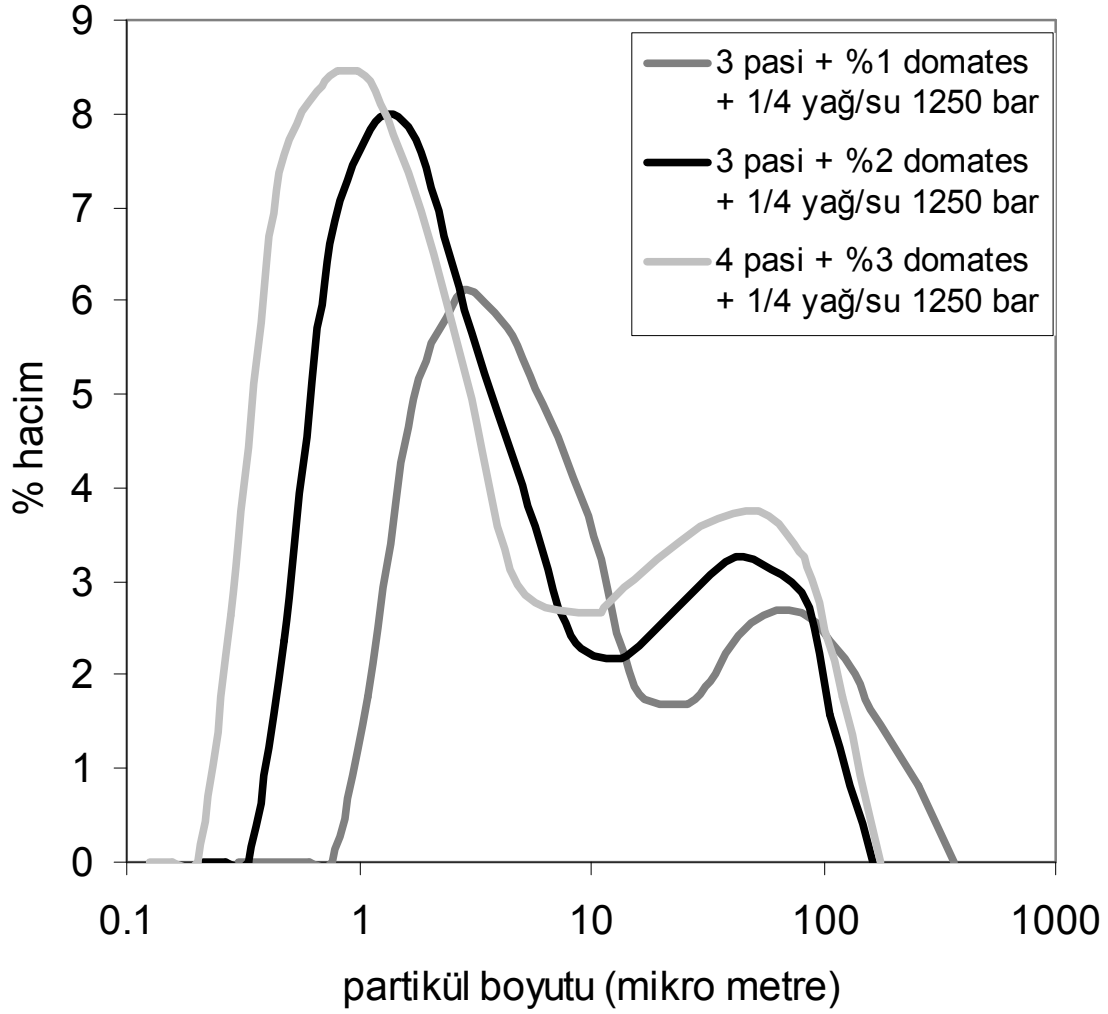
Şekil 103. İki farklı metot ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı



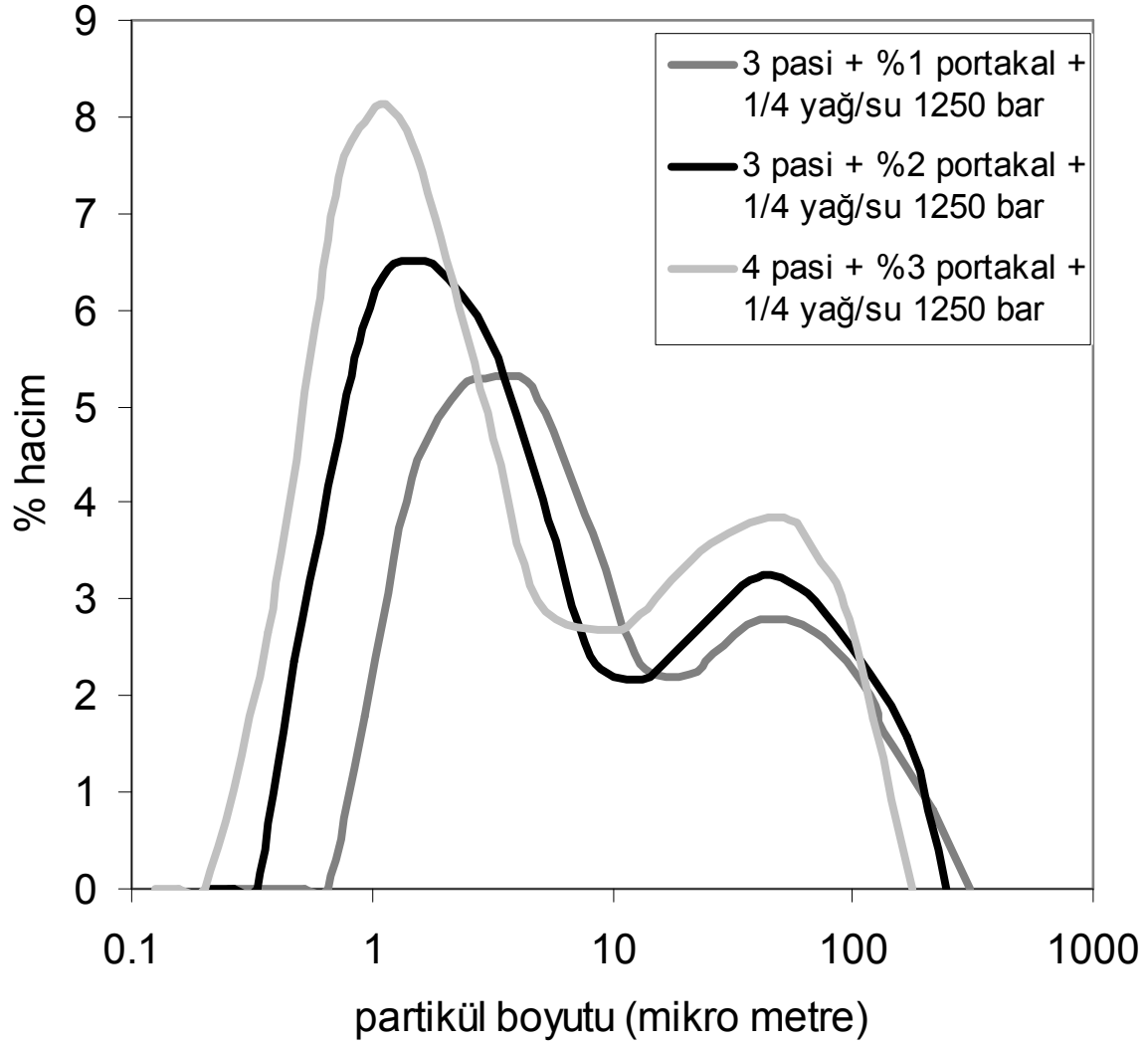
Şekil 104. İki farklı metot ile elde edilmiş %1 elma lifi içeren emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı



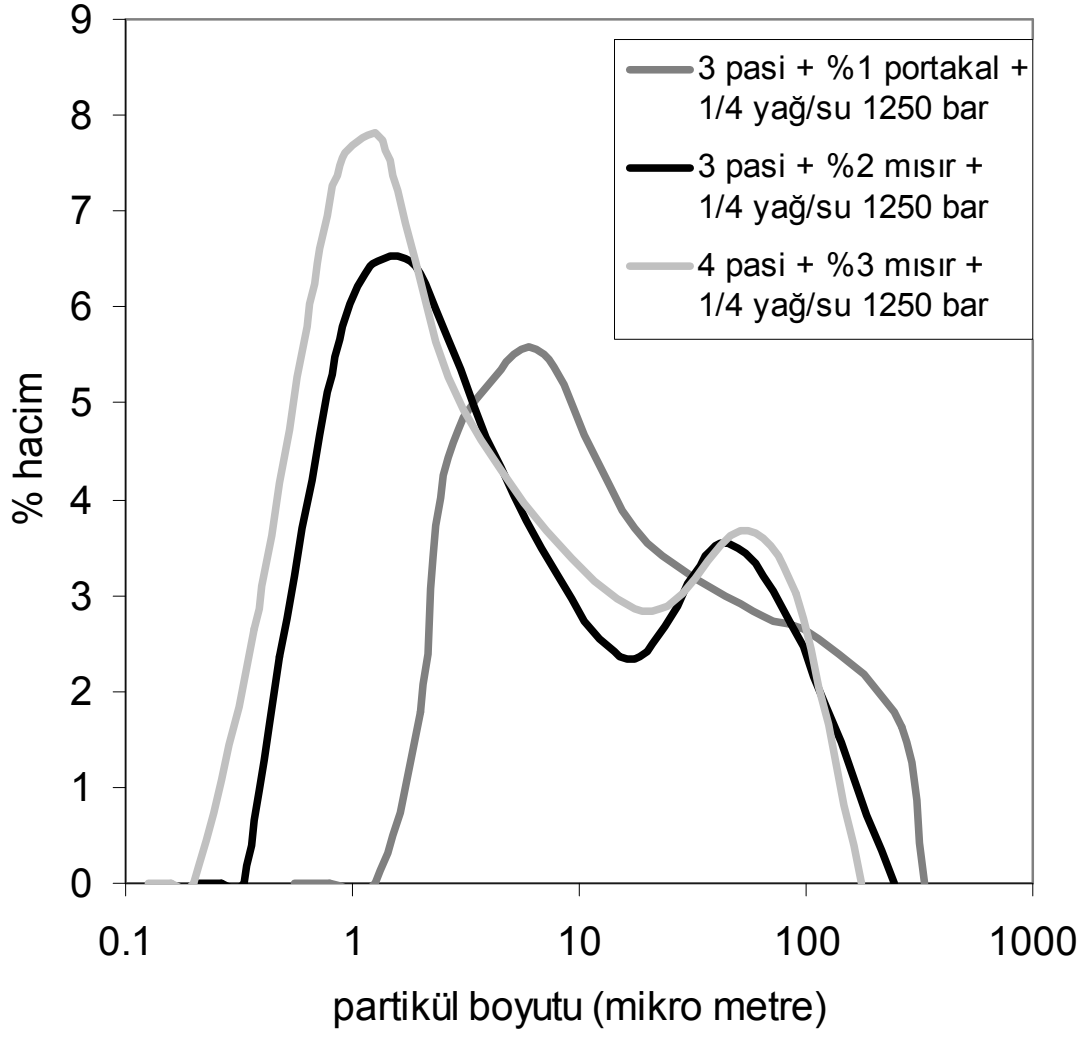
Şekil 105. Değişik oranlarda elma lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı



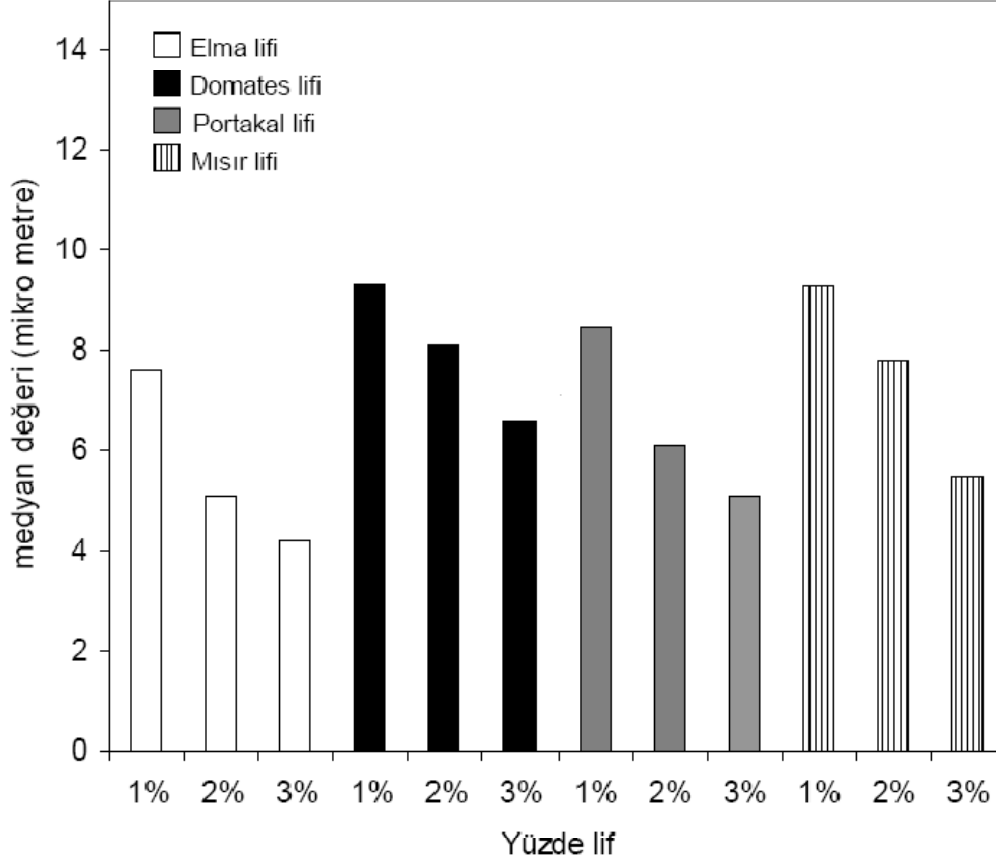
Şekil 106. Değişik oranlarda domates lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı



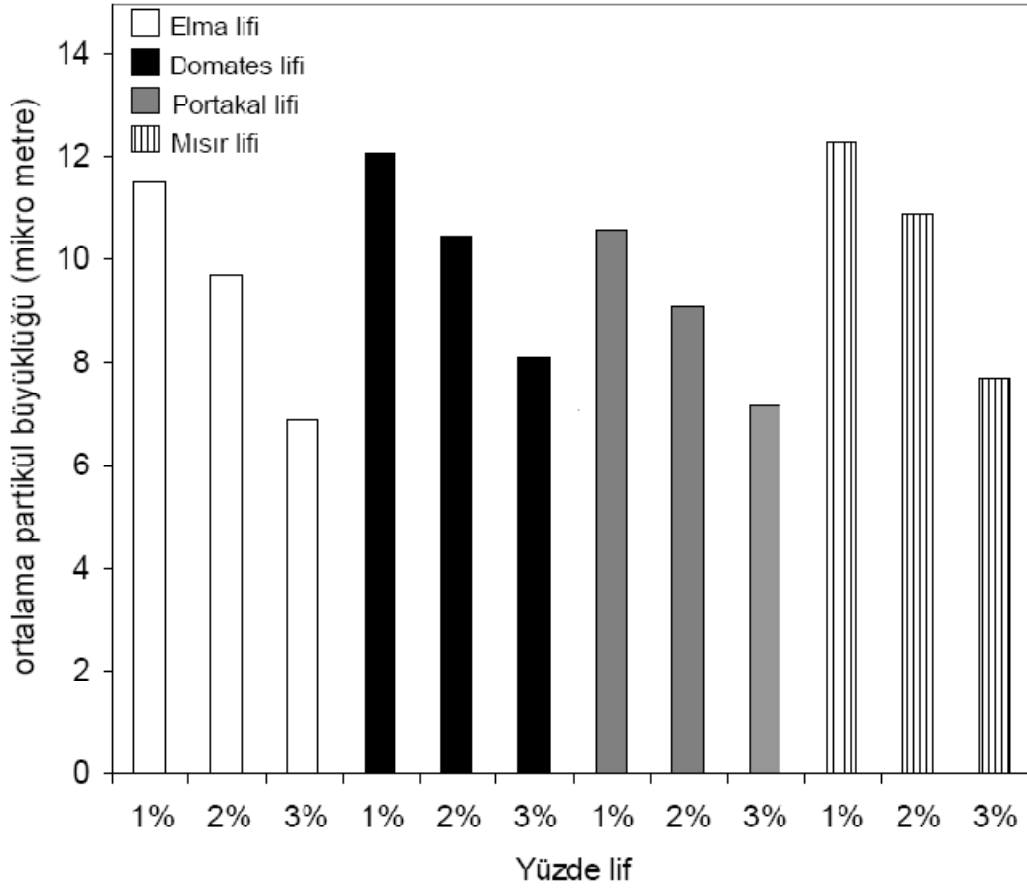
Şekil 107. Değişik oranlarda portakal lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı



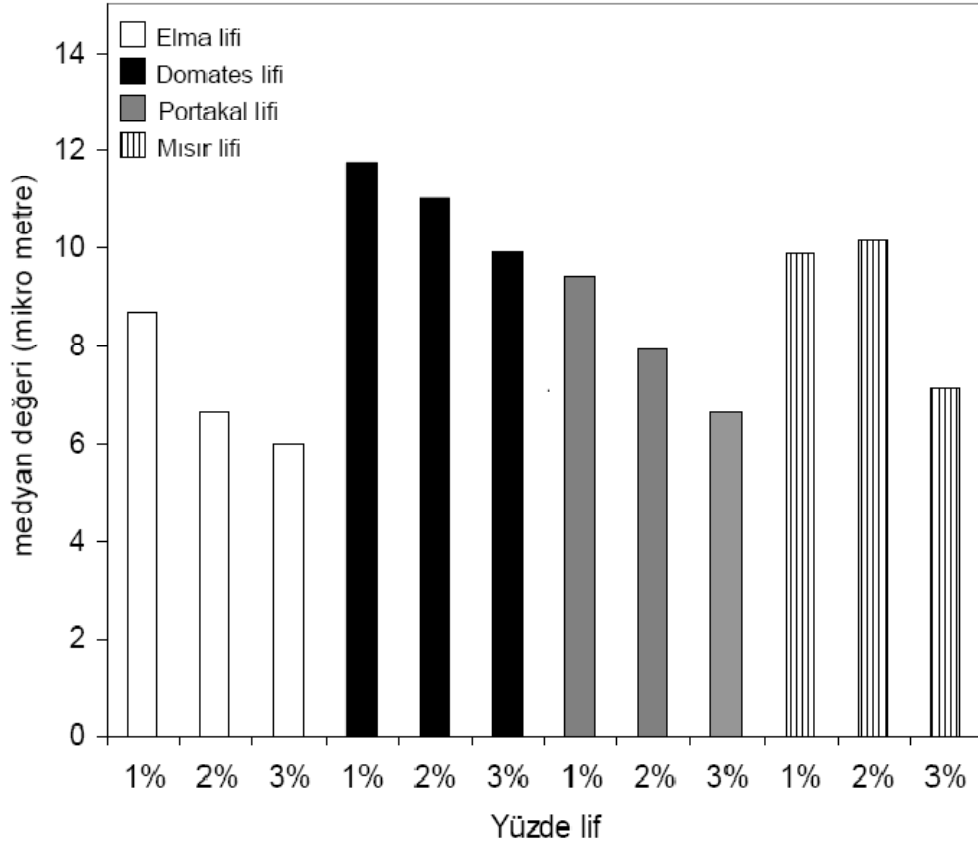
Şekil 108. Değişik oranlarda portakal lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonlarda partikül boyut dağılımı



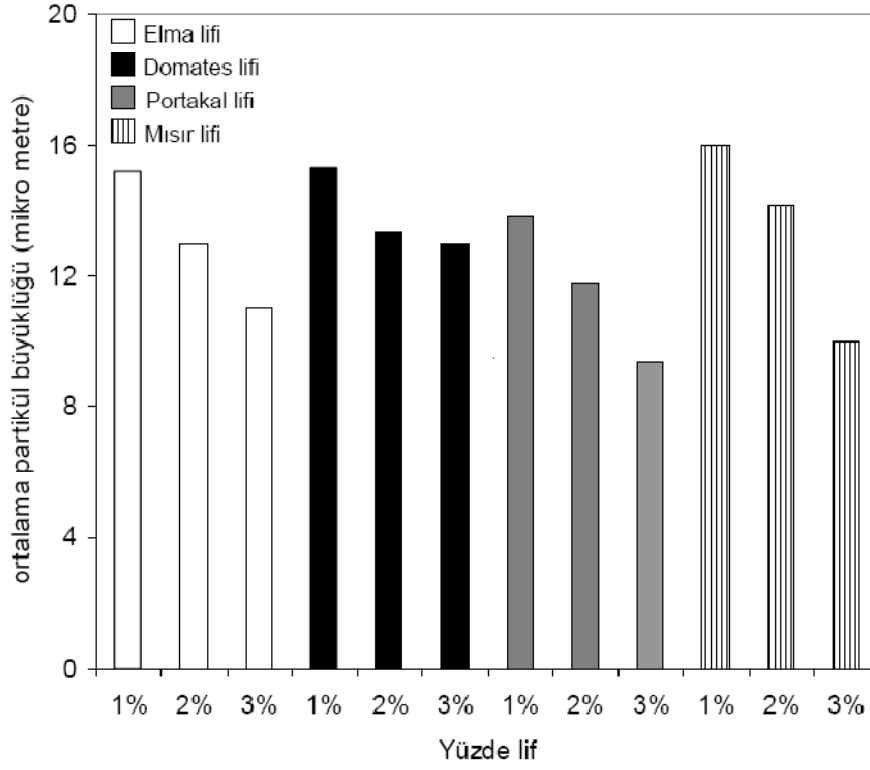
Şekil 109. Değişik oranlarda elma, domates, portakal ve mısır lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ve $\frac{1}{4}$ oranında yağ/su ile hazırlanmış emülsiyonlarda medyan partikül boyutunun lif konsantrasyonuna göre değişimi



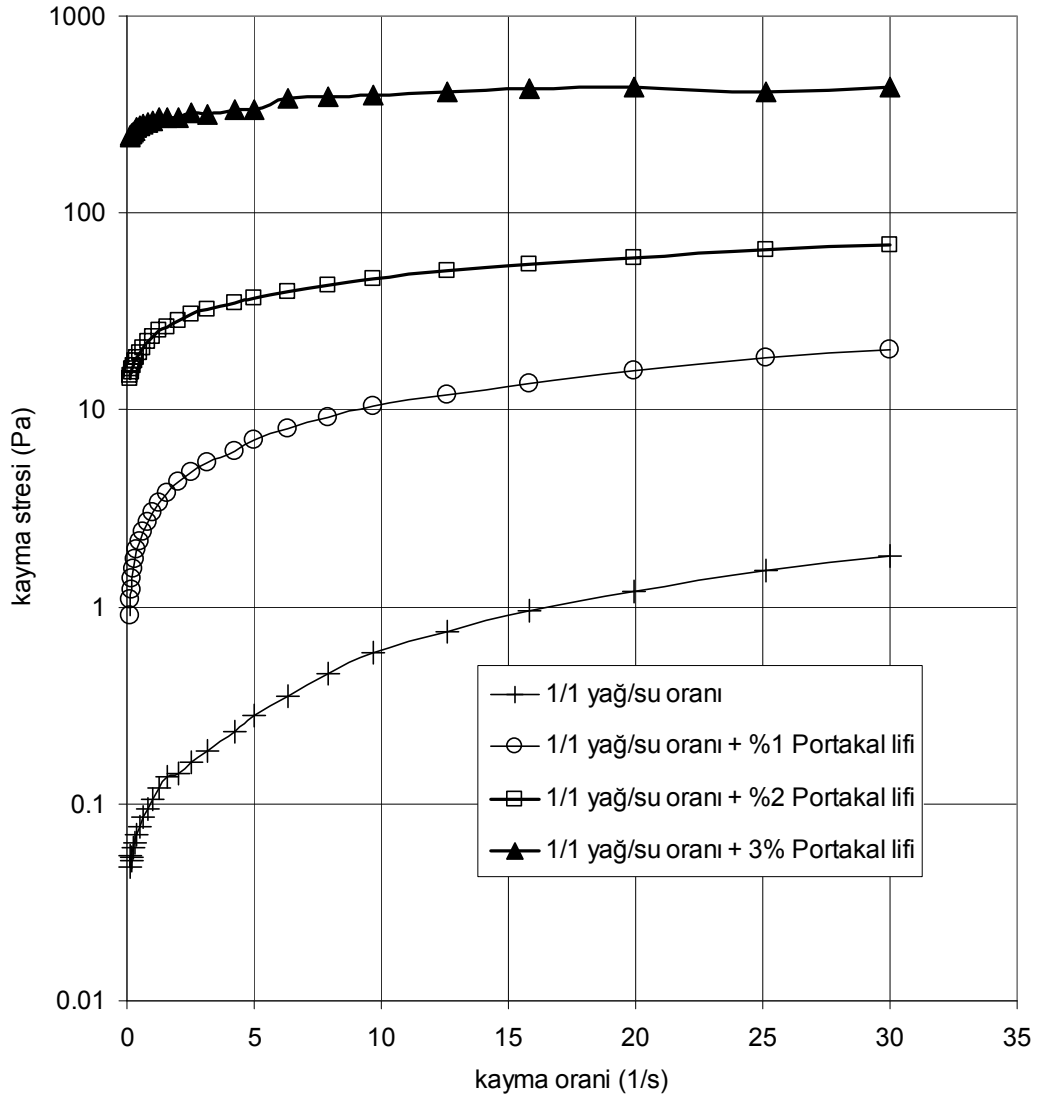
Şekil 110. Değişik oranlarda elma, domates, portakal ve mısır lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ve $\frac{1}{4}$ oranında yağ/su ile hazırlanmış emülsiyonlarda ortalama partikül boyutunun lif konsantrasyonuna göre değişimi



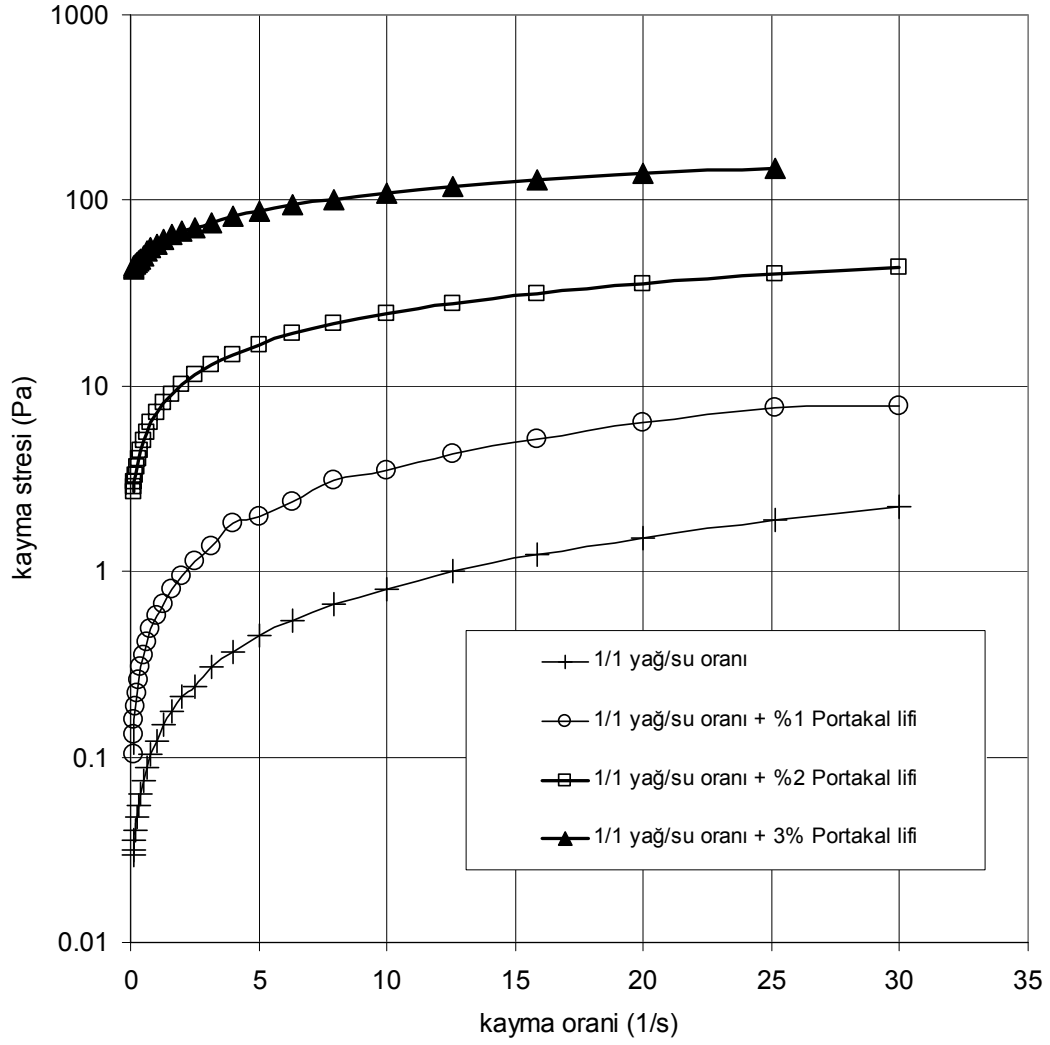
Şekil 111. Değişik oranlarda elma, domates, portakal ve mısır lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ve 1/1 oranında yağ/su ile hazırlanmış emülsiyonlarda medyan partikül boyutunun lif konsantrasyonuna göre değişimi



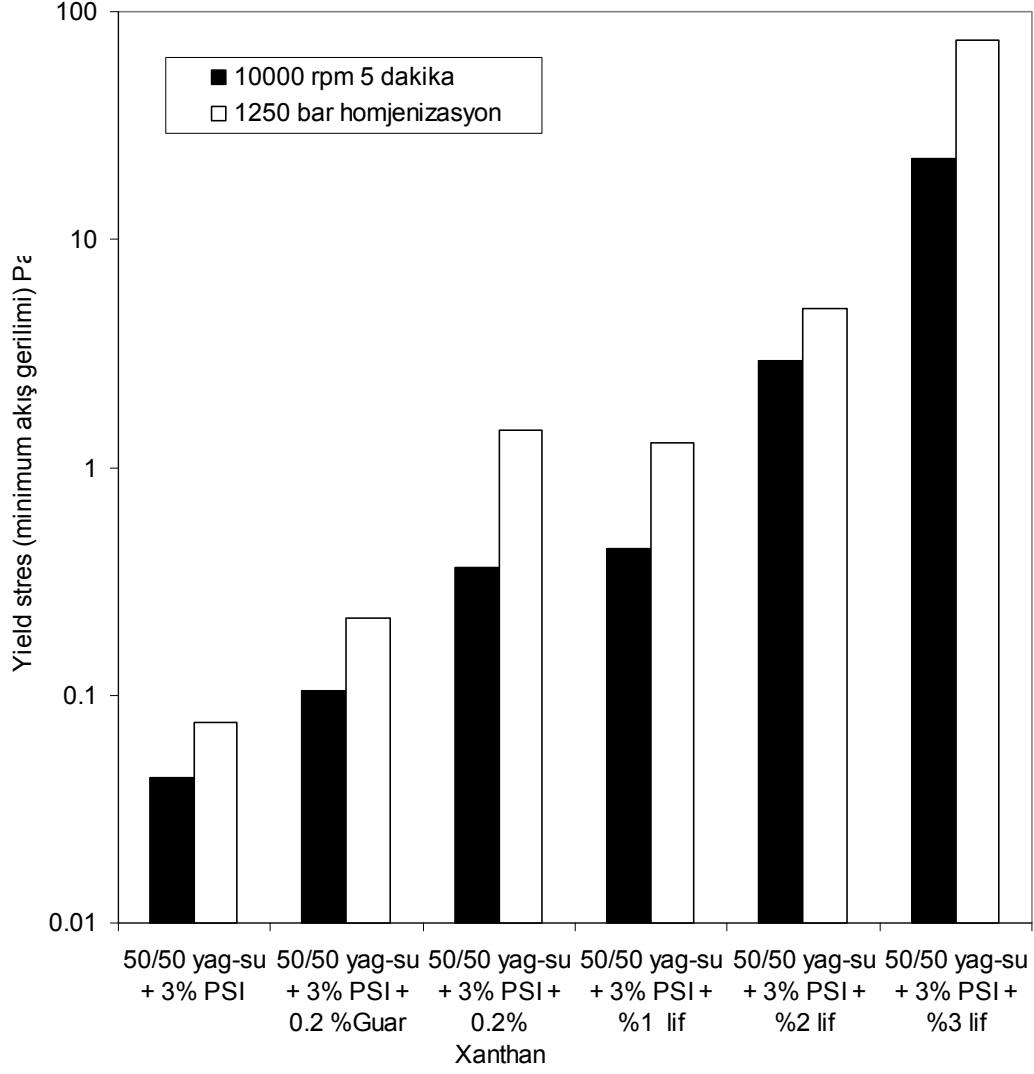
Şekil 112. Değişik oranlarda elma, domates, portakal ve mısır lifi içeren ve 1250 Bar altında mikro akışkan cihazı ve 1/1 oranında yağ/su ile hazırlanmış emülsiyonlarda ortalama partikül boyutunun lif konsantrasyonuna göre değişimi



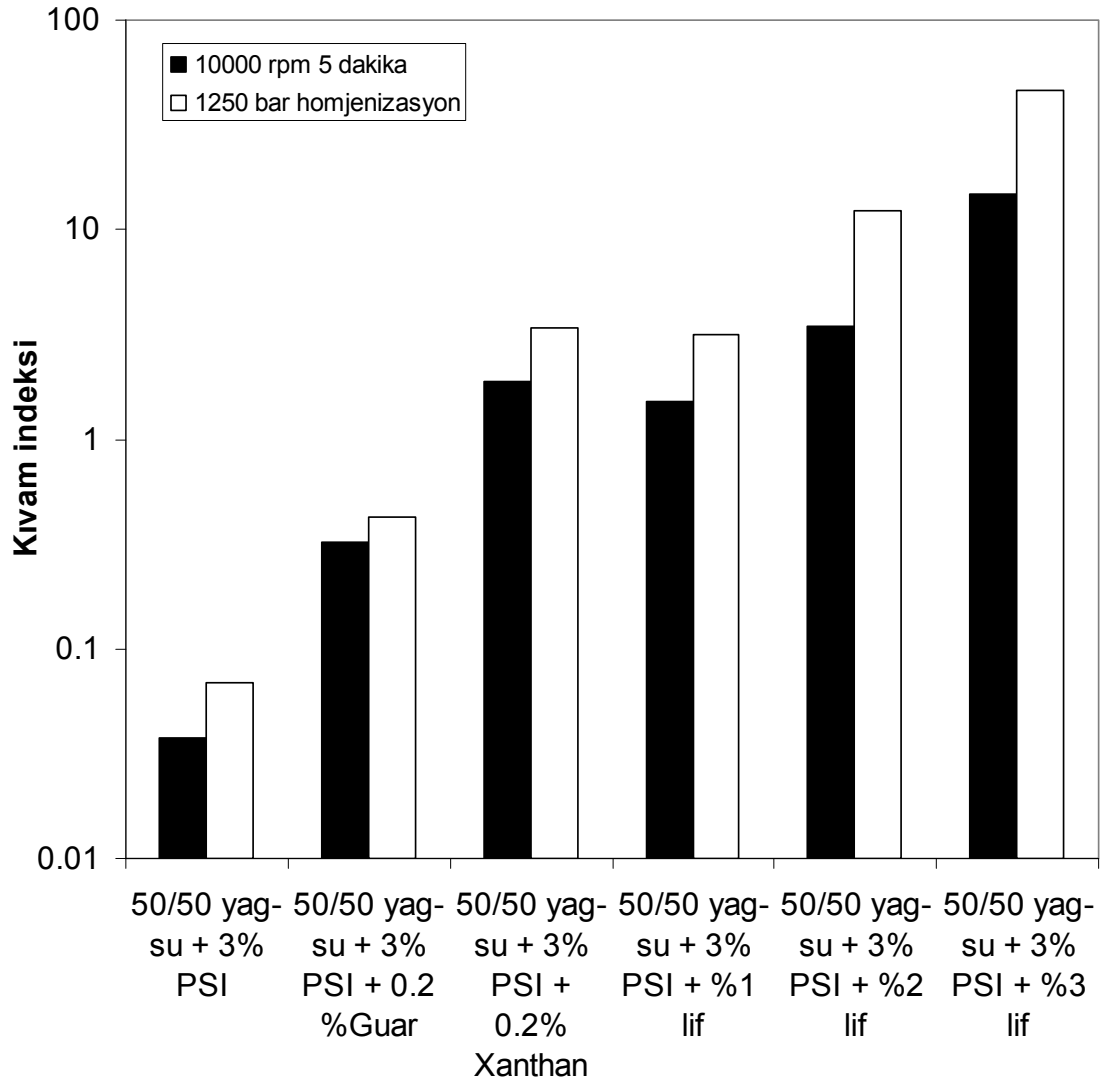
Şekil 113. 1/1 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren ve 1250 bar basınç altında mikro akışkan cihazı ile oluşturulmuş emülsiyonların akış kurveleri



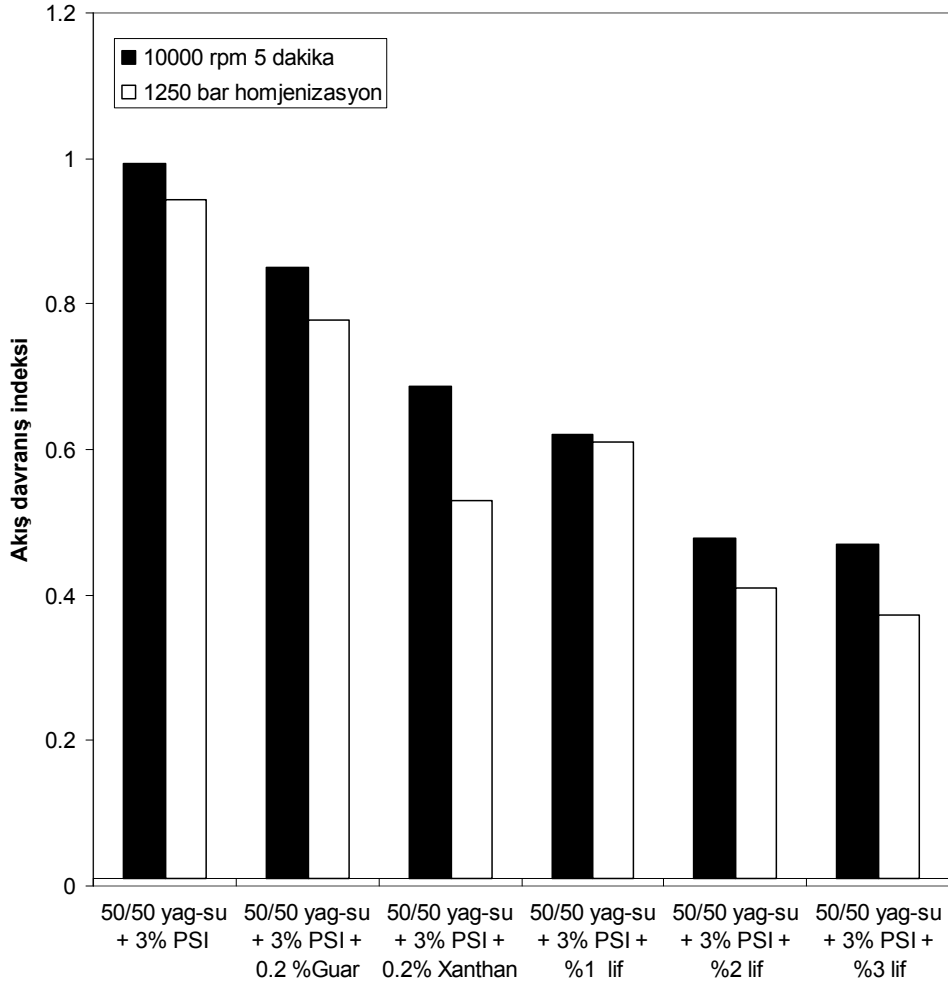
Şekil 114. 1/1 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



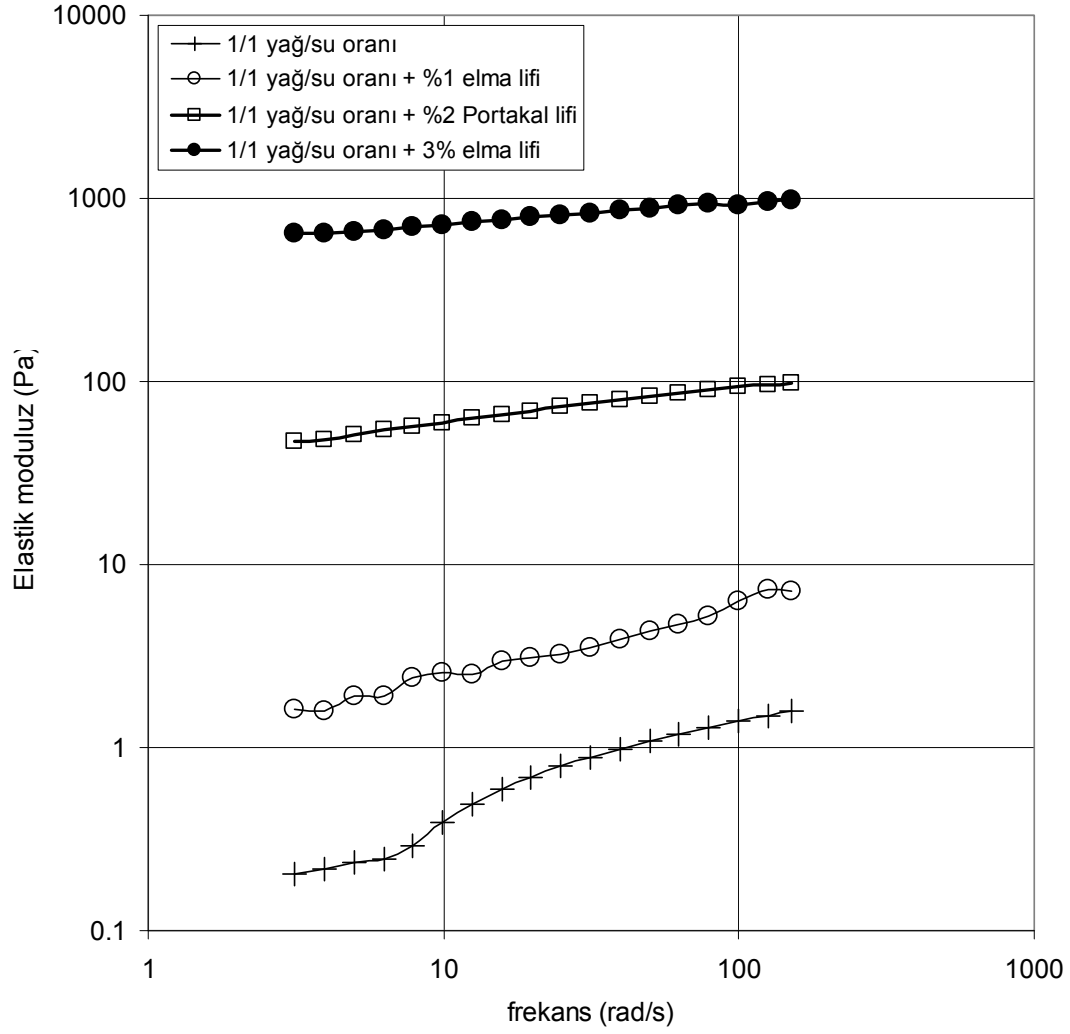
Şekil 115. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve portakal lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri



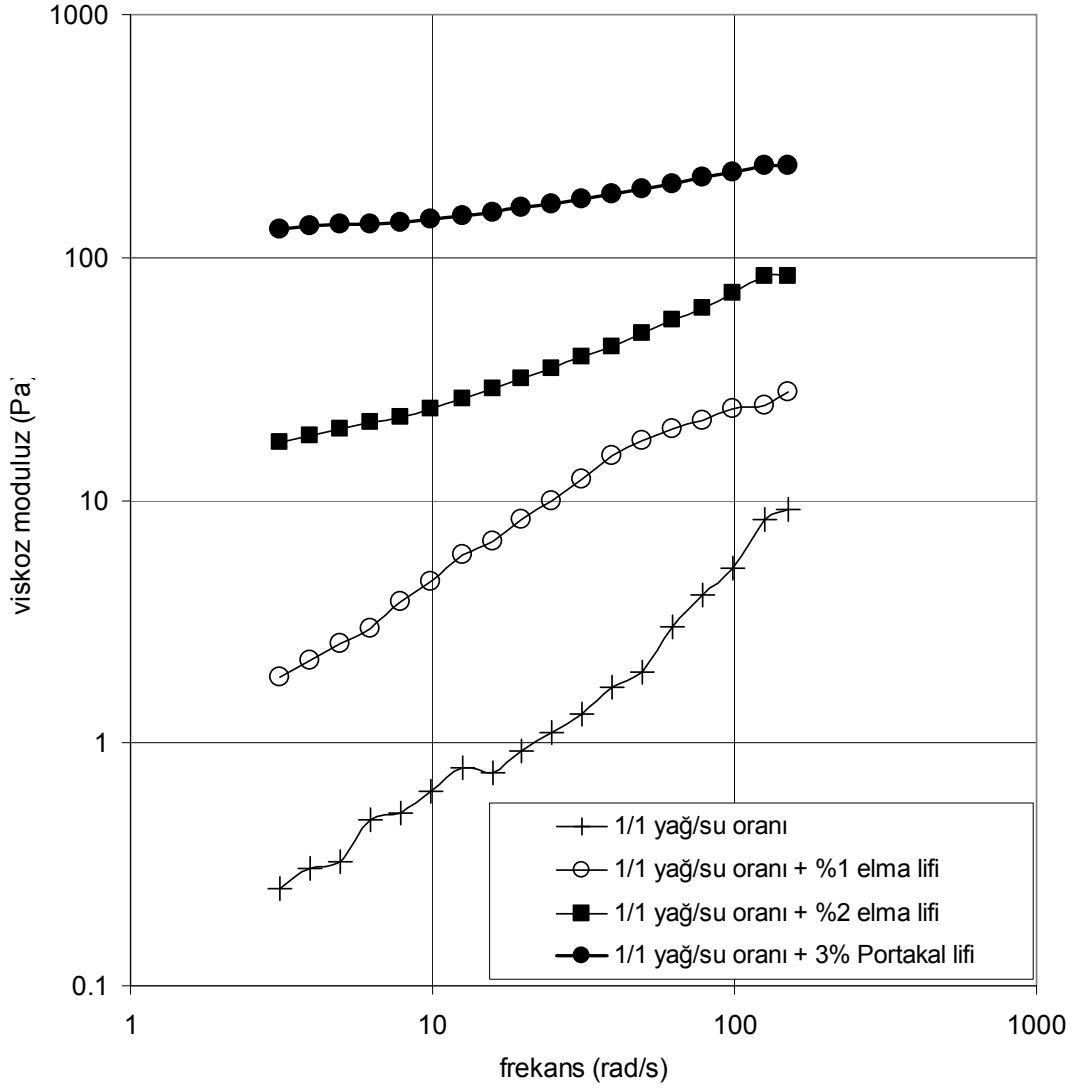
Şekil 116. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve portakal lifi içeren emülsiyonların kıvam indeksi değerleri



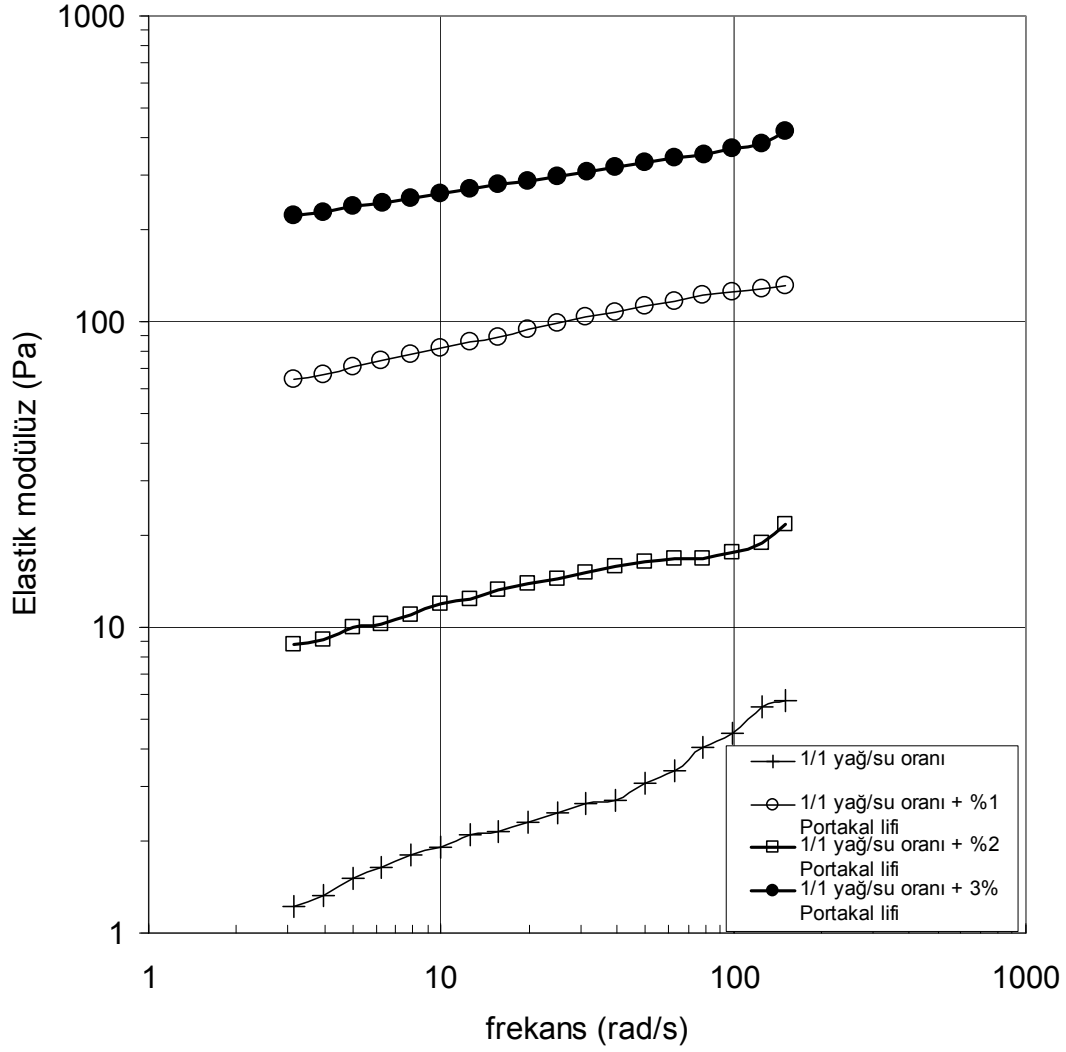
Şekil 117. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve portakal lifi içeren emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri



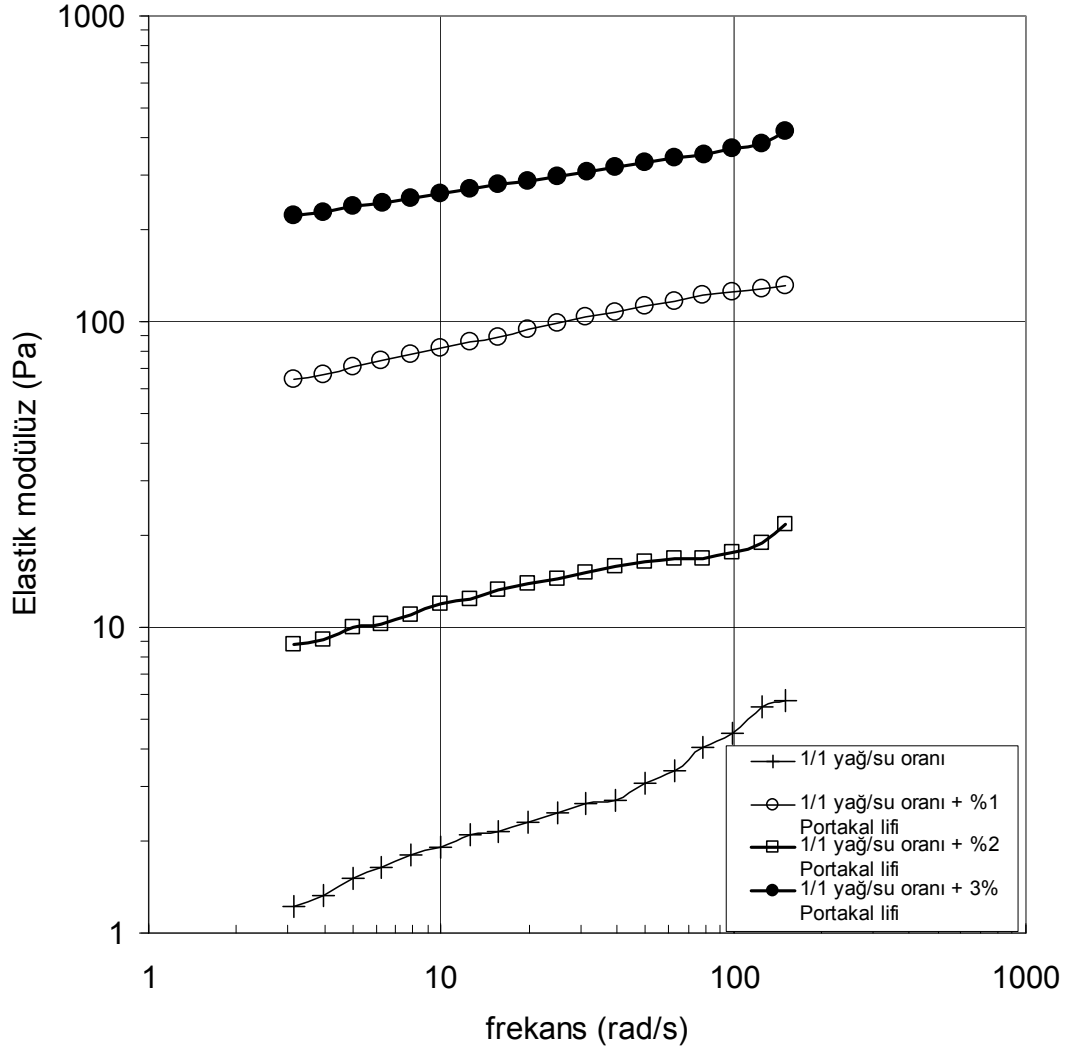
Şekil 118. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş ve portakal emülsiyonların elastik modülüz değerleri



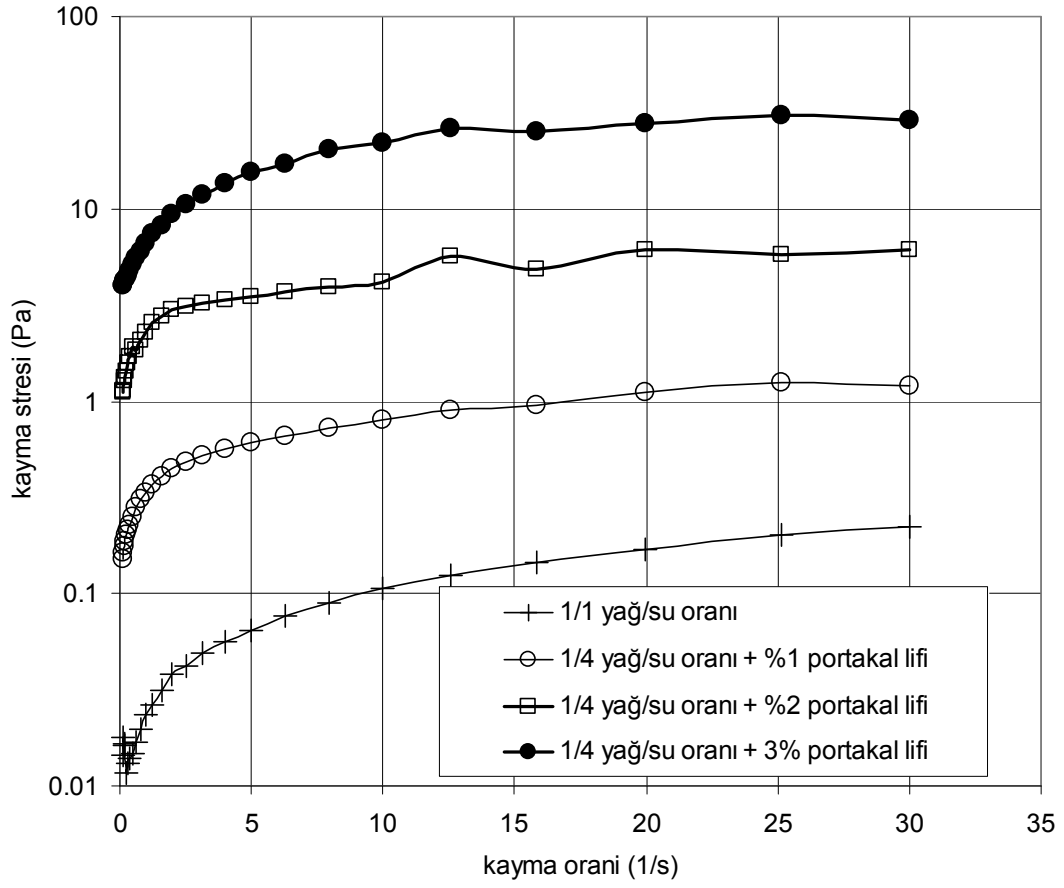
Şekil 119. 1/1 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş ve portakal lifi içeren emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



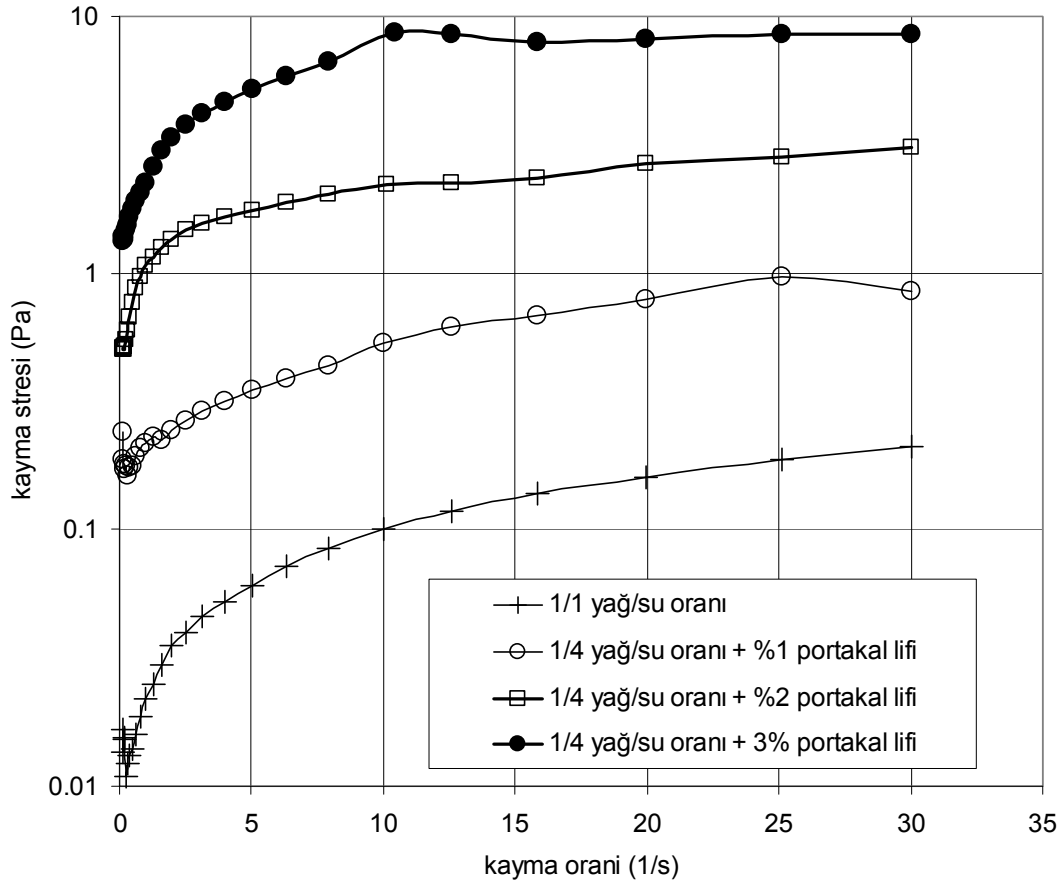
Şekil 120. 1/1 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri



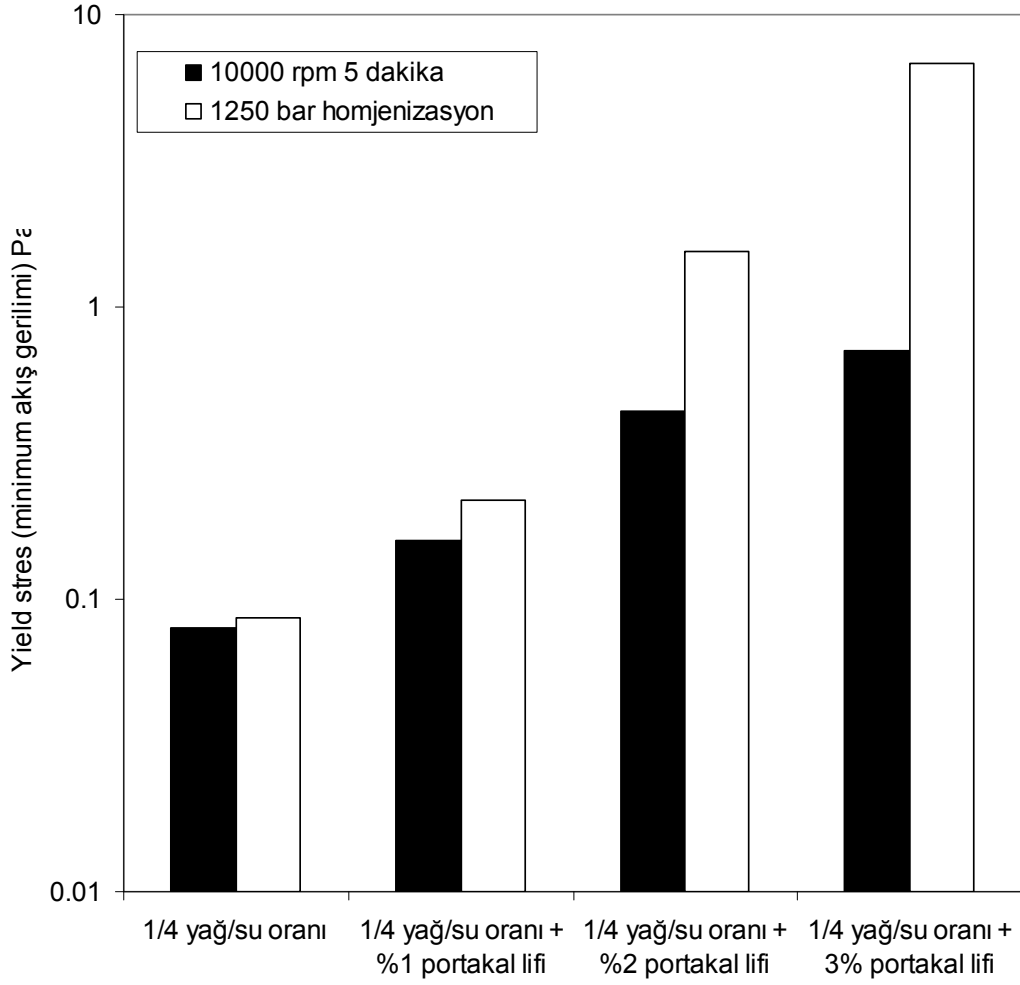
Şekil 121. 1/1 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş emülsiyonların elastik modülüz değerleri



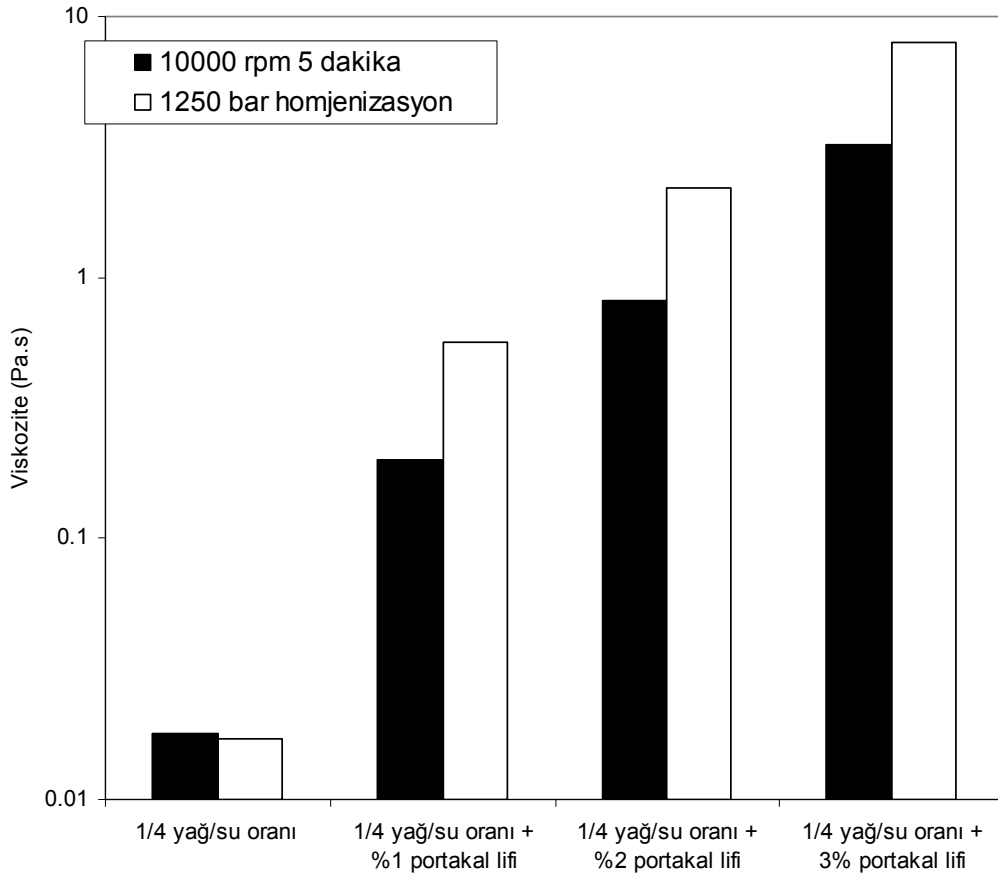
Şekil 122. 1/4 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren ve 1250 bar altın mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



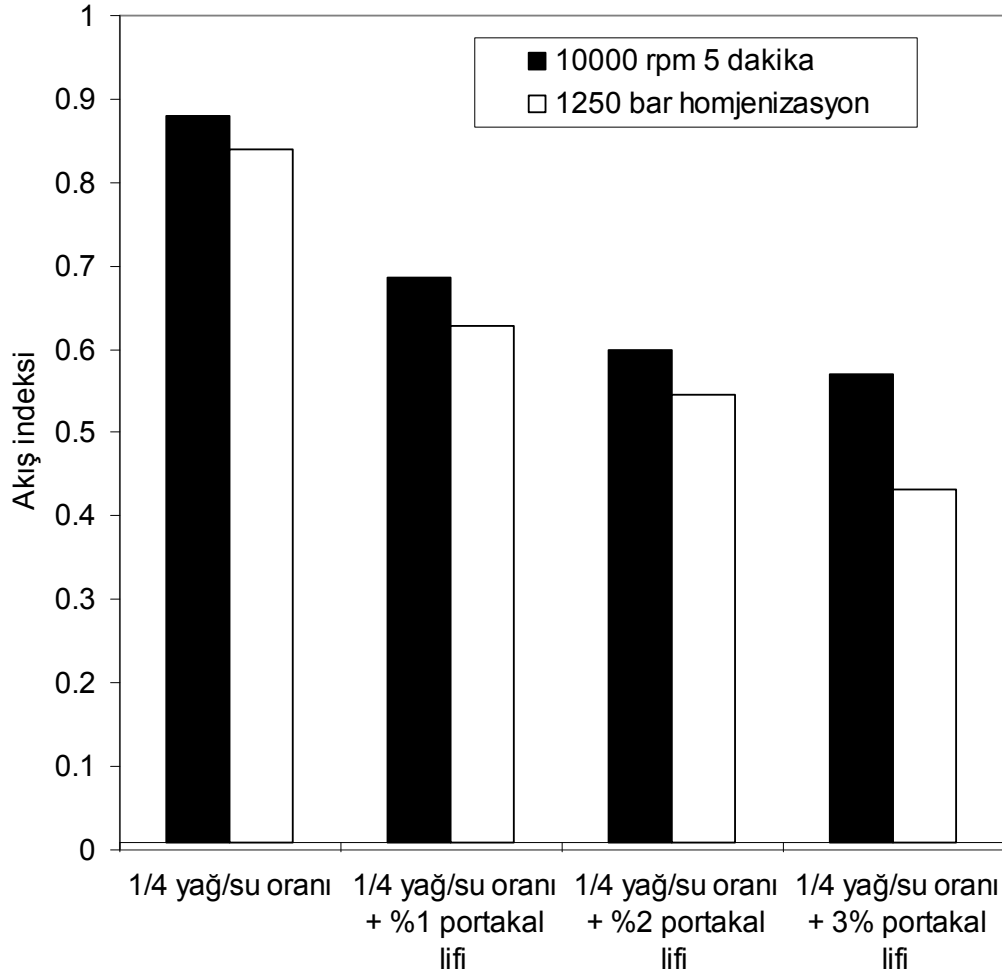
Şekil 123. 1/4 yağ su oranına sahip portakal lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homojenizasyon ile altın mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



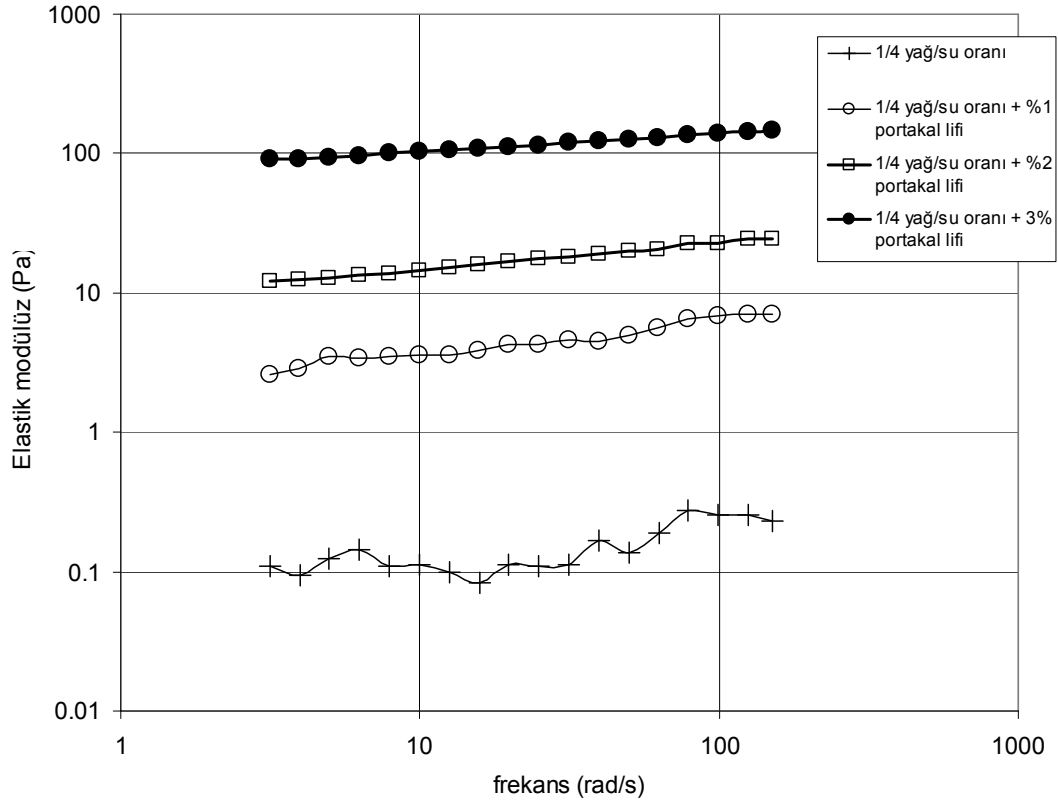
Şekil 124. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri



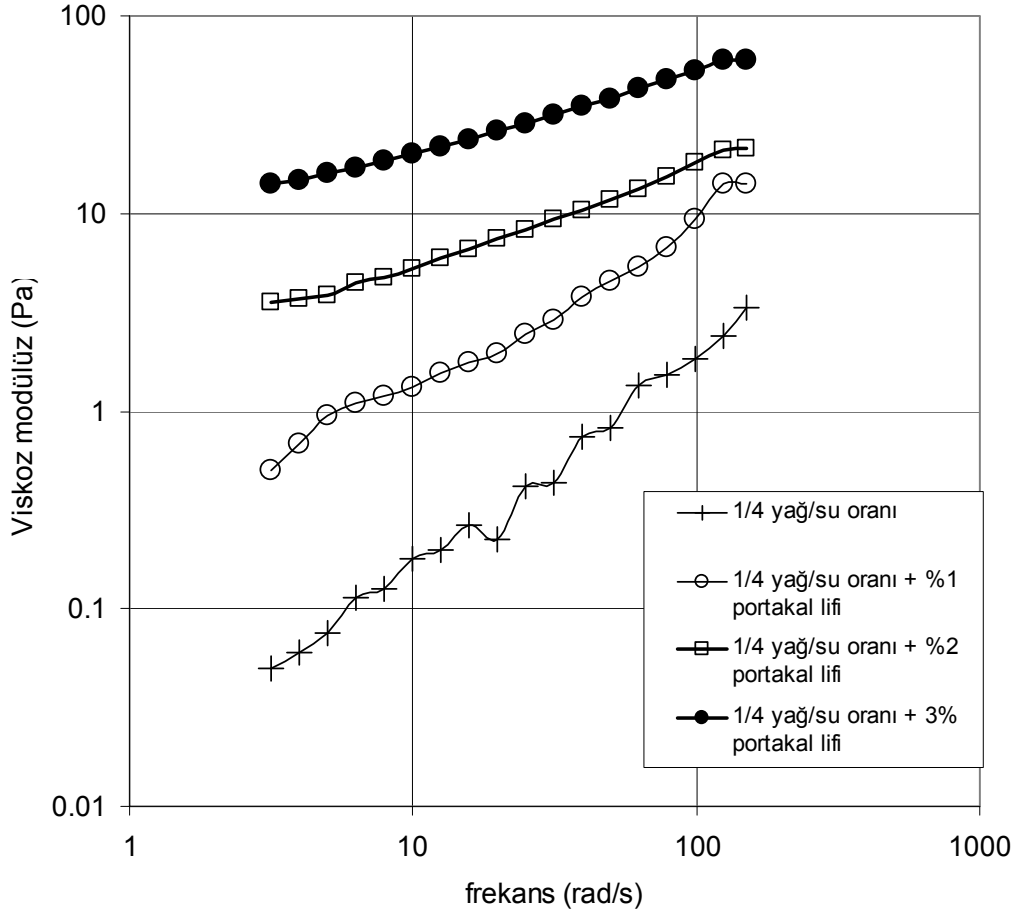
Şekil 125. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların viskozite değerleri



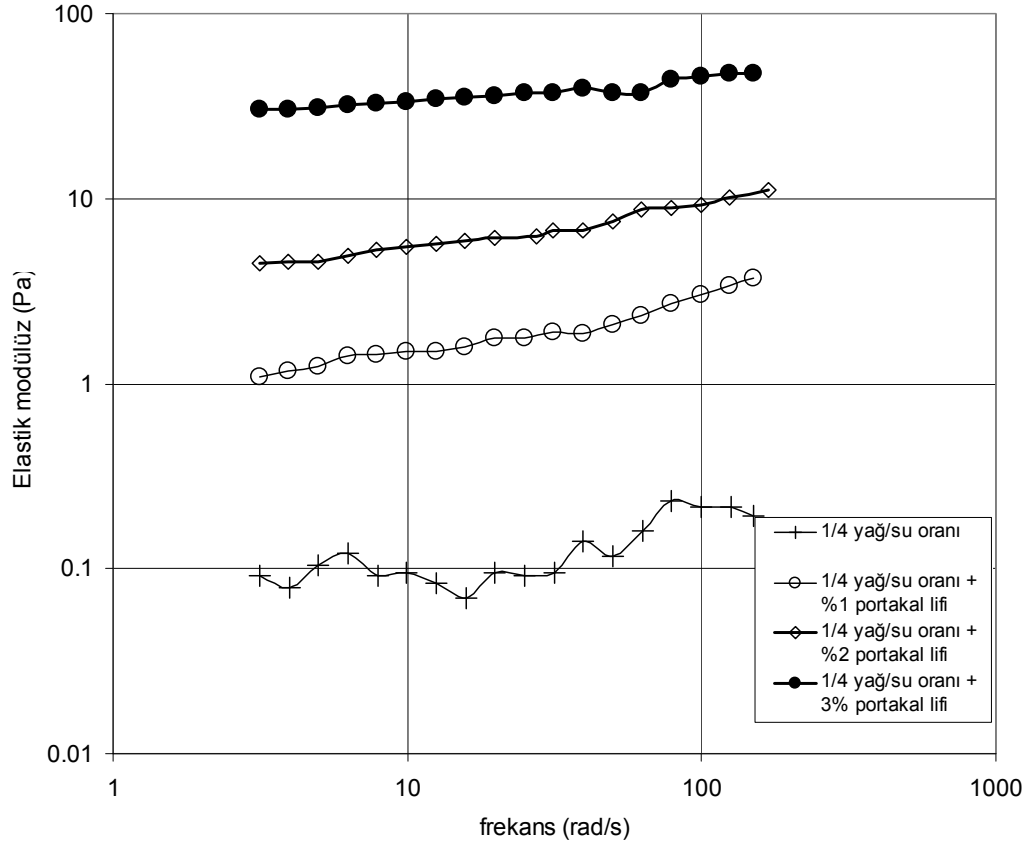
Şekil 126. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların akış indeksi değerleri



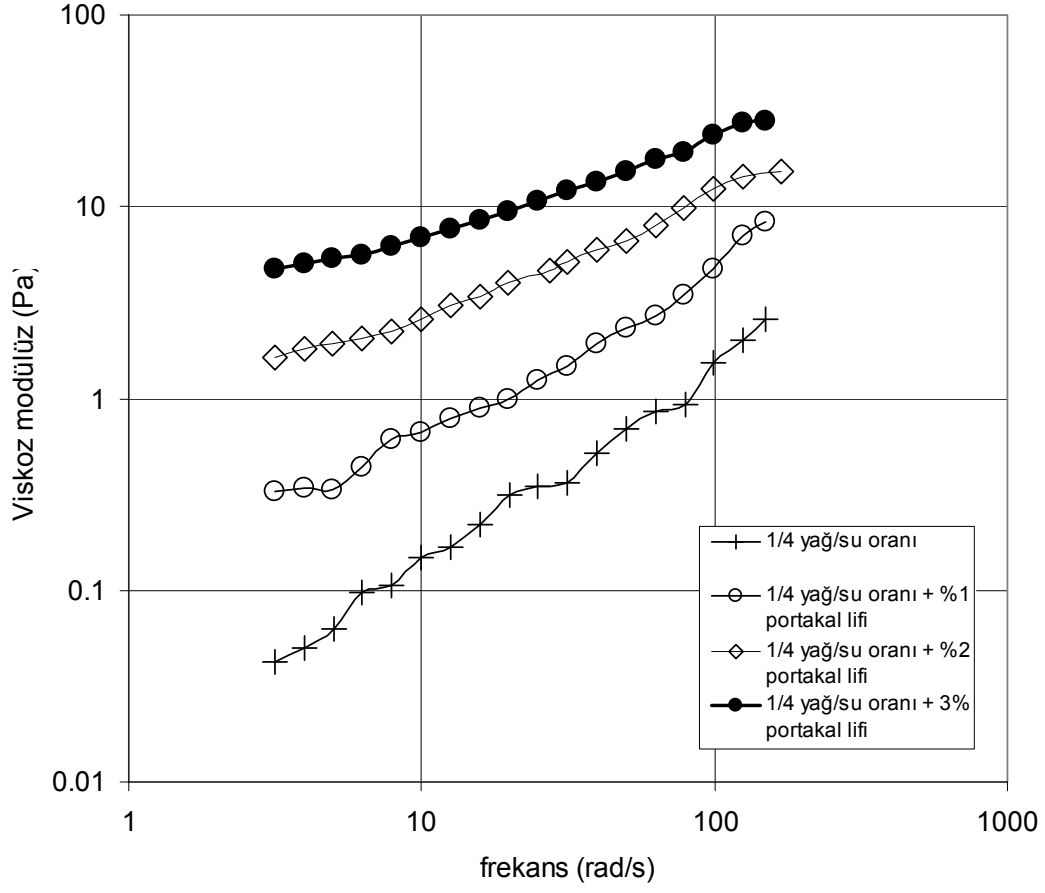
Şekil 127. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş portakal lifi içeren emülsiyonların elastik modülüz değerleri



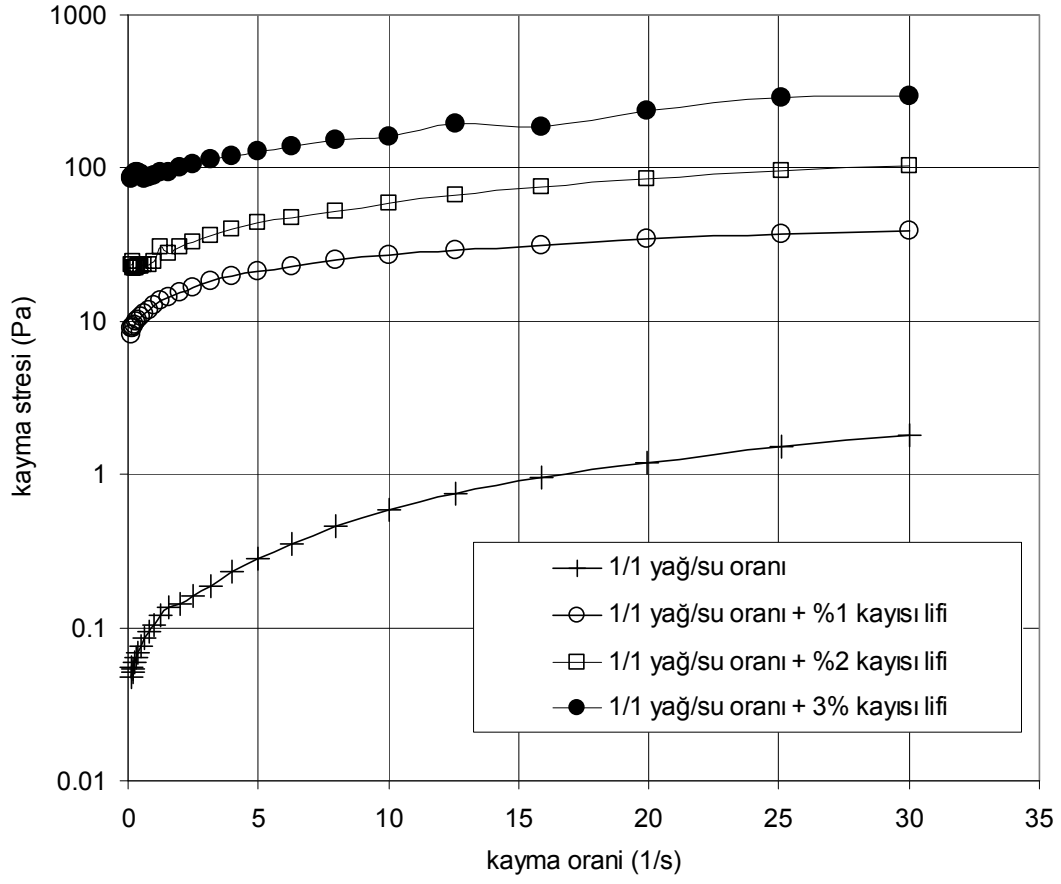
Şekil 128. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş portakal lifi içeren emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



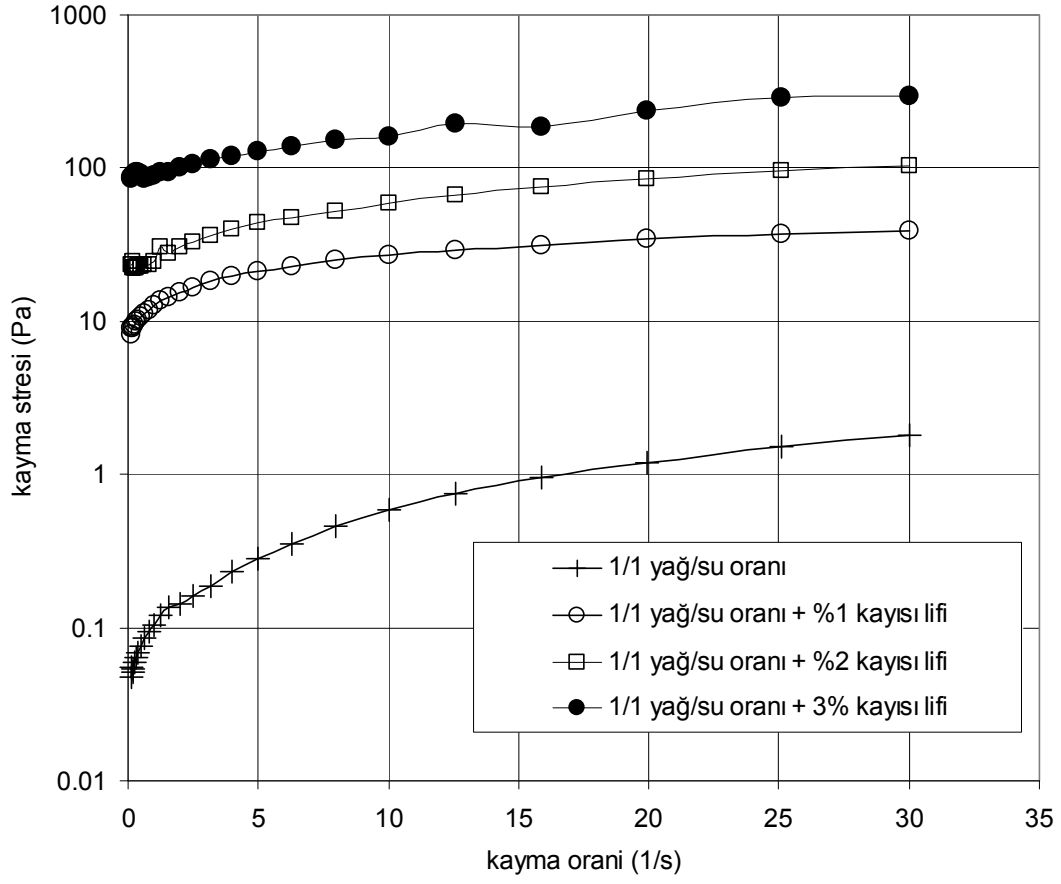
Şekil 129. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş portakal lifi içeren emülsiyonların elastik modülüz değerleri



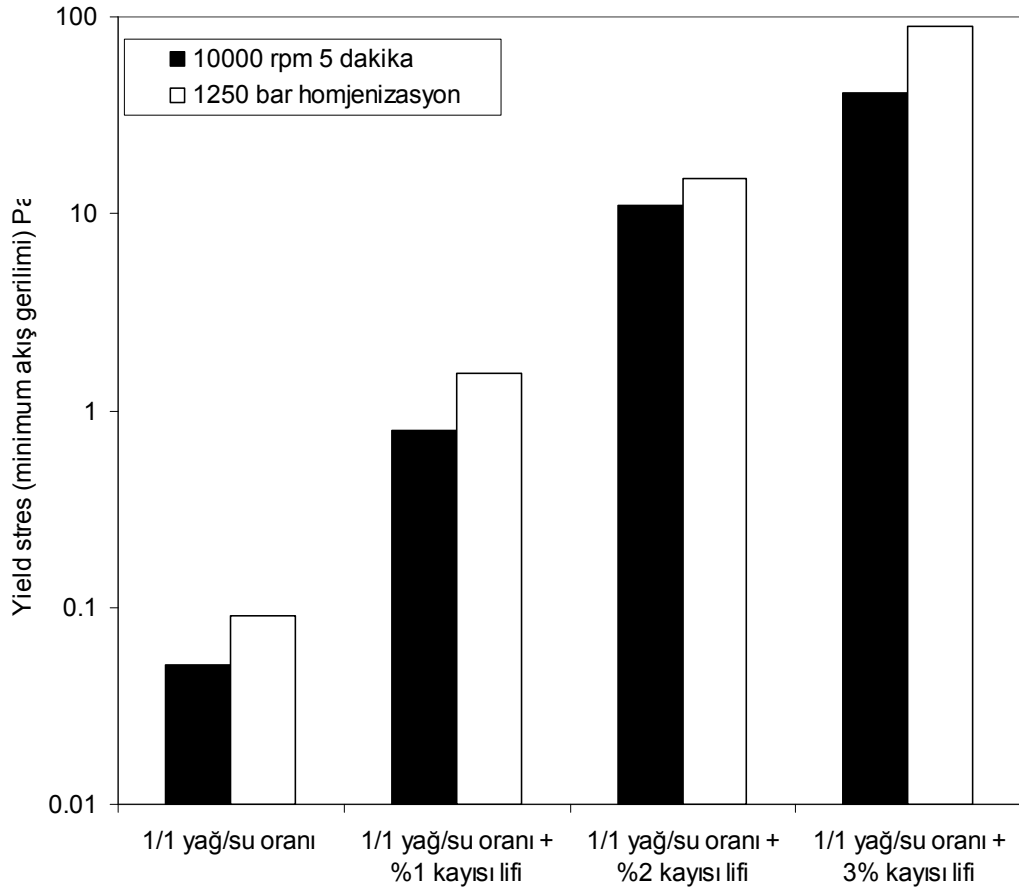
Şekil 130. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş portakal lifi içeren emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



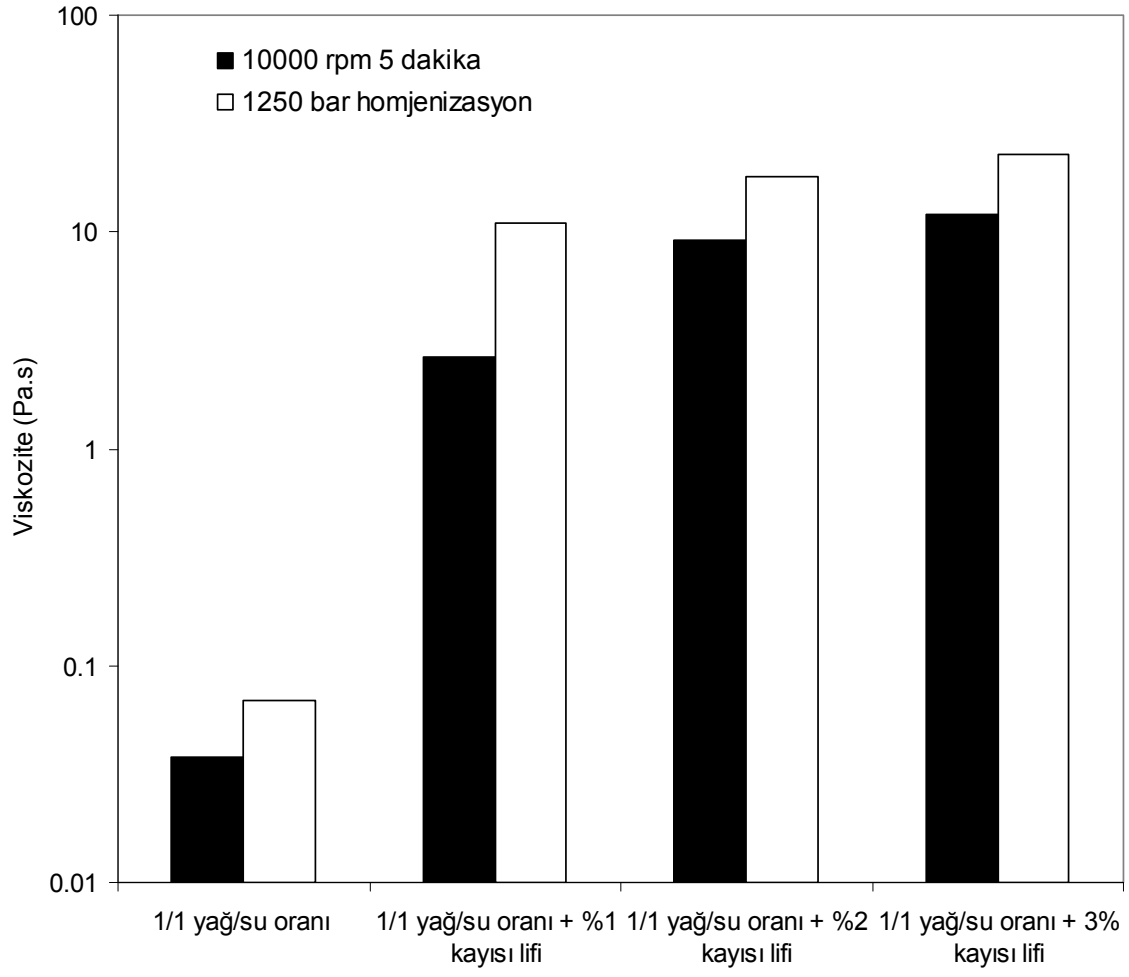
Şekil 131. 1/1 yağ su oranına sahip kayısı lifi içeren ve 1250 bar basınç altında mikro akışkan cihazı ile oluşturulmuş emülsiyonların akış kurveleri



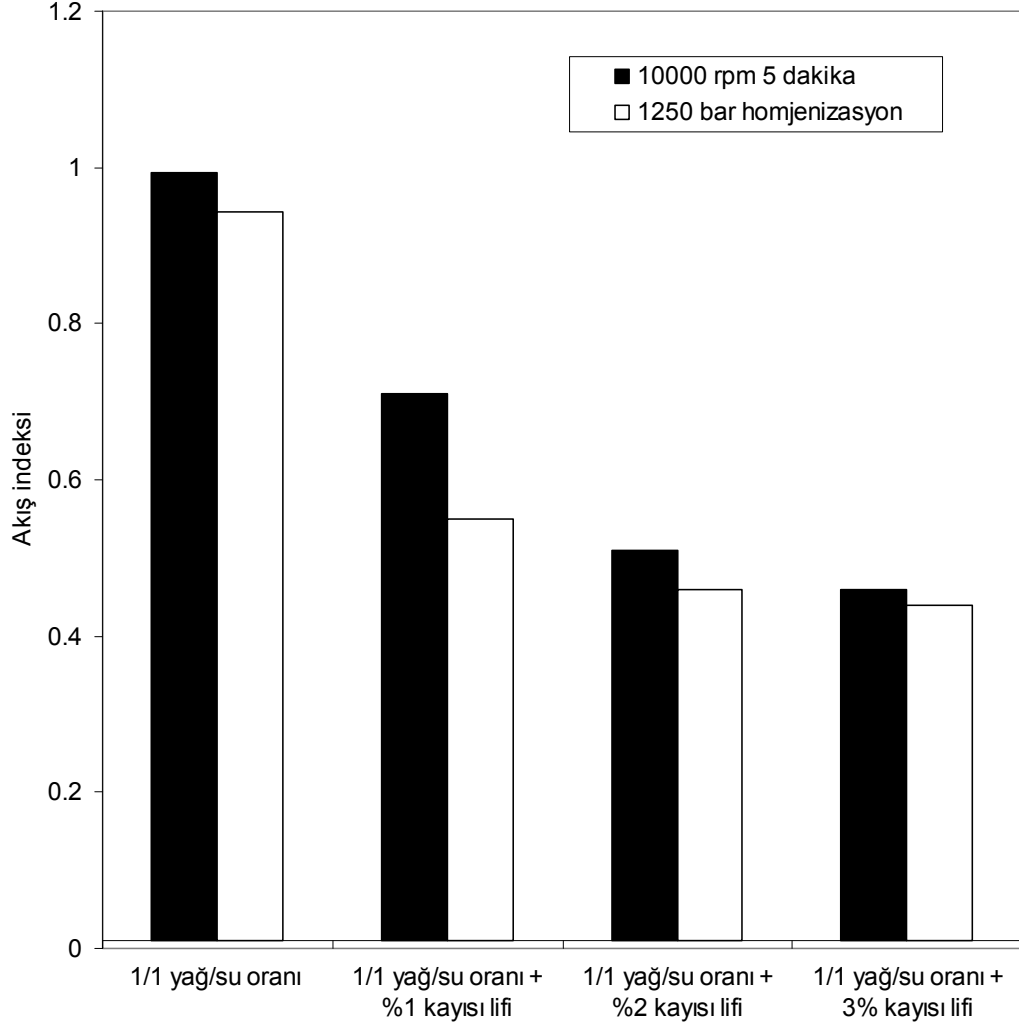
Şekil 132. 1/1 yağ su oranına sahip kayısı lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



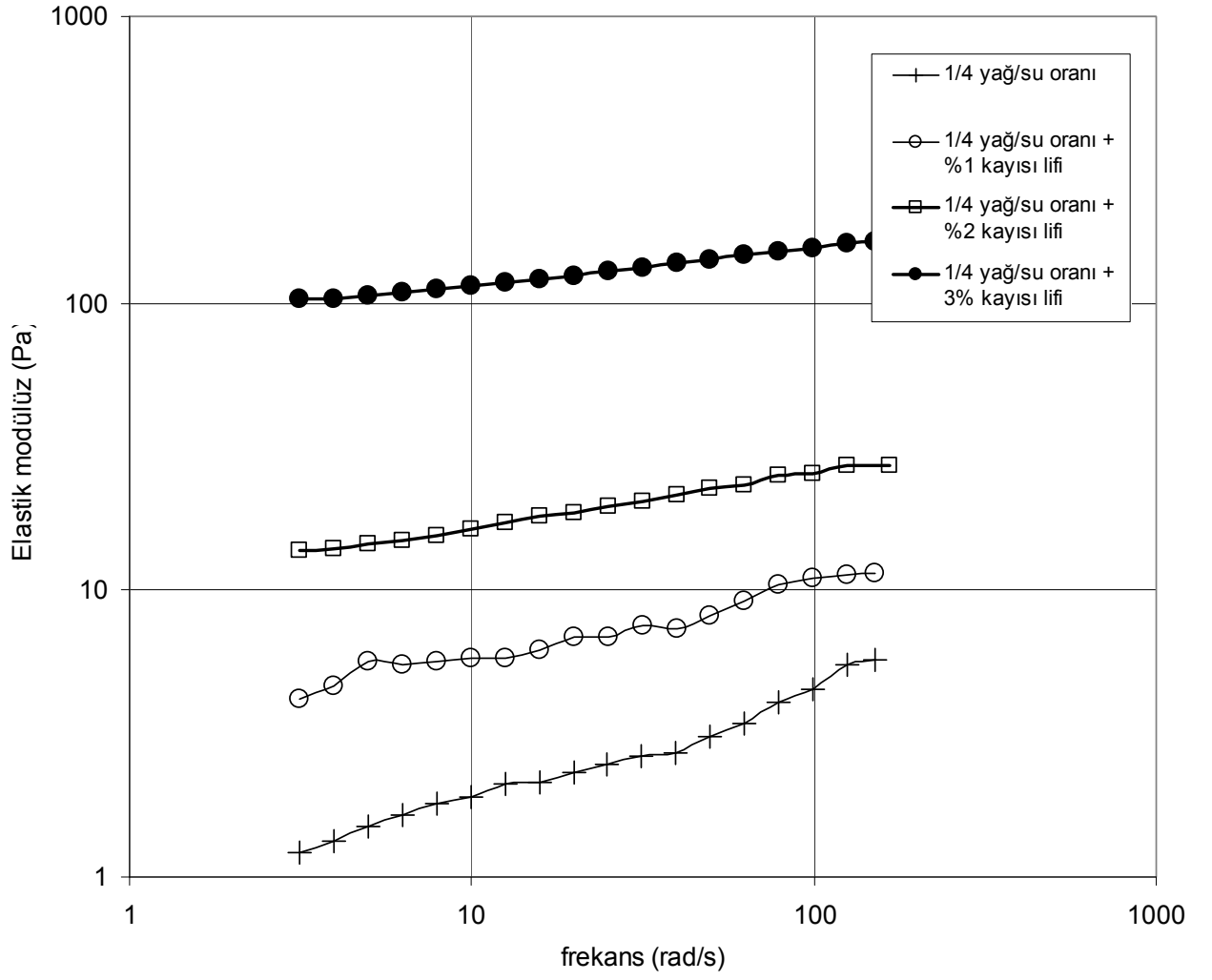
Şekil 133. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri



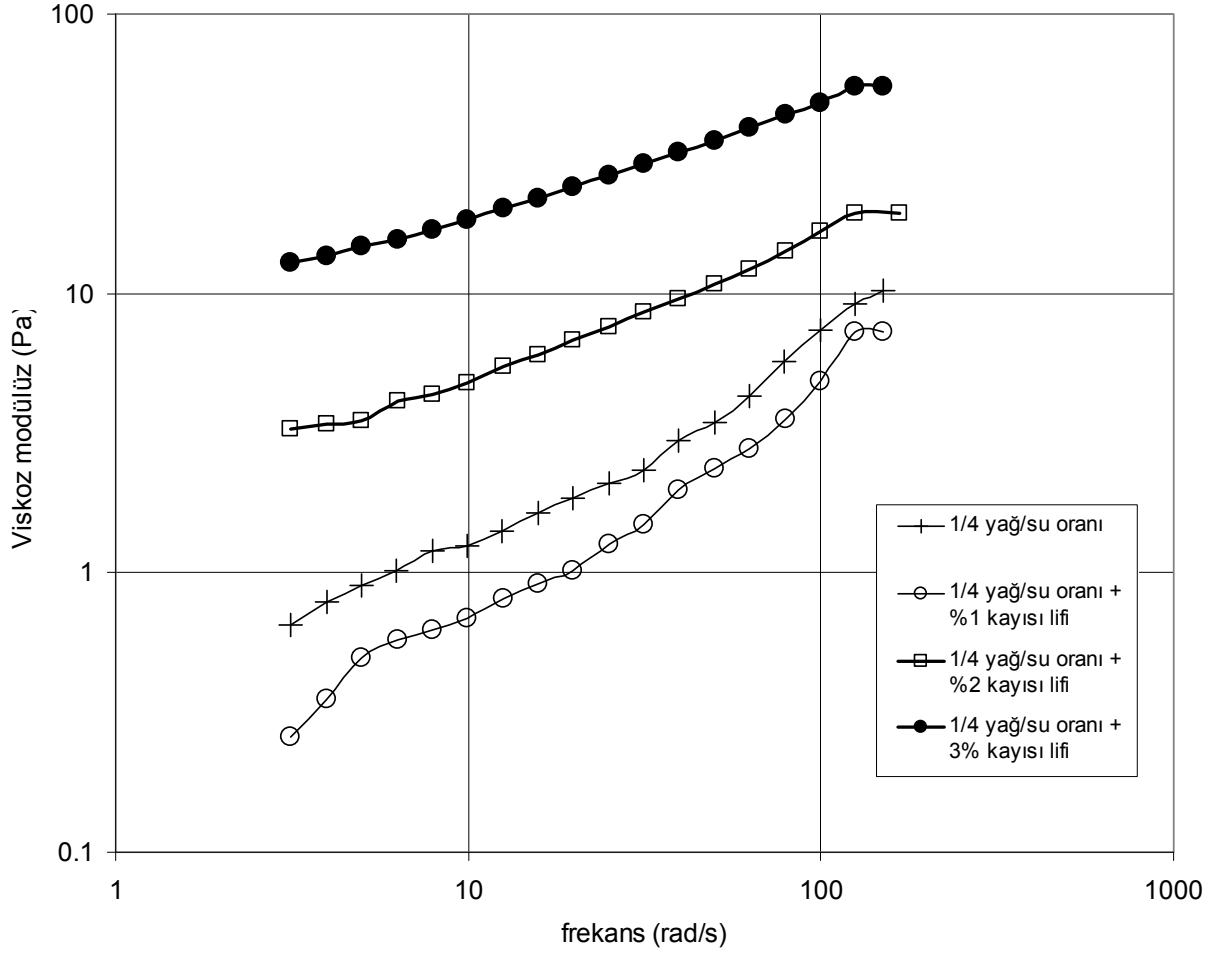
Şekil 134. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların kıvam indeksi değerleri



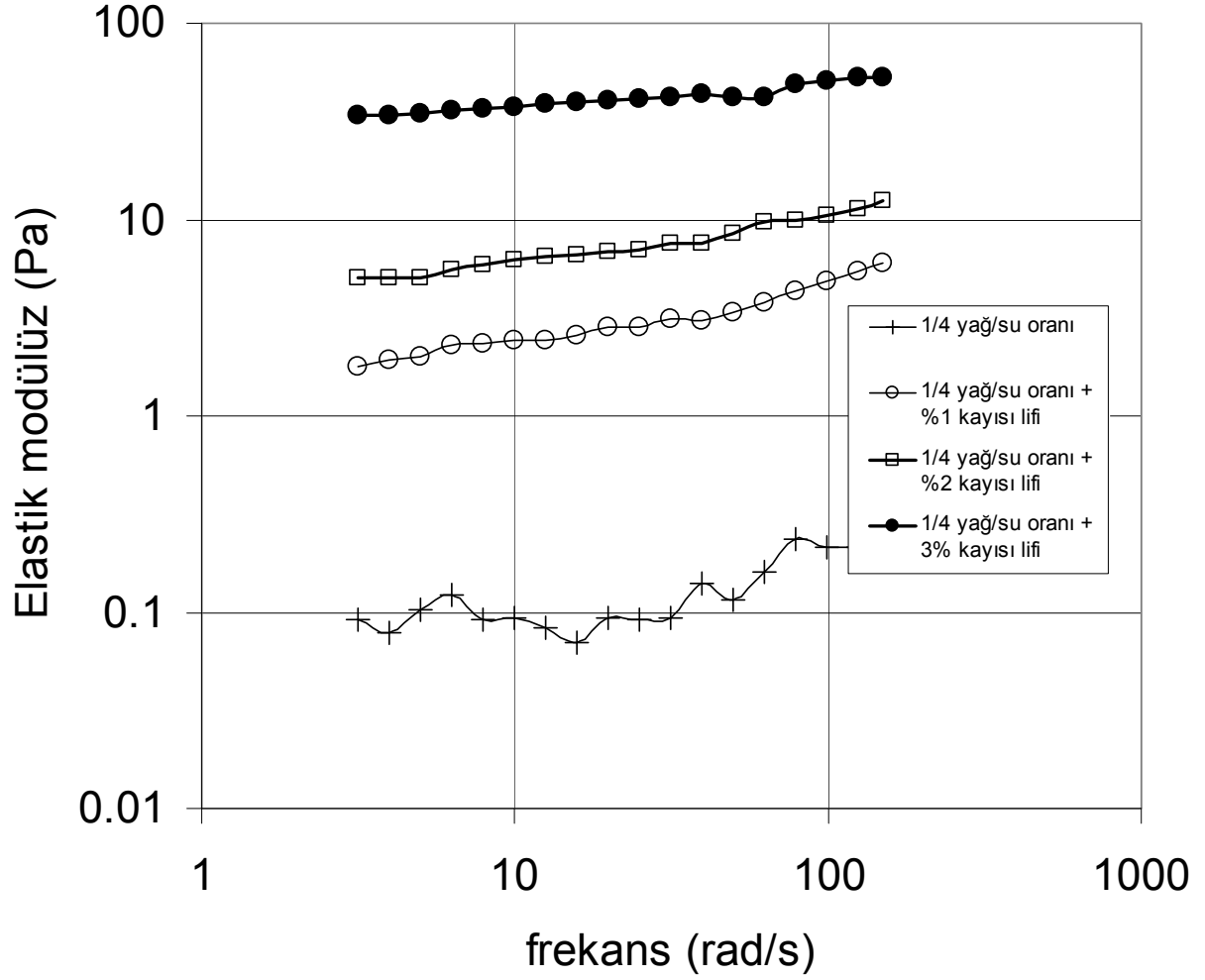
Şekil 135. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri



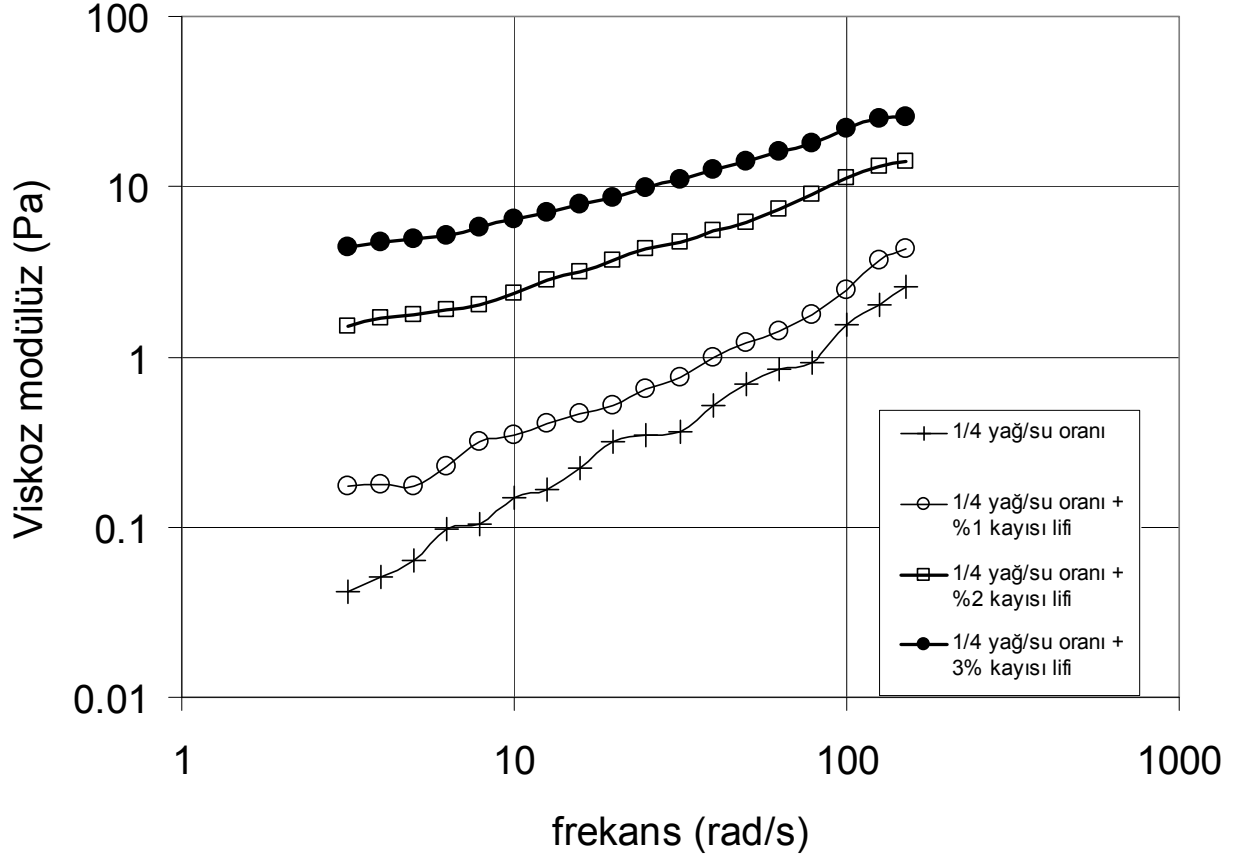
Şekil 136. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş kayısı lifi içeren emülsiyonların elastik modülüz değerleri



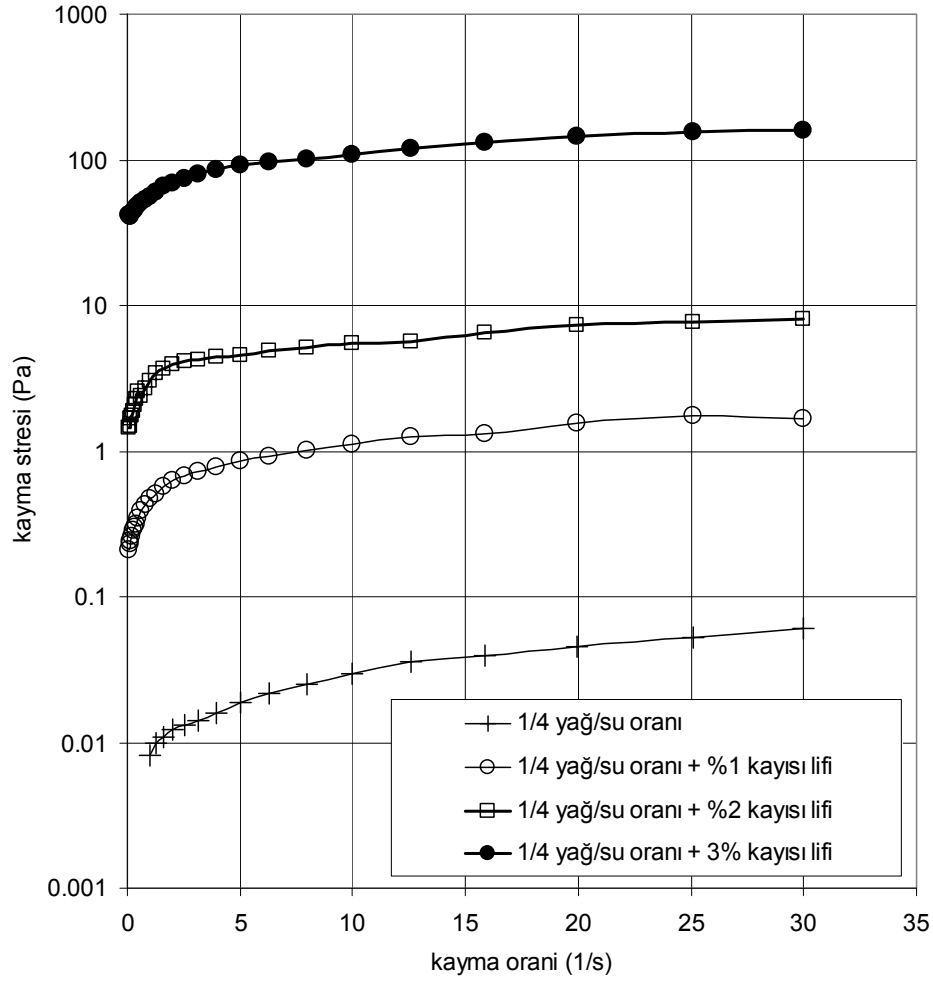
Şekil 137. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 1250 bar basınçta edilmiş kayısı lifi içeren emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



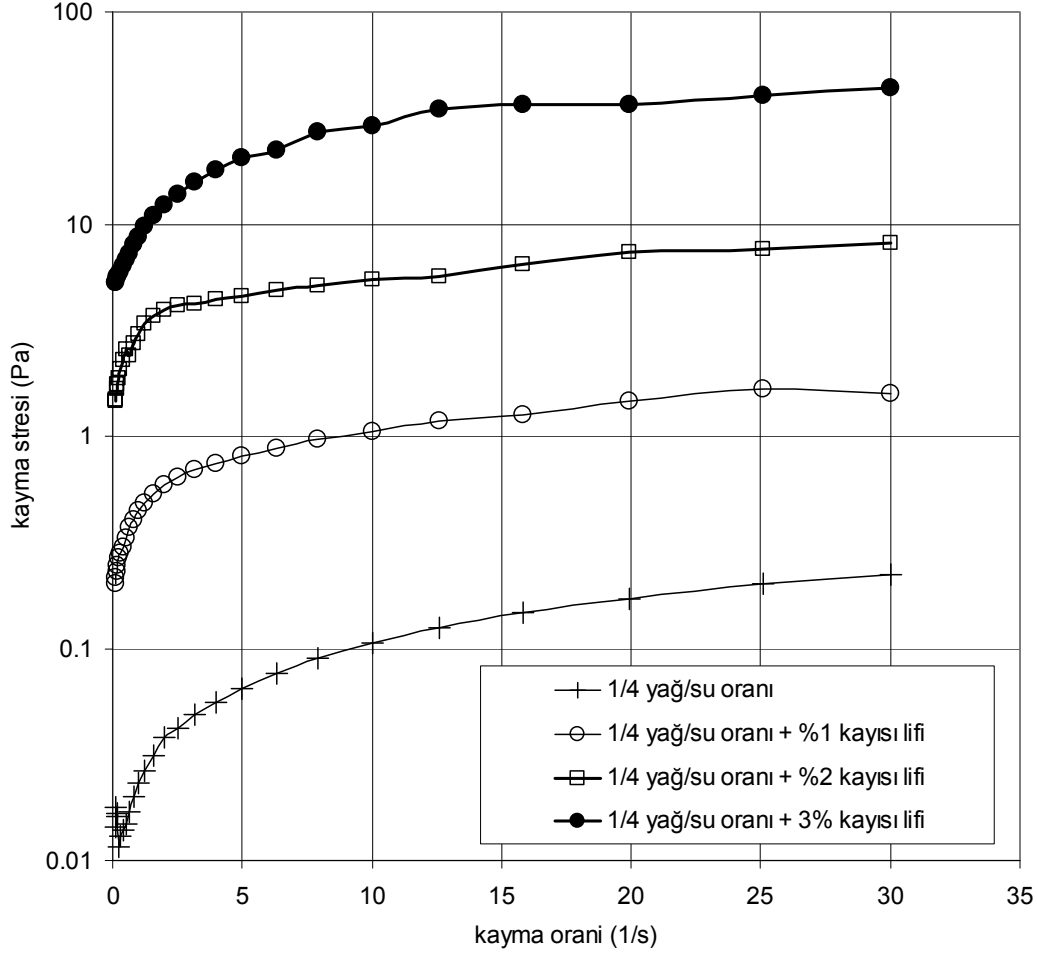
Şekil 138. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş ve kayısı lifi içeren emülsiyonların elastik modülüz değerleri



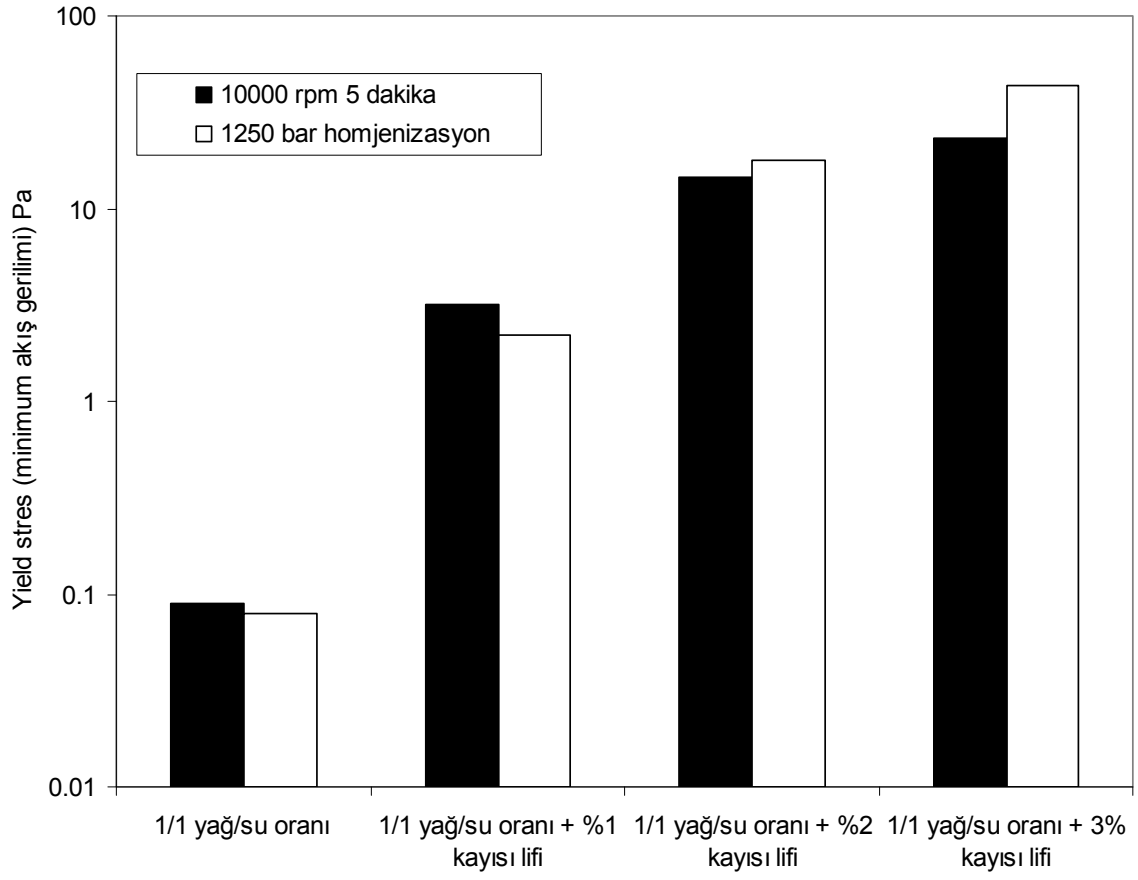
Şekil 139. 1/4 yağ su oranına sahip emülsiyonların 10000 rpm de 5 dakika süre ile karıştırılması sonucu elde edilmiş ve kayısı lifi içeren emülsiyonların viskoz modülüz değerleri



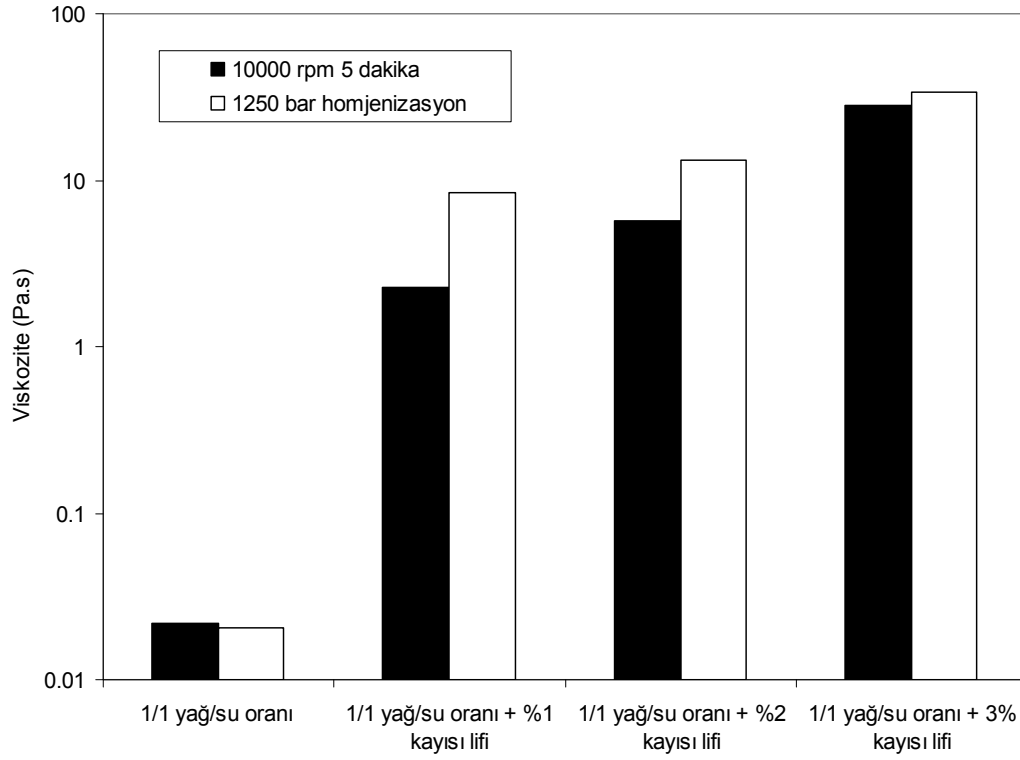
Şekil 140. 1/4 yağ su oranına sahip kayısı lifi içeren ve 1250 bar altında mikroakışkan cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



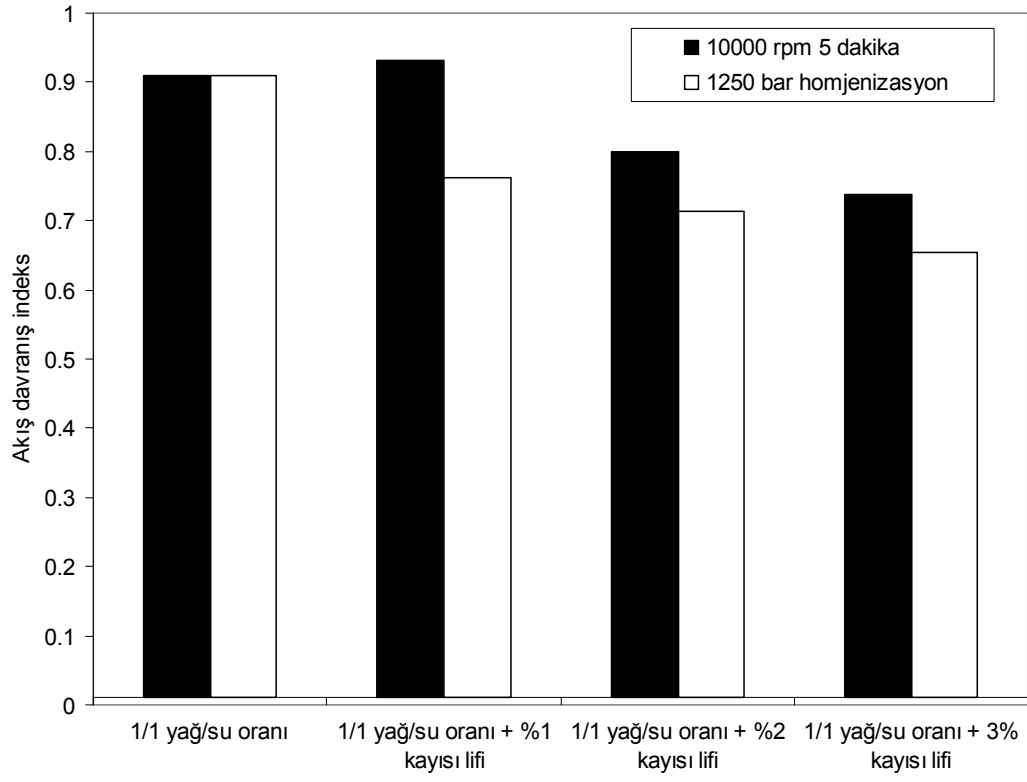
Şekil 141. 1/4 yağ su oranına sahip kayısı lifi içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homojenizasyon cihazı ile elde edilmiş emülsiyonların akış kurveleri



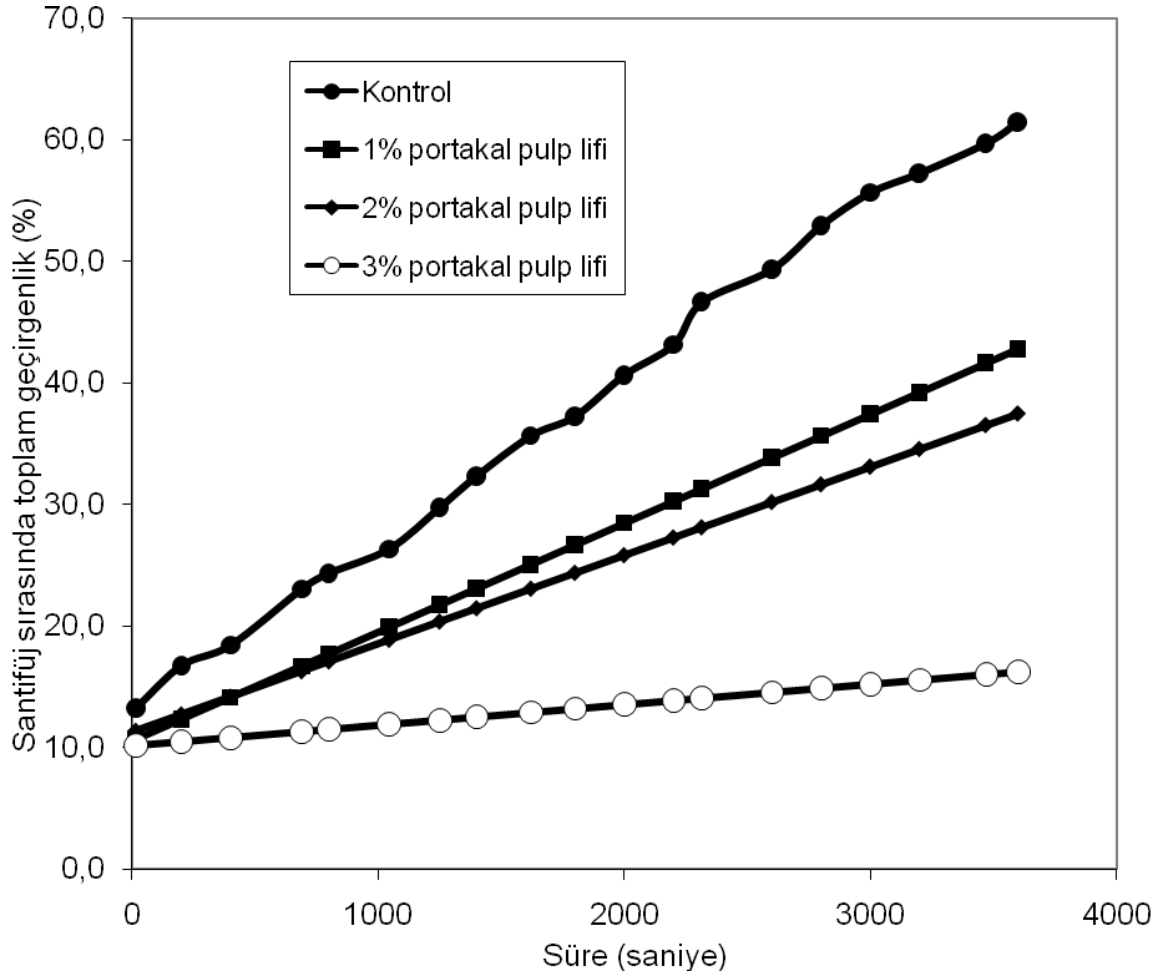
Şekil 142. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların yield stress (minimum akış gerilimi) değerleri



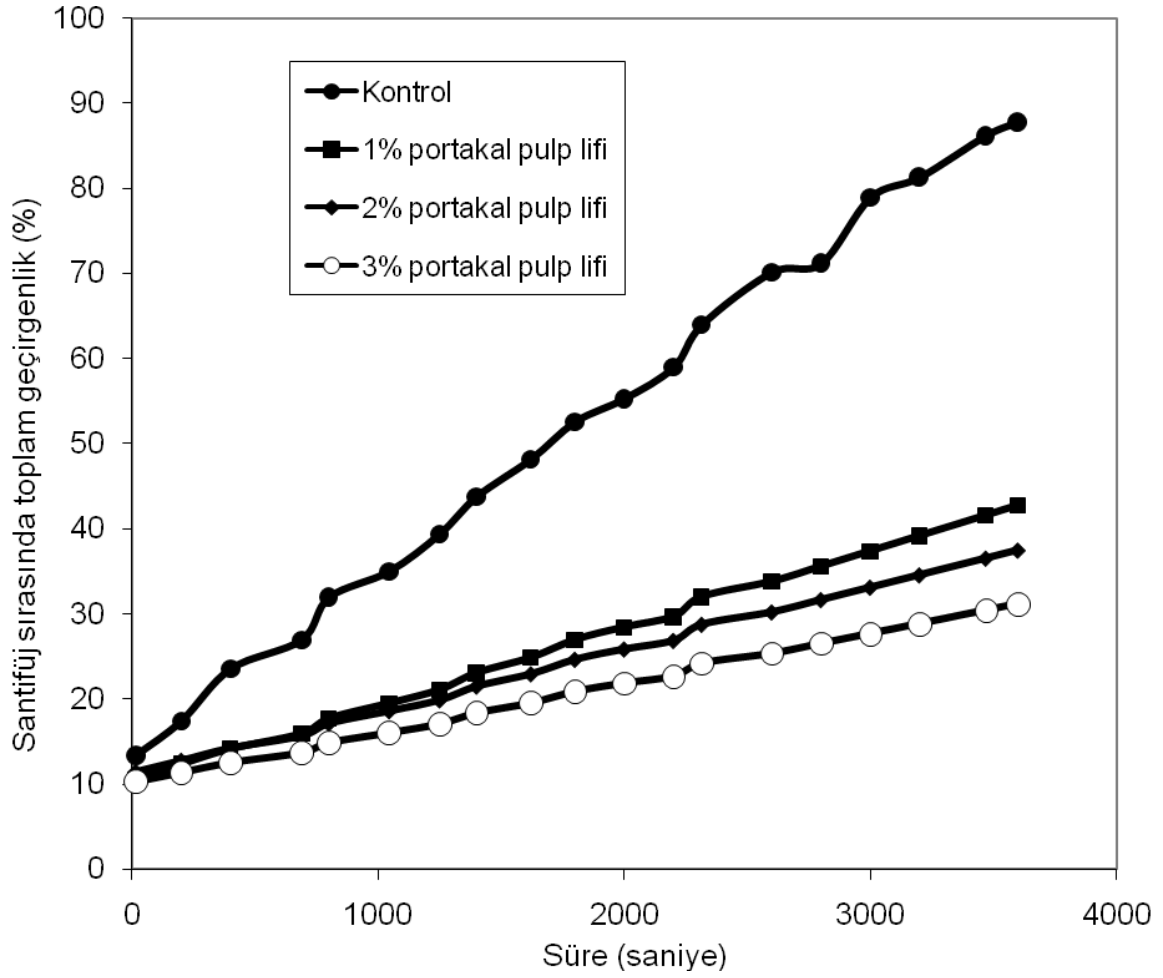
Şekil 143. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homjenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların kıvam indeksi değerleri



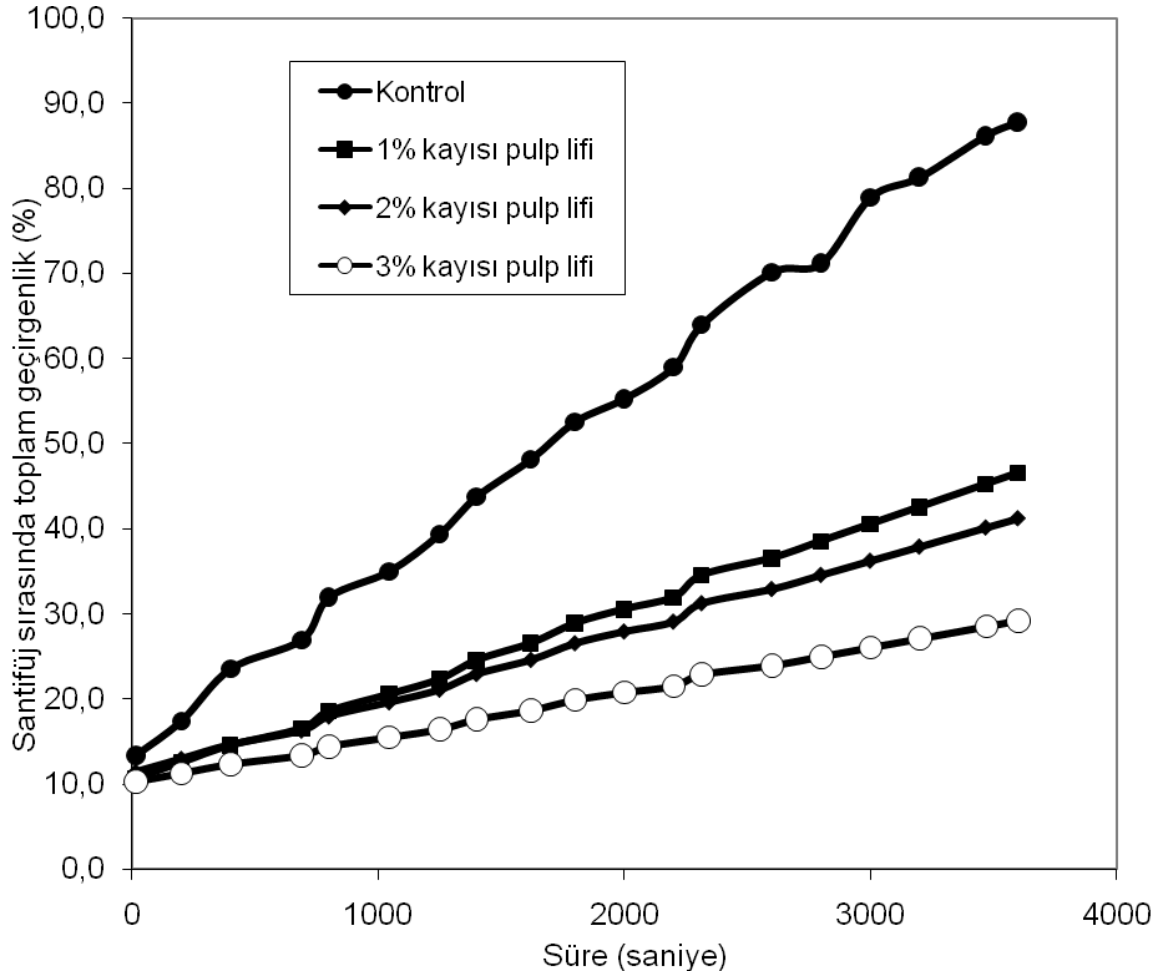
Şekil 144. Farklı iki yöntem (10000 rpm 5 dakika ve 1250 bar altında homojenizasyon) kullanılarak hazırlanmış ve kayısı lifi içeren emülsiyonların akış davranış indeksi değerleri



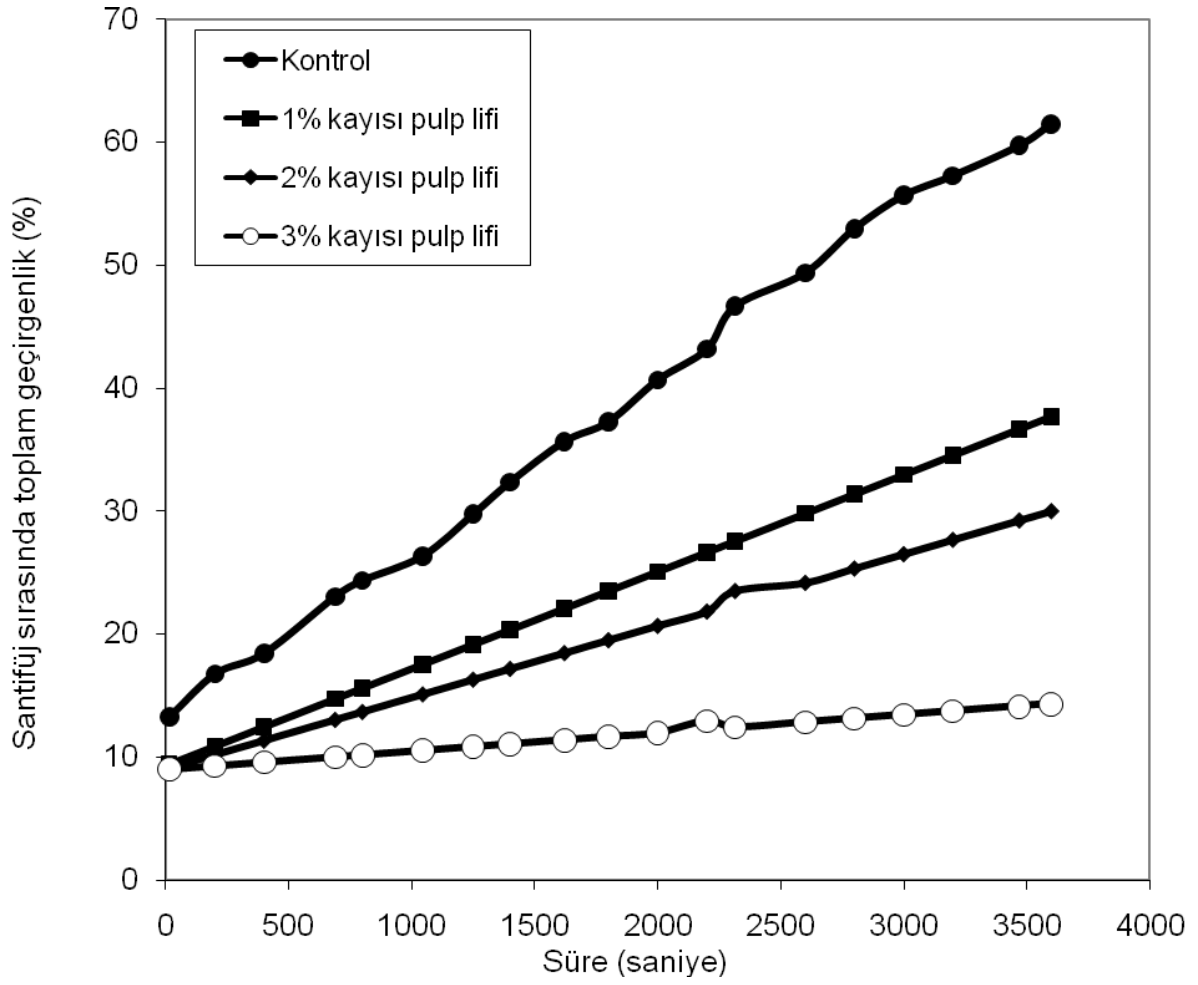
Şekil 145. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların İmisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



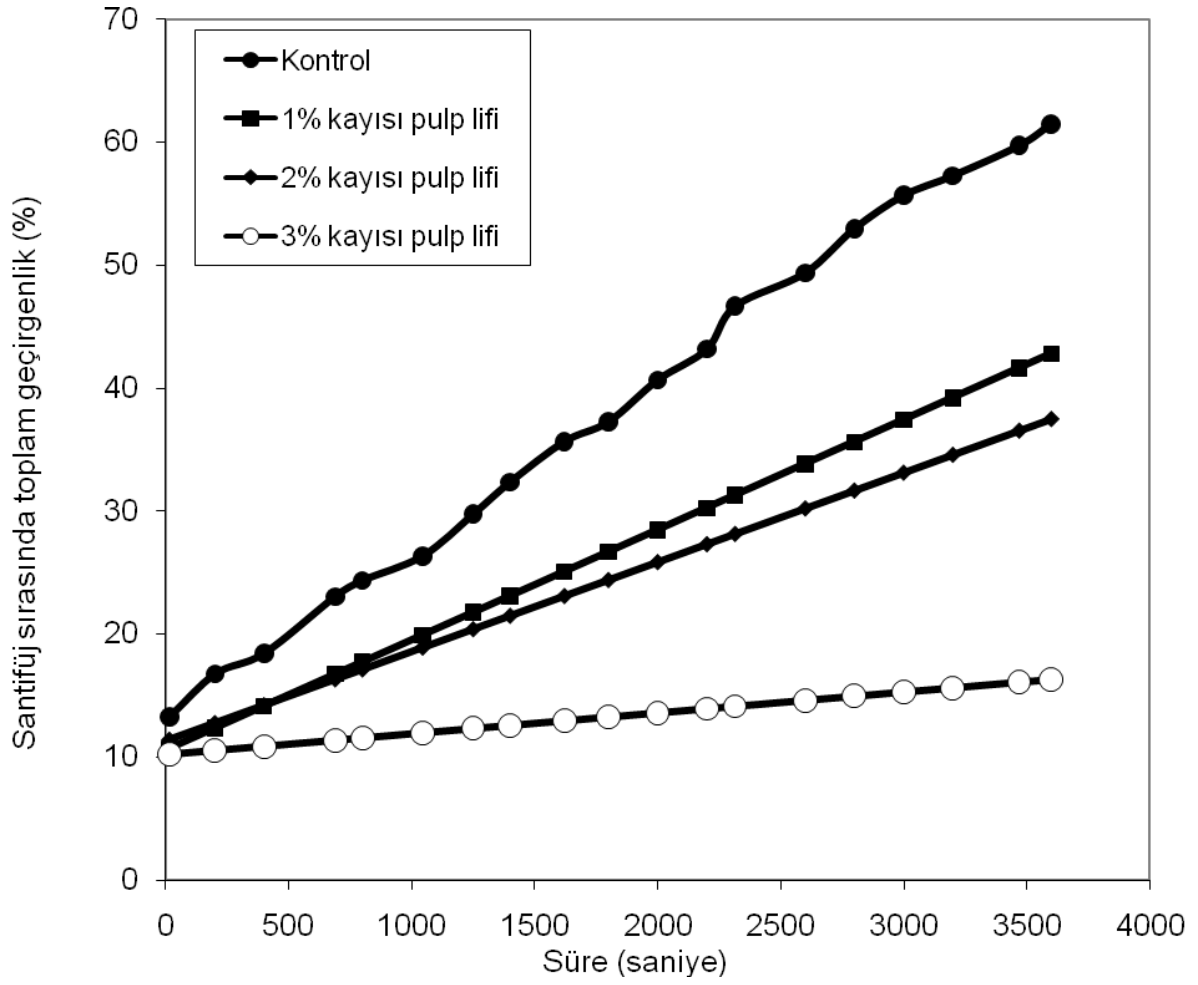
Şekil 146. 1/4 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



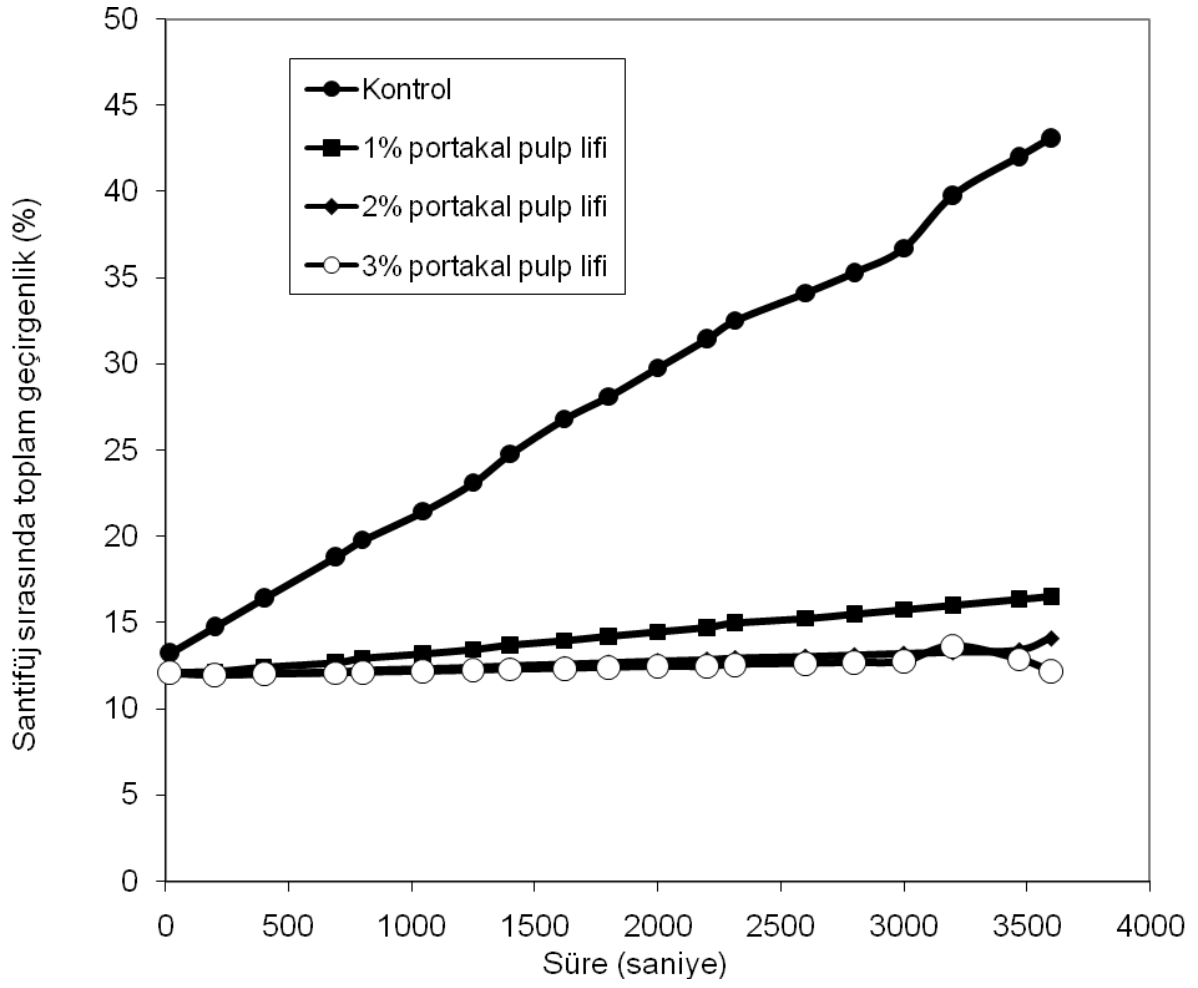
Şekil 147. 1/4 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış kayısı lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



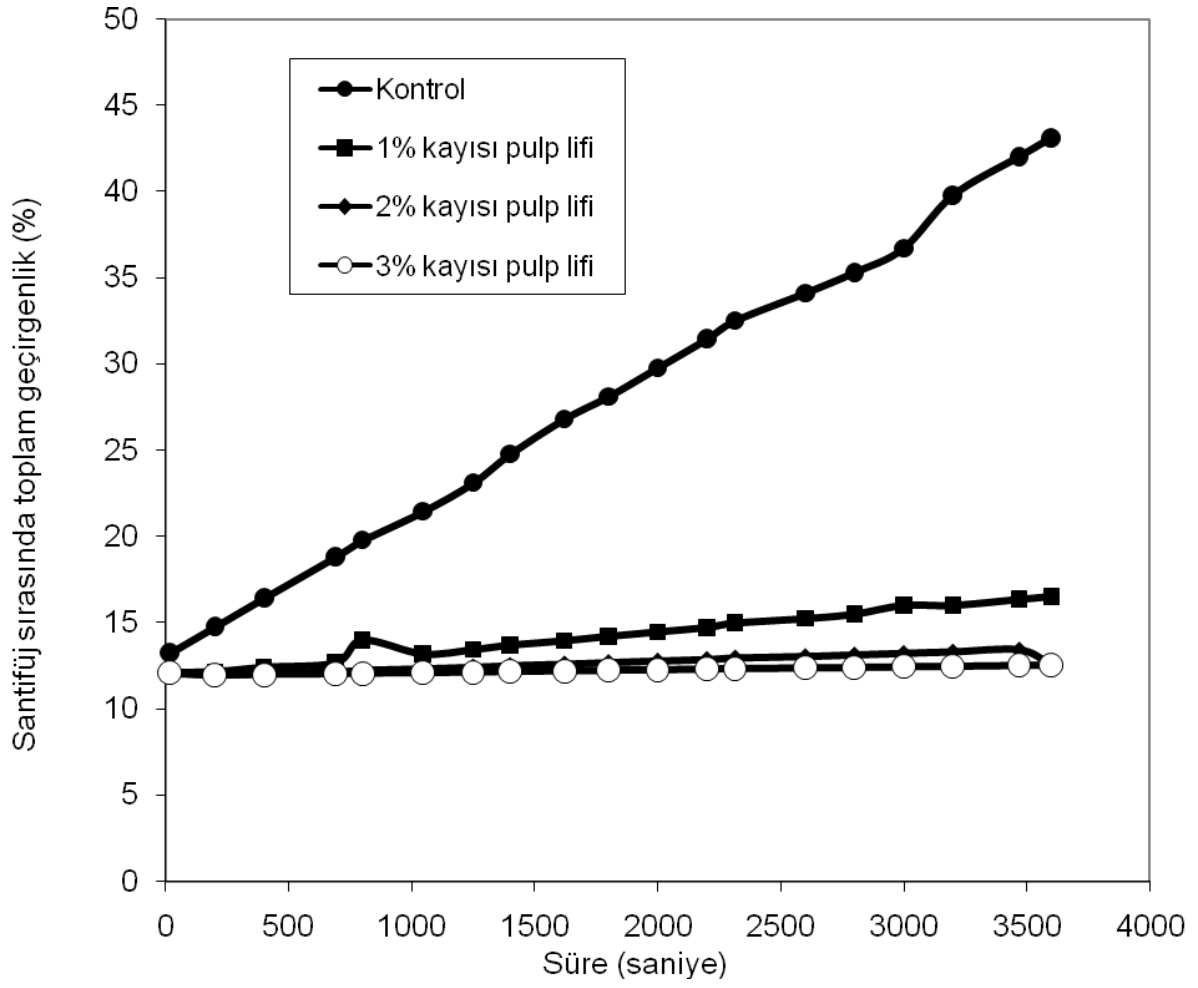
Şekil 148. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış kayısı lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



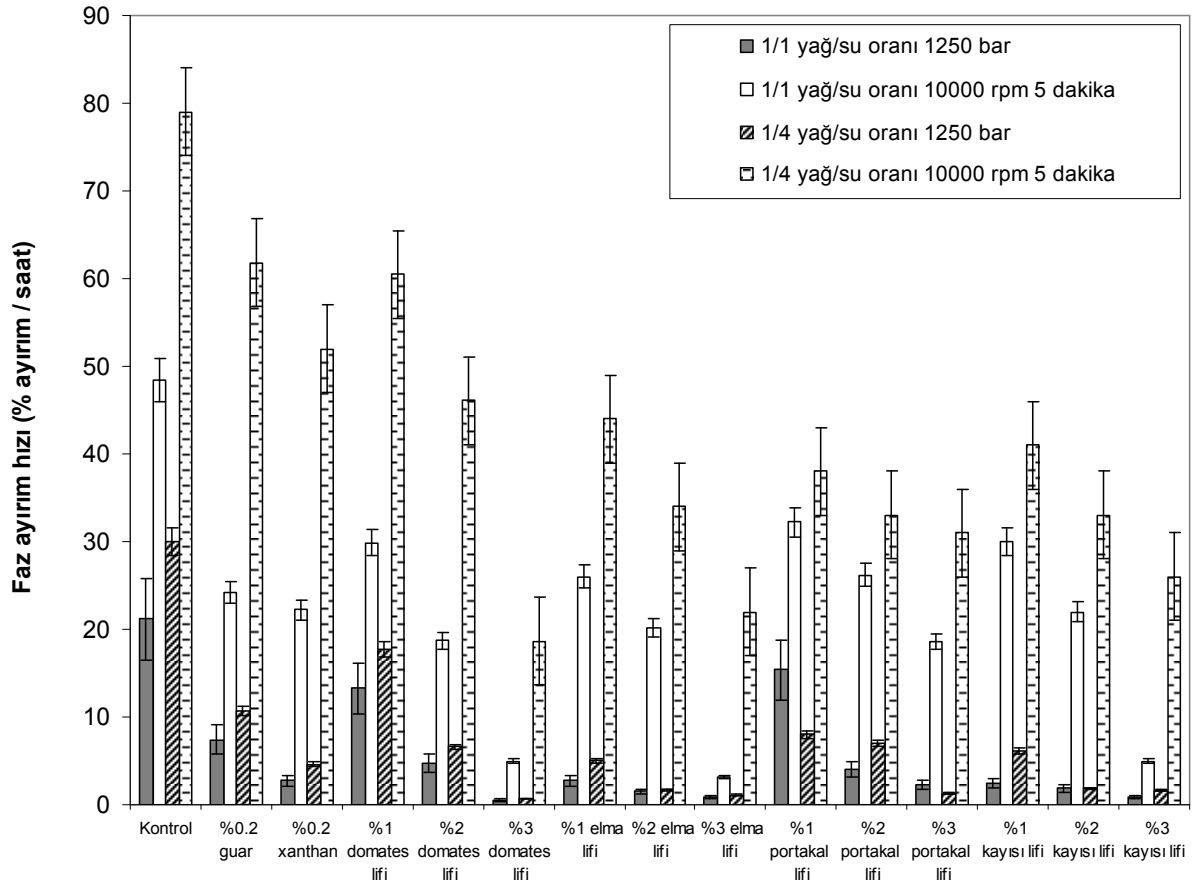
Şekil 149. 1/4 oranında yağ/su içeren ve 10000 rpm de 5 dakika homjenizasyon ile hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



Şekil 150. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 1250 barda mikrokışkan cihazı ile homjenizasyon ile hazırlanmış portakal lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



Şekil 151. 1/1 oranında yağ/su içeren ve 1250 barda mikroakışkan cihazı ile homjenizasyon ile hazırlanmış kayısı lifi içeren emülsiyonların lumisizer cihazı ile elde edilmiş toplam ışık geçirgenlik değerleri.



Şekil 152. Emülsiyon stabilitesini gösteren faz ayırım hız değerleri

3- Hamur ev Bisküvi ile İlgili Denemeler

Bu kısımda mikro akışkan yöntemi ile üretilen mikro ve nano boyuttaki liflerin bisküvi tipi ürünlerde kullanılması ile ilgili çalışmalara da devam edilmiştir. İlk aşamada bisküvilik unun bazı temel özelliklerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bisküvilik un örneğinin bazı kimyasal, fizikokimyasal ve reolojik özelliklerine ait değerler Çizelge 3’de verilmiştir.

Çalışmalara başlamadan önce bisküvi üretimi için temin edilen yağın da analizler yapılmış ve bu işlem için uygun olduğu doğrulanmıştır. Çizelge 4’de bisküvi üretiminde kullanılan yağın yağ asidi dağılımı ve iyot sayısı verilmiştir. Şekil 153’de ise Bisküvi üretiminde kullanılan yağın katı yağ içeriği grafiği verilmiştir.

Bisküvi formülasyonu ve pişirme işlemi AACC Method No 10.54 Baking Quality of Cookie Flour- Micro Wire Cut Formulation (1990) standardına göre yapılmıştır.

Yağ yerine üretilen liflerin kullanılmasında yağ içeriği %25, 50 ve 75 azaltılmış ve azalan yağın yerine farklı miktarlarda lifler eklenmiştir. Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7’de mikro akışkan tekniği kullanılarak elde edilmiş lifler kullanılarak elde edilmiş hamurlara ait formülasyonlar verilmiştir. Temel olarak yağ miktarı %25 azaltıldığında altı farklı lif miktarı denenmiştir. %0.48, %0.96, %1.44, %1.92, %2.87 ve %4.81 olarak eklenen liflere ilave olarak ayrıca belli bir miktar su eklenmesi de gerekmiştir. Çizelge 5’de eklenen su miktarları verilmiştir. Yağ oranı %50 ve %75 oranında azaltılan örnekler için de benzer bir yaklaşım kullanılmış ve bu örnekler ait formülasyonlar Çizelge 6 ve Çizelge 7’de verilmiştir.

4- Hamur ve Bisküvilere ait özellikler

Bu aşamada hamurlara ait tekstürel ve reolojik özellikler ile bisküvilere ait tekstürel özelliklerin belirlenmesine çalışılmıştır. Bisküviler reolojik olarak viskoelastik özellikler, gerilme-geri kazanım ve gerilim taraması bakımından incelenmiştir. Tekstürel olarak ise sertlik ve yapışkanlık özellikleri bakımından test edilmişlerdir. Şekil 154’de kepek lifleri kullanılarak hazırlanmış olan hamurların tekstür analizör cihazı ile ölçülmüş olan sertlik değerleri verilmiştir. Genel olarak lif oranı arttıkça hamurların sertlik değerlerinde önemli artışlar gözlenmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken husus lif eklendikçe toplam su miktarlarında da artışlar yapılmıştır. Ancak üretilen lifler su tutma kapasitesi bakımından son derece güçlü olduklarından sertliklerde artışlar gözlemlenmiştir. %4.81 oranında lif içeren örnek en sert hamura sahip olmuştur. Kontrol olarak hazırlanan ve lif içermeyen örneğe en yakın sertlik değeri %0,96 oranında lif ve %14.85 su içeren örnek ile elde edilmiştir. Beklendiği gibi hamurlara ait yapışkanlık değerlerinde ise sertlik ile ters orantılı bir ilişki gözlenmiştir. Artan lif ve su miktarına rağmen yüksek lif içeren hamurların yapışkanlıkları daha düşük olmuştur.

Hamurlara ait reolojik ölçümlerde birimimizde bulunan reometre ile gerçekleştirilmiştir. Hamurların önemli reolojik özellikleri arasında yer elastik ve viskoz modülüz değerleri Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7 formülasyonlara göre kepek lifleri için Şekil 156 ve Şekil 157 de verilmiştir. Mikro akışkan tekniği kullanılarak elde edilmiş kepek lifleri ile elde edilen hamurlar genel olarak sahip oldukları $G' > G''$ değerleri ile katı gibi (solid like) özellikler göstermişlerdir. Artan kepek lifi miktarı gerek elastik modülüz gerekse viskoz modülüz değerlerinde artışlara neden olmuştur. Tekstür analiz cihazı ile elde edilen sertlik değerlerine paralel olarak %0,96 oranında lif ve %14.85 su oranında lif kullanılan örnek lif kullanılmamış kontrol örneğine en yakın sonuçları vermiştir. Şekil

156 ve Şekil 157 de örnek sayısı çok fazla olduğundan takip eden şekillerde sadeleştirilmiş sonuçlar verilmiştir.

Genel olarak hamur özellikleri bakımından kontrol örneğine en yakın özellikler gösteren örnekler %25 yağı azaltılan hamurlar için Ke5, E5, M9 ve P1, % 50 yağı azaltılan hamurlarda Ke6, E6, M10 ve P3, % 75 yağı azaltılan hamurlarda ise Ke7, E7, M7 ve P3 örnekleridir. Sonuç olarak anlaşılıyor ki, lifin elde edildiği kaynak kullanım dozajı ve yağın azaltılma düzeyi bakımından önemli bir farklılık göstermektedir.

Eklenen kepek lifi, yağın eksilmesinden kaynaklanan sertlik artışını önlemiş olsa da lif içeriği arttıkça hamur sertliği daha da artmıştır (Ke1, 5, 9 – Ke2, 6, 10 – Ke3, 7, 11). Kontrol örneğine en yakın sertlik değeri %25 yağı azaltılmış olan Ke5 (%14.37 yağ, % 0.96 lif ve %14.85 su) örneğinden elde edilmiştir. Ke1, 2 ve 3 örneklerinde lif miktarı katlanarak artmış olsa da (%0.48, 0.96 ve 1.44 lif- %15.33, 19.64 ve 23.95 su) yağ miktarı azaldıkça hamurların sertliği azalmıştır. Yağın azalması ve lifin artması hamurun sertleşmesini gerektirirken eklenen su miktarının artmasında kaynaklanan bir yumuşama söz konusudur. Ke5, 6, 7 ve Ke9, 10 ve 11 örneklerinde ise bu durum tam tersi olmuştur (Şekil 154).

Şekil 155’de görüldüğü gibi %25 yağı azaltılan ve %0.48 lif ve %15.33 su kullanılan Ke1 örneği yapışkanlık değeri kontrol örneğine en yakın yapışkanlık değerine sahip hamur olmuştur. Eklenen kepek lifi arttıkça hamur yapışkanlığı azalmıştır (Ke1, 5, 9 – Ke2, 6, 10 – Ke3, 7, 11). Ke1, 2 ve 3 örneklerinde lif miktarı katlanarak artmış olsa da (%0.48, 0.96 ve 1.44 lif - %15.33, 19.64 ve 23.95 su) yağ miktarı azaldıkça hamurların yapışkanlığı artmıştır. Lif miktarının artışı hamurun yapışkanlığını azaltması gerekirken eklenen su miktarının artmasında kaynaklanan yapışkanlık artışı olmuştur. Ke5, 6, 7 ve

Ke9, 10 ve 11 örneklerinde ise bu durum tam tersi olup, lif miktarının artması ile yapışkanlıkta oluşan azalma su miktarından etkilenmemiştir.

Şekil 156 ve Şekil 157’de görüldüğü gibi %25 yağı azaltılan ve %0.96 lif ve %14.85 su kullanılan Ke5 örneği ve %50 yağı azaltılan ve %1.92 lif ve %18.68 su kullanılan Ke6 örnekleri kontrol örneğine en yakın elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahiptir. Lif miktarı arttıkça hamurların elastik ve viskoz modülüz değerleri de artmıştır (Ke1, 5, 9 – Ke2, 6, 10 – Ke3, 7, 11). Ke1, 2 ve 3 örneklerinde lif miktarı katlanarak artmış olsa da (%0.48, 0.96 ve 1.44 lif- %15.33, 19.64 ve 23.95 su) yağ miktarı azaldıkça hamurların elastik ve viskoz modülüz değerleri azalmıştır. Lif miktarının artması hamurun elastik ve viskoz modülüz değerlerini azaltması gerekirken eklenen su miktarının artmasında kaynaklanan elastik ve viskoz modülüz değerlerinde artış olmuştur. Ke5, 6, 7 ve Ke9, 10 ve 11 örneklerinde ise bu durum tam tersi olup, lif miktarının artması ile elastik ve viskoz modülüz değerleri artmıştır.

Şekil 158 ve Şekil 159’de görüldüğü gibi yağ oranı %25 azaltılıp %0.48 lif ve %15.33 su kullanılan Ke1 örneği ve %1.44 lif ve %14.37 su kullanılan Ke9 örneği kontrol örneğinden oldukça farklı elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahipken %25 yağı azaltılan ve %0.96 lif ve %14.85 su kullanılan Ke5 örneği kontrol örneğine benzer elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahiptir. Lif miktarı arttıkça elastik ve viskoz modülüz değerleri artış göstermektedir.

Çizelge 6’e göre hazırlanmış olan %50 yağı azaltılan hamurlarda %1.92 lif ve %18.68 su kullanılan Ke6 örneği kontrol örneğine benzer elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahiptir. %0.96 lif ve %19.64 su kullanılan Ke2 örneği kontrol örneğinden daha düşük elastik ve viskoz modülüz değerine sahipken, lif miktarı arttıkça bu değerler artmıştır.

%2.87 lif ve %17.72 su kullanımında (Ke10) ise kontrol örneğinden oldukça yüksek elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahip hamurlar elde edilmiştir (Şekil 160 ve Şekil 161).

Çizelge 7'e göre hazırlanmış olan %75 yağı azaltılan hamurlarda %1.44 lif ve %23.95 su kullanımında (Ke3) kontrol örneğinden daha düşük, %2.87 lif ve %22.51 su kullanımının (Ke7) kontrol örneğinden yüksek ve %4.31 lif ve %21.08 su (Ke11) kullanımında ise kontrol örneğinden oldukça yüksek elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahip hamurlar elde edilmiştir (Şekil 162 ve Şekil 163).

Yağ yerine eklenen elma lifi yağın eksilmesinden kaynaklanan sertlik artışını önlemiş olsa da lif içeriği arttıkça hamur sertliği oldukça artmıştır. Kontrol örneğine en yakın sertlik değeri %25 yağı azaltılmış olan ve bu eksilen yağ yerine %0.48 lif ve %15.33 su kullanılan E1 örneğinden elde edilmiştir. E1, 2 ve 3 örneklerinden yumuşak hamurlar, E5, 6, 7, 9, 10 ve 11 örneklerinden sert hamurlar elde edilmiştir (Şekil 164).

Şekil 165'de görüldüğü gibi eklenen elma lifi miktarı arttıkça hamur yapışkanlığı azalmıştır (E1, 5, 9 – E2, 6, 10 – E3, 7, 11). %25 yağı azaltılan ve %0.48 lif ve %15.33 su kullanılan E1 örneği yapışkanlık değeri kontrol örneğine en yakın yapışkanlık değerine sahip hamur olmuştur. E1, 2 ve 3 örneklerinde lif miktarı katlanarak artmış olsa da (%0.48, 0.96 ve 1.44 lif- %15.33, 19.64 ve 23.95 su) yağ miktarı azaldıkça hamurların yapışkanlığı artmıştır. Bu örneklerde lif miktarının artışı hamurun yapışkanlığını azaltması gerekirken eklenen su miktarının artmasından kaynaklanan yapışkanlık artışı olmuştur. E5, 6, 7 ve E9, 10 ve 11 örneklerinde ise bu durum tam tersi olup, lif miktarının artması ile yapışkanlıkta oluşan azalma su miktarından etkilenmemiştir.

Şekil 166 ve Şekil 167'de görüldüğü gibi E1, 2 ve 3 örneklerinde lif miktarı katlanarak

artmış olsa da (%0.48, 0.96 ve 1.44 lif- %15.33, 19.64 ve 23.95 su) yağ miktarı azaldıkça hamurların elastik ve viskoz modülüz değerleri azalmıştır. Lif miktarının artması hamurun elastik ve viskoz modülüz değerlerini azaltması gerekirken eklenen su miktarının artmasında kaynaklanan elastik ve viskoz modülüz değerlerinde artış olmuştur. Lif miktarı arttıkça hamurların elastik ve viskoz modülüz değerleri de artmıştır (E1, 5, 9 – E2, 6, 10 – E3, 7, 11). E5, 6, 7 ve E9, 10 ve 11 örneklerinde ise bu durum tam tersi olup, lif miktarının artması ile elastik ve viskoz modülüz değerleri artmıştır. %25 yağı azaltılan ve %0.96 lif ve %14.85 su kullanılan E5 örneği kontrol örneğine en yakın elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahiptir.

Şekil 168 ve Şekil 169’de görüldüğü gibi lif miktarı arttıkça elastik ve viskoz modülüz değerleri artış göstermektedir.. Yağ oranı %25 azaltılıp %0.48 lif ve %15.33 su kullanılan E1 örneği ve %1.44 lif ve %14.37 su kullanılan E9 örneği kontrol örneğinden oldukça farklı elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahipken %25 yağı azaltılan ve %0.96 lif ve %14.85 su kullanımı (E5) ile kontrol örneğine benzer elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahip hamur elde edilmiştir.

Çizelge 9’e göre hazırlanmış olan %50 yağı azaltılan hamurlarda %1.92 lif ve %18.68 su kullanılan E6 örneğinde ve %2.87 lif ve %17.72 su kullanılan E10 örneğinde kontrol örneğinden yüksek elastik ve viskoz modülüz değerleri belirlenmiştir.%0.96 lif ve %19.64 su kullanılan E2 örneği kontrol örneğinden daha düşük elastik ve viskoz modülüz değerine sahipken, lif miktarı arttıkça elastik ve viskoz modülüz değerleri de artmıştır. (Şekil 170 ve Şekil 171).

Çizelge 10’e göre hazırlanmış olan %75 yağı azaltılan hamurlarda %1.44 lif ve %23.95 su kullanımında (E3) kontrol örneğinden daha düşük, %2.87 lif ve %22.51 su

kullanımının (E7) kontrol örneğinden yüksek ve %4.31 lif ve %21.08 su (E11) kullanımında ise kontrol örneğinden oldukça yüksek elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahip hamurlar elde edilmiştir (Şekil 172 ve Şekil 173).

Yağ yerine eklenen mısır lifi yağın eksilmesinden kaynaklanan sertlik artışını önemli ölçüde önlemiştir. Kontrol örneğine en yakın sertlik değeri(%0.96, 1.92 ve 2.87 lif ve %14.85, 18.68 ve 22.51 su kullanılan M5, M6 ve M7 örneklerinde belirlenmiştir. Örneklerdeki lif miktarı arttıkça sertlik değerlerinde de bir artış gözlenmiştir. M1, 2 ve 3 örneklerinden yumuşak hamurlar, M9, 10 ve 11 örneklerinden sert hamurlar elde edilmiştir (Şekil 174).

Şekil 175’de görüldüğü gibi %25 yağı azaltılan ve %0.96 lif ve %14.85 su kullanılan M5 örneği ve %1,92 lif ve %18.68 su kullanılan M6 örneği yapışkanlık değeri kontrol örneğine en yakın hamurlar olmuştur. Eklenen mısır lifi miktarı arttıkça hamur yapışkanlığı azalmıştır (E1, 5, 9 – E2, 6, 10 – E3, 7, 11). E1, 2 ve 3 örneklerinde (%0.48, 0.96 ve 1.44 lif- %15.33, 19.64 ve 23.95 su) ve E5, 6 ve 7 (%0.96, 1.92 ve 2.87 lif - %14.85, 18.68 ve 22.51 su) lif miktarı katlanarak artmış olsa da yağ miktarı azaldıkça hamurların yapışkanlığı artmıştır. Bu örneklerde lif miktarının artışı hamurun yapışkanlığını azaltması gerekirken eklenen su miktarının artmasından kaynaklanan yapışkanlık artışı olmuştur. E9, 10 ve 11 örneklerinde ise bu durum tam tersi olup, lif miktarının artması ile yapışkanlıkta oluşan azalma su miktarından etkilenmemiştir.

Şekil 176 ve Şekil 177’de görüldüğü gibi Lif miktarı arttıkça hamurların elastik ve viskoz modülüz değerleri de artmıştır (M1, 5, 9 – M2, 6, 10 – M3, 7, 11). M5, 6, 7 ve M9, 10 ve 11 örneklerinde ise bu durum tam tersi olup, lif miktarının artması ile elastik ve viskoz modülüz değerleri artmıştır. M1, 2 ve 3 örneklerinde lif miktarı katlanarak artmış olsa da

(%0.48, 0.96 ve 1.44 lif- %15.33, 19.64 ve 23.95 su) yağ miktarı azaldıkça hamurların elastik ve viskoz modülüz değerleri azalmıştır. Lif miktarının artması hamurun elastik ve viskoz modülüz değerlerini azaltması gerekirken eklenen su miktarının artmasından kaynaklanan elastik ve viskoz modülüz değerlerinde artış olmuştur. %25 yağı azaltılan ve %1.44 lif ve %14.37 su kullanılan M9 örneği kontrol örneğine en yakın elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahiptir.

Şekil 178 ve Şekil 179'de görüldüğü gibi Yağ oranı %25 azaltılıp %0.48 lif ve %15.33 su kullanılan M1 örneği ve %0.96 lif ve %14.85 su kullanılan M5 örneği kontrol örneğinden oldukça düşük elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahipken %1.44 lif ve %14.37 su kullanılan E9 örneğinde kontrol örneğine en yakın elastik ve viskoz modülüz değerleri belirlenmiştir. Lif miktarı arttıkça elastik ve viskoz modülüz değerleri artış göstermektedir.

Çizelge 12'a göre hazırlanmış olan %50 yağı azaltılan hamurlarda %2.87 lif ve %17.72 su kullanılan M10 örneğinde kontrol örneğinden yüksek elastik ve viskoz modülüz değerleri belirlenmiştir. %0.96 lif ve %19.64 su kullanılan M2 örneği ve %1.92 lif ve %18.68 su kullanılan M6 örneği kontrol örneğinden daha düşük elastik ve viskoz modülüz değerine sahiptir (Şekil 180 ve Şekil 181).

Çizelge 13'e göre hazırlanmış olan %75 yağı azaltılan hamurlarda %4.31 lif ve %21.08 su (M11) kullanımında kontrol örneğinden yüksek, %1.44 lif ve %23.95 su kullanımında (M3) kontrol örneğinden düşük ve %2.87 lif ve %22.51 su (M7) kullanımında ise kontrole en yakın elastik ve viskoz modülüz değerleri belirlenmiştir (Şekil 182 ve Şekil 183).

Yağ yerine eklenen portakal lifi yağın eksilmesinden kaynaklanan sertlik artışını önlemiş

olsa da lif içeriği arttıkça hamur sertliği oldukça artmıştır. Kontrol örneğine en yakın sertlik değeri %25 yağı azaltılmış olan ve bu eksilen yağ yerine %0.48 lif ve %15.33 su kullanılan P1 örneğinden elde edilmiştir. P1, 2 ve 3 örneklerinden yumuşak hamurlar, P5, 6, 7, 9, 10 ve 11 örneklerinden sert hamurlar elde edilmiştir (şekil 184).

şekil 185’de göröldüğü gibi P1, 2 ve 3 örneklerinde lif miktarı katlanarak artmış olsa da (%0.48, 0.96 ve 1.44 lif- %15.33, 19.64 ve 23.95 su) yağ miktarı azaldıkça hamurların yapışkanlığı artmıştır. P5, 6, 7 ve P9, 10 ve 11 örneklerinde ise bu durum tam tersi olup, lif miktarının artması ile yapışkanlıkta azalma gözlenmiştir.

şekil 186 ve şekil 187’de göröldüğü gibi %25 yağı azaltılan ve %0.96 lif ve %14.85 su kullanılan P5 örneği kontrol örneğine en yakın elastik ve viskoz modöüz değerlerine sahiptir. P5, 6, 7 ve P9, 10 ve 11 örneklerinde ise bu durum tam tersi olup, lif miktarının artması ile elastik ve viskoz modöüz değerleri artmıştır. P1, 2 ve 3 örneklerinde lif miktarı katlanarak artmış olsa da (%0.48, 0.96 ve 1.44 lif- %15.33, 19.64 ve 23.95 su) yağ miktarı azaldıkça hamurların elastik ve viskoz modöüz değerleri azalmıştır.

şekil 188 ve şekil 189’de göröldüğü gibi yağ oranı %25 azaltılıp %0.48 lif ve %15.33 su kullanılan P1 örneği ve 0.96 lif ve %14.85 su kullanımı (P5) ile kontrol örneğine benzer elastik ve viskoz modöüz değerlerine sahip iken %1.44 lif ve %14.37 su kullanılan P9 örneği kontrol örneğinden oldukça farklıdır.

Çizelge 15’e göre hazırlanmış olan %50 yağı azaltılan hamurlarda %1.92 lif ve %18.68 su kullanımının (P6) ve %2.87 lif ve %17.72 su kullanımının (P10) elastik ve viskoz modöüz değerleri kontrol örneğinden yüksek iken %0.96 lif ve %19.64 su kullanılan P2 örneği kontrol örneğinden daha düşüktür (şekil 190ve şekil 191).

Çizelge 16’e göre hazırlanmış olan %75 yağı azaltılan hamurlarda %1.44 lif ve %23.95

su kullanımında (P3) kontrol örneğinden daha düşük, %2.87 lif ve %22.51 su kullanımının (P7) kontrol örneğinden yüksek ve %4.31 lif ve %21.08 su (P11) kullanımında ise kontrol örneğinden oldukça yüksek elastik ve viskoz modülüz değerlerine sahip hamurlar elde edilmiştir (Şekil 192 ve Şekil 193). %25 yağı azaltılmış ve %0.48 oranında farklı kaynaklardan elde edilmiş liflerden eklenmiş örneklerin elastik modülüz değerine bakıldığında portakal kullanılan P1 örneğinin en yüksek ve kontrol örneğine en yakın değere sahip olduğu, mısır kullanılan M1 örneğinin ise en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 194).

Şekil 195’de görüldüğü gibi %25 yağı azaltılmış ve %0.96 oranında farklı kaynaklardan elde edilmiş liflerden eklenmiş örneklerin elastik modülüz değerine bakıldığında kepek kullanılan Ke5 örneğinin en yüksek ve kontrol örneğine en yakın değere sahip olduğu, mısır kullanılan M5 örneğinin ise en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Şekil 202’de görüldüğü gibi %75 yağı azaltılmış ve %4.31 oranında lif eklenerek hazırlanan hamur örneklerin elastik modülüz değerine bakıldığında mısır kullanılan M3 örneğinin en düşük ve kontrol örneğine en yakın, portakal kullanılan P3 örneğinin en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Şekil 203’de görüldüğü gibi yağ miktarının azalması kontrol bisküvilerinde önemli bir sertlik artışına neden olmuştur. %25 ve 50 oranında yağı azaltılan örneklerle eklenen kepek lifinin miktarı ile doğru orantılı olarak bisküvilerin sertlik değerlerinde önemli bir artış olmuştur (Ke1, 5, 9 – Ke2, 6, 10). %75 yağı azaltılan örneklerde en yüksek bisküvi sertliği belirlenmiş olup lif miktarının artması doğrudan sertlik artışına neden olmamıştır (Ke3, 7, 11).

Şekil 204’de %75 oranında yağı azaltılan örneklerle eklenen elma lifinin miktarı ile doğru

orantılı olarak bisküvilerin sertlik değerlerinde önemli bir artış olmuştur (E3, 7, 11). %25 ve 50 yağı azaltılan örneklerde lif miktarına bağlı olarak sertlik artışı gözlenmemiştir. (E1, 5, 9 – E2, 6, 10). % 75 yağı azaltılarak elma lifi kullanılan bisküviler aşırı serttir.

Şekil 205’de görüldüğü gibi yağ miktarının azalması ve mısır lifinin miktarının artması ile bisküvilerde önemli bir sertlik artışı olmuştur. %25 oranında yağı azaltılan ve %0.48 oranında mısır lifi ve %15.33 su eklenen M1 örneği kontrol örneğine en yakın sertlik değerine sahiptir.

Şekil 206’de görüldüğü gibi yağ miktarının azalması ve portakal lifinin miktarının artması ile bisküvilerde önemli bir sertlik artışı olmuştur. %25 oranında yağı azaltılan ve %0.48 oranında portakal lifi ve %15.33 su eklenen P1 örneği en düşük sertlik değerine sahiptir.

Şekil 207’de görüldüğü gibi yağ miktarının azalması ile kontrol bisküvilerinin kırılabilirliklerinde azalma olmuştur. %75 yağı azaltılarak eklenen kepek lifinin miktarının artması ile bisküvilerin kırılabilirliklerinde önemli bir artış olmuştur. %25 ve 50 oranında yağı azaltılan ve lif eklenen örneklerde lif miktarının artması doğru orantılı bir azalma veya artışa rastlanılmamıştır.

Şekil 208’da görüldüğü gibi %50 ve 75 oranında yağı azaltılarak eklenen elma lifinin miktarının artması ile bisküvilerin kırılabilirliklerinde önemli bir artış olmuştur. %25 oranında yağı azaltılan ve lif eklenen örneklerde lif miktarının artması kırılabilirlik bakımından dalgalanmalara neden olmuştur.

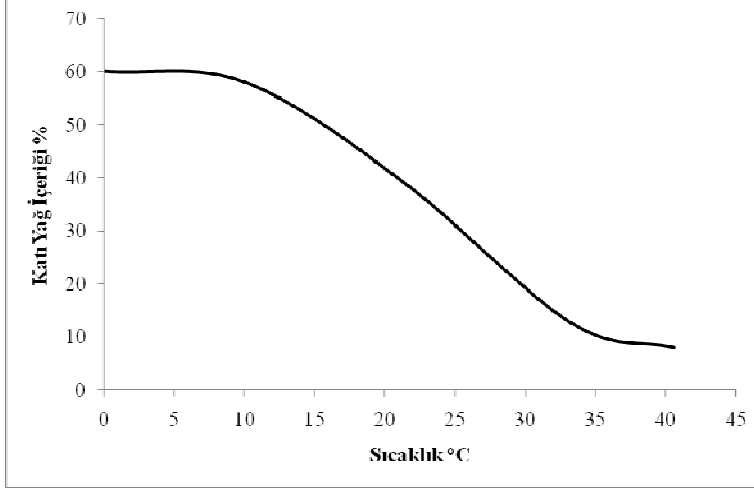
%50 oranında yağı azaltılarak eklenen mısır lifinin miktarının artması ile bisküvilerin kırılabilirliklerinde önemli bir artış olmuştur (M2, 6, 10) . %25 ve 75 oranında yağı azaltılan ve lif eklenen örneklerde lif miktarının artırılması kırılabilirlik bakımından

dalgalanmalara neden olmuştur (Şekil 209).

Şekil 210'de görüldüğü gibi %25 oranında yağı azaltılarak eklenen portakal lifinin miktarının artması ile bisküvilerin kırılabilirliklerinde önemli bir azalma olmuştur (P1, 5, 9). %50 ve 75 oranında yağı azaltılan ve lif eklenen örneklerde lif miktarının artırılması kırılabilirlik bakımından dalgalanmalara neden olmuştur (Şekil 209). Çizelge 17 ve Şekil 211'de görüldüğü gibi bisküvi formülasyonundan yağ miktarı azaltıldıkça yayılma oranında azalma olmaktadır. Yağ yerine bitkisel kaynaklı lif kullanımlarında lif miktarı arttıkça yağın azalma etkisinden daha fazla yayılma oranında azalma olmuştur (Şekil 212, Şekil 213, Şekil 214).

Çizelge 3. Bisküvilik unun bazı kimyasal, fizikokimyasal ve reolojik özellikleri

Bisküvilik un	
Rutubet Miktarı (%)	12,2
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
Yoğurma tolerans sayısı (B.U)	74



Şekil 153. Bisküvilik yağın katı yağ içeriği

Çizelge 4. Bisküvilik yağın yağ asitleri dağılımı

Yağ Asitleri	% Konsantrasyon	Yağ Asitleri	% Konsantrasyon
10:00	0.0192	18:00	4.517
12:00	0.247	18:01	36.574
14:00	1.084	18:2t	0.253
14:01	0.035	18:02	9.275
16:00	46.809	18:03	0.225
16:01	0.538	20:00	0.255
17:00	0.078	20:01	0.073
17:01	0.0195	İyot Sayısı	49.125

Çizelge 5. Kepek lifleri ile hazırlanmış %25 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağırlık yüzdeleri) ve kodları

Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>ke1</i>	<i>ke5</i>	<i>ke9</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	15.33	14.85	14.37
lif kuru	0.00	0.48	0.96	1.44

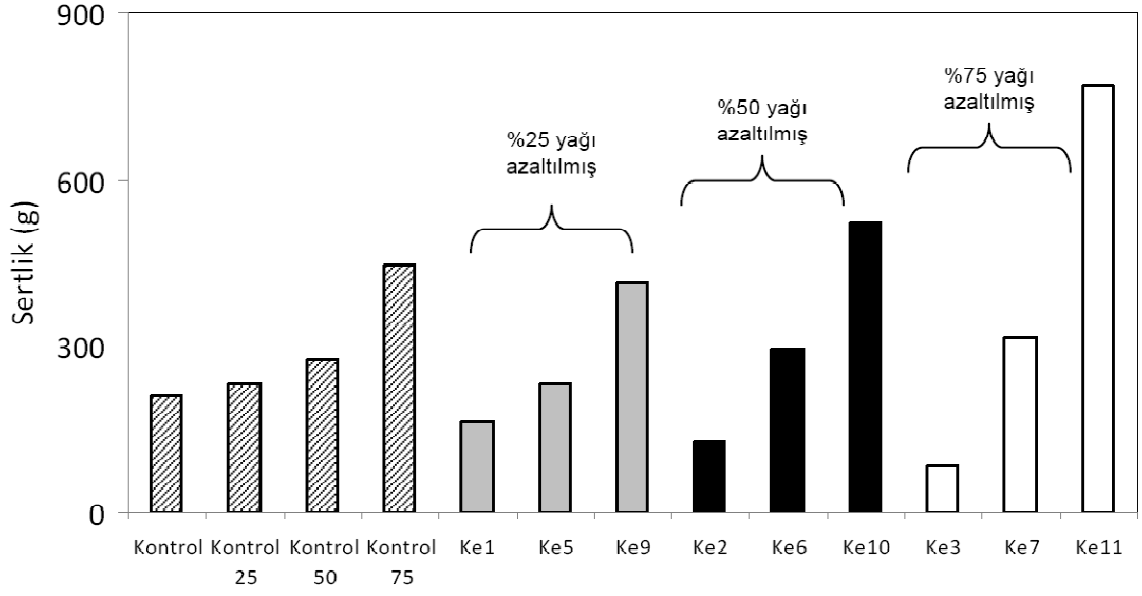
Çizelge 6. Kepek lifleri ile hazırlanmış %50 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>ke2</i>	<i>ke6</i>	<i>ke10</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	19.64	18.68	17.72
lif kuru	0.00	0.96	1.92	2.87

Çizelge 7. Kepek lifleri ile hazırlanmış %75 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

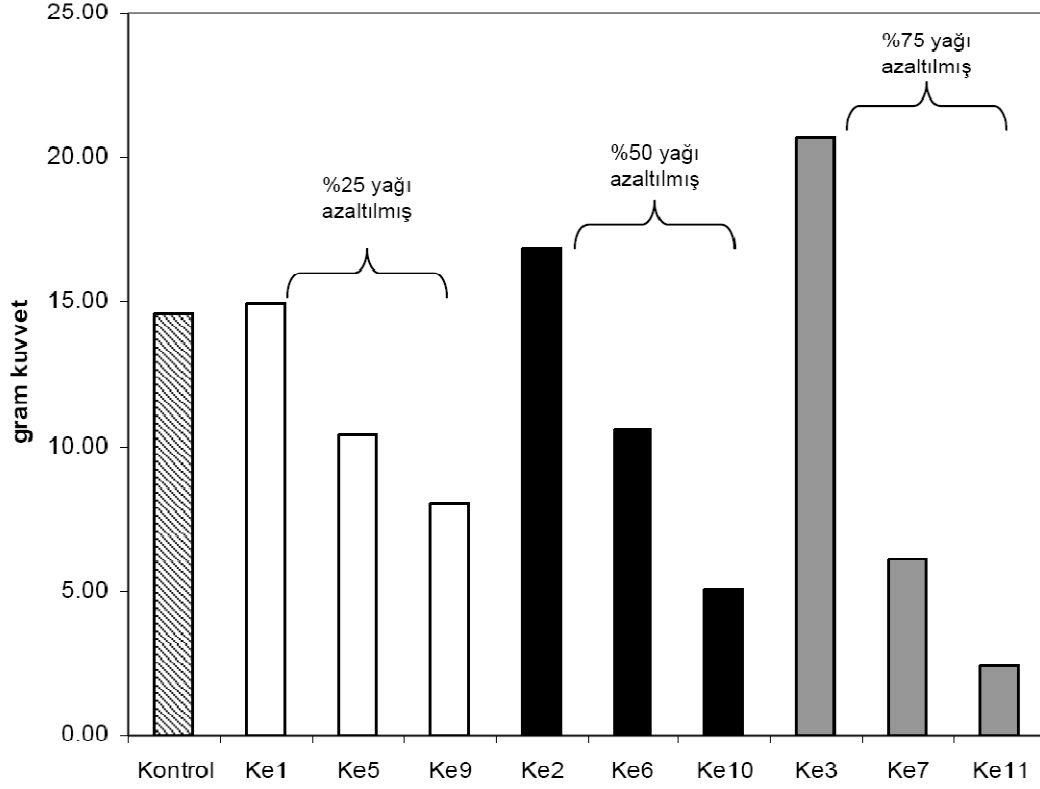
Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>ke3</i>	<i>ke7</i>	<i>ke11</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	23.95	22.51	21.08
lif kuru	0.00	1.44	2.87	4.31

Kepek lifleri

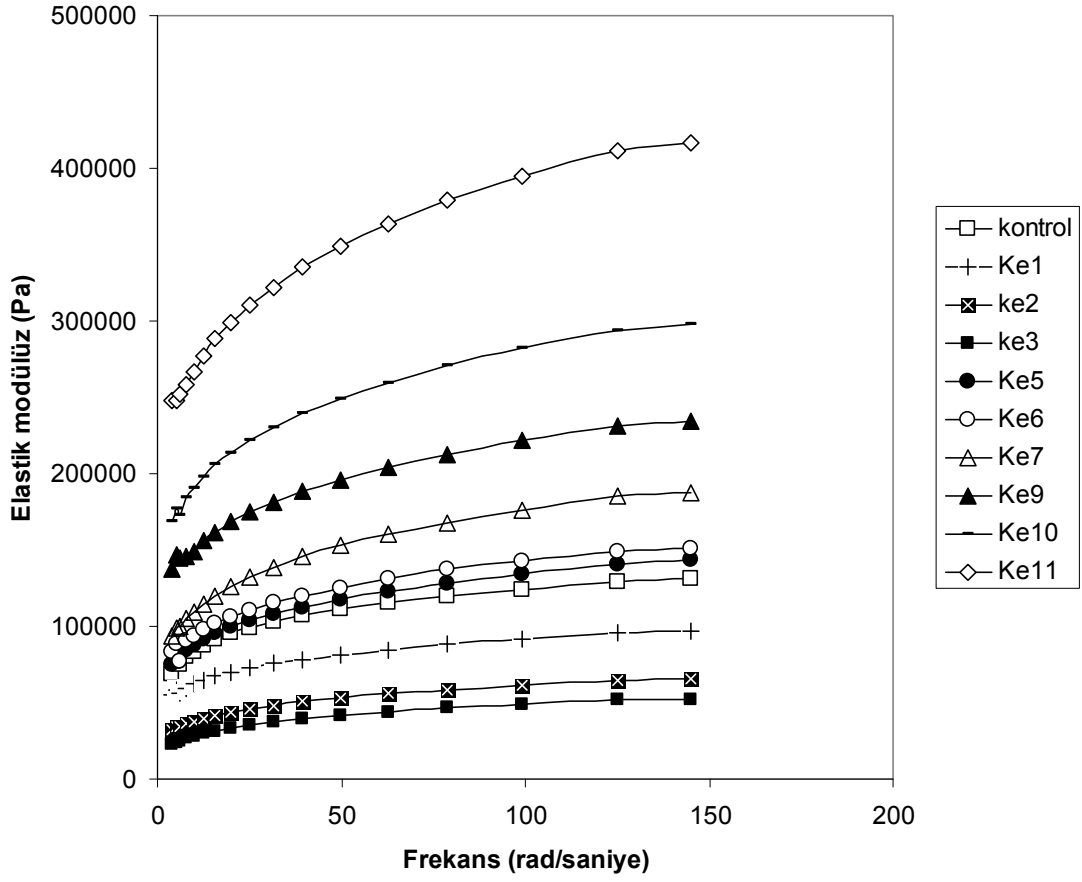


Şekil 154. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış kepek lifleri ile elde edilen hamurlara ait sertlik değerleri (formülasyonlar Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7 verilmiştir).

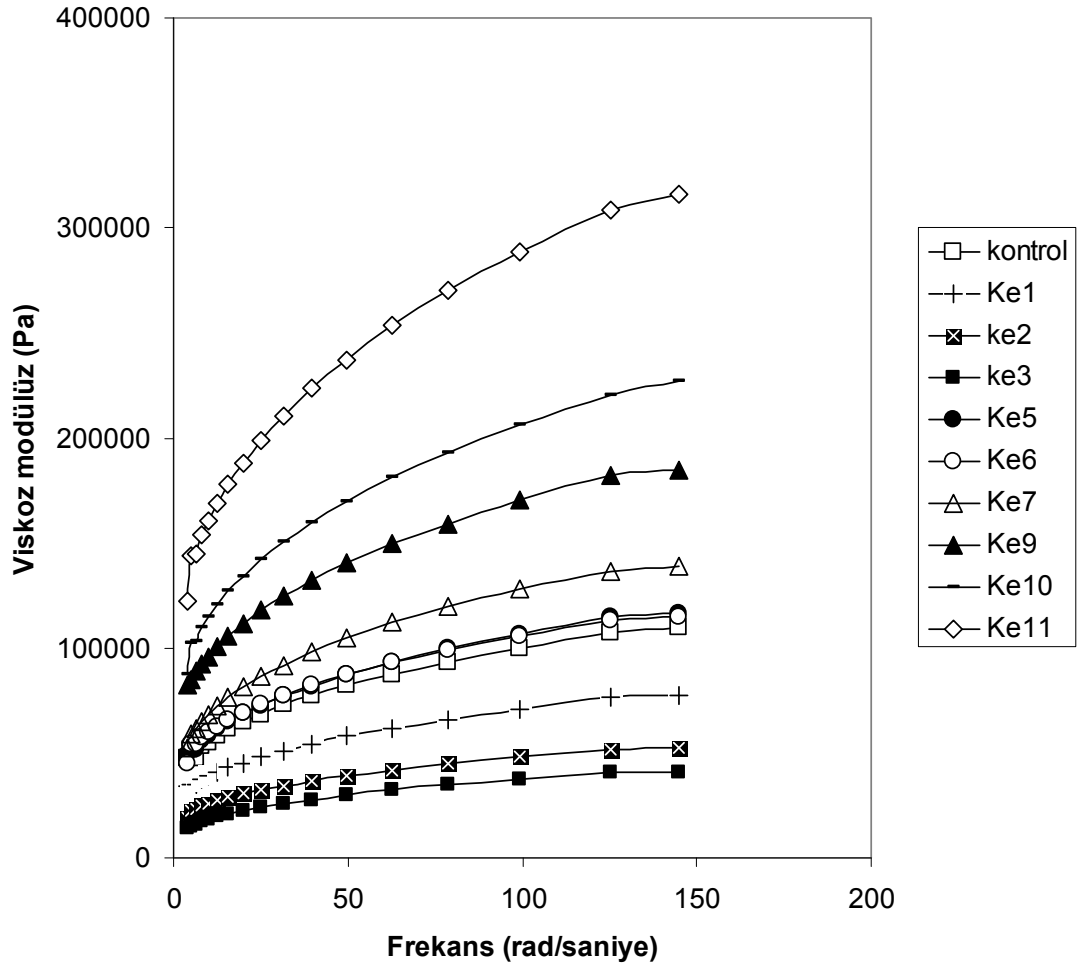
kepek lifleri



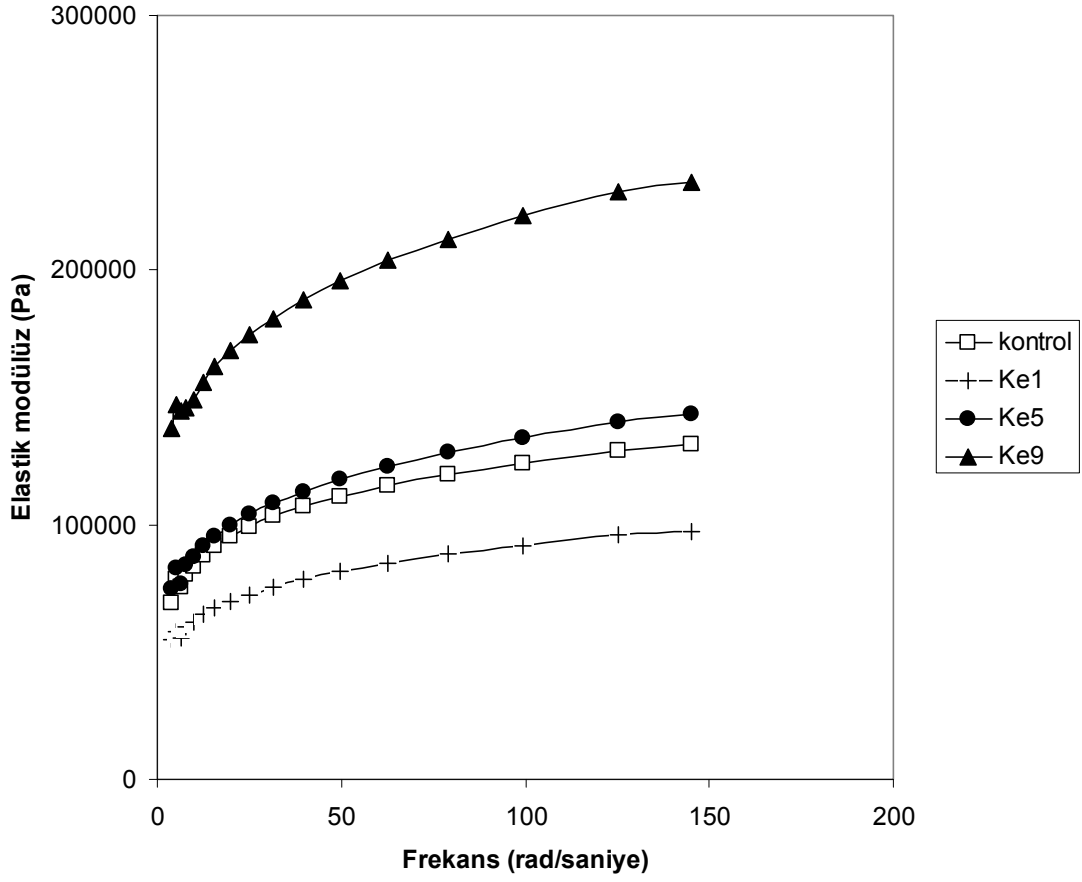
Şekil 155. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış kepek lifleri ile elde edilen hamurlara ait yapışkanlık değerleri (formülasyonlar Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7 verilmiştir).



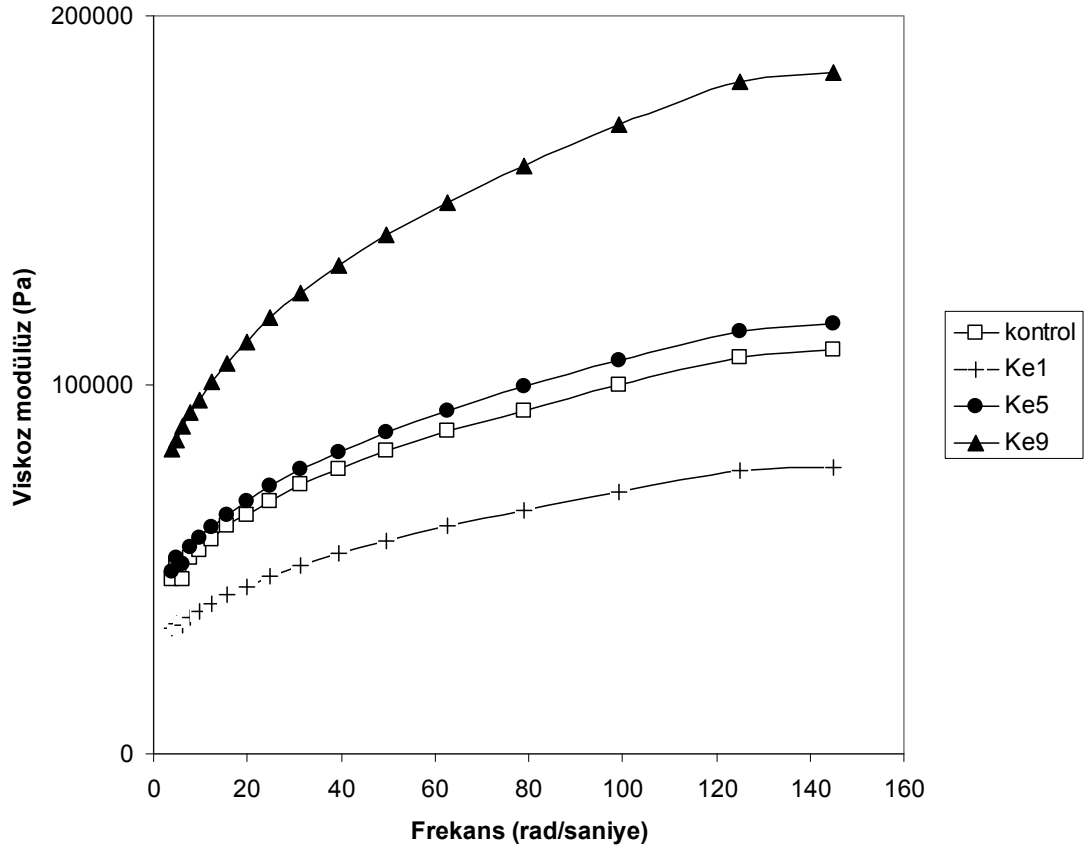
Şekil 156. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış kepek lifleri ile elde edilen hamurlara ait elastik modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7 verilmiştir).



