



**Türkiye’de Ticari Olarak Yetiştirilen Farklı Türdeki Adaçayı
Tohumlarından Optimum Koşullarda Endüstriyel Ölçekte Gam Üretimi Ve
Bu Gamların Fizikokimyasal, Kompozisyonel, Konformasyonel,
Mikroyapısal, Teknolojik Ve Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi**

Program Kodu: TOVAG-3501

Proje No: 112O533

Proje Yürütücüsü:

Doç. Dr. Mustafa Tahsin Yılmaz

Araştırmacılar:

Doç. Dr. Eray TULUKÇU

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

Danışmanlar:

Prof. Dr. Hasan YETİM

Prof. Dr. Muhammet ARICI

Bursiyerler:

Gözde (ÖZÇELİK) KUTLU

Ashı MUSLU

Ceyda VATANSEVER

Görkem ÖZÜLKÜ

Kübra ÜNAL

Muhammed ÇELİK

NİSAN 2016

İSTANBUL



ÖNSÖZ

TÜBİTAK – 3501- Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında 01.11.2014 – 05.04.2016 tarihleri arasında 112O533 proje nolu ‘Türkiye’de ticari olarak yetiştirilen farklı türdeki adaçayı tohumlarından optimum koşullarda endüstriyel ölçekte gam üretimi ve bu gamların fizikokimyasal, kompozisyonel, konformasyonel, mikroyapısal, teknolojik ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi’ adlı, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya - Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’ne tanımlanan, projenin araştırmaları tamamlanmıştır. Projenin gerçekleşmesini sağlayan TÜBİTAK TOVAG’ a maddi destek ve teşviklerinden dolayı teşekkür ederim.

Doç. Dr. Mustafa Tahsin Yılmaz
Proje Yürütücüsü



İÇİNDEKİLER

	ÖNSÖZ	ii
	ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
	ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
	ÖZET	xix
	ABSTRACT	xxi
1	GİRİŞ	1
2	LİTERATÜR ÖZETİ	3
3	GEREÇ ve YÖNTEM	6
3.1	Gereçler	6
3.2	Yöntem	6
3.2.1	Tohum örneklerinin elde edileceği adaçayı türlerinin yetiştirilmesi	6
3.2.2	Dört faktörlü Merkezi karmaşık dizayna göre gam ekstraksiyonu veriminin hesaplanması ve ekstraksiyonu	7
3.3.3	Merkezi karmaşık diayna göre gam örneklerinin üretilmesi	8
3.3.4	Elde edilen gamların fizikokimyasal, kompozisyonel, teknolojik ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin MKD ile analizi ve desirability fonksiyon analizleri ile optimizasyonu	9
a.	Fizikokimyasal özelliklerin belirlenmesi	9
b.	Kompozisyonel özelliklerinin belirlenmesi	10
c.	Teknolojik özelliklerin belirlenmesi	10
d.	Reolojik özelliklerin belirlenmesi	12
3.3.5	Gamların konformasyonel ve mikroyapısal özelliklerinin belirlenmesi	15
3.3.6	Elde edilen gamlar ile üretilen dondurma miksi örneklerinin fizikokimyasal, teknolojik ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin MKD ile analizi ve desirability fonksiyon analizleri ile optimizasyonu	16
3.3.7	İstatistiksel ve matematiksel analizler	18
4.	BULGULAR	19
4.1.	Tohum örneklerinin elde edileceği adaçayı türlerinin yetiştirilmesi	19



4.2.	Adaçayı tohumlarının temizlenmesi	20
4.2.1.	Gam eldesi için uygun adaçayı türlerinin seçilmesi	20
4.3.	Gam ekstraksiyonu veriminin optimizasyonu	22
4.4.	Central Composite Dizaynın Oluşturulması	31
4.5.	Central Composite Dizayn'a Göre Gamların Verim Hesabının yapılması	32
4.5.1.	Genç Bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> Tohumlarının Central Composite Dizayna Göre Verim Hesabı	32
4.5.2.	Yaşlı Bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> Tohumlarının Central Composite Dizayna Göre Verim Hesabı	34
4.6.	Gamların Fizikokimyasal Analizleri	36
4.6.1.	Gam Örneklerinin pH Analizlerinin Yapılması	36
4.6.2.	Gam Örneklerinin Kuru Madde İçeriklerinin Tespit Edilmesi	38
4.6.3.	Gam Örneklerinin Kül İçeriklerinin Belirlenmesi	40
4.6.4.	Gamların protein içeriklerinin belirlenmesi	41
4.7.	Gamların Kompozisyonel Özelliklerinin Belirlenmesi	45
4.7.1.	Gamların Şeker İçeriklerinin Değerlendirilmesi	45
4.7.2	Gam örneklerinin Fenolik Değerlerinin Belirlenmesi	47
4.7.2.1	Genç Bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> Tohumlarının Fenolik Değerleri	47
4.7.2.2.	Yaşlı Bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> Tohumlarının Fenolik Değerleri	50
4.8.	Gamların konformasyonel ve mikroyapısal özelliklerinin belirlenmesi	51
4.8.1.	FTIR Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	51
4.8.2.	Gamların Mikroyapısal Özelliklerinin Belirlenmesi	63
4.9.	Gamların Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi	74
4.9.1.	Su Tutma Kapasitesi	74
4.9.2.	Yağ Tutma Kapasitesi	75
4.9.3.	Emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilite indekslerinin belirlenmesi	76
4.9.4.	Gamların Çözünürlüklerinin Belirlenmesi	78
4.9.5.	Köpük Oluşturma ve Stabilitesi	79



4.10.	Adaçayı tohumu gamlarının reolojik özelliklerinin belirlenmesi	79
4.10.1.	Adaçayı tohumu gamların analize hazırlanması	79
4.10.2.	Steady Shear Özelliklerinin Belirlenmesi	80
4.10.3.1.	Genç Bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> Tohumlarının Steady Shear Analizlerinin Yorumlanması	80
4.10.3.2.	Yaşlı Bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> Tohumlarının Steady Shear Analizlerinin Yorumlanması	84
4.10.4.	Vizkoelastik özelliklerin Belirlenmesi	87
4.10.4.1.	Genç Bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> Tohumlarının Viskoelastik Özelliklerinin Yorumlanması	87
4.10.4.2.	Yaşlı Bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> Tohumlarının Viskoelastik Özelliklerinin Yorumlanması	93
4.10.5.	Creep&recovery testlerinin uygulanması	99
4.10.6.	Gamların deformasyon ve toparlanma miktarlarının belirlenmesi için 3ITT testin Uygulanması	101
4.10.6.1.	Genç bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için 3ITT testin Uygulanması	101
4.10.6.2.	Yaşlı bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için 3ITT testin Uygulanması	108
4.11.	Elde edilen gamlar ile üretilen dondurma miksi örneklerinin fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi	113
4.11.1.	Dondurma örneklerinin pH ölçümü	113
4.12.	Elde edilen gamlar ile üretilen dondurma miksi örneklerinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi	114
4.12.1.	Dondurmadaki hacim artışının belirlenmesi	114
4.12.2.	Dondurma Erime Stabilitesinin Belirlenmesi	117
4.12.3.	Dondurma miksi ve dondurmada yağ destabilitesinin belirlenmesi	121
4.13.	Dondurma Mikslerinin Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi	124
4.13.1.	Dondurma Mikslerinin Steady Shear (Yatışkan kesme) Akış Davranış Özelliklerinin (Parametrelerinin) Belirlenmesi	124
4.13.2.	Dondurma mikslerinin Dynamic Shear (Dinamik titreşimli kayma) Akış	128



	Davranış Özelliklerinin (Parametrelerinin) Belirlenmesi	
4.13.3.	Dondurma mikslerinin 3 Zamanlı Tikotropik Test (3ITT) Uygulayarak Deformasyon ve İyileşme(Toparlanma) Özelliklerinin (Parametrelerinin) Belirlenmesi	137
	REFERANSLAR	145



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının gam verimi	22
Çizelge 2.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının gam verimi	22
Çizelge 3.	<i>Salvia microstegia</i> tohumlarının gam verimi	23
Çizelge 4	<i>Salvia</i> 1 tohumundan gam eldesine yönelik oluşturulan modele ait varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 5.	<i>Salvia</i> 1 tohumundan elde edilen gam verimi üzerine faktörlerin etkisi	24
Çizelge 6.	<i>Salvia</i> 2 tohumundan gam eldesine yönelik oluşturulan modele ait varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 7.	<i>Salvia</i> 2 tohumundan elde edilen gam verimi üzerine faktörlerin etkisi	27
Çizelge 8.	<i>Salvia</i> 3 tohumundan gam eldesine yönelik oluşturulan modele ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 9.	<i>Salvia</i> 3 tohumundan elde edilen gam verimi üzerine faktörlerin etkisi	29
Çizelge 10.	Optimizasyon için kullanılan bağımsız değişkenler ve kodları	32
Çizelge 11.	Optimizasyon için kullanılacak olan 10 deneme noktalı dizayn	32
Çizelge 12.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının Central Composite dizaynına göre gam verimi	33
Çizelge 13.	Seçilmiş olan karesel modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu	33
Çizelge 14.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının Central Composite dizaynına göre gam verimi	34
Çizelge 15.	Seçilmiş olan karesel modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu	35
Çizelge 16.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının pH içerikleri	36
Çizelge 17.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının pH içerikleri	37
Çizelge 18.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının kuru madde içeriği	38
Çizelge 19	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının kuru madde	39



	içeriği	
Çizelge 20	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının kül içerikleri	40
Çizelge 21.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının kül içerikleri	40
Çizelge 22.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların protein içerikleri	41
Çizelge 23.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının protein içeriğine yönelik varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 24.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların protein içerikleri	43
Çizelge 25.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların protein içeriğine yönelik varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 26.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının şeker içerikleri (%)	45
Çizelge 27.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının şeker içerikleri (%)	46
Çizelge 28.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının fenolik içeriği	47
Çizelge 29.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının fenolik içeriklerinin varyans analiz tablosu	49
Çizelge 30.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının fenolik değerleri	50
Çizelge 31.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının fenolik içeriklerinin varyans analiz tablosu	50
Çizelge 32.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının su tutma kapasiteleri	74
Çizelge 33.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının su tutma kapasiteleri	75
Çizelge 34.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının emülsiyon kapasiteleri	76
Çizelge 35.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının emülsiyon kapasiteleri	76
Çizelge 36.	Gam örneklerinin emülsiyon stabilite indeksleri (ESI)	77
Çizelge 37.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarının Herschel-	81



	Bulckley denklemine göre R^2 , a , K ve η değerleri	
Çizelge 38.	Seçilmiş olan karesel modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu	82
Çizelge 39.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumlarının Herschel-Bulckley denklemine göre R^2 , a , K ve η değerleri	85
Çizelge 40.	Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu	86
Çizelge 41.	Elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi tanımlarken kullanılan power-law fonksiyonu parametreleri (Genç bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamları için)	89
Çizelge 42.	Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu	91
Çizelge 43.	Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu (K'' için)	92
Çizelge 44.	Elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi tanımlarken kullanılan power-law fonksiyonu parametreleri (Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamları için)	94
Çizelge 45.	Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu (K' için)	96
Çizelge 46.	Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz Tablosu (K'' için)	98
Çizelge 47.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamlarının deformasyon ve toparlanma yüzdeleri	101
Çizelge 48.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamlarının Second order structural model'den yararlanılarak elde edilen R^2 , K' ve K'' değerleri	102
Çizelge 49.	Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz Tablosu (K'' için)	105
Çizelge 50.	Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz Tablosu (K' için)	106
Çizelge 51.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamlarının deformasyon ve toparlanma yüzdeleri	108



Çizelge 52.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının Second order structural model'den yararlanılarak elde edilen R^2 , K' ve K'' değerleri	108
Çizelge 53.	Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz Tablosu (K' için)	110
Çizelge 54.	Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz Tablosu (K'' için)	111
Çizelge 55.	Dondurma örneklerinin pH değeri	113
Çizelge 56.	Dondurma örneklerinin hacim artışı	114
Çizelge 57.	Dondurma örneklerinin hacim artışına ilişkin varyans analizi (Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	115
Çizelge 58.	Dondurma örneklerinin hacim artışına ilişkin varyans analizi (Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	116
Çizelge 59.	Dondurma örneklerinin erime miktarları	118
Çizelge 60.	Dondurma örneklerinin erime miktarlarına ilişkin varyans analizi (Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	119
Çizelge 61.	Dondurma örneklerinin erime miktarlarına ilişkin varyans analizi (Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	120
Çizelge 62.	Dondurmanın yağ aglomerasyon indeksi (FAI)	122
Çizelge 63.	Dondurma örneklerinin yağ aglomerasyon indeksine ilişkin varyans analizi (Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	122
Çizelge 64.	Dondurma örneklerinin yağ aglomerasyon indeksine ilişkin varyans analizi (Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	123
Çizelge 65.	Dondurma miksi örneklerinin sabit kesme özellikleri	126
Çizelge 66.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurma mikslerin kıvam katsayılarına ilişkin varyans analiz sonuçları	126
Çizelge 67.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurma mikslerin kıvam katsayılarına ilişkin varyans analiz sonuçları	127

Çizelge 68.	Dondurma mikslerinin Power-law model parametreleri	132
Table 69.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurma mikslerin K' değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	133
Çizelge 70.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurma mikslerin K' değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	134
Çizelge 71.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurma mikslerin K'' değerine ilişkin varyans analiz sonuçları	135
Çizelge 72.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurma mikslerin K'' değerine ilişkin varyans analiz sonuçları	136
Çizelge 73.	Genç ve yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından üretilen gamlar kullanılarak üretilen dondurma mikslerinin G_o , G_i , G_e , K ve R^2 değerleri	141
Çizelge 74.	Genç ve yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamlarla hazırlanan miksler K , K' ve K'' değerleri için maksimum ve minimum tahmini değerleri	144



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1	Dondurma miksinin hazırlanması kullanılan akış şeması	17
Şekil 2.	Adaçayı tohumlarının temizlenme aşamaları	20
Şekil 3.	<i>Salvia officinalis</i> , <i>Salvia tubiflora</i> türlerinde su alarak şişme gözlemlenmezken; <i>Salvia microstegia</i> ve <i>Salvia sclera</i> türlerinin su alarak şişmesi ve tohum kenarlarında beyaz renkli gamların belirginleşmesi	21
Şekil 4.	a) Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumları tohumları b) <i>Salvia microstegia</i> tohumları c) Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumları	21
Şekil 5.	<i>Salvia</i> 1 tohumundan elde edilen gam veriminin faktörlere bağlı olarak değişimi (Herbir grafikte diğer 3 faktör orta noktada yani 0 düzeyinde sabit tutulmuştur)	25
Şekil 6.	<i>Salvia</i> 2 tohumundan elde edilen gam veriminin faktörlere bağlı olarak değişimi (Herbir grafikte diğer 3 faktör orta noktada yani 0 düzeyinde sabit tutulmuştur)	28
Şekil 7.	<i>Salvia</i> 3 tohumundan elde edilen gam veriminin faktörlere bağlı olarak değişimi (Herbir grafikte diğer 3 faktör orta noktada yani 0 düzeyinde sabit tutulmuştur)	30
Şekil 8.	Sıcaklığın ve sürenin gam verimi üzerine etkisinin kontur çizimi ve 3 boyutlu gösterimi	34
Şekil 9.	Sıcaklığın ve sürenin gam verimi üzerine etkisinin kontur çizimi ve üç boyutlu gösterimi	36
Şekil 10.	Ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin gamların protein miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumundan elde edilen gamlar için)	43
Şekil 11.	Ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin gamların protein miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumundan elde edilen gamlar için)	44
Şekil 12.	Sıcaklığın ve sürenin fenolik değerlerine olan etkisinin	49



	kontür çizimi ve üç boyulu gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	
Şekil 13.	Sıcaklığın ve sürenin fenolik değerlerine olan etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	51
Şekil 14.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.1 no'lu örnek için)	52
Şekil 15.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.2 no'lu örnek için)	53
Şekil 16.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.3 no'lu örnek için)	53
Şekil 17.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.4 no'lu örnek için)	54
Şekil 18.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.5 no'lu örnek için)	54
Şekil 19.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.6 no'lu örnek için)	55
Şekil 20.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.7 no'lu örnek için)	56
Şekil 21.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.8 no'lu örnek için)	56
Şekil 22.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.9 no'lu örnek için)	57
Şekil 23.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.10 no'lu örnek için)	57
Şekil 24.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.1 no'lu örnek için)	58
Şekil 25.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.2 no'lu örnek için)	58
Şekil 26.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.3 no'lu örnek için)	59
Şekil 27.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.4 no'lu örnek için)	59

Şekil 28.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.5 no'lu örnek için)	60
Şekil 29.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.6 no'lu örnek için)	60
Şekil 30.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.7 no'lu örnek için)	61
Şekil 31.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.8 no'lu örnek için)	62
Şekil 32.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.9 no'lu örnek için)	62
Şekil 33.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclerea</i> tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.10 no'lu örnek için)	63
Şekil 34.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.1 no'lu örnek için)	64
Şekil 35.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.2 no'lu örnek için)	64
Şekil 36.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.3 no'lu örnek için)	65
Şekil 37.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.4 no'lu örnek için)	65
Şekil 38.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.5 no'lu örnek için)	66
Şekil 39.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.6 no'lu örnek için)	66
Şekil 40.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.7 no'lu örnek için)	67
Şekil 41.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.8 no'lu örnek için)	67
Şekil 42.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.9 no'lu örnek için)	68
Şekil 43.	Genç <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.10 no'lu örnek için)	68
Şekil 44.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların	69



	SEM görüntüleri (2.1 no'lu örnek için)	
Şekil 45.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.2 no'lu örnek için)	69
Şekil 46.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.3 no'lu örnek için)	70
Şekil 47.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.4 no'lu örnek için)	70
Şekil 48.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.5 no'lu örnek için)	71
Şekil 49.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.6 no'lu örnek için)	71
Şekil 50.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.7 no'lu örnek için)	72
Şekil 51.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.8 no'lu örnek için)	72
Şekil 52.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.9 no'lu örnek için)	73
Şekil 53.	Yaşlı <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.10 no'lu örnek için)	73
Şekil 54.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının kayma hızına karşı kayma grafikleri	80
Şekil 55.	Sıcaklığın ve süresinin gam kıvam katsayılarına etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	83
Şekil 56.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamlarının kayma hızına karşı kayma grafikleri	84
Şekil 57.	Sıcaklığın ve süresinin gam kıvam katsayılarına etkisinin üç boyutlu ve kontür çizimi ile gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	87
Şekil 58.	Frekans açısına karşı elastik ve vizkoz modul grafikleri (Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	91
Şekil 59.	Sıcaklığın ve süresinin K' değerine etkisinin kontür çizimi ile gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen genç bitkilerin	92



	<i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	
Şekil 60.	Sıcaklığın ve süresinin K'' değerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	93
Şekil 61.	Frekans açısına karşı elastik ve vizkoz modul grafikleri (Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	96
Şekil 62.	Sıcaklığın ve süresinin K' değerine etkisinin kontür çizimi ile gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	97
Şekil 63.	Sıcaklığın ve süresinin K'' değerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	99
Şekil 64.	Gamların zamana bağlı esnekliğin grafikte gösterimi	100
Şekil 65.	Zamana karşı elastik ve viskoz modul grafikleri	105
Şekil 66.	Sıcaklığın ve süresinin Second order structural modelden elde edilen K'' değerine etkisinin kontür çizimi ile gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	106
Şekil 67.	Sıcaklığın ve sürenin gamın Second order structural modelden elde edilen k' değerine etkisinin kontür çizimi ve 3 boyutlu gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	107
Şekil 68.	Zamana karşı elastik ve viskoz modul grafikleri (Yaşlı bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	110
Şekil 69.	Sıcaklığın ve sürenin gamın ikinci derece yapısal modelden elde edilen k' değerine etkisinin kontür çizimi ve 3 boyutlu gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	111
Şekil 70.	Sıcaklığın ve sürenin gamın Second order structural modelden elde edilen k'' değerine etkisinin kontür ve 3 boyutlu gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen <i>Salvia sclarea</i> tohumu gamları için)	113
Şekil 71.	Dondurma örneklerinin hacim artışı üzerine sıcaklık ve	116



	sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	
Şekil 72.	Dondurma örneklerinin hacim artışı üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	117
Şekil 73.	Dondurma örneklerinin yüzde erime miktarları	118
Şekil 74.	Dondurma örneklerinin erime miktarı üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	120
Şekil 75.	Dondurma örneklerinin erime süresi üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	121
Şekil 76.	Dondurma örneklerinin yağ aglomerasyon indeksi üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	123
Şekil 77	Dondurma örneklerinin yağ aglomerasyon indeksi üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen dondurmalar için)	124
Şekil 78.	Genç ve yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde edilen mikslerin kayma hızına karşı kayma basıncı grafikleri	125
Şekil 79.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi	127
Şekil 80.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi	128
Şekil 81.	Genç ve yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamlarından elde	130



	edilen mikserlerin açısal frekansa karşı elastic ve viskoz modül değerleri	
Şekil 82.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikserlerin kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi	133
Şekil 83.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikserlerin K' üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi	135
Şekil 84.	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikserlerin K'' üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi	136
Şekil 85.	Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikserlerin K'' üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi	137
Şekil 86.	Genç ve yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından üretilen gamlar kullanılarak üretilen dondurma mikserlerinin zamana karşı G' ve G'' değerleri	141

Bu çalışmada farklı optimizasyon şartlarında üretilen adaçayı (*Salvia sclarea*) tohumlarının fizikokimyasal, konformasyonel, kompozisyonel ve reolojik özellikleri belirlenmiştir. Öncelikle farklı sıcaklık, süre, tohum-su oranı ve pH parametrelerinin gam verimi üzerine etkisi incelenmiş ve verim üzerine sıcaklık ve süre parametrelerinin pH ve tohum-su oranından daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen bu parametrelerden yararlanarak Merkezi Karmaşık Dizayn oluşturulmuş ve gam verimi hesaplanmıştır. Ardından analizler için gerekli olan gam üretimi gerçekleştirilmiş ve bu örneklerin fizikokimyasal, konformasyonel, kompozisyonel ve reolojik özellikleri belirlenmiştir.

Örneklerin fizikokimyasal analiz sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde fizikokimyasal sonuçlar arasındaki farklar pH değerleri dışında önemli bulunmuştur. Ham lif analizine göre, gam örneklerinin potansiyel lif kaynağı olarak değerlendirilme imkanı sunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca fenolik değerler incelendiğinde örneklerin fenolik değerlerinin literatürde yer alan gamlara göre oldukça yüksek olduğu ve bundan dolayı da antioksidan özelliklerinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir.

FT-IR spektroskopisi analizi sonucunda elde edilen pikler sıcaklık ve süre parametrelerine göre değişiklik göstermiştir. Elde edilen piklerden galaktoz, mannoz, arabinoz ve ramnoz şekerlerinin varlığı tespit edilmiştir.

Reolojik analizler gerçekleştirmek amacıyla örneklere steady, frequency sweep ve 3ITT (3 intervalli tiksotropik test) uygulanmıştır. Steady analizi sonuçlarının belirlenmesinde Herschel Bulckley, Frequency sweep analizinde Power-Law Modeli ve 3ITT(3 zamanlı tiksotropik test) verilerinin hesaplanmasında İkinci Derece Yapısal Model kullanılmıştır. Elde edilen örnekler arasında en yüksek viskozite değeri 85°C'de 1 saat ekstrakte edilen örneklerde belirlenmiştir. Viskoelastik özellikleri incelendiğinde 0.1 Pa basınç altında örneklerin tamamı elastik özellik göstermiştir. 3ITT testte uygulanan modele göre örneklerin tümü vizkoz özellik göstermiştir. Ayrıca örneklerin deformasyon ve toparlanma yüzdeleri belirlenmiş ve maksimum-minimum deformasyon ve toparlanma oranına sahip olan örnekler belirlenmiştir. Son olarak elde edilen gamlarla dondurma üretimi yapılmış ve bu dondurmaların fizikokimyasal, teknolojik ve reolojik özellikleri incelenmiştir.



Elde edilen bulgulara göre adaçayından elde edilen gamlara uygulanan saflaştırma işlemi yetersiz olmasına rağmen yapılan şeker analizi sonucunda belirlenen Man:Gal oranı adaçayı gamının ticari olarak kullanılan guar gama alternatif olabileceğini ortaya koymuştur.



ABSTRACT

In this study, physicochemical, conformational, compositional and rheological properties of the sage seed gum (*Salvia sclarea*) produced at different optimisation conditions were determined.

Firstly, the effects of different temperature levels, times, seed:water ratios and pH levels were examined on the gum yield and determined the most effective two parameters as the temperature and the time. Central composite design was used to determine the effect of these factors and calculated the yield of the gum samples. Afterwards, the gum samples to carry out the analysis were produced and determined their physicochemical, conformational, compositional and rheological properties.

According to physicochemical analysis results, the temperature and time parameters affected the physicochemical properties except pH values. According to crude fiber analysis, It was determined that sage seed gum was used as a source of potential fiber. Moreover, according to phenolics values, It was specified that sage seed gum had high amount of phenolics more than the gums which took part in the literature. Therefore, antioxidant properties of gum were fairly higher than the other gums.

The peaks which were obtained as a consequence of the FT-IR analysis showed an alteration according to temperature and time parameters. According to the obtained peaks, It was determined that the gum contained galactose, mannose, arabinose and rhamnose.

On the purpose of carrying out the rheological analysis, steady, frequency and three interval thixotropic test (3ITT) were applied. Herschel Bulckley, Power-law and Second order structural model were applied to determine steady, frequency and three interval thixotropic test (3ITT), respectively. The maximum viscosity value of gum was obtained from the gum samples extracted at 85°C, 1 hour. When analyzed viscoelastic properties of gum, all of the samples dominated their elastic-like behaviour under the 0.1 Pa strain. Second order structural model was applied to third interval of 3ITT and according to the results of tests all of the samples showed viscous-like behaviour. In addition, the deformation and recovery percentage of samples were determined and maximum and minimum deformation and recovery rate were specified. Ultimately, the ice cream was



manufactured using gum samples and physicochemical, technological and rheological properties was examined.

Even though purification step applied to gum extracted from sage seed is inadequate, mannose to galactose ratio results determined with sugar analysis by HPLC revealed that sage seed gum can be alternatively used as a thickening agent compared to commercially used guar gum.

1. GİRİŞ

Gıdaların sadece besleyici ve güvenli olması değil aynı zamanda tüketici taleplerini en iyi şekilde karşılayabilecek nitelikte olması gerekmektedir. Değişen tüketici istekleri karşısında insanlar; koruyucu, yapay katkı maddesi içermeyen ve kilo artışı tetiklemeyen gıdaları tercih etmeye başlamıştır. Bilimsel çalışmalar kanser, kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon ve obezite gibi kronik hastalıkların gıdalarla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Martirosyan, 2009).

Tat algısında ve modern tüketici tercihlerindeki değişimler gıda ve beslenme biliminde yeni gelişmeler meydana getirmiştir. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesiyle birlikte ürünlerin işleme ve üretimi sırasında kullanılacak olan doğal katkı maddesinin üretimi gerçekleştirilmiş olacaktır. Bu doğal ingredientler gıdaların hem duyuşal ve organoleptik özelliklerine katkı sağlayacak hem de tüketicilerin daha sağlıklı gıdalar tüketmelerine yardımcı olacaktır.

Salvia türleri Lamiaceae familyasından olup yaklaşık 900 türden oluşmuştur ve bu türlerden 88 tanesi Türkiye’de yetiştirilmektedir (Tulukçu ve ark., 2009). Türkiye’de yetişen 88 türün 43’ünü endemik türler oluşturmaktadır (Davis ve ark, 2008, Tepe ve ark, 2006). Bu türlerden bazıları tatlandırıcı olarak ya da geleneksel tıpta kullanılmaktadır (Lu ve ark., 2002). Örneğin, Türkiye ve dünyanın farklı bölgelerinde adaçayı; karın ağrısını azaltmak, karaciğeri korumak ve romatizma ağrılarını hafifletmek amacıyla bitkisel çay olarak tüketilmektedir (Bayrak ve ark., 1987). Ayrıca bu türler, esansiyel yağ asidi kaynağı olarak yetiştirilen aromatik bitkilerden bir tanesidir. Bünyesinde bol miktarda yağ ve protein bulundurmaktadır ve zorunlu yağ asidi olan alfa-linolenik asit (ALA) içeriğı neredeyse keten tohumu kadar fazladır (Tulukcu ve ark., 2012). Bu özelliklerinin yanı sıra, adaçaylarının; antioksidan, antiinflamatuvar, analjezik, antipiretik, hemostatik, hipoglisemik ve antitümör etkileri gibi farmokolojik özellikleri bulunmaktadır (Fiore ve ark., 2006). Adaçayı tohumuyla ilgili gerçekleştirilen çalışmaların çoğı tohumun yağ içeriğıyle ilgili olan çalışmalardır (Tulukcu ve ark., 2012, Ayerza ve Coates, 2010, Peiretti ve Gai, 2009 ve Fraternali ve ark., 2005). Literatürde tohumdan elde edilen musilaj ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde adaçayından Salvia hispanica ve Salvia macrosiphon türlerinden elde edilen musilajlarla ilgili çalışmalar yer almaktadır (Bostan ve ark., 2010, Razavi ve ark., 2011, Razavi ve ark., 2011a, Razavi ve ark, 2011b, Razavi ve ark, 2012, Razavi ve ark., 2014). Ancak Salvia sclarea türünden elde edilen gamlarla ilgili literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bitkisel gamların fizikokimyasal, kompozisyonel, konformasyonel ve

reolojik özellikleri elde edilen bitkinin türüne, yetiştiği toprak cinsine ve iklim koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Razavi ve ark., 2014). Bu sebeple, bahsedilen özelliklerin belirlenmesi hem bilgilerin literatüre kazandırılması hem de ticari olarak üretilen gamlara alternatif olabilecek nitelikte yeni gam kaynaklarının özelliklerinin araştırılması ülkemiz sanayisi açısından büyük önem arz etmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Gamlar gıda sanayinde geniş bir kullanım alanına sahip olmaları nedeniyle en önemli gıda katkı maddesi olarak nitelendirilmektedirler. Katkı maddeleri imalat aşamasından paketlenme ve taşıma aşamasına kadar teknolojik amaçla ilave edilirler ve tek başlarına kullanılmazlar (Altuğ, 2001). Gıda katkı maddelerinin ürünlere kazandırdığı en önemli özellikler gıdaların raf ömrünü uzatma, gıdaların duyuşal karakteristikerinin geliştirilmesi, besin değeriinin korunması ve besinlerin kalite özelliklerinin muhafaza edilmesi olarak sayılabilir. Gamlar gıdaların fiziksel özelliklerinin muhafaza edilmesi ve gıdaların stabilitesine katkı sağlayan, suda kolaylıkla çözünen ya da disperse olan yüksek moleköl ağırlığına sahip olan kompleks yapılı polisakkaritlerdir (Kaur ve ark. 2000, Amid ve Mirhosseini, 2012). Gamlar gıda sanayinde birleştirme, bağlama, kıvam oluşturma, jelleştirme, emülsiyon oluşturma, emülsiyon kapasitesi ve stabilitesini artırma, kristalleşmeyi önleme ya da azaltma, faz ayrılması ve sineresisi engelleme, kaplama, film oluşturma ve yapıyı düzeltme gibi çok farklı fonksiyonlar sunmaktadır (Amid ve Mirhosseini, 2012). Bahsedilen bu fonksiyonlar gıda sanayinde gamların kullanımını kaçınılmaz hale getirmiştir (Glicksman, 1982). Ayrıca belirtilen özelliklerinin yanı sıra düşük kaloriye sahip olmalarından dolayı diyet ürünlerin de rahatlıkla kullanılabilirler (Koocheki ve ark., 2012). Genelde literatürde yer alan bitkisel kaynaklı gamların plastik veya pseudoplastik tipte akış davranışı sergileyen dispersiyonlar oluşturduğu belirtilmiştir. Bahsedilen reolojik özellikler gamların kıvam oluşturma, su tutma ve bağlama, süspansiyon ve emülsiyon stabilizasyonu ile jel oluşturma gibi fonksiyonlarıyla ilişkilendirilmiştir(Altuğ, 2001). Gıda sanayinde geniş bir kullanım alanına sahip olan gamlar süt ürünleri, fırıncılık ve pastacılık ürünleri, et ürünleri, diyet gıdalar, dondurulmuş gıdalar ve sos formülasyonlarında kullanılırken gıda endüstrisi dışında ise haricinde boya, petrol ve petrokimya, mobilyacılık, madencilik, tekstil, tutkal, seramik, kâğıt, atık su arıtımı, deterjan, plastik sanayi, bazı eczacılık ve kozmetik gibi alanlarda da kullanım imkanı bulmuştur(Glicksman, 1969; Coppen, 1995). Hidrokolloidler, yüksek viskoziteli kolloidal sulu solüsyonları oluşturarak disperse olan, suya karşı yüksek afinite özellik gösteren yüksek moleköl ağırlıklı polimerlerdir [39]. "Hidrokolloid" terimi bitkilerden ekstrakte edilen polisakkaritleri (selüloz, pektin, nişasta), tohumlardan elde edilen gamları (guar, keçi boynuzu ve tara gamı), mikrobiyal kaynaklı gamları (ksantan, gellan gamı), bitki eksüdalarından elde edilen salgıları (gam arabik, gam karaya ve geven) ve kimyasal ve enzimatik şekilde modifiye edilen gam

formlarını kapsamaktadır (Williams ve Phillips, 2012) Bitki kaynaklı gamların fiziksel ve fonksiyonel özellikleri kimyasal kompozisyona ve moleküler yapıya bağlıdır (Mirhosseini ve Amid, 2012). Diğer bir ifadeyle, bitki gam ekstrüdelelerinin fiziksel ve yapısal özellikleri moleküler ağırlık, monosakkarit kompozisyonu, monosakkaritlerin dizilimi, konformasyonu, konfigürasyonu ve glukozit bağlarının pozisyonu, çözünürlük ve reolojik özellikleriyle belirlenmektedir (Cui, 2005). Hidrokolloidlerin kimyasal kompozisyonu ve molekül yapısı gamın elde edildiği kaynağa, ekstraksiyon metoduna ve daha sonra yapılan proses işlemlerinde bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Kimyasal kompozisyonları aynı şeker birimlerinden (selüloz ve nişasta), iki farklı monomer birimlerinden (aljinat ve hyalüronik asit) ya da gam arabik gibi farklı monosakkaritlerden (galaktoz, arabinoz, ramnoz ve üronik asit) oluşmuş olabilir (Mirhosseini ve Amid, 2012). Bitki gam eksüdatları ve tohum gamları kompleks polisakkarit/karbonhidrat polimerleridir ve genellikle besinsel lif, kalınlaştırıcı ajan, köpük oluşturucu, film ana maddesi, emülgatör, stabilizatör ve ilaç taşıyıcı ajan olarak kullanılabilir (Whistler, 1993).

Bazı ticari gamlara alternatif olabilecek uygun fiyatlı, yüksek fonksiyonel özellik gösteren doğal hidrokolloid arayışı hala önemli bir araştırma konusudur (Razavi ve ark., 2011). Suda çözünebilir polisakkaritler endüstriyel gamların en önemli parçasıdır ve gıda ve gıda haricindeki endüstrilerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde kullanılan polisakkaritler; temin edilmesinin kolay olması, toksik olmaması ve düşük maliyetli olmasından dolayı gıda endüstrisinde tercih sebebidir (Cui ve ark., 2005).

Salvia sclarea Anadolu'da doğal olarak yetişen, ihtiva ettiği uçucu yağ asitlerinden dolayı Amerika, İngiltere, İtalya, İspanya, Fransa, Almanya, Yunanistan ve Bulgaristan gibi ülkelerde kültürü yapılan, ekonomik değere sahip bir adaçayı türüdür (Carrubba ve ark., 2002, Tulukcu ve ark., 2004). *Salvia sclarea* tohumları "Clary sage" olarak bilinmekle beraber eski çağlarda göz hastalıklarını tedavi etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu nedenle, tohumların ismi Latince'deki "clarus (parlak, aydınlık)" kelimesinin clary (parlak göz) kelimesine dönüşmesinden türemiştir. Ülkemizde ise bu tür; "tüylü adaçayı", " ayı kulağı", "pamuk otu" ve " misk adaçayı" gibi isimlerle tanımlanmaktadır. Ayrıca, bu tür, Türkiye'de gıda formülasyonlarında ve bitkisel çay üretiminde kullanılmaktadır (Tulukcu ve ark., 2009, Tulukcu ve ark., 2012)

Arjantin’de yetiştirilen adaçayı (*Salvia hispanica* L.)’nin farklı konsantrasyonlu sulu dispersiyonlarının akış davranışları ve viskoelastik özellikleri belirlenmiştir (Capitani ve ark., 2015). Farahnaky ve arkadaşları tarafından ise *Salvia macrosiphon* tohumlarından ultrases yöntemi kullanılarak gam ekstraksiyonu gerçekleştirilmiş ve ultrases işleminin gamların reolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir (Farahnaky ve ark., 2013). Farahnaky ve arkadaşlarının yaptıkları bir diğer çalışmada ise pH, NaCl, CaCl₂ ve Na₂HPO₄’ün reolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir (Farahnaky ve ark., 2013). Diğer bir çalışmada ise *Salvia macrosiphon* tohumlarından elde edilen gamların farklı konsantrasyon ve sıcaklık aralığındaki akış davranış özellikleri incelenmiştir (Razavi ve ark., 2011). Diğer bir çalışmada ise *Salvia macrosiphon* tohumlarından elde edilen gamların fizikokimyasal özellikleri, kimyasal kompozisyonu (nem, toplam protein, mineral, toplam karbonhidrat, toplam üronik asit), yüzey aktif karakteristikleri ve reolojik özellikleri incelenmiştir (Razavi ve ark., 2014). Bir diğer çalışmada ise plastikleştirici tipi (sorbitol ve gliserol) ve konsantrasyonuna (%20, %40, %60, %80 and %100, w/w) bağlı olarak adaçayının yenilebilir filmlerinin fizikokimyasal, bariyer, mekanik ve yüzey özellikleri araştırılmıştır (Razavi ve ark., 2015). pH 7’de D-limonen-su emülsiyonun ara yüzey gerilimi, zeta potansiyeli, fiziksel stabilite, damla büyüklüğü, akış özellikleri ve viskozite üzerine peynir altı suyu proteini (%5–%15 w/v) ve yabancı adaçayı tohumu (*Salvia macrosiphon*) (%0–%0.3 w/v) gamlarının etkileri incelenmiştir (Mohammadzadeh ve ark., 2013). Tuz çeşidi (NaCl, KCl, MgCl₂ and CaCl₂), tuz konsantrasyonu (10, 50, 100 and 200 mM) ve sıcaklık (25, 45 ve 65 °C) faktörlerine bağlı olarak seyreltik adaçayı gamı solüsyonlarının özellikleri araştırılmıştır (Yousefi ve ark., 2014).

Sıcaklığın (25-85°C), su-tohum oranının (25:1–85:1) ve pH (3–9)’nın adaçayı tohumu solüsyonlarının verimi, görünür viskozitesi ve emülsiyon stabilitesi indeksi üzerine etkisi çalışılmıştır (Bostan ve ark., 2010). Yapılan bir diğer çalışmada sıcak su, ultrasonik, alkali ve enzim metodları kullanarak *Salvia miltiorrhiza* tohumlarından dört farklı yöntemle polisakkarit üretilmiş, FT-IR ve SEM analizleri gerçekleştirilmiştir (Wu ve ark., 2012). Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde *Salvia sclarea* türünden elde edilen gamlara ilişkin hiç bir çalışma yer almamaktadır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1 Gereçler

Sunulan projede, yapılacak işler ve test edilecek parametreler 7 aşamada gerçekleştirilmiştir.

- 1) Tohum örneklerinin elde edileceği adaçayı türlerinin (Genç bitkilerin *Salvia sclerae* tohumları, Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerae* tohumları, *Salvia microstegia*) yetiştirilmesi,
- 2) Merkezi karmaşık dizayna göre belirlenen on farklı deneme noktasında gam ekstraksiyonu veriminin hesaplanması ve optimizasyonu,
- 3) Merkezi karmaşık dizayna (MKD) göre gam örneklerinin üretilmesi ve optimizasyonu,
- 4) Elde edilen gamların fizikokimyasal, kompozisyonel, teknolojik ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi, MKD ile analizi ve desirability fonksiyon analizleri ile optimizasyonu,
- 5) Gamların konformasyonel ve mikroyapısal özelliklerinin belirlenmesi,
- 6) Elde edilen gamlar ile üretilen dondurma miksi örneklerinin fizikokimyasal, teknolojik ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi, MKD ile analizi ve desirability fonksiyon analizleri ile optimizasyonu,
- 7) İstatistiksel ve matematiksel analizler

Üretimde ve analizlerde kullanılan hammaddeler şu şekildedir: süt (Şok süt), şeker (Bal küpü şeker), emülgatör, krema, süt tozu. Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler Merck ve Sigma (Almanya) firmalarından temin edilmiştir. Analizlerde kullanılan cihazlar ise şu şekildedir: reometre (Anton Paar), manyetik karıştırıcı, HPLC, pHmetre, inkübatör, mikser, saf su cihazı, etüv, buzdolabı, santrifüj, ultra-trax, dondurma makinası, protein cihazı, kül fırını, öğütücü ve spektrofotometredir.

3.2 Yöntem

3.2.1. Tohum örneklerinin elde edileceği adaçayı türlerinin yetiştirilmesi,

Farklı lokasyonlardan temin edilen *Salvia* türlerine ait tohumlar, Selçuk Üniversitesi Çumra Meslek Yüksek Okulu deneme tarlalarında yetiştirilmiştir. Denemede kullanılan *Salvia* türlerine ait tohumlar ekilmeden önce, içlerindeki diğer yabancı maddelerden arındırılarak saf tohumluk haline getirilmiştir. Ayrıca tohumların içlerinden; kırık, ezik, zedelenmiş veya ait olduğu bitki tohumu özelliklerini göstermeyenler elimine edilmiştir. Geri kalan tohumlardan 4 tane 100 adet sayılarak tartılarak ve 1000 tane ağırlığı tespit edilmiştir. Daha sonra tohumlar

çimlendirme testine tabi tutularak tohum gücü tespit edilmiştir (TULUKCU, 2011). Çimlendirme testine tabi tutulan tohumlar 4 m boyundaki deneme parsellerine 6 sıra halinde 30 X 30 cm sıra arası ve sıra üzeri olacak şekilde ekilmiştir. Ekim işleminden hemen önce, toprak örnekleri alınarak analiz ettirilmiş ve ilave edilecek gübre miktarı belirlenmiştir. Yetiştirme yerinin ekolojik koşullarına göre sulama, çapalama ve diğer bakım işlemleri yapılmıştır. İlk yıl rozet yaprak oluşumu ve büyümenin yavaş olması sebebiyle, ikinci yıl çiçeklerin kuruduğu ama tohumların dökülmediği dönemde tohum hasadı yapılmıştır (BAYRAM ve Sönmez, 2006).

3.2.2. Dört faktörlü Merkezi karmaşık dizayna göre gam ekstraksiyonu veriminin hesaplanması ve optimizasyonu

a. Gam ekstraksiyonu veriminin hesaplanması

Adaçayı tohumlarından gam ekstraksiyonu, Cui ve ark. (1994)'nın uyguladıkları metoda göre gerçekleştirilmiştir. Çizelge 1'deki her bir deneme noktasında belirtilen faktör kombinasyonuna ait uygulama seviyelerine göre ekstraksiyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu faktörler; tohum boyutu, tohum:su oranı, pH (pH, 0.1M NaOH ve HCl kullanılarak ayarlanacaktır), ekstraksiyon sıcaklığı ve süresidir. Tohum-su karışımı, ekstraksiyon süresince karıştırılmıştır. Belirlenen sürelerde karıştırılan tohum ve su karışımı 1200 rpm'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra üst faz alınarak %95'lik etanol ile çöktürülmüştür (1 hacim karışım, 3 hacim etanol). Elde edilen çökelti, 55 °C' de etüv ile kurutulup tartılmıştır. Gam ekstraksiyon verimi; elde edilen gam miktarının, kullanılan tohum miktarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Koochekı ve ark., 2009).

b. Gam ekstraksiyon veriminin optimizasyonu

Dört faktörlü (tohum-su oranı, pH, sıcaklık ve süre) Merkezi karmaşık dizayna göre belirlenen on farklı deneme koşulunda gam ekstraksiyonu işlemleri gerçekleştirilmiştir Bu aşamada sadece gam ekstraksiyon veriminin optimize edilmesi ve optimum şartları sağlayacak faktörlerin seçilmesi hedeflenmiştir. Bu dizayna elde edilen verilerin istatistiksel ve matematiksel modelleme analizlerine tabi tutulması, böylece gerçekleştirilen varyans analizleri sonucu elde edilecek *F* Çizelgesundaki her bir faktöre ait regresyon katsayılarının mutlak değerlerinin büyüklükleri dikkate alınarak, her bir gamın ekstraksiyonunda en etkili olan 2'sinin belirlenmiştir.

3.3.3. Merkezi karmaşık diayna göre gam örneklerinin üretilmesi

Bu dizaynla kompleksitesi daha az olan bir deneme dizaynının oluşturulması, hem de en yüksek etkinliğe sahip olduğu belirlenen faktörlerle gam ekstraksiyon koşullarının daha etkin ve gerçekçi bir şekilde (endüstriyel ölçekte uygulanabilir) optimize edilmesi sağlanmıştır. Bu dizaynla birlikte gam üretiminde en etkili olan iki parametre belirlenmiştir.

a. Gam ekstraksiyonu ve toz halde gam üretimi

Adaçayı tohumlarından gam ekstraksiyonu, CUI ve ark. (1994) uyguladıkları metoda göre gerçekleştirilmiştir. Uygulama seviyeleri belirlenen tohum:su oranı, pH (pH, 0.1M NaOH ve HCl kullanılarak ayarlanacaktır), ekstraksiyon sıcaklığı ve süresinde ekstraksiyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Tohum su karışımı ekstraksiyon süresince karıştırılmıştır. Belirlenen sürelerde karıştırılan tohum ve su karışımı 1200 rpm'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra üst faz alınarak %95'lik etanol ile çöktürülmüştür. (1 hacim karışım, 3 hacim etanol). Elde edilen çökelti, 40 °C' de etüv ile kurutulup öğütüldükten sonra 1 mm'lik elekten geçirilmiş ve proje kapsamında test edilecek gam örnekleri toz halinde üretilmiştir.

b. Optimizasyon

Response Surface Metodunun üç faktörlü BBD dizaynına göre belirlenen on beş farklı deneme koşulunda gam ekstraksiyonu işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada gamların fizikokimyasal, kompozisyonel, teknolojik ve reolojik özelliklerinin optimize edilmiştir. Fizikokimyasal, kompozisyonel, teknolojik ve reolojik parametrelerin BBD dizaynı ile analizi ve bu parametre değerlerinin optimum seviyelerinin belirlenmesi için desirability fonksiyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Her bir faktörün optimum seviyesi, her bir response'u (fizikokimyasal, kompozisyonel, teknolojik ve reolojik özellikler) ayrı ayrı değerlendirerek belirlenmiştir. Ürünlerin mikroskopik ve FTIR analizleri sonucunda, nümerik veriler yerine mikroskopik görüntüler ve grafikler elde edileceği için, bu analizler için optimizasyon yapılmamıştır.

Optimum seviyelerin desirability fonksiyon analizleri ile belirlenmesi iki aşamada gerçekleştirilmiştir:

- İlk aşamada, her bir faktörün lineer, interaksiyon ve kuadratik etkilerini hesaplamak için ve bu etkileri gösteren kontur ve üç boyutlu yüzey grafiklerini çizmek için istatistiksel paket

programlar kullanılmıştır. Aktüel değerler ise ön denemelerden sonra belirlenmiştir. Bu kapsamda aşağıda gösterilen ikinci dereceden polinomiye denklemler kullanılarak faktörlerin lineer, interaksyon ve kuadratik etkiler belirlenecektir ve değerlendirilen her bir faktöre, bu polinomiye denklemin uyumu gerçekleştirilmiştir:

$$Y = y - \varepsilon = \beta_0 + \sum_{i=1}^2 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^2 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i < j}} \sum_{j=i+1} \beta_{ij} X_i X_j \quad (1)$$

Burada Y , tahmini yapılan response değeri; b_0 , b_i , b_{ii} , b_{ij} , regresyon katsayıları; X_i ve X_j , kodlu bağımsız değişkenler yani inküasyon sıcaklığı ve süresidir.

- İkinci aşamada ise, fizikokimyasal, kompozisyonel, teknolojik ve reolojik değerlerin optimum seviyelerinin desirability fonksiyon analizleri ile belirlenmiştir. Bu amaçla, fizikokimyasal, kompozisyonel, teknolojik ve reolojik özellikleri maksimum veya minimum yapan faktör kombinasyonu seviyelerinin (tohum-su oranı, pH, ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi faktörlerinden en yüksek etki gösteren 2'si) desirability fonksiyon analizleri ile belirlenmesi hedeflenmiştir.

$$D = \left(d_1^{p_1} \times d_2^{p_2} \times d_3^{p_3} \times \dots \times d_n^{p_n} \right)^{1/\sum p_i} \quad (2)$$

$$= \left[\prod_{i=1}^n d_i^{p_i} \right]^{1/\sum p_i}$$

ki burada p_i , i th terimin ağırlığıdır, $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ olması için normalize edilir.

3.3.4. Elde edilen gamların fizikokimyasal, kompozisyonel, teknolojik ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin MKD ile analizi ve desirability fonksiyon analizleri ile optimizasyonu

a. Fizikokimyasal özelliklerin belirlenmesi

- **pH değerinin belirlenmesi**

pH değerleri birleşik elektrotlu dijital pH metre kullanılarak AOAC (2000) metoduna göre belirlenecektir.

- **Nem miktarının belirlenmesi**

Kuru madde analizleri gravimetrik yöntemlerle gerçekleştirilecektir (AOAC, 2000).

- **Kül miktarının belirlenmesi**

Gamların kül miktarları AOAC (2000) metoduna göre belirlenecektir (AOAC, 2000).

- **Gamların protein miktarının belirlenmesi**

Protein içerikleri Dumas yöntemi kullanılarak belirlenecektir (AOAC, 2000).

b. Kompozisyonel özelliklerinin belirlenmesi

- **Şeker kompozisyonlarının belirlenmesi**

Bu kapsamda ağzı kapaklı bir cam şişeye yaklaşık 10 mg hidrokolloid örneği tartılmış ve örnekler 1 M 1 mL sülfirik asit ilavesi yapılmıştır. Ardından örnekler 100°C sıcaklıkta 2 saat süre ile magnetik karıştırıcıda hidrolize edilmiştir. Bu süre sonunda örnekler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış ve 20 kat su ile seyreltilmiştir. Süpernatant safsızlıklarından arındırılmak için 0.45 µm şırınga filtreden geçirilmiş ve refraktif indeks dedektörüne sahip yüksek basınçlı sıvı kromatografi (HPLC-RID-10A, Shimadzu, Japonya) sistemine verilmiştir. Analiz için kullanılacak örnek hacmi 20 µL belirlenmiş ve kolon olarak CARBOsep CHO-682 Pb kolon kullanılmıştır. Sıcaklığı 25°C'ye ayarlanan kolonda hareketli faz olarak saf su kullanılmıştır. Örneklerde var olan şeker içeriğinin tespit edilmesi amacıyla daha önceden oluşturulan kalibrasyon eğrilerinden yararlanılarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir (BOSTAN ve ark., 2012).

- **Fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi**

0.5 ml gam solüsyonunun üzerine %10'luk 2.5 ml Folin-Ciocalteu Fenol çözeltisi ilave edilmiştir. Ardından 2 mL Na₂CO₃ (%7.5) ilave edilerek vorteksle 30 sn boyunca karıştırılmıştır. Karanlıkta 30 dakika inkübasyona bırakılan örneklerin absorbans değeri 760 nm değerinde UV/VIS spektrofotometre cihazı (SHIMADZU UV-1800, Japonya) yardımıyla ölçülmüş ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE), gallik asit eşdeğeri/g olarak verilmiştir.

c. Teknolojik özelliklerin belirlenmesi

- **Su tutma kapasitelerinin belirlenmesi**

1 gram gam örneği, 10 ml saf su içerisine koyularak 2 dakika vorteks ile karıştırılmıştır. Daha sonra 3000 g'de 30 dakika santrifüj edilmiş ve serbest su miktarı belirlenerek 100 g gam tarafından absorbe edilen su miktarı hesaplanmıştır (GALLA ve Dubasi, 2010).

- **Yağ tutma kapasitelerinin belirlenmesi**

1 gram gam örneği, 10 ml rafine edilmiş ayçiçek yağı içerisine konulmuş ve 3000 g'de 30 dakika santrifüj edildikten sonra 100 gram gam tarafından absorbe edilen yağ miktarı belirlenmiştir (GALLA ve Dubasi, 2010).

- **özünürlüklerin belirlenmesi**

% 0.1'lik gam çözeltisi 25 °C'de, 30 dakika boyunca manyetik karıştırıcı ile karıştırılmış ve işlem sonunda çözelti 6000 g'de 30 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Üst faz alınarak, 105 °C'de 24 saat süreyle kurutulmuş ve üst faz konsantrasyonu belirlenmiştir. Çözünürlük değeri, belirlenen üst faz konsantrasyon değerinin başlangıçtaki konsantrasyon değerine oranlanmasıyla hesaplanmıştır (DAKIA ve ark., 2008).

- **Emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilite indekslerinin belirlenmesi**

Su içinde yağ emülsiyonları, % 20 kanola yağı ile % 0.5 oranında gam içeren saf suyun karıştırılması ile elde edilmiştir. Gam örneği, oda sıcaklığında karıştırılarak su içerisinde çözüldürülmüştür ve hidrasyonun tam olarak sağlanması için 24 saat dolapta bekletilmiştir. Emülsiyon, yağ ve su fazının blender ile yüksek devirde karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Taze hazırlanmış emülsiyonlardan, homojenizasyondan hemen sonra ve 10 dakika sonra 1 ml alınacak ve 99 ml sodyum dodesil sülfat ile seyreltilmiştir. Dispersiyonun absorbanısı 500 nm'de ölçülmüştür. Emülsiyon stabilite indeksi (ESI) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır

$$ESI=(A_0/(\Delta A))*t \quad (3)$$

A₀: seyreltilen emülsiyonun homojenizasyon sonrasındaki absorban değerı

ΔA: 0. ve 10. dakikalar arasındaki absorban farkı

t: zaman aralığı (dakika, bu metoda göre 10 dakika) (BOSTAN ve ark., 2012).

- **Köpük oluşturma kapasite ve stabilitelerinin belirlenmesi**

1 gram gam 100 ml saf su ile 13000 rpm'de 5 dakika karıştırıldıktan sonra 250 ml'lik ölçü silindirine aktarılarak, köpük hacmi 1., 10., 30., 60., 90. ve 120. dakikalarda ölçülmüştür. Köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesi aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (COFFMAN ve Garcia, 1977).

Köpük oluşturma kapasitesi = (Whipping sonrası hacim) – (whipping öncesi hacim)/(whipping öncesi hacim)) x 100 (4)

Köpük stabilitesi = (t zaman sonraki köpük hacmi) / (başlangıç köpük hacmi) x 100 (5)

d. Reolojik özelliklerin belirlenmesi

• Steady shear (Yatışkın kesme) akış davranış özelliklerinin (parametrelerinin) belirlenmesi

Gam solüsyonlarının yatışkın kesme özellikleri kesme kontrollü ve peltier sistemli bir reometre (Anton Paar, MCR 302, Austria) kullanılarak belirlenmiştir. Bu kapsamda farklı koşullarda ekstrakte edilen gamlar 25°C'de 0.1-100 s⁻¹ kesme aralığında analize tabi tutulmuştur. Prob olarak paralel-plaka konfigürasyonu kullanılmış ve ölçüm aralığı 0.5 mm olarak belirlenmiştir. Kesme aralığında 10 sn aralıklarla toplam 25 data alınmıştır. Her bir örnekten en az 3'er ölçüm alınmıştır. Elde edilen dataların determinasyon katsayısı (R^2), kıvam katsayısı (K) ve akış davranış özelliklerini (n) belirlemek amacıyla Herschel Bulckley modeli kullanılmıştır [13].

Herschel-Bulkley model: $\tau = \tau_o + K \dot{\gamma}$ (6)

Burada τ kayma gerilimi (Pa), τ_o akma gerilimi (Pa), K kıvam katsayısı (Pa sⁿ), $\dot{\gamma}$ kayma hızı (s⁻¹) ve n akış davranış indeksidir.

Gam solüsyonlarının viskoelastik özelliklerini belirlemek amacıyla örneklere önce stres sweep testi ardından da frequency sweep testi uygulanmıştır.

• Stress Sweep Testi

Stres sweep testi analizini gerçekleştirmek amacıyla farklı parametreler kullanılarak elde edilen gamlara 0.1-10 Pa aralığında ve 25°C'de sabit 0.1 frekansta strese maruz bırakılmış ve örnekte meydana gelen deformasyon incelenmiştir. Böylelikle örneklerin lineer viskoelastik bölgesi belirlenerek frekans sweep (frekans süpürmesi) testinin gerçekleştirileceği strain

(basınç) tespit edilmiştir. Analizler her örnek için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir (BOSTAN ve ark., 2012).

- **Frekans Sweep Testi**

Stress sweep analiziyle belirlenen lineer viskoelastik bölgeden yararlanarak örneklerin stress sweep testi gerçekleştirilmiştir.

