

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HELVA VE LOKUM ÜRETİMİ AMAÇLI
ÇÖVEN KONSANTRESİ VE ÇÖVEN TOZU ÜRETİMİ

İhsan Burak ÇAM

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2010

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HELVA VE LOKUM ÜRETİMİ AMAÇLI
ÇÖVEN KONSANTRESİ VE ÇÖVEN TOZU ÜRETİMİ

İhsan Burak ÇAM

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez çalışması;

Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2010.02.0121.006 proje numarasıyla,

TÜBİTAK Araştırma Destek Programları Başkanlığı (ARDEB) tarafından 109 O 839 proje numarasıyla desteklenmiştir.

2010

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HELVA VE LOKUM ÜRETİMİ AMAÇLI
ÇÖVEN KONSANTRESİ VE ÇÖVEN TOZU ÜRETİMİ

İhsan Burak ÇAM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 23/07/2010 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (95) not takdir edilerek

Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ayhan TOPUZ (Danışman)

Yrd. Doç. Dr. Numan HODA

Yrd. Doç. Dr. İrfan TURHAN



ÖZET

HELVA VE LOKUM ÜRETİMİ AMAÇLI ÇÖVEN KONSANTRESİ VE ÇÖVEN TOZU ÜRETİMİ

İhsan Burak ÇAM

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayhan TOPUZ

Temmuz 2010, 70 Sayfa

Çöven suyu, lokum ve helva üretiminde katkı maddesi olarak kullanılan ve bu ürünlerin rengini, hacmini ve yapısını geliştiren bir üründür. Bu ürün uzun yıllardan beri lokum ve helva üreticileri tarafından çöven köklerinin (*Gypsophila bicolor* (Freyn et Sint.) Grossh. geleneksel usullerle kaynayan suda uzun süre ekstrakte edilmesiyle üretilmektedir.

Bu çalışmada çöven kökünün optimum ekstraksiyon koşulları araştırılmış ve %5 çözünür kuru madde içeriğine sahip çöven suyu eldesi için; 1:10 kök:su oranı, 4.50 mm ortalama parçacık büyüklüğü, 95°C sıcaklık ve 3 saat ekstraksiyon süresinin optimum koşullar olduğu cevap-yüzey metodu kullanılarak belirlenmiştir. Bu koşullarda elde edilen ekstrakt ters osmoz yöntemiyle %18 çözünür kuru madde içeriğine konsantre edilerek saponince zenginleştirilmiştir. Elde edilen bu çöven konsantresinden püskürtmeli kurutucuda %4 nem içeriğine sahip olan çöven tozuna dönüştürülmüştür. Üretilen konsantre ve tozda; saponin miktarı, verim, görünür renk, nem miktarı, su aktivitesi, yığın yoğunluğu, çözünürlük, bulanıklık, parçacık boyut dağılımı, enzimatik olmayan esmerleşme indeksi, duyu ve yapısal özellikler analiz edilmiştir.

Üretilen çöven konsantresi ve çöven tozu, ticari çöven ekstraktı ile birlikte lokum ve helva üretiminde kullanılmış ve yapılan kalite analizlerine göre; çöven konsantresi ve çöven tozu ile üretilmiş lokumlarda, bu ürünlerin lokumun renk ve dış görünüşüne istatistiki açıdan herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığı, bununla birlikte çöven tozu ile üretilen helvaların duyusal analizlerde panelistler tarafından en yüksek puanı aldığı ve bu ürünün yapısal olarak en iyi değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: *Gypsophila bicolor*, çöven, saponin, çöven suyu, çöven konsantresi, çöven tozu, lokum, helva, cevap yüzey metodu

JÜRİ:

Doç. Dr. Ayhan TOPUZ (Danışman)

Yrd. Doç. Dr. Numan HODA

Yrd. Doç. Dr. İrfan TURHAN

ABSTRACT

PRODUCTION OF SOAPWORT POWDER AND SOAPWORT CONCENTRATE TO PRODUCE TURKISH DELIGHT AND HALVA

İHSAN BURAK ÇAM

M.Sc. Thesis in Food Engineering

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Ayhan TOPUZ

July, 2010, 70 pages

Soapwort extract is an additive which has been used for color, volume and texture improvements of turkish delight and halva. This additive has been produced traditionally in food industry by extracting soapwort roots (*Gypsophila bicolor* (Freyn et Sint.) Grossh) in boiling water by manufacturers for a long time.

In this study, the optimum extraction conditions for the concentration of soluble solids 5 % determined by using response surface method as following: the ratio of root to water 1:10, average particle size 4.5 mm, temperature at 95°C and extraction time for 3 hours. This extract has been enriched with saponin via reverse osmosis up to 18 % concentration of soluble solids. Soapwort powder, includes %4 moisture, produced from the obtained soapwort extract by using the spray dryer. The following features of the produced powder and extract have been analysed: Saponin amount, efficiency, Hunter *L.a.b.*, moisture content, water activity, bulk density, solubility, turbidity, particle size distribution and non-enzymatic browning index. Moreover, sensual and textural properties of Turkish delight and halva samples were identified and evaluated.

The products of soapwort extract and soapwort powder have been used on production of Turkish Delight and Halva with commercial soapwort extract. According to the quality analysis that has been ran with the end products it has been determined that; when the soapwort extract and the soapwort powder were compared in point of the color and the appreance of Turkish Delight, there was no differences statistically. Additionally, Halva samples which have been produced with the soapwort powder were the highest rated samples of all by the panellists on the sensorial analysis and these samples were determined as the best considering the structural values.

KEYWORDS: *Gypsophila bicolor*, Soapwort, Saponin, Soapwort Extract, Soapwort Concentrate, Soapwort Powder, Turkish delight, Halvah, response surface method

COMMITTEE:

Assoc. Prof. Dr. Ayhan TOPUZ (Adviser)

Assist. Prof. Dr. Numan HODA

Assist. Prof. Dr. İrfan TURHAN

ÖNSÖZ

Lokum ve helva, ülkemizde yıllardır sevilerek tüketilen gıda maddeleridir. Günümüzde marketlerde farklı renk, aroma ve tatlarda bu ürünleri bulmak mümkündür. Özellikle en çok tüketilen ve ithal edilen lokum türü olan sultan lokumunda ve tahin helvasında, bu ürünlere özgü yapı, tat ve görünüşü vermek için önemli bir katkı maddesi olan çöven ekstraktı kullanılır.

Yıllardır üreticiler tarafından, çöven köklerinin uzun süre suda kaynatılması sonucu elde edilen çöven ekstraktının, bugünün teknolojisi ile çözülebilir toz haline işlenmesi bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

Bu araştırmada çöven ekstraktının optimum koşullarda üretilmesi, farklı yöntemlerle konsantre edilmesi ve ardından püskürtmeli kurutucuda toz ürüne işlenmesi; üretilen bu konsantre ve tozun, lokum ve helva üretiminde kullanımı amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde her türlü yardımını, tecrübesini ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Ayhan TOPUZ'a, öncelikle teşekkür ederim. Ayrıca projeye sağladıkları maddi destekten dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (2010.02.0121.006) ve TÜBİTAK Araştırma Destek Programları Başkanlığı (109 O 839) yetkili ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince tavsiye ve yardımlarını esirgemeyen ve çeşitli aşamalarda çalışmaya katkı sağlayan Doç. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN'e, Doç. Dr. Mustafa KARHAN'a, Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kemal USLU'ya, Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fatih CENGİZ'e, Yrd. Doç. Dr. Barçın KARAKAŞ'a ve Gıda Mühendisliği Bölümü'nde eğitimime başladığım günden itibaren yardım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Muharrem CERTEL'e ve Sayın Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR'e de teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmayı teknik imkanlarla destekleyen Özlem Düden Şelale Lokum ve Hayfabarut Tahin & Helva çalışanlarına da tahin helvası ve sultan lokumu üretimi için göstermiş oldukları yardımlardan ötürü teşekkür ederim.

Araştırmanın her noktasında, analiz ve teknik kısımlarda destek aldığım, Yrd. Doç. Dr. Hilal ŞAHİN'e, Yrd. Doç. Dr. İrfan TURHAN'a, Öğr. Gör. Nedim TETİK'e ve gece gündüz yardımlarını esirgemeyen, değerli çalışma arkadaşlarım Araş. Gör. Cüneyt DİNÇER'e, Gıda Yük. Müh. Mehmet TORUN'a, Gıda Müh. İsmail TONTUL'a ve her zaman yanımda olan tüm aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca hiçbir zaman desteğini esirgemeyen Pınar TEKBAŞ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	3
2.1. Saponinler.....	6
2.1.1. Saponinlerin sınıflandırılması.....	7
2.1.1.1. Steroidal saponinler.....	8
2.1.1.2. Triterpenik saponinler	9
2.1.2. Saponin kaynakları	10
2.1.3. Saponinlerin kullanım alanları.....	10
2.1.4. Saponinlerin sağlık üzerine etkileri	11
2.1.5. Saponin Analiz Yöntemleri	13
2.2. Saponinlerin Tahin Helvası ve Lokumdaki Önemi	14
2.3. Çöven Ekstraktı ile İlgili Çalışmalar	15
2.4. Ekstraksiyon ve Optimizasyon	15
2.4.1. Partikül büyüklüğünün ekstraksiyon üzerine etkisi	16
2.4.2. Çözücünün ekstraksiyonda etkisi.....	16
2.4.3. Sıcaklığın ekstraksiyonda etkisi.....	17
2.4.4. Karıştırmanın ekstraksiyonda etkisi.....	17
2.5. Membran Teknolojisi	17
2.5.1. Ultrafiltrasyon (UF)	18
2.5.2. Ters osmoz (RO).....	19
2.6. Püskürterek Kurutma İşlemi.....	19

2.7. Cevap Yüzey Metodu	19
2.7.1. Box – Behnken yöntemi.....	20
3. MATERYAL ve METOT	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Metot	22
3.2.1. Örneklerin ekstraksiyona hazırlanması.....	22
3.2.2. Ekstraksiyon.....	23
3.2.3. Ön konsantrasyon ve saponince zenginleştirme	25
3.2.3.1. Ultrafiltrasyon işlemiyle saponin zenginleştirilmesi.....	25
3.2.3.2. Ters osmoz işlemiyle saponin zenginleştirilmesi	26
3.2.4. Püskürterek kurutucuda çöven tozu üretimi	27
3.2.5. Lokum ve helva üretimi	28
3.2.5.1. Lokum üretimi.....	28
3.2.5.2. Helva üretimi.....	29
3.2.6. Saponin analizi.....	30
3.2.7. Kurumadde ve verim analizi.....	31
3.2.8. Renk analizi	31
3.2.9. Üretilen ürünlerde nem miktarı ve su aktivitesi analizi	31
3.2.10. Suda çözünür kuru madde.....	31
3.2.11. Yığın yoğunluğu analizi	32
3.2.12. Çözünabilirlik (çözünme oranı) analizi	32
3.2.13. Bulanıklık analizi.....	32
3.2.14. Parçacık boyut analizi.....	33
3.2.15. Enzimatik olmayan esmerleşme indeksi analizi	33
3.2.16. Duyusal analiz.....	33
3.2.17. Yapı (tekstür) analizi	34
3.2.18. İstatistiksel analizler	35
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	37

4.1. Çöven ekstraksiyonunda zamana bağlı suda çözünür kuru madde değişimi	37
4.2. Çöven Ekstraksiyonunun Optimizasyonu	39
4.2.1. Sıcaklığın ekstraksiyon üzerine etkisi.....	42
4.2.2. Sürenin ekstraksiyon üzerine etkisi	42
4.2.3. Parçacık iriliğinin ekstraksiyon üzerine etkisi	43
4.2.4. Cevap yüzey metodu ile belirlenen optimum ekstraksiyon koşulları	43
4.2.5 Ultrafiltrasyon ve ters ozmos işlemleri	43
4.3. Çöven Ekstraktı, Çöven Konsantresi ve Çöven Tozunun Bazı Kalite Özellikleri	44
4.3.1. Verim analizi.....	44
4.3.2. Renk analizi	45
4.3.3. Nem miktarı ve su aktivitesi	46
4.3.4. Yığın yoğunluğu	46
4.3.5. Çözünabilirlik (Çözünme oranı)	47
4.3.6. Bulanıklık.....	47
4.3.7. Parçacık boyutu dağılımı	48
4.3.8. Enzimatik olmayan esmerleşme indeksi.....	49
4.3.9. Saponin miktarı.....	50
4.4. Çöven Ekstraktı, Çöven Konsantresi ve Çöven Tozu Kullanılarak Üretilen Sultan Lokumu ve Tahin Helvasının Bazı Kalite Özellikleri.....	50
4.4.1. Renk Analizi	50
4.4.2. Duyusal analiz.....	52
4.4.2.1. Sultan lokumu örneklerinin duyusal analiz sonuçları	52
4.4.2.2. Tahin helvası örneklerinin duyusal analiz sonuçları	54
4.4.3. Yapı analizi	56
4.4.3.1. Sultan lokumu örneklerinin yapı analiz sonuçları.....	56
4.4.3.2. Tahin helvası örneklerinin tekstür analiz sonuçları	58
5. SONUÇ	60
6. KAYNAKLAR	62
7. EKLER	69

7.1. Tahin Helvası Duyusal Analiz Değerlendirme Formu	69
7.2. Sultan Lokumu Duyusal Analiz Değerlendirme Formu.....	70

ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

cm	: Santimetre
d/dk	: Devir/dakika
dk	: Dakika
g	: Gram
kg	: Kilogram
mg	: Miligram
L	: Litre
mL	: Mililitre
nm	: Nanometre
mm	: Milimetre
µL	: Mikrolitre
Da	: Dalton
r	: Korelasyon Katsayısı
ppm	: Milyonda kısım

Kısaltmalar

F	: F Değeri
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
KO	: Kareler Ortalaması
SD	: Serbestlik Derecesi
SE	: Standart Hata
TS	: Türk Standardı
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
X	: Ortalama Değer
UV	: Ultraviole
UF	: Ultrafiltrasyon
RO	: Ters osmoz

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	<i>Gypsophila bicolor</i> (Freyn et Sint.) Grossh bitkisi	3
Şekil 2.2.	<i>Gypsophila bicolor</i> (Freyn et Sint.) Grossh bitkisinin kökleri	5
Şekil 2.3.	Saponinin kimyasal yapısı	6
Şekil 2.4.	Steoridal saponinlerin kimyasal yapıları	8
Şekil 2.5.	Beta-amrinin sentezi	9
Şekil 2.6.	Triterpenoid saponinlere ait temel sapogenin iskeletleri	10
Şekil 2.7.	Üç faktörlü Box-Behnken modelinin gösterimi	21
Şekil 3.1.	Retch laboratuvar tipi sarsak elek sistemi ile tasnif edilmiş örnekleri	23
Şekil 3.2.	Denemelerde kullanılan ekstraksiyon düzeneği	24
Şekil 3.3.	Ön konsantrasyon amacıyla uygulanan ultrafiltrasyon sistemi	26
Şekil 3.4.	Ters osmoz konsantrasyon sistemi	27
Şekil 3.5.	Püskürterek kurutma sisteminde çöven tozu üretimi	28
Şekil 3.6.	Sultan lokumu üretiminin işlem akış şeması	29
Şekil 3.7.	Tahin helvası üretiminin işlem akış şeması	29
Şekil 3.8.	Yapı analizinin hesaplamada kullanılan grafiği	35
Şekil 4.1.	Çöven parçacıklarının ekstraksiyon seyri (60°C)	37
Şekil 4.2.	Çöven parçacıklarının ekstraksiyon seyri (77.5°C)	37
Şekil 4.3.	Çöven parçacıklarının ekstraksiyon seyri (95°C)	38
Şekil 4.4.	Sıcaklık orta noktada (77.5°C) sabitken diğer değişkenlerin çözünür kuru kurumaddeye etkisi (a: Yüzey fonksiyonu, b: İzdüşüm gösterimi)	41
Şekil 4.5.	Süre orta noktada (4 saat) sabitken diğer değişkenlerin çözünür kuru maddeye etkisi (a: Yüzey fonksiyonu, b: İzdüşüm gösterimi)	41
Şekil 4.6.	Elek boyu orta noktada (9.50mm) sabitken diğer değişkenlerin çözünür kuru maddeye etkisi (a: Yüzey fonksiyonu, b: İzdüşüm gösterimi)	41
Şekil 4.7.	Çöven tozu örneklerinin parçacık boyutu dağılım grafiği	48
Şekil 4.8.	Çöven konsantresi ve çöven tozu örneklerinin enzimatik olmayan esmerleşme indeksi değerleri	49
Şekil 4.9.	Ticari çöven ekstraktı (kontrol), çöven konsantresi ve çöven tozu ile üretilen sultan lokumu örneklerinde duyuusal değerlendirme sonuçları	54
Şekil 4.10.	Ticari çöven ekstraktı (kontrol), çöven konsantresi ve çöven tozu ile üretilen tahin helvası örneklerinde duyuusal değerlendirme sonuçları	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	<i>Gypsophila</i> türlerinin yetiştiği şehirler	4
Çizelge 2.2.	Üç faktörlü bir Box-Benkhen deneme düzeni	21
Çizelge 3.1.	Sıcaklık, süre ve parçacık boyutu değişkenlerinin parametreleri	24
Çizelge 3.2.	Box-Behnken deneme planı	25
Çizelge 3.3	Püskürterek kurutmada uygulanan kurutma koşulları	27
Çizelge 4.1.	Box-Behnken deneme desenine göre çöven ekstraktlarında ölçülen çözünür kuru madde değerleri	39
Çizelge 4.2.	Box-Behnken eşitlik katsayıları	40
Çizelge 4.3.	Çöven ekstraksiyonunun optimum koşulları	43
Çizelge 4.4.	Ekstraktların görünür renk değerlerine varyans analizi sonuçları	45
Çizelge 4.5.	Ekstrakt, konsantre ve tozda ölçülen görünür renk değerleri	46
Çizelge 4.6.	Çöven tozu ve konsantresinde ölçülen bulanıklık değerleri	47
Çizelge 4.7.	Çöven tozu örneklerinin parçacık boyutu dağılımı	48
Çizelge 4.8.	Çöven kökünde ve çöven tozu ürününde bulunan saponin miktarları	50
Çizelge 4.9.	Farklı çöven ekstraktı kullanılarak üretilen lokum örneklerinde L, a, b renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 4.10.	Farklı çöven ekstraktı kullanılarak üretilen helva örneklerinde L, a, b renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	52
Çizelge 4.11.	Lokum ve helva örneklerinde ölçülen görünür renk değerleri ..	52
Çizelge 4.12.	Sultan lokumu örneklerinde duyusal değerlendirmesi yapılan özelliklerin varyans analizi	53
Çizelge 4.13.	Tahin helvası örneklerinde duyusal değerlendirmesi yapılan özelliklerin varyans analizi	55
Çizelge 4.14.	Sultan lokumu örneklerinde yapı analizi yapılan özelliklerin varyans analizi	57
Çizelge 4.15	Sultan lokumu örneklerinde yapı analizi sonucu bulunan değerler	58
Çizelge 4.16.	Tahin helvası örneklerinde tekstür analizi yapılan sertlik değerinin varyans analizi	59
Çizelge 4.17.	Tahin helvası örneklerinde tekstür analizi yapılan sertlik değerleri	59

1. GİRİŞ

Uzun yıllardan beri lokum ve helva üretiminde kullanılan ve halen geleneksel usuller ile elde edilen çöven suyunun elde edilmesi, muhafazası ve kullanımı sırasında bir takım sorunlar (dozajlama, mikrobiyolojik bozulmalar, vb.) ortaya çıkmaktadır. Çöven suyu, halen *Gypsophila bicolor* (freyn et sint.) Grossh. kökünün rastgele parçalanmasını takiben, açık kazanlarda su içerisinde uzun süre kaynatılarak standart dışı üretilmekte ve yeterince steril olmayan şartlarda bidonlara dolum yapılarak gerektiğinde kullanılmak üzere uzun süre imalathanelerde muhafaza edilmektedir. Bu durum iş gücü, enerji ve verim kaybına sebep olmanın yanında bozulan ürünler ile tüketicinin sağlığını da tehdit etmektedir. Ayrıca bu şekilde üretilen çöven suyunun lokum ve helva üretimi dışında diğer sektörlerde kullanım imkanı da bulunmamaktadır.