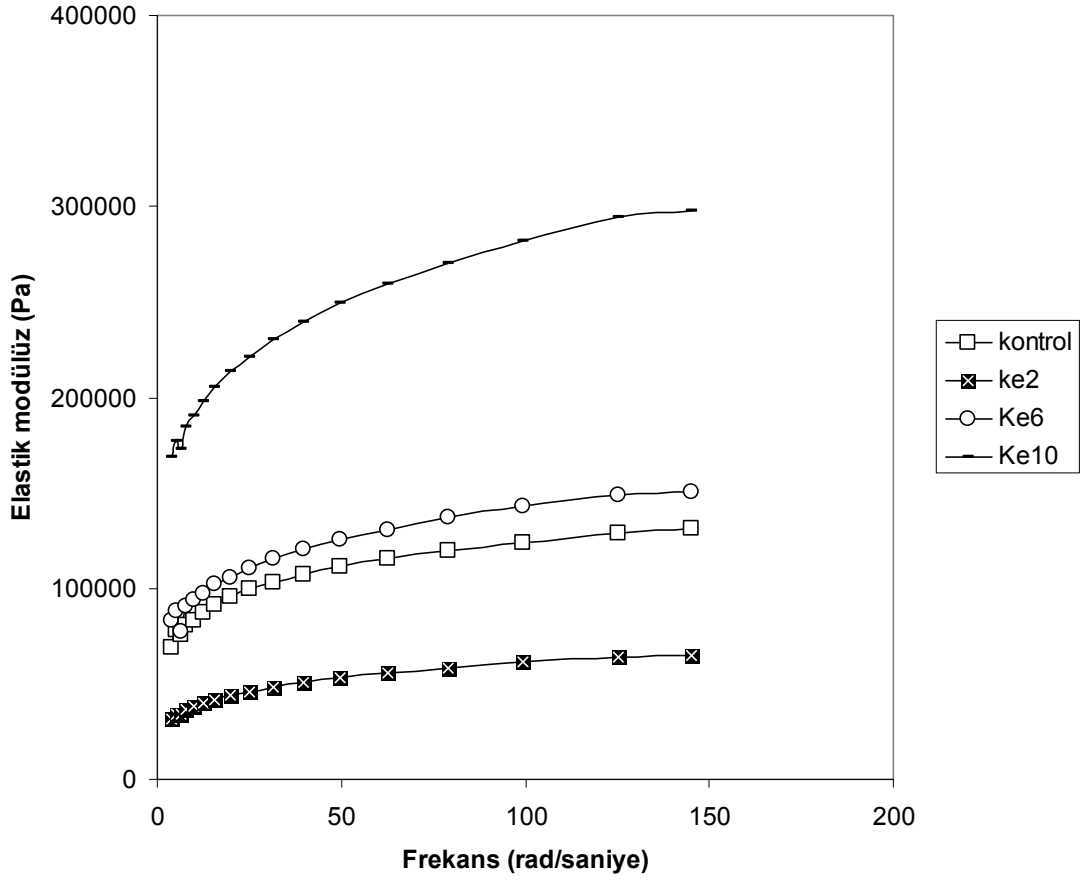
Şekil 157. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış kepek lifleri ile elde edilen hamurlara ait viskoz modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7 verilmiştir).



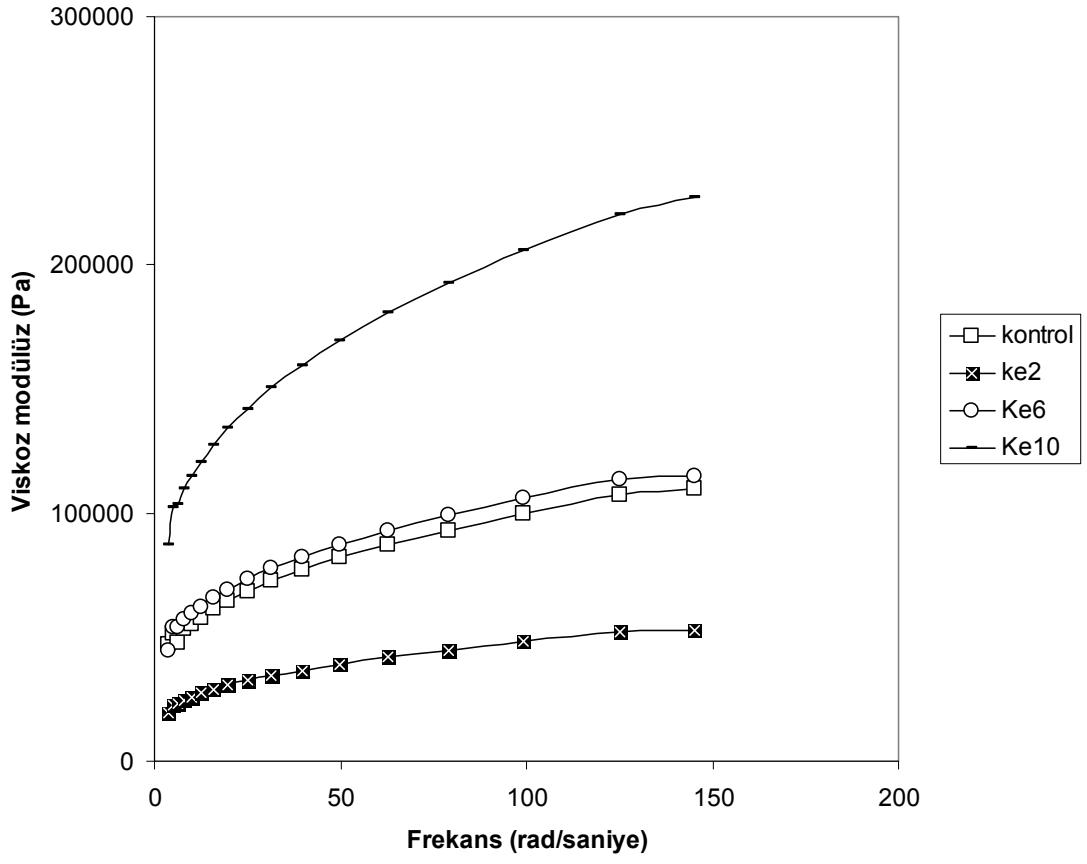
Şekil 158. Çizelge 5 e göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



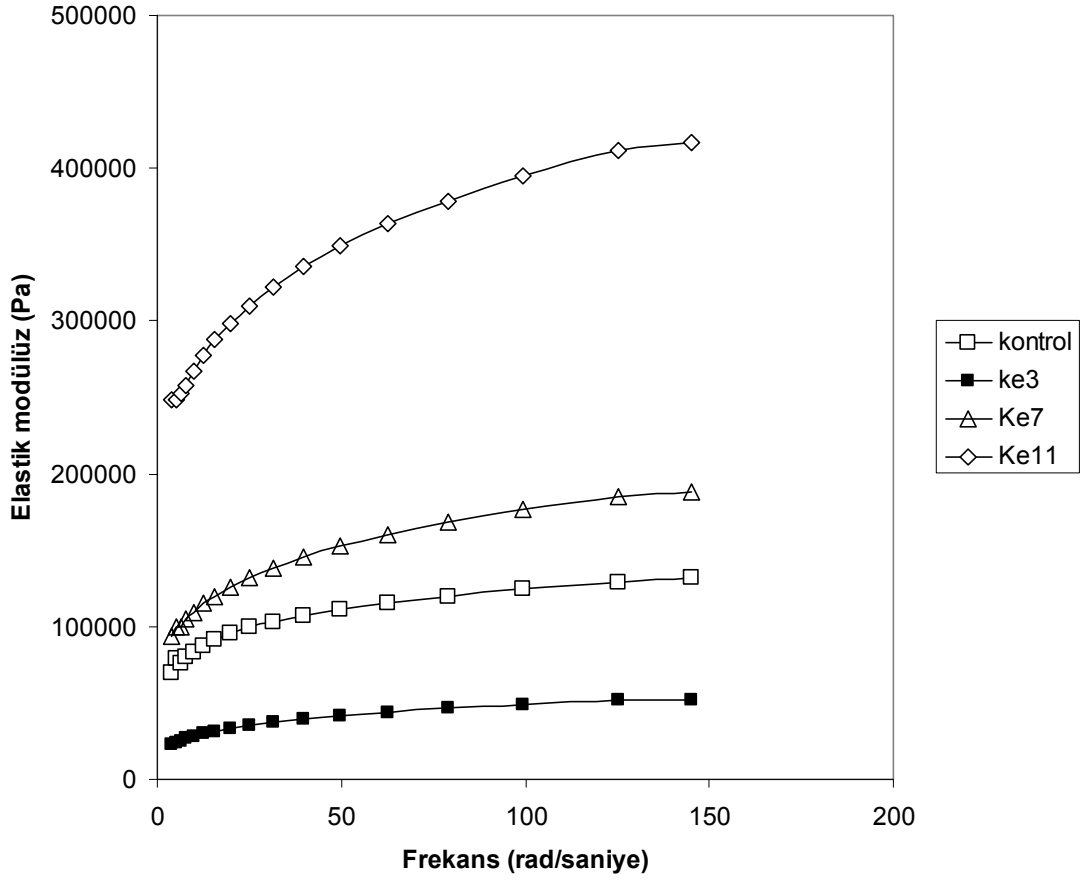
Şekil 159. Çizelge 5 e göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri



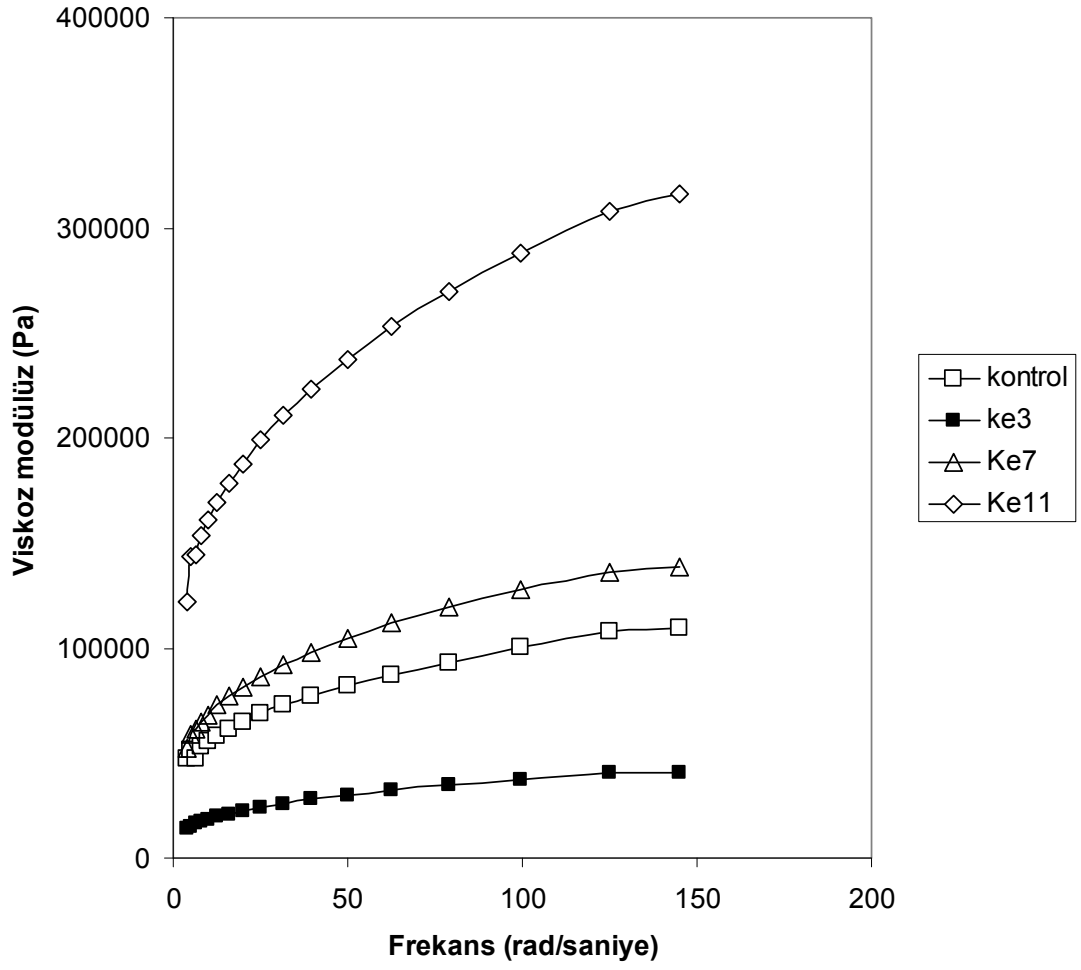
Şekil 160. Çizelge 6 göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



Şekil 161. Çizelge 6 ye göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



Şekil 162. Çizelge 7' e göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



Şekil 163. Çizelge 7'e göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri

Çizelge 8. Elma lifleri ile %25 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>E1</i>	<i>E5</i>	<i>E9</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	15.33	14.85	14.37
lif kuru	0.00	0.48	0.96	1.44

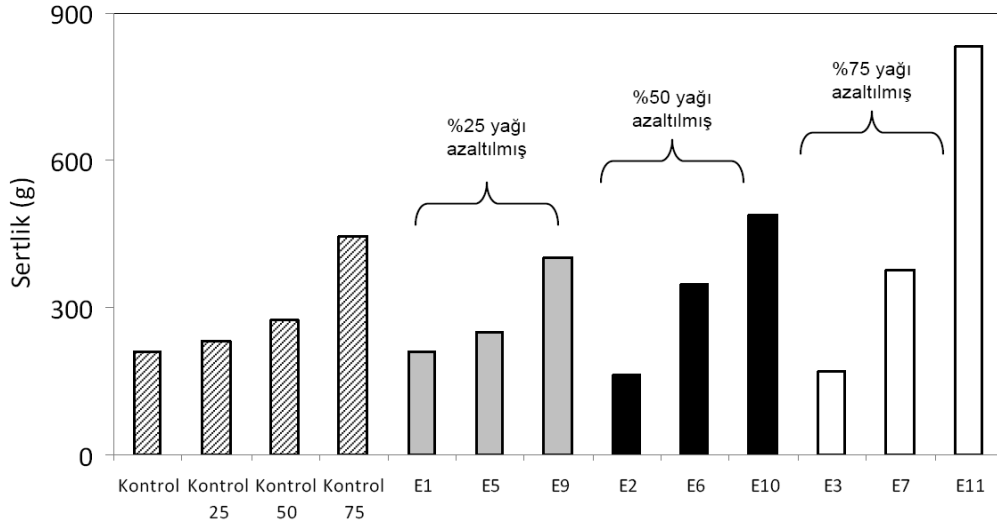
Çizelge 9. Elma lifleri ile %50 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>E2</i>	<i>E6</i>	<i>E10</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	19.64	18.68	17.72
lif kuru	0.00	0.96	1.92	2.87

Çizelge 10. Elma lifleri ile %75 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

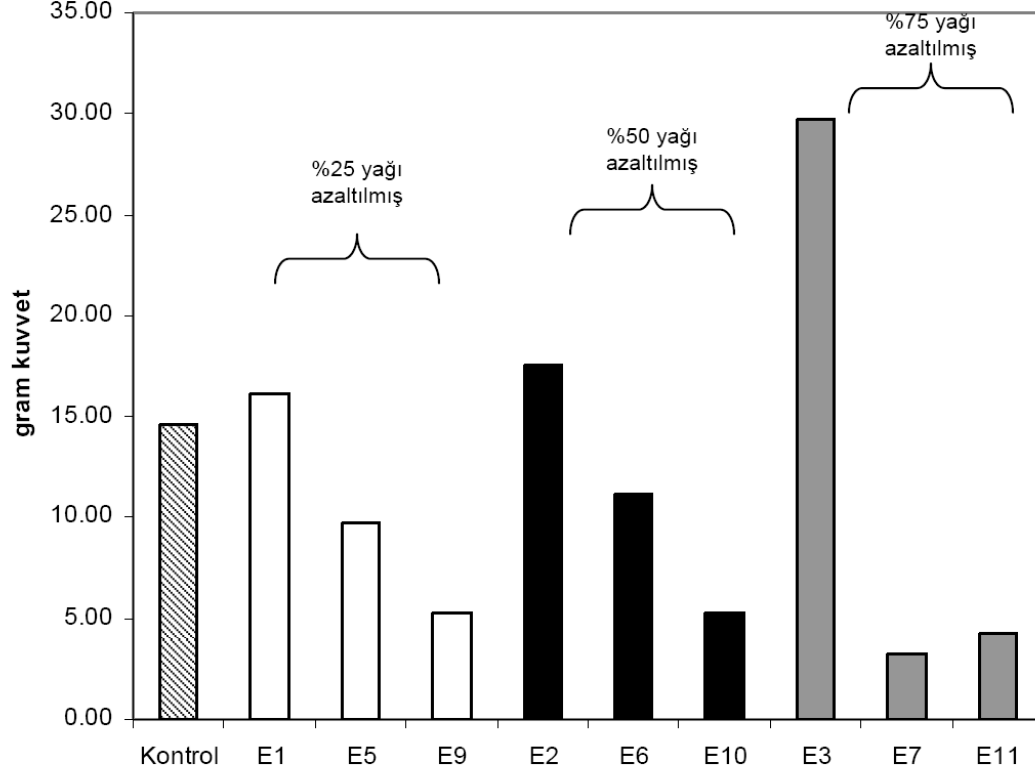
Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>E3</i>	<i>E7</i>	<i>E11</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	23.95	22.51	21.08
lif kuru	0.00	1.44	2.87	4.31

Elma lifleri

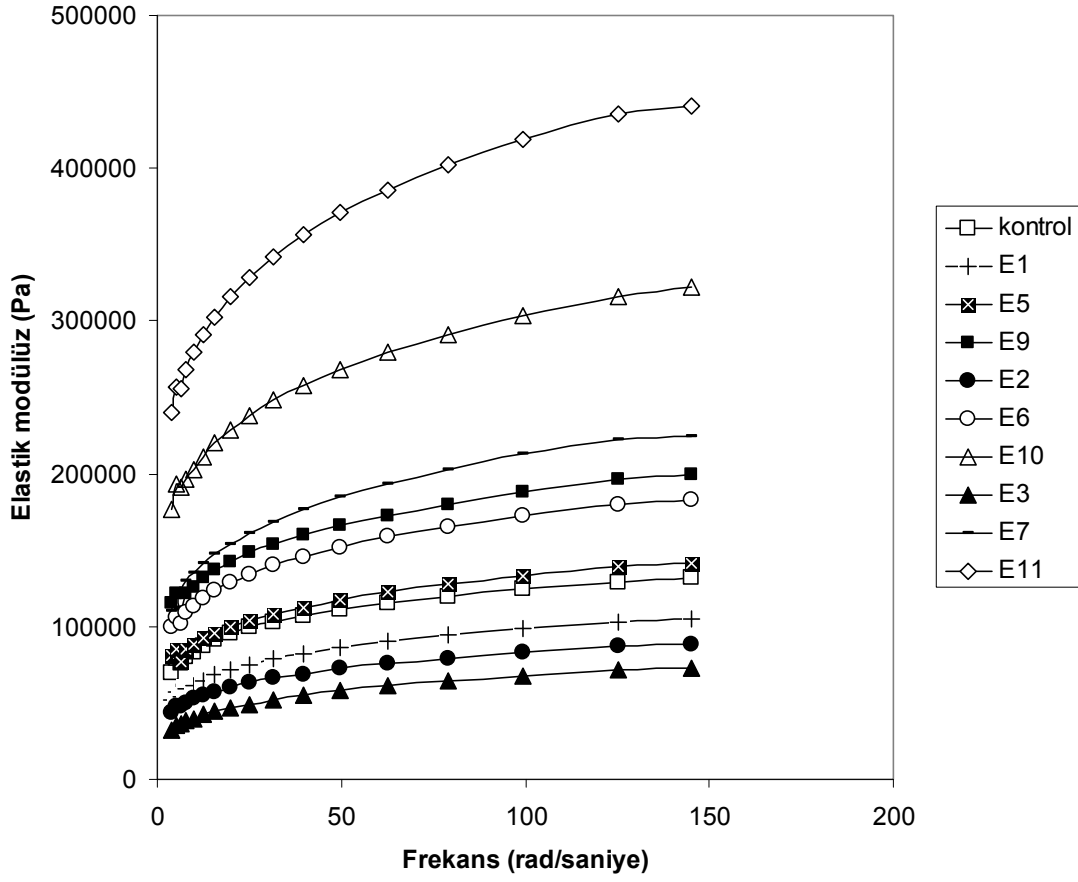


Şekil 164. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış elma lifleri ile elde edilen hamurlara ait sertlik değerleri (formülasyonlar Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10 verilmiştir).

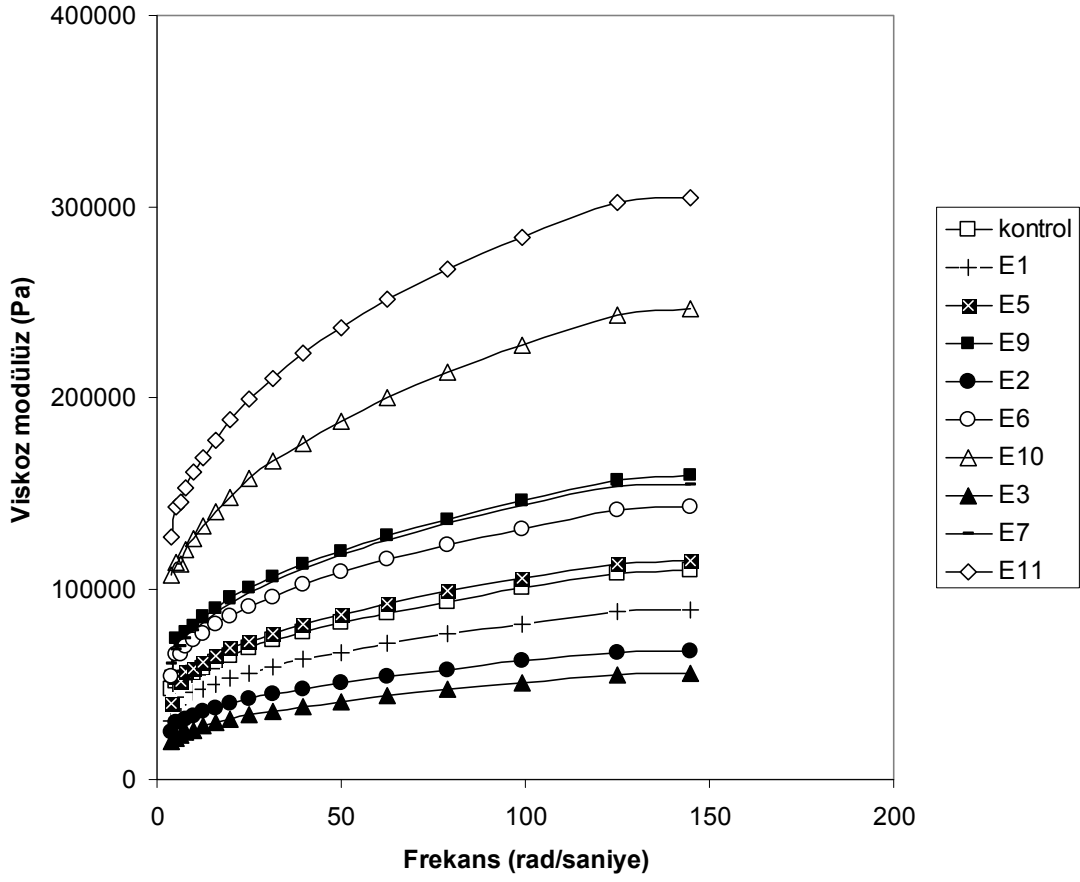
Elma lifleri



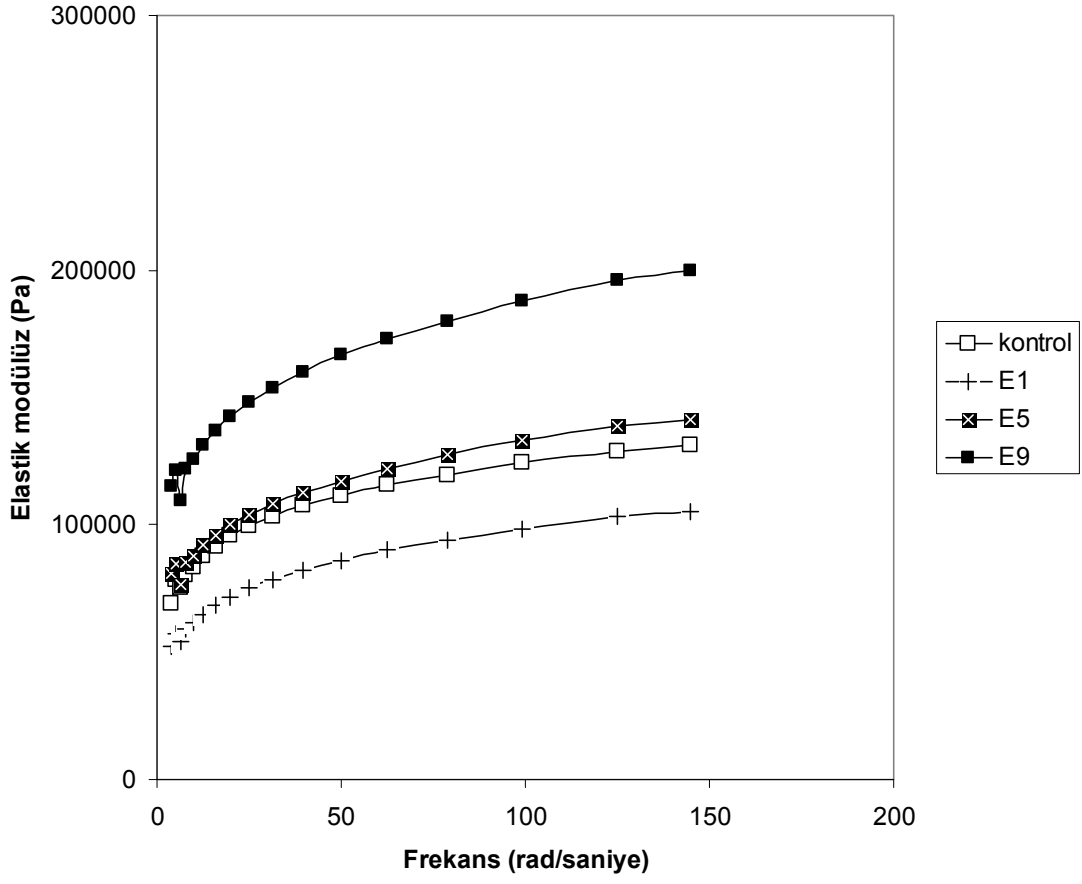
Şekil 165. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış elma lifleri ile elde edilen hamurlara ait yapışkanlık değerleri (formülasyonlar Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10 verilmiştir).



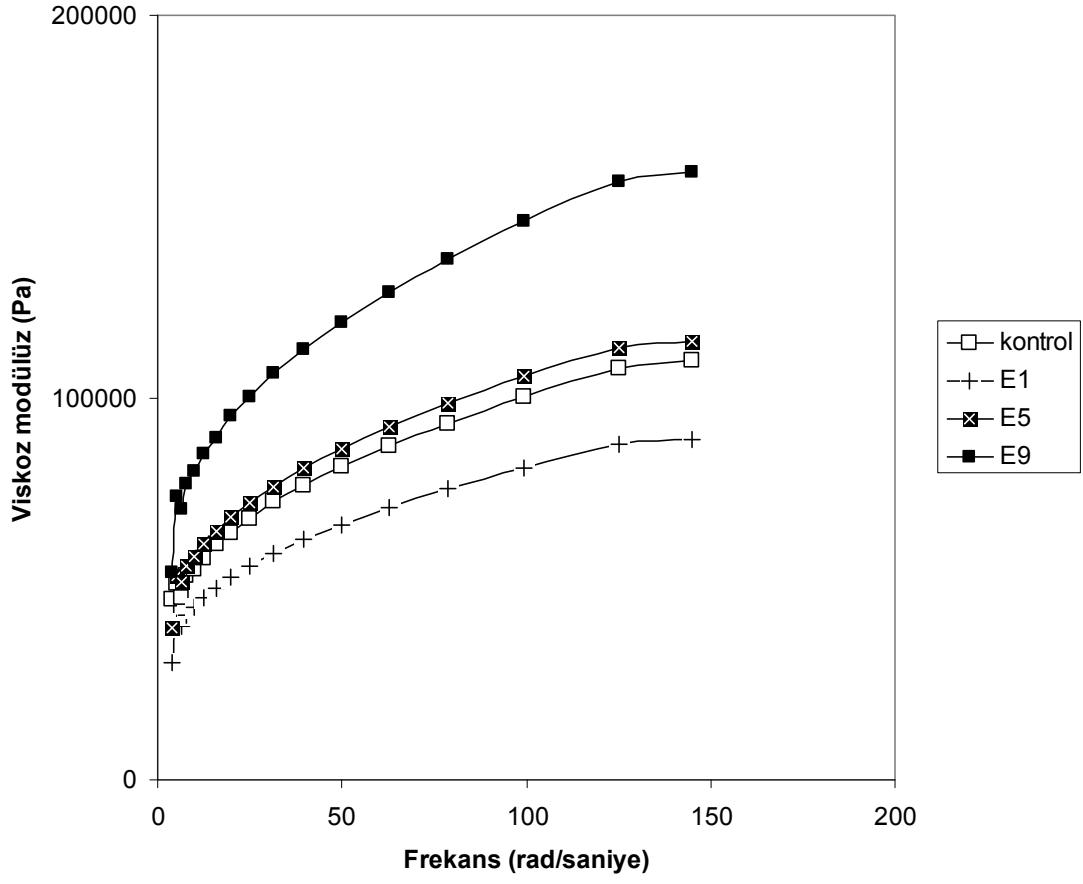
Şekil 166. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış elma lifleri ile elde edilen hamurlara ait elastik modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10 verilmiştir).



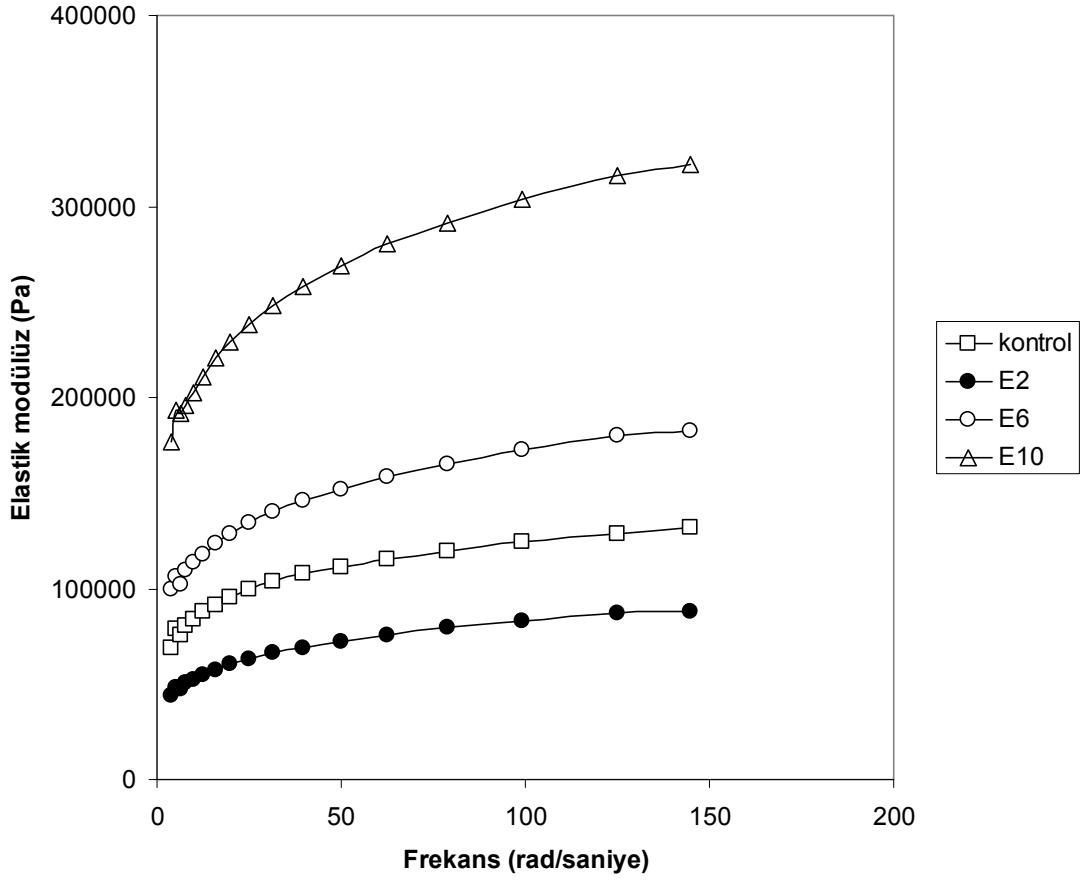
Şekil 167. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış elma lifleri ile elde edilen hamurlara ait viskoz modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10 verilmiştir).



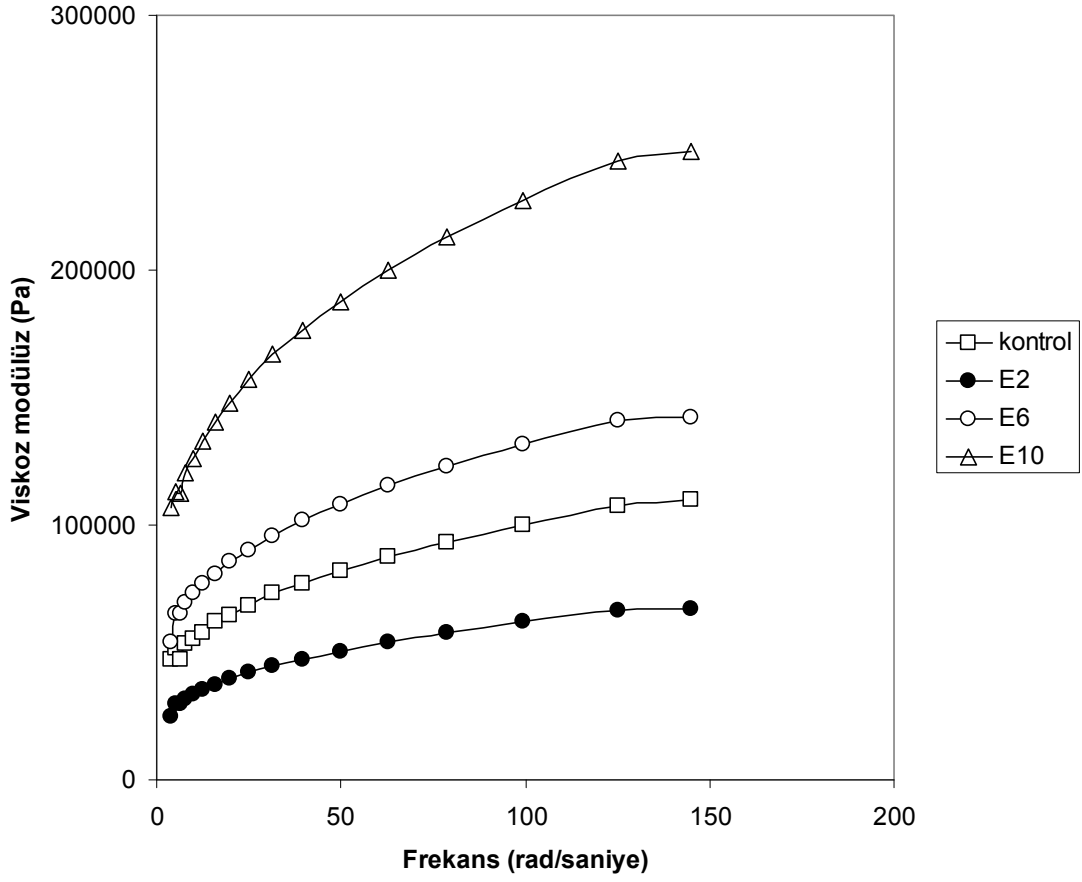
Şekil 168. Çizelge 8 e göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



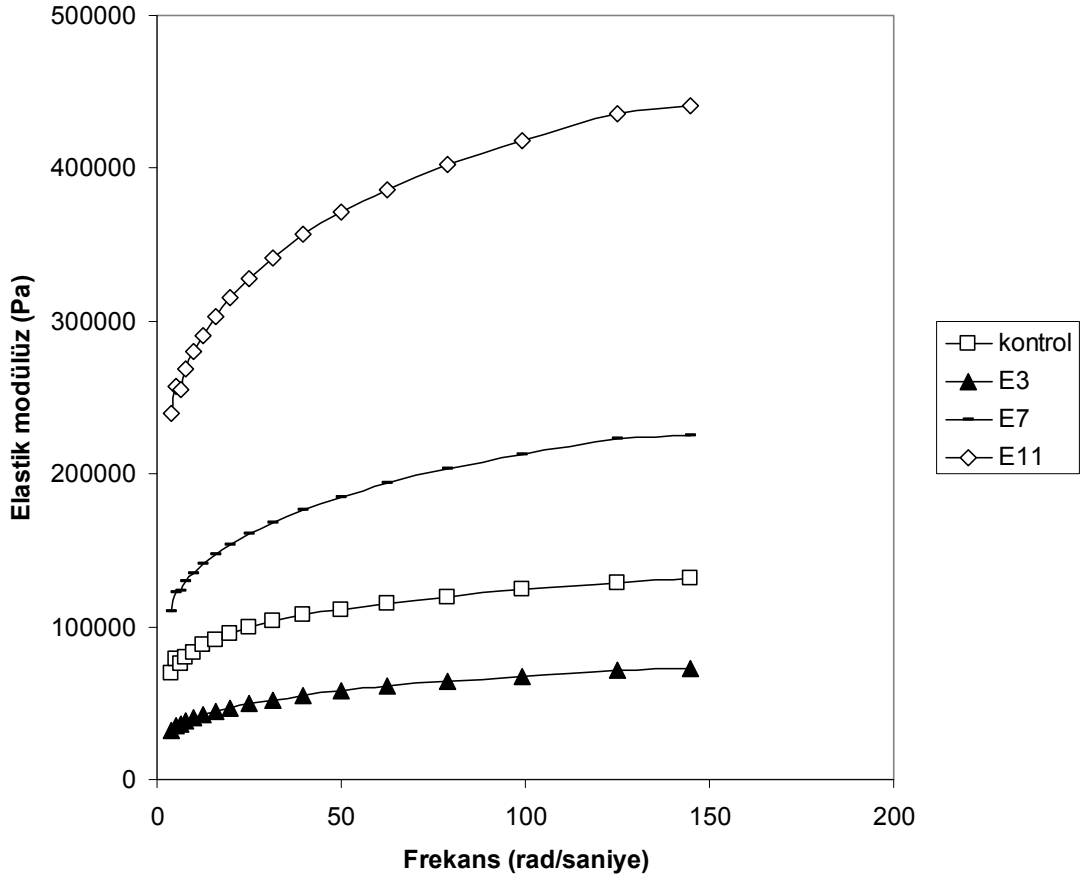
Şekil 169. Çizelge 8 e göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri



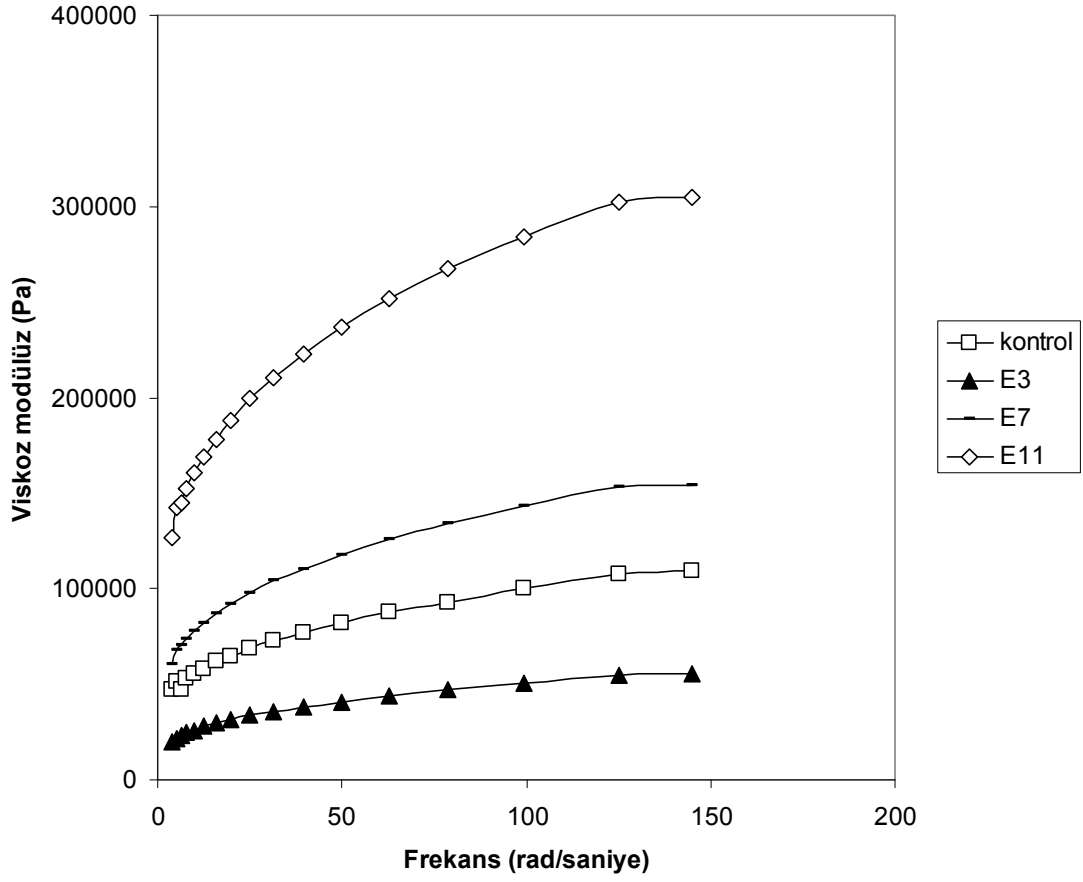
Şekil 170. Çizelge 9 göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



Şekil 171. Çizelge 9 göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri



Şekil 172. Çizelge 10 ya göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



Şekil 173. Çizelge 10 ya göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri

Çizelge 11. Mısır lifleri ile %25 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>M1</i>	<i>M5</i>	<i>M9</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	15.33	14.85	14.37
lif kuru	0.00	0.48	0.96	1.44

Çizelge 12. Mısır lifleri ile %50 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

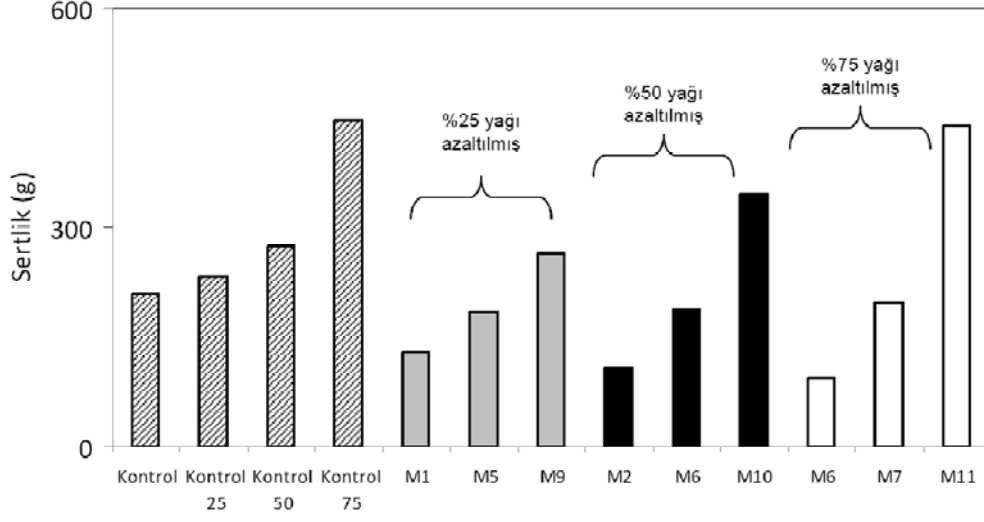
Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>M2</i>	<i>M6</i>	<i>M10</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79

Su	11.02	19.64	18.68	17.72
lif kuru	0.00	0.96	1.92	2.87

Çizelge 13. Mısır lifleri ile %75 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

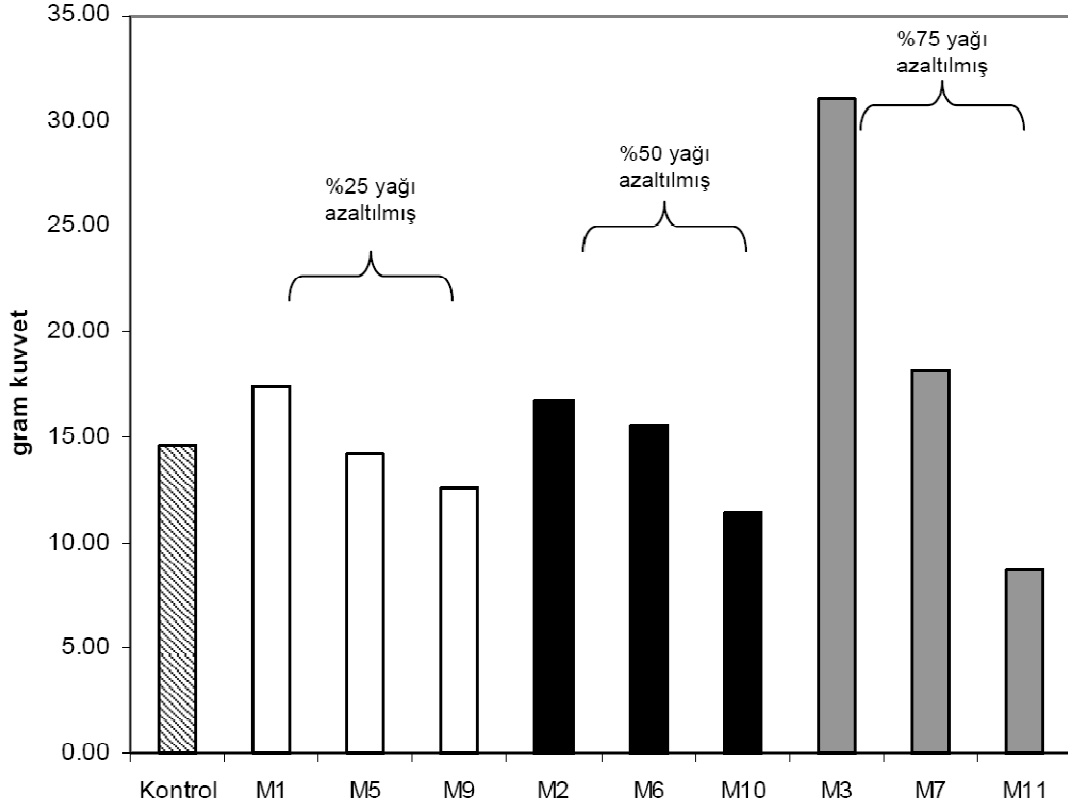
Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>M3</i>	<i>M7</i>	<i>M11</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	23.95	22.51	21.08
lif kuru	0.00	1.44	2.87	4.31

Mısır lifleri

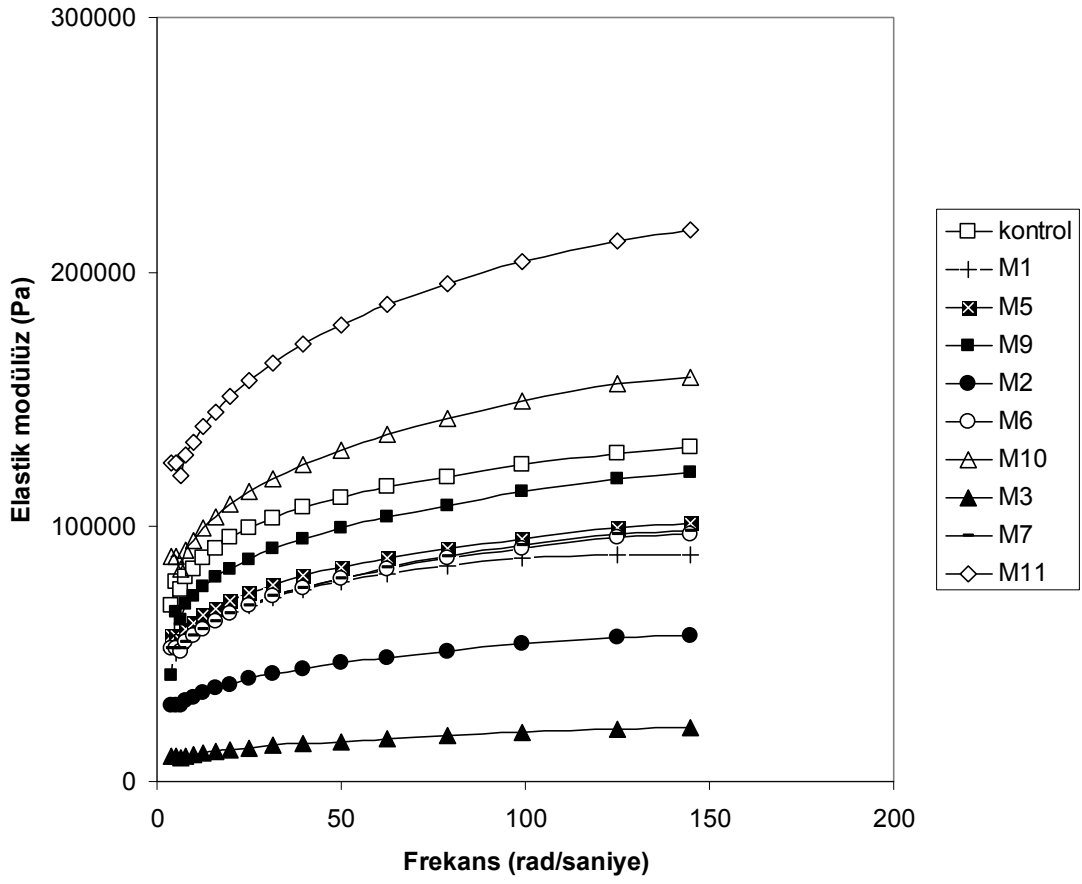


Şekil 174. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış mısır kepeği lifleri ile elde edilen hamurlara ait sertlik değerleri (formülasyonlar Çizelge 11, Çizelge 12 ve Çizelge 13 de verilmiştir).

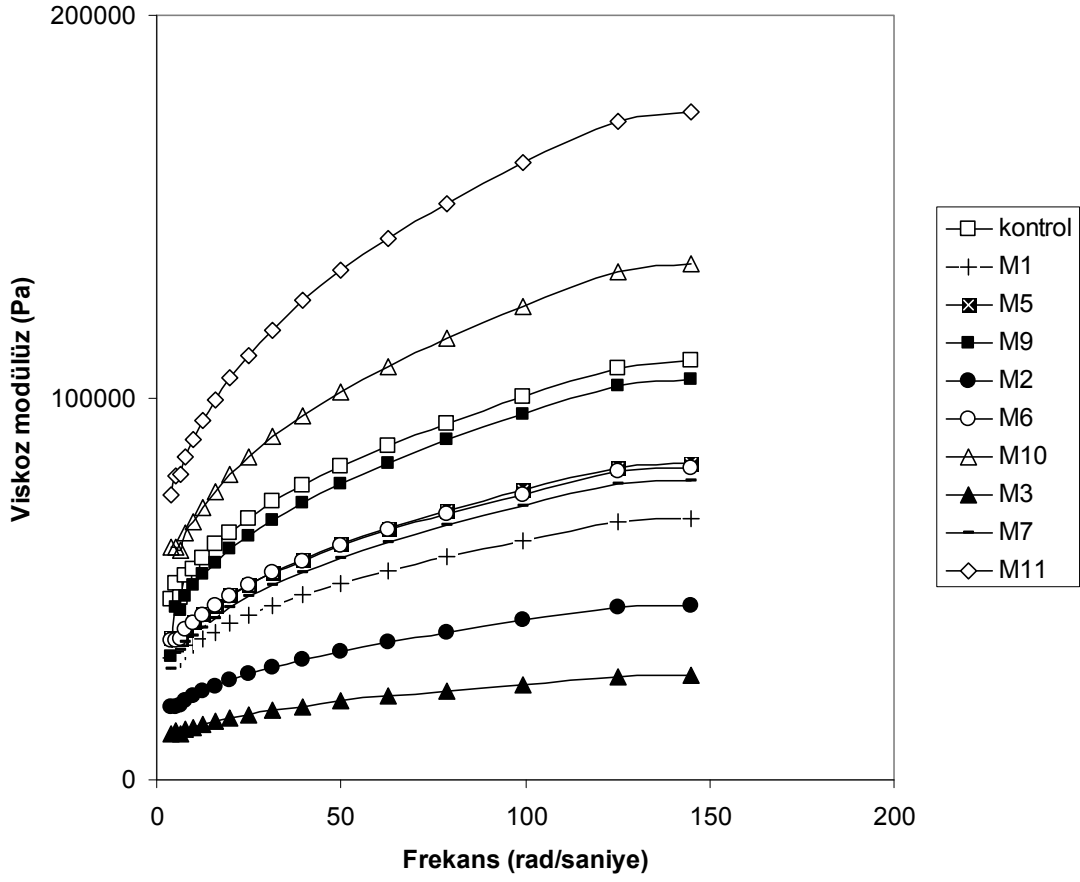
Mısır lifleri



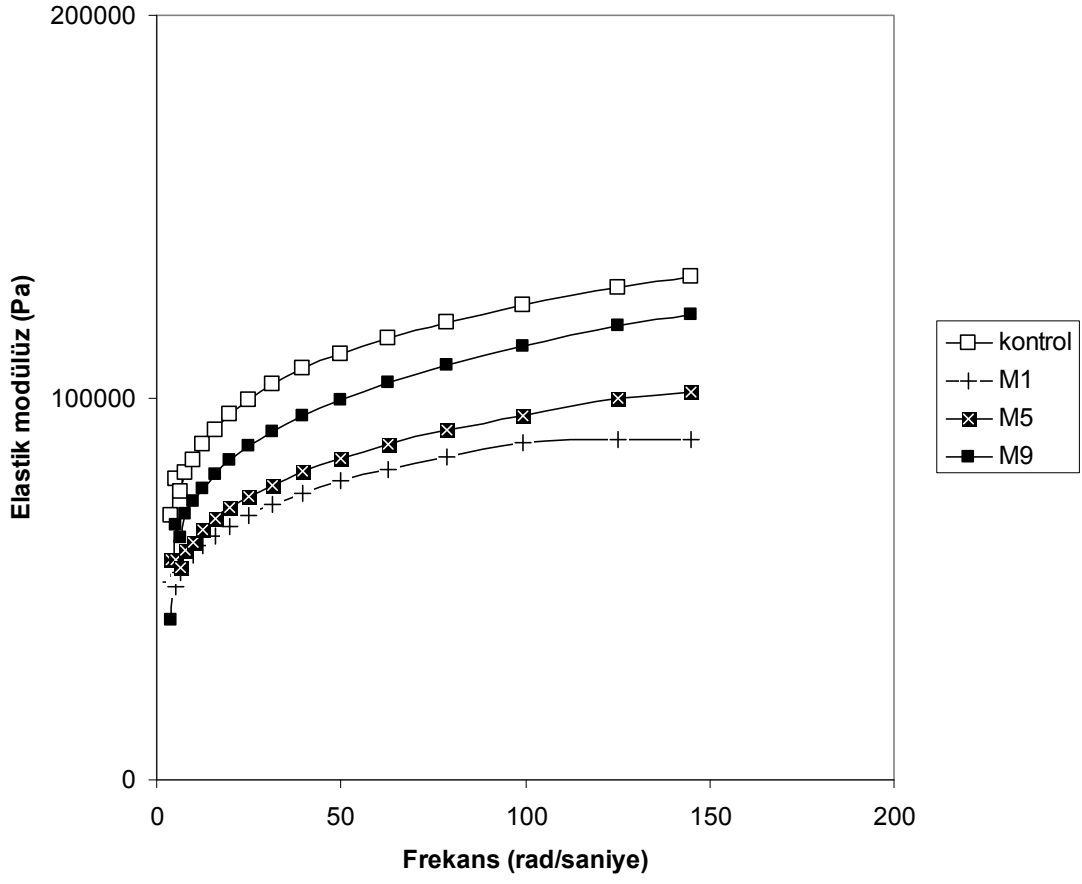
Şekil 175. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış mısır kepeği lifleri ile elde edilen hamurlara ait yapışkanlık değerleri (formülasyonlar Çizelge 11,Çizelge 12 ve Çizelge 13 de verilmiştir).



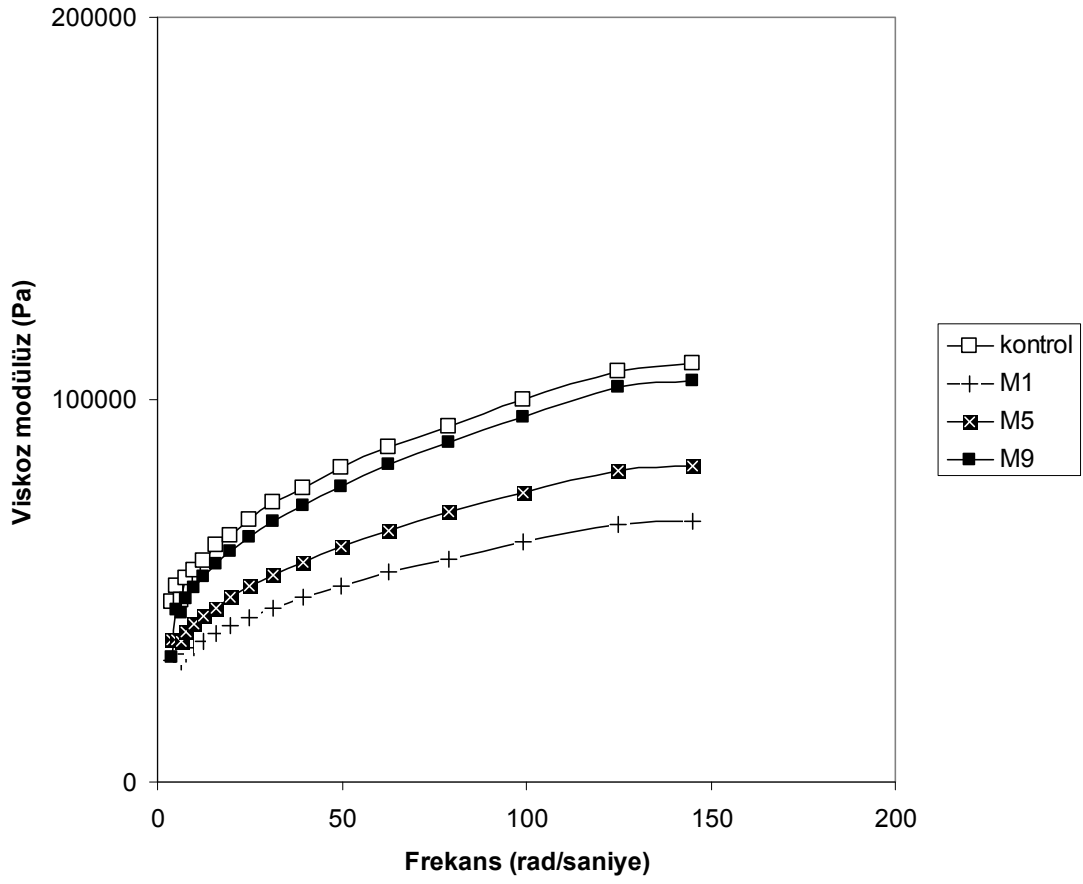
Şekil 176. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış mısır kepeği lifleri ile elde edilen hamurlara ait elastik modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 11,Çizelge 12 ve Çizelge 13 de verilmiştir).



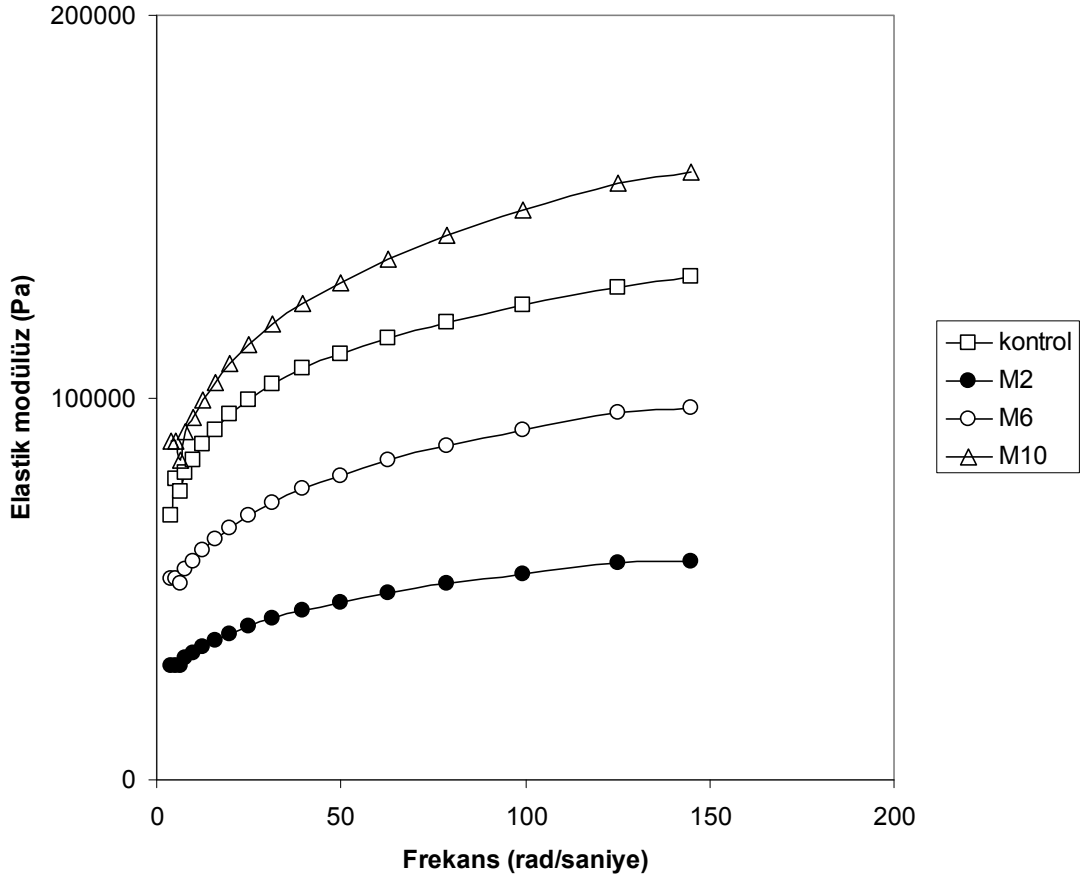
Şekil 177. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış mısır kepeği lifleri ile elde edilen hamurlara ait viskoz modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 11,Çizelge 12 ve Çizelge 13 de verilmiştir).



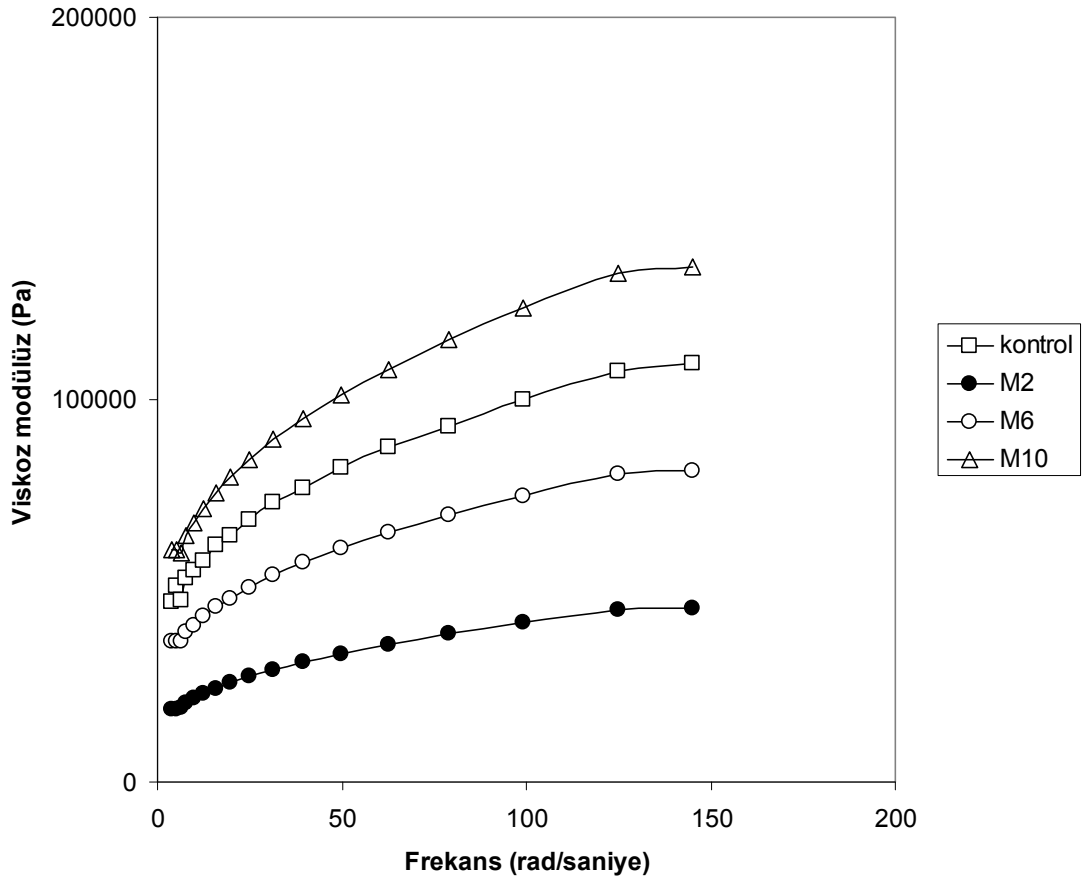
Şekil 178. Çizelge 11 göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



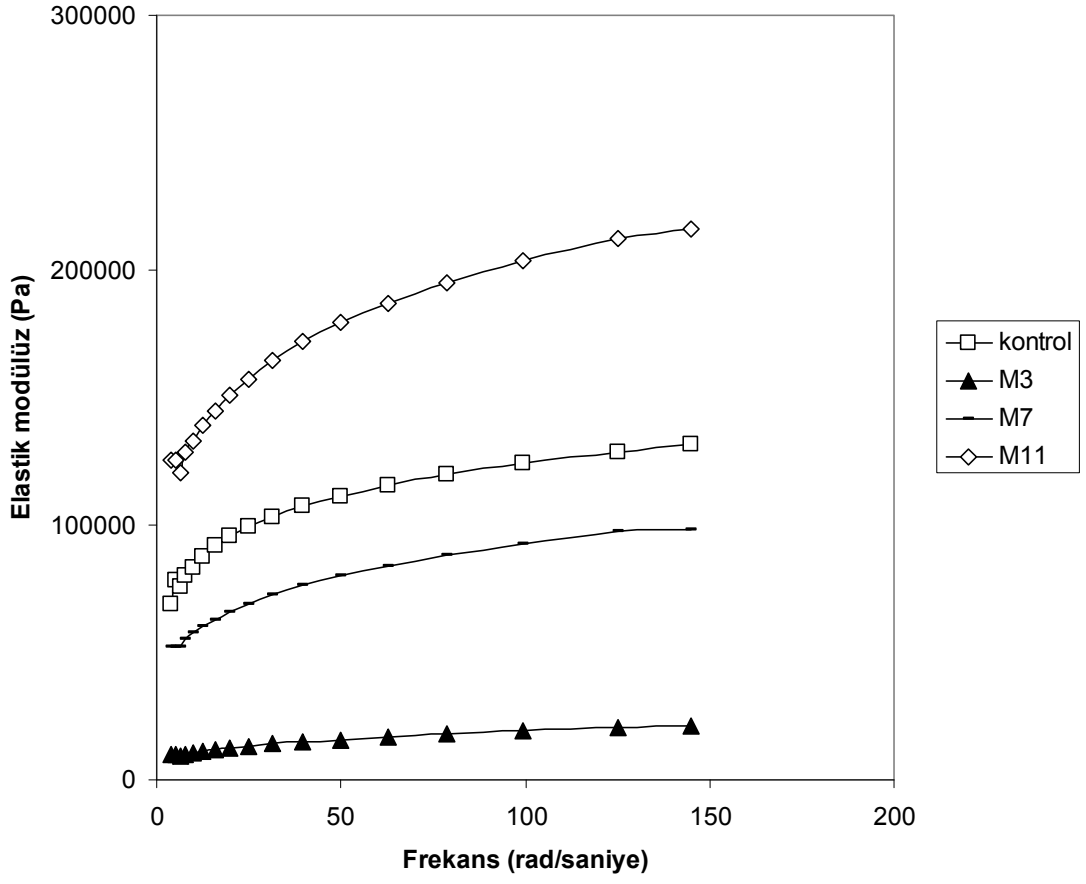
Şekil 179. Çizelge 11 ye göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri



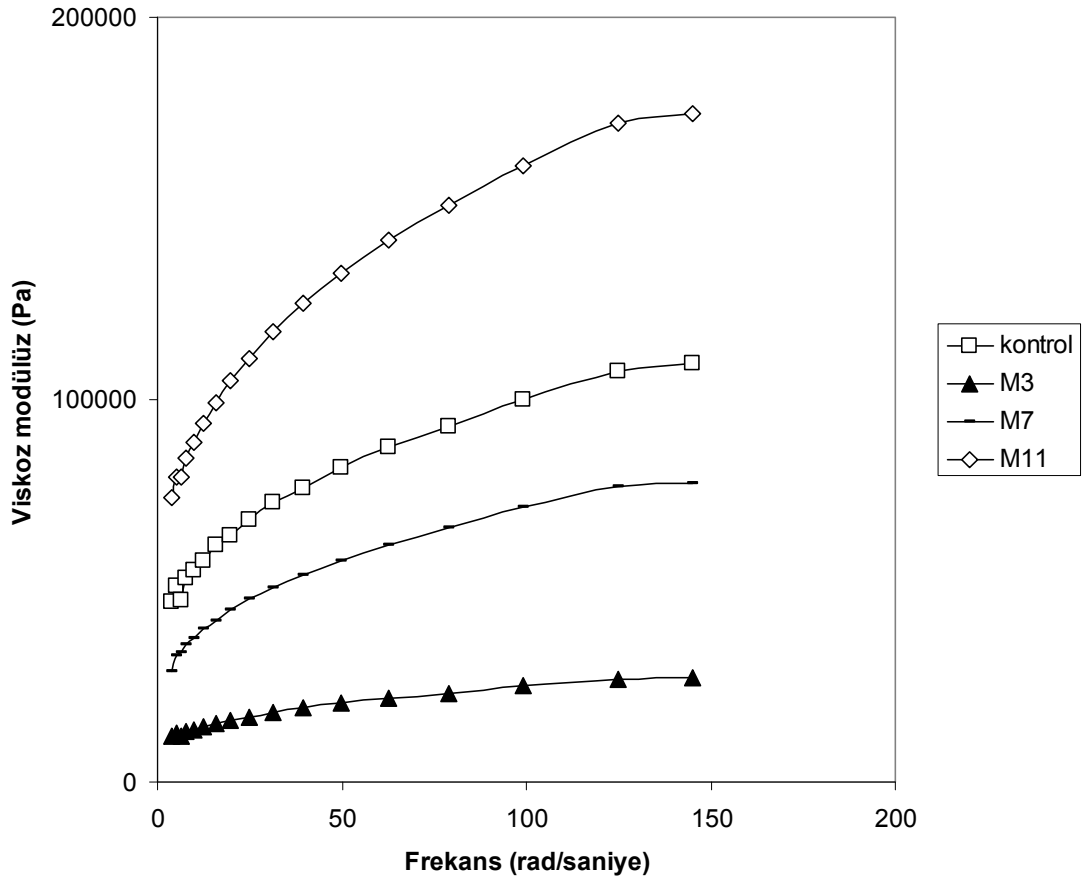
Şekil 180.Çizelge 12 e göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



Şekil 181.Çizelge 12 e göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri



Şekil 182.Çizelge 13 a göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



Şekil 183.Çizelge 13 a göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri

Çizelge 14. Portakal lifleri ile %25 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>P1</i>	<i>P5</i>	<i>P9</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	15.33	14.85	14.37
lif kuru	0.00	0.48	0.96	1.44

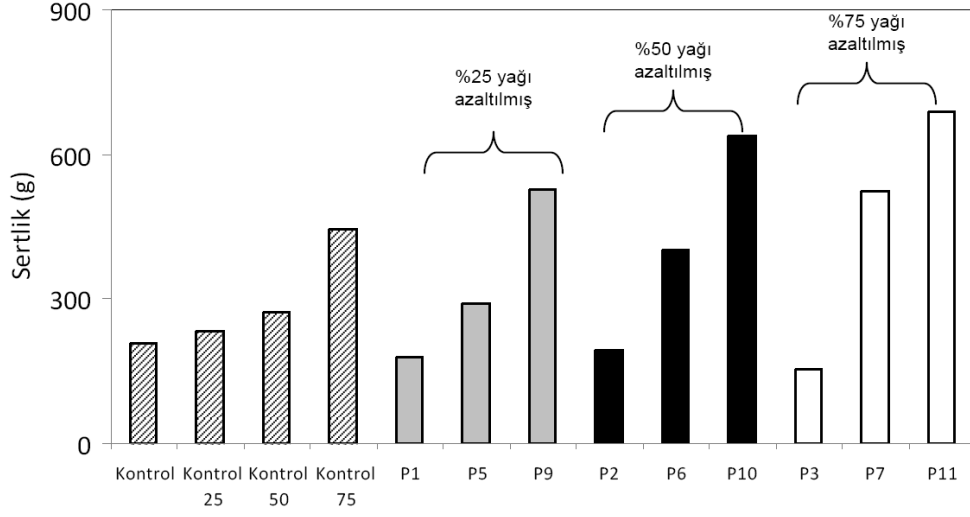
Çizelge 15. Portakal lifleri ile %50 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>P2</i>	<i>P6</i>	<i>P10</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	19.64	18.68	17.72
lif kuru	0.00	0.96	1.92	2.87

Çizelge 16. Portakal lifleri ile %75 yağ azaltılarak yapılan bisküvi örneklerine ait formülasyon (toplam ağılık yüzdeleri) ve kodları

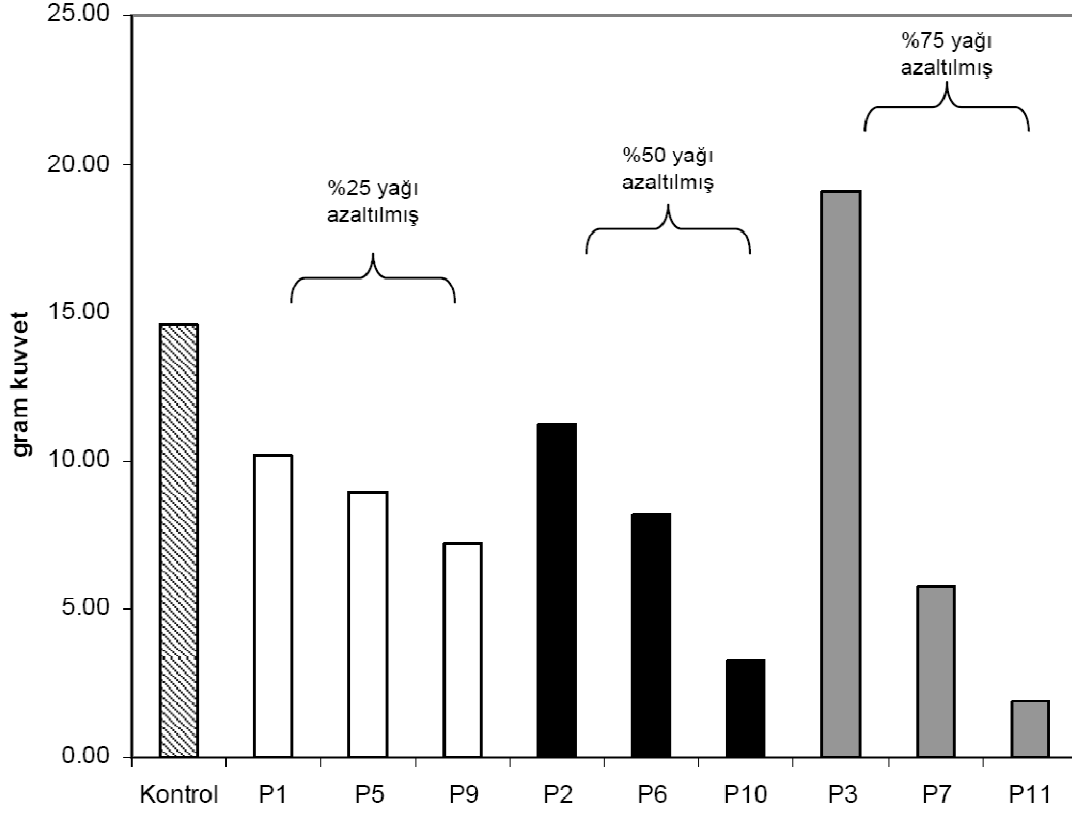
Formülasyon	<i>kontrol</i>	<i>P3</i>	<i>P7</i>	<i>P11</i>
Şeker	20.12	20.12	20.12	20.12
Yağsız süt tozu	0.48	0.48	0.48	0.48
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60
Amonyumbikarbonat	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodyumbikarbonat	0.48	0.48	0.48	0.48
Un	47.90	47.90	47.90	47.90
Yağ	19.16	14.37	9.58	4.79
Su	11.02	23.95	22.51	21.08
lif kuru	0.00	1.44	2.87	4.31

Portakal lifleri

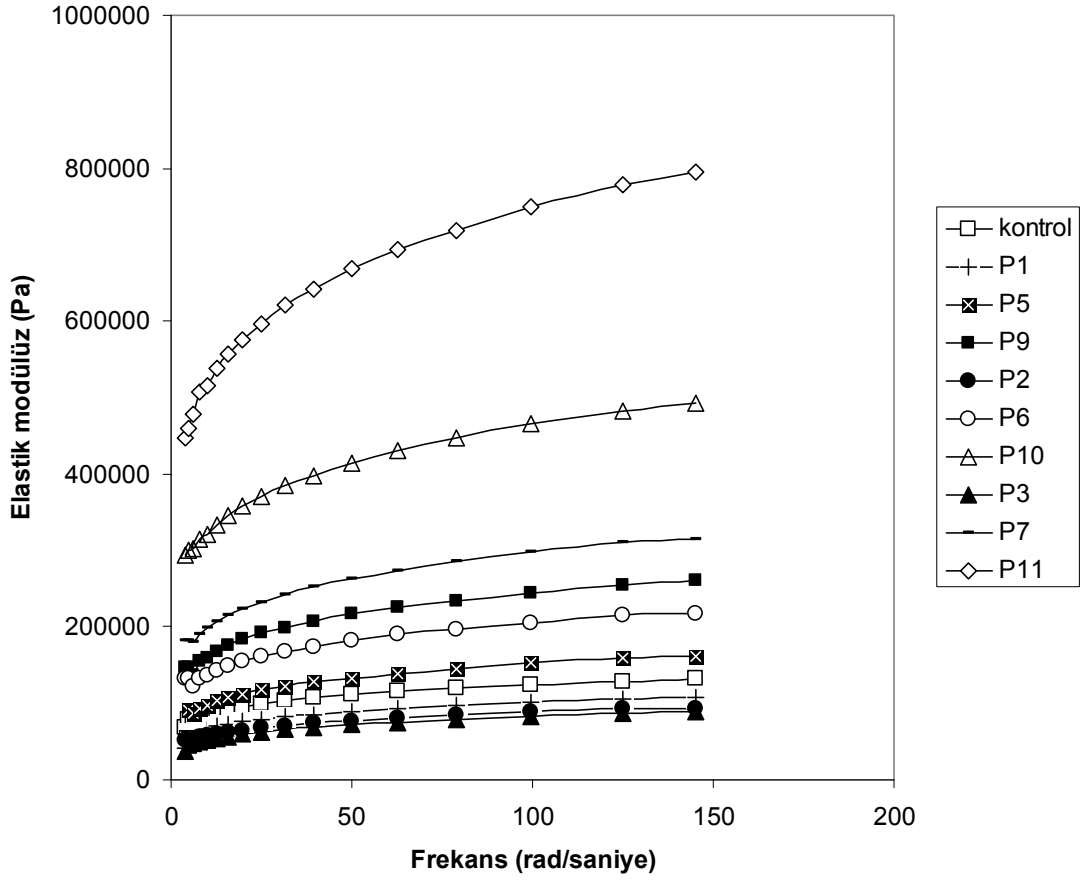


Şekil 184. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış portakal lifleri ile elde edilen hamurlara ait elastik modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 14, Çizelge 15 ve Çizelge 16 verilmiştir).

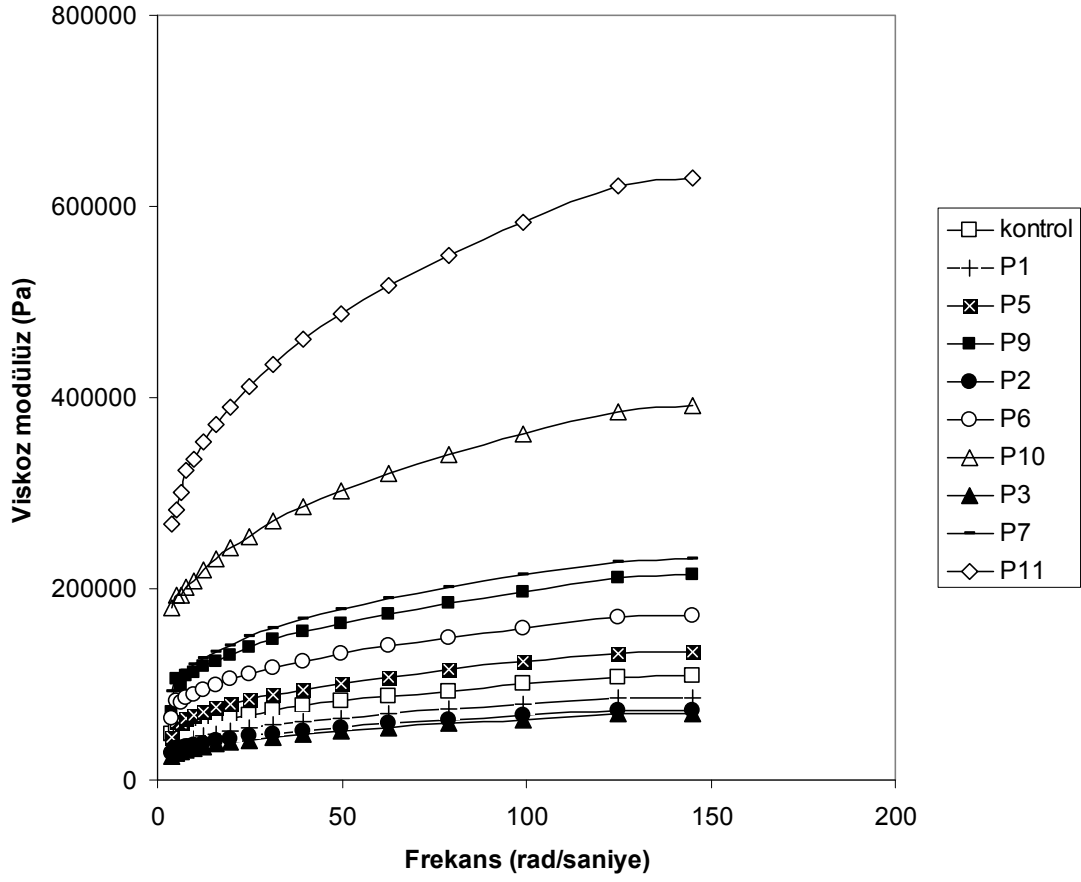
Portakal lifleri



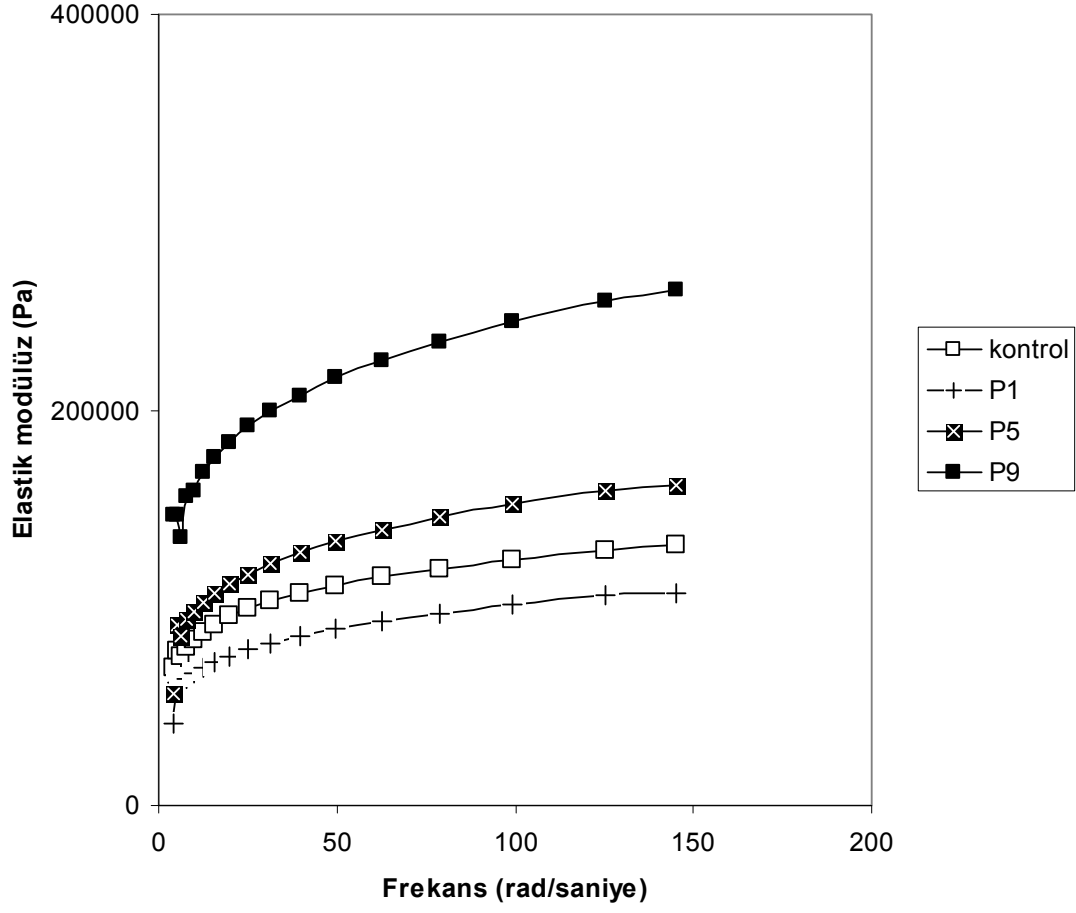
Şekil 185. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış portakal lifleri ile elde edilen hamurlara ait yapışkanlık modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 14, Çizelge 15 ve Çizelge 16 verilmiştir).



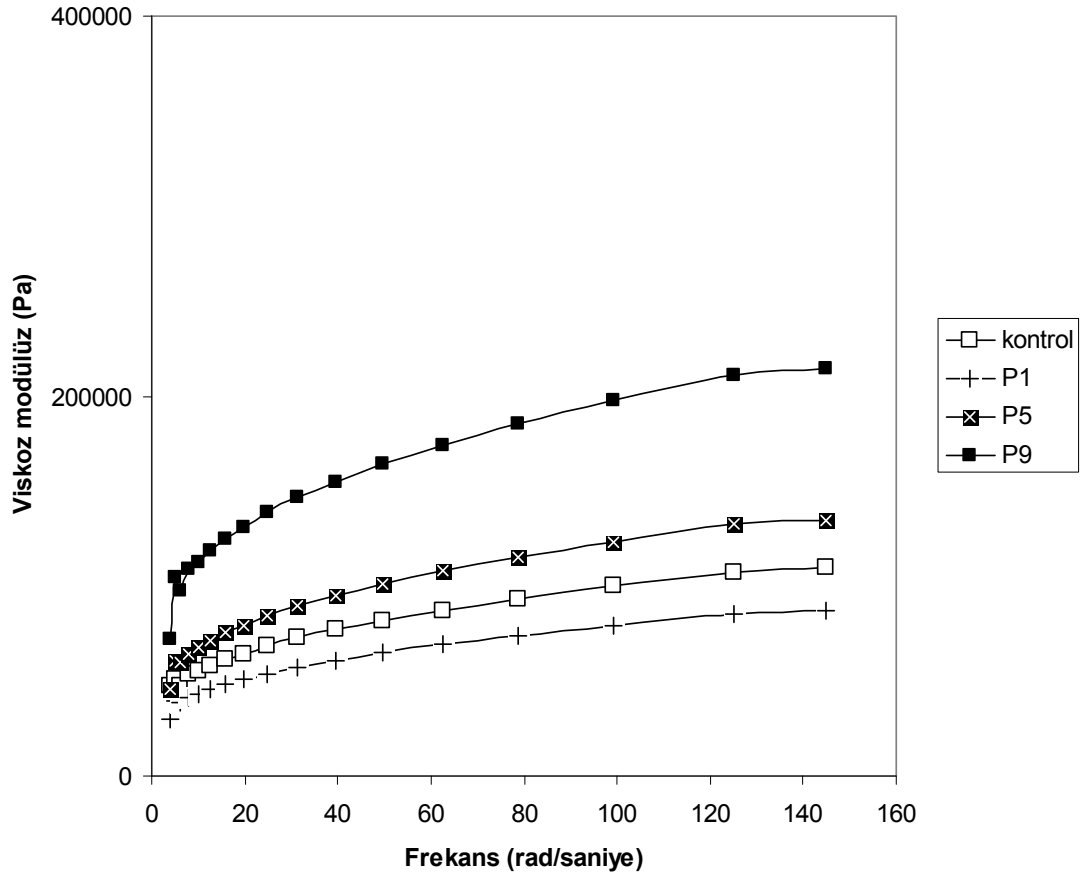
Şekil 186. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış portakal lifleri ile elde edilen hamurlara ait elastik modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 14, Çizelge 15 ve Çizelge 16 verilmiştir).



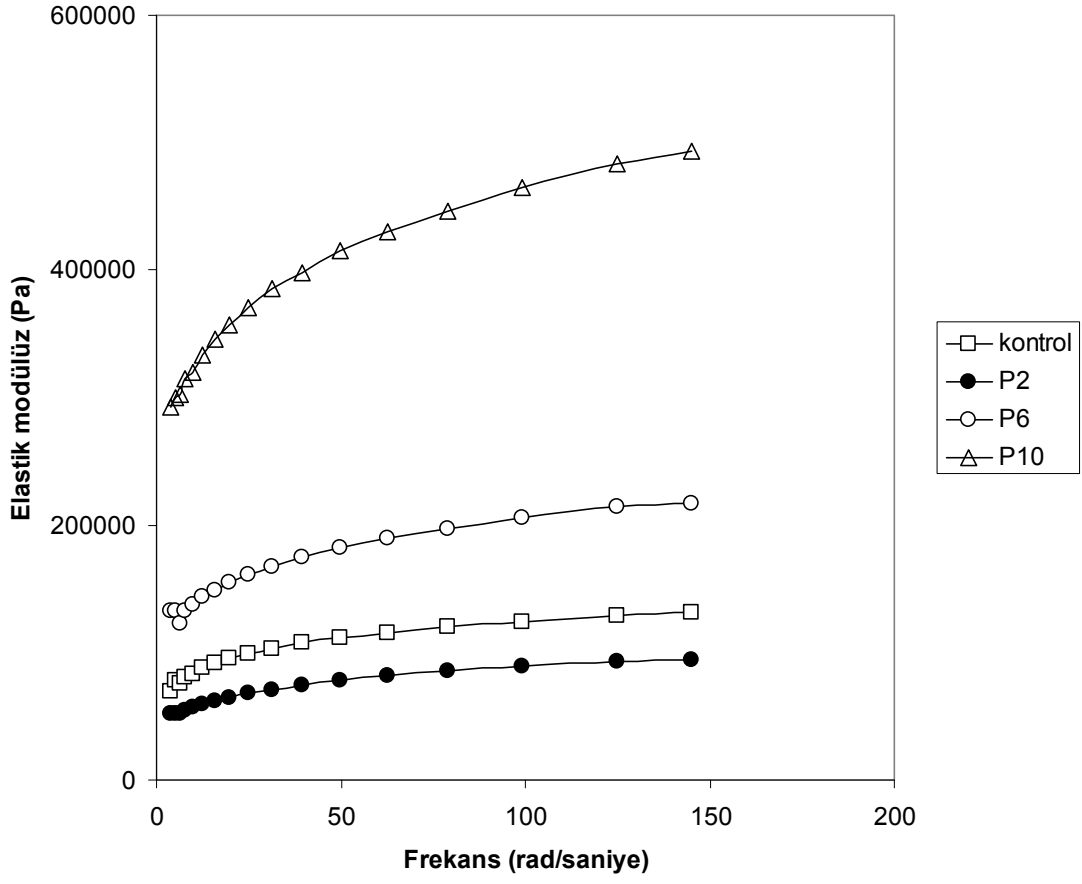
Şekil 187. Mikro akışkan dan geçirilerek hazırlanmış portakal lifleri ile elde edilen hamurlara ait viskoz modülüz değerleri (formülasyonlar Çizelge 14, Çizelge 15 ve Çizelge 16 verilmiştir).