Bu test 25°C’de, 0.1-10 Hz aralığında salınım kesme işlemine tabi tutulmuşlardır. Elde edilen sonuçlar kullanılarak örneklerin elastik modülü (G'), viskoz modülü (G''), kompleks modülü (G^*) ve kompleks viskozitesi (η^*) belirlenmiştir (BOSTAN ve ark., 2012)..

$$G' = K'(\omega)^{n'} \quad (7)$$

$$G'' = K''(\omega)^{n''} \quad (8)$$

$$\eta^* = K^*(\omega)^{n^{*1}} \quad (9)$$

- **Creep-recovery (Sürünme toparlanması) davranış özelliklerinin (parametrelerinin) belirlenmesi**

Creep-recovery (sürünme toparlanması) testleri, dynamic oscillatory shear rheometer (dinamik titreşimli kayma reometresi) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Stress sweep testleri, lineer vizkoleastikliğin görüldüğü bölgede, ürüne göre 0.1-10 Hz frekans (f) ve -20-150 °C aralığında belirlenmiştir. Örnekler yaklaşık 500 sn’lik bir osilasyon gerilimine, deformasyon katsayısı sabit hale gelene kadar tabi tutulmuş ve bu noktadan hemen sonra bu gerilim aniden ortadan kaldırılmış ve toparlanırlık gerilimi test edilmiştir. Bu amaçla, 250 sn boyunca sürekli stress uygulanarak creep faz taranmış, daha sonra yine 250 sn süre ile örnek materyallerinin toparlanırlıkları için beklenmiştir.

Elastik ve vizkoz özellikler arasındaki matematiksel bağıntıyı ortaya koymak için çeşitli simülasyon metotları test edilmiştir. Bu amaçla, elastik deformasyon ve vizkoz akış, bir spring (yay) ve dashpot (amortisör) mekanizasyon elemanlarına göre simüle edilerek tanımlanacaktır. Bu tür mekanik simülasyonlarda en yaygın olarak kullanılan model Maxwell ve Kelvin Voigt modelleridir. Maxwell model birbirine seriler halinde bağlanmış bir yay ve bir amortisörden oluşurken, Kelvin model birbirine paralel bağlanmış bir yay ve amortisörden oluşmaktadır.

Zamana karşı belirli bir stress uygulayarak alınan kopmadan uzayabilirlik dataları, kayma deformasyonu ile kopmadan uzayabilme esnekliği fonksiyonu (Denklem 34) kullanılarak toplanmıştır:

$$J(t) = \gamma(t)/\sigma \quad (10)$$

burada (γ) kayma deformasyonudur.

Bu projede gerçekleştirilecek kopmadan uzayabilme (creep-recovery) analizlerinde, Maxwell ve Kelvin Voigt modellerinden oluşan 4 komponentli Burger modeli kullanılacaktır. Burger model, nispeten basit ve kabul edilebilir sonuçlar vermesinden dolayı, sistem deformasyonunun analizi için yaygın bir şekilde kullanılan modellerden biridir. Birim stres başına düşen sistem deformasyonu zamanın bir fonksiyonu olan esneklik (J) olarak adlandırılacak ve kayma deformasyonu aşağıdaki eşitliğe (Denklem 35) göre hesaplanmıştır.

$$J(t) = \underbrace{\frac{1}{G_0}}_{\text{Elastik davranış}} + \underbrace{\frac{1}{G_1} \left[\exp\left(\frac{-t}{\tau_{ret}}\right) \right]}_{\text{Vizkoelastik davranış}} + \underbrace{\frac{t}{\eta_0}}_{\text{Vizkoz akış}} \quad (11)$$

• Gam Solüsyonlarına 3 Zamanlı Tikotropik Test (3ITT) Uygulayarak Deformasyon ve İyileşme(Toparlanma) Özelliklerinin (Parametrelerinin) Belirlenmesi

Proses ve ambalajma süresince örnekler hızlı deformasyona maruz kalmaktadırlar. Örneklerin deformasyona maruz kaldıktan sonra iyileşme miktarlarını tespit etmek amacıyla 3ITT test kullanılmaktadır. 3ITT, üç intervalli tikotropik test anlamına gelmektedir. Bu test deformasyon uygulandıktan sonra örneğin kendini toparlama derecesi hakkında bilgi edinmemizi sağlamaktadır. 3ITT test aşağıda verildiği gibi üç bölümden oluşmaktadır.

Birinci Aralık (First Interval)

3itt testin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Bu aşamada ölçümler sürekli frekansta düşük basınç ya da kayma hızında gerçekleştirilmiştir ($\gamma = 10 \%$, $\omega = 10$ 1/s). Böylelikle düşük basınç ya da kayma hızında örneğin zamana bağlı olarak elastik ve viskoz modul değerleri elde edilmiştir.

İkinci Aralık (Second Interval)

Bu kısımda örneği yapısal deformasyona uğratmak için ölçümler lineer olmayan bölgede yüksek kesme hızında gerçekleştirilmiştir ($\gamma = 1000$ 1/s).

Üçüncü Aralık (Third Interval)

Birinci aralıkta uygulanan ölçüm şartlarıyla aynı şartlar uygulanmıştır. Diğer bir ifadeyle, örneklere birinci aralıkta olduğu gibi düşük basınçta gerçekleştirilmiş ve örneklerin iyileşme derecesi ve süresi bu yolla belirlenmiştir ($\gamma = 10$ %, $\omega = 10$ 1/s).

Deformasyonun ve toparlanma yüzdelerini belirlemek için aşağıdaki formüller kullanılmıştır. Formüllerde verilen deformasyon yüzdesi (%Dr), deformasyon uygulandıktan sonra G' değeri (G_0) ve ürünün başlangıçtaki durumu (G_i), iyileşme yüzdesi (% Rec) ve örneğin toparlanmasından sonra G' değerini (G_∞) ifade etmektedir.

$$\% \text{Deformasyon} (\% D_r) = (G_0 / G_i) \times 100 \quad (12)$$

$$\% \text{Toparlanma} (\% T_r) = (G_\infty / G_i) \times 100 \quad (13)$$

Ayrıca 3ITT testinin üçüncü bölümünde elde edilen data'lara İkinci Derece Yapısal Model uygulanmıştır. Ve elde edilen data'larla bu modelin oldukça uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Denklem 9 'a göre elastik ve viskoz modüllerin başlangıç değeri (G_0), $t=0$ iyileşme fazı olarak ifade edilmiştir. Ve denklemde n değeri 2 olarak kabul edilmiştir.

$$\left[\frac{G' - G_e}{G_0 - G_e} \right]^{1-n} = (n-1)kt + 1 \quad (14)$$

Kısacası gam örneklerinin prosese uygunluğunun test edilmesi açısından 3ITT testin uygulanması büyük önem arz etmektedir. Eğer örnekler proses şartları için uygunsa proses ve depolama süresince stabil bir tekstüre sahip olabilmektedir (Razavi ve ark., 2012) .

3.3.5. Gamların konformasyonel ve mikroyapısal özelliklerinin belirlenmesi

a. Konformasyonel özelliklerin belirlenmesi

FT-IR (Fourier transform infrared spectroscopy) analizleri, FT-IR (Bruker, Almanya) ATR (Attenuated Total Reflectance) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde KBr

beamsplitter ve DCaTGS detektörü kullanılmıştır. ATR kısmında ise elmas kristal ekipmanı kullanılmıştır. Analizler 4 cm^{-1} çözünürlükte gerçekleştirilmiş ve havaya göre background alınmıştır. Her bir spektrum için 16 tarama gerçekleştirilmiş ve 600 ile 4000 cm^{-1} dalga sayısı aralığı incelenmiştir [Boston ve ark., 2010].

b. Mikroyapısal özelliklerin belirlenmesi

Test edilecek ürüne göre ön hazırlık işlemleri tamamlanan örneklerin mikroyapıları, taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile incelenmiş ve gerekli görüntüler fotoğraflanmıştır SEM ile incelenecek örnekler dehidrate edilecek ve uygun kaplama materyali ile kaplanarak (altın) iletken hale getirilmiştir.

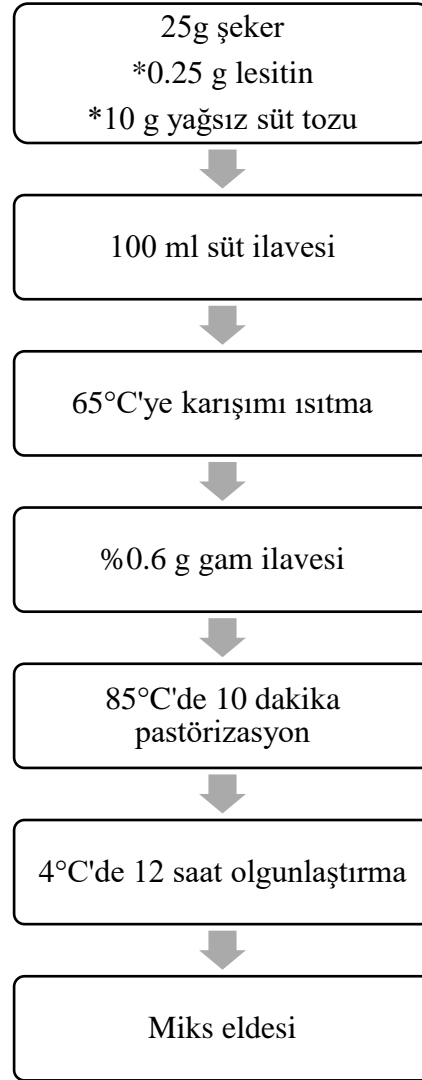
3.3.6. Elde edilen gamlar ile üretilen dondurma miksi örneklerinin fizikokimyasal, teknolojik ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin MKD ile analizi ve desirability fonksiyon analizleri ile optimizasyonu

a. Ekstrakte edilen gamlar ile dondurma miksi ve dondurma örneklerinin üretilmesi

MKD İLE 10 farklı ekstraksiyon koşulunda ekstrakte edilmiş her bir gam örneği ile 10 adet dondurma miksi örneği üretilmiştir.

Dondurma üretimi akım şeması

Dondurma miksinin hazırlanması için 25g şeker, 0.25g lesitin, 10g yağsız süt tozu 100 ml süte ilave edilmiş ve manyetik bir karıştırıcı yardımıyla 65°C 'ye kadar ısıtılmış ve 0.6 g gam ilavesi edilmiştir. Ardından karışım 85°C 'de 10 dakika pastörize edilmiş ve 4°C 'de 12 saat olgunlaştırmaya bırakılmıştır. Böylelikle üretilen gamlar için her bir deneme noktasında dondurma miksi üretimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Dondurma miksinin hazırlanması kullanılan akış şeması

b. Fizikokimyasal özelliklerin belirlenmesi

- **pH değerinin belirlenmesi**

pH değerleri birleşik elektrotlu dijital pH metre kullanılarak AOAC (2000) metoduna göre belirlenmiştir.

c. Teknolojik özelliklerin belirlenmesi

- **Dondurmada hacim artışının belirlenmesi**

Dondurmada hacim artışı COTRELL ve ark. (1979) tarafından rapor edilen metoda göre belirlenmiştir.

- **Dondurmada erime stabilitesinin belirlenmesi**

Dondurma örneklerinden dikdörtgen şeklinde (150 ml) örnekler kesilerek alınmış ve bu örnekler dikdörtgen şekilli paslanmaz çelik tel eleklerle (15 × 11.5 cm, delik boyutu 2.5 × 2.5 mm) konulmuştur. Eleğin altına damlayan erimiş serum toplanmış ve bu birikmiş serum miktarı her 10 dakikada bir tartılmıştır. Zamana karşılık birikmiş % kütle kaybının grafiği çizilmiş ve böylece birikmiş % kütle kaybı belirlenmiştir (MENDEZ-VELASCO ve GOFF, 2012).

- Dondurma miksi ve dondurmada yağ destabilitesinin belirlenmesi

Dondurma örneklerindeki yağ destabilizasyonu, spektrotürbidimetrik metod kullanılarak belirlenmiştir (GOFF ve Jordan, 1989). İlk etapta dondurma örnekleri eritilmiş ve 40 ml erimiş örnekten alınarak analize tabi tutulmuştur. Daha sonra dondurma ile dondurma miski örnekleri (3.00 g), 1:500 oranında filtre su kullanılarak iki aşamada seyreltilmiştir. Absorbans değerleri 540 nm’de köre karşı okunmuştur. Yağ aglomerasyon indeksi (FAI) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$FAI = \frac{\text{Miksin absorbansı-Dondurmanın absorbansı}}{\text{Miksin absorbansı}} \times 100 \quad (15)$$

d. Reolojik özelliklerin belirlenmesi

Farklı koşullarda üretilen gamların ilave edilmesiyle hazırlanan dondurma mikslерinin steady shear (sabit kayma), dynamic shear (dinamik kayma) ve creep-recovery (sürünme toparlanması) ve 3ITT olmak üzere dört farklı deformasyon testi özellikleri peltier sistemli kontrollü gerilim reometre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Reolojik ölçümler, bir paralel plaka konfigürasyonunda gerçekleştirilmiştir. 1.0 ml örnek, koni ve plaka arasına yerleştirilmiştir. Dondurma miks örneklerinin steady shear, dynamic shear ve creep-recovery özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan metodlar, matematiksel modelleme ve simülasyon analizleri, solüsyon halindeki gum örneklerinin özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan metodlar, modellemeler ve analizlerle aynı gerçekleştirilmiştir.

3.3.7. İstatistiksel ve matematiksel analizler

Deneyler sonucunda toplanan datalar, JMP 6 programı vasıtasıyla gruplar arasında fark olup olmadığı tek faktör ANOVA ile test edilmiş ve %95 güven aralığında ($P < 0.05$) test parametresi kullanılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Bulgular kısmında materyal metod kısmında anlatılan tüm analizler gerçekleştirilmiş olup elde edilen datalar sunulmuştur. Materyal metod'ta yazıldığı formatta gam üretimi gerçekleştirilmiş ve sonuç dataları aynı sırayla verilmiştir.

4.1. Tohum örneklerinin elde edileceği adaçayı türlerinin yetiştirilmesi

Çumra Konya'nın güneyinde merkeze yaklaşık 50 km uzaklıkta 1000 m yüksekliğe sahip yıllık yağış ortalaması 275–300 mm arasında olan sulanılabilir tarım alanlarının olduğu, farklı ürünlerin bir arada yetiştirildiği geniş ürün desenine sahip önemli bir tarımsal merkezdir. Çumra killi toprak yapısının hâkim olduğu ortalama pH'nın 7,5–8,0 arasında değişen tuz içeriği ve organik madde içerikleri düşük olan bir yapıya sahiptir.

Çeşitli yerlerden temin edilen *Salvia* tohumları sürme hızı ve sürme gücü ölçülmesi için oda şartlarında çimlendirme testlerine tabi tutulmuştur. Daha sonra tohumlar 2 kısma ayrılmıştır. Bir kısmı Nisan aylarında Çumra Meslek Yüksek Okulu'na ait deneme tarlasında parsellasyonu yapılmış alanlara ekimi yapılmıştır. Diğer kısım tohumlar ise çıkış ve çimlenme problemi yaşanması ihtimaline karşı Çumra Meslek Yüksek Okuluna ait sera koşullarında iyi bir çıkış yapabileceği şekilde, kasalara ve viyollere ekilerek ve fide elde edilmiştir. Tarla koşullarında uygun bitki sıklığının ayarlanabilmesi için tohumların doğrudan tarlaya ekimi ve fideleme yöntemi kullanılmıştır. Fideler deneme alanına Mayıs ayının son haftasında tarlada hazırlanan parsellere şaşırtılmıştır.

Denemedeki bitkilerin iyi gelişebilmeleri için gerekli olan bakım işleri yapılmıştır. Fide dikiminden sonra yabancı ot kontrolü elle yapılmış, bitkilerin gelişme ve ihtiyaç durumuna göre sulamaları sürekli olarak yapılmıştır. Deneme süresince gerekli agronomik gözlemler alınmıştır. Deneme alanlarında organik gübre çiftlik gübresi uygulanmış kimyasal gübre kullanılmamıştır. Kimyasal ilaç kullanılmamış zararlılara karşı repellent etkili bitkilerden elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır.

Parsellerdeki *Salvia*'lar değişik zamanlarda çiçek açıp tohum bağladığı için her bitkinin tohumlarının olgunlaştığı zaman çiçek sapsarı kesilerek hasat edilmiş, gölge bir alanda yaş olabilecek tohumlarında kurumaları beklendikten sonra tohumlar harmanlanmıştır. Tohumlar elek ve üfürücülerden geçirilerek temizlenmiştir.

4.2. Adaçayı tohumlarının temizlenmesi

Adaçayı tohumlarının içerisinde bulunan çöp, sap, yaprak, taş gibi yabancı maddelerden ayırtmak için yaklaşık 750 gram tohum ağzı geniş bir kaba döküldü. Kabın üzerine saç kurutma makinası tutuldu. Böylelikle sap, yaprak gibi yabancı maddeler uçarken adaçayı tohumları kabın içerisinde kaldı. Bu işleme adaçayı tohumları bitene kadar devam edildi.



Şekil 2. Adaçayı tohumlarının temizlenme aşamaları

4.2.1. Gam eldesi için uygun adaçayı türlerinin seçilmesi

Analiz için en uygun adaçayı tohumunu belirlemek için elimizde bulunan tohum çeşitlerinden (*Salvia microstegia*, *Salvia officinalis*, *Salvia tubiflora*, *Salvia sclera*) 2g alınarak 60°C deki su içerisine bırakılmış ve şişme işleminin gerçekleşip gerçekleşmediği gözlemlenmiştir. Şekil 3'te görüldüğü gibi *Salvia officinalis*, *Salvia tubiflora* türlerinde su alarak şişme işlemi gerçekleşmezken; *Salvia microstegia* ve *Salvia sclera* türleri su alarak şişmiştir. Bu nedenle analizlerimizde *Salvia microstegia* ve *Salvia sclera* türleri kullanılmıştır. Ayrıca *S. sclera*'nın genç bitkilerinden elde edilen tohumları ve yaşlı bitkilerinden elde edilen tohumlarının analizleri de ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. *S. sclera*'nın hem genç bitkilerinden hem de yaşlı

bitkilerinden elde edilen tohumların ikisinde de şişme gözlemlenmiştir. Ayrıca *Salvia microstegia* ve *Salvia sclera* türlerinin şişme miktarları karşılaştırıldığında, en fazla su alarak şişme *Salvia microstegia*'da görülmüştür.



Şekil 3. *Salvia officinalis*, *Salvia tubiflora* türlerinde su alarak şişme gözlemlenmezken; *Salvia microstegia* ve *Salvia sclera* türlerinin su alarak şişmesi ve tohum kenarlarında beyaz renkli gamların belirginleşmesi

Şekil 3'te gam eldesi için kullanılacak olan adaçayı tohumları yer almaktadır.



Şekil 4.a) Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumları tohumları

b) *Salvia microstegia* tohumları

c) Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumları

Şekilde de görüldüğü gibi analizlerde kullanılan *Salvia* tohumlarının renkleri ve büyüklükleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Şekil 4.a ve şekil 4.c *Salvia sclera*'nın aynı türüne

ait olmasına karşın yaşlı ve genç bitki olması renk ve büyüklüklerini etkilemiştir. *Salvia microstegia* ise diğer ikisine göre daha sarı renkte ve daha küçüktür.

4.3. Gam ekstraksiyonu veriminin optimizasyonu

Gam ekstraksiyonunun veriminin hesaplanması için farklı sıcaklık, süre, pH (pH, 0,1 N NaOH ve HCl kullanılarak ayarlanmıştır) ve tohum:su oranı kombinasyonları kullanılmıştır. Ayrıca analizler esnasında sürekli magnetik bir karıştırıcı yardımıyla karıştırma işlemi uygulanmıştır. Çizelgede veriler kullanılarak analizler yapılmış ardından yüzde verim hesabı yapılmıştır.

Çizelge 1.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının gam verimi

Örnek İsmi	Sıcaklık	Süre	pH	Tohum:Su Oranı	Verim (%)
1	25	1	10	1:60	3.53
1	25	1	3	1:30	3.00
1	25	3	3	1:60	4.31
1	80	3	3	1:30	5.14
1	80	1	10	1:30	4.06
1	25	3	10	1:30	3.53
1	80	1	3	1:60	4.13
1	80	3	10	1:60	5.86

Çizelge 1’de görüldüğü gibi genç bitkilerin *Salvia sclera* tohumlarının en yüksek gam verimi, % 3.00 ile % 5.86 arasında değişmektedir. Tohumların 80°C’ de pH=10’da 1:60 oranında seyreltilmesi ve 3 saat karıştırılmasıyla en yüksek verim (%5.86) elde edilmiştir. Buna karşın genç bitkilerin *Salvia sclera* tohumlarının 25°C’ de pH=3’de 1:30 oranında seyreltilmesi ve 1 saat karıştırılmasıyla en düşük verim (%3) elde edilmiştir.

Çizelge 2.

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının gam verimi

Örnek İsmi	Sıcaklık	Süre	pH	Tohum:Su Oranı	Verim (%)
2	25	1	10	1:60	4.02

2	25	1	3	1:30	4.28
2	25	3	3	1:60	4.90
2	80	3	3	1:30	5.45
2	80	1	10	1:30	4.56
2	25	3	10	1:30	4.41
2	80	1	3	1:60	5.22
2	80	3	10	1:60	6.21

Çizelge 2’de görüldüğü gibi yaşlı bitkilerin *Salvia sclera* tohumlarının gam verimi %4.02 ile %6.21 arasında değişmektedir. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclera* tohumlarından 80°C’ de pH=10’da 1:60 oranında seyreltilmesi ve 3 saat karıştırılmasıyla en yüksek gam verimi (%6.21) elde edilmiştir. Buna karşın yaşlı bitkilerin *Salvia sclera* tohumlarının 25°C’ de pH=10’de 1:60 oranında seyreltilmesi ve 1 saat karıştırılmasıyla en düşük verim (%4.02) elde edilmiştir.

Çizelge 3.

Salvia microstegia tohumlarının gam verimi

Örnek İsmi	Sıcaklık	Süre	pH	Tohum:Su Oranı	Verim (%)
3	25	1	10	1:60	3.55
3	25	1	3	1:30	3.02
3	25	3	3	1:60	3.39
3	80	3	3	1:30	4.93
3	80	1	10	1:30	4.89
3	25	3	10	1:30	7.19
3	80	1	3	1:60	3.78
3	80	3	10	1:60	7,75

Çizelge 3’te görüldüğü gibi *Salvia microstegia* tohumlarının gam verimi %3.02 ile %7.75 arasında değişkenlik göstermiştir, Tohumların 80°C’ de pH=10’da 1:60 oranında seyreltilmesi ve 3 saat karıştırılmasıyla%7.75 verim alınmıştır. Buna karşın *Salvia microstegia* tohumlarının 25°C’ de pH=10’de 1:60 oranında seyreltilmesi ve 1 saat karıştırılmasıyla en düşük verim (%3.02) elde edilmiştir.

Çizelge 4.

Salvia 1 tohumundan gam eldesine yönelik oluşturulan modele ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	SS*	dF	MS**	F	P
Model	5.60	4	1.40	10.08	0.0436
Sıcaklık	2.90	1	2.90	20.93	0.0196
Süre	2.12	1	2.12	15.29	0.0297
Ph	0.02	1	0.02	0.14	0.7295
Su:Tohum	0.55	1	0.55	3.97	0.1403
Residual	0.42	3	0.14		
Toplam	6.01	7			

*SS: Kareler toplamı

**MS: Kareler Ortalaması

Projenin ikinci kısmında kullanılacak model parametrelerinin belirlenmesi için bu aşamada etkili faktörlerin belirlenmesi için modelleme gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4, Salvia 1 tohumundan elde edilen gam miktarına ait varyans analiz sonuçlarını göstermektedir. Çizelge 4'ten gözlemlendiği gibi modele ait *P* değeri 0.0436 olarak bulunmuştur. *P* değerinin 0.05'den küçük bulunması, oluşturulan modelin önemli olduğunu göstermektedir. Gam verimine etki eden faktörler incelendiğinde ise sıcaklık ve süreye ait *P* değerlerinin 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli çıktığı görülmektedir. Çizelge 4 incelendiğinde belirlenen faktörler içerisinde hangi faktörün daha etkili olduğu kolaylıkla anlaşılmaktadır. *F* değerleri dikkate alındığında Salvia 1 tohumundan gam verimi üzerinde en fazla etkili olan faktörün sıcaklık olduğu, sıcaklığı sırasıyla süre, su:tohum oranı ve pH faktörlerinin etkilediği görülmektedir. Fakat hangi faktörün gam verimini ne derece etkilediği hakkında daha fazla bilgi sahibi olabilmek için model ile ayrıntılı bilgiler verilecektir.

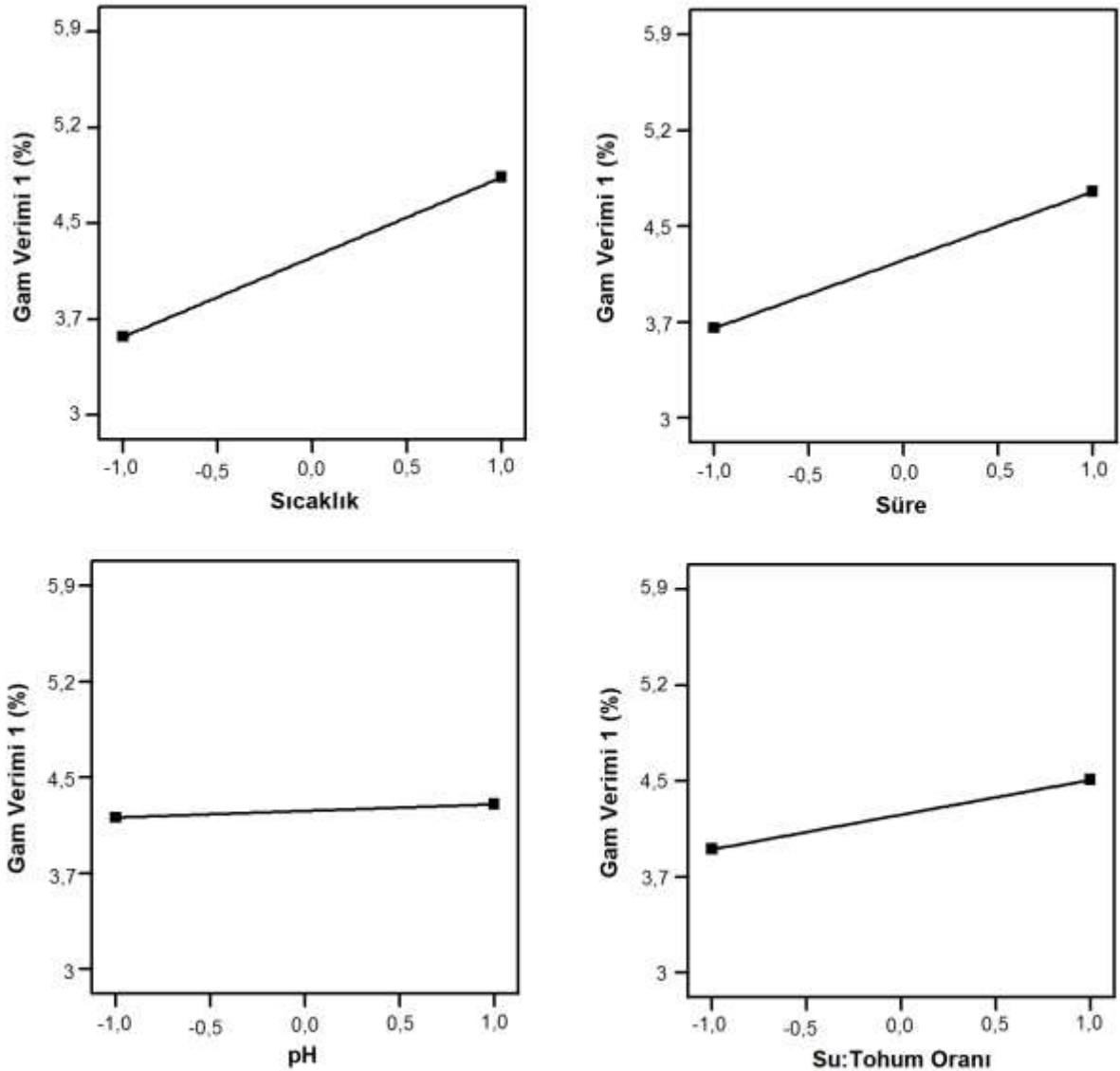
Çizelge 5, faktörlerin gam verimine olan etkisini karşılaştırmak amacıyla bilgiler vermektedir.

Çizelge 5.

Salvia 1 tohumundan elde edilen gam verimi üzerine faktörlerin etkisi

Faktör	Standardize edilmiş Etki	Katkı Yüzdesi (%)
Sıcaklık	1.21	48.29
Süre	1.03	35.28
pH	0.10	0.33
Su:Tohum	0.53	9.17

Çizelge 5’den görüldüğü gibi standardize edilmiş etki değeri, sıcaklık, süre, pH ve su:tohum için sırasıyla 1.21, 1.03, 0.10 ve 0.53 olarak bulunmuştur. Ayrıca belirlenen faktörlere bağlı olarak gam verimindeki değişime sıcaklığın % 48.29 oranında bir etkisi gözlemlenmiş iken bu değer süre için % 35.28, pH için yüzde 0.10 ve su:tohum için % 9.17 olarak bulunmuştur. Sonuçlardan da görüldüğü gibi *Salvia 1* tohumundan elde edilen gam verimini en fazla etkileyen faktör sıcaklık iken, süre sıcaklığı takip eden bir diğer faktördür. pH’nın ise gam verimini neredeyse hiç etkilemediği görülmektedir.



Şekil 5. *Salvia 1* tohumundan elde edilen gam veriminin faktörlere bağlı olarak değişimi (Herbir grafikte diğer 3 faktör orta noktada yani 0 düzeyinde sabit tutulmuştur)

Şekil 5, *Salvia 1* tohumundan elde edilen gam yüzdesinin analiz edilen faktörlere bağlı olarak değişimini göstermektedir. Faktörlerin tek başına olan etkisini gözlemleyebilmek için diğer

faktörler orta seviyede tutulmuştur. Oluşturulan deneme dizaynında faktörlerin orta noktası (yani 0 seviyesi) şu şekildedir: Sıcaklık: 52,5 °C; Süre: 2 saat; pH: 6.5; Su:Tohum Oranı: 45. Şekilden anlaşılacağı gibi her bir faktördeki artış gam verimini farklı oranlarda artırmaktadır. Şekilden de gözlemlendiği gibi eğimi en yüksek olan eğri sıcaklık grafiğinde ortaya çıkmıştır. Buradan analiz edilen faktörler içerisinde sıcaklığın gam verimini etkileyen en önemli faktör olduğu görülmektedir. Sıcaklığı ise sırasıyla süre, su:tohum oranı ve pH etkilemiştir. Grafikleri yorumlayacak olursak, sıcaklığın etkisinin araştırıldığı grafikte, diğer faktörler yukarıda belirtildiği değerlerde sabit tutulduğunda ekstraksiyon sıcaklığının 25 °C'den 80 °C'ye yükseltilmesi ile *Salvia 1* tohumundan elde edilen gam verimi yaklaşık olarak % 3.6'dan % 4.7'ye yükselmektedir. Görüldüğü gibi sıcaklığın artışı ile verimde yaklaşık olarak %30.56'lık bir artış görülmektedir. Dolayısıyla gam ekstraksiyonu yapılırken uygulanan sıcaklık verimin artırılması açısından oldukça önemlidir. Sürede de benzer bir durum söz konusudur. Fakat pH ve su:tohum oranı, gam verimini sıcaklık ve süre kadar etkilememektedir.

Çizelge 6.

Salvia 2 tohumundan gam eldesine yönelik oluşturulan modele ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	SS*	dF	MS**	F	P
Model	3.43	4	0.86	7.77	0.1173
Sıcaklık	0.52	1	0.52	4.66	0.1634
Süre	2.75	1	2.75	24.89	0.0379
pH	0.17	1	0.17	1.50	0.3458
Su:Tohum	0.02	1	0.02	0.025	0.8879
Residual	0.22	2	0.11		
Toplam	3.65	6			

*SS: Kareler toplamı

**MS: Kareler Ortalaması

Çizelge 6, *Salvia 2* tohumundan elde edilen gam miktarına ait varyans analiz sonuçlarını göstermektedir. Çizelge 6'dan gözlemlendiği gibi modele ait *P* değeri 0.1173 olarak bulunmuştur. *P* değerinin 0.05'den büyük bulunması, oluşturulan modelin önemli olmadığını göstermektedir. Gam verimine etki eden faktörler incelendiğinde ise 0.05 anlamlılık düzeyinde sıcaklık önemli değilken süreye ait *P* değerlerinin önemli çıktığı görülmektedir. Çizelge 6 incelendiğinde belirlenen faktörler içerisinde hangi faktörün daha etkili olduğu kolaylıkla anlaşılmaktadır. *F* değerleri dikkate alındığında *Salvia 2* tohumundan gam verimi üzerinde en fazla etkili olan faktörün süre olduğu, süreyi sırasıyla sıcaklık, pH ve su:tohum

oranı faktörlerinin etkilediği görülmektedir. Fakat hangi faktörün gam verimini ne derece etkilediği hakkında daha fazla bilgi sahibi olabilmek için model ile ayrıntılı bilgiler verilecektir.

Çizelge 7, faktörlerin gam verimine olan etkisini karşılaştırmak amacıyla bilgiler vermektedir.

Çizelge 7.

Salvia 2 tohumundan elde edilen gam verimi üzerine faktörlerin etkisi

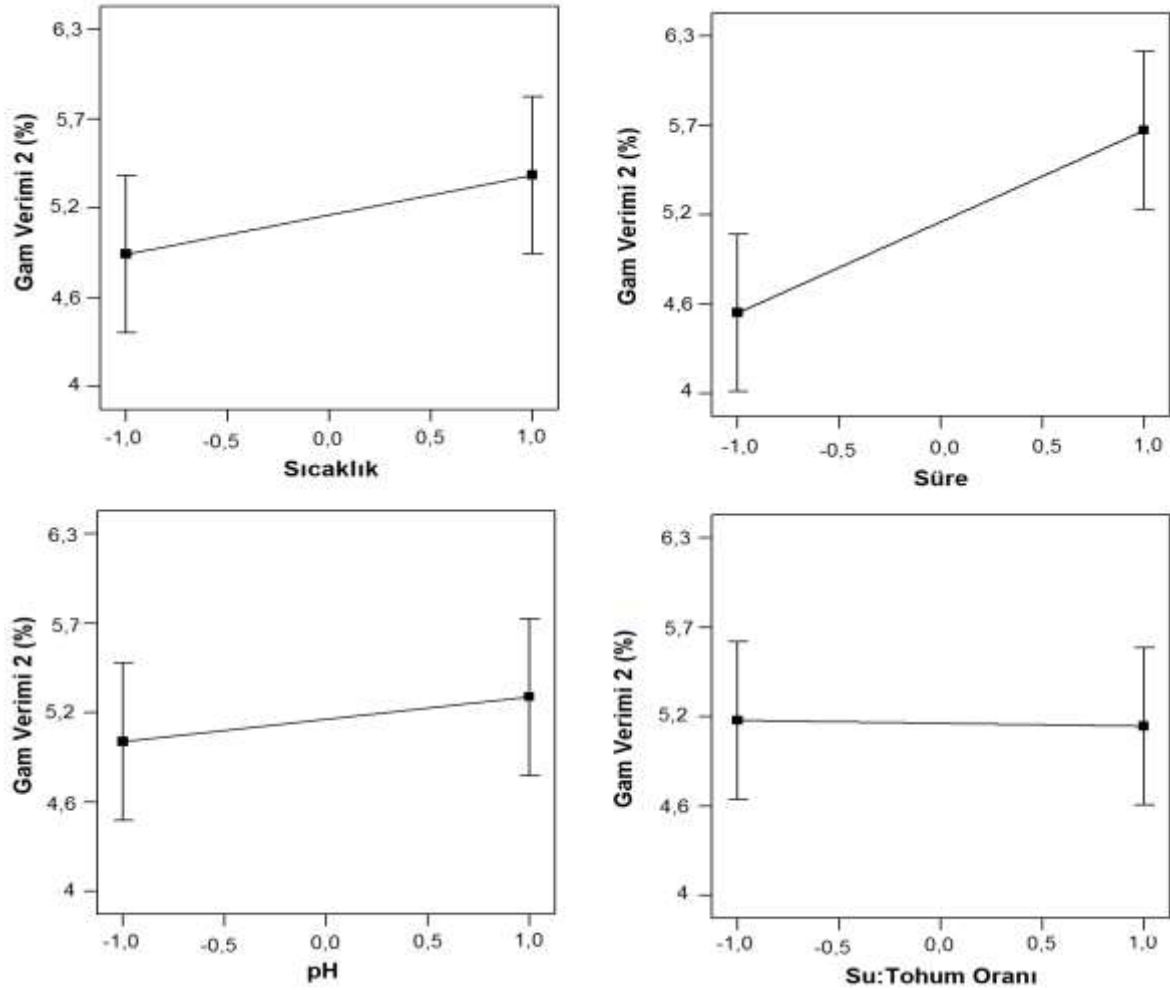
Faktör	Standardize edilmiş Etki	Katkı Yüzdesi (%)
Sıcaklık	0.51	10.80
Süre	1.17	57.63
pH	0.29	3.46
Su:Tohum	-0.04	0.06

Çizelge 7'den görüldüğü gibi standardize edilmiş etki değeri, sıcaklık, süre, pH ve su:tohum için sırasıyla 0.51, 1.17, 0.29 ve -0.04 olarak bulunmuştur. Ayrıca belirlenen faktörlere bağlı olarak gam verimindeki değişime sürenin % 57.63 oranında bir etkisi gözlemlenmiş iken bu değer sıcaklık için % 10.80, pH için yüzde 3.46 ve su:tohum için % 0.06 olarak bulunmuştur. Sonuçlardan da görüldüğü gibi Salvia 2 tohumundan elde edilen gam verimini en fazla etkileyen faktör süre iken, sıcaklık süreyi takip eden bir diğer faktördür. Su:tohum oranının ise gam verimini etkilemediği görülmektedir.

Şekil 5, Salvia 2 tohumundan elde edilen gam yüzdesinin analiz edilen faktörlere bağlı olarak değişimini göstermektedir. Faktörlerin tek başına olan etkisini gözlemleyebilmek için diğer faktörler orta seviyede tutulmuştur. Oluşturulan deneme dizaynında faktörlerin orta noktası (yani 0 seviyesi) şu şekildedir: Sıcaklık: 52,5 °C; Süre: 2 saat; pH: 6.5; Su:Tohum Oranı: 45.

Şekilden anlaşılacağı gibi her bir faktördeki artış gam verimini farklı oranlarda artırmaktadır. Şekilden de gözlemlendiği gibi eğimi en yüksek olan eğri süre grafiğinde ortaya çıkmıştır. Buradan analiz edilen faktörler içerisinde sürenin gam verimini etkileyen en önemli faktör olduğu görülmektedir. Süreyi ise sırasıyla sıcaklık, pH ve su:tohum oranı etkilemiştir. Grafikleri yorumlayacak olursak, sürenin etkisinin araştırıldığı grafikte, diğer faktörler yukarıda belirtildiği değerlerde sabit tutulduğunda ekstraksiyon süresinin 1 saatten 3 saate yükseltilmesi ile Salvia 2 tohumundan elde edilen gam verimi yaklaşık olarak % 4.5'den % 5.6'ya yükselmektedir. Görüldüğü gibi sıcaklığın artışı ile verimde yaklaşık olarak %24.44'lük bir artış görülmektedir. Dolayısıyla gam ekstraksiyonu yapılırken uygulanan süre verimin artırılması açısından oldukça önemlidir. Sıcaklıkta da benzer bir durum söz

konusudur. Fakat pH ve su:tohum oranı, gam verimini sıcaklık ve süre kadar etkilememektedir.



Şekil 6. Salvia 2 tohumundan elde edilen gam veriminin faktörlere bağlı olarak değişimi (Herbir grafikte diğer 3 faktör orta noktada yani 0 düzeyinde sabit tutulmuştur)

Çizelge 8.

Salvia 3 tohumundan gam eldesine yönelik oluşturulan modele ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	SS*	dF	MS**	F	P
--------	-----	----	------	---	---

Model	21.14	4	5.29	3.97	0.1431
Sıcaklık	1.66	1	1.66	1.24	0.3458
Süre	9.20	1	9.20	6.92	0.0783
pH	9.72	1	9.72	7.31	0.0736
Su:Tohum	0.56	1	0.56	0.42	0.5621
Residual	3.99	3	1.33		
Toplam	25.13	7			

*SS: Kareler toplamı

**MS: Kareler Ortalaması

Çizelge 8, Salvia 3 tohumundan elde edilen gam miktarına ait varyans analiz sonuçlarını göstermektedir. Çizelge 7'den gözlemlendiği gibi modele ait *P* değeri 0.1431 olarak bulunmuştur. *P* değerinin 0.05'den büyük bulunması, oluşturulan modelin önemli olmadığını göstermektedir. Gam verimine etki eden faktörler incelendiğinde ise 0.05 anlamlılık düzeyinde sıcaklık önemli görülmezken süreye ait *P* değerlerinin önemli çıktığı görülmektedir. Çizelge 7 incelendiğinde belirlenen faktörler içerisinde hangi faktörün daha etkili olduğu kolaylıkla anlaşılmaktadır. *F* değerleri dikkate alındığında Salvia 3 tohumundan gam verimi üzerinde en fazla etkili olan faktörün pH olduğu, pH'yı sırasıyla süre, sıcaklık, ve su:tohum oranı faktörlerinin etkilediği görülmektedir. Fakat hangi faktörün gam verimini ne derece etkilediği hakkında daha fazla bilgi sahibi olabilmek için model ile ayrıntılı bilgiler verilecektir.

Çizelge 9, faktörlerin gam verimine olan etkisini karşılaştırmak amacıyla bilgiler vermektedir.

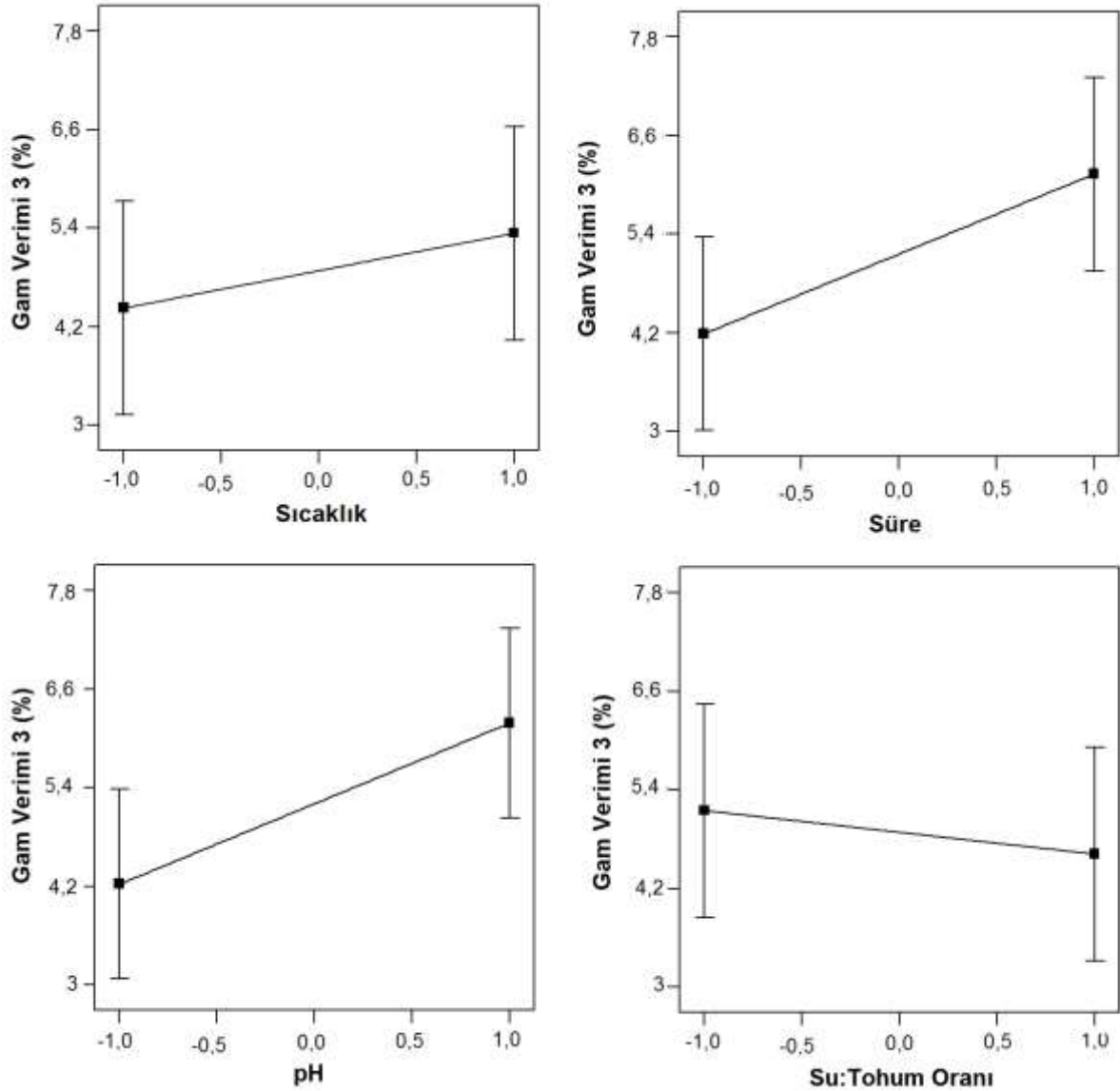
Çizelge 9.

Salvia 3 tohumundan elde edilen gam verimi üzerine faktörlerin etkisi

Faktör	Standardize edilmiş Etki	Katkı Yüzdesi (%)
Sıcaklık	0.91	6.59
Süre	2.14	36.61
pH	2.20	38.69
Su:Tohum	-0.53	2.24

Çizelge 9'dan da görüldüğü gibi standardize edilmiş etki değeri, sıcaklık, süre, pH ve su:tohum için sırasıyla 0.91, 2.14, 2.20 ve -0.53 olarak bulunmuştur. Ayrıca belirlenen faktörlere bağlı olarak gam verimindeki değişime pH'nın % 38.69 oranında bir etkisi gözlemlenmiş iken bu değer süre için % 36.61, sıcaklık için yüzde 6.59 ve su:tohum için % 2.24 olarak bulunmuştur. Sonuçlardan da görüldüğü gibi Salvia 3 tohumundan elde edilen

gam verimini en fazla etkileyen faktör pH iken, süre pH'yı takip eden bir diğer faktördür. Su:tohum oranının ise gam verimini etkilemediği görülmektedir.



Şekil 7. *Salvia 3* tohumundan elde edilen gam veriminin faktörlere bağlı olarak değişimi (Herbir grafikte diğer 3 faktör orta noktada yani 0 düzeyinde sabit tutulmuştur)

Şekil 7, *Salvia 3* tohumundan elde edilen gam yüzdesinin analiz edilen faktörlere bağlı olarak değişimini göstermektedir. Faktörlerin tek başına olan etkisini gözlemleyebilmek için diğer faktörler orta seviyede tutulmuştur. Oluşturulan deneme dizaynında faktörlerin orta noktası (yani 0 seviyesi) şu şekildedir: Sıcaklık: 52.5 °C; Süre: 2 saat; pH: 6.5; Su:Tohum Oranı: 45. Şekilden anlaşılacağı gibi her bir faktördeki artış gam verimini farklı oranlarda artırmaktadır. Şekilden de gözlemlendiği gibi eğimi en yüksek olan eğri pH grafiğinde ortaya çıkmıştır.

Buradan analiz edilen faktörler içerisinde pH'nın gam verimini etkileyen en önemli faktör olduğu görülmektedir. pH'yı ise sırasıyla süre, sıcaklık ve su:tohum oranı etkilemiştir. Grafikleri yorumlayacak olursak, sürenin etkisinin araştırıldığı grafikte, diğer faktörler yukarıda belirtildiği değerlerde sabit tutulduğunda ekstraksiyon Ph'sının değişimiyle Salvia 3 tohumundan elde edilen gam verimi yaklaşık olarak % 4.2'den % 6.2'ye yükselmektedir. Görüldüğü gibi pH'nın artışı ile verimde yaklaşık olarak %52.3'lük bir artış görülmektedir. Dolayısıyla gam ekstraksiyonu yapılırken uygulanan pH, verimin artırılması açısından oldukça önemlidir. Süre de de benzer bir durum söz konusudur. Fakat sıcaklık ve su:tohum oranı, gam verimini pH ve süre kadar etkilememektedir.

Yapılan bir çalışmaya göre, artan sıcaklıkla birlikte hücre duvarından ekstrakta suda çözünebilir polisakaritlerin daha kolay ve hızlı transferi gerçekleştiği belirlenmiştir. Dahası su molekülleri ve tohumun bileşenleri arasındaki etkileşim oranı ekstraksiyon sıcaklığının artışıyla artış göstermiş, böylelikle de verimde artış meydana gelmiştir. Öte yandan, artan sıcaklık ve süre ile birlikte geniş bir yelpazede farklı molekül ağırlıklı bileşikler meydana gelmiş ve gamın içerisinde bulunan safsızlıklarda da (yağ, kepek, lif, doğal pigment ve enzim) artış meydana gelmiş olabileceği ifade edilmiştir (Wu, 2007).

Tohum-su oranı gam veriminin artışında bir diğer etkili faktör olarak belirlenmiştir. Tohumun su alarak şişmesi ve ardından endospermde suyun birikmesi, suda çözünebilir komponentlerin bağlanmasına neden olmuş bu durum da ekstraksiyon veriminde artışla sonuçlanmıştır. Bunun yanı sıra yüksek miktarda suyun varlığı daha az yapışkan sulu tohum meydana getirmiş ve bu olayın ekstraksiyonun verimine katkı sağladığı belirtilmiştir (Koochecki, 2009), (Amid, 2012).

Elde edilen sonuçlara göre pH ekstraksiyon verimi üzerine çok az etkide bulunmuştur. Elde edilen veriler literatürde yer alan çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir (Boston,2010, Wu,2007, Cui,1994, Koochecki,2008).

4.4. Central Composite Dizaynın Oluşturulması

Central Composite dizaynı oluşturulması ve istatistiksel analizler Design Expert (7.0.0) programı kullanılarak gerçekleştirildi. Gamlar için kodlanılan maksimum ve minimum değerler Çizelge 10'da gösterilmiştir. 2 faktörlü, 2 yüzey merkezli (face centered) ve 10

deneme noktası içeren (Çizelge 11) bir deneme dizaynı oluşturuldu. Deneme noktasında kullanılan bağımsız değişkenler sıcaklık ve süre iken bağımlı değişken ise verimdir

Çizelge 10.

Optimizasyon için kullanılan bağımsız değişkenler ve kodları

Bağımsız Değişkenler	Kodlanan Değerler	
	Minimum Değer	Maksimum Değer
Sıcaklık (°C)	25	85
Süre (sa)	1	5

Çizelge 11.

Optimizasyon için kullanılacak olan 10 deneme noktalı dizayn

Sıcaklık(°C)	Zaman (h)	Verim (%)
25	1	
25	3	
25	5	
55	1	
55	3	
55	3	
55	5	
85	1	
85	3	
85	5	

4.5. Central Composite Dizayn'a Göre Gamların Verim Hesabının yapılması

4.5.1 Genç Bitkilerin *Salvia sclarea* Tohumlarının Central Composite Dizayna Göre Verim Hesabı

Çizelge 12. Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının Central Composite dizaynına göre gam verimi

Örnek ismi	Sıcaklık(°C)	Süre (h)	Verim (%)
1.1	25	1	4.6883
1.2	25	3	4.9550
1.3	25	5	6.4033
1.4	55	1	5.6683
1.5	55	3	7.1933
1.6	55	3	7.2000
1.7	55	5	8.2650
1.8	85	1	6.0250
1.9	85	3	8.4650
1.10	85	5	8.6450

Birinci raporda elde edilen verilere göre optimizasyon aşamasında sıcaklık, süre, tohum:su oranı ve pH parametrelerinden en etkili olan iki parametrenin sıcaklık ve süre olduğu tespit edilmişti. Gam verimi üzerine en etkili 2 faktörün optimizasyonu ve etkilerinin belirlenmesi işlemleri, Çizelge 10’da gösterilen Central Composite dizaynına göre gerçekleştirilmiştir. Tohumların 25°C’ de 1 saat karıştırılmasıyla en düşük verim (%4.6883) elde edilmiştir. Buna karşın genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının 25°C’ de 5 saat karıştırılmasıyla en yüksek verim (%8.6450) elde edilmiştir (Çizelge 11).

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre model 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P<0.05$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9436 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile karesel (quadratic) modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 13.

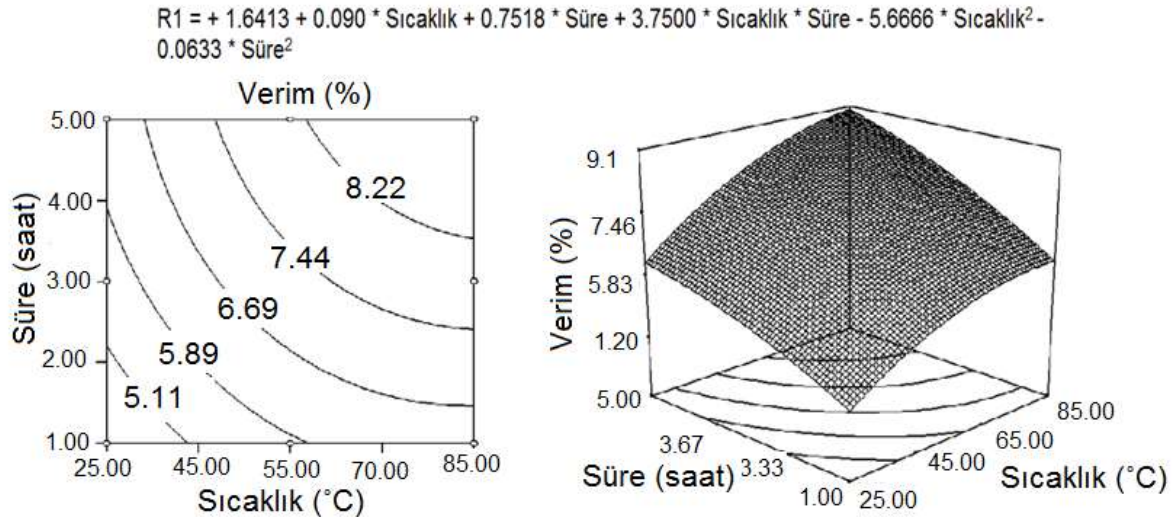
Seçilmiş olan karesel modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu

Kareler	Serbestlik	Ortalama	F değeri	P değeri
---------	------------	----------	----------	----------

	Toplamı	derecesi (DF)	Kare		
Model	17.49	5	3.50	13.38	0.0132
A-Sıcaklık	8.39	1	8.39	32.07	0.0048
B-Süre	8.02	1	8.02	30.67	0.0052
AB	0.20	1	0.20	0.77	0.4285
A ²	0.61	1	0.61	2.32	0.2023
B ²	0.15	1	0.15	0.57	0.4913

Çizelge 13'te karesel modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu verilmiştir. Sıcaklık ve süre parametrelerinin her ikisinin de gam verimi üzerine önemli etkileri bulunmuştur ($P < 0.01$). Oysa ki sıcaklık ve süre interaksiyonunun ve sürenin kuadratik etkisi önemli bulunmamıştır.

Sıcaklık ve süre parametrelerinin gam verimi üzerine etkisi 3 boyutlu ve kontur çizimi yapılarak gösterilmiştir (Şekil 8). Şekillerden de anlaşılacağı üzere sıcaklık ve süre artışı gam verimini arttırmıştır. Ayrıca bu artışlar şekil 8'de yer alan denklemlerle de açıklanmıştır. Bu denkleme göre; sıcaklık, zaman artışı bunun yanı sıra sıcaklık ve zamanın interaksiyonu gam veriminin artışını sağlarken sıcaklık ve sürenin kuadratik etkileri gam verimini olumsuz yönde etkilemiştir.



Şekil 8. Sıcaklığın ve sürenin gam verimi üzerine etkisinin kontur çizimi ve 3 boyutlu gösterimi

4.5.2. Yaşlı Bitkilerin *Salvia sclarea* Tohumlarının Central Composite Dizayna Göre Verim Hesabı

Çizelge14.

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının Central Composite dizaynına göre gam verimi

Sıcaklık(°C)	Zaman (h)	Verim (%)
25	1	4.0889
25	3	6.2700
25	5	8.0300
55	1	5.1400
55	3	5.9344
55	3	5.9400
55	5	8.6533
85	1	5.4444
85	3	5.9533
85	5	9.9822

Birinci raporda elde edilen verilere göre ikinci tohum için optimizasyon aşamasında sıcaklık, süre, tohum:su oranı ve pH parametrelerinden en etkili olan iki parametrenin sıcaklık ve süre olduğu tespit edilmişti. Gam verimi üzerine en etkili 2 faktörün optimizasyonu ve etkilerinin belirlenmesi işlemleri, Çizelge 10'da gösterilen Central Composite dizaynına göre gerçekleştirilmiştir. Tohumların 25°C' de 1 saat karıştırılmasıyla en düşük verim (%4.0889) elde edilmiştir. Buna karşın genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumlarının 25°C' de 5 saat karıştırılmasıyla en yüksek verim (%9.9822) elde edilmiştir (37).