Çöven ekstraktları genellikle açık kazanlarda kaynayan su içerisinde uzun sürede ekstrakte edilerek lokum ve helva üretiminde kullanılan konsantrasyonlara ayarlanıp (lokum için % 5, helva için % 12) 30 L'lik bidonlarda pazarlanmaktadır. Ancak geleneksel olan bu üretim ve pazarlama şekli üründe verim ve kalite açısından olumsuzluklara yol açmaktadır. Örneğin; bünyesinde karbonhidratları bulunduran ve konsantre edilmediği için yüksek su aktivitesine sahip olan çöven ekstraktı, steril koşullarda üretilip doldurulmadığı zaman mikrobiyal gelişmeye imkan tanımakta, ambalajlarda şişmeye neden olmakta ve hatta kullanıldığı gıda ürünlerinde insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Ayrıca düşük konsantrasyonlarda satışa sunulan çöven suyunun taşıma ve depolama maliyetleri de yüksek olmaktadır. Söz konusu problemlerin çözümü için sektörde çöven suyunun konsantre edilerek satılması ve gerektiği hallerde yeniden sulandırılarak kullanılması ile ilgili denemeler yapılmıştır. Ancak açık kazanda konsantre etme işlemi hem enerji hem de üründe kalite kaybına neden olmuştur. Bununla birlikte düşük konsantrasyonlarda hazırlanmış ekstraktın evaporatörde vakum altında konsantrasyon işleminde ise; kontrol dışı köpürme problemi ile karşılaşmıştır. Ayrıca farklı konsantrasyonlarda üretilen ve satılan çöven ekstraktlarının kullanılması sırasında dozaj ayarlamasının güç olduğu, dolayısıyla son ürün kalitesinde standardizasyon sağlanamadığı görülmektedir. Nitekim

Koyuncu vd (2008) ÷lkemizde ticareti yapılan t÷m ç÷ven t÷rleri ve işleyici firmalar ÷zerinde yaptıkları araştırmalar sonucunda ç÷ven suyu ekstraksiyonunun ÷lkemizde standart hale getirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Bu çalışmada ç÷ven suyu eldesi amacıyla yaygın olarak kullanılan *Gypsophila bicolor* (freyn et sint.) *grossh* k÷k÷n÷n optimum ekstraksiyon koşullarının belirlenmesi (parçacık b÷y÷kl÷ğ÷, ekstraksiyon sıcaklığı, ekstraksiyon s÷resi, karıştırma hızı, vb.), elde edilen ç÷ven suyundaki saponin i÷eriğinin ileri membran ayırma teknikleri kullanılarak arttırılması, daha sonra da bu ekstraktın konsantre edilmesi ve kurutularak ç÷ven tozu eldesi ve bu ÷r÷nlerin lokum ve helva ÷retiminde kullanılabilirliğinin test edilmesi ama÷lanmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

Çöven; karanfilgiller (Caryophyllaceae) familyasının *Gypsophila* cinsine ait, 40-100 cm kadar boylanabilen, çok dallı, kazık köklü, Haziran ve Temmuz aylarında beyaz çiçek açan, yaprakları sapsız, çok yıllık, otsu bir bitkidir. Türkiye’de *Gypsophila* cinsine ait 53 tür, 1 alttür, 3 varyete bulunmakta ve bunların 33 tanesi (% 62.2) endemik tür olma özelliği taşımaktadır (Yıldırım, 2002). Bu türlerin 46 tanesi çöven türü olarak kabul edilmekte; ancak sadece birkaç tanesinin ticari önemi olduğu bildirilmektedir (Velioğlu 2001).

Türkiye’de ekonomik değeri en yüksek olan çöven Van gölü çevresinde yetişen *Gypsophila bicolor* (Freyn et Sint.) Grossh. türüdür (Şekil 2.1). Bu çöven “Van çöveni” olarak bilinir; ancak Artvin civarında da yetiştirilmektedir. Van Çöveni 30 yılı aşkın bir süredir Van ve çevresinde ticari amaçlı yetiştirilmektedir (Koyuncu vd 2008).



Şekil 2. 1. *Gypsophila bicolor* (Freyn et Sint.) Grossh. bitkisi (Koyuncu vd 2008)

Çöven otu ülkemizde Doğu Anadolu, İç Batı Anadolu ve Orta Anadolu bölgelerinde yetişmektedir (Çizelge 2.1). Doğu Anadolu Bölgesi'nde *Gypsophila bicolor* (Freyn et Sint.) Grossh. adlı tür yetişmekte ve Temmuz ayı içerisinde toplanmaktadır (Şekil 2.2). İç Anadolu Bölgesi'nde ağırlıklı olarak Konya, Isparta, Burdur, Uşak çevresinde *Gypsophila arrostii* türü yetişmekte ve çiçeklenme zamanında toplanmaktadır. İç Batı Anadolu Bölgesi'nde ise; Çorum ve Çankırı illerimiz başta olmak üzere çevre illerde *Gypsophila eriocalyx* boiss türü yetişmektedir. Bu türün de çiçeklenme zamanı olan Haziran ayında toplandığı bildirilmiştir (Poslu 2006).

Çizelge 2. 1. *Gypsophila* türlerinin yetiştiği şehirler

Tür	Yetiştği Yer
<i>G. bicolor</i>	Van, Artvin
<i>G. arrostii</i>	Isparta, Afyon, Konya, Burdur, Antalya
<i>G. eriocalyx</i>	Ankara, Çankırı, Kars, Eskişehir, Kayseri, Sivas, Niğde
<i>G. perfoliata</i>	Niğde, Ankara, Kayseri, Sivas, Erzincan, Denizli

Çöven aynı zamanda ülkemizin ihracat ürünlerinden biridir. Günümüzde Türkiye'den yılda ortalama 90 ton civarında çöven kökü ihraç edilmektedir. Çöven kökünün ihraç edildiği ülkelerin başında; Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Almanya, Belçika ve İsviçre gelmektedir. Bu ülkelerin dışında diğer Avrupa ülkelerine de çöven ihracatı yapılmaktadır. Ülkemizin ihracat verilerine göre 1989-1996 yılları arasında yılda ortalama 140 ton çöven kökü ihracatı yapılmıştır (İnan 2006). Bu ihracat miktarı 1997 yılında 93.3 tona düşmüştür (Anonim 1997). 2005 yılı verilerine göre de 92 ton çöven ihracatı yapılarak 66.000 ABD \$ gelir temin edilmiştir (Başer 2006). Ayrıca çöven, ülke içinde perakende olarak aktarlarda da satılmaktadır (İnan 2006).



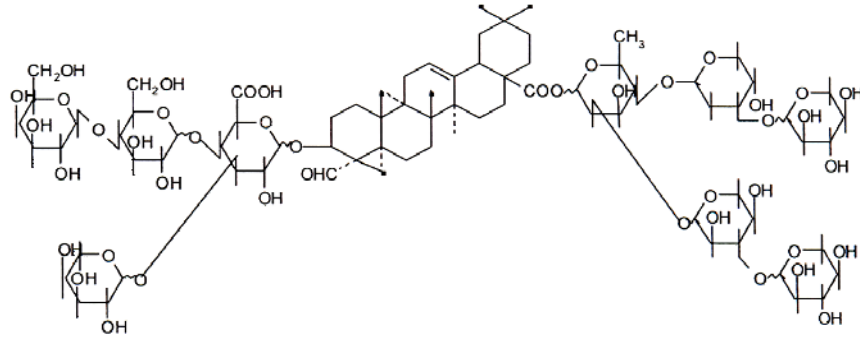
Şekil 2. 2. *Gypsophila bicolor* (Freyn et Sint.) Grossh. bitkisinin kökleri (İnan 2006)

Battal vd (2003) yaptıkları bir çalışmada Anadolu kökenli çövenlerde ham saponin oranının %10 ile %25 arasında değiştiğini, Türkiye'nin farklı bölgelerinde yayılış gösteren, *G. bicolor* Grosh., *G. perfoliata* var. *anatolica*, *G. venusta* Fenzl., *G. eriocollyx* Boiss., ve *G. arrostii* Guss. var. *nebulosa* türleri ile yaptıkları araştırmalarda, sırasıyla %19.58, %14.44, %12.65, %12.39 ve %11.58 oranında saponin bulunduğunu bildirmektedirler. Ayrıca bu çalışmada, köklerin öğütme iriliğinin ve ekstraksiyon süresinin ekstraktaki saponin oranı üzerinde etkili olduğu, ekstraksiyon süresi uzadıkça suya geçen saponin miktarında bir artış olduğu belirtilmiştir (İnan 2006).

Saponin, Latince sabun anlamına gelen sapo kelimesinden türetilmiştir. Saponinler, sulu çözeltilerinde sabun benzeri kararlı köpük oluşturmaktadır ve yüzey gerilimini azaltıcı özelliğe sahiptirler.

Çöven kökünün toplanması için çiçeklenme döneminin beklenmesi, bitkinin kök ve yapraklarında sentezlenen saponin miktarının bu dönemde en yüksek seviyeye ulaşmış olmasından kaynaklanmaktadır (Poslu 2006).

Saponin (Şekil 2.3), çöven bitkisinin kökünde % 2 - % 21 düzeyinde bulunmaktadır (Baylan 1990 ve Battal 2002). Saponin içeriği ve kompozisyonu bitkinin geçmişine, doku tipine, yaşına, fizyolojik durumuna ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Haralampidis vd 2002). Fenwick vd (1996) ve Oakenfull (1981)'un belirttiğine göre, çövenden elde edilen saponinler işleme (ekstraksiyon, konsantre etme vb.) sırasında stabil kalmaktadır (Baylan 1990). Bu madde ekstraktan saflaştırılarak gıda sanayi dışında ilaç, tekstil, kozmetik sanayinde ve yangın söndürme ürünleri imalatında da kullanılmaktadır.



Şekil 2. 3. Saponinin kimyasal yapısı (Çağlayanlar 2006)

2.1. Saponinler

Saponinler; birçok bitki türünün normal gelişme ve büyüme evresinde sentezlediği, bitkinin savunma sistemini destekleyerek hayatta kalmasını sağlamak amacıyla ürettiği bir grup ikincil metabolitlerdir. Bitkinin büyümesinde ve üremesinde rol almayan saponinler, sahip oldukları kuvvetli antimikrobiyal aktiviteleri ile bitkiyi, otçul böceklerin ve mikroorganizmaların zararından korumakta ve bitkinin hayatta kalma şansını artırmaktadır. Genelde pentasiklik yapıya sahip apolar aglikon iskeleti (steroid veya triterpenoid) ve bu

halkaya bağlanmış polar yapıya sahip şeker moleküllerinin birleşiminden oluşan bu moleküller, nötral veya asidik karakterli olabilmektedir. Saponinler genelde renksiz ve amorf yapıdadır. Ancak kristal ve beyaz renkte bulunan saponinler genellikle su, etil alkol, metil alkol gibi polar çözücülerde çözünen moleküllerdir (Poslu 2006). Saponinler bir veya daha fazla mono veya oligosakkaritin steroid veya triterpenoid yapıda birleşmesinden oluşan ikincil bitki metabolitleridir (Çağlayanlar 2006).

Saponinler çoğunlukla bitkiler tarafından üretilse de küçük deniz hayvanlarında ve bazı bakterilerde de görülmüştür (Francis vd 2002). Yapılan araştırmalar sonucu, soya ve ürünleri (soya sütü, tofu), diğer fasülye türleri, mercimek, bezelye, bakla, nohut, şeker pancarı, yer fıstığı, guar bitkisi ve ıspanakta saponin varlığına rastlanmıştır (Baylan 1990, Battal 2002). Saponin içeriği ve kompozisyonu; bitkinin geçmişine, doku tipine, yaşına, fizyolojik durumuna ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Haralampidis vd 2002).

Saponinlerin glikozidik formlarına saponozit; saponozitlerin aglikonuna ise sapogenol denilmektedir. Bunlar çoklu halkalı kimyasal yapıda maddelerdir. Sapogenollerdeki bu halkalı yapıya göre saponozitler iki grupta sınıflandırılır. Bunlar; steroidal saponozitler (C_{27}) ve triterpenik saponozitler (C_{30})'dir.

Triterpenoid saponinleri bitki kök ve rizomlarında depolanmaktadır (Henry vd 1991). Çöven kökünde triterpenik yapıdaki saponinler bulunmaktadır (Yurdagel ve Baysal 1996).

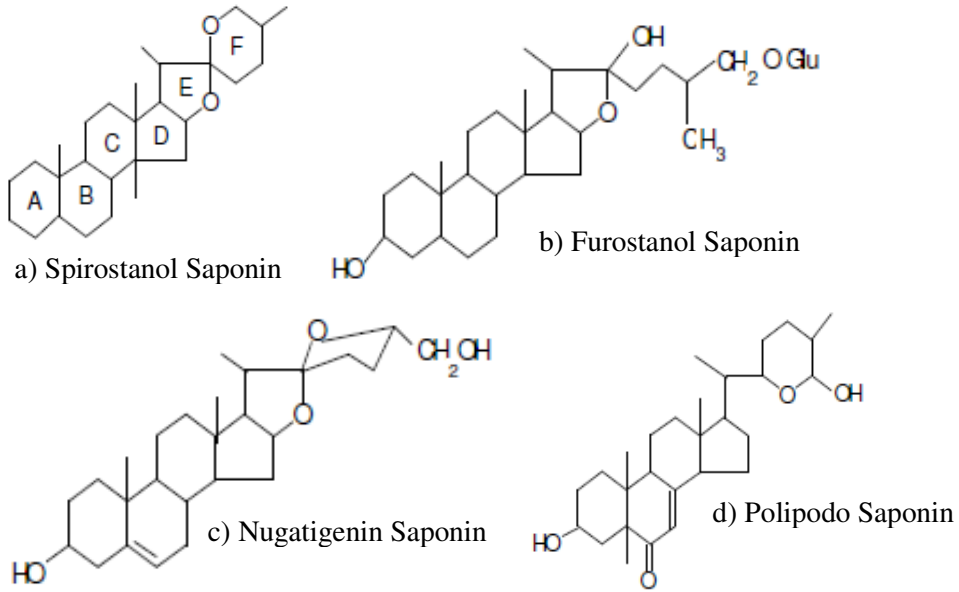
2.1.1. Saponinlerin sınıflandırılması

Saponinler; triterpenik ve steroidal saponinler olarak başlıca iki grup altında sınıflandırılır. Bu ayrımın yapılmasında saponinin yapısındaki polisiklik halkanın yapısı göz önüne alınmaktadır. Genelde, triterpenik saponinlerde bulunan aglikon kısmı beş halkadan meydana gelirken, steroidal saponinlerde aglikon kısmı altı halkadan meydana gelmektedir (Poslu 2006).

Bitkiler aleminde, triterpenik saponinler steroidal saponinlere nazaran daha çok bulunmaktadır (Poslu 2006).

2.1.1.1. Steroidal saponinler

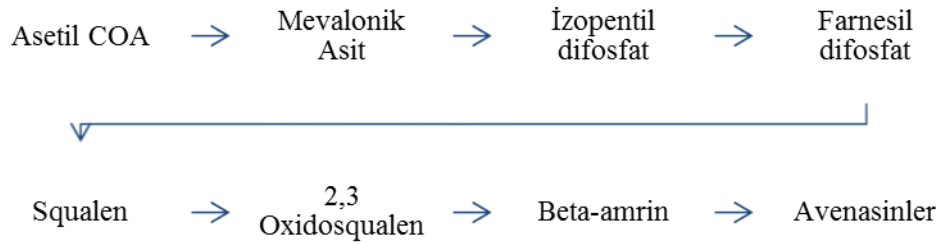
Steroidal saponinler, iskeletlerindeki aglikonlara göre 4 gruba ayrılmaktadır. Bunlar; spirostanol saponinler, furostanol saponinler, nusatigenin saponinler ve polipodo saponinler olarak isimlendirilmektedir (Şekil 2.4). Bu yapılara, *Digitalis purpurea* (Mayasıl otu), *Digitalis lanata* (Yüksük otu), Similax türleri (Silcan), Dioscorea türlerinde rastlanılmaktadır. Triterpenik saponinler bulunduğu bitkinin kök kısmında birikirken; steroidal saponinler bulunduğu bitkinin yapraklarında yer almaktadır (Poslu 2006).



Şekil 2. 4. Steoridal saponinlerin kimyasal yapıları

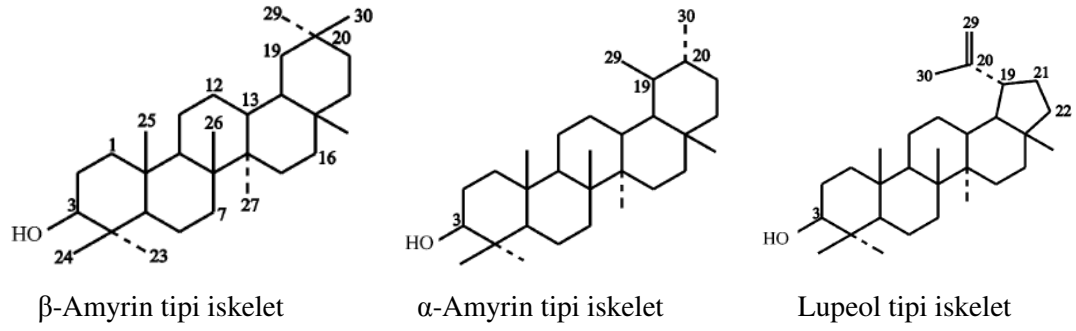
2.1.1.2. Triterpenik saponinler

Triterpenik saponinlerin aglikon kısımlarında genelde beta-amrin halkası vardır. Poslu'nun (2006) bildirdiğine göre mevalonik asitten 2,3 Oksidosqualen sentezlenmekte ve bu molekülün çevrim ürünü olan pentasiklik halkanın türevlendirilmesi ile beta-amrin yapısı oluşmaktadır. Sentez yolu Şekil 2.5'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 5. Beta-amrinin sentezi (Poslu 2006)

Triterpenik saponinler, pentasiklik halkanın üçüncü karbonunda hidroksil grubu taşırlar ve şeker molekülleri aglikona genelde bu grup üzerinden bağlanırlar (Şekil 2.6). Triterpenik saponinlere aglikondaki tek karbon atomu üzerinden şeker molekülleri bağlandığında monodesmosidik, aglikondaki farklı iki karbon atomu üzerinden iki şeker zinciri bağlandığında bidesmosidik olarak adlandırılmaktadır (Poslu 2006). Bağlanan ikinci şeker zinciri genelde pentasiklik halkadaki 17. karbona bağlı olan karboksil grubunun karbon atomu üzerinden ester bağı ile bağlanmaktadır (Oleszek ve Bialy 2006).



Şekil 2. 6. Triterpenoid saponinlere ait temel sapogenin iskeletleri (Poslu 2006)

2.1.2. Saponin kaynakları

Saponinlerin yüzyıllardır bitkilerden elde edildiği bilinmektedir, bununla birlikte; saponinler deniz canlılarından da izole edilmektedir (Hostettmann ve Marston 1995). Saponinler birçok bitkide bulunmaktadır ve adını sabunköpüğü anlamına gelen çöven bitkisinden (familya *Caryophyllaceae*, tür *Saponaria*) almıştır. Bu bitkinin kökleri yüzyıllar boyunca sabun olarak kullanılmıştır. Saponinler, *Sapindaceae* botanik familyasının tanımlayıcı türü olan *Sapindus* türünde ve oldukça yakın familyalar olan *Aceraceae* (Akağaç) ve *Hippocastanaceae* (At kestanesi) familyalarında bulunmaktadır. Saponin ayrıca *Gynostemma pentaphyllum*'da, gypenosides adı verilen bir formda ve *Ginseng*'de, ginsenosides adlı formda bulunmaktadır. Bu familyaların içinde bu tür kimyasal bileşikler bitkinin yaprakları, gövdesi, kökleri, çiçek soğanı ve meyvesi gibi çeşitli bölümlerde bulunmuştur. Bitkiden elde edilen saponinlerin ticari formülasyonları, kontrollü üretim süreci yolu ile elde edilebilir, ki bu yöntem saponinlerin kimyasal ve biyomedikal girdi olarak kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır.

2.1.3. Saponinlerin kullanım alanları

Saponinler ticari olarak; eczacılıkta, tıpta, yangın söndürücülerde, kozmetik alanında, temizlik maddelerinde ve gıda sanayinde kullanılmaktadır (Poslu 2006).

Tanker ve Tanker'in (2003) bildirdiğine göre saponinlerin glikozidik formu olan saponozitler eczacılık ve tıp alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır: Saponozitler bulunduğu, vücudun doğal savunma refleksi gereği bronş salgısını çoğaltır. Bu etkiden yararlanılarak bronş ve sinüs temizleyici ilaçlarda kullanılır. Ayrıca diüretik etkili ilaçların yapımında ve genel olarak ilaç druglarının (ham karışımlarının) hazırlanmasında saponozitlerin emülsifiye edici özelliğinden faydalanılır.

Bazı aşılarda içerdiği etken maddeler üzerinde bir araştırma yapan İzgür ve İlhan (2002), vücut ısısının yükselmesi, dalağın şişmesi, kanın koyu bir renk alması ve pıhtılaşmaması, deri altı ve sub-seröz boşluklarda sero-hemorajik infiltrasyonların oluşumu ile karakterize edilen Şarbon (Antraks) hastalığına karşı, Türkiye'de üretilmekte olan antraks aşısında % 0.1-0.5 oranında saponin olduğunu bildirmişlerdir.