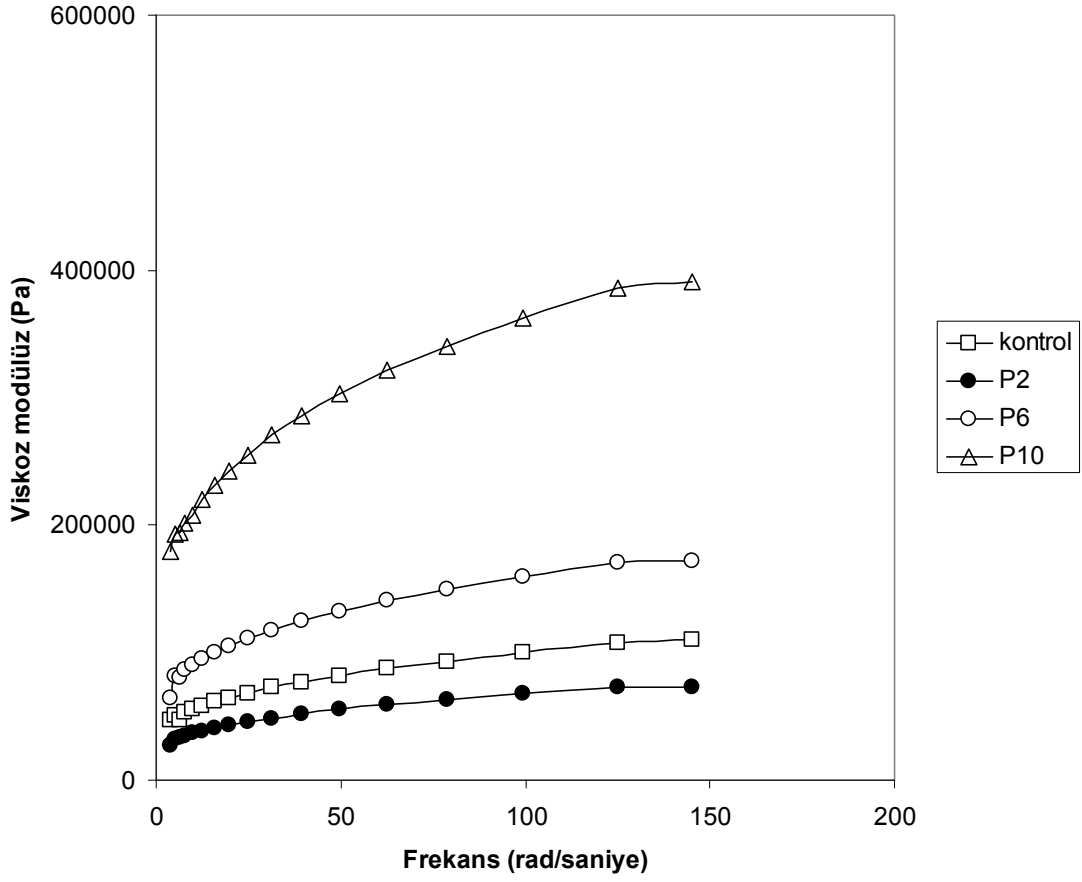
Şekil 188. Çizelge 14 a göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



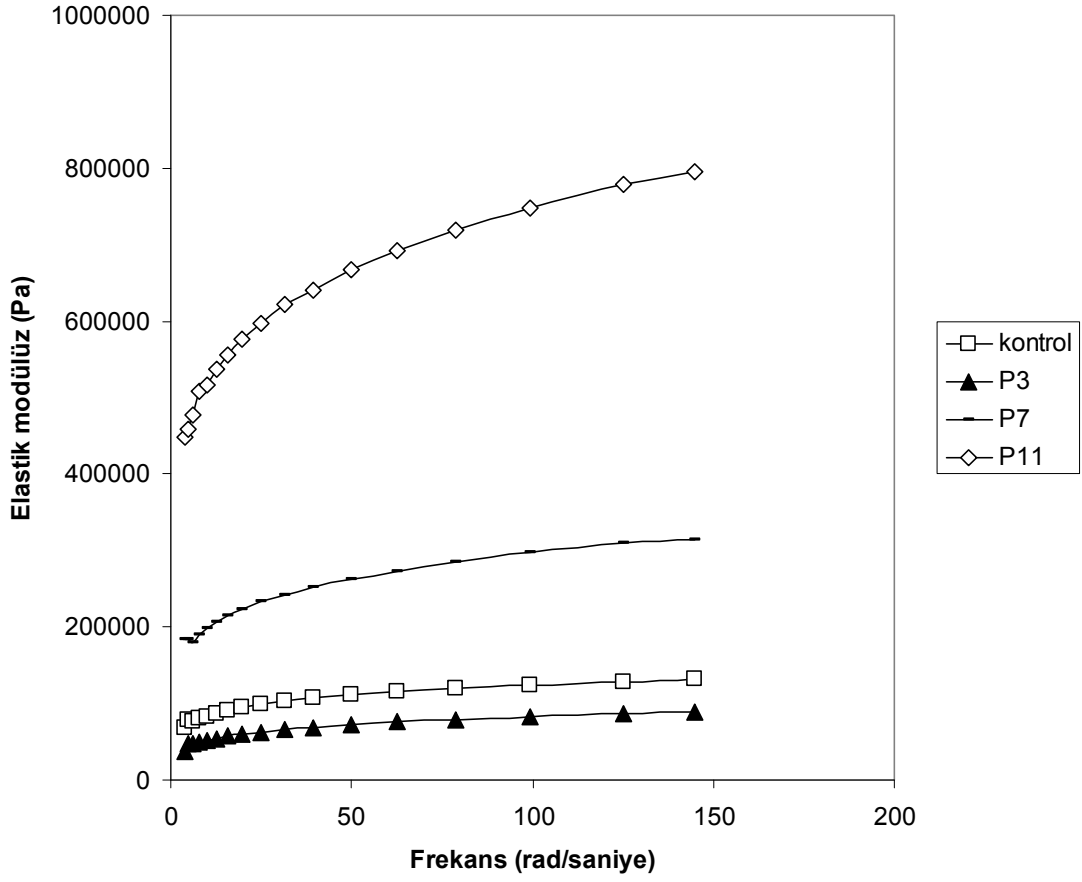
Şekil 189. Çizelge 14 a göre hazırlanmış %25 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri



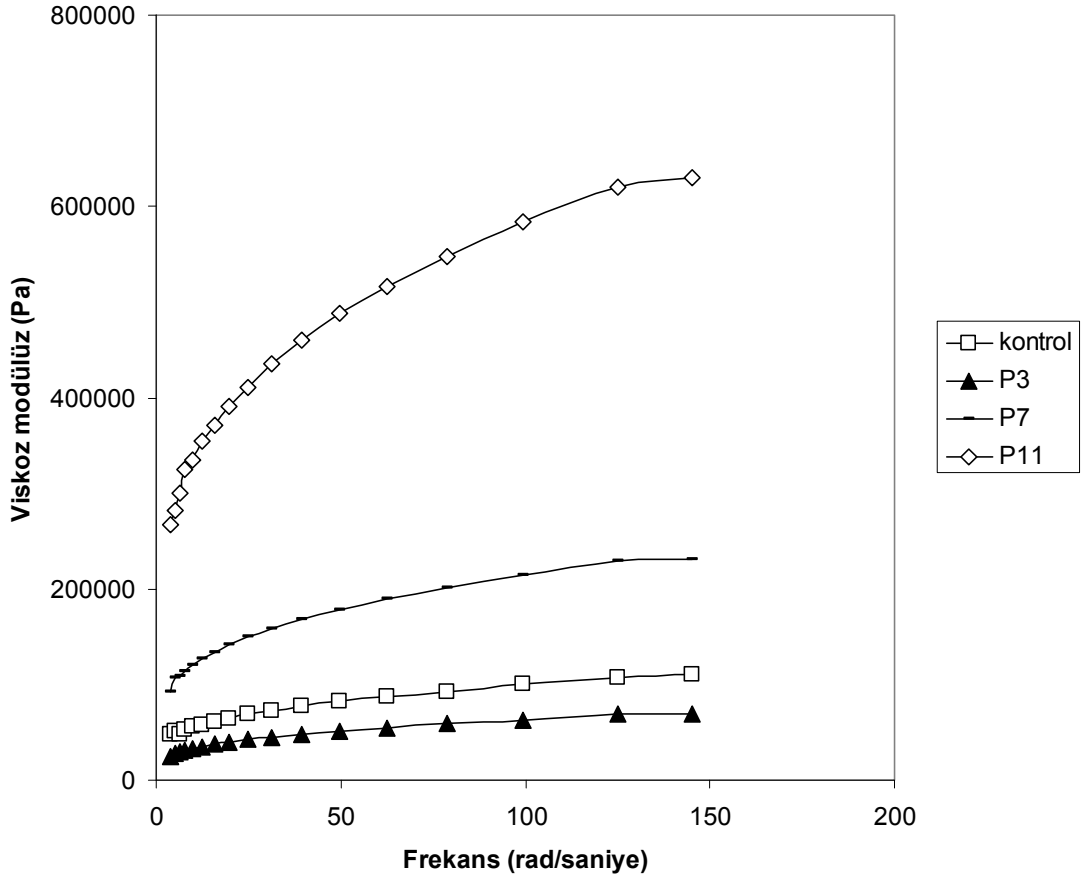
Şekil 190. Çizelge 15'e göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



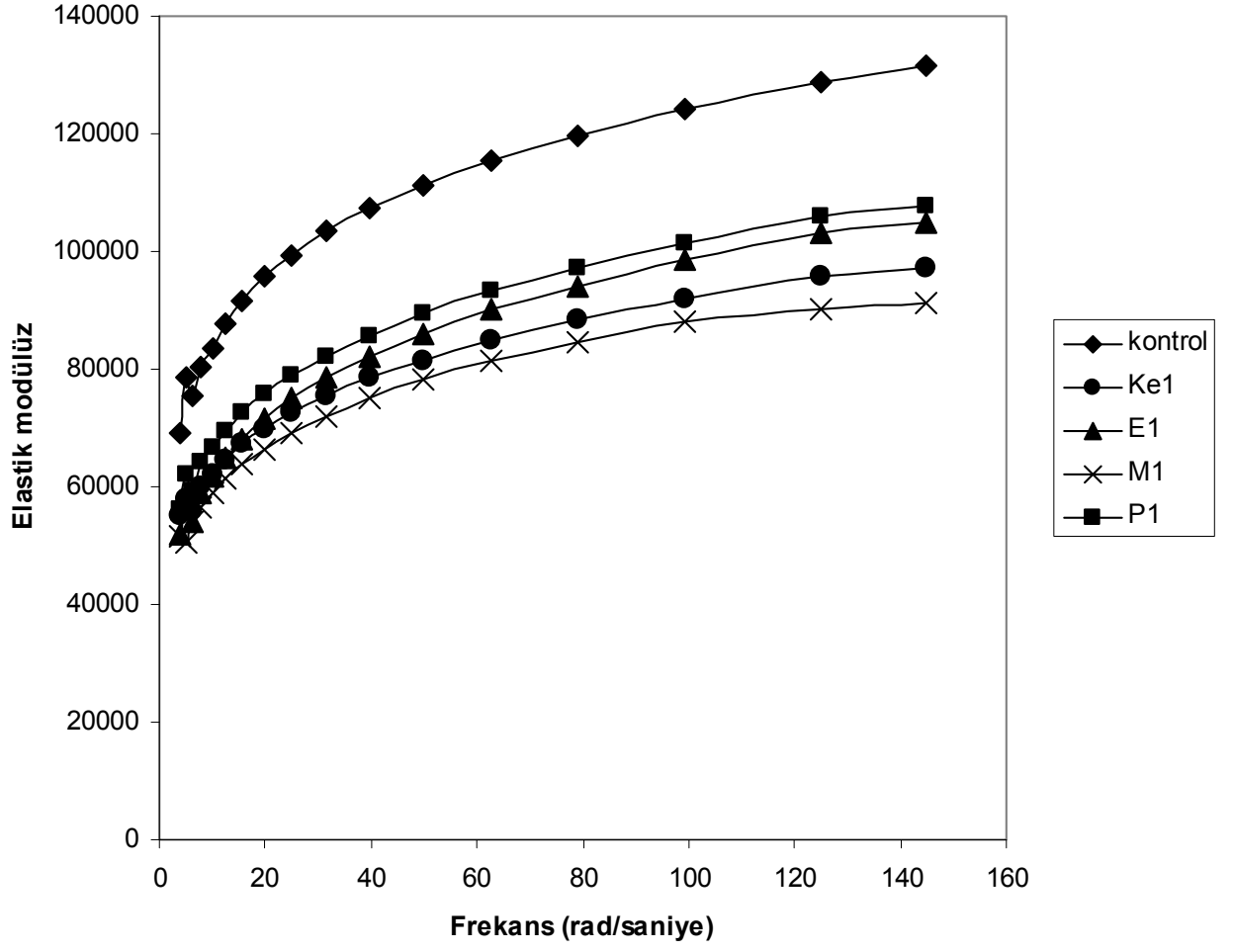
Şekil 191. Çizelge 15 e göre hazırlanmış %50 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri



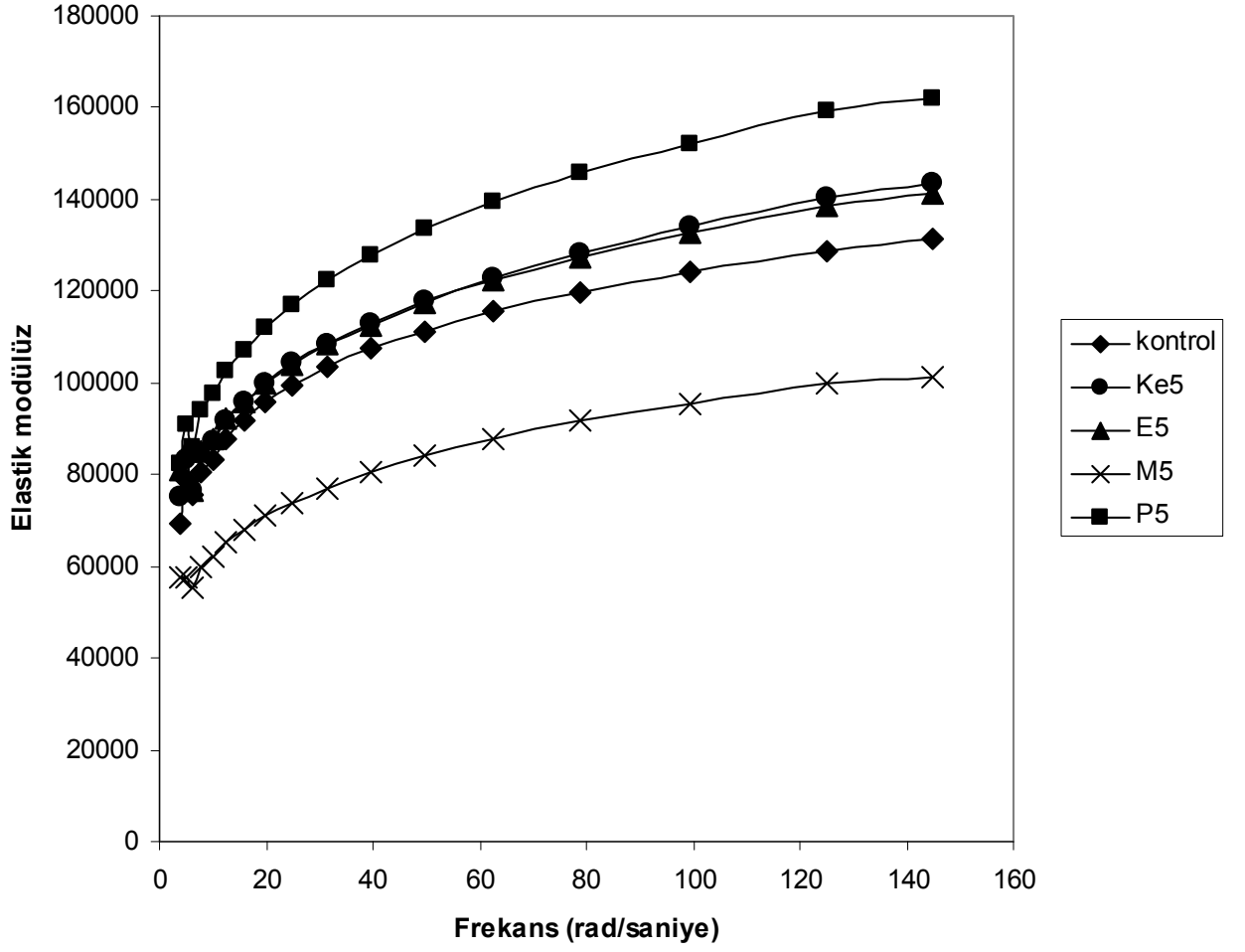
Şekil 192. Çizelge 16 ye göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin elastik modülüz değerleri



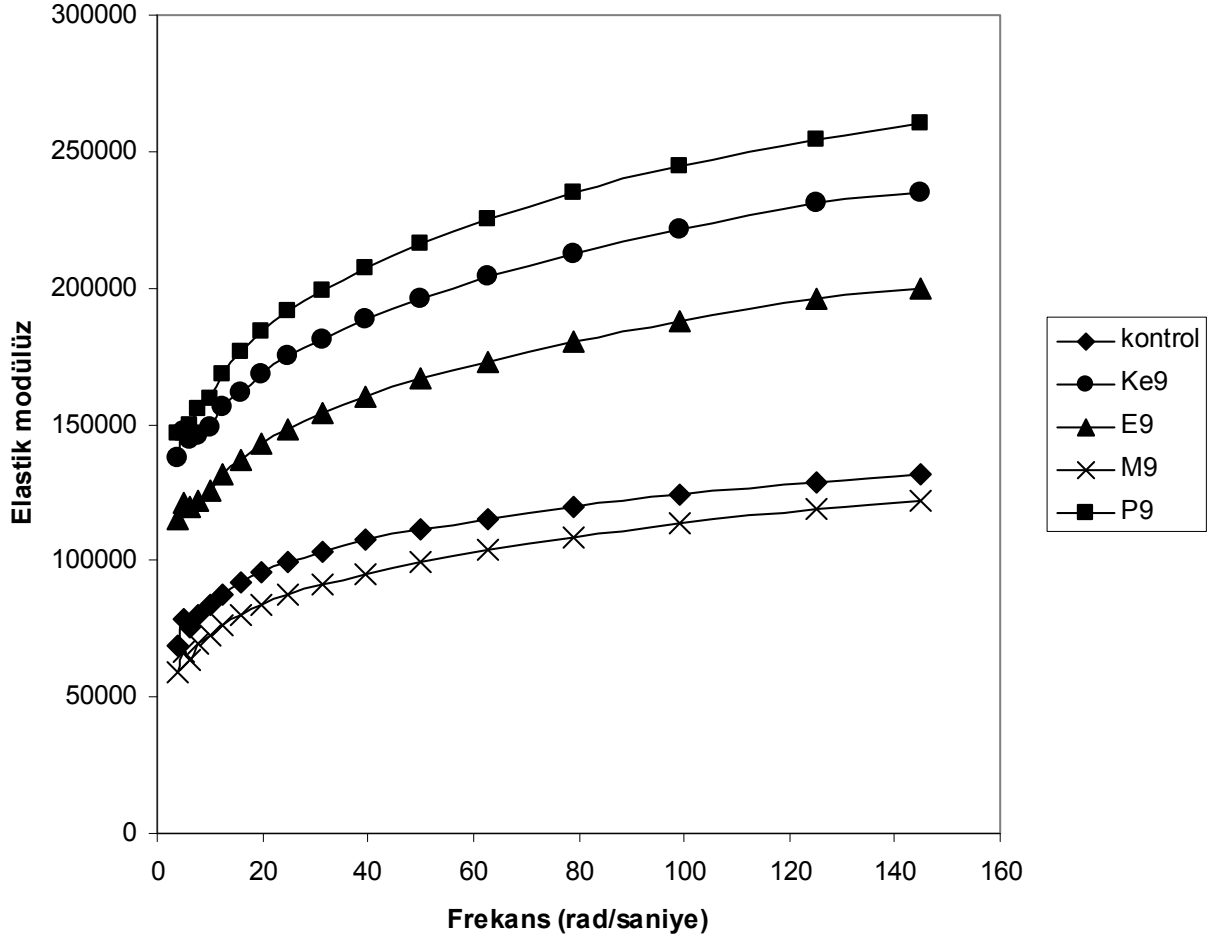
Şekil 193. Çizelge 16 ye göre hazırlanmış %75 yağı azaltılmış hamur örneklerinin viskoz modülüz değerleri



Şekil 194. %25 yağı azaltılmış ve %0.48 oranında lif eklenmiş örneklerin lif kaynağı bakımından karşılaştırılması.

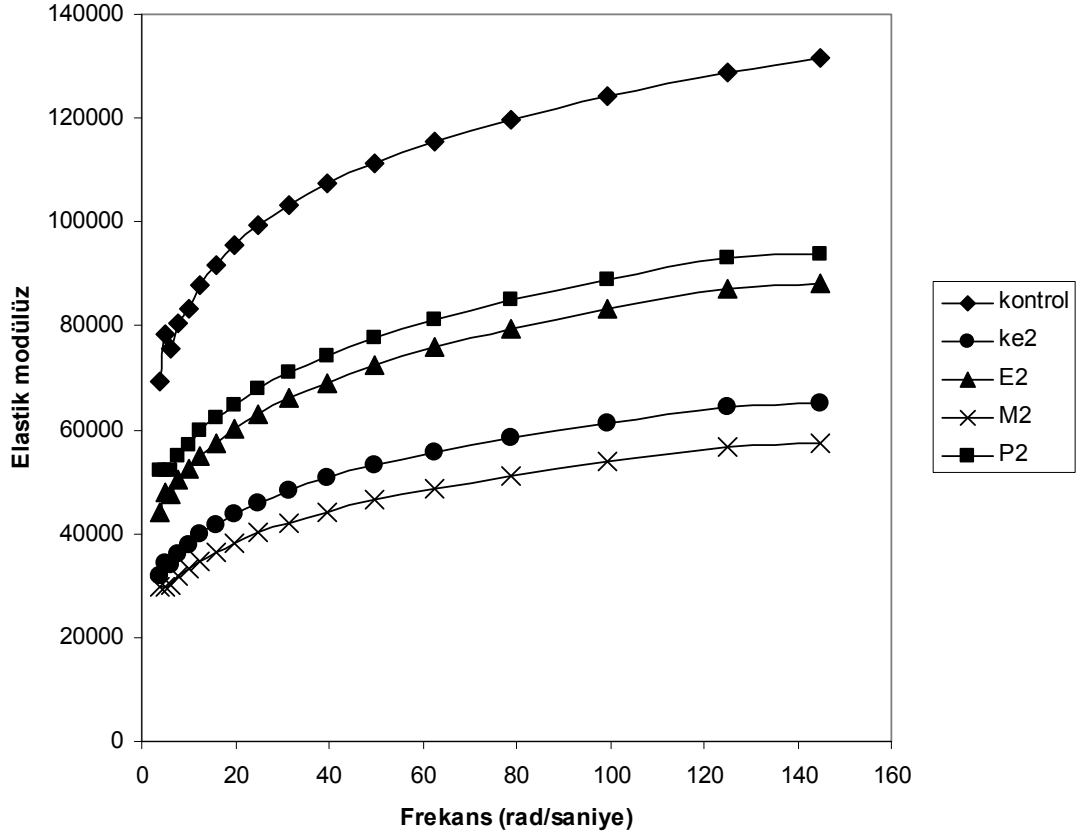


Şekil 195. %25 yağı azaltılmış ve %0.96 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.



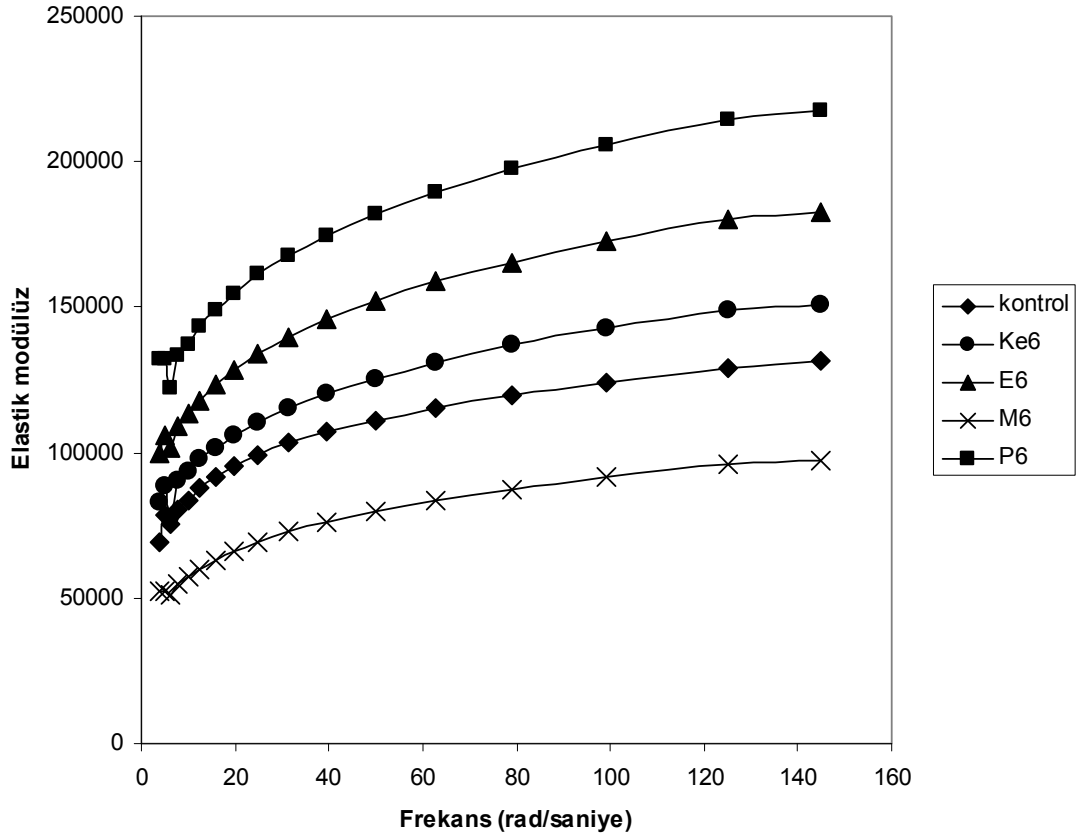
Şekil 196. %25 yağı azaltılmış ve %1.44 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.

Şekil 196’de görüldüğü gibi %25 yağı azaltılmış ve %1.44 oranında lif eklenmiş örneklerin elastik modülüz değerine bakıldığında kepek kullanılan Ke9 örneğinin en yüksek ve kontrol örneğine en yakın değere sahip olduğu, mısır kullanılan M9 örneğinin ise en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir.



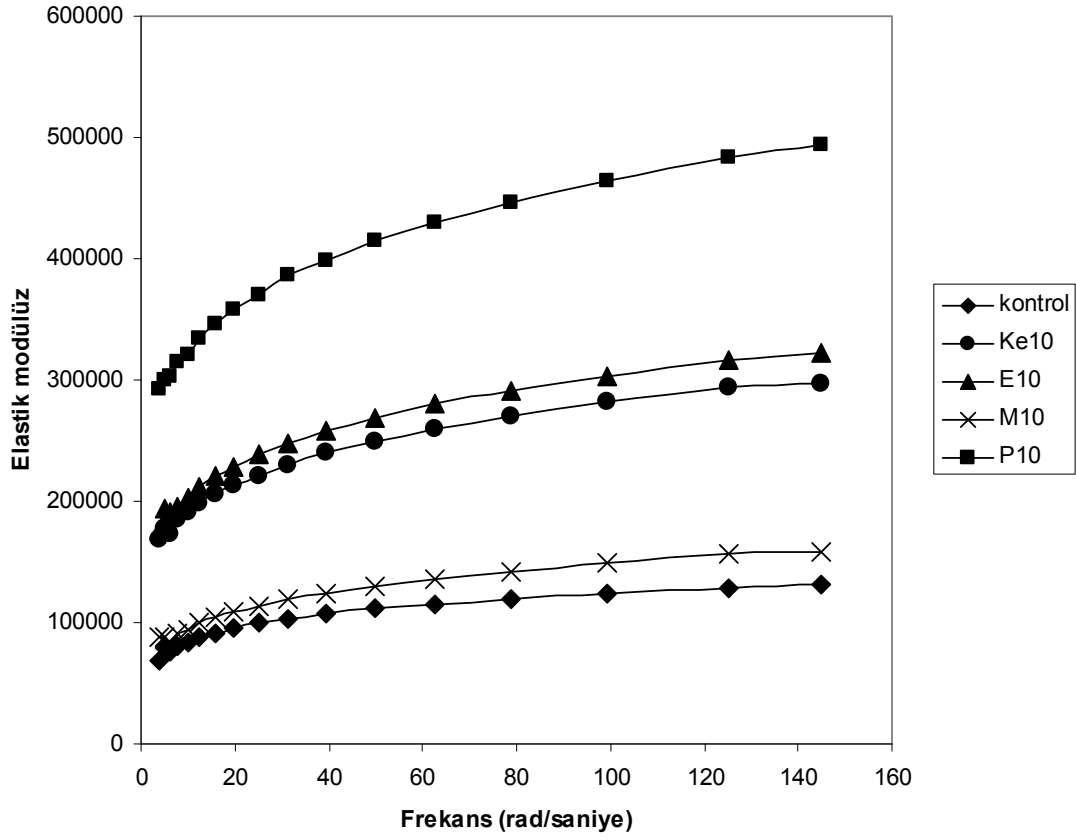
Şekil 197. %50 yağı azaltılmış ve %0.96 oranında lif eklenmiş örneklerin lif kaynağı bakımından karşılaştırılması.

%50 yağı azaltılmış ve %0.96 oranında farklı kaynaklardan elde edilmiş liflerden eklenen örneklerin elastik modülüz değerine bakıldığında portakal kullanılan P2 örneğinin en yüksek ve kontrol örneğine en yakın değere sahip olduğu, mısır kullanılan M2 örneğinin ise en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 197).



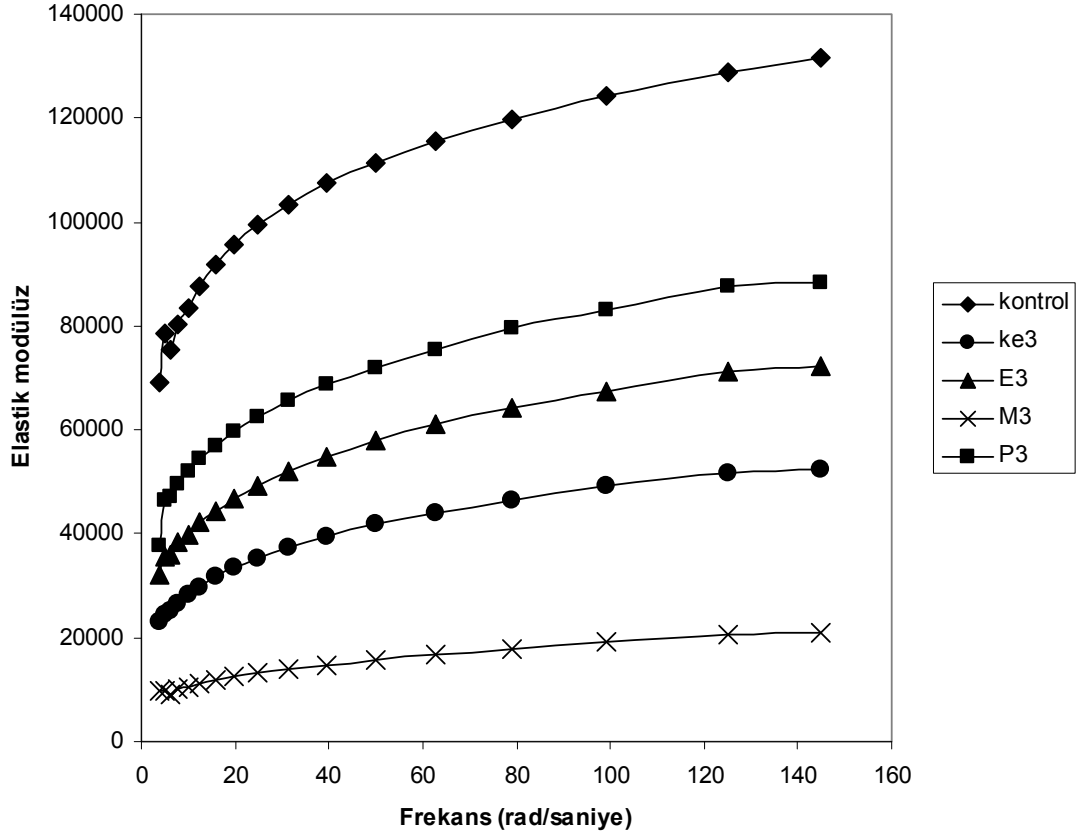
Şekil 198. %50 yağı azaltılmış ve %1.92 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.

Şekil 198’da görüldüğü gibi %50 yağı azaltılmış ve %1.92 oranında lif eklenerek hazırlanan hamur örneklerin elastik modülüz değerine bakıldığında elma kullanılan E6 örneğinin en yüksek ve mısır kullanılan M6 örneğinin ise en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneğine en yakın değer ise kepek kullanılan Ke6 örneğinde belirlenmiştir.



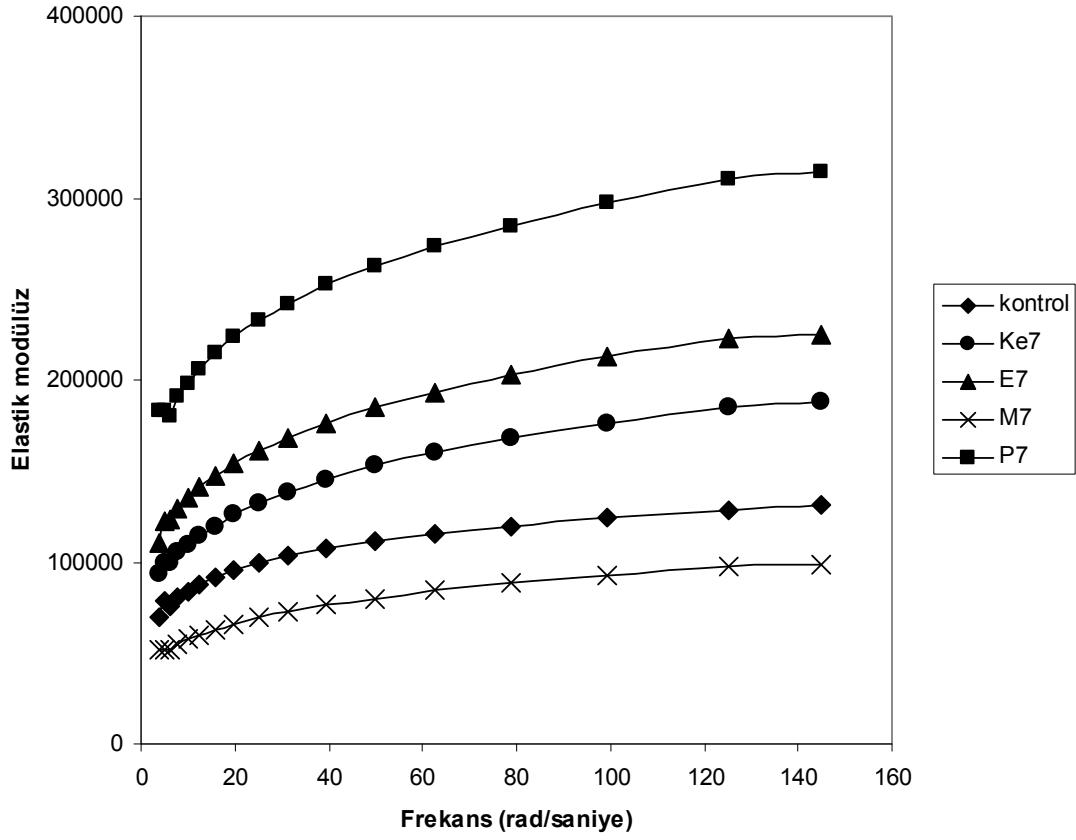
Şekil 199. %50 yağı azaltılmış ve %2.87 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.

%50 yağı azaltılmış ve %2.87 oranında farklı kaynaklardan elde edilen liflerden eklenerek hazırlanan örneklerin elastik modülüz değerleri bakımından portakal kullanılan P10 örneğinin en yüksek, mısır kullanılan M2 örneğinin ise en düşük ve kontrol örneğine en yakın değere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 199).



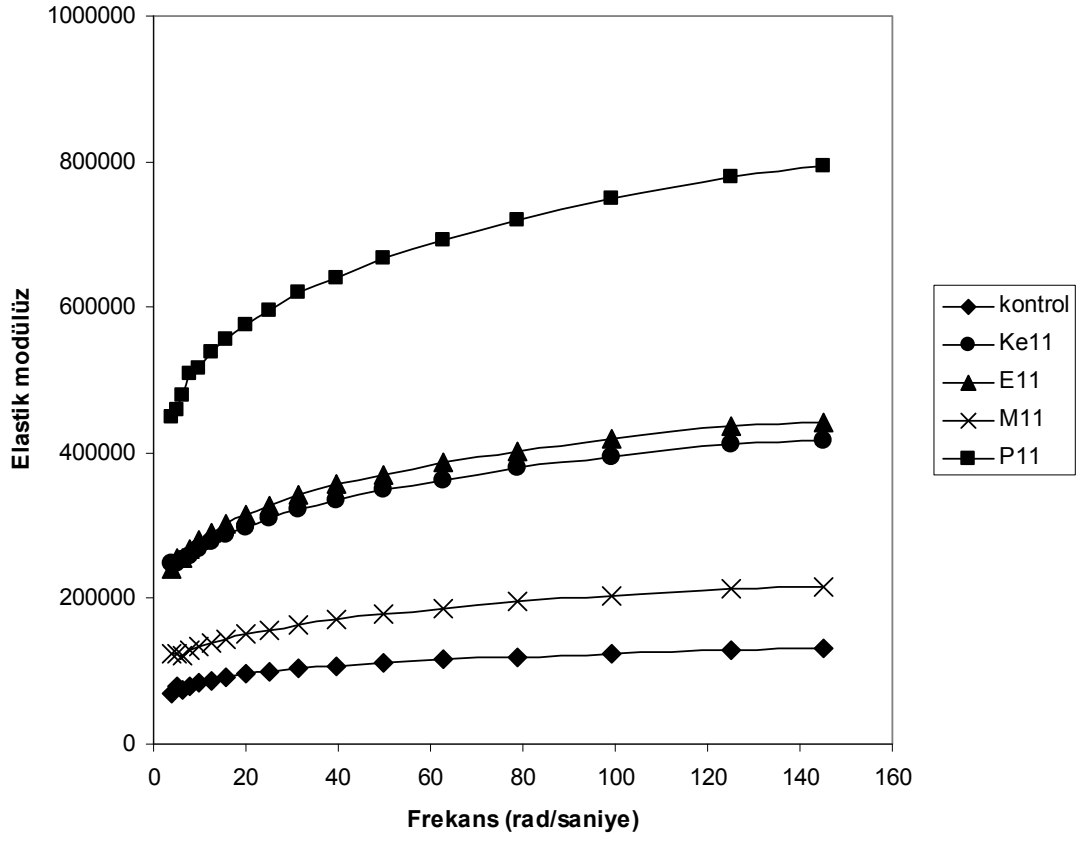
Şekil 200. %75 yağı azaltılmış ve %1.44 oranında lif eklenmiş örneklerin lif kaynağı bakımından karşılaştırılması.

Şekil 200’de görüldüğü gibi %75 yağı azaltılmış ve %1.44 oranında lif eklenerek hazırlanan hamur örneklerin elastik modülüz değerine bakıldığında mısır kullanılan M3 örneğinin en düşük, portakal kullanılan P3 örneğinin en yüksek ve kontrol örneğine en yakın değere sahip olduğu belirlenmiştir.



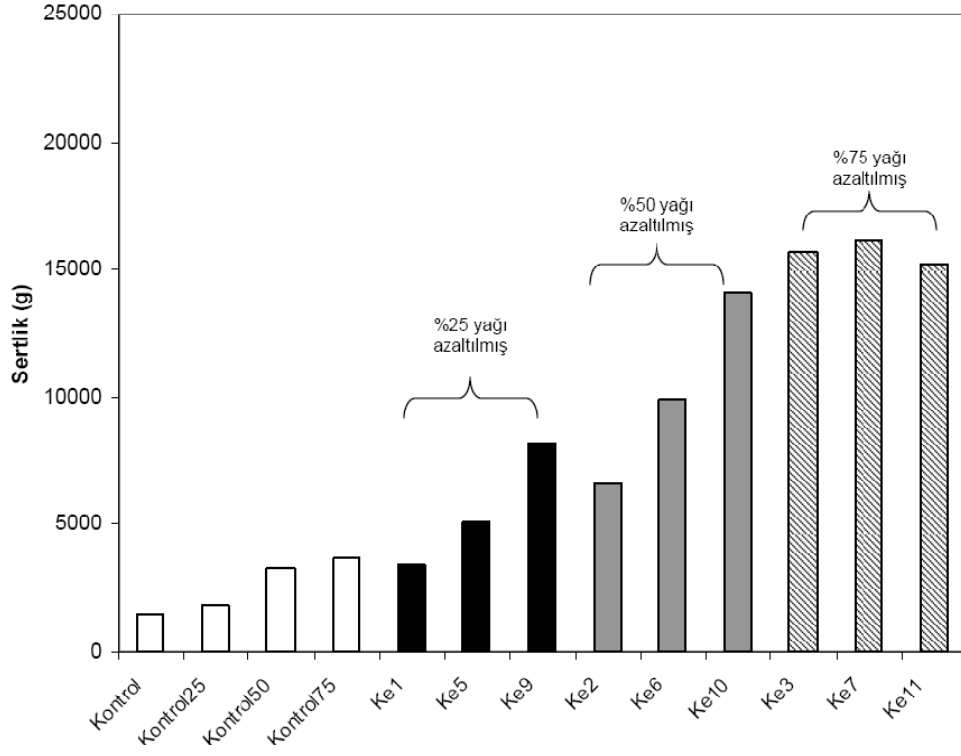
Şekil 201. %75 yağı azaltılmış ve %2.87 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.

%75 yağı azaltılmış ve %2.87 oranında farklı kaynaklardan elde edilen liflerden eklenerek hazırlanan örneklerin elastik modülüz değerleri bakımından portakal kullanılan P10 örneğinin en yüksek, mısır kullanılan M2 örneğinin ise en düşük ve kontrol örneğine en yakın değere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 201).

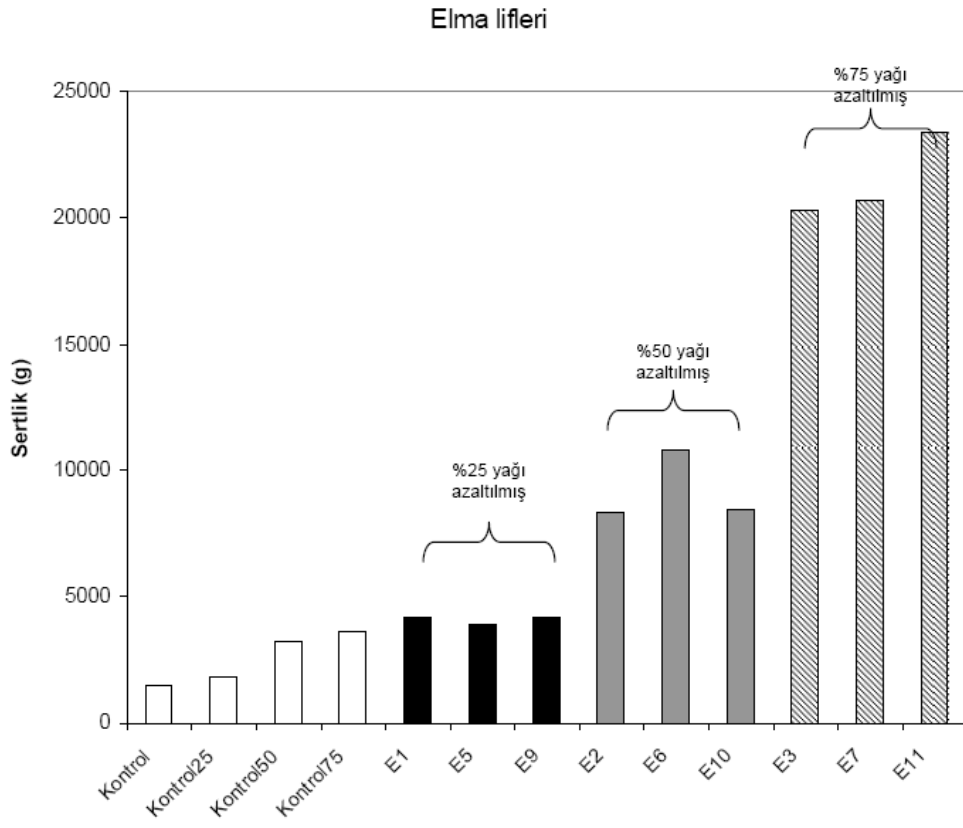


Şekil 202. %75 yağı azaltılmış ve %4.31 oranında lif eklenmiş örneklerin kaynağı bakımından karşılaştırılması.

kepek lifleri

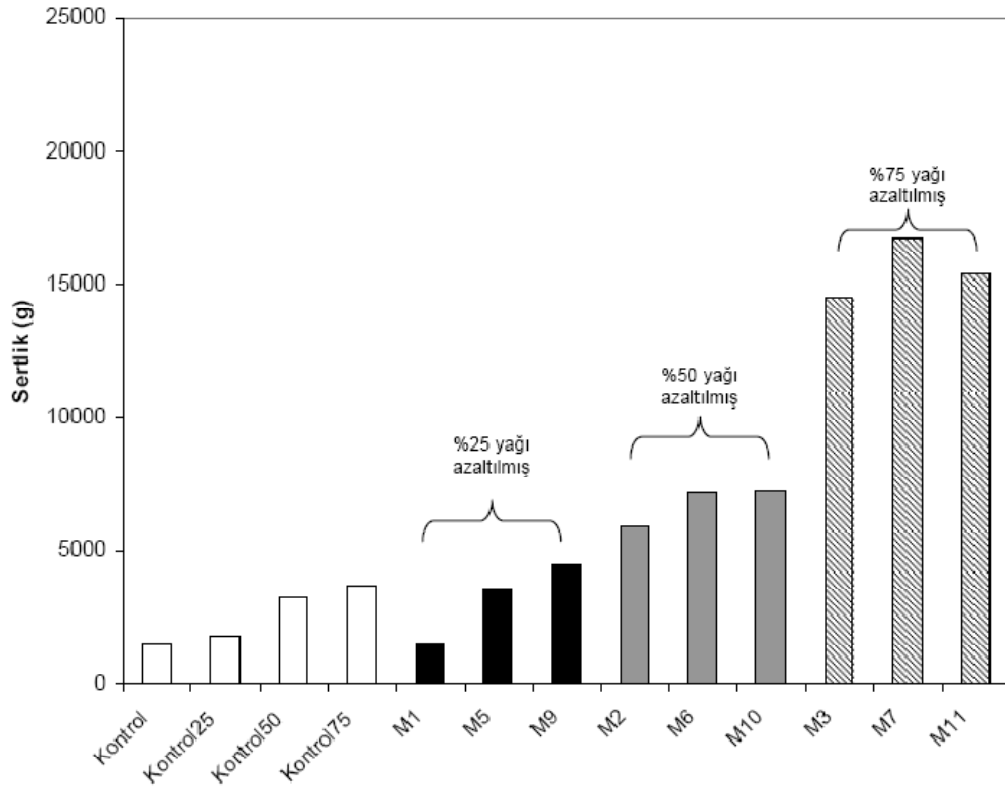


Şekil 203. Kepek lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait sertlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0)



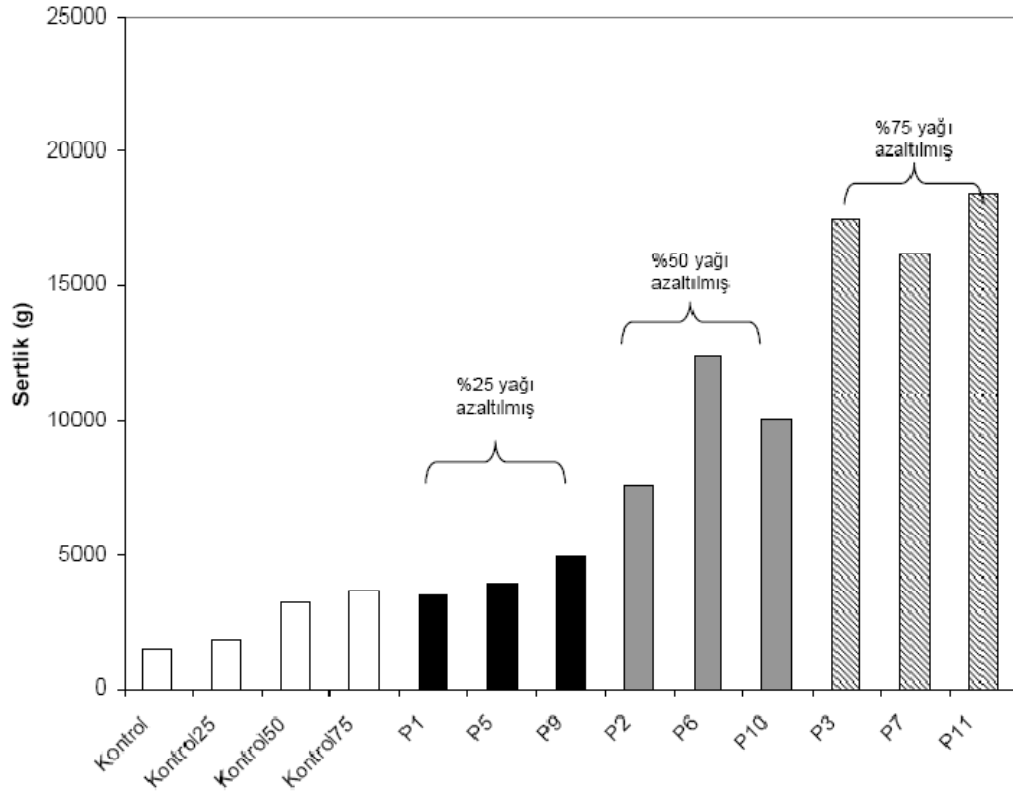
Şekil 204. Elma lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait sertlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0)

Mısır lifleri

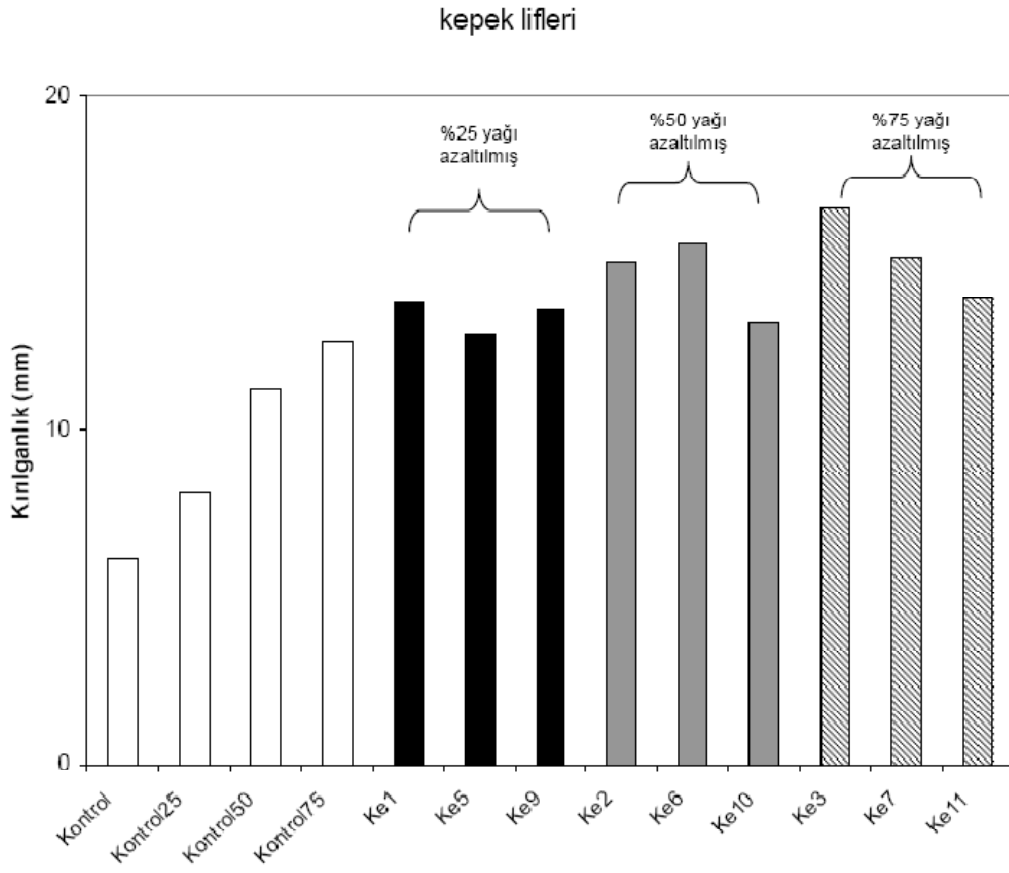


Şekil 205. Mısır lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait sertlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0)

Portakal lifleri

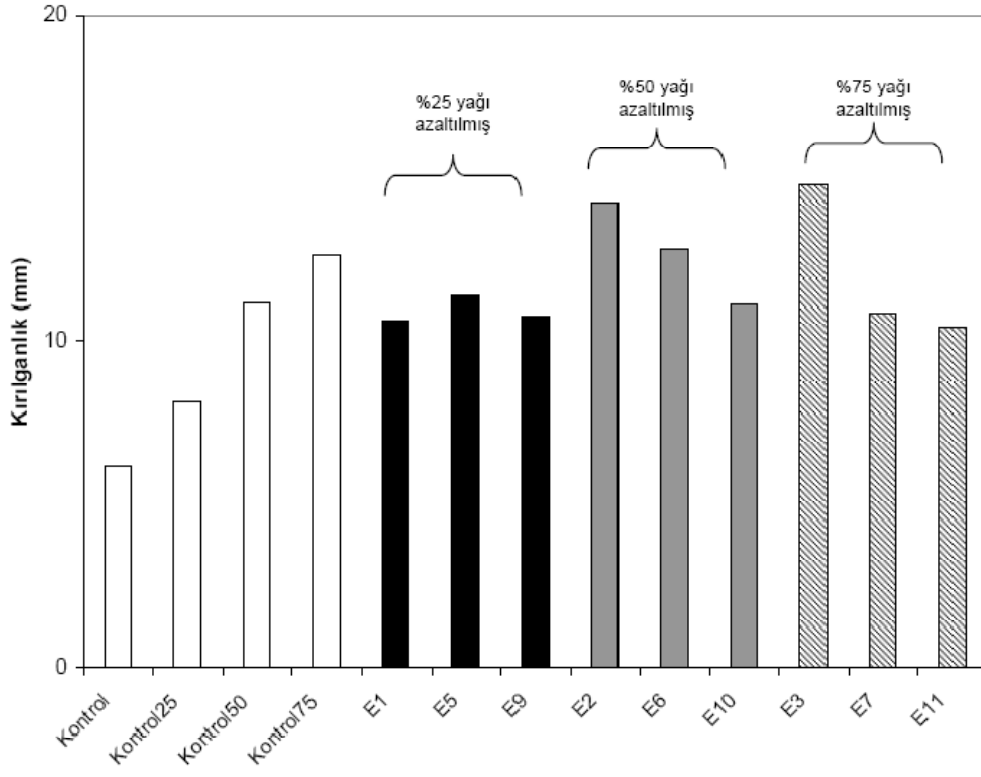


Şekil 206. Portakal lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait sertlik değerleri (Rutubet %4,5-5,0)

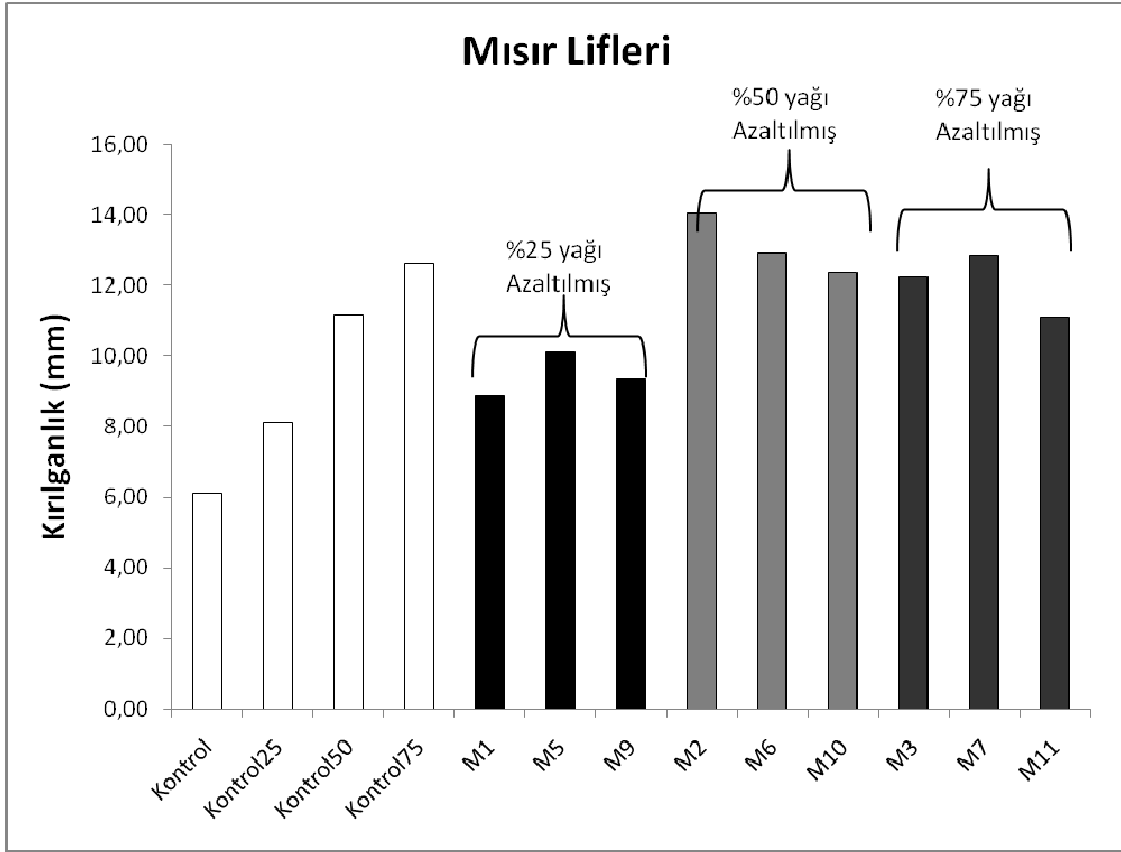


Şekil 207. Kepek lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait kırılganlık değerleri (Rutubet %4,5-5,0)

Elma lifleri

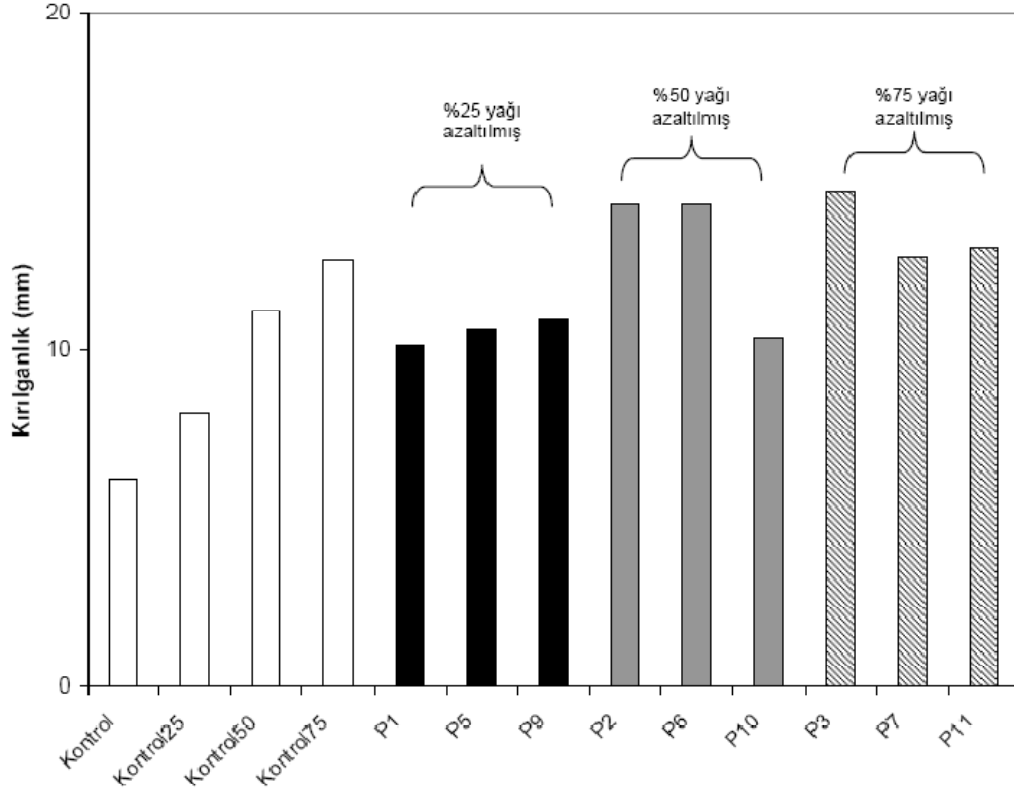


Şekil 208. Elma lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait kırılmalık değerleri (Rutubet %4,5-5,0)



Şekil 209. Mısır lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait kırılmalık değerleri (Rutubet %4,5-5,0)

Portakal lifleri

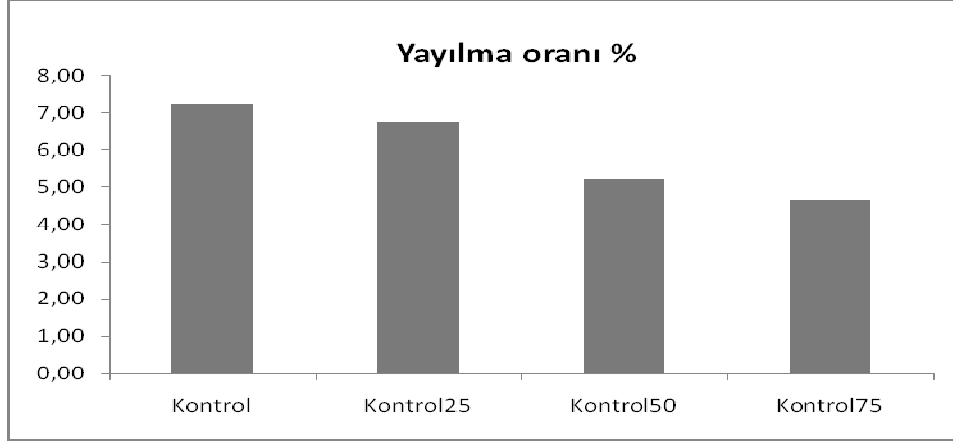


Şekil 210. Portakal lifleri ile üretilmiş bisküvilere ait kırılma değerleri (Rutubet %4,5-5,0)

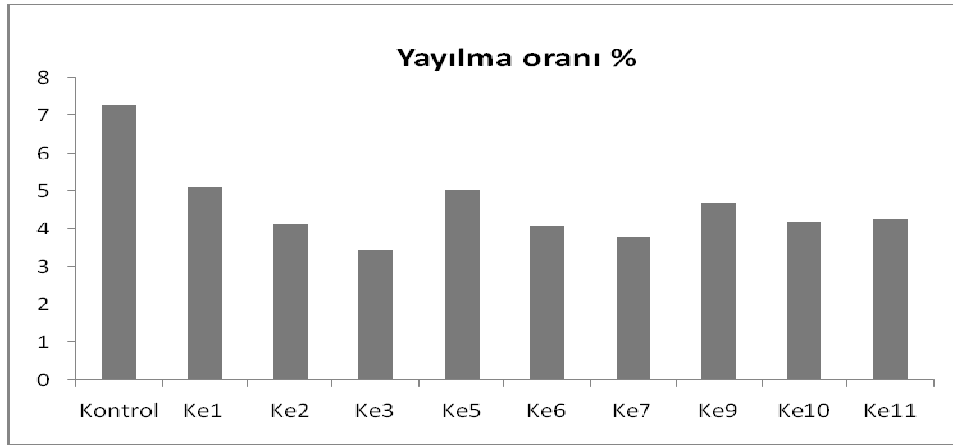
Çizelge 17. Lif içeren bisküvi örneklerinin genişlik, kalınlık ve yayılma oranı değerleri

Örnek	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı (%)	Örnek	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı (%)
Kontrol	7.61	1.05	7.27	Kontrol 50	7.28	1.39	5.23
Kontrol 25	7.50	1.11	6.74	Kontrol 75	6.96	1.50	4.64
Ke1	7.12	1.40	5.08	P1	6.58	1.35	4.86
Ke2	6.75	1.64	4.12	P2	6.27	1.76	3.57
Ke3	6.35	1.85	3.43	P3	5.90	1.89	3.12
Ke5	6.65	1.33	5.00	P5	6.50	1.48	4.40
Ke6	6.34	1.56	4.06	P6	5.94	1.65	3.59
Ke7	6.03	1.60	3.77	P7	5.54	1.58	3.50
Ke9	6.56	1.40	4.68	P9	6.11	1.50	4.08
Ke10	6.19	1.48	4.18	P10	5.80	1.36	4.28
Ke11	5.71	1.34	4.26	P11	5.70	1.38	4.13
E1	6.51	1.45	4.49	M1	7.29	1.30	5.59
E2	6.35	1.70	3.73	M2	6.86	1.72	3.99
E3	5.88	1.78	3.31	M3	6.50	1.80	3.61
E5	6.25	1.50	4.17	M5	7.04	1.40	5.04
E6	6.03	1.63	3.71	M6	6.60	1.63	4.05

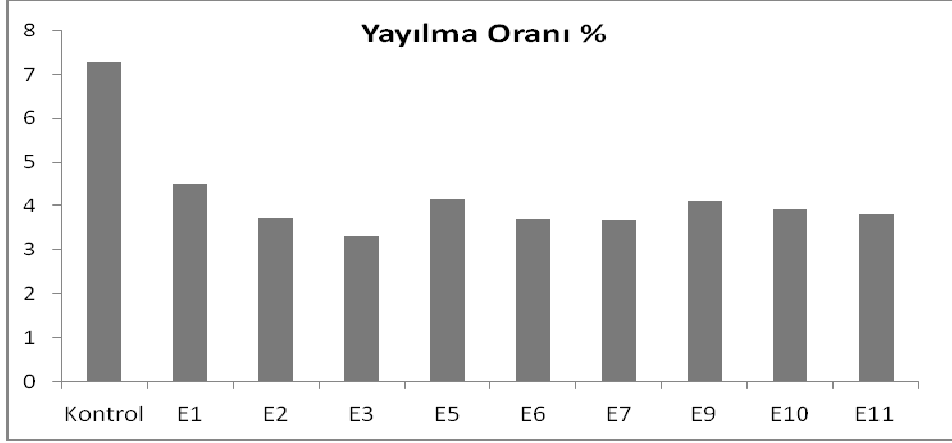
E7	5.59	1.52	3.68	M7	6.35	1.25	5.08
E9	6.21	1.51	4.11	M9	6.84	1.33	5.13
E10	5.82	1.48	3.93	M10	6.39	1.51	4.23
E11	5.53	1.44	3.83	M11	6.13	1.49	4.11



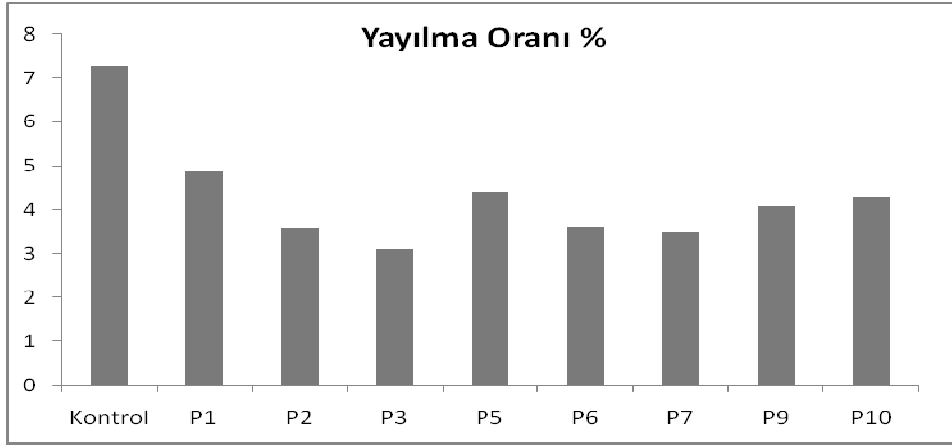
Şekil 211. Yağ miktarı azaltılarak üretilen bisküvilerin yayılma oranları



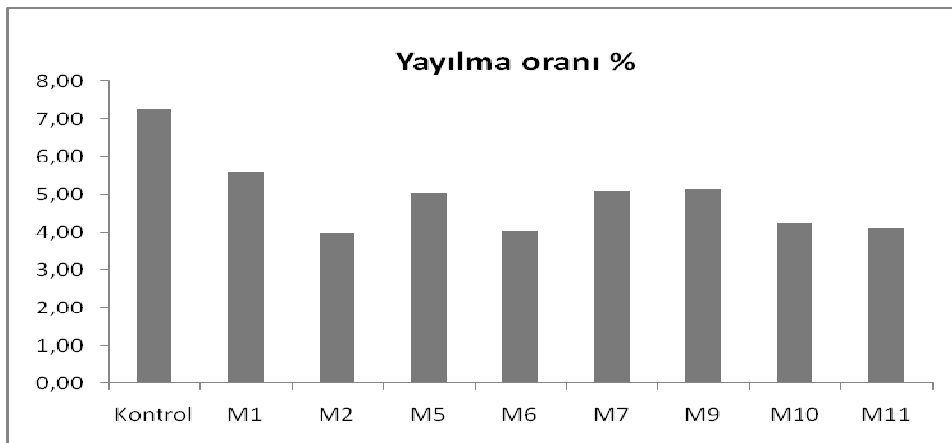
Şekil 212. Buğday kepeği lifi kullanılarak üretilen bisküvilerin yayılma oranları



Şekil 213. Elma lifi kullanılarak üretilen bisküvilerin yayılma oranları



Şekil 214. Portakal lifi kullanılarak üretilen bisküvilerin yayılma oranları



Şekil 215. Mısır kepeği lifi kullanılarak üretilen bisküvilerin yayılma oranları

5- Üretilen Liflerin Keklerde Uygulamaları

Çalışmalarımızın bu döneminde ayrıca kek hamurları ile ilgili denemelere de başlanılmıştır. İlk aşamada elma ve buğday kepeğinden elde edilen lifler kullanılmıştır. İlk etapta kek hamurlarına buğday kepeğinden elde edilen nano lifler %3-%25 arasında eklenmiştir. Karşılaştırma yapılabilmesi açısından ise 2 mm elekten geçirilmiş kepek benzer oranlarda kullanılmıştır. Bu örneklere ait reolojik ölçümler ile ilgili sonuçlar Şekil 216 - Şekil 220 arasında verilmiştir. Şekil 216'de verilen sonuçlar incelendiğinde kontrol kek hamuruna kepek nano liflerinin eklenmesinin hamur viskozitesini son derece arttırdığı görülmektedir. Örneğin kepek lifinin %15 civarında hamura eklenmesi 1 (1/s) kayma oranındaki viskoziteyi 10 kattan fazla artırırken aynı oranda öğütülmüş kepek ilavesi 2 kat civarında arttırmıştır (Şekil 217). Aynı biçimde Şekil 218'de verilen sonuçlara göre yield stres (minimum akış gerilimi) değerlerinde de kepek lifi öğütülmüş kepeğe göre çok daha fazla oranda etki yapmıştır. Yapılan viskoelastik ölçümlerde ise öğütülmüş kepeğin elastik ve viskoz modülüz değerlerinde önemli değişikliklere neden olmaz iken nano kepek lifi ilavesi modülüz değerlerine çok büyük etkiler yapmıştır. Hamurda gözlemlenen farklılıkların üründeki etkileri ise tekstür analiz cihazı yardımıyla araştırılmıştır. Kek hamurları özel silikon kalıplarda pişirilmiş kesme ve sıkıştırma sırasındaki tekstür profilleri belirlenmiştir. Kesme deneyinde keskin bir bıçak yardımıyla kesme sırasındaki kuvvet ölçülmüştür (Şekil 221). Tekstür profilinin belirlenmesinde kullanılan örneklerin kesit resimleri Şekil 222'de verilmiştir. Bu resimlerde görülebileceği gibi kepek nano lifleri öğütülmüş kepeğe göre çok daha düzgün ve sıkı bir yapı vermişlerdir. Kesme anındaki kuvvet değerleri ise Şekil 222'de verilmiştir. Bu grafikte görülebileceği gibi kepek lifi eklenmesi kesme kuvvetlerini öğütülmüş kepeğe göre önemli miktarlarda arttırmıştır. Üretilen kek örnekleri ayrıca sıkıştırma deneylerine tabi tutulmuşlardır. İki aşamalı bu testlerde sertlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik gibi özellikler belirlenmiştir (tipik bir profil Şekil 223'da verilmiştir) . Sertlik değerleri iki ayrı pik olarak

ölçülmüştür. Bu sonuçlar Şekil 224 ve Şekil 225’de verilmiştir. Kepek lifleri nispeten düşük oranlarda kullanıldığında öğütülmüş kepekten daha yumuşak yapılar vermişlerdir ancak %9 ve ya %15 oranlarında kullanıldıklarında ise sertlik değerleri önemli oranlarda artmıştır. Yapısal bütünlük (cohesiveness : iki pik alanı / birinci pik alanı)) değerleri ise Şekil 226’de verilmiştir. Bu değerler kek örneklerinin uygulanan kuvvet altında yapılarını ne derece muhafaza ettiklerine dair bilgi vermektedir. Şekil 226’deki sonuçlar incelendiğinde eklenen nano liflerin kek yapısını güçlendirdiği gözlenmiştir. Bu sonuç doğrultusunda un miktarı %40 oranında azaltılmış ve yenik kek örnekleri yapılmıştır. Bu örneklere ait reoloji ölçümleri Şekil 229’de verilmiştir. Beklendiği gibi değerler Şekil 216’de verilen sonuçlara göre daha düşük olmuştur ancak %3 mertebesindeki kepek lifi bile %40 unun verdiği viskositeden fazla viskozite vermiştir (Şekil 216’deki kontrol ve Şekil 229’deki % 3 kepek lifi içeren örnek). Şekil 230’da verilen 1 (1\%) kayma oranındaki viskozite değerleri karşılaştırıldığında ise kepek lifi ile artan viskozite değerleri öğütülmüş kepek lifi bulunduğu çok fazla değişmemiştir. Benzer sonuçlar Şekil 231’de verilen minimum akış gerilimi değerlerinde Şekil 232’de verilen elastik modülüz değerlerinde ve Şekil 233’de verilen viskoz modülüz değerlerinde de gözlenmiştir. Düşük unlu hamurlardan üretilen kek örneklerinin resimleri ise Şekil 235 verilmiştir. Resimlerden görülebileceği gibi un miktarı düşük olunca kek yapısı yeterince güçlü olmamış özellikle orta kısımlarında çökmeler gözlenmiştir. %25 oranında normal öğütülmüş kepek içeren örnek son derece zayıf olmuştur. Öte yandan %25 oranında nano kepek lifi içeren örnek son derece güzel ve güçlü bir yapıya sahip olmuştur. Şekil 236’de verilen resimlerde bu durum daha açıkça görülmektedir. Nano kepek lifler un gibi davranıp yapıyı güçlendirirken öğütülmüş kepek yapısını bozmaktadır. Şekil 237’de verilen kesme kuvvetlerinde resimlerde verilen durum bir fiziksel ölçüm olarak da ortaya konmuştur. Daha sonraki aşamada yapılan tekstür profil analizi çalışmalarında ise üretilen keklere ait sertlik değerleri verilmiştir. Birinci ve ikinci pik sertliklerinde kepek lifi ile öğütülmüş kepek arasındaki sertlik değerleri

görülmektedir. Öğütülmüş kepek %25 oranında kullanıldığında yapıyı bozarken nano kepek lifi son derece güçlü bir yapı vermektedir (Şekil 238 ve Şekil 239). Diğer tekstür profili parametrelerinde de kepek lifinin yapıya kattığı farklar açıkça görülmüştür (Şekil 240, Şekil 241). Bu dönemdeki çalışmalarımız daha sonra elma nano lifleri ve öğütülmüş ve elekten geçirilmiş elma lifleri ile devam etmiştir. Bu örneklerle ait reolojik ölçümler Şekil 242’de verilmiştir. Elma nano lifleri katkılı hamur örnekleri kepek nano lifleri katkılı hamur örneklerine göre daha viskoz bir yapıya sahip olmuşlardır. Ayrıca akış kurvelerinde görülebileceği gibi sadece %3 elma lifi katkılı örnek %15 elma tozu katkılı örnekten daha yüksek bir akış kurvesine sahip olmuştur. Şekil 243’da verilen 1 (1/s) kayma hızındaki viskoziteler karşılaştırıldığında ise viskoziteler arasındaki çok büyük fark logaritmik olarak gösterilmiştir. Şekil 244 ve Şekil 245’de ise elma nano lifi ve elma tozunun kek hamurunun viskoelastik özelliklerine etkisi verilmiştir. Elma nano lifleri içeren hamur örnekleri son derece yüksek elastik özelliklere sahip olmuştur.

Sonraki aşamada hazırlanan hamur örnekleri fırınlanmış ve tekstürel özellikleri belirlenmiştir. Şekil 248’de elma ve elma tozu katkılı kek örneklerinin kesme kuvvetleri verilmiştir. Elma nano lifi katkılı örnekler öğütülmüş elma tozu katkılı örneklere göre son derece güçlü yapılara sahip olmuşlardır. Tekstüre profil analizi sonuçlarında tekstürü tanımlayan parametreler bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir (Şekil 249, Şekil 249, Şekil 250, Şekil 251, Şekil 252 ve Şekil 253). Kepek liflerinde gözlemlendiği gibi nano lifler hamura fazla miktarda eklendiğinde çok güçlü bir yapı ortaya çıkmaktadır bu nedenle un miktarı %40 oranında azaltılmış ve denemeler tekrarlanmıştır. Şekil 254’da öğütülmüş elma tozu ve elma lifleri katkılı %40 unu azaltılmış hamur örneklerinin reolojik özellikleri verilmiştir. Elma nano liflerinin hamur reolojisine etkisi açıkça görülmektedir. %3 oranında eklenmiş elma lifi yapıya %15 oranında eklenmiş elma tozundan daha fazla katkı yapmıştır. Söz konusu farklılıklar Şekil 255 ve Şekil 256’de verilen minimum akış gerilimi ve 1 (1/s) kayma hızındaki viskoziteler karşılaştırıldığında

daha açık ortaya çıkmaktadır. Önceki örnekler gibi bu hamur karışımları da fırınlanmış ve tektür parametreleri bakımından incelenmişlerdir. Şekil 258’de verilen kesme kuvvetleri elma lifini elma tozuna oranla kek yapısına son derece fazla katkı yaptığını açıkça ortaya koymaktadır. Benzer bulgular tektür profil analizi için ölçülen parametreler için de gözlenmiştir. Serlik değerleri (Şekil 259 ve Şekil 260), çignenebilirlik (Şekil 261), dokusal bütünlük (Şekil 262) ve direnç değerleri (Şekil 263) elma lifi katkısıyla toz formunda katılan elma posasına göre oldukça çok farklı olmuşlardır.

Bu dönemdeki bulgularımız kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir. Proje çalışmalarımız sırasında geliştirilen yöntemler ile elde edilen nano lifler hiçbir işlemde geçirilmeden üretilen öğütülmüş tozlara göre çok farklı davranmaktadırlar. Emülsiyonlarda lifler devamlı fazın viskozitesini arttırarak stabiliteyi arttırmakta, arayüzlere yerleşerek gerilimi düşürmektedirler. Partikül boyutunda lif eklenmesiyle meydana gelen küçülmeler arayüz gerilimindeki düşmelere işaret etmektedir. Nano liflerin yaptığı bu katkılar daha az yağ ile daha kıvamlı emülsiyonlar üretilmesine olanak sağlamaktadır. Kek hamuru ve kek örnekleri ile ilgili çalışmalarda ise liflerin un gibi davrandığı bulunmuştur. Reçetelerdeki un miktarı düşürülüp yerlerine belirli miktarlarda nano-lif eklendiğinde son-derece güzel yapılar elde edilmiştir.

Çalışmalarımızın bu döneminde kek hamurları ile ilgili denemelere devam edilmiştir. Bir önceki proje döneminde yapılan çalışmalara ilave olarak portakal ve kayısı posalarından elde edilen lifler kullanılmıştır. İlk önce kek hamurlarına portakal kepeğinden elde edilen nano lifler %3-%25 arasında eklenmiştir. Karşılaştırma yapılabilmesi açısından ise 2 mm elekten geçirilmiş kurutulmuş portakal posası da lifler ile aynı oranlarda kullanılmıştır.

Bu örneklere ait reolojik ölçümler ile ilgili sonuçlar Şekil 264 ile Şekil 268 arasında verilmiştir. Şekil 264’de verilen sonuçlar incelendiğinde kontrol kek hamuruna portakal nano liflerinin

eklenmesinin hamur viskozitesini son derece arttırdığı görülmektedir. Örneğin portakal lifinin %15 civarında hamura eklenmesi 1 (1/s) kayma oranındaki viskoziteyi 20 kattan fazla artırırken aynı oranda öğütülmüş kepek ilavesi 3-4 kat civarında arttırmıştır (Şekil 264). Aynı biçimde Şekil 265’de verilen sonuçlara göre yield stres (minimum akış gerilimi) değerlerinde de portakal lifi öğütülmüş kepeğe göre çok daha fazla oranda etki yapmıştır. Yapılan viskoelastik ölçümlerde ise öğütülmüş portakal posasının elastik ve viskoz modülüz değerlerinde önemli değişikliklere neden olmaz iken nano portakal posası lifi ilavesi modülüz değerlerine çok büyük etkiler yapmıştır. Hamurda gözlemlenen farklılıkların üründeki etkileri ise tekstür analiz cihazı yardımıyla araştırılmıştır. Kek hamurları özel silikon kalıplarda pişirilmiş kesme ve sıkıştırma sırasındaki tekstür profilleri belirlenmiştir. Kesme deneyinde ise keskin bir bıçak yardımıyla kesme sırasındaki kuvvet ölçülmüştür. Kesme anındaki kuvvet değerleri ise Şekil 269’da verilmiştir. Bu grafikte görülebileceği gibi portakal posası nano lifi eklenmesi kesme kuvvetlerini öğütülmüş portakal posasına göre önemli miktarlarda arttırmıştır. Üretilen kek örnekleri ayrıca sıkıştırma deneylerine tabi tutulmuşlardır. İki aşamalı bu testlerde sertlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik gibi özellikler belirlenmiştir. Sertlik değerleri iki ayrı pik olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar Şekil 270 ve Şekil 271’de verilmiştir. Portakal posası nano lifi nispeten düşük oranlarda kullanıldığında portakal posasına göre daha sert yapılar vermişlerdir ancak %9 ve ya %15 oranlarında kullanıldıklarında ise sertlik değerleri önemli oranlarda artmıştır. Chewiness (yada çiğnenebilirlik) değerlerinde ise yine nano lifler makro tozlara oranla çok daha önemli artışlar yapmışlardır (Şekil 272). Yapısal bütünlük (cohesiveness : iki pik alanı / birinci pik alanı) değerleri ise Şekil 273’de verilmiştir. Bu değerler kek örneklerinin uygulanan kuvvet altında yapılarını ne derece muhafaza ettiklerine dair bilgi vermektedir. Eklenen lifler kek ürünlerinin cohesiveness değerlerinde de önemli değişikliklere sebep olmuşlardır. Şekil 273’deki sonuçlar incelendiğinde eklenen nano liflerin kek yapısını güçlendirdiği gözlenmiştir. Şekil 274’de ise

resillience değerleri verilmiştir. Hamurların uzama yetenekleri ile ilişkili olan bu özellik ise eklenen nano lif miktarı ile önemli oranda artmıştır.

Önceki veriler doğrultusunda un miktarı %20 ve %40 oranında azaltılmış ve yenik kek örnekleri yapılmıştır. %20 oranında unu azaltılarak yapılan hamur örneklerine ait reolojik ölçümler Şekil 275’de verilmiştir. Beklendiği gibi değerler Şekil 216’de verilen sonuçlara göre daha düşük olmuştur ancak %3 mertebesindeki portakal lifi bile unun azaltılmasından kaynaklanan düşmeyi karşılamıştır. Şekil 277’de verilen (1\’s) kayma oranındaki viskozite değerleri karşılaştırıldığında ise portakal posası nano lifi ile artan viskozite değerleri öğütölmüş portakal posası konduğunda nispeten daha az değişmiştir. Benzer sonuçlar Şekil 276’de verilen minimum akış gerilimi değerlerinde Şekil 278’da verilen elastik modöölüz değerlerinde ve Şekil 279’da verilen viskoz modöölüz değerlerinde de gözlenmiştir.

Daha sonraki aşamada yapılan tekstür profil analizi çalışmalarında ise üretilen keklere ait sertlik değerleri verilmiştir. Şekil 280’de verilen kek örneklerine ait kesme kuvveti denemelerinde ise eklenen portakal posası nano liflerinin etkisi açıkça görölmektedir. Un oranı %20 azaltıldığında beklendiği gibi kontrol üründe yumuşama gözlenmiş ancak eklenen portakal posası nano lifleri ile bu kayıp telafi edilmiştir. Tekstür profili analiz sonuçları ise Şekil 281Şekil 285 arasında verilmiştir. Şekil 281’de birinci pike ait sertlik değerleri verilmiştir. Grafikte görölebileceği gibi portakal posası nano lifleri kek ürünlerine posa tozuna oranla daha fazla oranda sertlik vermiştir. Un miktarının azalması sonucu oluşan sertlik kaybı lif eklenmesiyle kolaylıkla telafi edilmiştir. Benzer bulgular Şekil 282’da verilen ikinci pik sertlik değerlerinde de gözlenmiştir. Çiğnenebilirlik, cohesiveness ve resillience gibi tektür profilini tanımlayan değerlerde de portakal posası nano lifinin olumlu etkileri görölmüştür (Şekil 283, Şekil 284 ve Şekil 285). Yapılan çalışmalarda unun daha da düşürölmesinin mümkün olduğu gözlenmiş ve sonraki aşamada un miktarı bir önceki dönemde de yapıldığı gibi %40 oranında düşürölmüştür.

Bu durumda Şekil 286’de görülebileceği gibi özellikle kontrol ürüne ait viskozite değerleri oldukça düşmüştür ve eklenen lifler ile viskozitede önemli artışlar gözlenmiştir. Un miktarı azaltılınca eklenen lif miktarı %25’e kadar çıkabilmiştir. Öğütülmüş portakal posası tozu %25 oranında kullanıldığında yapıyı bozarken nano portakal lifi son derece güçlü bir yapı vermiştir (Şekil 287). Şekil 288 ve Şekil 289’da verilen viskoelastik özelliklerde ise yine eklenen portakal lifinin yapıyı güçlendirdiği ve düşük miktarda un kullanarak istenilen reolojik özelliklere ulaşılabileceği gözlenmiştir. Ürüne ait tekstür ölçümleri ise kesme için Şekil 291’de tekstür profil analizi için ise Şekil 292, Şekil 293, Şekil 294, Şekil 295 ve Şekil 296’de verilmiştir. Diğer tekstür profili parametrelerinde de düşük unlu ürünlerde portakal posası nano lifinin yapıya kattığı farklar açıkça görülmüştür.

Bu dönemdeki çalışmalarımız daha sonra kayısı posasından elde edilen nano lifleri ve öğütülmüş ve elekten geçirilmiş kayısı lifleri ile devam etmiştir. Bu örneklerle ait reolojik ölçümler Şekil 297’de verilmiştir. Kayısı nano lifleri katkılı hamur örnekleri portakal nano lifleri katkılı hamur örnekleriyle benzer bir reolojik yapıya sahip olmuşlardır. Ancak bir önceki dönemde incelenen kepek liflerine oranla çok daha viskoz bir yapıya sahip olmuşlardır. Akış kurvelerinde görülebileceği gibi sadece %3 kayısı lifi katkılı örnek %15 kayısı tozu katkılı örnekten daha yüksek bir akış kurvesine sahip olmuştur. Şekil 299’da verilen 1 (1/s) kayma hızındaki viskoziteler karşılaştırıldığında ise viskoziteler arasındaki çok büyük fark logaritmik olarak gösterilmiştir. Şekil 300 ve Şekil 301’de ise kayısı nano lifi ve kayısı tozunun kek hamurunun viskoelastik özelliklerine etkisi verilmiştir. Kayısı nano lifleri içeren hamur örnekleri kurutulmuş öğütülmüş kayısı posasına göre son derece yüksek elastik özelliklere sahip olmuştur.

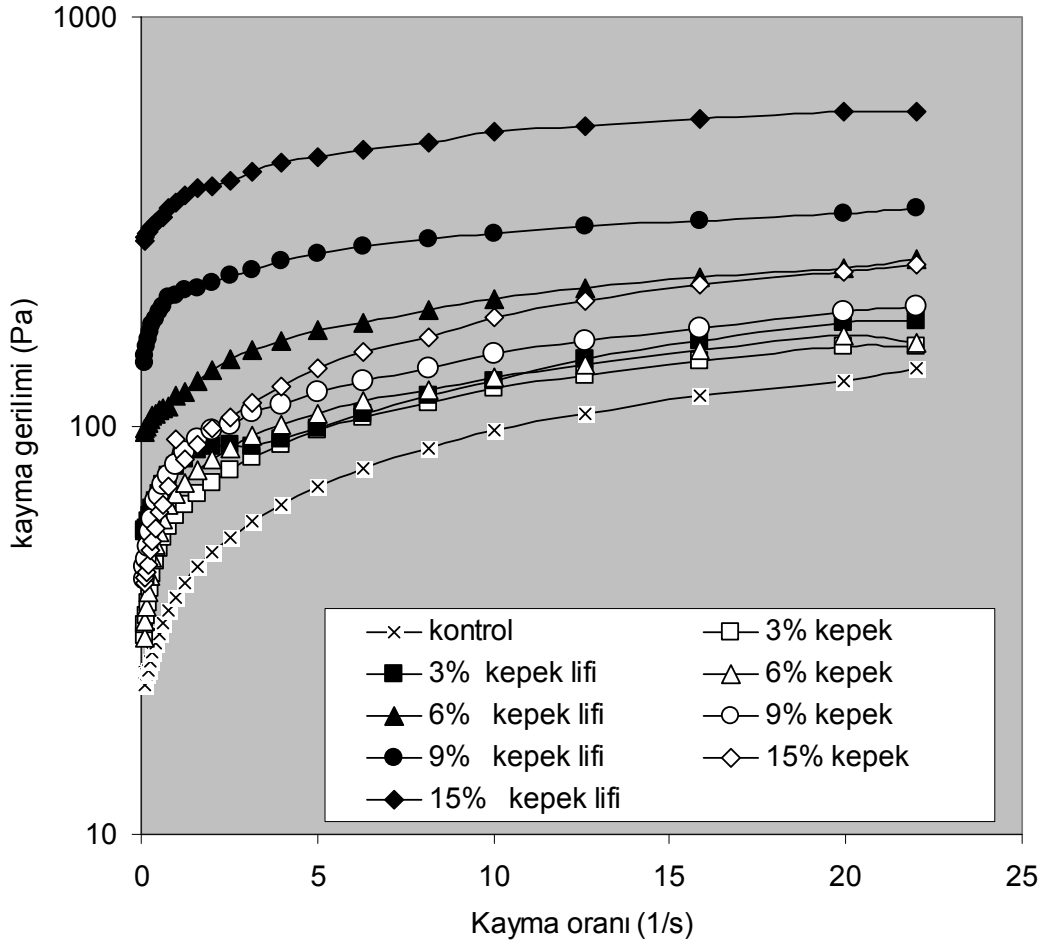
Sonraki aşamada hazırlanan hamur örnekleri fırınlanmış ve pişirilen kek örneklerinin tekstürel özellikleri belirlenmiştir. Şekil 302’de kayısı ve kayısı tozu katkılı kek örneklerine ait kesme kuvvetleri verilmiştir. Kayısı nano lifi katkılı örnekler öğütülmüş kayısı tozu katkılı

örneklere göre son derece güçlü yapılara sahip olmuşlardır. Tektür profil analizi sonuçlarında tektürü tanımlayan parametreler bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir (Şekil 302, Şekil 303, Şekil 304, Şekil 305, Şekil 306 ve Şekil 307). Portakal liflerinde gözlemlendiği gibi nano lifler hamura fazla miktarda eklendiğinde çok güçlü bir yapı ortaya çıkmaktadır bu nedenle un miktarı %20 ve %40 oranlarında azaltılmış ve denemeler tekrarlanmıştır.

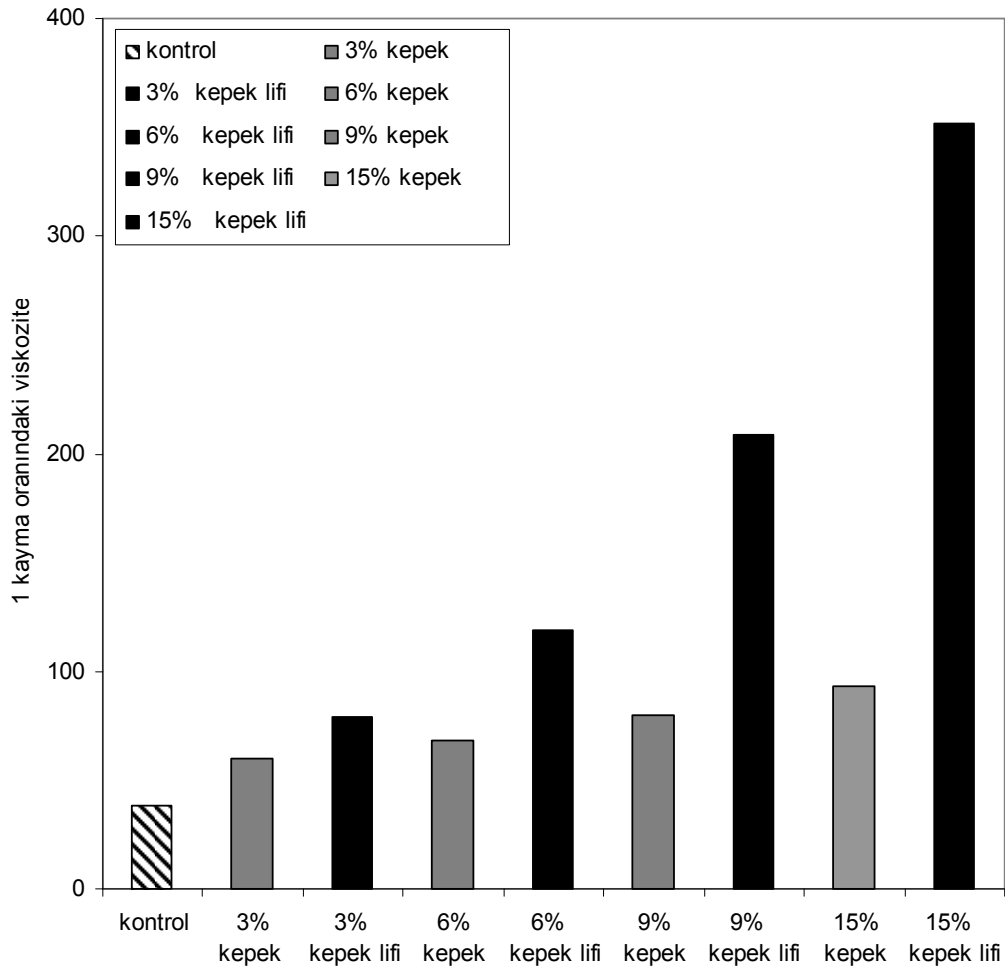
Şekil 308'da öğütülmüş kayısı tozu ve kayısı lifleri katkılı %20 oranında unu azaltılmış hamur örneklerinin reolojik özellikleri verilmiştir. Kayısı nano liflerinin hamur reolojisine etkisi daha önceki lif örnekleri gibi açıkça görülmektedir. Portakal ve elma posasından elde edilen nano liflere benzer olarak %3 oranında eklenmiş kayısı lifi de yapıya %15 oranında eklenmiş kayısı posası tozundan daha fazla katkı yapmıştır. Söz konusu farklılıklar Şekil 309 ve Şekil 310'de verilen minimum akış gerilimi ve 1 (1/s) kayma hızındaki viskoziteler karşılaştırıldığında daha açık ortaya konmaktadır. Önceki örnekler gibi bu hamur karışımları fırınlanmış ve tektür parametreleri bakımından incelenmişlerdir. Şekil 313'de verilen kesme kuvvetleri kayısı lifini kayısı tozuna oranla kek yapısına son derece fazla katkı yaptığını açıkça ortaya koymaktadır. Benzer bulgular tektür profil analizi için ölçülen parametreler için de gözlenmiştir. Serlik değerleri (Şekil 314 ve Şekil 315), çiğnenebilirlik (Şekil 316), dokusal bütünlük (Şekil 317) ve direnç değerleri (Şekil 318) kayısı lifi katkısıyla toz formunda katılan kayısı posasına göre oldukça çok farklı olmuşlardır. Kepek lifi, portakal lifi ve elma lifi çalışmalarında denendiği gibi kayısı posası nano lifleri de un miktarı %40 azaltılmış örneklerde kullanılmıştır. Sonuçlar portakal ve elma lifleri ile benzerlik göstermiştir. Şekil 319, Şekil 320 ve Şekil 321 gösterililiği gibi düşük unlu ve kurutulmuş posa tozu içeren örnekler lif içeren örneklere göre son derece düşük reolojik özelliklere sahip olmuşlardır. Benzer bir durum Şekil 322 ve Şekil 323'da verilen viskoelastik özelliklerde de gözlenmiştir. Benzer biçimde eklenen lifler düşük unlu örneklerin tektür özelliklerini önemli bir biçimde geliştirirken kurutulmuş posa tozu eklenmesi çok daha az

etkili olmuştur (Şekil 324, Şekil 325, Şekil 326, Şekil 327, Şekil 328, Şekil 329)

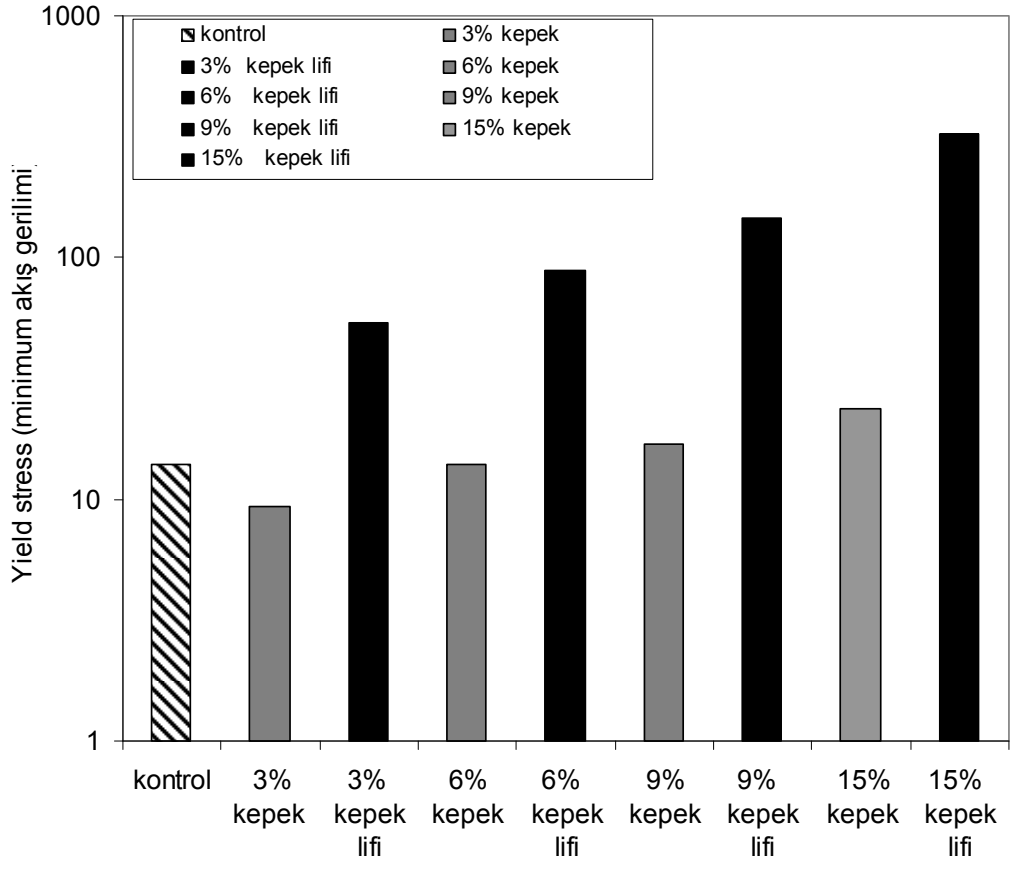
Kek ve kek hamurları ile bulgularımız kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir. Proje çalışmalarımız sırasında geliştirilen yöntemler ile elde edilen nano lifler hiçbir işlemde geçirilmeden üretilen öğütülmüş tozlara göre çok farklı davranmaktadırlar. Kek hamuru ve kek örnekleri ile ilgili çalışmalarda ise liflerin un gibi davrandığı bulunmuştur. Reçetelerdeki un miktarı önemli oranlarda düşürülüp yerlerine belirli miktarlarda nano-lif eklendiğinde son-derece güzel yapılar elde edilmiştir. Genel olarak kek ürünlerinde denenen portakal posası lifi, elma posası lifi ve kayısı posası lifi benzer sonuçlar vermiştir. Doğal olarak farklı renk ve aroma özelliklerine sahip olan bu maddeler kek örneklerinde de farklı renk ve aroma özellikleri sağlamışlardır ancak tekstür ve reoloji bakımından benzer örnekler ortaya çıkmıştır.



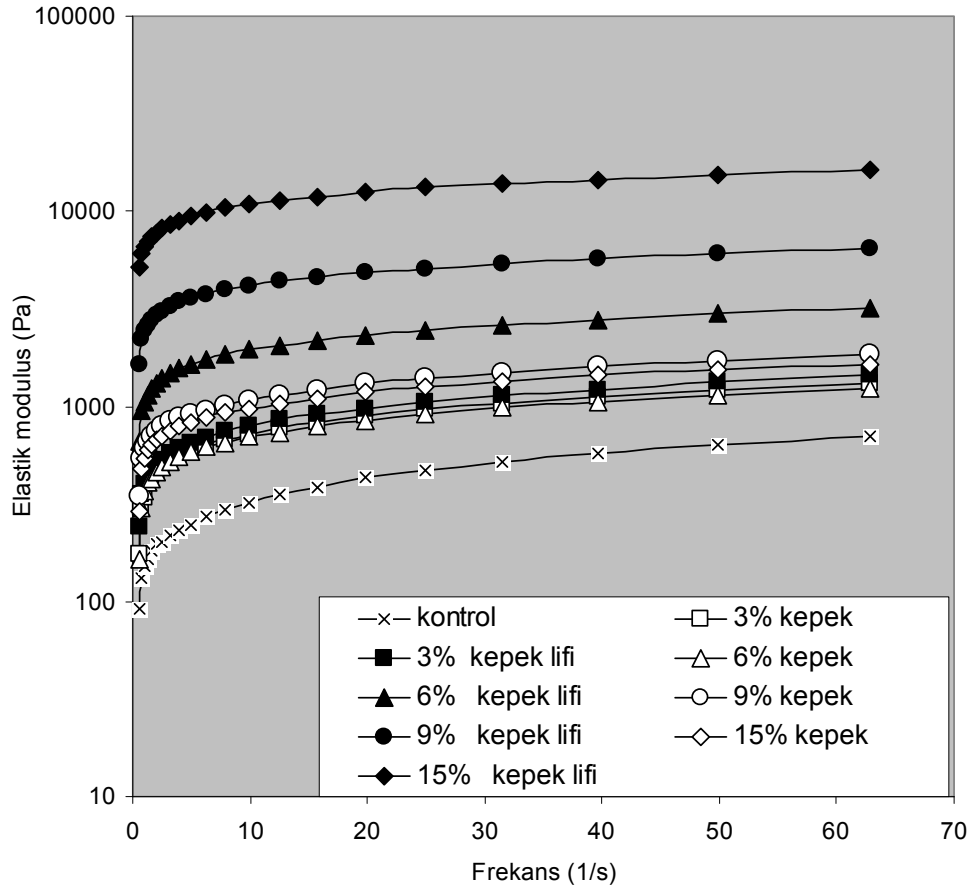
Şekil 216. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek liflerinden elde edilen kek hamurlarının reolojik ölçümleri



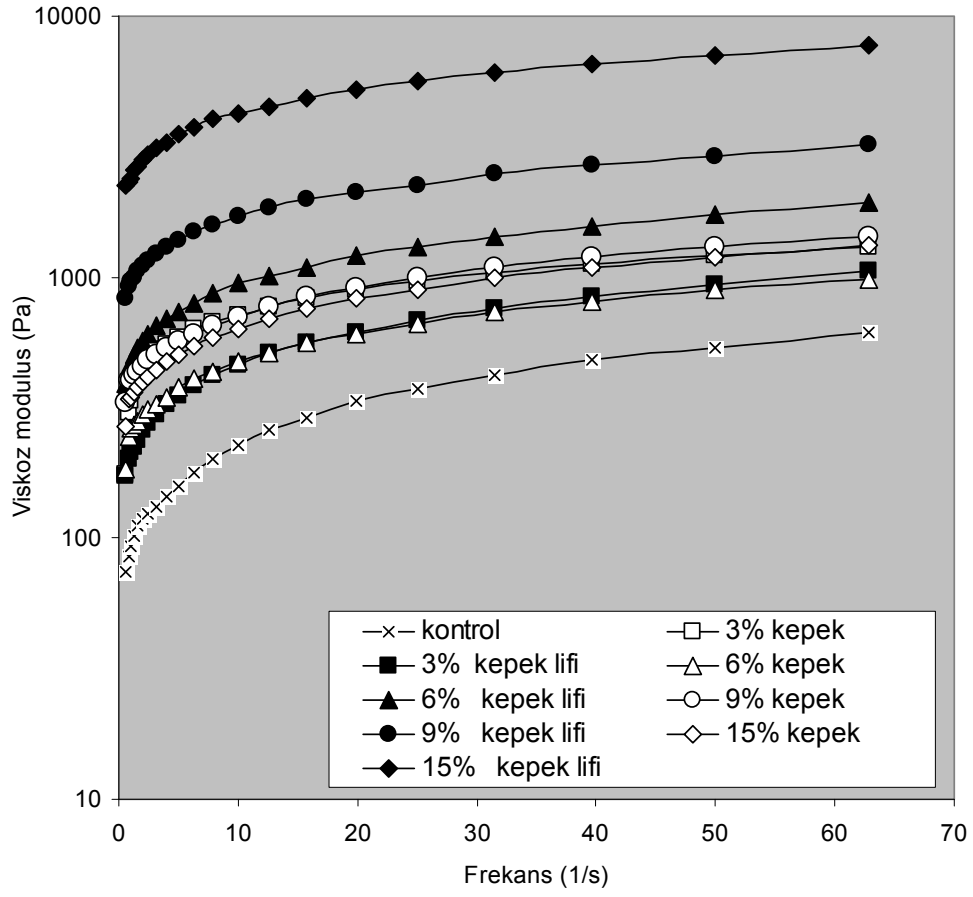
Şekil 217. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek liflerinden elde edilen kek hamurlarının 1 (1/s) kayma oranındaki viskozitelerinin karşılaştırılması.



Şekil 218. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek liflerinde elde edilen kek hamurlarının minimum akış gerilim değerleri



Şekil 219. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek liflerinde elde edilen kek hamurlarının elastik modülüz değerleri



Şekil 220. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek hamurlarının viskoz modülüz değerleri



Şekil 221. Üretilen keklerin kesme kuvveti verilerini elde etmek için kullanılan düzenek

kontrol

%3 lif

%6 lif

%9 lif

%15 lif



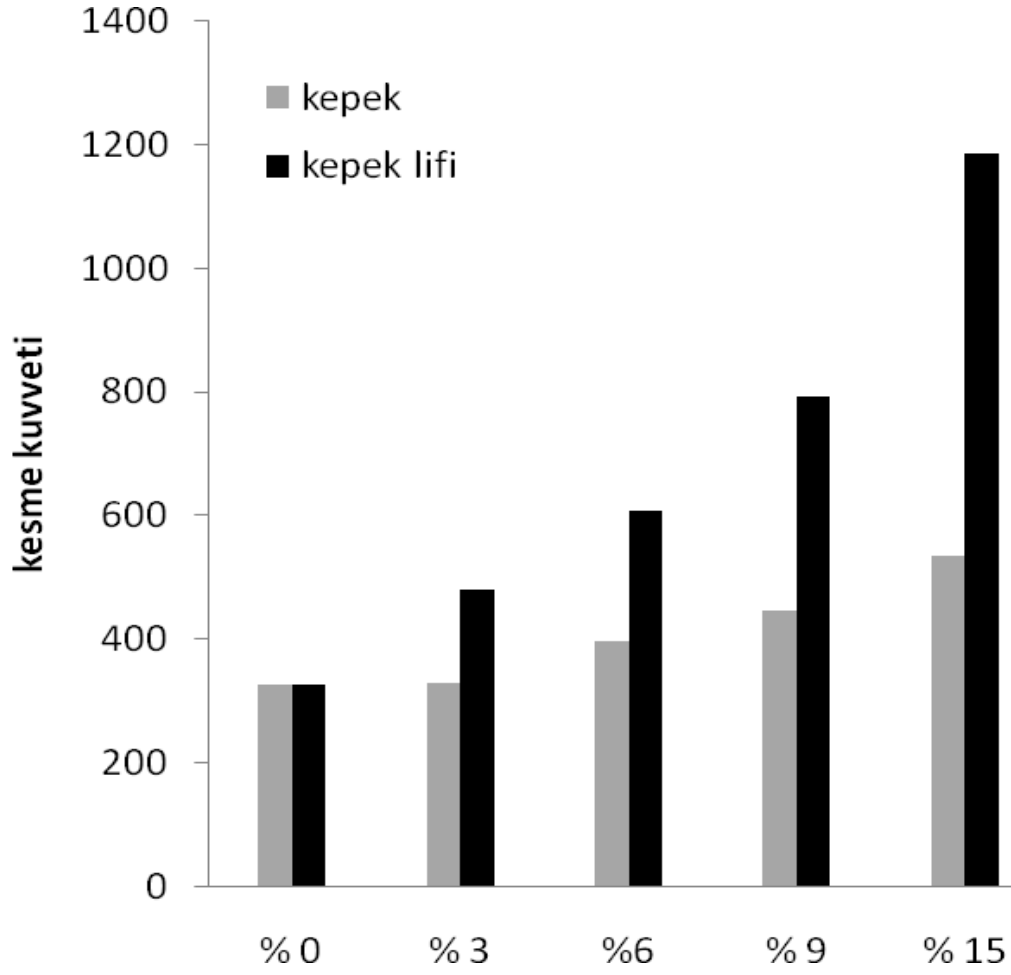
%3 kepek

%6 kepek

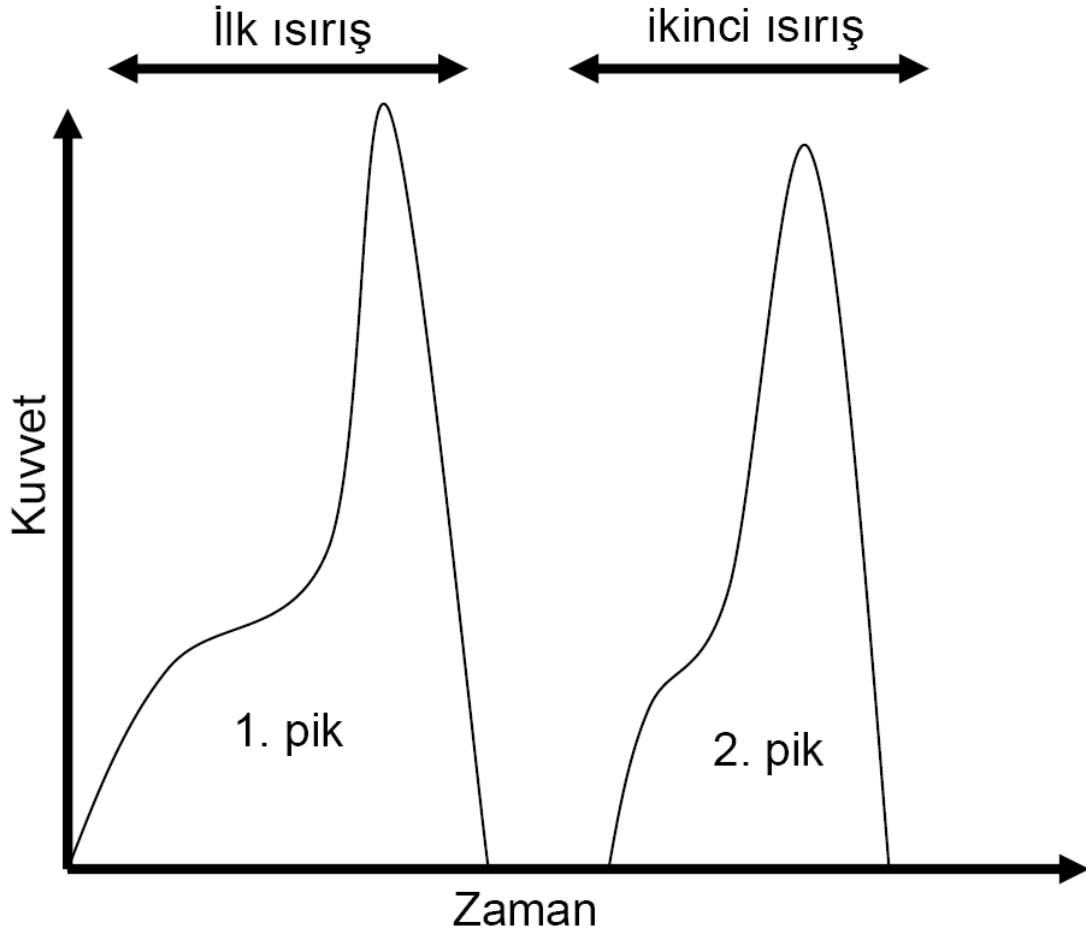
%9 kepek

%15 kepek

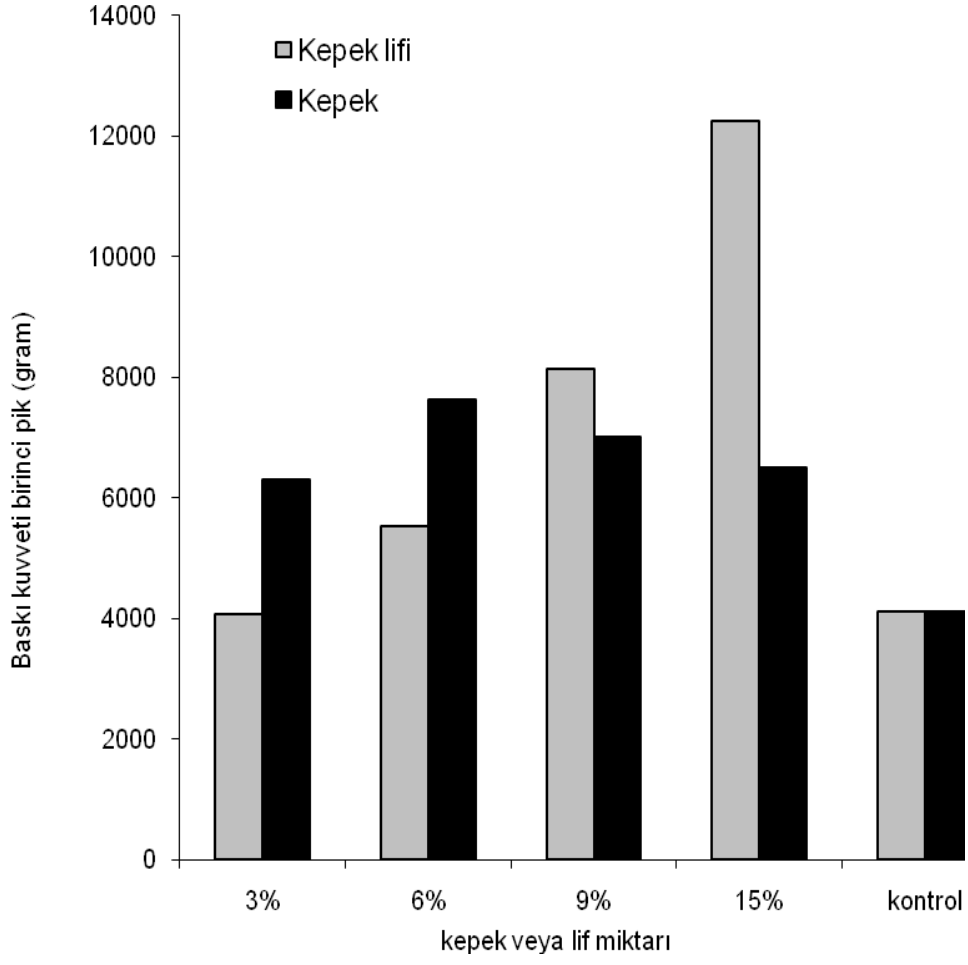




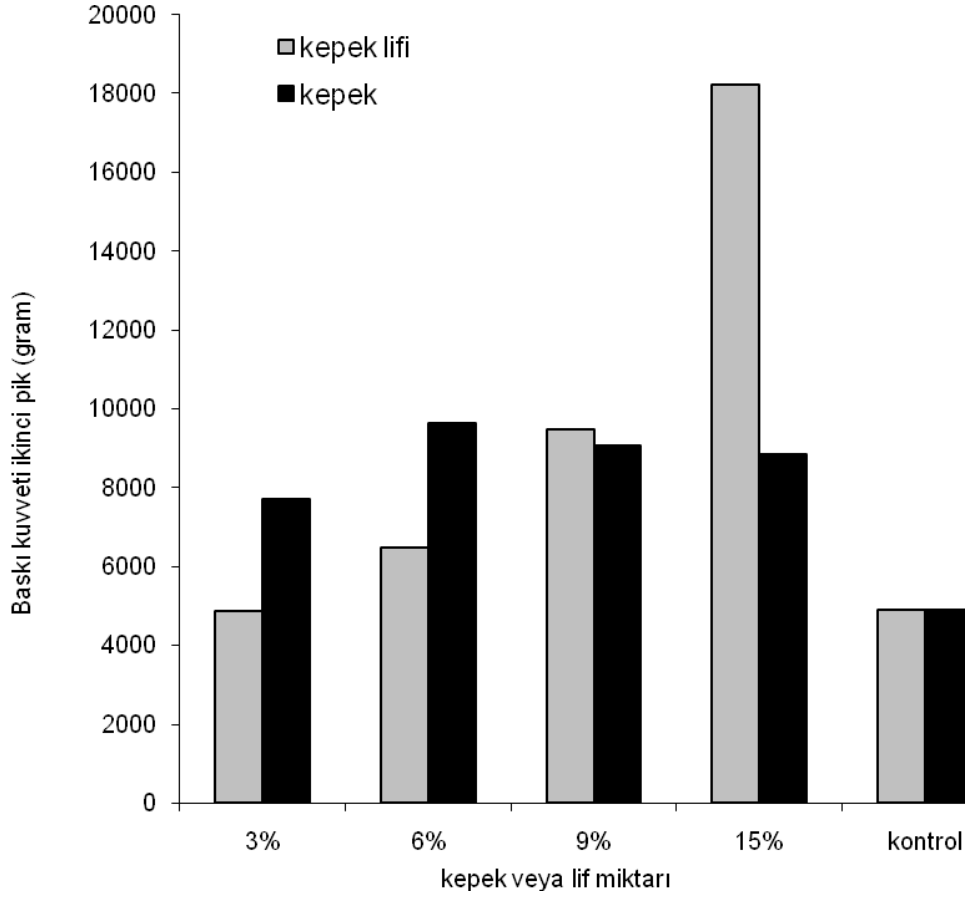
Şekil 222. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin kesme kuvveti değerleri



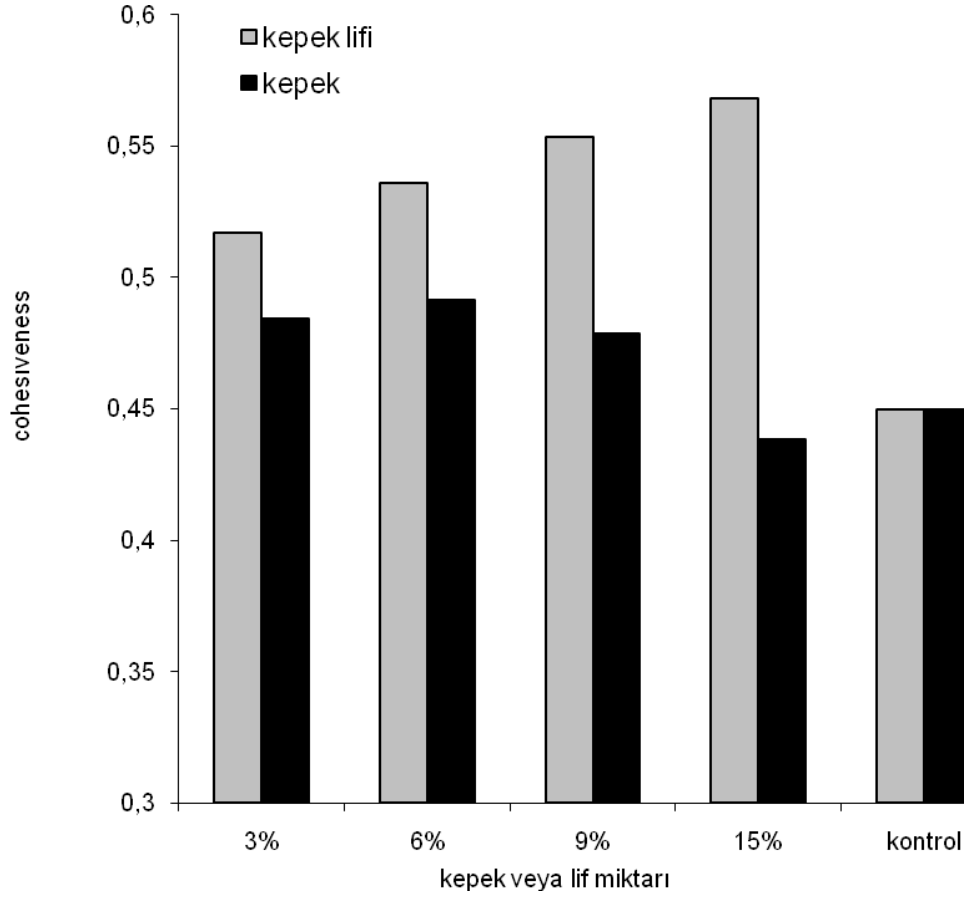
Şekil 223. Tipik tekstür profil analizi grafiği



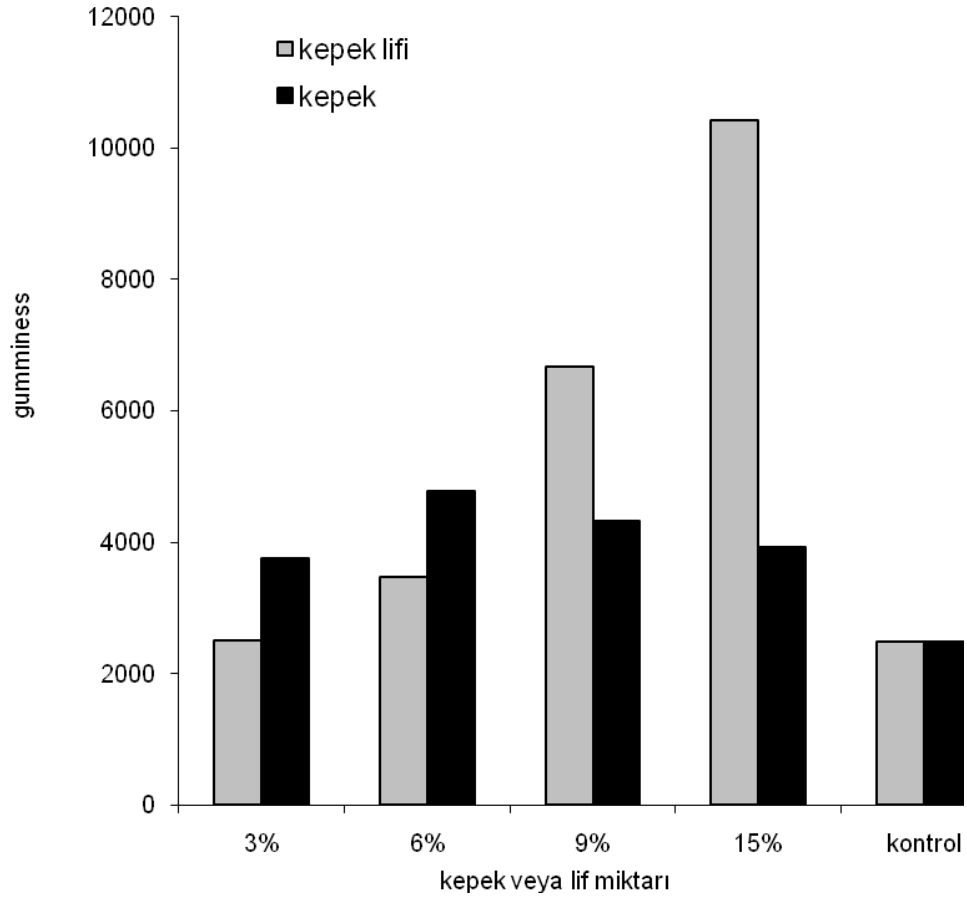
Şekil 224. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki sertlik değerleri



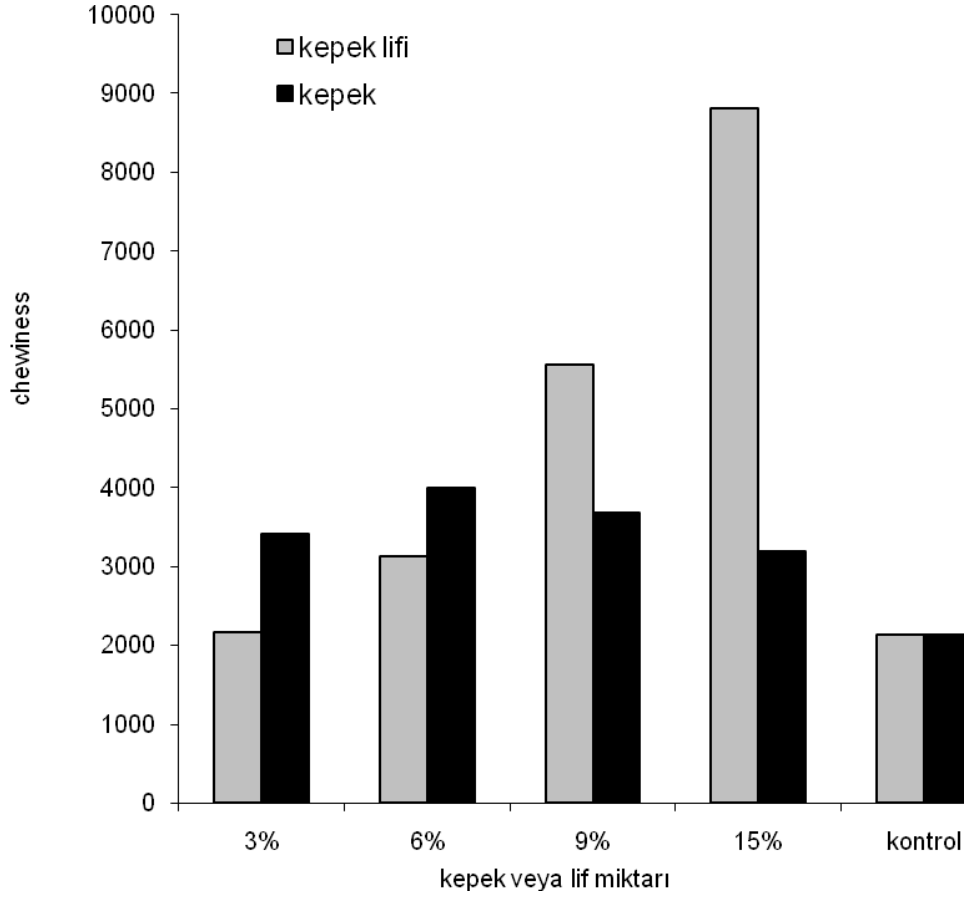
Şekil 225. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki sertlik değerleri



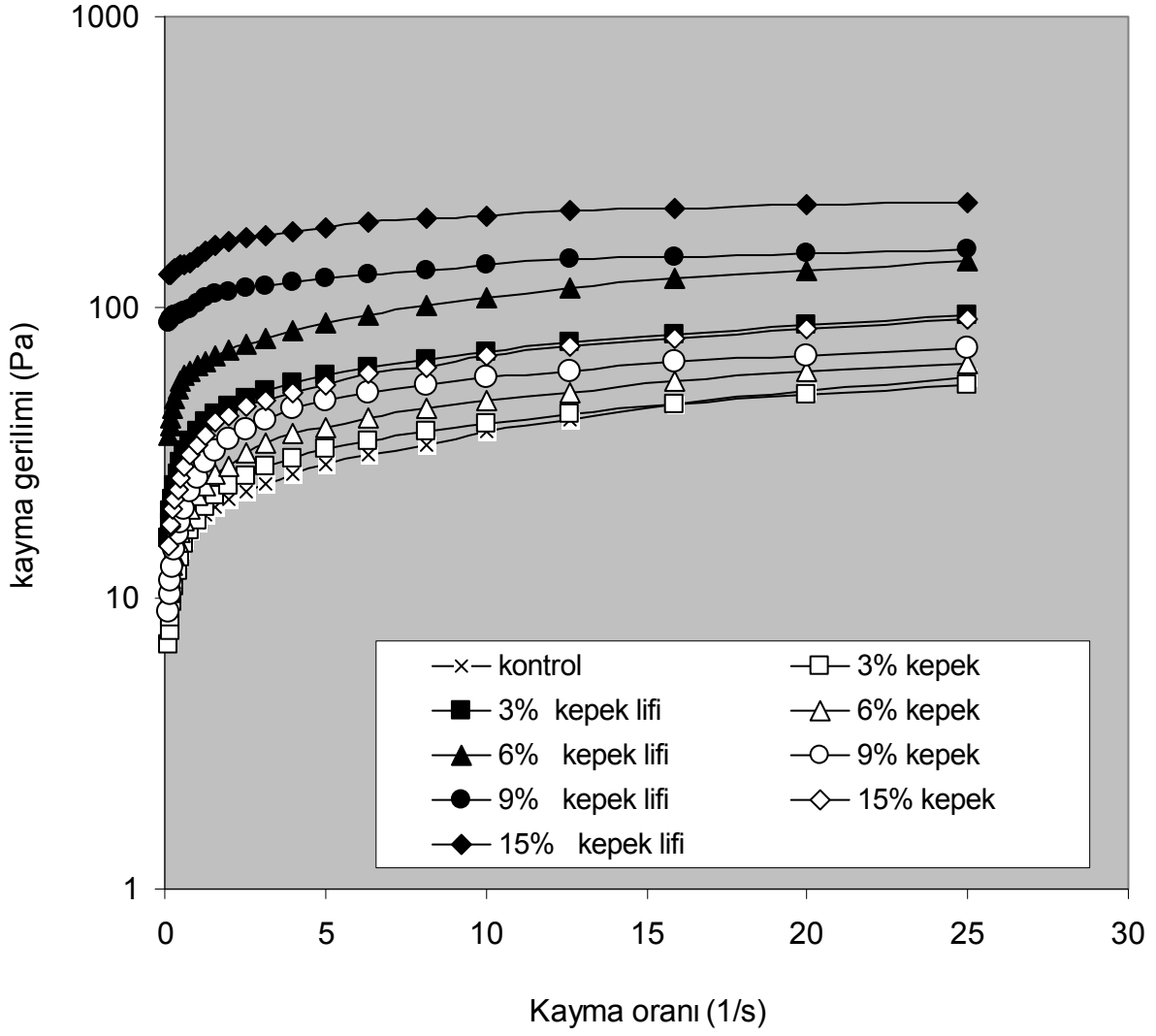
Şekil 226. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki cohesiveness değerleri



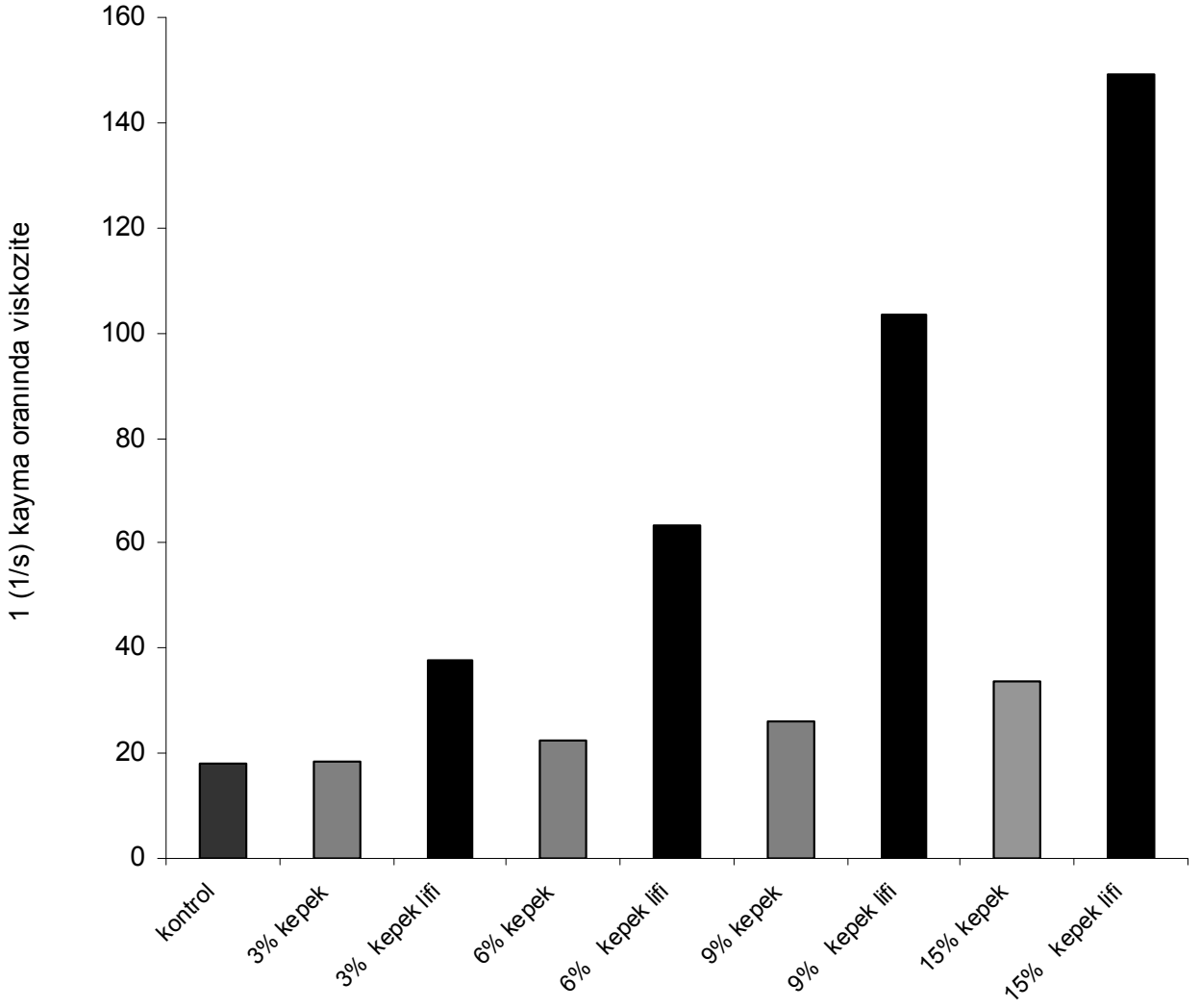
Şekil 227. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki gumminess değerleri



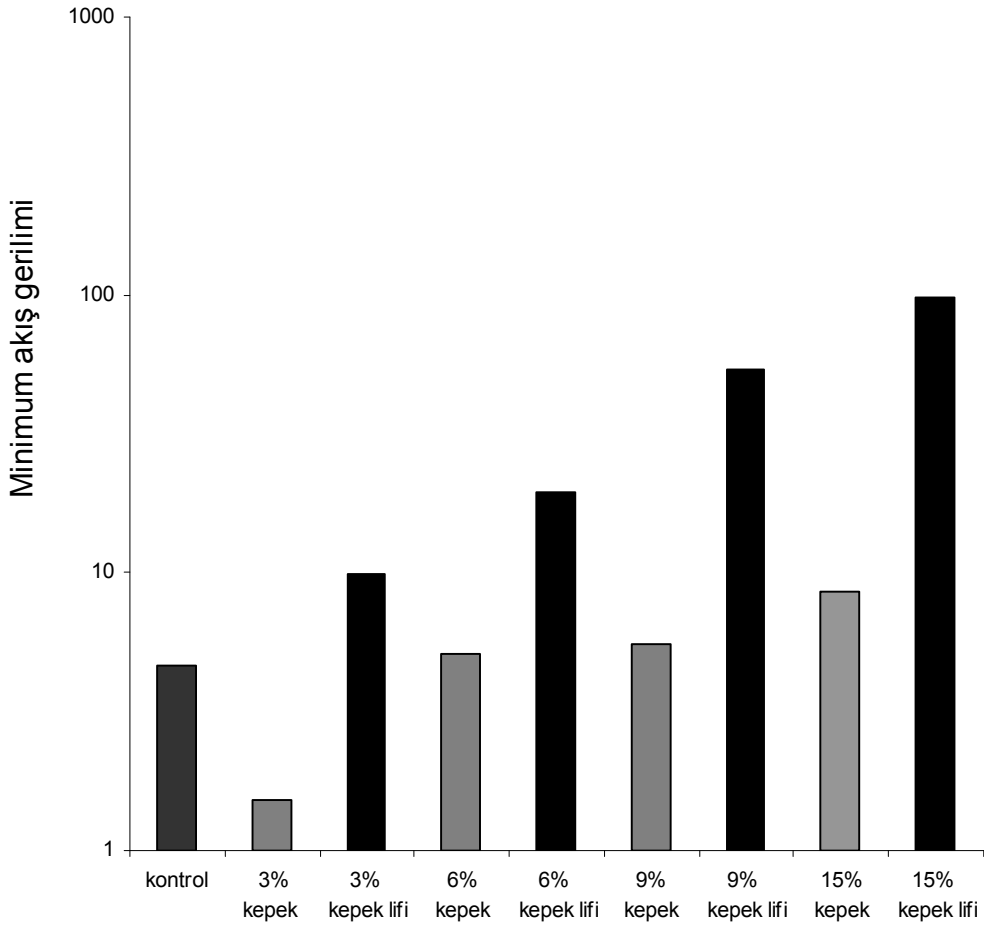
Şekil 228. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilen kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki chewiness değerleri



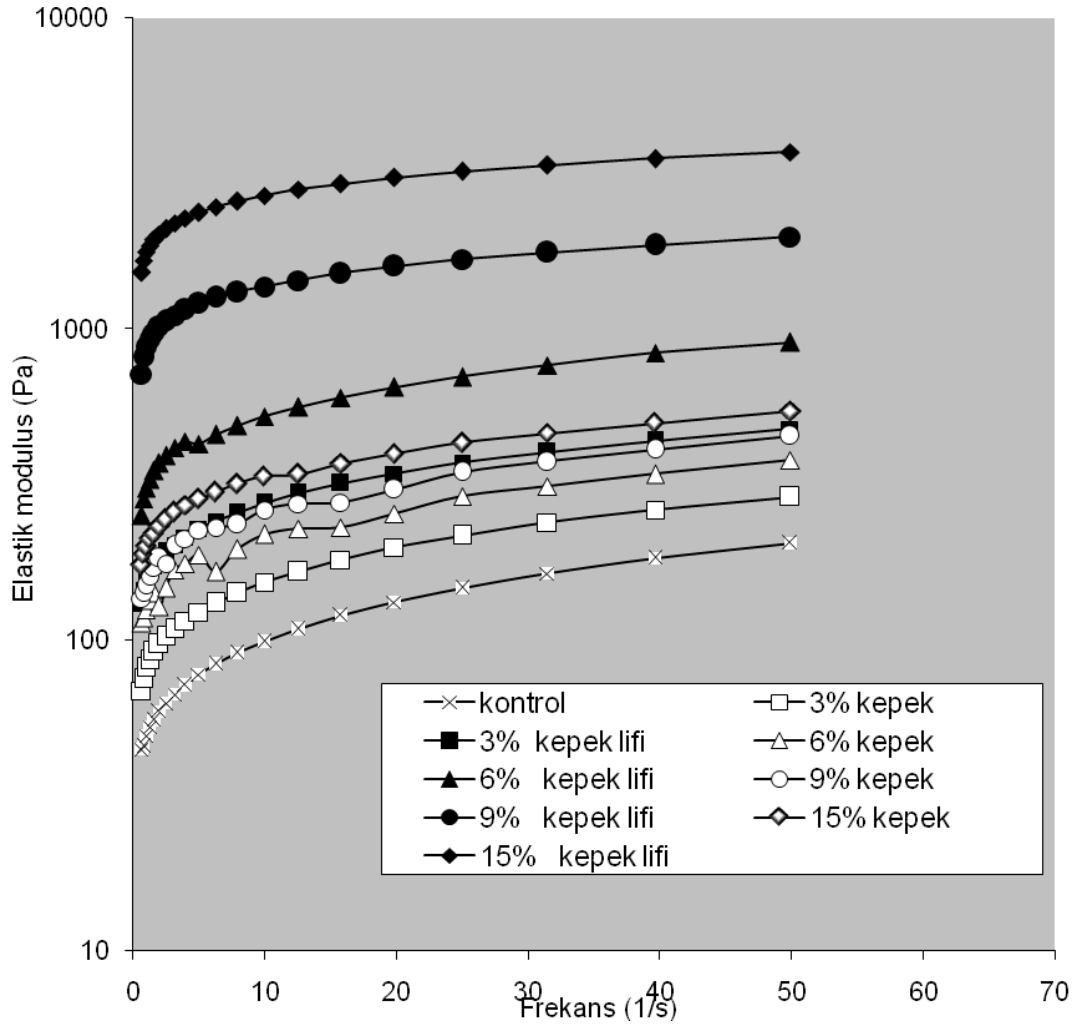
Şekil 229. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının reolojik özellikleri.



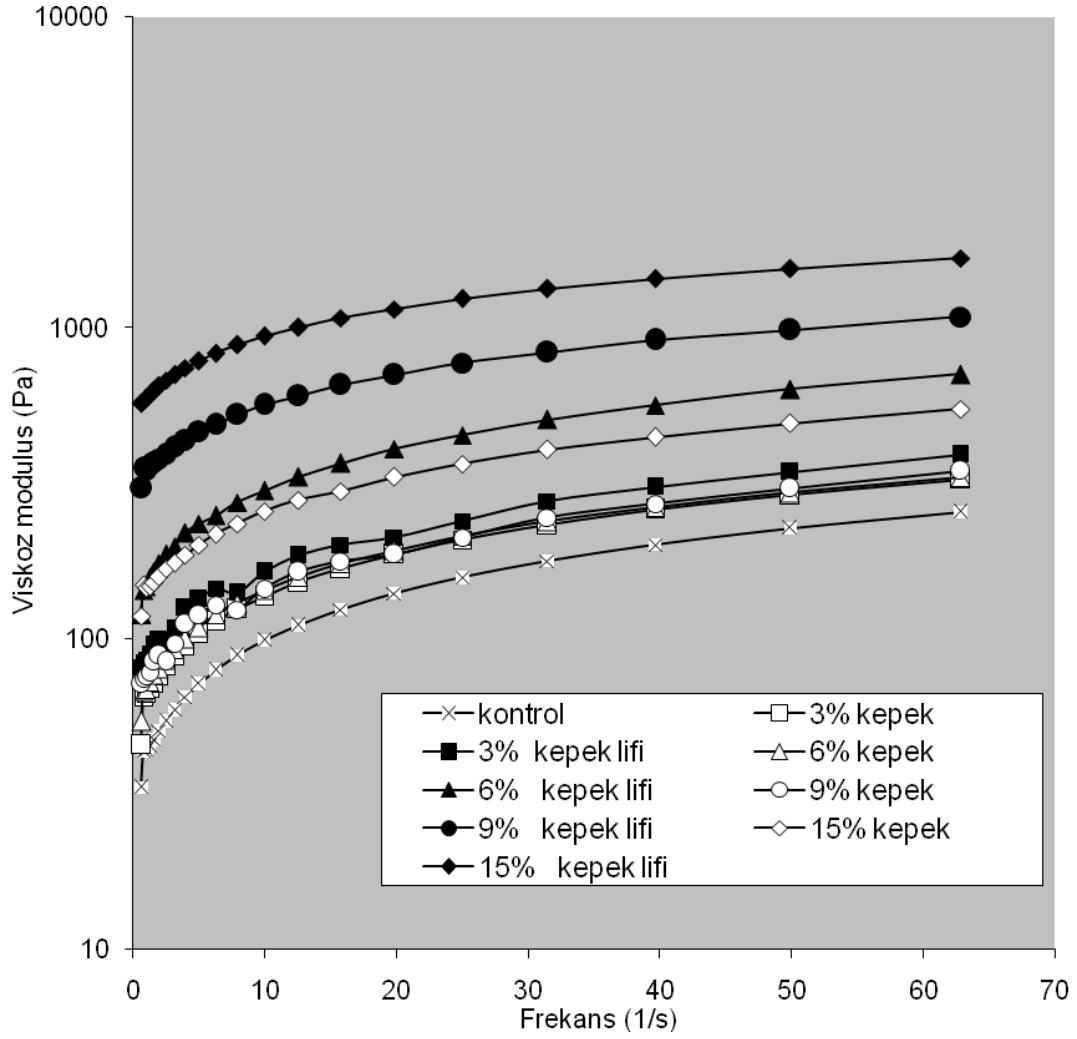
Şekil 230. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri.



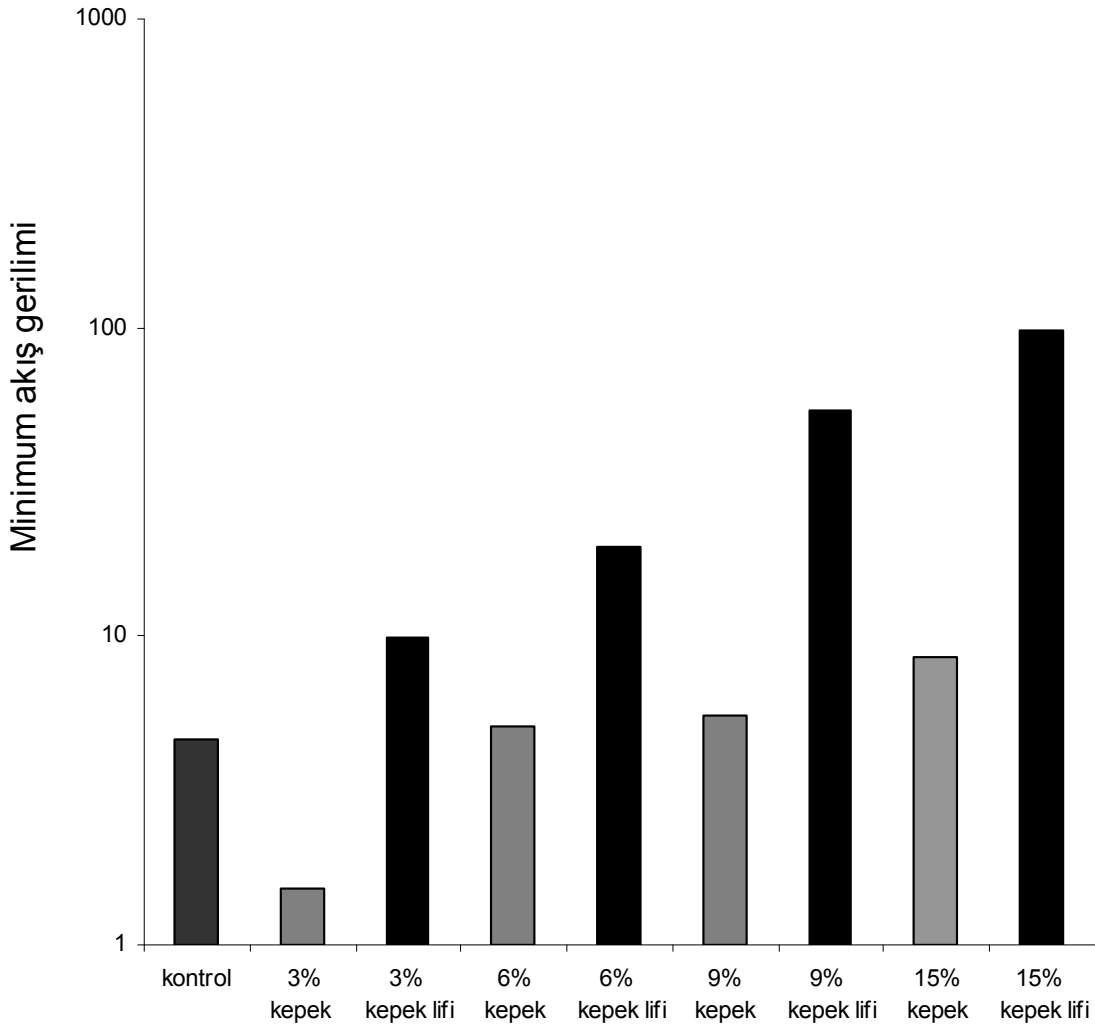
Şekil 231. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının minimum akış gerilimi değerleri.



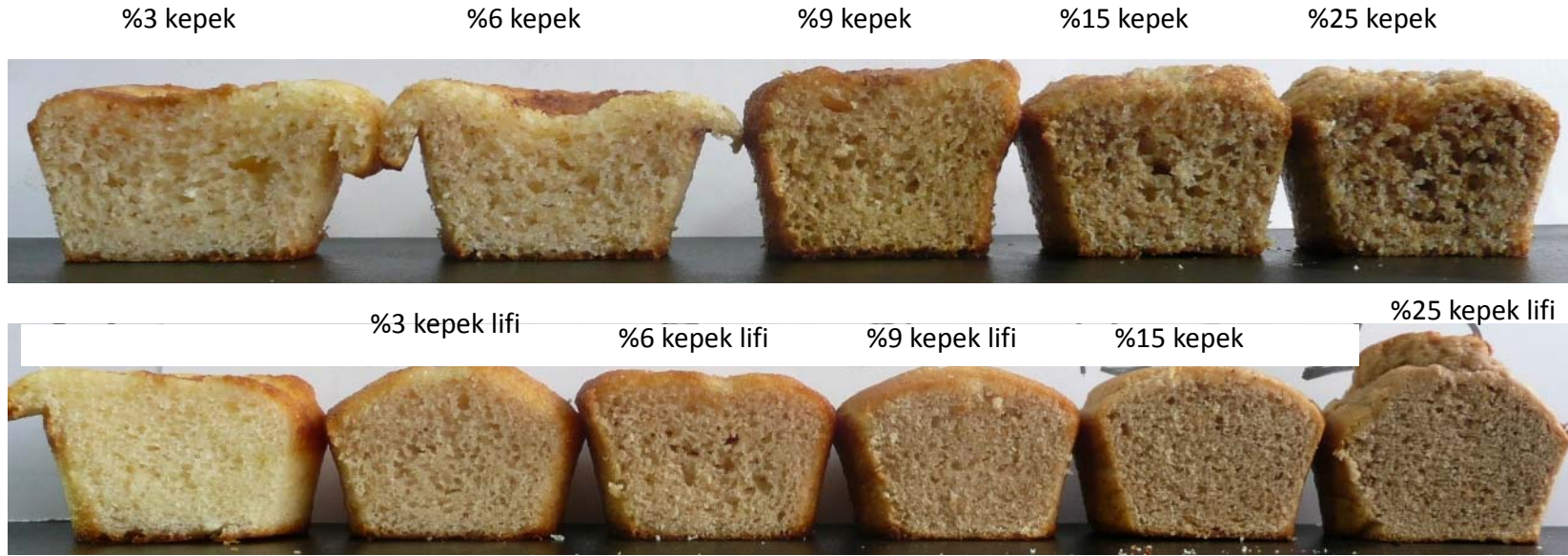
Şekil 232. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının elastik modülüz değerleri.



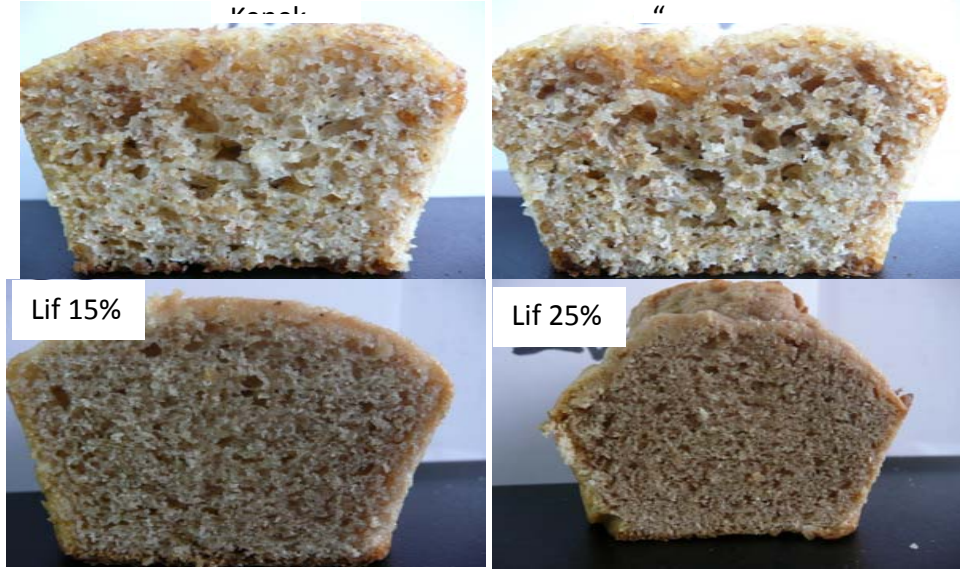
Şekil 233. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının viskoz modülüz değerleri.



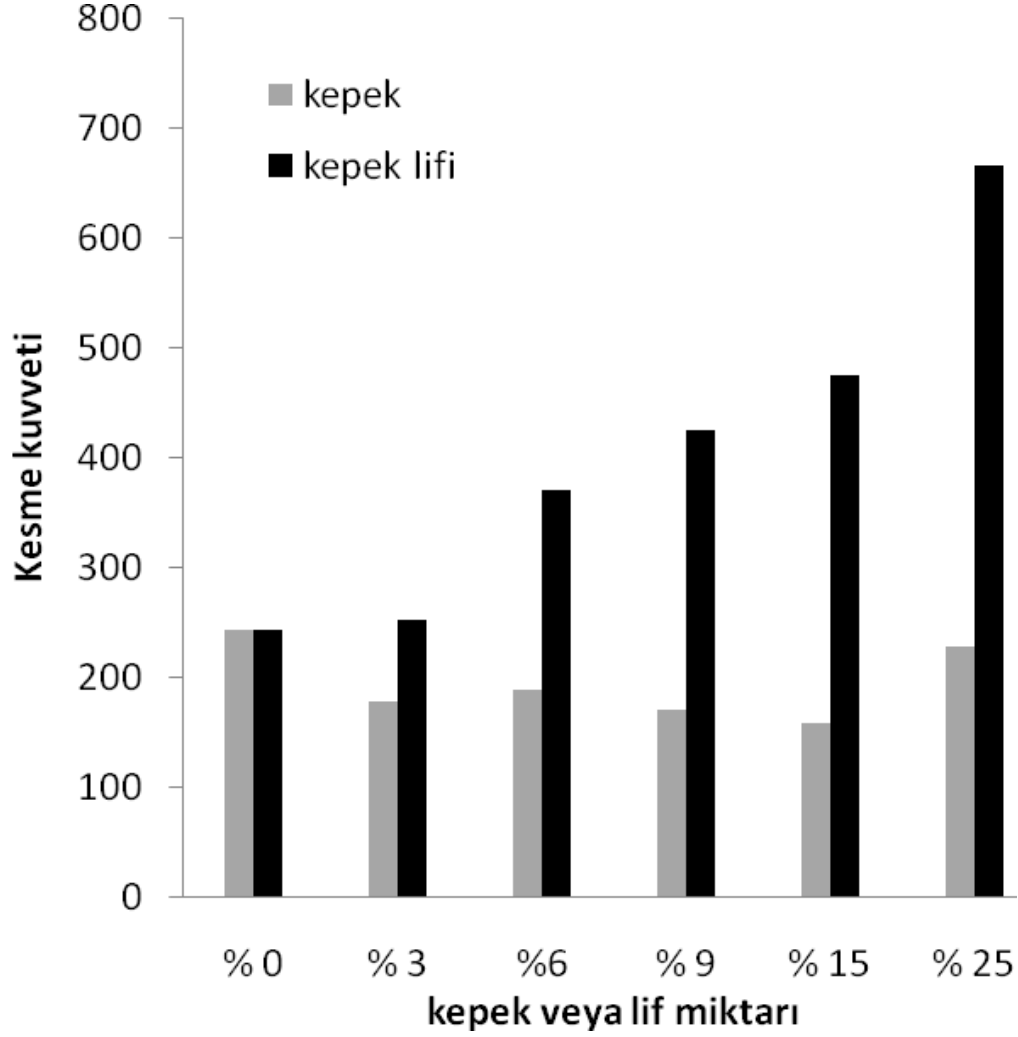
Şekil 234. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek hamurlarının minimum akış gerilimi değerleri.



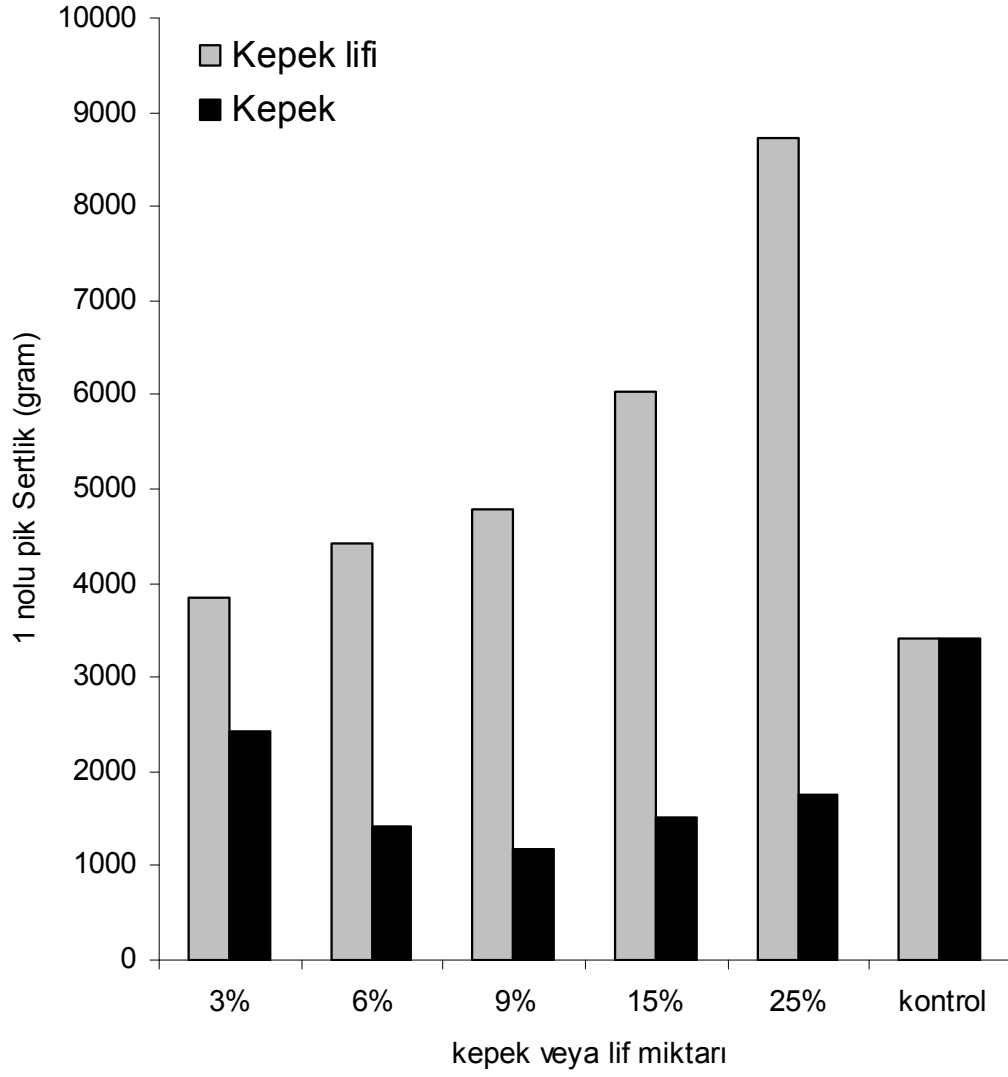
Şekil 235. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek örneklerinin resimleri



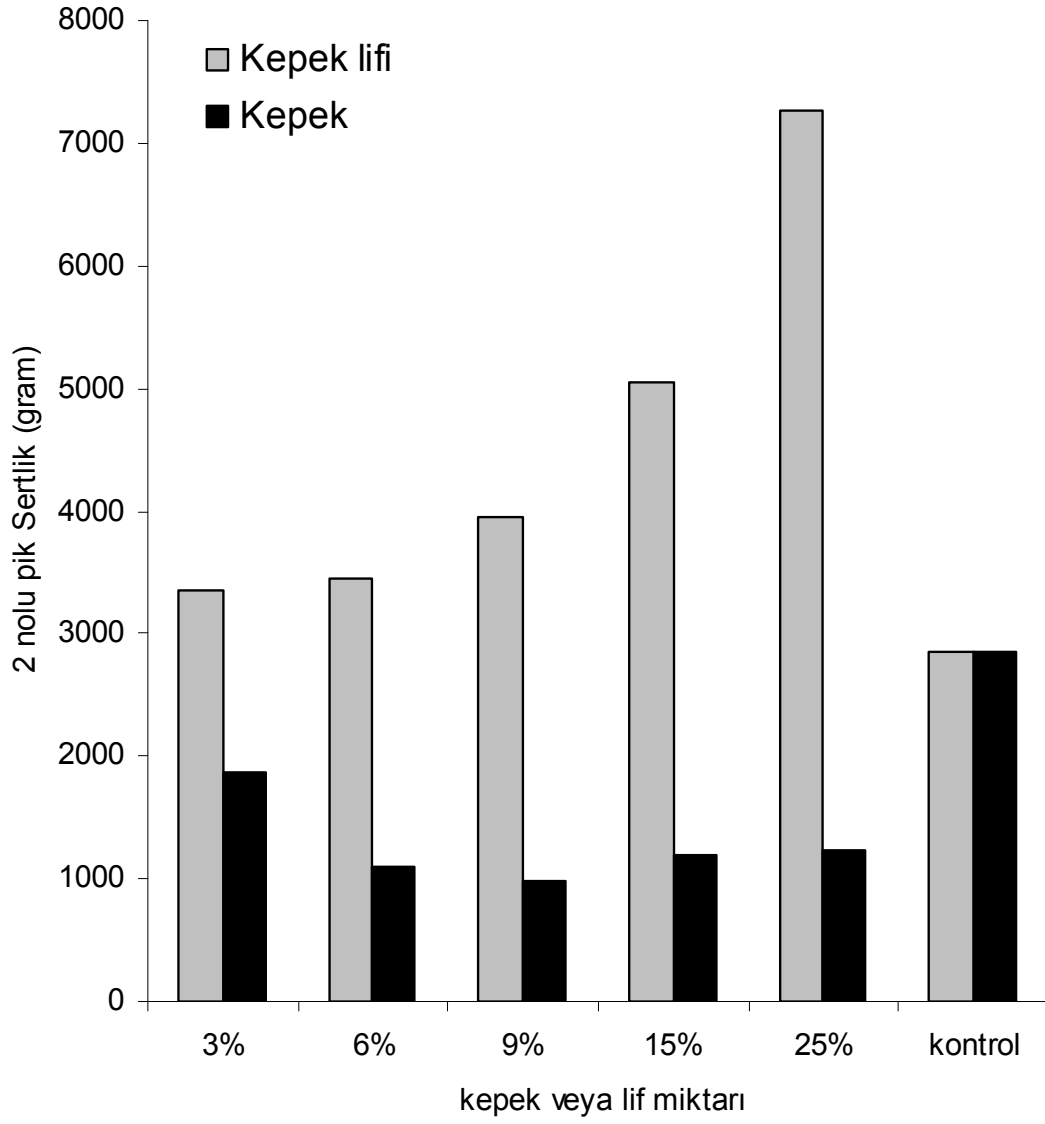
Şekil 236. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılmış kek örneklerinin resimleri (%15 ve %25 lif içeren örnekler)



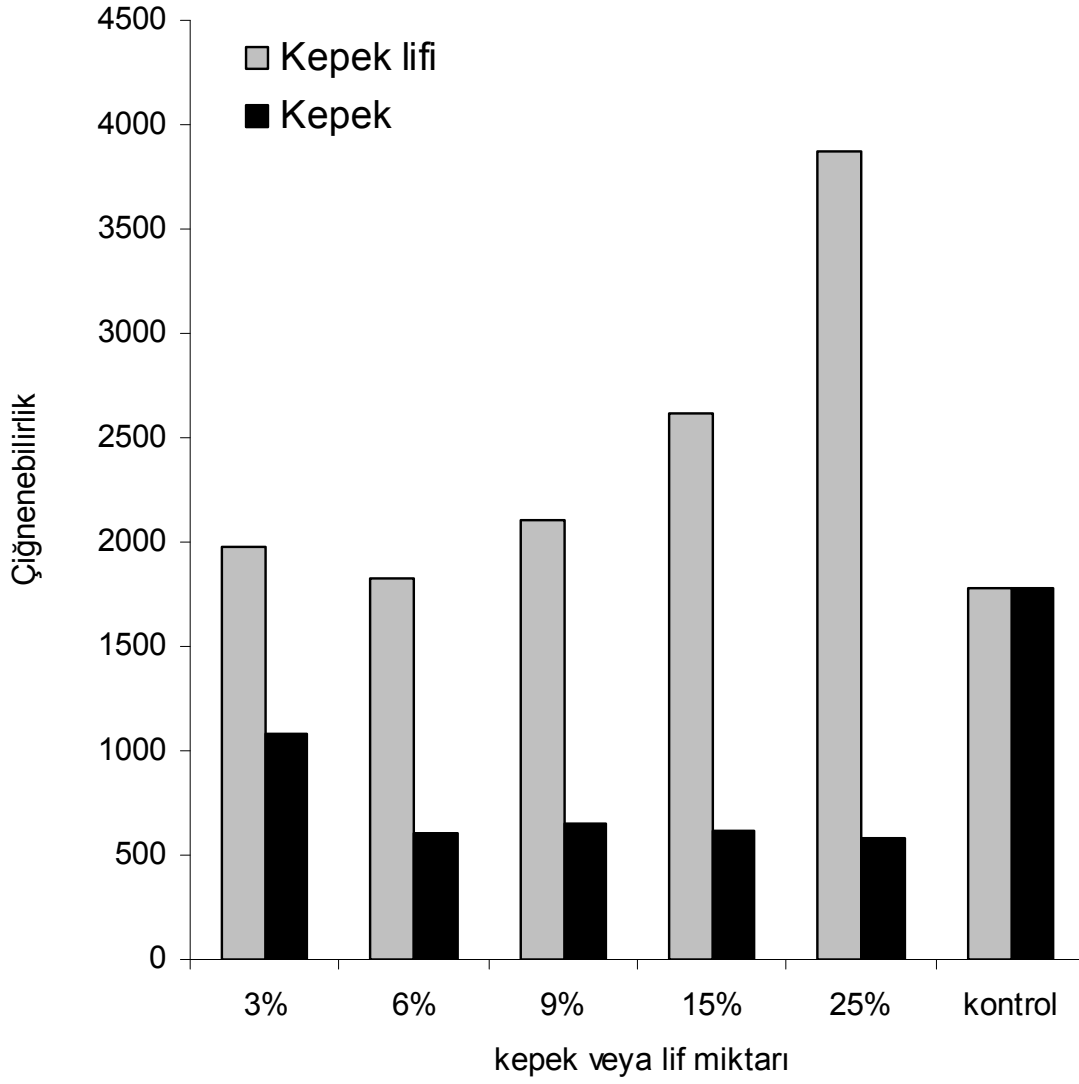
Şekil 237. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme sırasındaki kuvvetleri



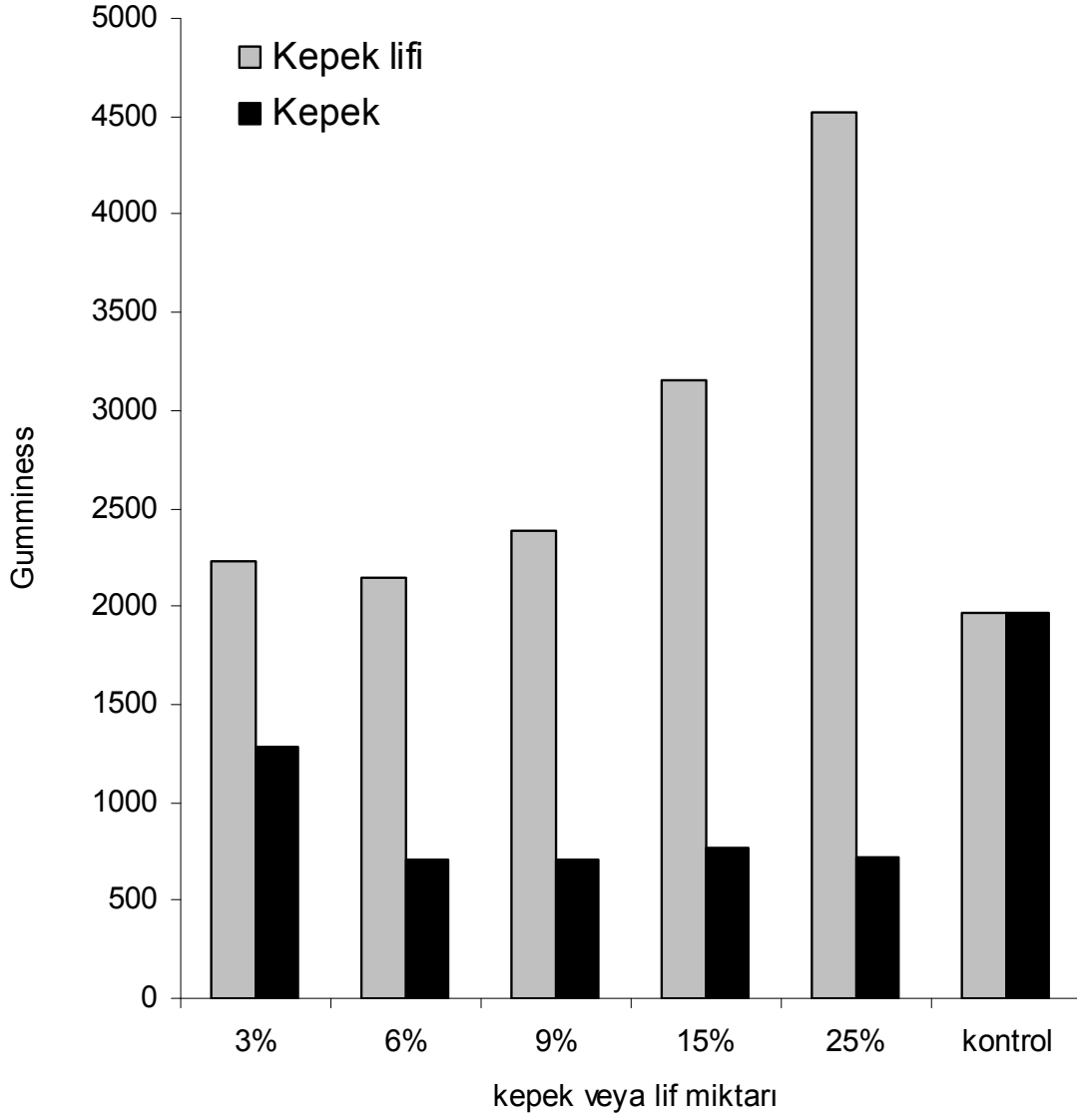
Şekil 238. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki sertlik değerleri



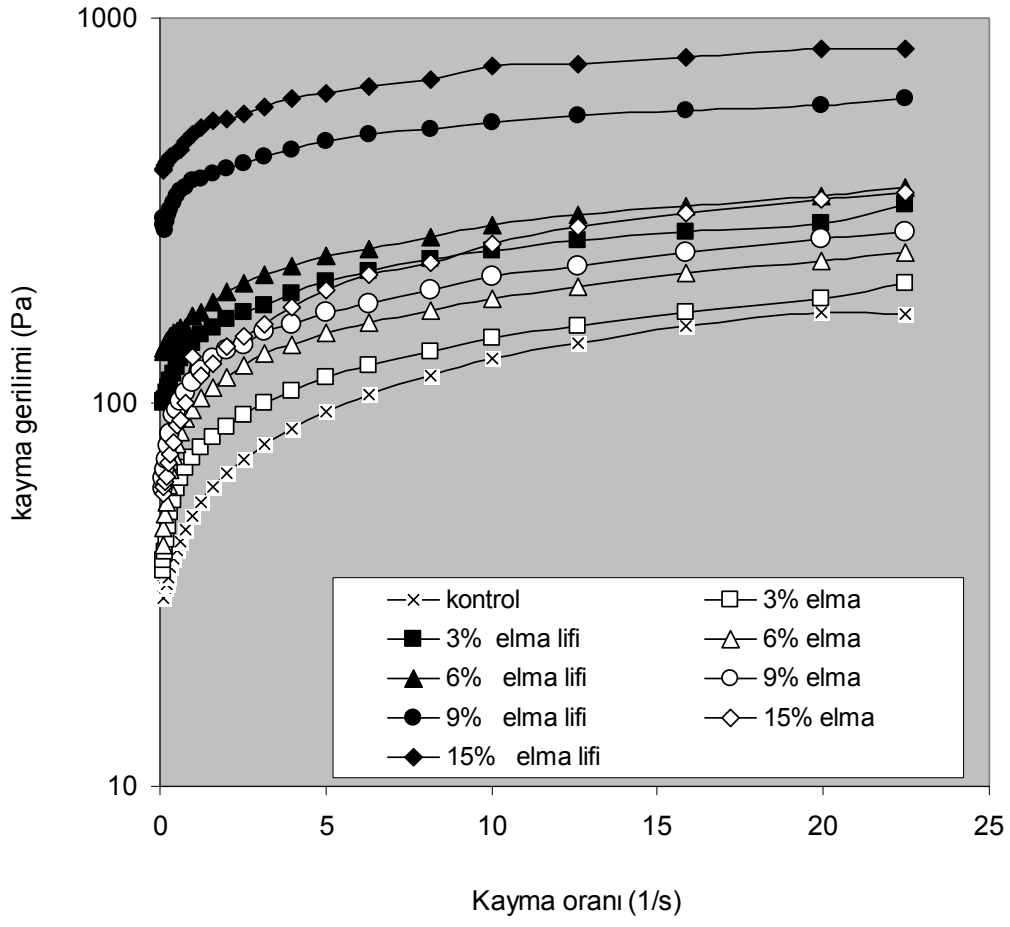
Şekil 239. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasındaki sertlik değerleri



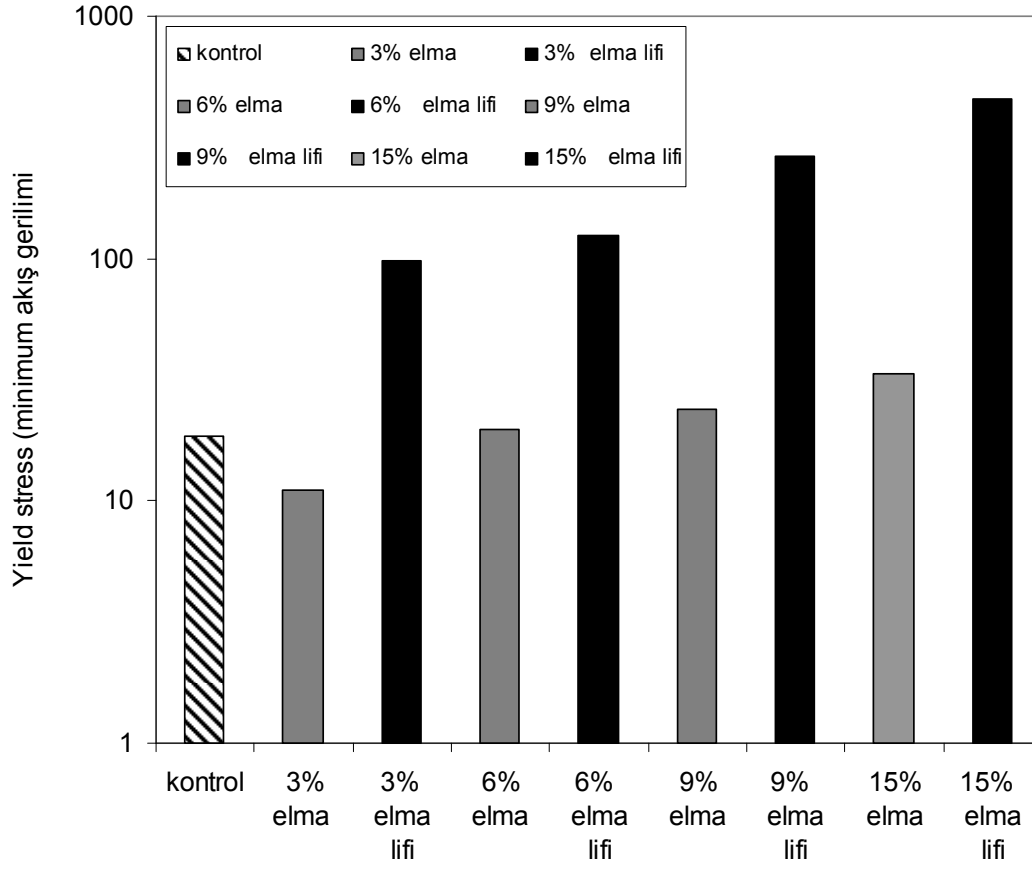
Şekil 240. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasında elde edilen çignenebilirlik değerleri



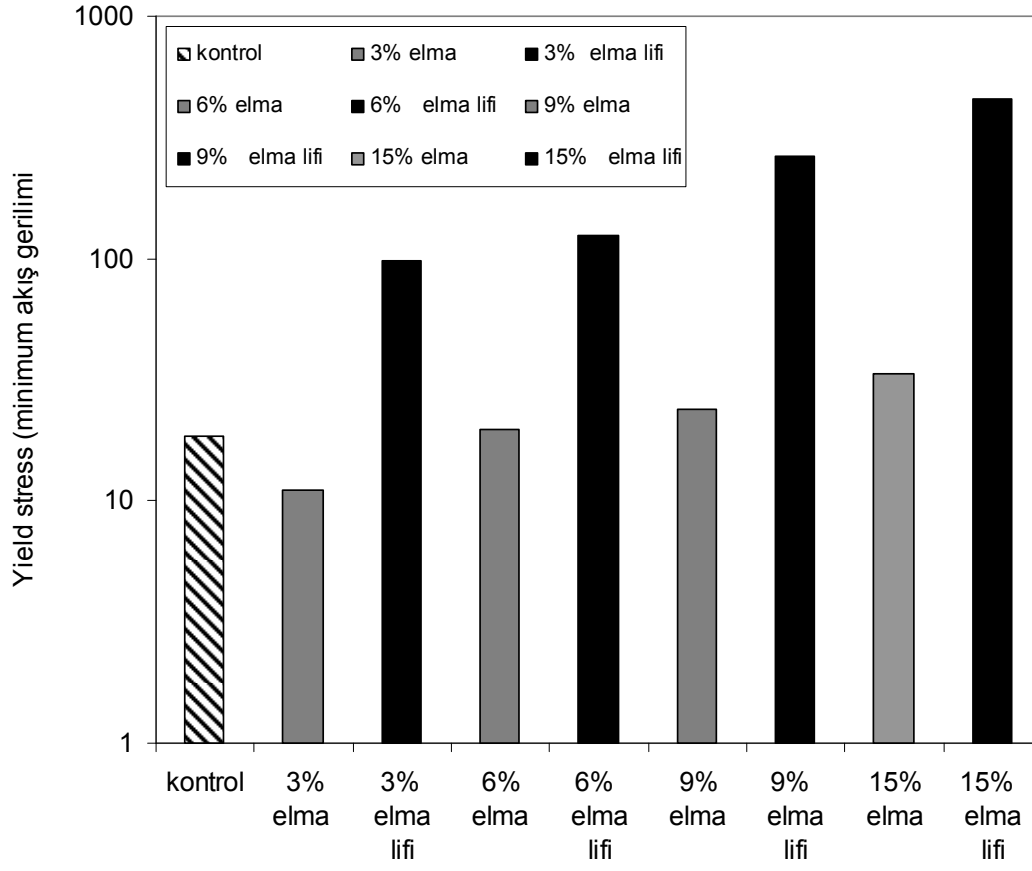
Şekil 241. 2mm elekten geçirilmiş kepek ve kepek lifleri kullanılarak elde edilmiş ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin sıkıştırma deneyi sırasında elde edilen gumminess değerleri



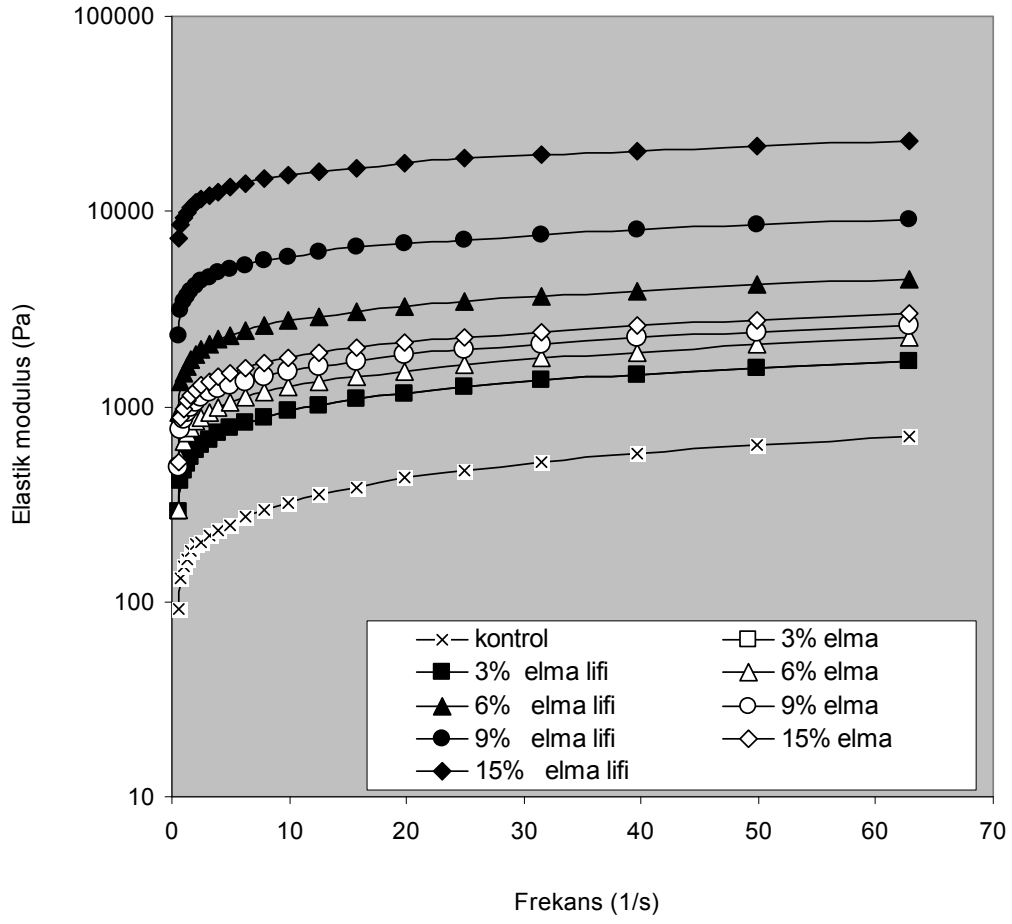
Şekil 242. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri



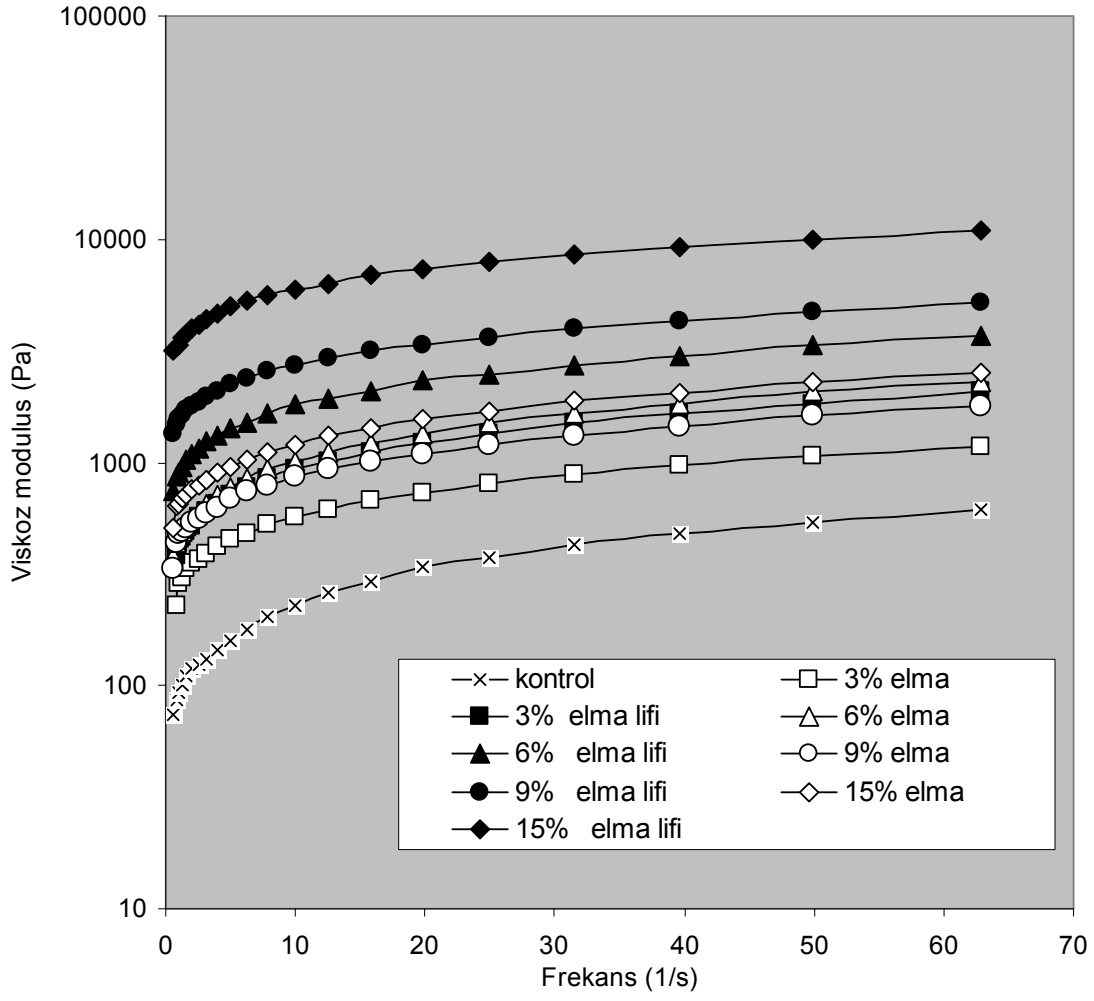
Şekil 243. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri



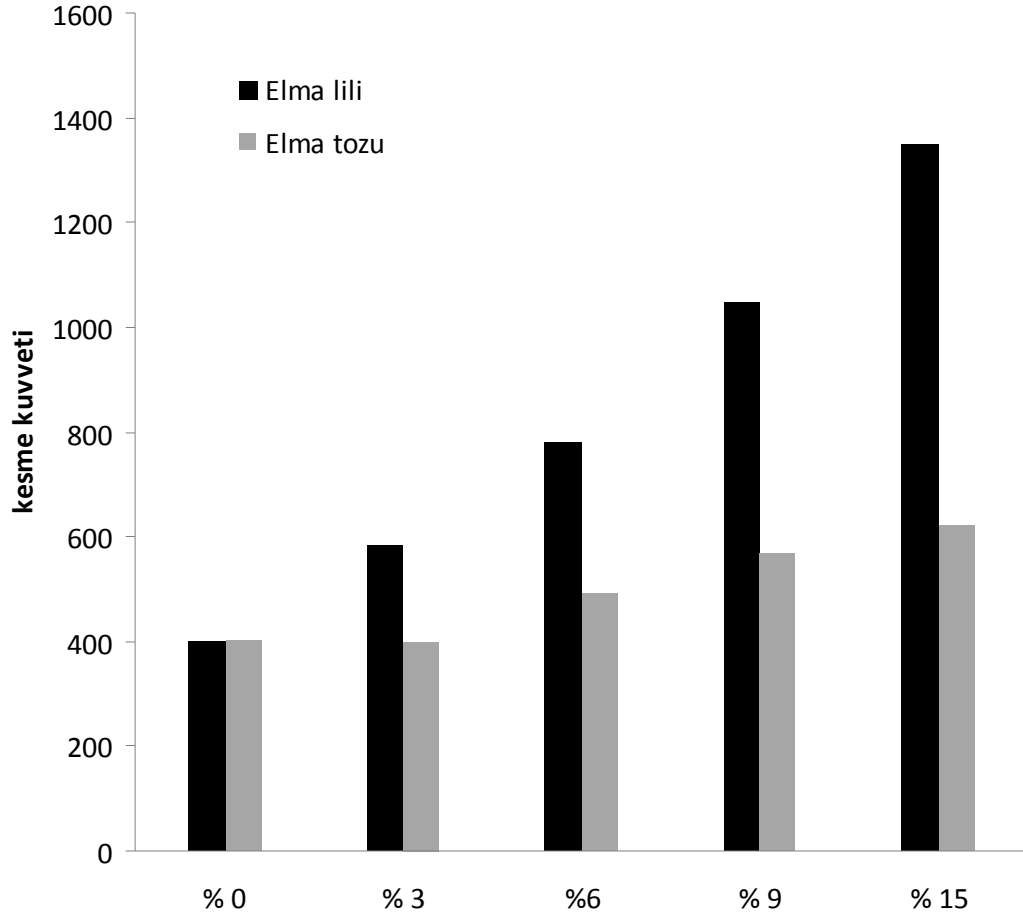
Şekil 244. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri



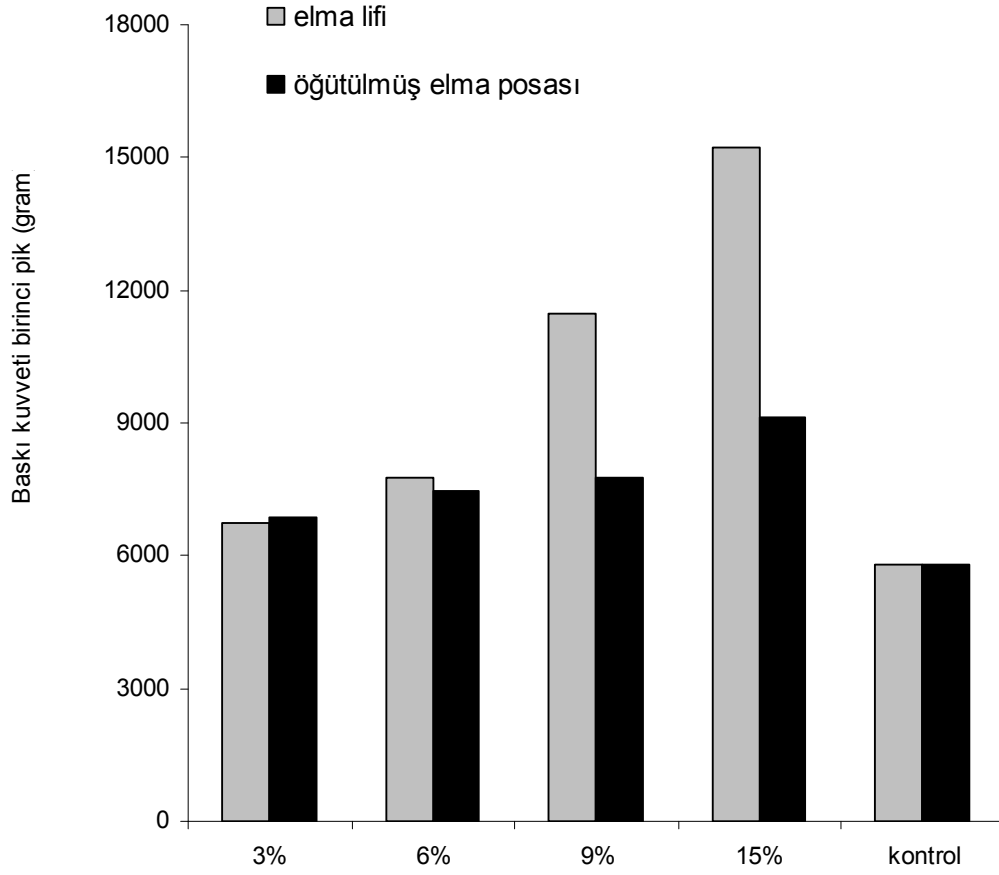
Şekil 245. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri



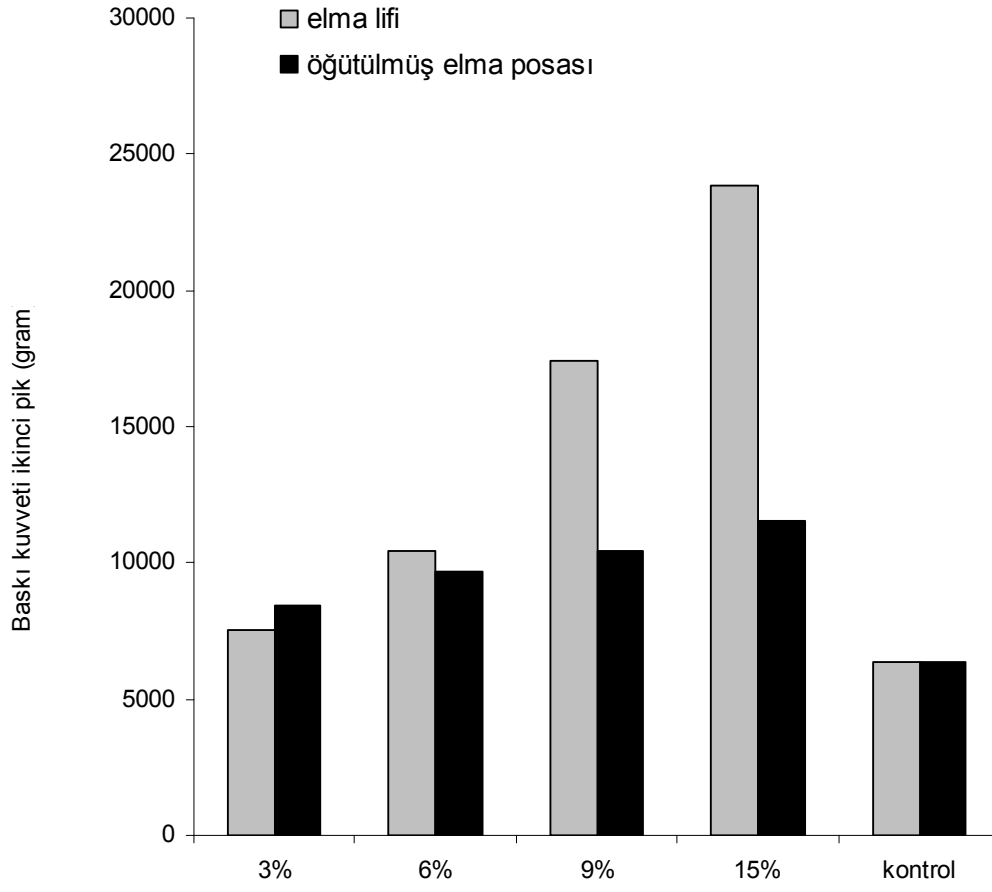
Şekil 246. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri



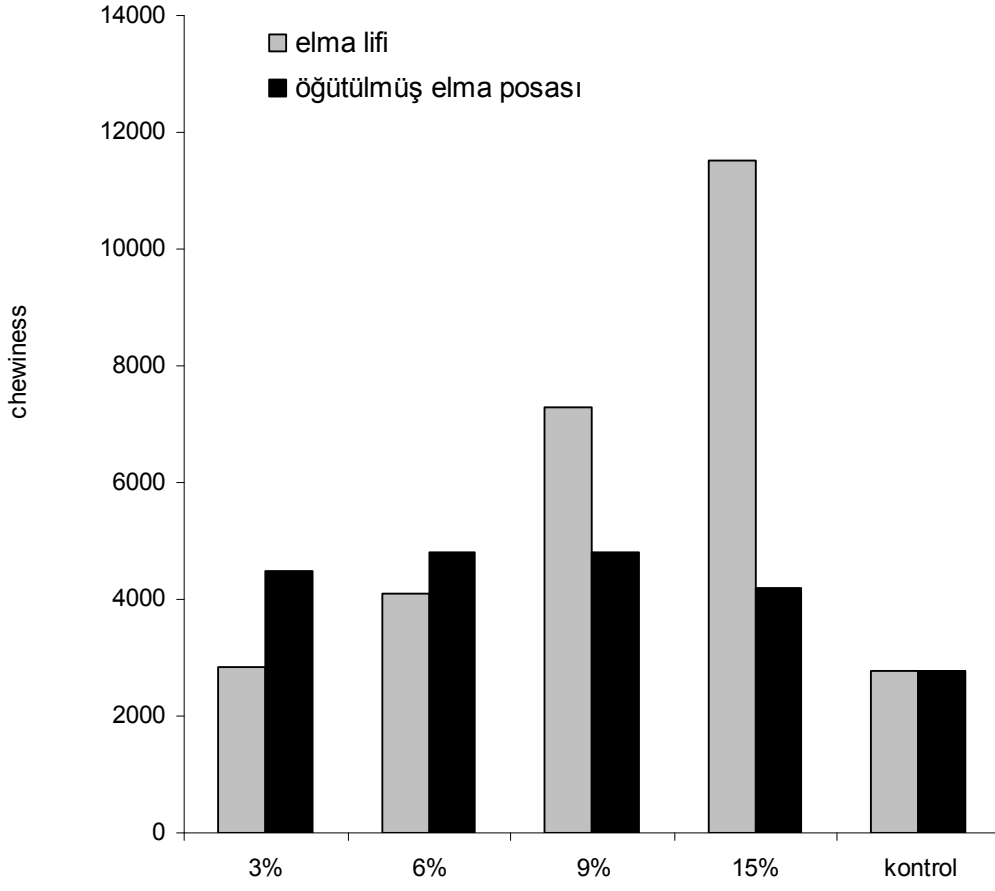
Şekil 247. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin kesme kuvveti değerleri



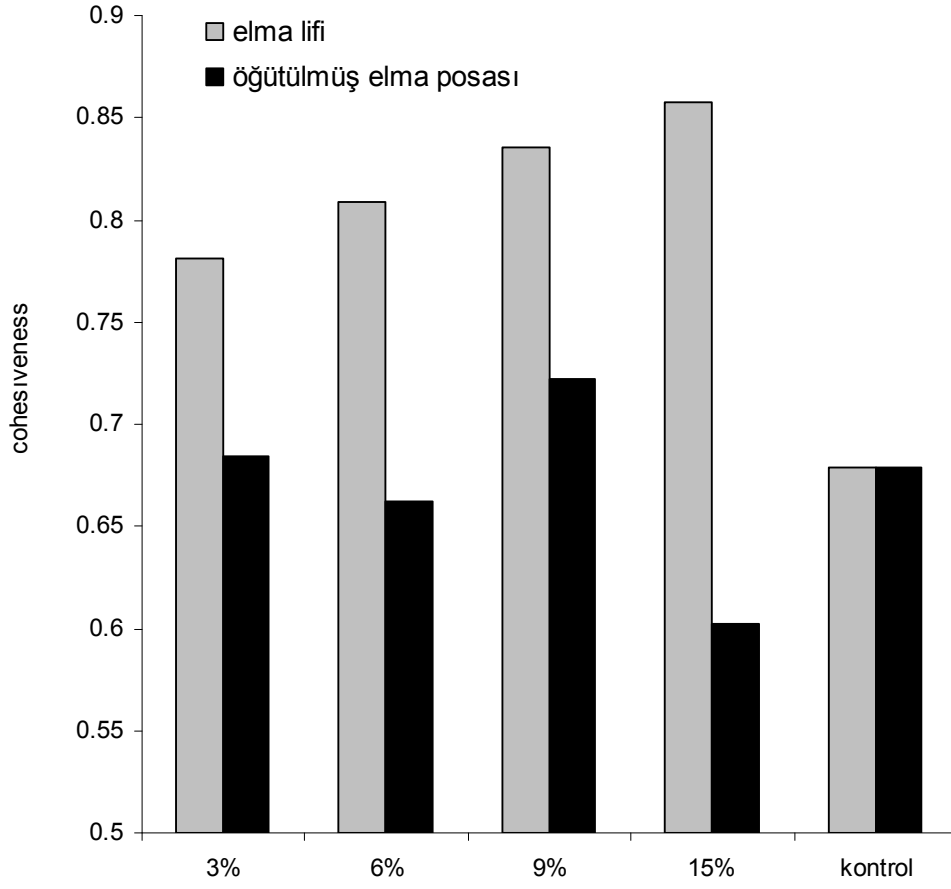
Şekil 248. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında birinci pik sertlik değerleri



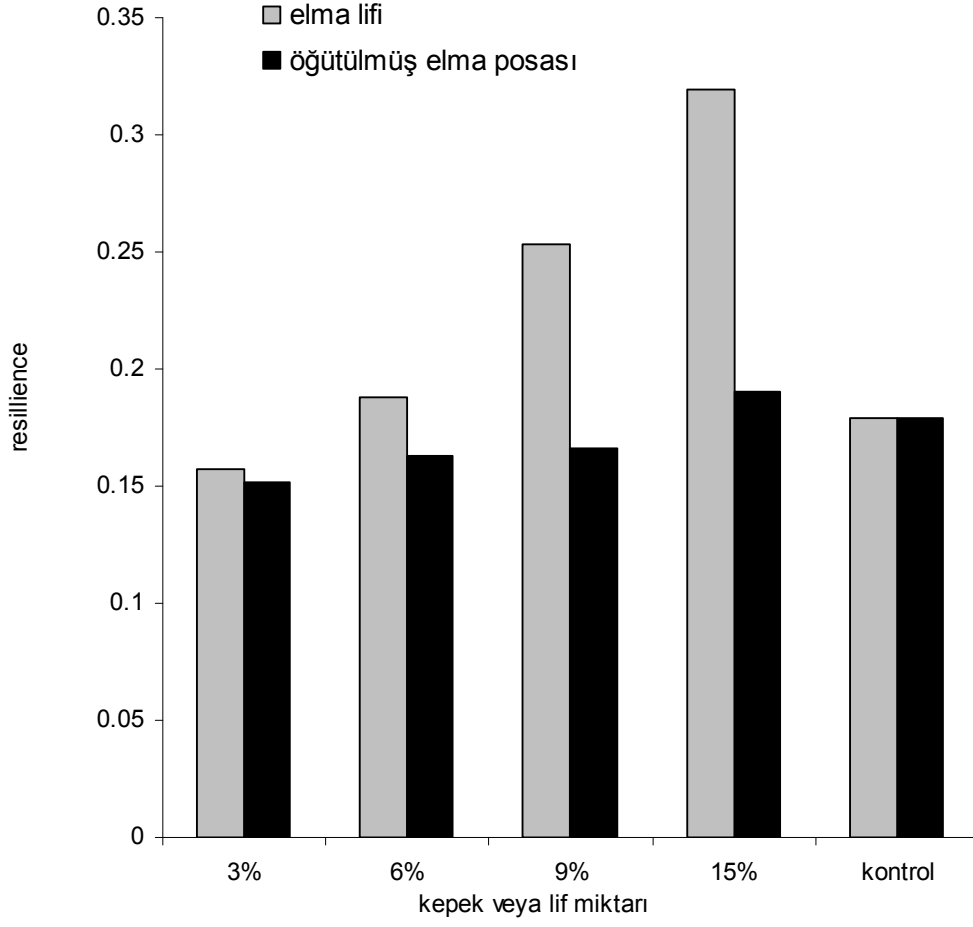
Şekil 249. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında ikinci sertlik değerleri



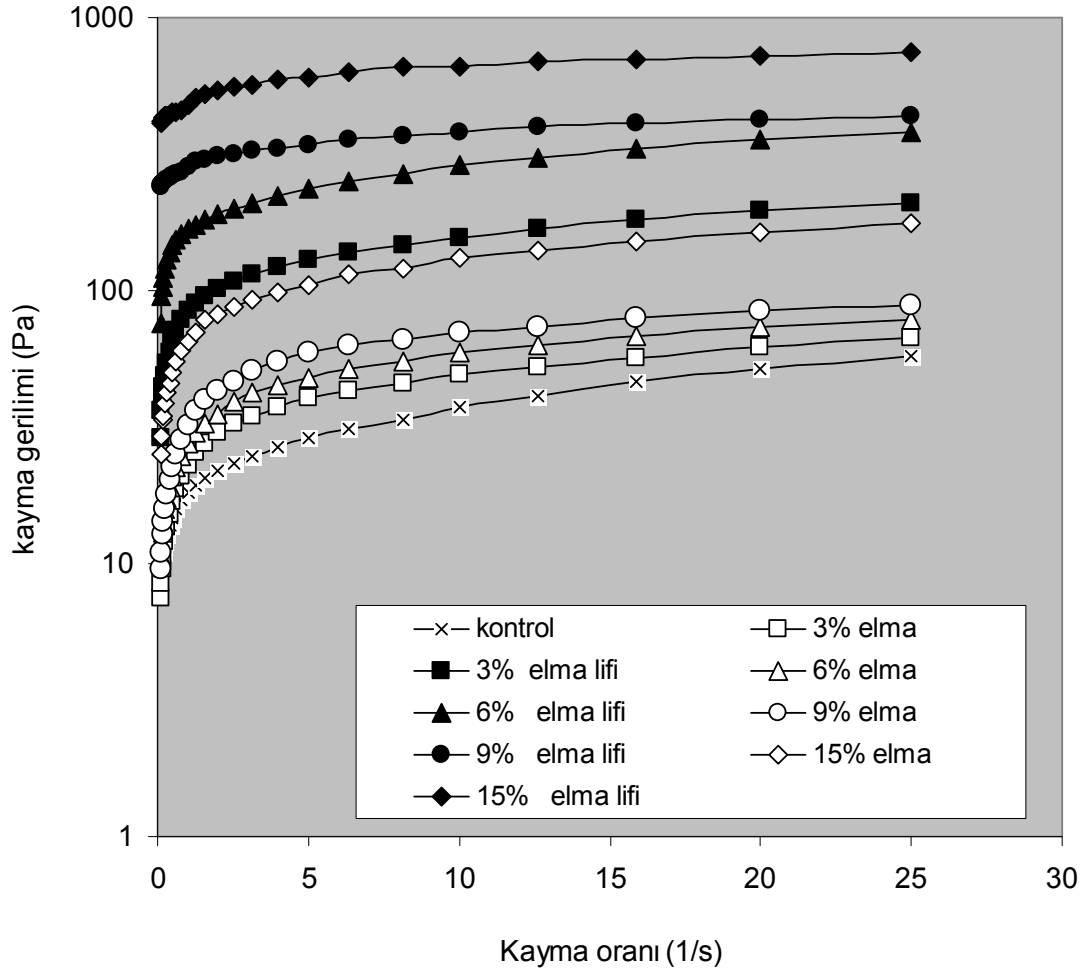
Şekil 250. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri



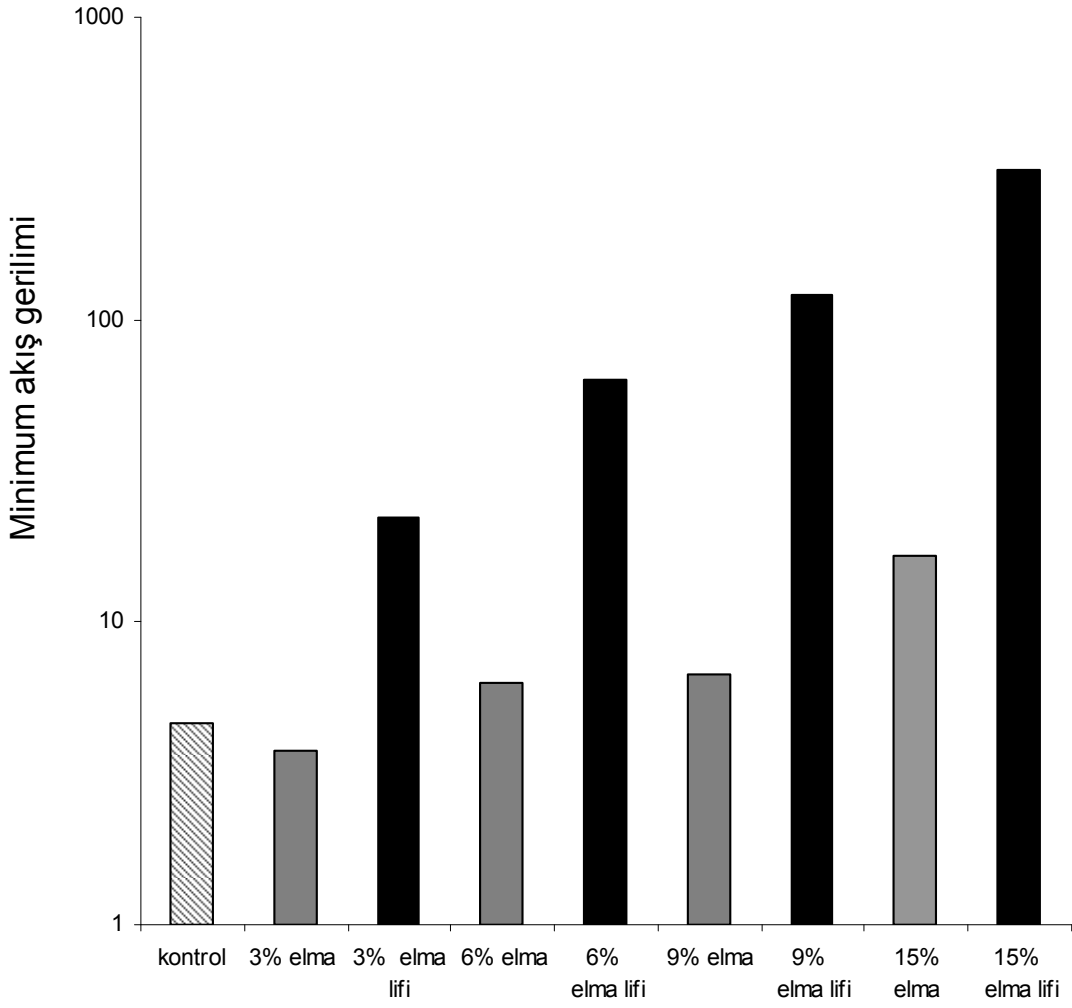
Şekil 251. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri



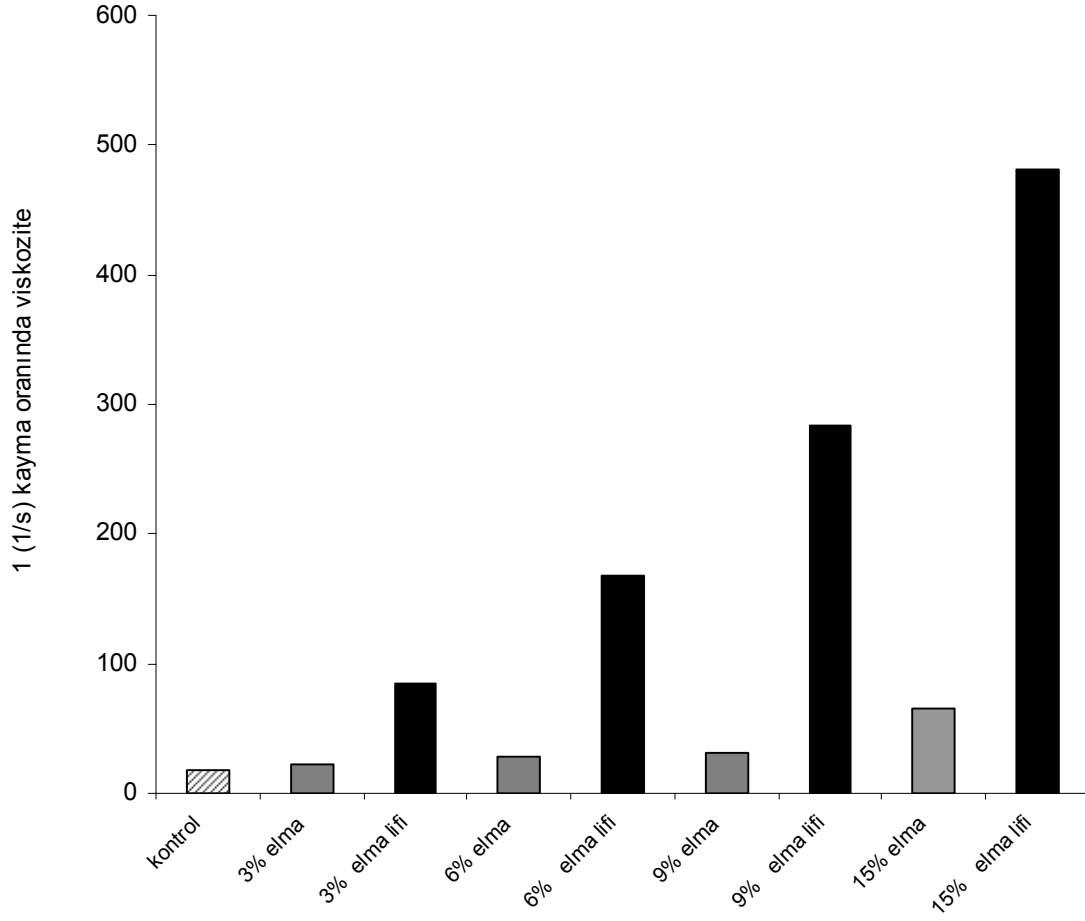
Şekil 252. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilience değerleri



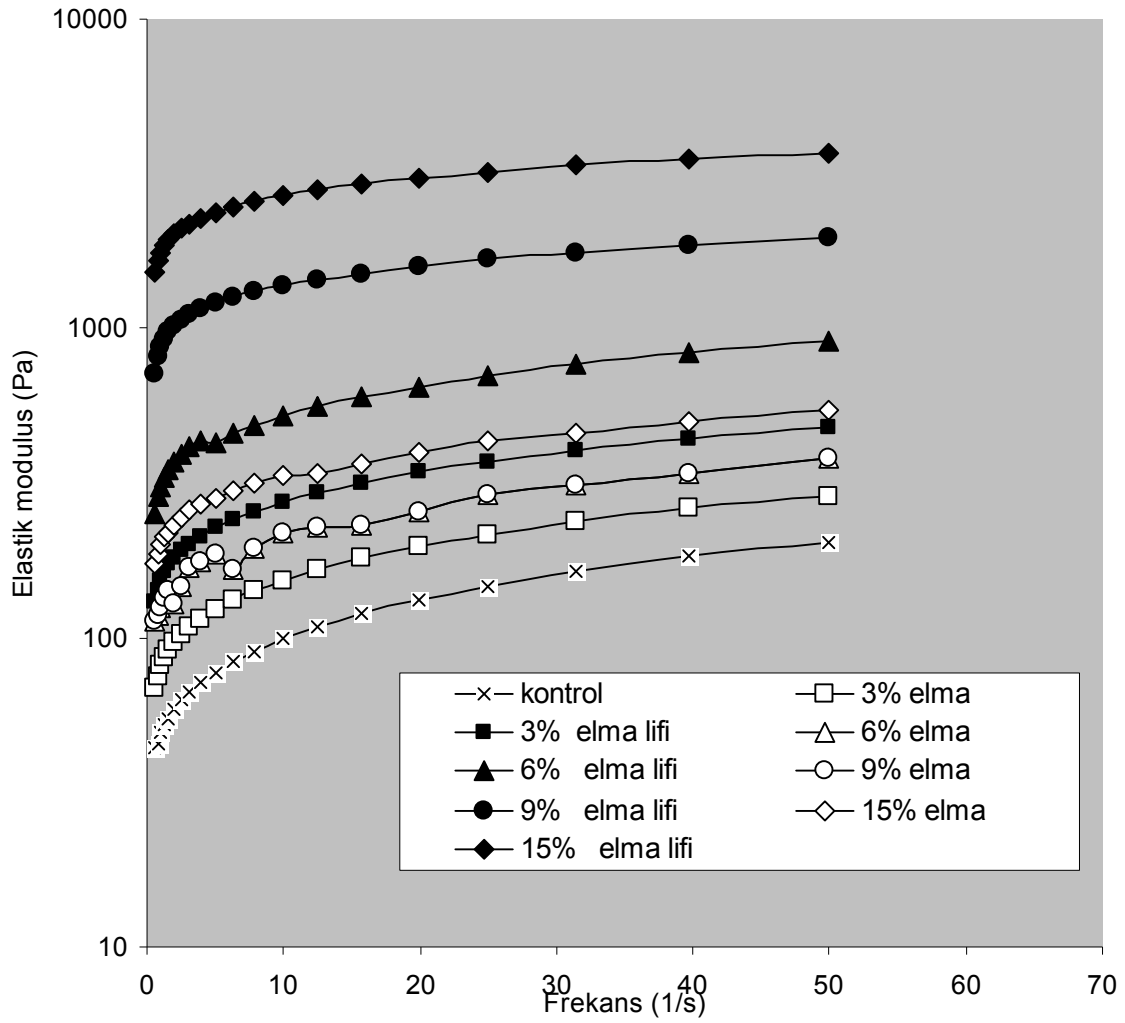
Şekil 253. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri



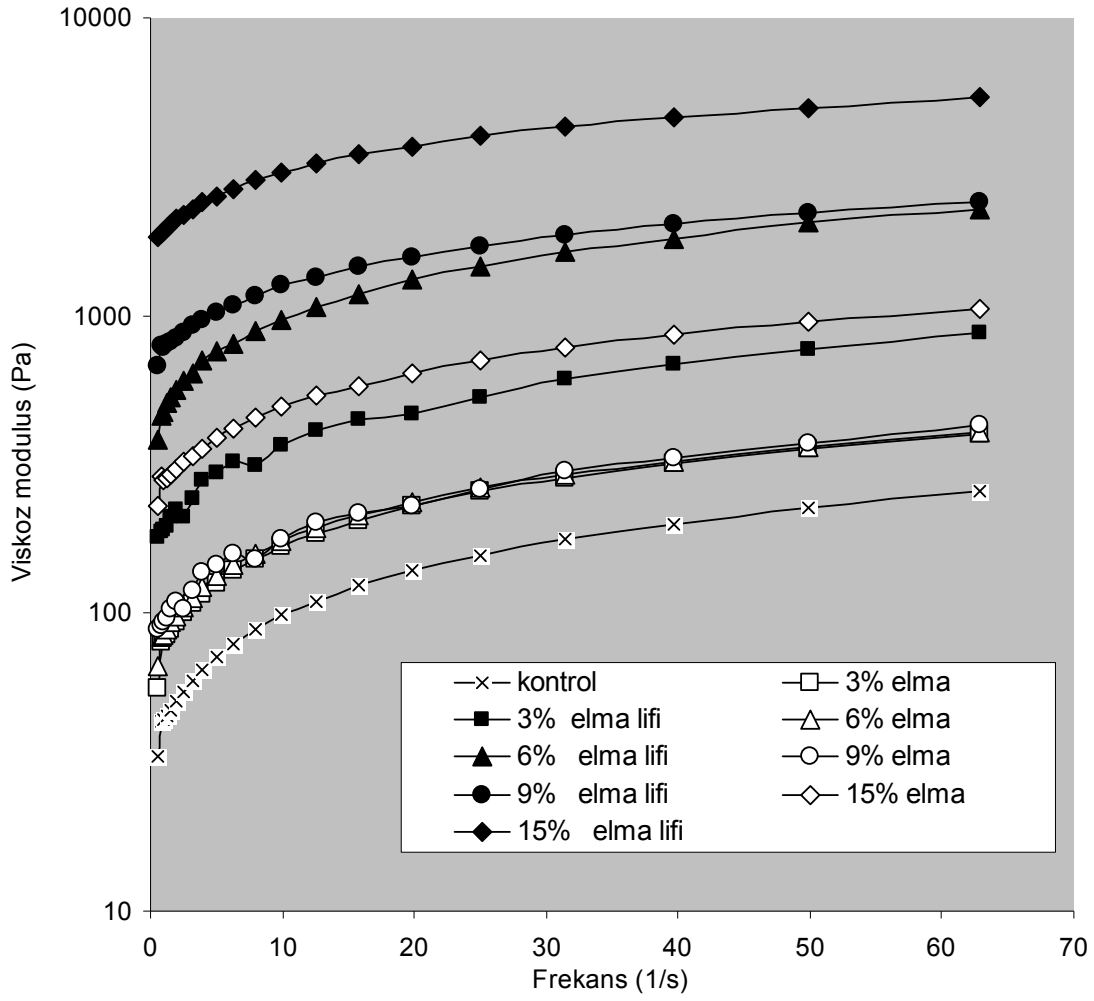
Şekil 254. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri



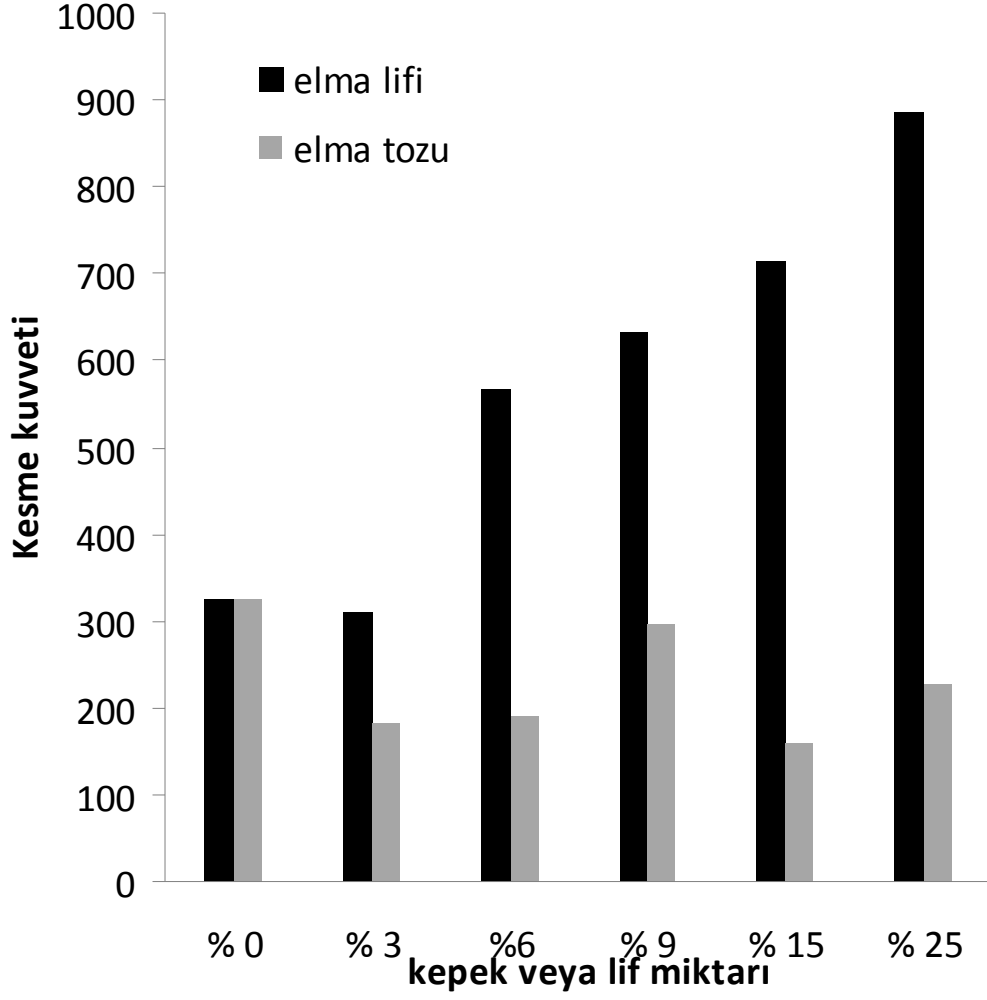
Şekil 255. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri



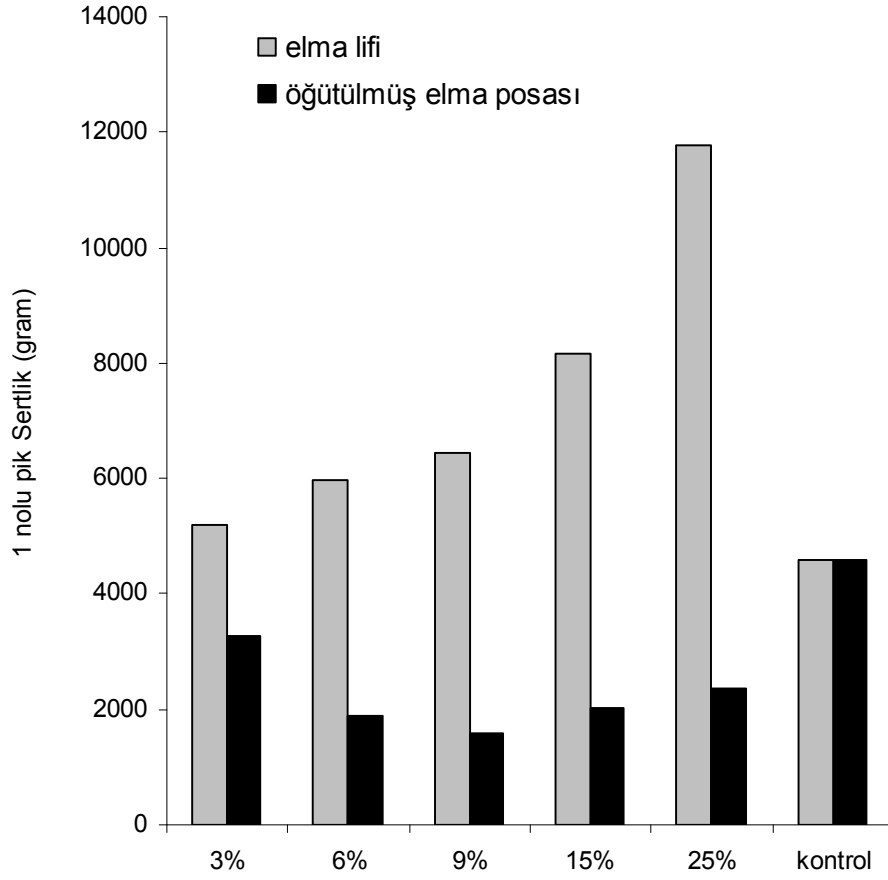
Şekil 256. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri



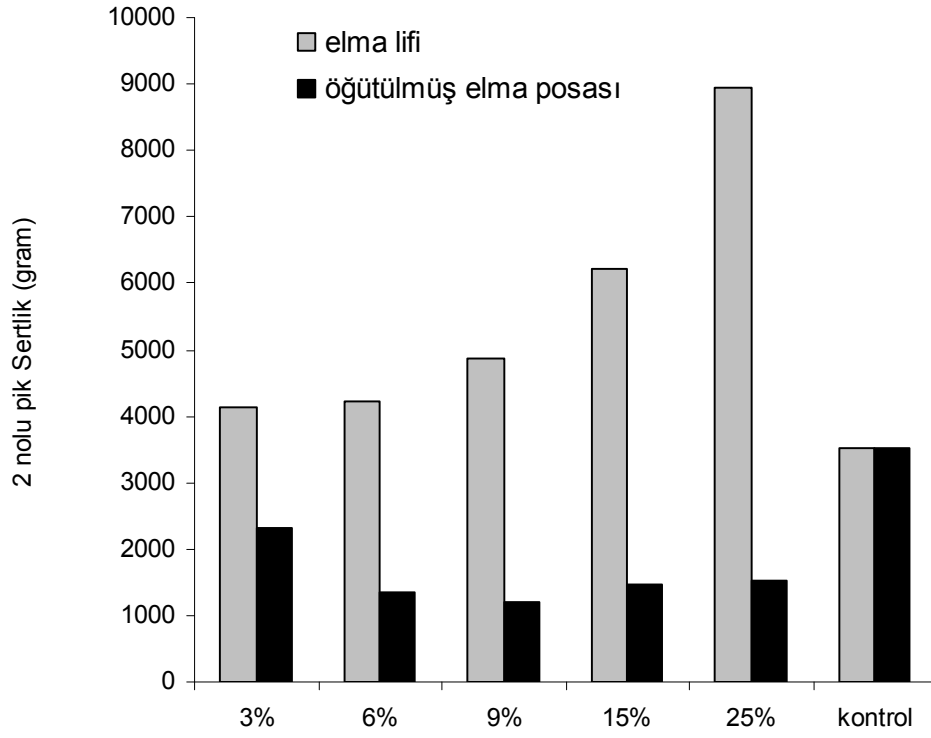
Şekil 257. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri



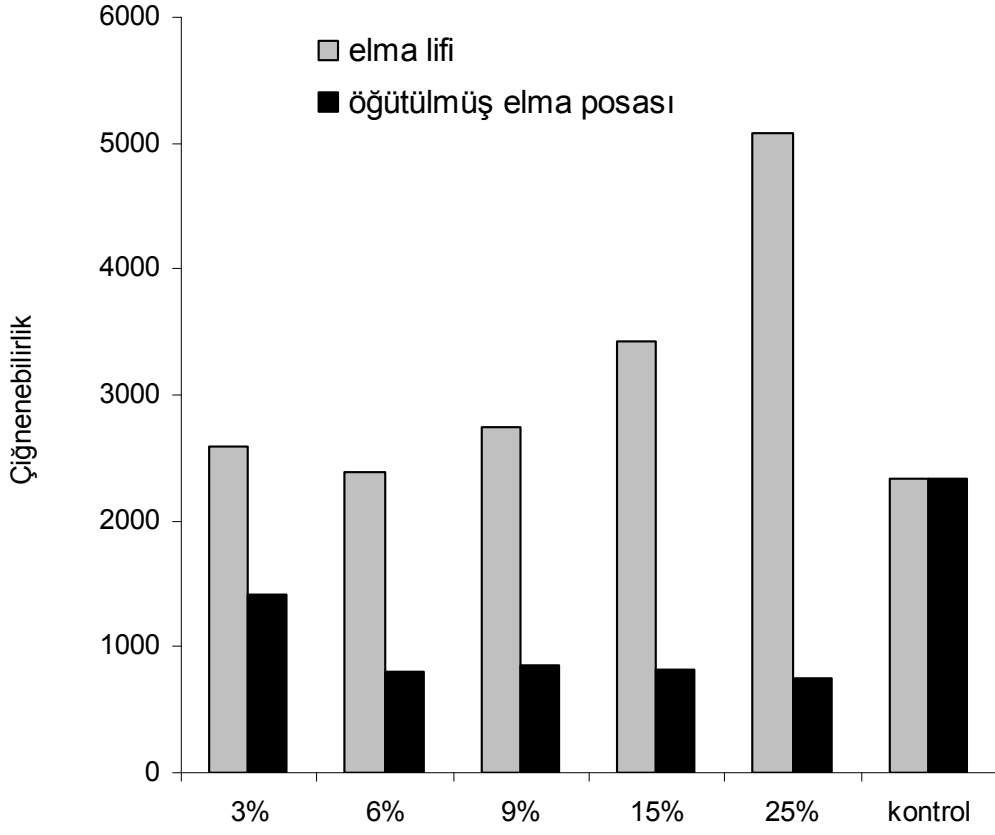
Şekil 258. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme kuvvetleri



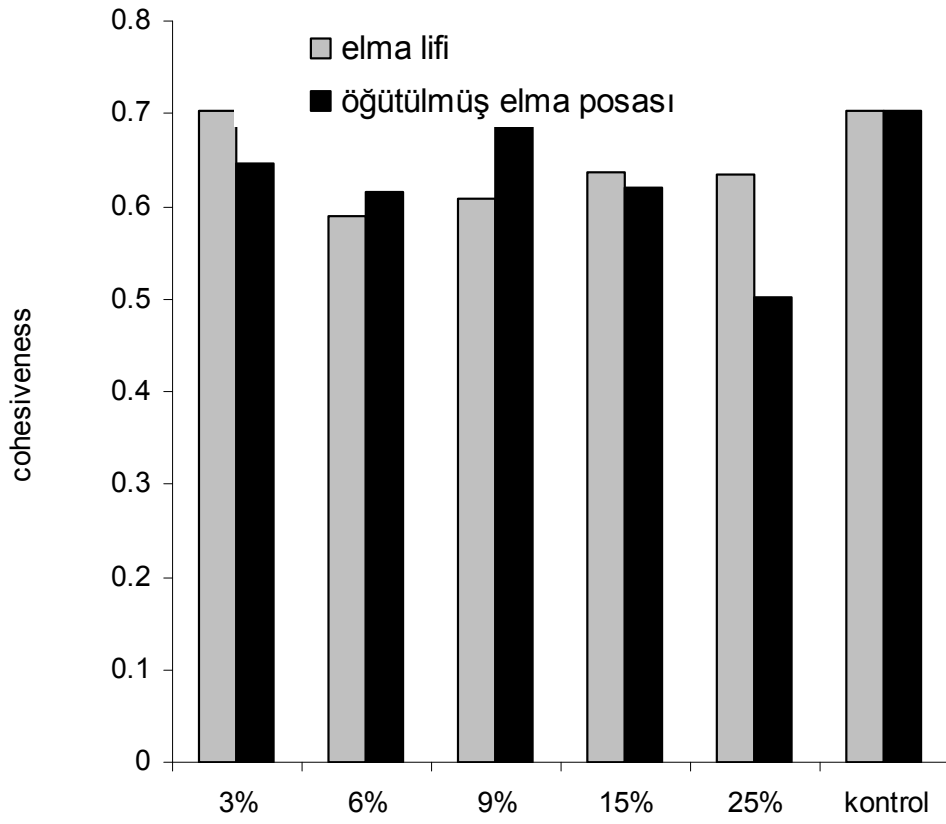
Şekil 259. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 1 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri



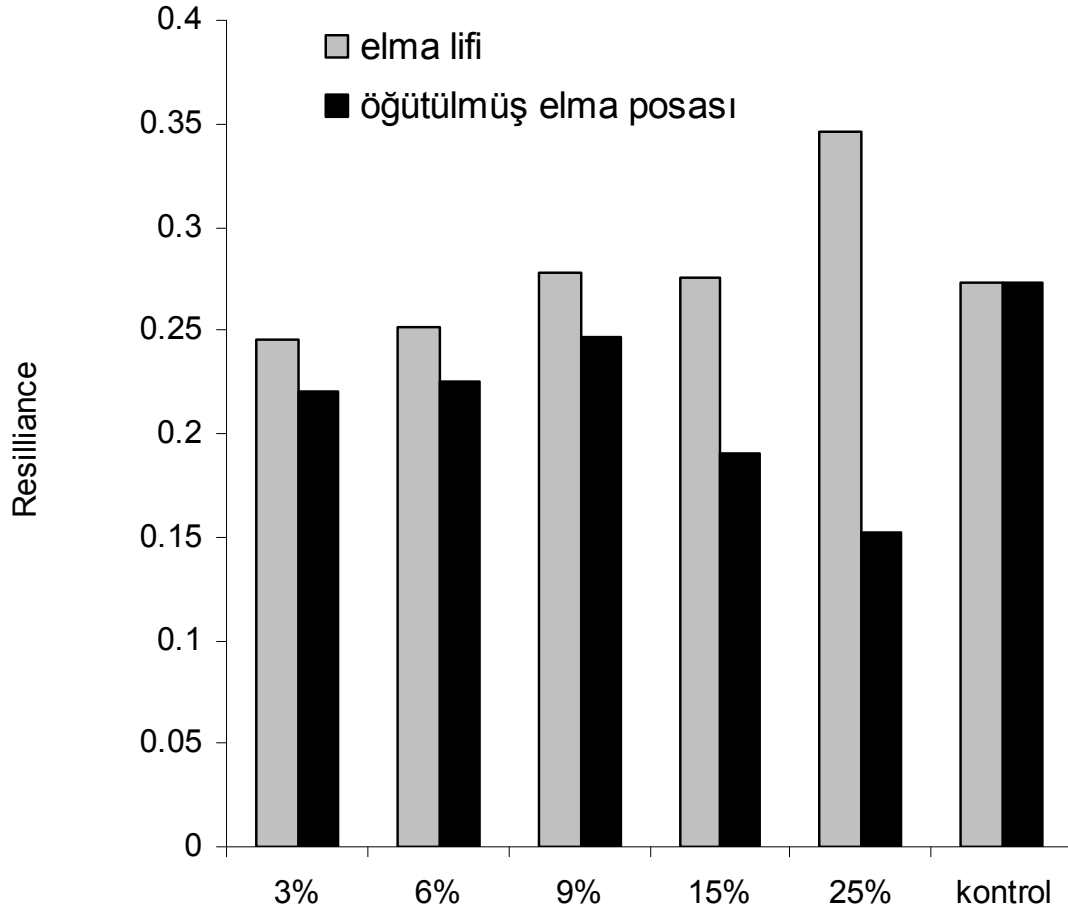
Şekil 260. Öğütölmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 2 nolu pıkten ölçölen sertlik değerleri



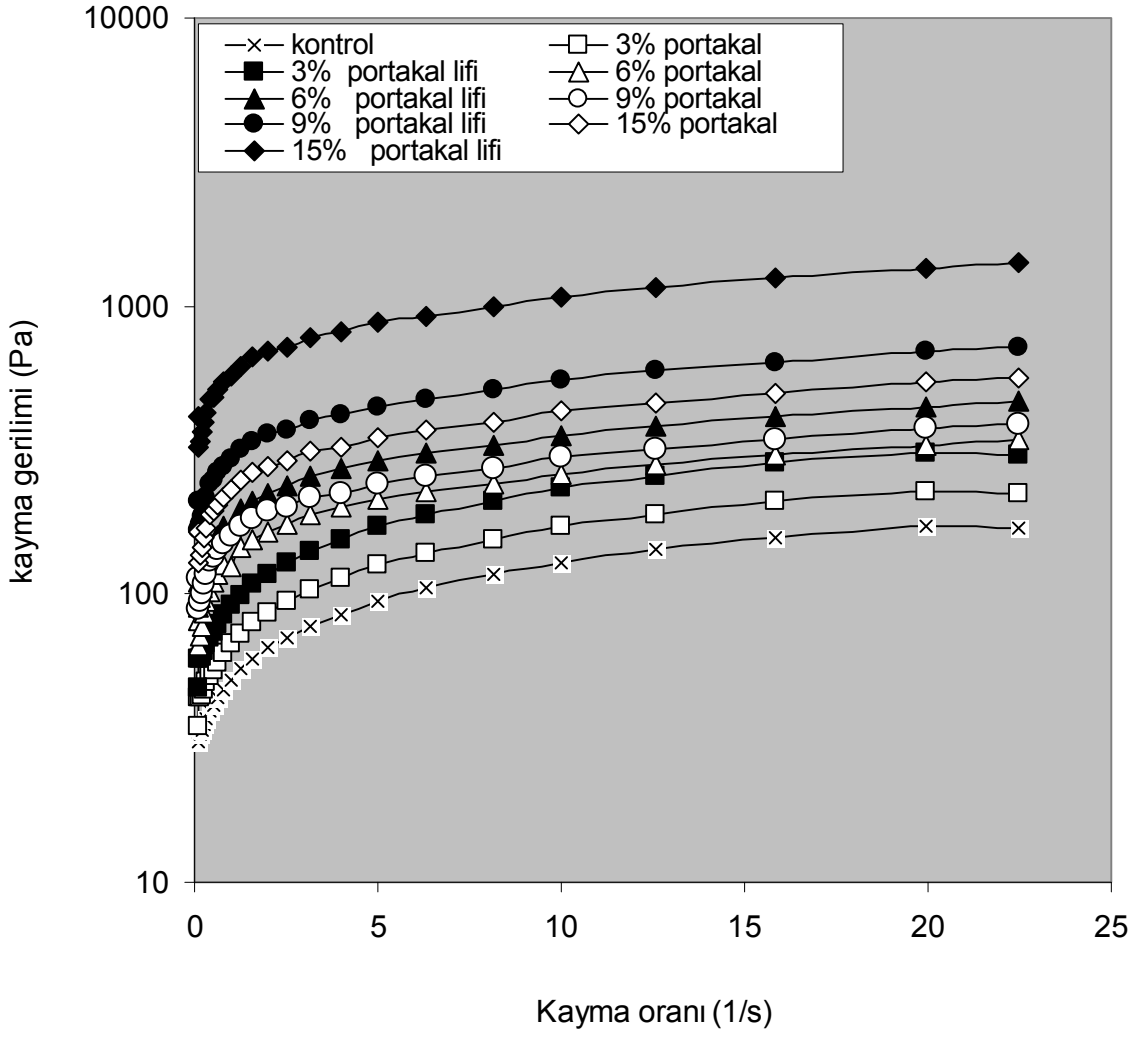
Şekil 261. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri



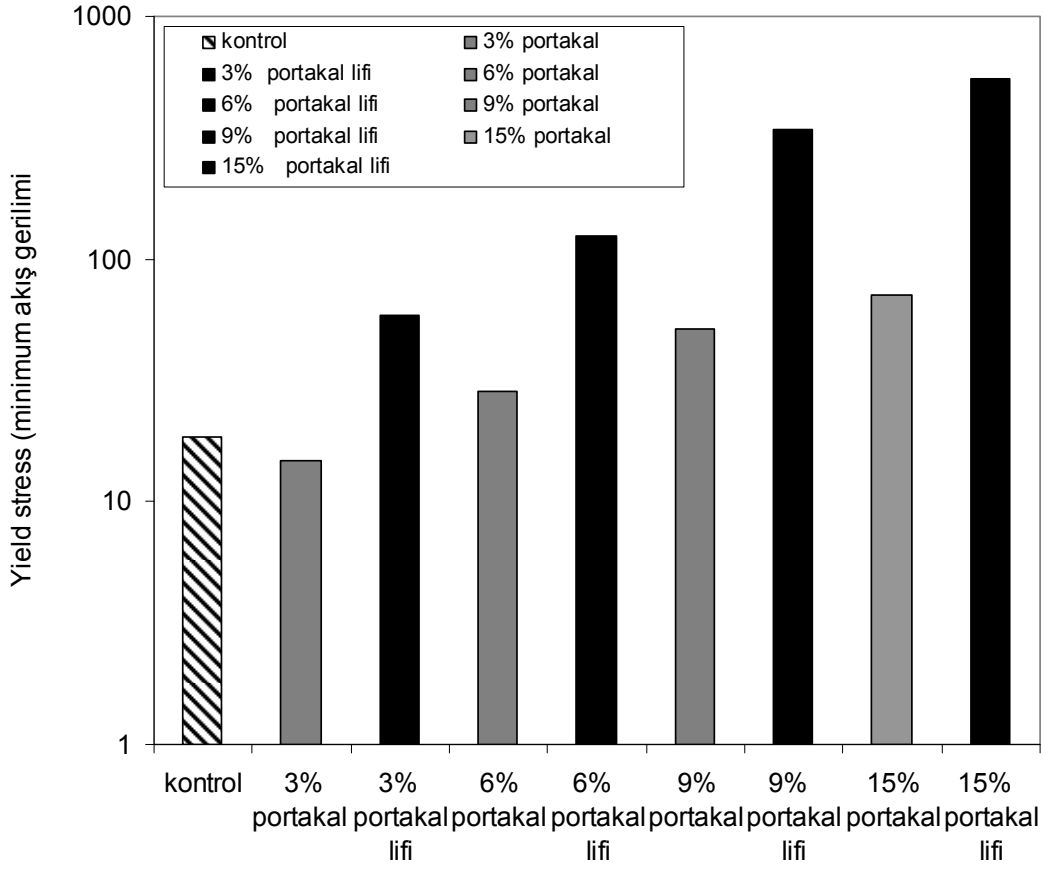
Şekil 262. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri



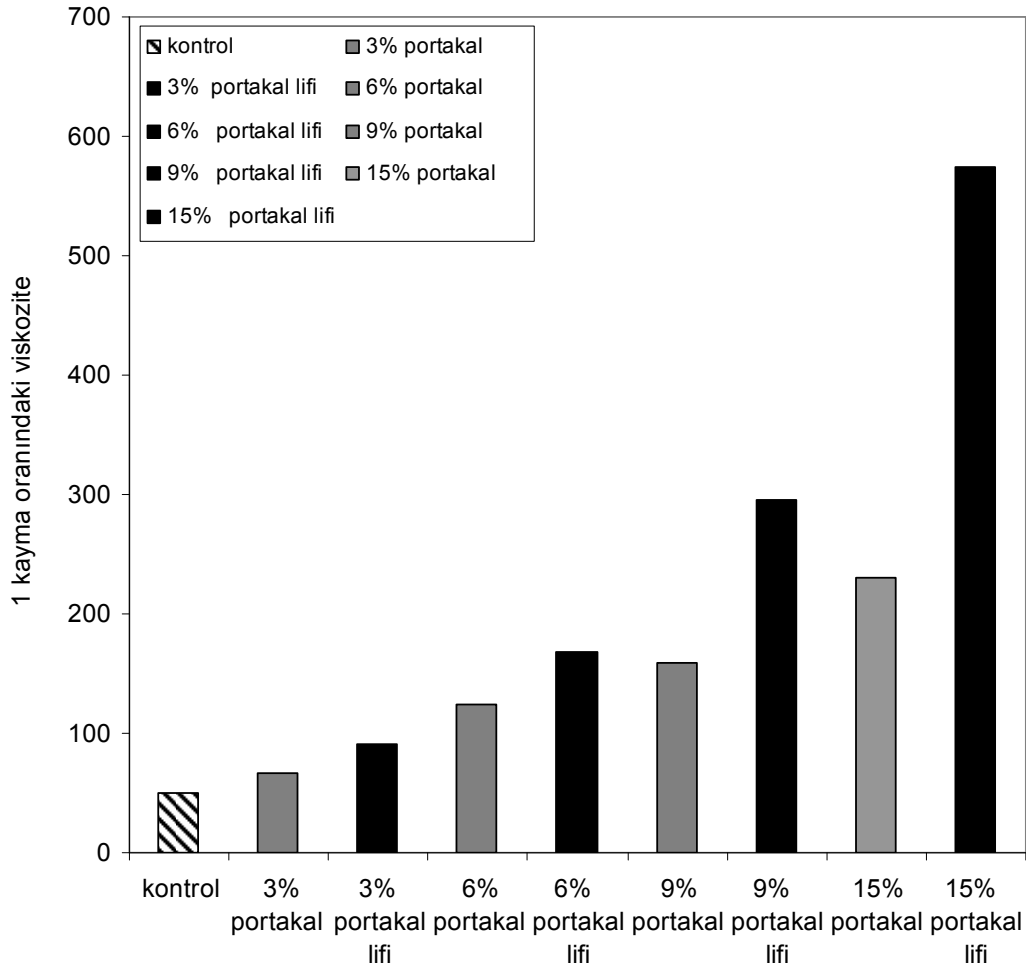
Şekil 263. Öğütülmüş elma ve elma lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilliance değerleri



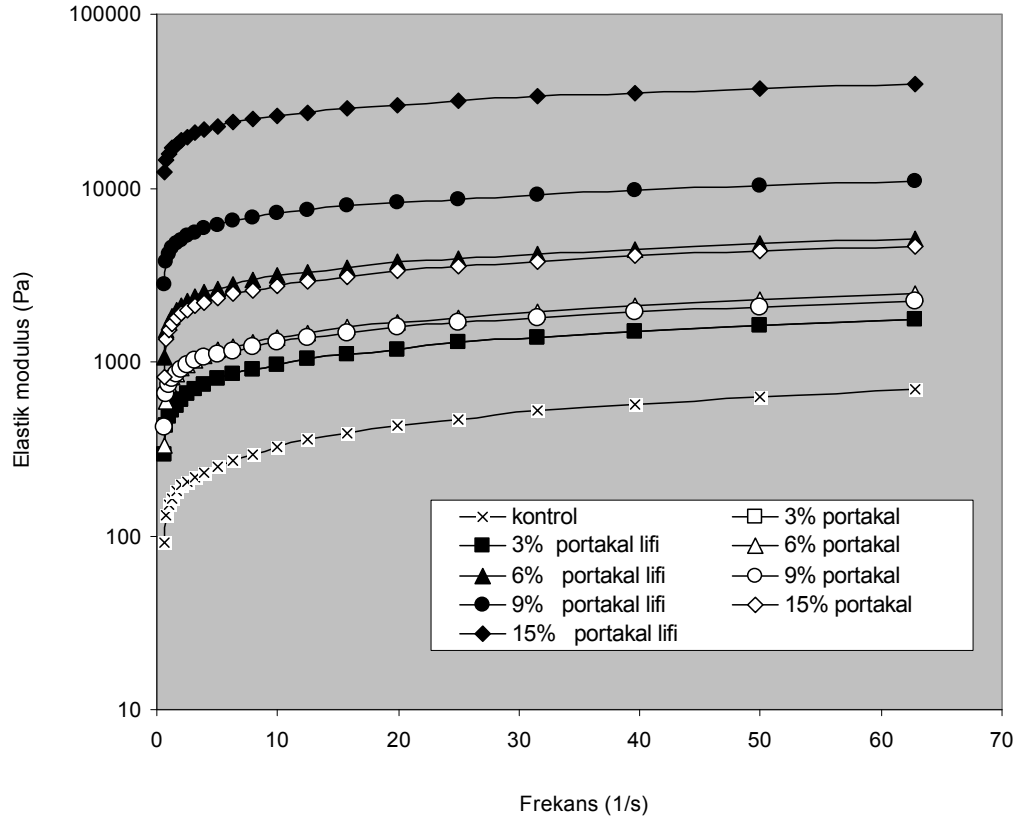
Şekil 264. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve 2mm elekten geçirilmiş portakal ve portakal liflerinden elde edilen kek hamurlarının reolojik ölçümleri



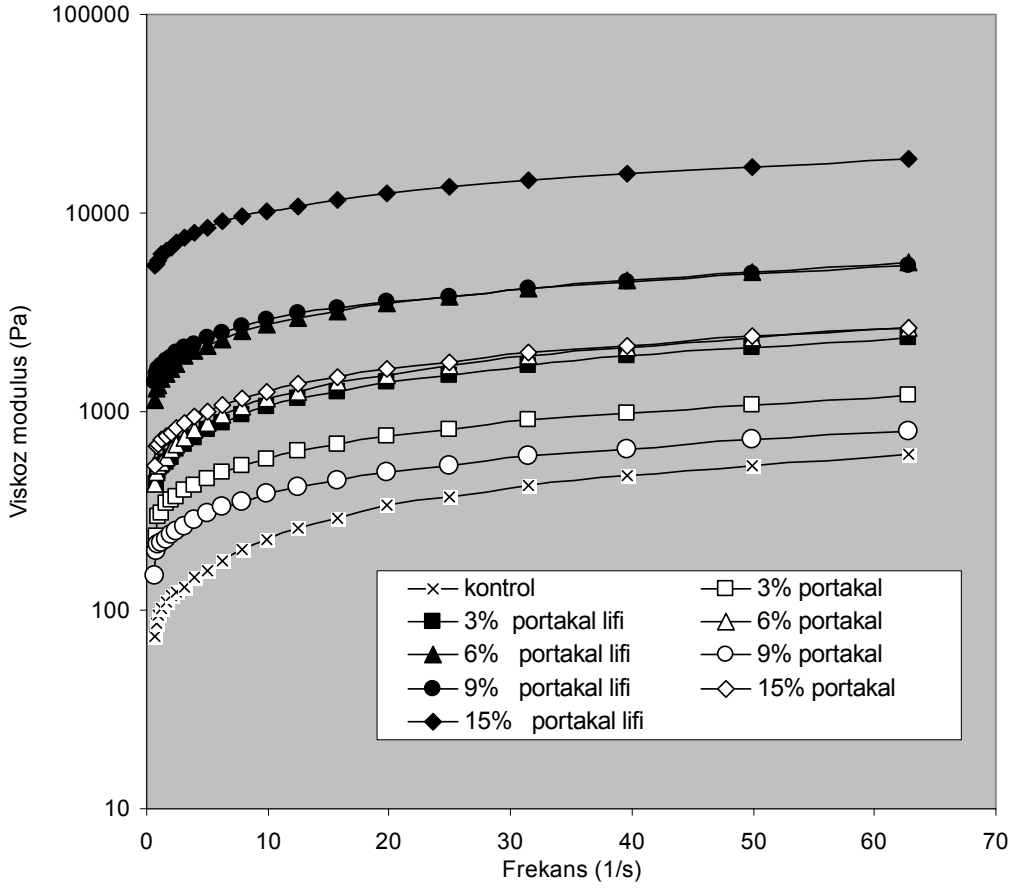
Şekil 265. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri



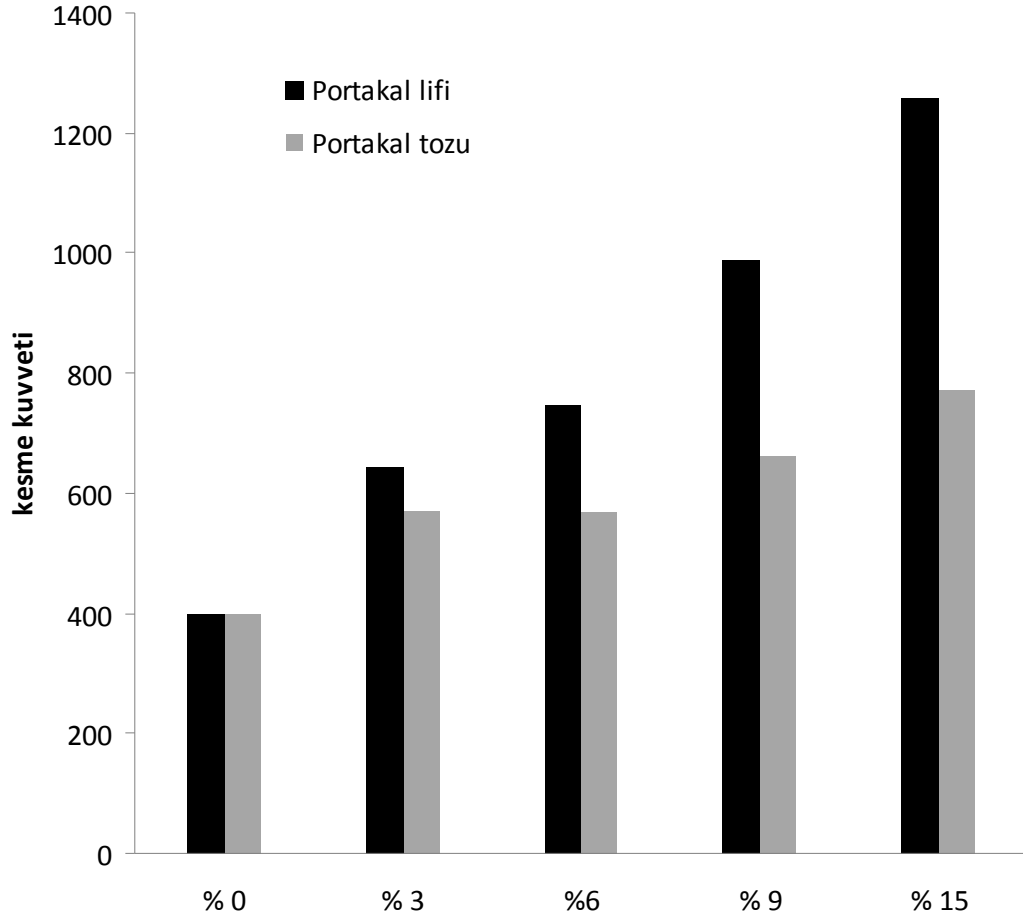
Şekil 266. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri



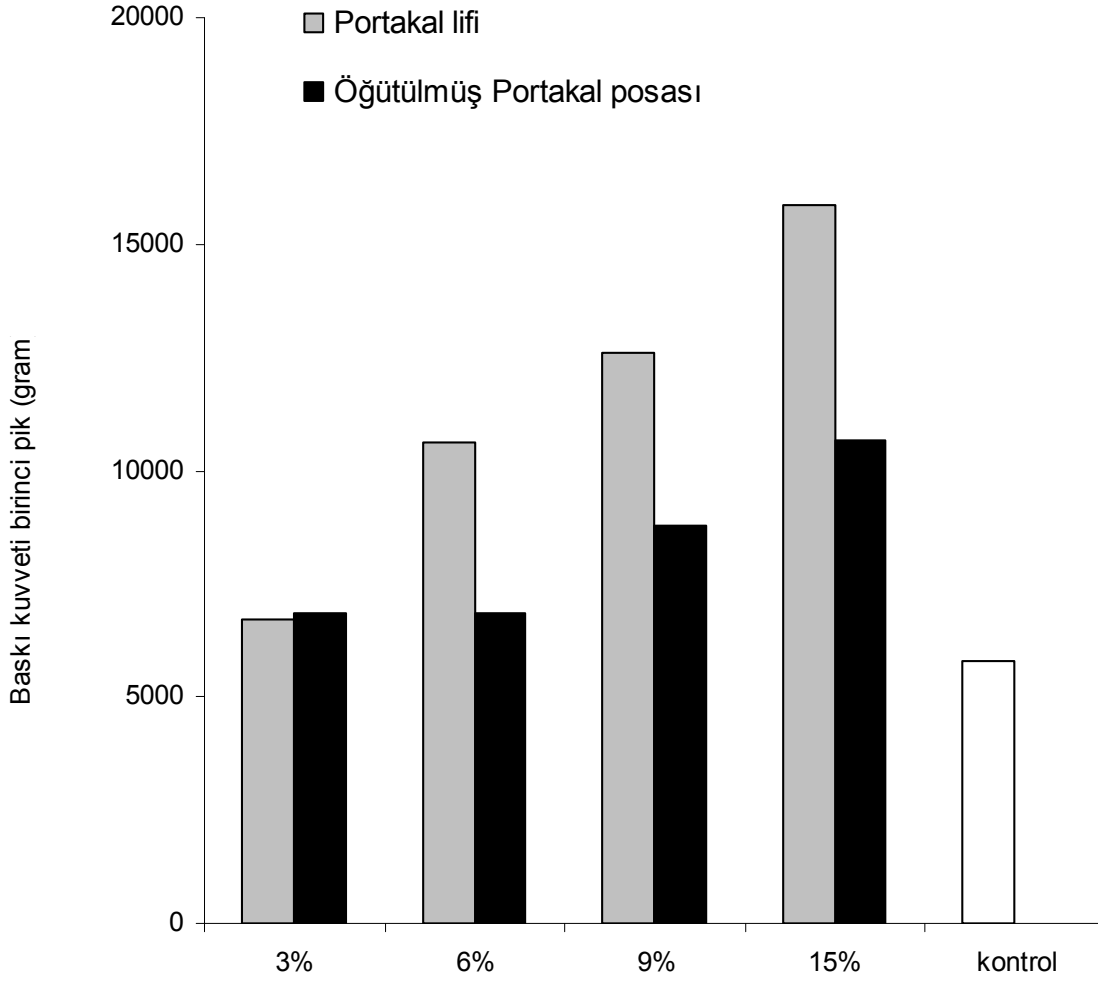
Şekil 267. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri



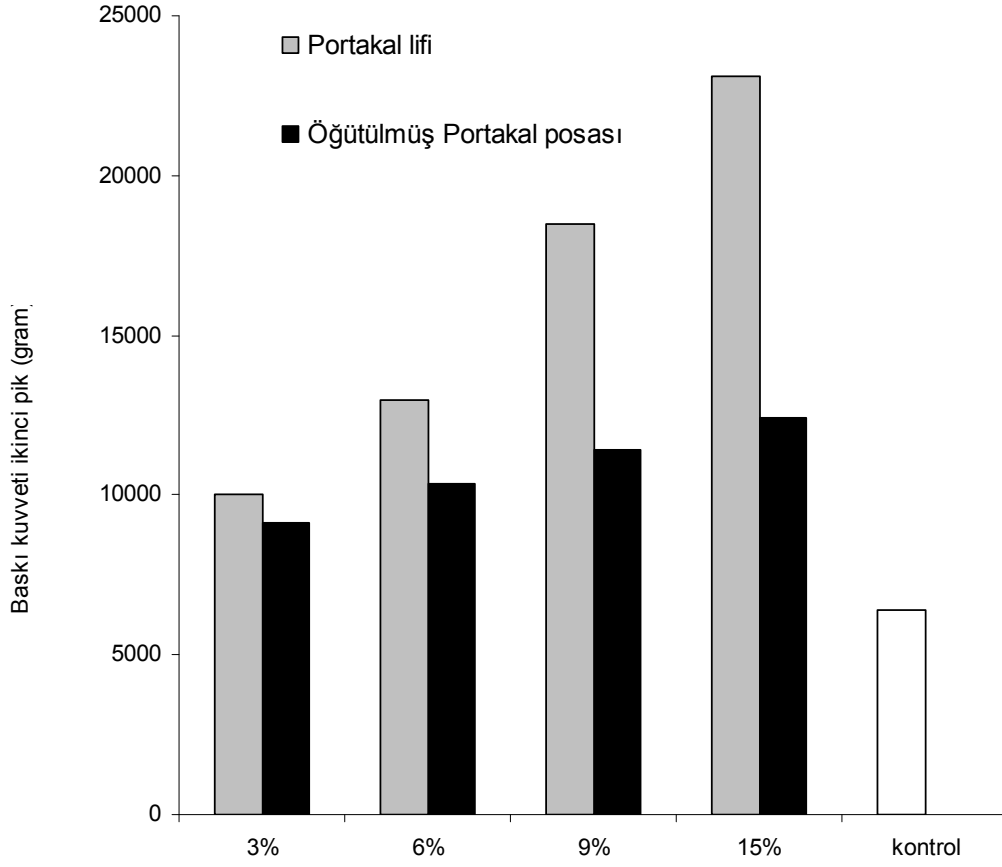
Şekil 268. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri



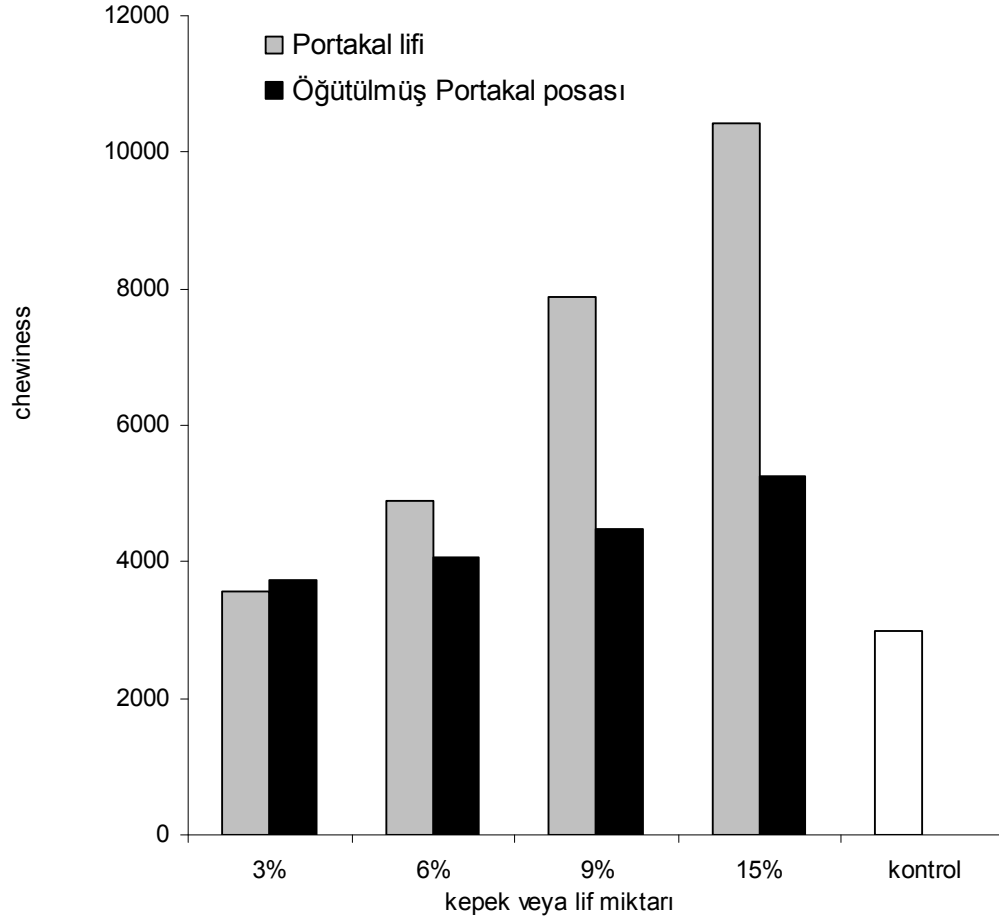
Şekil 269. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin kesme kuvveti değerleri



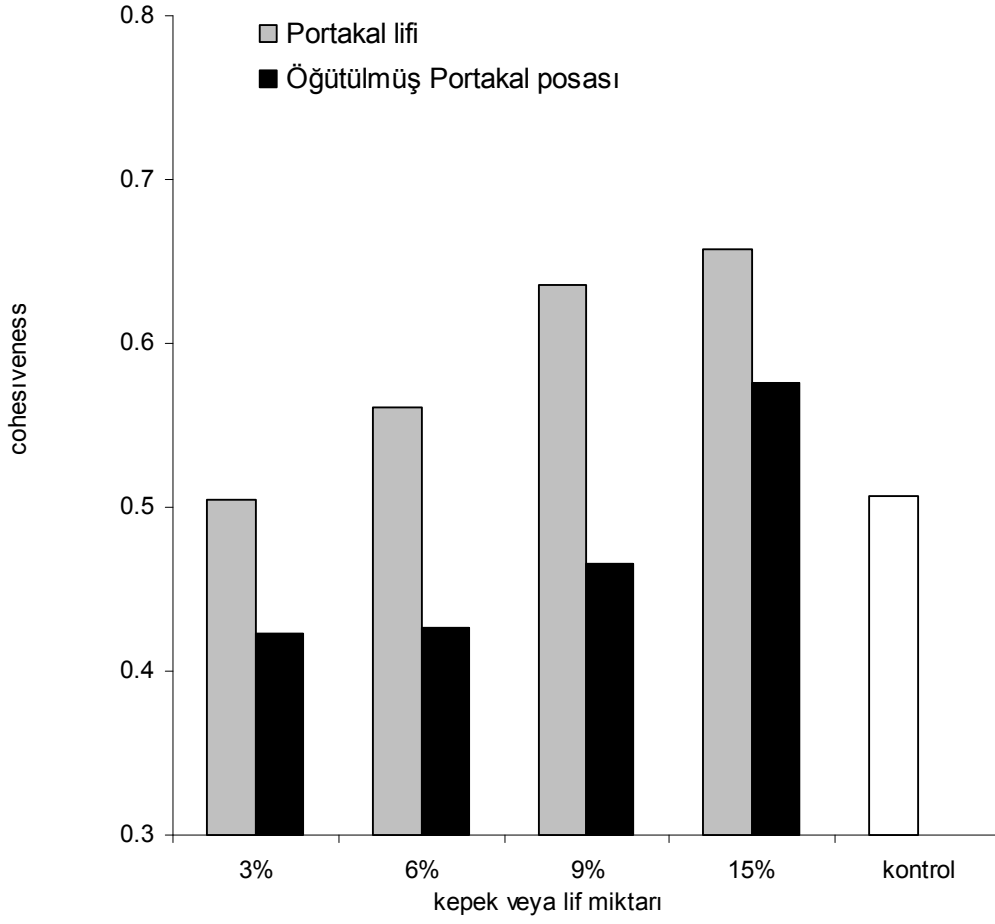
Şekil 270. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında birinci pik sertlik değerleri



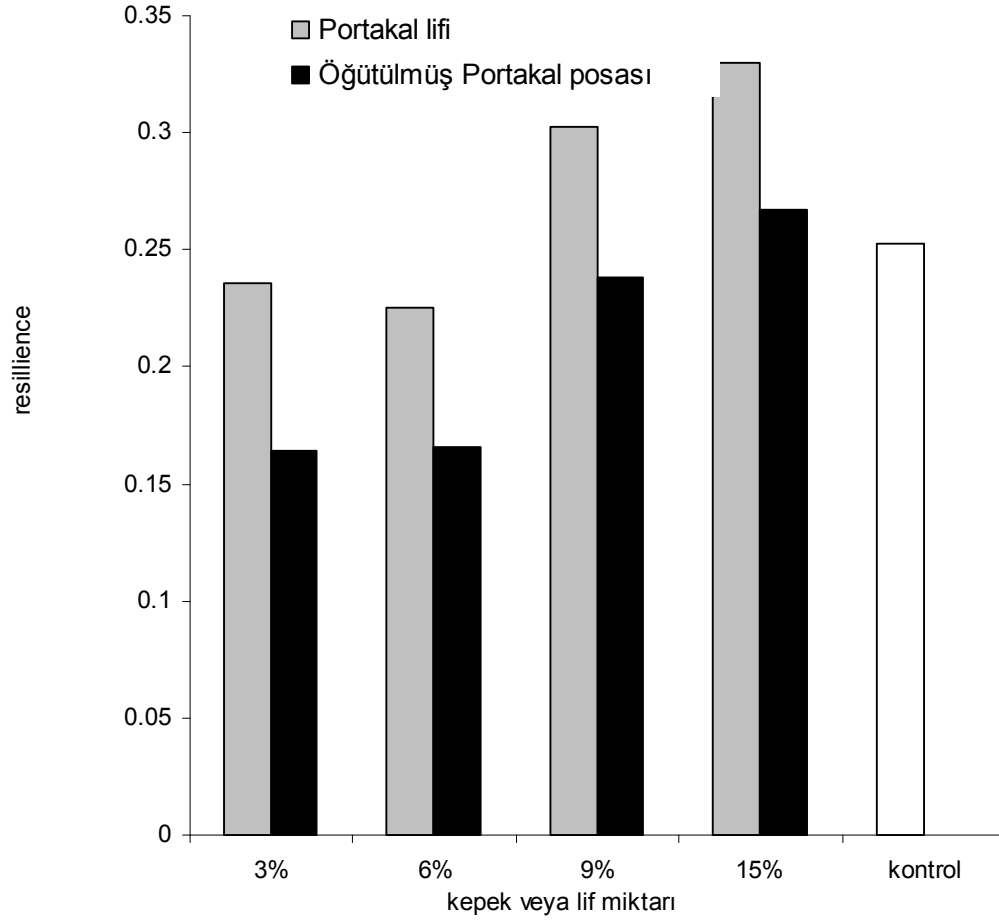
Şekil 271. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında ikinci pik sertlik değerleri



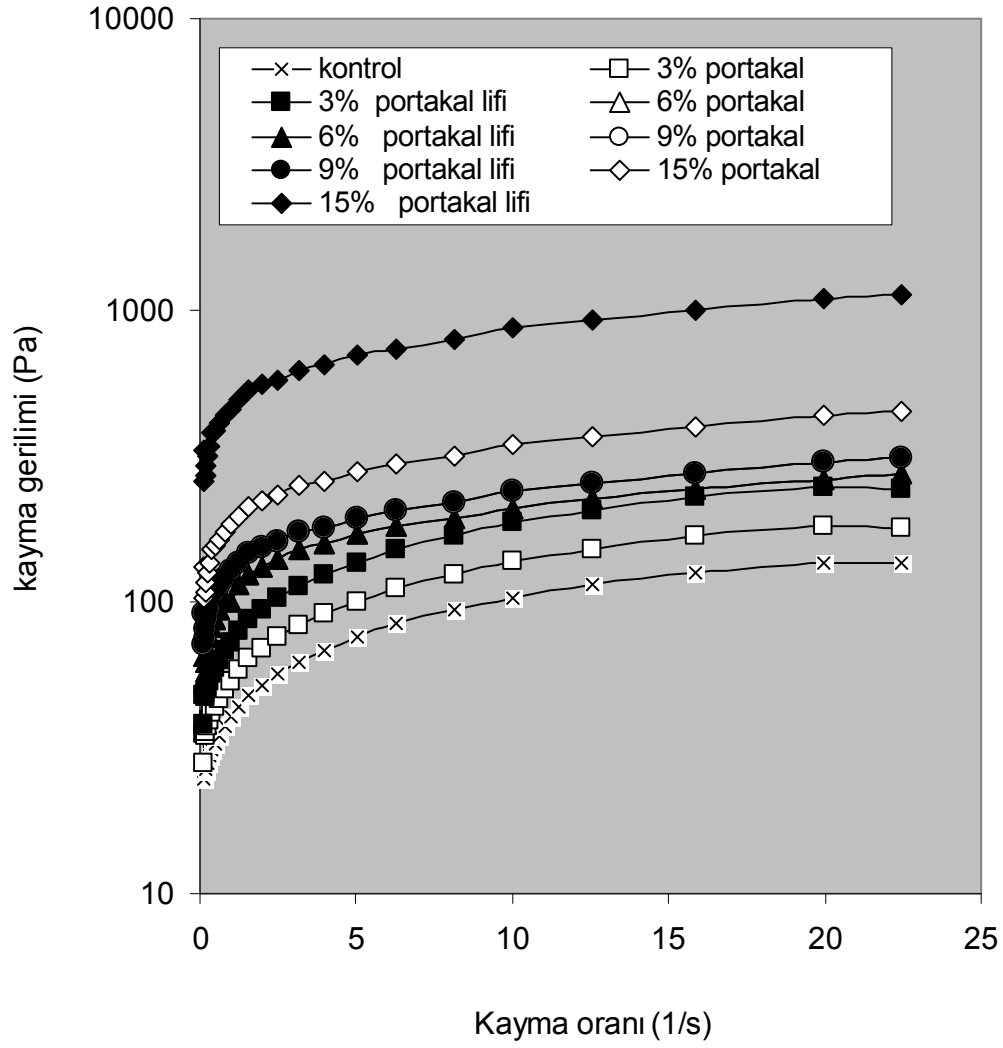
Şekil 272. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri



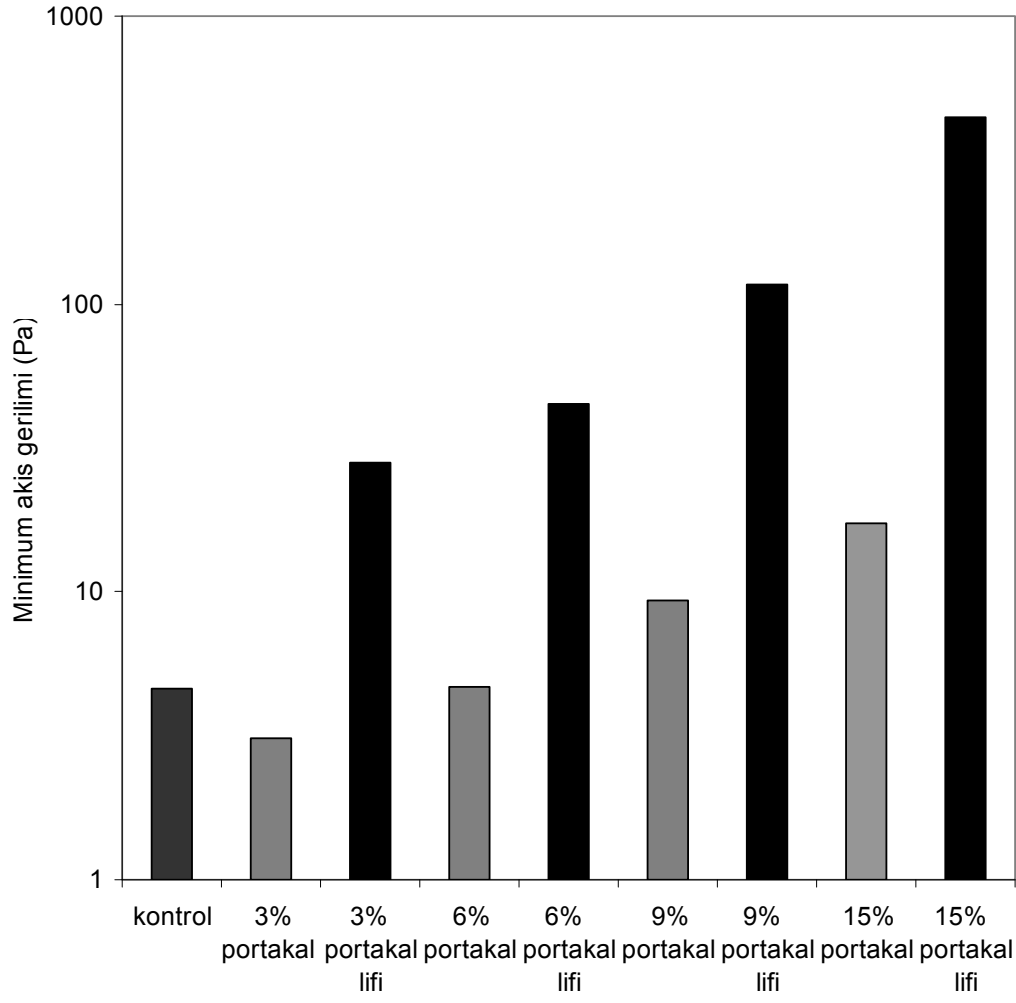
Şekil 273. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri



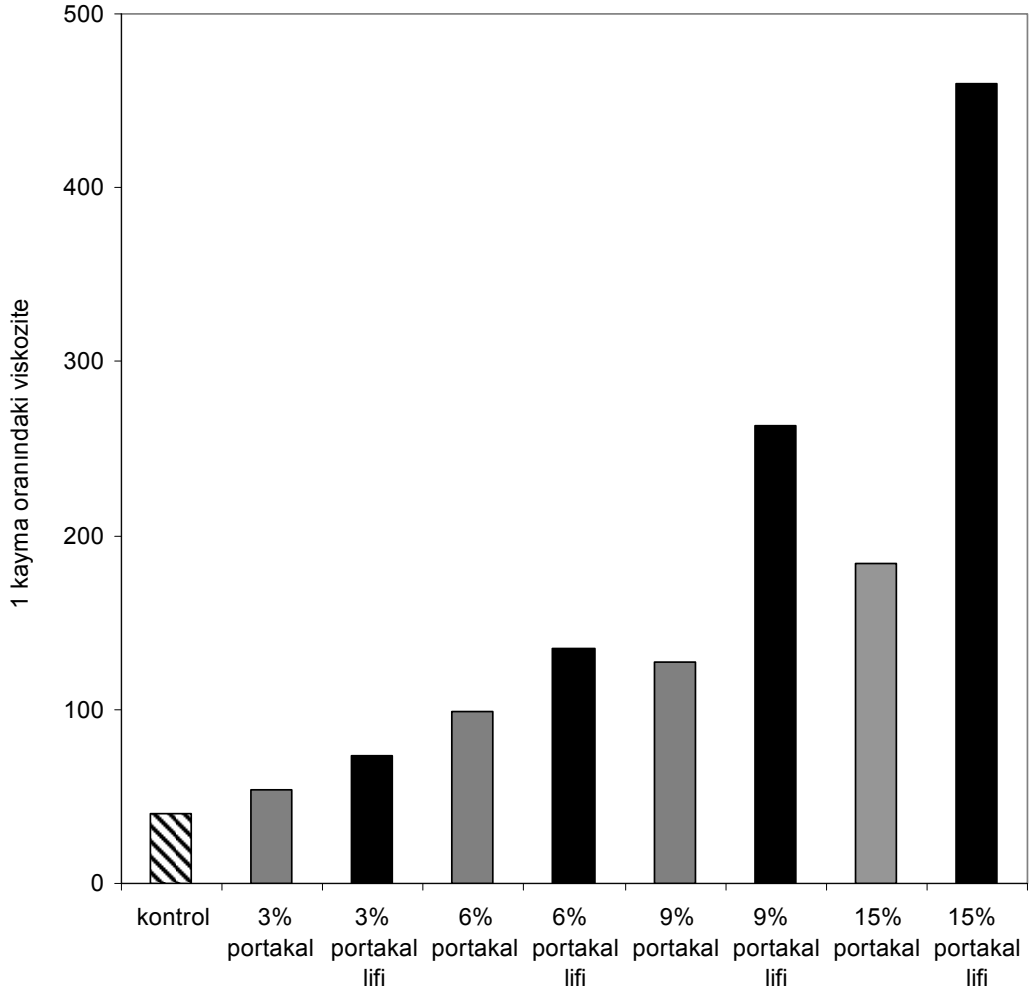
Şekil 274. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilience değerleri



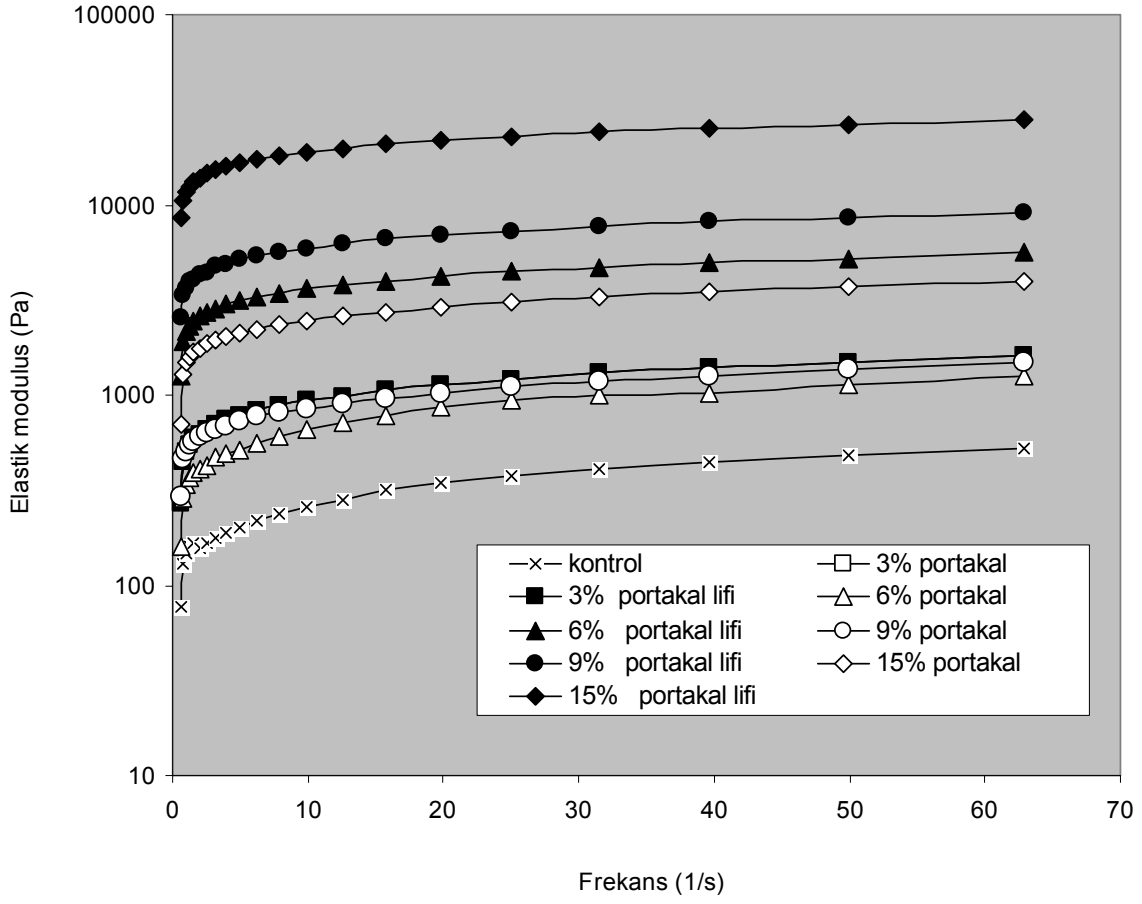
Şekil 275. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri



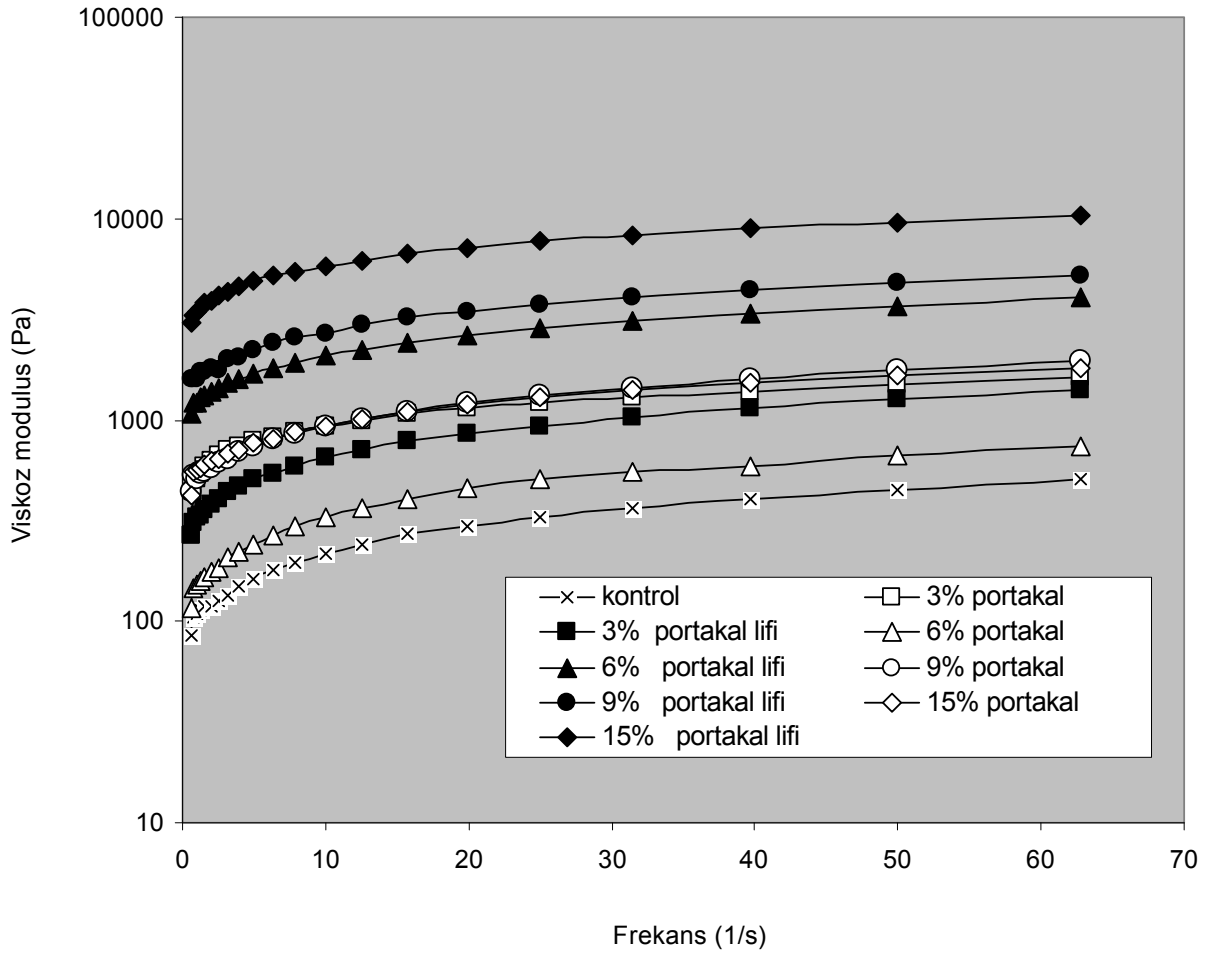
Şekil 276. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri



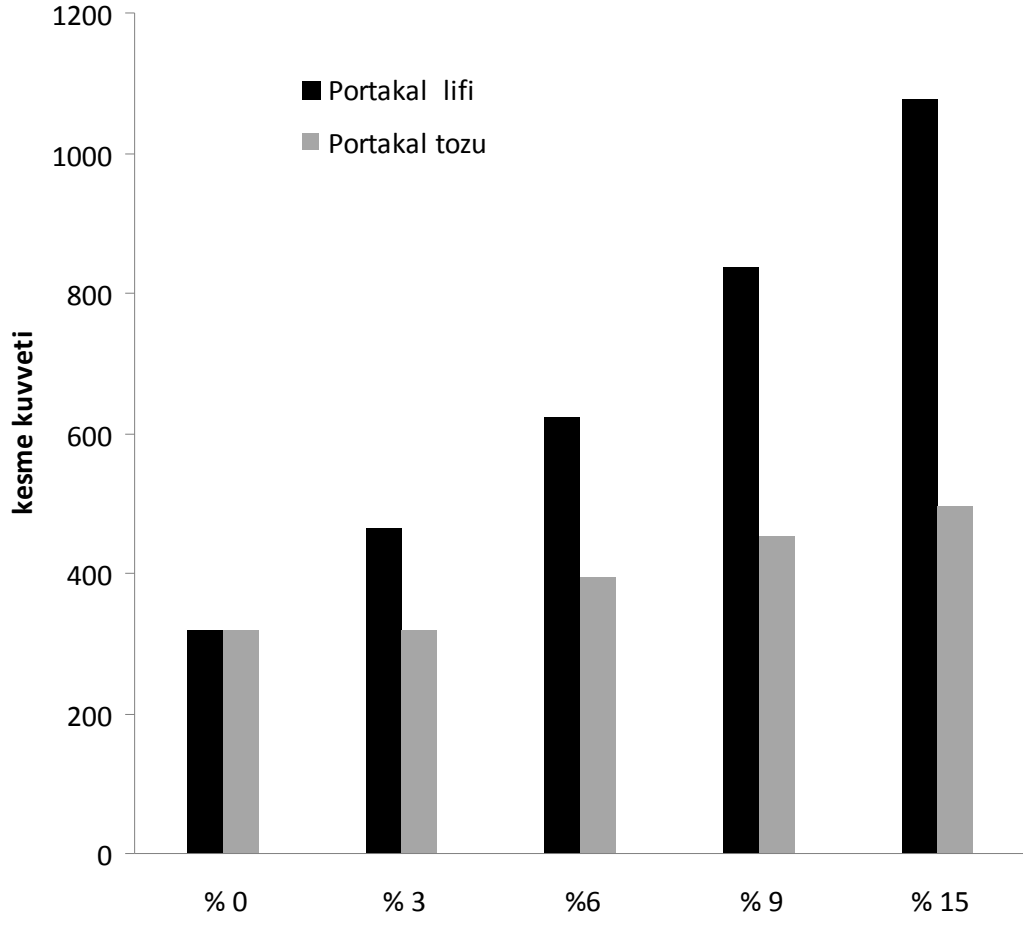
Şekil 277. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri



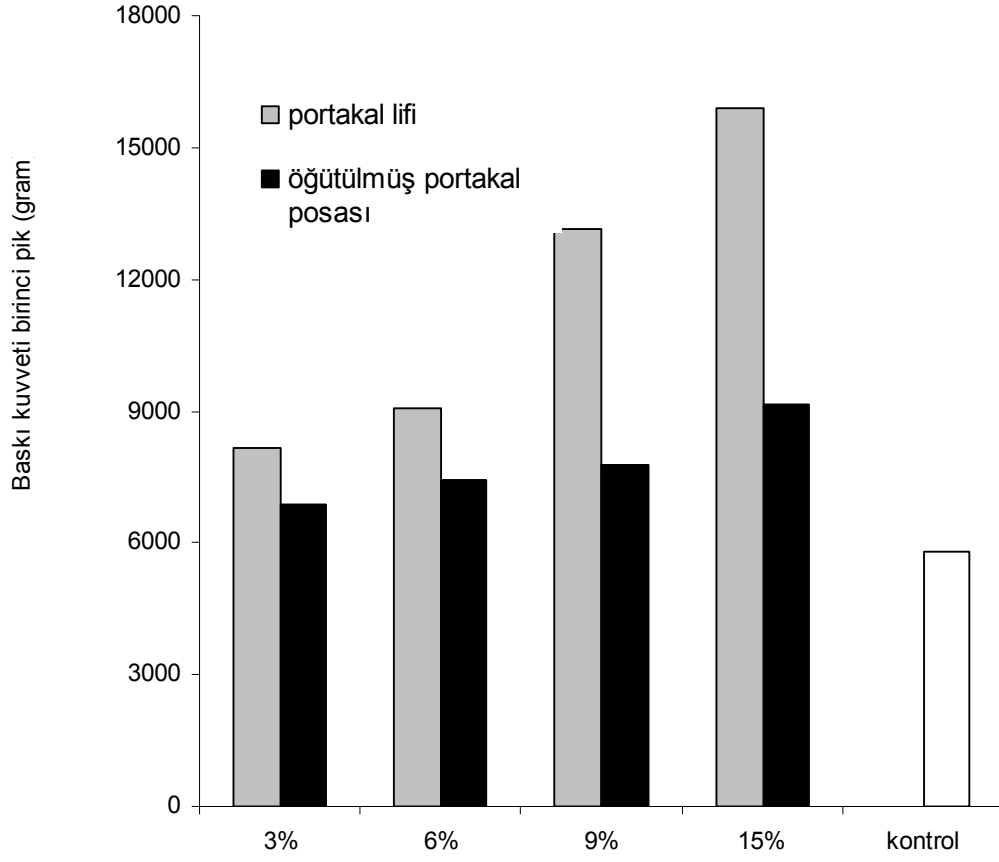
Şekil 278. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri



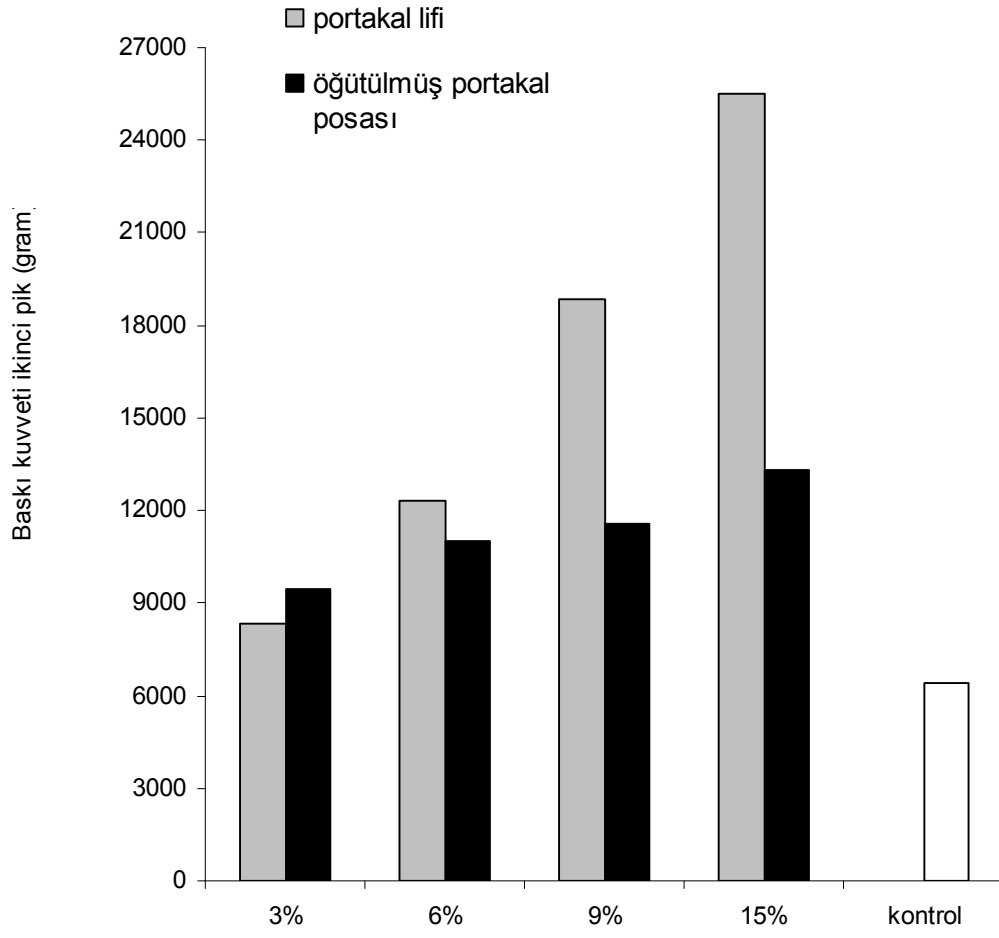
Şekil 279. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri



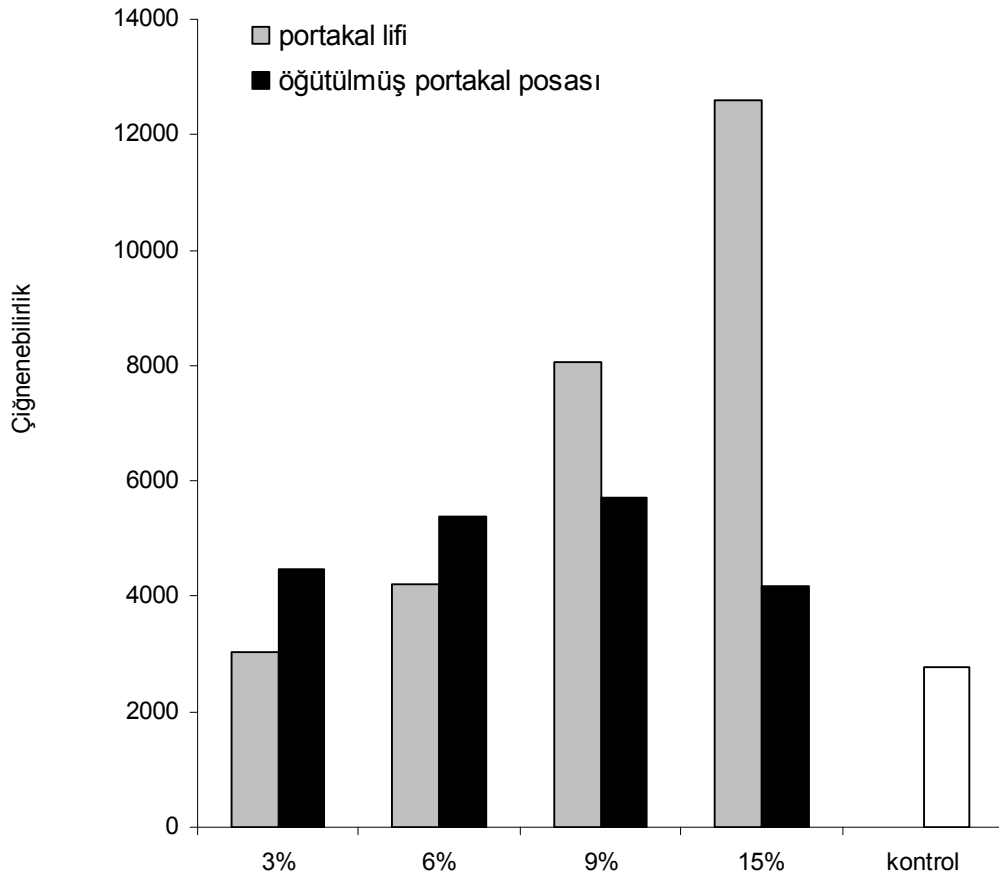
Şekil 280. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme kuvvetleri



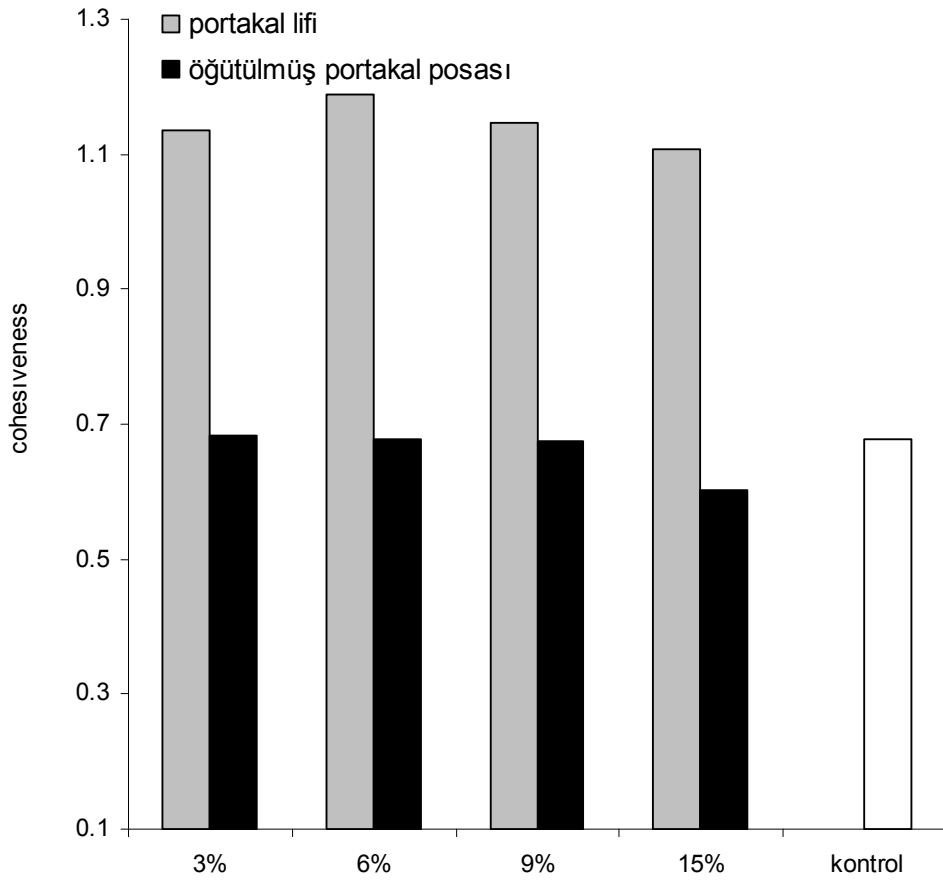
Şekil 281. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 1 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri



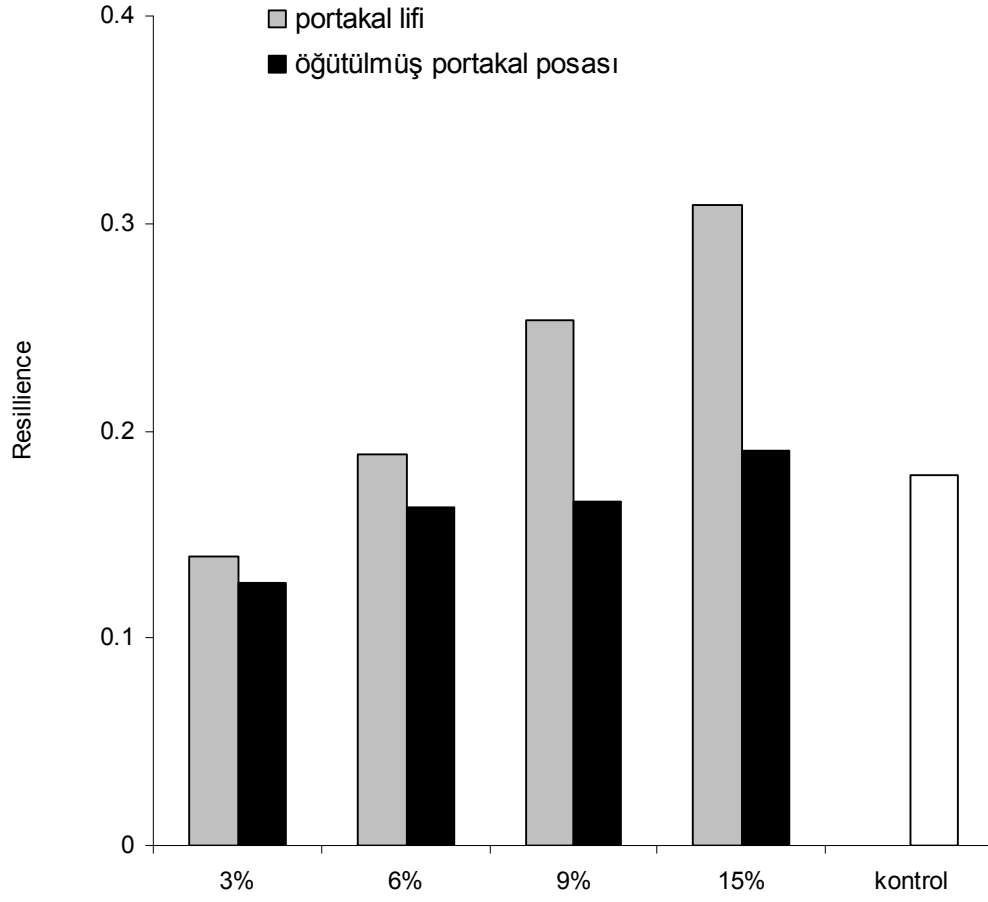
Şekil 282. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 2 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri



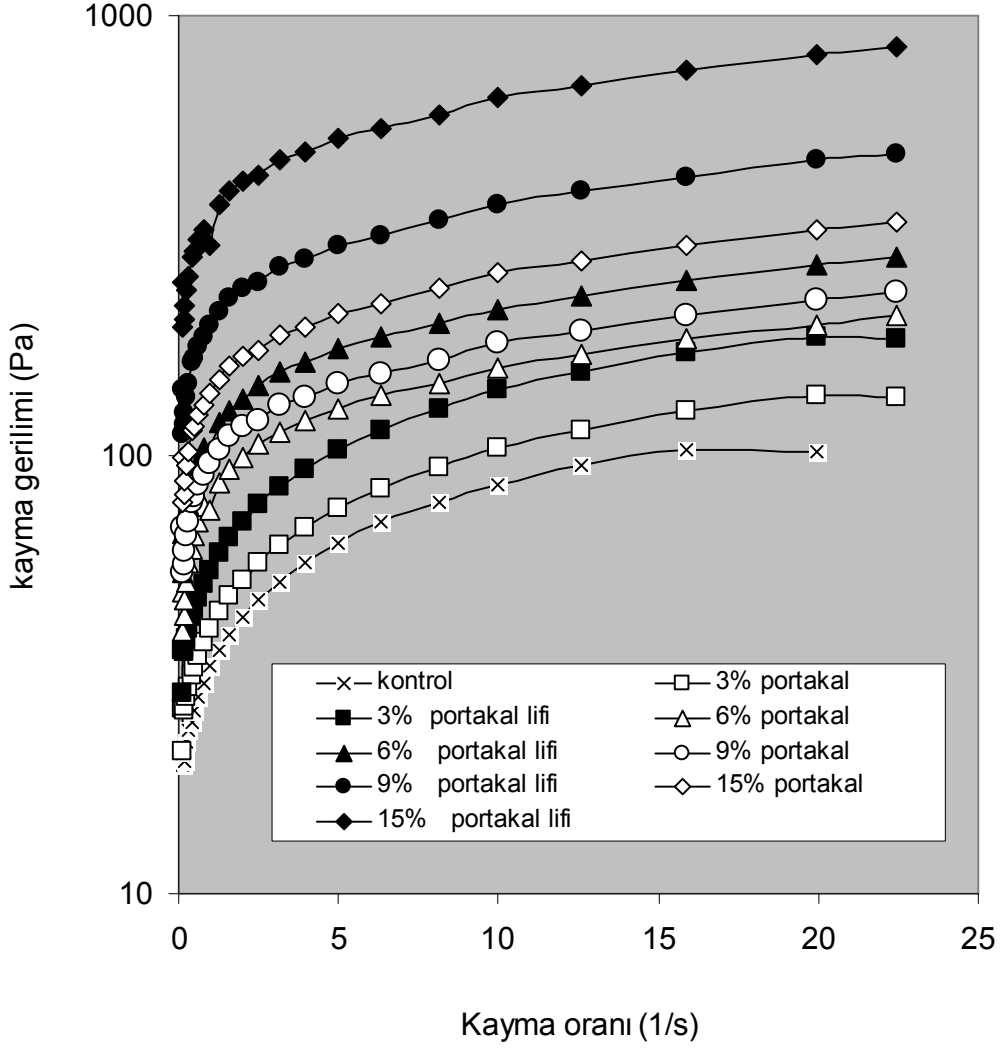
Şekil 283. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri



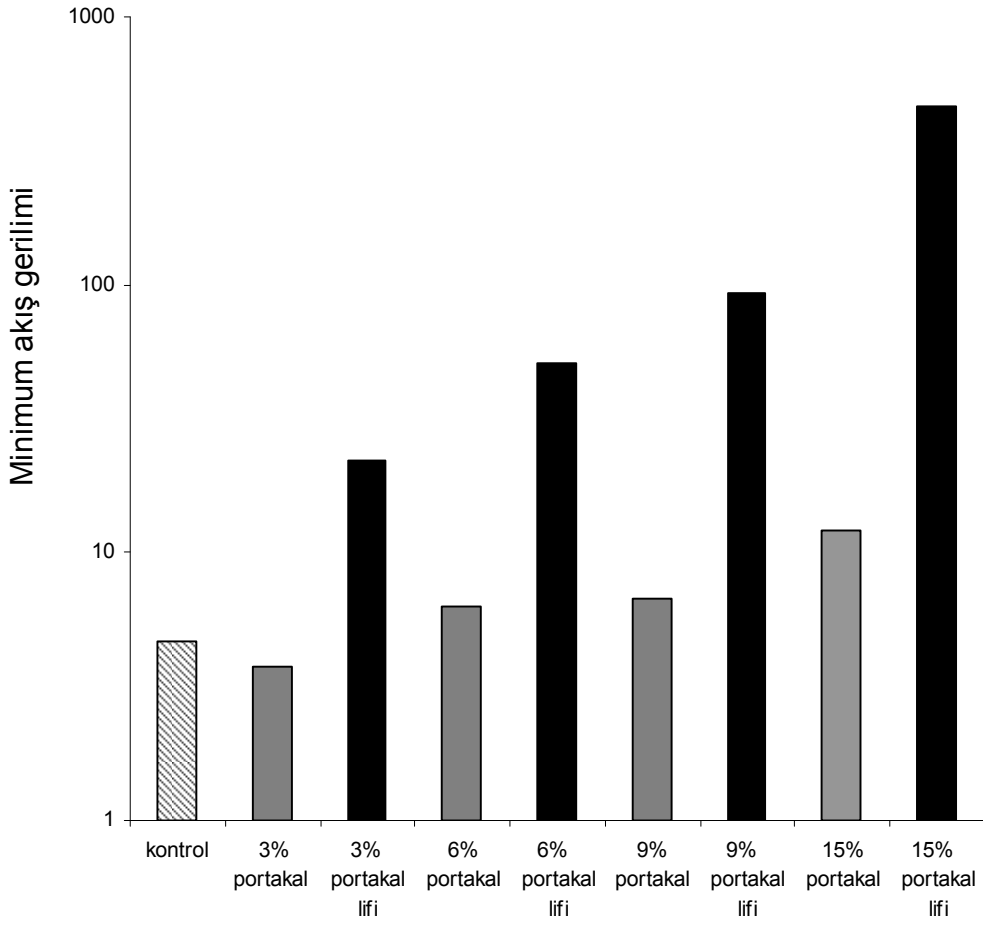
Şekil 284. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri



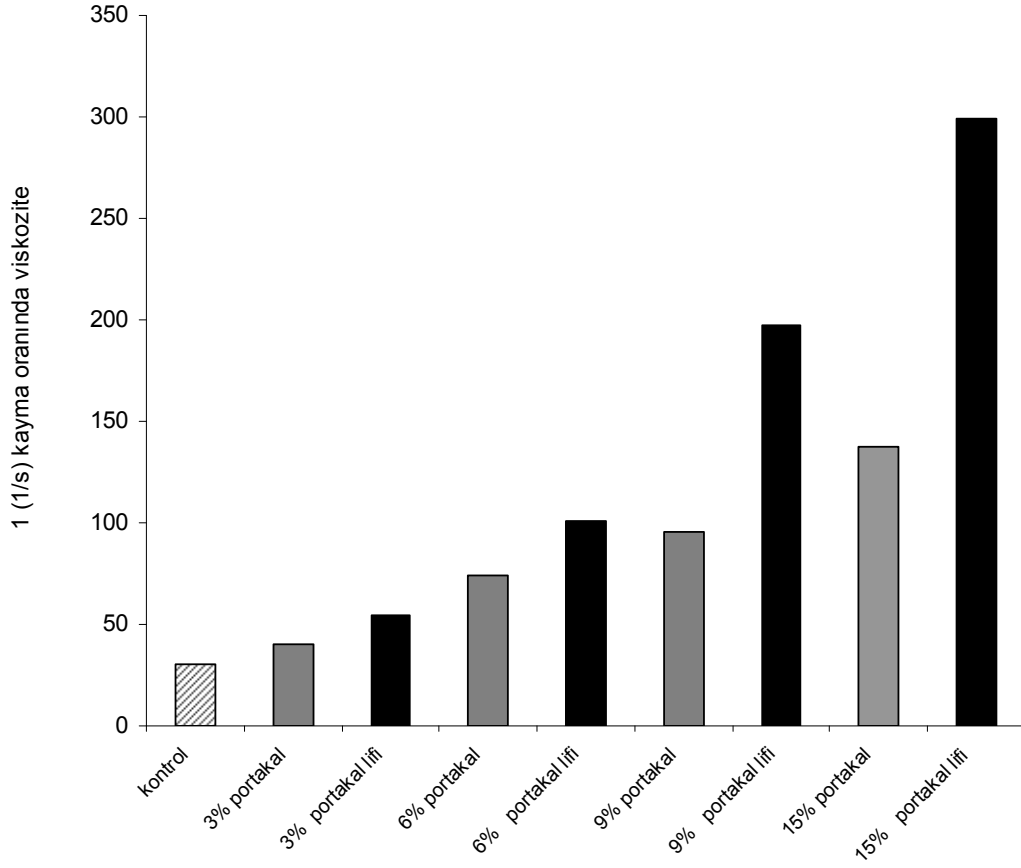
Şekil 285. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilliance değerleri



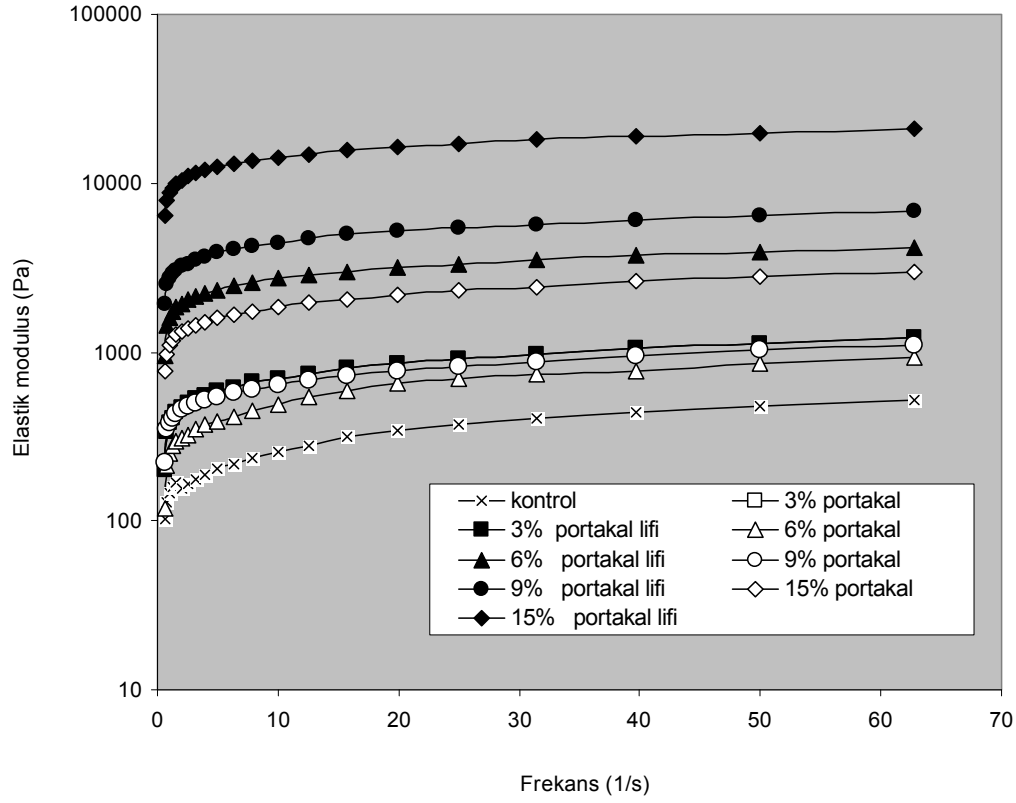
Şekil 286. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri



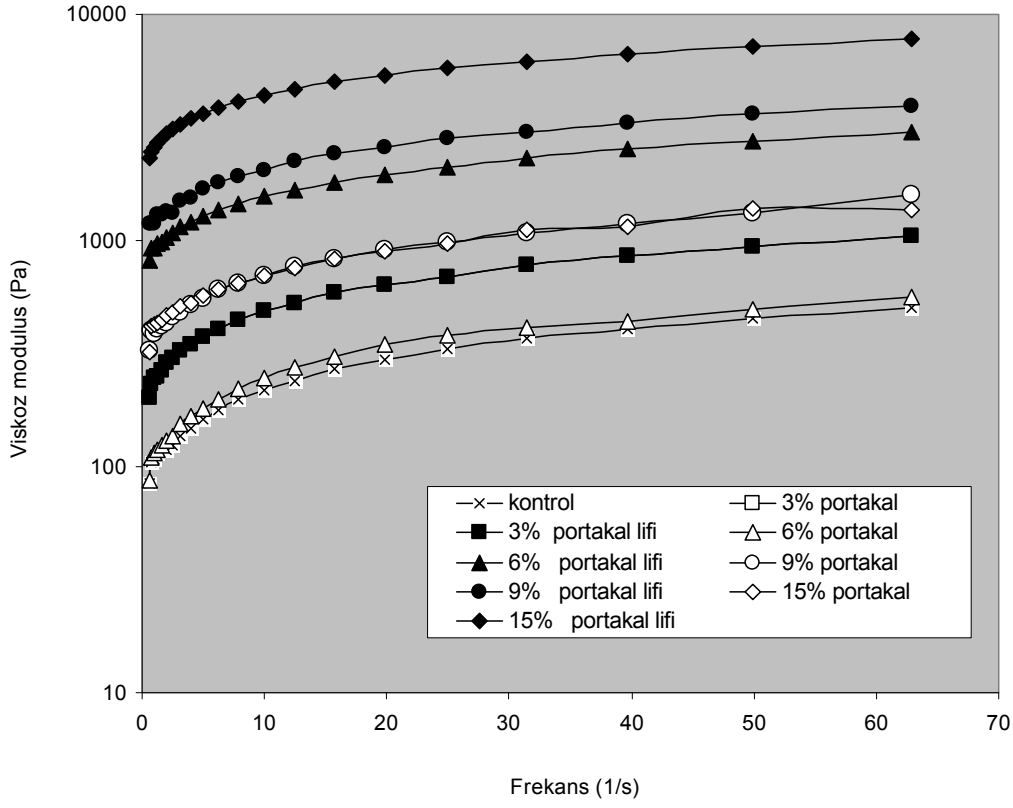
Şekil 287. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri



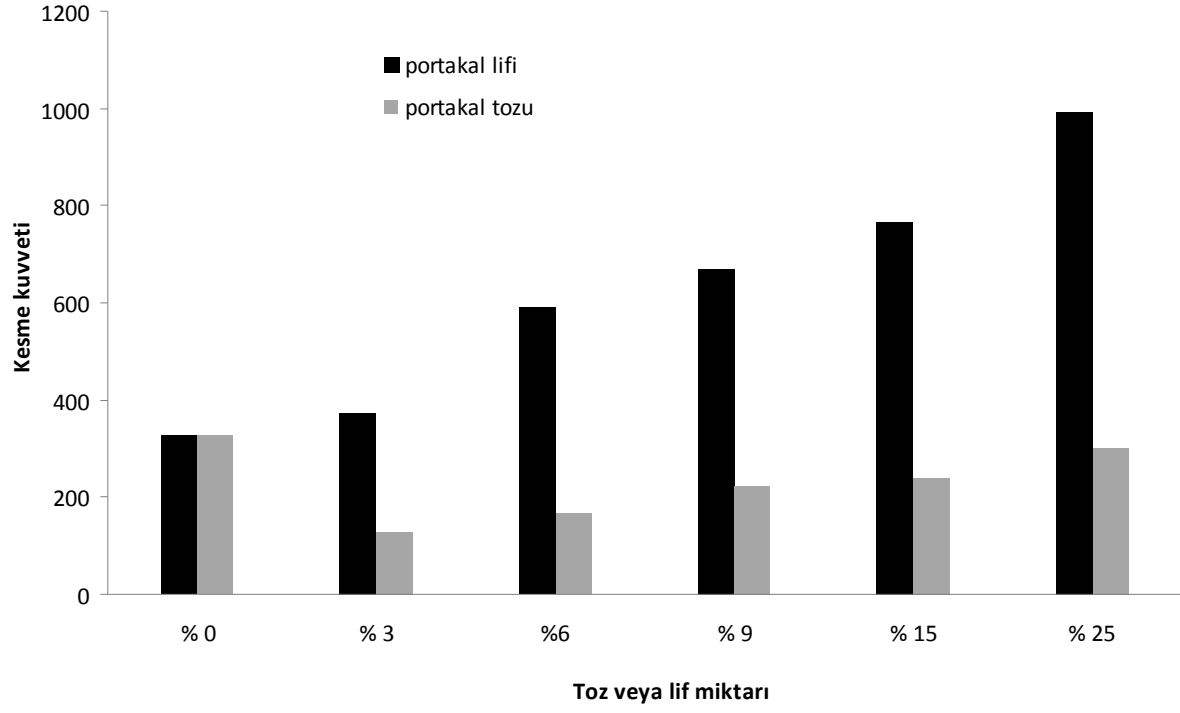
Şekil 288. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri



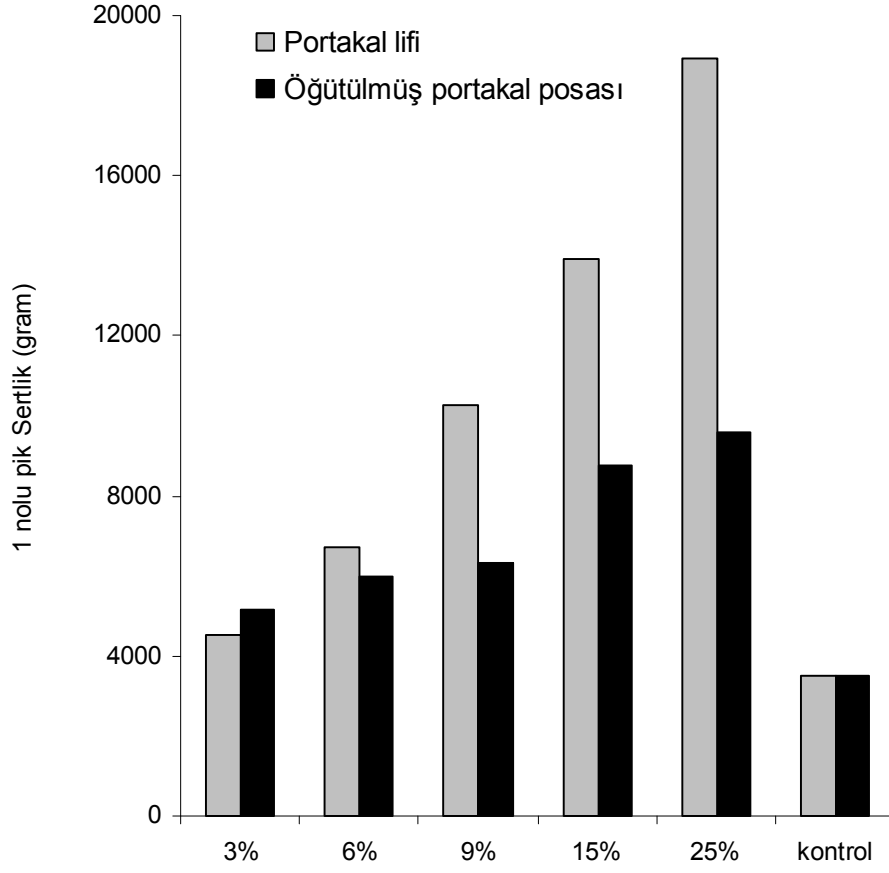
Şekil 289. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri



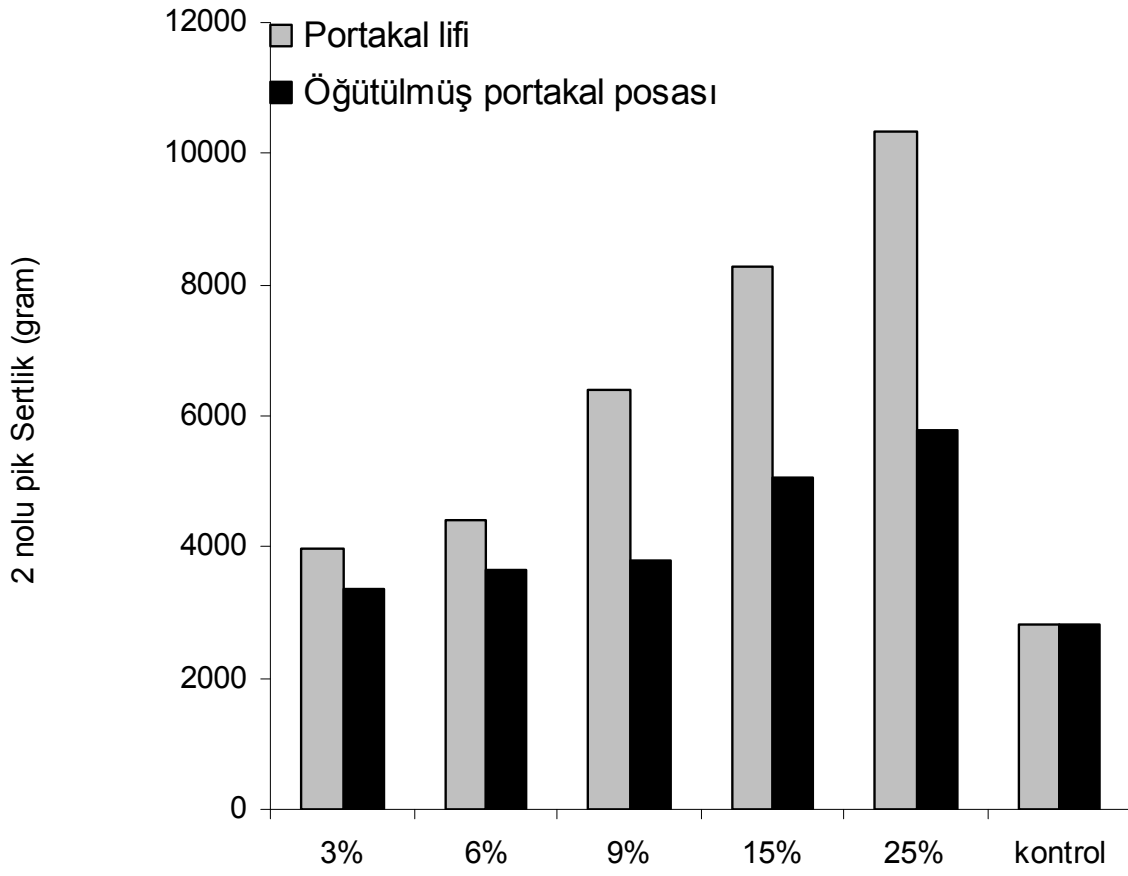
Şekil 290. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri



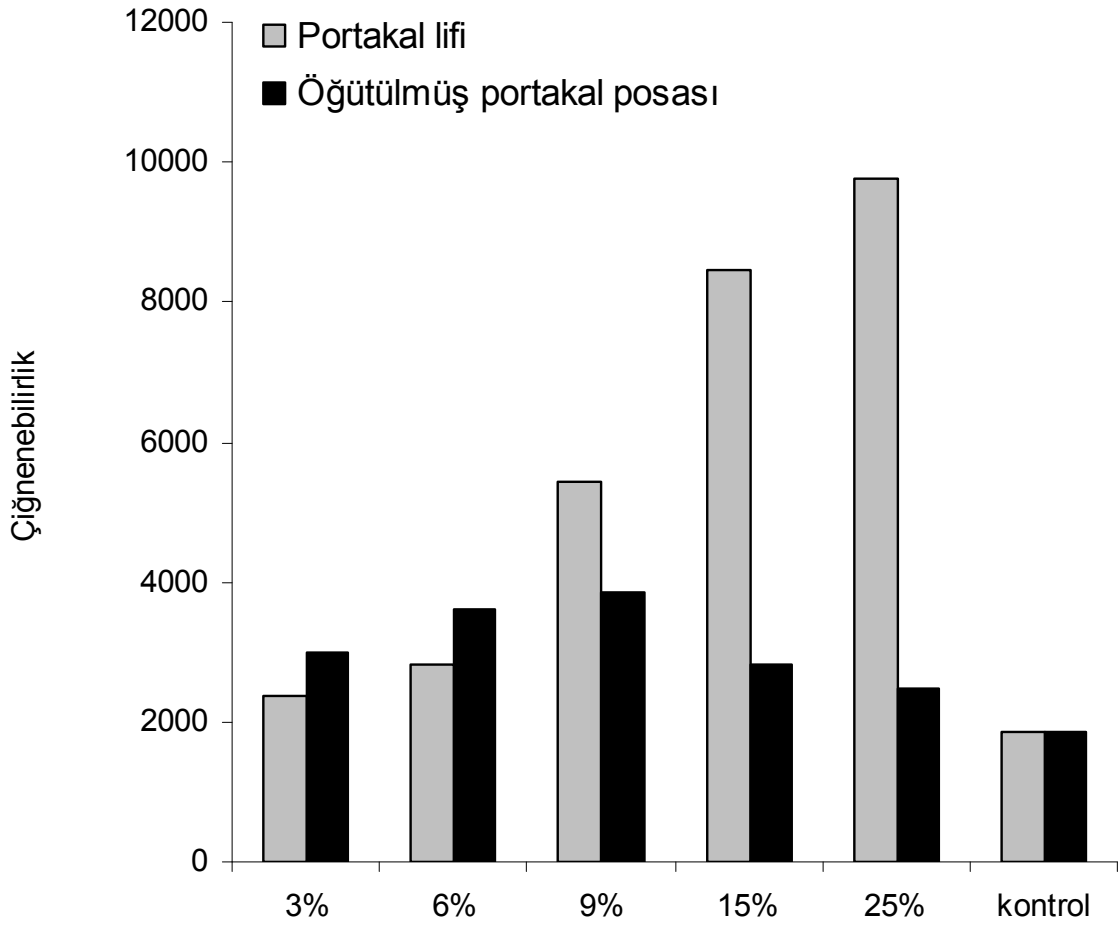
Şekil 291. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme kuvvetleri



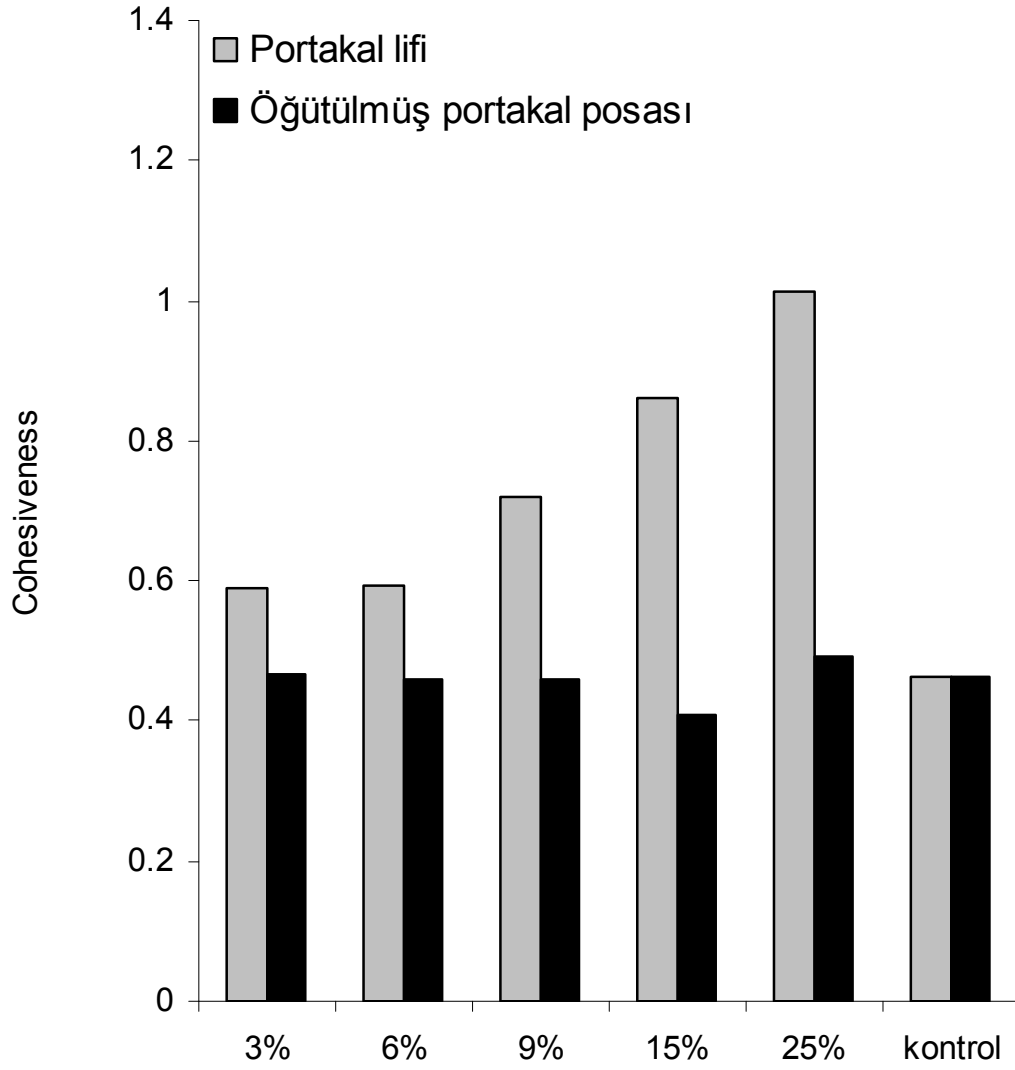
Şekil 292. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 1 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri



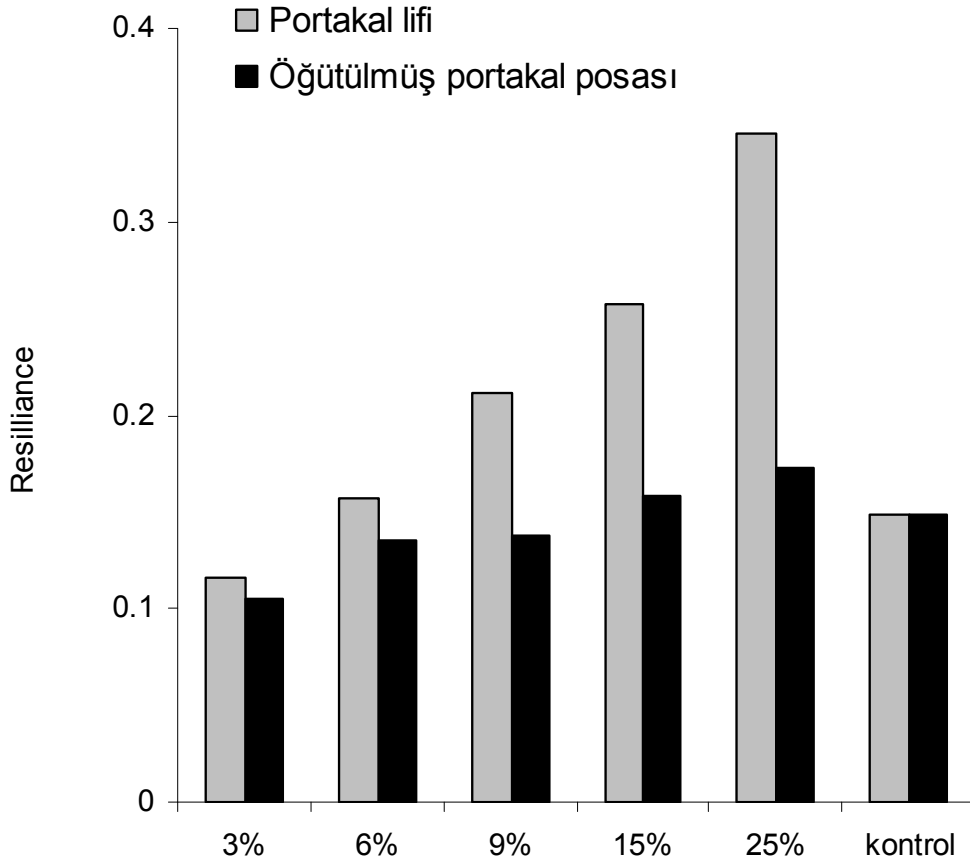
Şekil 293. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 2 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri



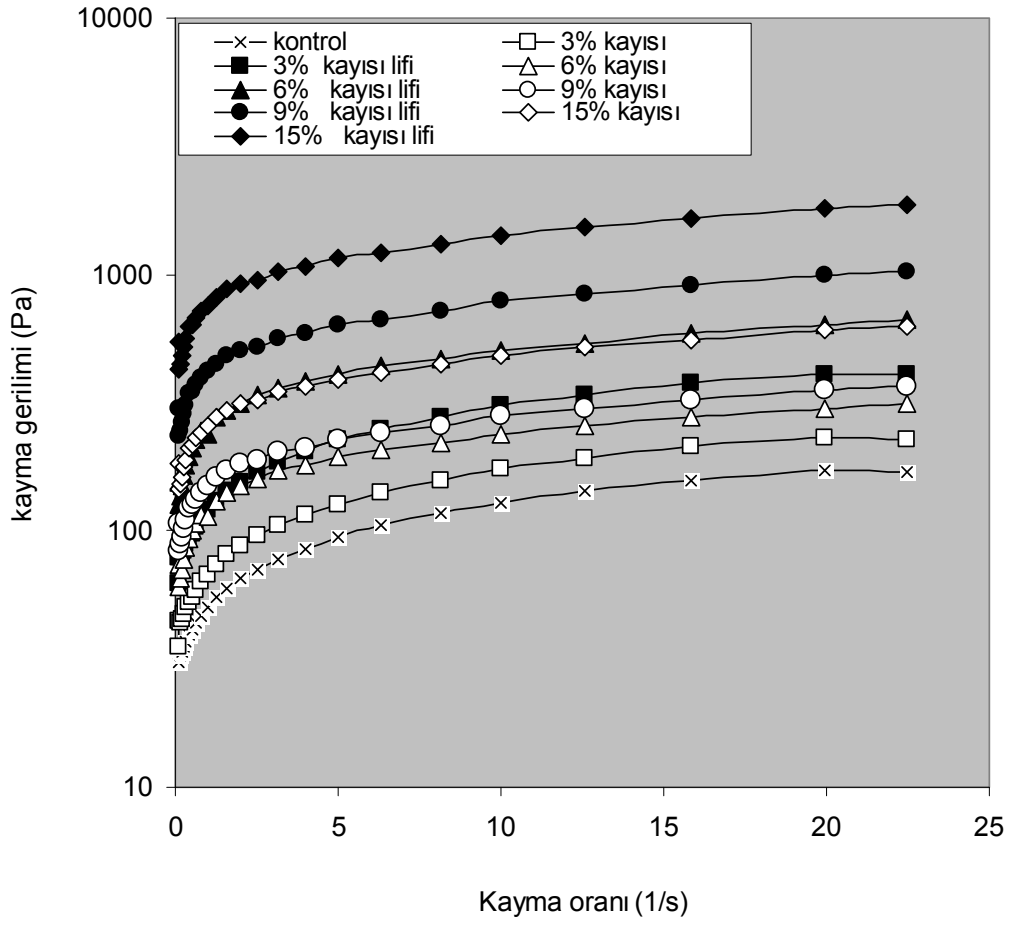
Şekil 294. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri



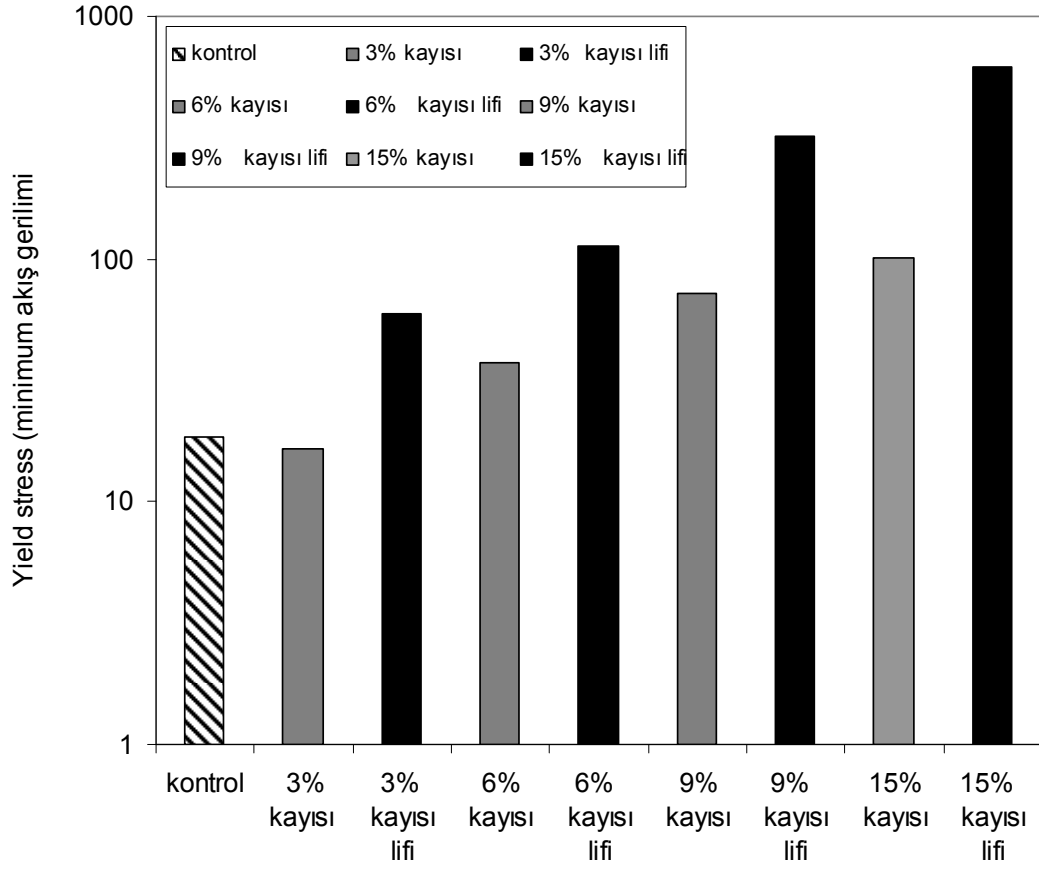
Şekil 295. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri



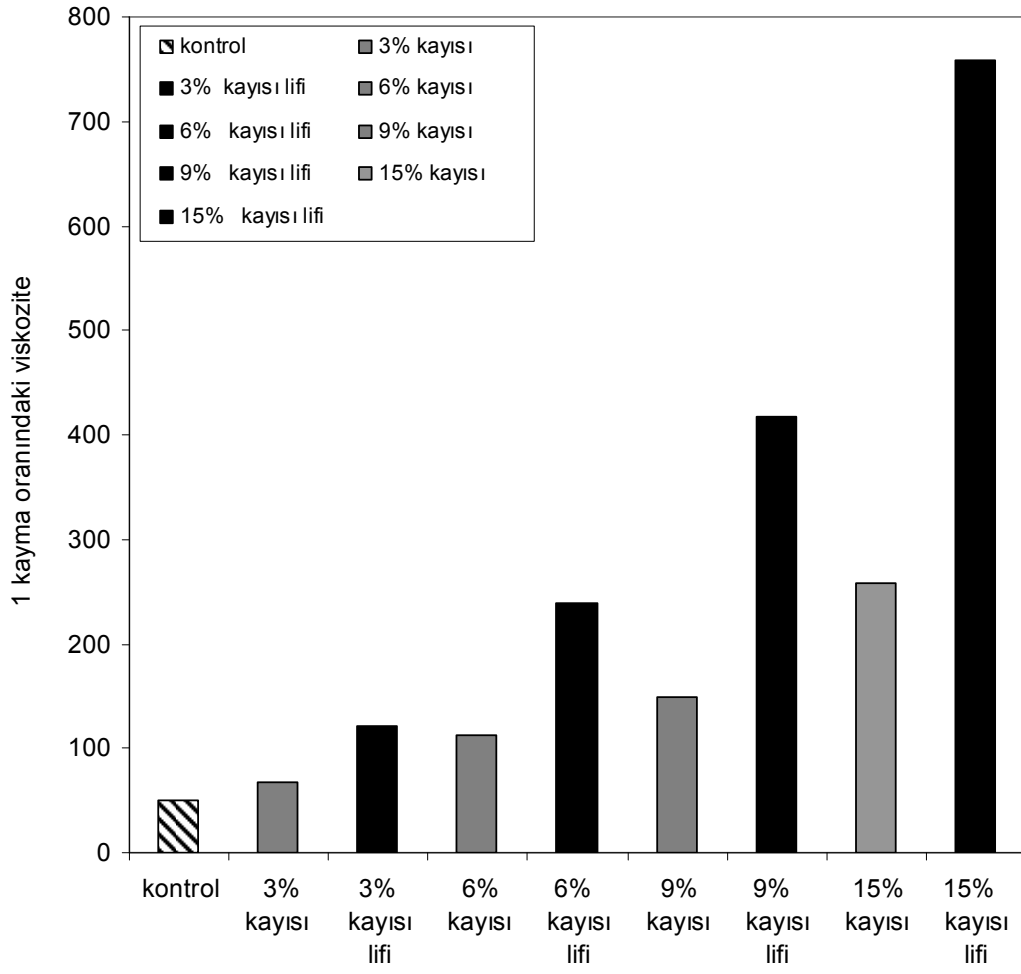
Şekil 296. Öğütülmüş portakal ve portakal lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilliance değerleri



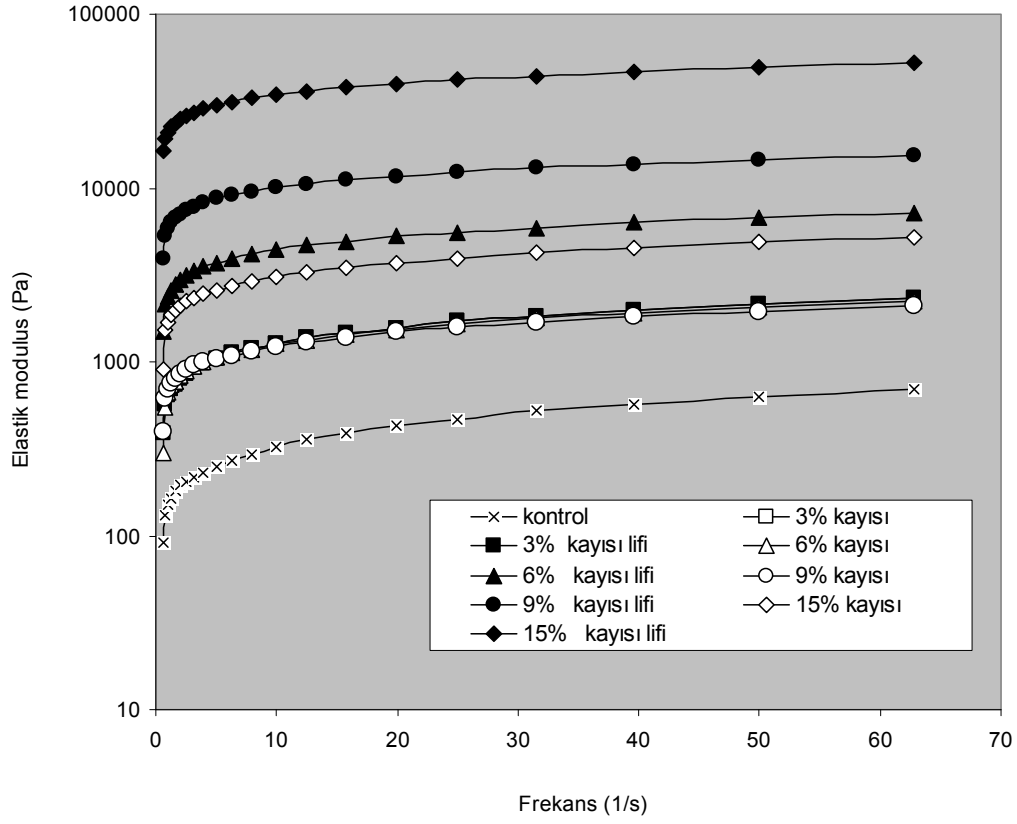
Şekil 297. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve 2mm elekten geçirilmiş kayısı ve kayısı liflerinden elde edilen kek hamurlarının reolojik ölçümleri



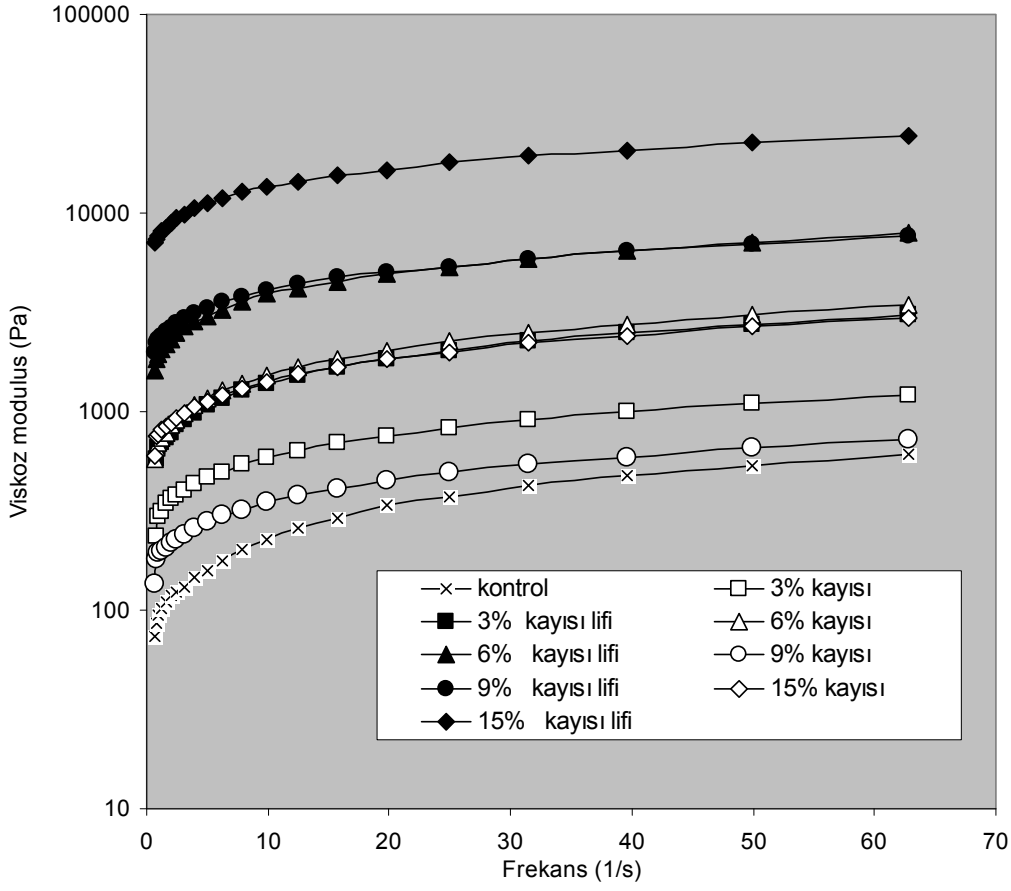
Şekil 298. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri



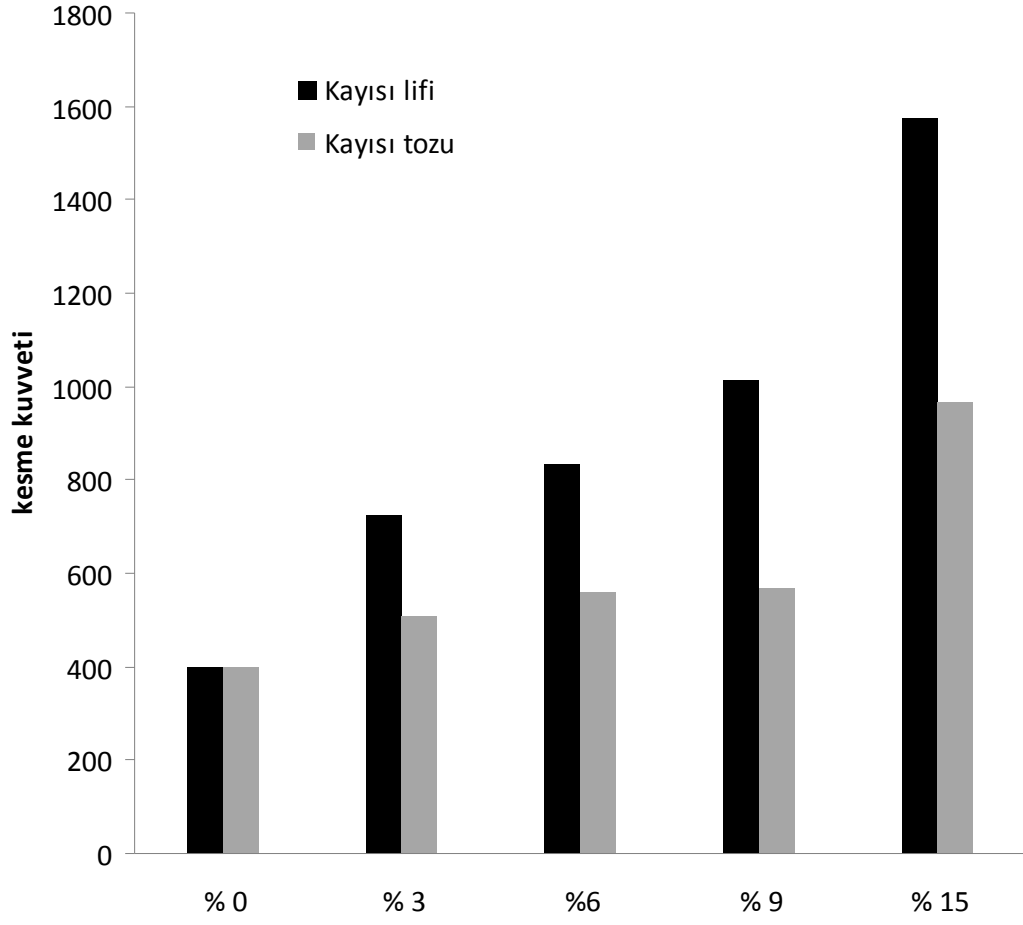
Şekil 299. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri



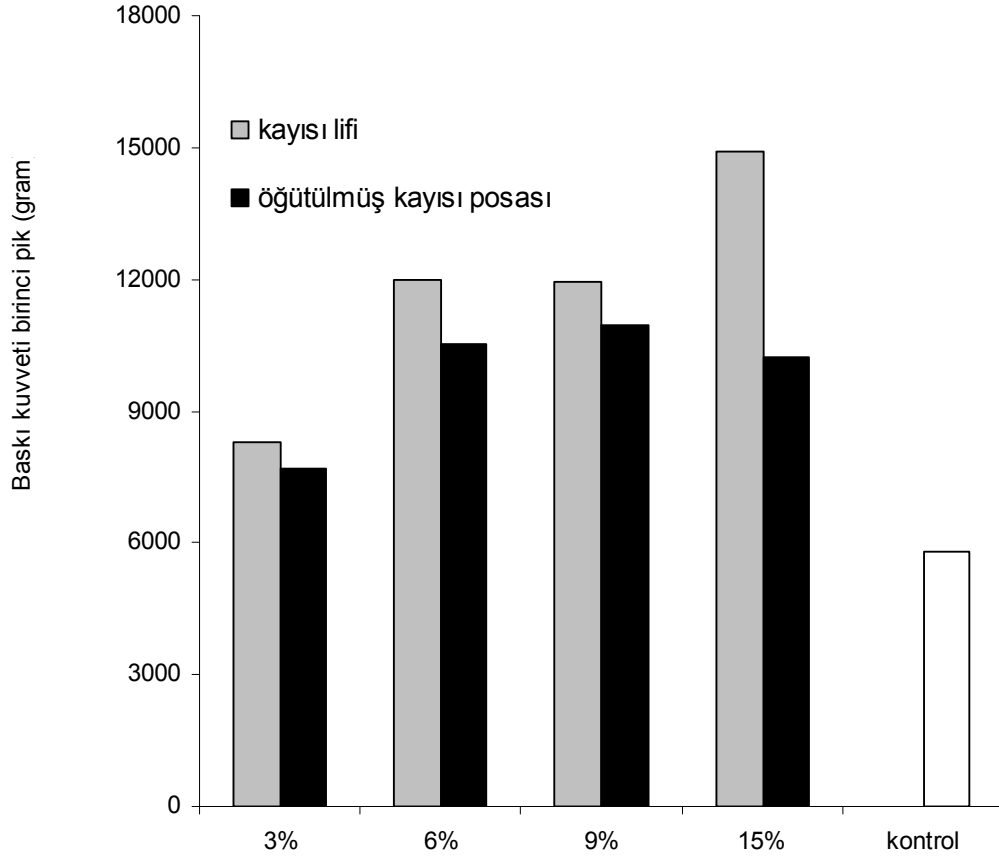
Şekil 300. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri



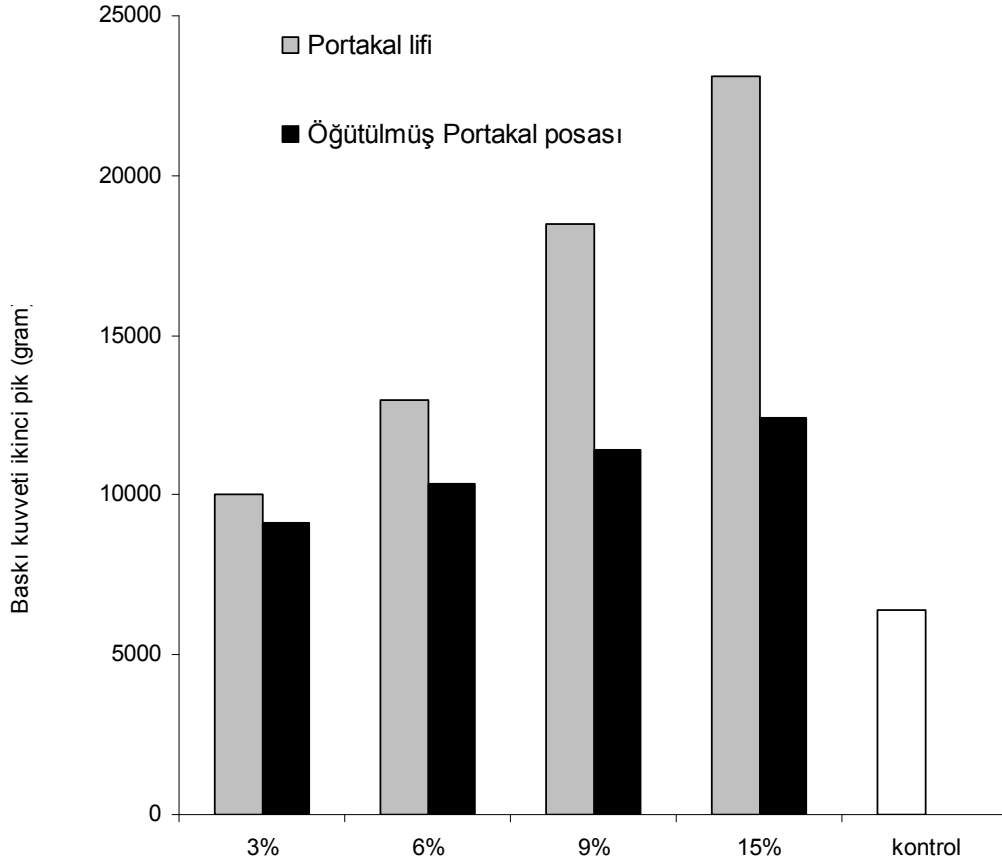
Şekil 301. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri



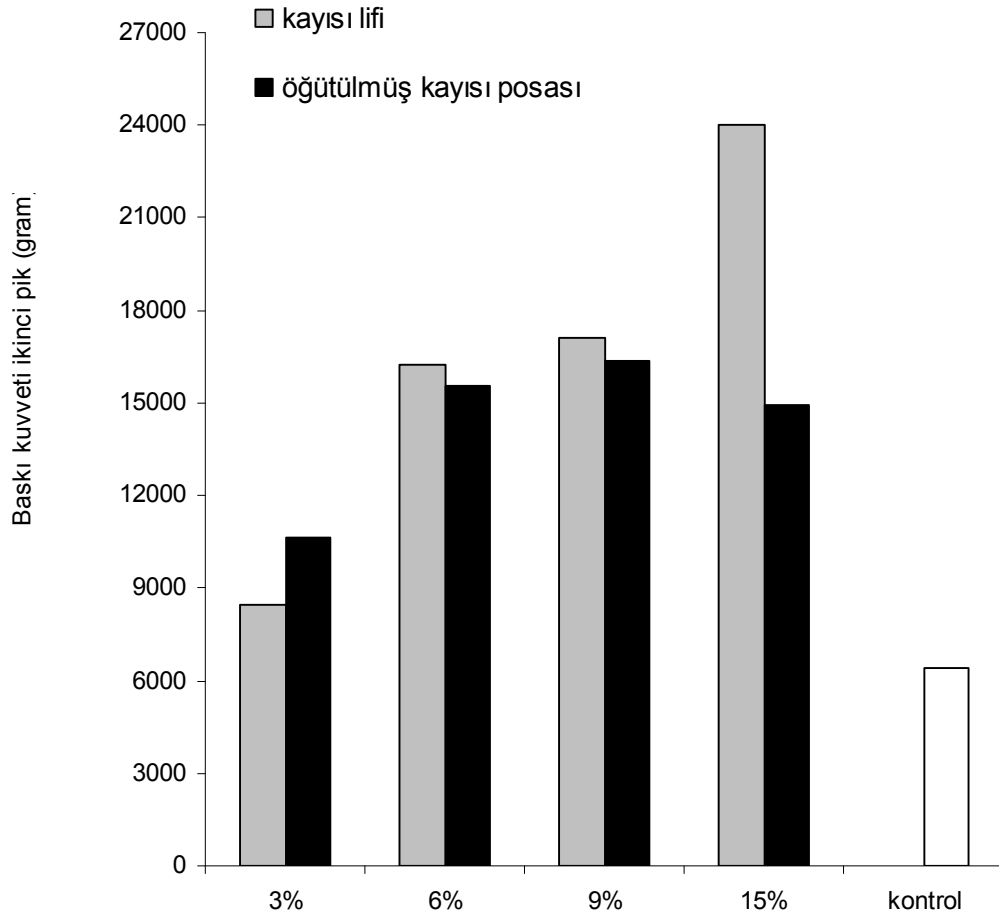
Şekil 302. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin kesme kuvveti değerleri



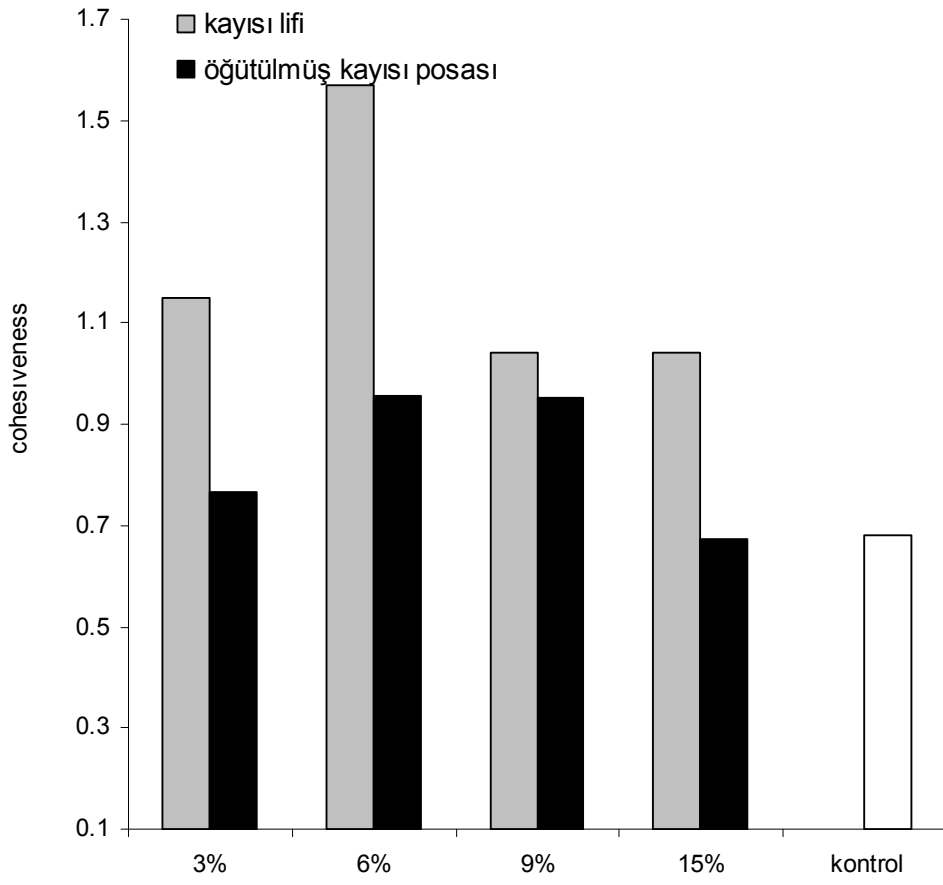
Şekil 303. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında birinci pik sertlik değerleri



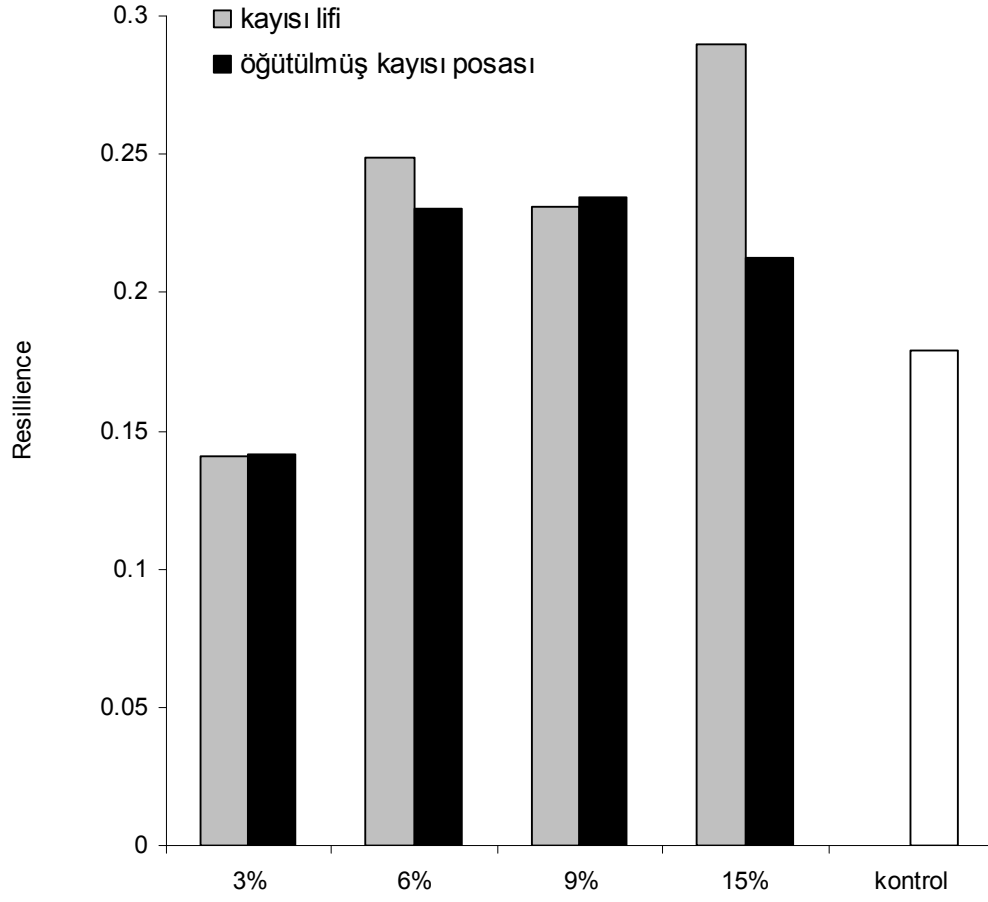
Şekil 304. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında ikinci pik sertlik değerleri



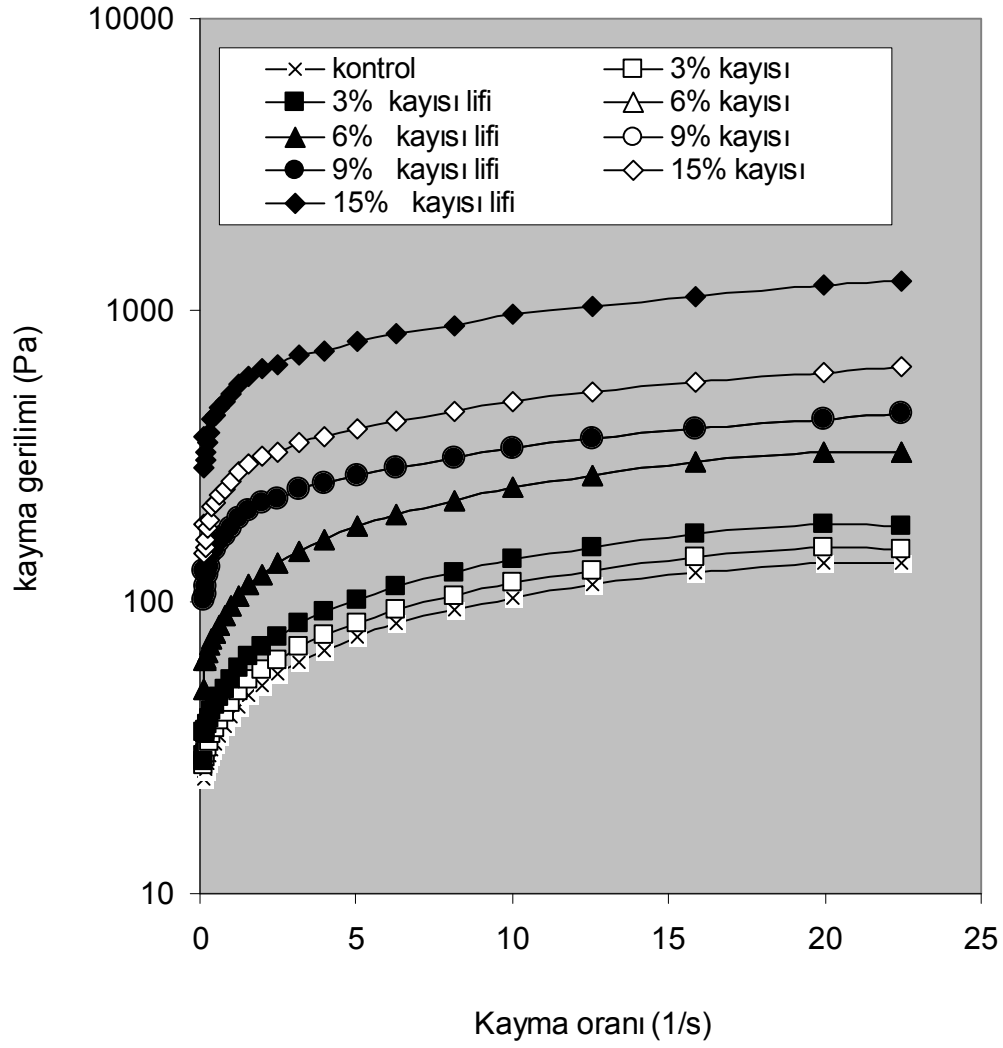
Şekil 305. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çıgnenebilirlik değerleri



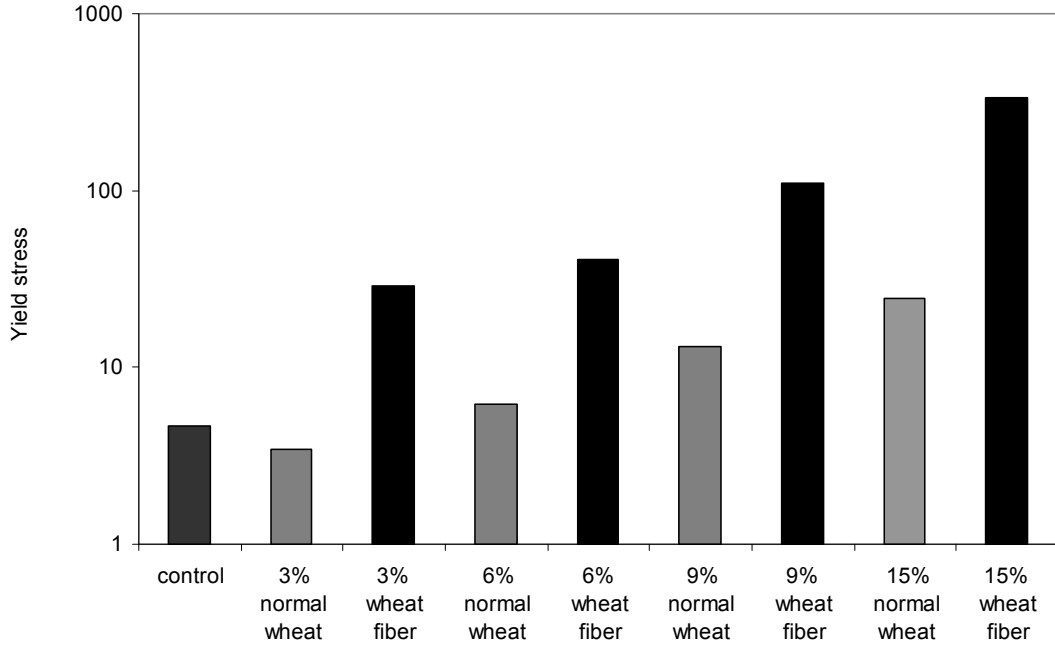
Şekil 306. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri



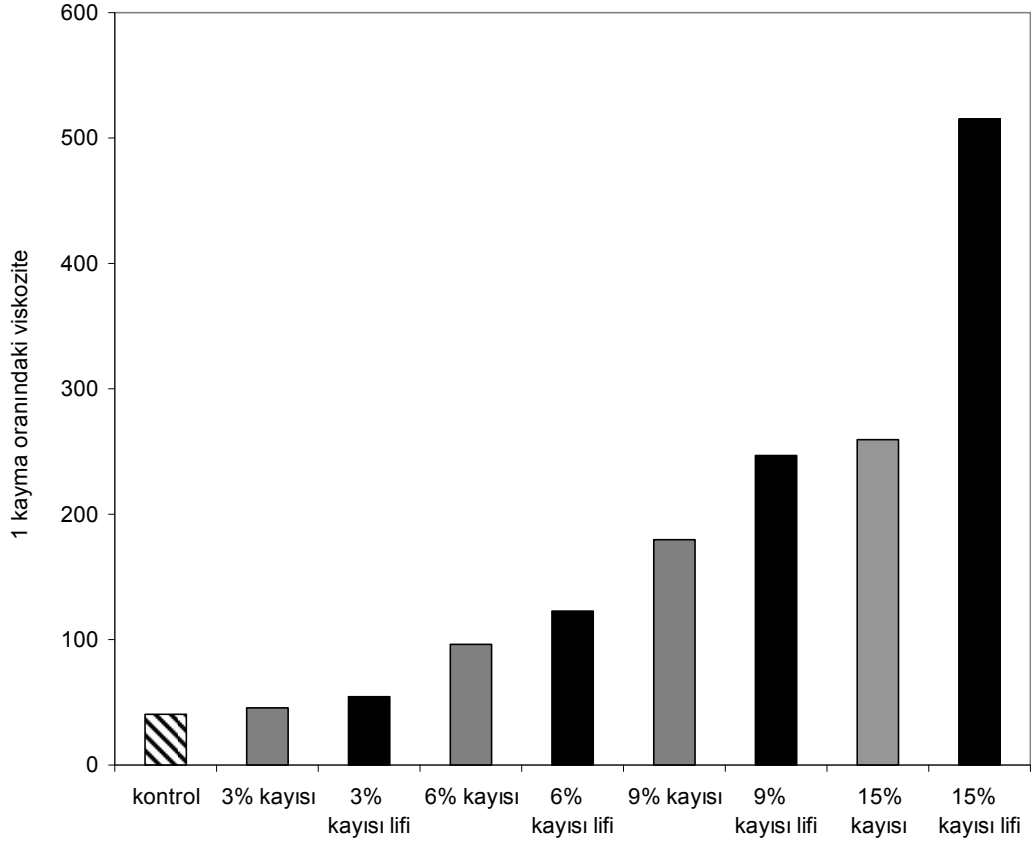
Şekil 307. 100 gram un formülasyonuna göre hazırlanmış ve Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilience değerleri



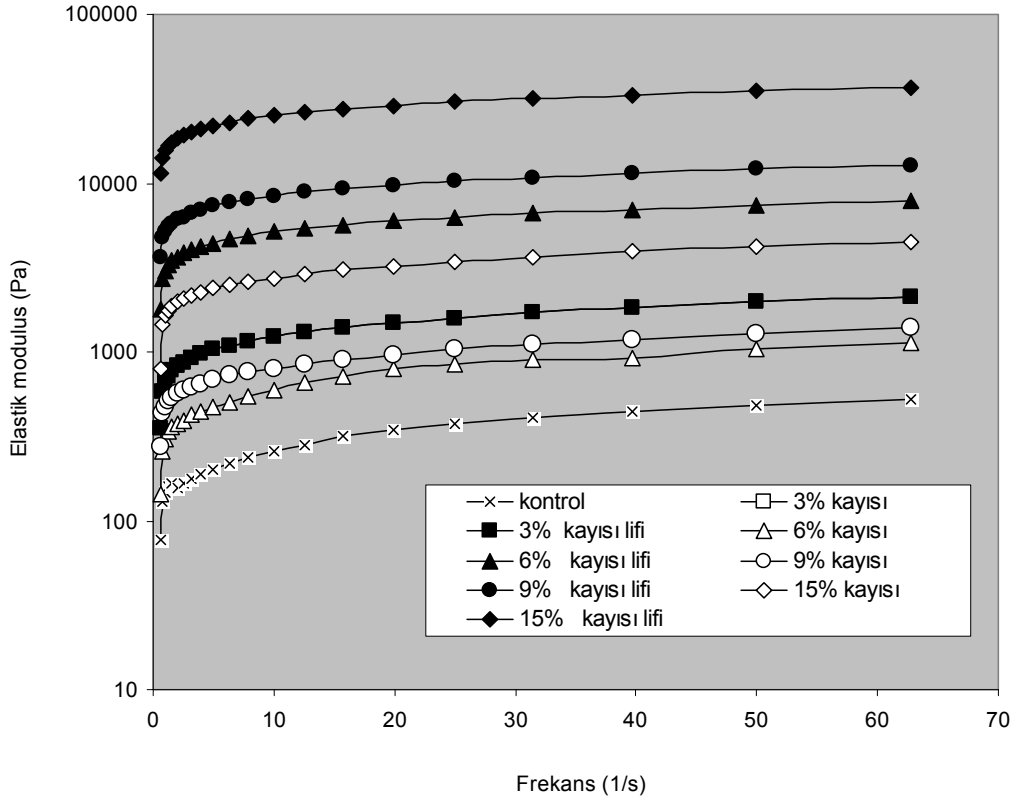
Şekil 308. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri



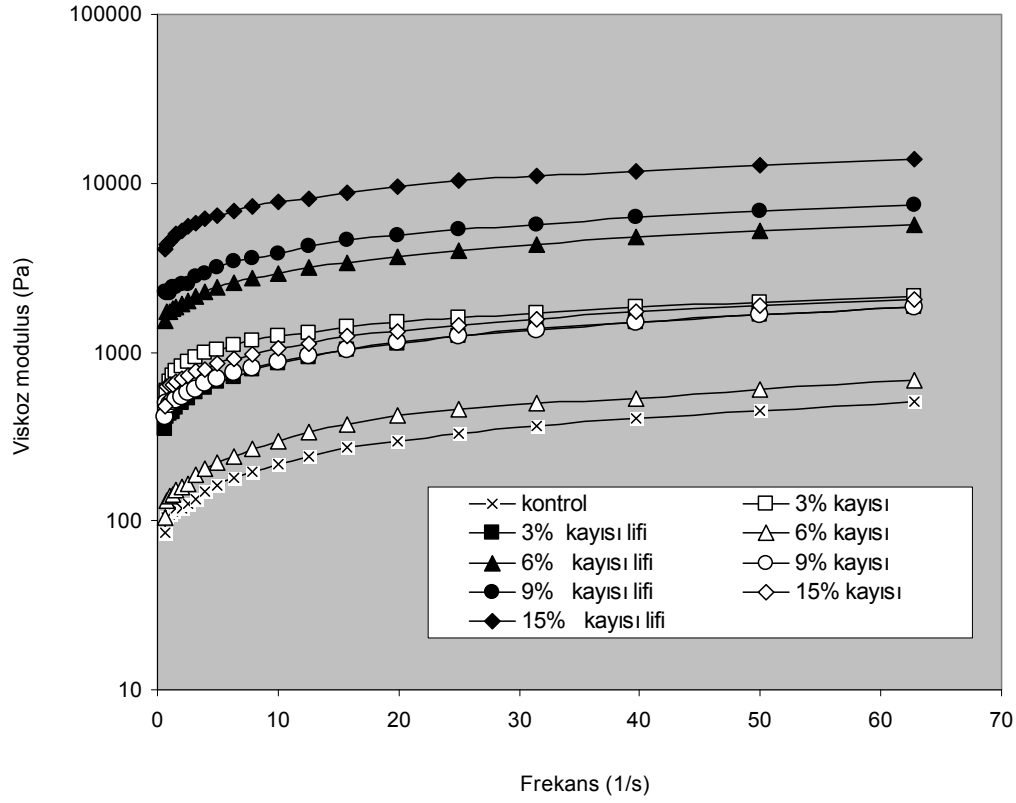
Şekil 309. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri



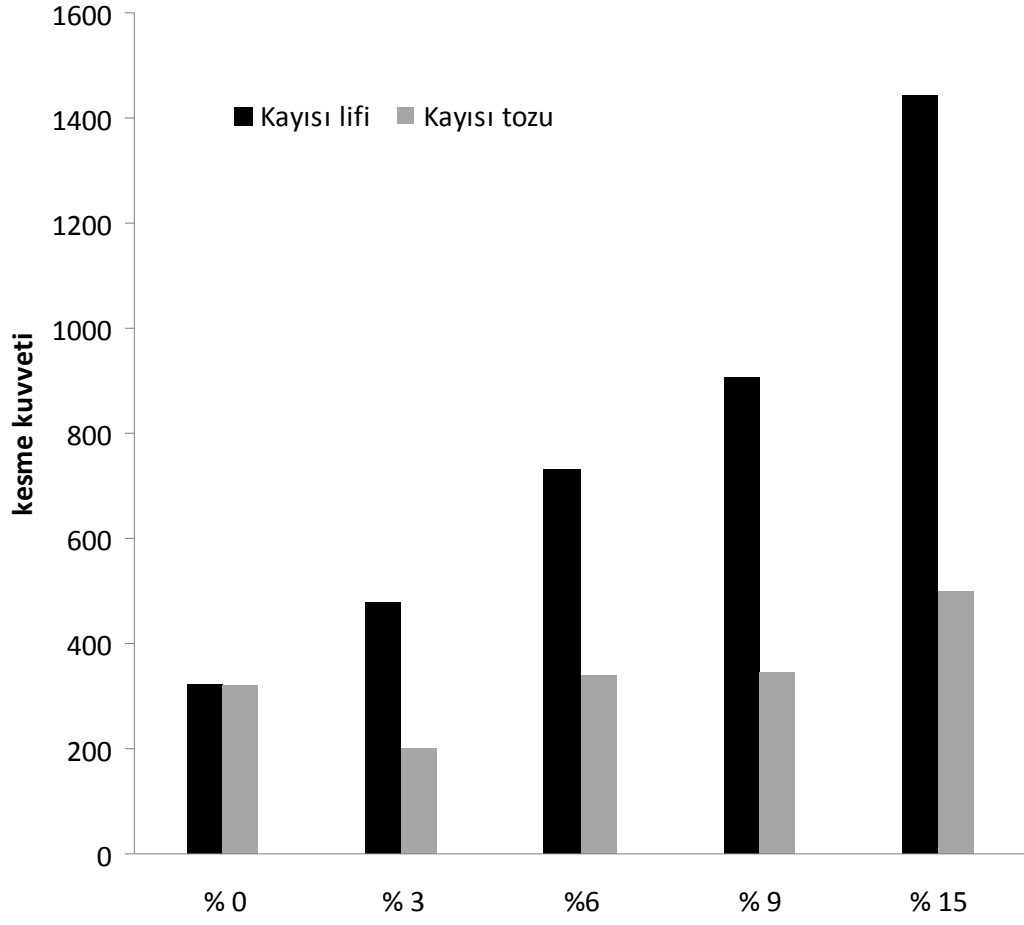
Şekil 310. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri



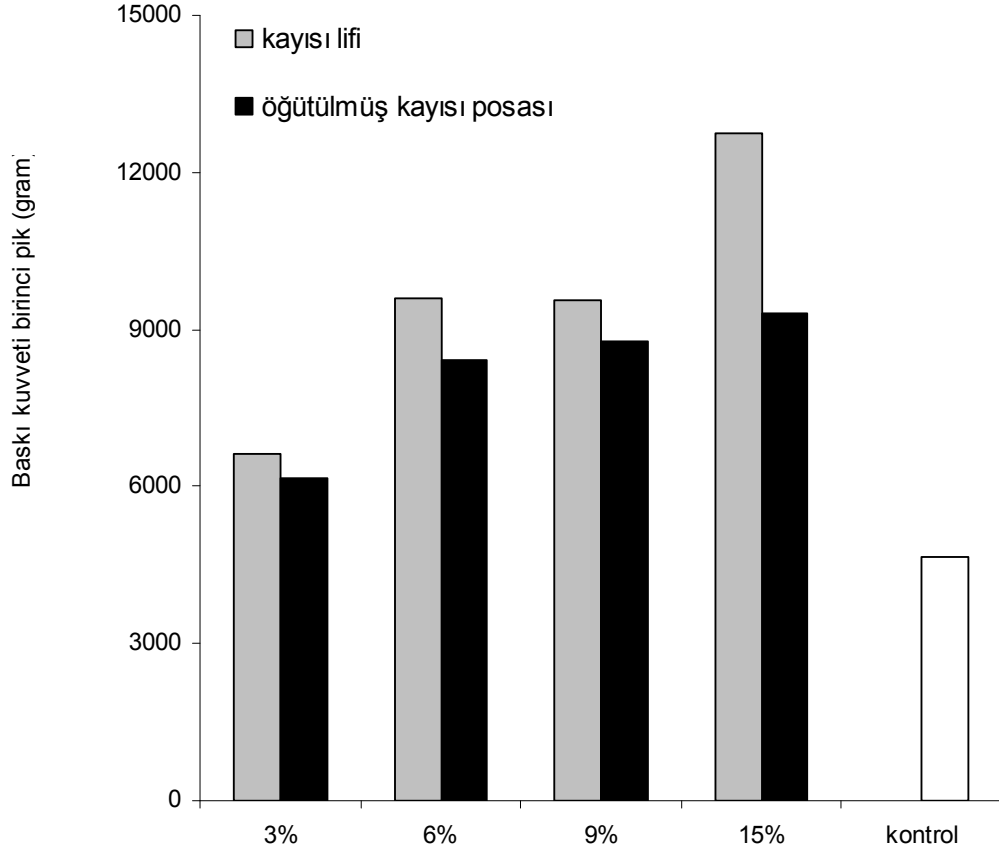
Şekil 311. Ögütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri



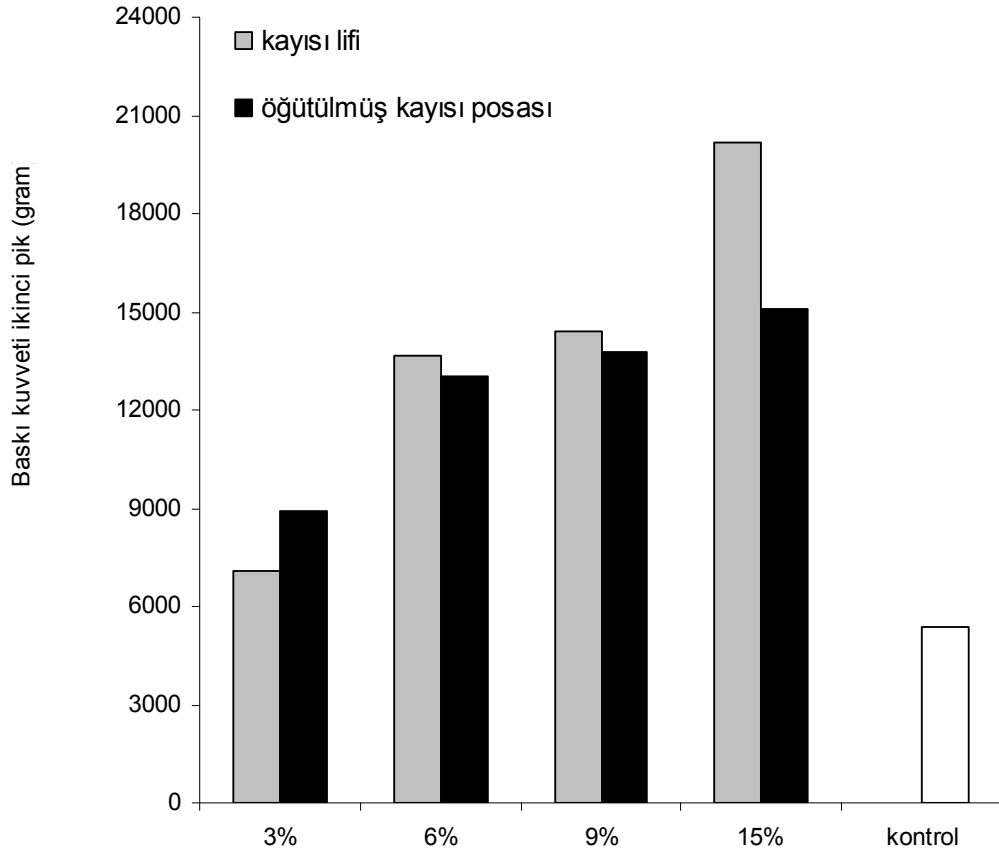
Şekil 312. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri



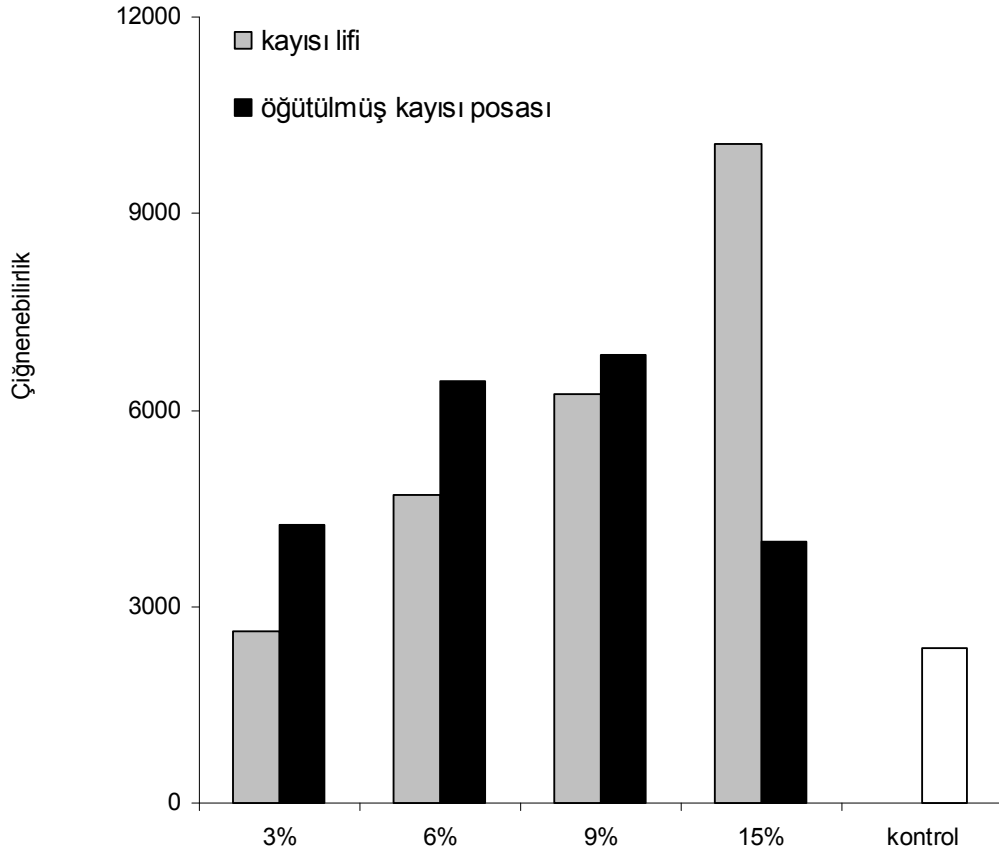
Şekil 313. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme kuvvetleri



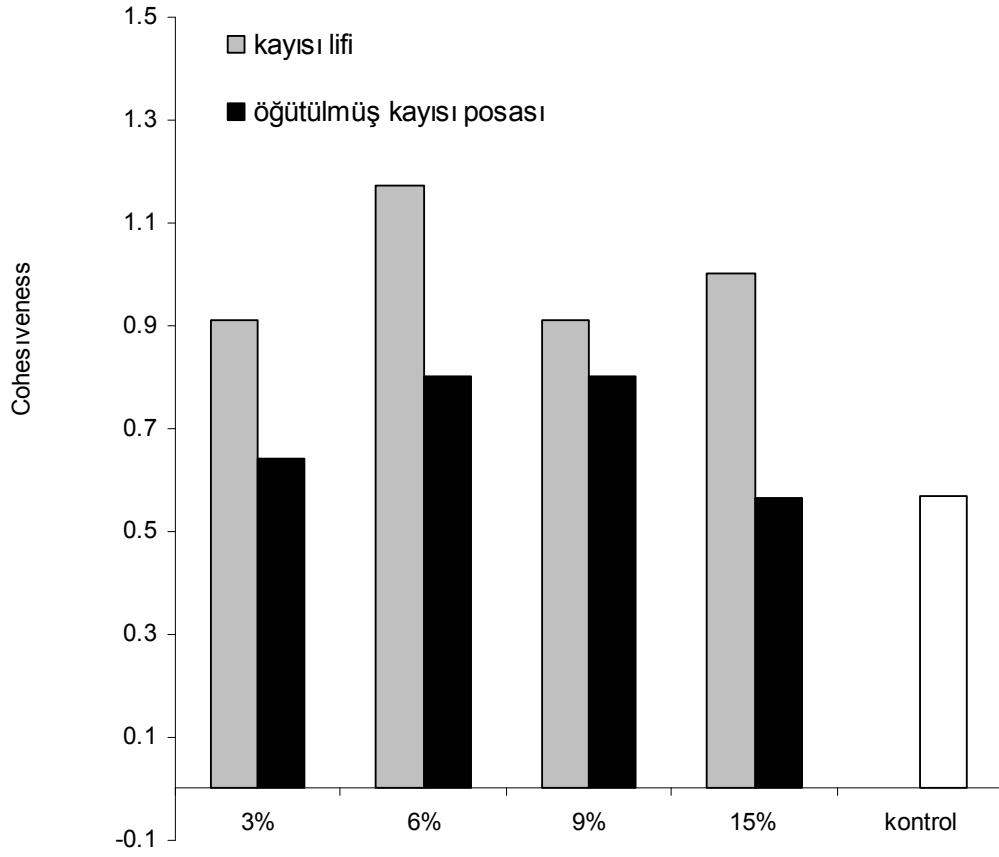
Şekil 314. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 1 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri



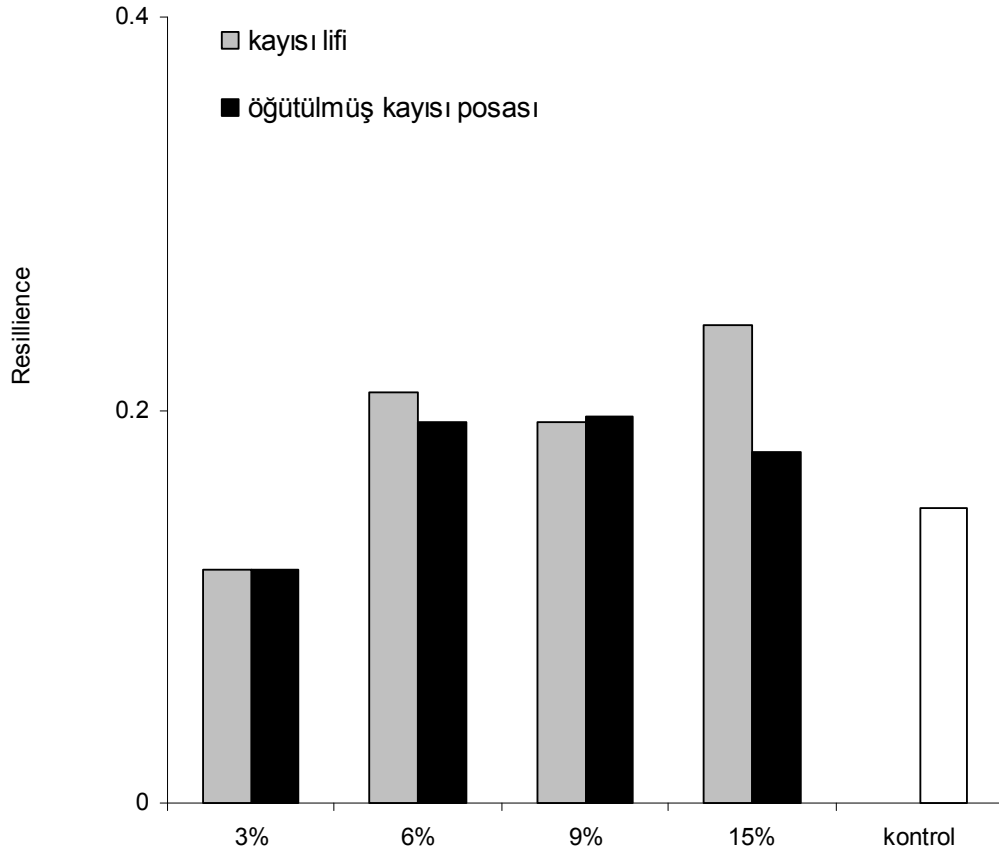
Şekil 315. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 2 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri



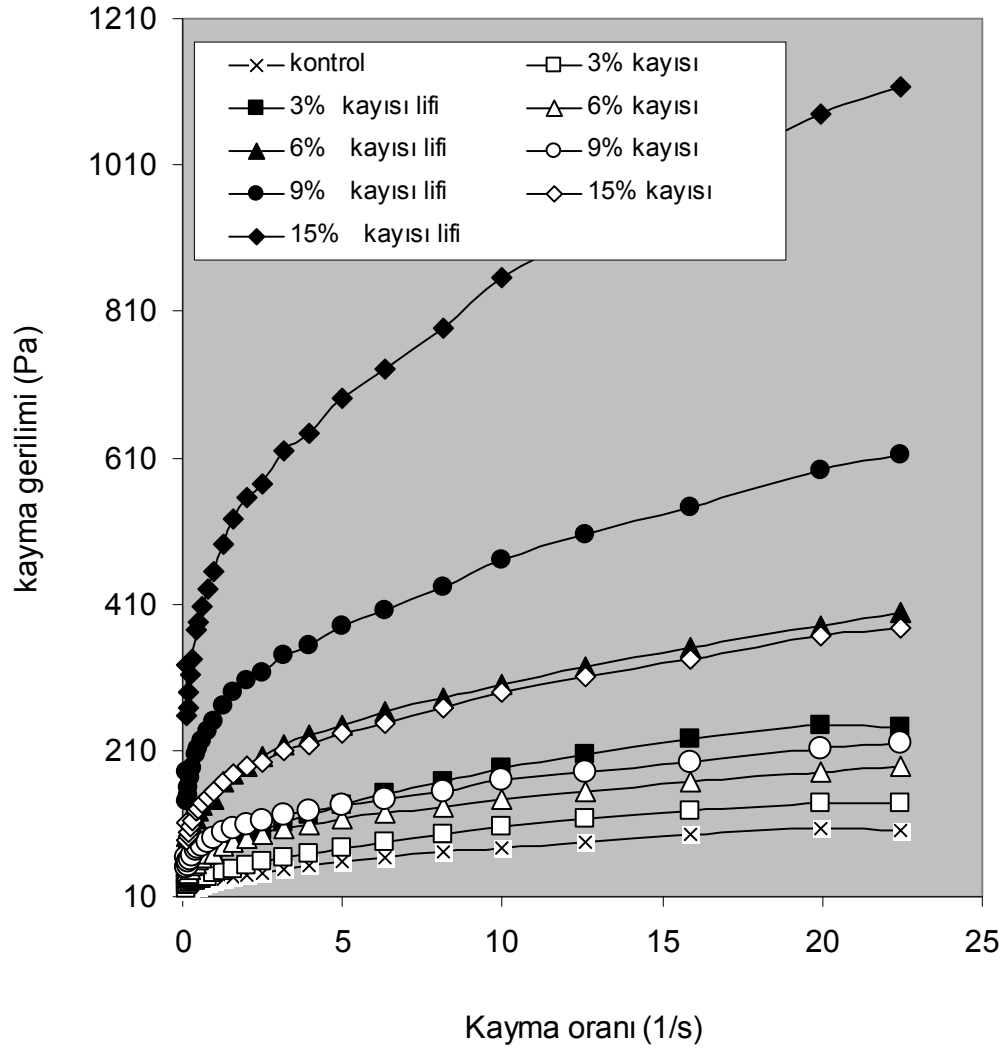
Şekil 316. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri



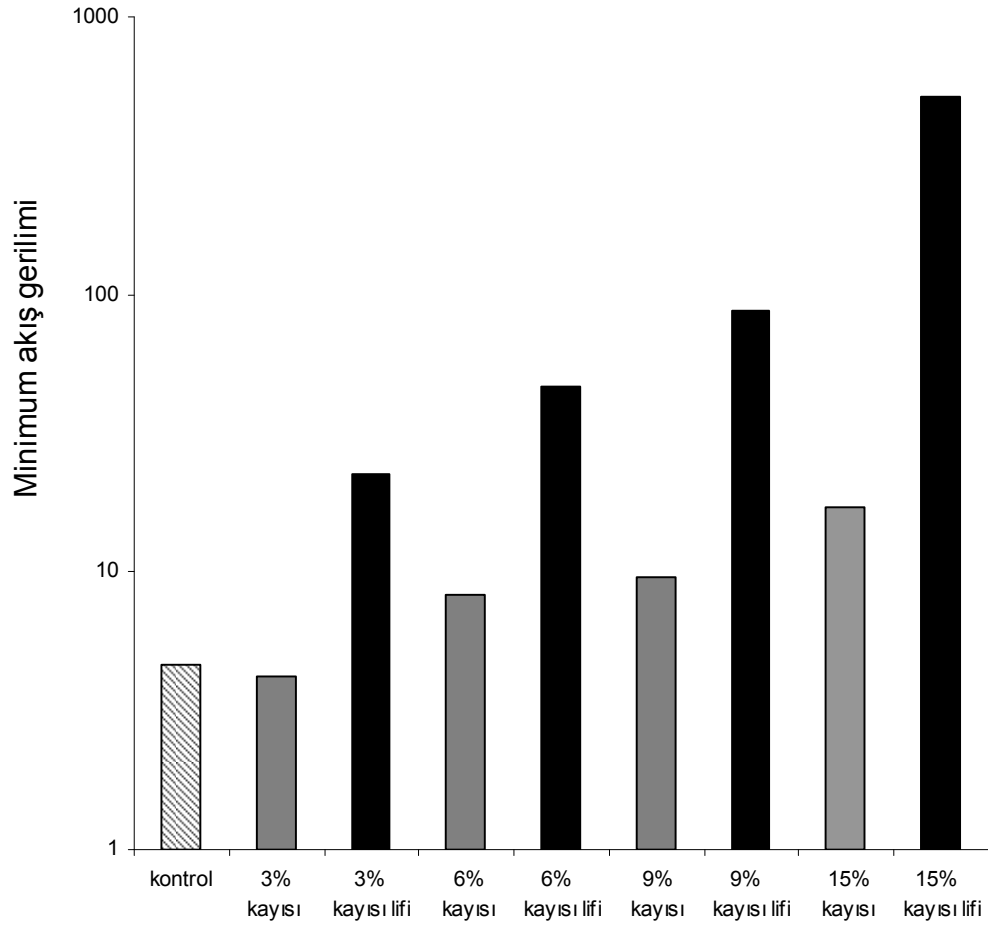
Şekil 317. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri



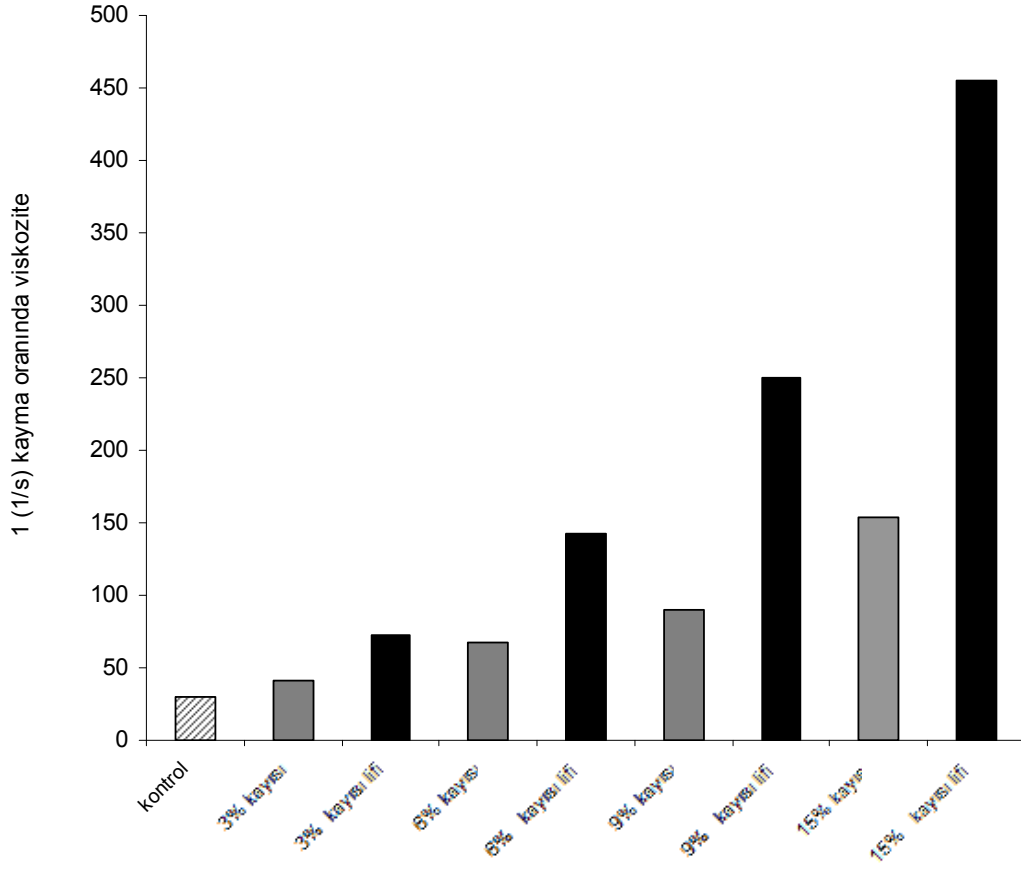
Şekil 318. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %20 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resiliance değerleri



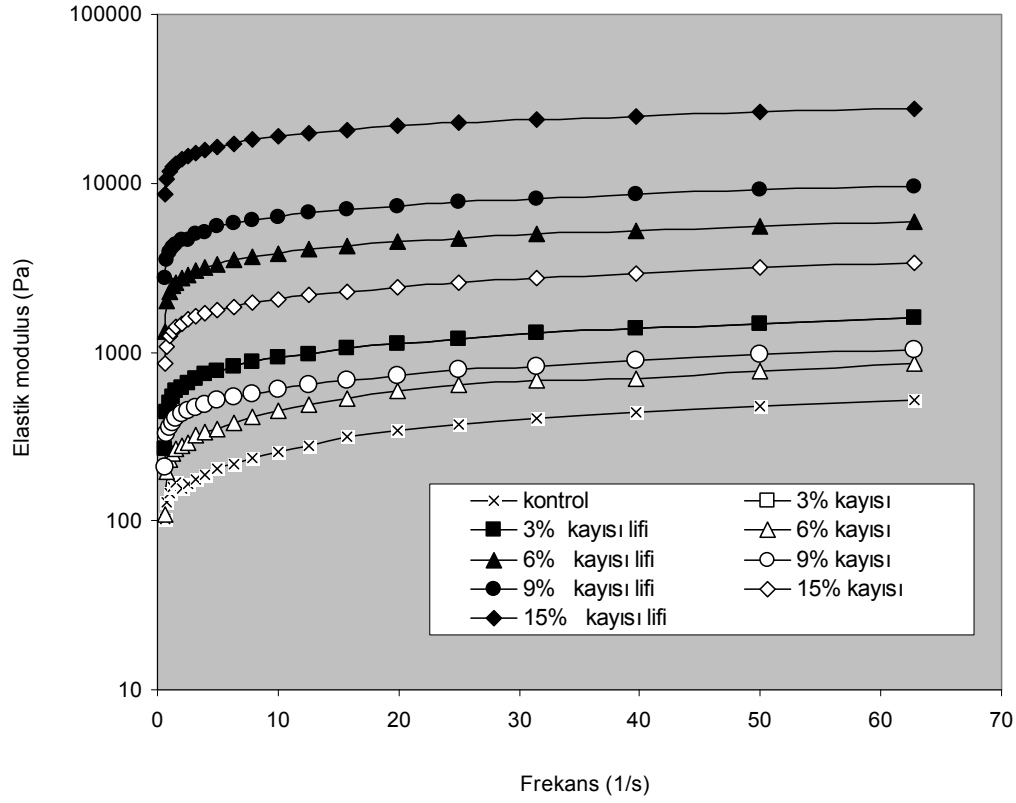
Şekil 319. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin reolojik özellikleri