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre model 0.01 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P<0.01$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9735 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile karesel (kuadratik) modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

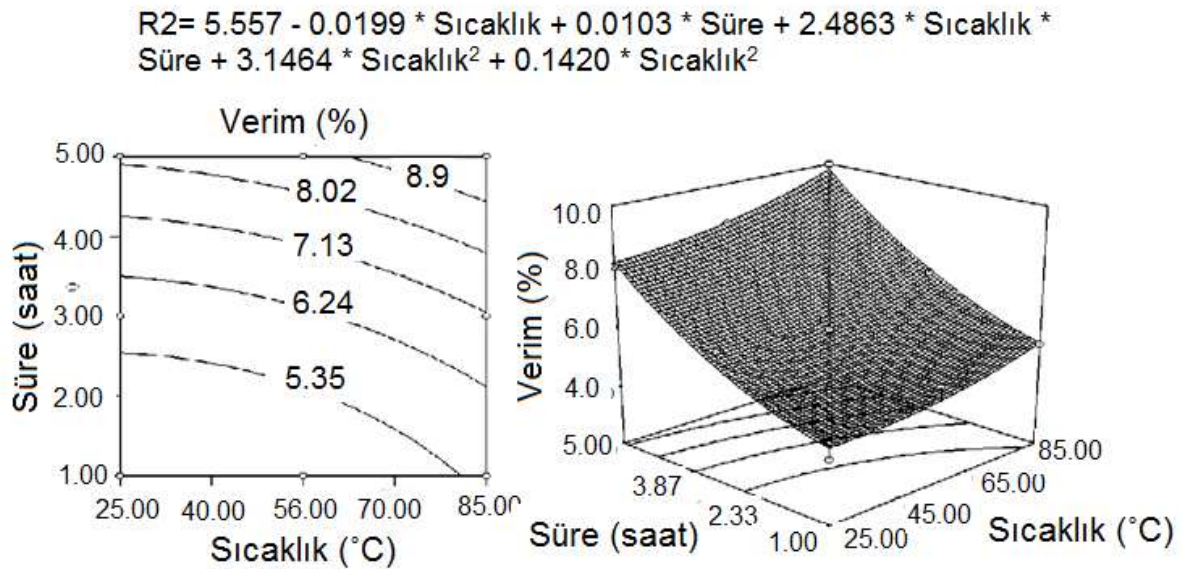
Çizelge 15. Seçilmiş olan karesel modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu

	Kareler	Serbestlik	Ortalama	F değeri	P değeri
	Toplamı	derecesi (DF)	Kare		
Model	27.81	5	5.56	29.36	0.0030

A-Sıcaklık	2.65	1	2.65	14.01	0.0201
B-Süre	23.97	1	23.97	126.54	0.0004
AB	0.089	1	0.089	0.47	0.5307
A ²	0.19	1	0.75	0.99	0.3765
B ²	0.75	1	0.19	3.98	0.1169

Sıcaklık ($P < 0.05$) ve süre ($P < 0.01$) parametrelerinin her ikisinin de gam verimi üzerine önemli etkileri bulunmuştur. Oysa ki sıcaklık ve süre interaksiyonunun önemli bir etkisi bulunmamıştır.

Sıcaklık ve süre parametrelerinin gam verimi üzerine etkisi 3 boyutlu ve kontur çizimi yapılarak gösterilmiştir (Şekil 9). Şekillerden de anlaşılacağı üzere sıcaklık ve süre artışı gam verimini arttırmıştır. Ayrıca bu artışlar şekil 9'da yer alan denklemlerle de açıklanmıştır. Bu denkleme göre; sıcaklık, zaman artışı bunun yanı sıra sıcaklık ve zamanın interaksiyonu ve sıcaklık ve sürenin kuadratik etkileri gam verimini olumlu yönde etkilemiştir.



Şekil 9. Sıcaklığın ve sürenin gam verimi üzerine etkisinin kontur çizimi ve üç boyutlu gösterimi

4.6. Gamların Fizikokimyasal Analizleri

4.6.1. Gam Örneklerinin pH Analizlerinin Yapılması

Örneklerin pH değerleri otomatik kalibre edilmiş bir pH metre kullanılarak belirlenmiştir. Bu kapsamda %0.5'lik gam solüsyonlarında 25 °C'de pH değerleri tespit edilmiştir.

Çizelge 16.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının pH içerikleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Zaman (sa)	pH
1.1	25	1	7.1133 ± 0.0058
1.2	25	3	7.0267 ± 0.0153
1.3	25	5	7.2267 ± 0.0058
1.4	55	1	7.0400 ± 0.0000
1.5	55	3	7.1633 ± 0.0058
1.6	55	3	7.1633 ± 0.0058
1.7	55	5	7.0167 ± 0.0115
1.8	85	1	6.9367 ± 0.0058
1.9	85	3	6.8267 ± 0.0153
1.10	85	5	6.8700 ± 0.0000

Çizelge 17. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının pH içerikleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Zaman (sa)	pH
1.1	25	1	7.0500 ± 0.0000
1.2	25	3	6.8867 ± 0.0058
1.3	25	5	6.9967 ± 0.0058
1.4	55	1	7.0767 ± 0.0058
1.5	55	3	7.0833 ± 0.0058
1.6	55	3	7.0833 ± 0.0058
1.7	55	5	7.1800 ± 0.010
1.8	85	1	6.9933 ± 0.0058
1.9	85	3	6.9200 ± 0.0000
1.10	85	5	6.3967 ± 0.0058

Elde edilen analiz sonuçlarına göre genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının pH değerleri 6.8267 ile 7.1633 arasında değişirken yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının pH değerleri 6.3967 ile 7.1800 arasında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 16-17). pH değerleri çok yakın olmasına rağmen istatistiksel olarak aralarında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla istatistiksel analiz gerçekleştirilmiştir. Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının pH değerleri birbirine yakın çıkmasına rağmen 0.05 anlam seviyesinde farklılıklar önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Öte yandan yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea*

tohumlarının pH değerlerinin istatistiki analizinde ise 2.4, 2.5 ve 2.6. örnekler için aynı harflendirme yapılmıştır. Bunun yanı sıra, 2.3 ve 2.8. örnekler içinde aynı harflendirme yapılmıştır. İstatistiksel olarak aynı harflendirme yapılmasından dolayı bahsedilen örneklerin kendi aralarında istatistiksel bir farkı bulunmamaktadır.

Örneklerin pH değerleri alginat (6.3), K-karregenat (6.2), Ksantan gam(6.1) Gleditsia triacanthos gum (6.2) ve karboksi metil selüloz (6.6)'dan daha yüksek bulunmuştur (Cengiz ve ark, 2013). Bu da elde edilen gamların üronik asit içeriklerinin düşük olduğu anlamına gelmektedir.

4.6.2. Gam Örneklerinin Kuru Madde İçeriklerinin Tespit Edilmesi

Gamların kuru madde miktarları klasik etüvde kurutma yöntemiyle belirlenmiştir. Bu amaçla belirli miktardaki örneğin 105 °C sıcaklıktaki etüvde 4 saat süreyle bekletilmesi sonucu meydana gelmiş ağırlık kaybından %kuru madde miktarları hesaplanmıştır.

Çizelge 18 .

Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumlarının kuru madde içeriği

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Zaman (sa)	Kuru madde (%)
1.1	25	1	98.8923 ± 0.0979
1.2	25	3	99.7187 ± 0.0529
1.3	25	5	98.4695 ± 0.1221
1.4	55	1	99.2794 ± 0.1820
1.5	55	3	99.4948 ± 0.1230
1.6	55	3	99.4943 ± 0.0153
1.7	55	5	99.1441 ± 0.0536
1.8	85	1	99.5511 ± 0.3183
1.9	85	3	99.5180 ± 0.0326
1.10	85	5	99.6410 ± 0.2780

Çizelge 18.

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumlarının kuru madde içeriği

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Zaman (sa)	Kuru madde (%)
------------	---------------	------------	----------------

2.1	25	1	96.8357 ± 0.8531
2.2	25	3	98.5235 ± 0.1886
2.3	25	5	98.8889 ± 1.3130
2.4	55	1	97.1675 ± 1.0962
2.5	55	3	99.1124 ± 0.1318
2.6	55	3	97.6542 ± 0.5193
2.7	55	5	97.3852 ± 0.3241
2.8	85	1	99.0823 ± 0.0622
2.9	85	3	98.2707 ± 1.1860
2.10	85	5	99.2367 ± 0.0565

Örneklerin nem içeriklerinin belirlenmesi amacıyla kuru madde analizi deneyler ve işleme sırasında en sık yapılan analizlerden birisidir. Ürünlerin nem içeriğinin bilinmesi üretici ve tüketici açısından ekonomik nedenlerden dolayı bir önem teşkil etmektedir. Bunun yanı sıra nem, gıdaların kalite ve stabilitelerini etkilemektedir. (Pomeranz ve Meloan,2002)

Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumlarının kuru madde içeriği 98.4695 ile 99.8177 arasında değişirken yaşlı bitkilerden elde edilen *Salvia sclerea* tohumlarının kuru madde içeriği 96.8357 ile 99.2367 arasında değişmektedir (Çizelge 18-19). İstatistiksel olarak ($P<0.01$) 1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.9 ve 1.10 numaralı örneklerde istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Bunun yanı sıra 1.4 ve 1.8 numaralı örneklerde de istatistiksel olarak bir fark söz konusu değildir. Oysa 1.1 ve 1.3 numaralı örneklerde 0.01 önem seviyesinde farka rastlanmıştır. Öte yandan Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumlarının kuru madde içeriklerine göre yapılan istatistiksel analize göre 0.01 önem seviyesinde 2.5, 2.6, 2.8, 2.9 ve 2.10 numaralı örneklerde istatistiksel olarak bir farka rastlanmamıştır. Bunun yanı sıra 2.4 ve 2.7 numaralı gam örneklerinde de kendi aralarında bir istatistiksel fark söz konusu değildir.

Örneklerin kuru madde içerikleri *Prosopis juliflora* tohumu gamı (%91.06) (Rincon ve ark, 2014), adaçayı (*Salvia macrosiphon*) tohumu gamı (%91.92) (Razavi ve ark.,2014), mesquite tohumu gamı (%96.27) (Estevez ve ark.,2004) ve tere tohumu (92.83) gamından daha yüksektir. Tohumlarının nem değerlerinin diğer gamlara kıyasla düşük çıkması; bitkinin

yetiştiği ortam şartlarının, ekstraksiyon ve saflaştırma koşullarının değişkenlik gostermesiyle açıklanabilir (Boston ve ark.,2010).

4.6.3. Gam rneklerinin Kl İçeriklerinin Belirlenmesi

Örneklerin kül miktarları, yüksek sıcaklıklara ayarlanabilen elektrikli kül fırını kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz için daha önceden 650 C’de sabit tartıma getirilmiş porselen krozelere tartılan örnekler, etil alkol ile yapılacak n yakma işleminden sonra 650 C’de siyah rezidü kalmayana kadar yakılmıştır. İşlem sonrasında ağırlık kaybına göre % kül miktarları hesaplanmıştır.

Çizelge 20.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının kl içerikleri

rnek ismi	Sıcaklık (C)	Zaman (sa)	Kl (%)
1.1	25	1	2.4628 ±0.0070
1.2	25	3	2.0533 ±0.0290
1.3	25	5	2.3094 ±0.0342
1.4	55	1	2.6320 ±0.0101
1.5	55	3	2.2357 ±0.0012
1.6	55	3	2.2357 ±0.0012
1.7	55	5	2.2471 ±0.0295
1.8	85	1	2.4884 ±0.0198
1.9	85	3	2.7061 ±0.0425
1.10	85	5	2.9916 ±0.0154

Çizelge 21.

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının kl içerikleri

rnek ismi	Sıcaklık (C)	Zaman (sa)	Kl(%)
2.1	25	1	2.9144 ±0.0385
2.2	25	3	2.2024 ±0.0564
2.3	25	5	3.2288 ±0.0530
2.4	55	1	2.6743 ±0.0039
2.5	55	3	2.3210 ±0.0149
2.6	55	3	2.3210 ±0.0149

2.7	55	5	1.6856 ±0.0374
2.8	85	1	2.1372 ±0.0301
2.9	85	3	2.1565 ±0.0094
2.10	85	5	1.9358 ±0.0120

Kül analizi gıdalarda bulunan toplam mineral içeriğini tespit etmek amacıyla yapılmaktadır. Bu analizin yapılmasıyla organik maddeler yanarken inorganik maddelerden arta kalan oksitlerin oluşturduğu kalıntılar kalır. Kül, gıdalarda besinsel değerlendirme yapmak için analizlerin bir parçasını oluşturur (Nielsen, 2007)

Ekstraksiyon süresince uygulanan sıcaklık ve süre parametreleri istatistiki olarak 0.01 önem seviyesinde örneklerin kül içeriklerini etkilemiştir. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumlarının sadece 1.5 ve 1.6 örnekleri arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Öte yandan yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumlarının kül sonuçları için yapılan istatistiksel analizde de sadece 1.5 ve 1.6 örnekleri arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Genç ve yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının kül içerikleri çizelge 20-21'de sunulmuştur. Gamların toplam kül içeriği keten tohumu gamı (%7.4-8.4), ksantan gam(%9.35), guar gam(11.9), tere tohumu gamı (%11.5) ve durian tohumu gamlarından (29.8) daha düşükken, çemen otu gamı (%0.5), saflaştırılmış mesquite tohumu gamı (%0.6), saflaştırılmış guar gam (%0.89), keçi boynuzu gamı (%0.7-1.5), gam arabik (%1.2) ve ksantan (%1.5) gamdan ise daha fazladır (Amin ve ark., 2007, Cui and Mazza, 1996, Dakia ve ark., 2008, ,Karazhiyan ve ark., 2009, López-Franco ve ark., 2013, Razavi ve ark., 2009 and Wu ve ark., 2009).

4.6.4. Gamların protein içeriklerinin belirlenmesi

Çizelge 21'de genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların protein içeriklerine ilişkin sonuçlar verilmiştir. Bu sonuçlara göre örneklerin protein içerikleri %21.66 ve %27.33 arasında değişkenlik göstermiştir. En fazla protein içeriğine sahip örneğin 85°C'de 1 saat ekstrakte edilen örnekler olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 22.

Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların protein içerikleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	Protein (%)
1.1	25	1	26,41
1.2	25	3	24,81
1.3	25	5	22,83
1.4	55	1	21,66
1.5	55	3	23,89
1.6	55	3	23,89
1.7	55	5	24,50
1.8	85	1	27,33
1.9	85	3	24,19
1.10	85	5	23,71

Protein analizinden elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.87 olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda model 0.05 anlam seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 23). Çizelgeki F değerleri incelendiğinde protein içeriğine en etkili olan parametrenin sürenin kuadratik etkisi ($P<0.01$) olduğu bunu sırasıyla sıcaklığın kuadratik etkisi ($P<0.05$) ve süre ($P<0.05$) takip etmiştir.

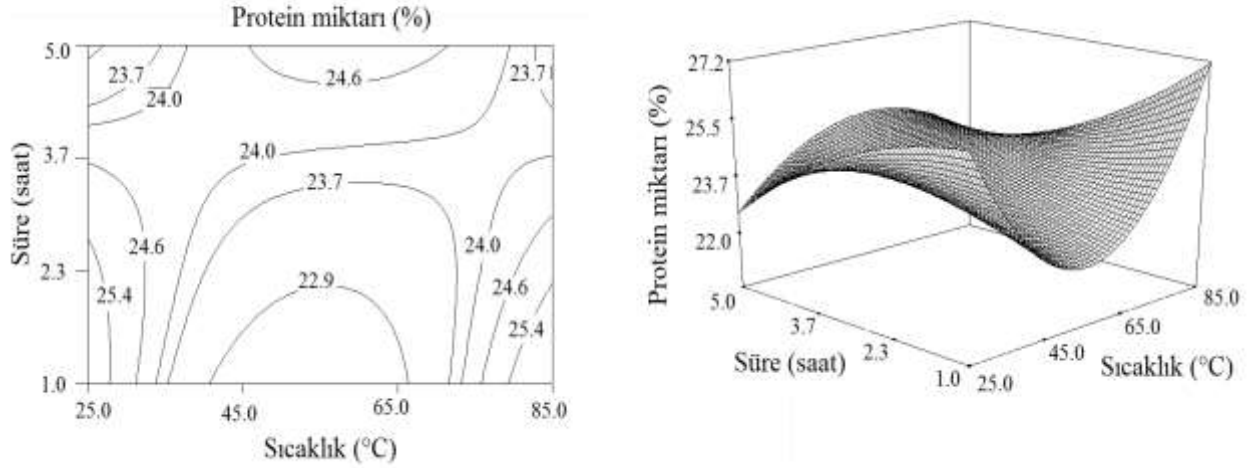
Çizelge 23.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının protein içeriğine yönelik varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	25,48	5	5,10	6,99	0.04
A-Sıcaklık	0,17	1	0,17	0,223	0.66
B-Süre	4,50	1	4,50	6,17	0.07
AB	0,00	1	0,00	0,00	1.00
A^2	4,82	1	4,82	6,61	0.06
B^2	16,33	1	16,33	22,40	0.01

Ekstraksiyon sıcaklığının ve süresinin protein miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi Şekil 8’de verilmiştir. Elde edilen denkleme göre (Şekil 10) sıcaklık, süre ve sıcaklığın kuadratik etkisi ve sürenin interaksiyonunun protein miktarını azalttığı sıcaklık ve süre interaksiyonunun ve sıcaklığın kuadratik etkisinin arttırdığı belirlenmiştir.

$$\text{Protein miktarı (\%)} = 42.60185 - 0.80926 \times \text{Sıcaklık} - 5.13194 \times \text{Süre} + 0.21389 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} + 7.40741 \times \text{Sıcaklık}^2 - 1.9 \times \text{Sıcaklık}^2 \times \text{Süre}$$



Şekil 10. Ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin gamların protein miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumundan elde edilen gamlar için)

Çizelge 24.

Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların protein içerikleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	Protein (%)
2.1	25	1	21.1020
2.2	25	3	20.0856
2.3	25	5	18.5634
2.4	55	1	17.0025
2.5	55	3	19.2216
2.6	55	3	19.2216
2.7	55	5	16.8856
2.8	85	1	17.2256
2.9	85	3	22.3642
2.10	85	5	16.0026

Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların protein içerikleri Çizelge 24'te sunulmuştur. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların protein içerikleri belirlendikten sonra elde edilen değerlere kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9920 olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda model 0.05 anlam seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 25). Çizelgeki F değerleri incelendiğinde protein içeriğine en etkili olan parametrenin sürenin kuadratik etkisi ($P < 0.01$) olduğu bunu

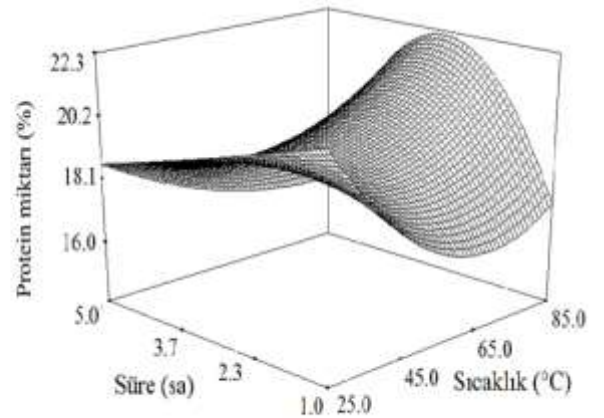
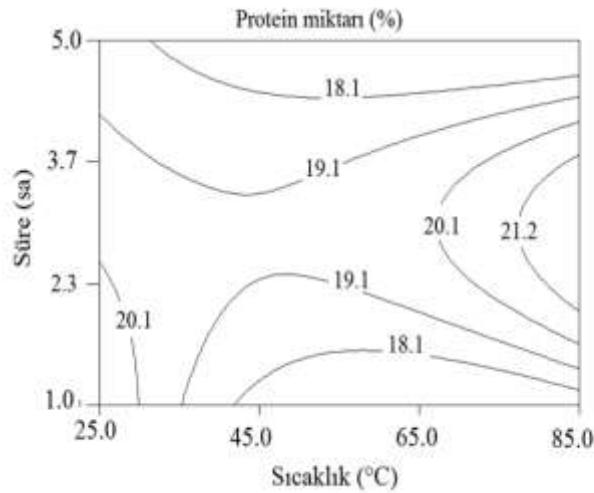
sırasıyla sıcaklığın kuadratik etkisi ($P<0.05$) ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkisinin interaksiyonu ($P<0.05$) olarak belirlenmiştir. Ekstraksiyon sıcaklığının ve süresinin protein miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi’de verilmiştir.

Çizelge 25.

Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların protein içeriğine yönelik varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	36.94	7	5.28	35.36	0.0278
A-Sıcaklık	2.60	1	2.60	17.41	0.0529
B-Süre	6.544E-003	1	6.544E-003	0.044	0.8535
AB	0.44	1	0.44	2.92	0.2297
A ²	5.88	1	5.88	39.37	0.0245
B ²	16.89	1	16.89	113.13	0.0087
A ² B	1.04	1	1.04	6.96	0.1186
AB ²	10.08	1	10.08	67.55	0.0145

$$\text{Protein miktarı (\%)} = +19.43 + 1.14 * \text{Sıcaklık} - 0.057 * \text{Süre} + 0.33 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 1.59 * \text{Sıcaklık}^2 - 2.69 * \text{Süre}^2 - 0.88 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} - 2.75 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 11. Ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin gamların protein miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumundan elde edilen gamlar için)

Elde edilen gamin protein içeriği akasya (*A. cochliacantha*) (%29.27) (Mirhosseini ve Amid, 2012) gamından daha düşükken keçiyoynuzu gamı (7.4%) (Cui ve ark., 1994), keten tohumu gamı (%9.1) (Dakia ve ark., 2008), demirhindi çekirdeği galaktomannanı (%17-19) (Sibaja-Hernandez ve ark., 2015), çin tarçını tohumu gamı (%8.4) (Singh ve ark. 2009), gladiçya tohumu gamından (%11.54) (*Gleditsia triacanthos*) (Sciarini ve ark., 2009) ise daha yüksek bulunmuştur. Karaya zamkıyla (%20.47) (Galla ve Dubasi, 2010) ise elde edilen gamların protein içeriklerinin birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir.

Protein ve karbonhidratların her ikisinin de varlığı bazı biyopolimerlere yüzey aktiflik kazandırmaları ve emülgatör olarak fonksiyonel özellik kazandırmalarıyla ilişkilendirilmiştir. Bu bağlamda proteinli kısım güçlü bir hidrofobiktir ve sıvı arayüzeylerde kuvvetli bir şekilde adsorblanmıştır. Öte yandan hidrofilik karbonhidrat fraksiyonu bu proteinlere bağlanmış ve disperse edilen sistemlere uzun süre stabilite sağlayan tabakada birikmişlerdir (Dickinson, 2003) Su tutma kapasitesi, protein-su interaksiyonuna, hidrasyon pozisyonlarının sayısına, ortam şartlarına, protein konfigürasyonu ve özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Kinsella, 1982).

4.7. Gamların Kompozisyonel Özelliklerinin Belirlenmesi

4.7.1. Gamların Şeker İçeriklerinin Değerlendirilmesi

HPLC analizinden elde edilen verilere göre gamların içerisinde bulunan başlıca iki şekerin galaktoz ve mannoz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 26-27). Az miktarda glukoz ve arabinoz içeriği de tespit edilmiştir. Galaktoz (Gal) ve mannoz (Man) dışındaki şekerlerin varlığı kompleks polisakkarit yapının varlığıyla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca *Salvia sclarea* tohumundan elde edilen gamların galaktomannan yapılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 26.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının şeker içerikleri (%)

Gam Örneği	Sıcaklık(°C)	Süre (Saat)	Glukoz	Galaktoz	Mannoz	Arabinoz
1.1	25	1	13.10	32.64	51.70	2.56
1.2	25	3	10.66	35.07	50.89	3.39
1.3	25	5	6.06	36.61	55.38	1.96
1.4	55	1	14.86	32.92	45.76	6.45
1.5	55	3	14.82	34.46	44.46	2.41
1.6	55	3	14.82	34.46	44.46	2.41
1.7	55	5	14.86	34.55	48.50	2.09
1.8	85	1	11.60	28.52	55.09	4.79
1.9	85	3	14.11	22.01	57.24	3.70
1.10	85	5	13.88	32.26	43.95	9.91

Çizelge 27.

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının şeker içerikleri (%)

Gam Örneği	Sıcaklık(°C)	Süre (Saat)	Glukoz	Galaktoz	Mannoz	Arabinoz
2.1	25	1	10.56	30.28	53.56	5.90
2.2	25	3	11.58	29.48	53.25	5.68
2.3	25	5	14.28	32.25	50.65	2.82
2.4	55	1	11.02	28.27	51.56	9.15
2.5	55	3	10.94	34.25	51.45	3.36
2.6	55	3	10.58	32.18	51.45	5.79
2.7	55	5	13.56	29.12	49.27	8.05
2.8	85	1	12.41	24.14	54.58	8.87
2.9	85	3	9.10	30.24	56.12	4.54
2.10	85	5	10.16	36.25	48.29	5.30

Gamların Man:Gal oranı incelendiğinde bu oranın 1.29-1.64 arasında olduğu belirlenmiştir.

Bu oran guar gamdan çemen tohumu gamından (1.2), daha yüksekken, keçi boynuzu gamı (3.5–4.0), tara gamı (2.5–3.0), çin tarçını (5.0) and tere tohumu (8.2) gamından ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Öte yandan *Adenantha pavonina* (1.35) ve mesquite ağacıyla (1.1–1.5) ise hemen hemen aynı sonuçlar elde edilmiştir (Karazhiyan ve ark., 2009, Sciarini ve ark., 2009, Wu ve ark., 2009, Jones ve Jordan 1978). Öte yandan *Adenantha pavonina*

(1.35) ve mesquite ağacıyla (1.1–1.5) ise hemen hemen aynı sonuçlar elde edilmiştir. Galaktomannanlardaki Man:Gal değeri gıda ve farmasötik sistemlerde stabilizatör, kalınlaştırıcı ve jelleştirici olarak gaminin ticari fonksiyonelliğini belirlemede kullanılmıştır. Genelde farklı kaynaklardan elde edilen galaktomannanlar galaktoz ikamelerinin farklı derecelerine sahiptir. Guar galaktomannanların orta galaktoz ikamelerine sahipken 1.0-1.1 Man:Gal değerine sahip çemen otu yüksek galaktoz ikamelerine sahiptir. Galaktoz ikamesinin yüksek derecede varlığı gamların suda çözünürlüğü ile ilişkilidir ve eğer galaktoz olmadan sadece mannoz varsa polimerin suda çözünürlüğü azalmaktadır. Bundan dolayı az miktarda galaktoz bulunduran keçi boynuzu gaminin karışık polisakkarit sistemlerinde jelasyon ve kendi kendine interaksiyon özelliklerine sahiptir. Ayrıca, Man/Gal oranı viskoelastik özelliklerin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Öte yandan, orta ve yüksek düzeyde galaktoz ikameli galaktomannanlar suda yüksek çözünürlüklerinden dolayı stabilizatör ve kalınlaştırıcı olarak kullanılabilir. Bu çalışmada Man:Gal değeri gıda sanayinde çok kullanılan guar gama alternatif olarak kullanılabilir (Razavi ve ark., 2014)

4.7.2 Gam örneklerinin Fenolik Değerlerinin Belirlenmesi

4.7.2.1. Genç Bitkilerin *Salvia sclarea* Tohumlarının Fenolik Değerleri

Çizelge 28.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının fenolik içeriği

Örnek ismi	Sıcaklık(°C)	Zaman (h)	Fenolik (GAE/100g)
1.1	25	1	6747.7477 ± 25.2252
1.2	25	3	16072.0721 ± 31.5407
1.3	25	5	18369.6000 ± 52.7492
1.4	55	1	13639.6396 ± 16.0790
1.5	55	3	16342.3423 ± 12.2581
1.6	55	3	16354.8739 ± 10.4362
1.7	55	5	18594.3694 ± 28.4312

1.8	85	1	10878.1711 ± 64.2045
1.9	85	3	12432.4324 ± 79.9305
1.10	85	5	11214.4100 ± 43.6531

Ekstraksiyon sırasında uygulanan sıcaklık ve süre parametreleri, gamların fenolik içeriğini etkilemiştir. Elde edilen gamlardan en yüksek fenolik içeriği 55°C’ de 5 saat karıştırılan örneklerde elde edilirken en düşük fenolik içeriğine ise 25°C’de 1 saat ekstraksiyona tabi tutulan örneklerde rastlanmıştır (Çizelge 28). 85°C’de elde edilen gamlarda ekstraksiyon süresinin 3 saatten 5 saate uzamasıyla fenolik içeriğinin düştüğü belirlenmiştir. Silva ve arkadaşları yaptıkları çalışmada bu durumu Fick kanunuyla açıklamışlar ve örnek ile çözgen arasındaki konsantrasyonun belirli bir süre sonunda dengeye ulaştığından dolayı bu azalmanın gerçekleşebileceğini ifade etmişlerdir (Silva ve ark., 2007). Öte yandan Nazck ve arkadaşları ise ekstraksiyon sırasında fenoliklerin sıcaklık, ışık ve oksijen gibi olumsuz çevre faktörlerine uzun süre maruz kalmalarından dolayı oksidasyona uğramış olabileceği ve uzayan ekstraksiyon süresinin fenoliklerin dekompozisyonunu arttırmış olabileceği bildirilmiştir (Naczck ve Shahidi, 2004) . Ayrıca uygulanan ısıtma işleminin örneğin dokusunu yumuşatarak solventten polifenollerle geçen fenol-protein ve fenol-polisakkarit interaksiyonlarını yavaşlattığı da düşünülmektedir (Shi ve ark,2003)

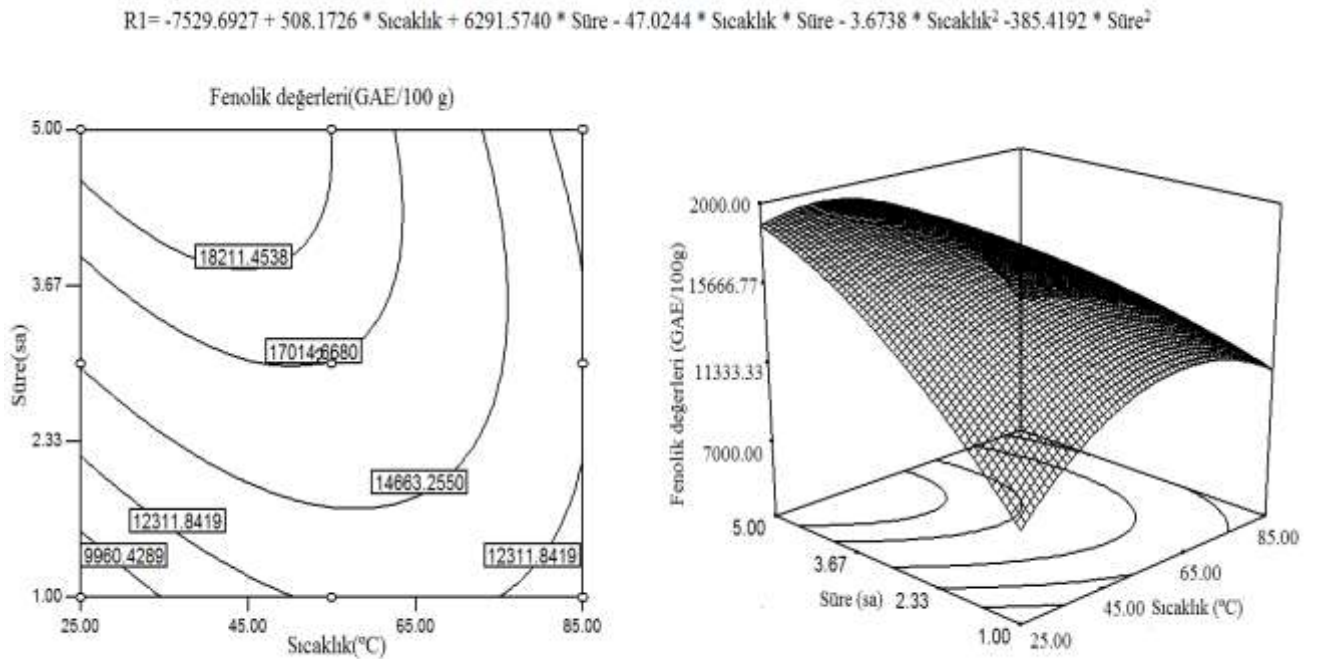
Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre (Çizelge 29); model 0.01 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P<0.01$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9638 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile karesel (quadratic) modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 29.

Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumlarının fenolik içeriklerinin varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	1.218E +0.08	5	2.436E+007	21.31	0.0055
A-Sıcaklık	7.402E +006	1	7.402E+006	6.47	0.0637
B-Süre	4.655E+007	1	4.655E+007	40.72	0.0031
AB	3.184E+007	1	3.184E+007	27.85	0.0062
A ²	2.551E+007	1	2.551E+007	22.31	0.0091
B ²	5.546E+006	1	5.546E+006	4.85	0.0924

Süre ($P<0.01$) önem seviyesinde önemli bulunurken istatistiksel olarak sıcaklık önemli bulunmamıştır. Ayrıca, sıcaklık ve süre interaksiyonu ve sıcaklığın kuadratik etkisi 0.01 anlam düzeyinde önemli iken sürenin kuadratik etkisi önemli bulunmamıştır.



Şekil 12. Sıcaklığın ve sürenin fenolik değerlerine olan etkisinin kontür çizimi ve üç boyulu gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen *Salvia sclerea* tohumu gamları için)

Sıcaklık ve süre parametrelerinin fenolik değerler üzerine etkisi 3 boyutlu ve kontur çizimi yapılarak gösterilmiştir (Şekil 12). Şekillerden de anlaşılacağı üzere sıcaklık ve süre artışı fenolik değer miktarını arttırmıştır. Ayrıca bu artışlar şekil 12’de yer alan denklemlerle de açıklanmıştır. Bu denkleme göre; sıcaklık, zaman artışı gamın fenolik değerinde artış sağlarken sıcaklık ve zamanın interaksyonu, sıcaklık ve sürenin kuadratik etkileri gam verimini olumsuz yönde etkilemiştir.

4.7.2.2. Yaşlı Bitkilerin *Salvia sclarea* Tohumlarının Fenolik Değerleri

Çizelge 30 .

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının fenolik değerleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Zaman (sa)	Fenolik (GAE/100g)
2.1	25	1	13414.4154 ± 23.5421
2.2	25	3	15247.7586± 42.4386
2.3	25	5	17819.8226±52.7529
2.4	55	1	14171.1706±85.023
2.5	55	3	16846.2546±20.75983
2.6	55	3	16846.2552±83.8593
2.7	55	5	17490.9978±93.6473
2.8	85	1	14595.543±72.5372
2.9	85	3	15456.9542±21.9503
2.10	85	5	14099.8954±19.7482

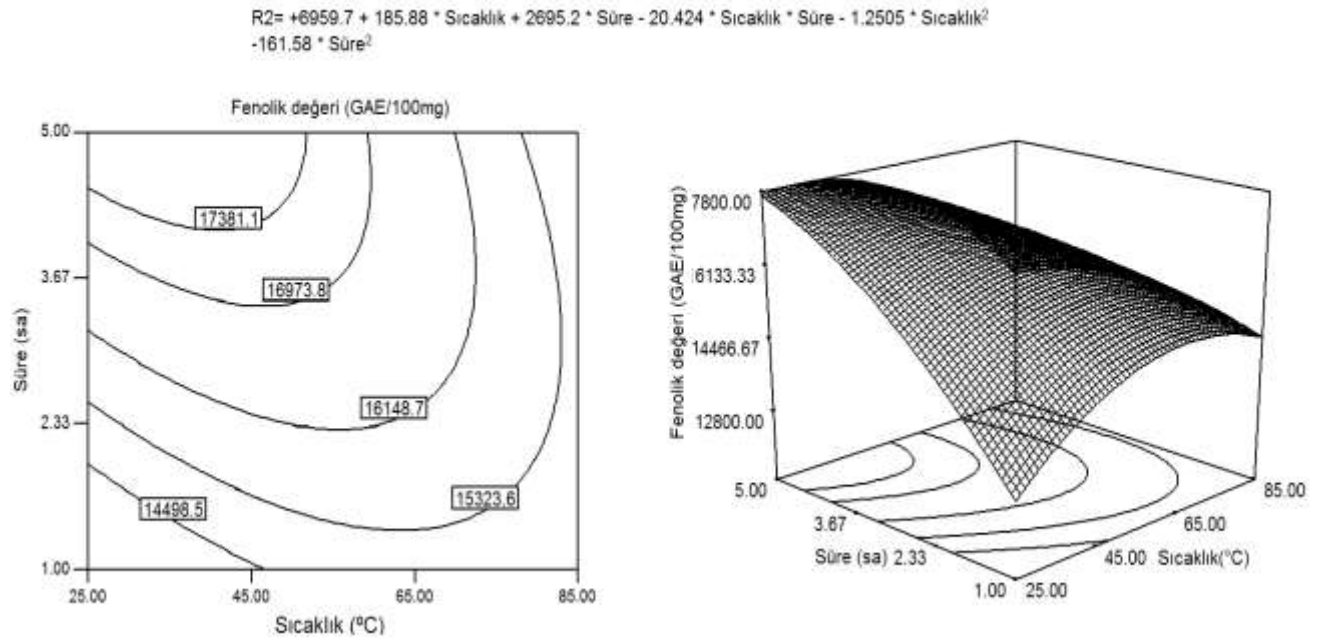
Çizelge 31 .

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının fenolik içeriklerinin varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	2.025E+007	5	4.049E+006	10.20	0.0215
A-Sıcaklık	9.060E+005	1	9.060E+005	2.28	0.2054
B-Süre	8.709E+006	1	8.709E+006	21.94	0.0094
AB	6.007E+006	1	6.007E+006	15.13	0.0177
A ²	2.956E+006	1	2.956E+006	7.45	0.0525
B ²	9.747E+005	1	9.747E+005	2.46	0.1922

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının fenolik değerleri Çizelge 30'de sunulmuştur. Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre model 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9273 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile karesel (quadratic) modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 31).

Süre ($P < 0.01$) ve sıcaklık ve süre interaksyonu ($P < 0.05$) önemli bulunurken sıcaklık, sıcaklığın kuadratik etkisi ve sürenin kuadratik etkisi önemli bulunmamıştır.



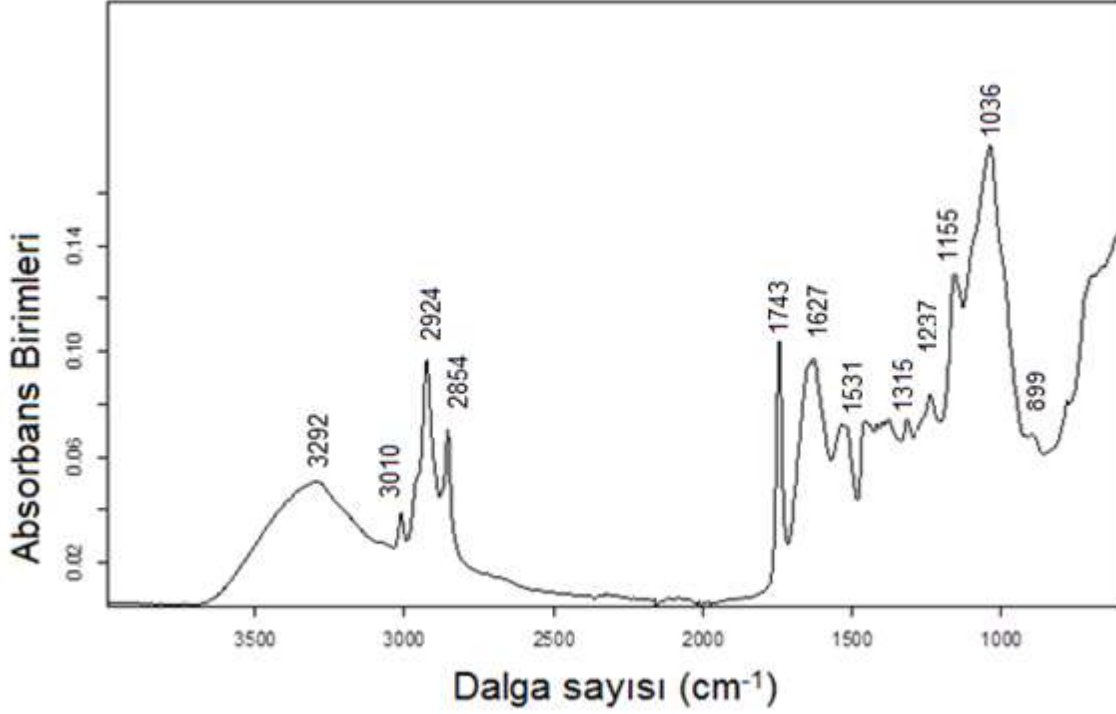
Şekil 13. Sıcaklığın ve sürenin fenolik değerlerine olan etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Sıcaklık ve süre parametrelerinin fenolik değerler üzerine etkisi 3 boyutlu ve kontür çizimi yapılarak gösterilmiştir (Şekil 13). Şekillerden de anlaşılacağı üzere sıcaklık ve süre artışı fenolik değer miktarını arttırmıştır. Ayrıca bu artışlar Şekil 13'te yer alan denklemlerle de açıklanmıştır. Bu denkleme göre; sıcaklık, zaman artışı gamın fenolik değerinde artış sağlarken sıcaklık ve zamanın interaksyonu, sıcaklık ve sürenin kuadratik etkileri gam verimini olumsuz yönde etkilemiştir.

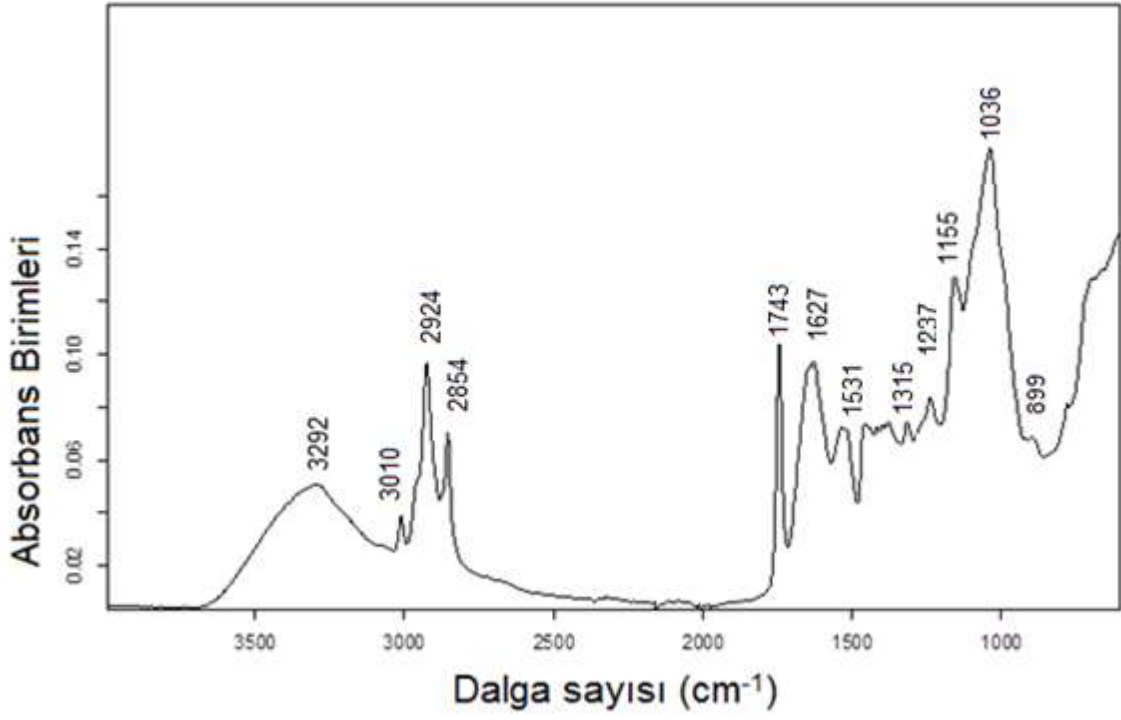
4.8. Gamların konformasyonel ve mikroyapısal özelliklerinin belirlenmesi

4.8.1. FTIR Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

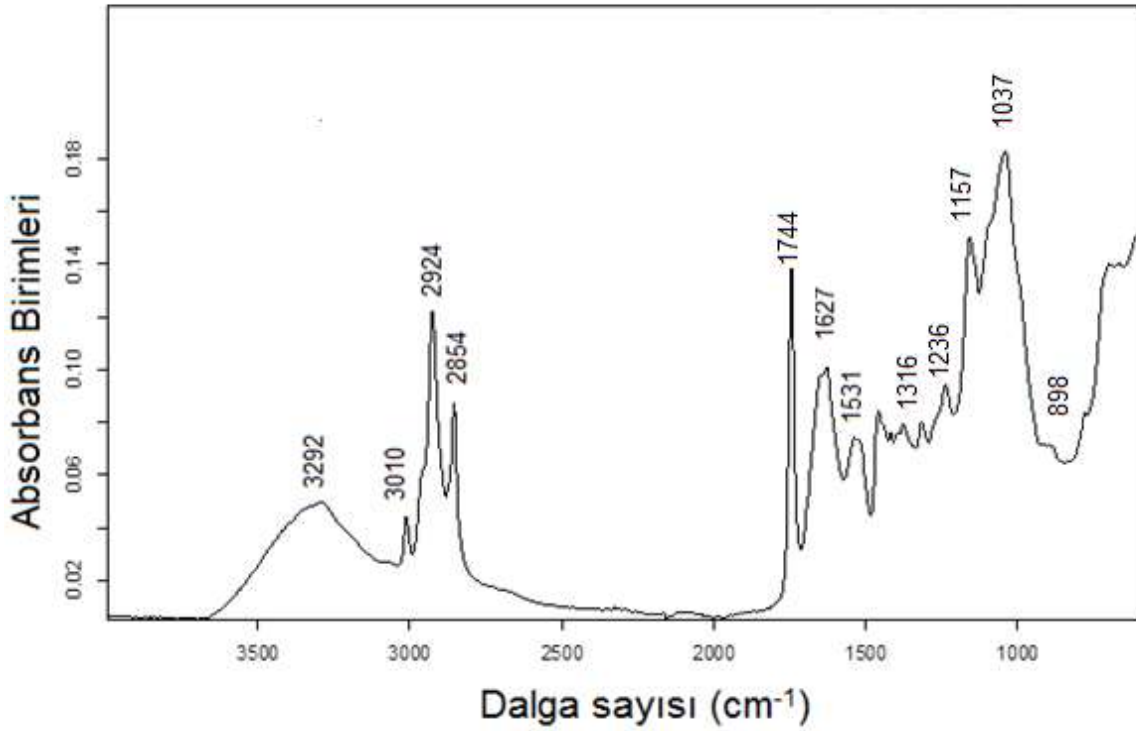
FTIR analizleri BRUKER cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde KBr beamsplitter ve DCaTGS detektörü kullanılmıştır. ATR kısmında ise elmas kristal ekipmanı kullanılmıştır. analizler 4 cm^{-1} çözünürlükte gerçekleştirilmiş ve havaya göre background alınmıştır. Her bir spektrum için 16 görüntü elde edilmiş ve 600 ile 4000 cm^{-1} dalga sayısı aralığına bakılmıştır.



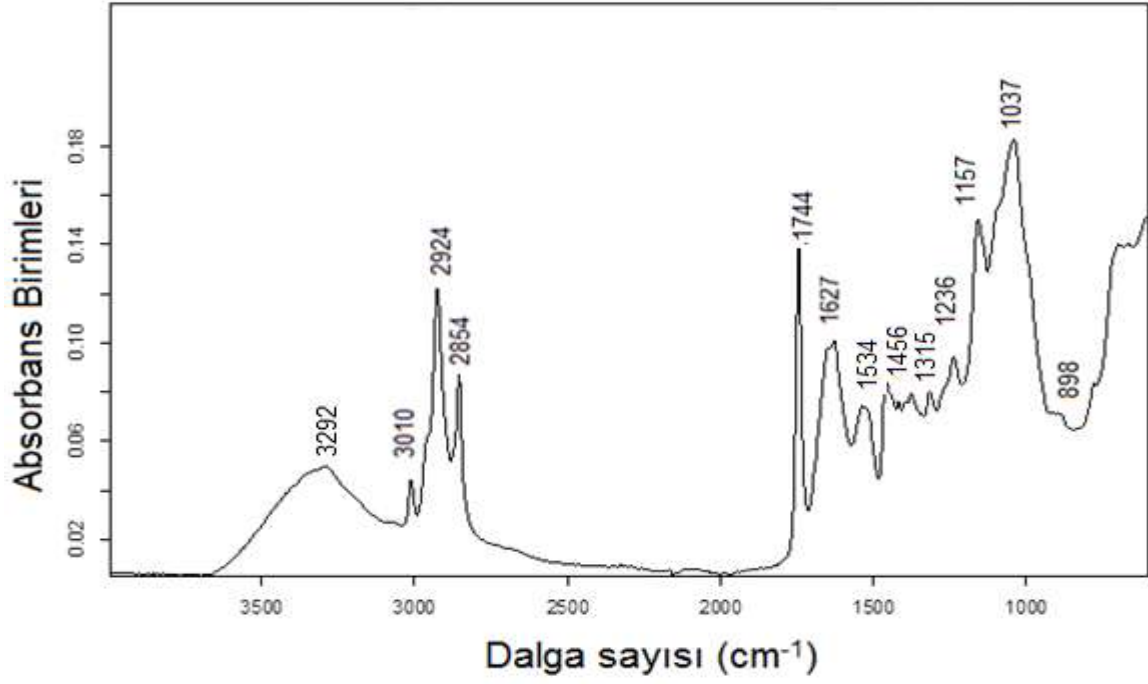
Şekil 14. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.1 no'lu örnek için)



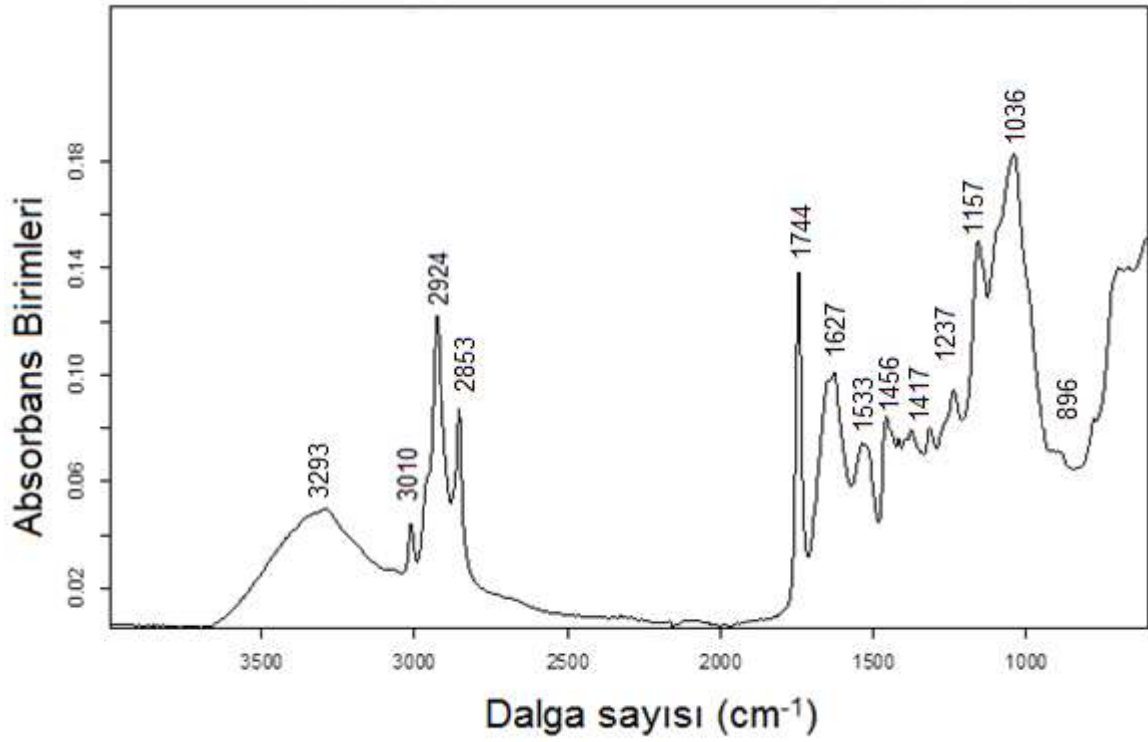
Şekil 15. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.2 no'lu örnek için)



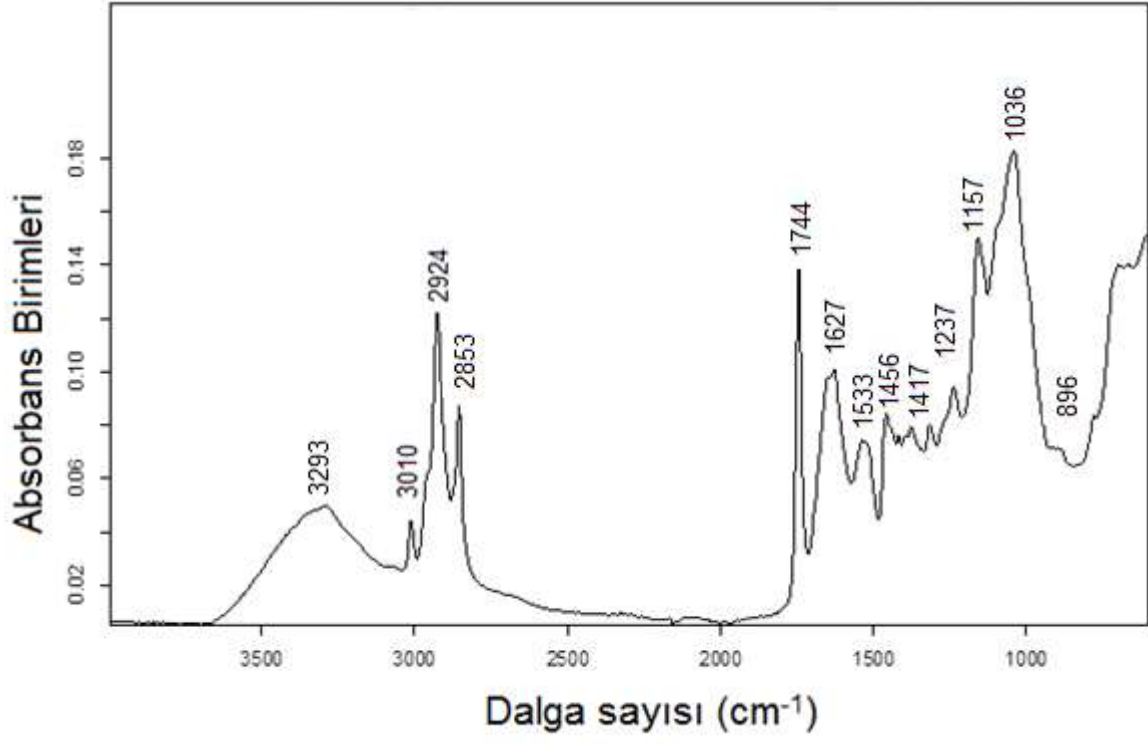
Şekil 16. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.3 no'lu örnek için)



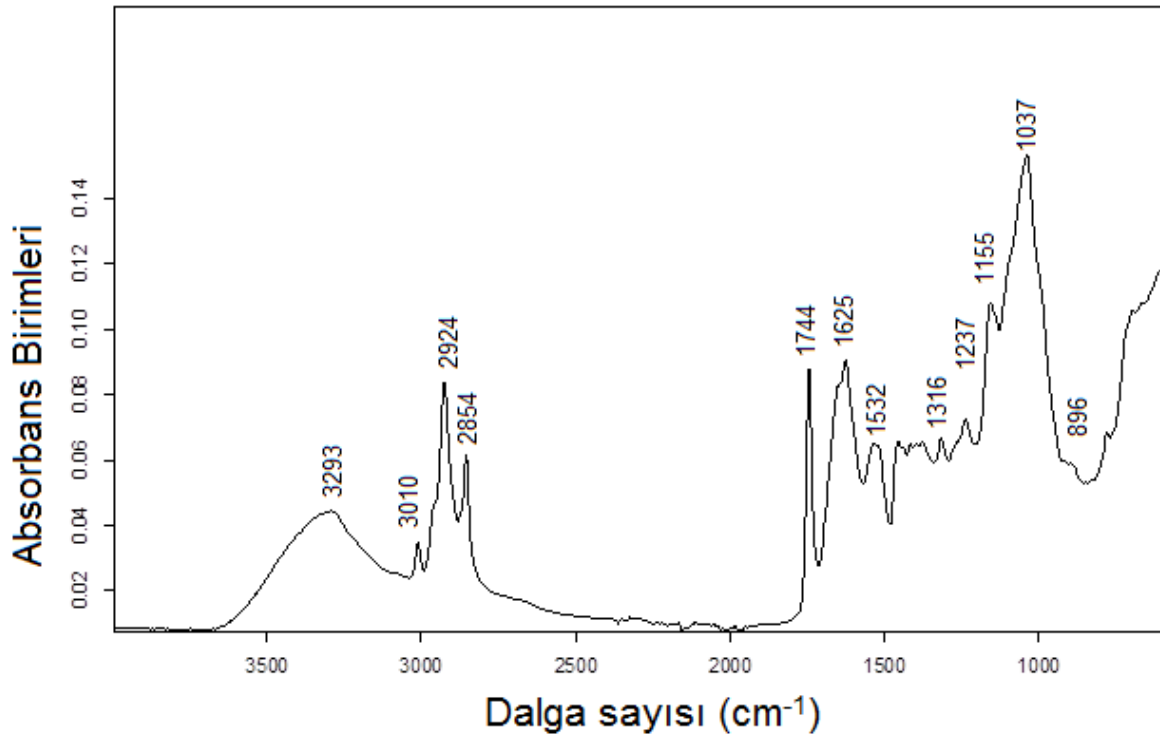
Şekil 17. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.4 no'lu örnek için)



