

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİSK ADAÇAYI (*Salvia sclarea*) TOHUMLARINDAN OPTİMUM
KOŞULLARDA ÜRETİLEN GAMIN FİZİKOKİMYASAL, KOMPOZİSYONEL,
KONFORMASYONEL VE REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

GÖZDE KUTLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. MUSTAFA TAHSİN YILMAZ**

İSTANBUL, 2015

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİSK ADAÇAYI (*Salvia sclarea*) TOHUMLARINDAN OPTİMUM
KOŞULLARDA ÜRETİLEN GAMIN FİZİKOKİMYASAL, KOMPOZİSYONEL,
KONFORMASYONEL VE REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Gözde KUTLU tarafından hazırlanan tez çalışması 01.07.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. M. Tahsin YILMAZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Halime PEHLİVANOĞLU
İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi

Bu çalışma, TÜBİTAK'ın 112O533 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimimin boyunca bilgi ve tecrübesiyle bana ışık tutan ve katkılarını esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimin gerçekleşmesinde 112O533 numaralı proje ile destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Bu tez çalışması için her türlü imkânı sağlayan Fen Bilimleri Enstitüsüne, Kimya-Metalürji Fakültesi Dekanlığına, Gıda Mühendisliği bölümüne ve bölümümüzün değerli öğretim üyeleri ile asistanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımda kullandığım adaçayı tohumunun yetiştiren Doç. Dr. Eray TULUKÇU'ya, Tezimin değerlendirilmesinde çok değerli katkılarından dolayı Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ'a ve Yrd. Doç. Dr. Halime PEHLİVANOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Safa KARAMAN'a, Arş. Gör. Fatih BOZKURT ve Arş. Gör. Ömer Sait TOKER'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım süresince bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Aslı MUSLU, Ecem POYRAZ, Umay Sevgi VARDAR ve Hilal TOPTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım ve eğitimim süresince benden maddi manevi emeklerini esirgemeyen annem Sema Nur ÖZÇELİK'e, rahmetli büyükbabam Mustafa SABANCI'ya, anneannem Hatice SABANCI'ya ve eşim Mustafa KUTLU'ya gönül dolusu teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Haziran, 2015

Gözde KUTLU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	3
BÖLÜM 2	
LİTERATÜR TARAMASI	4
2.1 Adaçayı Tohumunun Tarihçesi.....	4
2.2 Adaçayının Fizyolojik Özellikleri	4
2.3 Besleyici Değeri	5
2.4 Adaçayı Tohumunun Tüketimi	7
2.5 Gamlar.....	7
2.6 Adaçayı Gamı ile İlgili Yapılan Çalışmalar	8
BÖLÜM 3	
MATERYAL METOT	13
3.1 Adaçayı tohumlarının Temini.....	13

3.2	Adaçayı tohumlarının Optimizasyonu.....	13
3.2.1	Adaçayı Tohumlarından Gam Eldesi	13
3.2.2	Gam Ekstraksiyon Veriminin Optimizasyonu	15
3.2.3	Merkezi Karmaşık Dizaynına göre belirlenen on farklı deneme noktasında gam örneklerinin üretilmesi	15
3.3	Gamların Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi	16
3.3.1	pH Değerinin Belirlenmesi	16
3.3.2	Nem Miktarının Belirlenmesi	16
3.3.3	Kül Miktarının Belirlenmesi.....	16
3.3.4	Protein Miktarının Belirlenmesi	17
3.3.5	Sokselet (Soxhlet) Yöntemiyle Yağ miktarlarının Tespit Edilmesi.....	17
3.3.6	Ham Lif Miktarı Tayini	18
3.4	Gamların Kompozisyonel Özelliklerinin Belirlenmesi	18
3.4.1	Şeker Kompozisyonlarının Belirlenmesi.....	18
3.4.2	Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi.....	19
3.5	Gamların Konformasyonel Özelliklerinin Belirlenmesi	19
3.5.1	Gamların FT-IR Analizlerinin Gerçekleştirilmesi.....	19
3.6	Gamların Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi	19
3.6.1	Gamlarından Reolojik Analizler İçin Solüsyon Haline Getirilmesi	19
3.6.2	Gamların Steady Shear (Yatışkın Kesme) Akış Özelliklerinin (Parametrelerinin)Belirlenmesi.....	20
3.6.3	Dynamic shear (Dinamik Titreşimli Kayma) Akış Davranış Özelliklerinin Parametrelerinin Belirlenmesi	20
3.6.3.1	Stress Sweep Testi	20
3.6.3.2	Frekans Sweep Testi	20
3.6.4	Gam Solüsyonlarına 3 Zamanlı Tikotropik Test (3ITT) Uygulayarak Deformasyon ve İyileşme Özelliklerinin (Parametrelerinin) Belirlenmesi	21
3.7	İstatistiksel Analizler	22

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA..... 23

4.1	Gam Veriminin Optimizasyonu	23
4.1.1	Gam Ekstraksiyonu Veriminin Optimizasyonu	23
4.1.2	Merkezi Karmaşık Dizaynın Oluşturulması.....	26
4.1.3	Merkezi Karmaşık Dizayn'a Göre Gamların Verimi	26
4.2	Fizikokimyasal Analizler	29
4.2.1	Tohumun Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi.....	29
4.2.2	pH Analizi	29
4.2.3	Nem Analizi	30
4.2.4	Kül Analizi.....	31
4.2.5	Protein Analizi	32
4.2.6	Lif Analizi	34
4.2.7	Yağ Analizi	36

4.3	Gamların Kompozisyonel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	38
4.3.1	Gamların Şeker İçeriklerinin Değerlendirilmesi	38
4.3.2	Gamların Fenolik Değerlerinin Belirlenmesi	40
4.4	Gamların Konformasyonel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	42
4.4.1	FT-IR'dan Elde EdilenPiklerinin Yorumlanması.....	42
4.5	Reolojik Özellikler	46
4.5.1	Steady Shear Özelliklerinin Belirlenmesi	46
4.5.2	Viskoelastik Özelliklerinin Belirlenmesi	49
4.5.3	3ITT Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	54
 BÖLÜM 5		
SONUÇ VE ÖNERİLER		60
KAYNAKLAR.....		62
ÖZGEÇMİŞ.....		71

SİMGE LİSTESİ

τ	Kayma gerilimi
τ_0	Akma gerilimi (Yield stres)
γ	Kayma hızı
η	Görünür viskozite
K	Kıvam katsayısı
n	Akış davranış indeksi
η_x	Kompleks viskozite
R^2	Regrasyon katsayısı
n	Akış davranış indeksi
K	Kıvam katsayısı
ω	Açısal Hız
G'	Elastik modül
G''	Viskoz Modul
G_i	Ürünün başlangıçtaki durumu
G_0	Viskoz modüllerin başlangıç değeri
%Dr	Deformasyon yüzdesi
% Rec	Toparlanma (iyileşme) yüzdesi

KISALTMA LİSTESİ

3ITT	3 zamanlı tiksotropik test
CaCl ₂	Kalsiyum Klorür
Da	Dalton
FT-IR	Fourier Transform Infrared (Kızılötesi) Spektroskopisi
g	Gram
HCl	Hidroklorik Asit
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
MgCl ₂	Magnezyum Klorür
N	Normal
NaCl	Sodyum Klorür
Na ₂ CO ₃	Sodyum Karbonat
Na ₂ HPO ₄	Disodyum Fosfat
NaOH	SodyumHidroksit
Pa	Paskal
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
v/w	Hacim/Ağırlık
W	Vat
w/w	Hacim/Hacim

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Adaçayı (<i>Salvia sclarea</i>) bitkisi	5
Şekil 3. 1 Adaçayı tohumları (a), adaçayı tohumları su ile şişmesi ve kenarında musilaj oluşturması (b)	14
Şekil 3. 2 Gam ekstraksiyonu akış şeması	14
Şekil 4. 1 Adaçayı tohumu gamından elde edilen verimin faktörlere bağlı olarak değişimi	25
Şekil 4. 2 Sıcaklık ve sürenin gam verimi üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi	28
Şekil 4. 3 Sıcaklık ve sürenin protein miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi	33
Şekil 4. 4 Sıcaklık ve sürenin lif miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi	36
Şekil 4. 5 Sıcaklık ve sürenin yağ içeriği üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi	38
Şekil 4. 6 Sıcaklık ve sürenin fenolik değerler üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi	42
Şekil 4. 7 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (1 no'lu örnek için).....	42
Şekil 4. 8 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (2 no'lu örnek için)	43
Şekil 4. 9 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (3 no'lu örnek için)	43
Şekil 4. 10 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (4 no'lu örnek için)	43
Şekil 4. 11 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (5 no'lu örnek için)	44
Şekil 4. 12 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (6 no'lu örnek için)	44
Şekil 4. 13 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (7 no'lu örnek için).....	44
Şekil 4. 14 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (8 no'lu örnek için)	45
Şekil 4. 15 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (9 no'lu örnek için).....	45
Şekil 4. 16 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (10 no'lu örnek için)	45
Şekil 4. 17 Adaçayı tohumu gamlarının kayma hızına karşı kayma gerilimi grafikleri ..	47
Şekil 4. 18 Sıcaklık ve sürenin kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi	49
Şekil 4. 19 Frekans açısına karşı elastik ve vizkoz modul grafikleri	50
Şekil 4. 20 Sıcaklık ve sürenin K' değerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi.....	52
Şekil 4. 21 Sıcaklık ve sürenin K'' değerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi.....	53

Şekil 4. 22	Süreye karşı elastik ve viskoz modül grafikleri.....	56
Şekil 4. 23	Sıcaklık ve sürenin İkici Derece Yapısal Model'den elde edilen K' değerlerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi	57
Şekil 4. 24	Sıcaklık ve sürenin İkici Derece Yapısal Model'den elde edilen K'' değerlerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi	58

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3. 1	Dört faktörlü, 2-Seviyeli Faktöriyel deneme dizaynı matrisinde deneme faktörlerinin kodlu seviyeleri.....	15
Çizelge 3. 2	İki faktörlü, iki seviyeli Merkezi Karmaşık Dizaynı matrisi	16
Çizelge 4. 1	İki Seviyeli Faktöriyel Deneme Dizaynına göre gam verimi	23
Çizelge 4. 2	Adaçayı tohumundan gam eldesine yönelik oluşturulan modele ilişkin varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 4. 3	Adaçayı gamının verimi üzerine faktörlerin etkisi.....	24
Çizelge 4. 4	Merkezi Karmaşık Dizaynın oluşturulması için kullanılan bağımsız değişkenler ve kodları	26
Çizelge 4. 5	Tohumların Merkezi Karmaşık Dizaynına göre gam verimi	27
Çizelge 4. 6	Merkezi Karmaşık Dizayn uygulanarak elde edilen gam verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	27
Çizelge 4. 7	Adaçayı tohumunun kimyasal kompozisyonu.....	29
Çizelge 4. 8	Adaçayı gamlarının pH içerikleri.....	30
Çizelge 4. 9	Adaçayı gamlarının nem içerikleri	31
Çizelge 4. 10	Adaçayı gamlarının kül içerikleri	31
Çizelge 4. 11	Adaçayı gamlarının proteiniçerikleri	32
Çizelge 4. 12	Adaçayı gamlarının protein içeriğine yönelik varyans analiz sonuçları...	33
Çizelge 4. 13	Adaçayı gamlarının lif içerikleri	34
Çizelge 4. 14	Adaçayı gamlarının lif içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4. 15	Adaçayı gamlarının yağ içerikleri.....	36
Çizelge 4. 16	Adaçayı gamlarının yağ içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4. 17	Adaçayı gamlarının şeker içerikleri	39
Çizelge 4. 18	Adaçayı gamlarının fenolik değerleri	40
Çizelge 4. 19	Adaçayı gamlarının fenolik değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları .	41
Çizelge 4. 20	Herschel-Bulkley modele göre belirlenen determinasyon katsayısı (R^2), akma gerilimi, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri	48
Çizelge 4. 21	Herschel-Bulkley modele göre belirlenen kıvam katsayısına ilişkin varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4. 22	Elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi belirlerken kullanılan Power-law Fonksiyonu Parametreleri.....	50
Çizelge 4. 23	Power-law Fonksiyonu'ndan elde edilen K' değerine yönelik varyans analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4. 24	Power-law Fonksiyonu'ndan elde edilen K'' değerine yönelik varyans analiz sonuçlar.....	53

Çizelge 4. 25	Adaçayı gamlarının deformasyon ve toparlanma yüzdeleri	54
Çizelge 4. 26	<i>Salvia sclerea</i> tohumu gamlarının İkinci Derece Yapısal Model uygulayarak elde edilen R^2 , K' ve K'' değerleri.....	55
Çizelge 4. 27	İkinci Derece Yapısal Model'den elde edilen K' değerine yönelik varyans analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4. 28	İkinci Derece Yapısal Model'den elde edilen K'' değerine yönelik varyans analiz sonuçları.....	58

MİSK ADAÇAYI (*Salvia sclarea*) TOHUMLARINDAN OPTİMUM KOŞULLARDA ÜRETİLEN GAMIN FİZİKOKİMYASAL, KOMPOZİSYONEL, KONFORMASYONEL VE REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Gözde KUTLU

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ

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.

Elde edilen bulgulara göre adaçayıdan 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.

Anahtar Kelimeler : Adaçayı (*Salvia sclarea*), fizikokimyasal, konformasyonel, kompozisyonel ve reolojik özellikler

ABSTRACT

DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL, COMPOSITIONAL, CONFORMATIONAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF GUM PRODUCED FROM SAGE SEED (*Salvia sclarea*) AT OPTIMUM CONDITIONS

Gözde KUTLU

Department of Food Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ

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 minumum deformation and recovery rate were specified.

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.

KEY WORDS: Sage (*Salvia sclarea*), physicochemical, conformational, compositional and rheological properties.

1.1 Literatür Özeti

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 [1].

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 duyuşsal 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 [2]. Türkiye’de yetişen 88 türün 43’ünü endemik türler oluşturmaktadır [3], [4]. Bu türlerden bazıları tatlandırıcı olarak ya da geleneksel tıpta kullanılmaktadır [5]. Örneğin, Türkiye ve dünyanın farklı bölgelerinde adaçayı; karın ağrısını azaltmak, karaciğeri korumak ve romatizma ağrılarını hafifletmek amacıyla bitkisel çay olarak tüketilmektedir [6]. 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) içeriği neredeyse keten tohumu kadar fazladır [7]. Bu özelliklerinin yanı sıra, adaçaylarının; antioksidan, antiinflamatuvar, analjezik, antipiretik, hemostatik, hipoglisemik ve antitümör etkileri gibi farmakolojik özellikleri bulunmaktadır [8]. Adaçayı tohumuyla ilgili gerçekleştirilen çalışmaların çoğu tohumun yağ içeriğiyle ilgili olan çalışmalardır [7], [9], [10], [11]. Literatürde tohumdan elde edilen musilaj ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde adaçayından *Salvia hispanica* ve *Salvia macrosiphon* türlerinden elde edilen musilajlarla ilgili çalışmalar yer almaktadır [12], [13], [14], [15], [16], [17]. 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, yetiştiiği toprak cinsine ve iklim koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir [17]. 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.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmayla, fonksiyonel özelliğe sahip *Salvia sclarea* tohumu gamlarının gıda endüstrisinde kullanım olanaklarının araştırılması ve fonksiyonel bir ingredient olarak kullanılacak olan *Salvia sclarea* gamlarının çeşitli özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu hedefi gerçekleştirmek amacıyla dört bölümden oluşan bir çalışma planlanmıştır. Bu çalışmayla;

- 1- Gam ekstaksiyon işleminin optimizasyonu ve optimizasyon işleminde en etkili olan iki parametrenin belirlenmesi
- 2- Gam üretiminde en etkili olan iki parametrenin Merkezi Karmaşık Dizayn'a göre oluşturulması ve gam üretiminin gerçekleştirilmesi
- 3- Merkezi Karmaşık Dizayna göre oluşturulan her bir noktadan elde edilen gamların fizikokimyasal, konformasyonel, kompozisyonel ve reolojik özelliklerinin incelenmesi
- 4- Sonuçların istatistiksel ve matematiksel olarak değerlendirilmesi

amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Son yıllarda doğal kaynaklı katkı maddelerine olan talebin artmasından dolayı bitkisel kaynaklı gamlara olan ilgi artış göstermiştir. Bu nedenle tüketicilere doğal ürünler sunmak, ticari olarak sanayiye uygulanabilir nitelikte gamlar üretmek ve halihazırda kullanılan gamlara alternatif olarak kullanılabilecek daha iyi özellikler sergileyen bir gam kaynağı arayışı tüm dünyada uzun yıllardan beri bir araştırma konusu olmuştur. Bu nedenle yurt içi ve yurt dışı kaynaklı çok sayıda çalışma mevcuttur. Ülkemizin bitkisel kaynaklı gamlarla ilişkin pazar payı incelendiğinde Mersin’de keçiboynuzu gamı üreten küçük bir işletmenin dışında, ülkemizde stabilizatör üretimi yapan bir birim mevcut değildir. Lokal olarak Kahramanmaraş ilinin dağlık bölgelerinde yabani olarak yetişen ve salep (*Orchis mas kula*) olarak bildiğimiz bir gam çeşidinin de çok az miktarda da olsa üretimi de söz konusudur. Ancak yerli üretimin yeterli olmaması ve gam ithalatı oranı ülkemizde her geçen yıl artış göstermesinden dolayı yeni gam kaynaklarının araştırılması ve sanayi açısından kullanılabilirliğinin test edilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Türkiye’de ve dünyada ilk defa bu tez çalışmasıyla *Salvia sclarea* türünden elde edilen gamların optimizasyonu gerçekleştirilmiş; fizikokimyasal, konformasyonel, kompozisyonel ve reolojik özellikleri tarafımızca belirlenmiştir.

LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Adaçayı Tohumunun Tarihçesi

Adaçayı türleri Lamiaceae familyasına ait olup milattan önce yaklaşık 3500 yılında insan gıdası olarak tüketildiğine dair veriler bulunmaktadır. Bunun yanı sıra M.Ö. 2000-2600 yıllarında Meksika'nın vadilerinde adaçayı yetiştirildiğine ilişkin kalıntılara rastlanmıştır. Araştırmalar neticesinde Aztek diyetinin dört esas komponentinden birinin adaçayı olduğu belirlenmiştir [18], [19].

Çok uzun yıllardan beri Anadolu'da adaçayı tohumu ve yaprakları halk arasında öksürüğü kesme, faranjit, ağız içi iltihabı ve soğuk algınlığı için çay şeklinde tüketilmektedir [20].

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 [21], [22]. *Salvia sclarea* tohumları "Clary sage" olarak bilinmekle beraber eski çağlarda göz hastalıklarını tedavi etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu nedenle, tohumların ismi Latincedeki "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 [2], [7].

2.2 Adaçayının Fizyolojik Özellikleri

Salvia sclarea, nane familyasından, güçlü kokan, genelde tek yıllık bir bitkidir. İlk yılın sonunda çiçeksi rozet ana kökten çıkan yapraklardan ayrılmaktadır. Çiçek açan yaprak

sapı 2. yılda üretilirerek uzunluğu 0.6 metreden 1.8 metreye kadar değişebilmektedir. Bitkinin dallanmış bir çok kökü bulunmaktadır ve bu kökler salgı uçlu tüylerle kaplanmıştır. Geniş yapraklar üçgenden ovale doğru şekillenmektedir. Şekil 2.1’de *Salvia sclarea* bitkisi verilmiştir. Çiçek renkleri mavi, beyaz, mor ve pembe renktedir ve renkler sapın çevresindeki helezon çizgide düzenlenmektedir. Bitkinin çiçekleri ilkbaharın sonundan yazın ortasına kadar açmaktadır. Bitki, pH değişimleri ve kuraklığa karşı toleranslıdır [23].

Bitkinin tohumları küçük, oval ya da yassı şekillidir. Tohumların uzunluğu 2.2 mm ile 3 mm arasında değişirken genişliği ise 1.6 mm ile 2.4 mm arasında değişmektedir [24]. Tohumların rengi koyu kahve ve siyah renktedir. Tohumlar yüksek miktarda antioksidan ve antiradikal özellik gösterdiklerinden dolayı uzun yıllar bozunmadan kalabilir. Bu nedenle bahsedilen özellikleri onları ideal bir nutrasötik gıda haline getirmektedir [7].



Şekil 2.1 Adaçayı (*Salvia sclarea*) bitkisi

2.3 Besleyici Değeri

Aromatik bitki ve türlerin tıbbi amaçlı olarak halk arasında ve uzmanlar tarafından kullanımı her geçen gün artış göstermektedir. Adaçayı tohumlarının içerdikleri aktif bileşenlerden dolayı antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerine ilişkin araştırmalar gıda endüstrisi ve bilimsel araştırma çevrelerince de ilgi odağı olmuştur. Yapılan araştırmalar sonucunda, sahip oldukları yüksek antioksidan seviyesi sayesinde sentetik

koruyucuların yerini alabileceği belirtilmiştir. Dahası, bu aktif komponentlerin antimikrobiyal ve antioksidan kapasitesi sentetik antioksidanlardan daha fazla olduğu belirtilmiştir [2], [25], [26]. Sahip olduğu antioksidan bileşikler ve esansiyel yağlardan dolayı adaçayı yoğun olarak çalışılan bir konu haline gelmiştir. Yapılan çalışmalarda adaçayı antioksidanlarının, nutrasötik gıdaların raf ömürlerini uzatarak koruyabildiği ve iyi bilinen antioksidanlardan olan biberiyeye alternatif olabildiği ifade edilmiştir. Sentetik antioksidanların potansiyel toksisitesi adaçayına olan ilgiyi her geçen gün artırmaktadır. Antioksidan özelliklerinin yüksek miktarda karnosik asit, karnosol ve rozmarinik asit bileşenlerini içermelerinden dolayı kaynaklandığı belirtilmiştir. Yapılan araştırmalarda ticari olarak bir adaçayının kalitesinin yüksek oranda fenolik düzeyine bağlı olduğu belirtilmiştir [7], [27], [28], [29]. Ayrıca adaçayı tohumlarının klorojenik asit (45.9-102 µg/g tohum) ve kafeik asit (3-6.8 µg/g tohum) içerdiği belirlenmiştir [30].

Tohumlarından elde edilen yağlar; gıda, parfüm formülasyonları ve kozmetik amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle bu tohumlar kültüre alınarak Fransa, Rusya ve Amerika’da yaygın olarak yetiştirilmektedir [31], [32].

İçerisinde bulundurduğu yüksek miktardaki protein ve yağ miktarı bunun yanı sıra yaklaşık keten tohumu kadar alfa-linoleik yağ asidi içermesi (omega 3) bu tohumu değerli kılan en önemli özelliklerden bir tanesidir. Antifungal ve östrojenik benzeri aktivite gibi bazı biyolojik özellikler göstermektedir. Yağların esas komponentleri arasında antibakteriyel, böcek ve parazit üzerinde etkili olduğu bilinen linalol ve feromon (hormon taşıyan) özellik gösteren germakren-D yer almaktadır [21].

S. sclarea tohumu önemli yağ asitleri bakımından incelendiğinde %38.6 linoleik asit, %19.4 oleik ve %18.1 oranında linoleik asit tespit edilmiştir [33]. Yapılan diğer bir çalışmada ise misk adaçayının (*Salvia sclarea*) yapısında 45 uçucu bileşik tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, esansiyel yağların ana bileşeninin β-mirsen, linolol, linalil asetat, linalil format, trans-karyofilin, α-terpineol, geranil format, germakren, neril asetat, geranil asetat, neril alkol, geraniol, karyofilin oksit ve spathünelol olduğunu belirtmişlerdir [31], [34].

2.4 Adaçayı Tohumunun Tüketimi

Adaçayı insanlar tarafından Meksika, Arjantin, Şili, Yeni Zelanda, Japonya, Amerika Birleşik devletleri, Kanada ve Avusturya gibi ülkelerde çeşitli amaçlar için yetiştirilmektedir. 2009'da Avrupa parlamentosu ve Avrupa konseyi tarafından yeni bir gıda olarak onaylanmış ve bilimsel görüşlere göre adaçayının toksik, alerjik ve antibesinsel etkilerinin olmadığı belirtilmiştir. Tohumları, besin takviyesi olarak yoğurt[35], atıştırmalık aparetifler[35], ekmek [38], pasta ve bisküvilerde [36], [37] katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Adaçayları toplam ağırlığının %40'ı kadar yağ içermekte ve bu yağların %60'ını omega 3 yağ asitleri oluşturmaktadır. Adaçayı tohumlarında yağ asidi olarak linoleik, linolenik, oleik, palmitik ve stearik asitlerinin önemli miktarda bulunmaktadır [30], [33]. Öte yandan, yapılan çalışmalarda adaçaylarının gıda ürünlerinde antioksidan olarak kullanılabilecek, teknolojik ve besinsel potansiyele sahip olan önemli bir besinsel lif kaynağı olduğu belirtilmektedir [9]. Ayrıca bu tohumlar içerisinde yüksek miktarda demir, magnezyum, kalsiyum, fosfor düşük miktarda ise sodyum bulundurmaktadır [29].

2.5 Gamlar

Hidrokolloidler, yüksek viskoziteli kolloidal sulu solüsyonları oluşturarak disperse olan, suya karşı yüksek afinite özellik gösteren yüksek moleküler 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 gam), bitki eksüdalarından elde edilen salgıları (gam arabik, gam karaya ve geven) ve kimyasal ve enzimatik şekilde modifiye edilen gam formlarını kapsamaktadır [40]. Bitki kaynaklı gamların fiziksel ve fonksiyonel özellikleri kimyasal kompozisyona ve moleküler yapıya bağlıdır [41]. Diğer bir ifadeyle, bitki gam ekstrüderinin fiziksel ve yapısal özellikleri moleküler ağırlık, monosakkarit kompozisyonu, monosakkaritlerin dizilimi, konformasyonu, konfigürasyonu ve glukozit bağlarının pozisyonu, çözünürlük ve reolojik özellikleriyle belirlenmektedir [42]. 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 [41]. Bitki gam eksüdalari ve tohum gamlari kompleks polisakkarit/karbonhidrat polimerleridir ve genellikle besinsel lif, kalınlaştırmacı ajan, köpük oluşturmucu, film ana maddesi, emülgatör, stabilizatör ve ilaç taşıyıcı ajan olarak kullanılabilmektedir [43].

Bazı ticari gamlara alternatif olabilecek uygun fiyatlı, yüksek fonksiyonel özellik gösteren doğal hidrokolloid arayışı hala önemli bir araştırma konusudur [13]. Suda çözünabilir 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 [43].

Adaçayından gam eldesine ilişkin çeşitli metodlar kullanılmıştır. İlk olarak, Bostan ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada adaçayı tohumları belirli şartlar altında magnetik karıştırıcı yardımıyla ekstrakte edilmiş ardından laboratuvar tipi bir ekstraktörden geçirilerek gam eldesi gerçekleştirilmiştir [12]. Öte yandan Munoz ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise tohumlar belirli şartlar altında magnetik karıştırıcı yardımıyla ekstraksiyonun ardından 55°C'de 10 saat etüvde kurutulmuş ve kuruyan tohum ve gamlar 1 mm elek yardımıyla birbirlerinden ayrılmışlardır [44]. Son olarak, Farahnaky ve arkadaşları yaptıkları çalışmada çeşitli şartlarda ekstrakte edilen adaçayı tohumları önce bir laboratuvar karıştırıcısı kullanarak parçalanmış ardından parçalanmış tohumlar santrifuj edilmiştir. Supernatant etanolla 1:3 oranında karıştırılmıştır. Ardından gamlar tepsilere alınarak kurutulmuş ve bir öğütücüyle küçük parçalar haline getirilmiştir [45].

2.6 Adaçayı Gamı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Arjantin'de yetiştirilen adaçayı (*Salvia hispanica* L.)'nin farklı konsantrasyonlu sulu dispersiyonlarının akış davranışları ve viskoelastik özellikleri belirlenmiştir. Bu çalışmada musilaj konsantrasyonunun, sıcaklığın, pH'nın, iyonik şiddetin, farklı ortamların (NaCl, CaCl₂ ve sakkaroz) reolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda kıvam katsayısı (*K*) en fazla etkileyen faktörün musilaj konsantrasyonu olduğu belirtilmiştir. Ayrıca sakkaroz ortamında ve bazik pH'nın da *K* değerini arttırdığı

gözlemlenmiştir. Öte yandan sıcaklık artışı ve orta derecede iyonik şiddetin ise K değerini azalttığı belirlenmiştir [46].

Salvia macrosiphon tohumlarından musilaj ekstraksiyonu yeni bir teknoloji olan ultrases yardımıyla Farahnaky ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Optimum şişme şartlarının belirlenmesinin ardından, musilaj örneklerinin farklı ultra ses şartlarında (süre (1-20 dakika), sıcaklık (5-60°C) ve ultrases gücü (30-150 W)'nün verim, açıklık (renk), kimyasal kompozisyon, reolojik özellikler ve gerçek viskozite değerleri üzerine etkisi çalışılmıştır. Yapılan çalışmaya göre ultrases metodu verim, açıklık (renk)ve saflığı arttırmıştır. Ayrıca gam eldesinde yüksek devirde gerçekleştirilen santrifujleme işlemine de bu methodda gereksinim duyulmamıştır. Reolojik ölçümlerin sonucuna göre ultrases işleminin kıvam katsayısını azaltarak akış davranış indeksini arttırdığı ve örneği Newtonian akışa daha da yaklaştırdığı belirlenmiştir [47].

Farahnaky ve arkadaşlarının yaptıkları bir diğer çalışmada adaçayı (*Salvia macrosiphon*) tohumu hidrokolloidlerinin ekstraksiyonu yapılmış ve optimum süre ve sıcaklık değerleri sırasıyla 30 dakika ve 25 °C olarak belirlenmiş ve %12 gam verimi elde edilmiştir. pH (3–9), NaCl'nin %0.5–%3, CaCl₂'ün %0.5–%3 ve Na₂HPO₄'ün %0.2–%0.6 çeşitli oranlarının hidrokolloid solüsyonlarının reolojik özellikleri üzerine etkisi çalışılmıştır. pH yükseldikçe kıvam katsayısında artış meydana gelmiştir. Aynı tuz konsantrasyonunda hazırlanan çözeltilerde (%0.5), Na₂HPO₄ en yüksek kıvam katsayısına sahipken NaCl'nin ise en düşük kıvam katsayısına sahip olduğu belirlenmiştir [45].

%0.5–%2 konsantrasyonda ve 20–50 °C sıcaklık aralığında adaçayı tohumlarından elde edilen gamların (*Salvia macrosiphon*) akış davranış özellikleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmaya göre bu adaçayı türünün ksantan, guar ve keçi boynuzu gamı gibi ticari gamlara göre daha iyi kesme incelmesi özelliği göstermiştir. Gam konsantrasyonundaki artış akma gerilimi (yield stress) ve kıvam katsayısını arttırmıştır. Ayrıca bu çalışmada 0–100 s⁻¹ kesme hızında, konsantrasyon arttıkça aktivasyon enerjisinde artış meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra adaçayı örneklerinin görünür viskozitesi guar ve keçi boynuzu gamından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Adaçayı solüsyonları, farklı konsantrasyon ve sıcaklıkta yüksek viskozite, eşik değeri ve güçlü kesme incelmesi özellikleri gösterdiğinden dolayı stabilizatör, kalınlaştırıcı, bağlayıcı, jelleştirici ajan olarak

gıda, kozmetik ve eczacılık alanlarında kullanılabileceği belirtilmiştir [13].

Bir diğer çalışmada ise adaçayı tohumu gamlarının (ATG) (*Salvia macrosiphon*) fizikokimyasal özellikleri, kimyasal kompozisyonu (nem, toplam protein, mineral, toplam karbonhidrat, toplam üronik asit), yüzey aktif ve reolojik özellikleri incelenmiştir. Gamların yapısal bilgileri hakkında daha fazla bilgi edinmek amacıyla monosakkarit kompozisyonları, moleküler ağırlık parametreleri ve FT-IR analizleri gerçekleştirilmiştir. ATG'nin nem (%11.24), kül (%9.20), protein (%2.08), karbonhidrat (%69.01) ve üronik asit (%30.2) içerikleri belirlenmiştir. ATG'nin kül içerikleri potasyum içeriği haricinde (potasyum içeriği diğer gamlara göre fazladır) ticari gamlarla karşılaştırılabileceği ifade edilmiştir. Kromatografik ve FT-IR analizleri sonucunda ATG'nin galaktomannan yapıları olduğu belirlenmiş ve 1.78–1.93:1 mannoz/galaktoz oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Gamların ortalama molekül ağırlığı ise $\sim 4 \times 10^5$ Da'dır. ATG düşük moleküler ağırlık sergilemesi ve guar gamla karşılaştırdığında dönme çapının daha düşük olmasına rağmen gerçek viskozite değerlerinin aynı olduğu ve yüksek kesme incelmeleri ve tipik zayıf jel özelliklerini gösterdiği tespit edilmiştir. ATG için FT-IR spektrumlarının sonucu incelendiğinde iyonlar için bağlayıcı görev yapan karboksil gruplarının varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, % 0.25 konsantrasyonun altında suyun yüzey geriliminde bir azalış meydana geldiği belirlenmiştir [17].

Yapılan diğer bir çalışmada ise tuz çeşidi (sodyum ve kalsiyum klorürler), tuz konsantrasyonu (0, 0.5, 20 ve 50 mM) ve sıcaklık (20, 30 ve 40 °C) parametrelerinin seyreltik adaçayı tohumu gamı solüsyonlarına etkisi incelenmiştir. Huggins, Kraemer, Higo, Tanglertpaibul ve Rao gibi çeşitli modeller uygulayarak örneklerin gerçek viskozite değerleri değerlendirilmiştir. Farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarında ATG'nin gerçek viskozite için en iyi model olarak Tanglertpaibul & Rao ve Higo denklemleri seçilmiştir. 0'dan 0.5 mM'ye NaCl ve CaCl₂ 'ün iyonik gücündeki artış gerçek viskoziteyi azaltmıştır. Fakat sıcaklığın 20 °C'den 40 °C'ye tuz konsantrasyonunun ise 0.5'ten 50 mM'ye artışı gerçek viskoziteyi azaltmıştır. CaCl₂'deki divalent katyonlar NaCl'nin monovalent katyonlarına göre gerçek viskozite üzerinde daha önemli etkilerinin mevcut olduğu belirlenmiştir [15].

Bir diğer çalışmada ise plastikleştirici tipi (sorbitol ve gliserol) ve konsantrasyonuna (%20, %40, %60, %80 and %100, w/w) bağlı olarak ATG'nin yenilebilir filmlerinin fizikokimyasal, bariyer, mekanik ve yüzey özellikleri araştırılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde gliserol ve sorbitol etkin bir şekilde ATG'yi plastikleştirmesine rağmen sorbitol daha iyi plastikleştirici özellik gösterdiği belirlenmiştir. Gliserolle plastikleştirilen örneklerde daha yüksek nem içeriğine (%27–%49), daha yüksek nem alımına (%110–%140) ve suda çözünürlüğe (~%80) rastlanmıştır. Ayrıca bu tip plastikleştirici kullanılan örneklerde su buharına düşük geçirgenlik, kabul edilebilir mekanik özellikler, yüzey hidrofilitesi ve şeffaflık sergiledikleri belirlenmiştir. Tersine farklı konsantrasyonlarda sorbitolle plastikleştirilen örneklerde düşük nem içeriği (~%14), düşük su buharı geçirgenliği (4×10^{-11} g/m.s.Pa'dan daha düşük) ve yüksek hidrofiliteli nem alımı (%90'nin altında) tespit edilmesine rağmen gliserolle plastikleştirilene göre daha az kabul edilebilir mekanik özellikler sergilediği belirlenmiştir [48].

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 yabani adaçayı tohumu (*Salvia macrosiphon*) (%0–%0.3 w/v) gamlarının etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, ATG’nin ilavesi zeta potansiyelinin üzerine etkisi önemli bulunmazken, gam konsantrasyonu arttıkça ara yüzey gerilmesi azalmıştır. Gam konsantrasyonunun %0 ‘dan %0.3’e artmasıyla ortalama damlacık boyutu azalma meydana gelmiştir. Tersine, %5–%15 protein konsantrasyonu aralığının damlacık büyüklüğüne özel bir etkisi gözlemlenmemiştir. Dört hafta boyunca örneklerin saklanması sonucunda damlacıkların büyüklüğünde artış meydana gelmiştir. Bu durum ATG içermeyen emülsiyonlar için son derece farkedilebilir sonuçlar meydana getirmiştir. Emülsiyonlarda ATG’nin varlığı sulu faza yüksek viskozite kazandırdığından dolayı emülsiyon stabilite indeksini arttırmıştır. Sadece peynir altı suyu proteini içeren emülsiyonlar Newtonian akış gösterirken protein ve gam içeren emülsiyonlar kesme incilmesi özellikleri göstermiştir. Ayrıca bu çalışmada emülsiyonların yatışkan faz akış özelliklerini belirlemek için Herschel–Bulkley modeli kullanılmıştır [49].

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 seyretilik adaçayı gamı solüsyonlarının özellikleri araştırılmıştır. Higiyo model örneklerin gerçek viskozite değerlerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. 25°C'den 65°C'ye sıcaklık arttırıldığında gerçek viskozite değerlerinde artış meydana getirmiştir. Divalent katyonlar, monovalent katyonlara göre gerçek viskozitede daha fazla azalma etkisine sahiptir. Bir çok hidrokolloitten daha yüksek aktivasyon enerjisine (2.53×10^7 J/kg mol) ve zincir esnekliğine (3046.45) sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, 25°C ile 65 °C aralığında ATG makromoleküllerin şeklinin yassı ya da oval olduğu belirlenmiştir [50].

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 (ESI) üzerine etkisi çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sıcaklık ve tohum:su oranının artışı ekstrakte edilen hidrokolloid verimini arttırırken sıcaklığın artışı ESI'yi azaltmıştır. Yüksek tohum-su oranı ve alkali şartlar ile düşük tohum:su oranı ve artan pH'da görünür viskozite artmıştır. Ayrıca düşük sıcaklıklarda ve artan pH'da görünür viskozite de azalma meydana gelmiştir. Yabani tohumlardan hidrokolloidlerin ekstraksiyon prosedürü için optimum şartlar (sıcaklık 25°C, tohum:su oranı 1:51 ve pH 5.5) olarak tanımlanmıştır. Hidrokolloid solüsyonları (%1 w/v) farklı ekstraksiyon şartları altında kesme incelmesi özelliği göstermişlerdir. Kurumuş hidrokolloid örneklerinde %6.72 nem, %0.85 yağ, %8.17 kül, %2.84 protein, %1.67 ham lif ve %79.75 karbonhidrat tespit edilmiştir [12].

Yapılan bir diğer çalışmada sıcak su, ultrasonik, alkali ve enzim metodları kullanarak *Salvia miltiorrhiza* tohumlarından dört farklı yöntemle polisakkarit üretilmiştir. Yapısal karakterizasyonlar, fizikokimyasal özelliklerin tespiti için FT-IR ve SEM analizleri kullanılmış olup fizikokimyasal özellikler ve FT-IR sonuçlarına göre dört polisakkaritin fizikokimyasal özelliklerinin aynı olduğu tespit edilmiştir. SEM görüntülerine göre farklı ekstraksiyon metodları farklı yüzey morfolojilerinin oluşmasına sebep olmuştur. Ayrıca bu polisakkaritler yüksek miktarda doğal antioksidan içermelerinden dolayı fonksiyonel gıda katkı maddesi olarak değerlendirilebileceği ifade edilmiştir [51].

MATERYAL METOT

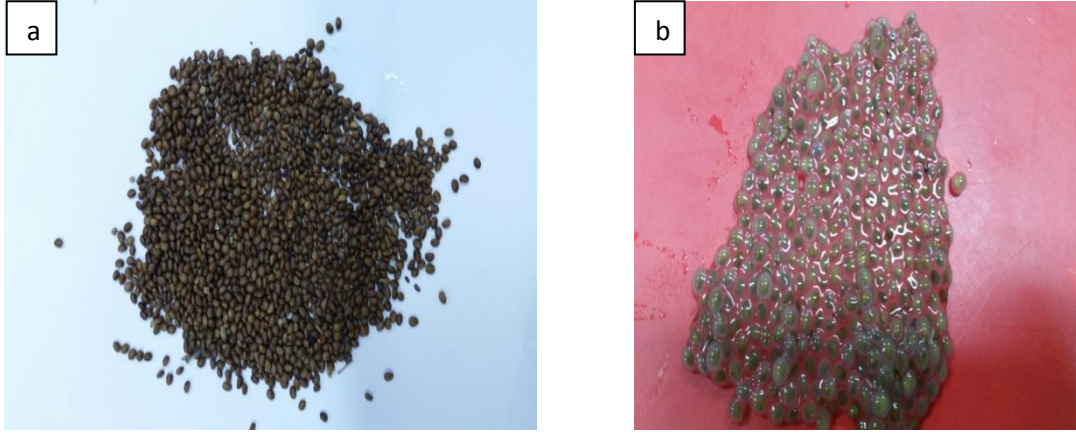
3.1 Adaçayı Tohumlarının Temini

Bu araştırmada kullanılan tohumlar Konya'nın güneyinde yer alan Çumra ilçesinde yetiştirilmiştir. Yetiştirilen adaçayı tohumları hasat edildikten sonra tohumların içerisinde bulunan taş, toprak ve toz gibi yabancı maddelerden ayrılarak temizleme işlemi yapılmıştır.

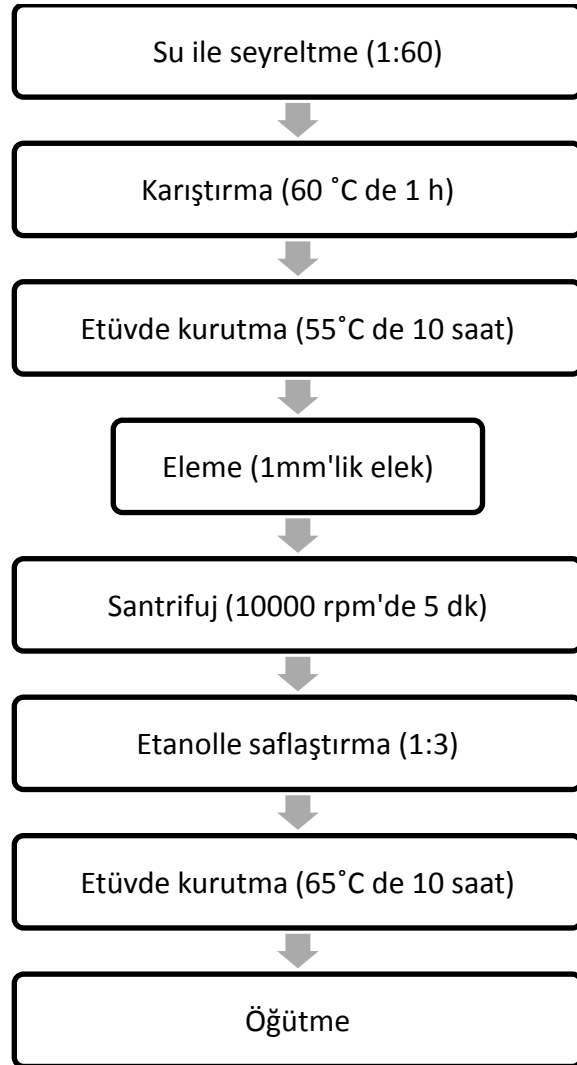
3.2 Adaçayı Tohumundan Gam eldesi ve Optimizasyonu

3.2.1 Adaçayı Tohumlarından Gam Eldesi

Adaçayından gam eldesi Şekil 3.1'de gösterilmiştir. 10 g tohum parçalanmadan 1:60 oranında seyreltilmiş ve 60 °C'de 1 saat boyunca mekanik karıştırıcıda (IKA C-MAG HS 7, Almanya) karıştırılmıştır. Ardından karıştırılan tohum 55°C 'de 10 saat kurumaya bırakılmış ve kuruyan tohumların kenarlarında kalan musilaj bir 1mm'lik elekten geçirilmiştir. Sonra altta kalan kısım (kepek+gam) 1:20 oranında suyla seyreltilmiş ve santrifüj tüplerine alınarak 8000 g'de 5 dk santrifüj edilmiştir (Thermo scientific Heraeus, Multifuge X3 FR, Almanya). Santrifüj tüpünün üstte kalan süpernatant kısmı bir behere alınmış ve üstüne 1:3 oranında etanol ilavesi yapılmıştır. Üstte kalan kısım cam petrilere alınmış ve etüvde (Memmert UF-110, Almanya) 65 °C de 10 saat kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan gamlar bir spatül yardımıyla cam petrilere alınmış ve bir öğütücü yardımıyla toz haline getirilmiştir [44].



Şekil 3.1 Adaçayı tohumları (a), adaçayı tohumları su ile şişmesi ve kenarında musilaj oluşturmaları (b)



Şekil 3.2 Gam ekstraksiyonu akış şeması

3.2.2 Gam Ekstraksiyon Veriminin Optimizasyonu

Gam ekstraksiyonunun gerçekleştirilmesi amacıyla çeşitli faktörler (sıcaklık, süre, pH ve tohum:su oranı) İki Seviyeli Faktöriyel Deneme Dizayn'na göre düzenlenerek sekiz deneme noktası elde edilmiştir. (pH ayarlaması yapılırken 0.1M NaOH ve HCl kullanılmıştır.) Optimizasyon koşulları Çizelge 3.1'e göre oluşturularak optimizasyonda en etkili olan iki parametre belirlenmiştir.

Çizelge 3.1 Dört faktörlü, 2-Seviyeli Faktöriyel deneme dizaynı matrisinde deneme faktörlerinin kodlu seviyeleri

	Deneme faktörlerinin kodlu seviyeleri				Analiz sonuçları (Responses)
	Sıcaklık (X ₁)	Süre (X ₂)	pH (X ₃)	Tohum Su Oranı (X ₄)	Gam ekstraksiyon verimi (%)
1	-1	1	1	-1	
2	1	1	1	1	
3	1	-1	1	-1	
4	1	1	-1	-1	
5	-1	1	-1	1	
6	-1	-1	-1	-1	
7	-1	-1	1	1	
8	1	-1	-1	1	

3.2.3 Merkezi Karmaşık Dizaynına Göre Belirlenen On Farklı Deneme Noktasında Gam Örneklerinin Üretilmesi

Merkezi Karmaşık Dizaynı analizinde en etkili olan iki faktöre göre oluşturulmuş ve gamların verimleri yüzde olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3. 2). Ardından fizikokimyasal, kompozisyonel ve reolojik özelliklerin belirlenmesi için 10 deneme noktasında gam üretimi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. 2 İki faktörlü, iki seviyeli Merkezi Karmaşık Dizaynı matrisi

Deneme noktaları	Deneme faktörlerinin kodlu		Analiz Sonuçları (Responses)
	X_1	X_2	
			Gamların fizikokimyasal, kompozisyonel ve reolojik özellikleri
1	0	1	
2	-1	0	
3	0	-1	
4	0	0	
5	-1	-1	
6	1	1	
7	1	0	
8	1	-1	
9	0	0	
10	-1	1	

3.3 Gamların Fizikokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

3.3.1 pH Değerinin Belirlenmesi

%0.5'lik gam solüsyonlarının 25°C'deki pH değerleri otomatik kalibre edilmiş bir pH metre (Mettler Toledo- S230 Seven Compact, İsviçre) yardımıyla belirlenmiştir [67].

3.3.2 Nem Miktarının Belirlenmesi

Gamların nem miktarlarını belirlemek amacıyla klasik etüvde kurutma yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda yaklaşık 3 gram örnek tartılarak 105°C sıcaklıktaki etüvde (Mettler UF-110, Almanya) 6 saat bekletilmiş ve ardından meydana gelen ağırlık kaybı %nem miktarı olarak tespit edilmiştir [17].

3.3.3 Kül Miktarının Belirlenmesi

Örneklerin kül miktarlarını tespit etmek amacıyla yüksek sıcaklıklara ayarlanabilen elektrikli kül fırını (WiseTherm-Daihan FH-03, Kore) kullanılmıştır. Bu kapsamda öncelikle porselen krezeler 650 °C'de sabit tartıma getirilmiş ve bu krezelere yaklaşık 2 g örnek tartılmıştır. Ardından örneklerle etil alkol ile ön yakma işlemi uygulanmış ve 650 °C'de siyah kalıntı kalmayana kadar yakma işlemi uygulanmıştır. İşlem sonrasında

kuru madde üzerinden % kül miktarı hesaplanmıştır [17].

3.3.4 Protein Miktarının Belirlenmesi

Gam örneklerinden yaklaşık 3 g tartılıp Khejdal balonuna konulmuştur. Ardından 25 mL derişik H_2SO_4 ve 1 adet katalizör tableti (Potasyum sülfat (K_2SO_4), sodyum sülfat (Na_2SO_4), titanyum oksit (TiO_2) ve bakır sülfat ($CuSO_4$) karışımlarını içeren tablet) ilave edilip 200-250°C'de 2 saat, 350-400°C'de 8 saat bir yakma işlemine bırakılmıştır. Yakılan örneklerin rengi siyahtan açık şeffaf bir renge dönüşmüştür. Örneklerin soğumaya bırakılmasının ardından 5 ml %40'luk NaOH, 3 ml %3'lük borik asit ilave edilmiş ve destilasyon başlatılmıştır (Behr Distillation Unit-S5, Almanya). 4 dk boyunca destilasyon gerçekleştirildikten sonra 0.1 N HCl ile titrasyon gerçekleştirilmiş ve harcanan HCl ml olarak not edilmiştir. Ardından % ham protein hesaplanmıştır [65].

$$\%Azot = ((V_1 - V_0) \times N \times 0.014) \times 100 / m \quad (3.1)$$

$$\%Protein = \%Azot \times 5.85 \quad (3.2)$$

V_1 = Titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml)

V_0 = Kör deneme titrasyonunda harcanan HCl miktarı (ml)

N = Titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin normalitesi (0.1 N)

0.014 = Azotun mili ekivalen ağırlığı

m = Alınan gıda örneği miktarı (g)

3.3.5 Sokselet (Sohxlet) Yöntemiyle Yağ miktarlarının Tespit Edilmesi

Gamların yağ miktarlarının belirlenmesi amacıyla yaklaşık 4 gram örnek tartılmış ve filtre kağıdının içine yerleştirilmiştir. Ardından bu filtre kağıtları kartuşun içine konulup üstüne pamukla tampon yapılmış ve kartuşlar ekstraktöre yerleştirilmişlerdir. Öte yandan analizler esnasında çözücü olarak hekzan kullanılmış ve bu çözücü yavaş kaynayacak şekilde ısıtıcı ayarı ayarlanmış bu işlemlerden sonra ise geri soğutucu musluğu açılmıştır (WiseTherm-Daihan, DH.WHM12293, Kore). Örnekler 8 saat hekzan ile ekstraksiyona tabi tutulduktan sonra çözücünün geri alınması amacıyla örnekler döner buharlaştırıcı (BUCHI-Vacuum Controller V-850, İsviçre) alınmış ve hekzanın

buharlaşması sağlanmıştır. Bu işlemle alınamayan bir miktar hekzanın geri kazanılması için örnekler 105°C’ deki etüve (Memmert UF-110, Almanya) bırakılmış ve desikatörde sabit tartıma geldikten sonra balon ağırlığı kaydedilerek yağ miktarı yüzdesi hesaplanmıştır [65].

3.3.6 Ham Lif Miktarı Tayini

Bu analiz gerçekleştirilmeden önce örneklerin içerisinde bulunan yağ ekstrakte edilmiştir. Yağı alınan örneklerden 3 gram tartılmış ve örnekler bir behere konulmuştur. Ardından, üzerine 50 ml %5’lik H₂SO₄ ve 150 ml su ilave edilmiştir. İçerisinde bulunan suyun uzaklaşmaması için örneklerin ağzı iyice kapatılmış ve 30 dk boyunca bir magnetik karıştırıcı yardımıyla (IKA C- MAG HS 7, Almanya) karıştırılmıştır. Sürenin bitiminde örnekler bir filtre kağıdından süzölmüş ve asit etkisini kaybedene kadar sıcak suyla iyice yıkanmıştır. Kağıdın üzerinde kalan örneğin üzerine 50 ml %5’lik NaOH ilave edilmiş ve yine 30 dk boyunca karıştırılmıştır ve bazın etkisinin kaybetmesi amacıyla sıcak suyla iyice yıkanmıştır. Filtrenin üstünde kalan kısım darası önceden alınmış bir filtre kağıdının üzerine bırakılarak önce saf su ardından %95’lik etanolla yıkanmış ve kurumaları amacıyla 105°C’deki etüve (Memmert UF-110, Almanya) alınmıştır. Ardından kuruyan örneklerin tartımları gerçekleştirilmiştir [52].

$$\% \text{Ham lif} = ((\text{Filtre kağıdı} + \text{ham lif}) - (\text{Filtre kağıdı})) / (\text{Örnek miktarı}) \times 100 \quad (3.3)$$

3.4 Gamların Kompozisyonel Özelliklerinin Belirlenmesi

3.4.1 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 [17].

3.4.2 Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

0.5 ml gam solüsyonunun üzerine %10'luk 2.5 ml Folin-Ciocalteu Fenol çözeltisi ilave edilmiştir. Ardından 2 mL Na_2CO_3 (%7.5) ilave edilerek vorteksle 30 sn boyunca karıştırılmıştır. Karanlıkta 30 dakika inkübasyona bırakılan örneklerin absorbands 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 [53].

3.5 Gamların Konformasyonel Özelliklerinin Belirlenmesi

3.5.1 FT-IR Analizleri

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 [17].

3.6 Reolojik özelliklerin belirlenmesi

3.6.1 Gamlarından Reolojik Analizler İçin Solüsyon Haline Getirilmesi

Adaçayı tohumu gamının (*S. sclera*) reolojik özelliklerini belirlemek amacıyla 0.5 g gam örneği tartılarak 100 ml suda çözülmüştür. Ardından hazırlanan %0.5'lik çözeltilere 60 dk boyunca magnetik bir karıştırıcı (IKA C- MAG HS 7, Almanya) yardımıyla karıştırılmıştır. Karıştırılan örnekler, gam çözeltisindeki hava boşluklarını gidermek için santrifuj tüplerine alınarak 2 dakika 1000 g' de santrifüj (Thermo scientific Heraeus, Multifuge X3 FR, Almanya) edilmiştir [13].

3.6.2 Gamların Steady Shear (Yatışkan kesme) Akış Davranış Özelliklerinin (Parametrelerinin) Belirlenmesi

Gam solüsyonlarının yatışkan 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].

$$\text{Herschel-Bulkley model: } \tau = \tau_o + K \dot{\gamma} \quad (3.4)$$

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.

3.6.3 Dynamic Shear (Dinamik titreşimli kayma) Akış Davranış Özelliklerinin (Parametrelerinin) Belirlenmesi

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

3.6.3.1 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 [13].

3.6.3.2 Frekans Sweep Testi

Stress sweep analiziyle belirlenen lineer viskoelastik bölgeden yararlanarak örneklerin stres 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 [13].

$$G' = K'(\omega)^{n'} \quad (3.5)$$

$$G'' = K''(\omega)^{n''} \quad (3.6)$$

$$\eta^* = K^*(\omega)^{n^*-1} \quad (3.7)$$

3.6.4 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 tiksotropik 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 ($\gamma = 10 \%$, $\omega = 10 \text{ 1/s}$). 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 ($\gamma = 1000 \text{ 1/s}$).

Üçüncü Aralık (Third Interval)

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

Deformasyonun ve toparlanma yüzdeleri 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.

$$\% \text{Deformasyon } (\%D_r) = (G_0/G_i) \times 100 \quad (3.8)$$

$$\% \text{Toparlanma } (\%T_r) = (G_\infty/G_i) \times 100 \quad (3.9)$$

Ayrıca 3ITT testinin üçüncü bölümünde elde edilen datalara İkinci Derece Yapısal Model uygulanmıştır. Ve elde edilen datalarla 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.

$$\left[\frac{G' - G_e}{G_0 - G_e} \right]^{1-n} = (n-1)kt + 1 \quad (3.10)$$

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 [54].

3.7 İstatistiksel 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.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Gam Ekstraksiyonu Veriminin Optimizasyonu

4.1.1 Gam Ekstraksiyonu Veriminin Optimizasyonu

Çizelge 4. 1 İki Seviyeli Faktöriyel Deneme Dizaynına göre gam verimi

Örnek İsmi	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	pH	Tohum:Su Oranı	Gam ekstraksiyon verimi (%)
1.1	25	1	10	1:60	3.53
1.2	25	1	3	1:30	3.00
1.3	25	3	3	1:60	4.31
1.4	80	3	3	1:30	5.14
1.5	80	1	10	1:30	4.06
1.6	25	3	10	1:30	3.53
1.7	80	1	3	1:60	4.13
1.8	80	3	10	1:60	5.86

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. Tablodaki veriler kullanılarak analizler yapılmış ardından yüzde verim hesabı yapılmıştır.

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere *Salvia sclarea* tohumlarının belirli koşullar aralığında 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 *Salvia sclarea* tohumlarının 25°C’de pH=3’te 1:30 oranında seyreltilmesi ve 1 saat karıştırılmasıyla en düşük verim (%3) elde edilmiştir.

Çizelge 4. 2 Adaçayı tohumundan gam eldesine yönelik oluşturulan modele ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	Kareler	dF	Kareler	F	P
	toplamı		Ortalaması		
Model	5.60	4	1.40	10.08	0.04
Sıcaklık	2.90	1	2.90	20.93	0.02
Süre	2.12	1	2.12	15.29	0.03
pH	0.02	1	0.02	0.14	0.73
Su:Tohum	0.55	1	0.55	3.97	0.14
Residual	0.42	3	0.14		
Toplam	6.01	7			

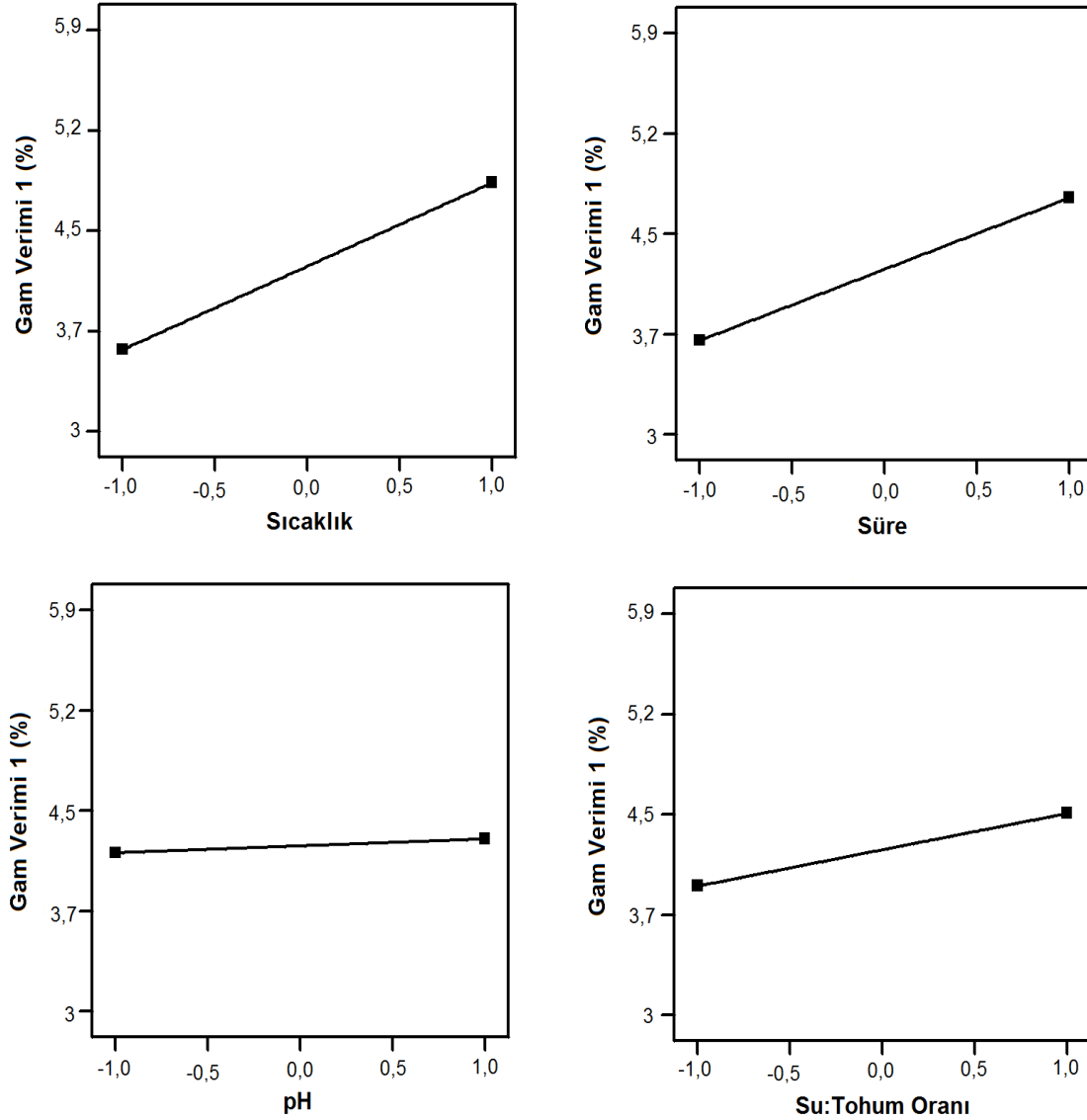
Merkezi Karmaşık Dizayn için kullanılacak verilerin belirlenmesi amacıyla bu modelleme gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.2, adaçayı tohumuna uygulanan modele ilişkin varyans analiz sonucunu göstermektedir. Çizelgede verilen modele ilişkin *P* değerleri 0.05’ten küçük olduğundan dolayı modelleme önemli bulunmuştur. Gam verimine ilişkin parametreler incelendiğinde verime etki eden en önemli parametrelerin sıcaklık ve süre olduğu belirlenmiştir. *F* değerleri incelendiğinde verimde etkili parametrelerin sırasıyla sıcaklık, süre, tohum:su oranı ve pH olduğu tespit edilmiştir. Ancak verim üzerine faktörlerin etkisinin daha ayrıntılı incelenmesi amacıyla standardize edilmiş etki değerleri ve katkı yüzdeleri belirlenmiştir (Çizelge 4. 3).

Çizelge 4. 3 Adaçayı gamının veriminin üzerine faktörlerin etkisi

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

Çizelge 4. 3’te ifade edildiği gibi faktörlerin standardize edilmiş etki değerleri, sıcaklık, süre, pH ve su:tohum için sırasıyla 1.21, 1.03, 0.10 ve 0.53 olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra gam veriminde kullanılan parametrelerin katkı yüzdeleri sıcaklık, süre, pH ve su:tohum için sırasıyla %48.29, %35.28, %0.33 ve %9.17 olarak tespit edilmiştir. Elde

edilen sonuçlara göre gam veriminde en etkili olan parametrelerin sıcaklık ve süre olduğu belirlenmiştir. Bunu takip eden parametreler ise sırasıyla tohum:su oranı ve pH olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4. 1 Adaçayı tohumu gamından elde edilen verimin faktörlere bağlı olarak değişimi

Yapılan bir çalışmaya göre, artan sıcaklıkla birlikte hücre duvarından ekstrakta suda çözünebilir polisakkaritlerin 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 [55].

Tohum-su oranı gam veriminin artışında bir diğer etkili faktör olarak belirlenmiştir. Tohumun su alarak şişmesi ve ardından endospermde suyun birikmesi, suda çözünabilir 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 [56], [57].

Elde edilen sonuçlara göre pH ekstraksiyon verimi üzerine çok az etkide bulunmuştur. Elde edilen veriler literatürde yer alan çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir [12], [55], [58], [59].

4.1.2 Merkezi Karmaşık Dizaynın Oluşturulması

Merkezi Karmaşık Dizayn (Central Composite Dizayn)'ın oluşturulması ve istatistiksel analizler Design Expert (7.0.0) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Gamlar için kodlanan maksimum ve minimum değerler Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. 2 faktörlü, 2 yüzey merkezli (face centered) ve 10 deneme noktası içeren bir deneme dizaynı oluşturulmuştur. Deneme noktasında kullanılan bağımsız değişkenler sıcaklık ve süre iken bağımlı değişken ise verimdir.

Çizelge 4. 4 Merkezi Karmaşık Dizaynın oluşturulması için kullanılan bağımsız değişkenler ve kodları

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

4.1.3 Merkezi Karmaşık Dizayn'a Göre Gamların Verimi

İki seviyeli faktöriyel deneme dizaynına göre optimizasyon aşamasında sıcaklık, süre, tohum:su oranı ve pH parametrelerinden en etkili olan iki parametrenin sıcaklık ve süre olduğu tespit edilmiştir. Gam verimi üzerine en etkili iki faktörün optimizasyonu ve etkilerinin belirlenmesi işlemleri, Çizelge 4.5'te gösterilen Merkezi Karmaşık Dizayn'ına

göre gerçekleştirilmiştir. Tohumların 25°C’de 1 saat karıştırılmasıyla en düşük verim (% 4.69) elde edilmiştir. Buna karşın *Salvia sclerea* tohumlarının 85°C’de 5 saat karıştırılmasıyla en yüksek verim (% 8.65) elde edilmiştir.

Çizelge 4. 5 Tohumların Merkezi Karmaşık Dizaynına göre gam verimi

Örnek ismi	Sıcaklık(°C)	Süre (sa)	Verim (%)
1.1	25	1	4.69
1.2	25	3	4.96
1.3	25	5	6.40
1.4	55	1	5.67
1.5	55	3	7.19
1.6	55	3	7.20
1.7	55	5	8.27
1.8	85	1	6.03
1.9	85	3	8.47
1.10	85	5	8.65

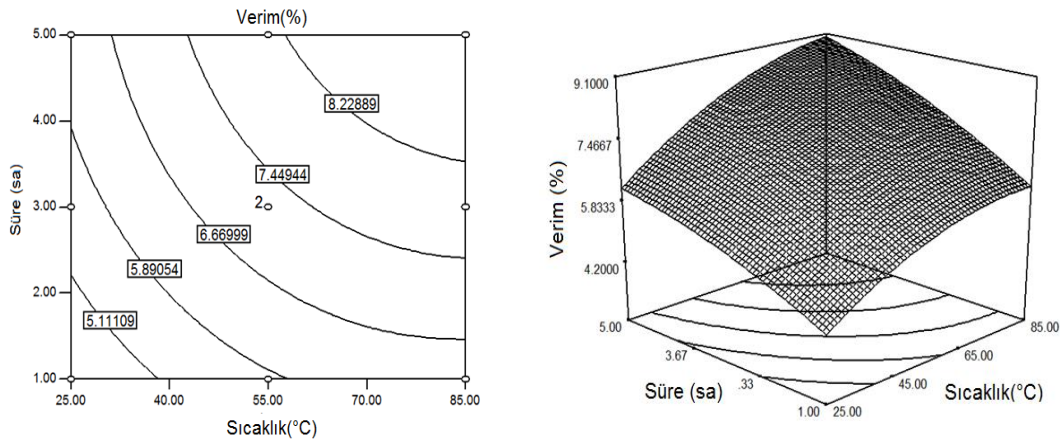
Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre model 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P<0.05$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9436 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile karesel (quadratic) modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 6 Merkezi Karmaşık Dizayn uygulanarak elde edilen gam verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler	Serbestlik	Ortalama	F değeri	P değeri
Model	17.49	5	3.50	13.38	0.01
A-Sıcaklık	8.39	1	8.39	32.07	0.01
B-Süre	8.02	1	8.02	30.67	0.01
AB	0.20	1	0.20	0.77	0.43
A ²	0.61	1	0.61	2.32	0.20
B ²	0.15	1	0.15	0.57	0.49

Çizelge 4.6 ‘da karesel modelin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu verilmiştir. Sıcaklık ve süre parametrelerinin her ikisinin de gam verimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Oysaki sıcaklık ve süre interaksiyonunun ve sürenin kuadratik etkisi önemli bulunmamıştır. F değerleri incelendiğinde verime en çok katkı sağlayan parametrenin sıcaklık olduğu bunu sırasıyla süre, sıcaklığın kuadratik

etkisi, sıcaklık ve sürenin interaksiyonu ve sürenin kuadratik etkisinin takip ettiği belirlenmiştir.



Şekil 4. 2 Sıcaklık ve sürenin gam verimi üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi

$$R1= 1.6413 + 0.090 \times \text{Sıcaklık} + 0.7518 \times \text{Süre} + 3.7500 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} - 5.6666 \times \text{Sıcaklık}^2 - 0.063 \times \text{Süre}^2 \quad (4.1)$$

Sıcaklık ve süre parametrelerinin gam verimi üzerine etkisi üç boyutlu ve kontur çizimi yapılarak Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Şekillere göre sıcaklık ve süre artışı gam verimini arttırmıştır. Ayrıca bu artışlar Denklem 4.1’de de ifade edilmiştir. Bu denkleme göre; sıcaklık, süre artışı bunun yanı sıra sıcaklık ve sürenin interaksiyonu gam veriminin artışı sağlarken sıcaklık ve sürenin kuadratik etkileri gam verimini azaltmıştır. Verilen denklemden yararlanılarak (Denklem 4.1) herhangi bir sıcaklık ve süre değerinde ne kadar gam verimi alınacağı hesaplanabilmektedir.

Adaçayının *Salvia sclarea* türünden elde edilen verim değerleri *Durio zibethinus* tohumu gamı (%1.2) [60], keten tohumu gamı (%7.9) [61], adaçayı (*Salvia macrosiphon*) (%12.2) [12] ve tere tohumu gamından (%6.46) [62] daha yüksekken fesleğen tonumu gamı (%20.49) [63], çemen otu tohumu gamı (%22) [64] ve mesquite ağacı gamından ise (%24.9) [65] daha düşük olduğu belirlenmiştir.

4.2 Fizikokimyasal Analizler

4.2.1 Tohumun Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi

Çizelge 4.7’de adaçayı tohumunun kimyasal kompozisyonu belirlenmiştir. Çizelgeye göre tohumun nem içeriği %4.32, protein içeriği %22.50, karbonhidrat içeriği %27.87, yağ içeriği %42.48, kül içeriği %3.50 ve ham lif içeriği %22.91 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 7 Adaçayı tohumunun kimyasal kompozisyonu

Nem (%)	Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Ham lif (%)
4.32 ± 0.07	21.50 ± 0.12	27.87	42.48 ± 0.11	3.50 ± 0.01	22.91 ± 0.11

Adaçayı tohumunun yağ içeriği incelendiğinde çemen otu tohumu (%7.24) [64], fesleğen tohumu (%11.55) [63] ve karaya tohumundan (%26) [66] daha fazla yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tohumların protein içeriği çemen otu tohumu (%34.10) [64], karaya tohumu (%35)’ndan [66] daha düşükken fesleğen tohumundan (%20.16) [63] ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Adaçayı tohumunun kül miktarı karaya tohumu (%3.4) [63] ile hemen hemen aynıken fesleğen içeriği (%5.89) [66] tohumundan ise daha yüksektir

4.2.2 pH Analizi

Gam örneklerinin pH değerleri Çizelge 4.8’de görülmektedir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre *Salvia sclarea* tohumu gamlarının pH değerleri 6.83 ile 7.16 arasında değişkenlik göstermiştir. pH değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P<0.05$).

Örneklerin pH değerleri alginat (6.3), K-karregenan (6.2), ksantan gam(6.1) *Gleditsia triacanthos* gum (6.2) ve karboksi metil selüloz (6.6)’dan daha yüksek bulunmuştur [67]. Öte yandan gülibrişim tohumu gamının (*Albizia amara*) pH değerinden ise daha düşüktür [68]. Gamların pH değerlerinin bazılarının asidik bazılarının ise bazik

karakterde olması, gamların pH değerlerinin geniş bir aralıkta uzandığının bir göstergesidir.

Çizelge 4.8 Adaçayı gamlarının pH içerikleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	Ph
1.1	25	1	7.11 ^a
1.2	25	3	7.03 ^a
1.3	25	5	7.23 ^a
1.4	55	1	7.04 ^a
1.5	55	3	7.16 ^a
1.6	55	3	7.16 ^a
1.7	55	5	7.02 ^a
1.8	85	1	6.94 ^a
1.9	85	3	6.83 ^a
1.10	85	5	6.87 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

4.2.3 Nem Analizi

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 [69].

Örneklerin nem içerikleri Çizelge 4.9’da verilmiştir ve nem değerleri %0.28 ve %1.53 arasında değişkenlik göstermiştir. İstatistiksel analiz sonucunda örneklerin nem miktarları 0.05 anlam seviyesinde önemli bulunmuştur. Sonuçlar literatürde yer alan gamların kuru madde içerikleriyle kıyaslandığında *Prosopis juliflora* tohumu gamı (%91.06) [70], adaçayı (*Salvia macrosiphon*) tohumu gamı (%91.92) [17], mesquite tohumu gamı (%96.27) [65] ve tere tohumu (%92.83) [64] gamından daha yüksek bulunmuştur. Tohumlarının nem değerlerinin diğer gamlara kıyasla düşük çıkması; bitkinin yetiştiği ortam şartlarının, ekstraksiyon ve saflaştırma koşullarının değişkenlik göstermesiyle ilişkilendirilmiştir [12]. Öte yandan gam ekstraksiyonunun ardından yapılan kurutma işlemi sırasında örnekler yeterince kurduğundan dolayı gamların nem içerikleri daha düşük çıkmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4. 9 Adaçayı gamlarının nem içerikleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	Nem miktarı (%)
1.1	25	1	1.11 ^b
1.2	25	3	0.28 ^h
1.3	25	5	1.53 ^a
1.4	55	1	0.72 ^d
1.5	55	3	0.51 ^d
1.6	55	3	0.51 ^d
1.7	55	5	0.86 ^c
1.8	85	1	0.45 ^f
1.9	85	3	0.48 ^e
1.10	85	5	0.36 ^g

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar $P<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

4.2.4 Kül Analizi

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

Çizelge 4. 10'da adaçayı gamlarının kül içeriklerine ilişkin veriler yer almaktadır. Bu verilere göre örneklerin kül içerikleri %2.05 ve %2.99 arasında olduğu tespit edilmiştir. Ekstraksiyon süresince uygulanan sıcaklık ve süre parametreleri istatistiksel olarak 0.05 önem seviyesinde örneklerin kül içeriklerini etkilemiştir.

Çizelge 4. 10 Adaçayı gamlarının kül içerikleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	Kül (%)
1.1	25	1	2.46 ^e ±0.01
1.2	25	3	2.05 ⁱ ±0.03
1.3	25	5	2.31 ^f ±0.03
1.4	55	1	2.63 ^c ±0.01
1.5	55	3	2.24 ^h ±0.01
1.6	55	3	2.23 ^h ±0.01
1.7	55	5	2.25 ^g ±0.03
1.8	85	1	2.49 ^d ±0.02
1.9	85	3	2.71 ^b ±0.04
1.10	85	5	2.99 ^a ±0.01

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar $P<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Gamların toplam kül içeriği keten tohumu gamı (%7.4-%8.4) [60], ksantan gam (%9.35) [61], guar gam (%11.9) [63], tere tohumu gamı (%11.5) [71] ve durian tohumu gamlarından (%29.8) [72] daha düşükken, çemen otu gamı (%0.5) [73], saflaştırılmış mesquite tohumu gamı (%0.6) [74], saflaştırılmış guar gam (%0.89) [75], keçi boynuzu gamı (%0.7-%1.5) [12], gam arabik (%1.2) [12] ve ksantan gamdan (%1.5) [12] ise daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

4.2.5 Protein Analizi

Çizelge 4. 11’de farklı şartlarda üretilen 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 4. 11 Adaçayı gamlarının protein içerikleri

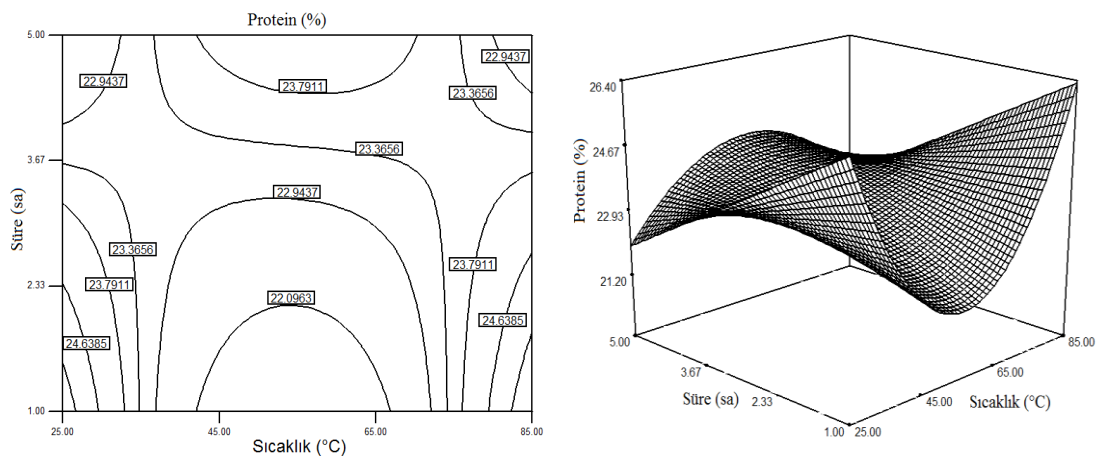
Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	Protein (%)
1.1	25	1	26,41
1.2	25	3	24,81
1.3	25	5	22,83
1.4	55	1	21,66
1.5	55	3	23,89
1.6	55	3	23,89
1.7	55	5	24,50
1.8	85	1	27,33
1.9	85	3	24,19
1.10	85	5	23,71

Protein analizi için 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 4. 12). Tabloki F değerleri incelendiğinde protein içeriğine en etkili olan parametrenin sürenin kuadratik etkisi olduğu bunu sırasıyla sıcaklığın kuadratik etkisi, süre ve sıcaklık ve sürenin interaksyonu olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. 12 Adaçayı 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

Sıcaklığın ve süresinin protein miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi Şekil 4.3'te verilmiştir. Elde edilen denkleme göre (Denklem 4.2) sıcaklık, süre ve sıcaklığın kuadratik etkisi ve sürenin interaksiyonunun protein miktarını azalttığı sıcaklık ve süre interaksiyonunun ve sıcaklığın kuadratik etkisinin arttırdığı belirlenmiştir.



Şekil 4. 3 Sıcaklık ve sürenin protein miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi

$$R1 = 42.60185 - 0.80926 \times \text{Sıcaklık} - 5.13194 \times \text{Süre} + 0.21389 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} + 7.40741 \times \text{Sıcaklık}^2 - 1.9 \times \text{Sıcaklık}^2 \times \text{Süre} \quad (4.2)$$

Elde edilen gamın protein içeriği akasya (*A. cochliacantha*) (%29.27) [41] gamından daha düşükken keçiyoynuzu gamı (7.4%)[61], keten tohumu gamı (%9.1) [72], demirhindi çekirdeği galaktomannanı (%17-19) [76], çin tarçını tohumu gamı (%8.4) [77], gladiçya tohumu gamından (%11.54) (*Gleditsia triacanthos*) [78] ise daha yüksek

bulunmuştur. Karaya zamkıyla (%20.47) [79] 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 [39]. Su tutma kapasitesi, protein-su interaksyonuna, hidrasyon pozisyonlarının sayısına, ortam şartlarına, protein konfigürasyonu ve özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [80].

4.2.6 Lif Analizi

Besinsel lifler; gamlar, pektinler, deniz yosunu aljinatları ve β -glukan gibi çok sayıda suda çözünür lif içerir ve suyla etkileşime geçtiklerinde kıvamlaşma göstermektedirler [81]. Yapı, kimyasal kompozisyon, konsantrasyon ve molekül ağırlığına bağlı olarak örneklerin kıvamlaşma dereceleri farklılık göstermektedir [82].

Adaçayı gamının lif içerikleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Çizelgeden elde edilen verilere göre lif içerikleri %7.36 ile %16.84 arasında değişiklik göstermiştir. En fazla lif içeriğine 25°C'de 1 saat ekstrakte edilen örneklerde tespit edilirken en az lif içeriğine ise 85°C'de 1 saat ekstrakte edilen örneklerde belirlenmiştir.

Çizelge 4. 13 Adaçayı gamlarının lif içerikleri

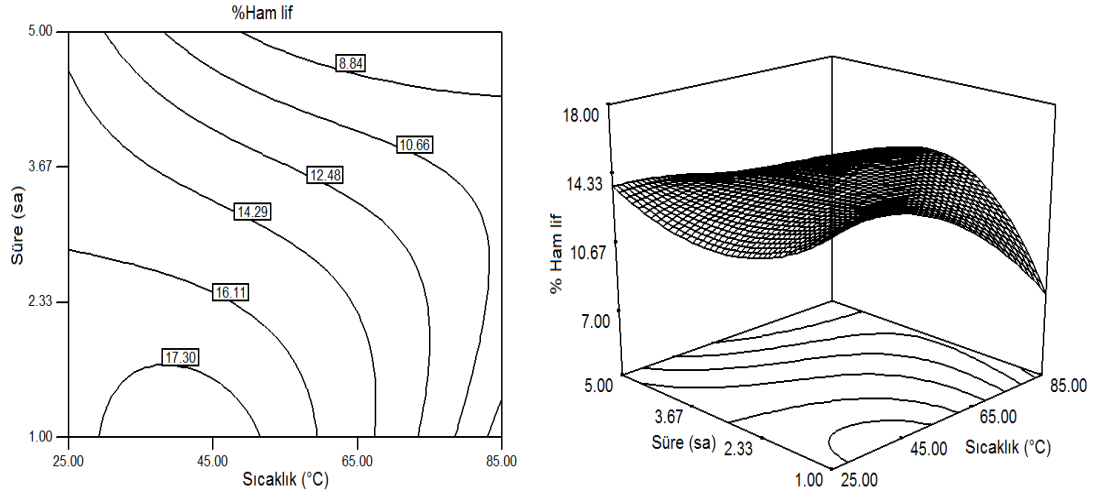
Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	Ham lif (%)
1.1	25	1	16.84
1.2	25	3	15.87
1.3	25	5	13.81
1.4	55	1	16.72
1.5	55	3	14.34
1.6	55	3	14.34
1.7	55	5	7.95
1.8	85	1	8.04
1.9	85	3	10.19
1.10	85	5	7.36

Regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosuna göre (Çizelge 4. 14) , seçilen model 0.01 anlam seviyesinde önemli bulunmuş ve R^2 değeri 0.9989 olarak tespit edildiğinden dolayı elde edilen verilerle seçilen modelin(kübik model) uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca varyans analizine göre sıcaklık ($P<0.01$), süre ($P<0.01$), sıcaklık ile sürenin interaksyonu ($P<0.05$), sıcaklığın kuadratik etkisi ($P<0.05$), sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksyonu ($P<0.01$) ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkisi ($P<0.01$) önemli bulunmuştur. Örneklerin F değerleri göz önüne alındığında lif içeriğini en etkileyen parametrenin süre olduğu bunu sırasıyla sıcaklık ve sürenin kuadratik etkisinin interaksyonu, sıcaklık, sıcaklığın kuadratik etkisi ile süraksyonu, sıcaklığın kuadratik etkisi ve sıcaklık ile sürenin interaksyonu takip etmektedir.

Çizelge 4. 14 Adaçayı gamlarının lif içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler	Serbestlik	Ortalama	F değeri	P değeri
Model	128.54	7	18.36	270.68	0.01
A-Sıcaklık	16.13	1	16.13	237.79	0.01
B-Süre	38.40	1	38.40	565.99	0.01
AB	1.37	1	1.37	20.24	0.05
A^2	2.49	1	2.49	36.69	0.03
A^2B	6.93	1	6.93	102.15	0.01
AB^2	15.93	1	15.93	234.79	0.00

Sıcaklığın ve sürenin lif miktarı üzerine etkisi kontür çizimi ve üç boyutlu olarak Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Elde edilen şekle göre sıcaklığın artışı belirli bir dereceye kadar lif miktarını arttırırken belirli bir sıcaklık değerinden sonra lif miktarının azalmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sürenin artışı ise lif miktarının artışına neden olmuştur. Öte yandan kübik modelden elde edilen denkleme göre (Denklem 4.3) sıcaklık, süre, sürenin kuadratik etkisi ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksyonu % ham lif artışını sağlarken sıcaklık ve süre interaksyonu ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkisi ham lif miktarının azalmasına sebep olmuştur.



Şekil 4. 4 Sıcaklık ve sürenin lif miktarı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi

$$R1 = 6.8193 + 0.5630 \times \text{Sıcaklık} + 2.9946 \times \text{Süre} - 0.1528 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} - 6.9080 \times \text{Sıcaklık}^2 + 0.0143 \times \text{Süre}^2 + 1.9201 \times \text{Sıcaklık}^2 \times \text{Süre} - 8.0939 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre}^2 \quad (4.3)$$

Elde edilen gam örneklerinin lif içeriği akasya (*A. cochliacantha*) (%26.57) [76] gamından düşüken karaya zamkı (%8.24) [79], demirhindi gamından (%3-%5) [83] ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4.2.7 Yağ Analizi

Adaçayı gamının yağ içerikleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Çizelgeden elde edilen verilere göre yağ içerikleri %19.22 ile %36.16 arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4. 15 Adaçayı gamlarının yağ içerikleri

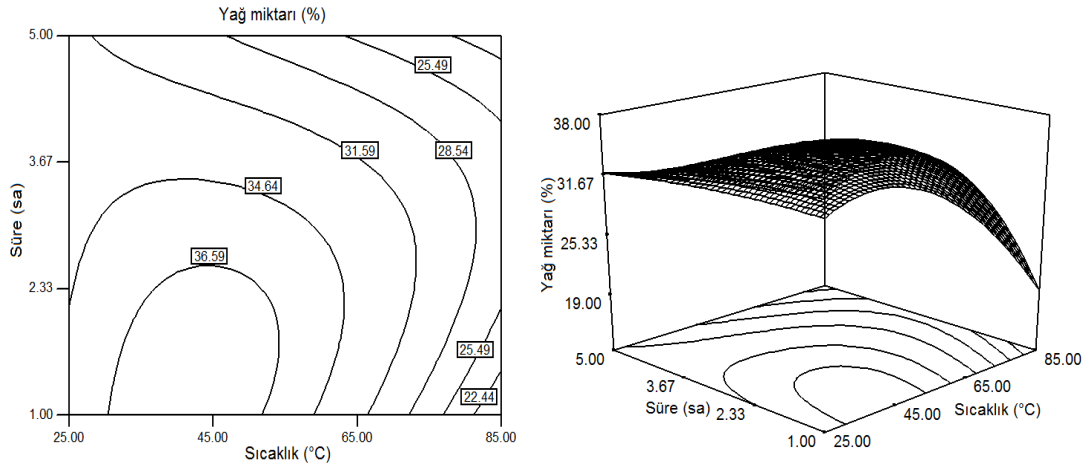
Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	Yağ (%)
1.1	25	1	35.08
1.2	25	3	34.36
1.3	25	5	31.87
1.4	55	1	36.16
1.5	55	3	34.83
1.6	55	3	34.83
1.7	55	5	27.42
1.8	85	1	19.22
1.9	85	3	27.47
1.10	85	5	20.79

Çizelge 4. 16’da yağ analizinin regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosu verilmiştir. Seçilen model 0.01 önem seviyesinde bulunmuş ($P<0.01$) ve R^2 değeri 0.9979 olarak tespit edilmiştir. Bundan dolayı elde edilen verilerle seçilen modelin uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca varyans analizine göre sıcaklık ($P<0.05$), süre ($P<0.01$), sıcaklığın kuadratik etkisi ($P<0.01$), sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksyonu ($P<0.05$) ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkisi ($P<0.05$) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. 16 Adaçayı gamlarının yağ içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler	Serbestlik	Ortalama	F değeri	P değeri
Model	345.67	7	49.38	133.29	0.01
A-Sıcaklık	23.77	1	23.77	64.15	0.02
B-Süre	38.22	1	38.22	103.18	0.01
AB	5.72	1	5.72	15.43	0.06
A ²	48.60	1	48.60	131.19	0.01
A ² B	31.69	1	31.69	85.53	0.01
AB ²	20.92	1	20.92	56.47	0.02

Şekil 4.5’te sıcaklık ve sürenin yağ içeriği üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi verilmiştir. Elde edilen şekillere göre ekstraksiyon sıcaklığının uzaması gamın içerisinde bulunan yağ içeriğini belirli bir sıcaklığa kadar arttırırken belirli bir sıcaklığa geldikten sonra azalmasına sebep olmuştur. Ayrıca sürenin uzaması gamın yağ içeriğinin artmasına sebep olmuştur. Bu durumun gam ekstraksiyonu sırasında ekstrakte olan yağın sıcaklıkla birlikte daha fazla açığa çıkması ve açığa çıkan yağın etanolde çözünmesinden dolayı kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Öte yandan denklem 4.4’e göre sıcaklık, süre, sıcaklığın kuadratik etkisi, sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksyonu ve sıcaklığın interaksyonu ve sürenin kuadratik etkisi yağ miktarının azalmasını sağlarken ekstraksiyon sırasında uygulanan sıcaklık ise yağ miktarının artmasına sebep olmuştur.



Şekil 4. 5 Sıcaklık ve sürenin yağ içeriği üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu olarak gösterimi

$$R1= 35.1500 - 3.4500 \times \text{Sıcaklık} - 4.37 \times \text{Süre} + 1.20 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} - 4.56 \times \text{Sıcaklık}^2 - 3.96 \times \text{Sıcaklık}^2 \times \text{Süre} - 3.28 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre}^2 \quad (4.4)$$

Galla ve arkadaşlarına göre gam içerisinde bulunan yağ içeriği arttıkça gamın yağ tutma içeriğinde azalma gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ise bünyesinde mevcut olan yağdan kaynaklanmaktadır.

Örneklerin yağ içerikleri literatürde yer alan gamlardan bazılarıyla kıyaslandığında akasya (*A. cochliacantha*) (%1.3) [63], karaya zamkı (%29.02) [76], fesleğen tohumu gamı (%9.71) [79], demirhindi gamından (%7-%8) [83] daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle gamın yağ içeriğinin azaltılması amacıyla ek bir saflaştırma işlemi uygulanmalıdır.

4.3 Gamların Kompozisyonel Özelliklerinin Belirlenmesi

4.3.1 Gamların Şeker İçeriklerinin Değerlendirilmesi

HPLC analizinden elde edilen verilere göre gam içerisinde bulunan başlıca iki şekerin galaktoz ve mannoz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. 17). 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 4. 17 Adaçayı gamlarının şeker içerikleri (%)

Gam Örneği	Sıcaklık(°C)	Süre (Saat)	Glukoz	Galaktoz	Mannoz	Arabinoz
1	25	1	13.10	32.64	51.70	2.56
2	25	3	10.66	35.07	50.89	3.39
3	25	5	6.06	36.61	55.38	1.96
4	55	1	14.86	32.92	45.76	6.45
5	55	3	14.82	34.46	44.46	2.41
6	55	3	14.82	34.46	44.46	2.41
7	55	5	14.86	34.55	48.50	2.09
8	85	1	11.60	28.52	55.09	4.79
9	85	3	14.11	22.01	57.24	3.70
10	85	5	13.88	32.26	43.95	9.91

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 [73], [78], [75], [83]. Galaktomannanlardaki Man:Gal değeri gıda ve farmasötik sistemlerde stabilizatör, kalınlaştırıcı ve jelleştirici olarak gamın 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 gamının karışık polisakkarit sistemlerinde jelasyon ve kendi kendine interaksiyon özelliklerine sahiptir. Ayrıca, Man/Gal oranı viskoelastik özelliklerin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır [85], [86]. 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 [17].

4.3.2 Gamların Fenolik Değerlerinin Belirlenmesi

Ekstraksiyon sırasında uygulanan sıcaklık ve süre parametreleri, gamların fenolik içeriğini etkilemiştir. Çizelge 4.18' e göre gamların 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 belirlenmiştir. 85°C'de elde edilen gamlarda ekstraksiyon süresinin 3 saatten 5 saate uzamasıyla fenolik içeriğinin düştüğü belirlenmiştir. Silva ve arkadaşları [87] yaptıkları çalışmada bu durumu Fick kanunuyla açıklamışlar ve örnek ile çözügen arasındaki konsantrasyonun belirli bir süre sonunda dengeye ulaştığından dolayı bu azalmanın gerçekleşebileceğini ifade etmişlerdir. Öte yandan Nazck ve arkadaşları [88] 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. Ayrıca diğer bir çalışmada ise uygulanan ısıtma işleminin örneğin dokusunu yumuşatarak solventten polifenollerle geçen fenol-protein ve fenol-polisakkarit interaksiyonlarını yavaşlattığı belirtilmiştir [89]. Öte yandan ısıl işlemle birlikte fenoliklerin glukozidik bağlarında meydana gelen parçalanmadan dolayı fenolik içeriğinde bir azalma meydana gelmiş olabilir.

Çizelge 4. 18 Adaçayı gamlarının fenolik değerleri

Örnek ismi	Sıcaklık(°C)	Süre (saat)	Fenolik (GAE/100g)
1.1	25	1	6747.75± 25.23
1.2	25	3	16072.07± 31.54
1.3	25	5	18369.60 ± 52.75
1.4	55	1	13639.64 ± 16.08
1.5	55	3	16342.34 ± 12.26
1.6	55	3	16354.87 ± 10.43
1.7	55	5	18594.37 ± 28.43
1.8	85	1	10878.17 ± 64.21
1.9	85	3	12432.43 ± 79.93
1.10	85	5	11214.41 ± 43.65

Toplam fenolik değerinin artışı toplam antioksidan içeriğinin artışıyla ilişkilendirilmiştir [90]. Bundan dolayı sonuçlar incelendiğinde en yüksek antioksidan miktarı 55°C'de 5 saat ekstrakte edilen gamlarda tespit edilmiştir. Literatürdeki gamların fenolik

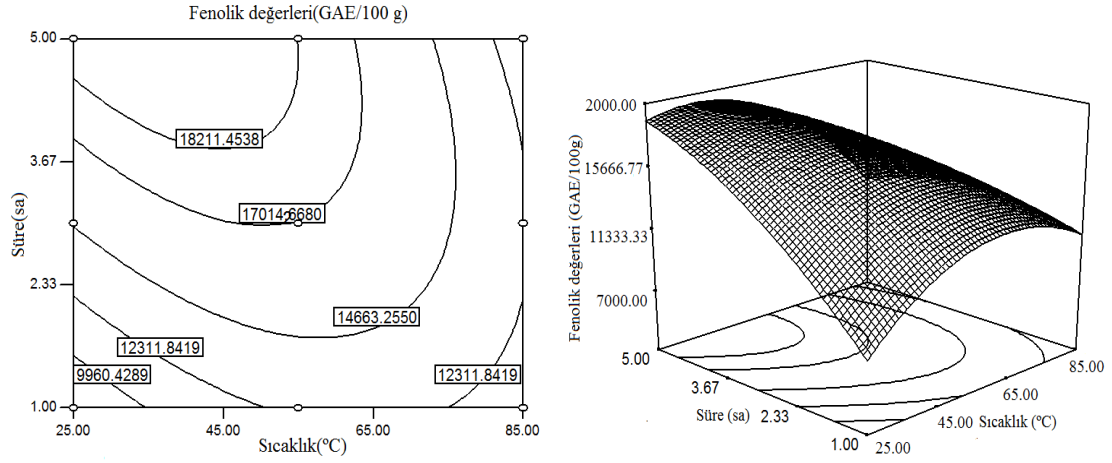
değerleriyle elde edilen değerler karşılaştırıldığında mesona bitkisi yaprağı gamının (50.18 GAE/g) [91], Hsian-tsao yaprağı gamı (43.47 GAE/g) [92], damla sakızının (9.9 mg GAE /g) [93] fenolik değerinin adaçayı gamına göre oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle bu çalışma ile adaçayı gamlarının güçlü bir antioksidan kaynağı olarak kullanılabilme potansiyelinin olduğu belirlenmiştir.

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre (Çizelge 4. 19); 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. Öte yandan, süre 0.01 anlam seviyesinde ($P<0.01$) önemli bulunurken istatistiksel olarak sıcaklık önemli bulunmamıştır. Ayrıca, sıcaklık ve süre interaksiyonu ve sıcaklığın kuadratik etkisi önemli iken ($P<0.01$) sürenin kuadratik etkisi önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4. 19 Adaçayı gamlarının fenolik değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestl	Ortalama	F değeri	P değeri
Model	1.218E +0.08	5	2.436E+007	21.31	0.01
A-Sıcaklık	7.402E +006	1	7.402E+006	6.47	0.06
B-Süre	4.655E+007	1	4.655E+007	40.72	0.00
AB	3.184E+007	1	3.184E+007	27.85	0.01
A ²	2.551E+007	1	2.551E+007	22.31	0.01
B ²	5.546E+006	1	5.546E+006	4.85	0.09

Sıcaklık ve süre parametrelerinin fenolik değerler üzerine etkisi üç boyutlu ve kontur çizimi yapılarak Şekil 4.6'da gösterilmiştir Elde edilen şekillere göre sürenin artışı fenolik değerinin artmasını sağlarken sıcaklığın artışı belirli bir değere ulaştıktan sonra fenolik değerlerinin azalmasına sebep olmuştur. Ayrıca bu artışlar denklem 4.5'te yer alan denklemle de ifade edilmiştir. Bu denkleme göre; sıcaklık, süre artışı gamın fenolik değerinde artış sağlarken sıcaklık ve sürenin interaksiyonu, sıcaklık ve sürenin kuadratik etkileri fenolik değerinin azalmasına sebep olmuştur.



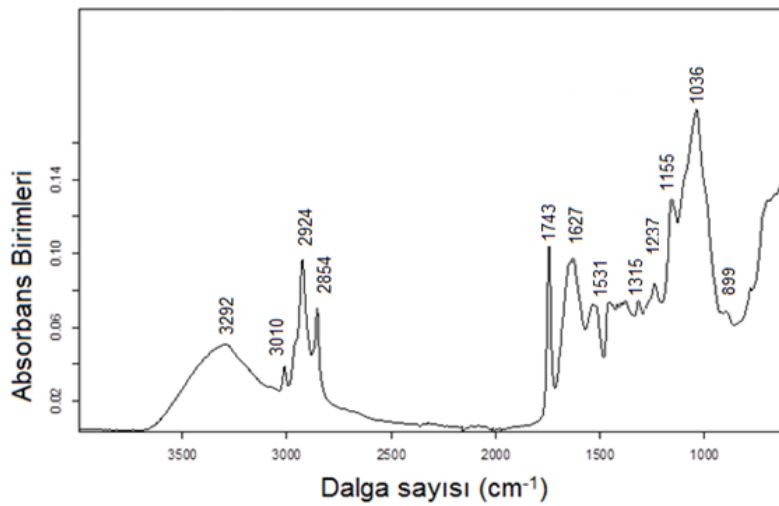
Şekil 4. 6 Sıcaklık ve sürenin fenolik değerler üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi

$$R1 = - 7529.6927 + 508.1726 \times \text{Sıcaklık} + 6291.5740 \times \text{Süre} - 47.0244 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} - 3.6738 \times \text{Sıcaklık}^2 - 385.4192 \times \text{Süre}^2 \quad (4.5)$$

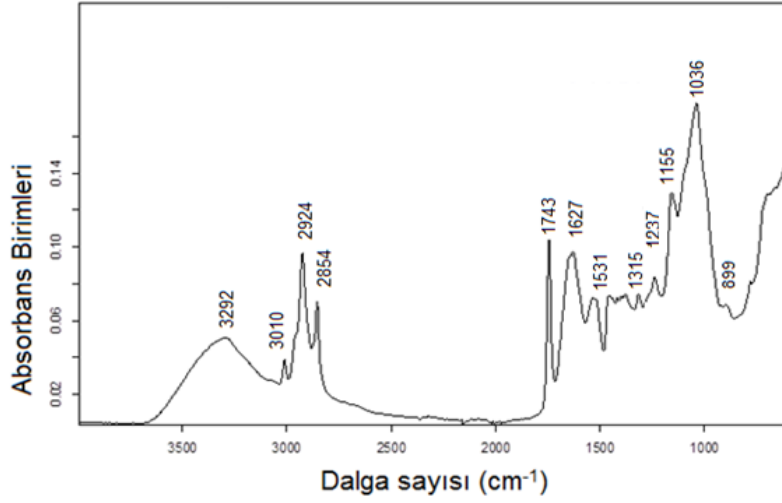
4.4 Gamların Konformasyonel Özelliklerinin Belirlenmesi

4.4.1 FT-IR'dan Elde Edilen Piklerinin Yorumlanması

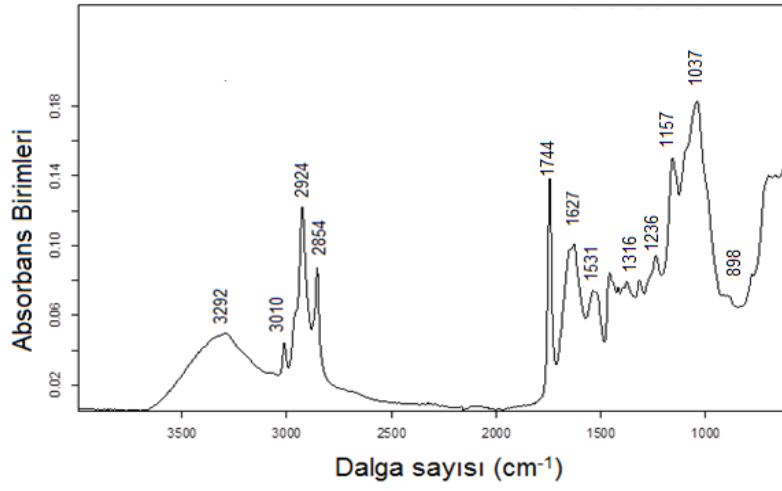
Yeni ve etkili bir teknik olan FT-IR, bu çalışmada gam örneklerinin kimyasal kompozisyonunu belirlemek için kullanılmıştır. Şekil 4.7- Şekil 4.16 arasında verilen şekillerde FT-IR analizinden elde edilen pikler verilmiştir.



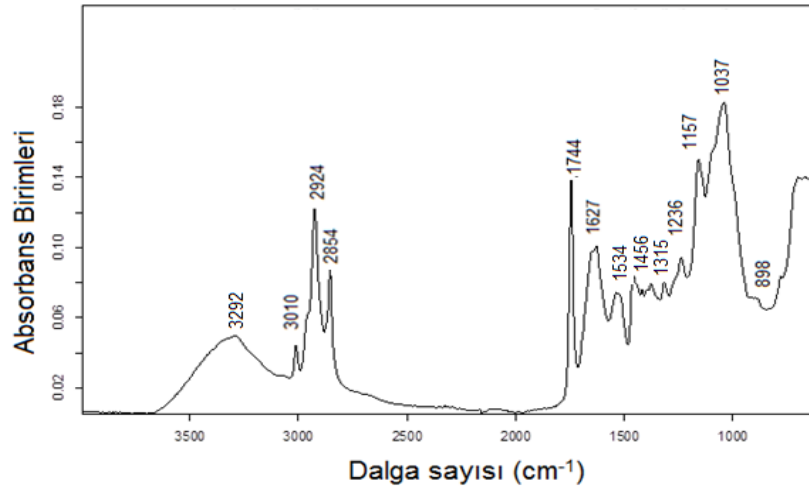
Şekil 4. 7 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (1 no'lu örnek için)



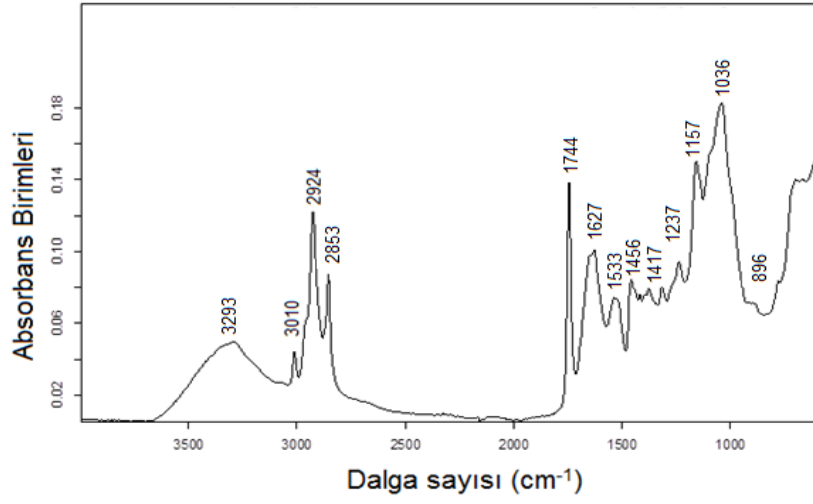
Şekil 4. 8 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (2 no'lu örnek için)



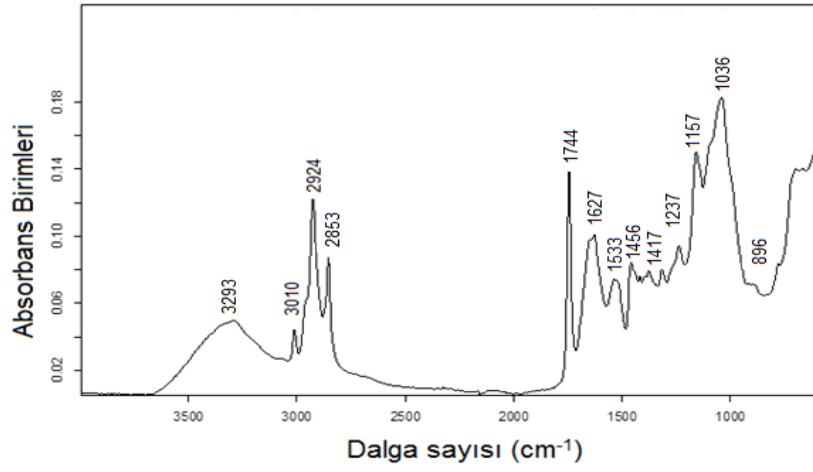
Şekil 4. 9 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (3 no'lu örnek için)



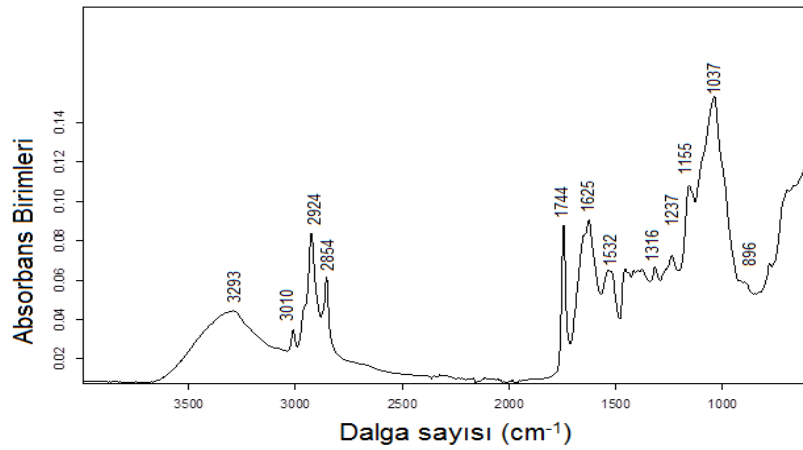
Şekil 4. 10 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (4 no'lu örnek için)



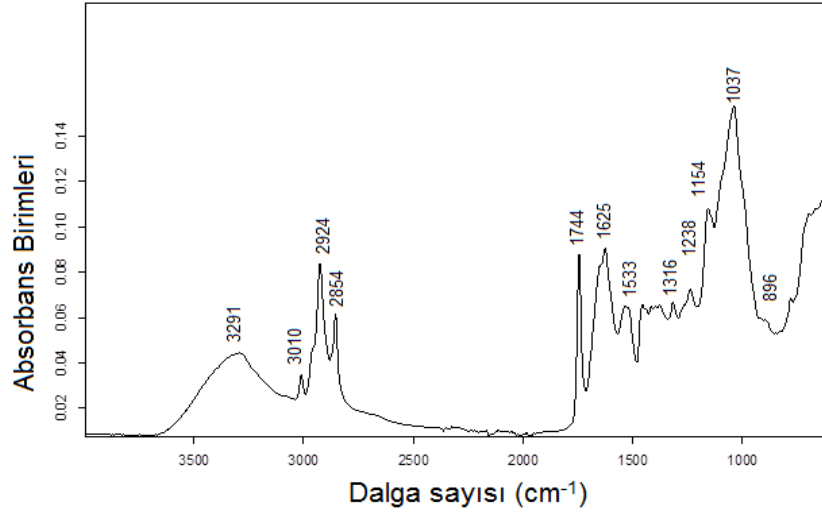
Şekil 4. 11 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (5 no'lu örnek için)



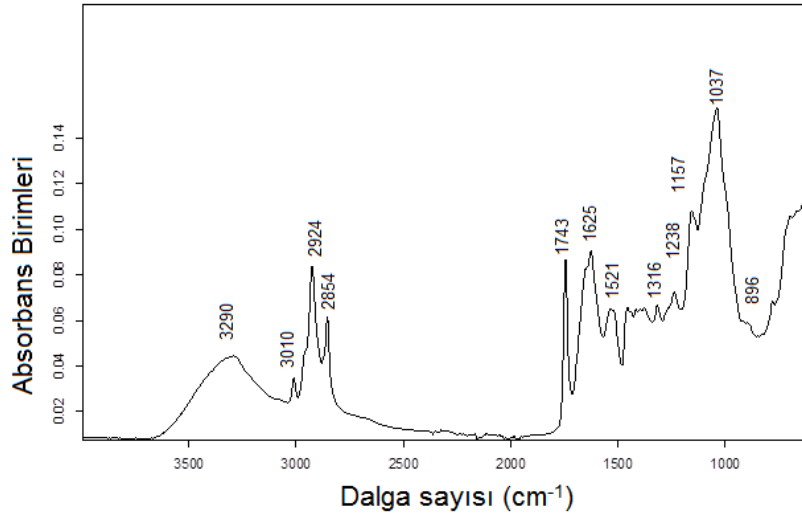
Şekil 4. 12 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (6 no'lu örnek için)



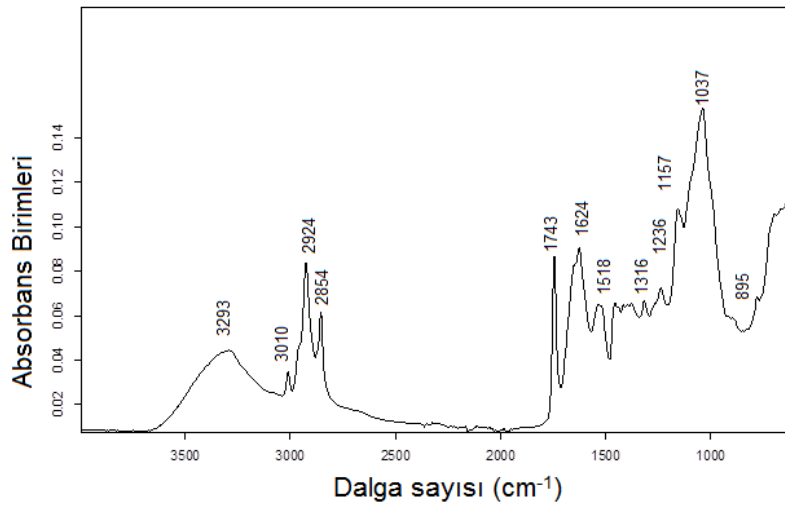
Şekil 4. 13 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (7 no'lu örnek için)



Şekil 4. 14 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (8 no'lu örnek için)



4. 15 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (9 no'lu örnek için)



Şekil 4. 16 Adaçayı gamlarının FT-IR pikleri (10 no'lu örnek için)

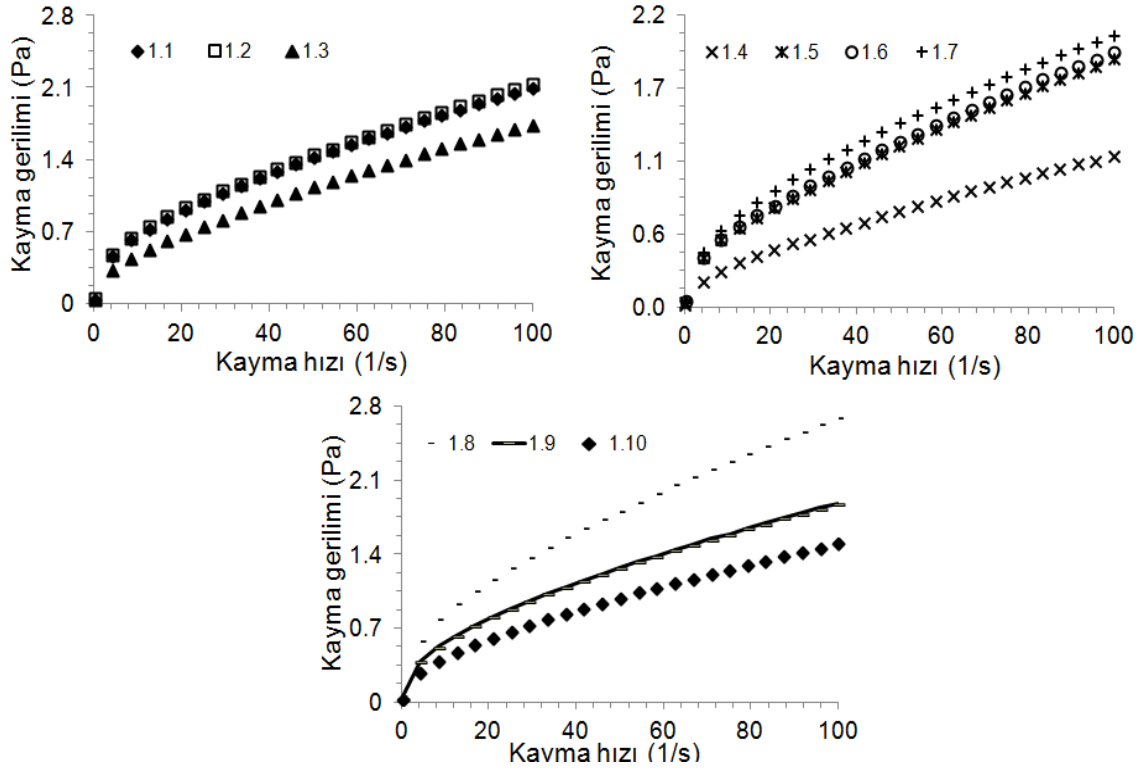
800 ile 1200 cm^{-1} olan dalga sayıları polisakkarit karışımlarında var olan polisakkarit çeşitleri hakkında bilgi vermektedir. 895 cm^{-1} 'de meydana gelen dalga boyları, β -D-manopiranoz birimlerinin varlığından kaynaklanmaktadır. Bunu yanı sıra 1155 cm^{-1} dalga boyu galaktoz birimlerini ifade ederken, 1036 cm^{-1} dalga boyu mannoz, arabinoz ve ramnoz bileşenlerinin varlığını göstermektedir [94]. 1419 cm^{-1} üronik asidin karboksil gruplarının bir göstergesi iken 1624 cm^{-1} dalga boyu proteinlerin varlığını ifade etmektedir [95], [96]. 1743 cm^{-1} dalga boyunda meydana gelmiş olan pikler hemiselüloz ve lignin bileşikleriyle ilişkilendirilmiştir. 2924 cm^{-1} dalga boyunda gerçekleşen pikler ise örneklerde bulunan yağ içeriğine göstermektedir [97].

Elde edilen örneklerin FT-IR spektrumlarındaki karboksil grupları, iyonlar için bağlanma bölgeleri oluşturmaktadır. Ayrıca bu bağların varlığı örneklerde jel oluşturma yeteneği kazandırmakta ve bu bağlar jel oluşturmak için su ile interaksiyona girmektedirler [17].

4.5 Reolojik Özellikler

4.5.1 Steady Shear Özelliklerinin Belirlenmesi

Farklı süre ve sıcaklıklarda ekstrakte edilen gamların kayma hızına karşı kayma basıncı grafikleri Şekil 4. 17'de verilmiş ve elde edilen grafiğe göre örneklerin Newtonian olmayan akış gösterdikleri belirlenmiştir.



Şekil 4. 17 Adaçayı tohumu gamlarının kayma hızına karşı kayma gerilimi grafikleri

Yatışkan kesme analizinden sonra elde edilen verilere Herschel-Bulkley model uygulanmış (Denklem 3.9) ve R^2 (determinasyon katsayısı) = 0.99 olduğundan dolayı bu modelle elde edilen verilerin uyumlu olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.20’de Herschel-Bulkley modelden elde edilen R^2 , K , τ_0 ve n değerleri yer almaktadır. Minimum viskozite değeri 55°C’de 1 saat ekstrakte edilen örneklerden elde edilirken, maksimum viskozite değerine ise 85°C’de 1 saat ekstrakte edilen örneklerde belirlenmiştir. Bahsedilen örnekte diğer gamlara oranla daha yüksek viskozite değerinin elde edilmesi hidrojen bağlarında oluşan güçlü etkileşimlerden dolayı meydana gelmesiyle ilişkilendirilmiştir [98]. Ekstraksiyon süresinin 85°C’de 1 saatten 3 ve 5 saate uzaması viskozitede azalmaya sebep olmuştur ve bu durumun ise polimer degradasyonundan kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir [99].

Elde edilen K değerleri 0.06-0.21 Pa.sⁿ arasında iken n (akış davranış indeksi) değerleri ise 0.54 ile 0.65 arasında değişiklik göstermektedir. n değerleri 1’den küçük olduğundan dolayı örnekler kesme incelmeye (shear thinning) özelliği sergiledikleri belirlenmiştir. Örnekler, keçi boynuzu gamı [72], guar gamı [100] ve ksantan gamı [101]

gibi kesme incelmesi özelliği sergilemiş olup bu özeliğin, kesme sonucunda meydana gelen zayıf bağlardan dolayı meydana geldiği açıklanmıştır [102].

Çizelge 4. 20 Herschel-Bulkley modele göre belirlenen determinasyon katsayısı (R^2), akma gerilimi, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	R^2	τ_o (Pa)	K (Pa.s ⁿ)	n
1.1	25	1	0.99	0.04	0.17	0.54
1.2	25	3	0.99	0.05	0.17	0.55
1.3	25	5	0.99	0.04	0.09	0.63
1.4	55	1	0.99	0.03	0.06	0.65
1.5	55	3	0.99	0.07	0.10	0.62
1.6	55	3	0.99	0.07	0.10	0.62
1.7	55	5	0.99	0.02	0.16	0.55
1.8	85	1	0.99	0.05	0.21	0.55
1.9	85	3	0.99	0.02	0.15	0.55
1.10	85	5	0.99	0.02	0.10	0.59

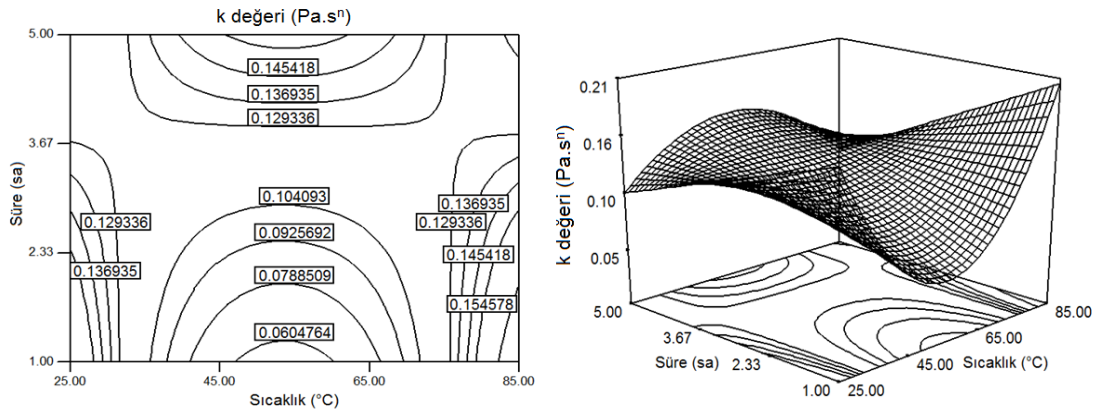
Varyans analizi tablosuna göre (Çizelge 4. 21) model 0.01 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P<0.01$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9595 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 21 Herschel-Bulkley modele göre belirlenen kıvam katsayısına ilişkin varyans analiz sonuçları

	Kareler	Serbestlik	Ortalama	F değeri	P değeri
Model	0.02	5	0.00	18.95	0.01
A-Sıcaklık	0.00	1	0.00	0.52	0.51
B-Süre	0.01	1	0.01	28.55	0.01
AB	0.00	1	0.00	1.39	0.30
A^2	0.00	1	0.00	20.21	0.01
A^2B	0.01	1	0.01	67.17	0.00

Elde edilen regresyon parametrelerine göre süre ($P<0.01$) ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksyonu ($P<0.01$) önemli bulunurken sıcaklık, süre ve sıcaklığın interaksyonu ve sıcaklığın kuadratik etkisi önemli bulunmamıştır.

Sıcaklık ve süre parametrelerinin K değerleri üzerine etkisi üç boyutlu ve kontur çizimi yapılarak Şekil 4. 18’de gösterilmiştir. Elde edilen şekle göre sıcaklığın artması belirli bir sıcaklığa kadar kıvam katsayısını azaltırken belirli bir dereceden sonra arttırmıştır. Ayrıca sürenin artışı da kıvam katsayısının artışı sağlamıştır. Denklem 4.6’ya göre süre, sıcaklığın kuadratik etkisi, sıcaklık ve sürenin kuadratik etkilerinin interaksyonu kıvam katsayısını arttırdığı tespit edilmiştir. Adaçayı gaminin hangi sıcaklık ve süre parametrelerinde ne kadar kıvam katsayısına sahip olduğu elde edilen denklem kullanılarak belirlenebilmektedir.



Şekil 4. 18 Sıcaklık ve sürenin kıvam katsayısı üzerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi

$$R1 = 0.11 - 7.932 \times \text{Sıcaklık} + 0.052 \times \text{Süre} - 8.188 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} + 0.042 \times \text{Sıcaklık}^2 - 7.741 \times \text{Süre}^2 - 0.099 \times \text{Sıcaklık}^2 \times \text{Süre} + 0.018 \times \text{Süre} \times \text{Sıcaklık}^2 \quad (4.6)$$

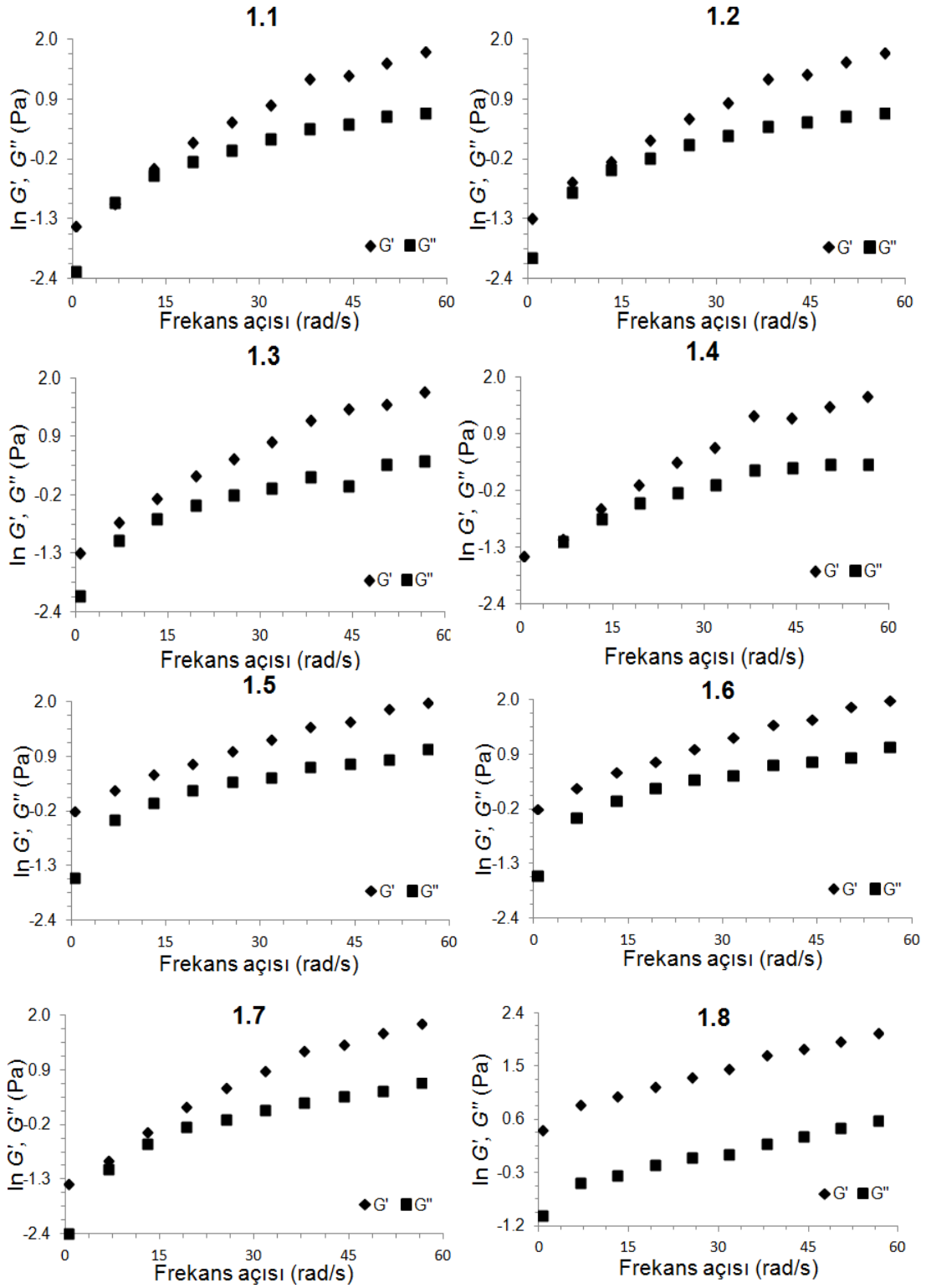
4.5.2 Viskoelastik Özelliklerinin Belirlenmesi

Örneklerin viskoelastik özelliklerini belirlemek amacıyla frequency sweep analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analize başlamadan önce her bir örnek için amplitude sweep analizi yapılarak bu örneklerin lineer viskoelastik bölgeleri tespit edilmiştir ve analizler 0.1 Pa basınçta gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre örneklerin ortalamaları alınmış ve bu ortalama değerlerden yararlanarak açısal frekansa karşı (ω), G' (elastik) ve G'' (viskoz) değerlerinin grafikleri çizilmiştir (Şekil 4. 19). Elde edilen grafiklere göre G' (elastik) değerleri G'' değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bundan dolayı örneklerin tümünün elastik özelliklerinin daha baskın olduğu tespit edilmiştir [103], [104].

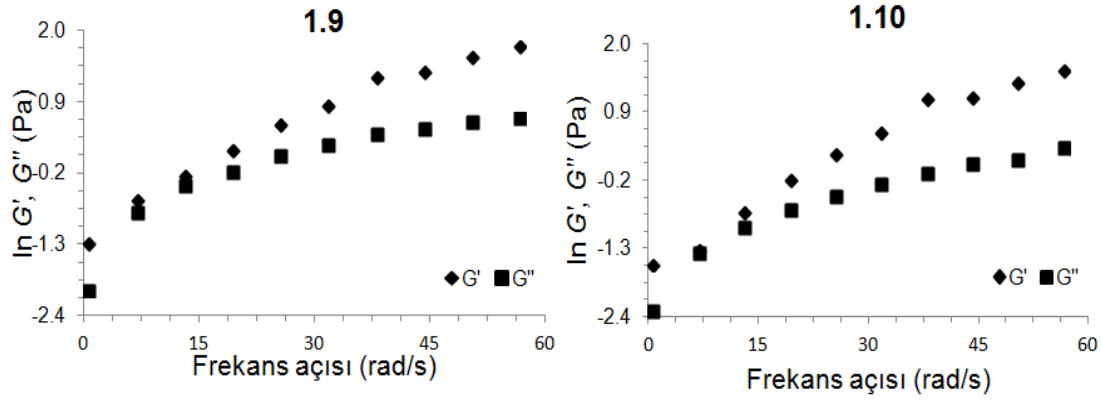
Çizelge 4.22 Elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi belirlerken kullanılan Power-law fonksiyonu parametreleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	R^2	K'	n'	R^2	K''	n''	R^2	K^*	n^*
1.1	25	1	0.99	0.63	1.63	0.99	0.12	0.80	0.99	0.02	2.43
1.2	25	3	0.99	0.62	1.58	0.99	0.20	0.74	0.99	0.04	2.28
1.3	25	5	0.99	0.50	1.60	0.98	0.19	0.88	0.99	0.01	2.54
1.4	55	1	0.99	0.49	1.56	0.98	0.10	0.84	0.99	0.01	0.51
1.5	55	3	0.99	0.55	1.32	0.99	0.06	0.73	0.99	0.05	0.25
1.6	55	3	0.99	0.55	1.32	0.99	0.06	0.73	0.99	0.05	0.25
1.7	55	5	0.99	0.59	1.20	0.99	0.15	0.84	0.99	0.01	0.54
1.8	85	1	0.99	0.65	1.54	0.98	0.17	0.73	0.98	0.11	2.07
1.9	85	3	0.99	0.55	1.72	0.98	0.24	0.80	0.99	0.02	2.44
1.10	85	5	0.99	0.55	1.53	0.98	0.16	0.99	0.99	0.01	2.63

Çizelge 4.23'te belirlenen değerleri hesaplamak için Statistica programı kullanılmıştır. Bu programa verilen denklemler girilerek, minumum her bir örnek için en az üçer tane olmak üzere, hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. R^2 değerleri 0.99'dan büyük olduğundan dolayı elde edilen değerlerle Power-law modeli uyumluluk göstermiştir (Denklem 3.5, Denklem 3.6 ve Denklem 3.7).



Şekil 4. 19 Frekans açısına karşı elastik ve vizkoz modul grafikleri



Şekil 4. 19 Frekans açısına karşı elastik ve vizkoz modul grafikleri (devamı)

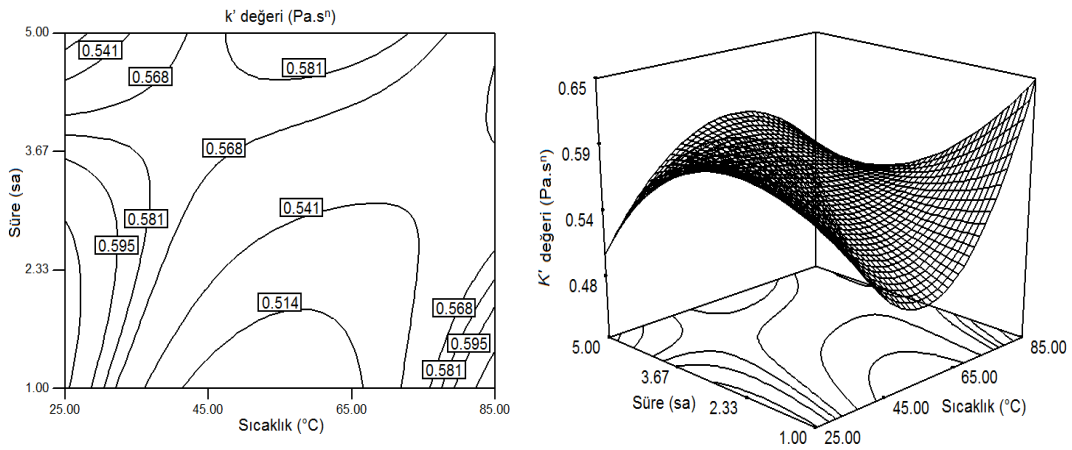
Çizelge 4.22’de verilen değerler incelendiğinde K' değerleri K'' değerlerinden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle elastik özelliklerinin viskoz özelliklerinden daha baskın olduğu sonucuna varılmıştır. Tablodaki elde edilen değerlerle grafikteki sonuçlar birbirlerini destekler niteliktedir. Örneklerin K' değerleri 0.54 ile 0.63 Pa.sⁿ arasında iken K'' değerleri ise 0.10 ile 0.24 Pa.sⁿ aralığındadır. Örneklerin n' ve n'' değerleri sırasıyla 1.54 ile 1.72 ve 0.06 ile 0.24 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 23’te verilen varyans analiz tablosuna 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 4. 23 Power-law Fonksiyonu’ndan elde edilen K' değerine yönelik varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.03	7	0.00	137.89	0.01
A-Sıcaklık	0.01	1	0.00	76.18	0.01
B-Süre	0.01	1	0.01	200.05	0.0
AB	0.00	1	0.00	5.80	0.14
A^2	0.01	1	0.00	142.73	0.01
B^2	0.01	1	0.00	3.66	0.20
A^2B	0.02	1	0.02	595.88	0.00
AB^2	0.00	1	0.00	120.19	0.01

Sıcaklık ve süre parametrelerinin K' değeri üzerine etkisi üç boyutlu ve kontür çizimi yapılarak Şekil 4. 20'de gösterilmiştir. Elde edilen şekile göre sıcaklığın artışı K' değerini belirli bir sıcaklık değerine kadar azaltırken bu değerden sonra K' değerini arttırmıştır. Sürenin artışı ise sıcaklığın tam tersine önce K' değerini arttırmış daha sonra ise azaltmıştır. Denklem 4.7'ye göre sıcaklık ve sürenin interaksiyonu, sıcaklığın kuadratik etkisi ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkilerinin interaksiyonu K' değerinin artışı sağlarken diğer ifadeler azalmasına neden olmuştur. Seçilen herhangi bir sıcaklık ve süre değerinde adaçayı gaminin ne kadar K' değerine sahip olacağı verilen denklemden yararlanılarak belirlenebilmektedir.



Şekil 4. 20 Sıcaklık ve sürenin K' değerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi

$$R1 = 1.0137 - 0.0226 \times \text{Sıcaklık} - 0.0188 \times \text{Süre} + 4.3276 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} + 2.2703 \times \text{Sıcaklık}^2 - 0.0241 \times \text{Süre}^2 - 6.0705 \times \text{Sıcaklık}^2 \times \text{Süre} + 4.0895 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre}^2 \quad (4.7)$$

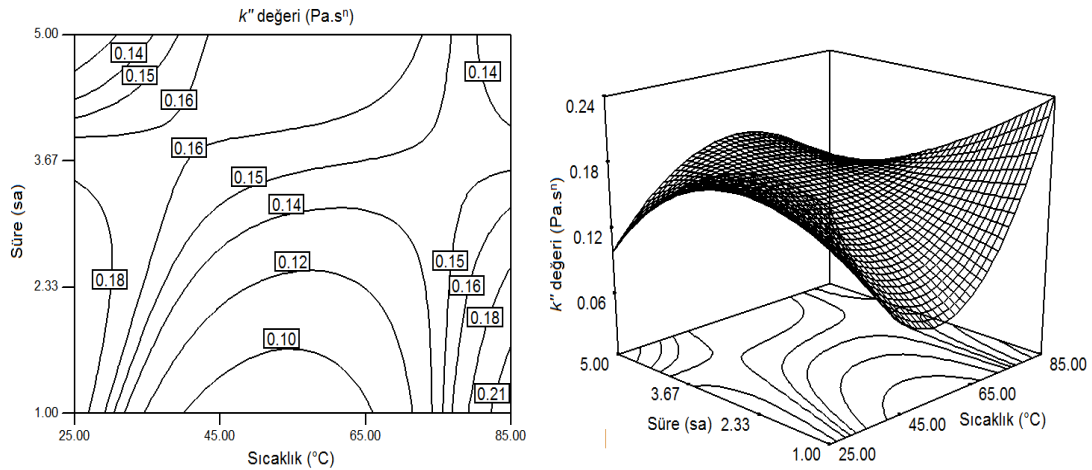
Regresyon parametrelerine ilişkin varyans analiz tablosundan (Çizelge 4.24) elde edilen sonuçlara göre model 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.9891 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen regresyon parametrelerine göre süre ($P < 0.05$) ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksiyonu ($P < 0.01$) önemli bulunurken sıcaklık, süre ve sıcaklığın interaksiyonu ve sıcaklığın kuadratik etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4. 24 Power-law Fonksiyonu'ndan elde edilen K'' değerine yönelik varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (DF)	Ortalama Kare	F değeri	P değeri
Model	0.02	7	0.00	23.81	0.04
A-Sıcaklık	0.00	1	0.00	2.70	0.24
B-Süre	0.01	1	0.01	43.65	0.02
AB	0.00	1	0.00	0.37	0.61
A^2	0.00	1	0.00	29.84	0.03
B^2	0.00	1	0.00	4.44	0.17
A^2B	0.02	1	0.02	111.87	0.01
AB^2	0.00	1	0.01	8.91	0.10

Sıcaklık ve süre parametrelerinin K'' değeri üzerine etkisi üç boyutlu ve kontur çizimi yapılarak Şekil 4.21'de gösterilmiştir. Elde edilen şekile göre sıcaklığın artışı K'' değerini belirli bir sıcaklık değerine kadar azaltırken bu değerden sonra K'' değerini arttırmıştır. Sürenin artışı ise sıcaklığın tam tersine önce K'' değerini arttırmış daha sonra ise azaltmıştır. Denklem 4.8'e göre sıcaklık ve sürenin interaksiyonu , sıcaklığın kuadratik etkisi ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkileri K'' değerinin artışı sağlamıştır. Denklemden yararlanılarak herhangi bir sıcaklık ve süre değerinde K'' ifadesinin değeri hesaplanabilmektedir.



Şekil 4. 21 Sıcaklık ve sürenin K'' değerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi

$$R1= 0.59746 - 0.023015 \times \text{Sıcaklık} - 0.042602 \times \text{Süre} + 5.03153 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} + 2.27534 \times \text{Sıcaklık}^2 - 0.018090 \times \text{Süre}^2 - 6.01806 \times \text{Sıcaklık}^2 \times \text{Süre} + 2.54792 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre}^2 \quad (4.8)$$

4.5.3 3ITT Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Örneklerin deformasyon ve toparlanma yüzdeleri denklem (Denklem 3.8, Denklem 3.9) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre elastik modülün deformasyon yüzdeleri %63.48-%92.17 aralığında değişirken viskoz modülün deformasyon yüzdeleri %66.67-%99.39 arasında değişmiştir. Öte yandan elastik modülün toparlanma yüzdeleri %81.80 ile %100 arasında iken viskoz modülün toparlanma yüzdeleri %75.16-%100 arasında olduğu belirlenmiştir.

Denklem 3.10 kullanılarak örneklerle İkinci Derece Yapısal Model uygulanmış ve bu denklemlerden R^2 , K' ve K'' değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4. 25).

Çizelge 4. 25 Adaçayı gamlarının deformasyon ve toparlanma yüzdeleri

Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	Deformasyon (%)		Toparlanma (%)	
			G'	G''	G'	G''
1.1	25	1	75.49	94.39	100	100
1.2	25	3	77.27	94.45	100	100
1.3	25	5	91.95	99.19	97.83	100
1.4	55	1	92.17	99.39	81.80	100
1.5	55	3	86.85	98.57	100	100
1.6	55	3	86.85	98.57	100	100
1.7	55	5	79.56	95.64	100	100
1.8	85	1	63.48	66.67	100	75.16
1.9	85	3	85.75	97.07	100	100
1.10	85	5	87.95	98.94	98.07	100

Grafiklerden görüldüğü üzere (Şekil 4. 22), birinci aralıkta örneklerin G'' değerleri G' değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu nedenden dolayı birinci intervalde örneklerin tümü viskoz özellik sergilemiştir. Öte yandan ikinci aralık yüksek deformasyonda gerçekleştirildiğinden dolayı verilen şekilde yer almamaktadır. Son olarak düşük kesme hızında gerçekleştirilen üçüncü intervalde G' (elastik) $>$ G'' (viskoz) olduğu görülmektedir. Bu nedenden dolayı örneklerin tümü birinci aralıkta olduğu gibi viskoz özellik sergilemiştir. Örneklerin K' değerleri 0.01-0.02 aralığında iken K''

değerleri 0.02-0.03 aralığında değişmektedir. R^2 değerleri 0.97'den daha büyük olduğundan dolayı elde edilen verilerle İkinci Derece Yapısal modelle uyumludur. Ayrıca Çizelge 4.26'dan elde edilen veriler incelendiğinde K'' değerlerinin K' değerlerinden daha büyük olduğu görülmektedir. Bundan dolayı üçüncü bölümde örneklerin tümü viskoz özellik sergilemiştir.

Çizelge 4. 26 *Salvia sclerea* tohumu gamlarının İkinci Derece Yapısal Model uygulayarak elde edilen R^2 , K' ve K'' değerleri

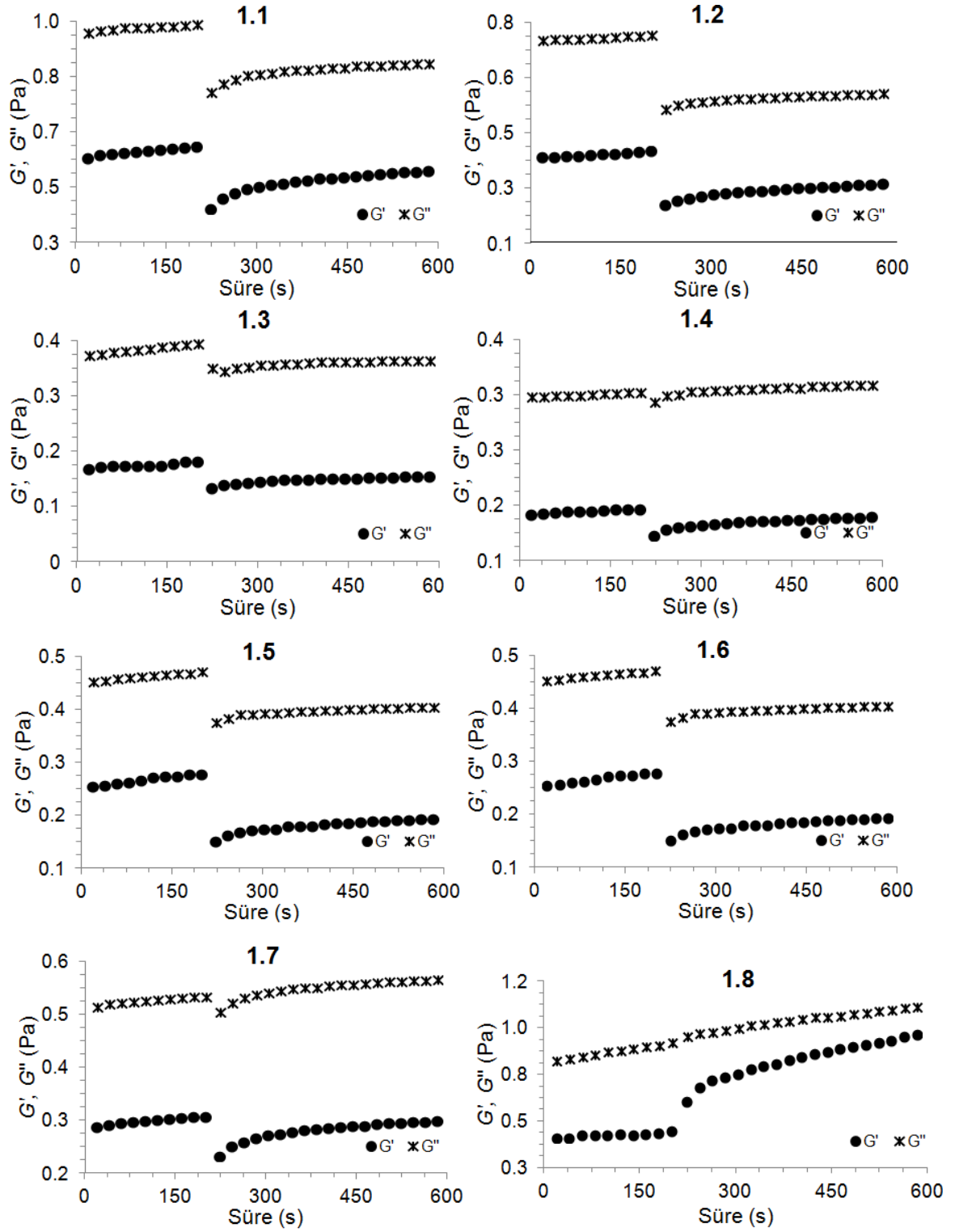
Örnek ismi	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	G'		G''	
			R^2	K'	R^2	K''
1.1	25	1	0.98	0.01	0.98	0.02
1.2	25	3	0.98	0.02	0.98	0.02
1.3	25	5	0.98	0.02	0.97	0.03
1.4	55	1	0.95	0.03	0.98	0.03
1.5	55	3	0.99	0.02	0.98	0.02
1.6	55	3	0.99	0.02	0.98	0.02
1.7	55	5	0.98	0.02	0.98	0.02
1.8	85	1	0.97	0.01	0.98	0.01
1.9	85	3	0.98	0.02	0.98	0.02
1.10	85	5	0.99	0.02	0.98	0.02

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre (Çizelge 4.27) model 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P<0.05$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.99 olarak tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir.

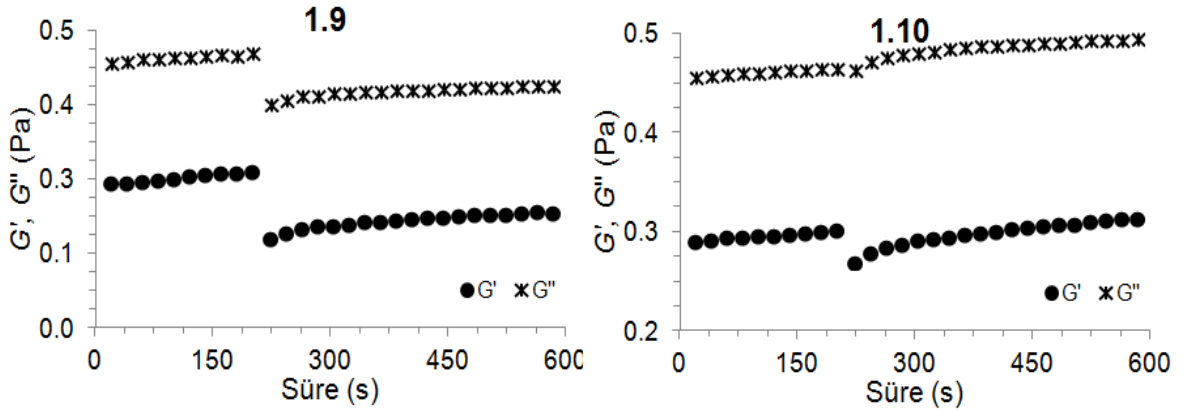
Elde edilen regresyon parametrelerine göre süre ($P<0.05$), sıcaklığın kuadratik etkisi ($P<0.05$) ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksiyonu ($P<0.01$) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. 27 İkinci Derece Yapısal Model'den elde edilen K' değerine yönelik varyans analiz sonuçları

	Kareler	Serbestlik	Ortalama	F değeri	P değeri
Model	0.01	7	0.01	26.91	0.04
A-Sıcaklık	0.01	1	0.01	2.78	0.24
B-Süre	0.01	1	0.01	54.38	0.02
AB	0.01	1	0.01	2.26	0.27
A ²	0.01	1	0.01	25.02	0.04
B ²	0.01	1	0.01	5.45	0.14
A ² B	0.01	1	0.01	129.22	0.01
AB ²	0.01	1	0.01	13.39	0.07

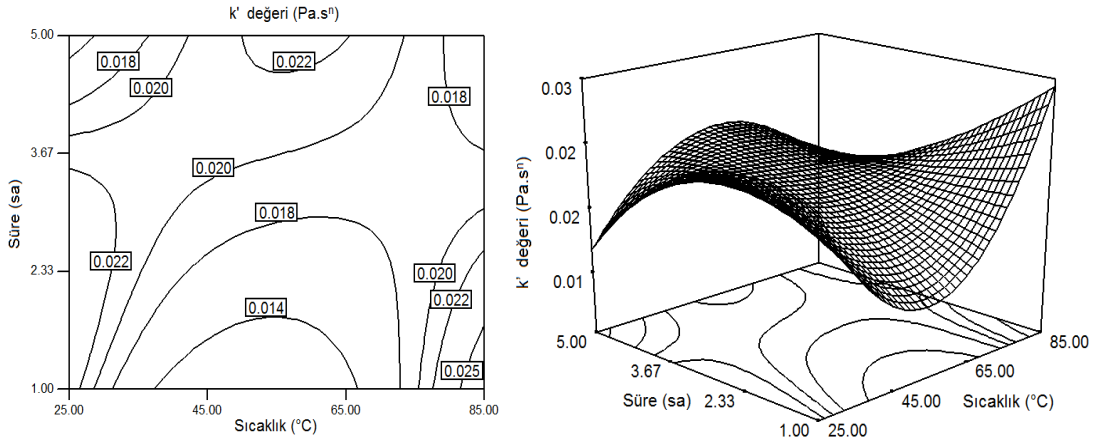


Şekil 4. 22 Süreye karşı elastik ve viskoz modül grafikleri



Şekil 4. 22 Süreye karşı elastik ve viskoz modül grafikleri (devamı)

Sıcaklık ve sürenin İkinci Derece Yapısal Model'den elde edilen K' değerlerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi Şekil 4.23'te verilmiştir. Elde edilen şekile göre sıcaklığın artışı K'' değerini belirli bir sıcaklık değerine kadar azaltırken bu değerden sonra K'' değerini arttırmıştır. Sürenin artışı ise K'' değerini önce arttırmış daha sonra ise azaltmıştır. Denklem 4.9'a göre sıcaklık, süre, sürenin kuadratik etkisi ve sıcaklığın kuadratik etkisi ile sürenin interaksiyonu K' değerinin artışını sağlamıştır.



Şekil 4.23 Sıcaklık ve sürenin İkinci Derece Yapısal Model'den elde edilen K' değerlerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi

$$R1 = -0.0219 + 2.2866 \times \text{Sıcaklık} + 4.0468 \times \text{Süre} - 5.0969 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} - 2.2422 \times \text{Sıcaklık}^2 + 2.0523 \times \text{Süre}^2 + 6.1176 \times \text{Sıcaklık}^2 \times \text{Süre} - 2.9544 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre}^2 \quad (4.9)$$

Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre model 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve determinasyon katsayısı (R^2) 0.99 olarak tespit edilmiştir. Bu

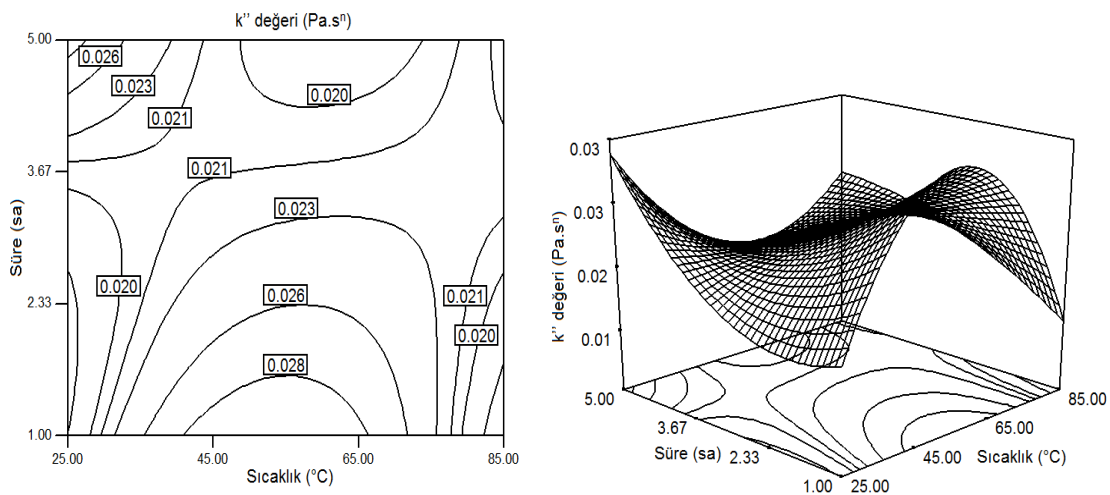
nedenlerden dolayı elde edilen veriler ile kübik modelin oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. 28).

Elde edilen regresyon parametrelerine göre süre ($P<0.01$), ve sürenin kuadratik etkisi ile sıcaklığın interaksiyonu ($P<0.01$) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. 28 İkinci Derece Yapısal Model'den elde edilen K'' değerine yönelik varyans analiz sonuçları

	Kareler	Serbestlik	Ortalama	F değeri	P değeri
Model	0.01	7	0.01	21.04	0.05
A-Sıcaklık	0.01	1	0.01	4.74	0.16
B-Süre	0.01	1	0.01	29.74	0.03
AB	0.01	1	0.01	0.50	0.55
A^2	0.01	1	0.01	39.26	0.02
A^2B	0.01	1	0.01	0.59	0.52
AB^2	0.01	1	0.01	87.65	0.01

Sıcaklık ve sürenin İkinci Derece Yapısal Model'den elde edilen K'' değerlerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi Şekil 4.24'te verilmiştir. Elde edilen şekile göre sıcaklığın artışı K'' değerini belirli bir sıcaklık değerine kadar arttırırken bu değerden sonra K'' değerini azaltmıştır. Sürenin artışı ise K'' değerini arttırmıştır. Uygulanan kübik modelden edilen denkleme göre (Denklem 4.10) sıcaklık ile sürenin interaksiyonu, sıcaklığın kuadratik etkisi ve sıcaklık ile sürenin kuadratik etkisinin interaksiyonu K' değerinin artışı sağlamıştır.



Şekil 4. 24 Sıcaklık ve sürenin İkinci Derece Yapısal Model'den elde edilen K'' değerlerine etkisinin kontür çizimi ve üç boyutlu gösterimi

$$R1 = +0.016 - 2.3164 \times \text{Sıcaklık} - 2.7524 \times \text{Süre} + 5.1480 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre} + 2.3594 \times \text{Sıcaklık}^2 - 2.2671 \times \text{Süre}^2 - 6.5844 \times \text{Sıcaklık}^2 \times \text{Süre} + 3.2805 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Süre}^2 \quad (4.10)$$

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen bu çalışmada Konya'nın Çumra ilçesinde yetiştirilen adaçayı (*Salvia sclarea*) tohumlarından elde edilen gamların optimizasyonu, fizikokimyasal, konformasyonel, kompozisyonel ve reolojik özellikleri incelenmiştir.

Optimizasyon aşamasında gamlara farklı pH, sıcaklık, süre ve tohum:su oranı uygulanmış ve gamların veriminde en etkili olan iki parametrenin sıcaklık ve süre olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gam verimi %3.00 ile %5.86 arasında olduğu belirlenmiştir. Ardından gam veriminde en etkili iki parametre olan sıcaklık ve süreye göre Merkezi Karmaşık Dizayn oluşturulmuş ve örneklerin gam verimleri %4.68-%8.64 arasında olduğu tespit edilmiştir. Ardından Merkezi Karmaşık Dizaynın her bir noktasında gam üretimi yapılmış ve örneklerin fizikokimyasal, kompozisyonel, konformasyonel ve reolojik özellikleri incelenmiştir.

pH analizi sonucuna göre örneklerin pH değerleri 6.82-7.02 arasında olduğu belirlenmiş ve örneklerin pH değerleri arasında istatistiksel olarak bir farka rastlanmamıştır.

Gam örneklerinin nem değerleri %0.28-%1.11, kül değerleri %2.05-%2.99, protein değerleri %21.65-%27.22, ham lif değerleri %7.35-%16.83 ve yağ miktarları %19.22-%35.07 arasında değişkenlik göstermiştir ve farklı koşullarda ekstrakte edilen her bir örnek arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur.

HPLC sonuçlarına göre örneklerin galaktomannan yapılı olduğu belirlenmiş ve içerisinde az miktarda glukoz ve arabinoz şekerlerine rastlanmıştır.

FT-IR analizi sonucunda elde edilen piklere göre 1036 cm^{-1} ve 1155 cm^{-1} arasındaki dalga boylarına rastlanmıştır ve bu dalga boylarından yararlanarak galaktoz, mannoz, arabinoz ve ramnoz bileşenlerinin varlığı tespit edilmiştir.

Fenolik analizi sonucunda örneklerin fenolik değerlerinin 10878-16354 GAE/100g aralığında olduğu tespit edilmiştir ve fenolik değerleri literatürde yer alan gamlara kıyasla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Sabit kesme analizi neticesinde en yüksek kıvam katsayısına 85°C 'de 1 saat ekstrakte edilen örneklerde tespit edilmiş ve değeri 0.21 Pa.s^n olarak belirlenmiştir. Viskoelastik analizlere göre ise örneklerin K' (0.54-0.63) değerlerinin K'' (0.10 -0.24) değerlerinden daha büyük olduğu ve örneklerin elastik özellik gösterdiği tespit edilmiştir. 3ITT analizinde örneklerin deformasyon yüzdeleri G' için %63-%92, G'' için %66-%99 iken toparlanma yüzdeleri ise G' için %81-%100, G'' için %75-%100 aralığında olduğu belirlenmiştir. Üçüncü aralığa uygulanan İkinci Derece Yapısal Model'e göre örneklerin K'' (0.02 -0.03) değerleri, K' (0.01-0.02) değerinden daha fazla olduğundan dolayı örneklerin viskoz özellik sergiledikleri belirlenmiştir.

Bu çalışma ile adaçayı (*Salvia sclarea*) tohumundan elde edilen gamların fizikokimyasal, kompozisyonel, konformasyonel ve reolojik özellikleri belirlenmesine rağmen bu türden elde edilen gamlar hakkında daha detaylı bir araştırma yapılması gerekmektedir. Elde edilen gamların protein ve yağ içerikleri literatürde yer alan gamlara kıyasla daha yüksek olduğundan dolayı protein ve yağ içeriğinin azaltılması için ek bir saflaştırma işlemi uygulanmalıdır. Öte yandan bu türden elde edilen gamların gıdalarda kullanılabilmesi için (food grade) gerekli olan toksik analizlerinin yapılması gerekmektedir. Ayrıca, adaçayı tohumlarının farklı ortam ve konsantrasyonlardaki özellikleri, model sistemlerde sergilediği davranışlar ve biyobozunur film oluşturmada kullanım potansiyelleri ileriki çalışmalar için bir araştırma konusu oluşturabilir. Tüm analiz sonuçları değerlendirildiğinde, adaçayının *Salvia sclarea* türünden elde edilen gamlara protein ve yağ içeriğini azaltmak için ek bir saflaştırma işlemi uygulandığı takdirde ticari olarak kullanılan guar gama alternatif olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] Lu,Y. ve Foo, L.Y., (2002). "Polyphenolics of salvia", Phytochemistry, 59:117–140.
- [6] Bayrak, A. ve Akgul, A., (1987). "Composition of essential oils from Turkish *Salvia* species", Phytochemistry, 26: 846–847.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.

- [11] Fraternali, 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] Yeşilada E, Honda G. ve Sezik E., (1993). "Traditional medicine in Turkey IV, Folk medicine in Mediterranean Subdivision". J. Ethnopharmacol, 39:31-38.
- [21] 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.
- [22] Tulukcu E., Kara, Y., Koçak, R. ve Koçak, A., (2014). "II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu", 23-25 Eylül 2014, Yalova.
- [23] Özcan, İ. İ., Arabacı, O., Öğretmen, N. G., (2014). "Bazı Adaçayı Türlerinde Farklı Tohum Çimlendirme Uygulamalarının Belirlenmesi", Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2(5):203-207.
- [24] Razavi, S.M.A., Bostan, A. ve Rahbary, R., (2010). "Computer image analysis and physicomechanical properties of wild sage seed (*Salvia macrosiphon*)", International Journal of Food Properties, 13 (2):308 – 316.

- [25] Yalcin, H., Ozturk, I., Tulukcu, E. ve Sagdic, O., (2011). "Influence of the harvesting year and fertilizer on the fatty acid composition and some physicochemical properties of the linseed (*Linum usitatissimum* L.)", J. Verbrauch. Lebensm., 6:197–202.
- [26] Pokorny, J., (1991). "Natural antioxidants for food use", Trends in Food Science and Technology, 9:223–227.
- [27] Durling, N. E., Catchpole, O. J., Grey, J. B., Webby, R. F., Mitchell, K. A, Foo, Y. L ve Perry, N.B., (2007). "Extraction of phenolics and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol–water mixtures", Food Chemistry, 10:1417-1424.
- [28] Berdahl, D. R. ve McKeague, J., (2015). "Rosemary and sage extracts as antioxidants for food preservation", Handbook of Antioxidants for Food Preservation, 12:177-217.
- [29] Reyes- Caudillo, E., Tecante, A. ve Valdivia-Lopez, M. A., (2008). "Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds", Food Chemistry, 107:656-663.
- [30] Coelho, M. S. ve Salas-Mellado, M. M., (2014). "Chemical Characterization of CHIA (*Salvia hispanica* L.) for Use in Food Products", Journal of Food and Nutrition Research, 2(5):263-269.
- [31] Cai, J., Lin, P., Zhu, X. ve Su, Q., (2006). "Comparative analysis of clary sage (*S. sclarea* L.) oil volatiles by GC–FT-IR and GC–MS", Food Chemistry, 99: 401-407.
- [32] Chalchat, J.C., Michet, A. ve Pasquier, B., (1998). "Study of clones of *Salvia officinalis* L. yields and chemical composition of essential oil", Flavour and Fragrance Journal, 13: 68–70.
- [33] Azcan, N., Ertan, A., Demirci, B. ve Baser, K.H.C., (2004). "Fatty acid composition of seed oils of twelve *Salvia* species growing in Turkey", Chemistry of Natural Compounds, 40:218–221.
- [34] Nasermoadeli, S. ve Rowshan, V., (2013). "Comparison of *Salvia sclarea* L. essential oil components in wild and field population", Int. J. Agric. Crop Sci., 5:828–831.
- [35] Munoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O. ve Miguel, J., (2013). "Chia Seed (*Salvia hispanica*): An Ancient Grain and a New Functional Food", Food Reviews International, 29(4): 394-408.
- [36] Borneo, R., Aguirre, A. ve León, A. E., (2010). "Chia (*Salvia hispanica* L) Gel Can Be Used as Egg or Oil Replacer in Cake Formulations", Journal of the American Dietetic Association, 110 (6):946-949.
- [37] Felisberto, M. H.F, Wahanik, A., L., Gomes-Ruffi, C. R. ve Silva, M., T., P., (2015). "Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes", Food Science and Technology, baskıda.

- [38] Steffolani, E., Martinez, M. M., León, A. E. ve Gómez, M. (2015). "Effect of pre-hydration of chia (*Salvia hispanica* L.), seeds and flour on the quality of wheat flour breads", *Food Science and Technology*, 61(2):401-406.
- [39] Dickinson, E., (2003). "Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems", *Food Hydrocolloids*, 17: 25–39.
- [40] Williams, P.A. ve Phillips, G.O., (2012). "Introduction to food hydrocolloids. Handbook of hydrocolloids", CRC Press, 2:1–19.
- [41] Mirrhosseini, H. ve 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.
- [42] 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.
- [43] Whistler, R. L., (1993). "Chapter 1-Introduction to industrial gums, Polysaccharides and their Derivates", <https://books.google.com.tr/books>, 23 Mart 2015
- [44] Munoz, L.A, Cobos, A., Diaz, O. ve Aguilera, J. M. (2012). "Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration", *Journal of Food Engineering*, 108: 216–224.
- [45] 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.
- [46] 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 .
- [47] 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.
- [48] 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.
- [49] Mohammadzadeh, H., Koocheki, A., Kadkhodaei, 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.

- [50] 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.
- [51] 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.
- [52] Elgün, A.,(1999). "Tahıl ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu", Atatürk Üniversitesi Yayınları, 42-44, Erzurum.
- [53] Singleton, V.L. ve Rossi, J.A., (1965)."Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents", American Journal of Enology and Viticulture, 16:144–158.
- [54] Toker, O. S., Karasu, S., Yılmaz, M. T. ve Karaman, S., (2015). Three interval thixotropy test (3ITT) in food applications: A novel technique to determine structural regeneration of mayonnaise under different shear conditions, Food Research International, 70:125-133.
- [55] Wu, Y., Cui, S.W., Tang, J. ve Gu, X., (2007). "Optimization of extraction process of crude polysaccharides from boat-fruited *sterculia* seeds by response surface methodology", Food Chemistry,105:1599–1605.
- [56] Koocheki, A., Taherian, A.R., Razavi, S.M.A. ve Bostan, A., (2009). "Response surface methodology for optimization of extraction yield, viscosity, hue and emulsion stability of mucilage extracted from *Lepidium perfoliatum* seeds", Food Hydrocolloids, 23: 2369–2379.
- [57] 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.
- [58] 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.
- [59] Koocheki, A., Mortazavi, S.A., Shahidi, F., Razavi, S.M.A., Kadkhodaei, 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.
- [60] Amin, A.M., Ahmad, Sh. A., Yin, Y., Yahaya, N., ve Ibrahim, N., (2007). "Extraction, purification and characterization of durian (*Durio zibethinus*) seed gum", Food Hydrocolloids, 21:273–279.
- [61] Cui, W., Mazza, G., Oomah, B.D. ve Biliaderis, C.G., (1994). "Optimization of an aqueous extraction process for flaxseed gum by response surface methodology",LWT, 27 :363–369.

- [62] Behrouzian, F., Razavi, S.M.A ve Phillips, G. O. (2014). "Cress seed (*Lepidium sativum*) mucilage, an overview", *Bioactive and Carbonhydrates and Dietary Fibre*, 3:17-28.
- [63] Razavi, S.M.A., Mortazavi, S.A., Matia-merino, L., Hosseini-Parvar, S.H., Motamedzadegan, A. ve Khanipour, E., (2009). "Optimisation study of gum extraction from basil seeds", *International Journal of Food Science and Technology*, 44 :1755–1762.
- [64] Brummer, Y., Cui, W. ve Wang, Q., (2003). "Extraction, purification and physicochemical characterization of fenugreek gum", *Food Hydrocolloids*, 17:229–236.
- [65] Estévez, A. M., Saenz, C. ve Hurtado, M.L., (2004). "Extraction methods and some physical properties of mesquite (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) seed gum", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:1487–1492.
- [66] Mirrhosseini, H. ve Amid, B.T., (2012). Influence of Chemical Extraction Conditions on the Physicochemical and Functional Properties of Polysaccharide Gum from Durian (*Durio zibethinus*) Seed, *Molecules*, 17:6465-6480
- [67] 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.
- [68] Mhinzi, G.S., (2002). "Properties of gum exudates from selected *Albizia* species from Tanzania", *Food Chemistry*, 77:301-304.
- [69] Pomeranz, Y. ve ve Meloan, C. E., (2002). *Food Analysis: Theory and Practice*, <https://books.google.com.tr/books>, 21 Mart 2015.
- [70] 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.
- [71] Cui, S. W. ve Mazza, G., (1996). "Physicochemical characteristics of flaxseed gum", *Food Research International*, 29 (3–4): 397–402.
- [72] Dakia, P. A., Blecker, Ch., Robert, Ch., Wathelet, B., ve Paquot, M., (2008). "Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment", *Food Hydrocol.*, 22: 807-818.
- [73] 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.
- [74] López-Franco, Y.L., Cervantes-Montaña, C.I., Martínez-Robinson, K.G., Lizardi-Mendoza, J. ve Robles-Ozuna, L.E, (2013) . "Physicochemical characterization and functional properties of galactomannans from mesquite seeds (*Prosopis* spp.)", *Food Hydrocolloids*, 30:656–660.

- [75] 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.
- [76] Sibaja-Hernandez, R., Roman-Guerrero, A., Sepulveda- Jimenez, G. ve Rodriguez-Monroy, M., (2015). "Physicochemical, shear flow behaviour and emulsifying properties of *Acaciachochliacantha* and *Acaciafarnesiana* gums", *Industrial Crops and Products*, 67:161-168.
- [77] Singh, V., Sethi, R. ve Tiwari, A., (2009). "Structure elucidation and properties of a non-ionic galactomannan derived from the *Cassia pleurocarpa* seeds", *International Journal of Biological Macromolecules*, 44: 9–13.
- [78] 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.
- [79] Galla, N.R. ve Dubasi, G.R., (2010). "Chemical and functional characterization of gum karaya (*Sterculia urens* L.) seed meal", *Food Hydrocol*, 24: 479–485.
- [80] Kinsella, J. E., (1982). "Relationships between structural and functional properties of food proteins", <https://books.google.com.tr>, 26 Nisan 2015.
- [81] Kristensen, M. ve Jensen, M. G., (2011). "Dietary fibres in the regulation of appetite and food intake, Importance of viscosity", *Appetite*, 56:65-70.
- [82] Turowski, M., Deshmukh, B., Harfmann, R., Conklin, J. ve Lynch, S. 2007. "A method for determination of soluble dietary fiber in methylcellulose and hydroxypropyl methylcellulose food gums", *Journal of Food Composition and Analysis*, 20:420-429.
- [83] Jones, D. A., ve Jordan, W. A., (1978). "Purification of tamarind gum", US patent, 4074043.
- [84] Mahungu, S.M. ve Meyland, I., (2008). "Cassia gum, chemical and technical assessment (CTA)", <http://www.fao.org>, 28 Mayıs 2015.
- [85] Dea, I.C.M., Morris, E.R., Rees, D.A., Welsh, E.J., Barnes, H.A. ve Price, J., (1977). "Associations of like and unlike polysaccharides: Mechanism and specificity in galactomannans, interacting bacterial polysaccharides, and related systems", *Carbohydrate Research*, 57:249–272.
- [86] Dea, I.C.M., Clark, A.H. ve McCleary, B.V., (1986) . "Effect of galactose-substitution-patterns on the interaction properties of galactomannans", *Carbohydrate Research.*, 147:275–294.
- [87] 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.
- [88] Naczki, M. ve Shahidi, F., (2004). "Extraction and analysis of phenolics in food", *Journal of Chromatography*, 1054: 95-111.

- [89] 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.
- [90] Reyes, L.F. ve Cisneros-Zevallos, L., (2003). "Wounding stress increases the phenolic content and antioxidant capacity of purple-flesh potatoes", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51:5296–5300.
- [91] Jeng, T. L., Lai, C. C., Kao, J.L., Wu, M. T. ve Sung, J.M., (2013). "Particle size and Temperature Effects on Antioxidant By-product Isolated From Leaf Gum Extract of *Mesona Procumbens* Hemsl", Journal of Food Processing and Preservation, 37:10-15.
- [92] Lai, L., Chou, S. ve Chao, W., (2001). "Studies on the Antioxidative Activities of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl) Leaf Gum", J. Agric. Food Chem., 49:963-968.
- [93] Mahmoudi, M., Ebrahimzadeh, M.A., Nabavi, S.F., Hafezi, S., Nabavi, S.M. ve Eslami, S. (2010). "Antiinflammatory and antioxidant activities of gum mastic", European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 14:765-769.
- [94] Kaèuráková, M., Capek, P., Sasinková, V., Wellner, N. ve Ebringerová, A., (2000). "FT-IR study of plant cell wall model compounds: pectic polysaccharides and hemicelluloses", Carbohydrate Polymers, 43:195–203.
- [95] Kong, J. ve Yu, S., (2007). "Fourier Transform Infrared Spectroscopic Analysis of Protein Secondary Structures", Acta Biochimica et Biophysica Sinica, 39(8): 549–559.
- [96] Guerrero, P., Kerry ve Caba, K., (2014). "FT-IR characterization of protein–polysaccharide interactions in extruded blends", Carbohydrate Polymers, 111:598-605.
- [97] Pandey, J. K., Takagi, H., Nakagaito, A. N. ve Kim, H., (2014). "Handbook of nanocomposites. Processing, Performance and Application: Volume C: Polymer Nanocomposites of Cellulose Nanoparticles", <https://books.google.com.tr/books>, 1 Nisan 2015.
- [98] 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.
- [99] 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.
- [100] Torres MD, Hallmark B. ve Wilson DI., (2014). "Effect of concentration on rheology of guar gum solutions", Food Hydrocolloids, 40:85–95.
- [101] 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.

- [102] 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.
- [103] Giboreau, A., Cuvelier, G. ve Lunay, B., (1994). "Rheological behaviour of three biopolymer/water system, with emphasis on yield stress and viscoelastic properties", Journal of Texture Studies, 25, 119–137.
- [104] Alloncle, M., Doublier, J. L., (1991). "Viscoelastic properties of maize starch/hydrocolloid pastes and gels", Food Hydrocolloids, 5: 455-467.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Gözde KUTLU
Doğum Tarihi ve Yeri :06/08/1990 – Tosya
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :gozcelk@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Gıda Mühendisliği	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	2013
Lise	Fen Bilimleri	Tosya Anadolu Lisesi	2008

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2014-Devam ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi	Proje asistanı