Saponinlerin deterjan ve temizlik maddesi katkısı olarak kullanılabilirliğini araştıran Çevrimli (1990), piyasada kullanılan alkil ve aril sülfanat tipi deterjanların çevre kirliliğine ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle, çövende (*Gypsophila arrosti*) bulunan saponinin, deterjan yüzey aktif maddesi olarak kullanılmasının daha yararlı olacağını, bitkinin içerdiği saponinin çok rahat bir şekilde yüzey aktif maddesi olarak hem yangın söndürücülerde hem de sabun sanayisinde kullanılabileceği, bu sayede bitkinin üretiminin artması gerektiği, bitki köklerinde % 18 oranında saponin içerdiğini bildirmiştir.

2.1.4. Saponinlerin sağlık üzerine etkileri

Saponinlerin insan sağlığı açısından kandaki kolesterolü düşürücü (Sidhu ve Oakenfull 1986, Yıldız 1994), soğuk algınlığını giderici (Tatlı ve Akdemir 2004), hemolitik (oksijen taşınımını kolaylaştırıcı) (Scott ve Glaister 1929), kanser önleyici (Morzycki ve Gryszkiewicz 2001), kemik gelişimini tetikleyici (Yamaguchi vd 2001) etkileri olduğu rapor edilmiştir. Ancak bu maddenin 100 mg/kg vücut ağırlığı (yetişkin birey) üzerinde tüketilmesinin insan vücudunda toksik etkileri olduğu da göz ardı edilmemelidir (Battal, 2002). Nitekim Türk Gıda Kodeksi Tahin Helvası Tebliği (2004/23) ve Türk Gıda Kodeksi

Lokum Tebliği'nde (2004/24) saponin oranının ürünlerde kütlece % 0.1'den fazla olmaması hükmü yer almaktadır.

Bazı saponinler ince bağırsakta kolesterol ile birleşerek absorbe edilmeyen ve çözülmeyen bir bileşiğe dönüşür. Ayrıca saponinler safra asitlerinin dışkıya salgılanmasına neden olarak kandaki kolesterol seviyesini düşürücü dolaylı bir etkiye sahiptir (Sidhu ve Oakenfull 1986, Yıldız 1994).

Anadolu'da *Verbascum pterocalycinum* var. *mutense*'den izole edilen saponinlerin kullanıldığı ve soğuk algınlığı, öksürük gibi rahatsızlıkların tedavisinde balgam söktürücü etkileri olduğu bilinmektedir (Tatlı ve Akdemir 2004, Baytop 1983).

Saponozitlerin çoğu hemoliz yeteneğindedir. Saponozitler, kolesterol veya lesitin ile birleşerek alyuvarların çeperini hemogloblin açısından geçirgen hale getirmekte (kanı zehirlemekte) bu hücreleri hemolize etmektedirler. Saponozitler ağızdan alındığı takdirde bu etki görülmemektedir. Çünkü; saponozitler bağırsakta emilmemektedir. (Tanker ve Tanker 2003).

Morzycki ve Gryszkiewicz (2001) yaptıkları bir araştırmada *Ornithogalum saundersiae* bitkisinin soğanından OSW-1 adında bir saponin izole etmişlerdir. Bu saponinin kötü huylu tümör hücrelerine karşı diğer kanser önleyici ajanlardan daha etkili olduğu görülmüştür (Çağlayanlar 2006). Hong vd (2009), Çin'de yaygın olarak ameliyat sonrası yaraların tedavisinde kullanılan bir ilaçta, etken madde olan *Panax notoginseng* 'ten elde edilen saponinlerin yara iyileştirme etkisi üzerine çalışmışlardır.

Saponinlerin bir kısmı kuvvetli protoplazmatik bir toksik etkiye sahiptir. Bunlara sapotoksin adı verilmektedir. Seyreltik asitlerle hidrolize olup dektroz, galaktoz, pentoz ve saponegen adı verilen bileşiklere ayrışmaktadırlar (Çağlayanlar 2006).

2.1.5. Saponin Analiz Yöntemleri

Lalitha vd (1987)'nin bildirdiğine göre; köklerde saponin miktarı tayini için; kökler öncelikle petrol eteri ile ekstrakte edilerek yağ ve reçineden arındırılır. Sonra %100 etanol ile ekstrakte edilir ve elde edilen ekstrakt yoğunlaştırılır. Bu ekstrakt soğutulduktan sonra aseton ile yıkanır, saponin beyaz renkte dibe çöker. Ektraktın geri kalan asetonu da uçurulur ve kuru kısım tartılarak saponin miktarı kaydedilir.

2000'li yıllarda, yapılan çalışmalarda ise saponinler, enzimatik veya kimyasal yollarla hidroliz edilmiş ve bunu takiben kromatografik yöntemlerin kullanılmasıyla miktarca tayin edilmiştir. Farklı bitkilerden elde edilen saponinlerde farklı şeker grupları bağlı olduğundan yöntemler farklılıklar içerse de bu yöntemlerin tümünde, saponinlerin kendilerine bağlı şekerlerden enzimatik, asidik yöntemlerle veya ultrason gibi fiziksel uygulamalarla ayrılarak kalan iskeletin, UV dedektörler ile belirli dalga boyunda absorbanasının okunması ilkesine göre analiz gerçekleştirilmektedir (Oleszek 2002, Dini vd 2009, Nie vd 2009, Sezgin ve Artık 2010).

TS 2490 Tahin Helvası Standart'ına göre, Lalitha vd (1987)'nin metoduna benzer şekilde ekstrakte edilen saponinler, etanol fazı yoğunlaştırılmadan ayırma hunisine alınır, bütanol ile muamele edilir ve saponinlerin bütanol fazına geçmesi sağlanarak etanol uzaklaştırılır. Ardından ince tabaka kromatografisi kullanılarak saponinlerin miktarı belirlenir.

Ceyhun (2003), yapmış oldukları bir çalışmada tahin helvasının saponin içeriğini belirlemek için amacıyla bir analiz metodu geliştirmiş ve saponin miktarının belirlenmesi amacıyla yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) sistemini kullanmışlardır. Tahin helvasının enzimatik hidrolizini takip eden aşamalarda, etanol ile hazırlanan ekstrakt HPLC kolonuna enjekte edilmiş ve saponin miktarı “gliserizik asit” cinsinden belirlenmiştir.

Meydani (2008), saponin tayin metodlarından birkaçını birlikte kullanmış; hekzan ve takibindeki etanol ekstraksiyonlarından sonra HPLC kolonuna yükleyeceği örneği sep-pak kartuşlarından geçirerek şeker ve fenolik bileşiklerini uzaklaştırmıştır.

Benzeri bir çok yöntem daha literatürde rastlamak mümkündür. Ancak bu yöntemler saponinlerin elde edildiği bitki türlerine göre sonuç vermekte ve doğadaki tüm saponinlerin analizlerinde tek bir yöntemin kullanılması mümkün olmamaktadır.

2.2. Saponinlerin Tahin Helvası ve Lokumdaki Önemi

Çöven köklerinin su içerisinde kaynatılması ile elde edilen ekstraktın yüksek hızda karıştırılması sonucu beyaz renkte, kalıcı köpük oluşur. Bu köpük gıda sanayinde, tahin helvası, koz helvası ve sultan (paşa) lokumu olarak adlandırılan geleneksel ürünlerin üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Köpük haline getirilen ekstrakt; ürünlerde rengi ağartmak, emülgatör görevi yaparak susam yağının helvadan ayrılmasını önlemek, arzu edilen yapıyı oluşturmak, hacmi arttırmak ve böylece ürüne karakteristik özelliklerini kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır (Çağlayanlar 2006).

Ceyhun (2003), ülkemizin farklı bölgelerinde yetişen çöven türlerinin farklı oranlarda saponin içerdiğini, bu durumun tahin helvalarında farklı oranlarda saponin bulunmasına neden olduğunu, bitkilerden elde edilen köklerin kaynatılmasıyla elde edilen çöven ekstraktının türlere göre değişmekle birlikte % 11-20 oranında saponin içerdiğini ve bunun sonucu olarak piyasadaki 11 farklı markanın tahin helvası ürünlerinde yaptıkları analizlerde örneklerdeki saponin miktarlarını 22 mg/kg ile 230 mg/kg arasında bulunduğunu bildirmiştir.

Helva üretiminde kullanılan çöven ekstraktı miktarı üreticilere göre değişkenlik göstermekle birlikte tahin helvası üretiminde bu ekstraktın 0.5 litresi 100 kg helva üretimi için genellikle yeterli olmaktadır. Helva üretiminde önemli bir bileşen olan saponin, emülsiyon oluşturarak zamanla helvadan yağ sızmasını önlemektedir (Batu ve Elyıldırım 2009).

Tahin helvasının ham maddesi tahin ve şekerdir. Tahin helvası teknik olarak tahinin, konsantre şeker şurubu ile karıştırılması ile elde edilir. Tahin yaklaşık %50 oranında yağ içermektedir, Tahin-şeker şurup karışımında yağ sızmasını önlemek için karışıma emülgatör ilavesi gerekmektedir. Genel olarak bu, şeker şurubuna çöven suyu ilave edilerek sağlanır (Batu ve Elyıldırım 2009).

2.3. Çöven Ekstraktı ile İlgili Çalışmalar

Battal (2002), ülkemizin değişik bölgelerinden sağlanan 5 farklı çöven çeşidinin kimyasal özellikleri yanında çeşit, öğütme iriliği ve ekstraksiyon süresi gibi bazı parametrelerin ekstrakt kalitesi ve verimi üzerine etkilerini incelemiştir. Saponin miktarı açısından en yüksek değeri Van yöresi örneğinde, en düşük değeri ise Konya yöresine ait örnekte saptamıştır. Ayrıca saponin verimi açısından optimum ekstraksiyon süresi 8 saat olarak belirlenmiştir. Ekstraksiyon süresi uzadıkça ve öğütme iriliği azaldıkça ekstrakta geçen toplam saponin miktarının da arttığı bildirmiştir. Bu çalışma dışında çöven ekstraksiyonunun optimizasyonunu konu alan başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çağlayanlar (2006), kendi çalışmasında çöven ekstraktını şu şekilde hazırlamıştır: Cam balon içerisine 1:10 (g:L) oranında çöven kökü, saf su ve birkaç tane cam boncuk konulduktan sonra geri soğutuculu olarak ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon süresi Battal (2002)'ye göre belirlenmiş ve optimum 6 saat olarak gerçekleştirilmiştir. Bu süre sonunda balon içeriği önce kabaca süzülerek posasından ayrılmıştır. Ardından filtre kağıdından (Whatman 41, Ø 9.0 cm) süzülmüştür. Elde edilen filtrat, deneylerde kullanılmak üzere 0-4°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Bu işlemde araştırma boyunca aynı süre ve sıcaklık normları uygulanmıştır.

2.4. Ekstraksiyon ve Optimizasyon

Ekstraksiyon bir ayırma yöntemidir. Gıda sanayinde ekstraksiyon iki şekilde yapılabilir; sıvı-sıvı ekstraksiyonu ve katı-sıvı ekstraksiyonu. Katı-sıvı ekstraksiyonu, bir

katının içinde bulunan çözünür özellikteki bileşenin, sıvı bir çözücü yardımıyla bu katıdan uzaklaştırılması olarak tanımlanır. Bu ekstraksiyonun verimi, seçilen sıvı çözücü ile katı maddenin ne ölçüde temas ettiğine bağlıdır (Earle 1966, Crank 1975).

Katı-sıvı ekstraksiyonlarında çözünebilir maddelerin katı maddenin içinden ayrılarak sıvı çözücüye geçme debisine; ekstraksiyon debisi denir. Ekstraksiyon debisi, bir ekstraksiyonun optimizasyonu için en önemli faktördür. Ekstraksiyon debisi, bir çok değişkene bağlıdır. Bu değişkenler; partikül büyüklüğü, çözücü tipi, sıcaklık ve sıvının karıştırılmasıdır (Earle 1966, Crank 1975).

2.4.1. Partikül büyüklüğünün ekstraksiyon üzerine etkisi

Partikül boyutu bir ekstraksiyona iki şekilde etki edebilir: küçük boyutlu partiküller, çözücünün katı ile temas eden yüzeyini artırır ve çözünebilir bileşenlerin katı içerisinde daha kısa mesafe katederek yüzeye ulaşmasını sağlar. Ancak partikül boyutu çok küçültülürse, çözücünün tüm partiküllerin arasına homojen dağılması güçleşir ve ekstraksiyon verimi düşer. Bununla birlikte, partikül boyutunun çok küçük olması, ekstraksiyon sonrasında çözücünden katı partiküllerin ayrılmasını güçleştirir (Foust vd 1960).

2.4.2. Çözücünün ekstraksiyonda etkisi

Katı-sıvı ekstraksiyonlarında çözücü seçimi de partikül boyutu kadar önemli bir unsurdur. Çözücü seçiminde özellikle dikkat edilmesi gereken üç nokta vardır: Çözücünün, ekstrakte edilecek olan çözülebilir bileşeni iyi çözmesi, viskozitesinin mümkün olduğunca düşük olması ve prosesin sonraki aşamalarına uygunluğudur (Crank 1975, Foust vd 1960).

2.4.3. Sıcaklığın ekstraksiyonda etkisi

Çözünürlük sıcaklıkla doğru orantılı bir faktör olduğundan, ekstraksiyonun gerçekleştirildiği sıcaklık arttırıldığında, çözücünün partikül içindeki difüzyon katsayısının ve buna bağlı olarak ekstraksiyon debisinin artması beklenir (Crank 1975, Foust vd 1960).

2.4.4. Karıştırmanın ekstraksiyonda etkisi

Karıştırma, katı-sıvı ekstraksiyonlarında difüzyonun artmasını ve partikül yüzeyinde kütle transferine karşı direncin azalmasını sağlar. Belirli bir karıştırma hızından sonra ekstraksiyonun karıştırılma hızı arttırılsa da ekstraksiyon debisi artmaz. Çünkü sıvının karıştırılmasının etkisi, ekstraksiyon debisinin katıdaki çözülebilir maddelerin difüzyon hızı ile kontrol edilmeye başlandığı noktaya kadardır. Bu noktadan itibaren difüzyon hızı diğer değişkenler (sıcaklık, partikül boyutu) sabit olduğundan değişmez ve karıştırma hızından etkilenmez (Crank 1975, Foust vd 1960).

2.5. Membran Teknolojisi

Bugün bir çok alanda uygulanan membran teknolojilerinin temel amacı saflaştırılmış akışkan elde edilmesidir. Bu özelliği ile de biyoteknoloji, atık suların geri kazanımı ve yüksek saflıkta su eldesi, gaz ayırma ve gıda endüstrisinde kullanımı yaygındır (Baker vd 1991).

Membran teknolojisinin diğer ayırma yöntemlerinden üstünlüğü, yüksek sıcaklıklara çıkılmadan ve faz değişimi gerçekleşmeden ayırmanın sağlanabilmesi ve bu sayede enerji ihtiyacının düşük olmasıdır.

Membran teknolojisi ile 1900'lerin başlarında deneme uygulamaları başlamış olsa da 1960'lı yıllarda ilk asimetrik selüloz asetat ters osmoz membranının keşfedilmesine kadar

laboratuvar ölçekli çalışmaların endüstriyel ölçeğe aktarılması mümkün olmamıştır (King 1971, Baker vd 1991).

Membran teknolojisi temelde bir ayırma teknolojisidir. Bu işlem amaca uygun özel bir membran ile gerçekleştirilmektedir (Cemeroğlu ve Erbaş 1989). Membran ayırma işleminde sistemde sürekli veya kesikli olarak sirküle edilen sıvının bir kısmı membranı geçerek, sistemi terk etmekte, diğer kısım ise membrandan geçemeyen maddelerce zenginleşerek geri dönmektedir. Membrandan geçebilen kısma filtrat veya permeat; membrandan geçemeyen kısma ise konsantrat veya retentat denilmektedir. Membran işlemlerinde, permeat ve retentat oluşabilmesi için membranın iki tarafı arasında basınç, sıcaklık, konsantrasyon vb. bir itici güç oluşturulması gerekir. Membran, sıvıdan ayrılması istenen parçacıklardan daha küçük gözenek yapısına sahip, zarımsı bir filtre dokusudur. Birbiri ardına yerleştirilen membranlar ile bunları çevreleyen daha gözenekli bir yapının birleşimiyle filtre ünitesi elde edilir. Bu filtre ünitelerinin ard arda veya paralel dizilmesi ile oluşan sisteme de modül denir (Baker vd 1991). Membran teknolojilerinde kullanılan dört temel modül çeşidi vardır: Plakalı, spiral, boş lif ve borulu modüller. Bunlardan gıda endüstrisinde en yaygın kullanım alanı olan spiral modüldür (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Membran işlemleri amaca uygun olarak ultrafiltrasyon, diafiltrasyon, mikrofiltrasyon ve ters osmoz adları altında sınıflandırılmaktadır.

2.5.1. Ultrafiltrasyon (UF)

Ultrafiltrasyon; gözenek büyüklükleri 10^{-2} - 10^{-1} mm olan membranlar kullanarak molekül ağırlığı 1 – 200 kDa (kilo dalton) arasında olan partiküllerin geçmesine olanak sağlayan bir ayırma yöntemidir. Bu tür sistemlerde uygulanan basınç 1-10 bar arasında değişmektedir. Bu ayırma yöntemi ile su ve küçük moleküler boyuttaki öğeler membrandan geçebiliyorken, protein ve yağ molekülleri gibi büyük yapıli moleküller geçemez (Baker vd 1991, Küçükçetin 2003).

2.5.2. Ters osmoz (RO)

Ters osmozda kullanılan membranların gözenek büyüklükleri 10^{-4} - 10^{-3} mm olup, moleküler ayırma sınırı yaklaşık olarak 100 Da'dır. Ters osmos sistemlerinin ortalama çalışma basıncı 30-60 bar kadardır. Bu tür sistemlerde kullanılan membranlar suya karşı çok geçirgen olmalarına karşın, mikroorganizmalar, kolloidler ve çözünmüş organik maddelerin hiçbirisi bu membranlardan geçemez. Bunun temel nedeni kullanılan membranın seçici geçirgenliğe sahip olmasıdır. Bu işlemde itici güç ozmotik basıncı aşan uygulama basıncıdır (Baker vd 1991).

2.6. Püskürterek Kurutma İşlemi

Sıvı halde bulunan ve kurutularak toz haline getirilmesi hedeflenen ürünlerde uygulanacak en ideal yöntem püskürterek kurutmadır. İlk kez 1900'lerde sütün kurutulması ve ardından 1930'larda kahvenin kurutulması için denenmiş olan bu kurutma yöntemi, ısıya duyarlı maddelerin kurutulması için oldukça uygundur. Bu yöntemi diğer kurutma yöntemlerinden ayıran temel özellikler; kurutma işleminin hızlı, ürünün kurutma esnasında sıcak hava ile temasının çok kısa ve elde edilen kuru toz ürünün paketlemeye hazır halde olmasıdır. Bu yöntemde dikkat çeken diğer üstün özellikler ise ürünün toplam kurutma süresinin 3 ile 10 sn arasında olması ve ürün partiküllerinin hiçbir zaman kurutmada kullanılan havanın yaş termometre sıcaklığından daha yüksek değerlere çıkmamasıdır. Bu özellik sayesinde kurutucu bölmesi girişinde, ürüne hiçbir zarar vermeden, oldukça yüksek sıcaklıkların kullanılabilmesi mümkün olmaktadır (Marshall 1954).

2.7. Cevap Yüzey Metodu

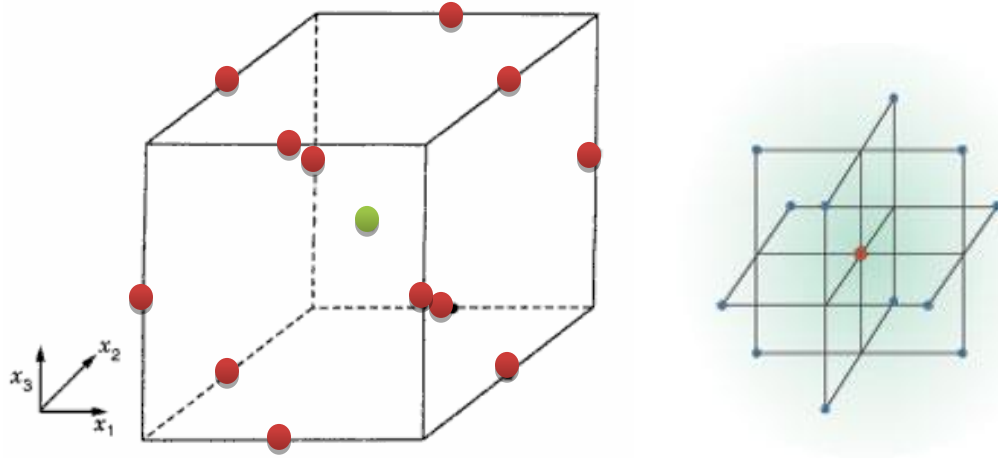
Cevap – yüzey metodu istatistiksel ve matematiksel analiz tekniklerinin birlikte kullanıldığı; mevcut proseslerin iyileştirilmesi, optimize edilmesi ve yeni proseslerin geliştirilmesi gibi uygulamalarda kullanımı yaygın bir analiz metodudur.