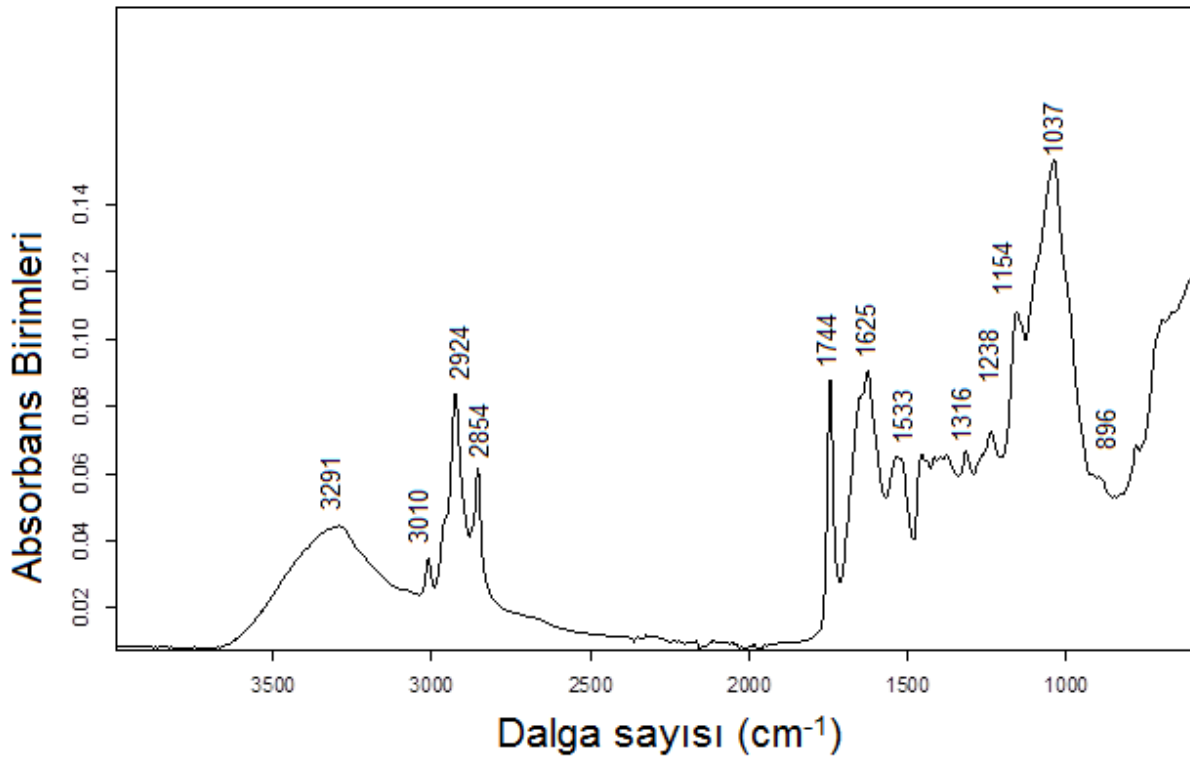
Şekil 18. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.5 no'lu örnek için)



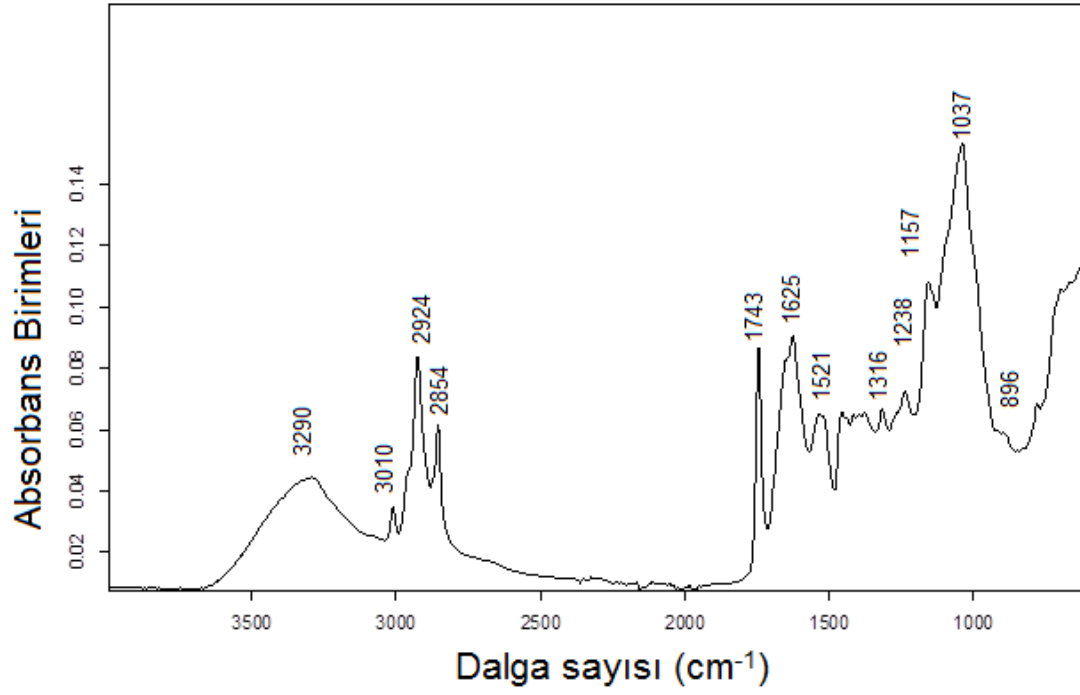
Şekil 19. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.6 no'lu örnek için)



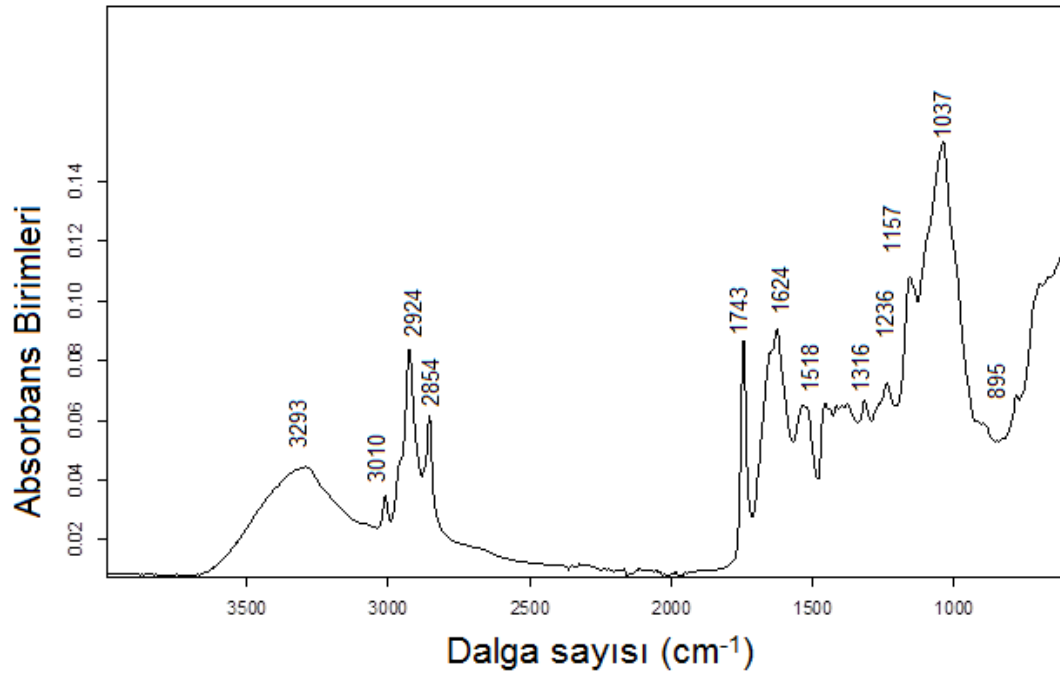
Şekil 20. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.7 no'lu örnek için)



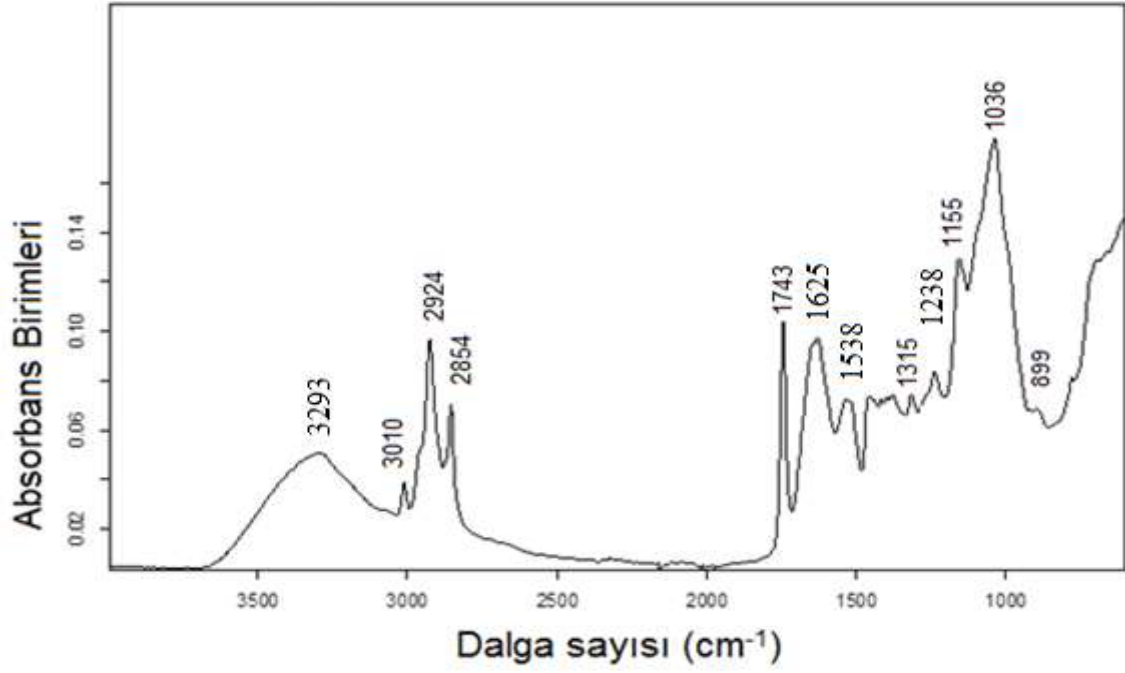
Şekil 21. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.8 no'lu örnek için)



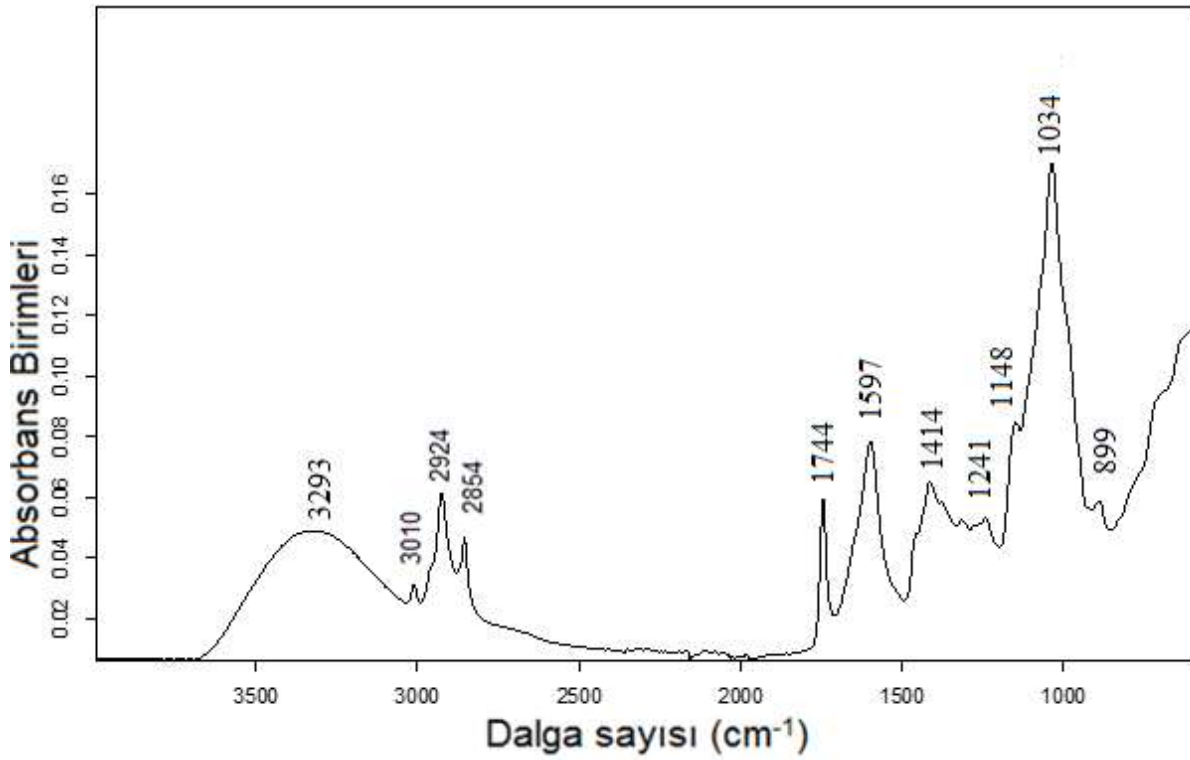
Şekil 22. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.9 no'lu örnek için)



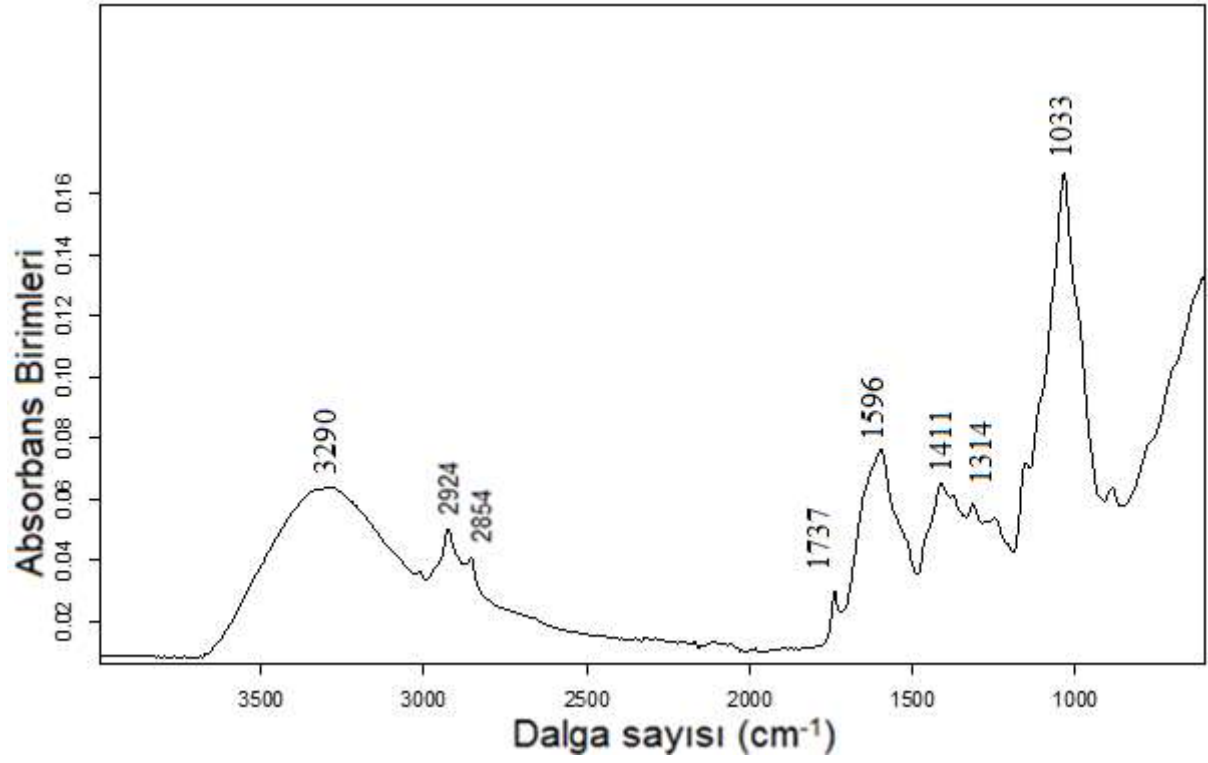
Şekil 23. Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (1.10 no'lu örnek için)



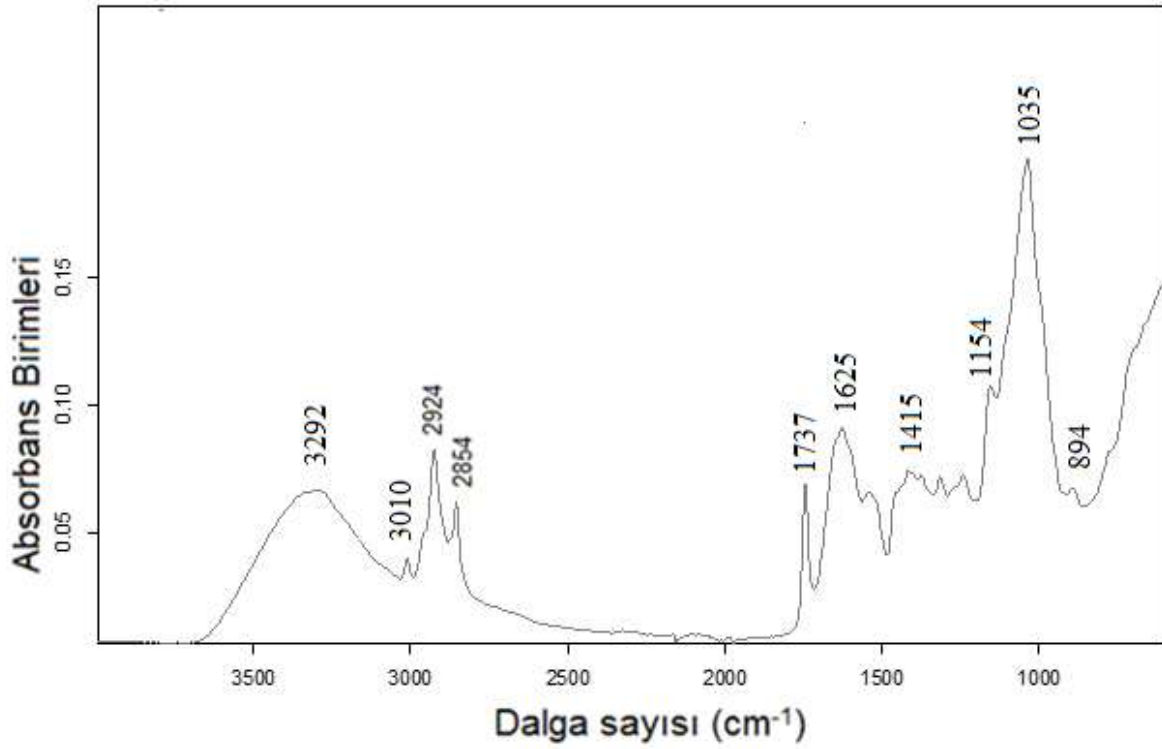
Şekil 24. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.1 no'lu örnek için)



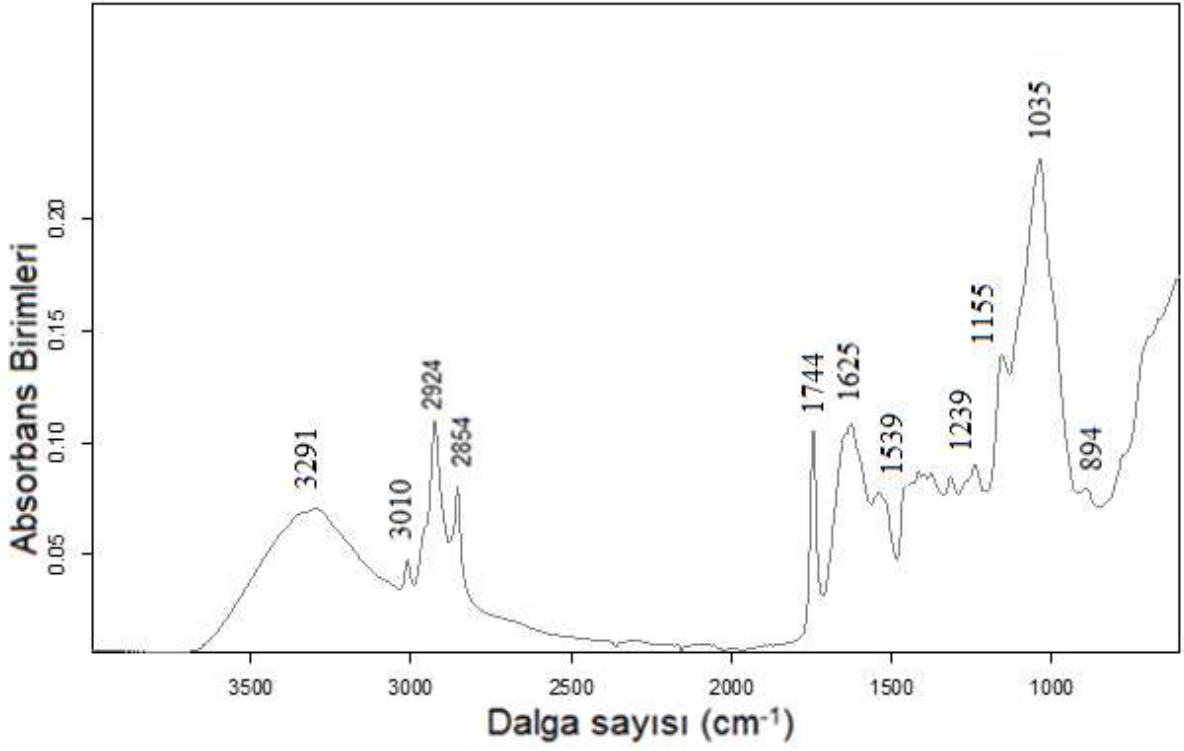
Şekil 25. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.2 no'lu örnek için)



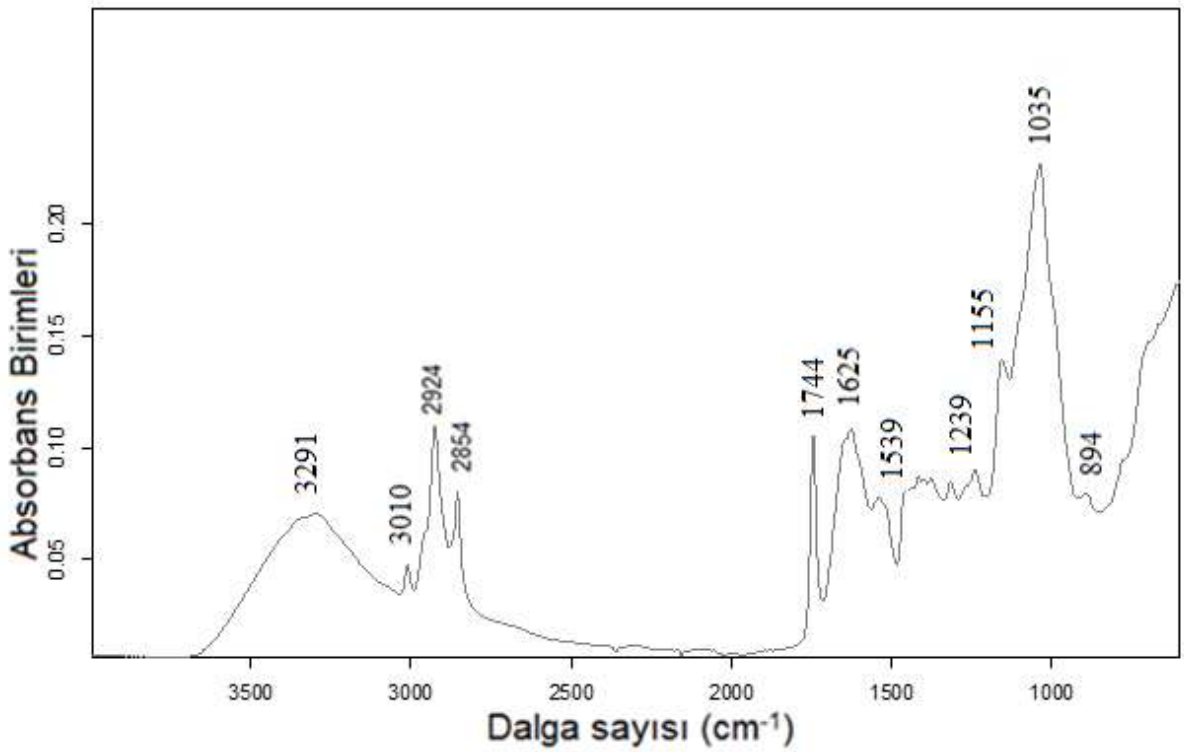
Şekil 26. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.3 no'lu örnek için)



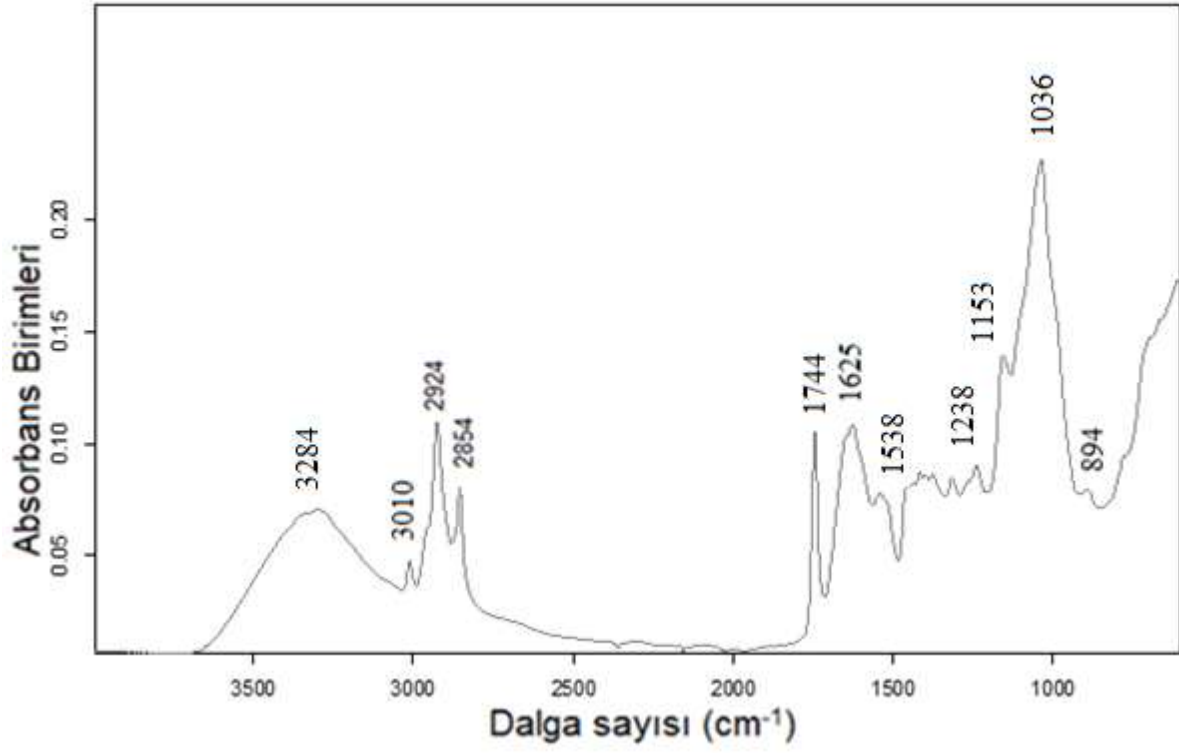
Şekil 27. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.4 no'lu örnek için)



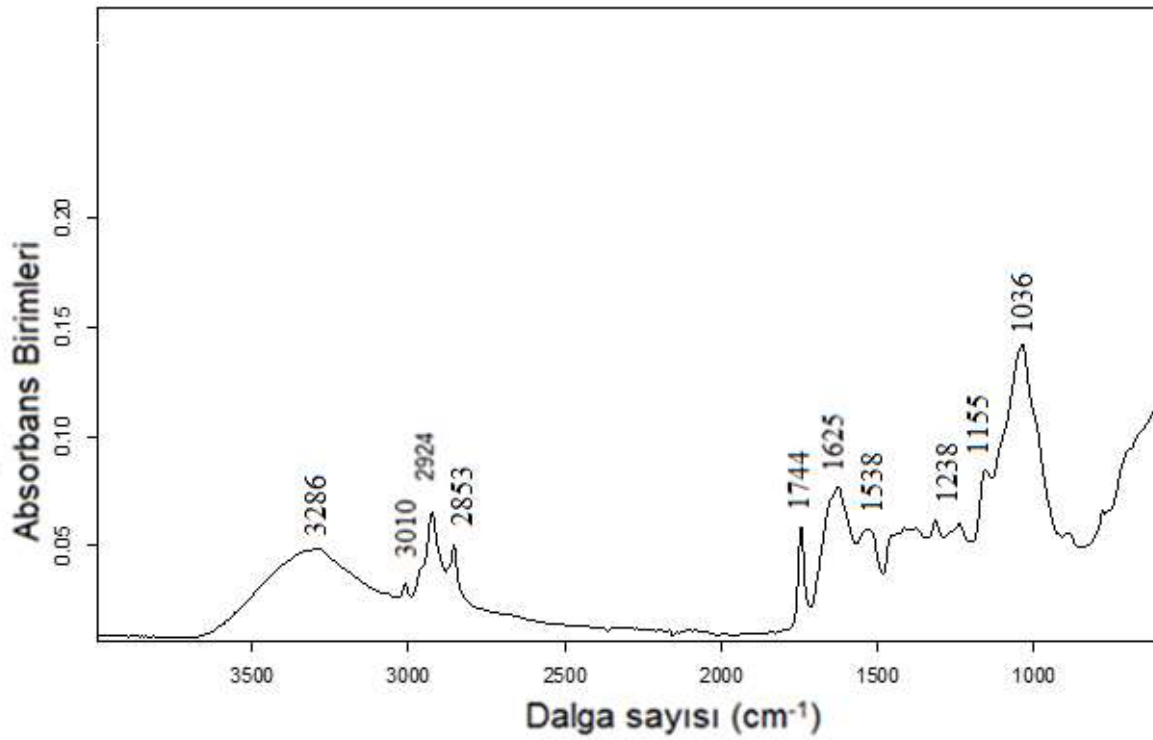
Şekil 28. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.5 no'lu örnek için)



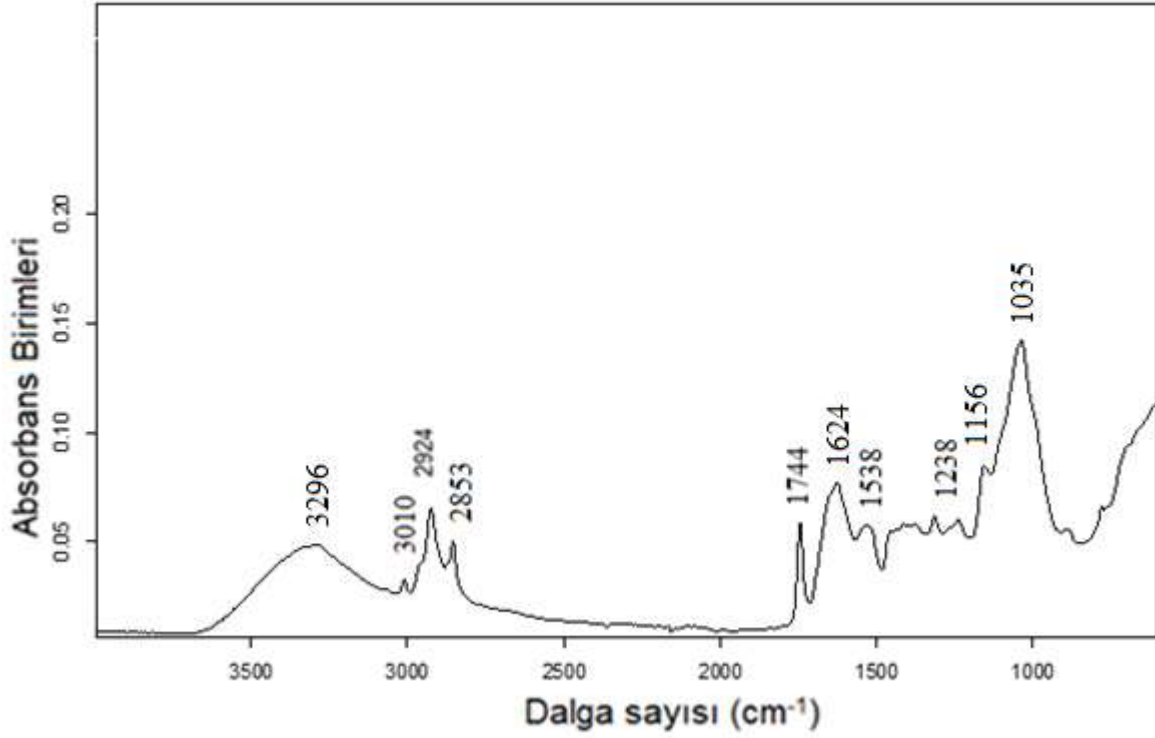
Şekil 29. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.6 no'lu örnek için)



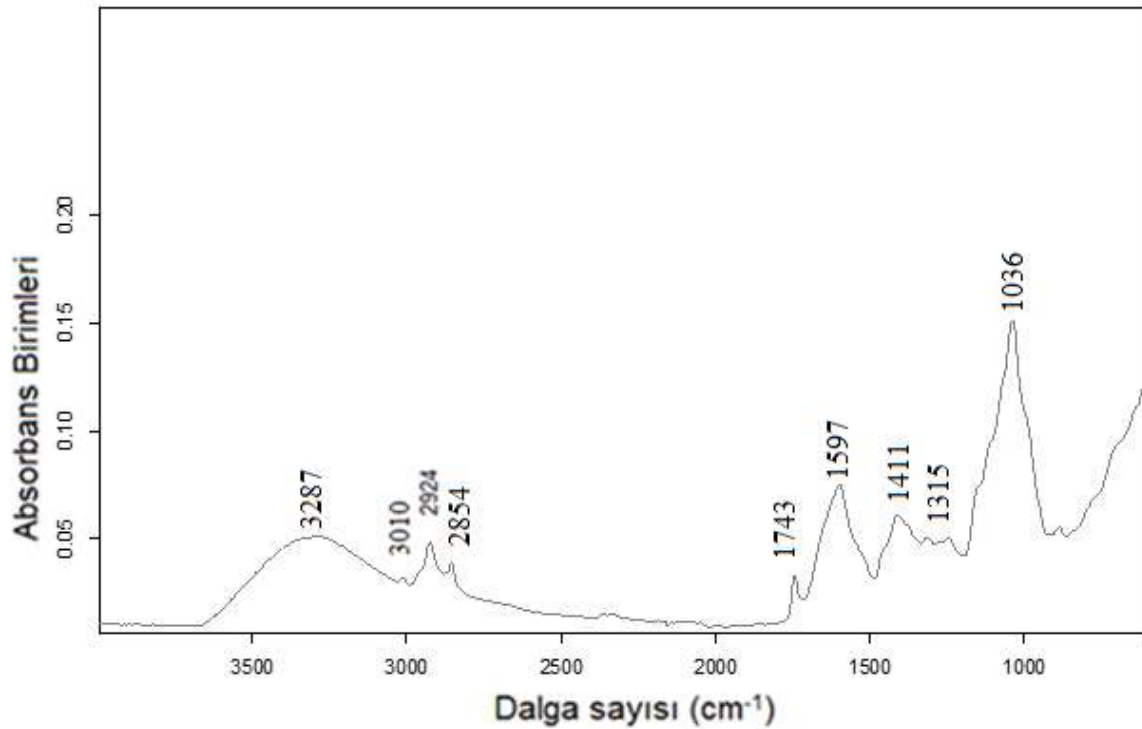
Şekil 30. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.7 no'lu örnek için)



Şekil 31. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.8 no'lu örnek için)



Şekil 32. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.9 no'lu örnek için)

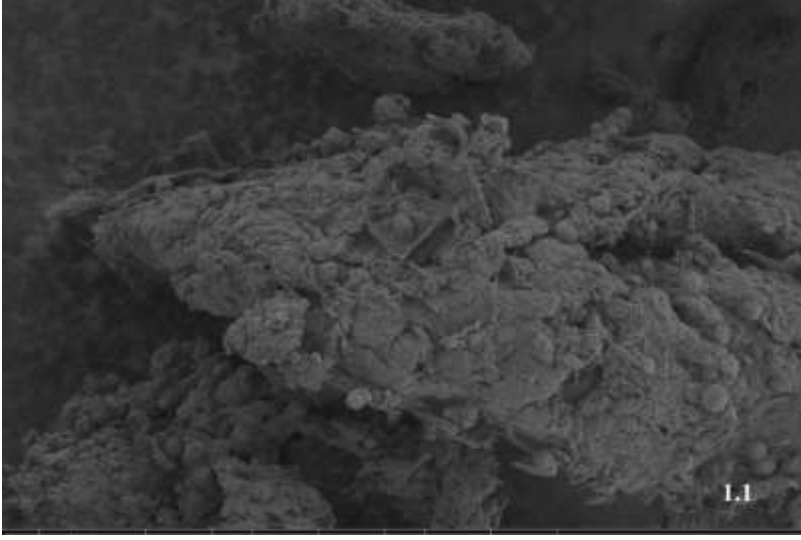


Şekil 33. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonucu (2.10 no'lu örnek için)

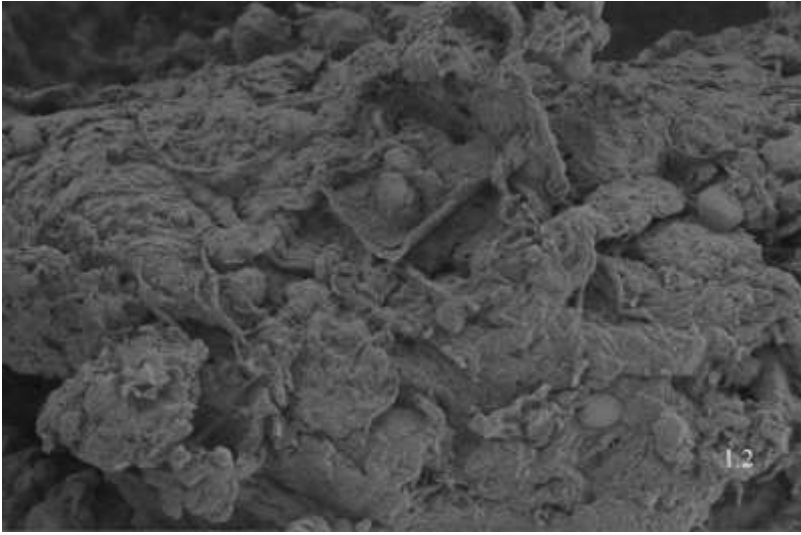
Çizelge 14-33 arasında genç ve yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının FT-IR analizi sonuçları yer almaktadır. Yeni ve etkili bir teknik olan FTIR, bu çalışmada gam örneklerinin kimyasal kompozisyonunu belirlemek için kullanılmıştır. 800 ile 1200 cm^{-1} olan dalga sayıları polisakkarit karışımlarında var olan polisakkarit çeşitleri hakkında bilgi vermektedir. 895 ve 899 arasında meydana gelen dalga boyları, β -D-manopiranoz birimlerinin varlığından kaynaklanmaktadır. 950-1150 cm^{-1} aralığındaki dalga boyu absorpsiyonları C-O, C-O-C glikozidik ve C-O-H bağlarının titreşimleriyle ilgilidir. Bunu yanı sıra 1155-1157 cm^{-1} arasında bulunan dalga boyları galaktoz birimlerini ifade ederken, 1037-1036 cm^{-1} arasındaki dalga boyları mannoz, arabinoz ve ramnoz bileşenlerinin varlığını göstermektedir (Kaèuráková, Capek, Sasinková, Wellner, & Ebringerová, 2000). 1419-1421 cm^{-1} üronik asidin karboksil gruplarının bir göstergesi iken 1624-1627 cm^{-1} dalga boyu proteinlerin varlığını ifade edmektedir (Kong ve ark.,2007, Guerrero ve ark.,2014). 1743-1744 cm^{-1} dalga boyunda meydana gelmiş olan pikler hemiselüloz ve lignin bileşikleriyle ilişkilendirilmiştir. (Pandey ve ark, 2014) 2924 cm^{-1} dalga boyunda gerçekleşen pikler ise örneklerde bulunan yağ içeriğine göstermektedir. 2800-3000 cm^{-1} dalga sayıları arasındaki absorpsiyonlar metil gruplarının (-CH₃) C-H bağlarının uzanım modlarıyla ilgilidir. 2900-2950 cm^{-1} bantları arasında C-H absorpsiyonunu ifade eder. 3000 ile 3500 cm^{-1} dalga sayıları arasındaki absorpsiyonlar O-H gerilim titreşimlerinden meydana gelmektedir (Razavi ve ark, 2014).

Elde edilen örneklerin FTIR spektrumlarındaki karboksil grupları, iyonlar için bağlanma bölgeleri oluşturur. Ayrıca bu bağların varlığı örneklere jel oluşturma yeteneği kazandırır ve bu bağlar jel oluşturmak için su ile interaksiyona girerler.(Razavi ve ark, 2014)

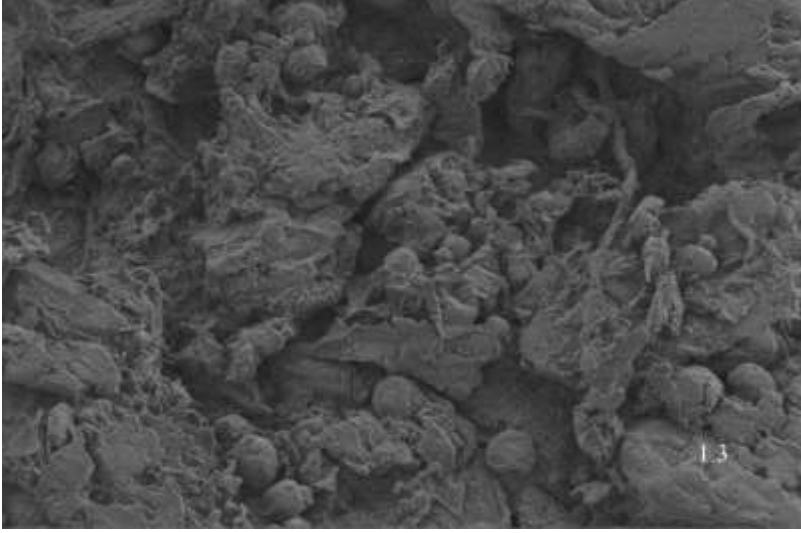
4.8.2. Gamların Mikroyapısal Özelliklerinin Belirlenmesi



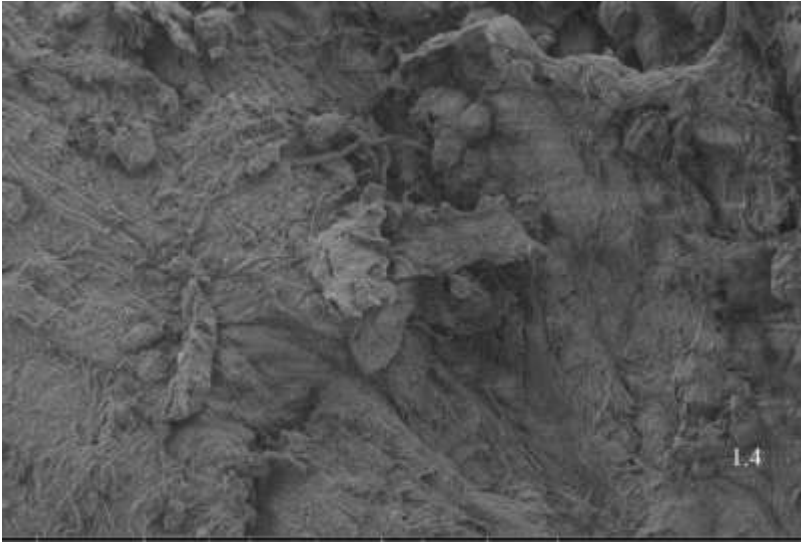
Şekil 34. Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.1 no'lu örnek için)



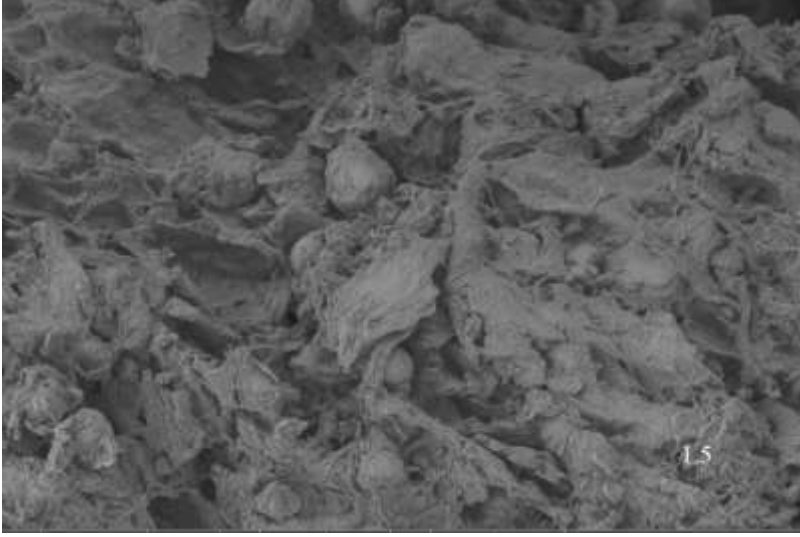
Şekil 35. Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.2 no'lu örnek için)



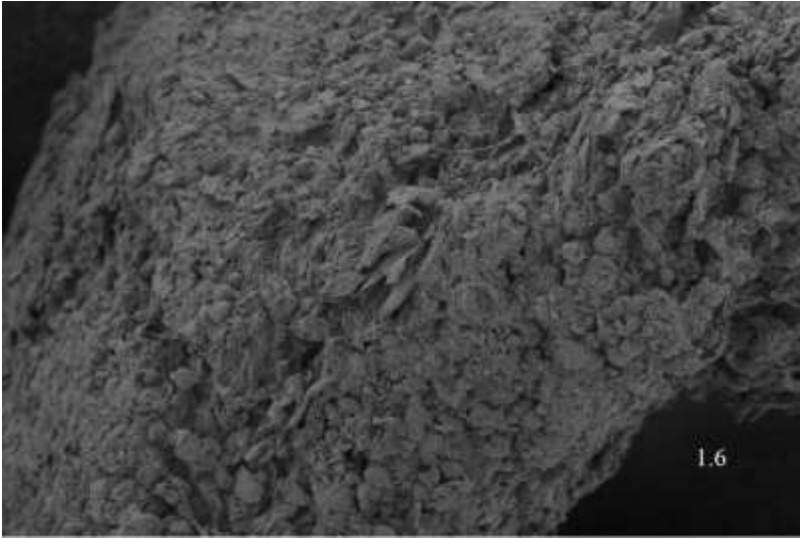
Şekil 36. Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.3 no'lu örnek için)



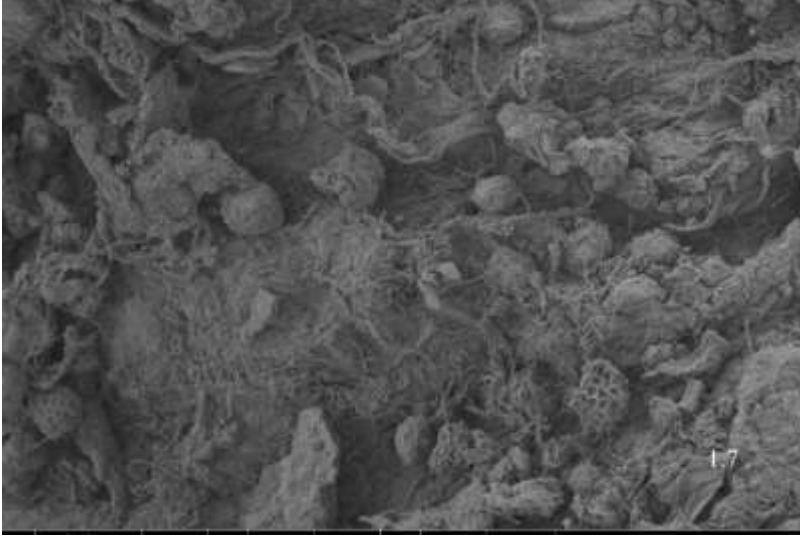
Şekil 37. Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.4 no'lu örnek için)



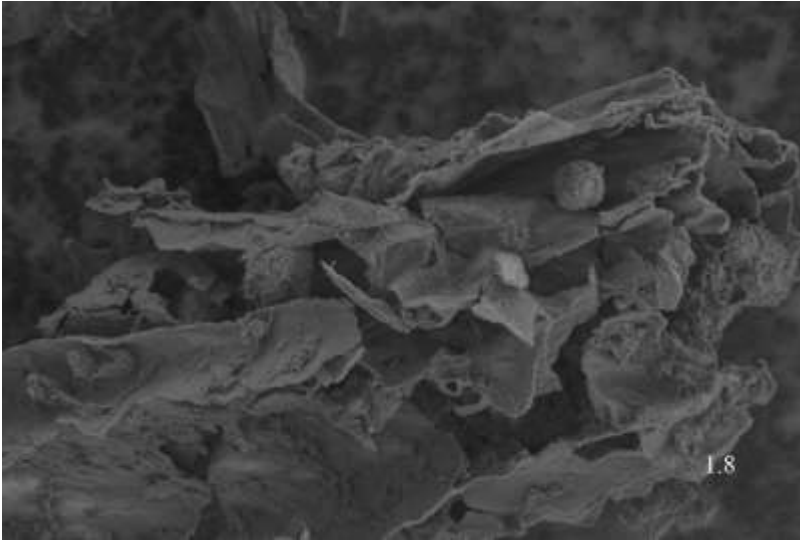
Şekil 38. Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.5 no'lu örnek için)



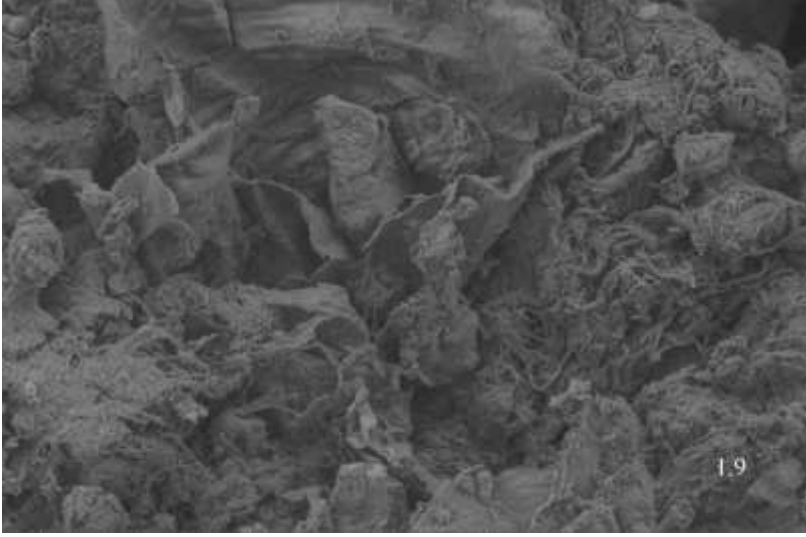
Şekil 39. Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.6 no'lu örnek için)



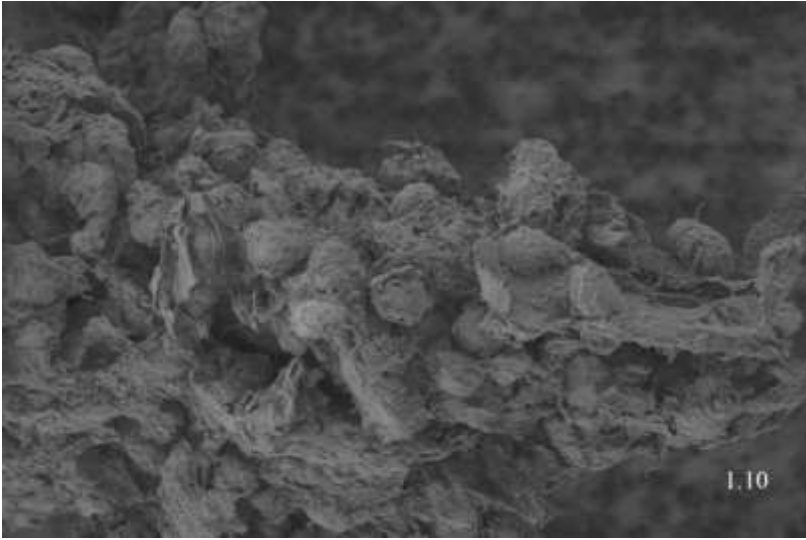
Şekil 40. Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.7 no'lu örnek için)



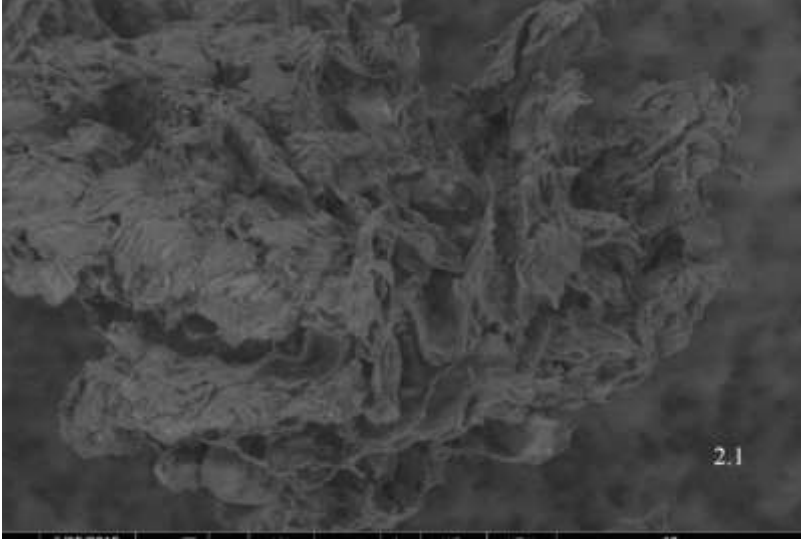
Şekil 41. Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.8 no'lu örnek için)



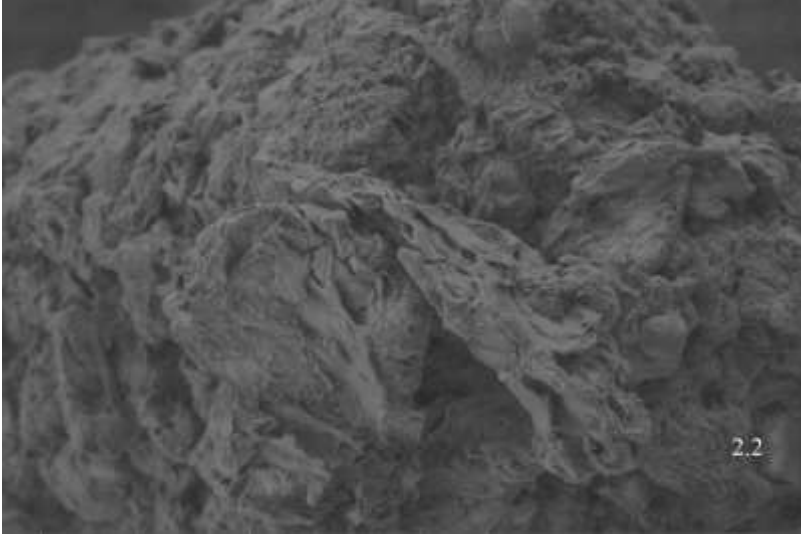
Şekil 42. Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.9 no'lu örnek için)



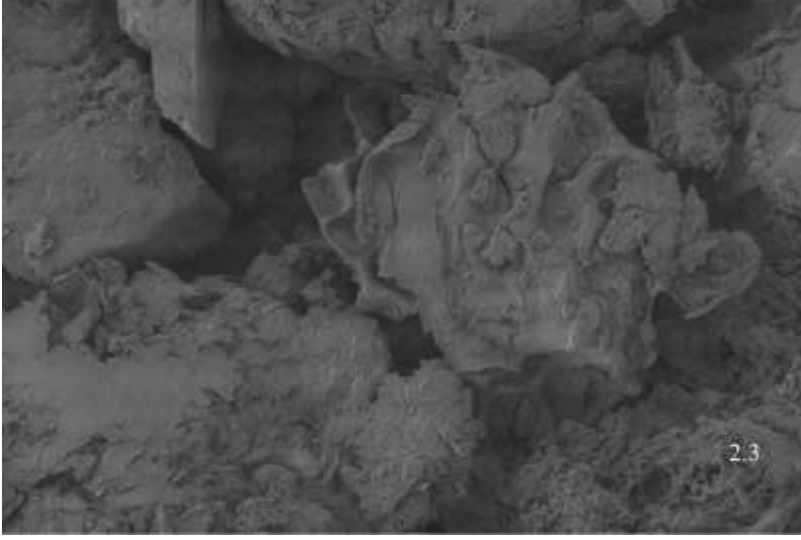
Şekil 43. Genç *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (1.10 no'lu örnek için)



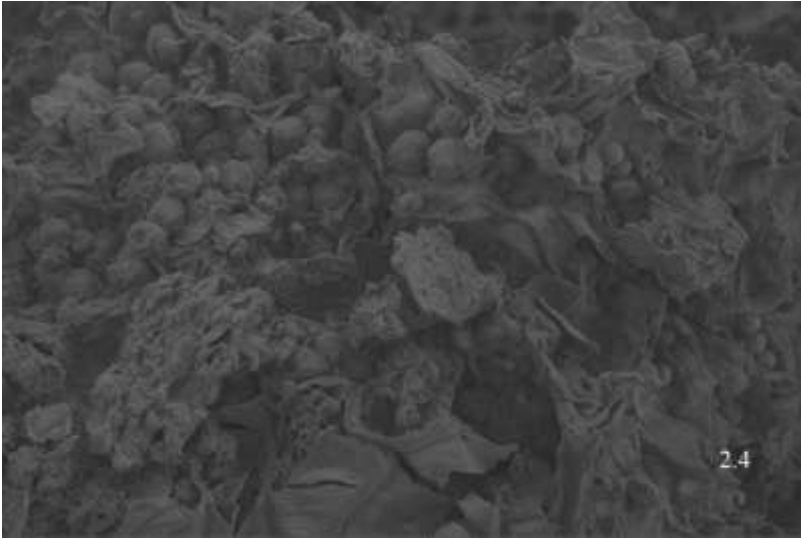
Şekil 44. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.1 no'lu örnek için)