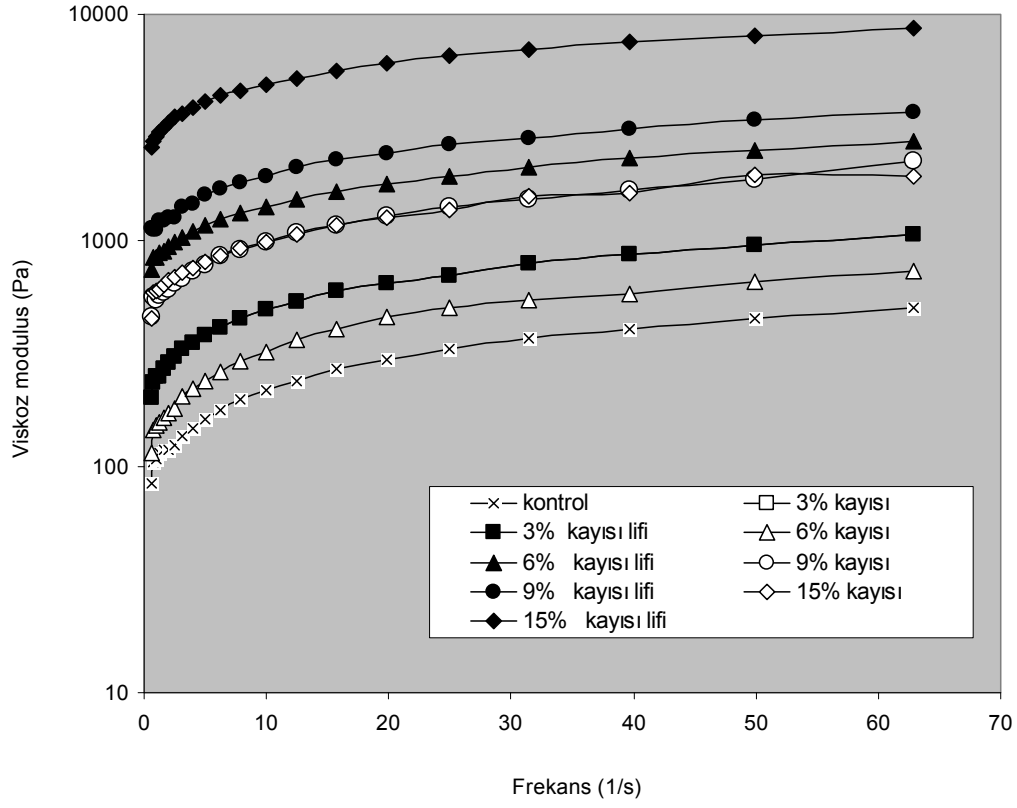
Şekil 320. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin minimum akış gerilimi değerleri



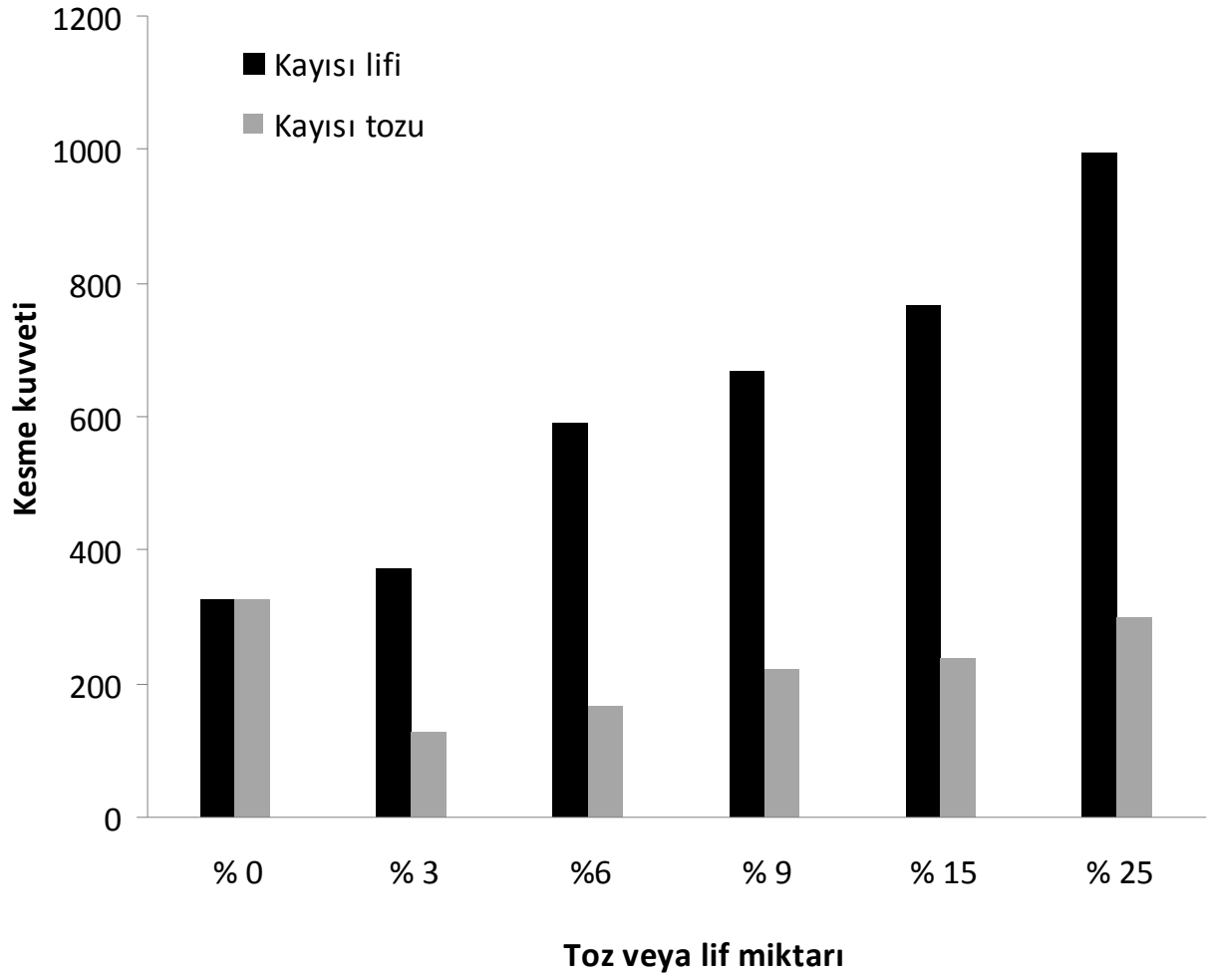
Şekil 321. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin 1 (1/s) kayma oranındaki viskozite değerleri



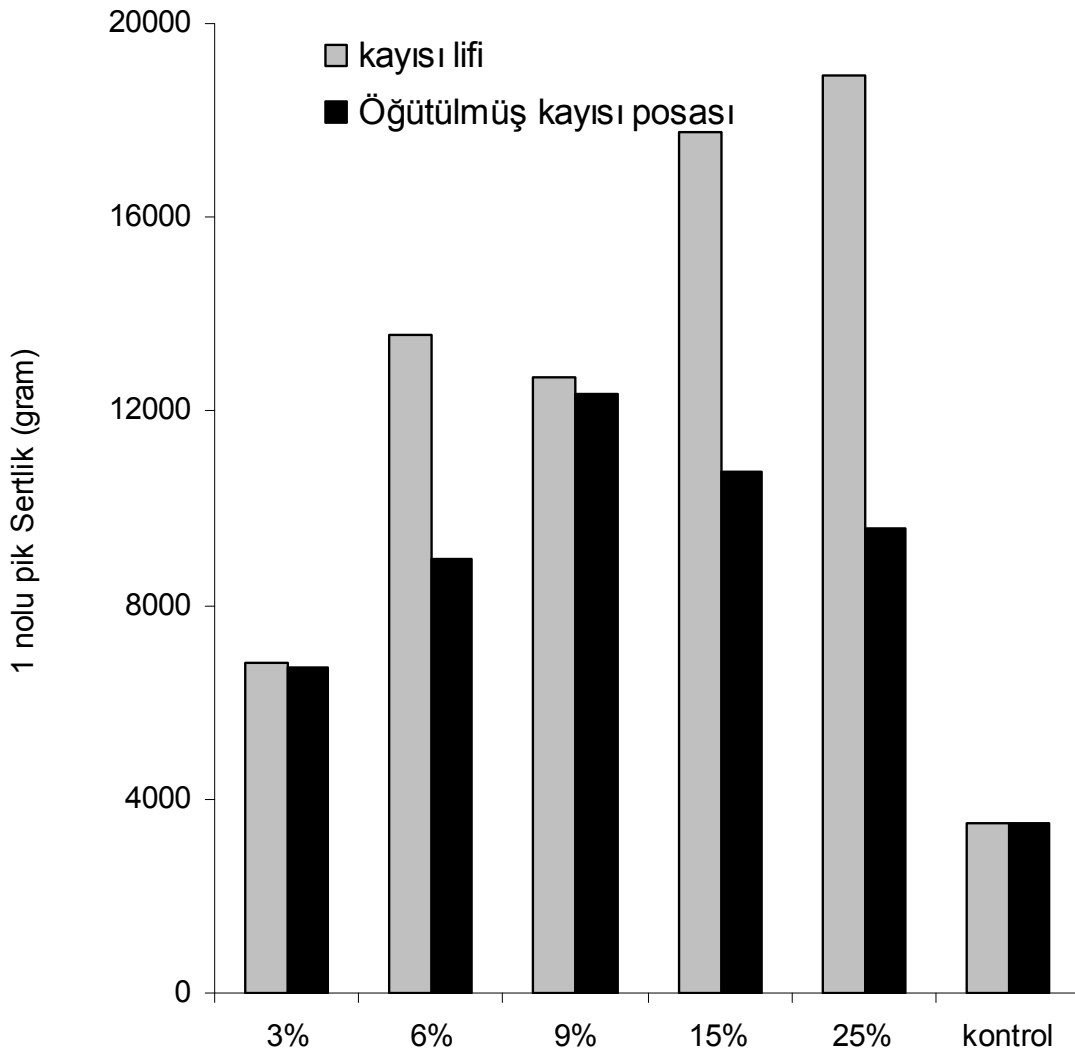
Şekil 322. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin elastik modülüz değerleri



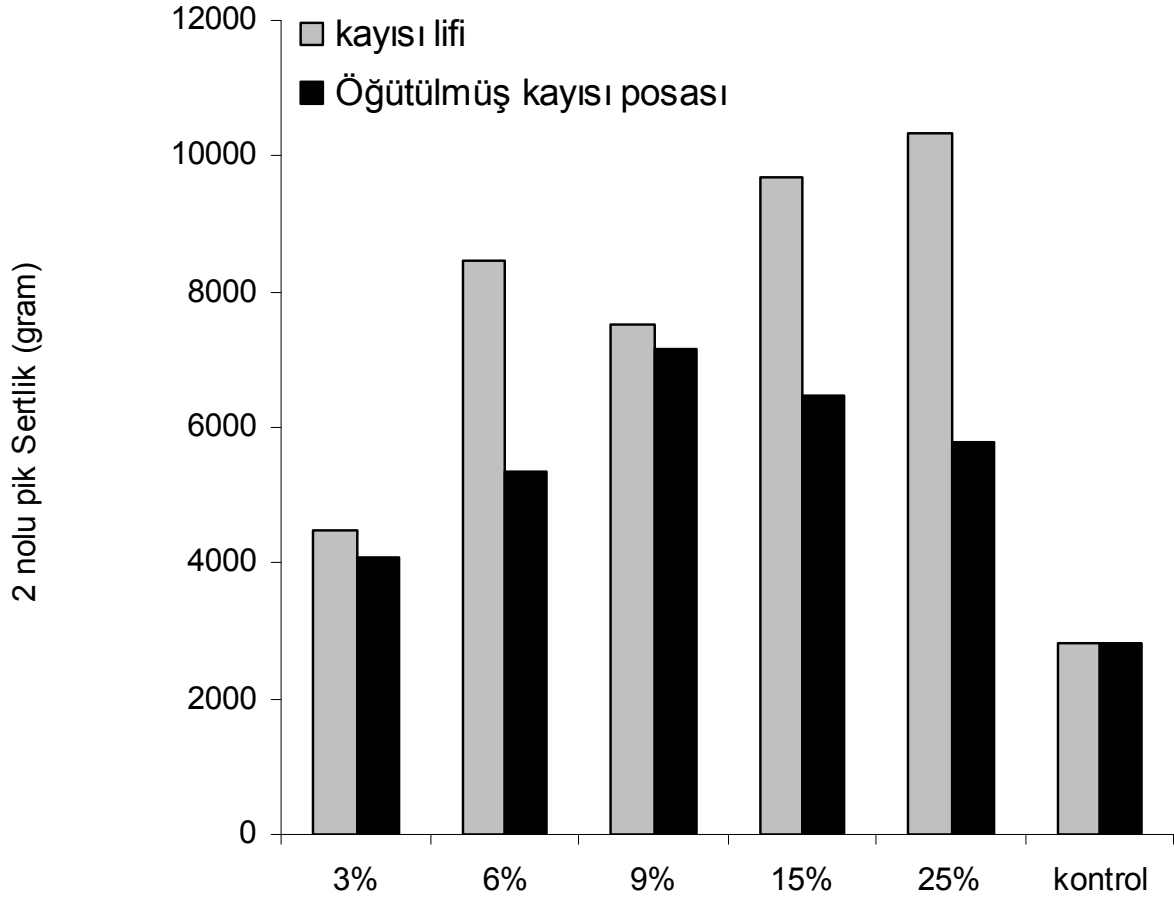
Şekil 323. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş kek hamuru örneklerinin viskoz modülüz değerleri



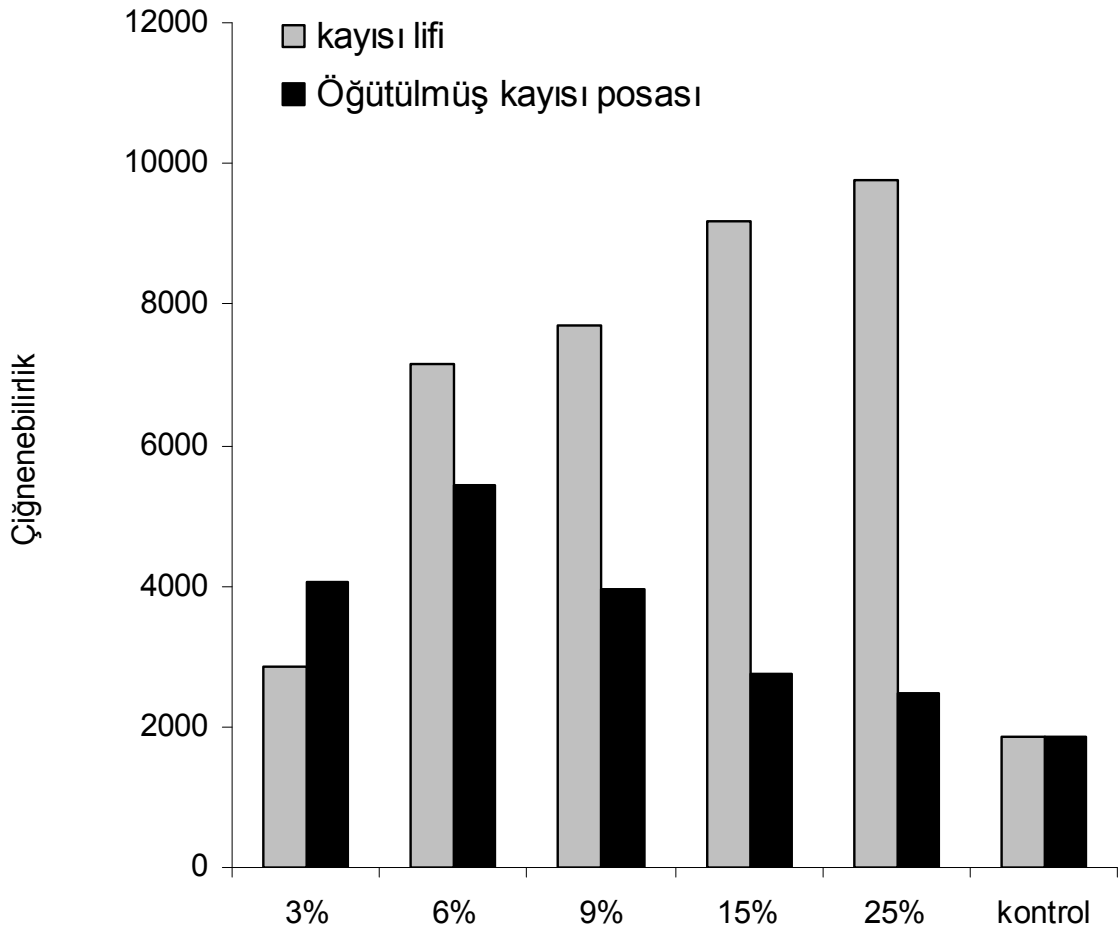
Şekil 324. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin kesme kuvvetleri



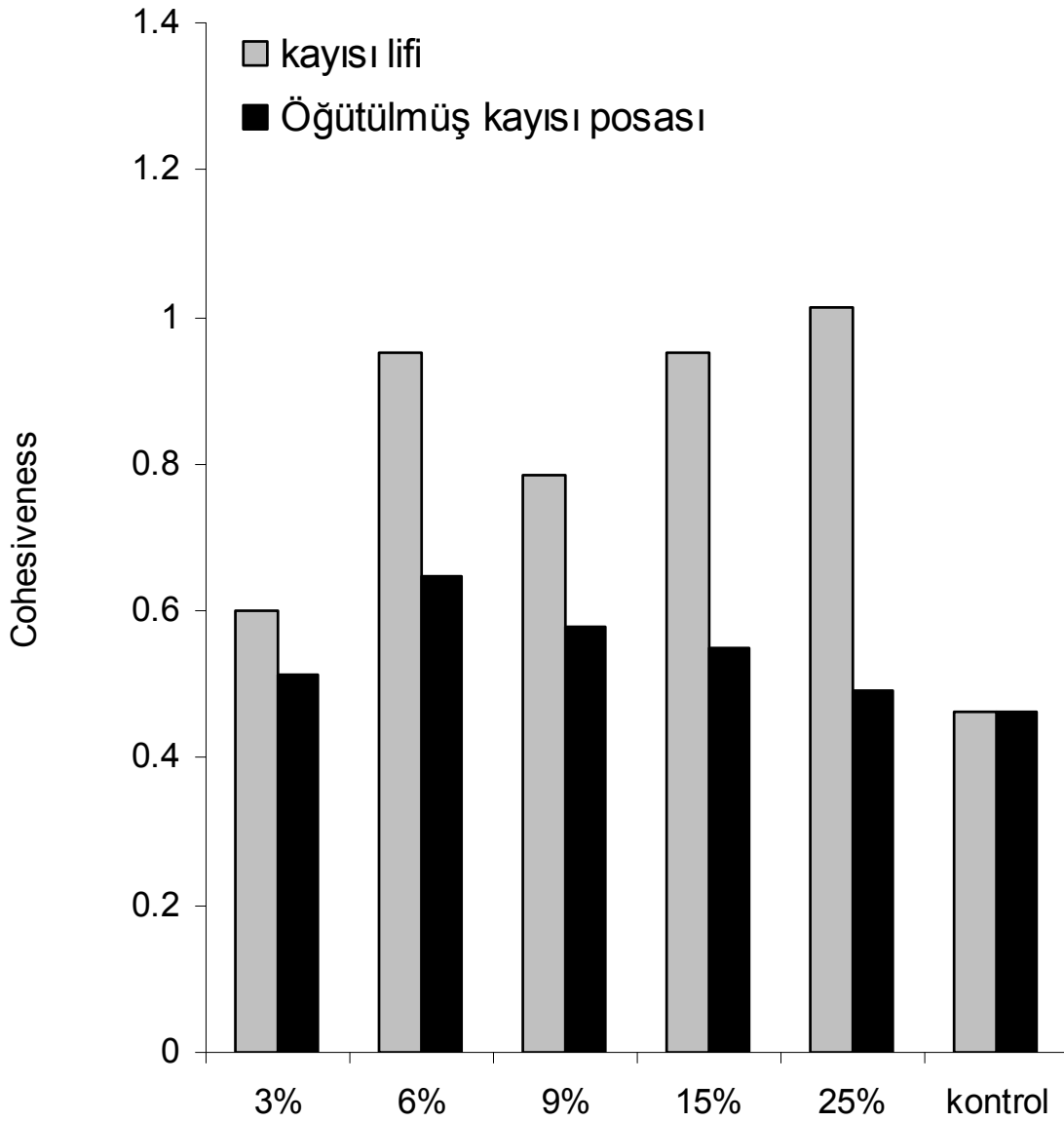
Şekil 325. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 1 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri



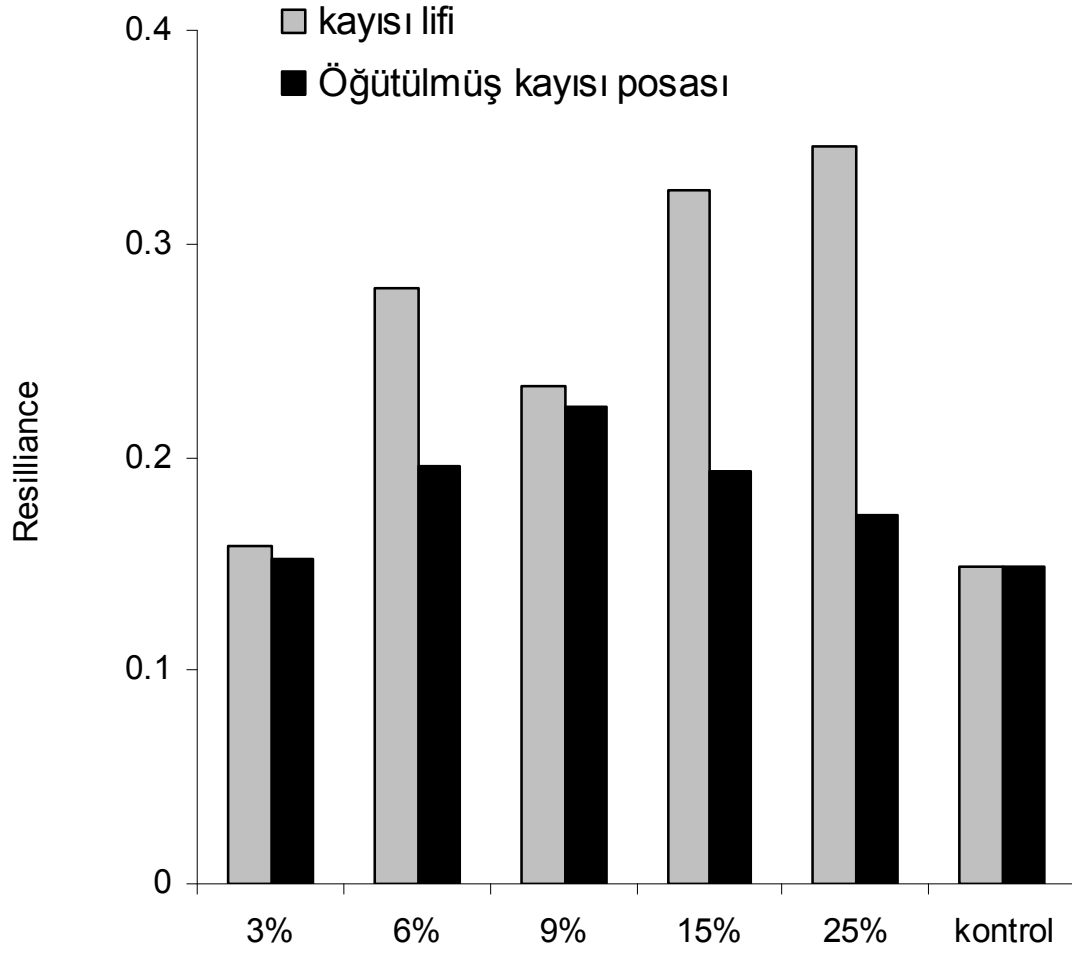
Şekil 326. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında 2 nolu pikten ölçülen sertlik değerleri



Şekil 327. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında çiğnenebilirlik değerleri



Şekil 328. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında cohesiveness değerleri



Şekil 329. Öğütülmüş kayısı ve kayısı lifinden elde edilen ve %40 oranında unu azaltılarak üretilmiş olan kek örneklerinin tektür profil analizi sırasında resilience değerleri

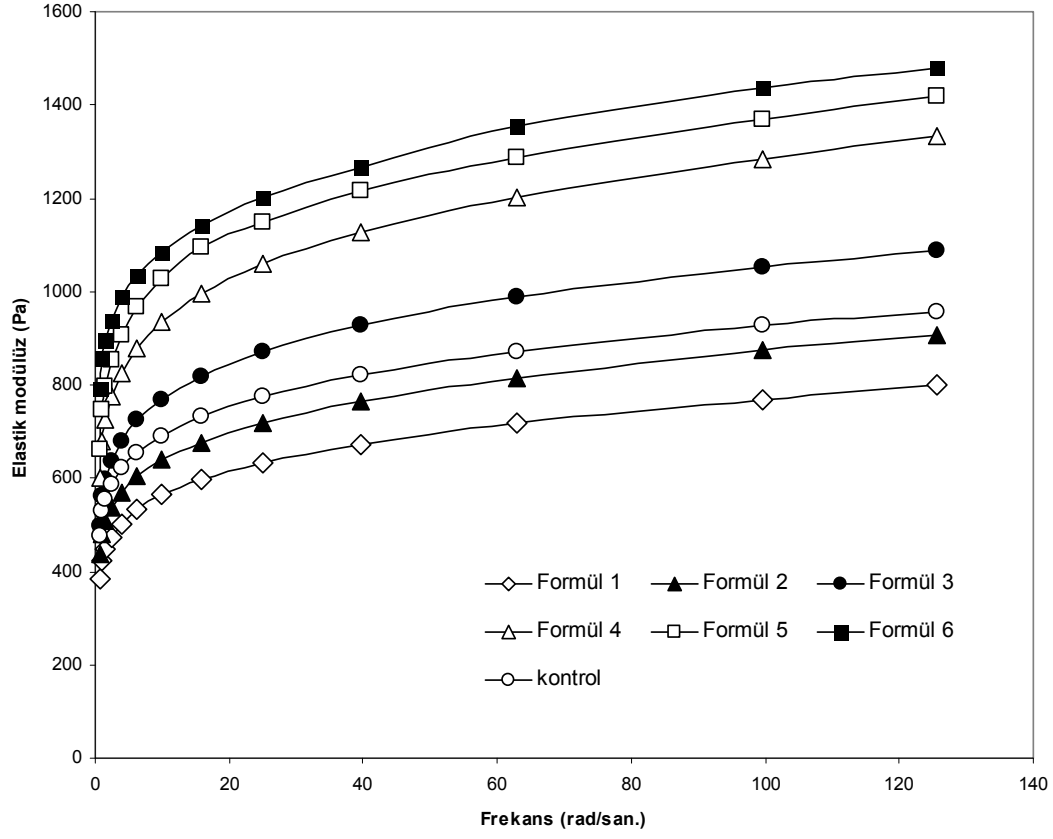
4- Atık ürünlere ait lif içeren mayonezlerin tekstürel özellikleri

Bu bölümdeki çalışmalarımız yukarıda bahsedilen emülsiyon çalışmalarının devamı olarak üretilen nano liflerin mayonez örneklerindeki etkilerinin araştırılmasını içermektedir. Genel olarak mayonezlerde beyaz renk tercih edildiğinden lif örneklerini hazırlanması sırasında beyazlatma amacıyla H₂O₂ kullanılmış ve ortamdan peroksidaz enzimi ile uzaklaştırılmışlardır. Elde edilen lifler daha sonra Çizelge 18’de verilen reçeteye göre hazırlanan mayonez örneklerinde kullanılmışlardır. Şekil 330 ve Şekil 331’de portakal posasından elde edilen liflerin kullanıldığı mayonez örneklerinin viskoelastik özellikleri verilmiştir. Herhangi bir katkı maddesi kullanılmadan yağ oranı düşürüldüğünde mayonez örneklerinin görünen viskozitelerinde önemli düşümler gözlenmektedir. Bu durum diyet mayonezlerde nişasta gibi katkı maddeleriyle karşılanmaktadır. Bu çalışmada ise eklenen viskozite değerlerini önemli oranlarda değiştirmiştir. Formül 1 Formül 2 ve Formül 3 olarak verilen örnekler kontrol olarak hazırlanan örneklere benzer viskoelastik özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir. Yağ oranının nispeten daha az düşürüldüğü ve lif içeren 4, 5 ve 6 nolu örnekler ise göreceli olarak daha yüksek viskoelastik özelliklere sahip olmuşlardır. Söz konusu durum Şekil 332’de da açıkça görülmektedir. Ayrıca üretilen mayonez örnekleri önemli bir emülsiyon özelliği olan stabilite açısından da incelenmiştir. Stabilete ölçümleri daha önceki raporlarda açıklanan Lumisizer cihazı kullanılarak yapılmıştır. Normal oda sıcaklığında yapılan Lumisizer ölçümlerinde herhangi bir faz ayrımı gözlenmemiştir, bu sebeple ölçümler 45°C sıcaklıkta tekrar yapılmıştır. Bu sıcaklıkta dayanıklı olmayan emülsiyonlar daha çabuk bir faz ayrımına uğramışlardır. Şekil 333 ve Şekil 334’de verilen ölçüm sonuçlarında da görülebileceği gibi lif kullanılan örneklerde faz ayrım hızı kontrol örneğe göre çok yavaş olmuştur. Bu sonuç lif kullanılan düşük yağlı ürünlerde stabilitenin önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Benzer çalışmalar çalışmalarımız sırasında üretilen diğer lif örnekleri ile

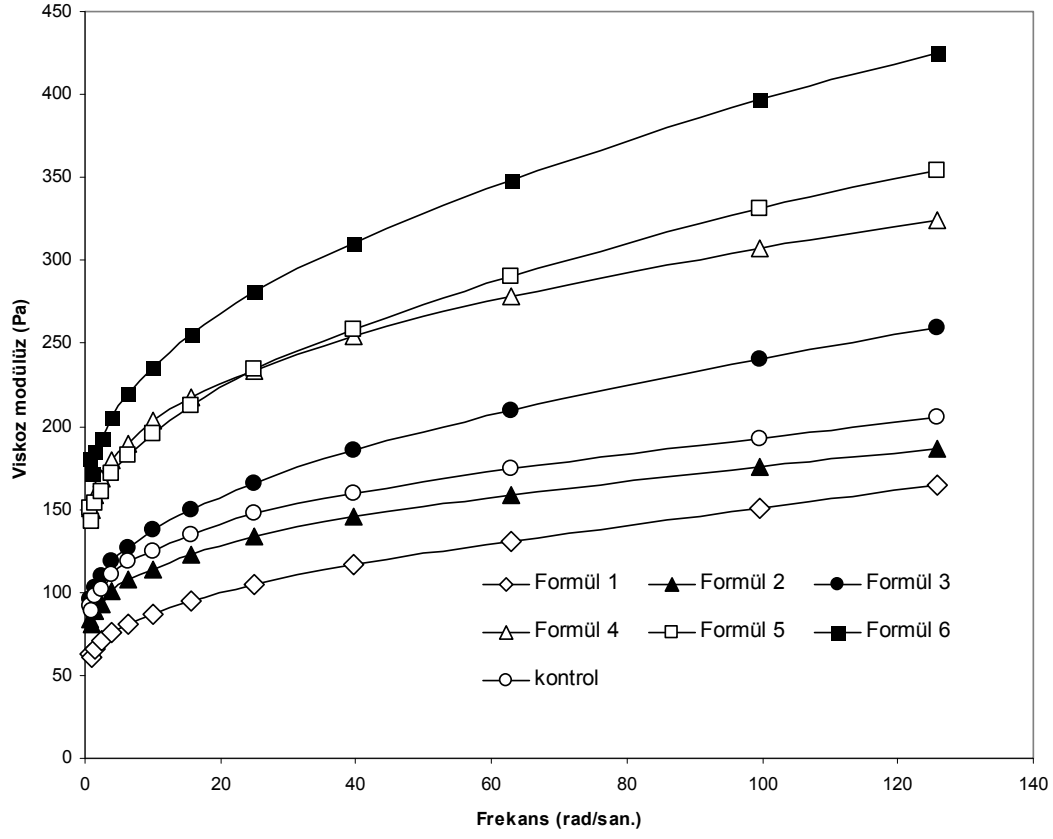
de tekrarlanmıştır. Şekil 336 ve Şekil 337 kayısı lifi kullanılarak üretilmiş olan mayonez örneklerinin viskoelastik özelliklerini vermektedir. Burada da portakal liflerine benzer sonuçlar elde edilmiş. Düşük yağlı ancak nispeten yüksek oranda lif içeren örnekler kontrol örnek ile benzer özellikler göstermiştir. Şekil 338 ve Şekil 339'da ise mayonez stabilite değerleri verilmiştir.

	Selüloz katkıli formüller						
	kontrol	Formül 1	Formül 2	Formül 3	Formül 4	Formül 5	Formül 6
limon suyu	10	10	10	10	10	10	10
yumurta sarısı	50	50	50	50	50	50	50
soya yağı	161	93	100	107	121	127	135
sirke	11	11	11	11	11	11	11
tuz	5	5	5	5	5	5	5
şeker	10	10	10	10	10	10	10
Selüloz	0	8	7	6	5	4	3
su	0	60	54	48	35	30	23
TOPLAM	247	247	247	247	247	247	247
% yağ	65	38	40	43	49	51	55

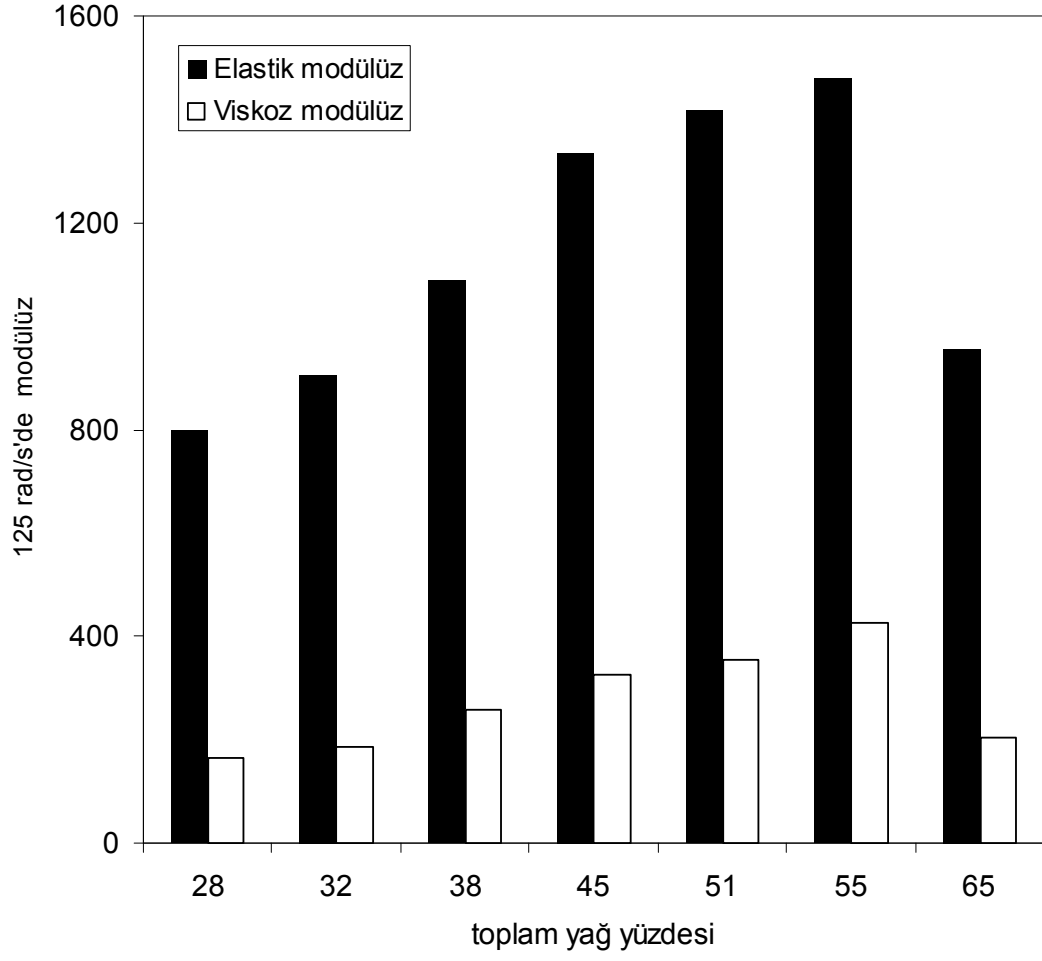
Çizelge 18.Çalışmamızda kullanılan mayonez formülleri



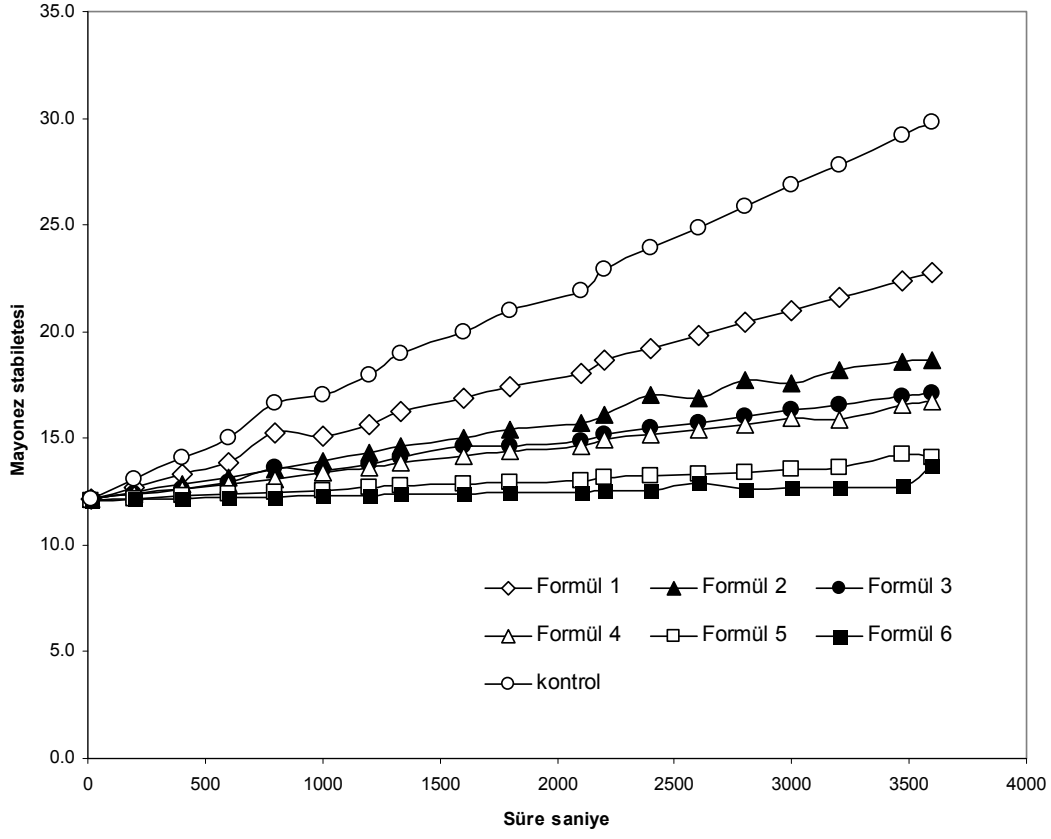
Şekil 330. Portakal lifleri ve Çizelge 18 deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik modulus değerleri



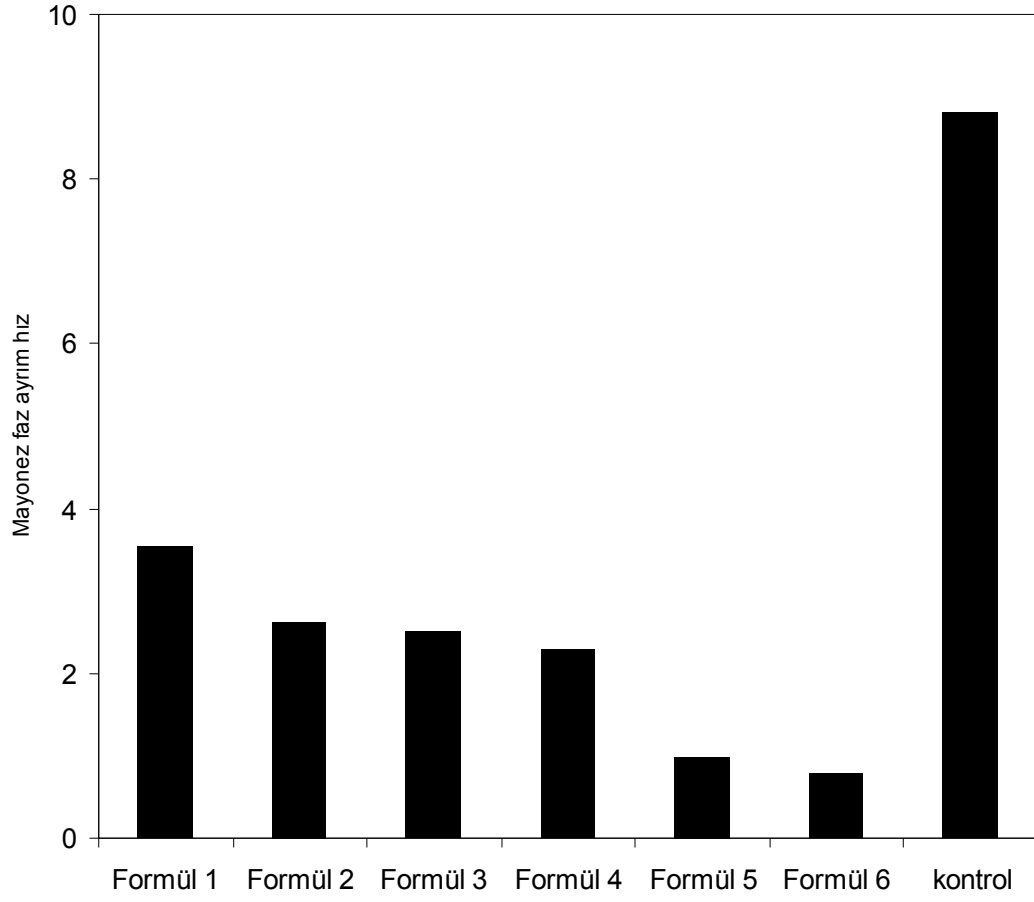
Şekil 331. Portakal lifleri ve Çizelge 18 deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait 125 rad/s deki elastik modulus değerleri



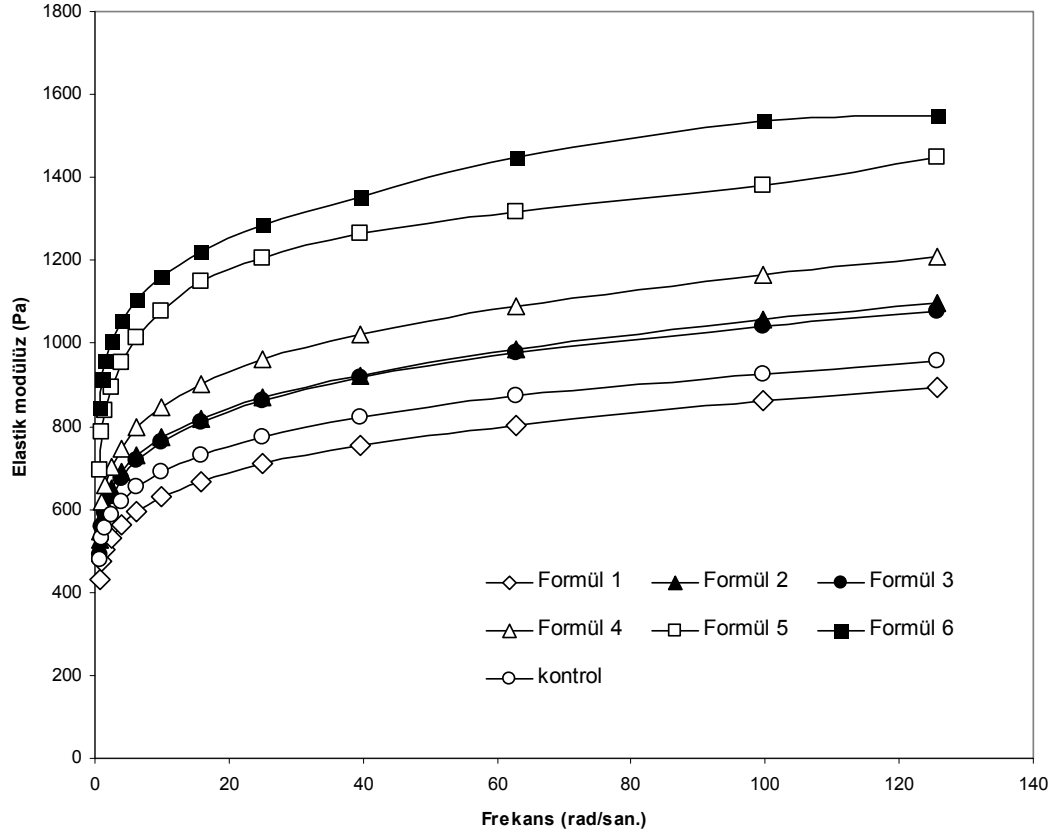
Şekil 332. Portakal lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik ve viskoz modulus değerleri



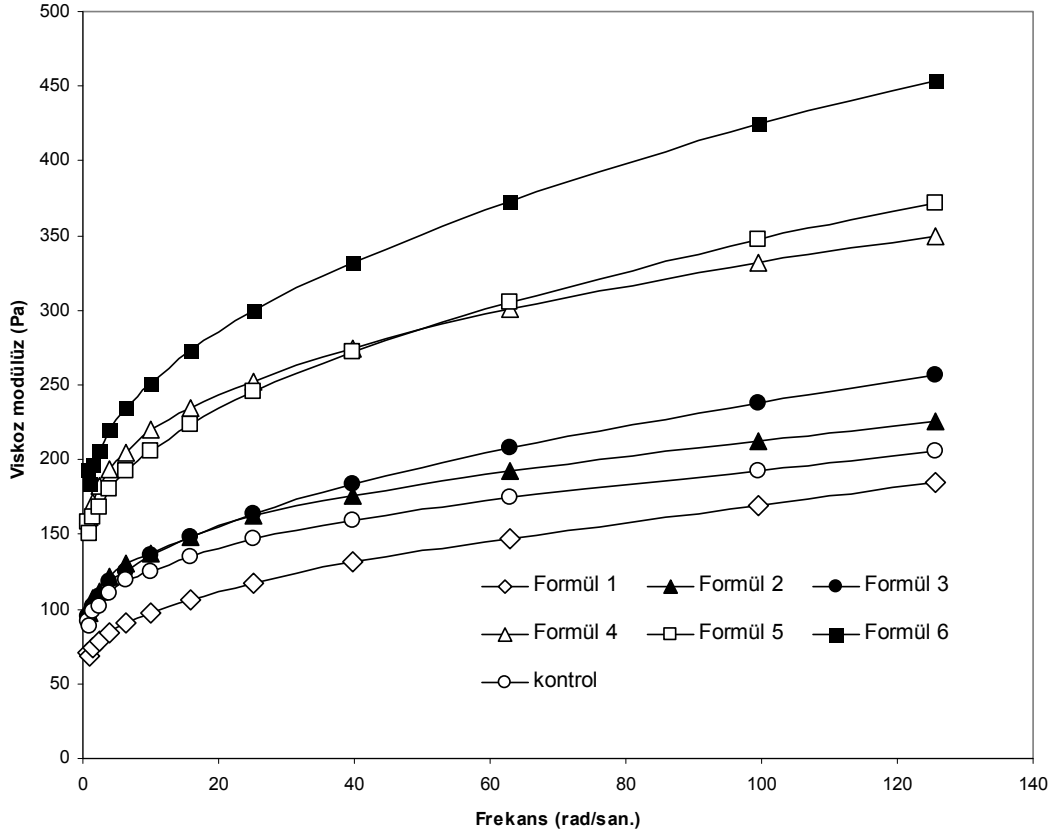
Şekil 333. Portakal lifleri ve Çizelge 18'deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer kararlılıkları



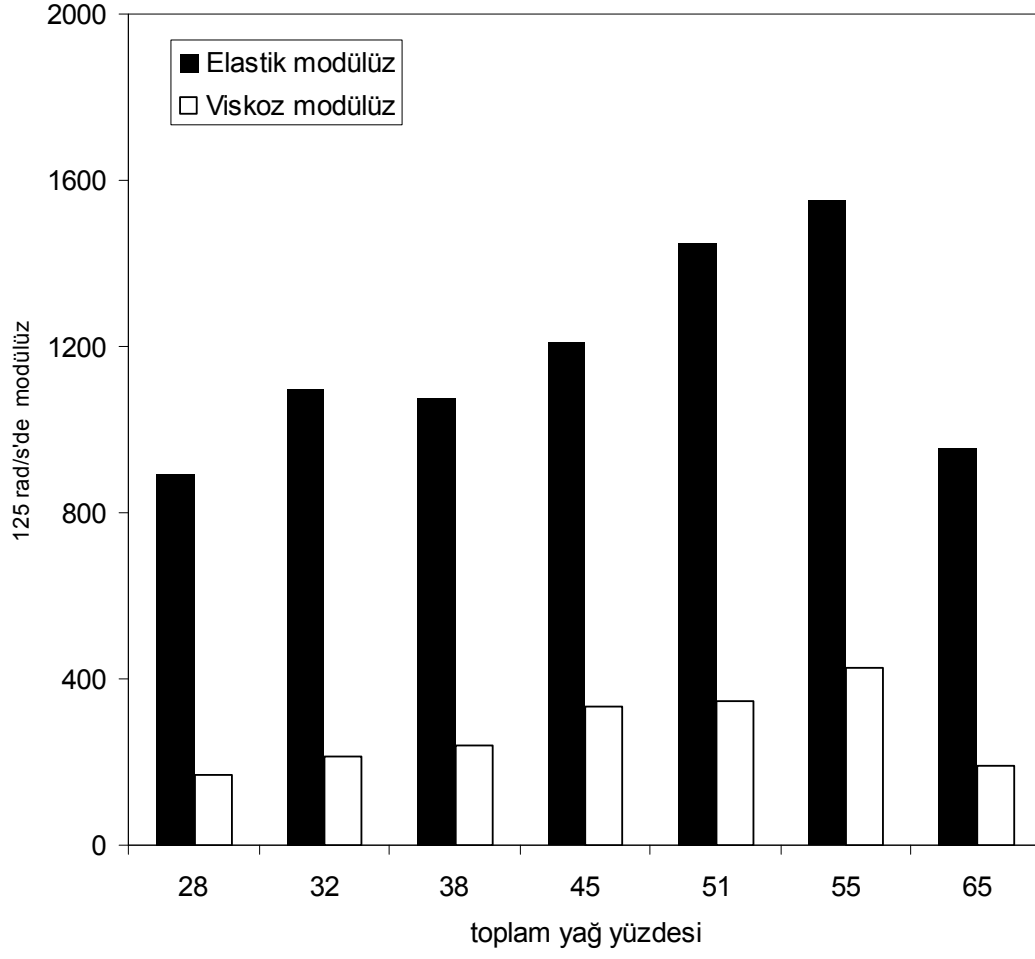
Şekil 334. Portakal lifleri ve Çizelge 18'deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer cihazı ile ölçülmüş faz ayırım hızları



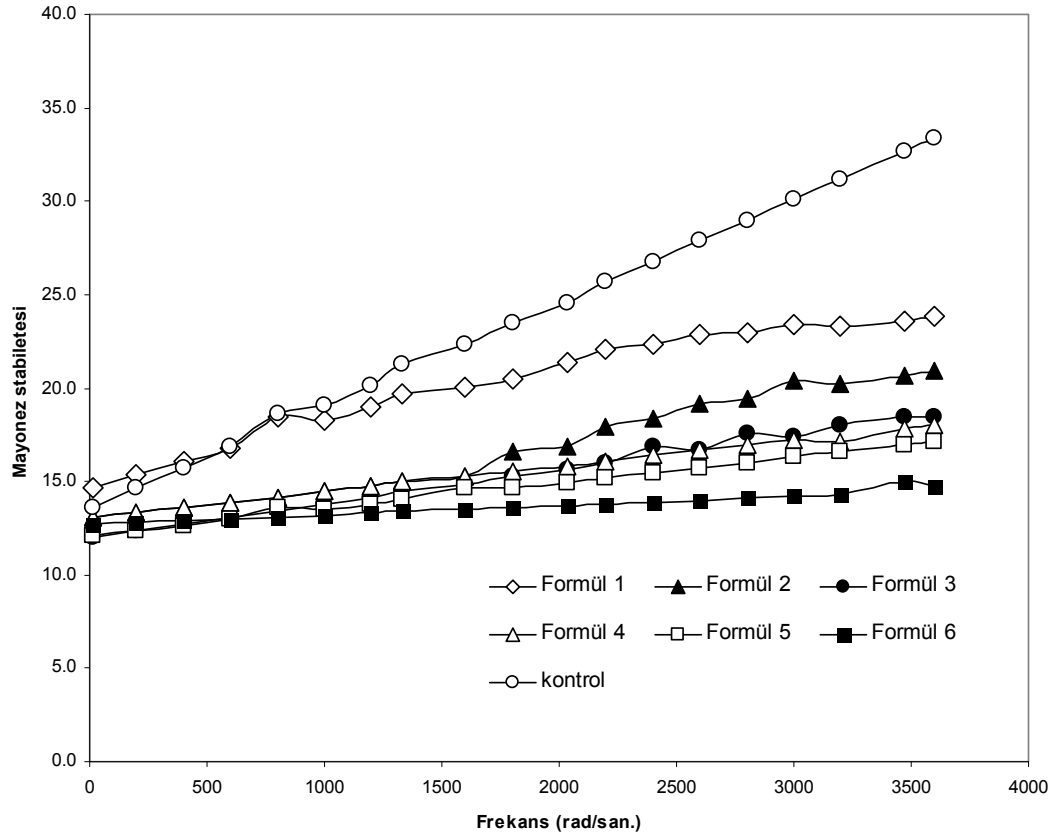
Şekil 335. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik modül değerleri



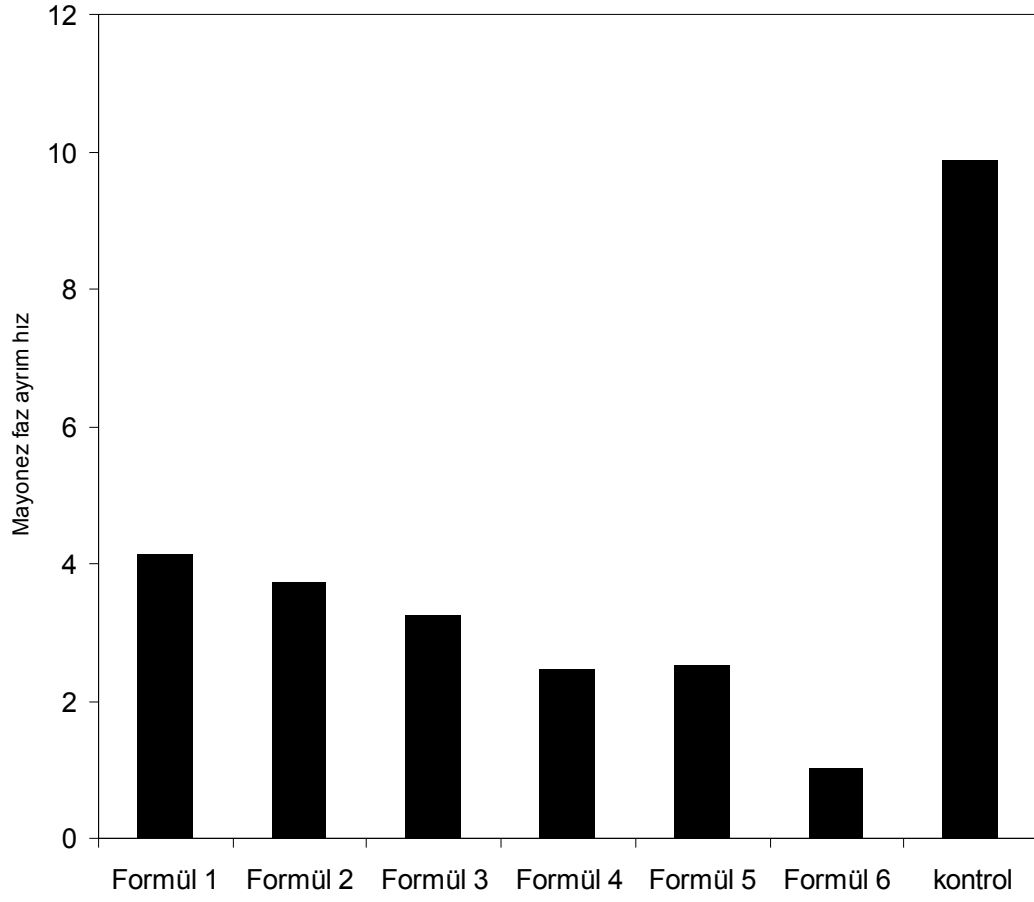
Şekil 336. Kayısı lifleri ve Çizelge 18'deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait 125 rad/s'deki elastik modulus değerleri



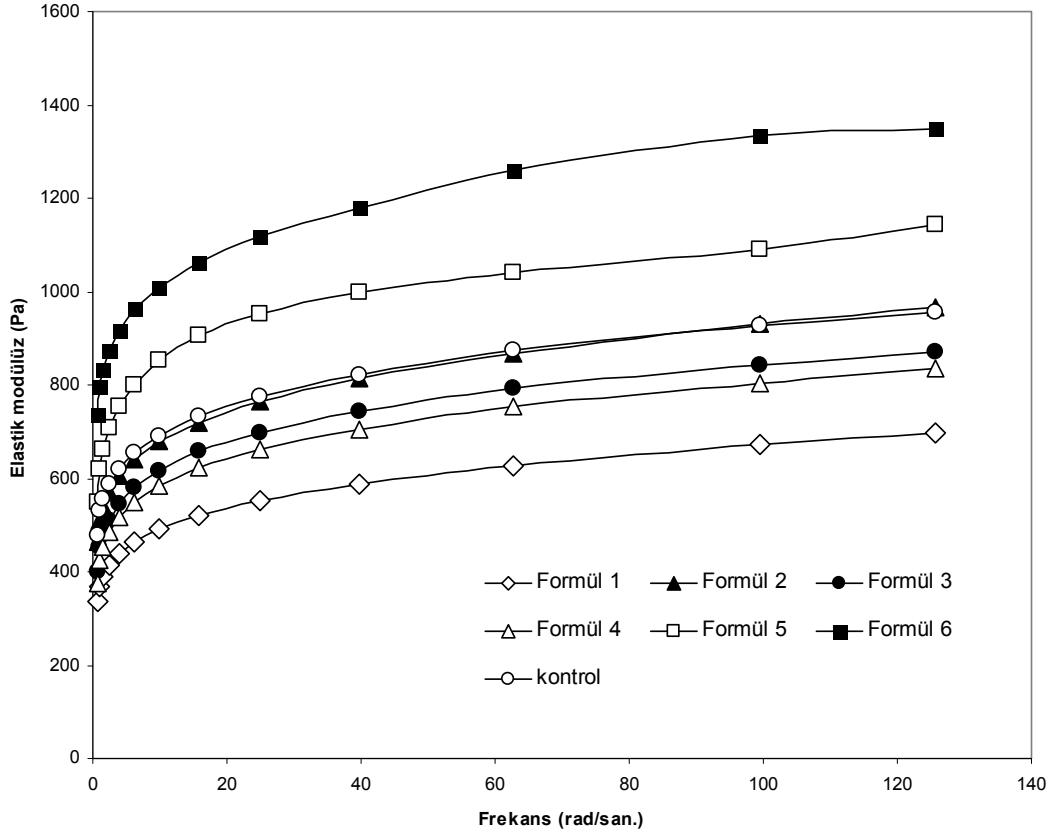
Şekil 337. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik ve viskoz modulus değerleri



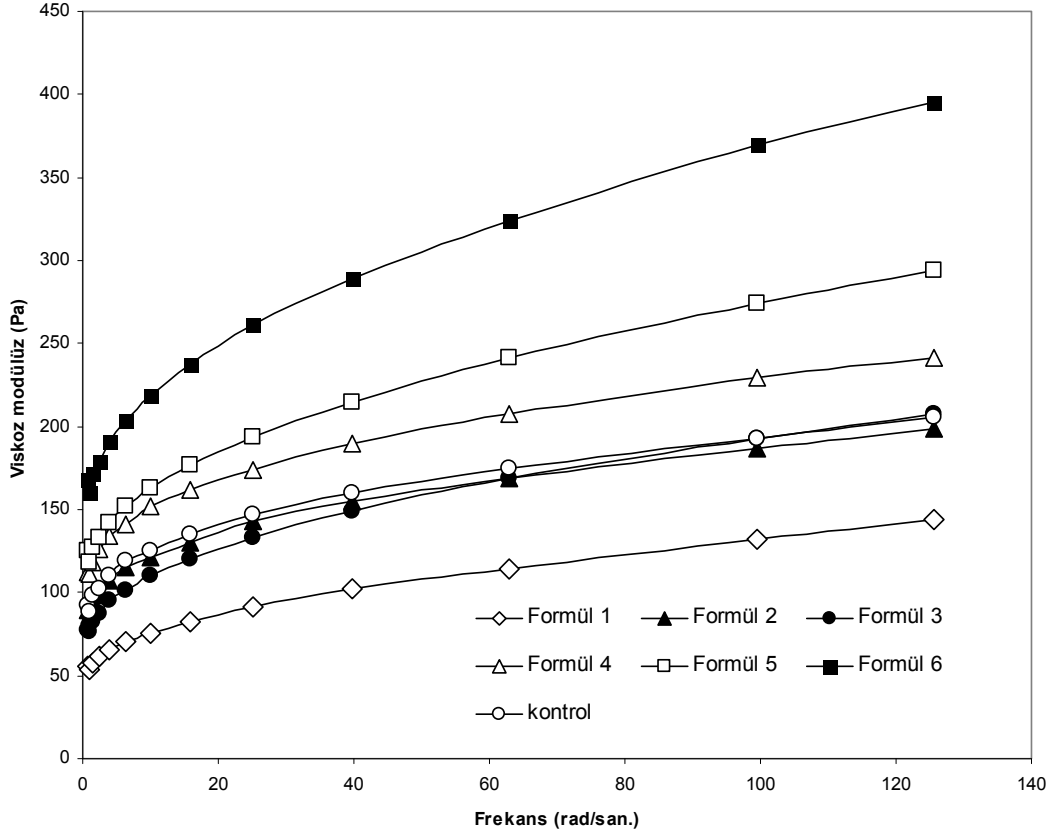
Şekil 338.Kayıslı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer kararlılıkları



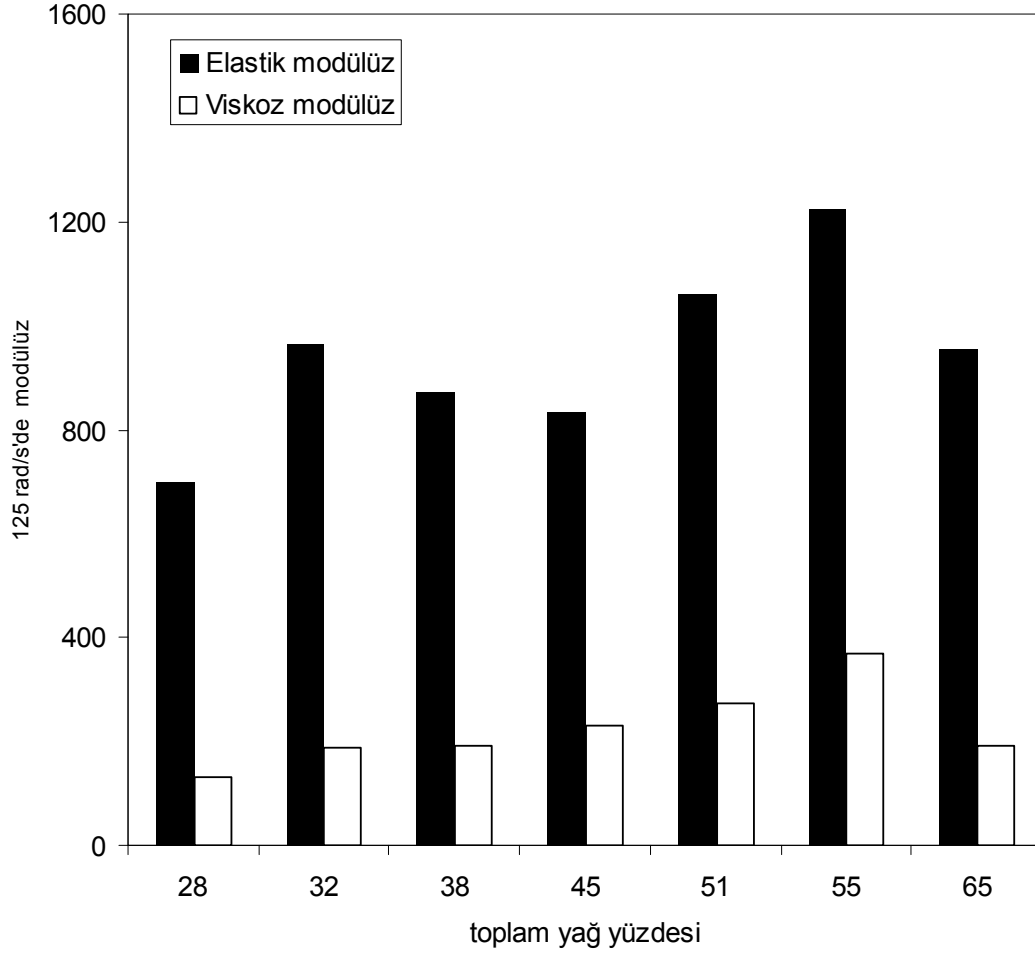
Şekil 339.Kayıslı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer cihazı ile ölçülmüş faz ayırım hızları



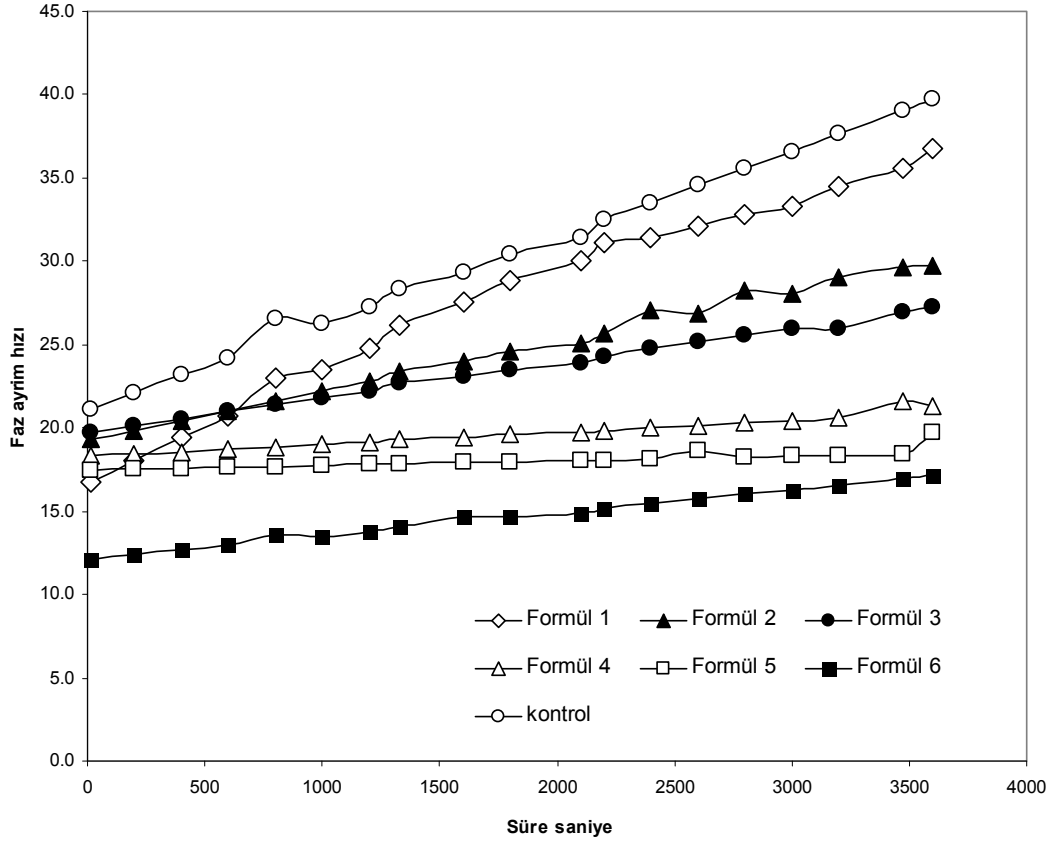
Şekil 340. Mısır lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik modulus değerleri



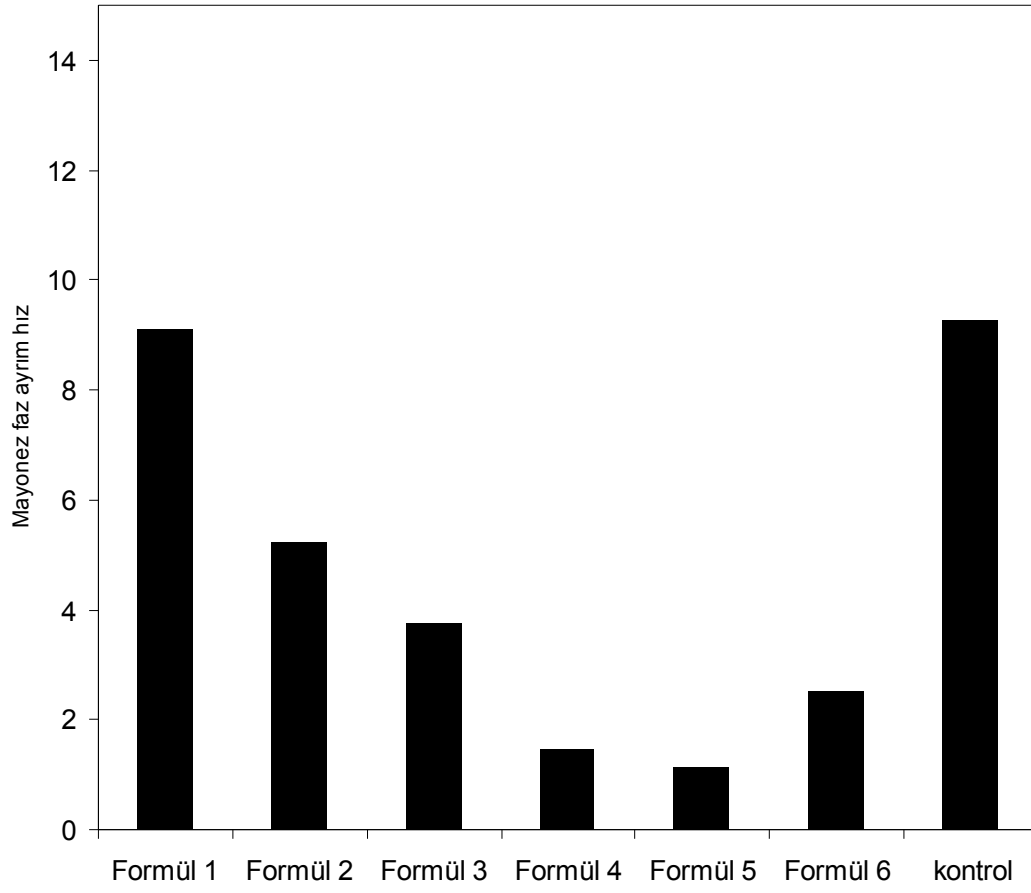
Şekil 341. Mısır lifleri ve Çizelge 18'deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait 125 rad/s'deki elastik modül değerleri



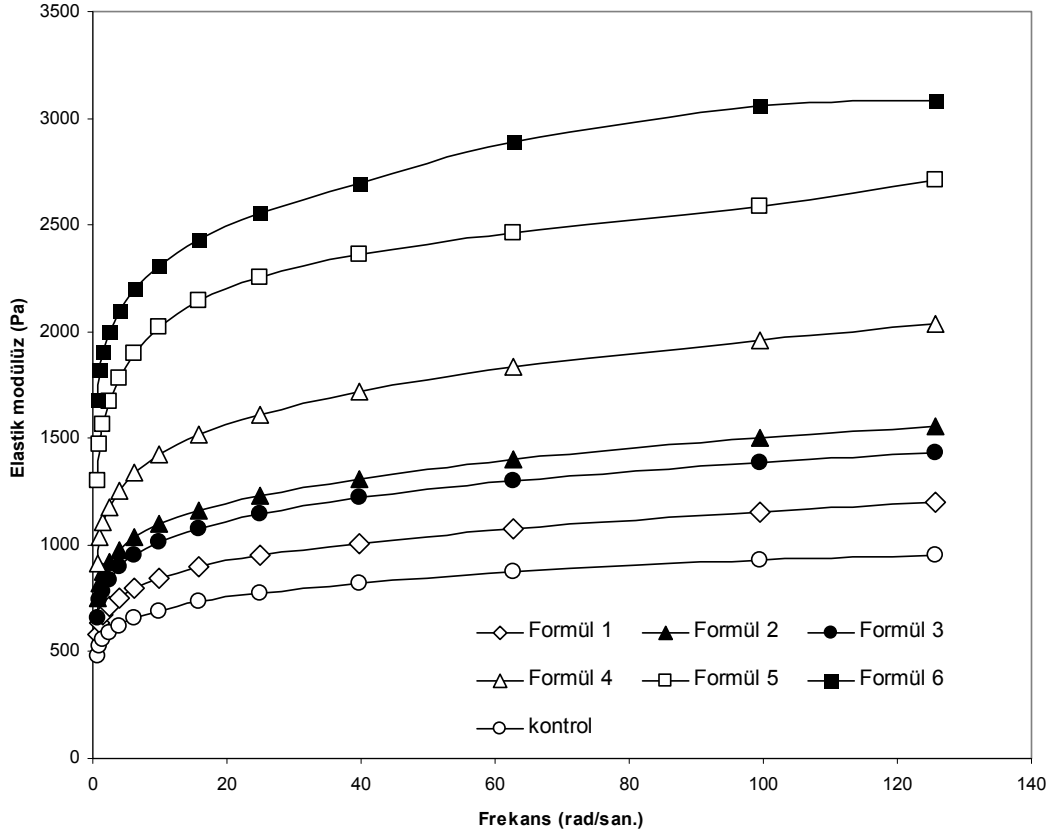
Şekil 342. Mısır lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik ve viskoz modulus değerleri



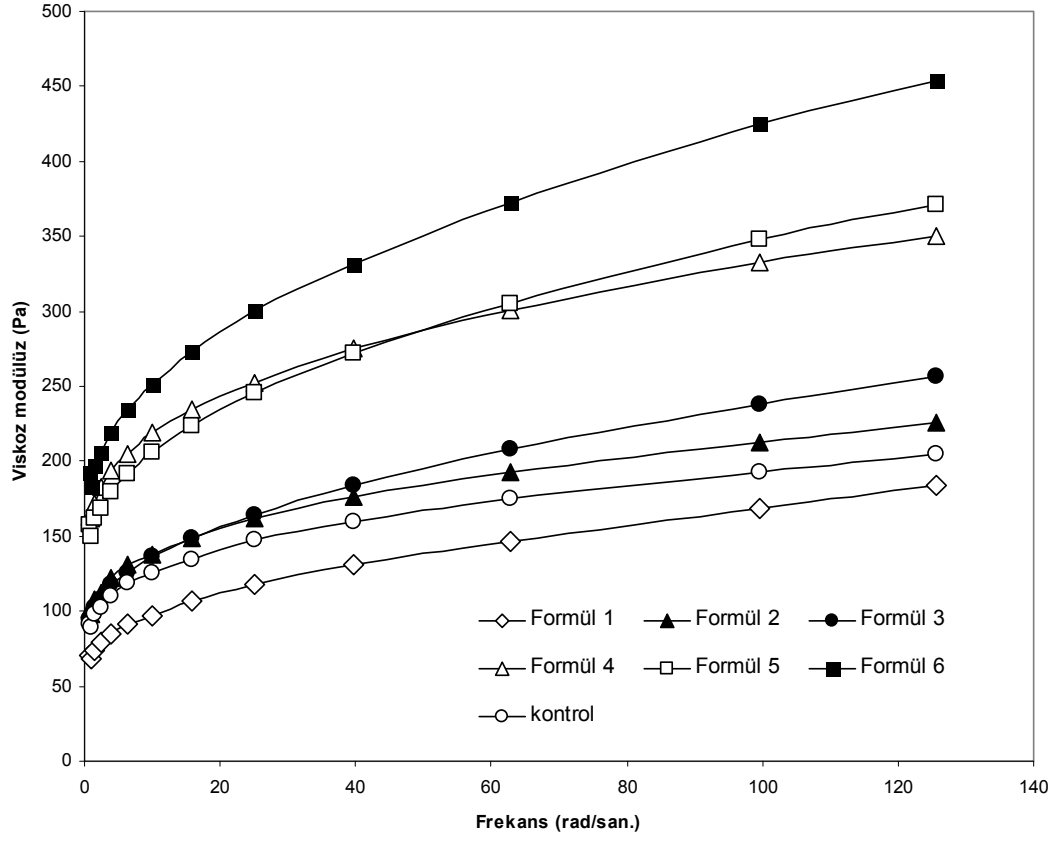
Şekil 343.Mısır lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer kararlılıkları



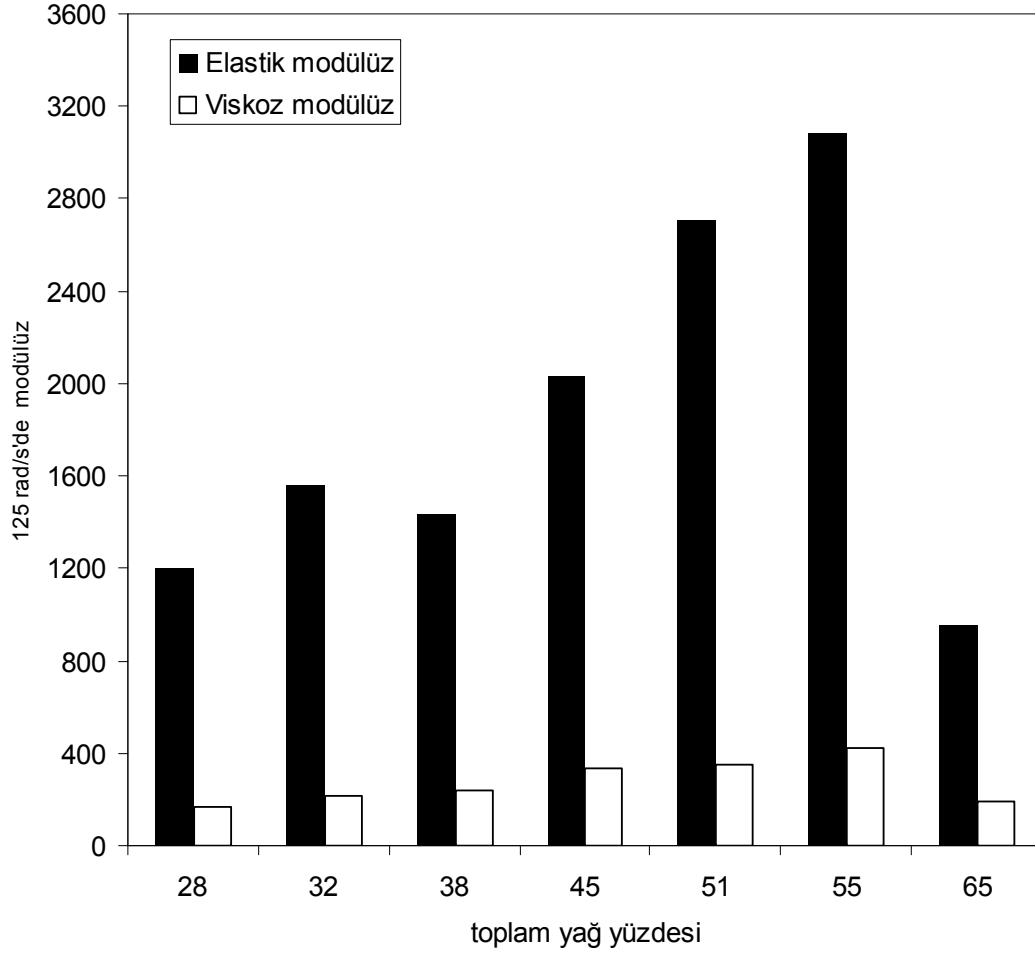
Şekil 344.Mısır lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer cihazı ile ölçülmüş faz ayırım hızları



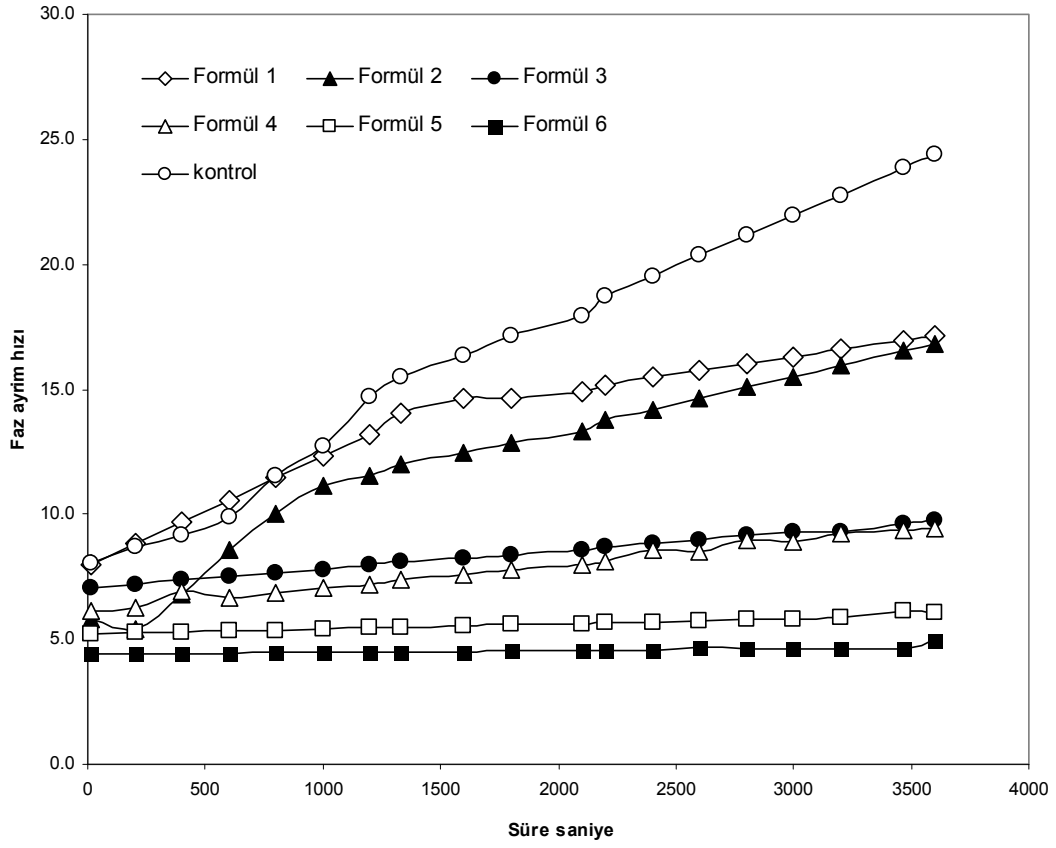
Şekil 345. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik modulus değerleri



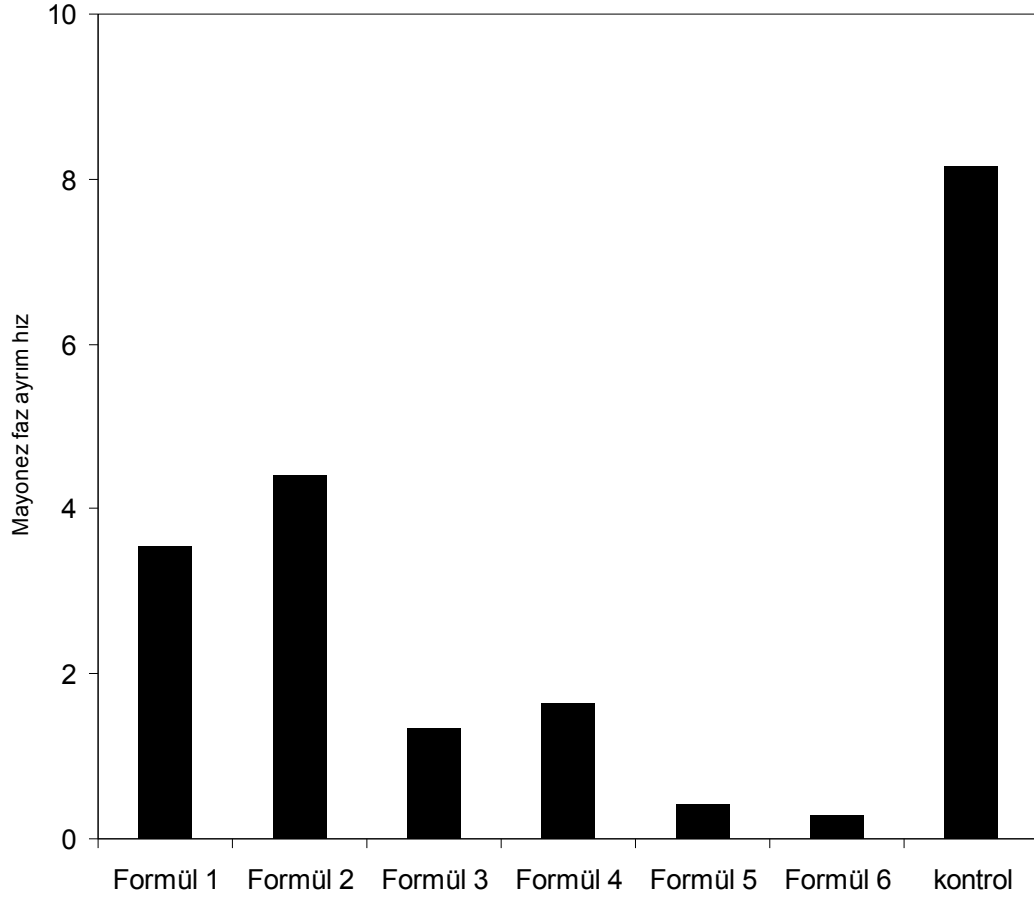
Şekil 346. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait 125 rad/s deki elastik modulus değerleri



Şekil 347. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait elastik ve viskoz modulus değerleri



Şekil 348. Kayısı lifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer kararlılıkları



Şekil 349.Kayıslifleri ve Çizelge 18deki formülasyonlar kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerine ait lumizer cihazı ile ölçülmüş faz ayırım hızları

SONUÇLAR

Tamamlanmış olan projede, temel olarak elma posası, portakal kabuğu, domates kabuğu, buğday kepeği, mısır kepeği, kayısı posası ve mısır koçanı gibi tarımsal yan ürünler kullanılarak nano ve makro lifler üretilmesi hedeflenmiştir. Proje kapsamında geliştirilen teknikler ile tarımsal yan ürünlerin başarılı bir şekilde mikro ve nano liflere çevrilebileceği gözlenmiştir. Taramalı elektron mikroskopu yardımıyla yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemler ile üretilen mikro ve nano liflerin yapısı ortaya konmuştur. Yapılan fiziksel ölçümler sonucunda portakal, kayısı ve elma posalarında elde edilen liflerin diğer kaynaklardan elde edilen liflere oranla daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, lif kaynağı maddelerin yumuşatma işleminde kullanılan alkali ajanlardan K_2CO_3 'ün diğer ajanlara oranla daha etkili olduğu gözlenmiştir. Bu tuz ile üretilen lifler diğer ajanlara oranla daha yüksek su tutma oranına ve viskoziteye sahip olduğu bulunmuştur. Mikro akışkan cihazında uygulanan basıncın üretilen liflerin fiziksel özelliklerine etkisi de ayrıca bu çalışma sırasında ortaya konmuştur. Mikro akışkan işlemi sırasında basıncın 300 bardan 1500 bara kadar artırılması sonucunda viskozitede hızlı bir artış gözlenmiştir. Ancak basıncın daha fazla artırılması liflerin fiziksel özelliklerine önemli bir etki yapmamıştır. Mikro akışkan cihazında tekrarlanan parçalama işlemi de uygulanan basınç şiddeti gibi üretilen liflerin fiziksel özelliklerine etki etmiştir. Liflerin su tutma kapasitesine ve viskozitesine mikroakışkan cihazından geçme sayısı ile birlikte belirgin bir iyileşme bulunmuştur.

Sonraki aşamalarda ise üretilen lifler kaynağına göre değişik model gıda ürünlerinde kullanılmıştır. Bazı fırıncılık ve mayonez gibi ürünlerde yağ yerine kullanım olanakları araştırılırken emülsiyon ve ketçap türü ürünlerde stabilite ve fiziksel özellikler açısından örnekler incelenmiştir. Düşük yağlı bisküvi ve mayonez üretiminde farklı lifler kullanılarak yapılan çalışmalarda kullanılan lifin çeşidinin, miktarının ve lif boyutunun ürünler üzerine çok etkili

olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak aynı yağ oranında, lif miktarının artırılması ve 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 lif miktarının artmasına bağlı olarak artmıştır. Düşük yağlı bisküvi üretiminde yağı azaltılmış bisküvi hamurunun işlenebilme açısından eksik kalan özellikleri lif kullanımları ile giderilmiştir. Ancak son ürün kontrol örneğinden yayılma oranı, nem içeriği, kırılgenlik ve sertlik değerleri bakımından farklılıklar göstermektedir. Yine de düşük yağlı bisküvilerin üretimi için bu liflerin kullanımı özellikle işlenebilirlik açısından uygun bulunmuştur.

Diğer bir fırıncılık ürünü olan kekler ile ilgili çalışmada da liflerin çeşidine göre son ürünlerde yaptıkları katkılarda farklılıklar gözlenmiştir. Artan lif ve düşen yağ miktarıyla birlikte kek ürünlerindeki sertlik değerlerinde artışlar gözlenmiş, ancak kullanılan un miktarının düşürülmesiyle yumuşak ve kontrol ürününe yakın tekstürel özelliklere sahip ürünler elde edilebilmiştir. Emülsiyonlar ile ilgili çalışmalarda ise liflerin önemli bir fiziksel özellik olan kararlılığı arttırdığı görülmüştür. Yağ ve su fazı arasındaki arayüze yerleşerek yüzey gerilimini düşüren lifler yağ damlacıklarının daha küçük boylarda olmalarını ve daha uzun sürelerde bu özelliklerini muhafaza etmelerini sağlamıştır. Diğer bir uygulama ise domates kabuğundan elde edilen liflerin ketçaptaki uygulamaları olmuştur. Kullanılan domates kabuğu lifleri ketçap örneklerinin fiziksel özelliklerine olumlu katkılarda bulunmuştur. Kullanılan lif miktarının artmasıyla özellikle viskozite ve stabilite değerlerinde önemli artışlar gözlenmiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

CHAKRABORTY, A.; Sain, M.; Kortschot, M., Mechanical and Morphological Properties of Cellulose Fibril Reinforced Nanocomposites. *Holzforschung* 59, 102-107, (2005)

CHEN J., Karlsson C., Povey M., Acoustic envelope detector for crispness assessment of biscuits. *Journal of Texture Studies*. 36 139–156, (2005)

CHEN L., Ruan R., Addis P.B., Cellulose fiber base compositions and film and the process for their manufacture. US Patent 5717381, (1991)

CHRISTIAN H. ve Pedersen A., No and low fat mayonnaise compositions. US patent no 5641533, (1997)

CHUM H. L., Black S., Johnson D.K., Sarkanen K.V., Pretreatment for biomass to ethanol and lignin. Conference: Solven Pulping Promises and Problem. Doshi and Associates, Inc. Appleton, WI, (1987)

DİNAND E., Chanzy H. and Vignon R. M., Suspensions of cellulose microfibrils from sugar beet pulp, *Food Hydrocolloids* 13 275-283, (1999)

EWAN Y. W. Ha, Carol D. Landi., Method for producing microcrystalline cellulose. US Patent 5769934, (1998)

FARIDI H. *The Science of Cookie and Cracker Production*. New York, NY: Chapman & Hall. (1994) pp 15-18, (1994)

GOULD J.M, B.K Jasberg, L.B Dexter, J.T Hsu, S.M Lewis and G.C Fahey., High-fiber, noncaloric flour substitute for baked foods. Properties of alkaline peroxide-treated lignocellulose. *Cereal Chemistry* 66 pp. 201–205, (1989)

GOULD J.M., Studies on the mechanism of alkaline peroxide delignification of agricultural residues. *Biotechnology and Bioengineering* 27 pp. 225–231, (1985)

GOULD J. M., Alkaline peroxide delignification of agricultural residues to enhance enzymatic saccharification. *Biotechnology Bioengineering*, 26, 46–52, (1984)

GOULD J. M., Alkaline peroxide treatment of nonwoody lignocellulose. US Patent No. 4,649,113, (1987)

GOULD J. M., Jasberg, B. K., & Cote, G. L., Structure–function relationships of alkaline-peroxide treated lignocellulose from wheat straw. *Cereal Chemistry*, 66, 213–217, (1989a)

GOULD J.M., Alkaline peroxide treatment of agricultural byproducts. US Patent No. 4, 806,475, (1989)

GUJRAL HS, Rosell CM, Sharma S, Singh S., Effect of sodium lauryl sulphate on the texture of sponge cake. *Food Sci Technol Int.* 9/2, 89-94, (2003)

HANSEN L.M. and Setser C.S. Texture evaluation of baked products using descriptive sensory analysis in *Dough Rheology and Baked Product Texture*. Hamid Faridi and Jon M. Faubio ed. Avi books 1990. pp 573, (1990)

HATFIELD R., Physiological changes and metabolic events that reduce lignocellulose utilization. Elsevier Publishing Company. New York Industry, R. Young and M. Akthar (Eds.), John Wiley Sons. Inc., 133-156, (1990)

IWAMOTO, S.; Nakagaito, A. N.; Yano, H.; Nogi, M., Optically transparent composites reinforced with plant fiber-based nanofibers . *Appl. Phys. A*, 81, 1109-1112, (2005)

KLEMM D., Schumann D., Kramer F., Nadine Heßler N., Hornung M., Schmauder H. and Marsch S., Nanocelluloses as Innovative Polymers in Research and Application. *Advances in polymer science* DOI 10.1007/11776895, (2006)

LINDBERG J. J., Sirvio, H., ve Martinmaa, J., Rheological studies on CMC. *Cellulose Chemistry and Technology*, 21, 379–385, (1987)

MANOHAR R.S. and Rao P.H., Effect of emulsifiers, fat level and type on the

rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *J. Sci. Food Agric.* , 79, 1223-1231, (1999)

MARITTA T., ChoKyun R., Timo V., Lindsey B., Sarah B., Michael., Tarja., Marja., Martti., Foodstuffs containing novel degraded cellulose derivatives. US patent no 5366755, (2003)

Nanobilim ve Nanoteknoloji Stratejileri. Vizyon 2023 Projesi Nanoteknoloji Strateji Grubu. TÜBİTAK Ankara, (2004)

PÄÄKKÖ M. Ankerfors M., Kosonen H., Nykänen A., Ahola S., Österberg M., Ruokolainen J., Laine J., Larsson P. T., Ikkala O., and Lindström T., Enzymatic Hydrolysis Combined with Mechanical Shearing and High-Pressure Homogenization for Nanoscale Cellulose Fibrils and Strong Gels. *Biomacromolecules*, 8 (6), 1934 -1941, (2007)

PHILLIPS G. O. Williams P. A., *Handbook of Food Hydrocolloids* CRC press. Cambridge England, (2000)

RAJINDER K., Lynam M., Stabilization of mayonassise spreads using whey from nisin producing cultures. US patent no 6113954, (1999)

REVEES J.B., Lignin and fiber compositional changes in forages over a growing season and their effects on in vitro digestibility. *Journal of Dairy Science*. 70-1583-1594, (1987)

RUAN R. Chen P., Wilcke W., Addis P., Structure function relationships of highly refined cellulose. *Transactions of the ASAE*. 44: 1707-1712, (2002)

SALEEM Q., Mechanical and fracture properties for predicting cracking in semi-sweet biscuits. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 361–367, (2005)

SJORSTORM E., *Wood Chemistry: Fundamentals and Applications*. Academic Press, Inc. San Diego, CA USA, (1981)

SMOOK G.A., *Handbook for Pulp and Paper Technologies*. Angus Wilde Publications,

WA USA, (1992)

TANIGUCHI, T.; Okamura, K., New films produced from microfibrillated natural fibres. *Polym. Int.*, 47, 291-294, (1998)

TURABI E., Sumnu G., Sahin S., Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*. 22 305–312, (2008)

TURBAK AF, Snyder FW, Sandberg KR., Microfibrillated cellulose. US patent 4483743, (1982)

WANG X., 6 Process for providing herbal medicants in cellulose derivative capsules. US patent No. 6,238,69, (2001)

WHISTLER R., J. R Daniel., Functions of Polysaccharides in Foods, in *Food Additives*, A. L. Branam, P. M Davidson, S. Salinen Eds. Marcel Dekker, inc. NY and Basel. pp. 395-409, (1990)

WINSTON P. E., Miskiel F.J., ve Valli R. C., Composition and process for gelatin-free soft capsules. US Patent No. 5,342,626, (1994)

YOUNG, R. A., Acetic Acid-Based pulping. In *Environmentally Friendly Technologies for Pulp and Paper*, 12, 21-34, (1998)

YOUNG, R.A., Acetic Acid Based Pulping. *Solvent Pulping Symp.* Boston, MA. 61-66. (1992)

ZHAO, H.-P.; Feng, X.-Q., Gao, H. Ultrasonic technique for extracting nanofibers from nature materials *Appl. Phys. Lett.*, 90, 073112, (2007)

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje No: 108 M 169
Proje Başlığı: Bitkisel Kökenli Atıklardan Mikro-Akışkan Yöntemiyle Nano boyutlarda Reoloji Düzenleyicilerin Üretilmesi: Emülsiyonlarda, kolloitlerde ve Hamur Ürünlerinde Kullanılması
Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Doç. Dr. Behiç MERT, Prof. Dr. Aziz TEKİN, Dr. Hakan Erinç Gönül Koçak, Ezgi Şahin, Erman Bigikoçin, Onur Ketencioğlu
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ankara
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: Yok
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01/06/2008-01/06/2011
Öz (en çok 70 kelime) Değişik tarımsal yan ürünler mikroakışkan cihazı kullanılarak mikro ve nano liflere çevrilmişlerdir. Elde edilen lifler su tutma kapasitesi, reolojik metotlar ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak karakterize edilmiştir. Üretilen liflerin konvansiyonel yöntemlere göre elde edilen ticari liflere oranla son derece yüksek su tutma ve viskozite değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Elde edilen lifler fırıncılık ve mayonez tipi ürünlerde yağ miktarının azaltılması, koloit tipi ürünlerde ise viskozitenin artırılması amacıyla başarılı bir şekilde kullanılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Mikro, nano, besinsel lif, mikroakışkan, reoloji, tekstür
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu? Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input type="checkbox"/> Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.
Projeden Yapılan Yayınlar: 1- 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). 2- Mert, B., Kocak G., H., Tekin, A. 2010 Utilization of microfluidized nonsoluble tomato fibers to improve rheological properties of ketchup. International Food Technologist Annual Meeting 2010. Chicago USA

- 3- S. Yavas*, B. Mert, Z. Ögel. Conversion of lignocellulosic biomass to nano fibrils to enhance enzyme hydrolysis. 1st International Congress on Food Technology; November 03-06, 2010 Antalya / Turkey Association of Food Technology-Turkey & Akdeniz University – Turkey
- 4- O. Ketenoğlu, B. Mert, A. Tekin. Usage of Dietary Nano Fibers in Food Emulsions. 1st International Congress on Food Technology; November 03-06, 2010 Antalya / Turkey Association of Food Technology-Turkey & Akdeniz University – Turkey
- 5- Erman Bigikocin, Behic Mert & Hami Alpas. 2011. Effect of high hydrostatic pressure and high dynamic pressure on stability and rheological properties of model oil-in-water emulsions. High Pressure Research. DOI: 10.1080/08957959.2011.589842

Ekte Bulunan “ARDEB Başarı Öyküsü Formu”, “Kazanımlar” Bölümünde Belirtilen Kriterlere Göre Proje Çıktılarınızın Başarı Öyküsü Niteliği Taşındığını Düşünüyorsanız “ARDEB Başarı Öyküsü Formu”nu doldurunuz.