Bu metodun uygulanmasında, belirli bir performans veya kalite karakteristiği olarak bağımsız değişkenlerin etkisini izlemek üzere bir parametre seçilir. Bu parametreye “cevap” adı verilir ve deneme planında bağımsız değişkenlerin farklı seviyelerine karşı alınan cevaplar üzerinden analiz gerçekleştirilir. Bu sayede, az sayıda deneme ile gerçekte test edilmesi oldukça zor olan değerlerin ve bunların kombinasyonlarının geçerli tahminler ile belirlenmesini sağlar (Myers vd. 2009, Turhan 2009).

2.7.1. Box – Behnken yöntemi

Box ve Behnken (1960) tarafından geliştirilen bu yöntem en az üç düzeyli, ikinci dereceden cevap yüzeylerinin modellenmesi için üretilmiştir. Bu deneme yöntemine göre faktörlerden biri orta noktada sabitlenirken, diğerlerinin minimum ve maksimum noktalarının kombinasyonları uygulanır. Çizelge 2.2’de üç faktörlü bir örneği görüldüğü gibi bu şekilde tüm faktörlerin orta noktaları sırasıyla sabitlenip diğer değişkenlere aynı işlem tekrarlanır.

Bu metod ile sadece orta noktalar ile minimum ve maksimum noktaların kombinasyonları uygulandığından örnek sayısı ve tekerrür sayısı ciddi anlamda azalır. Box-benkhen modeli bir kübik modelleme ile gösterilirse, veri noktası sayısının 12 olduğu görülebilir (Şekil 2.7.). Orta noktanın 3 kez tekrarı ile toplam analiz sayısı 15 olur. Aynı araştırmanın faktöriyelde yapılmak istenmesi durumunda 3 faktör x 3 seviye x 3 tekerrür ile deneme deseni 27 analiz içerir. Bu da optimize edilmiş sonuçların alınmasının yanında cevap – yüzey metodunun kazandırdığı bir diğer avantajdır.



Şekil 2.7. Üç faktörlü Box-Behnken modelinin gösterimi (Myers vd. 2009)

Çizelge 2.2. Üç faktörlü bir Box-Behnken deneme düzeni (Myers vd. 2009)

Sıralama	A	B	C
1	0	-1	-1
2	0	1	-1
3	0	-1	1
4	0	1	1
5	-1	0	-1
6	1	0	-1
7	-1	0	1
8	1	0	1
9	-1	-1	0
10	1	-1	0
11	-1	1	0
12	1	1	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada hedeflenen çöven tozu ve çöven konsantresi üretiminde *Gypsophila bicolor* (Freyn Et Sint.) Grossh. türüne ait çöven kökleri kullanılmıştır. 2009 Eylül sezonunda üretilen bu çöven kökleri, ticari olarak yalnızca bu türü hammadde olarak kullanan çöven suyu üreticisi bir firmadan (İstanbul Tarım Ürünleri Gıda San. Tic. Ltd. Şti.) temin edilmiştir. Çekiçli değirmende 2 mm ile 30 mm parçacık büyüklüğü aralığına parçalanmış olan yaklaşık 40 kg ağırlığındaki öğütülmüş çöven kökleri bu çalışmanın materyalini oluşturmuştur.

Ayrıca bu çalışmada kullanılan kimyasallardan Metanol, Etanol, Bütanol, Aseton, Asetik Asit, Hidroklorik Asit, Amonyak ve Sülfirik Asit Sigma Aldrich, Almanya'dan; analizlerde kullanılan saf su bölümümüzdeki Milipore DirectQ saf su ünitesi aracılığı ile temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Örneklerin ekstraksiyona hazırlanması

Satın alınan çöven kökleri, elek sistemi (Retch, Almanya) yardımıyla pratik koşullarda da uygulanabilecek 3 farklı sınıfa (3.35 mm - 5 mm (1. sınıf), 5 mm - 10 mm (2. sınıf) ve 10 mm - 20 mm (3. sınıf)) tasnif edilmiştir (Şekil 3.1). Tasnif edilen materyaller optimum ekstraksiyon koşullarını belirlemede kullanılmak üzere ambalajlanarak muhafaza edilmiştir.



Şekil 3. 1. Retch laboratuvar tipi sarsak elek sistemi ile tasnif edilmiş örnekleri

3.2.2. Ekstraksiyon

Tasnif edilen çöven kökü parçacıkları 1 litrelik çift cidarlı ekstraksiyon beherinde (Duran, Almanya) 1:10 kök:su oranında (çöven parçacıklarının homojen karışabildiği en düşük su hacmi) katı-sıvı ekstraksiyonuna tabi tutulmuştur. Seçilen bu oran çöven parçacıklarının homojen karışabildiği minimum su miktarına göre belirlenmiştir. Ticari koşullarda olduğu gibi çöven köklerinin saponin içeriğini dolaylı olarak gösteren suda çözünür kuru madde miktarı refraktometre (Atago, Japonya) yardımıyla ölçülerek ekstraksiyonun seyri izlenmiştir.

Çözünür kuru maddenin en yüksek konsantrasyona ulaştığı koşulları belirlemek amacıyla çöven kökü parçacık büyüklüğü, ekstraksiyon sıcaklığı ve ekstraksiyon süresi değişkenleri optimize edilmiştir. Ekstraksiyonda çöven kökü parçacıkları pervaneli karıştırıcı (Sartorius Stedim Biotech Biostat B plus, İngiltere) kullanılarak ön denemeler ile tespit edilen 150 d/dk hızda (tüm parçacıkların homojen bir şekilde hareket ettiği en düşük devir sayısı) karıştırılmıştır. Ekstraksiyon süresince sıcaklığı sabit tutmak amacıyla çift cidarlı beher ve bu behere bağlı sirkülasyonlu su banyosu (Huber, Almanya) kullanılmıştır (Şekil 3.2). Ekstraksiyon süresince belirli periyotlarda (ilk yarım saatte 1., 2., 3., 5., 10., 15. ve 30. dakikalarda, devam eden ekstraksiyon süresinde ise her 30 dk'da bir) çözeltinin çözünür kuru madde değerleri ölçülmüştür. Box-behnken deneme desenine göre elde edilen değerler kullanılarak cevap-yüzey metoduna göre optimum süre, sıcaklık ve

parçacık boyutu belirlenmiştir. Box-Behnken deneme deseninin en yüksek sınırları ticari koşullarda halen uygulanmakta olan süre, sıcaklık ve parçacık boyutu olarak kabul edilmiş ve buna göre seçilen minimum, maksimum ve orta noktalar Çizelge 3.1’de, uygulanan Box-Behnken deneme deseni ise Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Sıcaklık, süre ve parçacık boyutu değişkenlerinin parametreleri

Değişken	Minimum	Orta Nokta	Maksimum
Sıcaklık	60°C	77.5°C	95°C
Süre	2 saat	4 saat	6 saat
Parçacık Boyutu	4 mm	9.5 mm	15 mm



Şekil 3. 2. Denemelerde kullanılan ekstraksiyon düzeneği

Box-Behnken deneme planı Minitab istatistik yazılımı (Version 13, Minitab, ABD) kullanılarak oluşturulmuştur (Çizelge 3.2). Bu plana göre ekstraksiyonlar gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. 2. Box-Behnken deneme planı

Deneme Sırası	Sıcaklık(°C)	Süre (saat)	Elek Ortası (mm)
1	60	4	4
2	95	4	4
3	60	2	9.5
4	77.5	4	9.5
5	95	4	15
6	95	6	9.5
7	77.5	4	9.5
8	77.5	2	15
9	77.5	6	4
10	60	4	15
11	60	6	9.5
12	77.5	6	15
13	95	2	9.5
14	77.5	4	9.5
15	77.5	2	4

Ekstraksiyon denemeleri 2 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve elde edilen verilerin ortalama değerleri üzerinden optimizasyon hesapları yine Minitab yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Ön konsantrasyon ve saponince zenginleştirme

3.2.3.1. Ultrafiltrasyon işlemiyle saponin zenginleştirilmesi

Optimum ekstraksiyon koşullarında elde edilen ekstraktlar kaba filtre kağıdından süzöldükten sonra ultrafiltrasyon ünitesinde (Lab. ölçekli Sartorius Stedim, İngiltere) ön konsantrasyon işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem için 2'şer litre ekstrakt ayrı ayrı 30 kDa, 8 kDa ve 1 kDa gözenek büyüklüğüne sahip olan filtrelerden (polyethersulfone dolgulu, süzme alanı 0.02 m²) 500 mL retentat kalana kadar geçirilmiş ve saponince zenginleştirilmiş retentatlar elde edilmiştir (Şekil 3.3). Bu zenginleştirme işlemi oda sıcaklığında, peristaltik pompanın (Watson Marlow, ABD) 250 d/dk besleme hızıyla

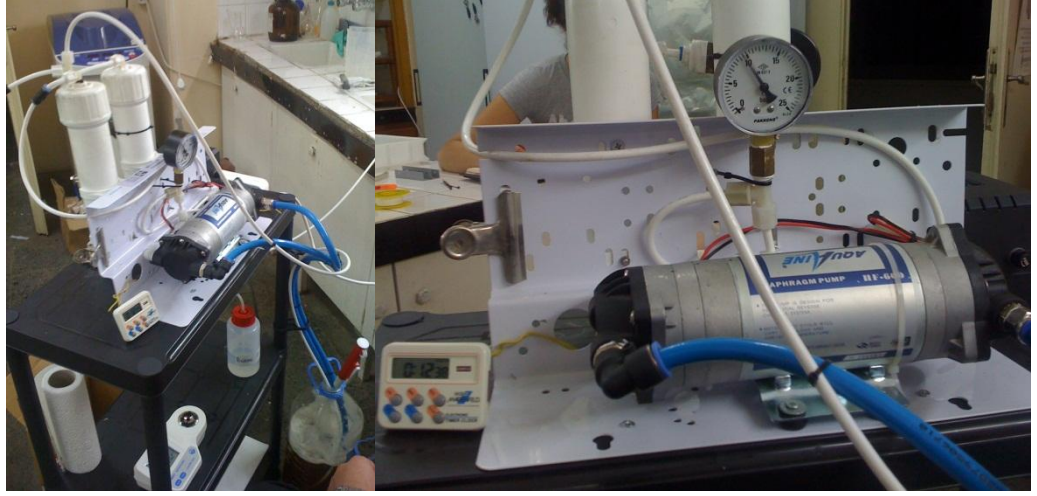
sağlanan 2.5 bar giriş ve 0.9-1.2 bar çıkış basınçlarında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca işlem sırasında retantat ve permeata ait çözünür kuru madde değerleri 15'er dakikalık aralıklarla ölçülerek izlenmiştir.



Şekil 3. 3. Ön konsantrasyon amacıyla uygulanan ultrafiltrasyon sistemi

3.2.3.2. Ters osmoz işlemiyle saponin zenginleştirilmesi

Bu yöntemle saponin zenginleştirilmesi için optimum şartlarda üretilen ekstrakt, ters osmoz sistemine çift girişli pompa (Aqualine Diaphragm Pump, Kore) yardımıyla 17-18 bar giriş basıncında 6 L/dk debi ile ters osmos membranına (Filmtec TFC Spiral, Kore) beslenmiştir (Şekil 3.4). Basınç altında membrandan geçmeye zorlanan ekstrakt, membran içerisinde ilerlerken su membrandan geçip sistemden atılmış, membrandan geçmeyen ekstrakt besleme tankına geri döndürülerek sirküle ettirilmiştir. Bu sayede sistemin sürekliliği sağlanmış ve besleme tankından 10'ar dakikalık zaman aralıklarıyla çözünür kuru madde ölçümü yapılmıştır. Bu işlem, oda sıcaklığında % 20 çözünür kuru madde miktarına ulaşılan kadar sürdürülmüştür. Elde edilen zenginleştirilmiş ekstrakt, çöven tozu üretimi ile lokum ve helva imalatında kullanılmıştır.



Şekil 3. 4. Ters osmoz konsantrasyon sistemi

3.2.4. Püskürterek kurutucuda çöven tozu üretimi

Zenginleştirilmiş ekstrakt laboratuvar tipi eş-yönlü (co-current) çalışan püskürterek kurutma ünitesinde (Buchi Mini Sprey Dryer, Almanya) Çizelge 3.3'te belirtilen koşullarda kurutularak toz haline getirilmiştir (Şekil 3.5). Kurutucunun hava giriş ve çıkış sıcaklıkları ile ekstrakt besleme hızı, son ürünün su aktivitesi (a_w) değerinin 0.35-0.4 aralığını sağlayacak şekilde ön denemelerle belirlenmiş ve bu koşullarda kurutma gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemi süresince ekstrakt manyetik karıştırıcı ile karıştırılmış, bu sayede sisteme homojen şartlarda besleme yapılmıştır.

Çizelge 3. 3. Püskürterek kurutmada uygulanan kurutma koşulları

Kurutma Parametreleri	Uygun Bulunan Değerler
Püskürtücü başlık hızı	500 $\pm$ 5 L/saat
Püskürtme Hava Basıncı	4-4.2 bar
Giriş / Çıkış Sıcaklıkları	165 $\pm$ 4°C / 80 $\pm$ 2°C
Besleme Hızı	450-550 mL/saat



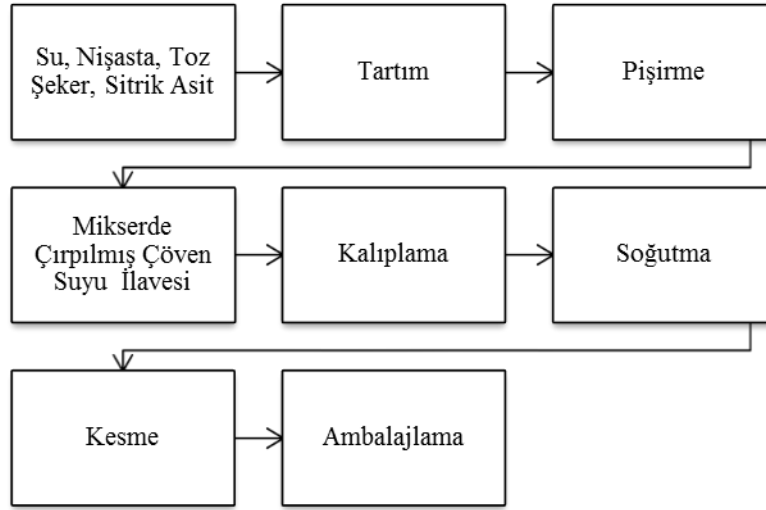
Şekil 3. 5. Püskürterek kurutma sisteminde çöven tozu üretimi

3.2.5. Lokum ve helva üretimi

Lokum ve tahin helvası üretimi, bu konuda uzun yıllardan beri faaliyet gösteren firmaların üretim koşullarında ve ticari formülasyonlarına göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, optimum koşullarda üretilen çöven ekstraktı konsantre edilmiş, bu konsantreden bir miktarı çöven suyu konsantresini temsilen ayrılmış, geriye kalan miktarı ise püskürterek kurutucu yardımıyla çöven tozuna işlenmiştir. Hem çöven suyu konsantresi hem de çöven tozu, lokum üretiminde kullanılmak üzere % 5 çözünür kuru madde ve helva üretiminde kullanılmak üzere % 12 çözünür kuru madde içeriğini sağlayacak oranda su ile seyreltilmiş ve bu çözeltiler lokum ve helva üretimlerinde paralelli olarak kullanılmıştır.

3.2.5.1. Lokum üretimi

Lokum üretimi sektörde 22 yıldır faaliyet gösteren bir firmaya (Düden Şelale Lokum Gıda San. Tic. Ltd. Şti.) ait lokum imalathanesinde, üretimde firmanın ticari formülasyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Lokum üretimi akış şeması Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

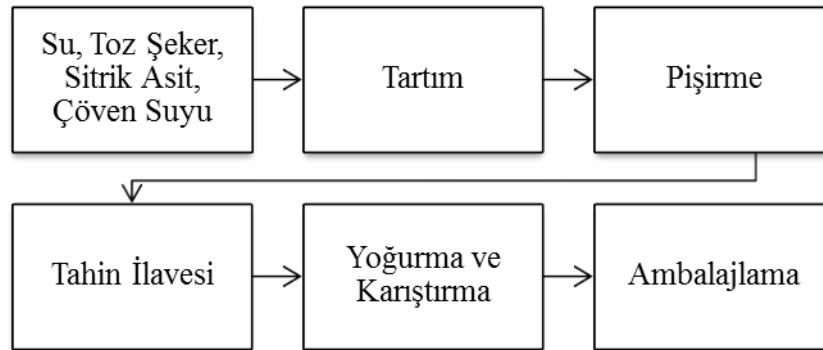


Şekil 3. 6. Sultan lokumu üretiminin işlem akış şeması

Üretimde farklı olarak sadece ticari formülasyonda kullanılan geleneksel çöven ekstraktı ile aynı çözünür kuru maddeyi sağlayan (%5) sulandırılmış çöven tozu ve çöven konsantresi ayrı ayrı kullanılmış, üretimler 2 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.2. Helva üretimi

Helva üretimi sektörde 82 yıldır faaliyet gösteren bir firmaya (Hayfabarut Tahin Helva Reçel Lokum) ait imalathanede gerçekleştirilmiştir. Helva üretimi akış şeması Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Tahin helvası üretiminin işlem akış şeması

Üretimde farklı olarak sadece ticari formülasyonda kullanılan geleneksel çöven ekstraktı ile aynı çözünür kuru maddeyi sağlayan (%12) sulandırılmış çöven tozu ve çöven konsantresi ayrı ayrı kullanılmış, üretimler 2 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.

3.2.6. Saponin analizi

Saponin miktarının belirlenmesi için çöven kökü ve çöven tozu örneklerinde aşağıda ayrıntılı olarak belirtilen, Lalitha (vd 1987)'in bildirdiği yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre çöven kökü ve çöven tozu örneklerinde saponin oranı belirlenmiştir.

Yaklaşık 5 gr temizlenmiş, öğütülmüş çöven kökü örnekleri öncelikle 3 saat süre ile Soxhlet cihazında 200 mL petrol eteri ile ekstrakte edilmiş ve lipofilik bileşiklerinden arındırılmıştır. Sonra kökler 100 mL %80'lik etanol ile geri soğutucu altında, kaynama sıcaklığında 1 saat süre ile ekstraksiyona tabi tutulmuş ve saponinler etanol fazına geçirilmiştir. Bu süre sonunda çözelti filtre kağıdına süzölmüş ve kökler ayrılıp, atılmıştır. Balonda kalan etanollü çözelti 250 mL'lik bir behere aktarılmış, 80°C'deki su banyosunda, yaklaşık 15 mL bakiye kalıncaya kadar yoğunlaşmaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda, beher su-buz karışımının olduğu soğutma kabına alınmış, üzerine damla damla aseton damlatılarak, saponinin beyaz renkte çökmesi sağlanmışır. Çökmenin tamamlanmasının ardından 2-4 µm gözenek büyüklüğüne sahip tartılmış filtre kağıdına süzölmüş ve filtre kağıdı 24 saat süre ile desikatörde kurutulmuştur. Kurutmadan sonra tekrar tartılmış ve saponin oranı % olarak hesaplanmışır. Aynı işlem hassas tartılan yaklaşık 2 gr çöven tozu örneğine de uygulanmışır. Analizler 3'er tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.

3.2.7. Kurumadde ve verim analizi

Çöven kökünün kuru madde miktarı etüvde kurutma ile gravimetrik olarak belirlenmiş ve buna göre 1 kg çöven kökünden elde edilen çöven konsantresi ve çöven tozu verimleri hesaplanmıştır (Eşitlik 1).

$$\% \text{ Kuru Madde} = \frac{\text{Kurutma Sonrası Tartım (Örnek + Kap)} - \text{Kurutma Kabı Darası}}{\text{Kurutma Öncesi Tartım (Örnek Miktarı)}} \times 100$$

(Eşitlik 1)

3.2.8. Renk analizi

Çöven konsantresi, çöven tozu, lokum ve tahin helvası örneklerinin görünür rengi renk ölçer (Conica-Minolta) ile Hunter L.a.b. değerleri ölçülerek belirlenmiştir. Veriler örneklerin farklı noktalarından yapılan üçer ölçümün ortalaması olarak kaydedilmiştir.

3.2.9. Üretilen ürünlerde nem miktarı ve su aktivitesi analizi

Çöven suyu konsantresi ve çöven tozunun nem miktarları gravimetrik olarak, petriye tartılan belirli hacim ve ağırlıkta örnek tartılmış ve bu örnek 105°C ±2°C etüvde (Memmert) bekletilip, kuruduktan sonra, hassas terazide tartılmış ve kalan ağırlık yüzde kuru madde olarak hesaplanmıştır. Su aktivitesi ise su aktivitesi ölçer (Testo) kullanılarak belirlenmiştir. Bu analiz üçer paralelli olarak oda sıcaklığında (25±1°C) gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama olarak verilmiştir.

3.2.10. Suda çözünür kuru madde

Suda çözünür kuru madde değerleri refraktometre (Hanna Digital H10, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Alınan örnekler 25±1°C’de ölçülmüştür.

3.2.11. Yığın yoğunluğu analizi

Püskürterek kurutulmuş toz üründe yığın yoğunluğu Beristain vd (2001)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla püskürterek kurutulmuş 2 g örnek ölçülü silindire tartılmış ve bu silindir, yığın yoğunluğu ölçme cihazına yerleştirilmiştir. İçerisinde örnek bulunan silindir 30mm mesafeden 10 kez serbest düşmeye bırakılmış ve örneğin son hacmi kaydedilmiştir. Örnek miktarının kaydedilen hacme bölünmesiyle yığın yoğunluğu kg/m^3 cinsinden belirlenmiştir.

3.2.12. Çözünürlük (çözünme oranı) analizi

Çöven tozu örneklerinin çözünme oranı Cano-Chauca vd (2005)'e göre belirlenmiştir. Bu amaçla 0.1 g örnek, içerisinde oda sıcaklığında 50 mL saf su bulunan behere aktarılmış ve karışım manyetik karıştırıcıda (VWR Stirrer, ABD) 600 d/dk'da 5 dk süreyle karıştırılmıştır. Elde edilen çözelti santrifüj tüplerine aktarılarak, 3000 x g'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında üstte kalan sıvı kısımdan alınan 20 mL örnek, önceden darası alınmış cam petri kaplarına aktarılmış ve 70°C'de sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Ağırlık farkından hesaplanan yüzde çözünme oranı örneklerin kuru maddesi üzerinden verilmiştir.

3.2.13. Bulanıklık analizi

Çöven tozu örneklerinin su ile hazırlanan çözeltilerinin bulanıklığı turbidimetre (Hach 2100N, Almanya) kullanılarak Tajchakavit vd (2001)'e göre ölçülmüştür. Hach turbidimetrenin örnekleme hücreğine yaklaşık 10 ml örnek koyularak gerçekleştirilen analiz sonunda sonuçlar Nephelometric Turbidity Unit (NTU) olarak ifade edilmiştir. Bulanıklık ölçümleri 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama olarak verilmiştir.

3.2.14. Parçacık boyut analizi

öven tozu örneklerinde parçacık boyut analizleri lazer difraksiyon prensibi ile çalışan parçacık boyut analiz cihazı (Malvern, Mastersizer 2000SR, İngiltere) ve bu cihaza bağlanan toz modülü (Malvern Scirocco 2000, İngiltere) kullanılarak Fuchs vd (2006)'ya göre yapılmıştır. 0.6 g örnek 2 atm hava basıncı ve % 40 vakum pompası gücünde gerçekleştirilen analizlerde, örnekler 3 paralelli olarak ölçölmüş, sonuçlar ortalama olarak verilmiştir.

3.2.15. Enzimatik olmayan esmerleşme indeksi analizi

Enzimatik olmayan esmerleşme indeksi analizi Lee vd (1961) ile Iwe vd (2004) metotlarına göre yapılmıştır. Bu amaçla 0.1 g toz örnek 50 mL saf su içerisinde 2 saat süreyle 600 d/dk hızla dönen manyetik karıştırıcı ile çözöndürölmüş, Whatman No:1 filtreden süzülmüş ve spektrofotometrede 420 nm'de absorbansı okunmuştur. Sonuçlar 1 gram örnek için optik yoğunluk (OD/g) cinsinden değeriendirilmiştir.

3.2.16. Duyusal analiz

Lokum ve helva örneklerinin duyusal değeriendirmesi gıda analizi konusunda deneyimli 4 erkek ve 4 bayan olan toplam 8 panelist tarafından yapılmıştır. Panelistlerden lokum ve helva örneklerinin renk, ağızda bıraktığı his, sertlik, elastikiyet ve yapışkanlık özelliklerini ürün standartlarındaki aşağıda belirtilen kriterlere göre 5 puan (en az beğenilen 1, en çok beğenilen 5 puan) üzerinden puanlandırmaları istenmiştir.

Sultan lokumunun TSE'de belirtilen duyusal özelliklere göre;

1. Lokumun görünüüşü, lokumun tipine özgü ve verilen şekli korumuş olmalı, üzerinde veya içinde görünür yabancı madde bulunmamalı,

2. Lokumun dokusu, elastik yapıda olmalı, parmakla bastırıldıktan sonra eski şeklini alabilmeli, ağızda yumuşak ve kaygan olarak hissedilmeli,
3. Lokumun tat ve kokusu tipine özgü olmalı, yabancı tat ve koku ihtiva etmemeli ve çiğ nişasta lezzetinde olmamalıdır.

Tahin helvasının TSE’de belirtilen duyuşal özelliklere göre;

1. Tahin helvasının renk, tat ve kokusu tipine özgü olmalı, yabancı tat ve koku içermemeli,
2. Görünüşü, tahin helvasına özgü homojen görünüşte olmalı, yağ sızması olmamalı ve içinde gözle görünür yabancı madde bulunmamalı,
3. Tahin helvası ince lifli yapıda olmalı, şeker kristalleşmesi olmamalıdır.

Duyuşal analizlerde Sultan Lokumu ve Tahin Helvası Duyuşal Değerlendirme Formları sırasıyla Ek 1 ve Ek 2’de verilmiştir.

3.2.17. Yapı (tekstür) analizi

Lokum örneklerinin yapısı, yapı analiz cihazına (TA-XT plus Stable Micro Systems, İngiltere) bağlanan 100 mm çapındaki baskı plakası altında örneklerin sıkıştırılmasıyla analiz edilmiştir. Sıkıştırma 5 mm/s hızla 15 mm mesafede ve 8 saniye arayla yapılmıştır. Cihaza ait yazılım (Texture Exponent 32, İngiltere) kullanılarak örneklerin sertlik, yaylılık, sıkıştırılabilirlik ve çiğnenebilirlik değerleri hesaplanmıştır. Örneklerin iç yapışkanlık testleri ise yapı analiz cihazına bağlanan 5 mm çapındaki silindirik delme aparatının 10 mm derinliğe kadar 2 mm/s hızla saplanması ve 10 mm/s hızla çıkarılmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Tahin helvası örneklerinde ise, 10 mm çapındaki silindirik sondanın 5 mm derinliğe, 5 kg kuvvet ile inmesi sonucu sertlik değeri analiz edilmiştir.

Lokum ve helva örneklerinin yapı analizinde elde edilen temsili bir eğri Şekil 3.8.'de gösterilmiştir. Bu eğri üzerinde oluşan alanlar üzerinden yapı parametreleri hesaplanmıştır.

Yapı analizinde;

$$\text{Yapışkanlık (Kohezif)} = B/A$$

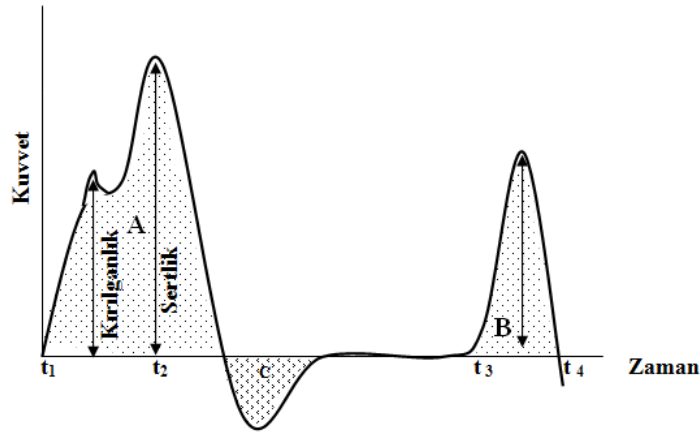
$$\text{Adezif Yapışkanlık} = C$$

$$\text{Esneklik} = (t_2 - t_1) / (t_4 - t_3)$$

$$\text{Sakızımsılık} = \text{Sertlik} \times \text{Yapışkanlık (Kohezif)}$$

$$\text{Çiğnenebilirlik} = \text{Sakızımsılık} \times \text{Esneklik}$$

eşitlikleri kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Yapı analizinin hesaplamada kullanılan grafiği

3.2.18. İstatistiksel analizler

Araştırmada cevap-yüzey metoduna göre optimum ekstraksiyon koşulları belirlenmiş ve bu koşullarda ekstraksiyon işlemi ile bu işlemi takip eden ultrafiltrasyon, ters ozmos ve püskürterek kurutma işlemleri 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

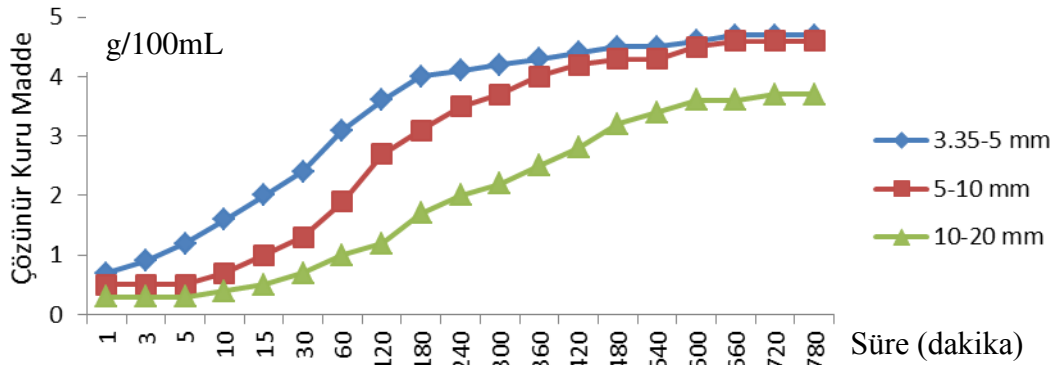
Ayrıca elde edilen çöven konsantresi ve çöven tozu ayrı ayrı 2 tekerrürlü olarak lokum ve helva üretiminde kullanılmıştır.

Elde edilen ürünlerde tüm analizler paralelli olarak yürütölmüş, ortalama sonuçlar varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

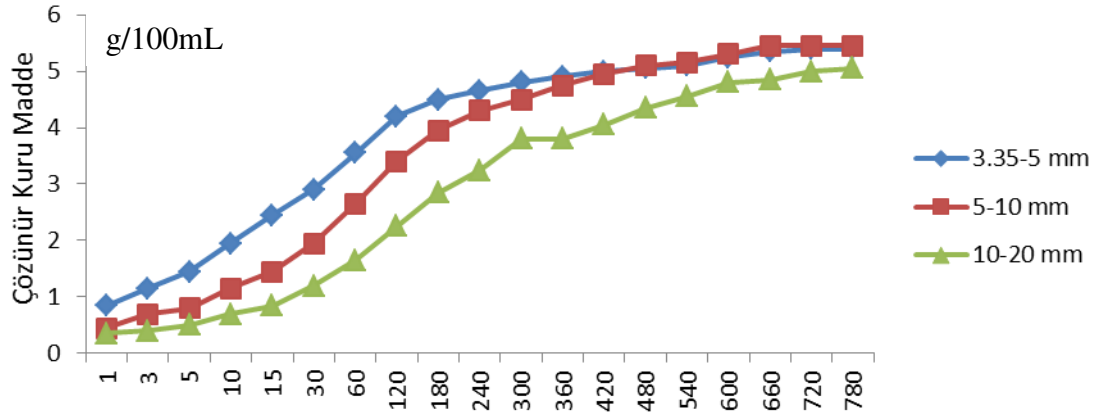
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Çöven ekstraksiyonunda zamana bağlı suda çözünür kuru madde değişimi

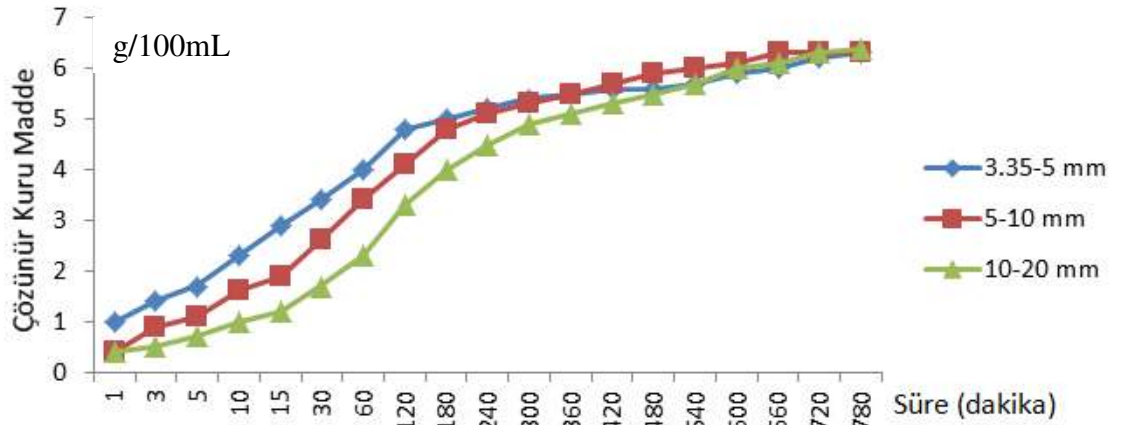
Çalışmada, çöven ekstraksiyonunda en uygun koşulların belirlenmesi amacıyla ekstraksiyon hızına etki eden faktörler dikkate alınarak ekstraksiyon denemeleri yürütülmüştür. Farklı iriliğe sahip çöven parçacıklarının farklı sıcaklıklarda ekstraksiyonunda elde edilen ekstraktın zamana göre çözünür kuru madde değişimi Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4. 1. Çöven parçacıklarının ekstraksiyon seyri (60°C)



Şekil 4. 2. Çöven parçacıklarının ekstraksiyon seyri (77.5°C)



Şekil 4. 3. Çöven parçacıklarının ekstraksiyon seyri (95°C)

Çöven kökü parçacıklarının 60°C'deki ekstraksiyonunda ilk 120 dakikalık sürede çözümlü kuru madde miktarının hızlı bir şekilde arttığı, 120-360 dakika aralığında artış hızının giderek azaldığı ve 360-720 dakika arasında da dengeye geldiği görülmektedir.

Şekil 4.1 ve 4.2'de 120. dakikadan itibaren ekstraksiyon hızının azalmaya başladığı görülmektedir. Bu nedenle, optimizasyon işleminde minimum süre olarak bu nokta seçilmiştir. Şekil 4.1 incelendiğinde ilk 120 dakika sonunda en küçük parçacık boyutu olan 3.35-5 mm aralığındaki köklerin % 4.1 çözümlü kuru madde seviyesine ulaştığı ancak 10-20 mm aralığındaki köklerin % 1.3 çözümlü kuru madde miktarını aşamadığı görülmektedir. Bu iki parçacık aralığının 120 dakika sonunda ölçülen çözümlü kuru madde değerleri arasındaki farkın 3 kattan fazla olduğunu görülmektedir. Üç farklı parçacık büyüklüğün 720 dakika sonunda ulaştığı çözümlü kuru madde değeri % 3.7-4.6 arasındadır. Benzer sonuç 95°C'deki ekstraksiyonda da bulunmuştur (Şekil 4.2). Sıcaklık 60°C'den 95°C'ye çıkartıldığında yine ilk 120 dakikalık aralık için ekstraksiyon hızının en yüksek olduğu, 120-360 dakika aralığında hızın giderek azaldığı ve ilerleyen zaman dilimlerinde dengeye yaklaştığı görülmektedir. Ayrıca, Şekil 4.2 incelendiğinde 95°C de gerçekleşen ekstraksiyonlarda, 3.35-5 mm parçacık büyüklüğündeki köklerin 120 dakika sonrasında % 5 çözümlü kuru madde içerdiği ölçülürken, bu değer 5-10 mm aralığındaki köklerin ekstraksiyonunda % 4.1 ve 10-20 mm aralığındaki köklerin ekstraksiyonunda da % 3.3 olarak bulunmuştur.

Ayrıca ekstraksiyon sıcaklığının 60°C'den 95°C'ye çıkması ile parçacık büyüklüğünün ekstraksiyon hızına etkisi azalmıştır. Nitekim 60°C'de 360 dakika zaman

sonunda 3.35-5 mm, 5-10 mm, 10-20 mm aralığındaki kök parçacıklarının ekstraksiyonunda çözünür kuru madde değerleri sırasıyla; % 4.3, % 4 ve % 2.5 ölçülürken; 95°C bu değerler aynı sıra ile % 5.3, % 5.3 ve % 4.9 olarak birbirine daha yakın bulunmuştur.

4.2. Çöven Ekstraksiyonunun Optimizasyonu

Çöven ekstraksiyonunun optimum şartlarını belirlemek amacıyla Box-Behnken deneme desenindeki sıcaklık, süre ve parçacık iriliği kombinasyonlarına göre ekstraksiyon denemeleri yürütülmüştür. Ekstraksiyonlar süresince çözünür kuru madde değerlerine göre en iyi ekstraksiyon şartları belirlenmiştir. Denemelerde ölçülen çözünür kuru madde değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Box-Behnken deneme desenine göre çöven ekstraktlarında ölçülen çözünür kuru madde değerleri

Örnek Sırası	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	Elek aralığı (mm)	Çözünür kuru madde
1	60.0	6	9.5	4.0
2	60.0	4	15.0	2.0
3	60.0	4	4.0	4.1
4	60.0	2	9.5	2.6
5	77.5	6	4.0	5.0
6	77.5	6	15.0	3.8
7	77.5	2	4.0	4.0
8	77.5	4	9.5	4.7
9	77.5	2	15.0	1.5
10	77.5	4	9.5	4.7
11	77.5	4	9.5	4.6
12	95.0	2	9.5	4.2
13	95.0	4	15.0	4.4
14	95.0	4	4.0	5.2
15	95.0	6	9.5	5.5

Denemelerde elde edilen çözünür kuru madde verileri kullanılarak bu verilere en uyumlu tam kuadratik modelin regresyon eşitliği cevap yüzey metodu ile oluşturulmuştur (Eşitlik 2).

$$\text{ÇKM} = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 S + \beta_3 E + \beta_{22} S^2 + \beta_{33} E^2 + \beta_{13} TE + \beta_{23} SE + \alpha \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Bu eşitlikte;

ÇKM	: Çöven ekstraktının çözünür kuru maddesi (Briks)
T	: Sıcaklık (°C)
S	: Süre (saat)
E	: Elek aralığı (mm)
α	: Hata

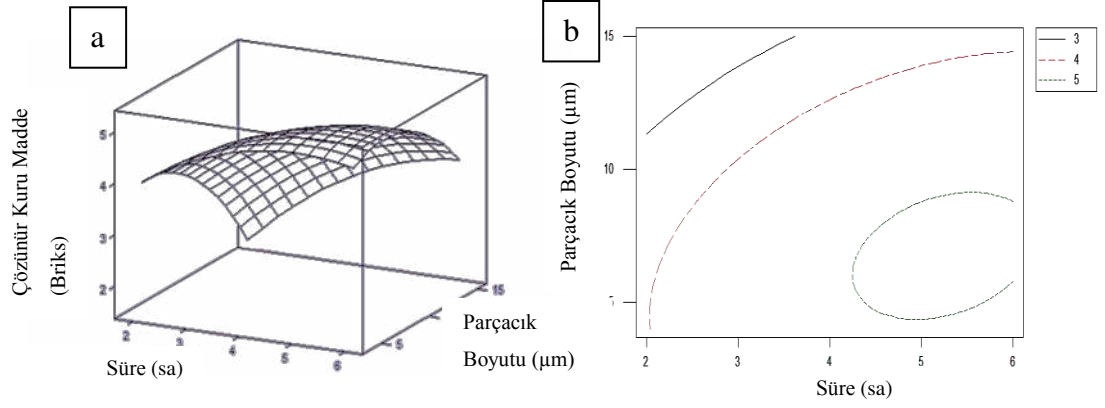
Oluşturulan bu eşitliğin istatistiksel olarak önemli bulunan değişkenlerine ait regresyon katsayıları (β_0 . β_1 . β_2 . β_3 . β_{22} . β_{33} . β_{13} ve β_{23}) Çizelge 4.2’de verilmiştir. İstatistiksel olarak önemli ($P>0.05$) bulunmayan T^2 ise eşitlikten çıkarılmıştır. Denenen modelin deneysel verilerle uyumluluğu oldukça yüksek ($R_{adj}^2 = 0.977$) bulunmuştur.