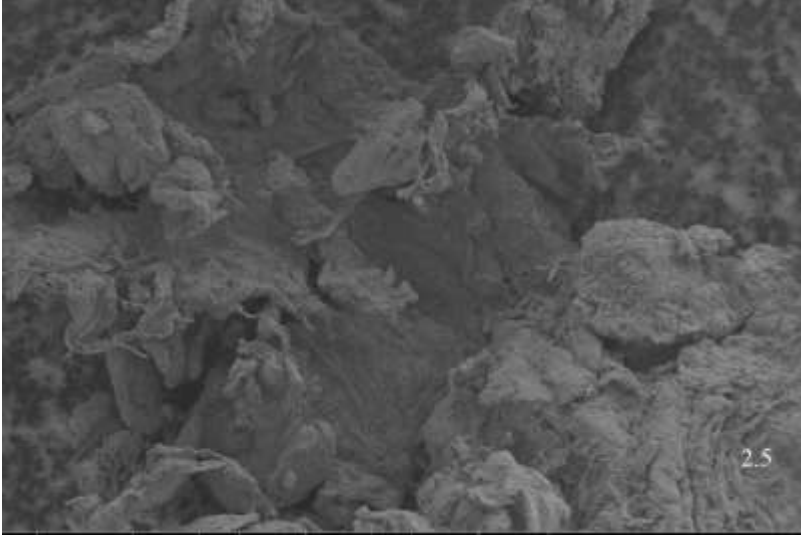
Şekil 45. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.2 no'lu örnek için)



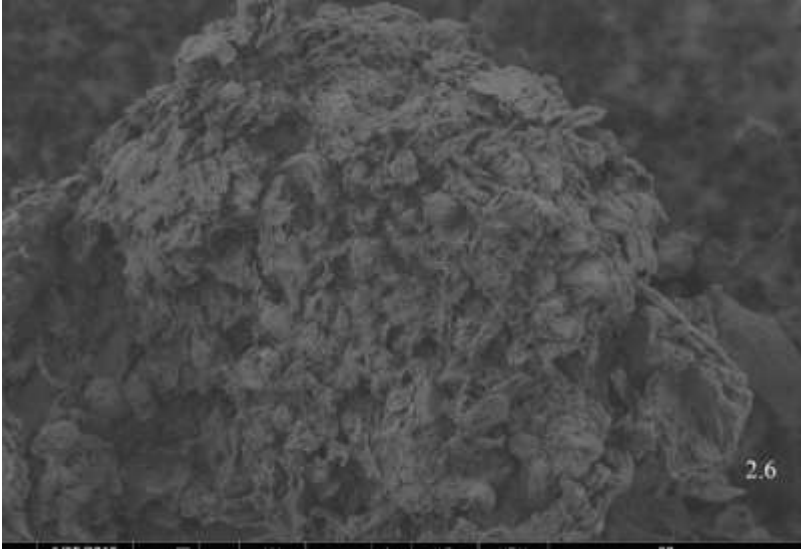
Şekil 46. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.3 no'lu örnek için)



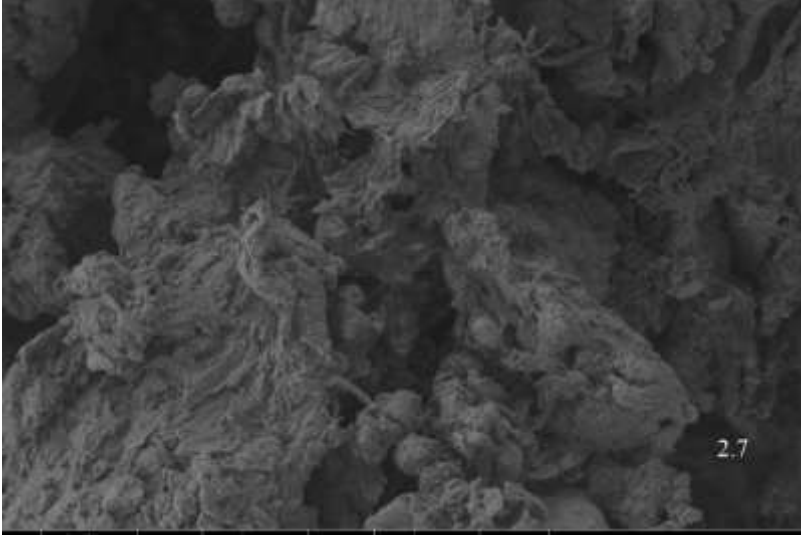
Şekil 47. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.4 no'lu örnek için)



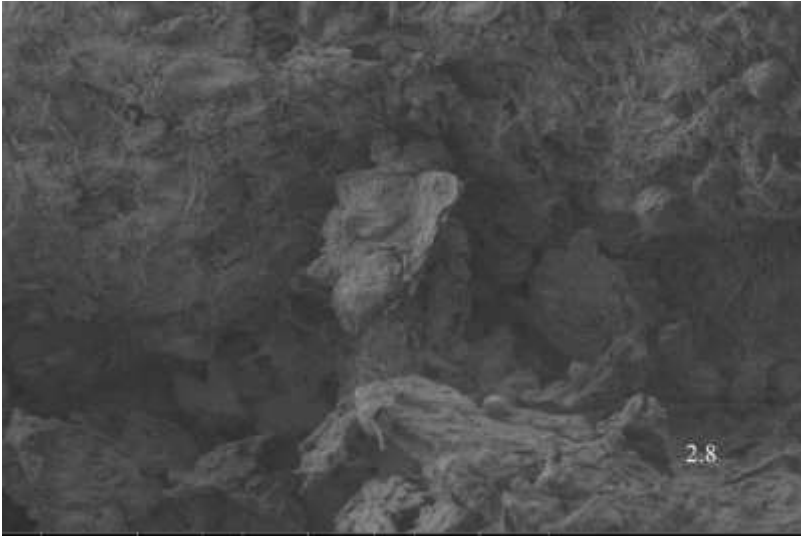
Şekil 48. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.5 no'lu örnek için)



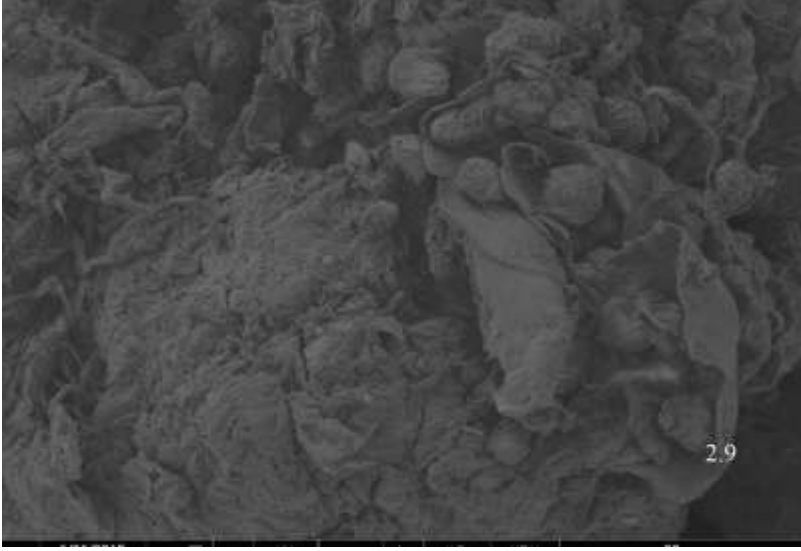
Şekil 49. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.6 no'lu örnek için)



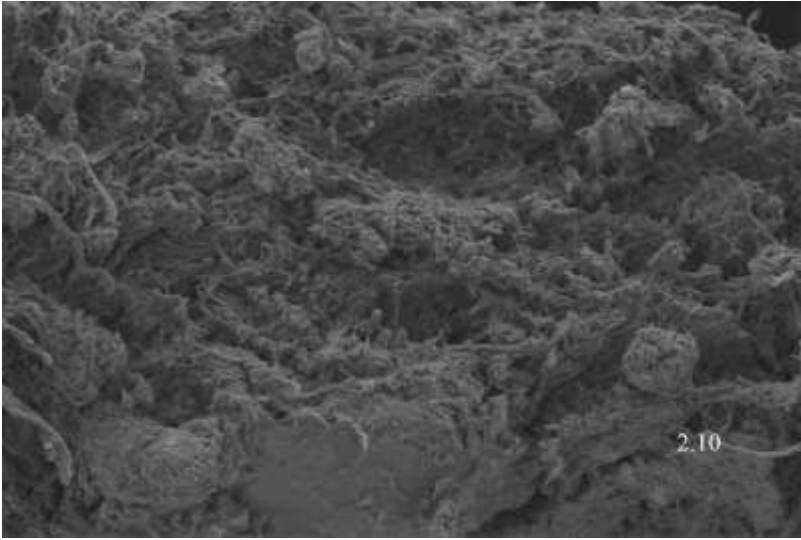
Şekil 50. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.7 no'lu örnek için)



Şekil 51. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.8 no'lu örnek için)



Şekil 52. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.9 no'lu örnek için)



Şekil 53. Yaşlı *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamların SEM görüntüleri (2.10 no'lu örnek için)

Şekil 34-53'te genç ve yaşlı *Salvia sclarea* bitkilerinden elde edilen gamların SEM (Taramalı elektron mikroskobu) görüntüsü yer almaktadır. Şekillerde görüldüğü üzere ekstraksiyon süresi ve sıcaklığındaki değişimler gamların SEM görüntülerinde değişiklik meydana getirmiştir. Şekiller incelendiğinde daha düşük sıcaklıklarda ekstrakte edilen gamlarda daha

fazla açık gözeneğe sahip olduğu belirlenmiştir. Capitani ve akadaşlarının 2012 yılında yaptıkları çalışmada ise açık gözeneklerin varlığının gamların reolojik özelliklerine katkı sağlayan jelleşme özellikleriyle ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Öte yandan ekstraksiyon, saflaştırma, kurutma ve uygulanan diğer işlemler önemli derecede bitki kaynaklı gamların kimyasal kompozisyonunu ve moleküler yapısını etkilediği vurgulanmıştır. Şekiller incelendiğinde 25°C’de 1 saat ekstrakte edilen gamların diğerlerine kıyasla daha gözenekli olduğu tespit edilmiştir. Mirhosseini ve Amid yaptıkları çalışmada bu durumun sebebini gamların daha az sıcaklık degradasyonuna maruz kalmasından dolayı kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Ayrıca daha az sıcaklık degradasyonunun da daha az sıkışmış yapı meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

4.9. Gamların teknolojik özelliklerinin belirlenmesi

4.9.1. Su Tutma Kapasitesi

Gıdalarda; verim, duyuusal değerlendirme, stabilite ve tekstür üzerine su moleküllerinin bağlanma ve akışkanlık özelliklerinin önemli bir etkisi bulunmaktadır (Hinrics ve ark, 2003). Gamların su tutma kapasitesi farklı sıcaklık ve süre parametreleri için değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumundan elde edilen gamlar için Çizelge 32’de, yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumundan elde edilen gamlar için ise Çizelge 33’de sunulmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde gamların su tutma kapasitelerinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 32.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının su tutma kapasiteleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Zaman (sa)	Su tutma kapasitesi (g su/100g gam)
1.1	25	1	289.5
1.2	25	3	272.0
1.3	25	5	255.0
1.4	55	1	280.5
1.5	55	3	260
1.6	55	3	260
1.7	55	5	192

1.8	85	1	209
1.9	85	3	246
1.10	85	5	198.5

Çizelge 33.

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının su tutma kapasiteleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Zaman (sa)	Su tutma kapasitesi (g su /100g gam)
2.1	25	1	264
2.2	25	3	251
2.3	25	5	218
2.4	55	1	194
2.5	55	3	246.5
2.6	55	3	246.5
2.7	55	5	146
2.8	85	1	184
2.9	85	3	276.5
2.10	85	5	162

Maş fasülyesi (*Vigna radiate*) gamı (139.5–274.0, g su/100 g gam), Durian tohumu (*Durio zibethinus*) gamı (139.5–274.0 g su/100 g gam) (Asha and Shastri, 2004)) ‘ndan yüksekken elma, portakal, limon, greyfurt gibi kaynaklardan elde edilen çeşitli lifler (162 -226 g/100 g kuru madde) (Figuerola, Hurtado, Estévez, Chiffelle, and Asenjo, 2005) ve ananas liflerinin (210 g/100 g kuru madde) su tutma kapasiteleri ile hemen hemen aynı olduğu tespit edilmiştir. 85°C’de ekstrakte edilen gamların ekstraksiyon süresinin 3 saatten 5 saate çıkmasıyla gamların su tutma kapasitesinde azalma olduğu belirlenmiştir. Bu durumun termal oksidasyondan dolayı meydana gelmiş olabileceği açıklanmıştır (Amid ve Mirrhosseini ve, 2012). Bu analizle, Adaçayının bahsedilen yüksek su tutma kapasitesi sayesinde gıda sanayinde tekstür düzenleyici, viskozite arttırıcı, stabilizatör, emülgatör ve dispersiyonlarda kullanılabileceği belirlenmiştir.

4.9.2. Yağ Tutma Kapasitesi

Gamların emülsiyon kapasiteleri, 11.1019 – 16.3833 g/10 g ve 10.4186 – 15.2854 g/10 g arasında değişmektedir (Çizelge 34 ve Çizelge 35). Örnekler arasındaki fark (1.5 ve 1.6 örnekler haricinde) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Literatürdeki diğer

gamlarla yağ tutma kapasiteleri karşılaştırıldığında karaya gam (81–114 g yağ/100 gam), durian tohumu gamı ((146.5 g oil/100 g gum))’ndan daha yüksek Valencia portali besinsel lifi (181 g yağ/100 g kuru madde)’nden ise daha düşüktür (Galla ve ark, 2010),(Amid ve Mirrhosseini ve, 2012). Diğer gamlara oranla emülsiyon kapasitelerinin yüksek çıkmasının sebebi gamın protein içeriğinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (William ve Phillips,2012)

Çizelge 34.

Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının emülsiyon kapasiteleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Zaman (sa)	Emülsiyon kapasitesi (g yağ /10g gam)
1.1	25	1	16.3833
1.2	25	3	15.2492
1.3	25	5	13.0944
1.4	55	1	16.1912
1.5	55	3	14.1144
1.6	55	3	14.1144
1.7	55	5	13.6812
1.8	85	1	15.5955
1.9	85	3	12.7509
1.10	85	5	11.1019

Çizelge 35.

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının emülsiyon kapasiteleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Zaman (sa)	Emülsiyon kapasitesi (g yağ /10g gam)
2.1	25	1	14.5086
2.2	25	3	13.2172
2.3	25	5	13.0671
2.4	55	1	11.0221
2.5	55	3	12.0440
2.6	55	3	12.0440
2.7	55	5	10.5447
2.8	85	1	11.0114
2.9	85	3	15.2854
2.10	85	5	10.4186

4.9.3. Emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilite indekslerinin belirlenmesi

Emülsiyon kapasitesi birim proteinin (1g) emülsifiye edebileceği (bağlıyabileceği) yağ miktarı olarak tanımlanmaktadır. Hidrokolloidlerin çoğu su-yağ emülsiyonlarında stabilizatör

olarak görev yapmasına karşı çok azı emülgatör özellik göstermektedir. Emülgatör olarak bir polimerin etkin olabilmesi için yüzey aktif olması gerekmektedir. Yani yağ ve su arasında daha düşük ara yüzey gerilimi kapasitesine sahip olmalıdır (Walstra, 1983)

Doğal gamların emülsiyon kapasitesi; bitki kökenine, üretildiği bölgeye, ağacın yaşına, hasat yılı süresince meydana gelen iklim değişikliklerine ve depolama koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bahsedilen bu faktörler gamın molekül ağırlığını ve kompozisyonunu da etkilemektedir (Kennedy ve ark,2011).

Bu analizin gerçekleştirilmesi amacıyla, su içinde yağ emülsiyonları, % 20 ayçiçek yağı ile % 1 oranında gam içeren saf suyun karıştırılması ile elde edilmiştir. Gam örneği, oda sıcaklığında karıştırılarak su içerisinde çözündürülmüştür ve hidrasyonun tam olarak sağlanması için 24 saat dolapta bekletilmiştir. Emülsiyon, yağ ve su fazının blender ile yüksek devirde karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Taze hazırlanmış emülsiyonlardan, homojenizasyondan hemen sonra ve 10 dakika sonra 1 ml alınmış ve 99 ml sodyum dodesil sülfat ile seyreltilmiştir. Dispersiyonun absorbansı 500 nm’de ölçülmüştür. Emülsiyon stabilite indeksi (ESI) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$ESI = (A_0/(\Delta A)) * t$$

A_0 : seyreltilen emülsiyonun homojenizasyon sonrasındaki absorbans değeri

ΔA : 0. ve 10. dakikalar arasındaki absorbans farkı

t: zaman aralığı (dakika, bu metoda göre 10 dakika) (BOSTAN ve ark., 2012).

Çizelge 36.

Gam örneklerinin emülsiyon stabilite indeksleri (ESI)

Runs	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)	ESI (dakika)
1.1	25	1	33,07
1.2	25	3	18,58
1.3	25	5	91,32

1.4	55	1	30,80
1.5	55	3	36,93
1.6	55	3	36,93
1.7	55	5	25,68
1.8	85	1	27,49
1.9	85	3	28,24
1.10	85	5	22,58
2.1	25	1	32,30
2.2	25	3	33,65
2.3	25	5	43,39
2.4	55	1	34,10
2.5	55	3	47,74
2.6	55	3	157,32
2.7	55	5	157,31
2.8	85	1	39,74
2.9	85	3	25,65
2.10	85	5	27,28

Elde edilen sonuçlara göre gamların emülsiyon stabilite indeksleri (ESI) 18.58-157. 32 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 36). Öte yandan ekstraksiyon sıcaklığının artışıyla birlikte gamların ESI değerlerinde düşme meydana gelmiştir. Bu nedenle yüksek sıcaklıklarda ekstrakte edilen gamların daha fazla parçacık interaksiyonu yaptığından dolayı ya da yüksek sıcaklık ve sürenin etkisiyle daha az viskoz bir gamın eldesi nedeniyle emülsiyon destabilizasyonu meydana gelmiş olabileceği belirtilmiştir (Amid ve ark., 2010)

4.9.4. Gamların Çözünürlüklerinin Belirlenmesi

Polisakkaritler geniş bir skalada çözünürlük özelliği gösterirler. Bazıları sıcak suda çözünürken bazıları ise soğuk suda çözünürler. Gamların içerisinde bulunan şeker içeriğine göre çözünürlük özellikleri değişkenlik göstermektedir. (Blanshard ve Mitchell,2013). Her iki çeşit tohumdan da elde edilen gamlar soğuk suda(25°C) ve sıcak suda (65°C)'de %100 çözünürlük göstermektedir. Elde edilen sonuçlar literatürdeki gamlarla uyumlu sonuç göstermemektedir. Örneğin oda sıcaklığında durian tohumu gamı (%7-19.21) (Amid ve

Mirhosseini,2012), *Lepidium Perfoliatum* tohumu gamı (%18-25) ve keçi boynuzu gamı (%30) bulunmuştur (Koochehi, Taherian, ve ark., 2009). Gam arabik sıcak suda oldukça iyi çözünürken soğuk suda ise daha az çözünürlüğe sahiptir . Keten tohumu gamı ise sadece soğuk suda çözünürdür. Öte yandan psilyum gam yüksek molekül ağırlığından dolayı tamamen suda çözünmez. (Delcour, J. A. ve Poutanen K, 2006). Su tamamen partiküllere nüfuz ettiğinden ve makromoleküller arasındaki interaksiyon tamamlandığından dolayı gam örneklerinin tamamen çözüldüğü düşünülmektedir (Eliasson, 2006).

4.9.5. Köpük Oluşturma ve Stabilitesi

0.5 gram gam 100 ml saf su ile 13000 rpm'de 5 dakika karıştırıldıktan sonra 250 ml'lik ölçü silindirine aktarılmıştır. Ancak, genç ve yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarından üretilen hiçbir gamda köpük oluşumuna rastlanmamıştır. Birçok protein yüzey aktiftir ve bireysel olarak her ikisi de stabil bir şekilde köpük oluşturabilirler. Oysaki genelde bu maddeler bir araya geldiklerinde daha fazla köpük oluşturmak yerine her ikisi de yüzey aktif olduklarından dolayı yüzeyde adsorbsiyon için birbirleriyle yarışa girerler. Yüzeyde rijitliğin meydana gelmesinden dolayı köpük oluşumun olmadığı düşünülmektedir (Embuscado, 2014)

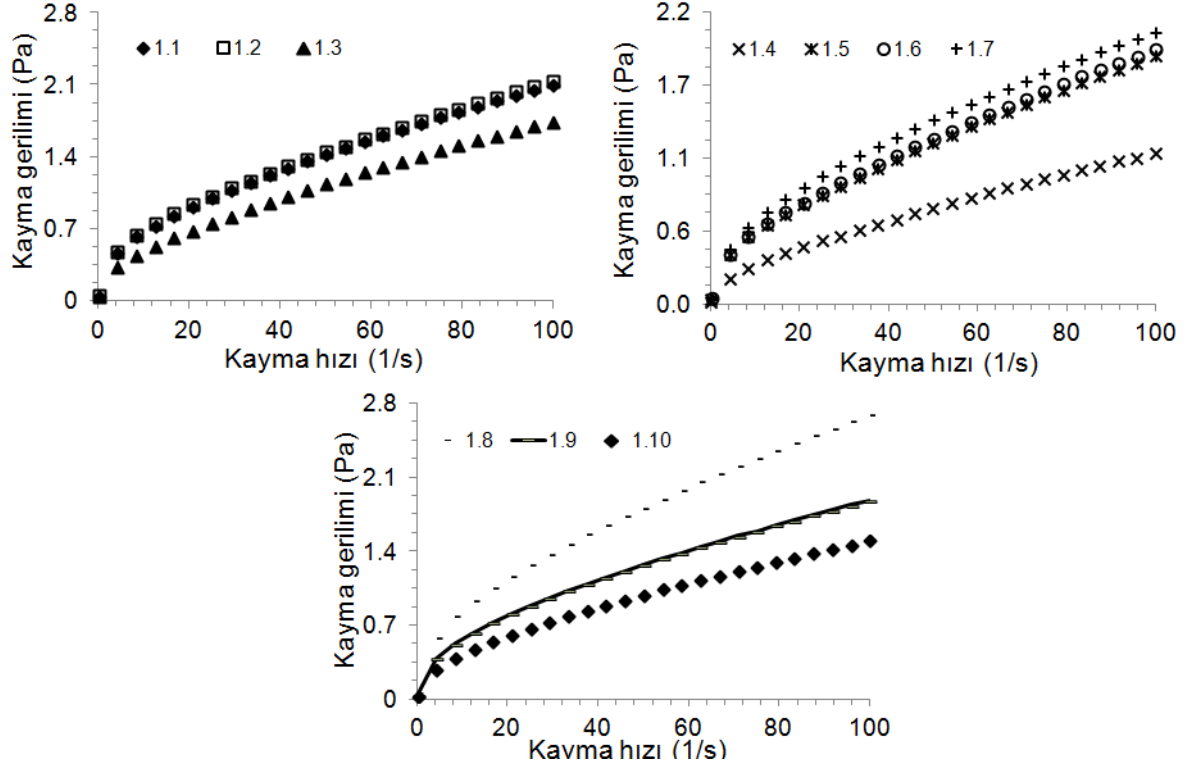
4.10. Adaçayı tohumu gamlarının reolojik özelliklerinin belirlenmesi

4.10.1. Adaçayı tohumu gamların analize hazırlanması

Adaçayı tohumları gamının (*S. sclera*) reolojik özelliklerini belirlemek amacıyla 0.5 g gam örneği tartıldı ve 100 ml suda çözüldü. Ardından hazırlanan % 0.5'lik çözeltilere 60 dk boyunca magnetik bir karıştırıcı yardımıyla karıştırıldı Ardından örnekler, gam çözeltilesindeki hava boşluklarını gidermek için santrifuj tüplerine alındı, 2 dk 2000 rpm de santrifuj edildi ve reometrede(Anton Paar, MCR 302, Austria) ölçümleri gerçekleştirildi.

4.10.2. Steady Shear Özelliklerinin Belirlenmesi

4.10.3.1. Genç Bitkilerin *Salvia sclerea* Tohumlarının Steady Shear Analizlerinin Yorumlanması



Şekil 54 . Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının kayma hızına karşı kayma grafikleri

Çizelge 37. Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının Herschel-Bulckley denklemine göre R^2 , a , K ve η değerleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	R^2	a	K	η
1.1	25	1	0.9991	0.0376	0.1692	0.5400
1.2	25	3	0.9988	0.0523	0.1651	0.5471
1.3	25	5	0.9995	0.0428	0.0934	0.6279
1.4	55	1	0.9992	0.0273	0.0553	0.6498
1.5	55	3	0.9987	0.0682	0.1049	0.6155
1.6	55	3	0.9987	0.0682	0.1049	0.6155
1.7	55	5	0.9996	0.0216	0.1603	0.5487
1.8	85	1	0.9992	0.0534	0.2058	0.5517
1.9	85	3	0.9995	0.0220	0.1492	0.5458
1.10	85	5	0.9995	0.0228	0.0972	0.5884

Farklı süre ve sıcaklıklarda ekstrakte edilen gamların kayma hızına karşı kayma basıncı ve kayma hızına karşı viskozite değerleri şekilde sunulmuş ve Newtonian olmayan akış gösterdikleri belirlenmiştir. İstatistiksel analize göre K değerleri üzerine sıcaklığın etkisi önemli çıkmazken süre önemli bulunmuştur.

Elde edilen verilerin Herschel-Bulckley model ($R^2 = 0.99$) ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Minimum viskozite değeri 55°C 'de bir saat ekstrakte edilen örneklerden elde edilirken, maksimum viskozite değerine ise 85°C 'de bir saat ekstrakte edilen örneklerde rastlanmıştır. 1.6 numaralı örnekte diğer gamlara oranla daha yüksek viskozite değerinin elde edilmesi hidrojen bağlarında oluşan güçlü etkileşimlerden dolayı meydana gelmesiyle ilişkilendirilebilir (Fijan ve ark., 2007). Ekstraksiyon süresinin 85°C 'de 1 saatten 3 ve 5 saate uzaması viskozitede azalmaya sebep olmuştur ve bu durumun polimer degradasyonundan kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir (Yagoub ve ark., 2013). Öte yandan 1.4 numaralı örnekler zayıf bağlara sahip olduğundan dolayı en düşük viskozite değerine sahip olduğu düşünülmektedir.

Elde edilen K değerleri 0.0553-0.2058 arasında iken n değerleri ise 0.5400 ile 0.6498 arasında değişkenlik göstermektedir (Çizelge 38). “ η değeri “ 1’den küçük olduğundan dolayı kesme incelmeleri (shear thinning) özelliği sergilerler. Gamlar keçi boynuzu gamı (Dakia ve ark., 2008), guar gamı (Torres ve ark., 2014) ve ksantan gamı (Zhong ve ark., 2013) gibi kesme incelmeleri özelliği sergilerler ve bu özelliğin, kesme sonucunda meydana gelen zayıf bağlardan dolayı meydana geldiği açıklanmıştır (Wu ve ark., 2015).

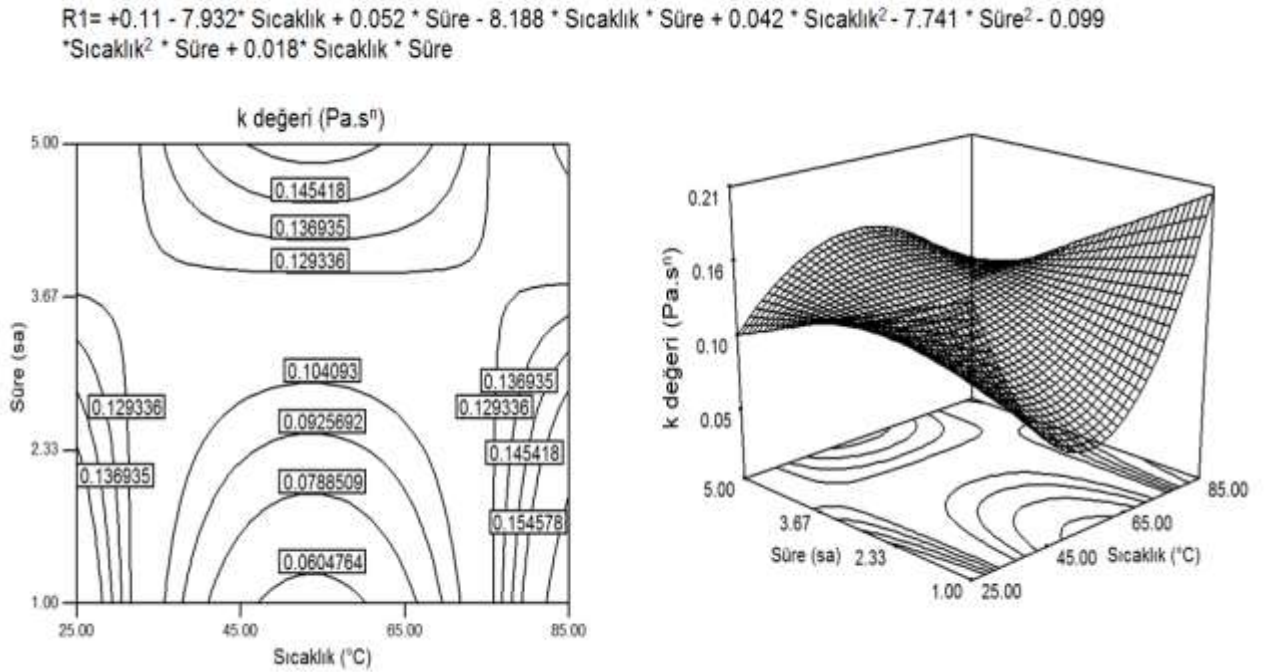
Çizelge 38.

Seçilmiş olan karesel modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.0183	5	0.0037	18.9509	0.0069
A-Sıcaklık	0.0001	1	0.0001	0.5229	0.5096
B-Süre	0.0055	1	0.0055	28.5453	0.0059
AB	0.0003	1	0.0003	1.3898	0.3038
A^2	0.0039	1	0.0039	20.2118	0.0109
A^2B	0.0130	1	0.0130	67.1703	0.0012

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre model 0.01 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P<0.01$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9595 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 38).

Elde edilen regresyon parametrelerine göre süre ($P<0.01$) ve A'nın kuadratik etkisi ile B'nin interaksiyonu ($P<0.01$) önemli bulunurken sıcaklık, süre ve sıcaklığın interaksiyonu ve sıcaklığın kuadratik etkisi önemsiz bulunmuştur.

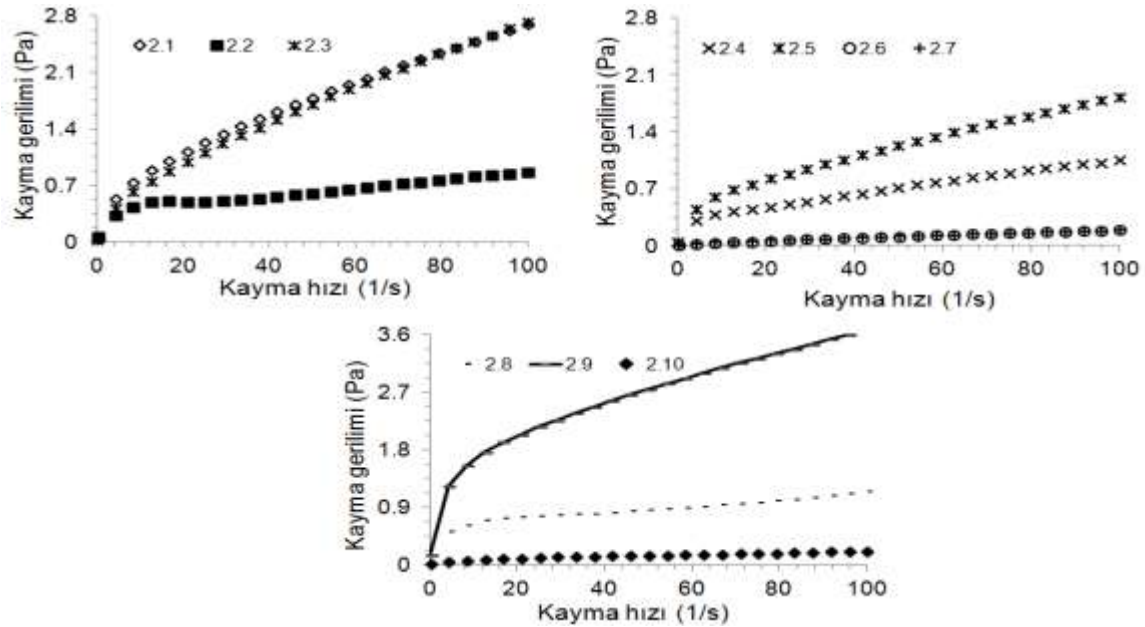


Şekil 55. Sıcaklığın ve süresinin gam kıvam katsayılarına etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Sıcaklık ve süre parametrelerinin fenolik değerler üzerine etkisi 3 boyutlu ve kontür çizimi yapılarak gösterilmiştir (Şekil 55). Şekil 55' te verilen denkleme göre; süre, sıcaklığın kuadratik etkisi, sıcaklık ve sürenin kuadratik etkilerinin interaksiyonu kıvam katsayısının artışı olumlu yönde etkilediği yorumu yapılabilir.

4.10.3.2. Yaşlı Bitkilerin *Salvia sclerea* Tohumlarının Steady Shear Analizlerinin Yorumlanması

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumlarının K değerleri 0.0061 ile 0.7583 aralığında değişmektedir. En düşük viskozite değerine 55°C ' de 5 saat ekstraksiyona tabi tutulan örneklerde rastlanırken en yüksek viskozite değerine ise 85°C ' de 3 saat ekstrakte edilen örneklerde rastlanmıştır. Örneklerin η değerleri 0.2174 ile 0.7399 arasındadır. Bütün örneklerin η değerleri 1' den daha küçük olduğu için kesme incelmesi özelliği sergilemişlerdir. Ayrıca gam örneklerinin akmaları için belirli bir eşik değere ulaşmaları gerekmektedir. Grafikte verilen a değerleri bu eşik değeri ifade etmektedir. Örneklerin eşik değerleri 0.1155 ile 0.0761 arasındadır. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumlarının R^2 değerleri incelendiğinde değerlerin 0.99'dan daha büyük olduğu görülmektedir. Bundan dolayı uygulanan model (Herschel Bulckley model) doğru seçilmiştir. Şekil 54'te kayma hızına karşı kayma grafikleri çizilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi Çizelge 39'da elde edilen parametrelerle Şekil 56'daki sonuçlar paralellik göstermektedir. En yüksek viskozite değerine 85°C ' de 3 saat ekstrakte edilen gamlarda rastlanmıştır.



Şekil 56. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının kayma hızına karşı kayma grafikleri

Çizelge 39. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarının Herschel-Bulckley denklemine göre R^2 , a , K ve η değerleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	R^2	A	K	η
2.1	25	1	0.9993	0.0469	0.1914	0.5675
2.2	25	3	0.9729	0.0369	0.1521	0.3534
2.3	25	5	0.9995	0.0548	0.1243	0.6642
2.4	55	1	0.9936	0.0761	0.0781	0.5435
2.5	55	3	0.9974	0.0692	0.1453	0.5362
2.6	55	3	0.9974	0.0692	0.1453	0.5362
2.7	55	5	0.9993	0.0046	0.0061	0.7399
2.8	85	1	0.9809	-0.1056	0.4301	0.2174
2.9	85	3	0.9980	-0.1155	0.7583	0.3445
2.10	85	5	0.9907	-0.0054	0.0242	0.4645

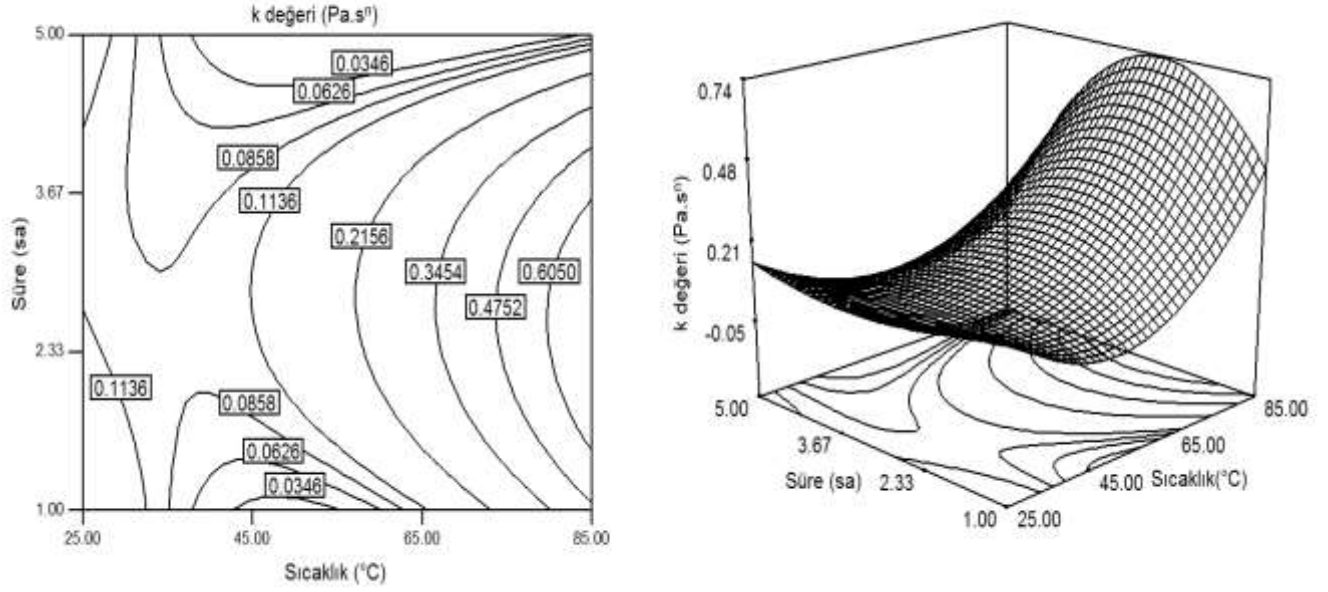
Varyans analizine göre determinasyon katsayısı (R^2) 0.9685 olarak tespit edilmiştir. Bundan dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 40. Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.4473	7.0000	0.0639	8.7936	0.1059
A-Sıcaklık	0.1838	1.0000	0.1838	25.2920	0.0373
B-Süre	0.0026	1.0000	0.0026	0.3569	0.6109
AB	0.0287	1.0000	0.0287	3.9505	0.1852
A^2	0.1116	1.0000	0.1116	15.3619	0.0594
B^2	0.0881	1.0000	0.0881	12.1306	0.0735
A^2B	0.0090	1.0000	0.0090	1.2411	0.3812
AB^2	0.0961	1.0000	0.0961	13.2272	0.0680

Elde edilen regresyon parametrelerine göre sıcaklığın ($P<0.05$) K değerlerine olan etkisi önemli bulunurken sürenin önemli bir etkisi bulunmamıştır (Çizelge 40).

$$R^2 = +1.2761 - 0.0476 * \text{Sıcaklık} - 0.5253 * \text{Süre} + 0.0170 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 3.8008 * \text{Sıcaklık}^2 + 0.0744 * \text{Süre}^2 - 4.5688 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} - 2.2373 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 57. Sıcaklığın ve süresinin gam kıvam katsayılarına etkisinin üç boyutlu ve kontür çizimi ile gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Sıcaklık ve süre parametrelerinin kıvam katsayıları üzerine etkisi 3 boyutlu ve kontür çizimi yapılarak gösterilmiştir (Şekil 57). Şekil 57’de verilen denkleme göre sıcaklık ve süre etkisi, sıcaklığın kuadratik etkisi ve sürenin kuadratik etkisi kıvam katsayısının artışını olumlu yönde etkilemiştir.

4.10.4. Viskoelastik özelliklerin Belirlenmesi

4.10.4.1. Genç Bitkilerin *Salvia sclarea* Tohumlarının Viskoelastik Özelliklerinin Yorumlanması

Örneklerin viskoelastik özelliklerini belirlemek amacıyla frequency sweep analizi gerçekleştirildi. Bu analize başlamadan önce her bir örnek için amplitude sweep analizi yapılarak bu örneklerin lineer viskoelastik bölgeleri tespit edildi ve analizler 0.1 Pa basınçta gerçekleştirildi. Elde edilen sonuçlara göre örneklerin ortalamaları alındı ve bu ortalama değerlerden yararlanarak açısal frekansa karşı (ω) G' (elastik) ve G'' (viskoz) değerlerinin grafikleri çizildi. Elde edilen grafiklere göre G' (elastik) değerleri G'' (viskoz) değerlerinden



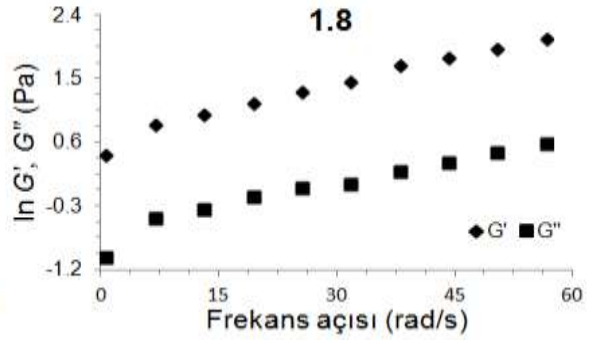
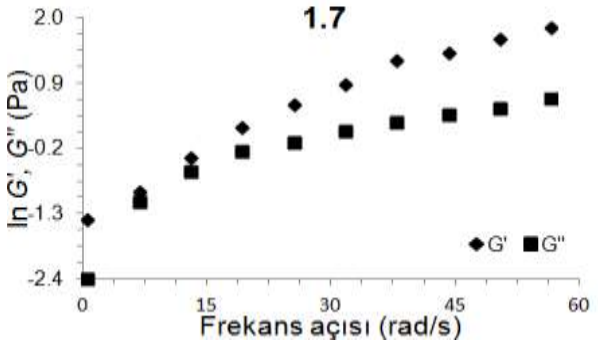
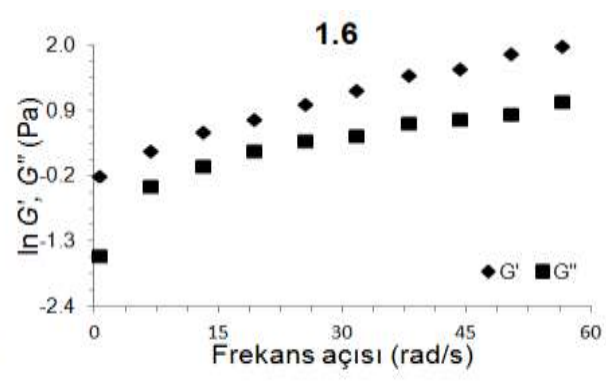
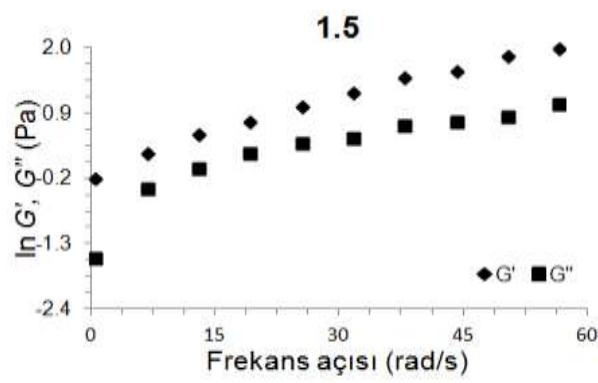
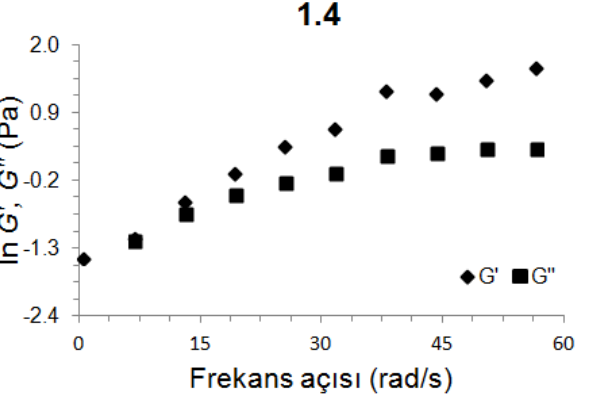
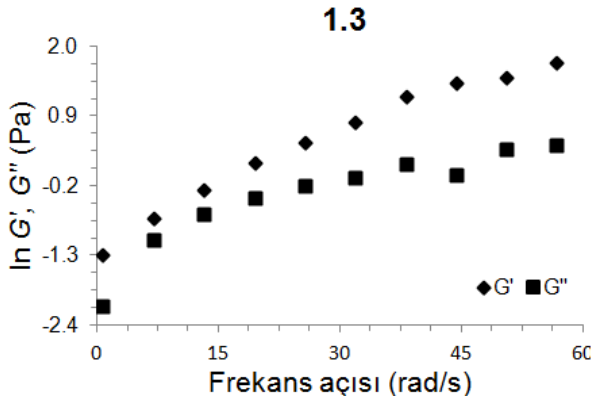
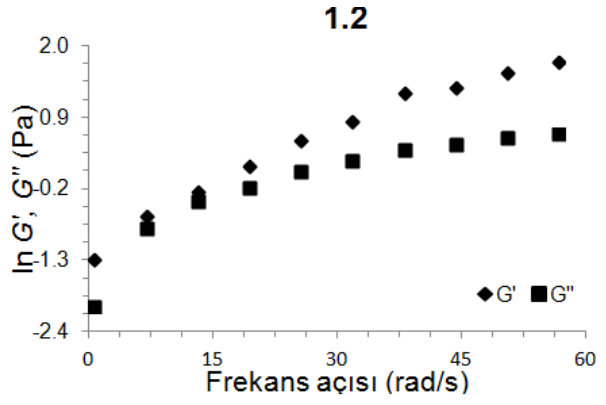
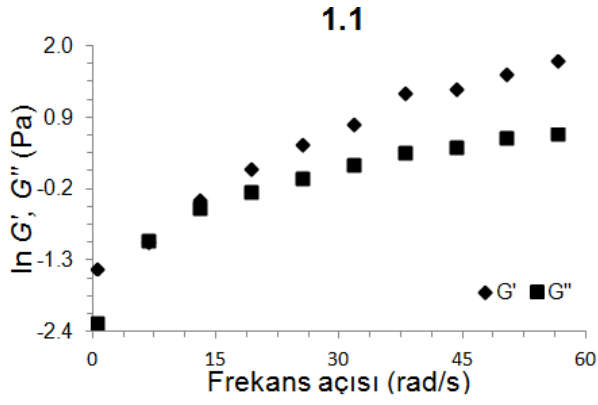
daha yüksektir. Bundan dolayı 1. tür gama ait örneklerin tümünün elastik özellik sergilediği sonucuna varabiliriz. (Şekil 58)

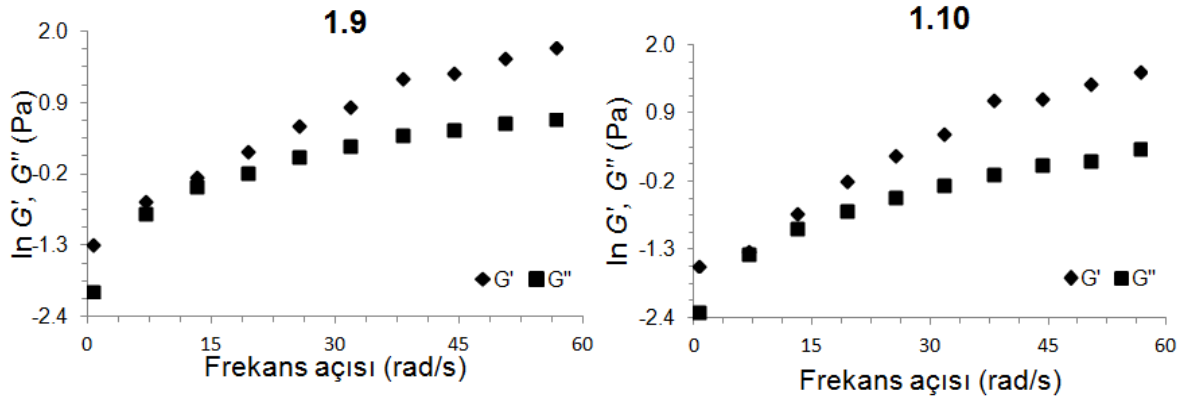
Yukarıda verilen Çizelgeyi oluşturmak için Statistica programı kullanılmıştır. Bu programa verilen denklemler yazılarak, minimum her bir örnek için üçer tane olmak üzere, hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. R^2 değerleri 0.99' dan büyük olduğundan dolayı elde edilen değerlerle Power-law modeli uyumluluk göstermiştir. Çizelge 41'de verilen değerler incelendiğinde K' değerleri K'' değerlerinden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle elastik özellikleri viskoz özelliklerinden daha baskındır. Çizelgedeki elde edilen değerlerle grafikteki sonuçlar birbirlerini destekler niteliktedir. Örneklerin K' değerleri 0.5400 ile 0.6279 arasında değişmektedir. K'' değerleri ise 0.1023 ile 0.2421 aralığındadır. K' değerlerine ilişkin η değerleri 1.5411 ile 1.7194 arasındadır. K'' değerlerinin η değerleri ise 0.0616 ile 0.2421 arasındadır (Çizelge 41).

Çizelge 41.

Elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi tanımlarken kullanılan power- law fonksiyonu parametreleri (Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamları için)

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	R^2	K'	H	R^2	K''	H	R^2	K^*	η
1.1	25	1	0.9991	0.6279	1.6262	0.9939	0.2013	0.8022	0.9974	0.0193	2.4340
1.2	25	3	0.9988	0.6155	1.5839	0.9918	0.1892	0.7448	0.9958	0.0362	2.2758
1.3	25	5	0.9995	0.5003	1.5991	0.9808	0.1023	0.8816	0.9923	0.0121	2.5416
1.4	55	1	0.9992	0.48501	1.5588	0.9766	0.0616	0.8408	0.9927	0.0143	2.5059
1.5	55	3	0.9987	0.5487	1.3243	0.9893	0.1458	0.7258	0.9889	0.0460	2.2450
1.6	55	3	0.9987	0.5487	1.6809	0.9893	0.1458	0.7258	0.9889	0.0460	2.2450
1.7	55	5	0.9996	0.5884	1.2014	0.9954	0.1721	0.8380	0.9954	0.0132	2.5433
1.8	85	1	0.9992	0.6498	1.5411	0.9773	0.2421	0.7320	0.9819	0.1051	2.0734
1.9	85	3	0.9995	0.5517	1.7194	0.9782	0.1617	0.7987	0.9898	0.0158	2.4418
1.10	85	5	0.9995	0.5471	1.6262	0.9756	0.1288	0.9881	0.9911	0.0070	2.6300





Şekil 58. Frekans açısına karşı elastik ve vizkoz modul grafikleri (Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamları için)

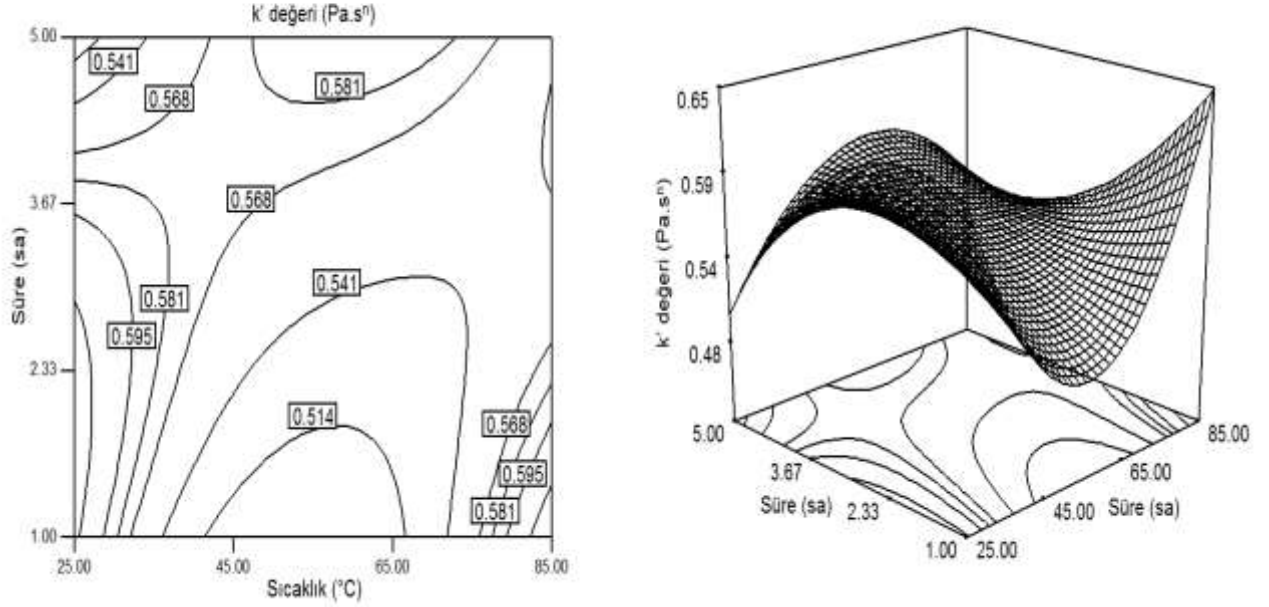
Çizelge 42.

Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	<i>F</i> değeri	<i>P</i> değeri
Model	0.0258	7	0.0037	137.8896	0.0072
A-Sıcaklık	0.0020	1	0.0020	76.1775	0.0129
B-Süre	0.0053	1	0.0053	200.0517	0.0050
AB	0.0002	1	0.0002	5.8017	0.1377
A ²	0.0038	1	0.0038	142.7274	0.0069
B ²	0.0001	1	0.0001	3.6551	0.1960
A ² B	0.0159	1	0.0159	595.8758	0.0017
AB ²	0.0032	1	0.0032	120.1917	0.0082

Varyans analizine göre modelin *P* değeri 0.01'den küçük olduğundan dolayı seçilen model önemli bulunmuş ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9979 olarak tespit edilmiştir. Bundan dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 42).

$$K' \text{ değeri} = +1.0137 - 0.0226 * \text{Sıcaklık} - 0.0188 * \text{Süre} + 4.3276 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 2.2703 * \text{Sıcaklık}^2 + 0.018 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2 - 0.0241 * \text{Süre}^2 - 6.0705 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} + 4.0895 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 59. Sıcaklığın ve süresinin K' değerine etkisinin kontür çizimi ile gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlar için)

Sıcaklık ve süre parametrelerinin K' değeri üzerine etkisi 3 boyutlu ve kontür çizimi yapılarak gösterilmiştir (Şekil 59). Şekil 59'da verilen denkleme göre sıcaklık ve sürenin interaksiyonu, sıcaklığın kuadratik etkisi ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkilerinin interaksiyonu K' değerinin artışı sağlarken diğer ifadeler azalmasına neden olmuştur.

Çizelge 43.

Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu (K'' için)

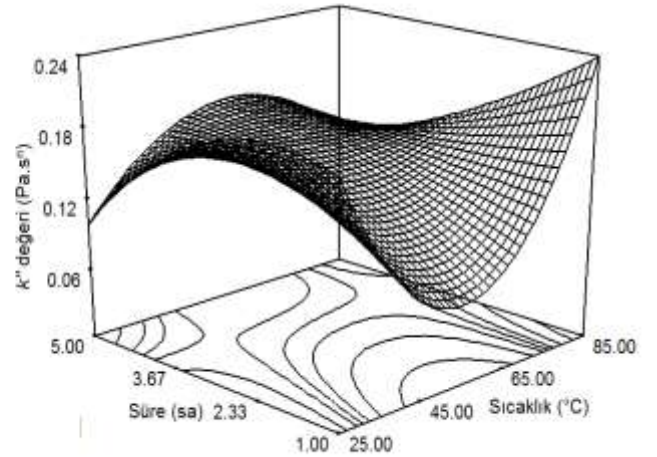
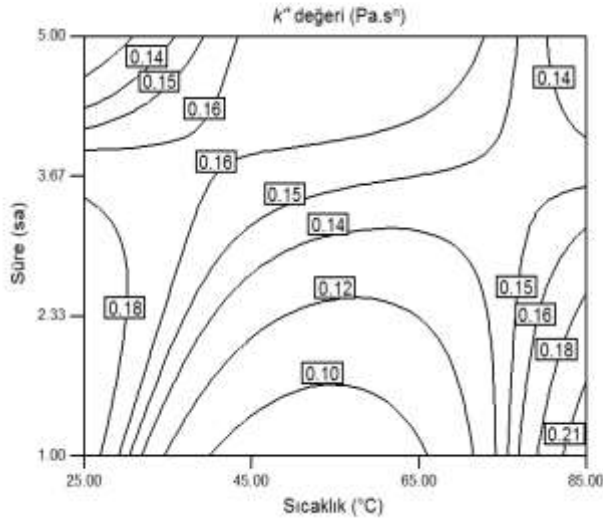
	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.0233	7	0.0033	23.8132	0.0409
A-Sıcaklık	0.0004	1	0.0004	2.7036	0.2419
B-Süre	0.0061	1	0.0061	43.6512	0.0222
AB	0.0001	1	0.0001	0.3655	0.6069
A^2	0.0042	1	0.0042	29.8409	0.0319
B^2	0.0006	1	0.0006	4.4364	0.1698

A ² B	0.0156	1	0.0156	111.8659	0.0088
AB ²	0.0012	1	0.0012	8.9120	0.0963

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre model 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P<0.05$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9891 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen regresyon parametrelerine göre süre ($P<0.05$) ve A'nın kuadratik etkisi ile B'nin interaksyonu ($P<0.01$) önemli bulunurken sıcaklık, süre ve sıcaklığın interaksyonu ve sıcaklığın kuadratik etkisi önemsiz bulunmuştur.

$$K'' = 0.59746 - 0.023 * \text{Sıcaklık} - 0.04 * \text{Süre} + 5.03153E * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 2.27543E * \text{Sıcaklık}^2 - 6.01006E * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} + 2.54792E * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 60. Sıcaklığın ve süresinin K'' değerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Denkleme göre (Şekil 60) sıcaklık ve süre interaksyonu , sıcaklığın kuadratik etkisi ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkileri K'' değerinin artışını sağlar.

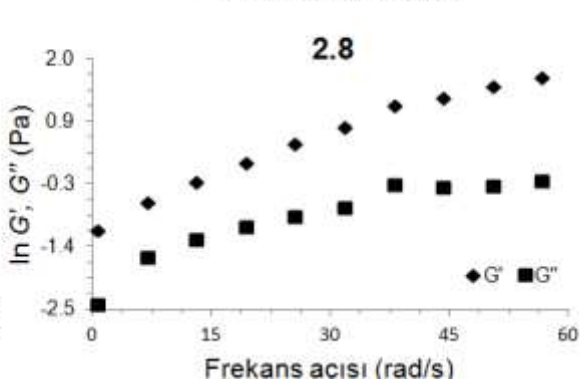
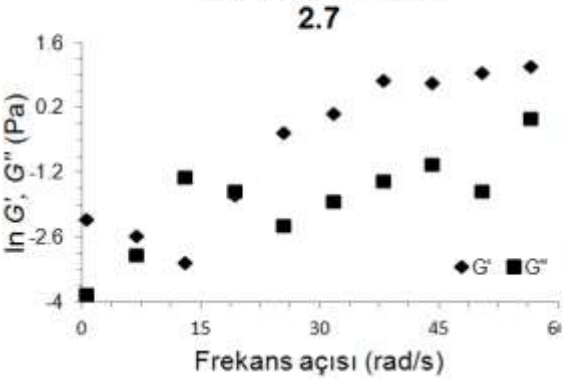
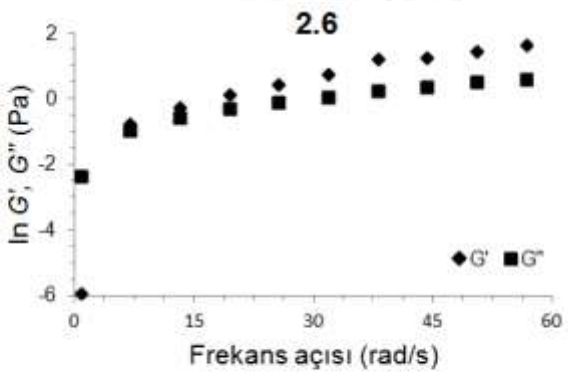
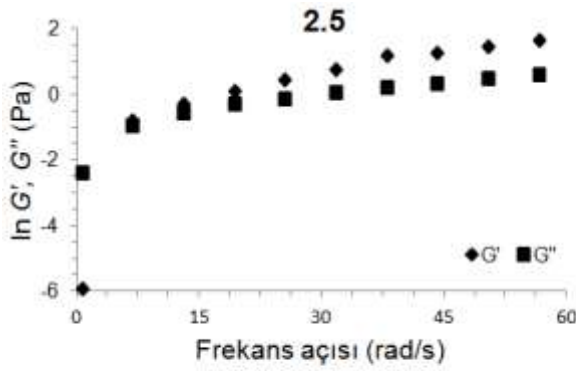
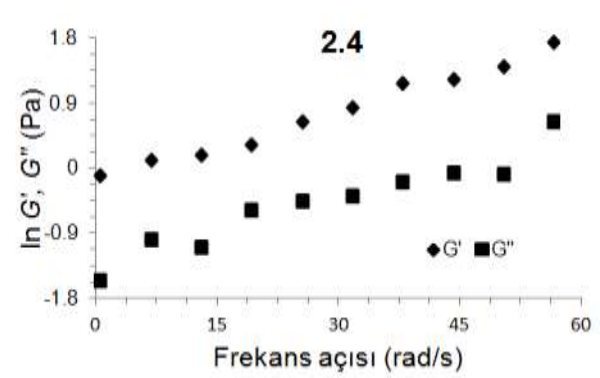
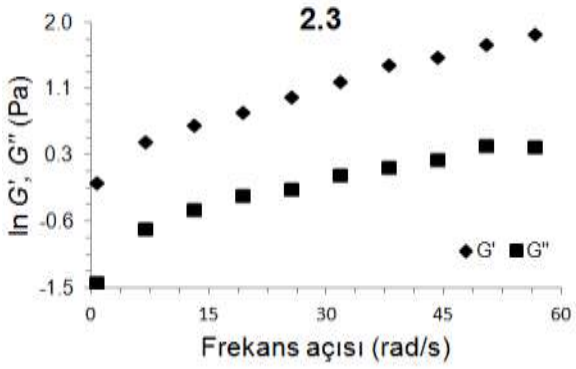
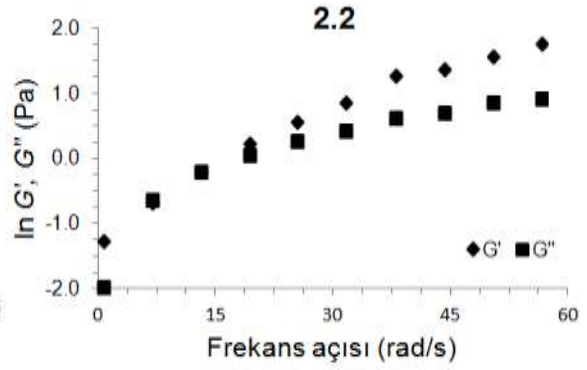
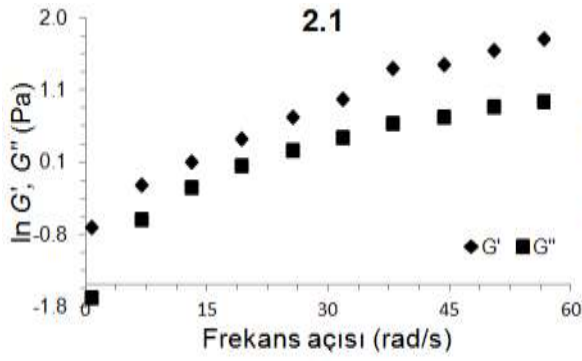
4.10.4.2. Yaşlı Bitkilerin *Salvia sclarea* Tohumlarının Viskoelastik Özelliklerinin Yorumlanması

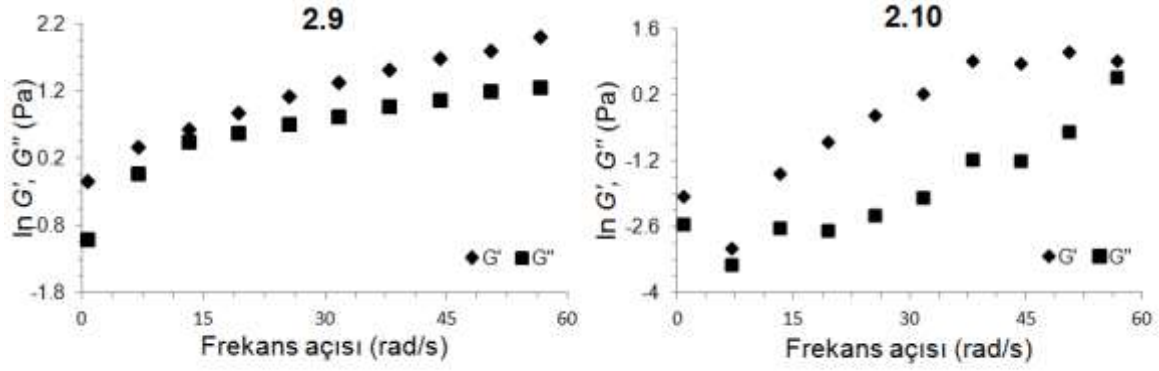


Çizelge 44.

Elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi tanımlarken kullanılan power-law fonksiyonu parametreleri (Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	R^2	K'	H	R^2	K''	η	R^2	K^*	η
2.1	25	1	0.9953	0.4434	1.5344	0.9919	0.1238	0.8081	0.9963	0.040629	2.323807
2.2	25	3	0.9953	0.4022	1.5264	0.9786	0.1202	0.8428	0.9959	0.015592	2.479929
2.3	25	5	0.9906	0.3524	1.4242	0.9927	0.1132	0.8603	0.9918	0.012985	2.192028
2.4	55	1	0.9811	0.3028	1.0743	0.9919	0.1099	0.5515	0.9802	0.011417	1.950087
2.5	55	3	0.9950	0.3819	1.5326	0.9876	0.1183	0.8150	0.9802	0.0145	2.365929
2.6	55	3	0.9950	0.3819	1.5326	0.9876	0.1183	0.8150	0.9802	0.0145	2.365929
2.7	55	5	0.9003	0.2219	1.7379	0.8945	0.0881	2.3978	0.9913	0.003055	2.919191
2.8	85	1	0.9593	0.4521	1.1633	0.8902	0.1254	0.7829	0.9747	0.055368	2.124518
2.9	85	3	0.9769	0.4623	1.0440	0.9886	0.1293	0.6712	0.9854	0.182098	1.941956
2.10	85	5	0.9498	0.2101	1.8207	0.9518	0.090	1.4422	0.9777	0.005425	3.324821





Şekil 61. Frekans açısına karşı elastik ve vizkoz modul grafikleri (Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamları için)

Şekilde verilen grafiklere göre örneklerin elastik modul değerleri viskoz modul değerlerinden daha yüksek olduğundan dolayı örneklerin hepsi de elastik özellik sergilemişlerdir (Şekil 61). Ayrıca power-law modeline göre elde edilen verilere göre K' değerleri K'' değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Grafikte elde edilen sonuçlarla Çizelgedeki sonuçlar birbirlerini destekler niteliktedirler. Ayrıca gamların R^2 değerleri 0.89'dan daha yüksek olduğundan dolayı elde edilen değerlerle Power-law modeli uyumluluk içerisinde. En yüksek K' değerine 85°C' de 3 saat ekstrakte edilen örneklerden elde edilirken en düşük k' değerine ise 85°C' de 5 saat ekstrakte edilen örneklerden elde edilmiştir. Öte yandan K'' değerlerinin en yüksek ve en düşük elde edildiği ekstraksiyon noktaları k' değeriyle benzerlik göstermektedir. En yüksek K'' değerine 85°C' de 3 saat ekstrakte edilen örneklerden elde edilirken en düşük K'' değerine ise 85°C' de 5 saat ekstrakte edilen örneklerden elde edilmiştir. Ayrıca, örneklerin K' değerine ilişkin η değerleri 1.0440-1.8207 arasında iken K'' değerine ilişkin η değerleri 0.6712-2.397 aralığındadır.

Çizelge 45.

Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu (K' için)

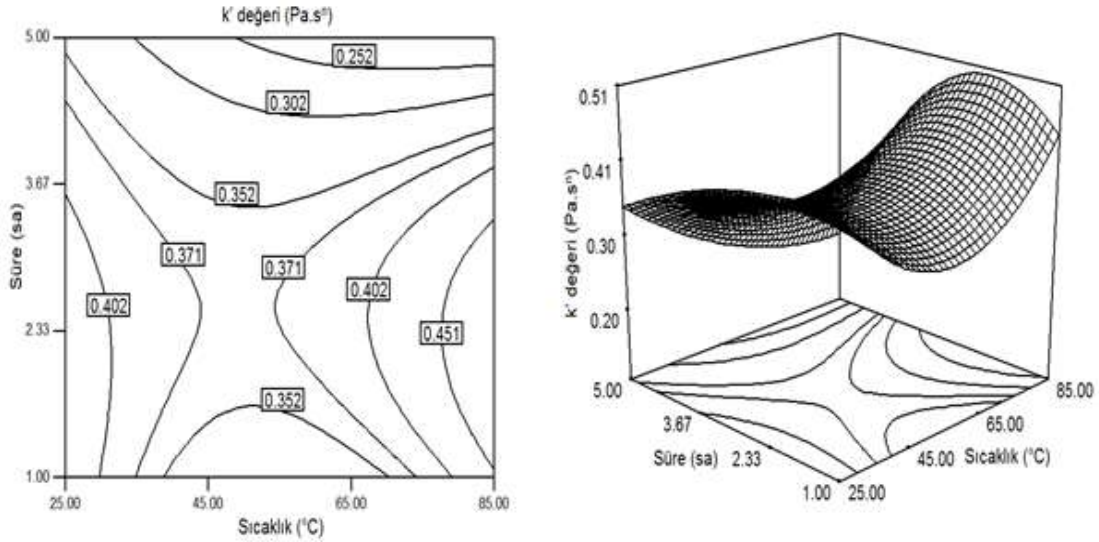
	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.0018	1.0	0.0018	2.3567	0.2645
A-Sıcaklık	0.0033	1.0	0.0033	4.2706	0.1747
B-Süre	0.0057	1.0	0.0057	7.4364	0.1123

AB	0.0149	1.0	0.0149	19.4596	0.0477
A ²	0.0189	1.0	0.0189	24.6304	0.0383
B ²	0.0024	1.0	0.0024	3.1862	0.2162
A ² B	0.0054	1.0	0.0054	7.0035	0.1180
AB ²	0.0018	1.0	0.0018	2.3567	0.2645

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre determinasyon katsayısı (R^2) 0.9791 olarak tespit edilmiştir. Bundan dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen regresyon parametrelerine göre sadece A'nın kuadratik etkisi ($P < 0.05$) önemli bulunmuştur.

$$K' \text{ değeri} = + 0.37 + 0.030 * \text{Sıcaklık} - 0.040 * \text{Süre} - 0.038 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 0.080 * \text{Sıcaklık}^2 - 0.090 * \text{Süre}^2 - 0.043 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} - 0.063 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 62. Sıcaklığın ve süresinin K' değerine etkisinin kontür çizimi ile gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

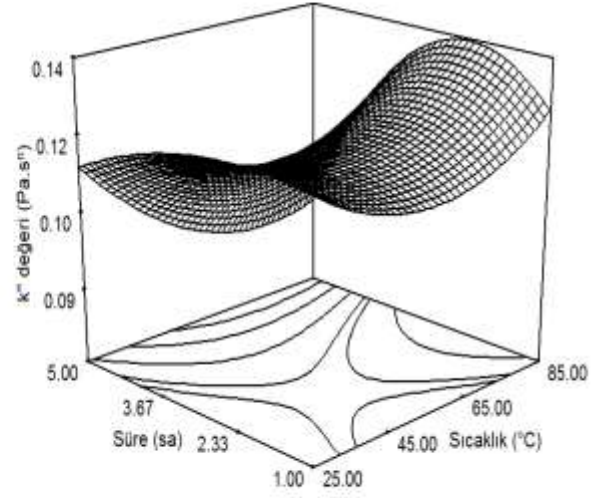
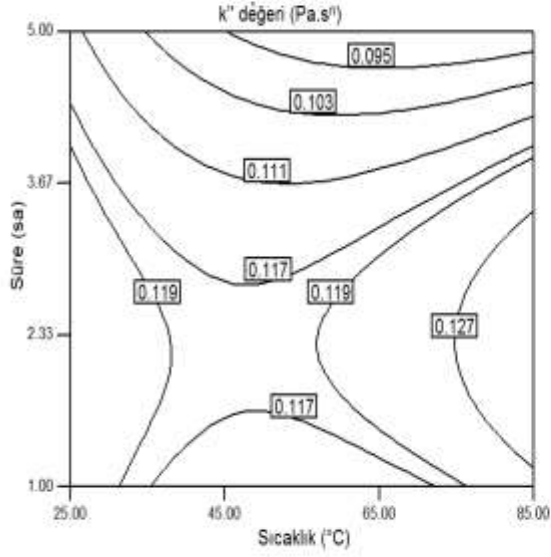
Sıcaklık ve süre parametrelerinin K' değeri üzerine etkisi 3 boyutlu ve kontür çizimi yapılarak gösterilmiştir (Şekil 62). Şekil 62'de verilen denkleme göre sıcaklık ve sıcaklığın kuadratik etkisi K' değerinin artışı sağlamıştır.

Çizelge 46. Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz Tablosu (K'' için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.0018	6	0.0003	26.0105	0.0111
A-Sıcaklık	0.0000	1	0.0000	3.6618	0.1516
B-Süre	0.0008	1	0.0008	67.7572	0.0038
AB	0.0002	1	0.0002	13.5985	0.0346
A^2	0.0003	1	0.0003	24.1654	0.0161
B^2	0.0005	1	0.0005	45.9897	0.0066
A^2B	0.0001	1	0.0001	11.6743	0.0419
AB^2	0.0018	6	0.0003	26.0105	0.0111

Varyans analizine göre model 0.05 önem seviyesinde önemli bulunmuş determinasyon katsayısı (R^2) 0.9811 olarak tespit edilmiştir. Bundan dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Çizelge 46'ya göre süre ($P < 0.01$), sıcaklık (A) ve sürenin(B) interaksyonu ($P < 0.05$), A'nın kuadratik etkisi ($P < 0.05$), B'nin kuadratik etkisi ($P < 0.01$), A'nın kuadratik etkisi ile B'nin interaksyonu ($P < 0.05$) ve A ile B'nin kuadratik etkisinin ($P < 0.05$) K'' değerine etkisi önemli bulunmuştur.

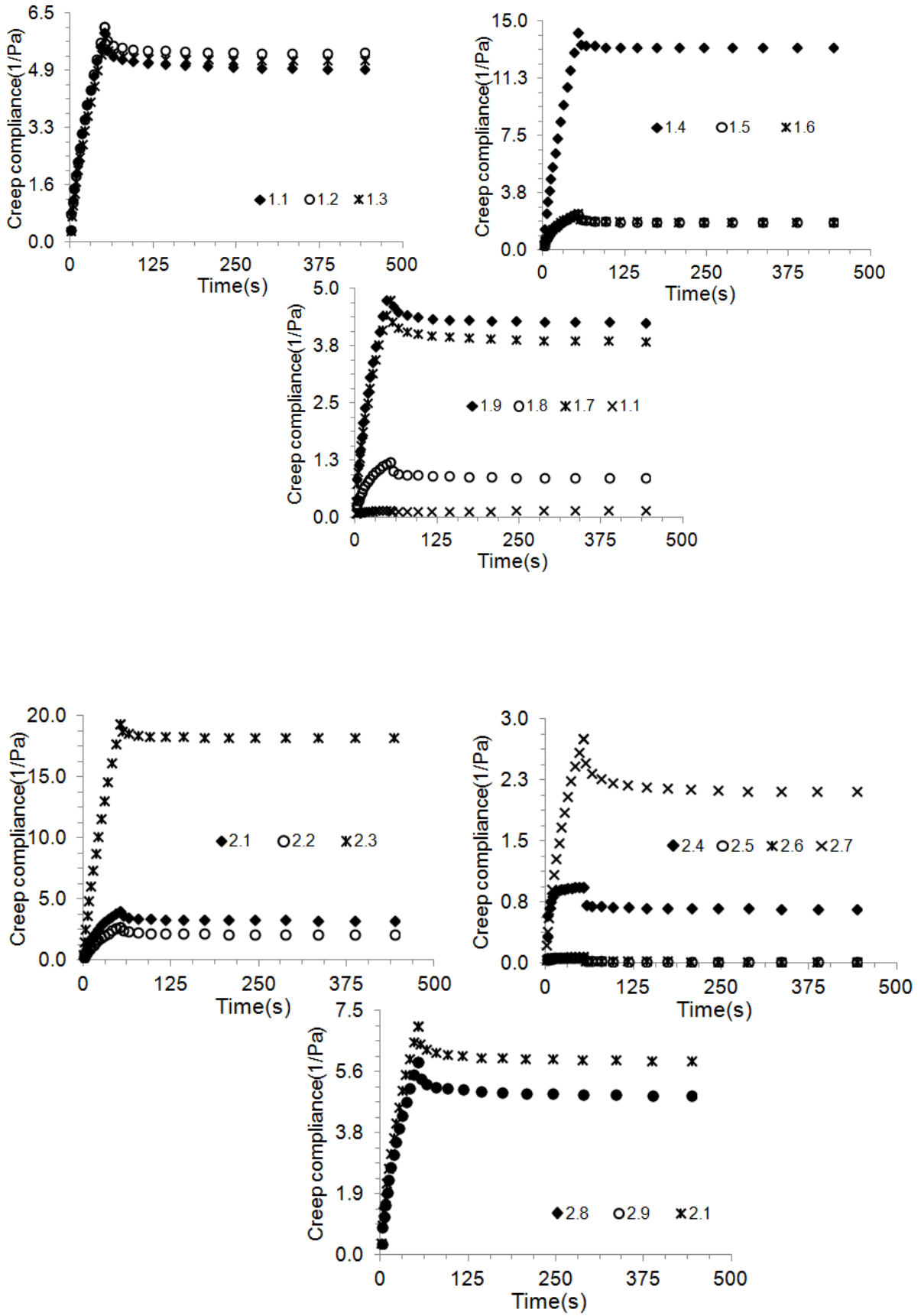
$$R1 = + 0.12 + 4.550 * \text{Sıcaklık} - 0.011 * \text{Süre} - 6.200 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 0.011 * \text{Sıcaklık}^2 - 0.015 * \text{Süre}^2 - 6.000 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} - 9.950 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 63. Sıcaklığın ve süresinin K'' değerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Sıcaklık ve süre parametrelerinin K'' değeri üzerine etkisi 3 boyutlu ve kontür çizimi yapılarak gösterilmiştir (Şekil 63). Şekil 63'te verilen denkleme göre sıcaklık faktörü K'' değerinin artışı sağlar.

4.10.5. Creep&recovery testlerinin uygulanması



Şekil 64. Gamların zamana bağlı esnekliğin grafikte gösterimi

Gam çözeltilerinin viskoelastik karakterizasyonunda önemli bir test olan creep&recovery testleri, uygulanan kuvvet karşısında yapıda meydana gelen değişimi ve kuvvetin kaldırılmasıyla oluşmuş olan deformasyonun ne kadarının geri dönüşümlü olduğunu tespit etmektedir. Bu nedenle materyalin viskoz, elastik ya da viskoelastik özelliklerin derecesini ortaya koymada önemli bir analizdir. Analiz stres sweep testi ile belirlenmiş olan linear viskoelastik bölgede gerçekleştirilmiştir. Zamana bağlı olarak esneklik katsayısının tanımlanması prensibine dayanan test kapsamında önce örneğe belirli bir kuvvet uygulanmıştır (frekans sweep için belirlenen stres değeri). Creep testi için 50 saniyelik bir kuvvet uygulaması yapılmıştır, süre sonundan stres aniden kaldırılarak recovery aşaması başlatılmıştır. Bu aşamada herhangi bir kuvvet uygulaması söz konusu olmayıp, creep aşamasında uygulanan kuvvetin meydana getirdiği etkinin geri dönüşümü gözlemlenmiştir. . Datalar zamana (t, saniye) bağlı olarak esneklik (J,1/Pa) şeklinde kaydedilmiş ve yapı Maxwell and Kelvin-Voigt modellerinin bütünü olan Burger model ile karakterize edilmeye çalışılmıştır. Ancak elde edilen analizlerin grafikleri Şekilde verilmesine rağmen veriler modellerle uyumlu olmadığından dolayı hesaplamaları gerçekleştirilememiştir (Şekil 64). Bundan dolayı creep&recovery testine alternatif olan 3ITT testi uygulanmıştır.

4.10.6. Gamların deformasyon ve toparlanma miktarlarının belirlenmesi için 3ITT testin Uygulanması

4.10.6.1. Genç bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için 3ITT testin Uygulanması

Çizelge 47.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumu gamlarının deformasyon ve toparlanma yüzdeleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	Deformasyon (%)		Toparlanma (%)	
			G'	G''	G'	G''
1.1	25	1	75.4881	94.3925	100	100
1.2	25	3	77.2727	94.4479	100	100
1.3	25	5	91.9474	99.1859	97.8308	100
1.4	55	1	92.1687	99.3939	81.7967	100
1.5	55	3	86.8526	98.5714	100	100
1.6	55	3	86.8526	98.5714	100	100
1.7	55	5	79.558	95.6376	100	100
1.8	85	1	63.4752	66.6667	100	75.1634
1.9	85	3	85.7527	97.0711	100	100

1.10	85	5	87.9518	98.9419	98.0663	100
------	----	---	---------	---------	---------	-----

Örneklerin deformasyon ve toparlanma yüzdeleri verilen denklemler kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen veriler göre elastik modülün deformasyon yüzdeleri 63.4752-92.1687 aralığında değişirken viskoz modülün deformasyon yüzdeleri 66.6667- 99.3939 arasında değişmektedir. Öte yandan elastik modülün toparlanma yüzdeleri 81.7967 ile 100 arasında iken viskoz modülün toparlanma yüzdeleri 75.1634-100 arasındadır (Çizelge 47).

Elde edilen verilere Second order structural model uygulandı ve bu denklemlerden R^2 , K' ve K'' değerleri elde edildi.

1. İntervalde gamlara strain ($\gamma = 10 \%$) ve açısal hız ($\omega = 10 \text{ 1/s}$) uygulandı. Grafiklerden de anlaşılacağı üzere örneklerin G'' değerleri G' değerlerinden daha yüksek olduğundan dolayı birinci intervalde örneklerin hepsi viskoz özelliği göstermiştir.
2. İntervalde kesme hızı ($\gamma = 1000 \text{ 1/s}$) olan rotasyonel test uygulandı. Şekillerde ikinci interval görülememektedir.
3. İnterval de analizler düşük kesme hızında ($\gamma = 10 \%$, $\omega = 10 \text{ 1/s}$) gerçekleştirildi. Grafiklerin 3. İntervallerinin olduğu kısımlara bakıldığı zaman 1. İntervalde olduğu gibi $G' > G''$ dir. Bu nedenden dolayı örneklerin hepsi de viskoz özellik göstermiştir.

Çizelge 48.

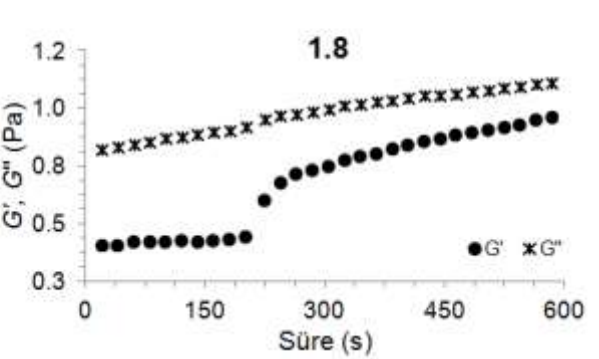
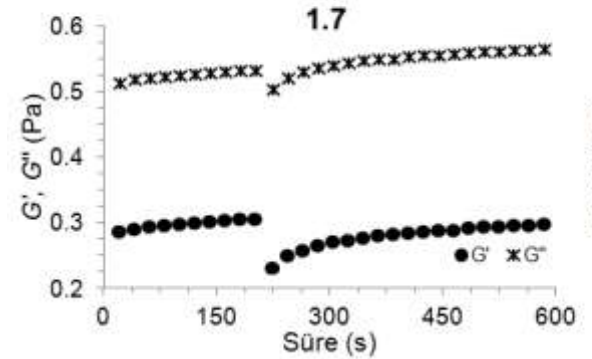
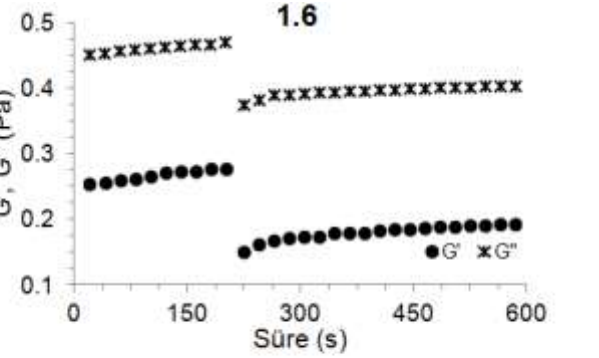
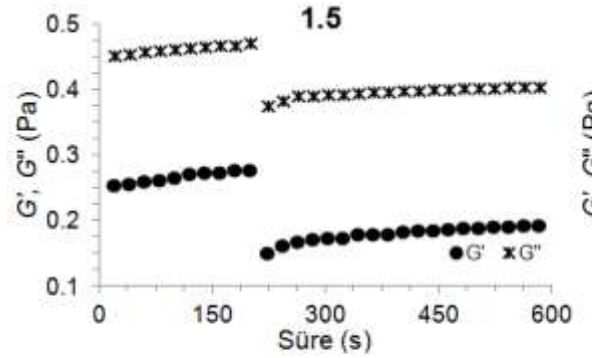
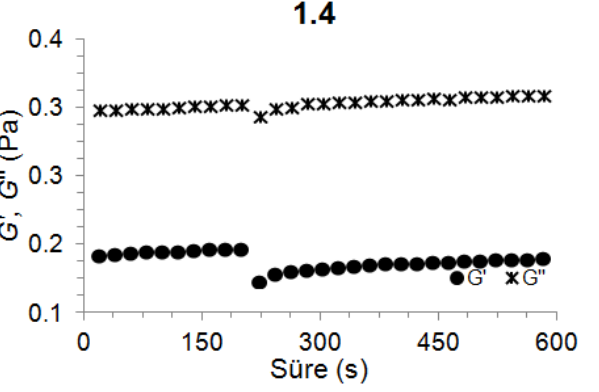
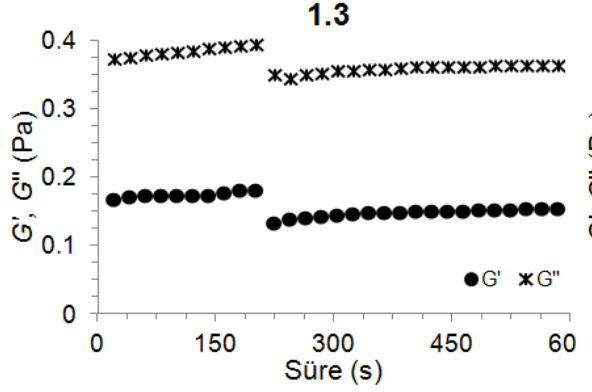
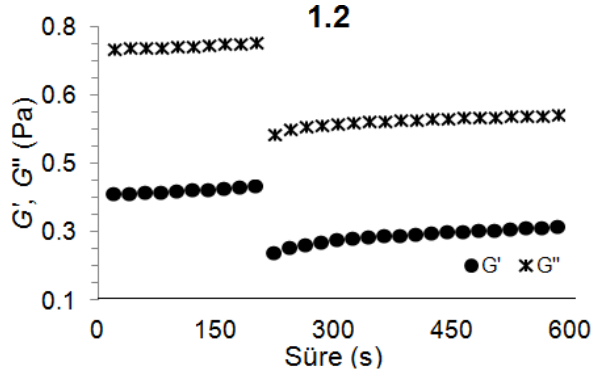
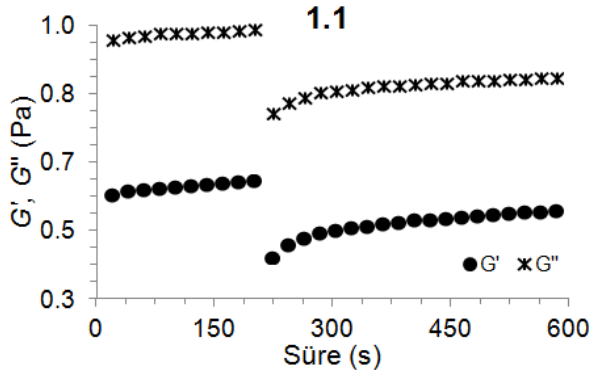
Genç bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının Second order structural model'den yararlanılarak elde edilen R^2 , K' ve K'' değerleri

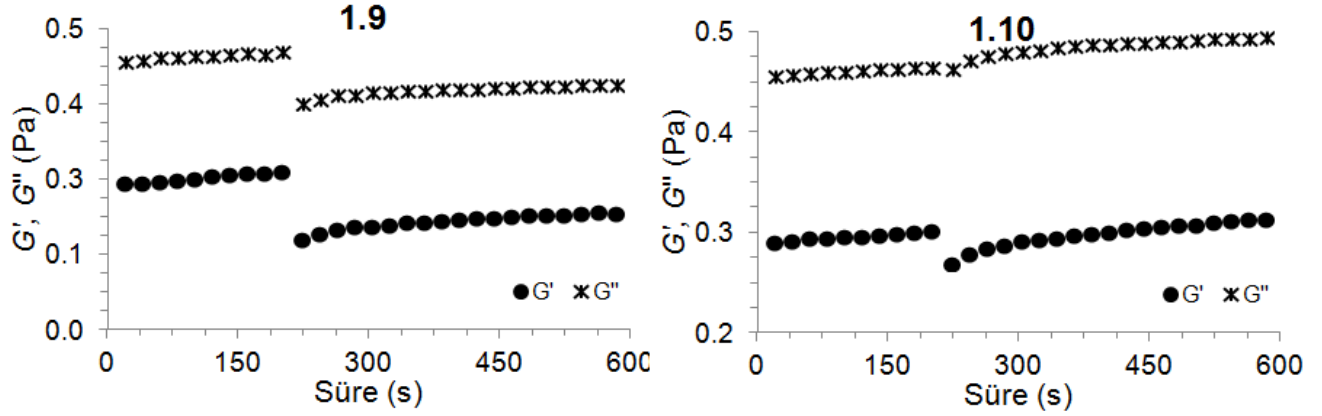
Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	G'		G''	
			R^2	K'	R^2	K''
1.1	25	1	0.977056	0.012535	0.979184	0.017348
1.2	25	3	0.977142	0.015634	0.977344	0.019010
1.3	25	5	0.980063	0.023253	0.972813	0.029389
1.4	55	1	0.948029	0.029389	0.979766	0.031534
1.5	55	3	0.985997	0.021923	0.975239	0.022796
1.6	55	3	0.985997	0.021923	0.975239	0.022796
1.7	55	5	0.980828	0.018783	0.980179	0.019869
1.8	85	1	0.971682	0.010455	0.978839	0.014578



1.9	85	3	0.978197	0.019869	0.978022	0.021649
1.10	85	5	0.985997	0.023125	0.976608	0.023253

Örneklerin K' değerleri (0.01046-0.02313) K'' değerleri (0.014578-0.03153) değerleri çizelge 48'de verilmiştir. R^2 değerleri 0.97'den daha büyük olduğundan dolayı elde edilen verilerle Second order structural model uyum sağlamaktadır. Ayrıca Çizelge 48'den elde edilen veriler incelendiğinde K'' değerlerinin K' değerlerinden daha büyük olduğu görülmüştür. Bundan dolayı elde 3. intervalde örneklerin hepsi viskoz özellik sergiler.





Şekil 65. Zamana karşı elastik ve viskoz modül grafikleri

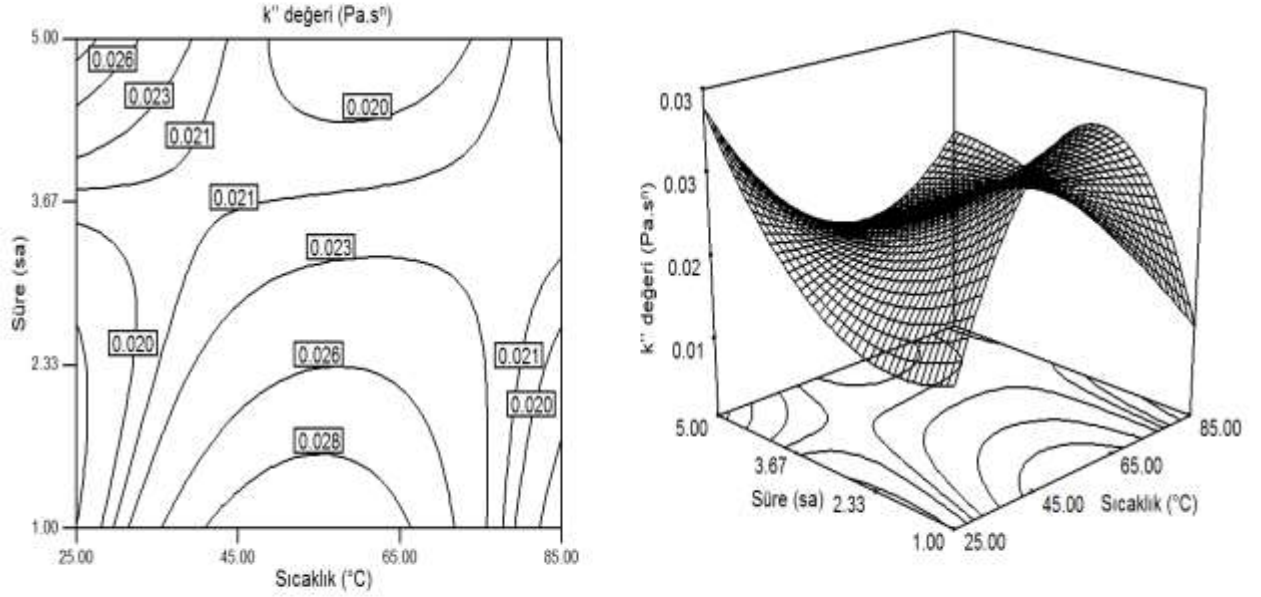
Çizelge 49. Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz Tablosu (K'' için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.0002	7	0.0000	26.9078	0.0363
A-Sıcaklık	0.0000	1	0.0000	2.7817	0.2373
B-Süre	0.0001	1	0.0001	54.3790	0.0179
AB	0.0000	1	0.0000	2.2641	0.2713
A^2	0.0000	1	0.0000	25.0165	0.0377
B^2	0.0000	1	0.0000	5.4499	0.1447
A^2B	0.0002	1	0.0002	129.2182	0.0077
AB^2	0.0000	1	0.0000	13.3949	0.0672

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre model 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9895 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen regresyon parametrelerine göre süre ($P < 0.05$), A'nın kuadratik etkisi ($P < 0.05$) ve A'nın kuadratik etkisi ile B'nin interaksyonu ($P < 0.01$) önemli bulunmuştur.

$$R1 = -0.0219 + 2.2866 * \text{Sıcaklık} + 4.0468 * \text{Süre} - 5.0969 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} - 2.2422 * \text{Sıcaklık}^2 + 2.0523 * \text{Süre}^2 + 6.1176 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} - 2.9544 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 66. Sıcaklığın ve süresinin Second order structural modelden elde edilen K'' değerine etkisinin kontür çizimi ile gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Elde edilen denkleme göre sıcaklık, süre, sürenin kuadratik etkisi ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksiyonu K' değerinin artışı sağlamıştır (Şekil 66).

Çizelge 50.

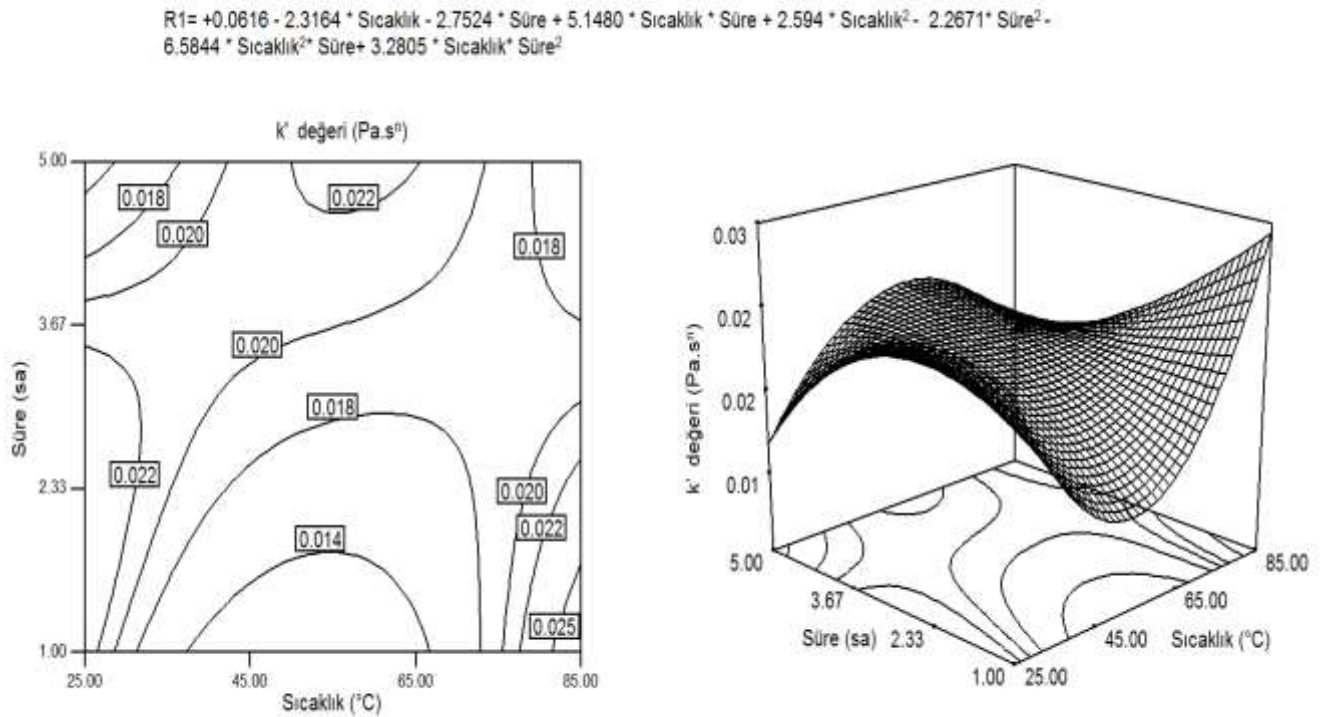
Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz Tablosu (K' için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.0003	7	0.0000	21.0393	0.0461
A-Sıcaklık	0.0000	1	0.0000	4.7402	0.1614
B-Süre	0.0001	1	0.0001	29.7376	0.0320
AB	0.0000	1	0.0000	0.5038	0.5514
A ²	0.0001	1	0.0001	39.2629	0.0245

A^2B	0.0000	1	0.0000	0.5927	0.5219
AB^2	0.0002	1	0.0002	87.6468	0.0112

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre model 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9866 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 50).

Elde edilen regresyon parametrelerine göre süre ($P < 0.01$), ve B'nin kuadratik etkisi ile A'nin interaksyonu ($P < 0.01$) önemli bulunmuştur.



Şekil 67. Sıcaklığın ve sürenin gamin Second order structural modelden elde edilen k' değerine etkisinin kontür çizimi ve 3 boyutlu gösterimi (Genç bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Elde edilen denkleme göre (Şekil 67) sıcaklık ile sürenin interaksyonu, sıcaklığın kuadratik etkisi ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkisinin interaksyonu K' değerinin artışı sağlamıştır.

4.10.6.2. Yaşlı bitkilerden elde edilen *Salvia sclerea* tohumu gamları için 3ITT testin Uygulanması

Çizelge 51.

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının deformasyon ve toparlanma yüzdeleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	Deformasyon		Toparlanma	
			G'	G''	G'	G''
2.1	25	1	50.0000	80.7089	84.9624	93.2584
2.2	25	3	55.3518	80.8989	81.2520	93.5240
2.3	25	5	66.0000	90.6780	70.8861	100.0000
2.4	55	1	69.8372	92.1053	57.5499	100.0000
2.5	55	3	60.5263	90.4374	75.3086	97.0000
2.6	55	3	60.5263	90.4374	75.3086	97.0000
2.7	55	5	0.0000	100.0000	0.0000	100.0000
2.8	85	1	43.0380	78.9588	91.2000	90.4555
2.9	85	3	39.6011	62.6786	91.6024	85.4420
2.10	85	5	0.0000	99.0000	0.0000	100.0000

Örneklerin deformasyon ve toparlanma yüzdeleri hesaplanmış ve çizelge 51'de sunulmuştur. Elde edilen veriler göre elastik modülün deformasyon yüzdeleri 0- 69.8372 aralığında değişirken viskoz modülün deformasyon yüzdeleri 62.6786- 100 arasında değişmektedir. Öte yandan elastik modülün toparlanma yüzdeleri 0 ile 91.6024 arasında iken viskoz modülün toparlanma yüzdeleri 85.4420-100 arasındadır.

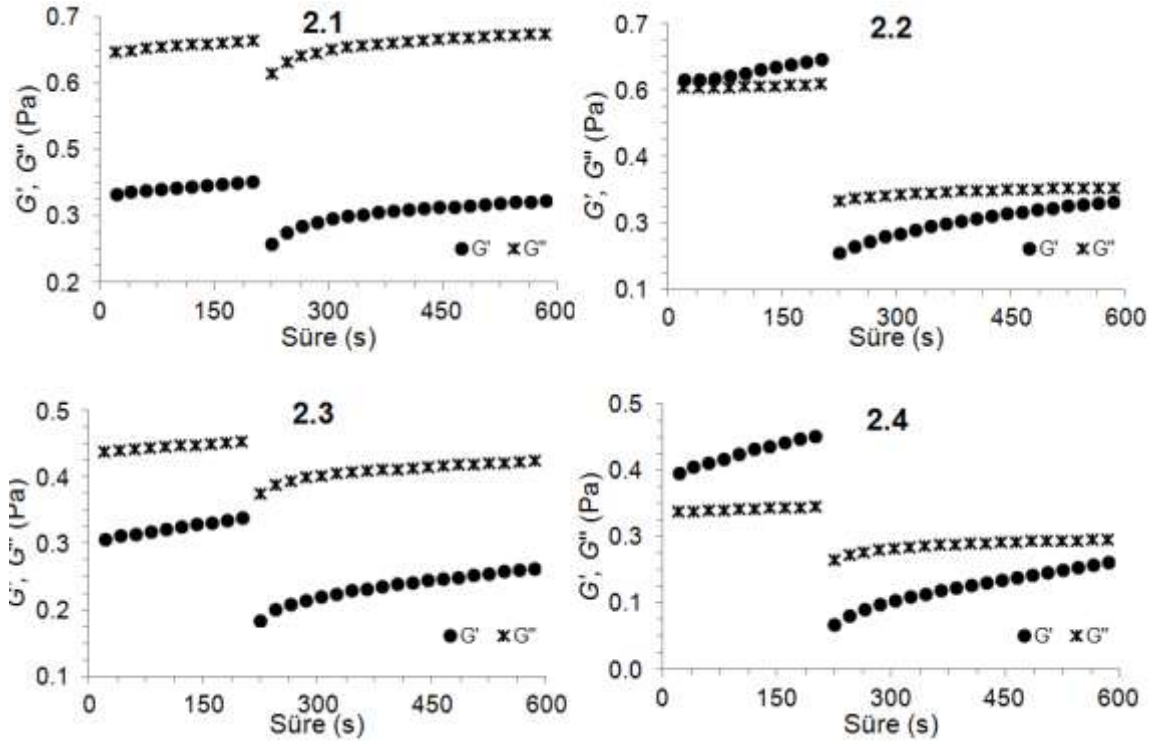
Çizelge 52.

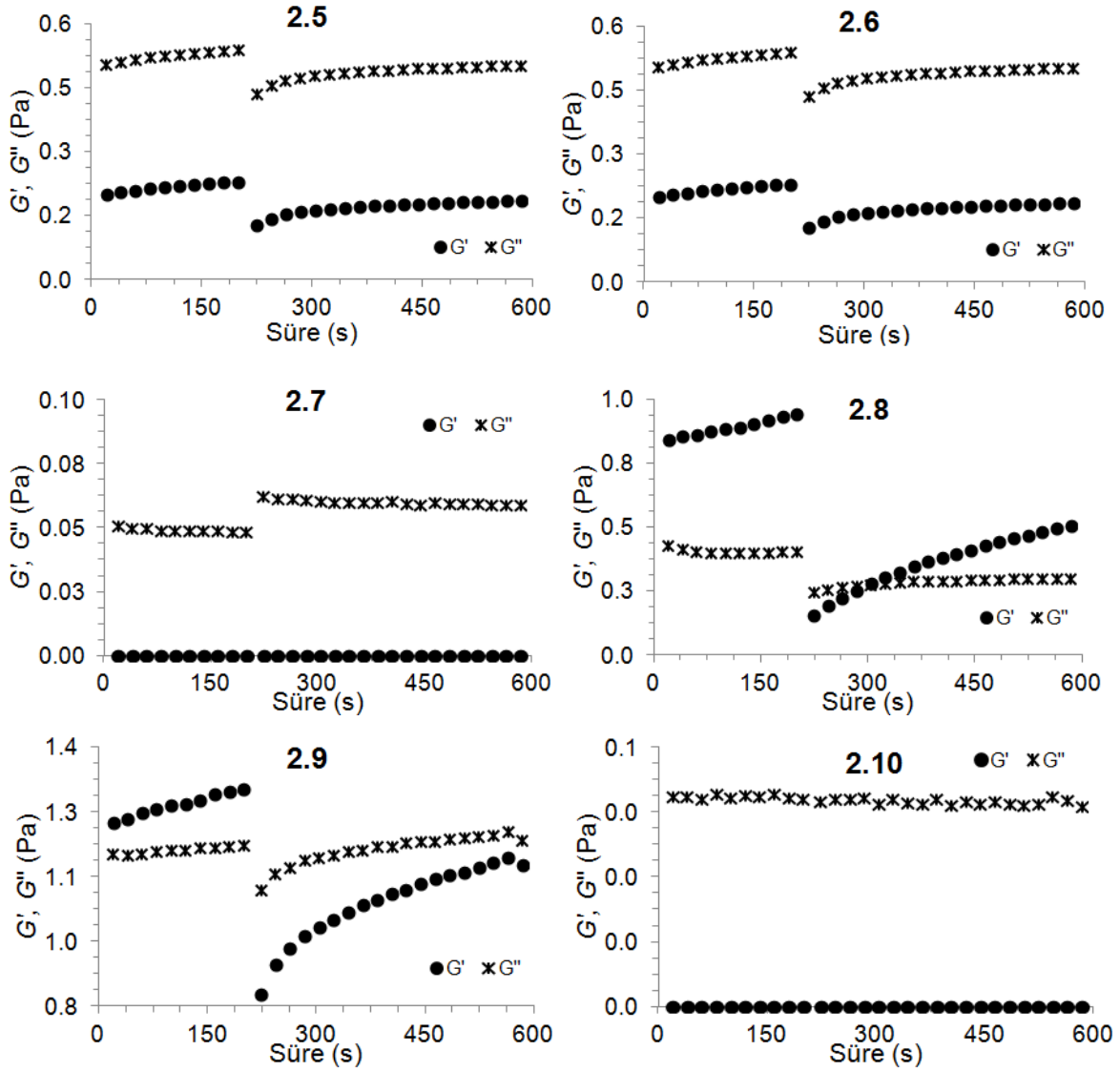
Yaşlı bitkilerin *Salvia sclerea* tohumu gamlarının Second order structural model'den yararlanılarak elde edilen R^2 , K' ve K'' değerleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	G'		G''	
			R^2	K'	R^2	K''
1.1	25	1	0.9642	0.0147	0.9813	0.0227
1.2	25	3	0.9793	0.0185	0.9815	0.0228
1.3	25	5	0.9605	0.0203	0.9494	0.0242
1.4	55	1	0.9399	0.0225	0.9295	0.0247

1.5	55	3	0.9525	0.0202	0.9708	0.0231
1.6	55	3	0.9722	0.0202	0.0000	0.0231
1.7	55	5	0.0000	0.0000	0.9801	0.0000
1.8	85	1	0.9790	0.0144	0.9642	0.0143
1.9	85	3	0.9791	0.0137	0.9779	0.0137
1.10	85	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Örneklerin K' değerleri 0.0000-0.0225 iken k'' değerleri 0.0000-0.0247 arasında değişmektedir. R^2 değerleri 0.94'ten daha büyük olduğundan dolayı elde edilen verilerle Second order structural model uyum sağlamaktadır.





Şekil 68. Zamana karşı elastik ve viskoz modul grafikleri (Yaşlı bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Çizelge 53.

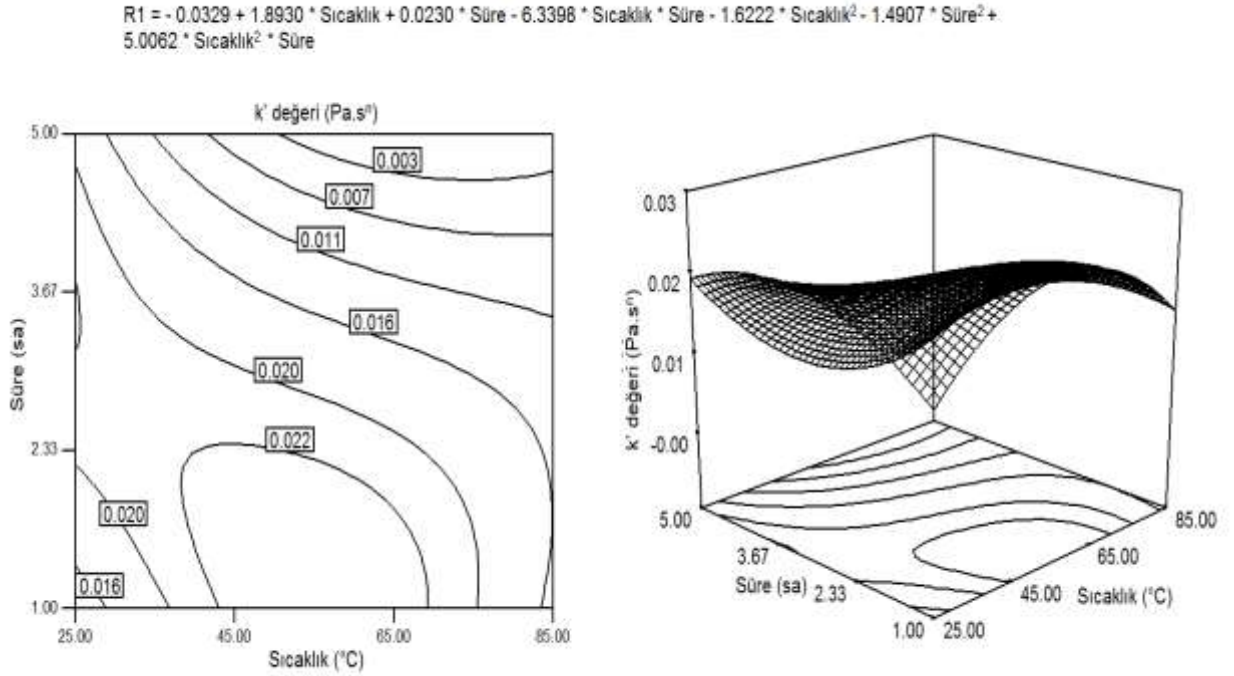
Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz Tablosu (K' için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.0006	6	0.0001	11.2438	0.0365
A-Sıcaklık	0.0001	1	0.0001	12.6916	0.0378
B-Süre	0.0003	1	0.0003	29.7004	0.0121
AB	0.0001	1	0.0001	11.7636	0.0415

A^2	0.0000	1	0.0000	0.3223	0.6099
B^2	0.0001	1	0.0001	9.7683	0.0523
A^2B	0.0001	1	0.0001	12.7473	0.0375
AB^2	0.0006	6	0.0001	11.2438	0.0365

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre model 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9574 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen regresyon parametrelerine göre sıcaklık ($P < 0.05$), süre ($P < 0.05$), B'nin kuadratik etkisi ($P < 0.05$), A'nın kuadratik etkisi ile B'nin interaksiyonu ($P < 0.05$) ve B'nin kuadratik etkisi ile A'nın interaksiyonu ($P < 0.05$) önemli bulunmuştur.



Şekil 69. Sıcaklığın ve sürenin gamın ikinci derece yapısal modelden elde edilen k' değerine etkisinin kontür çizimi ve 3 boyutlu gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Şekil 69'da elde edilen denkleme göre sıcaklık, süre ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksiyonu K' değerinin artışı olumlu yönde etkilemiştir.

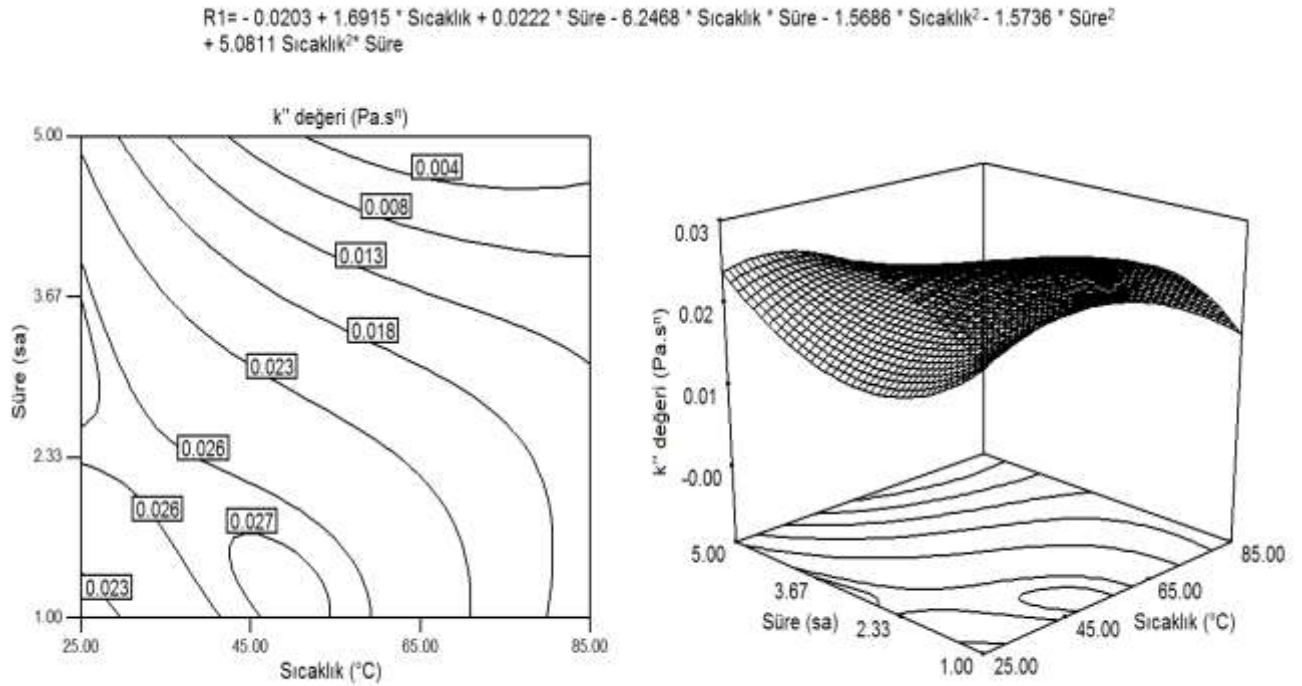
Çizelge 54.