Çizelge 4. 2. Box-Behnken eşitlik katsayıları

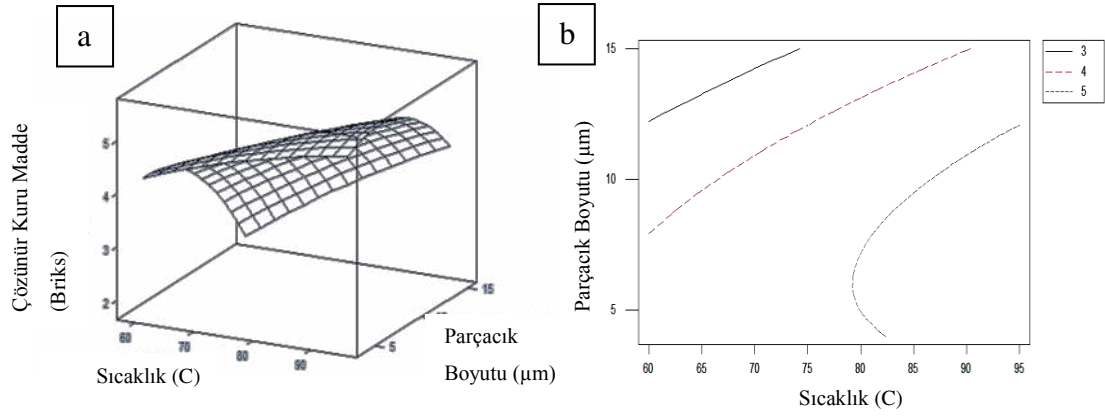
Semboller	Katsayılar	P değeri
B_0 Sabit	-1.780	0.441
B_1 Sıcaklık	0.079	0.159
B_2 Süre	1.091	0.011 ¹
B_3 Elek Boyu	-0.140	0.206
B_{11} Sıcaklık*Sıcaklık	-0.000	0.240
B_{22} Süre*Süre	-0.118	0.003 ¹
B_{33} Elek Boyu*Elek Boyu	-0.021	0.001 ¹
B_{12} Sıcaklık*Süre	-0.001	0.786
B_{13} Sıcaklık*Elek Boyu	0.003	0.014 ¹
B_{23} Süre*Elek Boyu	0.030	0.014 ¹

¹ İstatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$)

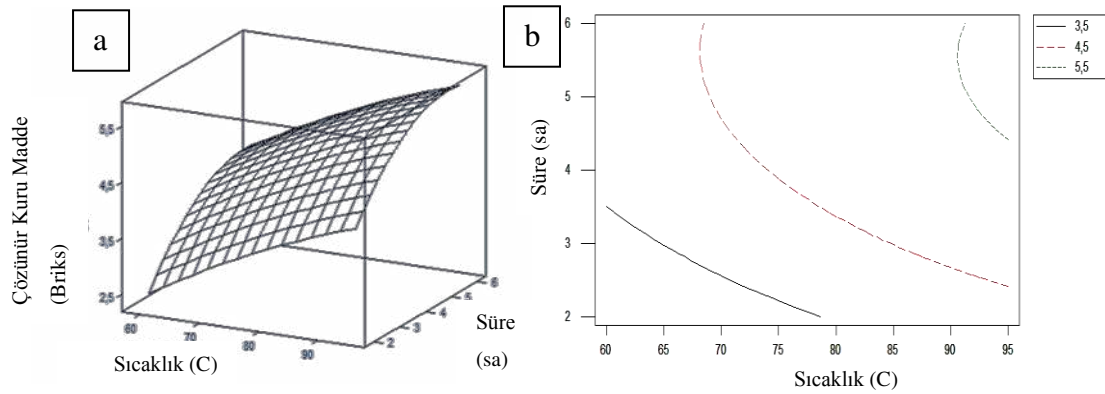
Box-Behnken deneme desenindeki değişkenlerden bir tanesi orta noktada sabit tutulmuş ve diğer değişkenlere bağlı olarak çözünür kuru madde değişimi grafik edilerek Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6’da verilen yüzey görünümleri elde edilmiştir.



Şekil 4. 4. Sıcaklık orta noktada (77.5°C) sabitken diğer değişkenlerin çözünür kuru kurumaddeye etkisi (a: Yüzey fonksiyonu, b: İzdüşüm gösterimi)



Şekil 4. 5. Süre orta noktada (4 saat) sabitken diğer değişkenlerin çözünür kuru maddeye etkisi (a: Yüzey fonksiyonu, b: İzdüşüm gösterimi)



Şekil 4. 6. Elek boyu orta noktada (9.50mm) sabitken diğer değişkenlerin çözünür kuru maddeye etkisi (a: Yüzey fonksiyonu, b: İzdüşüm gösterimi)

4.2.1. Sıcaklığın ekstraksiyon üzerine etkisi

Denemelerde sıcaklık ile sıcaklık*süre ve sıcaklık*sıcaklık interaksiyonunun istatistiki olarak önemli ($P>0.05$) bulunmamış, ancak sıcaklık*elek boyu interaksiyonunun önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Nitekim 60°C 'de 4 saat süre ile gerçekleştirilen ekstraksiyonlardan ortalama parçacık büyüklüğü 15 mm olan denemede çözünür kuru madde değerinin % 2'ye ulaştığı gözlemlenirken ortalama parçacık büyüklüğü 4 mm'ye düşürüldüğünde ulaşılan değer % 4 olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte sıcaklık değeri olarak 60°C 'den 95°C 'ye çıkıldığında aynı şartlar için çözünür kuru madde değeri % 4'ten % 5.2'ye yükselmiştir. Bu da sıcaklık*elek boyu interaksiyonunun önemini deneysel olarak göstermektedir.

4.2.2. Sürenin ekstraksiyon üzerine etkisi

Çöven ekstraksiyonunun optimizasyonu üzerine yapılan bu çalışmada süre olarak minimum 2 saat ve endüstriyel şartları temsilen maksimum 6 saat seçilmiştir. Yapılan ön denemeler ile 6-12 saat zaman aralığı da denenmiş ancak 6. saat sonrasında saat başı ölçülen çözünür kuru madde değerlerinin istatistiki açıdan önemsiz seviyede arttığı gözlemlenmiştir ($P>0.05$). Ancak Çizelge 4.2'de de verildiği üzere ilk 6 saatlik zaman dilimi içerisinde süre hem tek başına hem de süre*süre ve süre*elek boyu interaksiyonları ile $P<0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemli çıkan tek değişkendir. Nitekim sonuçlar incelendiğinde 60°C 'de 9.5 mm ortalama parçacık büyüklüğüne sahip örnek ile 2 saat süren ekstraksiyon sonucunda % 2.6 çözünür kuru madde derecesine ulaşılırken sürenin 6 saate çıkartılması ile % 4'e ulaşılmıştır. Benzer bir artış 95°C 'de 9.5 mm ortalama parçacık büyüklüğündeki örneğin 2 ve 6 saatlik ekstraksiyonları sonucunda ulaşıldıkları çözünür kuru madde değerlerinde de gözlenmektedir.

Literatürde de çöven ekstraksiyonu üzerine sıcaklık, süre ve parçacık büyüklüğünün etkili olduğu bildirilmiştir (İnan 2006).

4.2.3. Parçacık iriliğinin ekstraksiyon üzerine etkisi

Çöven ekstraksiyonunun optimizasyonu için yapılan denemelerin sonucuna göre elek boyu tek başına istatistikî açıdan önemsiz gibi görünse de ($P>0.05$) elek boyu*elek boyu, elek boyu*süre ve elek boyu*sıcaklık ineraksiyonları $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde tüm sıcaklık ve süre kombinasyonlarında parçaların ortalama büyüklüğünün küçülmesi ile ölçülen suda çözünür kuru madde değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin; 77.5°C’de 6 saat süre ile ortalama parçacık büyüklüğü 15 mm olan örnek ekstraksiyonu % 3.8 çözünür kuru madde içeriğine kadar çıkabiliyorken aynı şartlarda parçacık büyüklüğü 4 mm’ye düşürüldüğünde çözünür kuru madde değeri % 5’e ulaşmıştır.

4.2.4. Cevap yüzey metodu ile belirlenen optimum ekstraksiyon koşulları

Cevap-yüzey metodu kullanılarak belirlenen optimum çöven ekstraksiyon koşulları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4. 3. Çöven ekstraksiyonunun optimum koşulları

	Sıcaklık °C	Süre (saat)	Parçacık İriliği* (mm)
Maksimum	95.0	6.00	15
Optimum	95.0	3.03	4.57
Minimum	60.0	2.00	4

* Veriler ortalama parçacık iriliğini temsil etmektedir.

Belirlenen sonuçlar incelendiğinde ekstraktın % 5 çözünür kuru madde değerine ulaşması için 4-5 mm büyüklüğündeki çöven parçacıklarının 3 saat süreyle 95°C’de ekstrakte edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Çöven konsantresi ve çöven tozu üretiminde belirlenen bu optimum ekstraksiyon koşulları uygulanmıştır.

4.2.5 Ultrafiltrasyon ve ters ozmos işlemleri

Çöven ekstraktı ve dolayısıyla çöven tozunun saponince zenginleştirilmesi için öncelikle ultrafiltrasyon (UF) tekniği denenmiştir. Ancak permeatta yapılan saponin analizleri sonucu, saponinlerin 8 kDa gözenek büyüklüğündeki UF kartuşlarından

geçebildiği tespit edilmiş, daha küçük gözenek büyüklüğüne sahip kartuşlardan ise sıcaklık uygulamasına rağmen % 5 ÇKM içeren çöven ekstraktının hiç geçmediği gözlemlenmiştir. 8 kDa gözenek büyüklüğündeki kartuştan geçemeyen kısım ise % 14 ÇKM'ye konsantre olmuş ancak saponin miktarında kayıplar olduğundan istenilen verime ulaşamamıştır.

Bu nedenle saponince zenginleştirme işlemi için ters osmoz tekniği kullanılmış ve %5 ÇKM içeren ekstrakt bu şekilde %0 kuru madde kaybı ile %18 ÇKM içeriğine kadar konsantre edilmiştir. Ters osmoz membranından geçen permeatta refraktometre ile yapılan ölçümde çözünür kuru maddeye rastlanılmamıştır.

Saponince zenginleştirme, ters osmoz tekniği sayesinde kuru maddenin oransal olarak zenginleşmesi sonucunda gerçekleşmiştir. Bu sayede, çöven kökünden, optimum şartlarda elde edilen çöven ekstraktı daha fazla ısı işlem görmeden, % 5 ÇKM'den % 18 ÇKM'ye saponin içeriğinde kayıp olmadan çıkartılabilmış ve bu konsantre ürün, çöven tozuna % 87 kuru madde geri kazanım verimi ile işlenerek, saponin içeriği yüksek çöven tozuna dönüştürülmüştür.

4.3. Çöven Ekstraktı, Çöven Konsantresi ve Çöven Tozunun Bazı Kalite Özellikleri

Cevap-yüzey metodu sonucunda belirlenen optimum şartlara göre elde edilen ekstraktta, çöven konsantresinde ve çöven tozunda aşağıda belirtilen bazı kalite özellikleri belirlenmiştir.

4.3.1. Verim analizi

1 kg çöven kökünden elde edilen çöven ekstraktı, çöven konsantresi ve çöven tozu verimleri gravimetrik olarak hesaplanmış ve aşağıda maddeler halinde belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- 1 kg çöven kökü 1:10 kök:su oranı ile ekstrakte edildiğinde 4811.7 g (4750 mL) ağırlığında % 5 çözünür kuru madde içeren ekstrakt elde edilmiştir.

- Optimum koşullarda elde edilen çöven ekstraktının ters ozmos ile konsantrasyonu sonucunda 993.7 g (950 mL) ağırlığında % 18 çözünür kuru madde içeren zenginleştirilmiş ekstrakt elde edilmiştir
- Zenginleştirilmiş ekstraktın püskürterek kurutulması sonucunda 123.8 g çöven tozu elde edilmiştir.

Bu veriler dikkate alındığında 1 kg çöven kökünden üretilen 123.8 g çöven tozu miktarıyla % 12.38'lik verim elde edilmiştir.

4.3.2. Renk analizi

Çöven ekstraktı, çöven konsantresi, çöven tozu ve ticari çöven ekstraktlarının %5'lik çözünür kurumaddeli çözeltilerinin *L* parlaklık değeri 19.54-21.40, *a* renk değeri -0.07-0.11 ve *b* renk değeri 1.20-1.79 aralığında değişmiştir. Ölçülen tüm renk değerleri ekstraktlar arasından önemli ($P<0.01$) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.4). Ticari çöven ekstraktı ile çalışma kapsamında elde edilen çöven ekstraktı tüm renk parametreleri bakımından farklı bulunmuştur. Çöven ekstraktının konsantre edilmesi ve toza işlenmesinden sonra bu ürünlerin tekrar pratik koşullarda kullanılacak olan %5'lik çözünür kurumadde değerine seyreltilmesiyle *L* renk değerinin değişmediği, ancak *a* renk değerinin azaldığı belirlenmiştir. Sarılığı temsil eden *b* renk değerinin ise konsantreye işlemeyle değişmezken, toza işlemeyle arttığı görülmüştür (Çizelge 4.5).

Çizelge 4. 4. Ekstraktların görünür renk değerlerine varyans analizi sonuçları

Renk değeri	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
L	Ekstrakt tipi	3	2.19451944	24.06**
	Hata	8	0.091217	
a	Ekstrakt tipi	3	0.02163056	27.04**
	Hata	8	0.0008	
b	Ekstrakt tipi	3	0.29447500	15.87**
	Hata	8	0.01855	

(**) $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4. 5. Ekstrakt, konsantre ve tozda ölçülen görünür renk değerleri ($X \pm SE$)

Ürün	<i>L</i> değeri	<i>a</i> değeri	<i>b</i> değeri
Ticari çöven ekstraktı*	21.40 ^a ±0.03	0.05 ^b ±0.00	1.79 ^a ±0.01
Çöven ekstraktı*	19.90 ^b ±0.19	0.11 ^a ±0.01	1.20 ^b ±0.08
Çöven konsantresi*	19.54 ^b ±0.25	-0.07 ^c ±0.02	1.20 ^b ±0.07
Çöven tozu*	19.71 ^b ±0.16	-0.05 ^c ±0.02	1.69 ^a ±0.12

Sütunlardaki farklı harfler ortalamaların $P < 0.01$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

(*): %5'lik ticari çöven suyu ile eş çözünür kuru maddede hazırlanmıştır.

4.3.3. Nem miktarı ve su aktivitesi

Çöven tozu esmerleşme, oksidasyon ve enzimatik reaksiyonlar bakımından daha stabil olduğu 0.4 su aktivitesi (Marques vd 2007) değeri hedeflenmiş, püskürterek kurutma koşulları bu değere göre seçilerek çöven tozu üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen çöven tozlarının ortalama su aktivitesi değeri $0.36 (\pm 0.05)$ olarak ölçülmüştür. Literatürde genel olarak su aktivitesi değerinin 0.6'dan düşük olması gıda ve gıda katkı maddelerinin mikrobiyolojik stabiliteleri açısından da oldukça önemli olduğu bildirilmektedir (Laroche vd 2005, Fine ve Gervais 2005, Quek vd 2007). Püskürterek kurutma yöntemiyle üretilen diğer ürünlerde de benzer değerleri hedeflenmiştir (Şahin 2009, Kha vd 2010).

4.3.4. Yığın yoğunluğu

Üretilen çöven tozunun ortalama yığın yoğunluğu değeri 469 kg/m^3 olarak belirlenmiştir. Çöven tozunun ile ilgili literatürde herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır. Ancak benzer toz ürünlerde yapılan farklı çalışmalarda, adaçayı tozlarının yığın yoğunluğu $297.66\text{-}450.47 \text{ kg/m}^3$ (Şahin 2009), kahve tozunun yığın yoğunluğunu $200\text{-}470 \text{ kg/m}^3$ (Barbosa ve Juliano 2005), tam yağlı süt tozunun yığın yoğunluğu da $250\text{-}550 \text{ kg/m}^3$ değerleri arasında bildirilmiştir. Kurutulan ürünün yığın yoğunluğu, kurutma yöntemi ve koşulları ile elde edilen örneğin nem miktarına bağlı olarak değişebilmektedir (Torun 2008).

4.3.5. Çözünabilirlik (Çözünme oranı)

Püskürterek kurutucu ile üretilmiş çöven tozu örneklerinde ölçülen çözünme oranı değeri % 93.56 bulunmuştur. Elde edilen çöven tozunun lokum ve helva üretiminde kullanımı sırasında suda çözündürülmesi gerektiğinden bu ürünün çözünürlük değeri önemli bir kalite kriteri olarak seçilmiştir. Literatürde suda çözündürülerek kullanılan ürünler için %90 ve üzeri çözünme oranı değerinin başarılı kabul edildiği bildirilmekte ve bu tip ürünlerde bu oranın değerini arttırmak amacıyla aglomerasyon işlemi önerilmektedir (Cano-Chauca vd 2005). Ayrıca püskürterek kurutma koşullarının da çözünme oranı üzerine etkili olduğu vurgulanmıştır (Şahin 2009).

4.3.6. Bulanıklık

Çöven tozu ve çöven konsantresi örnekleri su ile çözülerek/seyreltilerek % 5'lik çözeltileri hazırlanmış ve bu çözeltiler ile birlikte ticari çöven ekstraktının da bulanıklık değerleri turbidimetre ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

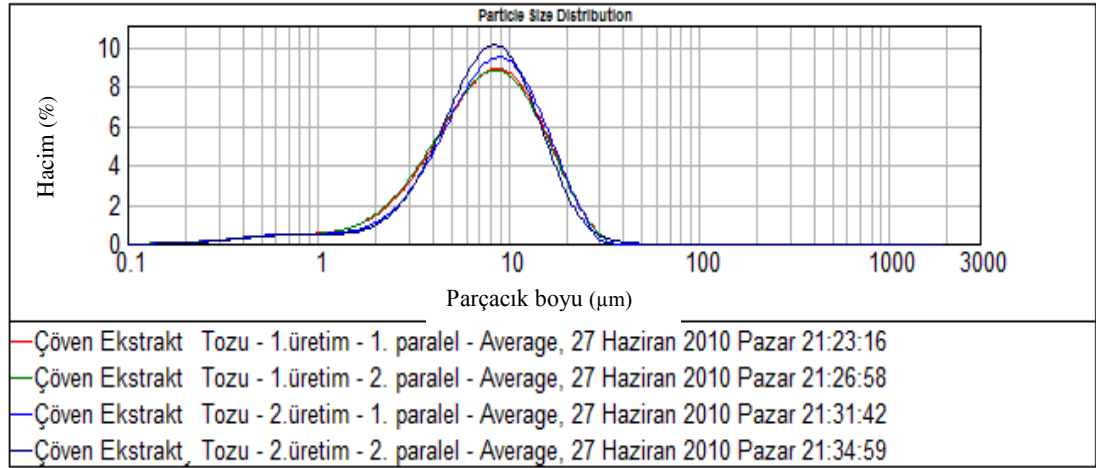
Çizelge 4. 6. Çöven tozu ve konsantresinde ölçülen bulanıklık değerleri ($X \pm SE$)

Ürün	% Çözünür Kuru Madde	Bulanıklık (NTU)
Çöven tozu	5	309 $\pm$ 4.55
Çöven konsantresi	5	359 $\pm$ 8.51

Sonuçlar çöven tozundan hazırlanan çözeltilerin çöven konsantresinden hazırlanan çözeltilerinkine kıyasla daha az bulanık olduğunu göstermiştir. Bulanıklık değeri çözeltide bulunan çözünmemiş madde varlığı ile bu maddelerin partikül büyüklüğüne ve renk bileşenlerinin konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir (Collado-Fernandez vd 2000). Elde edilen bulanıklık değerindeki bu farklılığı püskürterek kurutma sırasında toz üründe tutulamayıp sistemden uzaklaşan bazı düşük çözünürlüklü bileşenlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.3.7. Paracak boyutu dağılımı

Üretilen öven tozu örneklerinin paracak boyut dağılım grafiği Şekil 4.7’da ve paracak boyutu dağılımı ile ilgili veriler Çizelge 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4. 7. öven tozu örneklerinin paracak boyutu dağılım grafiği

Çizelge 4. 7. öven tozu örneklerinin paracak boyutu dağılımı

Parametre	Ölçüm Değeri
Parçacıklar arası benzerlik	%52
Özgöl yüzey alanı	1.32 m ² /g
d ₁₀ değeri	3.02 µm
d ₅₀ değeri	7.74 µm
d ₉₀ değeri	15.76 µm

Analiz sonuçlarına göre püskürterek kurutucu ile üretilen öven tozu örneklerinin paracak büyüklüğü yaklaşık 0.2 µm ile 50 µm arasında değişim göstermiş ve bu parçacıkların %80’i (d₉₀-d₁₀) 3.02 µm ile 15.76 µm arasında olduğu belirlenmiştir. öven tozunun ortalama paracak büyüklüğü (d₅₀) 7.74 µm olarak tespit edilmiştir. Elde edilen öven tozu belirlenene bu paracak karakteristikleri ile ince toz kategorisinde yer almaktadır.

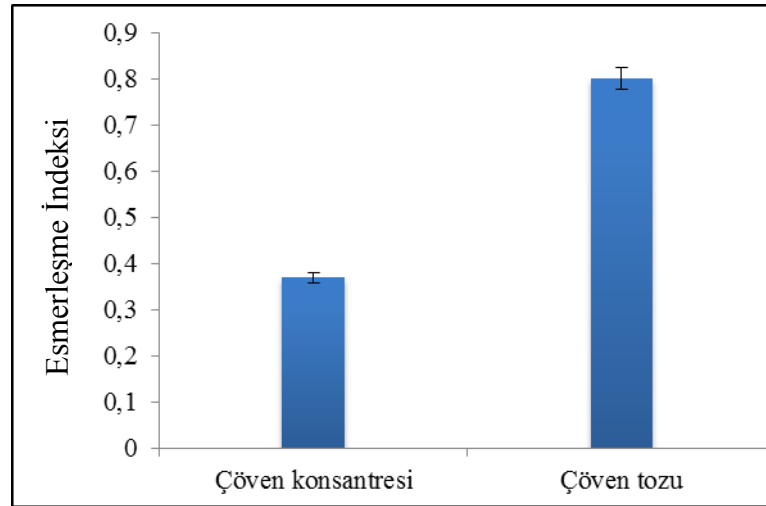
Ayrıca paracak boyut analizi sırasında elde edilen veriler kullanılarak, cihazın özel yazılımı (Mastersizer2000, PC Yazılımı) yardımıyla parçacıklar arası benzerlik ve

parçacıkların özgül yüzey alanları da hesaplanmıştır. Bu değerler de Çizelge 4.7.'de görülmektedir.

4.3.8. Enzimatik olmayan esmerleşme indeksi

Enzimatik olmayan esmerleşme indeksinin tayin edilmesi amacıyla çöven konsantresi ve çöven tozundan hazırlanan %1' çözünür kuru maddeli ekstraktların enzimatik olmayan esmerleşme indeksi değerleri Şekil 4.8'deki verilmiştir.

Elde edilen sonuçlar çöven ekstraktının elde edilmesi sırasında belirli düzeyde esmerleşme tepkimeleri gerçekleştiğini ve bu tepkimelerin püskürterek kurutma işlemi sırasında daha da arttığını göstermektedir. Çöven köklerinde bulunan şeker ve amino bileşiklerin ısı ile hızlandırıcı etkisi altında tepkime verdiği ve bu tepkimelerin kurutma ile daha da arttığı görülmektedir. Literatürde çöven ekstraktı, çöven konsantresi ve çöven tozunun enzimatik olmayan esmerleşme indeksini konu alan herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır.



Şekil 4. 8. Çöven konsantresi ve çöven tozu örneklerinin enzimatik olmayan esmerleşme indeksi değerleri

4.3.9. Saponin miktarı

Üretilen çöven tozunda ve hammadde olarak kullanılan çöven köklerinde saponin içeriği hesaplanmış ve analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4. 8. Çöven kökünde ve çöven tozu ürününde bulunan saponin miktarları

Örnek	% Saponin Miktarı (kuru maddede)
Çöven kökü (<i>Gypsophila bicolor</i> (Freyn Et Sint.) Grossh.)	22.1±1,64
Çöven tozu (%95-96 kuru madde)	46.3±2,45

Çöven köklerinde kuru maddede yaklaşık %22 oranında saponin tespit edilmiştir. Bu oran; köklerin optimum şartlarda su ile ekstraksiyonu, ters ozmos tekniği ile kuru madde kaybı olmadan konsantrasyonu ve püskürterek kurutma ile ürüne işleme aşamalarından sonra son ürün olan çöven tozunda %46’ya çıkmıştır. Çöven tozunun hızlı ve pratik bir şekilde %93’ün üzerinde bir verim ile tekrar çözünebildiği göz önüne alınırsa, saponince zenginleştirilmiş çöven tozu üretimi başarı ile gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca çalışma materyali olan *Gyphophila bicolor* köklerinde % 19-20 oranında saponin bulunduğu önceki çalışmalarda bildirilmektedir (Battal 2003).

4.4. Çöven Ekstraktı, Çöven Konsantresi ve Çöven Tozu Kullanılarak Üretilen Sultan Lokumu ve Tahin Helvasının Bazı Kalite Özellikleri

4.4.1. Renk Analizi

Çalışmada başarı ölçütü olarak değerlendirilen, çöven tozu ve çöven konsantresinin ticari çöven ekstraktı yerine kullanılabilmesi için bu yeni ürünlerin katkılандıkları ürünlerde de renk değerlerini olumsuz yönde etkilememeleri önemlidir. Bu nedenle ticari çöven ekstraktı, çöven konsantresi ve çöven tozu ile üretilmiş lokum ve tahin helvası örneklerinde görünür renk, (L , a , b) değerleri ölçülmüş ve bu değerler varyans

analizine tabi tutulmuştur. Lokum örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4. 9. Farklı çöven ekstraktı kullanılarak üretilen lokum örneklerinde L, a, b renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Renk değeri	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
L	Ekstrakt tipi	2	6,17055	2,2
	Hata	3	2,808633	
a	Ekstrakt tipi	2	0,13831667	2,4
	Hata	3	0,057567	
b	Ekstrakt tipi	2	1,08806667	2,79
	Hata	3	0,389933	

Lokum örneklerinde çöven konsantresinden seyreltilerek elde edilmiş çöven ekstraktı ile çöven tozundan çözülerek elde edilen eş çözünür kurumadde (%5’lik) içerikli ekstraktlar kullanılarak üretilen lokumlar arasında görünür renk değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.9) ($P<0.05$). Bu lokumlar ticari çöven ekstraktı kullanılarak aynı formülasyonla üretilen lokumlarda ölçülen renk değerleri bakımından da farksız bulunmuştur.

Çözünür kurumadde içeriği %12 olan ticari çöven ekstraktı ile bu çalışmada üretilen çöven konsantresi ve çöven tozundan hazırlanan ekstraktlar (%12 çözünür kurumaddeli) kullanılarak üretilen helvalar arasında *L* ve *a* görünür renk değerleri bakımından önemli düzeyde bir fark bulunmazken, *b* renk değeri bakımından $P<0.05$ düzeyinde fark belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Ancak belirlenene bu renk farklılığı duyuşal panel değerlendirmesinde panelistlerce fark edilememiştir.

Lokum ve helva örneklerinde ölçülen görünür renk değerleri ise Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4. 10. Farklı çöven ekstraktı kullanılarak üretilen helva örneklerinde *L*, *a*, *b* renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Renk değeri	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
L	Ekstrakt tipi	2	0,46301667	0,4
	Hata	3	1,1717	
a	Ekstrakt tipi	2	0,04905	6,12
	Hata	3	0,008017	
b	Ekstrakt tipi	2	0,53511667	33.55*
	Hata	3	0,01595	

(*): $P < 0.05$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4. 11. Lokum ve helva örneklerinde ölçülen görünür renk değerleri ($X \pm SE$)

Ürün	Üretimde kullanılan çöven	<i>L</i> değeri	<i>a</i> değeri	<i>b</i> değeri
Sultan Lokumu	Ticari çöven suyu	89.43 $\pm$ 0.38	0.18 $\pm$ 0.28	9.91 $\pm$ 0.25
	Çöven konsantresi*	87.37 $\pm$ 1.21	0.42 $\pm$ 0.07	10.87 $\pm$ 0.70
	Çöven tozu*	90.87 $\pm$ 1.61	-0.10 $\pm$ 0.01	9.42 $\pm$ 0.18
Helva	Ticari çöven suyu	74.45 $\pm$ 0.07	0.85 $\pm$ 0.03	14.45 ^b $\pm$ 0.09
	Çöven konsantresi*	74.07 $\pm$ 0.27	0.82 $\pm$ 0.01	14.21 ^b $\pm$ 0.07
	Çöven tozu*	73.49 $\pm$ 1.29	1.11 $\pm$ 0.10	15.20 ^a $\pm$ 0.10

Sütunlardaki farklı harfler, ortalamaların $P < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

(*): %5'lik ticari çöven suyu ile eş çözünür kurumaddede hazırlanarak üretimde kullanılmıştır.

4.4.2. Duyusal analiz

Ticari çöven ekstraktı ile çalışma kapsamında üretilen çöven konsantresi ve çöven tozundan hazırlanan eş çözünür kurumaddeli ekstraktlar (lokum için % 5 çözünür kuru madde ve helva için % 12 çözünür kuru madde) ile üretilen lokum ve helva örnekleri sırasıyla TS 2590 ve TS 8444'e göre duyusal analize tabi tutulmuştur.

4.4.2.1. Sultan lokumu örneklerinin duyusal analiz sonuçları

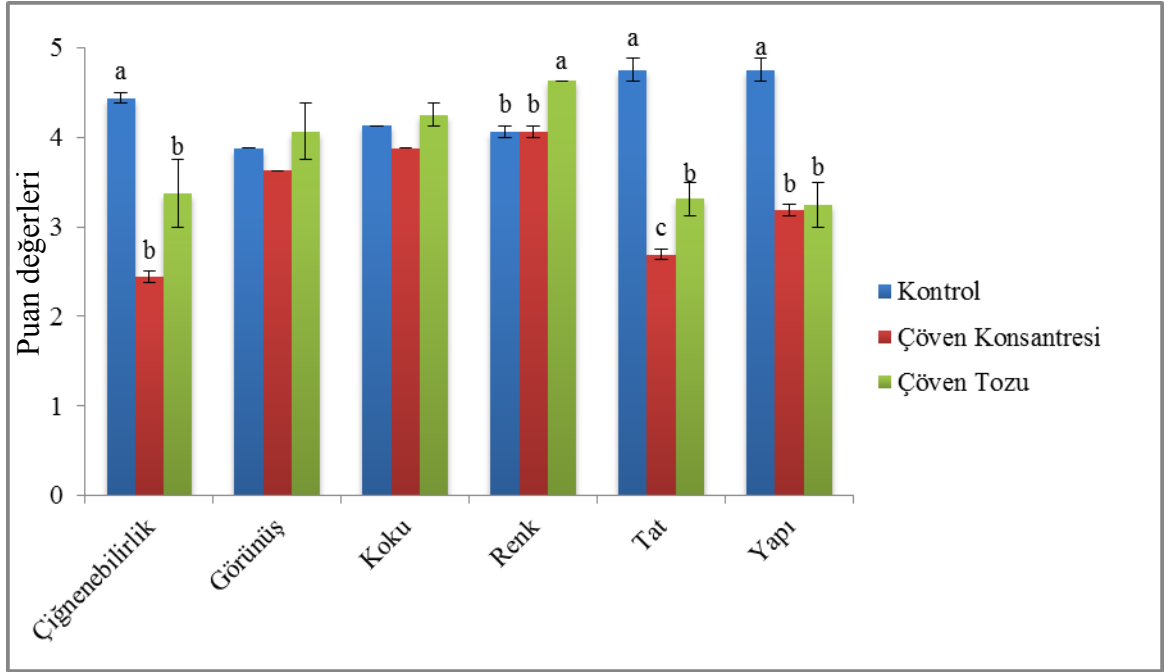
Çöven ekstraktı, çöven konsantresi ve çöven tozundan hazırlanan lokumlar duyusal panel tarafından çiğnenebilirlik, görünüş, koku, renk, tat ve yapı yönünden

değerlendirilmiştir. Panelistlerin verdiği puanlar üzerinden yapılan istatistiksel değerlendirmede lokum örneklerinin görünüş ve koku özellikleri dışındaki diğer özellikleri önemli düzeyde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.12). Ancak örneklerin görünüş ve koku özelliklerinin benzer olduğu değerlendirilmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4. 12. Sultan lokumu örneklerinde duyuşal değerdendirilmesi yapılan özelliklerin varyans analizi

	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Çiğnenabilirlik	Ekstrakt tipi	2	2.00281667	20.32*
	Hata	3	0.09855	
Görünüş	Ekstrakt tipi	2	0.09531667	1.44
	Hata	3	0.06615	
Koku	Ekstrakt tipi	2	0.07291667	7
	Hata	3	0.010417	
Renk	Ekstrakt tipi	2	0.21281667	37.78*
	Hata	3	0.005633	
Tat	Ekstrakt tipi	2	2.24281667	62.94**
	Hata	3	0.035633	
Yapı	Ekstrakt tipi	2	1.57261667	28.86*
	Hata	3	0.054483	

(*) $P<0.05$ seviyesinde farklılık; (**) $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.



Şekil 4. 9. Ticari çöven ekstraktı (kontrol), çöven konsantresi ve çöven tozu ile üretilen sultan lokumu örneklerinde duyuşal değerdendirme sonuçları
(Çubuk grafik üzerindeki farklı harfler her bir duyuşal parametre içerindeki ortalamaların $P < 0.05$ düzeyinde farklı olduğunu gösterir)

Analiz sonuçlarına göre, lokum örneklerinde çignenebilirlik, tat ve yapı özellikleri bakımından en beğenilen lokum ticari çöven ekstraktı ile üretilen kontrol örneğı olmuştur. Bu özellikler bakımından çöven konsantresi ve çöven tozu ile üretilen lokumlar genel olarak benzer beğeni toplamıştır. Ancak renk özelliğı bakımından en beğenilen örnek ise çöven tozu ile üretilen lokum olmuştur (Şekil 4.9). Bu lokum örneğinin diğör örneklere kıyasla daha beyaz renkte olduğu görölmüştür.

4.4.2.2. Tahin helvası örneklerinin duyuşal analiz sonuçları

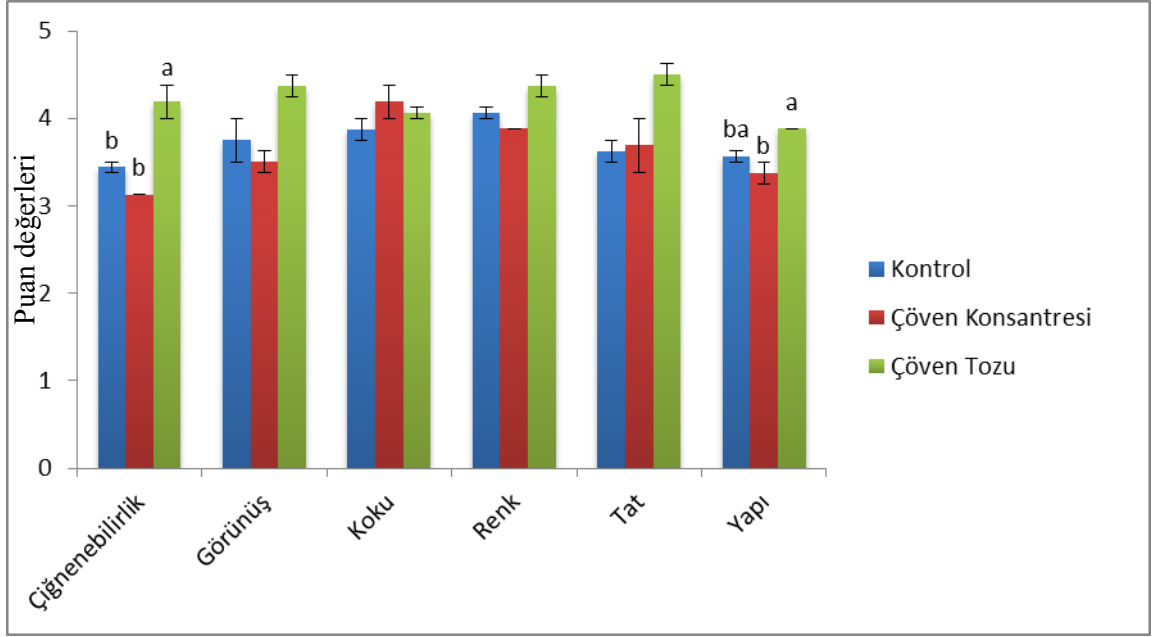
Ticari çöven ekstraktı ile çöven konsantresi ve çöven tozudan hazırlanan ekstraktlar ile üretilen tahin helvalar çignenebilirlik, görünüş, koku, renk, tat ve yapı özellikleri bakımından duyuşal olarak değerdendirilmiştir. Panelistlerin örneklere verdiği puanlar varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4. 13. Tahin helvası örneklerinde duyuşal değerdendirilmesi yapılan özelliklerin varyans analizi

	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Çiğnenebilirlik	Ekstrakt tipi	2	0,59406667	22.45*
	Hata	3	0,026467	
Görünüş	Ekstrakt tipi	2	0,40251667	6,44
	Hata	3	0,0625	
Koku	Ekstrakt tipi	2	0,05031667	1,35
	Hata	3	0,0373	
Renk	Ekstrakt tipi	2	0,12511667	9,45
	Hata	3	0,013233	
Tat	Ekstrakt tipi	2	0,48095	5,66
	Hata	3	0,0849	
Yapı	Ekstrakt tipi	2	0,13011667	9.83*
	Hata	3	0,013233	

(*) $P<0.05$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Analiz sonuçları değerdendirilen duyuşal özelliklerden çiğnenebilirlik ve yapı bakımından tahin helvaları arasında önemli ($P<0.05$) düzeyde farklılık olduğunu, ancak diğerd özellikler bakımından herhangi bir fark bulunmadığını göstermiştir (Çizelge 4.13). Ticari çöven ekstraktı ve çöven konsantresi ile üretilen tahin helvalarının çiğnenebilirlik özelliğı panelistlerce benzer bulunurken, çöven tozu ile üretilen tahin helvasının çiğnenebilirlik özelliğı daha çok beğenilmiştir. Duyusal değerdendirmede panelistlerden tahin helvası yapısını sertlik, ağızda dağılılabirlik, yapışkanlılık ve yağ sızdırma durumuna göre değerdendirmeleri istenmiştir. Çiğnenebilirliğe benzer şekilde, çöven tozundan üretilen tahin helvalarının bu yapısal özellikleri de diğerd örneklere kıyasla daha üstün bulmuşlardır (Şekil 4.10). Tahin helvaları arasında istatistiksel olarak önemli bulunmayan diğerd özellikler de çöven tozu ile üretilen tahin helvalarında diğerd helvalara kıyasla daha yüksek puan ile değerdendirilmiştir. Ayrıca çöven tozu ile üretilen helvaların diğerdlerine göre daha az yağ sızdırdığı saptanmıştır. Duyusal değerdendirme sonuçları özellikle tahin tozunun helva üretiminde tercihen kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur.



Şekil 4. 10. Ticari çöven ekstraktı (kontrol), çöven konsantresi ve çöven tozu ile üretilen tahin helvası örneklerinde duyuşal değeriendirme sonuçları
(Çubuk grafik üzerindeki farklı harfler her bir duyuşal parametre içerindeki ortalamaların $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu gösterir)

4.4.3. Yapı analizi

Yapı analizi için, ticari çöven ekstraktı ile çöven konsantresi ve çöven tozundan hazırlanan ekstraktlarla üretilmiş lokum ve helvalar, yapı analizine tabi tutulmuştur. Bu amaçla helvalarda sertlik değeri; lokumlarda tekstür profil analizi (çiğnenebilirlik, elastikiyet, esneklik, iç yapışkanlık, yüzeysel yapışkanlık ve sertlik) yapılmıştır.

4.4.3.1. Sultan lokumu örneklerinin yapı analiz sonuçları

Ticari çöven ekstraktı ile çalışma kapsamında üretilen çöven konsantresi ve çöven tozu kullanılarak üretilen Sultan lokumlarının yapı analizinde çiğnenebilirlik, elastikiyet, esneklik, iç yapışkanlık, yüzeysel yapışkanlık ve sertlik parametreleri belirlenmiştir. Lokum örneklerinin yapı analizine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları ticari çöven ekstraktı, çöven konsantresi ve çöven tozu kullanılarak üretilen sultan lokumları arasında iç yapışkanlık ve sertlik parametreleri dışında diğer parametreler bakımından birbirlerinden önemli ($P<0.05$) düzeyde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.14). Ancak sultan lokumunun iç yapışkanlığı ve sertlik özellikleri halihazırda pratikte üretilen sultan lokumunkinden farklı bulunmamıştır.

Çizelge 4. 14. Sultan lokumu örneklerinde yapı analizi yapılan özelliklerin varyans analizi

	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Çiğnenebilirlik	Ekstrakt tipi	2	879516,2	447.45*
	Hata	3	1965,627	
Elastikiyet	Ekstrakt tipi	2	0,072162	30.08*
	Hata	3	0,002399	
Esneklik	Ekstrakt tipi	2	0,01643717	19.54*
	Hata	3	0,000841	
İç Yapışkanlık	Ekstrakt tipi	2	2662,163821	2,34
	Hata	3	1135,824	
Yüzeysel Yapışkanlık	Ekstrakt tipi	2	1108927,818	1730.28**
	Hata	3	640,8946	
Sertlik	Ekstrakt tipi	2	1230899,269	7,71
	Hata	3	159661	

(*) $P<0.05$ seviyesinde farklılık; (**) $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4. 15. Sultan lokumu örneklerinde yapı analizi sonucu bulunan değerler (*g kuvveti*) ($X \pm SE$, N=2)

	Çöven ekstraktı	Çöven Konsantresi	Çöven Tozu
Çiğnenebilirlik	1406.74 ^a ±28.75	176.88 ^c ±30.16	361.85 ^b ±34.81
Elastikiyet	0.75 ^a ±0.01	0.40 ^b ±0.05	0.46 ^b ±0.03
Esneklik	0.25 ^a ±0.03	0.09 ^b ±0.02	0.10 ^b ±0.01
İç Yapışkanlık	-51.7±30.8	-64.6±0.7	-120.3±27.4
Yüzeysel Yapışkanlık	1869 ^a ±7	444 ^c ±20	781 ^b ±22
Sertlik	3118±350	1940±177	3427±291

Satırlardaki farklı harfler ortalamaların $P < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Analiz sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.15), sultan lokumu örneklerinde iç yapışkanlık ve sertlik özellikleri, kullanılan çöven ekstraktı tipinden etkilenmemiştir.

Çiğnenebilirlik, elastikiyet, esneklik ve yüzeysel yapışkanlık değerleri en çok ticari çöven ekstraktında, ona en yakın olarak da çöven tozundan hazırlanan ekstrakta bulunmuştur. Bu sonuçlar duyuşsal analiz sonuçları ile paralellik göstermiştir.

4.4.3.2. Tahin helvası örneklerinin tekstür analiz sonuçları

Tahin helvası örneklerinin yapısal özelliği sertlik parametresi ölçülerek karşılaştırılmıştır. Tahin helvalarının sertlik değerleri, 2.13 ile 6.19 g değerleri arasında değişmiştir. Tahin helvalarının sertlik değerleri üretimde kullanılan çöven ekstraktı tipine göre önemli düzeyde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4. 16. Tahin helvası örneklerinde tekstür analizi yapılan sertlik değerinin varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ekstrakt tipi	2	9.69186517	52.40*
Hata	3	0.184957	

(*) $P<0.05$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4. 17. Tahin helvası örneklerinde tekstür analizi yapılan sertlik değerleri (g) ($X\pm SE$, N=2)

Ticari çöven ekstraktı	Çöven Konsantresi	Çöven Tozu
2.68 ^b ±0.0	2.13 ^b ±0.46	6.19 ^a ±0.25

Farklı harfler ortalamaların $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Analiz sonucuna göre çöven tozu ile üretilen tahin helvasının sertlik değeri, en yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.17). Ticari çöven ekstraktı ve çöven konsantresi ile üretilen tahin helvalarının sertlik düzeyleri ise aralarında istatistiksel bir fark bulunmaksızın daha düşük düzeyde belirlenmiştir. Ayrıca duyuşal değerlendirme ile ilgili bölümde bahsedildiği üzere, çöven tozu ile üretilen helvaların daha çok beğeni topladığı ve bununla birlikte helvalardaki yağ ayrılma sorununu azalttığı dikkate alındığında helva üretiminin çöven tozu ile yapılmasının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır. Çöven tozunun tahin helvasına sağladığı bu olumlu özelliklerin, çöven ekstraktının püskürterek kurutulması sırasında ekstraktaki bazı bileşenlerin uzaklaşmasından ve saponindeki muhtemel bazı yapısal değişimlerden kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir.

5. SONUÇ

Bu araştırma, ülkemizde uzun yıllardan beri lokum ve helva üretiminde kullanılan ve halen geleneksel usuller ile elde edilen çöven suyunun; üretimi, muhafazası ve kullanımı sırasında ortaya çıkan sorunların çözümünü amaçlamıştır. Bu amaçla çöven ekstraksiyonunun en uygun koşulları belirlenerek bu koşullarda elde edilen ekstrakt saponince zenginleştirilmiş ve püskürterek kurutmak suretiyle çöven tozuna dönüştürülmüştür. Halihazırda ülkemizde ve dünyada ticari olarak bulunmayan bu yeni ürünün sultan lokumu ve tahin helvasında kullanılabilirliği de araştırılmıştır.

Araştırma sonuçları aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

1. Çöven ekstraksiyonunda çöven kökünün ortalama 4.50 mm büyüklüğe kadar parçalandıktan sonra su içerisinde 1:10 kök/su oranında 3 saat süre ile 95°C sıcaklık ve 150 devir/dakika karıştırma hızı kullanılarak ekstrakte edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu koşullar % 5 çözünür kuru madde içeriğine sahip çöven ekstraktı eldesinin optimum koşulları olarak belirlenmiştir.
2. Çöven ekstraktının saponince zenginleştirilmesinde ve konsantrasyonunda, ultrafiltrasyon tekniği denenmiş, ancak saponinlerin kayıpsız olarak zenginleştirilmesi sağlanamamıştır. Bunun yanında işlem yüksek basınç ve uzun süre gerektirmiş ve bu şartlarda pratikte ticari olarak kullanımının güç olacağına karar verilmiştir. Bu yönteme alternatif olarak ters ozmos işlemi denenmiş ve bu işlem ile %5 çözünür kurumaddeli çöven ekstraktının herhangi bir ısıtma işlemine tabi tutulmadan kısa sürede, kuru madde kaybı olmaksızın %18 çözünür kurumadde içeriğine kadar zenginleştirilebildiği görülmüştür. Bu veriler ışığında, termal evaporasyonda köpürme meydana geldiği için zenginleştirilemeyen çöven ekstraktı ters osmoz yöntemiyle saponince zenginleştirilebilmiştir.
3. Ticari çöven ekstraktı ile birlikte çöven konsantresi ve çöve tozu ile sultan lokumu ve tahin helvası üretim denemeleri de yapılmış, elde edilen ürünler

duyusal olarak karşılaştırılmıştır. Bu duyusal değerlendirme sonucunda çöven tozu ve çöven konsantresi ile üretilen lokumlar yapı ve tat kriteri bakımından ticari çöven ekstraktına nazaran daha az beğenilmiştir. Ayrıca aletsel yapı analizinde yine çöven konsantresi ve çöven tozu ile üretilen sultan lokumlarının çiğnenebilirlik, elastikiyet, esneklik ve yüzeysel yapışkanlık özelliklerinin halihazırda ticari olarak üretilen sultan lokumundan farklı olduğu saptanmıştır. Ancak çöven tozu kullanılarak üretilen tahin helvası hemen tüm duyusal ve aletsel özellikler bakımından diğer çöven ekstraktları ile üretilen helvalardan daha iyi bulunmuştur. Ayrıca çöven tozu ile tahin helvası üretimi helvadaki yağ ayrılma problemini önemli ölçüde engellemiştir.

6. KAYNAKLAR

- ANONİM, 1997. T. C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası, Yayın No: 2187, Çöven İhracatı.
- ANONİM, 2004a. Türk Standartları Enstitüsü, Türk Gıda Kodeksi, Lokum Tebliği. 2004/24
- ANONİM, 2004b. Türk Standartları Enstitüsü, Türk Gıda Kodeksi, Tahin Helvası Tebliği. 2004/23
- ANONİM, 2006a. Türk Standartları Enstitüsü, Türk Standardı TS 2590, Tahin Helvası Standardı, 14ss.
- ANONİM, 2006b. Türk Standartları Enstitüsü, Türk Standardı TS 8444, Lokum Standardı, 12ss.
- ANONİM, 2008a. Türk Standartları Enstitüsü, Türk Standardı TS 3792, Üzüm Pekmezi Standardı, 14ss.
- BAKER, R.W., CUSSLER, E.L., EYKAMP, W., KOROS, W.J., RILEY, R.L. and STRATHMANN, H. 1991. Membrane Separation Systems, Recent Developments and Future Directions Noyes Data Corp., New Jersey, USA.
- BARBOSA-CANOVAS, G.V. and JULIANO, P. 2005. Physical and Chemical Properties of Food Powders, Encapsulated and Powdered Foods. Edited by: Charles Onwulata. CRC Press, Taylor&Francis Group, pp40-66.
- BAŞER, K. H. C. 2006. Biyolojik çeşitlilik yönünden Türkiye'nin önemli tıbbi ve aromatik bitkileri, odun dışı orman ürünleri çalıştayı, Adana.
- BATTAL, H., 2002. Çöven Ekstraktı Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 44ss.
- BATTAL, H., SARI, F. ve VELİOĞLU, S. 2003. Çöven Ekstraktı Üretimi Üzerine Bir Araştırma, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4:75-84.
- BATU, A., ELYILDIRIM, F., 2009. Geleneksel helva üretim teknolojisi, Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Tunceli, 4(3):32-43.

- BAYLAN, N. 1990. Tahin Helvalarında Saponin Miktarı Üzerinde Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No:TOVAG-706.
- BAYTOP, A., 1983. Farmakognozi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları. No:19, 92-93
- BERISTAIN, C. I., GARCM, H. S. and VERNON-CARTER, E. J. 2001. Spray-dried Encapsulation of Cardamom (*Elettaria cardamomum*) Essential Oil with Mesquite (*Prosopis juliflora*) Gam, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 34:398-401.
- BOX, G.E.P. and BEHNKEN, D.W., 1960. Some new three level design fort he study of quantative variables. *Technometrics*, 2, 455-475
- CANO-CHAUCA, M., STRINGHETA, P. C., RAMOS and A. M. CAL-VIDAL, J. 2005. Effect of carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6:420-428.
- CEMEROĞLU, B. ve ERBAŞ, S., 1989. Meyve Sularının Ultrafiltrasyonla Berraklaştırılması. *Gıda Teknolojisi Derneği* 11:10-22.
- CEMEROĞLU, B. ve KARADENİZ, F., 2001. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi, Başkent Klişe Matbaacılık, Ankara, 384ss.
- CEYHUN, A.E. 2003, Türk tahin helvalarında saponin miktarının HPLC ile belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 52ss.
- COLLADO-FERNANDEZ, M., GONZALES-SANJOSE, M.L. and PINO-NAVARRO, R. 2000. Evaluation of Turbidity: Correlation Between Kerstesz Turbidimeter and Nephelometric Turbidimeter. *Food Chemistry*, 71:563-566.
- CRANK, J. 1975. The mathematics of diffusion, Clerendon press. 2:140-180
- ÇAĞLAYANLAR, E. 2006. Çöven ekstraktının maya performansı, hamur reolojik özellikleri ve ekmek kalitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 48ss.

- ÇEVRİMLİ, B.S. 1990. Çöven (*Gypsophila arrosti*) Otundan Yüzey Aktif Maddesi Eldesi ve Bazı Özelliklerinin İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 62ss.
- DINI, I., TENORE, G.C. and DINI, A., 2009. Saponins in *Ipomoea batatas* tubers: Isolation, characterization, quantification and antioxidant properties, *Food Chemistry*, 113:411-419.
- EARLE, R.L. 1966. Unit operations in food processing. Permagon press, 1:120-140
- FINE, F. and GERVAIS, P. 2005. A new high temperature short time process for microbial decontamination of seeds and food powders. *Powder Technology*, 157: 108–113.
- FOUST, A.S., WENZEL, L.A., CLUMP, C.W., MANS, L. and ANDERSON, L.B. 1960. Principles of unit operations. John Wiley & Sons press. 1:344-366.
- FRANCIS, G., KEREM, Z., MAKKAR, P.S. H. and BECKER, K., 2002. The Biological Action of Saponins in Animal Systems: a Review, *British Journal of Nutrition*, 88:587-605.
- FUCHS, M., TURCHIULI, C., BOHIN, M., CUVELIER, M.E., ORDONNAUD, C., PEYRAT-MAILLARD, M.N. and DUMOULIN, E. 2006. Encapsulation of Oil in Powder Using Spray Drying and Fluidised Bed Agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 75:27-35.
- HARALAMPIDIS, K., TROJANOWSKA, M. and OSBOURN, A. E., 2002. Biosynthesis of Triterpenoid Saponins in Plants. *Advances in Biochemical Engineering, Biotechnology*, Editör Scheper Th., pp5-75.
- HENRY, M., ROCHD, M., and BENNINI, B., 1991. Biosynthesis and Accumulation of Saponins in *Gypsophila paniculata*, *Phytochemistry*, 30(6):1819-1821.
- HONG, S.J., WAN, J.B., ZHANG, Y., HU, G., LİN, H.C., SETO, S.W., KWAN, Y.W., LİN, Z.X., WANG, Y.T. and LEE, S.M.Y., 2009. Angiogenic Effect of Saponin Extract from *Panax notoginseng* on HUVECs In Vitro and Zebrafish In Vivo, *Phytotherapy Research*, 23:677–686

- HOSTETTMANN, K. and MARSTON, A., 1995. Saponins. Cambridge University Press. Cambridge pp 300. ISBN 0-521-32970-1. OCLC 29670810
- IWE, M.O., ZUILICHEM, D.J., STOLP, W. and NGODDY, P.O. 2004. Effect of extrusion cooking of soy-sweet potato mixtures on available lysine content and browning index of extrudates, *Journal of Food Engineering*, (62):143-150.
- İNAN, M., 2006. Çukurova koşullarında farklı kökenli çöven (*GYPHOPHILA* SP.) türlerinde kök verimleri ve saponin içeriklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 103ss.
- İZGÜR, M., ve İLHAN, Z., 2002. Antraksla İlgili Gelişmeler, YYÜ. Veteriner Fak. Der. 2002, 13(1-2):88-94.
- KHA, C.T., NGUYEN, M.H. and ROACH, P.D. 2010. Effect of Spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. *Journal of Food Engineering* 98(3):385-392
- KING, C.J. 1971. Separation processes. McGraw-Hill press.1:10-45
- KOYUNCU, M., KILIÇ, C.S. ve GÜVENÇ, A., 2008. Soaproot yielding plants of east Anatolia and their potential in nature. *Turkish Journal of Botany*, 32(6):489-494.
- KÖKSEL, H. 1998. “Karbonhidratlar” Gıda Kimyası, Editör: İ. SALDAMLI, Hacettepe Yayınları, Ankara, 60-64.
- KÜÇÜKÇETİN, A., 2003, Kısırak Sütü ve Membran Teknolojileri Kullanılarak Kısırak SÜtüne Benzetilmiş İnek Sütünden Yapılan Kımızın Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya, 102ss.
- LALITHA, T., SESHADRI, R. and VENKATARAMAN L.V. 1987. Isolation of Saponins from *Madhuca butyracea* Seeds, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 35:744-748
- LEE, D. S., CHUNG, S. K., KIM, H. K. and YAM, K. L. 1991. Nonenzymatic browning in dried red pepper products, *Journal of Food Quality*, 14(2):153-163.

- LAROCHE, C., FINE, F. and GERVAIS, P. 2005. Water activity affects heat resistance of microorganisms in food powders. *International Journal of Food Microbiology*, 97:307–315.
- MARQUES, L.G., FERREIRA, M.C. and FREIRE, J.T. 2007. Freeze-drying of acerola (*Malpighia glabra* L.). *Chemical Engineering and Processing*, 46:451-457
- MARSHALL, W.R.,JR. 1954. Atomization and spreay drying. Chemical engineer's handbook, 50(2):23-46.
- MEYDANI, E. 2008. Samsun'da Üretilen Sade Tahin Helvalarının Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun, 74ss
- MORZYCKI, J. W. and GRYSZKIEWICZ, A., 2001. Synthesis of the Potent Antitumor Saponin OSW-1 Aglycone. *Polish Journal of Chemistry*, 75:983-989.
- MYERS, R.H. and MONTGOMERY, D.C., COOK, C.M., 2009. Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments, Third Edition, Wiley, 677ss.
- NIE, W., LUO, J.G., WANG, X.B., WAN, X. and KONG, L.Y., 2009. An insight into enrichment and separation of oleanane-type triterpenoid saponins by various chromatographic materials, *Seperation and purification technology*, 65:243-247.
- OLESZEK, W.A., 2002. Chromatographic determination of plant saponins, *Journal of Chomatography A*, 967:147-162.
- OLESZEK, W.A. and BIALY, Z., 2006. Chromatographic determination of plant saponins, *Journal of Chromatography A*, 1112(1-2):78-91.
- POSLU, H., 2006. Gypsophila Eriocalyx Boiss'den Saponin Ekstraksiyonu ve Kimyasal Yapısının Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 73ss.
- QUEK, S.Y., CHOK, N.K. and SWEDLUND, P. 2007. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing*, 46: 386-392.

- SEZGİN CEYHUN, A. E. ve ARTIK, N., 2010. Determination of Saponin Content in Turkish Tahini Halvah by Using HPLC, Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Ankara University, *Advance Journal of Food Science and Technology*, 2(2),109-115.
- SIDHU, G. S. and OAKENFULL, D. G., 1986. A Mechanism for the Hypocholesterolaemic Activity of Saponins. *British Journal of Nutrition*, 55(3): 643-649.
- SCOTT, D. A. and GLAISTER, D., 1929. The Action of Saponin on Antitoxin. *The Journal of Biological Chemistry*, LXXXIV:475-485.
- ŞAHİN, H., 2009. Dağ Çayından (*Sideritis stricta*) Çözünür (Instant) Bitki Çayı Üretim Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 139ss.
- TAJCHAKAVIT, S., BOYE, J. I. and COUTURE, R. 2001. Effect of processing on post bottling haze formation in apple juice. *Food Research International*, 34:415-424.
- TANKER, M. ve TANKER, N. 2003. Farmakognozi. Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayınları 66(1):230-252.
- TATLI, İ.İ. and AKDEMİR, Z.S., 2004. Saponin, Iridoid, Phenylethanoid and Monoterpene Glycosides from *Verbascum pterocalycinum* var. *mutense*. *Turkish Journal of Chemistry*, 28:111-122.
- TORUN, M., 2008. Dondurarak Kurutma Teknolojisi ile Instant (çözünür) Bitki Çayı (Adaçayı, Dağçayı, Ihlamur ve Kekik) Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 80ss
- TURHAN, İ., 2009. Keçiboynuzu Meyvesinden Fermentasyon Yoluyla Laktik Asit ve Etanol Üretimi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 200ss
- VELİOĞLU, S. 2001. Çöven Ekstraktı Üretim Koşullarının Belirlenmesi ve Standardize Edilmesi Üzerine Araştırma, TÜBİTAK TOGTAG Proje No: 2467.

- YAMAGUCHI, M., ONO, R. and MA, Z. J., 2001. Prolonged Intake of Isoflavone and Saponin Containing Soybean Extract (*Nijuri*) Supplement Enhances Circulating Carboxylated osteocalcin Concentrations in Healthy Individuals. *Journal of Health Science*, 47(6):579-582.
- YILDIRIMLI, S. 2002. The Chrology of the Turkish Species of Caryophyllaceae, Casuarinaceae, Celastraceae, Ceratophyllaceae and Ceratophyllaceae and Cercidiphyllaceae Families, *Ot Sistematiik Botanik Dergisi*, 9(2):175-199.
- YILDIZ S., 1994. Saponinlerin İnsan Sağlığı Açısından nemi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-20ss.
- YURDAGEL, . VE BAYSAL, T. 1996. Helva Yapımında ven Kökü ve Meyan Kökünün Kullanımı. *Gıda Teknolojisi*, 1(2):35-37.

7. EKLER

7.1. Tahin Helvası Duyusal Analiz Değerlendirme Formu

PANELİSTİN ADI – SOYADI:		TARİHİ:					
TAHİN HELVASI - DUYUSAL ÖZELLİKLER		0420	1509	0404	3103	8691	7432
RENK Kendine özgü renkte olmalıdır. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)							
GÖRÜNÜŞ Homojen yapı, yağ sızdırmama, safsızlık içermeme açısından (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)							
YAPI (TEKSTÜR) İnce lifli yapıda olmalı, şeker kristallenmesi olmamalıdır. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)							
KOKU Yabancı koku ihtiva etmemeli, kendine özgü kokuda olmalıdır. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)							
ÇİĞNENEBİLİRLİK Dişte hissedilir, kolay dağılabilir ve yapışmayan yapıda olmalıdır. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)							
TAT Yabancı tat içermemeli, Tahin Helvası'na özgü tatta olmalıdır. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)							
DİĞER DÜŞÜNCELER Eklemek istediğiniz düşünceler (sayfanın arka yüzünü de kullanabilirsiniz)							
Bilgi: Bu Duyusal Panel Formu, TS 2590 Türk Tahin Helvası Standardında Belirlenen Duyusal Özellikler Kaynak Alınarak Oluşturulmuştur.							

7.2. Sultan Lokumu Duyusal Analiz Değerlendirme Formu

PANELİSTİN ADI – SOYADI:		TARİH:					
SULTAN LOKUMU - DUYUSAL ÖZELLİKLER		0420	1509	0404	3103	8691	7432
RENK <i>Kendine özgü mat beyaz renkte olmalıdır. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)</i>							
GÖRÜNÜŞ <i>Verildiği şekli korumalı, safsızlık içermemelidir. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)</i>							
YAPI (TEKSTÜR) <i>Elastik olmalı, parmakla bastırıldıktan sonra eski haline dönebilmelidir. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)</i>							
KOKU <i>Yabancı koku ihtiva etmemeli, kendine özgü kokuda olmalıdır. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)</i>							
ÇİĞNENEBİLİRLİK <i>Ağızda yumuşak, kaygan ve yapışmayan yapıda hissedilmelidir. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)</i>							
TAT <i>Yabancı tat içermemeli, çiğ nişasta tadı olmamalıdır. (5 Puan en iyi – 1 Puan en kötü)</i>							
DİĞER DÜŞÜNCELER <i>Ekleme istediğiniz düşünceler (sayfanın arka yüzünü de kullanabilirsiniz)</i>							
<i>Bilgi: Bu Duyusal Panel Formu, TS 8444 Türk Lokumu Standardında Belirlenen Duyusal Özellikler Kaynak Alınarak Oluşturulmuştur.</i>							