Seçilmiş olan kübik modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz Tablosu (K'' için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.0008	6	0.0001	7.6450	0.0617
A-Sıcaklık	0.0003	1	0.0003	16.6467	0.0266
B-Süre	0.0003	1	0.0003	17.6264	0.0247
AB	0.0001	1	0.0001	3.5879	0.1545
A^2	0.0000	1	0.0000	0.0214	0.8930
B^2	0.0001	1	0.0001	5.3274	0.1042
A^2B	0.0001	1	0.0001	6.4270	0.0850
AB^2	0.0008	6	0.0001	7.6450	0.0617

Varyans analizini gerçekleştirmek için kübik model kullanılmış ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9386 olarak tespit edilmiştir.

Elde edilen regresyon parametrelerine göre sıcaklık ($P < 0.05$) ve süre ($P < 0.05$) önemli bulunmuştur (Çizelge 54).





Şekil 70. Sıcaklığın ve sürenin gamın Second order structural modelden elde edilen k'' değerine etkisinin kontür ve 3 boyutlu gösterimi (Yaşlı bitkilerden elde edilen *Salvia sclarea* tohumu gamları için)

Şekil 70'de verilen denkleme göre sıcaklık, süre ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksyonu K' değerinin artışını olumlu yönde etkilemiştir.

4.11. Elde edilen gamlar ile üretilen dondurma miksi örneklerinin fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi

4.11.1. Dondurma örneklerinin pH ölçümü

Çizelge 55.

Dondurma örneklerinin pH değeri

Runs	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)	pH
1.1	25	1	6.38
1.2	25	3	6.37
1.3	25	5	6.40
1.4	55	1	6.32
1.5	55	3	6.29
1.6	55	3	6.29
1.7	55	5	6.30
1.8	85	1	6.34
1.9	85	3	6.36
1.10	85	5	6.28
2.1	25	1	6.32
2.2	25	3	6.28
2.3	25	5	6.30
2.4	55	1	6.32
2.5	55	3	6.28
2.6	55	3	6.28
2.7	55	5	6.35
2.8	85	1	6.32
2.9	85	3	6.33
2.10	85	5	6.35

Kaliteli, taze bir süt kullanılırsa, dondurma miksinden de normal asitlikte bir ürün elde edilmektedir. Dondurma miksini normal asitliği ya da görünür asitliği; süt proteinleri,

mineral tuzları ve çözünmüş O₂'den kaynaklanmaktadır. Gelişen asitlik, süt ürünlerinde laktik asit bakterileri tarafından laktozun bakteriyel fermentasyonunun gerçekleştirilmesine sebep olmaktadır. Dondurma miksindeki asitliğin artışı ya da normalden fazla oluşu, mikste kolaylıkla gözlemlenebilmektedir. Örneğin yüksek asitlikle birlikte dondurma miksini viskozitesinde bir artış, aroma kalitesinde azalma ve daha az stabil bir ürün meydana gelebilmektedir. Çizelge 55'te dondurma mikslerinin pH değerleri yer almaktadır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde literatürde yer alan dondurma miksleriyle hemen hemen aynı pH değerinde olduğu tespit edilmiştir.

4.12. Elde edilen gamlar ile üretilen dondurma miksi örneklerinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi

4.12.1. Dondurmadaki hacim artışının belirlenmesi

Çizelge 56.

Dondurma örneklerinin hacim artışı

Runs	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)	Hacim artışı (%)
1.1	25	1	42
1.2	25	3	45
1.3	25	5	46
1.4	55	1	42
1.5	55	3	44
1.6	55	3	44
1.7	55	5	54
1.8	85	1	50
1.9	85	3	44
1.10	85	5	47
2.1	25	1	40
2.2	25	3	48
2.3	25	5	48
2.4	55	1	40
2.5	55	3	42
2.6	55	3	42
2.7	55	5	46
2.8	85	1	51

2.9	85	3	41
2.10	85	5	42

Çizelge 56'da donduma mikslerinin hacim artışı miktarları yer almaktadır. Mikslerinin hacim artışlarının %40-%54 arasında değişkenli gösterdiği tespit edilmiştir. Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen dondurmaların hacim artışına ilişkin varyans analizi Tablosu Çizelge 57'de yer almaktadır.

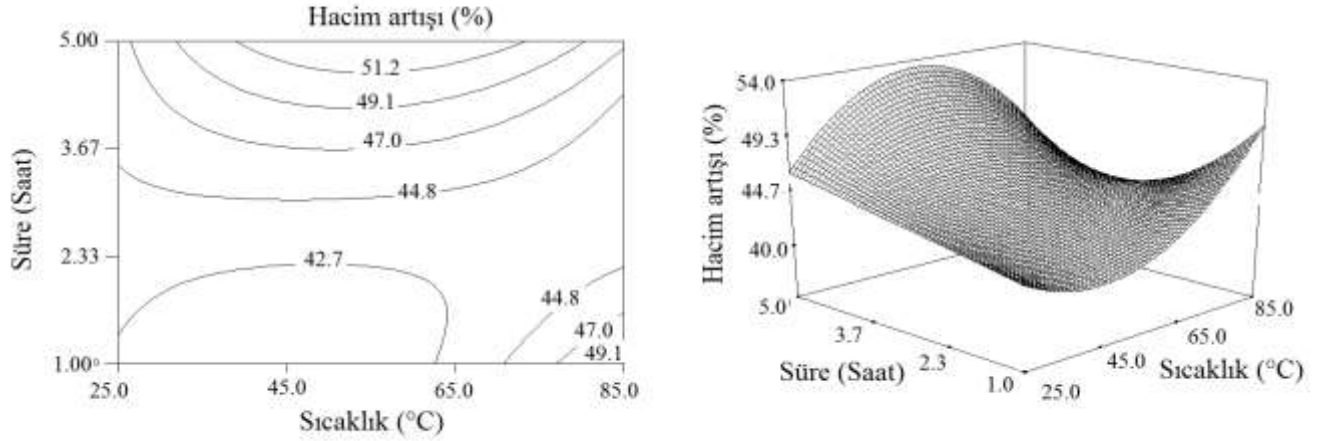
Çizelge 57.

Dondurma örneklerinin hacim artışına ilişkin varyans analizi (Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	122.71	7	17.53	12.12	0.0783
A-Sıcaklık	0.50	1	0.50	0.35	0.6161
B-Süre	72.00	1	72.00	49.78	0.0195
AB	12.25	1	12.25	8.47	0.1006
A ²	1.44	1	1.44	1.00	0.4234
B ²	17.19	1	17.19	11.88	0.0748
A ² B	44.08	1	44.08	30.48	0.0313
AB ²	10.08	1	10.08	6.97	0.1185

Dondurma örneklerinin kıvam katsayısından elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9770 olarak belirlenmiştir (Çizelge 57). Çizelgeki F değerleri incelendiğinde hacim artışına etkili olan parametrenin süre ($P<0.05$) ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksiyonunun ($P<0.05$) etkili olduğu belirlenmiştir. Şekil 34'te gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin hacim artışı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır (Şekil 71).

$$\text{Hacim artışı (\%)} = +44.64 - 0.50 * \text{Sıcaklık} + 6.00 * \text{Süre} - 1.75 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} - 0.79 * \text{Sıcaklık}^2 + 2.71 * \text{Süre}^2 - 5.75 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} + 2.75 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 71. Dondurma örneklerinin hacim artışı üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

Çizelge 58.

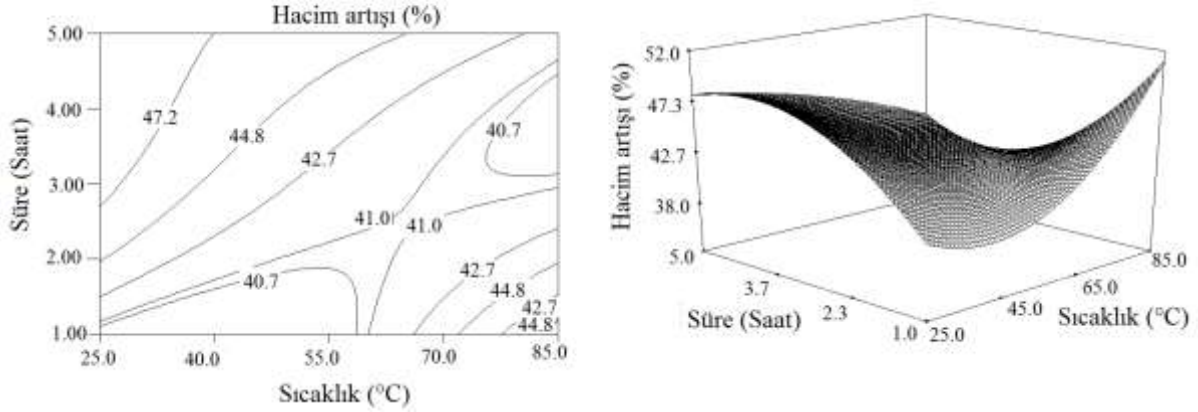
Dondurma örneklerinin hacim artışına ilişkin varyans analizi analizi (Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	137.96	7	19.71	1103.71	0.0009
A-Sıcaklık	24.50	1	24.50	1372.00	0.0007
B-Süre	18.00	1	18.00	1008.00	0.0010
AB	72.25	1	72.25	4046.00	0.0002
A ²	12.96	1	12.96	726.00	0.0014
B ²	1.71	1	1.71	96.00	0.0103
A ² B	14.08	1	14.08	788.67	0.0013
AB ²	30.08	1	30.08	1684.67	0.0006

Dondurma örneklerinin kıvam katsayısından elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9997 olarak belirlenmiştir (Çizelge 58). Seçilen model 0.01 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Çizelgeki F değerleri incelendiğinde hacim artışına etkili olan parametrenin sıcaklık ($P < 0.01$), süre ($P < 0.01$), sıcaklık ile sürenin interaksiyonu ($P < 0.01$), sıcaklığın kuadratik etkisi ($P < 0.01$), sürenin kuadratik etkisi ($P < 0.05$)

ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkisinin interaksiyonunun ($P<0.01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Şekil 72’de gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin hacim artışı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır.

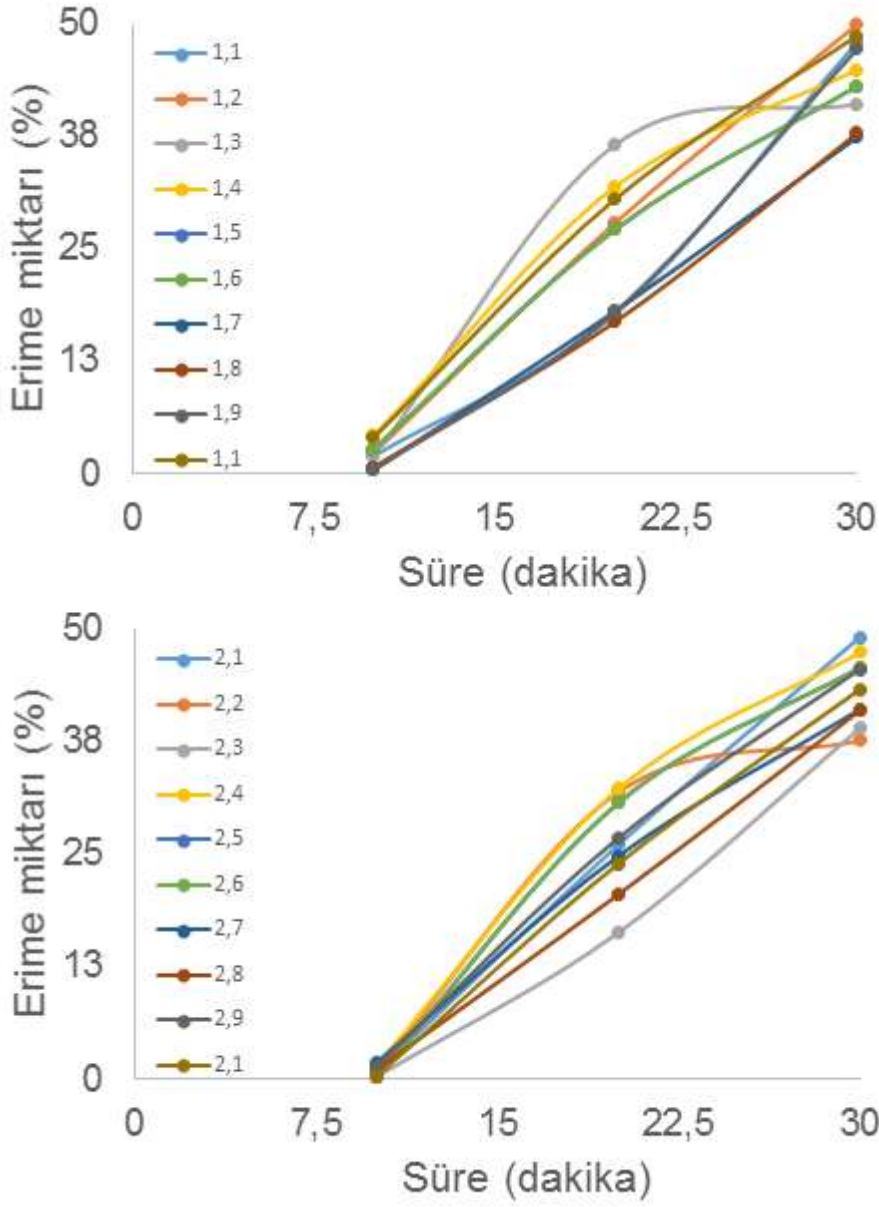
$$\text{Hacim artışı (\%)} = +42.07 - 3.50 * \text{Sıcaklık} + 3.00 * \text{Süre} - 4.25 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 2.36 * \text{Sıcaklık}^2 + 0.86 * \text{Süre}^2 - 3.25 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} + 4.75 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 72. Dondurma örneklerinin hacim artışı üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

4.12.2. Dondurma Erime Stabilitesinin Belirlenmesi

Dondurma erime stabilitesinin belirlenmesi amacıyla, dondurucuda bekletilen dondurmalarından 50g dondurma örneği tartılmış ve dikdörtgen şekilli bir kaba yerleştirilmiştir. Ardından, 1 mm boyutundaki tel elekten toplanan serumun her bir örnekten 10 dakikada bir ölçümü alınmış ve zamana göre biriken serumların grafiği çizilmiş ve erime süreleri ve ilk 10, 20 ve 30. dakikalardaki yüzde erime miktarları aşağıda yer alan tabloda (Çizelge 59) ve grafikte (Şekil 73) yer verilmiştir.



Şekil 73. Dondurma örneklerinin yüzde erime miktarları

Çizelge 59.

Dondurma örneklerinin erime miktarları

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)	Erime süresi (dakika)	10.	20.	30.
1.1	25	1	33,11484	3,8924	35,4960	95,7340
1.2	25	3	35,91557	4,5464	55,7474	99,7336
1.3	25	5	36,57216	3,9276	73,1056	82,0296
1.4	55	1	33,45451	8,3940	63,7640	89,6740



1.5	55	3	34,86021	5,4500	54,2680	86,0580
1.6	55	3	34,86021	5,4500	54,2680	86,0580
1.7	55	5	46,7857	0,8880	36,1220	74,6720
1.8	85	1	39,68989	1,4740	33,7380	75,5860
1.9	85	3	31,82619	0,7980	35,9860	94,2620
1.10	85	5	36,60395	8,0140	61,0260	97,2920
2.1	25	1	30	1,5320	52,0400	100,2060
2.2	25	3	39,92654	1,7600	63,6920	75,1380
2.3	25	5	39,06003	0,5000	32,5300	77,9380
2.4	55	1	31,683	3,0300	64,3900	94,6880
2.5	55	3	32,8285	0,6540	61,3120	91,3840
2.6	55	3	32,8285	0,6540	61,3120	91,3840
2.7	55	5	36,52924	3,6100	49,5300	82,1260
2.8	85	1	41,79846	2,1240	41,0080	81,8880
2.9	85	3	32,94531	2,8360	53,5400	91,0600
2.10	85	5	34,66285	0,6160	47,8260	86,5480

Elde edilen sonuçlarla (Çizelge 59) hacim artışından elde edilen veriler (Çizelge 56) kıyaslandığında hacim artışının dondurmanın stabilitesindeki artışla doğru orantılı olduğu belirlenmiştir. Başka bir ifadeyle, yüksek hacim artışına sahip olan mikslerin daha düşük erime oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmaya göre, yüksek hacimli dondurmaların yavaş erime oranına sahip olmasının sebebinin havanın varlığından dolayı meydana gelen ısı transfer farklılığı nedeniyle meydana geldiği ve bu nedenden dolayı yüksek hacimli dondurmaların ısı transfer oranının azaldığı ifade edilmiştir (Sofjan ve Haltel, 2004). Aşağıdaki çizelgede genç *Salvia sclarea* gamlarından üretilen dondurma örneklerinin erime miktarlarına ilişkin varyans analizi tablosu yer almaktadır (Çizelge 60).

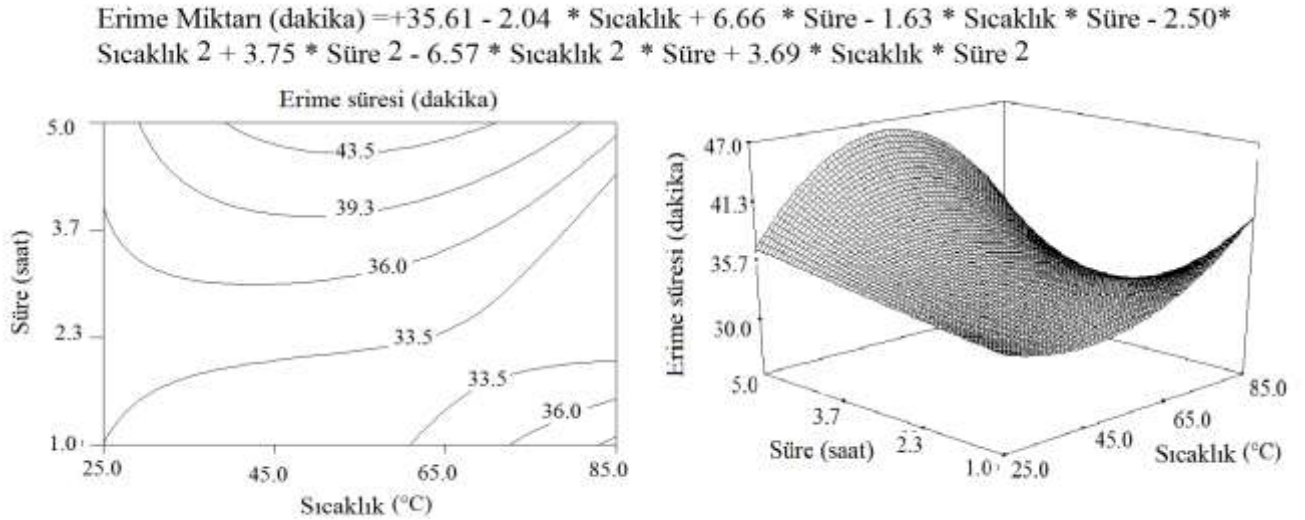
Çizelge 60.

Dondurma örneklerinin erime miktarlarına ilişkin varyans analizi (Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	160.09	7	22.87	11.57	0.0818
A-Sıcaklık	8.36	1	8.36	4.23	0.1759

B-Süre	88.84	1	88.84	44.96	0.0215
AB	10.69	1	10.69	5.41	0.1455
A ²	14.56	1	14.56	7.37	0.1132
B ²	32.85	1	32.85	16.62	0.0552
A ² B	57.55	1	57.55	29.12	0.0327
AB ²	18.20	1	18.20	9.21	0.0936

Dondurma örneklerinin kıvam katsayısından elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9759 olarak belirlenmiştir (Çizelge 61). Çizelgeki F değerleri incelendiğinde erime süresine etkili olan parametrenin süre ($P<0.05$) ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksiyonu ($P<0.05$) etkili olduğu belirlenmiştir. Şekil 74'te gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin erime süresi üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır.



Şekil 74. Dondurma örneklerinin erime miktarı üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

Çizelge 61.

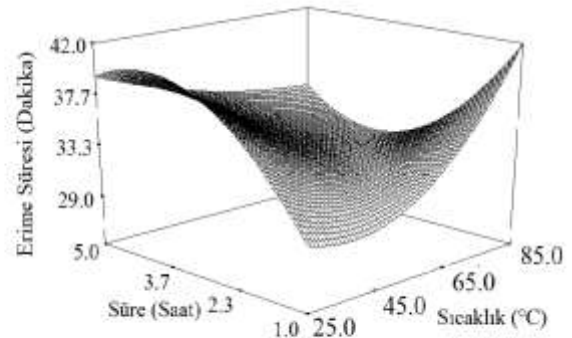
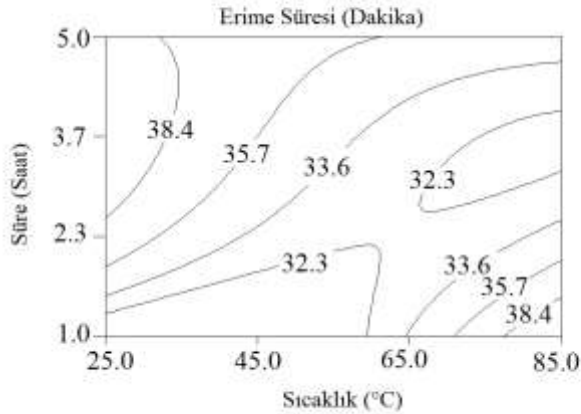
Dondurma örneklerinin erime miktarlarına ilişkin varyans analizi (Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	137.49	7	19.64	38.72	0.0254

A-Sıcaklık	24.36	1	24.36	48.02	0.0202
B-Süre	11.71	1	11.71	23.09	0.0407
AB	65.53	1	65.53	129.17	0.0077
A ²	18.93	1	18.93	37.32	0.0258
B ²	0.63	1	0.63	1.24	0.3818
A ² B	5.01	1	5.01	9.87	0.0882
AB ²	37.99	1	37.99	74.88	0.0131

Dondurma örneklerinin erime miktarlarının belirlenmesinin ardından elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9927 olarak belirlenmiştir (Çizelge 61). Uygulanan model 0.05 anlam seviyesinde önemli bulunmuştur. Çizelgeki F değerleri incelendiğinde erime süresine etkili olan parametrenin sıcaklık ($P<0.01$), süre ($P<0.05$), sıcaklık ile sürenin interaksiyonu ($P<0.01$), sıcaklığın kuadratik etkisi ($P<0.05$) ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkisinin interaksiyonunun ($P<0.05$) etkili olduğu belirlenmiştir. Şekil 75'te gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin erime süresi üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır.

$$\text{Erime süresi (dakika)} = +23.33062 - 0.21701 * \text{Sıcaklık} + 15.56440 * \text{Süre} - 0.21593 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 639.43 * \text{Sıcaklık}^2 - 2.31671 * \text{Süre}^2 - 107.64 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} + 0.044479 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 75. Dondurma örneklerinin erime süresi üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

4.12.3. Dondurma miksi ve dondurmada yağ destabilitesinin belirlenmesi

Çizelge 62’de Genç ve yaşlı *Salvia sclarea* gamlarından üretilen dondurmaların yağ aglomerasyon indeksi değerleri yer almaktadır.

Çizelge 62.

Dondurmanın yağ aglomerasyon indeksi (FAI)

Runs	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)	FAI
1.1	25	1	33,0721
1.2	25	3	41,3158
1.3	25	5	26,5771
1.4	55	1	30,7955
1.5	55	3	36,9291
1.6	55	3	36,9291
1.7	55	5	25,6794
1.8	85	1	27,4900
1.9	85	3	28,2353
1.10	85	5	22,5874
2.1	25	1	47,7354
2.2	25	3	43,3893
2.3	25	5	39,4215
2.4	55	1	34,0989
2.5	55	3	33,6471
2.6	55	3	33,6471
2.7	55	5	30,3154
2.8	85	1	32,2985
2.9	85	3	25,6522
2.10	85	5	27,2835

Çizelge 63.

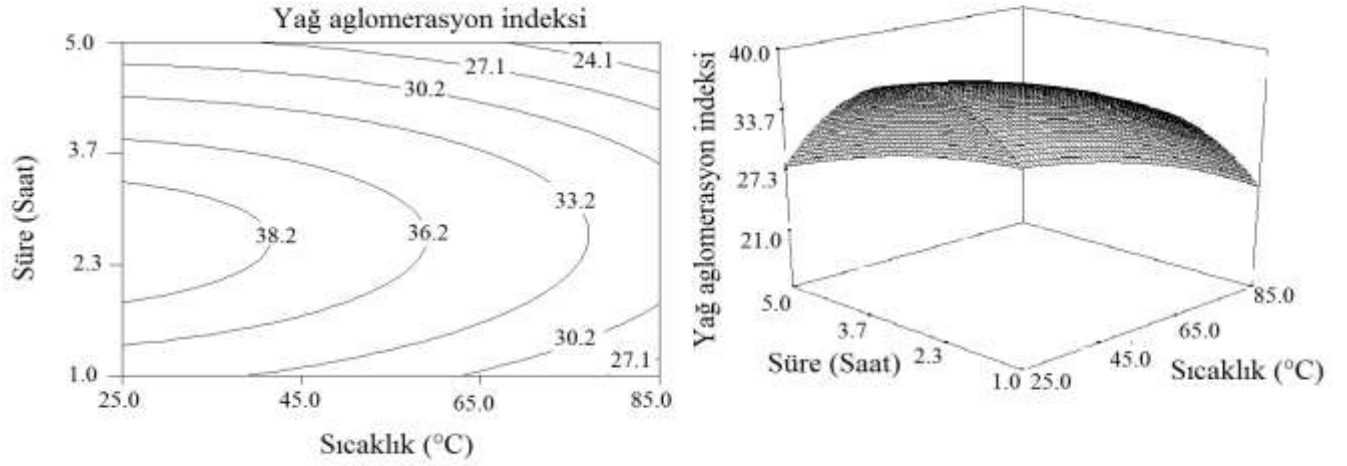
Dondurma örneklerinin yağ aglomerasyon indeksine ilişkin varyans analizi (Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	295.99	5	59.20	9.84	0.0229
A-Sıcaklık	85.43	1	85.43	14.20	0.0196
B-Süre	45.87	1	45.87	7.62	0.0508
AB	0.63	1	0.63	0.11	0.7621

A ²	4.35	1	4.35	0.72	0.4432
B ²	146.73	1	146.73	24.39	0.0078

Dondurma örneklerinin yağ aglomerasyon indeksi değerlerinden elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9248 olarak belirlenmiştir (Çizelge 63). Uygulanan model 0.05 anlam seviyesinde önemli bulunmuştur. Çizelgeki F değerleri incelendiğinde erime süresine etkili olan parametrenin sıcaklık ($P<0.05$) ve sürenin kuadratik etkisinin ($P<0.01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Şekil 76'da gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin yağ aglomerasyon indeksi üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır.

$$\text{Yağ aglomerasyon indeksi} = +26.25299 + 0.021181 * \text{Sıcaklık} + 10.14812 * \text{Süre} + 662.5 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} - 151.6670 * \text{Sıcaklık}^2 - 1.98250 * \text{Süre}^2$$



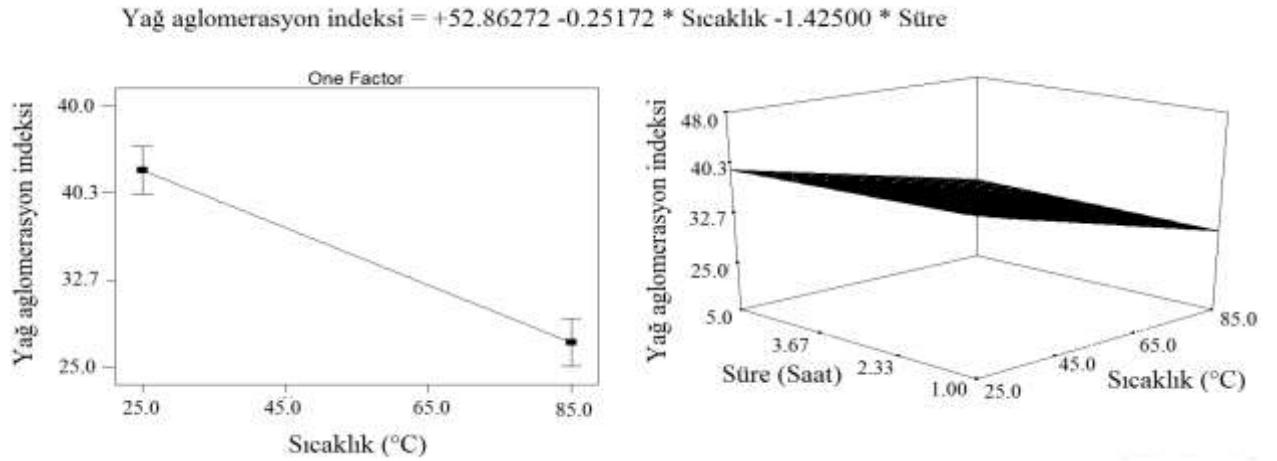
Şekil 76. Dondurma örneklerinin yağ aglomerasyon indeksi üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

Çizelge 64. Dondurma örneklerinin yağ aglomerasyon indeksine ilişkin varyans analizi (Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	390.90	2	195.45	33.26	0.0003
A-Sıcaklık	342.17	1	342.17	58.22	0.0001

B-Süre	48.74	1	48.74	8.29	0.0237
--------	-------	---	-------	------	--------

Dondurma örneklerinin yağ aglomerasyon indeksine ilişkin sonuçlara lineer model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9048 olarak belirlenmiştir (Çizelge 64). Uygulanan model 0.01 anlam seviyesinde önemli bulunmuştur. Çizelgeki F değerleri incelendiğinde yağ aglomerasyon indeksine etkili olan parametrenin sıcaklık ($P<0.01$) ve sürenin ($P<0.01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Şekil 77’de gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin yağ aglomerasyon indeksi üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır.



Şekil 77. Dondurma örneklerinin yağ aglomerasyon indeksi üzerine sıcaklık ve sürenin etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi (Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurmalar için)

4.13. Dondurma Mikslerinin Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

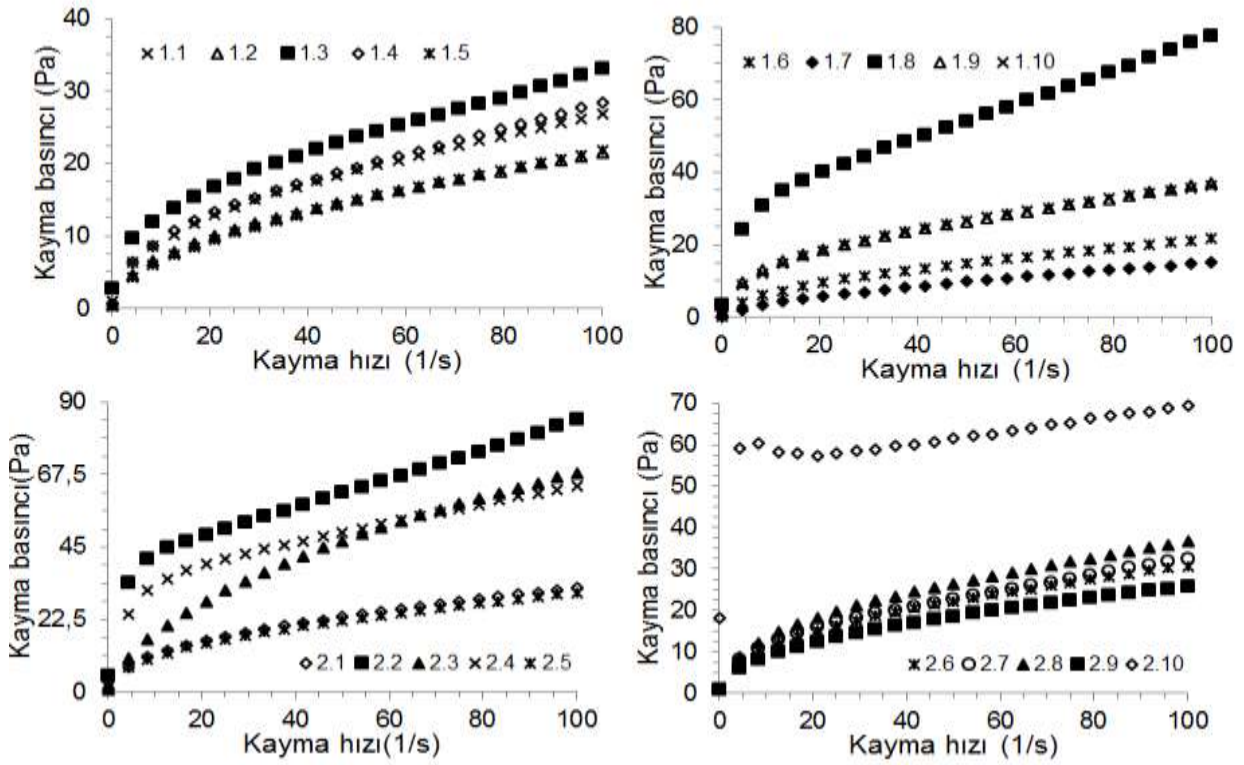
4.13.1. Dondurma Mikslerinin Steady Shear (Yatışkan kesme) Akış Davranış Özelliklerinin (Parametrelerinin) Belirlenmesi

Dondurma mikslerinin yatışkan kesme özellikleri kesme kontrollü ve peltier sistemli bir reometre (Anton Paar, MCR 302, Austria) kullanılarak belirlenmiştir. Bu kapsamda farklı koşullarda ekstrakte edilen gamlardan elde edilen dondurma miksleri 4°C’de 0.1-100 s⁻¹ kesme aralığında analize tabi tutulmuştur. Prob olarak paralel-plaka konfigürasyonu kullanılmış ve ölçüm aralığı 0.5 mm olarak belirlenmiştir.

Kesme aralığında 10 sn aralıklarla toplam 25 data alınmıştır. Her bir örnekten en az 3'er ölçüm alınmıştır. Elde edilen dataların determinasyon katsayısı (R^2), kıvam katsayısı (K) ve akış davranış özelliklerini (n) belirlemek amacıyla Ostwald-de Waele modeli kullanılmıştır.

Ostwald de Waele model: $\tau = K \dot{\gamma}^n$

Burada τ kayma gerilimi (Pa), K kıvam katsayısı (Pa s^n), $\dot{\gamma}$ kayma hızı (s^{-1}) ve n akış davranış indeksidir.



Şekil 78. Genç ve yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen miksların kayma hızına karşı kayma basıncı grafikleri

Şekil 78'de genç ve yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen miksların kayma hızına karşı kayma basıncı grafikleri yer almaktadır. Elde edilen grafik incelendiğinde örneklerin Non-newtonian akış gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 65'te ise dondurma mikslarının sabit kesme özelliklerine ilişkin parametreler yer almaktadır. Örneklerin R^2 değerlerinin 0.89'dan daha büyük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle seçilen modelle elde

edilen parametrelerin uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir. η değerleri incelendiğinde ise dondurma mikslarının hepsinin kesme inceliği özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 65.

Dondurma miksi örneklerinin sabit kesme özellikleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)	$K (Pa.s^n)$	η	R^2
1.1	25	1	3,1758	0,4609	0,9998
1.2	25	3	2,2513	0,4877	0,9998
1.3	25	5	4,8429	0,4151	0,9971
1.4	55	1	2,9741	0,4846	0,9986
1.5	55	3	1,9314	0,5235	0,9998
1.6	55	3	1,9314	0,5235	0,9998
1.7	55	5	2,2952	0,5208	0,9798
1.8	85	1	11,8384	0,4003	0,9935
1.9	85	3	4,9202	0,4337	0,9988
1.10	85	5	4,7927	0,4394	0,9998
2.1	25	1	3,9713	0,4529	0,9996
2.2	25	3	18,4352	0,3191	0,9891
2.3	25	5	5,0511	0,5665	0,9997
2.4	55	1	15,8750	0,2958	0,9932
2.5	55	3	3,7537	0,4496	0,9996
2.6	55	3	3,7537	0,4496	0,9996
2.7	55	5	4,2664	0,4300	0,9993
2.8	85	1	4,6403	0,4463	0,9995
2.9	85	3	3,0151	0,4646	0,9998
2.10	85	5	41,3219	0,1095	0,8921

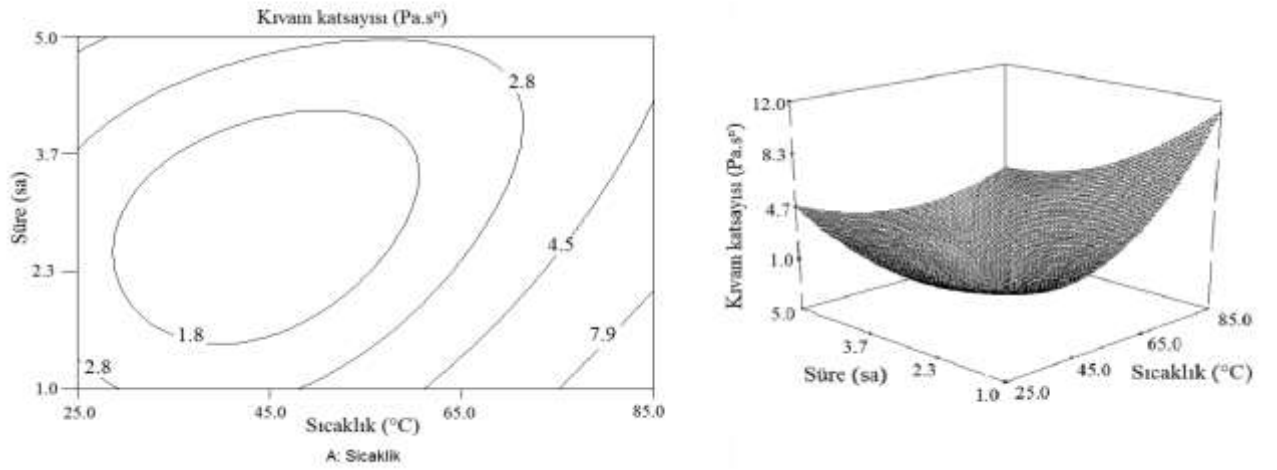
Çizelge 66.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurma mikslarının kıvam katsayılarına ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	76.87	6	12.81	13.57	0.0281
A-Sıcaklık	20.98	1	20.98	22.22	0.0181
B-Süre	0.23	1	0.23	0.24	0.6551
Sıcaklık-Süre	19.25	1	19.25	20.40	0.0203
A ²	17.21	1	17.21	18.23	0.0236
B ²	7.27	1	7.27	7.70	0.0693
A ² B	1.39	1	1.39	1.47	0.3118

Dondurma örneklerinin kıvam katsayısından elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9645 olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda model 0.05 anlam seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 66). Çizelgeki F değerleri incelendiğinde kıvam katsayısına en etkili olan parametrenin sıcaklığın ekili olduğu bunu sırasıyla sıcaklık ve sürenin etkisi ve sıcaklığın kuadratik etkisinin etkili olduğu belirlenmiştir. Şekil 79'da gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslere kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır.

$$K = +1.40 + 1.87 * \text{Sıcaklık} - 0.34 * \text{Süre} - 2.19 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 2.72 * \text{Sıcaklık}^2 + 1.76 * \text{Süre}^2 - 1.02 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre}$$



Şekil 79. Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslere kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi

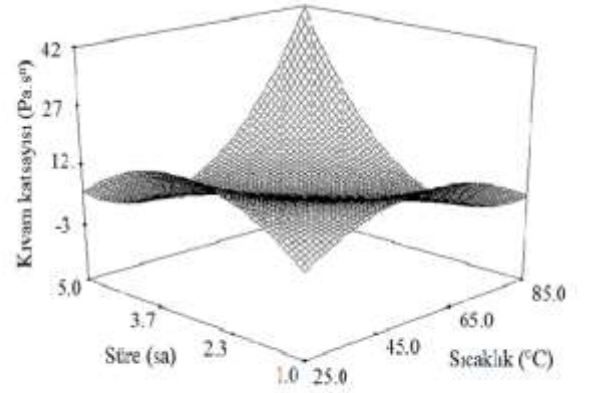
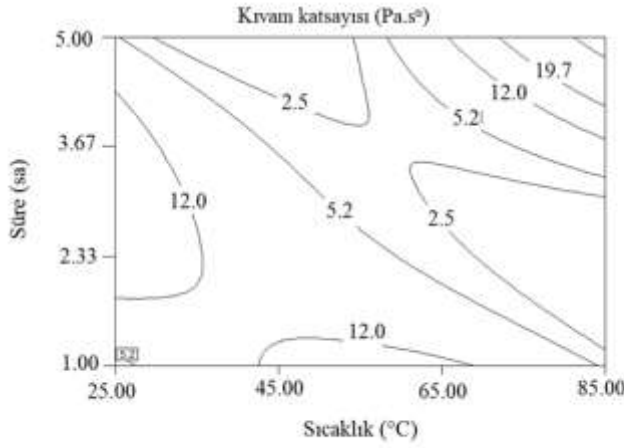
Çizelge 67.

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurma mikslere kıvam katsayılarına ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	1334.86	7	190.69	47.46	0.0208
A-Sıcaklık	112.50	1	112.50	28.00	0.0339
B-Süre	60.50	1	60.50	15.06	0.0605
AB	306.25	1	306.25	76.22	0.0129
A ²	66.96	1	66.96	16.67	0.0551
B ²	44.30	1	44.30	11.03	0.0800
A ² B	310.08	1	310.08	77.18	0.0127
AB ²	374.08	1	374.08	93.11	0.0106

Dondurma örneklerinin kıvam katsayısından elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9940 olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda model 0.05 anlam seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 67). Çizelgeki F değerleri incelendiğinde kıvam katsayısına en etkili olan parametrenin sıcaklık ile sürenin kuadratik etkisinin interaksiyonu olduğu bunu sırasıyla sıcaklık ve sürenin interaksiyonu, sıcaklık ile sürenin kuadratik etkisinin interaksiyonu ve sıcaklığın etkili olduğu belirlenmiştir. Şekil 80’de gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır.

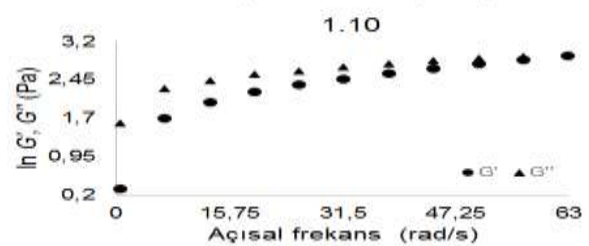
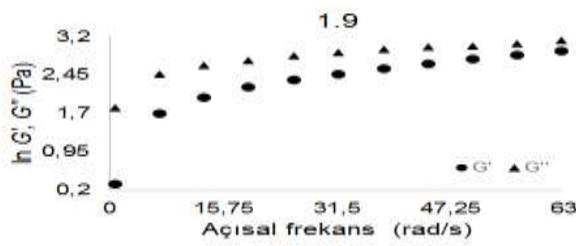
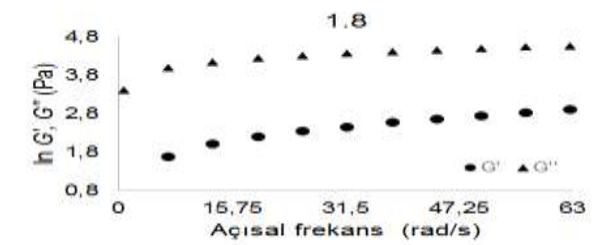
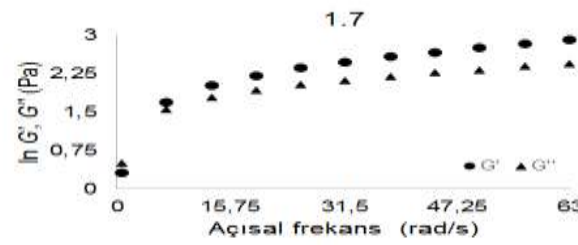
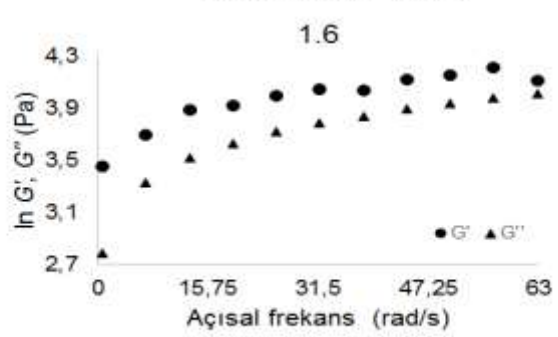
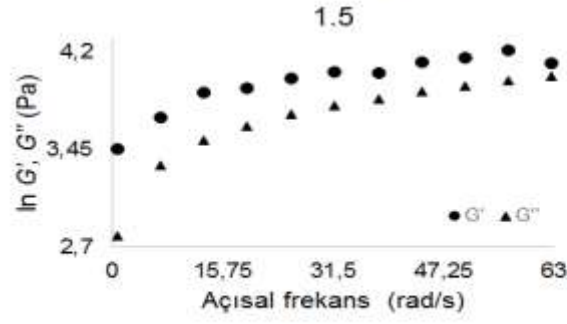
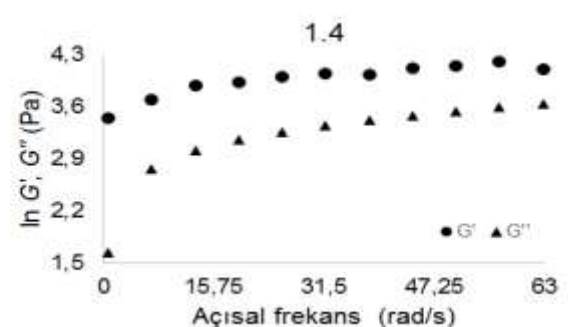
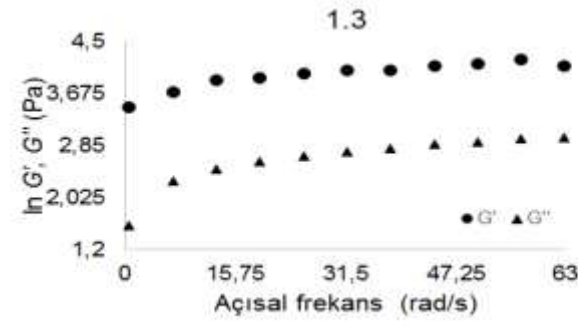
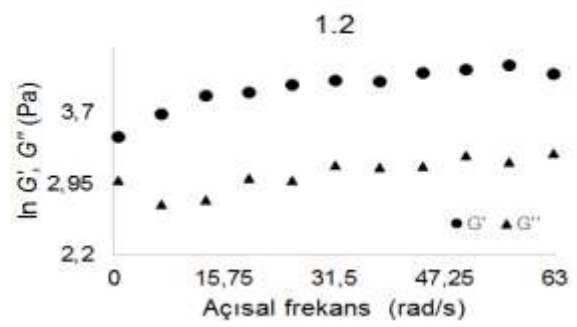
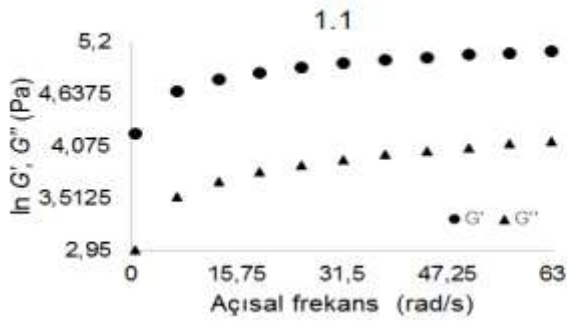
$$K = -68.03571 + 2.70982 * \text{Sıcaklık} + 54.38442 * \text{Süre} - 1.62361 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} - 0.019464 * \text{Sıcaklık}^2 - 6.58780 * \text{Süre}^2 + 8.47 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} + 0.13958 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$

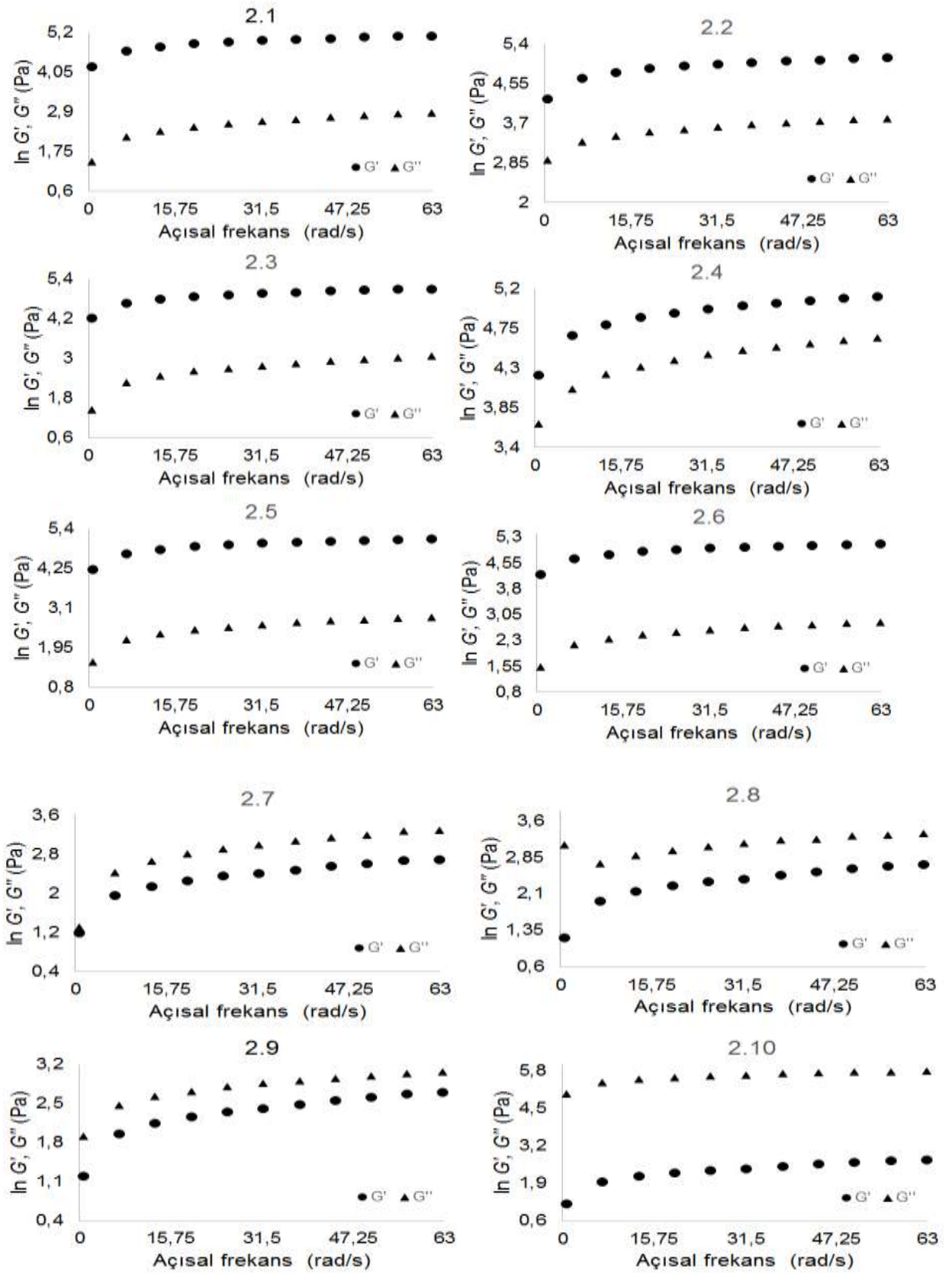


Şekil 80. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi

4.13.2. Dondurma mikslarının Dynamic Shear (Dinamik titreşimli kayma) Akış Davranış Özelliklerinin (Parametrelerinin) Belirlenmesi

Genç ve yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* bitkilerinden elde edilen gamlardan üretilen miksların açısal frekansa karşı elastik ve viskoz modül grafikleri şekil 81’de yer almaktadır.





Şekil 81. Genç ve yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen miksellerin açısal frekansa karşı elastic ve viskoz modül değerleri



Çizelge 68’de Power-law modelden elde edilen veriler yer almaktadır. Determinasyon katsayısı değerleri incelendiğinde bu değerlerin tümünün 0,95’ten daha büyük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen modelin η' ve η'' değerlerinin 1’den küçük olduğundan dolayı kesme incelmesi özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 68.
Dondurma mikslarının Power-law model parametreleri

Örnek İsmi	$G'=K'(\omega)^{\eta'}$			$G''=K''(\omega)^{\eta''}$			$\eta^*=K^*(\omega)^{n^*-1}$		
	K'	η'	R^2	K''	η''	R^2	K^*	η^*	R^2
1.1	104,9922	0,1972	0,9996	33,6206	0,2681	0,9941	76,1705	1,2042	0,9995
1.2	42,7174	0,1764	0,9723	19,0389	0,0969	0,9537	34,7144	1,1636	0,9609
1.3	18,3874	0,3323	0,9995	15,9352	0,0968	0,9653	11,6528	1,3279	0,9995
1.4	76,0631	0,2236	0,9975	4,3253	0,4162	0,9981	9,0478	1,3821	0,9993
1.5	14,8824	0,4175	0,9987	8,8552	0,3103	0,9987	52,8692	1,2322	0,9978
1.6	14,8824	0,4175	0,9987	8,8552	0,3103	0,9987	52,8692	1,2322	0,9978
1.7	4,7876	0,5740	0,9983	21,552	0,2945	0,9979	2,7087	0,4931	0,9999
1.8	167,0721	0,1958	0,9986	53,0399	0,2503	0,9977	121,5282	1,2011	0,9986
1.9	18,2804	0,3858	0,9984	11,2867	0,2910	0,9972	11,0441	1,3626	0,9986
1.10	14,2229	0,3817	0,9986	8,9575	0,3057	0,9978	8,6443	1,3620	0,9993
2.1	12,9755	0,3872	0,9990	8,2692	0,3221	0,9984	7,8231	1,3692	0,9995
2.2	13,6119	0,4034	0,9992	27,0952	0,2075	0,9948	45,9272	1,2421	0,9998
2.3	66,2954	0,2476	0,9996	9,0505	0,3667	0,9980	7,9317	1,3931	0,9991
2.4	188,7681	0,1912	0,9984	91,5780	0,5508	0,9951	119,8256	1,2146	0,9993
2.5	14,4229	0,3621	0,9996	10,5854	0,6677	0,9996	8,8028	1,3470	0,9998
2.6	14,4229	0,3621	0,9996	10,5854	0,6677	0,9996	8,8028	1,3470	0,9998
2.7	10,3021	0,4177	0,9987	6,6292	0,3417	0,9965	20,3473	1,2652	0,9891
2.8	14,8783	0,3025	0,9917	13,7938	0,1880	0,6870	30,7723	1,2401	0,9890
2.9	26,5622	0,2762	0,9994	11,4935	0,2635	0,9984	17,4612	1,2746	0,9993
2.10	440,5241	0,1981	0,9998	154,0669	0,1780	0,9994	13,7071	0,2979	0,9999

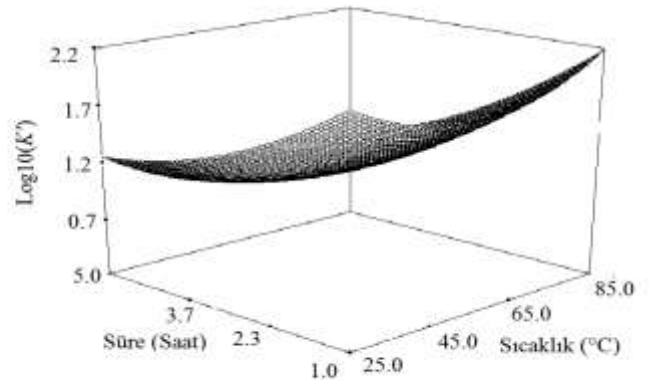
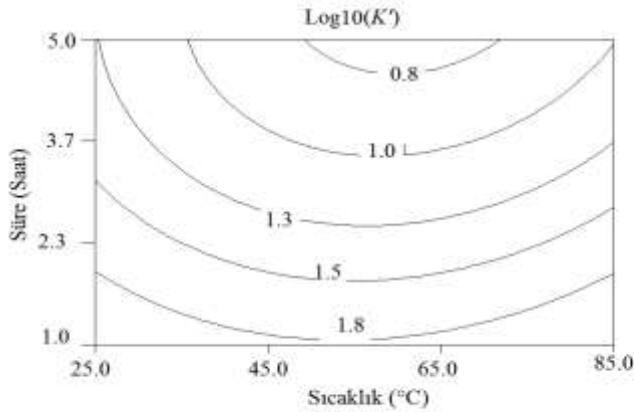
Çizelge 69.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurma mikslerin K' değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	1.96	5	0.39	17.03	0.0084
A-Sıcaklık	0.013	1	0.013	0.56	0.4952
B-Süre	1.53	1	1.53	66.57	0.0012
AB	0.025	1	0.025	1.07	0.3598
A ²	0.27	1	0.27	11.56	0.0273
B ²	0.068	1	0.068	2.98	0.1592

Dondurma örneklerinin K' değerlerinden elde edilen sonuçlara kuadratik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9551 olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda modelin 0.01 önem seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 69). Çizelgeki F değerleri incelendiğinde K' değerine en etkili olan parametrenin süre ($P<0.01$) ve sıcaklığın kuadratik etkisi ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Şekil 82'de gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır.

$$\text{Log}_{10}(K') = +3.28680 - 0.038856 * \text{Sıcaklık} - 0.43761 * \text{Süre} - 13.0499 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 37.4773 * \text{Sıcaklık}^2 + 0.042834 * \text{Süre}^2$$



Şekil 82. Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi

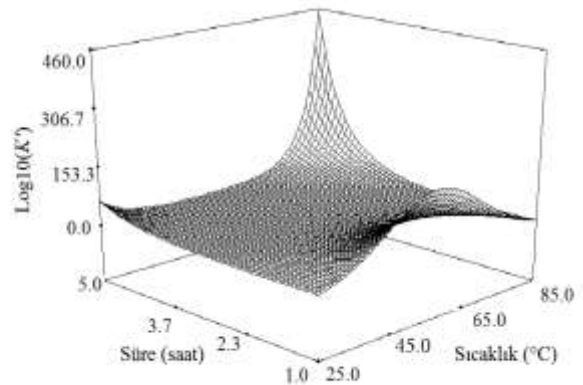
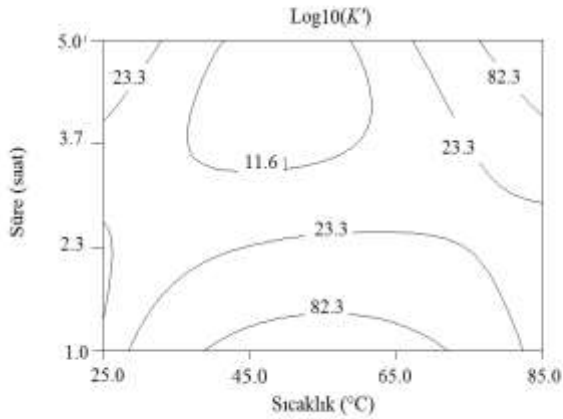
Çizelge 70.

Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurma mikslerin K' değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	2.87	7	0.41	240.34	0.0041
A-Sıcaklık	0.042	1	0.042	24.67	0.0382
B-Süre	0.80	1	0.80	466.19	0.0021
AB	0.15	1	0.15	85.09	0.0115
A ²	0.013	1	0.013	7.86	0.1071
B ²	0.46	1	0.46	266.34	0.0037
A ² B	1.84	1	1.84	1079.18	0.0009
AB ²	7.5320	1	7.5320	4.41	0.1706

Dondurma örneklerinin K' elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9988 olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda modelin 0.01 önem seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 70). Çizelgeki F değerleri incelendiğinde K' değerine en etkili olan parametrelerin sıcaklık ($P<0.05$), süre ($P <0.01$), sıcaklık ile sürenin interaksiyonu ($P<0.05$), sürenin kuadratik etkisi ($P<0.01$) ve süre ile sıcaklığın kuadratik etkisinin interaksiyonunun ($P <0.01$) önemli olduğu tespit edilmiştir. Şekil 83'te gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin K' değerleri üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır.

$$\text{Log}_{10}(K') = +1.18 + 0.15 * \text{Sıcaklık} - 0.63 * \text{Süre} + 0.19 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 0.076 * \text{Sıcaklık}^2 + 0.44 * \text{Süre}^2 + 1.18 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} + 0.075 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 83. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin K' üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi

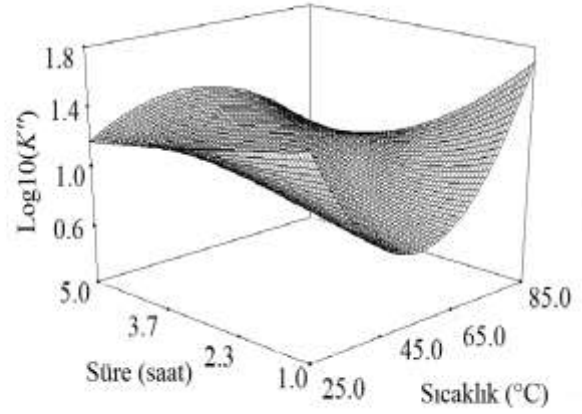
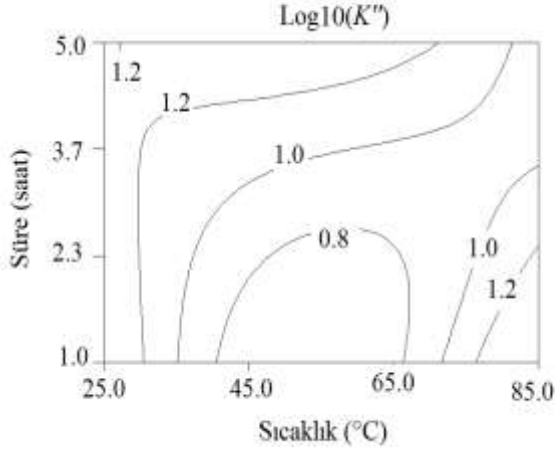
Çizelge 71.

Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurma mikslerin K'' değerine ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.91	7	0.13	20.75	0.0467
A-Sıcaklık	0.026	1	0.026	4.13	0.1793
B-Süre	0.24	1	0.24	38.98	0.0247
AB	0.050	1	0.050	8.04	0.1051
A ²	0.21	1	0.21	34.38	0.0279
B ²	0.035	1	0.035	5.56	0.1424
A ² B	0.52	1	0.52	82.88	0.0119
AB ²	0.013	1	0.013	2.15	0.2800

Dondurma örneklerinin K'' değerinden elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9864 olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda modelin 0.05 anlam seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 71). Çizelgeki F değerleri incelendiğinde K'' değerine en etkili olan parametrenin süre ($P<0.05$), sıcaklığın kuadratik etkisi ($P <0.05$) ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksyonu olduğu belirlenmiştir. Şekil 84'te genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarının ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin K'' değerleri üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi yer almaktadır.

$$\text{Log}_{10}(K'') = +0.90 - 0.11 * \text{Sıcaklık} + 0.35 * \text{Süre} - 0.11 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} + 0.30 * \text{Süre}^2 + 0.12 * \text{Süre}^2 - 0.62 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} + 0.10 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$



Şekil 84. Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin K'' üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi

Çizelge 72.

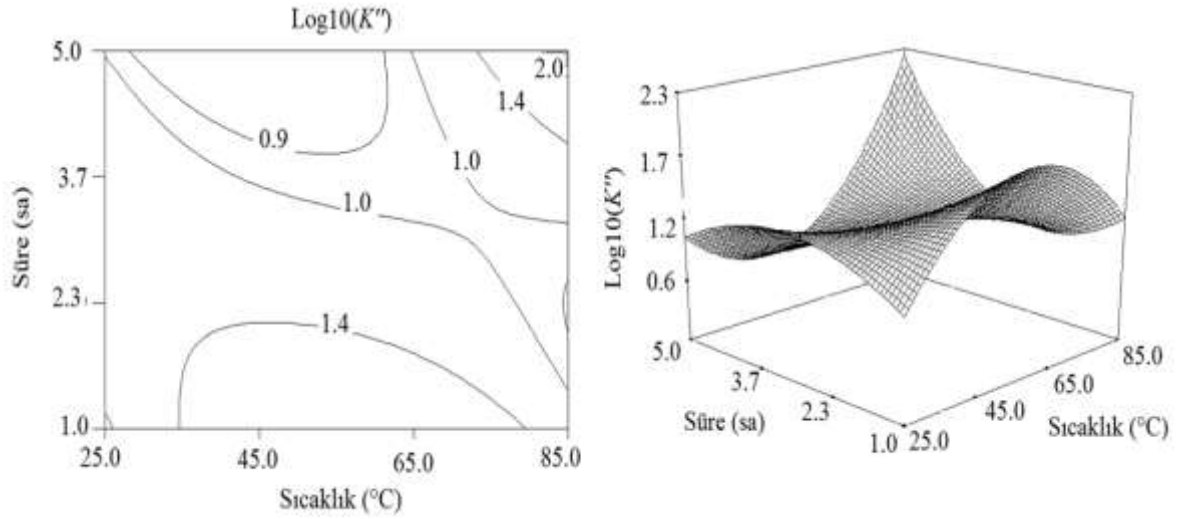
Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen dondurma mikslerin K'' değerine ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	1.89	7	0.27	9.64	0.0972
A-Sıcaklık	0.069	1	0.069	2.47	0.2566
B-Süre	0.65	1	0.65	23.25	0.0404
AB	0.25	1	0.25	9.01	0.0954
A ²	4,3080	1	4,3080	0.15	0.7332
B ²	0.083	1	0.083	2.96	0.2277
A ² B	0.95	1	0.95	33.79	0.0283
AB ²	0.40	1	0.40	14.30	0.0633

Dondurma örneklerinin K'' ifadesinden elde edilen sonuçlara kübik model uygulanmış ve R^2 (determinasyon katsayısı) değeri 0.9712 olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen değerler çizelgede yer almaktadır (Çizelge 72). Çizelgeki F değerleri incelendiğinde K'' değerine en etkili olan parametrenin süre olduğu belirlenmiştir. Şekil 85'te

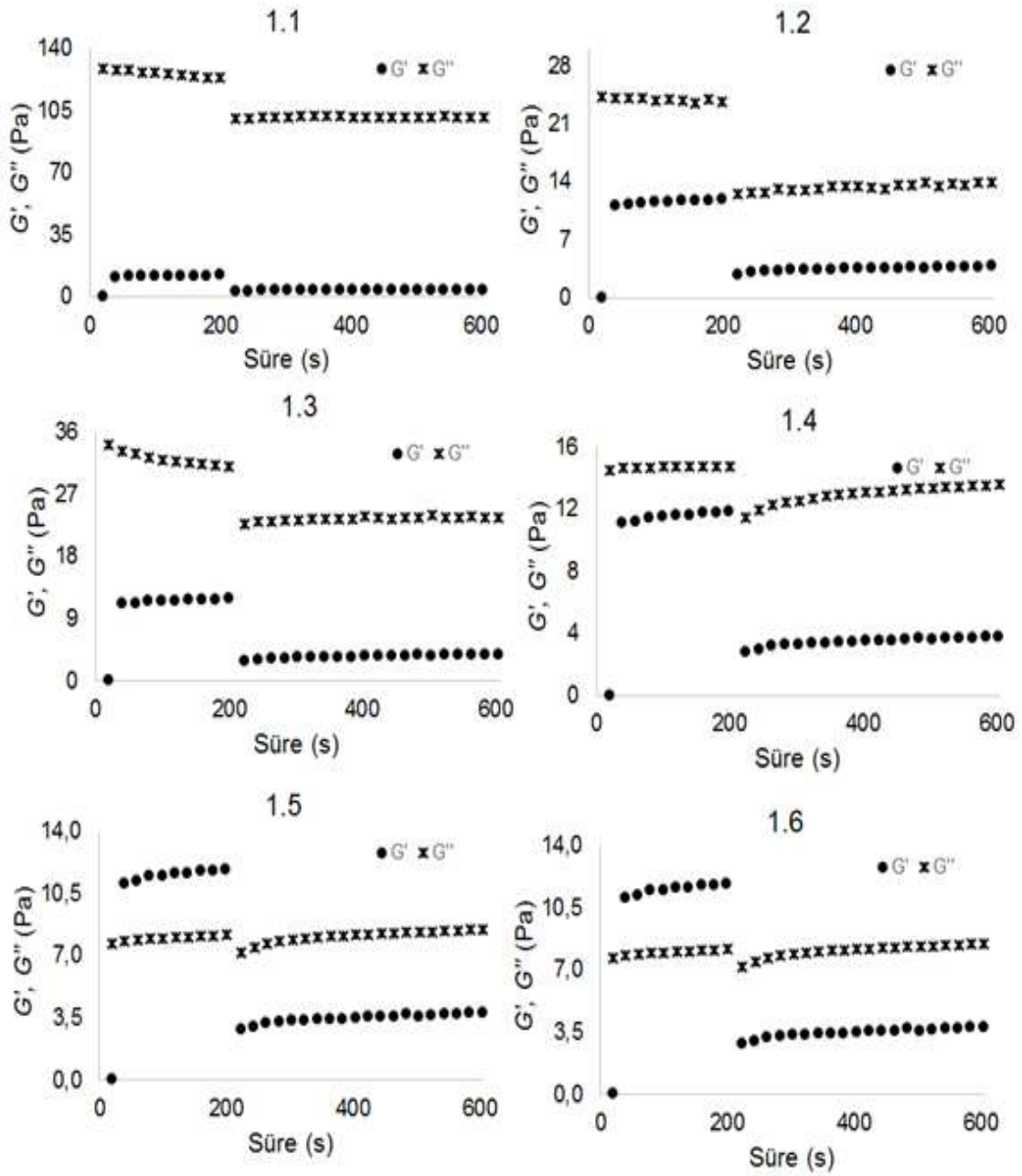
yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin K'' üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi verilmiştir.

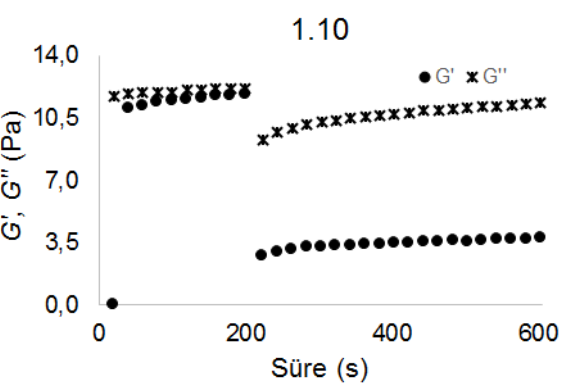
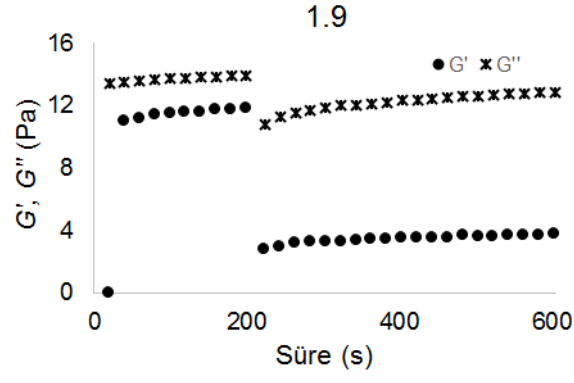
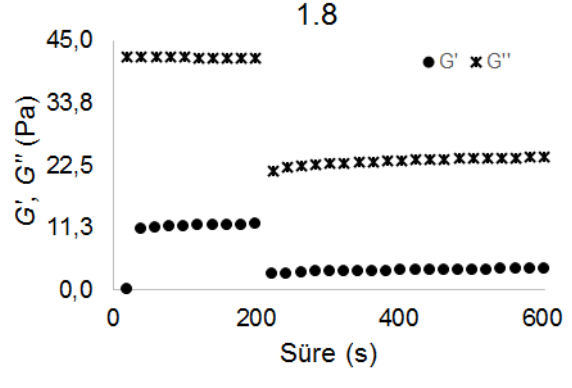
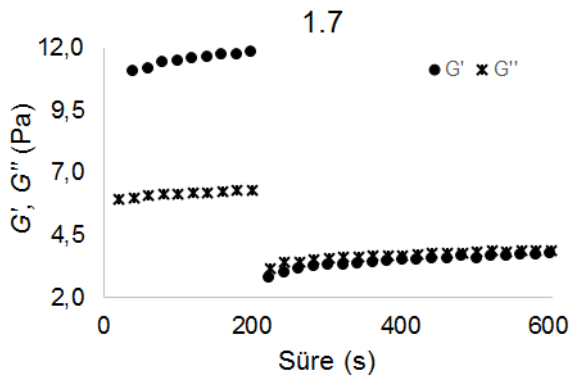
$$\text{Log}_{10}(K'') = -2.94527 + 0.17184 * \text{Sıcaklık} + 2.12847 * \text{Süre} - 0.074824 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre} - 1.35.867 * \text{Sıcaklık}^2 - 0.20445 * \text{Süre}^2 + 46.8805 * \text{Sıcaklık}^2 * \text{Süre} + 457.475 * \text{Sıcaklık} * \text{Süre}^2$$

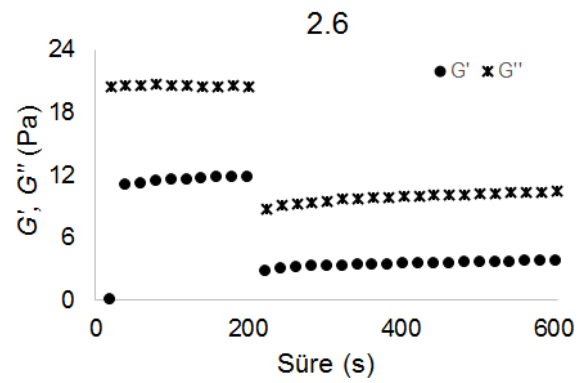
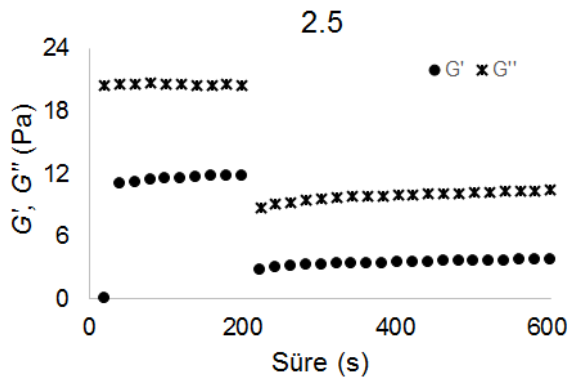
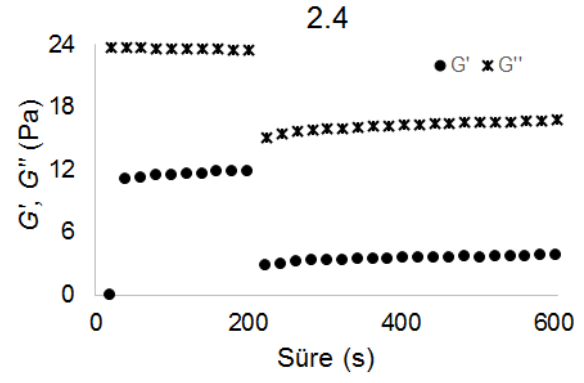
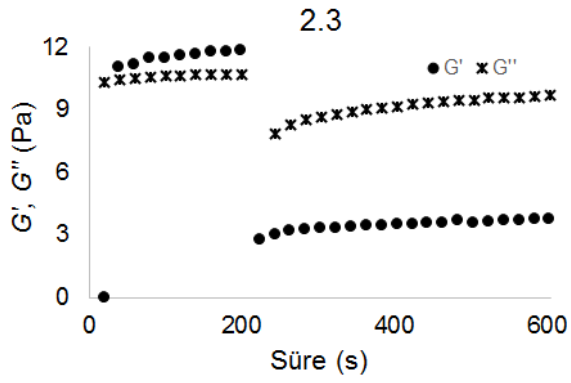
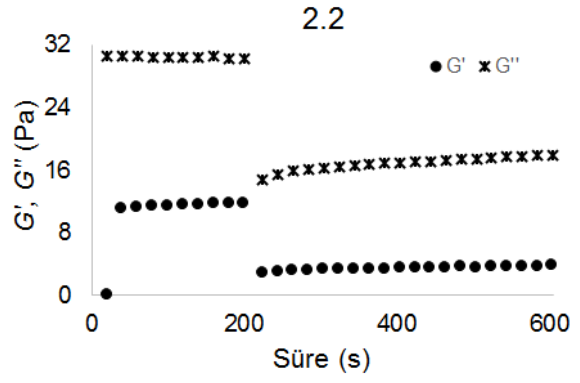
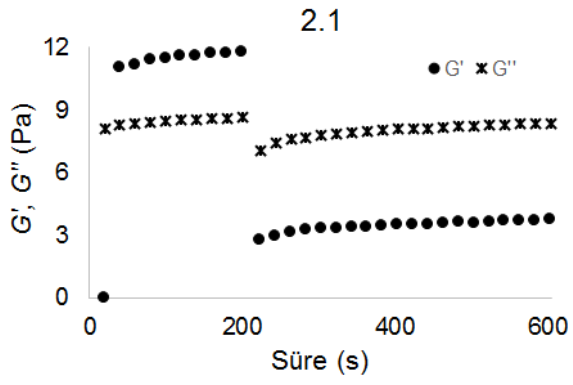


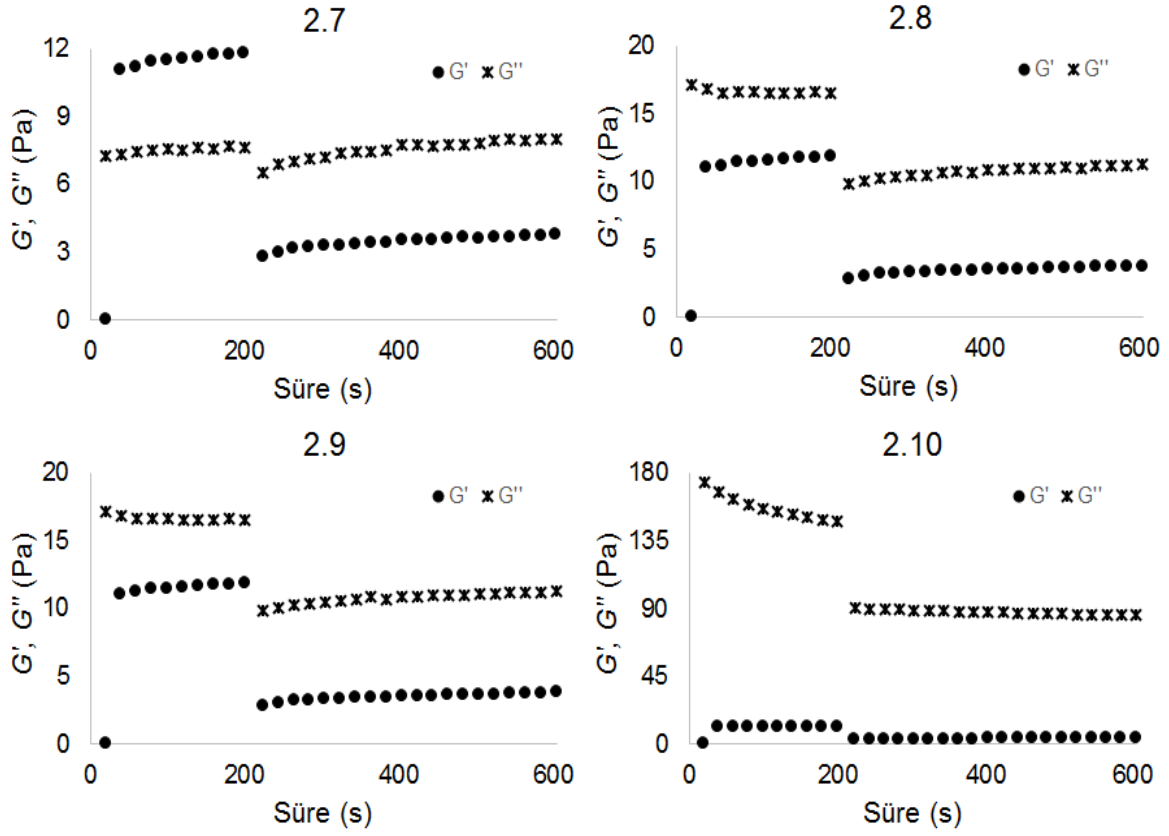
Şekil 85. Yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* gamların ekstraksiyon sıcaklık ve süresinin mikslerin K'' üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi

4.13.3. Dondurma mikslarının 3 Zamanlı Tikotropik Test (3ITT) Uygulayarak Deformasyon ve İyileşme (Toparlanma) Özelliklerinin (Parametrelerinin) Belirlenmesi









Şekil 86. Genç ve yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarından üretilen gamlar kullanılarak üretilen dondurma mikslерinin zamana karşı G' ve G'' değеrleri

Çizelge 73.

Genç ve yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarından üretilen gamlar kullanılarak üretilen dondurma mikslерinin G_o , G_i , G_e , K ve R^2 değеrleri

Örnek ismi	G_o	G_i	G_e	K	R^2
1.1	333,4502	428,5000	352,5000	0,0001	0,8767
1.2	30,5005	75,7000	36,6333	0,0218	0,8561
1.3	87,4514	134,0000	93,9333	0,0174	0,8836
1.4	20,5752	30,0000	26,4667	0,0226	0,9782
1.5	9,8343	12,2467	12,2700	0,0168	0,9584
1.6	9,8343	12,2467	12,2700	0,0168	0,9584
1.7	2,8210	11,8000	3,7633	0,0099	0,9530
1.8	43,2284	120,75	59,3000	0,0149	0,9527
1.9	15,4433	26,6333	22,4000	0,0194	0,9717
1.10	14,0650	22,4000	20,0333	0,0173	0,9687
2.1	10,9812	14,1000	14,3667	0,0001	0,9253

2.2	23,9419	79,6667	32,1233	0,0001	0,9476
2.3	15,2485	17,0333	14,6667	0,0001	0,9355
2.4	31,1998	58,1333	34,9333	0,0001	0,9279
2.5	17,3284	60,4500	21,6500	0,0001	0,9215
2.6	17,3284	60,4500	21,6500	0,0001	0,9215
2.7	9,7375	12,7333	13,0333	0,0001	0,9430
2.8	18,9067	40,5000	22,8667	0,0001	0,9291
2.9	7,9851	25,4250	18,7750	0,0178	0,9703
2.10	5,5624	357,6670	16,6235	0.0001	0,9229

Dondurma miksi örneklerinin G' ve G'' değerlerinin süreye bağlı olarak değişimi Şekil 85'te yer almaktadır. 1.7 isimli örnek haricinde örneklerin tümü 3. intervalde G'' değerleri G' değerlerinden daha büyüktür. Bu nedenle örneklerin tümünün 3. intervalde vizkoz özelliklerinin elastik özellikleri baskıladığı sonucuna varılmıştır. 1.7 numaralı örnekte ise 3. intervalde G' eğrisi G'' eğrisiyle üst üste çakışmıştır. Bu nedenle bu örneğin 3. aralığında jelleşme noktası tespit edilmiştir. Çizelge 73'te İkinci derece yapısal modelden elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre örneğin G' değerleri ile süre arasındaki ilişkinin oldukça iyi olduğu belirlenmiştir ($R^2 > 0.85$). Genç bitkilerin *Salvia sclarea* gamlarından elde edilen mikslerin G_e değerleri incelendiğinde bu değerlerin (her ekstraksiyon sıcaklığı için ayrı ayrı düşünüldüğünde) süre arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Bu durum sürenin artışıyla birlikte örneklerin toparlanma miktarında azalma meydana geldiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde dondurma mikslerinin hazırlanması esnasında uygun ambalajlama materyali ve uygun proses şartlarının seçimi yapılarak yapısal kırılmanın önüne geçilebileceği düşünülmektedir. Öte yandan yüksek sıcaklıklarda süre arttıkça ekstrakte edilen gamların toparlanma özellikleri daha düşük olduğundan dolayı miks hazırlanmasında daha düşük sıcaklıklarda ekstrakte edilen gamlar kullanımı tercih edilmelidir. K , K' ve K'' değerlerine ilişkin optimizasyon sonuçları çizelge 74'te sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamlarla hazırlanan mikslerle minimum K değeri elde etmek için 57.64 °C'de 2.85 saat ekstraksiyona tabi tutulan



gamlar kullanılırken maksimum K değerliğe sahip olan miks eldesi için $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 1 saat ekstraksiyona tabi turulan gamlar kullanılmalıdır. Öte yandan, yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamlarla hazırlanan mikslere minimum K değeri elde etmek için $74.49\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 2.93 saat ekstraksiyona tabi turulan gamlar kullanılırken maksimum K değerliğe sahip olan miks eldesi için $84.46\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 5 saat ekstraksiyona tabi turulan gamlar kullanılmalıdır. Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamlarla hazırlanan mikslere minimum K' maksimum K'' değeri eldesi için $60.53\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 5 saat ekstraksiyona tabi turulan gamlar kullanılırken yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamlarla hazırlanan mikslere minimum K' maksimum K'' değeri eldesi için $51.59\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 4.26 saat ekstraksiyona tabi turulan gamlar kullanılmalıdır. Son olarak Genç bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamlarla hazırlanan mikslere minimum K'' maksimum K' değeri eldesi için 85°C 'de 1 saat ekstraksiyona tabi turulan gamlar kullanılırken yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamlarla hazırlanan mikslere minimum K'' maksimum K' değeri eldesi için $84.93\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 5 saat ekstraksiyona tabi tutulan gamlar kullanılmalıdır.

Çizelge 74.

Genç ve yaşlı bitkilerin *Salvia sclarea* tohumlarından elde edilen gamlarla hazırlanan mikslar K , K' ve K'' değerleri için maksimum ve minimum tahmini değerleri

	Genç bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamlarla hazırlanan mikslar				Yaşlı bitkilerin <i>Salvia sclarea</i> tohumlarından elde edilen gamlarla hazırlanan mikslar			
	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)	Maximum	Minimum	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)	Maximum	Minimum
K	57.64	2.85		1.6	74.49	2.93		0.456
K	85	1.0	11.6		84.46	5.0	1.625	
Maximum K'' / Minimum K'	60.53	5.0	1.16	0.796	51.59	4.26	1.253	0.935
Maximum K' / Minimum K''	85.0	1.0	2.186	1.160	84.93	5.00	2.644	1.253

Referanslar

- Altuğ, T. 2001, ‘‘Gıda Katkı Maddeleri, Meta Basım’’, İzmir.
- Abdullah, E.C., Salam, A.M., Aziz, A.R., 2010, ‘‘ Cohesiveness And Flowability Properties Of Silica Gel Powder’’. Physics International, 1(1), 16-21.
- Alloncle, M., Doublier, J. L.1991. ‘‘Viscoelastic properties of maize starch/hydrocolloid pastes and gels’’, Food Hydrocolloids, 5: 455-467.
- Amid, B.T., Mirhosseini, H. 2012. ‘‘ Optimisation Of Aqueous Extraction Of Gum From Durian (*Durio Zibethinus*) Seed: A Potential, Low Cost Source Of Hydrocolloid’’. Food Chemistry, 132, 1258-1268,.
- Amid, B.T ve Mirhosseini, A. 2012. ‘‘Optimization of aqueous extraction of gum from durian (*Durio zibethinus*) seed: A potential, low cost source of hydrocolloid’’, Food chemistry,132:1258-1268.
- Amin, A.M., Ahmad, A.S., Yin, Y.Y., Yahya, N., Ibrahim, N. 2012.’’ Extraction, Purification And Characterization Of Durian (*Durio Zibethinus*) Seed Gum’’. Food Hydrocolloids, 21(2), 273-279,
- Aoac, 2000. Official Methods Of Analysis (17th Ed.). Washington, D.C: Assn. Of Official Analytical Chemists.
- Ayerza, R. ve Coates, W., 2010. ‘‘Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.)’’, Industrial Crops and Products, 34: 1366–1371.
- Bayarri, S., Dolz, M., Hernandez, M. J. 2009. ‘‘Effect Of Carboxymethyl Cellulose Concentration On Rheological Behavior Of Milk And Aqueous Systems. A Creep And Recovery Study’’. Journal Of Applied Polymer Science, 114, 1626–1632.
- Bayrak, A. ve Akgul, A., 1987. ‘‘Composition of essential oils from Turkish *Salvia* species’’, Phytochemistry, 26: 846–847.
- Bayram E., Sönmez Ç. 2006. ‘‘Adaçayı Yetiştiriciliği’’. *E.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü* Yayın Bülteni No: 48. Issn 1300-3518, (2006)
- Benkovic, M., Srecec, S., Spoljaric, I., Mrsic, G., Bauman, I. 2012. ‘‘Flow Properties Of Commonly Used Food Powders And Their Mixtures’’. Food And Bioprocess Technology, İn Press, Doi: 10.1007/S11947-012-0925-3.
- Benkovic, M., Srecec, S., Spoljaric, I., Mrsic, G., Bauman, I. 2012. ‘‘Flow Properties Of Commonly Used Food Powders And Their Mixtures’’. Food And Bioprocess Technology, İn Press, Doi: 10.1007/S11947-012-0925-3.
- Benkovic, M., Bauman, I. 2009. ‘‘Flow Properties Of Commercial İnfant Formula Powders’’. World Academy Of Science And Technology, 54, 495-499.
- Bostan, A., Razavi, S.M.A. ve Farhoosh, R., 2010. ‘‘Optimization of hydrocolloid extraction from wild sage seeds (*Salvia macrosiphon*) using response surface methodology’’. International Journal of Food Properties, 13 (6):1380–1392.
- Bostan, A., Razavi, S.M.A., Farhoosh, R. 2012. ‘‘Optimization Of Hydrocolloid Extraction From Wild Sage Seed (*Salvia Macrosiphon*) Using Response Surface’’, International Journal Of Food Properties, İn Press. Doi: 10.1080/10942910903079242.



- Bruno, M., Moresi, M. 2004. "Viscoelastic Properties Of Bologna Sausages By Dynamic Methods". *Journal Of Food Engineering*, 63, 291–298.
- Bruno, M., M. Moresi. 2005. "Interrelationship Between The Transient Functions Of Bologna Using Friedrich And Heymann Theory". *Journal Of Texture Studies* 36(1), 1-24.
- Cancela, M.A., Alvarez, E., Maceiras, R. 2005. "Effects Of Temperature And Concentration On Carboxymethylcellulose With Sucrose Rheology", *Journal Of Food Engineering*, 71, 419-424.
- Capitani, M.I., Corzo-Rios, L. J., Chel-Guerrero, L.A., Betancur-Ancona, D.A., Nolasco, S.M. ve Tomás, M.C. 2015. "Rheological properties of aqueous dispersions of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage", *Journal of Food Engineering*. 149:70-77 .
- Carrubba, A., Torre, R., Piccaglia, R., Marotti, M., 2002. "Characterization of an Italian biotype of clary sage (*Salvia sclarea* L.) grown in a semi-arid Mediterranean environment", *Flavour and Fragrance Journal*, 17:191-194.
- Cengiz, E., Doğan, M. ve Karaman, S., 2013. "Characterization of rheological interactions of Gleditsia triacanthos gum with some hydrocolloids: Effect of hydration temperature", *Food Hydrocolloids*, 32:453-462.
- Chambon, F., Winter, H.H. 1987. "Linear Viscoelasticity At The Gel Point Of A Crosslinking Pdms With Imbalanced Stoichiometry". *Journal Of Rheology* 31(8), 683-697.
- Chaubey, M., Kapoor, P.V. 2001. "Structure Of Galactomannan From The Seeds Of Cassia *Angustifolia* Vahl". *Carbonhydrate Research*, 332, 439-444.
- Coates, W. 2011. "Whole and Ground Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds, Chia Oil Effects on Plasma Lipids and Fatty Acids". *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 37:309-315.
- Coffman, C.W., Garcia, V.V. 1977. "Functional Properties And Amino Acid Content Of A Protein Isolate From Mung Bean Flour". *Journal Of Food Technology*, 12, 473-484.
- Coppen, J.J.W. 1995. *Gums, Resins And Latexes Of Plant Origin*. Rome Fao, 142.
- Cotrell, J. F. L., Pass, G., Phillips, G. O. 1979. "Assesment Of Polysaccharides As Ice Cream Stabilizers". *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 30, 1085-1089.
- Cui, W., Mazza, G., Oomah, B.D., Biliaderis, C.G. 1996. "Optimization Of An Aqueous Extraction Process For Flaxseed Gum By Response Surface Methodology". *Lwt*, 27, 363-369,
- Cui, S. W., Mazza, G. ve Biliaderis, C. G., 1994. "Chemical Structure, Molecular Size Distributions, and Rheological Properties of Flaxseed Gum", *J. Agric. Food Chem*, 42:1891-1895.
- Cui, S. W., 2005. "Structural analysis of polysaccharides. Food carbonhydrates: Chemistry, physical properties and applications (1 edition)", <https://books.google.com.tr/books>, 1Mart 2015.
- Dakia, P.A., Blecker, C., Roberta, C., Watheleta, B., Paquota, M. 2008. "Composition And Physicochemical Properties Of Locust Bean Gum Extracted From Whole Seeds By Acid Or Water Dehulling Pre-Treatment". *Food Hydrocolloids*, 22, 807-818.



- Davis P.H., R.R. Mill ve Tan, K. 1988. "Flora of Turkey and The East Aegean Islands", Edinburg Univ. Press, Edinburg,10: 201-210.
- Derringer, G., Suich, R. 1980. "Simultaneous Optimization Of Several Response Variables". Journal Of Quality Technology, 12(4), 214–219.
- Diez-Sales, O., Dolz, M., Hernandez, M.J., Casanovas, A., Herraez. 2007." Rheological Characterization Of Chitosan Matrices: Influence Of Biopolymer Concentration". Journal Of Applied Polymer Science, 105, 2121–2128.
- Dolz, M., Hernandez, M.J., Delegido, J. 2008. "Creep And Recovery Experimental Investigation Of Low Oil Content Food Emulsions". Food Hydrocolloids, 22, 421-427.
- Farahnaky, A., Mesbahi, G. ve Majzoobi, M., 2013. "Effect of various salts and pH condition on rheological properties of Salvia macrosiphon hydrocolloid solutions", Journal Food Engineering, 116:782-788.
- Farahnaky, A., Bakhshizadeh-Shirazi, S., Mesbahi, G., Majzoobi, M., Rezvani, E. ve Schleining, G., 2013. "Ultrasound-assisted isolation of mucilaginous hydrocolloids from Salvia macrosiphon seeds and studying their functional properties", Innovative Food Science & Emerging Technologies, 20: 182-190.
- Ferry, J. D. 1980. "Viscoelastic Properties Of Polymers (Third Ed.)". New York: John Wiley And Sons, Inc.
- Fijan R., Šostar-Turk S., Lapasin R. 2007. "Rheological study of interactions between non-ionic surfactants and polysaccharide thickeners used in textile printing", Carbohydrate Polymers, 68: 708-717.
- Fiore, G., Nencini, C., Cavallo, F., Capasso, A., Bader, A., Giorgi, G. ve Micheli, L. 2006. "In vitro antiproliferative effect of six salvia species on human tumor cell lines",Phytother. Res., 20: 701–703.
- Fraternale, D., Giamperi, L., Bucchini, A., Ricci, D., Epifano, F., Genovese, S. ve Curini, M., 2005. "Composition and antifungal activity of essential oil of *Salvia sclarea* from Italy", Chem. Nat. Comp, 41: 604-606.
- Friedrich, C., Heymann, L. 1988. "Extension Of A Model For Crosslinking Polymer At The Gel Point". Journal Of Rheology 32(3), 235-241.
- Galla, N.R., Dubasi, G.R..2010. "Chemical And Functional Characterization Of Gum Karaya (*Sterculia Urens L.*) Seed Meal". Food Hydrocolloids, 24, 479-485.
- Giancone, T., E. Torrieri, P. D. Pierro, L. Mariniello, M. Moresi, R. Porta. 2008. "Role Of Constituents On The Network Formation Of Hydrocolloid Edible Films". Journal Of Food Engineering 89(2): 195-203.
- Giboreau,A., Cuvelier, G. ve Lunay, B., 1994. "Rheological behaviour of three biopolymer/water system, with emphasis on yield stress and viscoelasticproperties", Journal of Texture Studies, 25,119–137.Glicksman, M., Food Hydrocolloids. Crc Press,
- Glicksman, M. 1969. "Gum Technology İn The Food Industry", General Food Corporation Product Development Laboratories Corporate Research Department Tarrytown, New York.
- Goff, H. D., Jordan, W. K. 1989. "Action Of Emulsifiers İn Promoting Fat Destabilization During The Manufacture Of Ice Cream". Journal Of Dairy Science, 72, 18-29.



- Gong, H., Liu, M., Chen, J., Han, F., Gao, C., Zhang, B. 2012. "Synthesis And Characterization Of Carboxymethyl Guar Gum And Rheological Properties Of Its Solutions". *Carbohydrate Polymers*, 88, 1015-1022.
- Gunasekaran, S., Ak, M.M. 2010. "Dynamic Oscillatory Shear Testing Of Foods–Selected Applications", *Trends In Food Science & Technology*, 11, 115–127.
- Harrington, E. C.1965. "The Desirability Function". *Industrial Quality Control*, 21, 494–498.
- Hunter, J. S. 1959. "Determination Of Optimum Condition By Experimental Methods", *Industrial Quality Control*, 15, 6–15.
- Jones, D. A., ve Jordan, W. A. 1978. "Purification of tamarind gum", US patent, 4074043.
- Juliano, P., Muhunthan, B., Barbosa-Cánovas, G.V. 2006. "Flow And Shear Descriptors Of Preconsolidated Food Powders". *Journal Of Food Engineering*, 72, 157-166.
- Juszczak, L., Witczak, M., Fortuna, T., Banyś, A. 2004. "Rheological Properties Of Commercial Mustards", *Journal Of Food Engineering*, 63, 209-217.
- Kaur, A., Singh, G. And Kaur, H. 2000. "Studies On Use Of Emulsifiers And Hydrocolloids As Fat Replacers In Baked Products", *Journal Of Foods Science And Technology*, 37, 250- 255.
- Karazhiyan, H., Razavi, S.M.A., Phillips, G.O., Fang, Y., Al-Assaf, S. ve Nishinari, K., 2009. "Rheological properties of *Lepidium sativum* seed extract as a function of concentration, temperature and time", *Food Hydrocolloids*, 23:2062–2068.
- Koocheki, A., Mortazavi, S.A., Shahidi, F., Razavi, S.M.A., Kadkhodae, R. ve Milani, J.M., 2008. "Optimization of mucilage extraction from Qodume Shirazi seed using response surface methodology", *Journal of Food Process Engineering*, 33: 861–882.
- Koocheki, A., Kadkhodae, R., Mortazavi, S.A., Shahidi, F., Taherian, A.R. 2009. Influence Of *Alyssum Homolocarpum* Seed Gum On The Stability And Flow Properties Of O/W Emulsion Prepared By High Intensity Ultrasound. *Food Hydrocolloids*, 23, 2416-2424.
- Koocheki, A., Taherian, A.R., Bostan, A. 2012. Studies On The Steady Shear Flow Behaviour And Functional Properties Of *Lepidium Perfoliatum* Seed Gum, *Food Research International*, In Press. Doi: 10.1016/J.Foodres.2011.05.002.
- Laaman, T.R. 2011. *Hydrocolloids: Fifteen Practical Tips*. Blackwell Publishing Ltd. And Institute Of Food Technologists: *Hydrocolloids In Food Processing*.
- Lorenzo, G., Checmarev, G., Zaritzky, N., Califano, A. 2011. "Linear Viscoelastic Assessment Of Cold Gel-Like Emulsions Stabilized With Bovine Gelatin". *Lwt-Food Science And Technology*, 44, 457-464.
- Lu, Y. ve Foo, L.Y., 2002. "Polyphenolics of salvia", *Phytochemistry*, 59:117–140.
- Manconi, M., Mura, S., Manca, M.L., Fadda, A.M., Dolz, M., Hernandez, M.J., Casanovas, A., Diez-Sales, O. 2010. "Chitosomes As Drug Delivery Systems For C-Phycocyanin: Preparation And Characterization". *International Journal Of Pharmaceutics*, 392, 92-100.
- Martirosyan, D. M., 2009. "Functional Foods for Chronic Diseases", Volume 4: Obesity, Diabetes, Cardiovascular Disorders and AIDS", <https://books.google.com.tr>, 10 Mart 2015.



- Méndez-Velasco, Carlos, Douglas Goff, H. 2012. "Fat Structures As Affected By Unsaturated Or Saturated Monoglyceride And Their Effect On Ice Cream Structure, Texture And Stability". *International Dairy Journal*, 24, 33-39.
- Mirhosseini, H., Amid, B.T. 2012. "A Review Study On Chemical Composition And Molecular Structure Of Newly Plant Gum Exudates And Seed Gums", *Food Research International*, 46, 387-398.
- Mohammadzadeh, H., Koocheki, A., Kadkhodae, R., Razavi, S.M.A. 2013. "Physical and flow properties of D-limonene-in-water emulsions stabilized with whey protein concentrate and wild sage (*Salvia macrosiphon*) seed gum", *Food Research International*, 53:312-318.
- Moresi, M., Mancini, M., Bruno, M., Rancini, R. 2001. "Viscoelastic Properties Of Alginate Gels By Oscillatory Dynamic Tests". *Journal Of Texture Studies* 32(5 6), 375-396.
- Naczka, M. ve Shahidi, F., 2004. "Extraction and analysis of phenolics in food", *Journal of Chromatography*, 1054: 95-111.
- Opaliński, I., Chutkowski, M., Stasiak, M. 2012. Characterizing Moist Food-Powder Flowability Using A Jenike Shear-Tester. *Journal Of Food Engineering*, 108, 51-58.
- Peiretti, P. G. ve Gai, F., 2009. "Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth", *Animal Feed Science and Technology*, 148:267-275.
- Preedy, V. R., Watson, R. W. ve Patel, V. B. 2011. "Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention", <https://books.google.com.tr/books>, 1 Mart 2015.
- Rao, M.A., Tattiyakul, J. 1999. "Granule Size And Rheological Behavior Of Heated Tapioca Starch Dispersions", *Carbohydrate Polymers*, 38, 123-132.
- Razavi, S.M.A., Taheri, H., Quinchia, L.D. 2011. Steady Shear Flow Properties Of Wild Sage (*Salvia Macrosiphon*) Seed Gum As A Function Of Concentration And Temperature, *Food Hydrocolloids*, 25, 451- 458.
- Razavi, S.M.A., Bostan, A., Rahbari, R. 2010. "Computer Image Analysis And Physico-Mechanical Properties Of Wild Sage Seed (*Salvia Macrosiphon*)". *International Journal Of Food Properties*, 13(2), 308-316.
- Razavi, S. M. A., Taheri, H. ve Quinchia, L. A., 2011. "Steady shear flow properties of wild sage (*Salvia macrosiphon*) seed gum as a function of concentration and temperature", *Food Hydrocolloids*, 25:451- 458.
- Razavi, S. M. A., Taheri, H. ve Sanchez, R. 2011. "Viscoelastic characterization of wild sage (*Salvia macrosiphon*) seed gum as a function of concentration", *International Journal of Food Properties*, 25:451-45.
- Razavi, S. M. A., Moghaddam, M., Emadzadeh, B. ve Salehi, F., 2012. "Dilute solution properties of wild sage (*Salvia macrosiphon*) seed gum", *Food Hydrocolloids*, 29:205-210.
- Razavi, S. M. A., Taheri, H. ve Sanchez, R. 2012. "Viscoelastic characterization of wild sage (*Salvia macrosiphon*) seed gum as a function of concentration", *International Journal of Food Properties*, 29:205-210.



- Razavi, S. M. A., Cui, S. W., Guo, Q. ve Ding, H. 2014. "Some physicochemical properties of sage (*Salvia macrosiphon*) seed gum", *Food Hydrocolloids*, 35:453-462.
- Razavi, S. M. A., Amini, A. M. ve Zahedi, Y. 2015. "Characterisation of a new biodegradable edible film based on sage seed gum: Influence of plasticiser type and concentration". *Food Hydrocolloids*, 43:290-298.
- Rincon, F., Munoz, J., Ramirez, P., Galan, H. Ve Alfaro, C. 2014. "Physicochemical and rheological characterization of *Prosopis juliflora* seed gum aqueous dispersions", *Food Hydrocolloids*, 35:348-357.
- Robinson, G., Ross-Murphy, S.B., Morris, E.R., Viscosity-Molecular Weight Relationship, Intrinsic Chain Flexibility And Dynamic Solution Properties Of Guar Galactomannan. *Carbohydrate Research*, 107, 17-32.
- Sciarini, L.S., Maldonado, F., Ribotta, P.D., Pérez, G.T. ve León, A.E., 2009. "Chemical composition and functional properties of *Gleditsia triacanthos* gum", *Food Hydrocolloids*, 23:306-313.
- Schulz, H., Steuer, B., Kruger, W., Junghanns, W., Weinreich, B. 2001. "Schnelle Erfassung Von Qualitätsparametern In Rosmarinblättern (*Rosmarinus Officinalis* L.) Mittels Nah-Infrarospektroskopie". *Z. Fur Arzn. Gew. Pfl.*, 6, 79-84.
- Shah, R.B., Tawakkul, M.A., Khan, M.A. 2008. "Comparative Evaluation Of Flow For Pharmaceutical Powders And Granules", *Aaps Pharmaceutical Science And Technology*, 9(1), 250-258.
- Shi J, Yu J, Pohorly J, Young C, Bryan M. ve Wu Y., 2003. "Optimization of the extraction of polyphenols from grape seed meal by aqueous ethanol solution", *J. Food Agr. Environ.*, 1: 42-47.
- Silva, E. M., Souza, J. N. S., Rogez, H., Rees, J. F. and Larondelle, Y., 2007. "Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region", *Food Chemistry*, 101: 1012-1018.
- Tepe, B., Sokmen, M., Akbulut, H. A. ve Sokmen, A., 2006. "Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey", *Food Chemistry*, 95:200-204.
- Torres MD, Hallmark B. ve Wilson DI. 2014. "Effect of concentration on rheology of guar gum solutions", *Food Hydrocolloids*, 40:85-95.
- Tulukcu E, Sagdic O, Albayrak S, Ekici L. ve Yetim H. 2009. "Effect of collection time on biological activity of clary sage (*Salvia sclarea*)", *J Appl Bot Food Qual*, 83:44-9.
- Tulukcu E. 2010. "Bazi Tıbbi Bitki Tohumlarının Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi. 9. Tarla Bitkileri Kongresi", 12 -15 Eylül. Bursa.
- Tulukcu E., Yalcin, E., Ozturk, I. ve Sagdic O. 2012. "Changes in the fatty acid compositions and bioactivities of clary sage seeds depending on harvest year". *Industrial Crops and Products*, 39:69- 73.
- Tulukcu E., Kara, Y., Koçak, R. ve Koçak, A., 2014. "II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu", 23-25 Eylül 2014, Yalova.
- Williams, P.A., Philips, G.O. 2000. Introduction To Food Hydrocolloids. In G.O. Philips & P.A. Williams (Eds.). *Handbook Of Hydrocolloids* (Pp. 1-19). New York, Ny: Crc Press.



- Wu, Y., Cui, S.W., Tang, J., Gu, X. 2007. ‘‘Optimization of extraction process of crude polysaccharides from boat-fruited sterculia seeds by response surface methodology’’, *Food Chemistry*, 105, 1599-1605.
- Wu, Y., Cui, W., Eskin, N.A.M. ve Goff, H.D. 2009. ‘‘An investigation of four commercial galactomannans on their emulsion and rheological properties’’, *Food Research International*, 42 (8):1141–1146.
- Wu., W., Zhu, Y., Zhang, L., Yang, R. ve Zhou, Y. 2012. ‘‘Extraction, preliminary structural characterization, and antioxidant activities of polysaccharides from *Salvia miltiorrhiza* Bunge’’, *Carbohydrate Polymers*, 87: 1348–1353.
- Wu, Y., Ding, W., Jia, L., Wu, Q. H. Y., Ding, W., Jia, L. ve He Q. 2015. ‘‘The rheological properties of tara gum (*Caesalpinia spinosa*)’’, *Food Chemistry*, 168: 366–371.
- Yagoub, N.A.A ve Nur A.O.M., 2013, ‘‘The influence of thermal treatment on physical properties of guar gum’’, *International Journal of Innovations in Pharmaceutical Sciences*, 2(6):26-31.
- Yeşilada E, Honda G. ve Sezik E., 1993. ‘‘Traditional medicine in Turkey IV, Folk medicine in Mediterranean Subdivision’’. *J. Ethnopharmacol*, 39:31-38.
- Yousefi A. R., Razavi, S. M. A ve Khodabakhsh Aghdam, S. H., 2014. ‘‘Influence of temperature, mono- and divalent cations on dilute solution properties of sage seed gum’’, *International Journal of Biological Macromolecules*, 67:246-253.
- Zhong, L., Oostrom, M., Truex, M.J., Vermeul, V.R. ve Szecsody, J.E. 2013. ‘‘Rheological behavior of xanthan gum solution related to shear thinning fluid delivery for subsurface remediation’’, *J. Hazard. Mater.*, 244-245:160-170.

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Doç. Dr. MUSTAFA TAHSİN YILMAZ
Proje No:	1120533
Proje Başlığı:	Türkiyede Ticari Olarak Yetiştirilen Farklı Türdeki Adaçayı Tohumlarından Optimum Koşullarda Endüstriyel Ölçekte Gam Üretimi ve Bu Gamların Fizikokimyasal, Kompozisyonel, Konformasyonel, Mikroyapısal, Teknolojik ve Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi
Proje Türü:	3501 - Kariyer
Proje Süresi:	30
Araştırmacılar:	ERAY TULUKCU, OSMAN SAĞDIÇ
Danışmanlar:	MUHAMMET ARICI, HASAN YETİM
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	YILDIZ TEKNİK Ü. KİMYA METALURJİ F. GIDA MÜHENDİSLİĞİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/10/2013 - 15/04/2016
Onaylanan Bütçe:	259415.0
Harcanan Bütçe:	219101.81

TÜBİTAK

Öz:	<p>İlk aşamada, nihai olarak sadece gam ekstraksiyon veriminin hesaplanması ve optimize edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, tohum örneklerinin elde edileceği adaçayı türlerinin yetiştirilmesi ve bu adaçayı tohum örneklerinden gam ekstraksiyon miktarını maksimize ve minimize eden etkili faktörlerin tespit edilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla, proje öncesi ön denemelerle tespit edilen beş faktörün (tohum partikül boyutu, pH, tohum-çözücü oranı, ekstraksiyon sıcaklığı, ve süresi) gam ekstraksiyon verimi üzerine etkileri belirlenerek bu faktörlerden gam verimi üzerine etkili olan üç tanesi seçilecektir. Başka bir ifadeyle; her bir adaçayı tohumu türünden, gam ekstraksiyon verimi üzerinde etkin rol oynayacak bu beş faktörün etkisi, Response Surface Metodu (Cevap Yüzey Yöntemi)'nin iki seviyeli fraksiyonel faktöriyel dizaynı (two level fractional factorial design) kullanılarak optimize edilecek; böylece, her bir faktöre ait regresyon katsayısının mutlak değerinin büyüklüğü dikkate alınarak, her bir gamın ekstraksiyonun da en etkili olan 3 faktör belirlenecektir.</p> <p>İkinci aşamada ise, her bir adaçayı tohumu türünden, tüm denemelerde test edilecek gam örneklerinin toz halinde üretilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, ilk aşamada seçilen üç faktörün üç seviyesi, Response Surface Metodu'nun üç seviyeli Box-Behnken dizaynına göre düzenlenerek, bu deneme dizaynının her bir deneme koşulunda belirtilen koşullar altında (faktör kombinasyonu) gam örnekleri üretilecektir.</p> <p>Üçüncü aşamada, ikinci aşamada toz halinde üretilen gam örneklerinin fizikokimyasal, kompozisyonel, konformasyonel, mikroyapısal, teknolojik ve reolojik özellikleri (toz halindeki akış-davranış) ile solüsyon halindeki gam örneklerinin reolojik özellikleri (yatışkan, dinamik ve sürünme toparlanması) belirlenerek, bu özellikler (responses) üzerine, söz konusu 3 faktörün etkileri karşılaştırmalı, istatistiksel ve matematiksel olarak analiz edilerek her bir faktörün optimum seviyeleri belirlenecektir.</p> <p>Dördüncü aşamada, üretilen gamların gerçek gıda sistemlerinde göstereceği performansın ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu amaçla, dondurma miksi model (gerçek) gıda sistemi olarak seçilecektir. Söz konusu dondurma miksi örnekleri ikinci aşamada üretilen gam örnekleri ilave edilerek üretileceklerdir. Bu aşamada dondurma miksi örneklerinin fizikokimyasal, teknolojik ve reolojik özellikleri (yatışkan, dinamik ve sürünme toparlanması) belirlenecektir.</p> <p>Sunulan bu projede, her bir adaçayı tohumu türünden optimum koşullar altında elde edilen gam örneklerinin fizikokimyasal, kompozisyonel, teknolojik ve reolojik özelliklerinde meydana gelen değişimlerin RSM metodu ile analizi ve söz konusu faktörlerin (seçilen 3 faktörün) optimum seviyelerinin desirability (çekicilik) fonksiyon analizleri ile belirlenmesi hedeflenmekte, bu özelliklerin konformasyonel ve mikroyapısal özelliklerle kıyaslanarak, sonuçların detaylı ve hassas bir şekilde ortaya konulması amaçlanmaktadır. Böylece, sunulan bu proje kapsamındaki yapılacak çalışma ile hem literatürdeki bu boşluğun doldurulması, hem de gam türleri arasında karşılaştırma yapılarak, hangi gamın en iyi fizikokimyasal, kompozisyonel, konformasyonel, mikroyapısal, teknolojik ve reolojik özellikleri sahip olduğu belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca hangi gam türü ile hangi özellikte dondurma üretilebileceğinin ortaya konularak istenen nitelikte ve düşük maliyetli ürün geliştirilmesi ve alternatif bir gam kaynağının ticari ölçekte üretilebilme olanağının ortaya konularak gıda endüstrisine büyük girdiler ve alternatifler sağlanması hedeflenmektedir.</p>
Anahtar Kelimeler:	ADAÇAYI TOHUMU, GAM ÜRETİMİ, OPTİMİZASYON, KOMPOZİSYONEL, TEKNOLOJİK VE REOLOJİK ÖZELLİKLER
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır