

**ŞEKERLİ VE ŞEKERSİZ PROPOLİSLİ SAKIZ**

**ÜRETİM OPTİMİZASYONU**

**Esra BÖLÜK**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK**

**2019**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ŞEKERLİ VE ŞEKERSİZ PROPOLİSLİ SAKIZ**  
**ÜRETİM OPTİMİZASYONU**

**Esra BÖLÜK**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: DOÇ. DR. İBRAHİM PALABIYIK**

**TEKİRDAĞ-2019**

**Her hakkı saklıdır.**

Bu tez, TÜBİTAK tarafından 117O869 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK danışmanlığında, Esra BÖLÜK tarafından hazırlanan “Şekerli ve Şekersiz Propolisli Sakız Üretim Optimizasyonu” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Murat Taşan

*İmza :*

Üye : Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK

*İmza :*

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN

*İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi  
ŞEKERLİ VE ŞEKERSİZ PROPOLİSLİ SAKIZ ÜRETİM OPTİMİZASYONU

**Esra BÖLÜK**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK

Propolis antikanser, antimikrobiyal, iltihap kesici, antioksidan ve antifungal özellikler gösteren çok önemli bir arı ürünüdür. Son zamanlarda diş macunu ve ağız spreyi ürünlerinde kullanılan propolisin, fonksiyonel özelliklerini gösterebilmesi için ağızda kalış süresinin uzatılmasının sağlanmasıdır. Bu sebeple, ağızda kalış süresinin uzunluğundan kaynaklı olarak sakızların en iyi ilaç transfer sistemlerinden biri olduğu belirtilmektedir. Bu amaçla öncelikle ham propolisten propolis reçinesi elde edilmiş ve sakızların yapımında Design Expert programının karışım dizaynı seçilmiştir. Sakızı oluşturan bileşenlerin ön denemeler sonucunda bulunan formülasyondaki minimum ve maksimum oranlarıyla deneme deseni oluşturulmuştur. Üretilen propolisli şekerli ve şekersiz sakızlar, elde edilen tekstür ve duyuusal sonuçlarına göre en iyi formülasyonlarını bulmak için optimize edilmiştir. Ardından optimum sakızların çiğnenmeden ve 1, 5 ve 10. dakikalarda çiğnenmiş örnekleri üzerinde, renk analizi ve *Streptococcus mutans*'a karşı antibakteriyel etki analizleri yapılmış olup, toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Propolisli şekerli sakızların optimum propolis miktarı % 4,75 iken, şekersiz sakızların ise % 5,06 olarak bulunmuştur. Optimum olarak üretilen sakızların 0, 1, 5 ve 10. dakika çiğneme analizleri sonucunda, toplam fenolik madde miktarının çiğneme süresiyle birlikte arttığı belirlenmiştir. Propolisli şekerli ve şekersiz sakızların, diş çürüklerinin temel sebeplerinden biri olan *Streptococcus mutans*'a karşı da her çiğneme periyodunda antibakteriyel etki oluşturduğu gözlemlenmiştir. Yapılan tüm analizler sonucunda propolis reçinesinin; hidrofobik özelliğinden ve yapısı itibari ile sakız mayasına benzemesinden dolayı tekstürel olarak uygun bir yapı gösterdiği ve sahip olduğu faydalı bileşenlerden dolayı geleneksel bir ilaç olarak sakızda kullanılabilir mükemmel bir ürün olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Propolis, sakız, fonksiyonel, antibakteriyel, optimizasyon, tekstür

**2019, 59 sayfa**

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### OPTIMIZATION OF SUGARY AND SUGAR-FREE PROPOLIS CHEWING GUM PRODUCTION

**Esra BÖLÜK**

Tekirdağ Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering  
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. İbrahim PALABIYIK

Propolis is a very important bee product which shows anticancer, antibacterial, antiinflammatory, antioxidant, and antifungal properties. The main aim for the propolis to show its functional properties is to keep it long in mouth without swallowing it as propolis included toothpaste and mouth spray have been developed recently. The chewing gum is one possible method of delivering the bioactive components of propolis because each piece of gum stays in the mouth much longer time than any other product made by propolis. In the present study, resin of propolis was added to chewing gums. D-optimal mixture design was used to determine the chewing gum formulations according to the preliminary trials. The propolis amount of chewing gums was optimized according to the results of sensory and texture analyses. Afterwards, color, total phenolic content determination and antibacterial analysis of chewing gums were carried out. The optimal composition of sugary chewing gums was found as 4,75% propolis while the sugar-free chewing gums' was 5,06%. The results of this investigation showed that total phenolic content of the samples increased after the chewing process. Sugary and sugar-free chewing gums showed inhibitory effect against *Streptococcus mutans* which is the main cause of the tooth cavity. The gum base and the resin of propolis are hydrophobic and form a perfect, homogeneous chewing gum mixture. Also it has different bioactive components which provide health benefits to the human body. Because of the properties of propolis, it is a suitable product to use in chewing gum production as a traditional medicine.

**Key words :** propolis, chewing gum, functional, antimicrobial, optimization, texture

**2019, 59 pages**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETİ</b> .....	<b>3</b>
2.1 Propolis.....	3
2.2 Propolisin Biyoaktif Özellikleri .....	4
2.3 Propolisin Kullanımı .....	8
2.4 Sakız.....	9
<b>3. MATERYAL ve METOD</b> .....	<b>12</b>
3.1 Propolis Örneklerinin Toplanması .....	12
3.2 Propolis Reçinesinin Eldesi.....	12
3.3 Sakız Örneklerinin Üretilmesi.....	13
3.4 Tekstür Analizi.....	15
3.5 Duyusal Analiz.....	16
3.6 Renk Analizi.....	16
3.7 Fonksiyonel Özellik Analizi İçin Sakız Hazırlama Metodu .....	16
3.8 Antibakteriyel Aktivite Analizi.....	17
3.9 Toplam Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi .....	17
3.10 İstatistiksel Analizler.....	17
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	<b>19</b>
4.1 Tekstür Analizi ve Duyusal Analiz Sonuçları .....	19
4.2 Propolisli Şekerli ve Şekersiz Sakızların Renk Analizi Sonuçları.....	42
4.3 Propolisli Şekerli ve Şekersiz Sakızların Duyusal ve Tekstür Sonuçlarına Göre Optimizasyonu .....	44
4.4 Optimum Propolisli Şekerli ve Şekersiz Sakızların Renk Analizleri.....	44
4.5 Optimum Şekerli ve Şekersiz Propolisli Sakızların Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi .....	45
4.6 Antibakteriyel Özellikleri.....	45

4.7 Toplam Fenolik Madde Miktarı .....	47
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>49</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>51</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>59</b>



## ÇİZELGE DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 3.1 Şekerli propolisli sakız formülasyonu deneme deseni .....	13
Çizelge 3.2 Şekersiz propolisli sakız formülasyonu deneme deseni.....	14
Çizelge 4.1 Şekerli sakızlar karışım dizaynı analizinde belirlenen modelin deneysel verilerle korelasyonu ve regresyon katsayıları .....	20
Çizelge 4.2 Şekersiz sakızlar karışım dizaynı analizinde belirlenen modelin deneysel verilerle korelasyonu ve regresyon katsayıları .....	21
Çizelge 4.3 Propolisli şekerli sakızın optimum bileşimi.....	44
Çizelge 4.4 Propolisli şekersiz sakızın optimum bileşimi.....	44
Çizelge 4.5 Optimum propolisli şekerli ve şekersiz sakızların renk analizi <sup>8</sup> .....	45

## ŞEKİL DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Propolis .....	3
Şekil 2.2. Fransa’da üretilmiş propolisli sakız .....	8
Şekil 3.1 Propolis reçinesi .....	12
Şekil 3.2 Propolisli şekerli sakızlar .....	15
Şekil 3.3 Propolisli şekerli sakızlar .....	15
Şekil 4.1 Şekerli propolisli sakızların sertlik parametresine göre tekstür ve duyuşal sonuçları .....	24
Şekil 4.2 Şekerli propolisli sakızların sertlik parametresine göre tekstür ve duyuşal sonuçları .....	25
Şekil 4.3 Şekerli propolisli sakızların yapışkanlık parametresine göre tekstür ve duyuşal sonuçları .....	26
Şekil 4.4 Şekerli propolisli sakızların yapışkanlık parametresine göre tekstür ve duyuşal sonuçları .....	27
Şekil 4.5 Şekerli propolisli sakızların elastiklik parametresine göre tekstür ve duyuşal sonuçları .....	28
Şekil 4.6 Şekerli propolisli sakızların elastiklik parametresine göre tekstür ve duyuşal sonuçları .....	29
Şekil 4.7 Şekerli propolisli sakızların çiğnenebilirlik parametresine göre tekstür ve duyuşal sonuçları .....	30
Şekil 4.8 Şekerli propolisli sakızların çiğnenebilirlik parametresine göre tekstür ve duyuşal sonuçları .....	31
Şekil 4.9 Propolisli şekerli ve şekerli sakızların kohesivlik parametresine göre tekstür sonuçları .....	32
Şekil 4.10 Propolisli şekerli ve şekerli sakızların elastikiyet parametresine göre tekstür sonuçları .....	33
Şekil 4.11 Şekerli propolisli sakızların renk ve koku parametrelerine göre duyuşal sonuçları .....	34
Şekil 4.12 Şekerli propolisli sakızların tat-aroma ve genel beğeni parametrelerine göre duyuşal sonuçları .....	35
Şekil 4.13 Şekerli propolisli sakızların renk ve koku parametrelerine göre duyuşal sonuçları .....	36
Şekil 4.14 Şekerli propolisli sakızların tat-aroma ve genel beğeni parametrelerine göre duyuşal sonuçları .....	37
Şekil 4.15 Şekerli ve şekerli propolisli sakızların renk analizi sonuçları .....	43
Şekil 4.16 Propolisli şekerli ve şekerli sakızların çiğneme süresince <i>Streptococcus mutans</i> ’a karşı antibakteriyel aktivitesi .....	46
Şekil 4.17 Propolisli şekerli ve şekerli sakızların çiğneme süresince toplam fenolik içeriği .....	48

## SİMGELER DİZİNİ

>	: Büyük
<	: Küçük
%	: Yüzde
ABTS	: 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
C°	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
EASI-MS	: Easy Ambient Sonic Spray Ionization-Mass Spectrometry
EC50 değeri	: Yarı Azami Etkili Konsantrasyon
FRAP	: Plazmadaki Ferrik İndirgeme Yeteneği
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
GC-MS	: Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi
g	: Gram
GRAS	: Genel Olarak Güvenli Maddeler
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
Kg	: Kilogram
Kob	: Koloni Oluşturan Birim
Log	: Logaritma
L	: Litre
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
ml	: Mililitre
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre
µmol	: Mikromol
µl	: Mikrolitre
N	: Kuvvet
nm	: Nanometre
ORAC	: Oksijen Radikal Rmme Kapasitesi
R	: Pierson Korelasyon Katsayısı
s	: Saniye
TLC	: İnce Tabaka Kromatografisi

## ÖNSÖZ

TÜBİTAK tarafından 3001 kodlu program desteği verilerek gerçekleştirilen proje sonucunda yazılan bu tez çalışması ile; propolisin insan sağlığına faydaları deneylerle saptanarak, literatüre değerli bilgiler kazandırılmış olup, arıcılığın son derece gelişmiş olduğu ülkemizde, katma değeri yüksek, fonksiyonel açıdan zengin propolisli sakızın formülasyonu optimize edilerek endüstriyel boyutta bir üretime de zemin hazırlanmıştır.

Gıda mühendisliğinin temel mesleki hedeflerinden olan “Gıdanın içindeki faydalı bileşenleri insan vücuduna organoleptik karakteri yüksek son ürün içerisinde kazandırma” anlayışından yola çıkılarak başlatılan çalışmada; yeteneklerimi ve ilgi alanlarımı gözeterek beni yönlendiren, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK’a, tezimin her aşamasında yardımcı olan ve tüm laboratuvar çalışmalarında bilgilerinden faydalandığım kıymetli hocam Araştırma Görevlisi Didem SÖZERİ ATİK’e, erdem ve cesaretin edinilebilecek en önemli kazanımlar olduğunu öğreten, hayattaki en büyük şansım olan aileme ve her daim yanımda olup, desteğini esirgemeyen Hürrem’e teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2019

Esra BÖLÜK

Gıda Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Propolis, bal arıları tarafından çeşitli bitki kısımlarının toplandıktan sonra salgıladıkları enzimleri ile birlikte sentezlenen yapışkan yapıya sahip olan bir maddedir (Chen ve ark. 2008). Arılar ürettikleri bu reçinemi maddeyi, kovanı yabancı istilacılardan korumak ve kovan içindeki delikleri doldurmak amacı ile kullanmaktadır (Abd-El Rahman ve ark. 2009). Genel olarak; kafeik asit fenetil ester (CAPE), artepillin C, kuersetin, galangin, kaempferide gibi biyoaktif bileşenleri içermektedir (Shapla ve ark. 2018). Bu bileşenler; antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antiinflammatör, antitümoral, hepatoprotektif ve immünomodüler aktiviteler gibi farklı özellikler sağlayabilmektedirler (Osés ve ark. 2016). Fakat propolisin hem içerdiği bileşenler hem de bu bileşenlerin gösterdiği etkiler; toplanan bitki materyali, iklim, çevre, mevsim ve arı türü gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Bankova ve ark. 2000). Propolis, ihtiva ettiği tüm bu faydalı bileşenlerden dolayı sürekli gelişmekte olan fonksiyonel gıda pazarında, önemli bir yere sahiptir. Propolis doğal bir koruyucu, geleneksel bir ilaç ve kozmetik sektöründe birçok ürünün bileşeni olarak kullanılmaktadır (Azemin ve ark. 2017). Propolisin sahip olduğu biyoaktif bileşenlerin faydaları düşünüldüğünde, bu mucizevi maddenin kullanım olanaklarının araştırılması sektörün ve akademinin yöneldiği bir konu olmuştur. Propolisi tekstürel, fonksiyonel ve duyuşsal olarak en uygun tüketilebilir forma ulaştırabilmek için önce bir saflaştırma, ekstraksiyon prosesine tabi tutmak gerekli olmakta ve ham halinde iken kullanılamamaktadır.

Mevcut metotlarda propolis; çözünememe olarak adlandırılan diğer bir ifade ile sahip olduğu faydalı bileşenleri insan vücudunda sistemik etki yaratabilecek formda olamayıp, ham halinde barındırdığı çeşitli aktif bileşenleri, ekstraksiyon sonrasına kazandıramayan metotlar ile ekstrakte edilmektedir. Ek olarak, uygun tekstürel yapıya sahip olabileceği bir metot ile ekstrakte edilmediği için ilave edilmesi planlanan gıdaya entegre olamama gibi teknolojik problemlere sahiptir. Diğer önemli bir sorun ise propolisin keskin kokusundan ötürü duyuşsal algıdaki beğenilirliğinin düşük olmasıdır. Tüm bu teknolojik, fonksiyonel ve duyuşsal problemlerin propolisin yaygın bir şekilde kullanımının önüne geçmesi, oldukça pratik kullanıma sahip ‘Propolisli Sakız’ fikrinin temelini oluşturmuş olup, propolisin anti-tümoral, antimikrobiyal ve bağışıklık güçlendirici etkilerinden en verimli şekilde faydalanmayı sağlayabilecek yöntem ile eldesi hedeflenmiştir. Ayrıca propolisin ağız ve diş sağığına olan etkileri düşünülüp, ağızda durma süresi göz önüne alındığında sakızın ağız hastalıklarını

önlemek için kullanılabilir önemli bir ilaç taşıma sistemi olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Maggi ve ark. 2013).

Sakız genel olarak sakız mayası, tatlandırıcılar, glikoz şurubu, koruyucular, aromalar ve diğer fonksiyonel bileşenleri içeren bir üründür. Son zamanlarda biyoaktif bileşenleri içeren ve insan sağlığına yararları olan fonksiyonel gıdalara büyük bir ilgi vardır (Nagai ve Inoue 2004). Bu fonksiyonel gıdaları da üretirken veya üretim metotlarında değişiklik yapıp yeni fonksiyonel gıdalar oluştururken dikkat edilmesi gerekir. Hem duysal hem de tekstürel parametreleri ve bunların etkisinin belirlenmesi oldukça önemlidir (Szczesniak 1987).

Bu amaçla yapılan çalışmada; ilk aşamada şekerli ve şekersiz olarak 26 farklı deneme noktasında üretilecek olan sakızlara tekstür ve duysal açıdan optimizasyon gerçekleştirilip en iyi formülasyonların istatistiksel modellemeyle belirlenmesi ve sonrasında sakızlarda renk, antimikrobiyal aktivite ve toplam fenolik madde içeriğini belirleyen analizler yapılması planlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Propolis

Propolis, bal arıları tarafından çeşitli bitki yaprakları ile reçinelerinden sentezlenir ve yapışkan özelliğinden dolayı kovanın çeşitli tehlikelere karşı korunmasında önemli rol oynamaktadır. Oda ve vücut sıcaklığında yapışkan bir özellik gösterirken, Şekil 2.1’de görüldüğü üzere soğutulduğunda sert bir yapı haline gelmektedir (Viuda-Martos ve ark. 2008, Sforcin 2016).



Şekil 2.1. Propolis

Propolisin kelime anlamı olan şehrin (kovanın) savunulması, kelimeyi oluşturan ‘pro’ ve ‘polis’ sözcüklerinin anlamlarından ileri gelmektedir. Burada ‘pro’ savunma anlamına gelirken, ‘polis’ ise şehir demektir (Ghisalberti 1979). Propolisin kimyasal kompozisyonu, coğrafik köken (Kumazawa ve ark. 2004, Lu ve ark 2005, Kalogeropoulos ve ark. 2009), propolisi toplayan bal arılarının türleri ya da ırkları (Miorin ve ark. 2003, Silici ve Kutluca 2005, Sawaya ve ark. 2006, da Cunha ve ark. 2013) ve toplandığı sezona bağlı olarak değişmektedir (Bankova ve ark. 1998, Sforcin ve ark. 2000, Chen ve ark. 2008). Ham propolis, % 50 reçine (Flavanoidler ve fenolik asitler içerir), % 30 vaks, % 10 esansiyel ve aromatik yağlar, % 5 polen ve diğer bileşenlerden oluşmaktadır (Burdock 1998). Aldehitler, organik asitler, esterler, hidrokarbonlar, terpenler, fenolik asitler ve onların esterleri, fenolik aldehitler, alkoller, ketonlar olmak üzere 400’den fazla bileşen tespit edilmiştir (Kaškonienė ve ark. 2014). Aynı zamanda bu bileşenlerin propoliste bulunma miktarları ekstraksiyon metoduna da bağlıdır (Bracho ve ark. 1996).

Propolisin uçucu bileşenleri, arıların topladığı bitkilerin suya ulaşılabilirliğine, çevresel faktörlere, bölge ve iklim koşullarının farklılığından kaynaklı coğrafik ve botanik orijinlere göre değişmektedir (Moş ve ark. 2010). Son zamanlarda propolisin coğrafik kökeninin belirtilmesi önem kazanmaya başlanmıştır. Uçucu bileşenlerin de miktarı ve çeşitliliği bu duruma bağlı olduğu için daha ilgi çekici hale gelmiştir. Propolisin coğrafik kökeninin belirlenmesi için bir çok yöntem kullanılmakla birlikte, HPLC, TLC, EASI-MS en çok kullanılan yöntemlerdendir (Cheng ve ark. 2013).

Cheng ve ark. (2013), 4 farklı bölgeden toplanan propolislerin coğrafik orijini belirlemek için yaptıkları çalışmada, tepe boşluğu analizleri ve kemometrik metodların kombinasyonunun başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

## **2.2 Propolisin Biyoaktif Özellikleri**

Propolis antik zamanlardan beri çok kıymetli bir ürün olarak nitelendirilmiş ve antioksidan, antimikrobiyal, antiinflammatör, antiviral, antitümör ve diğer önemli özelliklerinden dolayı geleneksel tıpta ilaç ve hastalıklara çare olarak kullanılmıştır (Banskota ve ark. 2001, Bankova 2005, Scazzocchio ve ark. 2006, Alencar ve Oldoni 2007, Sforcin 2007). Bir ilacın veya doğal ürünün mikrobiyal enfeksiyonları tedavi etmede kullanılmasında en önemli nokta sağlıklı insan hücrelerine karşı sitotoksik olmamasıdır. Dünyanın farklı yerlerinden toplanan çeşitli propolis tiplerinin (kahverengi, yeşil, kırmızı, sarı) bir çok kanser hücresine karşı sitotoksik olduğu kanıtlanmıştır (Machado ve ark. 2016). Propolisin biyolojik aktivitesi, içerdiği flavanoidler ve diğer fenolikler olmak üzere fenolik bileşiklere bağlanmaktadır (Huang ve ark. 2014).

Valencia ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada propolisin biyolojik aktivitesini etkileyen bu biyoaktif bileşenlerin mevsimlere göre farklılık gösterdiğini ispatlamışlardır. Bu çalışma doğrultusunda, sonbahar ve yaz aylarında elde edilen propolislerin kış ve ilkbahara göre daha yüksek miktarda fenolik ve flavanoid içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Andrade ve ark. (2017), farklı propolislerde yaptıkları çalışmalarda kahverengi, yeşil ve kırmızı propolisler arasında en yüksek toplam fenolik madde içeriğine 91.3 mg GAE/g ile kırmızı propolisin sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu 3 propolisin benzer biyoaktif bileşenlere sahip olduğu fakat miktarlarının farklı olduğunu rapor etmişlerdir. Artepellin C,



kaempferide, kaempferol, pinocembrin flavanoidleri, p-kumarik, klorogenik, kafeik asit fenolik asitleri kahverengi ve yeşil propolislerde en baskın bileşenler olarak bulunmuştur. Kırmızı, kahverengi ve yeşil propolislere yapılan antioksidan analizinde ise FRAP, ABTS+, DPPH metotlarında kırmızı propolisin antioksidan aktivitesi diğerlerine göre daha yüksek bulunmasına rağmen, ORAC metodunda yeşil ve kırmızı propolisin antioksidan değerleri kahverengi propolise göre daha yüksek bulunmuştur. Osés ve ark. (2016), propolis örneklerinde antioksidan aktiviteyi incelemişlerdir. Hazırladıkları propolis ekstraktlarının 1184.66 ile 1400.86 µmol Troloks/g arasında antioksidan kapasiteye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Escriche ve Juan-Borrás (2018) ekstraksiyon metodunun propolisin verimi, toplam fenolik içeriği ve fenolik profilindeki spesifik bileşenlerin miktarına etkisini araştırmışlardır. Çalışılan propolis örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli bir verim farkı bulmuşlardır. Bunun sebebinin ise propolis örnekleri içinde bulunan yabancı madde oranları olduğu belirtilmiştir. Kullandıkları 3 ekstraksiyon metodu olan çift maserasyon, çift ultrasonikasyon ve maserasyon-ultrasonikasyon yöntemleri arasında toplam fenolik içeriği bakımından bir fark bulamamışlardır.

Propolisin antibakteriyal etkiye sahip olması birçok çalışmanın konusunu oluşturmuştur. Propolis, *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus*, *Nocardia asteroides*, *Rhodococcus equi*, *Staphylococcus auricularis*, *S. epidermidis*, *S. capitis*, *S. haemolyticus*, *S. warnerii*, *S. mutans*, *S. hominis*, *Streptococcus cricetus*, *St. faecalis*, *St. pyogenes*, *St. pneumoniae*, *St. sobrinus* ve *St. viridians* gibi aerobik bakterilere karşı antibakteriyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Fokt ve ark. 2010). Salomoa ve ark. (2008)'nın çalışmasında; Brezilya propolisinin gram negatif bakterilere kıyasla gram pozitif bakterilere karşı daha etkili şekilde antibakteriyal özellik gösterdiğini tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, etanolik ekstraktların gram pozitif bakterilere karşı olan inhibisyon gücü, gram negatiflere göre daha yüksek olması tespit edilmiştir (Ahuja ve Ahuja 2011, De Castro 2001, Fokt ve ark. 2010, Grange ve Davey 1990, Harfouch ve ark. 2016, Lotfy 2006, Martinotti ve Ranzato 2015, Uzel ve ark. 2005, Wagh 2013). *Streptococcus mutans* bakterisi, ağız içerisinde kalıntı olarak kalan gıdalardan çeşitli polisakkaritler sentezler ve bunların dişler üzerinde birikmesi sonucu bir film tabakası oluşarak, diş çürüklerine sebebiyet vermektedir. Park ve ark. (1998), yaptıkları çalışmada propolisin etanolik ekstraktının *Streptococcus mutans* üzerine inhibisyon etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Propolisin antibakteriyal etkisi, aromatik

bileşenlerinden olan kafeik asit ve flavonoidlerin varlığıyla doğrudan ilişkili olarak gösterilmektedir (Parolia ve ark. 2010). Propolis, bakterinin hücre duvarını yok ederek, hücre bölünmesini durmasına sebep olur ve böylece protein sentezini sonlandırarak antibakteriyel etkiye sahip bir ajan olarak hareket eder (Lotfy 2006, Machado ve ark. 2017). Propolisin önemli aktif bileşenlerinden biri olan pinokembrin, *Streptococcus spp*'ye karşı antibakteriyel aktivite gösterir. *Helicobacter pylori* ve Apigenin'e karşı bir diğer aktif bileşen olan artepilin C, p-Kumarik asit ve 3-fenil-4-di hidrosinnamilokinamik asit ise bakteriyel glikosiltransferazı kuvvetle sınırlandırır (Martinotti ve Ranzato 2015). Propolisin önemli fonksiyonel özelliklerinden bir diğeri ise antifungal özelliğe olmasındır. Propolis farklı mantarlara karşı aktivite göstermiştir (Acikelli ve ark. 2013, Aghel ve ark. 2014, AL-Waili ve ark. 2012, Alvareda ve ark. 2015, Franchin ve ark. 2016, Kartal ve ark. 2003, Marcucci 1995). Propolisin aflatoksijenik mantarları inhibe ettiği, ve ayrıca *Aspergillus flavus*'taki konidial büyümeyi yavaşlattığı tespit edilmiştir. 3-asetilpinobanksin, pinobanksin-3-asetat, pinokembrin, p-kumarik asit ve kafeik asit gibi 26 bileşenin, mantar önleyici aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, aktif bileşenlerden kafeik asit, *Helminthosponum carbon*'e karşı antimikotik aktivite göstermiştir (Özcan 1999). Ayrıca propolis, mayaya karşı fungusit etki göstermiştir (Sforcin ve ark. 2000).

Bittencourt ve ark. (2015), propolisin metabolit profili, antioksidan aktivitesi ve antibakteriyel aktivitesini araştırdıkları çalışmada gaz kromatografisinde 100 den fazla pik belirlemişler ve bunların sadece 29 tanesini başarılı bir şekilde tanımlamışlardır. Bunların içerisinde, terpenler, yağ asitleri ve esterlere ait bileşenler bulunmaktadır. *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* ve *Micrococcus luteus*'a karşı antibakteriyel aktivitesinin incelenmesi sonucunda ise kahverengi propolisin, yeşil propolise göre bu bakteriler üzerinde daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Cottica ve ark. (2015), propolisin antioksidan aktivitesi, fenolik içeriğini belirlemek için yaptıkları çalışmada ekstraktların DPPH radikalini indirgeme kapasitesini EC50 değeri üzerinden belirlemişler ve 26,39-101,68 µg/ml olarak bulmuşlardır. Ayrıca polifenollerin, propolisin alkol ekstraktında, sulu ekstrakta göre daha iyi ortaya çıktığını da belirtmişlerdir.

Propolisin antiviral etkiye sahip olması bilinen bir diğer fonksiyonel özelliğidir (Sforcin 2016). Propolisin antiviral özelliğinden sorumlu bileşenler sitotoksik olarak adlandırılan; kaempferol, acacetin, kuersetin, galangin ve chrysin içeren flavonoidlerdir (Marcucci 1995).

Bir diğer aktif bileşen olan izopentil, spesifik olarak A1 Honey Kong (H3N2) grip virüsüne karşı inhibe edici aktivite gösterdi. Ek olarak propolis, kuş gribi virüsüne, Rift vadisi ateş virüsüne, Newcastle hastalık virüsüne, herpes bursal hastalık virüsüne ve grip virüsüne karşı antiviral aktivite göstermiştir. (El Hady ve Hegazi, 2002).

Propolisin bir diğer popüler çalışma alanı ise kanser hücrelerine yönelik etkisidir. Propolisin içeriğinde bulunan, Kafeik asit fenetil ester ve Artepillin C bileşenlerinin antitümoral birçok çalışma ile tespit edilmiştir. (Chan ve ark. 2013; Anjum ve ark. 2018). Propoliste bulunan bu aktif bileşenler, tümör hücrelerinde gerçekleşen DNA sentezini durdurarak, çoğalmalarına engel olmaktadır. Propolis, beyaz kan hücrelerini harekete geçirerek, vücudun bağışıklık sistemini güçlendirir. Kemik iliği kökenli, büyük lenfositli “doğal öldürücü hücreler” ile bağışıklık sisteminin diğer temel elemanları olan B ve T lenfositlerini organize eder (Salomão ve ark. 2011; Wagh 2013). Watanabe ve ark. (2011)’nin Türkiye propolis örnekleri üzerine yapmış olduğu bir çalışmada, propolisin içeriğinde yer alan lösin ve üridinin varlığı sebebi ile kansere neden olan hücrelerin sentezini geciktirdiğini saptamıştır.

Propolisin fonksiyonel özellikleri üzerine yapılan çalışmalardan anlaşılan şudur ki; propolis, antibakteriyel, antiinflamatuvar, antitümoral, antioksidan ve antiviral olma gibi çoklu etkiye sahip bir maddedir. Fakat propolisin tüm bu özellikleri, içeriğindeki fenolik maddeler ile pinokembrin, galangin ve pinobanksin gibi diğer bileşenlerin etkileşimine bağlıdır (Castaldo ve Capasso, 2002, Tosi ve ark. 1996, Wagh 2013). Ek olarak, iklim, arı türü, mevsim gibi çevresel faktörlere de bağlılık göstermektedir.

## 2.3 Propolisin Kullanımı

Antioksidan, antibakteriyel ve antifungal aktivitelerinden dolayı propolis gıda teknolojisinde kullanılmaktadır. Propoliste bulunan bileşenler, tipik gıda bileşenleri, gıda katkıları ve genel olarak güvenli maddeler (GRAS) olarak değerlendirilmektedir (Burdock 1998). Geleneksel olarak, Mısırlılar arı tutkallı olarak adlandırdıkları ürünü kadavralarını mumyalamak için kullanmışlardır. Yunan ve Romalı hekimler ise bir antiseptik ve yara tedavisinde kullanmışlardır (Patel 2016). Propolisin antibakteriyel olarak kullanımı 17 ve 20. yüzyıllarda Avrupa'da popüler hale gelmiştir. 19. yüzyılın sonlarına doğru propolis, iyileştirici özelliğinden dolayı çok fazla kullanılmıştır. 2. Dünya Savaşında ise Sovyet kliniklerinde tüberküloza tedavi olmuştur. Son zamanlarda da propolis, doğal bir ilaç ve iyileştirici bir ajan olarak belirtilmektedir. Antimikrobiyal, antiviral ve antioksidan özelliklerinden dolayı kozmetik sektöründe, geleneksel tedavilerde (soğuk algınlığı, yaraların iyileşmesi, akne, yanıklar, nörodermatit gibi) kullanılmaktadır. Ticari olarak diş macunu, ağız suyu, boğaz pastili, krem ve toz şeklinde satılmaktadır (Ishida ve ark. 2018). Bu örneklerle ilave olarak, Şekil 2.2'de Fransa'da satışa sunulan propolisli sakız verilmektedir.



**Şekil 2.2.** Fransa'da üretilmiş propolisli sakız

Propolisin gıda ürünlerindeki kullanım miktarı, duyuşal parametreden ötürü oldukça önem arz etmektedir. Propolisin ürünlere yüksek konsantrasyonda eklenmesi tatta acılık ve burukluğa dolayısı ile istenmeyen bir tada sebep olup, ürünün karakteristik tat-aromasını değiştirmektedir (Banskota ve ark. 2001, Naczka ve Shahidi 2004).

Ham propolisin gıda olarak kullanılabilmesi için saflaştırılması gerekmektedir. Bu proses, vaks materyalini ayrılıp, propolisin biyoaktif özelliklerini ortaya çıkaran en önemli bileşenler olarak nitelendirilen polifenol fraksiyonun korunmasını gerektirmektedir. Propolisin ekstraksiyonunda kullanılan en popüler teknik, aktif bileşenlerin kolaylıkla çözünebildiği etanol ile hazırlanmaktadır (Pietta ve ark. 2002). Sun ve ark. (2015), propolis ekstraksiyonu için hazırlanan etanol/su çözeltisinin oranının da fenolik bileşenler üzerine etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Cunha ve ark. (2004)'nın çalışmasında, en yüksek miktarda faydalı bileşene sahip olan ve en verimli propolis özütünün elde edildiği ekstaksiyonlarda çözücü olarak % 70'lik etanol/su oranına sahip solvent kullanılmıştır.

Propolis, ticari olarak satılan ekstraktlarda; suda, etanolde, gliserolde, zeytinyağında ve propilen glikolde çözerek hazırlanmaktadır. Bu ürünler hem yukarıda belirtilen nedenlerden ötürü hem de içerdiği farklı solventlerden ötürü gösterdiği biyoaktif özelliklerinin dereceleri de değişmektedir. %60'lık etanol, yağ, propilen glikol ve gliserol kullanılarak hazırlanmış propolis ekstraktlarının, bazı bakteriler, dermatofitler ve mayalardan oluşan toplam 10 adet mikroorganizmaya karşı gösterdiği antibakteriyal özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, yağ bazlı ekstrakt ile gerçekleştirilen analizde tüm mikroorganizma türleri üzerinde inhibe edici özellik gösterdiği gözlemlenmiş olup, etanol ve gliserollü propolis ekstraktlarının yağ ve propilen glikol ekstraktlarına göre nispeten daha az mikroorganizma türünde etkili olabildiği gözlemlenmiştir (Tosi ve ark. 1996). Etanollü ekstraktın hazırlanmasında kullanılan alkol miktarının %70'den az olması antibakteriyal etkisinin azalmasına yol açmış olabilir. Ayrıca sıvı halde oldukları için, taşıma ve muhafazası da zor olmaktadır.

## **2.4 Sakız**

Sakızlar, plastik benzeri yapıya sahip olan ve son üründe istenen özelliklere göre şeker, poliöl, sakız mayası, aroma, renklendirici, tatlandırıcı ve farklı katkıları olmak üzere değişen içeriğe sahip bir üründür (Valduga ve ark. 2012). Sakız, suda çözünür devamlı ve kesikli faz (sakız mayası) olmak üzere 2 fazdan oluşmaktadır. Bu fazlar genellikle sırasıyla 1:3 oranı ile hazırlanır. Aroma verici bileşenlerin konsantrasyonu yaklaşık %1 olmaktadır (Potineni ve Peterson 2008). Sakızın temel hammaddelerinden biri olan sakız mayası, sakıza mekanik çiğneme özelliğini kazandırmaktadır (Tisdale ve Wilkins 2014). Sakız mayası sakızın suda

çözünmeyen fazıdır ve yaklaşık %20-30'unu oluşturmaktadır (Valduga ve ark. 2012). Sakız mayası %10-30 elastomer, %2-18 elastomer solventi, %15-45 polivinil asetat, %2-10 emülsifiyer, %0,5-15 düşük molekül ağırlıklı polietilen, %0,5-10 vakslar, % 20-35 plastikleştirici, %0-5 dolgu materyali içermektedir. Sakız mayasının kompozisyonu üretici firmalar tarafından ticari bir sır olarak saklansa da genellikle bu bileşenlerden oluşmaktadır (Fritz 2006). Sakızın suda çözünen fazında ise şekerli sakız için; dekstroz, sukroz, früktoz, maltoz gibi şeker tatlandırıcılar (%60), şeker alkolleri (<%1), gliserin (<%1), aroma (%0,5-1) maddeleri bulunur. Sukrozun partikül boyutu son ürünün duyu kalitesi için çok önemlidir. Büyük partiküller kumlu yapıya sebep olmaktadır. Şekersiz sakızların bileşiminde ise, şeker alkolleri (%50-60), gliserin (%5-6), aroma (%1-15) ve yüksek yoğunluklu tatlandırıcılar bulunmaktadır (Potineni ve Peterson 2008). Sakız mayasının işlenebilirlik durumu, üretim prosesinin seçilmesinde önemli rol oynamaktadır. Sakız üretiminde geleneksel metot, dondurma-öğütme-tabletleme metodu ve direkt kompresyon metodu olmak üzere 3 farklı metot kullanılmaktadır. Uygun metodun seçilmesinde, sakız mayasının tipi, aktif bileşenler ve formülasyon dikkate alınmaktadır (Valduga ve ark. 2012).

Sakızlar şekerleme sektörü için önemli ürünlerdir. Ayrıca sakızlar, diş hastalıkları gibi bazı hastalıkların tedavisinde, fonksiyonel bileşiklerin taşınmasında, stresin düzenlenmesinde kullanılmaktadır (Deshpande ve Jadad 2008, Ribelles ve ark. 2010, Hetherington ve Regan 2011, Smith ve ark. 2012, Hearty ve ark. 2014). Sakızlar temel olarak şekerli sakız, şekersiz sakız, kaplanmış sakız ve tıbbi sakız olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadır. Şekerli ve şekersiz sakız arasındaki temel fark, şekersiz sakızda şeker yerine şeker alkolleri ya da yüksek yoğunluklu tatlandırıcılar kullanılmasıdır. Kaplanmış sakızlarda ise, kaplama materyali sakızın su aktivitesini kontrol ederek, raf ömrünü uzatmaktadır. Bu sakızlar farklı aromalar eklenerek, son üründe istenen özelliklere göre draje, stik gibi çeşitli şekillerde üretilmektedir (Konar ve ark. 2016).

Tıbbi sakızlar kontrollü bir şekilde salınımı olan, farmasötik, nutrasötik bileşenler içerirler ve bu sebeple ilaç taşıyıcı sistemler olarak da adlandırılırlar (Maggi ve ark. 2013). Her yaşta insanın çiğnemesi, aktif bileşenlerin salınımının kontrol edilebilmesi, lokal ağız hastalıklarının tedavisi için ağızda bulunma durumu gibi faktörleri dikkate alındığında sakızlar ilgi çekici ve etkili ilaç taşıyıcı sistemler olarak belirtilmiştir (Yang ve ark. 2004).

Ağızda uzun süre durması sonucunda diş çürüklerinin önlenmesi, yol tutması, sigarayı bırakma, ağrı kesici, antioksidan, oral antifungal, uyanıklık, orta kulak iltihabı, mide bulantısı önleyici, antiseptik, iyileştiricilik gibi terapötik durumlarda kullanmak için çok uygun bir üründür. Ek olarak, sakızda bulunan biyoaktif bileşenler ya da ilaçlar oral mukoza tarafından absorbe edildiğinden dolayı daha hızlı bir terapötik etki ortaya çıkarabilmektedir (Maggi ve ark. 2013). Bazı aktif bileşenlerin dokularda biyoyararlılığı ve dağılımı üzerine yapılan araştırmalar, sakızların avantajlı ürünler olduğunu göstermiştir (Yang ve ark. 2004).

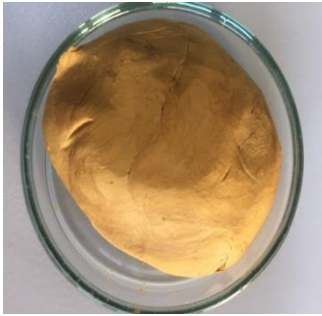
### 3. MATERYAL ve METOD

#### 3.1 Propolis Örneklerinin Toplanması

Kırklareli bölgesinde, meşe ağacı (*Quercus spp.*) bitki orijininin yoğunlukta olduğu bir habitatta yaşayan arı topluluğunun ürettiği ham propolis, Demirköy Bal Üreticiler Birliği yardımı ile sabit arıciğan temin edilmiştir.

#### 3.2 Propolis Reçinesinin Eldesi

Sakızlarda kullanılacak propolis reçinesi Oruç ve ark. (2014)'un belirttiği yöntem ile balmumu, yabancı maddeler ve büyük parçalardan (tahta parçası, çuval parçası, ölü arı, böcek ve benzeri gereksiz atıklardan) saflaştırılıp sakıza ilave edilmiştir. Bu işlemde propolis -20°C'de dondurulduktan sonra kahve değirmeninde (DeLonghi KG 49) öğütölmüş, %70'lik etil alkol-sü solüsyonunda çözöndürölmüştür. Sonrasında süzölerek gereksiz maddelerden ayrılması sağlandıktan sonra filtrat içinde bulunan balmumunun soğutularak uzaklaşması sağlandıktan sonra evapore edilerek alkolden uzaklaştırılmıştır. Elde edilen reçinenin görüntüsü şekil 3.1'de verilmiştir. Bu işlem bir Rotary evaporatör ile (vakum altında ve 40 °C de) elde edilen reçine değişen oranlarda sakıza işlenmiştir.



Şekil 3.1 Propolis reçinesi



### 3.3 Sakız Örneklerinin Üretilmesi

Sakız örnekleri hazırlamak için konvansiyonel sakızlar için kullanılan sentetik sakız mayası ve McGowan ve ark. (2005) tarafından uygulanan yöntem esas alınmıştır. Tanecik formunda sakız mayası tedarik edilip belirttikleri metotla sakız üretimi gerçekleştirilmiştir. Şekerli ve şekerli sakızların yapımında Design Expert 7.0.0. (USA) programının karışım dizaynı seçilip sakızı oluşturan bileşenlerin ön denemeler sonucunda bulunan formülasyondaki minimum ve maksimum oranlarıyla deneme deseni oluşturulmuştur. Bu oranlar yapılan ön çalışmalara göre şöyle bulunmuştur; % 15-40 sakız mayası, % 0,1-10 propolis, % 30-70 pudra şekeri, % 5-25 glukoz şurubu. Şekerli sakız için deneme deseni Çizelge 3.1'deki gibidir. Şekerli sakız üretimindeki deneme deseni oluşturulan (Çizelge 3.2) sakız bileşenlerinin oranları yapılan ön çalışmalara göre şöyle bulunmuştur; %15-40 sakız mayası, % 0,1-10 propolis reçinesi, % 30-70 sorbitol, % 5-25 sıvı sorbitol. Formülasyonlardaki içeriklerin toplamı %98'dir. %2'lik kısım gliserin gibi katkı maddeleri için opsiyonel olarak ayrılmıştır. Sakız üretim metodu şu aşamaları içermektedir; tanecik formundaki sakız mayaları mikrodalga fırında 3 dakika bekletilip eritilmiştir. Diğer sıvı bileşenler (şekerli sakızda-glukoz şurubu, lesitin, gliserin; şekerli sakızda-sıvı sorbitol, gliserin, lesitin) erimiş sakız mayasıyla 5 dakika karıştırılmıştır. Sonrasında şekerli sakızda pudra şekeri, şekerli sakızda sorbitol azar azar sakız karışımına eklenip 10 dakika yoğrulup dilimlere kesilerek ve şekil verilmiştir (McGowan ve ark. 2005). Şekil 3.2 ve 3.3'te üretilen sakızlar verilmiştir. Bundan sonraki aşamada sakızların kalite parametreleri olan tekstür ve duyu analizinin yapılmıştır.

**Çizelge 3.1 Şekerli propolisli sakız formülasyonu deneme deseni**

Deneme no	Sakız mayası miktarı (%)	Propolis miktarı (%)	Pudra Şekeri miktarı (%)	Glukoz şurubu miktarı (%)
1	18,205	3,390	70,000	6,405
2	36,696	10,000	45,368	5,935
3	33,395	4,239	42,994	17,371
4	22,192	4,876	45,932	25,000
5	15,000	9,720	59,909	13,372
6	15,000	0,100	58,842	24,058
7	40,000	7,612	31,838	18,550

8	28,223	0,100	54,449	15,227
9	36,696	10,000	45,368	5,935
10	40,000	0,106	32,913	24,982
11	40,000	0,768	51,544	5,688
12	32,989	6,322	34,454	24,235
13	25,031	10,000	37,977	24,992

**Çizelge 3.2 Şekersiz propolisli sakız formülsayonu deneme deseni**

Deneme no	Sakız mayası miktarı (%)	Propolis miktarı (%)	Sorbitol miktarı (%)	Sıvı sorbitol miktarı (%)
1	35,72	5,96	51,313	5
2	17,09	0,11	55,79	25
3	22,09	9,68	50,29	15,93
4	22,192	4,876	45,932	25,000
5	20,97	10	42,05	24,98
6	19,07	1,86	70	7,06
7	33,24	8,68	42,62	13,44
8	39,98	2,40	30,61	25
9	15	6,39	59,88	16,73
10	29,55	0,1	52,06	16,28
11	40	9,99	32,24	15,75
12	39,98	2,40	30,61	25
13	23,12	10	59,50	5,37



Şekil 3.2 Propolisli şekerli sakızlar



Şekil 3.3 Propolisli şekerli sakızlar

### 3.4 Tekstür Analizi

Deneme deseninde üretilen ve hazırlanan sakız örnekleri, 3,5 mL'lik kaplara (1,5 cm çap ve 1,5 cm uzunluk) alınıp, silindirik paslanmaz çelik prob (1 cm çap ve 5 cm uzunluk) içeren Tekstür Analiz Cihazı (T.A.HDPlus) kullanılarak analiz edilmiştir. Sakız örneklerine prob 2 mm/s hızla ilk 2 mm penetre edilip ve uygulanan toplam iş, kuvvet-mesafe eğimi kullanılarak kayıt edilmiştir. Böylece hazırlanmış örneklerde sakız hamurunda sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastiklik gibi özellikler tespit edilmiştir (Tuceryan ve ark. 1993).

### **3.5 Duyusal Analiz**

Duyusal değerlendirmede, araştırma sũresince aynı kişilerin olmasına ȳzen gȳsterilerek, 10 eğitimli kişi panelist olarak kullanılmıştır. Sakız ȳrneklelerinin 5 dakika çiğnenmesi istenmiş renk, çiğnenebilirlik, aroma kalıcılığı, sertlik, yapışkanlık, tatlılık, acılık, genel kabul edilebilirlik ȳzelliklerine hedonik skala kullanılarak 0-9 arasında puan vermeleri istenmiştir. Burada 8-9 (ok iyi), 6-7 (iyi), 4-5 (orta), 2-3 (kȳtũ), 0-1 (ok kȳtũ) olarak değerlendirilmiştir (Mason ve Nottingham 2002).

### **3.6 Renk Analizi**

Propolisli sakız ȳrneklelerinin i rengi CIE LAB sistemi dual (ift) xenon ışınlı flash spektrofotometre (Ultrascan XE Hunter Lab) kullanılarak aydınlık / karanlık (L), kırmızılık (a), sarılık (b) değerleri olarak saptanmıştır (Siripatrawan ve ark. 2016).

### **3.7 Fonksiyonel ȳzellik Analizi İçin Sakız Hazırlama Metodu**

Hazırlanmış sakız ȳrneklelerinin ağızda zamana bağlı olarak gȳsterdięi antioksidan, fenolik madde salınımı ve antibakteriyel etkisi ȳzũcũ içinde santrifũjle ekstrakte edildikten sonra incelenmiştir. iğnenen sũre içindeki salınım miktarı ise çiğnenmemiş ȳrnekteki biyoaktif madde miktarı ile çiğnenmiş ȳrnekteki biyoaktif madde miktarının karşılaştırılmasıyla elde edilmiştir. Sakız ȳrneklelerinden hem başlangıçta ve hem de her 1, 5 ve 10 dakikalık iğnemelerden sonra alınacak ȳrneklelerde kalan fenolik bileşenler, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteler analiz edilmiştir. Elde edilen sakızların matriksinden etken maddelerin çıkarılması (ekstraksiyonu) amacıyla tekrar %98 lik etanol ekstraksiyonu kullanılmıştır. Bu amaçla dondurulup toz haline getirilmiş olan sakız ȳrneęi falkon tũplerine konularak (1 g için 10 mL alkol) bir çalkalayıcı ile 12 saat ekstrakte edilip santrifuj edilmiştir. Elde edilen ȳzũtte antioksidan, biyoaktif bileşenler ve antibakteriyel aktivite analizi gram sakız başına hesaplanmıştır. Optimizasyonlar sonucunda 10 farklı panelist sakız ȳrneęini 1, 5 ve 10 dakika çiğneyip, sakız ȳrneklelerinde aynı işlem uygulanarak fonksiyonel ȳzellikler araştırılmıştır.

### 3.8 Antibakteriyel Akrivite Analizi

*Streptococcus mutans* bilinen en önemli karyojenik bakteridir. *S. mutans* diş yüzeylerinde kolonize olabilmekte ve yüksek miktarlarda ekstra ve intraselüler polisakaritler üretebilmektedir. Ön hazırlık işleminden sonra propolisli sakızlardan elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktiviteleri diş çürüklerinde en önemli rol oynayan *S. mutans* bakterilerine karşı disk difüzyon yöntemiyle *in vitro* olarak gözlemlenmiştir. Antimikrobiyal aktiviteleri belirlenecek sakız örneklerinin ekstraksiyonu ‘Fonksiyonel özellik analizi için sakız hazırlama metodu’ bölümünde belirtilmektedir. Sakızdan çözücüye geçen etken maddelerin antimikrobiyal etkisi aşağıdaki yöntemlere göre belirlenmiştir.

*S. mutans* UA159 suşu Nutrient Broth (Difco)’a aşılansak 37±0,1°C’de 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. Sakız ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon tekniğı ile yapılmıştır. Taze test mikroorganizma kültürlerinden 100 µl (106 kob/ml, Mc Farland bulanıklık standardı 0,5) eş değeri hücre, Müller Hinton Agar (MHA, Oxoid) besiyeri içeren petri üzerine pipetlenmiş ve steril drigalski çubuğı ile eşit miktarda yayılmıştır. 20 µl sakız ekstraktı ve Dimetil sülfoksit (DMSO; negatif kontrol) ile emdirilmiş 6 mm çaplı steril diskler (Oxoid), inoküle edilmiş petrilere aseptik olarak yerleştirilerek 4°C de 2 saat bekletildikten sonra 37°C de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda besiyeri üzerinde oluşan inhibisyon zonları mm olarak ölçülmüştür (Aksoy ve ark. 2006).

### 3.9 Toplam Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

Folin-Ciocalteu metoduna göre yapılmış yöntemde Folin-Ciocalteu reaktifi fenolik maddeler ile renkli kompleksler (765 nm) oluşturması esasına dayanır (Singleton ve Rossi 1965). Gallik asidin standart olarak kullanılacağı test ile standart çalışma eğrisine göre mg GAE/g madde miktarı cinsinden sonuç hesaplanmıştır.

### 3.10 İstatistiksel Analizler

Deneme desenlerinden elde edilecek sonuçlar istatistiksel olarak Mixture (karışım) deneme dizaynı kapsamında çalışılmış sakızın kalite parametreleri arasındaki korelasyonlar da Pearson korelasyon katsayısı (R) analizi ile Design Expert 7.0.0. programı kullanılarak belirlenmiştir.

Sonrasında sakızdaki fonksiyonel özelliklerin kıyaslanmasında JMP (release 6.0) paket programı kullanılmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testi ile ortalamalar arasındaki önem dereceleri belirlenmiştir.

#### **4. BULGULAR ve TARTIŞMA**

İstatistiksel modelleme ile optimum tekstür ve duyuşal özellikte propolisli şekerli ve şekerşiz sakız formülasyonları elde edilmiş olup, sonrasında üretilmiş propolisli sakızlarda; renk, antibakteriyal ve toplam fenolik madde içeriği sonuçlarının değerlendirilmiştir.

##### **4.1 Tekstür Analizi ve Duyusal Analiz Sonuçları**

Şekerli ve şekerşiz propolisli sakızların sonuçlarına ait, Design Expert programından elde edilen korelasyonlar ve regresyon katsayıları Çizelge 4.1 (propolisli şekerli sakızlar için) ve Çizelge 4.2'de (propolisli şekerşiz sakızlar için) verilmiştir. Üretilen propolisli şekerli ve şekerşiz sakızlara 10 panelist tarafından duyuşal analiz yapılmıştır.

**Çizelge 4.1 Şekerli sakızlar karışım dizaynı analizinde belirlenen modelin deneysel verilerle korelasyonu ve regresyon katsayıları**

Değişken	Katsayılar										R <sup>2</sup>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>24</sub>	X <sub>34</sub>	
<b>Tekstür</b>											
Sertlik	-4434,164	-	5226,2	15210,6	702,645	-15,110	-9,268	321,903	309,06	-409,693*	0,971
		43403,459	09	01							1
Yapışkanlık	-6,371	-0,613	-2,883	-0,780							0,041
Esneklik	0,004	0,013	0,008	0,007							0,121
Kohesivlik	0,002	-0,016	0,004	-0,018	0,0003	-0,0001	0,0004	0,00006	0,0007	0,00001	0,898
Çiğnenebilirlik	-111,556	747,18	70,108	-	-5,163	1,276	9,714	-12,237	-0,373	1,572	0,924
		7		350,288							
Elastikiyet	0,0007	-0,0003	0,0003	-0,0001							0,749
<b>Duyusal</b>											
Sertlik	0,116	-0,066	0,062	0,006							0,756
Renk	0,002	1,047	0,077	0,393	-0,006	0,0008	-0,002	-0,013*	-0,020	-0,004	0,978
Çiğnenebilirlik	0,077	0,061	0,063	0,015							0,494
Tat-aroma	0,003	-2,022	0,050	0,450	0,022	0,001	-0,004	0,027	0,013	-0,005	0,844
Koku	0,038	0,092	0,060	0,072							0,409
Esneklik	-0,200	-0,786	0,022	0,077	0,016	0,005*	0,004	0,006	0,006	-0,0008	0,951
Yapışkanlık	0,015	0,326	0,021	0,078							0,711
Genel Beğeni	-0,282	-3,374	0,032	0,584	0,047*	0,006*	-	0,038*	0,022	-0,008*	0,971
							0,00002				

X<sub>1</sub>: sakız mayası, X<sub>2</sub>: Propolis, X<sub>3</sub>: Toz şeker, X<sub>4</sub>: Glikoz şurubu <sup>1</sup>

<sup>1</sup> 0,05 önem seviyesi



**Çizelge 4.2 Şekersiz sakızlar karışım dizaynı analizinde belirlenen modelin deneysel verilerle korelasyonu ve regresyon katsayıları**

Değişken	Katsayılar										R <sup>2</sup>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>24</sub>	X <sub>34</sub>	
<b>Tekstür</b>											
Sertlik	196,167	-268,437	366,716	-9,404							0.463
Yapışkanlık	-13,441	-22,484	4,782	-10.891							0.520
Esneklik	0.011	0.010	0.006	0.003							0.470
Kohesivlik	0.0002	-0.056	0.001	-0.005	0.0007	-	0.0002*	0.0006*	0.0008*	0,00004	0.995
						0,00001					
Çiğnenebilirlik	52.274	54.399	12.792	1.688							0.324
Elastikiyet	0.0003	0.0001	0.0003	0.0003							0.057
<b>Duyusal</b>											
Sertlik	0.070	-0.012	0.047	0.059							0.165
Renk	0.455	0.224	0.039	-0.222	-0.014	-0.005	-0.005	0.001	0.003	0.006	0.895
Çiğnenebilirlik	0.071	-0.075	0.023	0.125							0.823
Tat-aroma	0.198	-2.073	0.084	0.242	0.019	-0.002	-0.003	0.025	0.028	-0.003	0.818
Koku	0.079	0.055	0.054	0.073							0.190
Esneklik	0.046	0.094	0.032	0.085							0.217
Yapışkanlık	0.086	-0.121	0.026	0.055							0.719
Genel Beğeni	0.081	-0.073	0.035	0.087							0.620

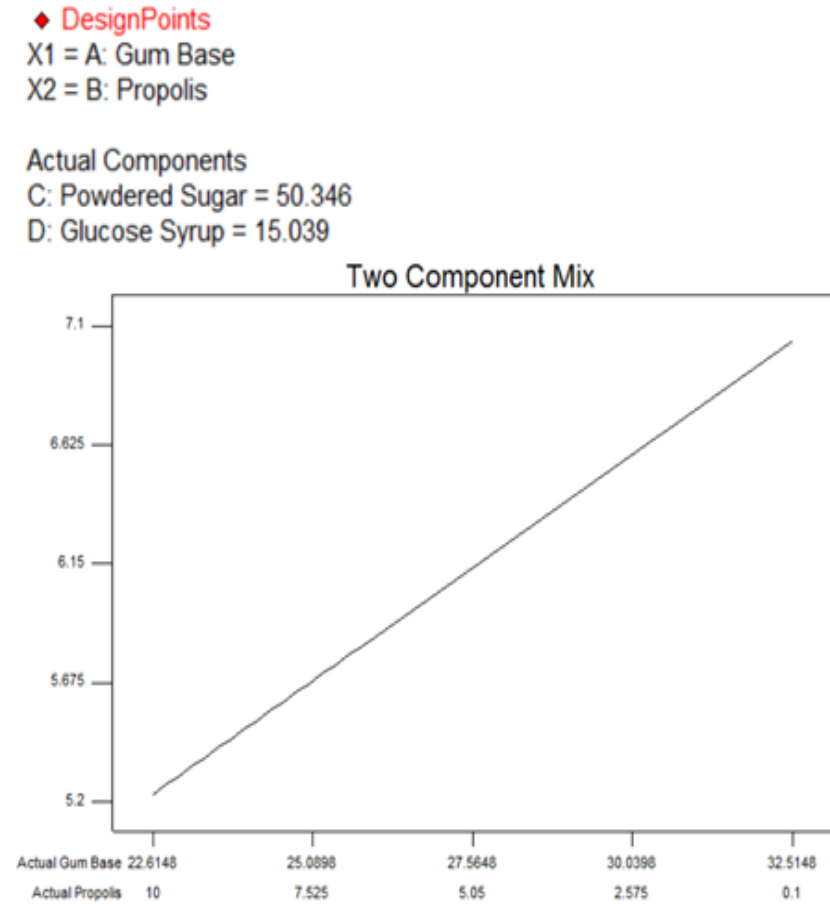
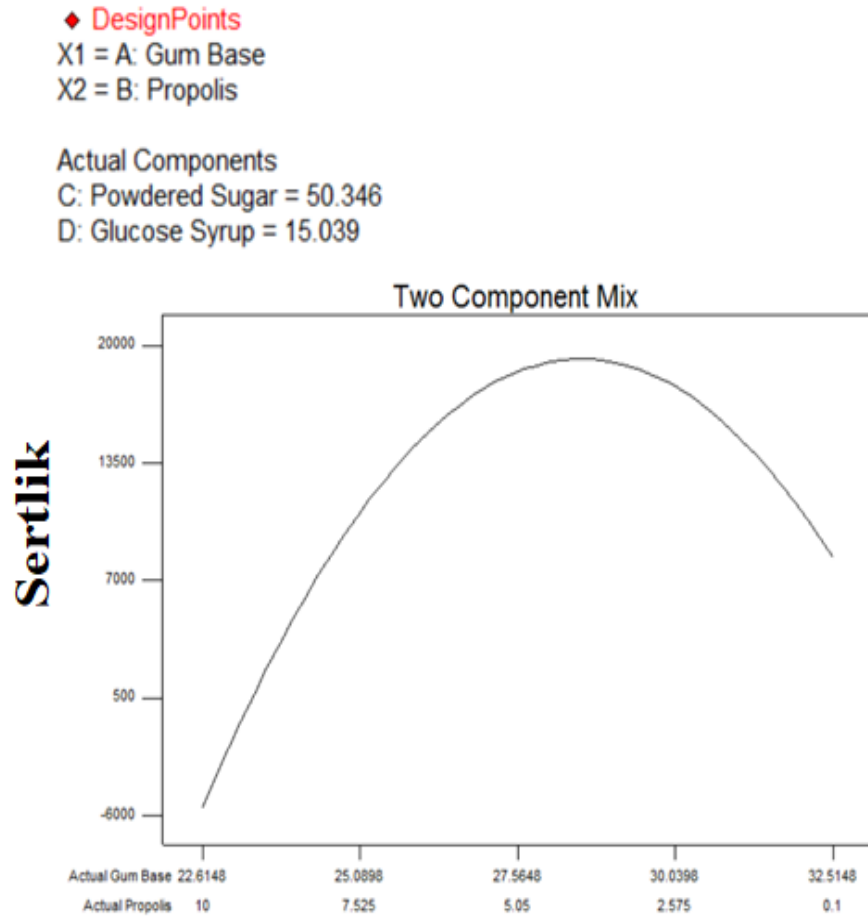
X<sub>1</sub>: sakız mayası, X<sub>2</sub>: Propolis, X<sub>3</sub>: Toz sorbitol, X<sub>4</sub>: Sıvı sorbitol <sup>2</sup>

<sup>2</sup> 0,05 önem seviyesi

Propolis eklenmiş şekerli ve şekerli sakızların sertlik ve yapışkanlık parametrelerindeki tekstür ve duyu analizi sonuçları Şekil 4.1,4.2, 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. Tekstürel olarak sertlik; deformasyon için gerekli olan kuvvet olarak tanımlanır. İlk sıkıştırma çevrimi esnasında pik kuvvetidir (N). Duyusal olarak ise, azı dişleri arasında gıdanın sıkıştırılması için gereken kuvvettir. Tekstür analizinde ise ilk sıkıştırmanın bitip geri çekilmenin başladığı noktaya karşılık gelmektedir (Gerçekaslan ve ark 2007). Şekerli sakızların sertlik analizi incelendiğinde ise, duyu analizi sonuçları ile tekstür cihazında bulunan veriler arasında bir farklılık görülmüştür. Duyusal analiz sonucunda elde edilen değerler, şekerli propolisli sakızların propolis miktarı arttıkça sertliğinin azaldığını göstermiştir. Fakat tekstür cihazından elde edilen veriler ise, propolis miktarı artışının %4-5 değerlerine kadar şekerli propolisli sakızda sertliği artırıp, sonra azalttığını göstermiştir. Bunun da sebebinin duyu analizi sakızların vücut sıcaklığında çiğnenmesinden dolayı propolis reçinesinin bu sıcaklıklarda daha yumuşak ve esnek bir hal almasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tekstür analizinde, ürünlerin hiçbir sıcaklık uygulaması olmadan sadece prop ile ölçüm yapılması da çıkan bu farklılığın bir diğer kanıtını oluşturabilmektedir. Şekerli propolisli sakızların tekstürel sertlik değerleri propolis ilavesi ile azalırken, sakız mayası ilavesiyle artmıştır. Bu sonuç şekerli propolisli sakızla benzerlik göstermektedir ve sakız mayasının oda sıcaklığında sert halde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekerli propolisli sakızların duyu sertlik değerlendirmesinde elde edilen veriler, şekerli propolisli sakızdan elde edilen sonuçlarla uyumlu bulunmuştur. Ayrıca sakız mayası ilavesinin artması da sakızların sertliğini arttırmıştır. Şekerli propolisli sakızların tekstür analizi sonucu elde edilen değerleri ile duyu değerlendirme verileri paralellik göstermektedir. Osés ve ark. (2016) yumuşak bir propolis ekstraktı üretilip bunu bala eklemiştir. Yaptıkları duyu analizleri sonucunda yapısal bakımdan en uygun propolis miktarını % 0,1 olarak belirtmişlerdir. Salatino ve ark. (2005) ise yaptıkları çalışmada propolisin sertliğini triterpenoidlerin etkilediğini belirtmişlerdir.

Yapışkanlık; duyu olarak madde ısırılırken kopmadan önceki deformasyon, fiziksel olarak iç bağların dayanma kuvveti olarak tanımlanmaktadır (Gerçekaslan ve ark. 2007). Hem tekstür hem de duyu analizleri sonucunda elde edilen sonuçlar birbiriyle uyumlu bulunmuştur. Bunlara göre, şekerli sakızların içerisindeki propolis miktarı arttıkça, yapışkanlık değerleri artmıştır. Bunun da sebebinin elde edilen propolis reçinesinin yumuşak ve yapışkan kıvamı olduğu düşünülmektedir. Sakız mayasının artması da oransal olarak propolis miktarının

azalmasına sebep olduğu için yapışkanlık değerinin azalmasına sebep olmuştur. Şekersiz propolisli sakızların tekstürel yapışkanlık değerleri ise, propolis ilavesi ile azalırken, sakız mayası miktarı arttıkça artmıştır. Bu sonuç şekerli propolisli sakızlarla zıt yönde bir grafik şeklinde bulunmuştur. Şekersiz propolisli sakızların duyuşsal yapışkanlık değerleri, tekstür cihazından elde edilen yapışkanlık değerleri ile uyuşmaktadır. Propolis ilavesi yapışkanlığı azaltırken, sakız mayası ilavesi bu değeri arttırmaktadır. Yapışkanlık parametresindeki bu şekerli ve şekersiz propolisli sakızlar arasındaki zıtlık, propolis dışında içerisine girmiş olan diğer bileşenlerden kaynaklanmış olabilir. Şekerli propolisli sakızın bileşiminde bulunan pudra şekeri ve glikoz şurubu karışımı, şekersiz sakızda bulunan toz ve sıvı sorbitol karışımına göre daha yapışkan özellik göstermiş olabilir. Bruschi ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, artan yapışkanlık değerlerinin, karışımı oluşturan bileşenlerin miktarlarındaki değişim sonucunda maddeler arasında gerçekleşen interaksiyonlardan kaynaklandığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.1 Şekerli propolisli sakızların sertlik parametresine göre tekstür ve duyuşal sonuçları <sup>3</sup>

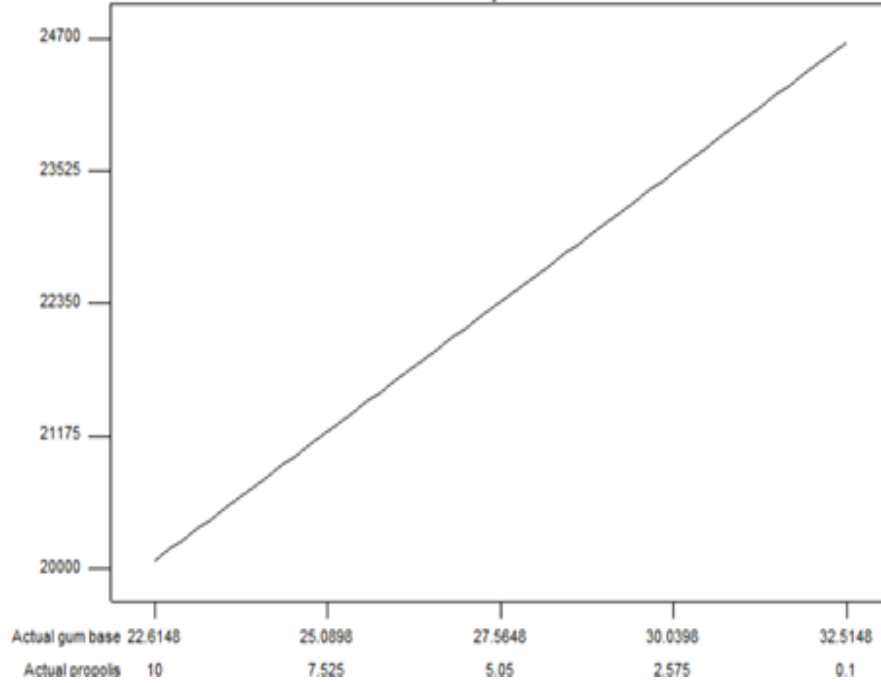
<sup>3</sup> Şekerli propolisli sakızlar için pudra şekeri % 50,346'ya, glikoz şurubu % 15,039'a sabitlenmiştir.

◆ DesignPoints

X1 = A: gum base  
X2 = B: propolis

Actual Components  
C: sorbitol = 50.346  
D: L. sorbitol = 15.039

Two Component Mix

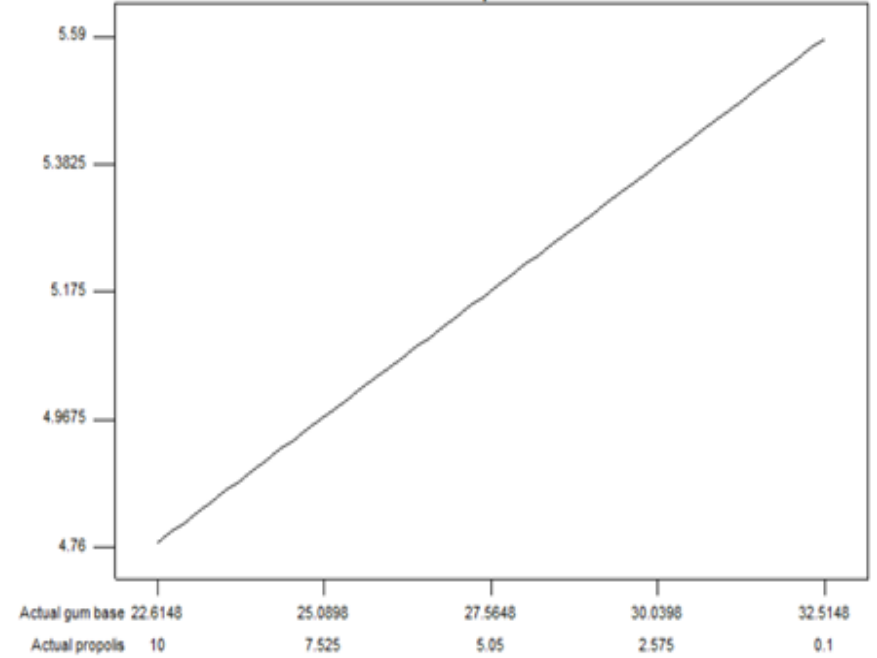


◆ DesignPoints

X1 = A: gum base  
X2 = B: propolis

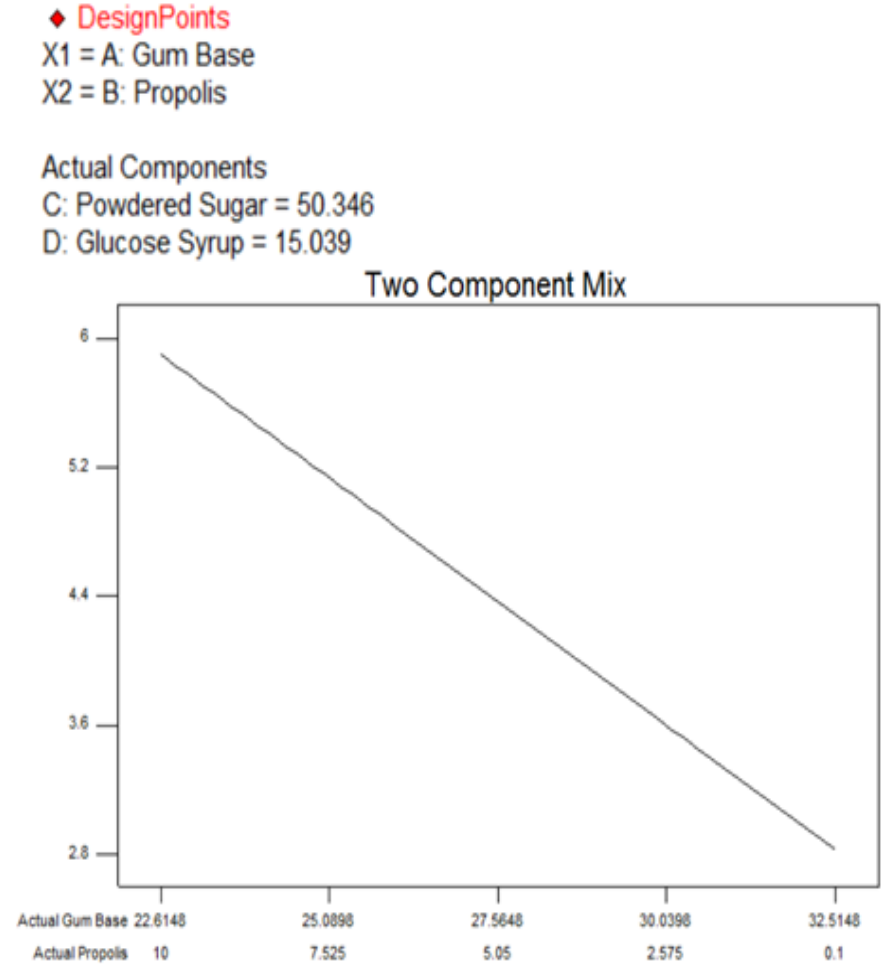
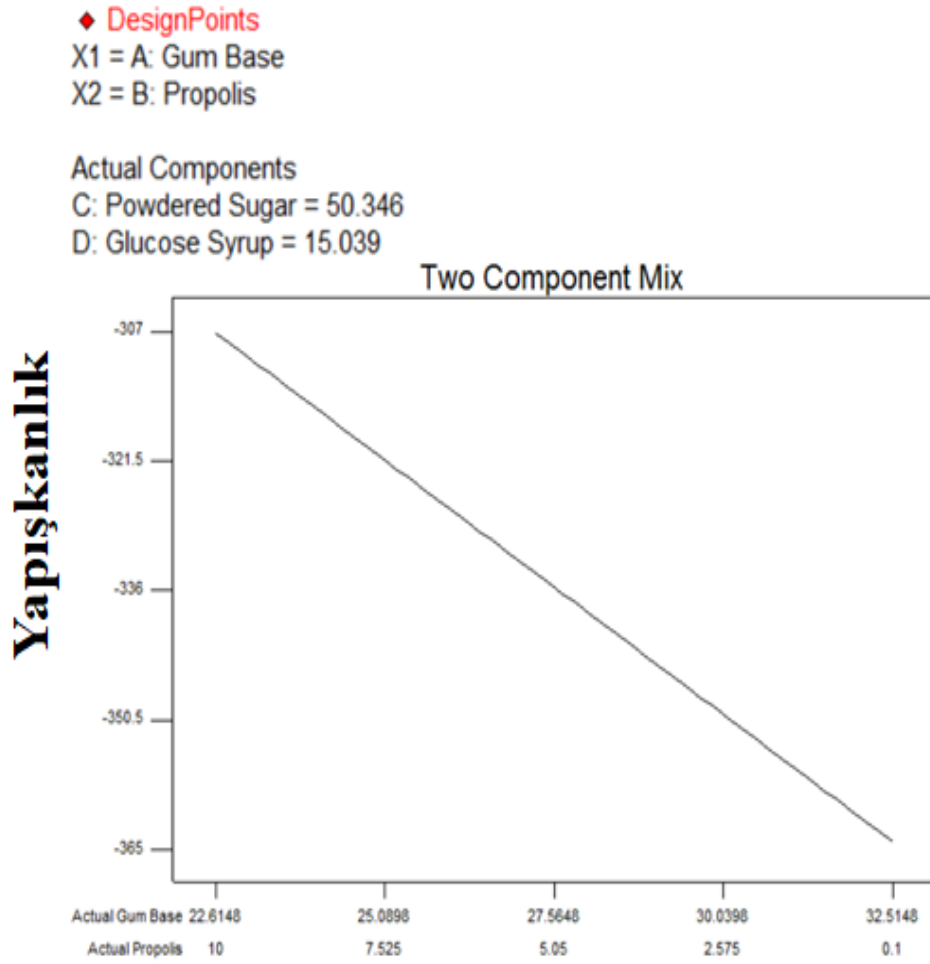
Actual Components  
C: sorbitol = 50.346  
D: L. sorbitol = 15.039

Two Component Mix



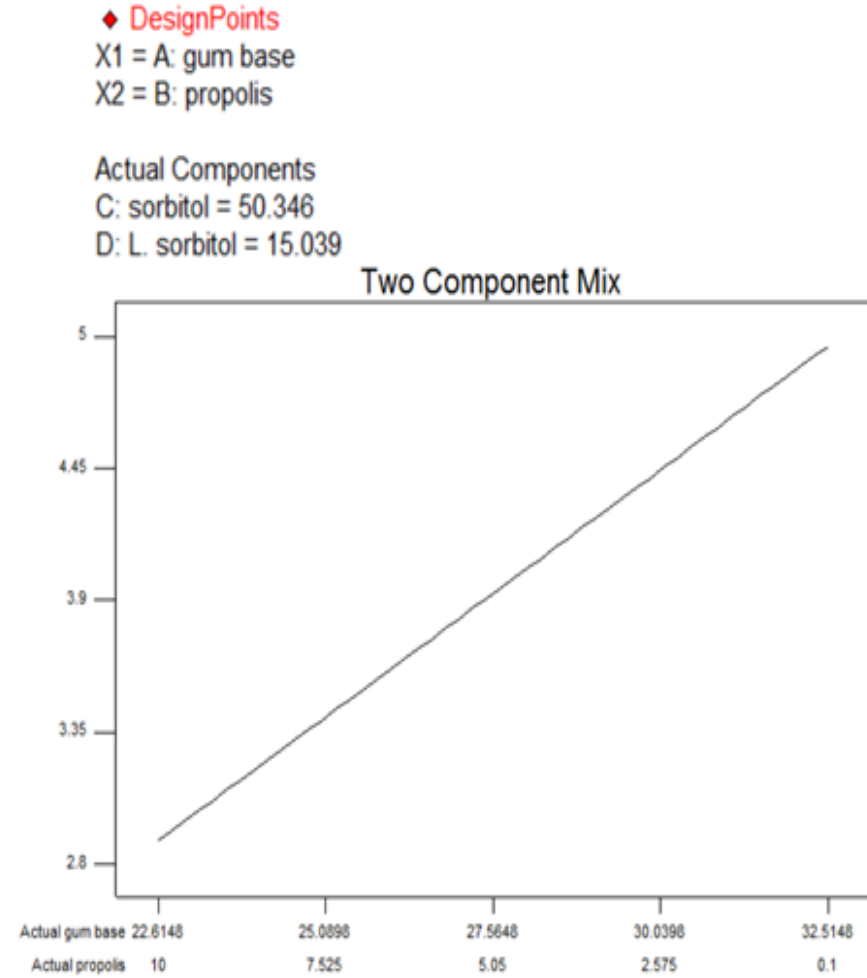
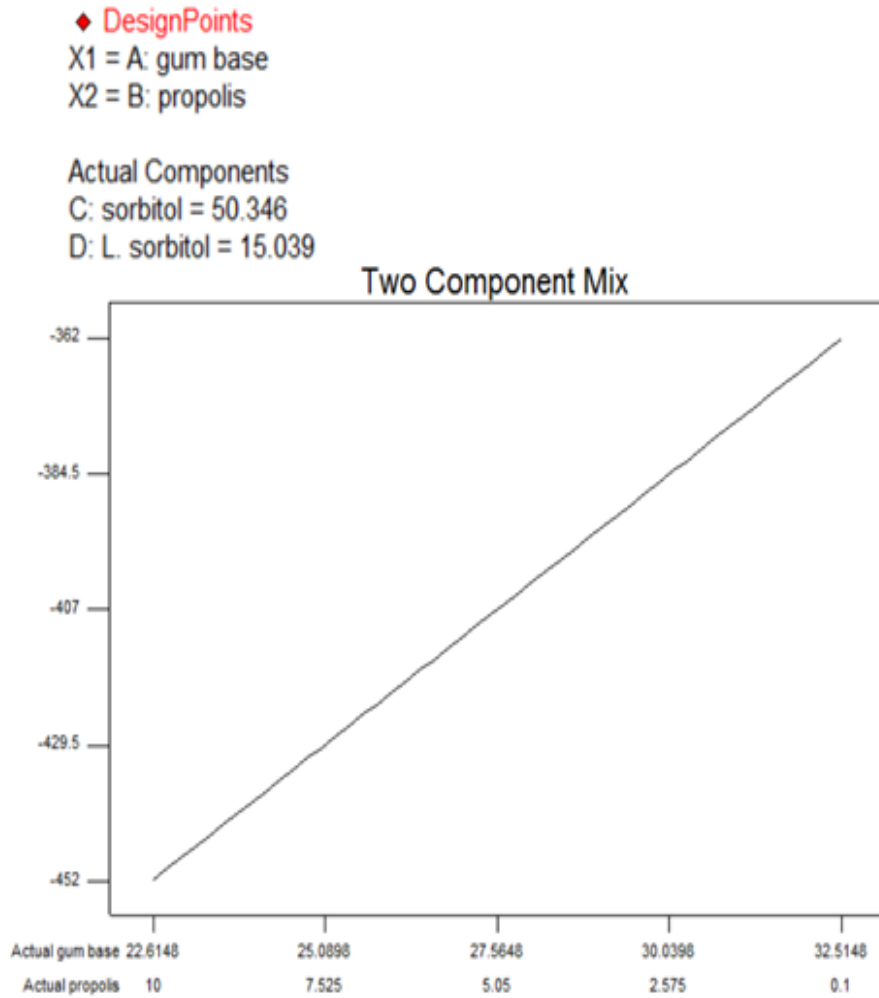
Şekil 4.2 Şekersiz propolisli sakızların sertlik parametresine göre tekstür ve duyu sonuçları<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Şekersiz propolisli sakızlar için toz sorbitol % 50,346'ya, sıvı sorbitol % 15,039'a sabitlenmiştir.



Şekil 4.3 Şekerli propolisli sakızların yapışkanlık parametresine göre tekstür ve duyu sonuçları<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Şekerli propolisli sakızlar için pudra şekeri % 50,346'ya, glikoz şurubu % 15,039'a sabitlenmiştir.



Şekil 4.4 Şekersiz propolisli sakızların yapışkanlık parametresine göre tekstür ve duyuusal sonuçları<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Şekersiz propolisli sakızlar için toz sorbitol % 50,346'ya, sıvı sorbitol % 15,039'a sabitlenmiştir.

## Şekerli sakızların tekstür sonuçları

### ◆ DesignPoints

X1 = A: Gum Base

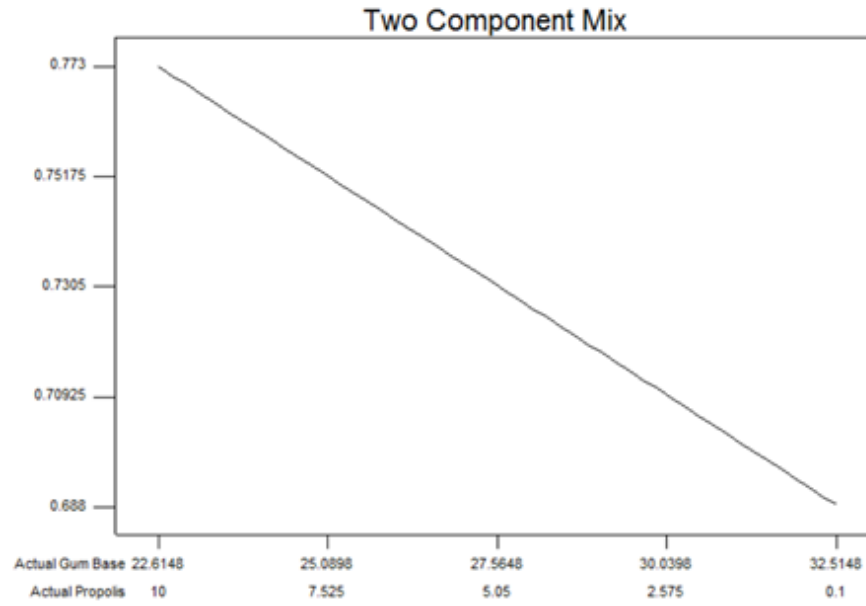
X2 = B: Propolis

Actual Components

C: Powdered Sugar = 50.346

D: Glucose Syrup = 15.039

**Elastiklik**



## Şekerli sakızların duyusal sonuçları

### ◆ DesignPoints

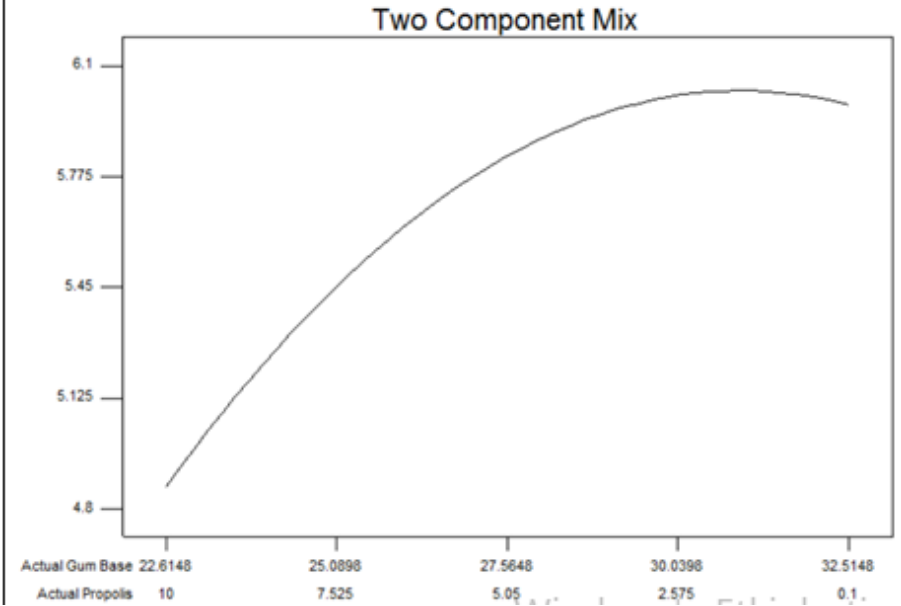
X1 = A: Gum Base

X2 = B: Propolis

Actual Components

C: Powdered Sugar = 50.346

D: Glucose Syrup = 15.039



Şekil 4.5 Şekerli propolisli sakızların elastiklik parametresine göre tekstür ve duyusal sonuçları<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Şekerli propolisli sakızlar için pudra şekeri % 50,346'ya, glikoz şurubu % 15,039'a sabitlenmiştir.



## Şekersiz sakızların tekstür sonuçları

### ◆ DesignPoints

X1 = A: gum base

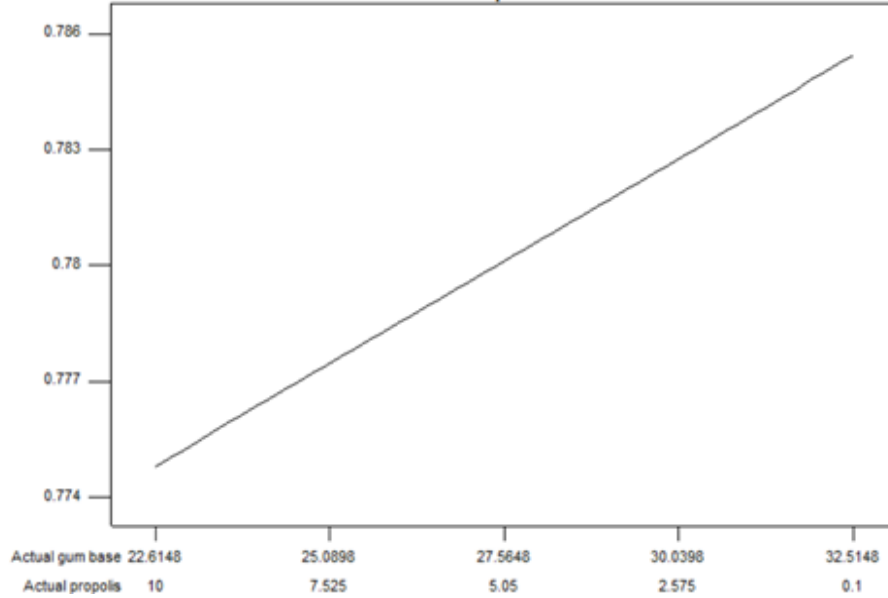
X2 = B: propolis

Actual Components

C: sorbitol = 50.346

D: L. sorbitol = 15.039

Two Component Mix



## Şekersiz sakızların duyusal sonuçları

### ◆ DesignPoints

X1 = A: gum base

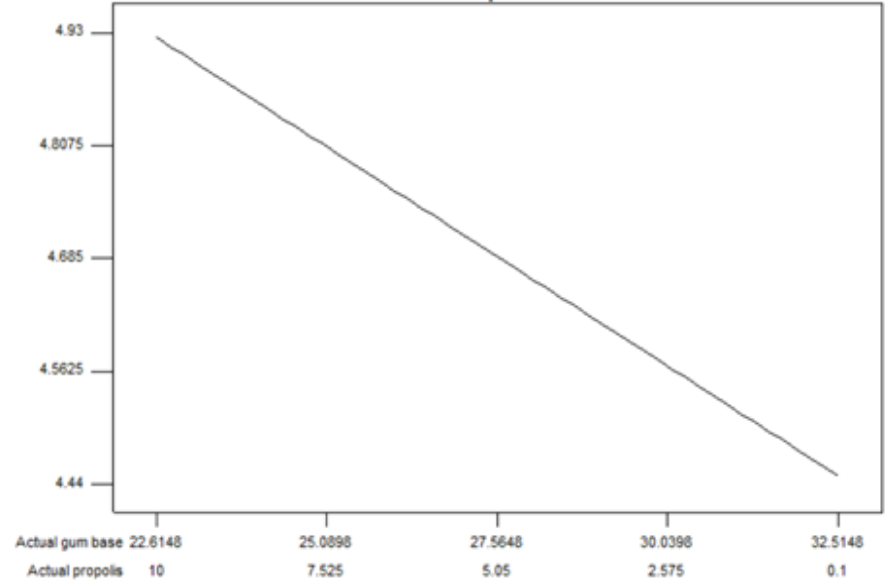
X2 = B: propolis

Actual Components

C: sorbitol = 50.346

D: L. sorbitol = 15.039

Two Component Mix



Şekil 4.6 Şekersiz propolisli sakızların elastiklik parametresine göre tekstür ve duyusal sonuçları<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Şekersiz propolisli sakızlar için toz sorbitol % 50,346'ya, sıvı sorbitol % 15,039'a sabitlenmiştir.

◆ DesignPoints

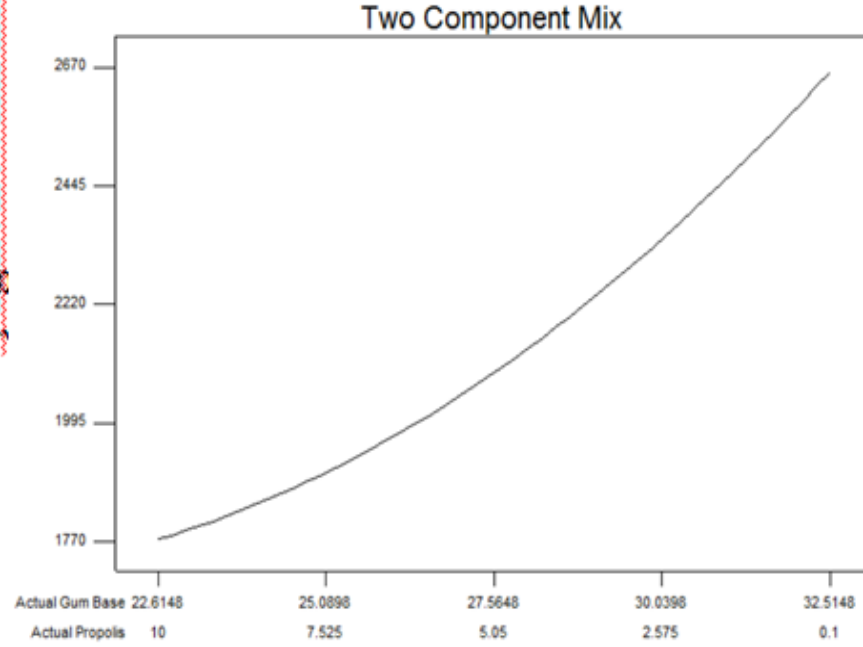
X1 = A: Gum Base

X2 = B: Propolis

Actual Components

C: Powdered Sugar = 50.346

D: Glucose Syrup = 15.039



◆ DesignPoints

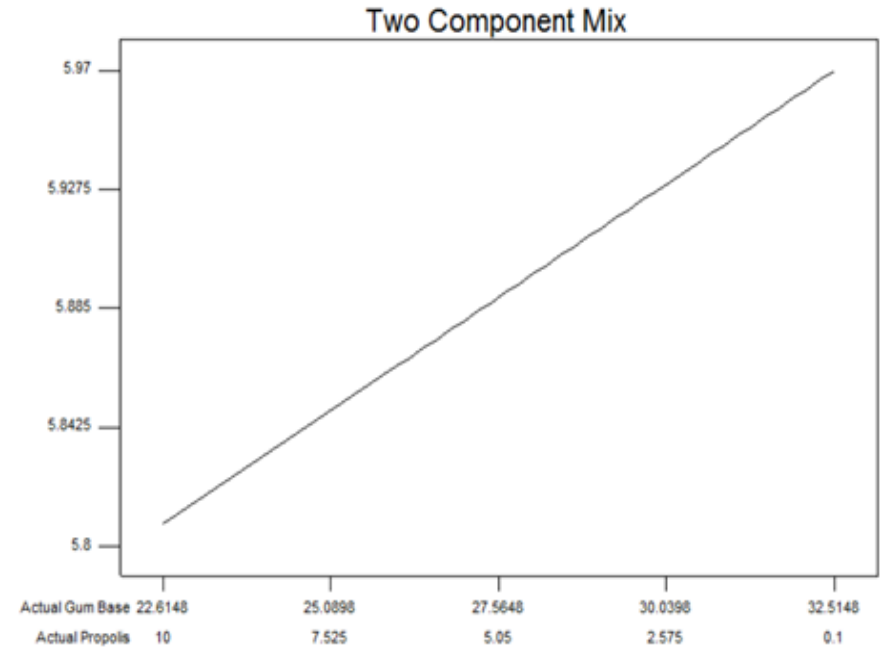
X1 = A: Gum Base

X2 = B: Propolis

Actual Components

C: Powdered Sugar = 50.346

D: Glucose Syrup = 15.039



Şekil 4.7 Şekerli propolisli sakızların çiğnenabilirlik parametresine göre tekstür ve duyu sonuçları<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Şekerli propolisli sakızlar için pudra şekeri % 50,346'ya, glikoz şurubu % 15,039'a sabitlenmiştir.

◆ DesignPoints

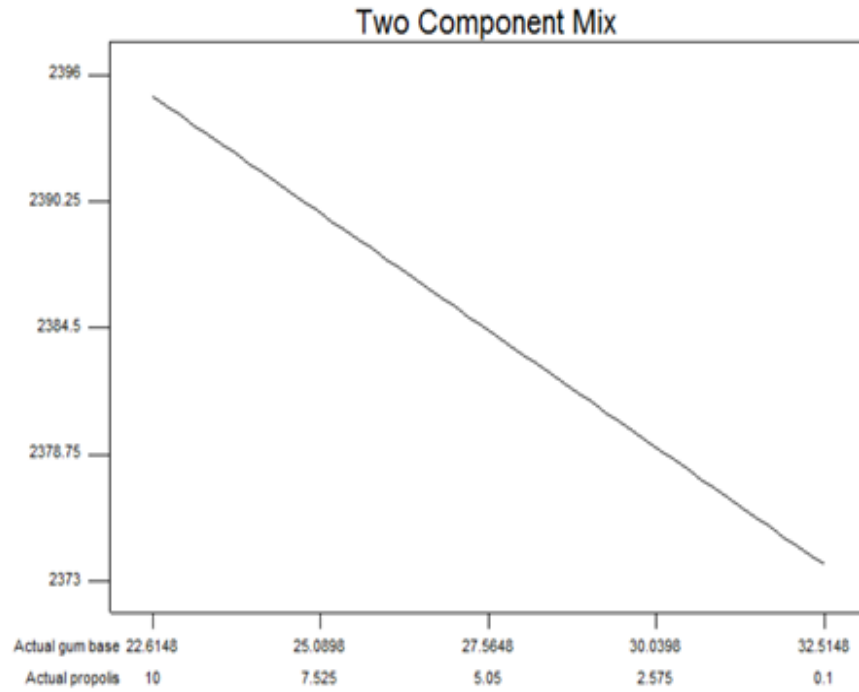
X1 = A: gum base

X2 = B: propolis

Actual Components

C: sorbitol = 50.346

D: L. sorbitol = 15.039



◆ DesignPoints

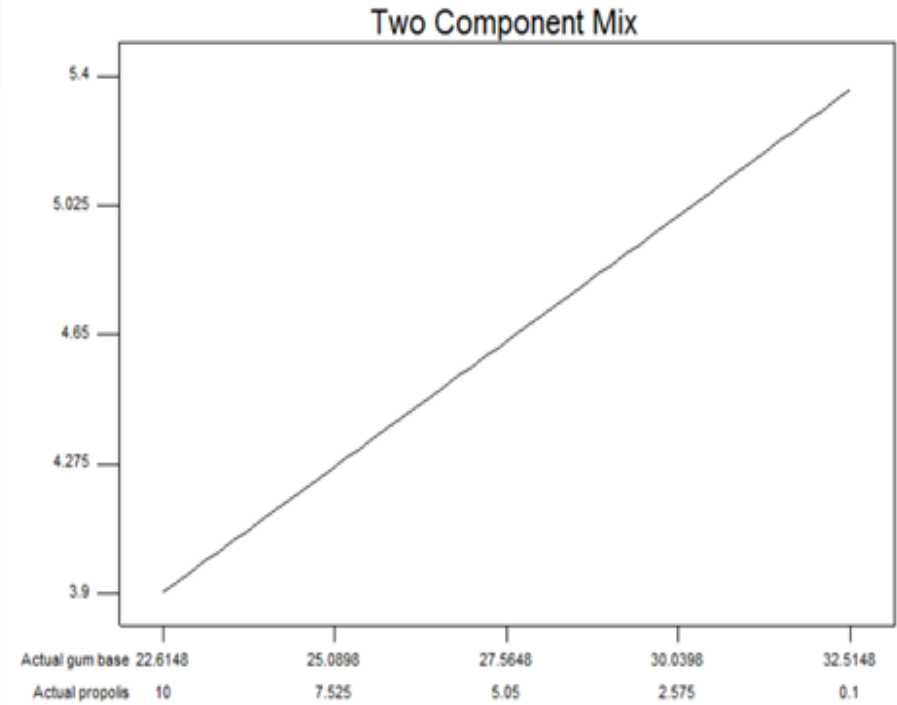
X1 = A: gum base

X2 = B: propolis

Actual Components

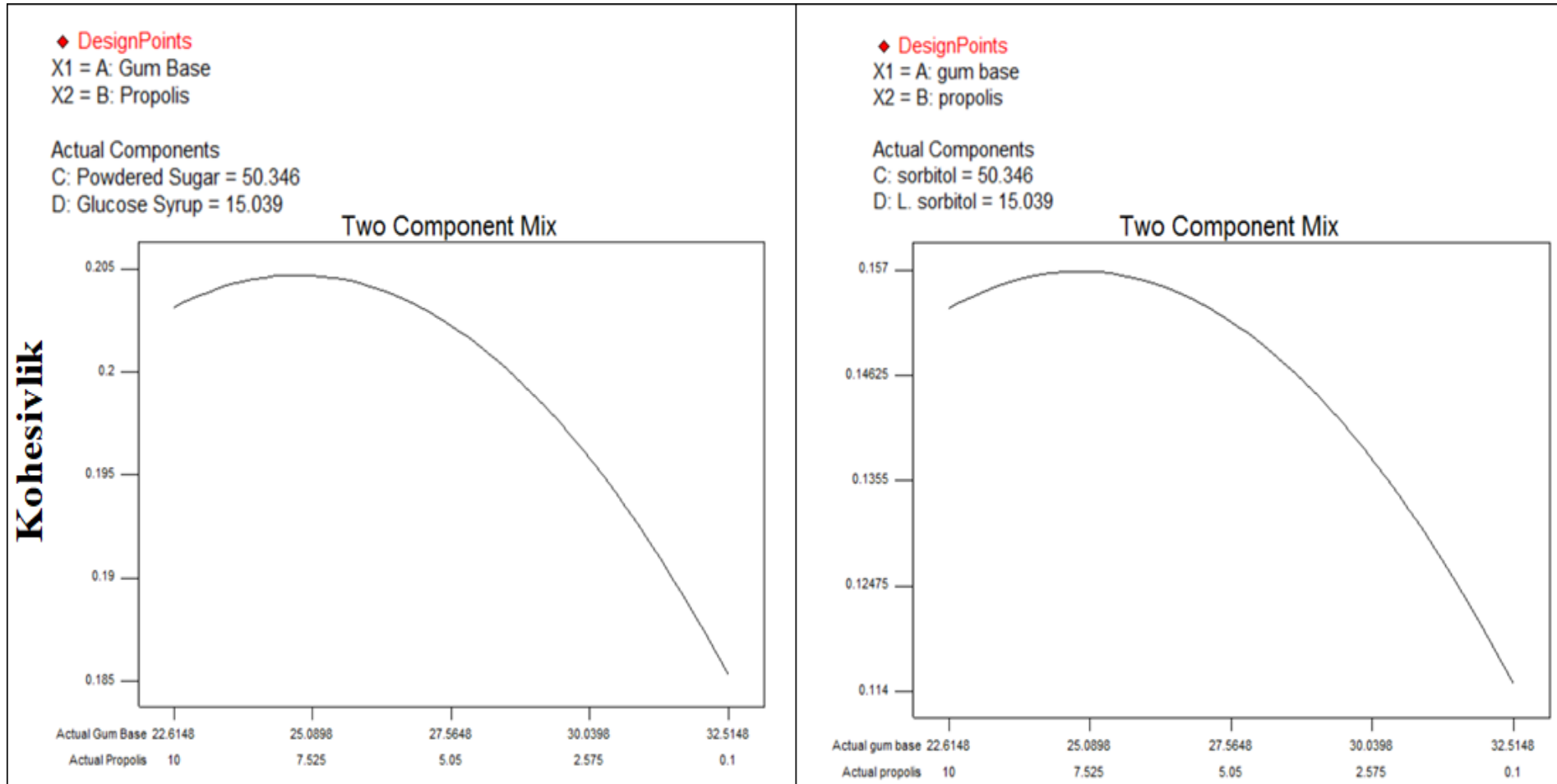
C: sorbitol = 50.346

D: L. sorbitol = 15.039



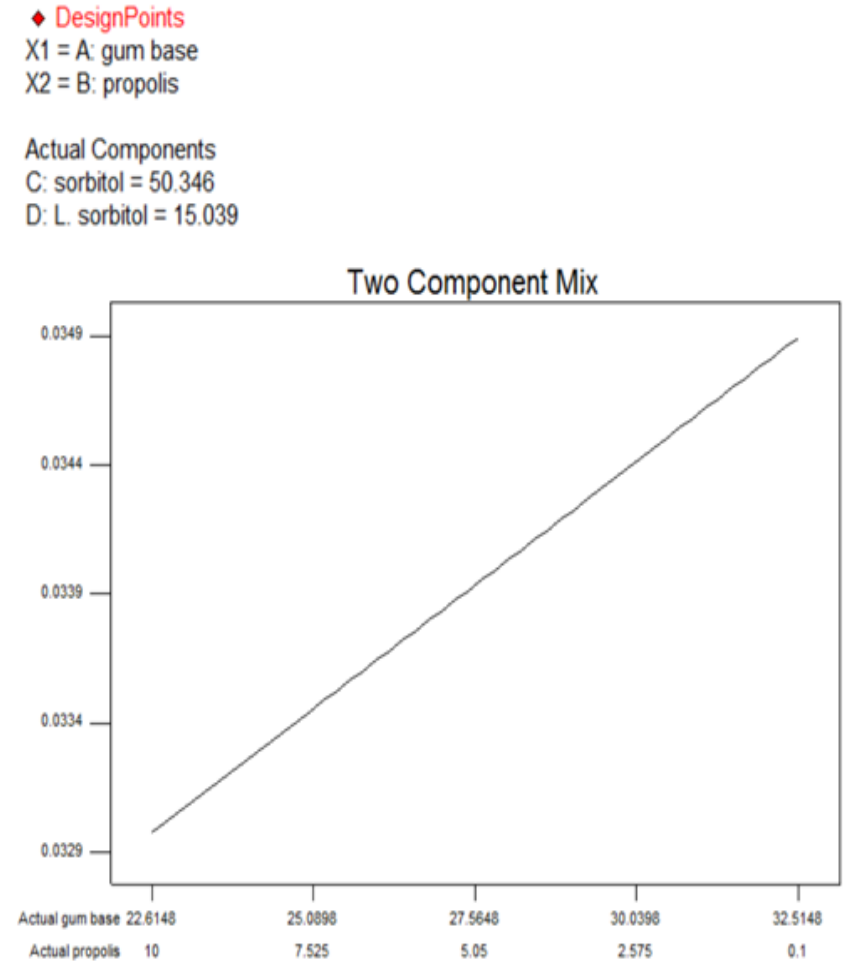
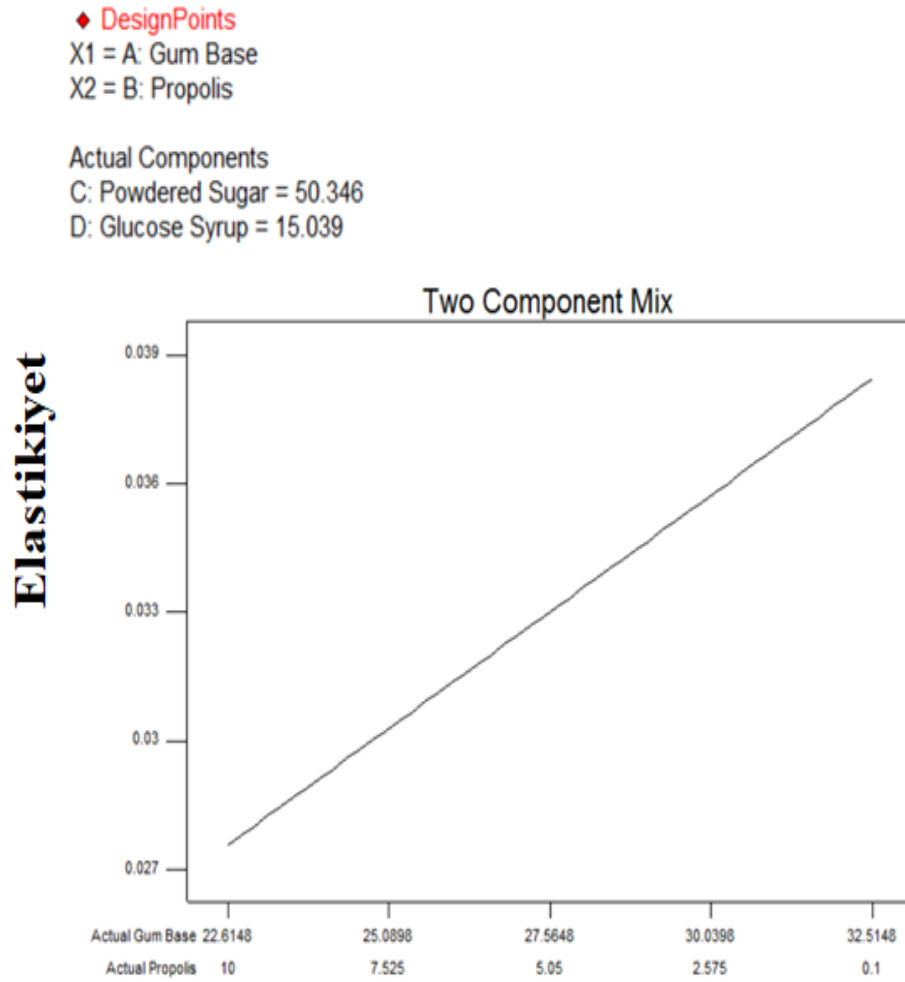
Şekil 4.8 Şekersiz propolisli sakızların çiğnenebilirlik parametresine göre tekstür ve duyu sonuçları<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Şekersiz propolisli sakızlar için toz sorbitol % 50,346'ya, sıvı sorbitol % 15,039'a sabitlenmiştir.



Şekil 4.9 Propolisli şekerli ve şekersiz sakızların kohesivlik parametresine göre tekstür sonuçları<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Şekersiz propolisli sakızlar için toz sorbitol % 50,346'ya, sıvı sorbitol % 15,039'a sabitlenmiştir. Şekerli propolisli sakızlar için pudra şekeri % 50,346'ya, glikoz şurubu % 15,039'a sabitlenmiştir.



Şekil 4.10 Propolisli şekerli ve şekerlessakızların elastikiyet parametresine göre tekstür sonuçları<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Şekerlessakızlı propolisli sakızlar için toz sorbitol % 50,346'ya, sıvı sorbitol % 15,039'a sabitlenmiştir. Şekerli propolisli sakızlar için pudra şekeri % 50,346'ya, glikoz şurubu % 15,039'a sabitlenmiştir.

◆ DesignPoints

X1 = A: Gum Base

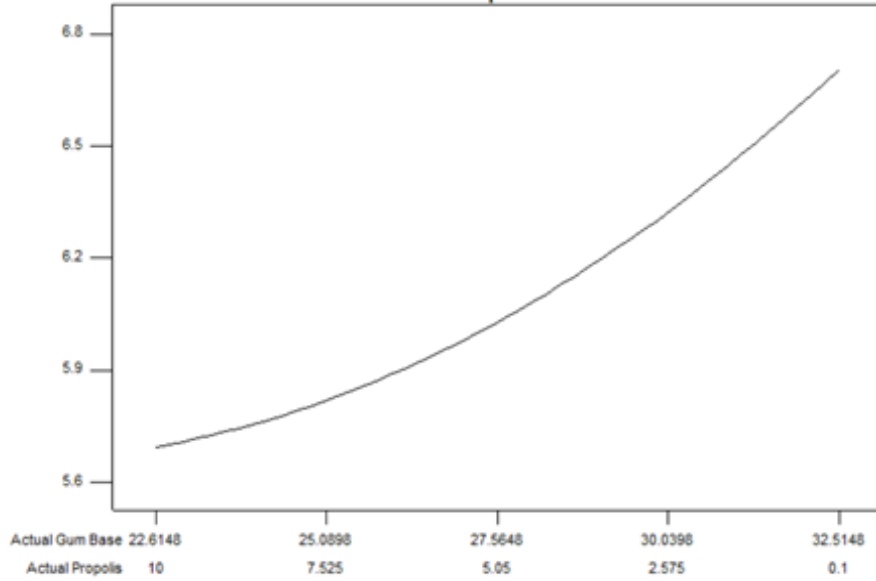
X2 = B: Propolis

Actual Components

C: Powdered Sugar = 50.346

D: Glucose Syrup = 15.039

Two Component Mix



**Renk**

◆ DesignPoints

X1 = A: Gum Base

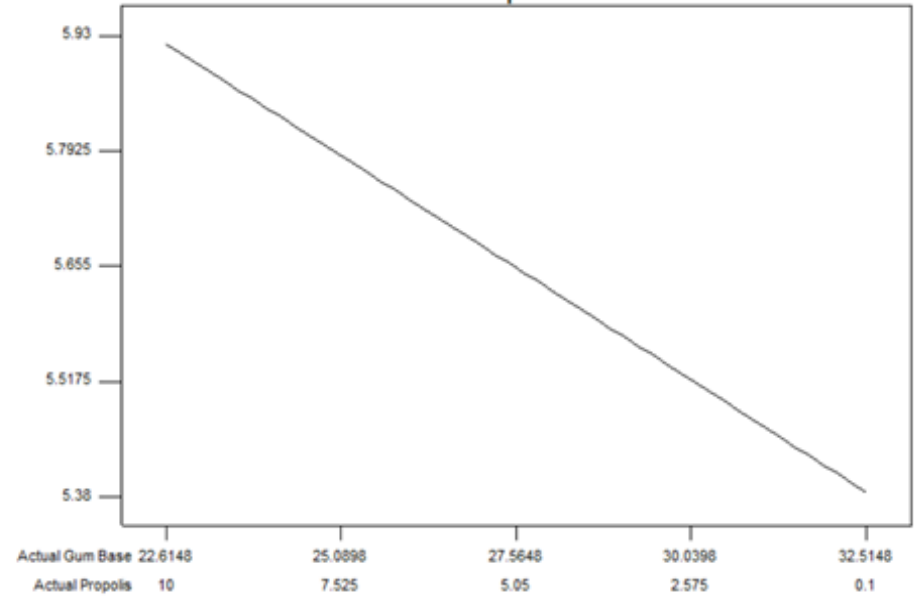
X2 = B: Propolis

Actual Components

C: Powdered Sugar = 50.346

D: Glucose Syrup = 15.039

Two Component Mix



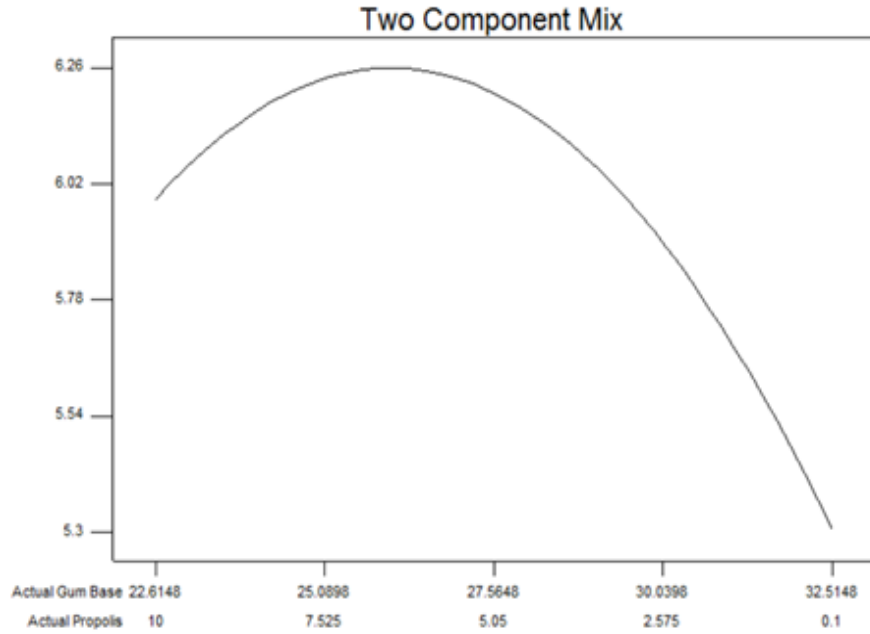
**Koku**

Şekil 4.11 Şekerli propolisli sakızların renk ve koku parametrelerine göre duyuşal sonuçları<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Şekerli propolisli sakızlar için pudra şekeri % 50,346'ya, glikoz şurubu % 15,039'a sabitlenmiştir.

◆ DesignPoints  
X1 = A: Gum Base  
X2 = B: Propolis

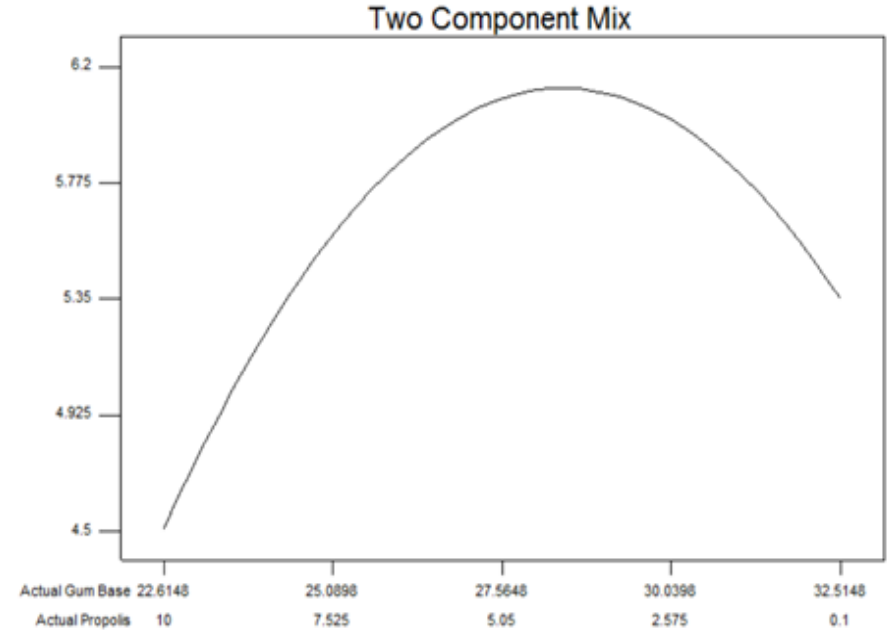
Actual Components  
C: Powdered Sugar = 50.346  
D: Glucose Syrup = 15.039



**Tat-Aroma**

◆ DesignPoints  
X1 = A: Gum Base  
X2 = B: Propolis

Actual Components  
C: Powdered Sugar = 50.346  
D: Glucose Syrup = 15.039



**Genel Beğeni**

Şekil 4.12 Şekerli propolisli sakızların tat-aroma ve genel beğeni parametrelerine göre duysal sonuçları<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Şekerli propolisli sakızlar için pudra şekeri % 50,346'ya, glikoz şurubu % 15,039'a sabitlenmiştir.

◆ DesignPoints

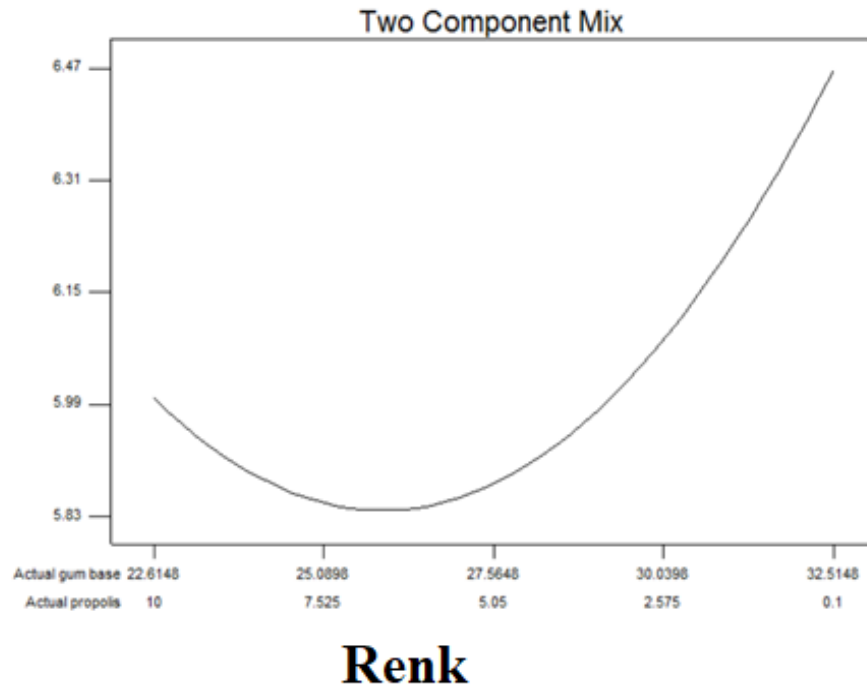
X1 = A: gum base

X2 = B: propolis

Actual Components

C: sorbitol = 50.346

D: L. sorbitol = 15.039



◆ DesignPoints

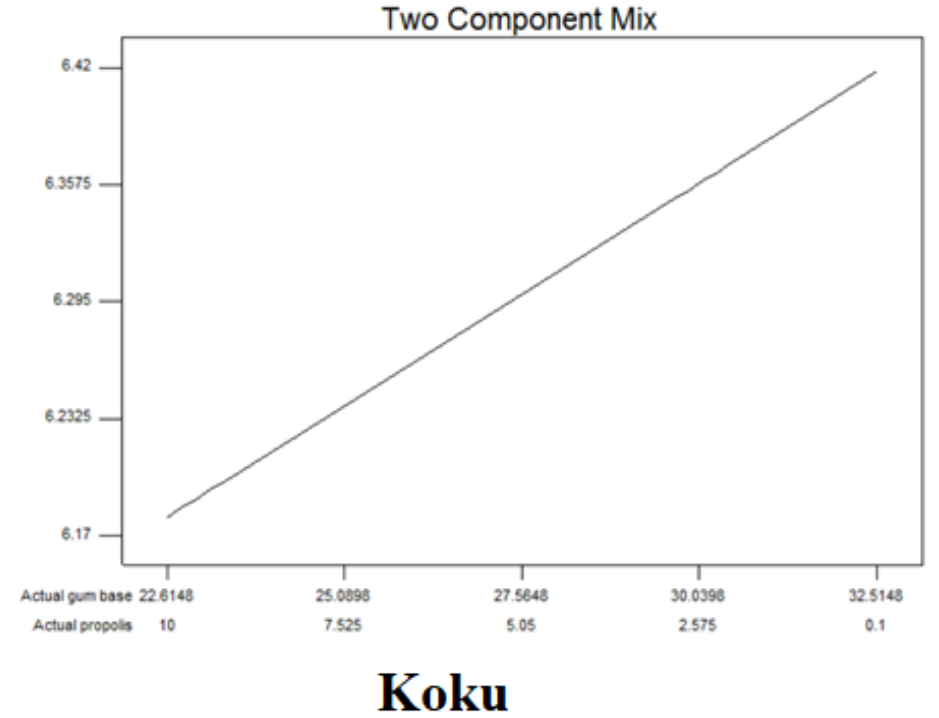
X1 = A: gum base

X2 = B: propolis

Actual Components

C: sorbitol = 50.346

D: L. sorbitol = 15.039

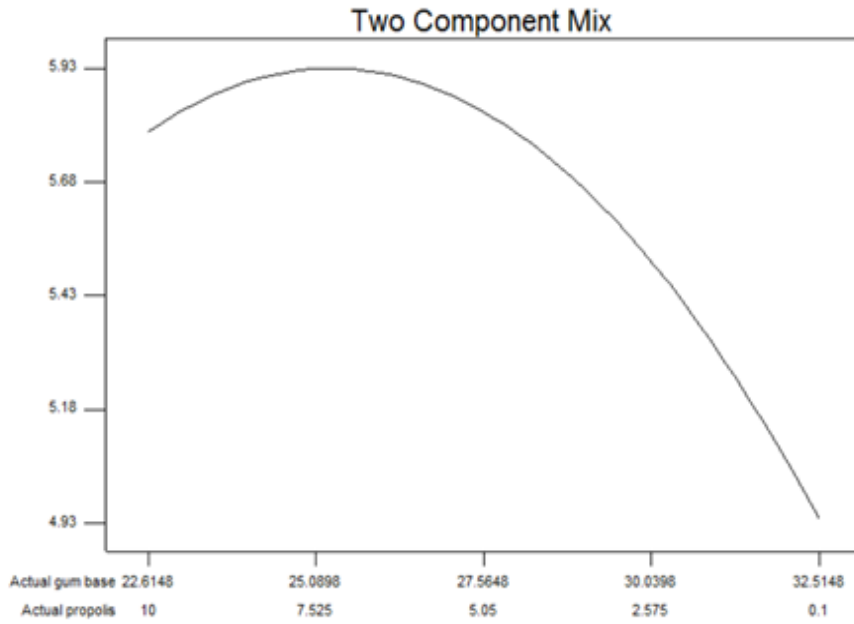


Şekil 4.13 Şekersiz propolisli sakızların renk ve koku parametrelerine göre duysal sonuçları <sup>15</sup>

<sup>15</sup> Şekersiz propolisli sakızlar için toz sorbitol % 50,346'ya, sıvı sorbitol % 15,039'a sabitlemiştir.

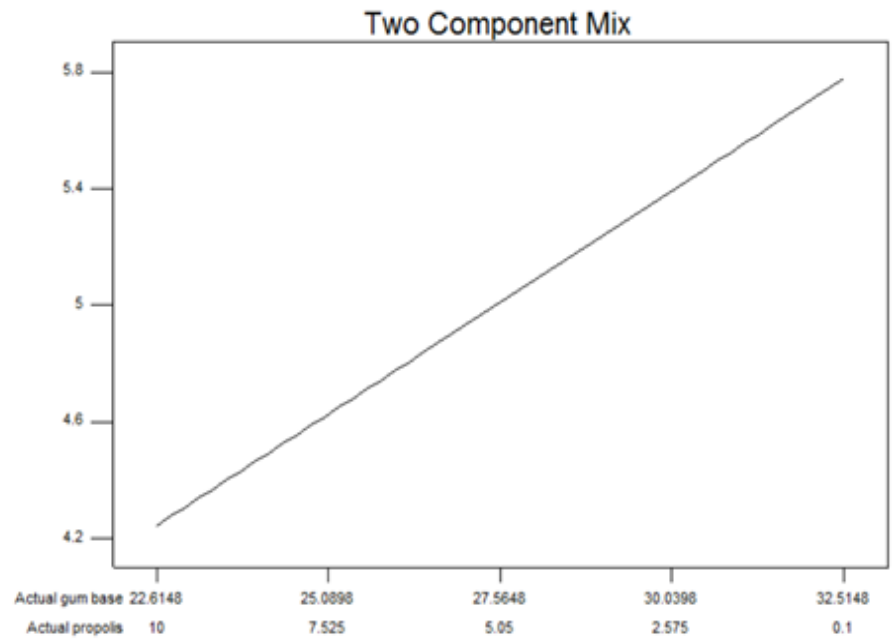


◆ DesignPoints  
X1 = A: gum base  
X2 = B: propolis  
  
Actual Components  
C: sorbitol = 50.346  
D: L. sorbitol = 15.039



**Tat-Aroma**

◆ DesignPoints  
X1 = A: gum base  
X2 = B: propolis  
  
Actual Components  
C: sorbitol = 50.346  
D: L. sorbitol = 15.039



**Genel Beğeni**

Şekil 4.14 Şekersiz propolisli sakızların tat-aroma ve genel beğeni parametrelerine göre duyu sonuçları<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Şekersiz propolisli sakızlar için toz sorbitol % 50,346'ya, sıvı sorbitol % 15,039'a sabitlenmiştir.

Propolis eklenmiş şekerli ve şekersiz sakızların esneklik ve çiğnenebilirlik parametrelerindeki tekstür ve duyu analizi sonuçları Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8’de verilmiştir. Çiğnenebilirlik; fiziksel olarak katı yiyeceği parçalara ayırıp yutma durumuna getirmek için gerekli olan enerji olarak tanımlanırken, duyu analizi maddenin yutmaya hazır hale gelinceye kadar gerekli olan çiğneme sayısı ve bir saniyedeki çiğneme hızı ve kuvveti olarak tanımlanmaktadır (Gerçekaslan ve ark. 2007). Bu analiz sonucuna göre; şekerli propolisli sakızların duyu ve tekstür analizleri arasında ufak farklılıklar vardır. Propolis içeriğinin çok fazla artmasının çiğnenebilirliği azalttığı hem duyu hem de tekstür analizi ile tespit edilmiştir. Bunun da sebebi reçinenin yapışkan yapısından dolayı sakızda miktarının fazla olması ile sakıza çok yapışkan bir özellik kazandırması olmaktadır. Daha az miktarlarda eklendiğinde daha fazla tercih edilen sakız elde edilmiştir. Maya sakızının temel bileşeni olduğu için miktarı arttıkça sakızın çiğnenebilirlik özelliğine katkı sağlamıştır. Fakat pudra şekerinin artması tekstür analizinde çiğnenebilirliğe pozitif etki yaparken, duyu analizinde bunun tam tersi bir sonuç bulunmuştur. Şekersiz propolisli sakızların duyu çiğnenebilirlik parametresine bakıldığında, tekstür sonuçlarına göre propolis ve sakız mayası ilavesi çiğnenebilirliği arttırmışken; duyu analizinde ise fazla propolis ilavesi çiğnenebilirliği düşürmüştür. Bu durum da propolisin vücut sıcaklığında yapışkan bir hal almasından kaynaklanmaktadır.

Gıda maddesine uygulanan deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra söz konusu gıda maddesinin kendini çekerek deformasyondan önceki haline dönme hızı esneklik olarak tanımlanmaktadır (Gerçekaslan ve ark. 2007). Verilen sonuçlara göre; duyu değerlendirilmelerde şekerli propolisli sakızdaki propolis miktarı arttıkça esnekliğinde bir düşüş gözlemlenmiş iken tekstür sonuçlarında ise esneklik ve propolis miktarı arasında bir paralellik gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin de duyu analizinde vücut sıcaklığı da devreye girdiğinden, propolis reçinesi vücut sıcaklıklarında daha yumuşak bir hale gelmektedir. Ve reçinenin miktarı ne kadar artarsa sakızın yumuşaklığı o kadar artacağı için, esnekliği azalmış olabilmektedir. Sakız mayası da esnekliği belirli bir miktara kadar arttırmış ve sonrasında azalma eğilimine geçirmiştir. Pudra şekerinin de sakızlardaki miktarı arttıkça, sakıza sert bir yapı kazandırmasından dolayı hem tekstür hem de duyu esneklik değerlerinde azalma görülmüştür. Propolisli şekersiz sakızların esneklik sonuçlarında ise, bu değer propolis ve maya ilavesi ile artmışken, toz sorbitol ilavesiyle azalmıştır. Bu sonuç şekerli propolisli sakızlar paralellik göstermiştir.

Kohesivlik; maddenin ilk deformasyonundan sonra ikinci deformasyona nasıl dayandığını göstermektedir. Fiziksel anlamda da iç bağların dayanma kuvvetininin bir göstergesidir (Gerçekaslan ve ark. 2007). Şekerli ve şekersiz propolisli sakızların kohesivlik ve elastikiyet parametrelerine göre tekstür sonuçları Şekil 4.9 ve 4.10'da verilmiştir. Şekerli propolisli sakızların kohesivlik değerleri propolis % 7 civarlarına ulaştığında maksimum halde iken, sonrasında propolis ilavesi ile azalmıştır. Sakız mayası ilavesi de yine aynı şekilde % 25 civarlarında iken kohesivlik artmış, sonrasında azalmıştır. Propolis ilavesi, şekersiz propolisli sakızların kohesivlik değerlerini arttırmış ve bu sonuç şekerli propolisli sakızlarla benzer şekilde bulunmuştur.

Elastikiyet ise; materyalin orjinal şekline dönme yeteneğidir (Gerçekaslan ve ark. 2007). Şekerli propolisli sakızlarda, sakız mayasının elastikiyeti arttırdığı görülürken, propolis ilavesi reçinenin yapışkan yapısından dolayı elastikiyeti azaltmıştır. Şekersiz propolisli sakızların elastikiyet değerleri şekerli propolisli sakızlarla paralel şekilde bulunmuştur. Propolis ilavesi, şekersiz propolisli sakızların elastikiyet değerlerini düşürmüştür.

Propolis eklenmiş şekerli ve şekersiz sakızların renk, koku, tat-aroma ve genel beğeni parametrelerindeki duyuşsal analiz sonuçları Şekil 4.11, 4.12, 4.13 ve 4.14'te verilmiştir. Duyusal renk sonuçlarının analiz sonucunda, şekerli sakızların içerisindeki propolis miktarı arttıkça panelistlerin verdiği puanlar azalış göstermiştir. Sakız mayası ve pudra şekeri arttıkça da verilen renk puanları artmıştır. Analiz sonuçlarından yola çıkılarak propolisin kendine has rengi sakıza eklenildiğinde tercih edilen bir renk oluşturmamıştır, diğer iki bileşenin arttığı durumlarda sakızdaki propolis miktarı oransal olarak azaldığı için renk beyaza dönmeye başlamaktadır ve bu da daha panelistlere göre daha yüksek puanlar almıştır. Propolisli şekersiz sakızlarda propolis ve toz sorbitol ilavesi renk değerlerinde bir değişikliğe sebep olmazken, sakız mayası ilavesiyle verilen puanlar artış göstermiştir. Sakız mayası ilavesiyle görülen artış şekerli propolisli sakızlarda da gözlemlenmiştir. Bu sonuç bakımından şekerli ve şekersiz sakızlar birbirleriyle paralellik göstermektedirler. Propolisin kendine has kokusundan dolayı algılanma eşiğinin belirlenmesi gıdalarda kullanımı açısından çok önemlidir (Cottica ve ark. 2015). Şekerli propolisli sakızların duyuşsal koku analizi sonucunda propolis miktarının artması tüketicileri olumlu etkilemiştir. Sakızlar içerisindeki propolis reçinesi miktarı arttıkça propolisin kendine has aromatik kokusu daha fazla ortaya çıkmıştır. Sakız mayası arttıkça da oransal olarak propolis miktarı azaldığı için, verilen puanlarda bir düşüş gözlemlenmiştir.

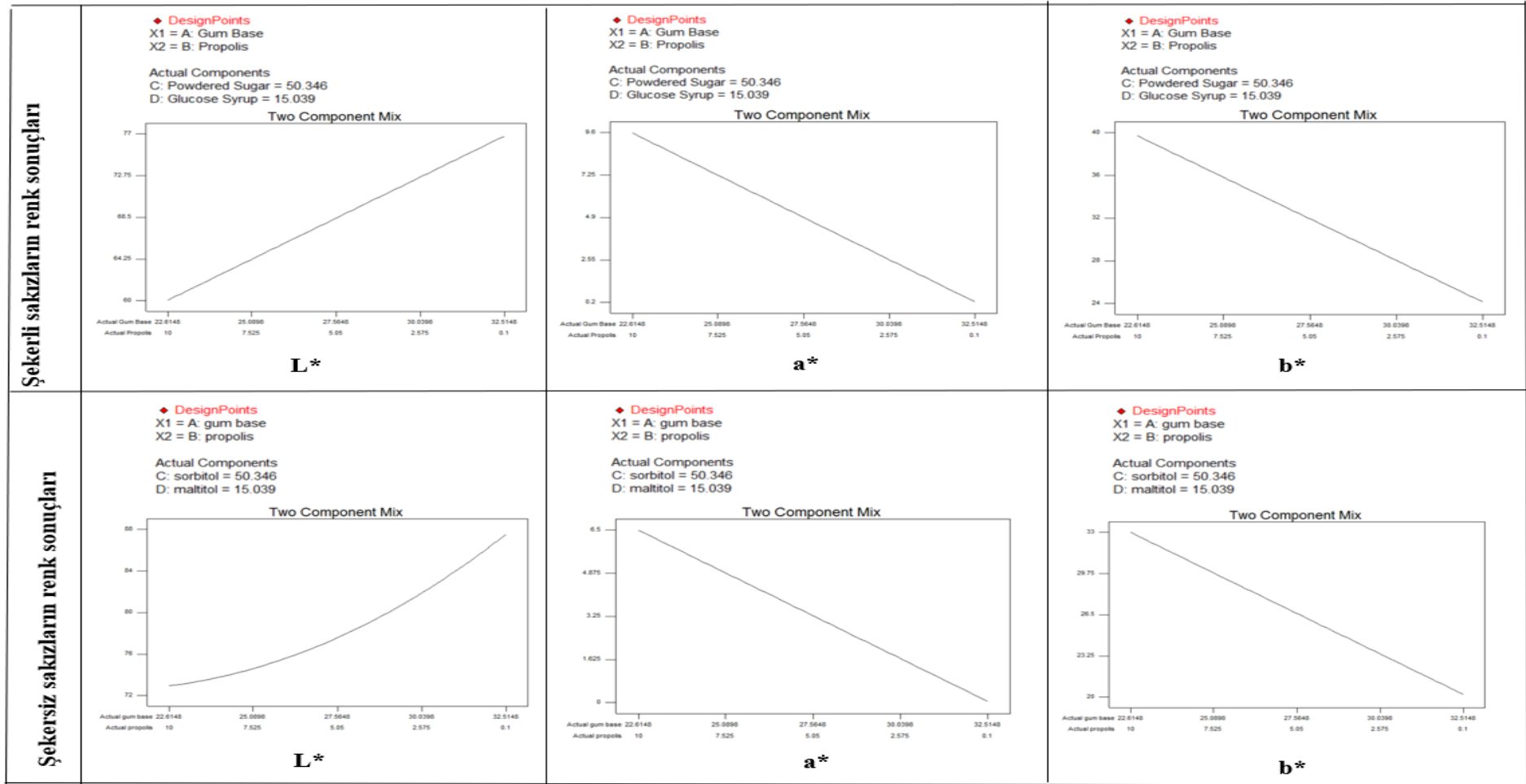
Propolisin aromatik tadı panelistler tarafından tercih edilebilir bulunmuştur. Propolis kendine has aromatik bir kokusu vardır. Yüksek molekül ağırlıklı sakız mayasının çiğneme olmadan önce kokuyu maskeleyiği söylenebilir. Şekerli ve şekersiz propolisli sakızların duyu analizi sonucu; hem propolis hem de sakız mayası için % miktarları arttıkça tat-aroma değerlerinde bir artış, sonrasında ise bir azalış gözlemlenmiştir. Bunun da sebebi, propolis miktarının fazlasının acı tat ortaya çıkarmasıdır ve bir süre sonra sakızın içerisindeki pudra şekeri ve glukoz şurubu tükürük etkisiyle eriyip yutulduğundan sakızda kalan propolis miktarı oransal olarak artmış olacaktır ve bu da istenmeyen bir tada sebep olmaktadır. Şekersiz propolisli sakızların, duyu analizi sonucunda tat-aroma değerleri propolis ilavesi ile artarken sakız mayası ve toz sorbitol ilavesi ile düşmüştür. Şekerli sakızlara propolis ilavesi genel beğeni değerlerini önce belirli bir değere kadar arttırmış sonra ise azaltmıştır. Bunun sonuç duyu analizindeki tat-aroma verileriyle paralel bulunmuştur. Genel beğeni verileri sonucunda ise fazla propolis ilavesi şekerli propolisli genel beğeni puanlarını düşürmüştür. Bunun sebebinin propolisin kendine has tadının, fazla miktarda eklenme ile acılık oluşturabilmesi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca fazla miktarda propolis ilavesi çiğnenebilirliği de azalttığı için genel beğeni puanlarının düşmesine sebep olmuş olabilir. Çeşitli çalışmalarda propolisin % 0,5'ten daha az miktarda farklı gıdalara (balık, sosis) eklenmesi tüketiciler tarafından kabul edilebilir bulunmuştur (Gutiérrez-Cortés ve Suarez Mahecha 2014, Duman ve Özpolat 2015). Bununla birlikte, Spinelli ve ark. (2015) taze balık burgerlerinde propolis miktarının % 5 civarında olmasının da kabul edilebilir olduğunu rapor etmişlerdir. Narbona ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada; tüketicilerin % 50'sinin denedikleri ürünlerdeki propolis içeriğini (550 mg/kg), kontrol ürününden ayıramadıklarını belirlemişlerdir.

Sakızın tekstürünün belirlenmesinde, bileşenlerin ne olduğu ve bunların fiziksel özellikleri sakızın tekstürünün oluşmasında çok önemlidir. Bu açıdan bakıldığında şeker, sakız için çok önemli bir bileşendir. Akademik çalışmaların eksikliğine rağmen, sakız üreticilerinin belirttiği bilgilere göre, şekerin partikül boyutu hem üretim prosesi için hem de son ürün tekstürü için anahtar noktalardan biridir. 40 µm altındaki partikül boyutları sakızı kalınlaştırabilirken; 150 µm'nin üzerindeki boyutlar sakızda kumsu yapı oluşmasına sebep olmaktadır (Raithore 2012). Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde her farklı ürün için kullanılacak propolis miktarı değişmektedir. Bu sebeple yapılan duyu ve tekstürel analizlerin sonucunda elde edilen veriler ışığında, propolisin kullanım miktarını belirlemek için optimizasyon yapılması gerekli olmuştur.



## 4.2 Propolisli Şekerli ve Şekersiz Sakızların Renk Analizi Sonuçları

Propolisin rengi, elde edildiği mevsime, zamana, bölgenin iklimine ve arıların beslendiği bitkilerin botanik orijinine göre değişiklik göstermektedir (Krell 1996). Propolisin formülasyonlara eklenmesi, ilavesinin yapıldığı gıdaya rengini verir. Bu durum, tüketici kabul edilebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir (Gonçalves ve ark. 2011). Ayrıca sakızın içerisine katıldığında renk veren bileşenlerin, depolama periyodu boyunca stabilitesini koruması yine tüketici için önemli parametrelerden biridir (Chranioti ve ark. 2015). Propolisli şekerli ve şekersiz sakızların renk analizi sonuçları Şekil 4.15'te verilmiştir. Tez çalışmasında, sakızlar için kullanılan propolis tek tür kaynaktan elde edilmekle birlikte altın sarısı bir renge sahiptir. Şekerli propolisli sakızlar için; pudra şekeri ve glikoz şurubu sabitken, sakız mayası bileşeni artış gösterip propolis bileşeni azaldığında;  $L^*$  (parlaklık) artarken,  $a^*$  (kırmızılık) ve  $b^*$  (sarılık) değerlerinde artış görülmüştür. Şekersiz propolisli sakızlar için de paralel sonuçlar bulunmuştur. Şekerli ve şekersiz propolisli sakızlara eklenen propolis reçinesinin kendine has altın renginden dolayı, miktar arttıkça  $L^*$  değerlerinde bir azalma görüldüğü ve diğer parametreler olan  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin ise arttığı düşünülmektedir.



Şekil 4.15 Şekerli ve şekerless propolisli sakızların renk analizi sonuçları<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Şekerless propolisli sakızlar için toz sorbitol % 50,346'ya, sıvı sorbitol % 15,039'a sabitlenmiştir. Şekerli propolisli sakızlar için pudra şekeri % 50,346'ya, glikoz şurubu % 15,039'a sabitlenmiştir.

### 4.3 Propolisli Şekerli ve Şekersiz Sakızların Duyusal ve Tekstür Sonuçlarına Göre Optimizasyonu

Optimum şekerli ve şekersiz sakızların içerikleri, tüm bu analiz sonuçlarının Design Expert programına girildikten sonra optimizasyon bölümünde yapılan değerlendirme ile belirlenmiştir. Çizelge 4.3'te optimum içeriğe sahip şekerli propolisli sakızın Çizelge 4.4'te ise optimum içeriğe sahip şekersiz propolisli sakızın bileşimi verilmiştir. Bundan sonra yapılan analizlerde optimum içeriklerle üretilen propolisli şekerli ve şekersiz sakızlar kullanılmıştır.

Çizelge 4.3 Propolisli şekerli sakızın optimum bileşimi

<b>Kullanılan Bileşenler</b>	<b>Miktar (%)</b>
Sakız Mayası	27,69
Propolis	4,75
Pudra şekeri	59,86
Glikoz şurubu	5,68

Çizelge 4.4 Propolisli şekersiz sakızın optimum bileşimi

<b>Kullanılan Bileşenler</b>	<b>Miktar (%)</b>
Sakız Mayası	27,55
Propolis	5,06
Toz Sorbitol	50,35
Sıvı Sorbitol	15,04

### 4.4 Optimum Propolisli Şekerli ve Şekersiz Sakızların Renk Analizleri

Optimum propolisli şekerli ve şekersiz sakızlara yapılan renk analizi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelgeye göre optimum şekerli ve şekersiz sakızlar arasında L\* (parlaklık) ve a\* (kırmızılık) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuşken ( $p < 0,05$ ), b\* değerleri önemsiz olarak bulunmuştur. Şekersiz sakız örneklerinin yapımında kullanılan toz sorbitolün partikül boyutunun büyük olması L\* değerinin yüksekliğine sebebiyet vermiş olabilir. Şekersiz propolisli sakızlarda kullanılan sakız mayası ve sorbitolün toplam miktarı, şekerli propolisli sakızda kullanılan sakız mayası ve pudra şekerinin toplam miktarından fazladır. Bu da şekersiz sakızdaki L\* değerinin yüksek olmasının bir diğer sebebi olabilir.



Şekersiz sakız örneğinde propolis miktarının şekerli sakızdan daha fazla olmasına rağmen daha yüksek L\* değerine sahip olması, içeriğindeki diğer bileşen miktarlarının farklılığıyla açıklanabilir.

**Çizelge 4.5** Optimum propolisli şekerli ve şekersiz sakızların renk analizi <sup>8</sup>

	Şekerli sakız	Şekersiz sakız
<b>L*</b>	51,38±1,27 <sup>B</sup>	63,85±1,09 <sup>A</sup>
<b>a*</b>	9,97±0,03 <sup>A</sup>	7,55±1,01 <sup>B</sup>
<b>b*</b>	32,40±2,87 <sup>NS</sup>	33,10±1,36 <sup>NS</sup>

<sup>8</sup> Harfler şekerli ve şekersiz sakızlar arasındaki farkı ifade etmektedirler. NS: önemsiz.

#### **4.5 Optimum Şekerli ve Şekersiz Propolisli Sakızların Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi**

Tekstür ve duyu analizleri sonucu Design Expert programında optimize edilen sakızların fonksiyonel özellikleri örneklerin hem başlangıçta ve hem de her 1,5 ve 10 dakikalık çiğnemelerden sonra alınarak toplam fenolik madde miktarı ve antimikrobiyal aktivitesi analiz edilmiştir.

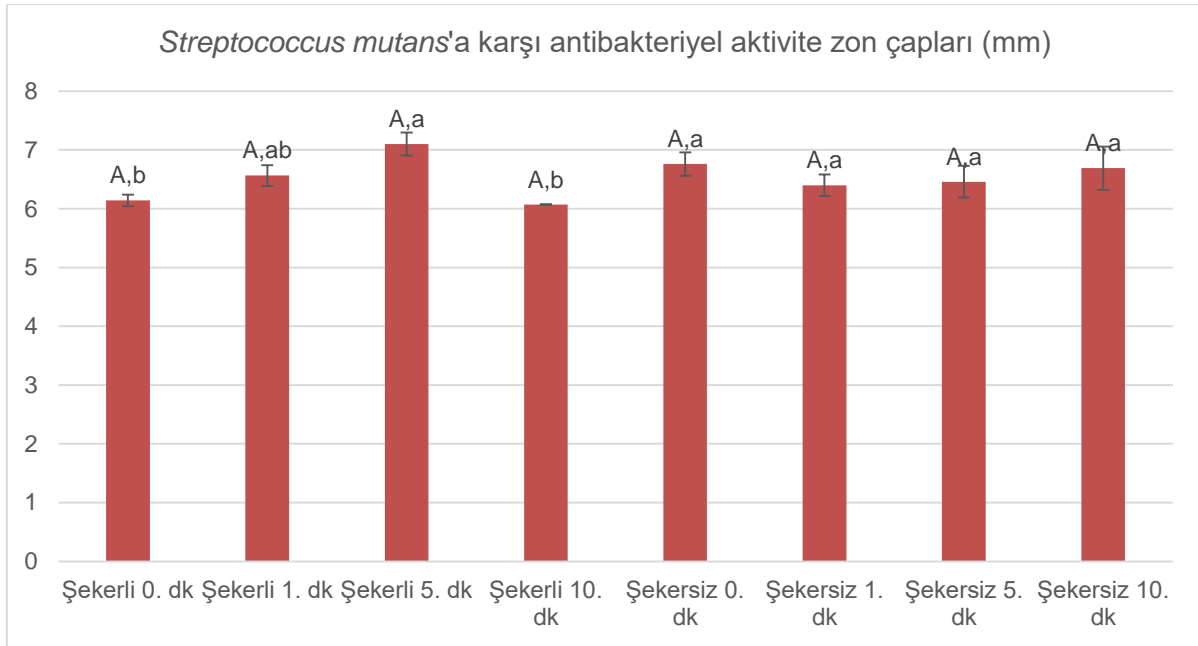
#### **4.6 Antibakteriyel Özellikleri**

Ağızda durma süresi göz önüne alındığında sakızın ağız hastalıklarını önlemek için kullanılabilir önemli bir ilaç taşıma sistemi olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Maggi ark. 2013).

Optimizasyon sonucu elde edilen sakızların çiğnenmeden ve 1,5 ve 10 dakikalık çiğnemeler sonucunda diş çürüklerinin temel sebebi olan *Streptococcus mutans* bakterisine karşı antibakteriyel özelliği Şekil 4.16'de verilmiştir. Bu bakterinin, dişler üzerinde sukrozdan glikozil transferaz enzimi ile birlikte ekstraselüler polisakkaritler üretmesi ve bunların dişler üzerinde birikmesiyle diş plaklarının oluştuğu bir çok çalışma ile kanıtlanmıştır (Gibbons ve Houte 1975). Propolisin *Streptococcus mutans*' a karşı (Koo ve ark. 2002), *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*'a karşı (Bittencourt ve ark. 2015) antimikrobiyal aktivitesi çeşitli araştırmacılar tarafından çalışılmıştır.

Elde edilen verilere göre; şekerli propolisli optimum sakızlarda çiğneme süresinin *Streptococcus mutans*'a karşı antibakteriyel aktivitede istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Buna göre en iyi aktivite 1 ve 5. dakikalarda elde edilirken, hiç çiğnenmemiş sakız ve 10. dakika çiğnenen sakızlar arasında bir fark gözlemlenmemiştir. Şekersiz propolisli optimum sakızların çiğneme süreleri arasında ise bir fark görülmemiştir. Bunun sebebinin şekersiz sakızların içerdiği tatlandırıcı olan sorbitolün de antimikrobiyal etkisinin olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Koo ve ark. 2002). Ayrıca şekersiz propolisli optimum sakızın, şekerliye göre %0,31daha fazla propolis içermesi de buna etken olmuş olabilir. Aynı çiğneme sürelerindeki şekerli ve şekersiz propolisli optimum sakızların antibakteriyel aktivitesi aynı bulunmuştur.

Optimum duyuşal ve tekstürel özellik gösteren propolisli şekerli ve şekersiz sakızlar üzerinde, *Streptococcus mutans*'a karşı antibakteriyel aktivite analizi yapılmış olup, üretilen sakızların diş çürüklerinin temel sebebi olan *Streptococcus mutans*'a karşı etki gösterdiği gözlemlenmiştir. Genel olarak, şekersiz sakızların, şekerlilere göre daha fazla antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4.16** Propolisli şekerli ve şekersiz sakızların çiğneme süresince *Streptococcus mutans*'a karşı antibakteriyel aktivitesi <sup>18</sup>

<sup>18</sup> Küçük harfler aynı sakız çeşidinin çiğneme süreleri arasındaki istatistiksel farkı gösterirken, büyük harfler ise aynı süre çiğnenmiş farklı sakız çeşitlerinin arasındaki istatistiksel farkı ifade etmektedir ( $p<0,05$ )

Ek olarak; propolis tipi, ekstraksiyon metodu, çevresel faktörler gibi bir çok değişken son ürünün antimikrobiyal özelliğini etkilemektedir.

#### **4.7 Toplam Fenolik Madde Miktarı**

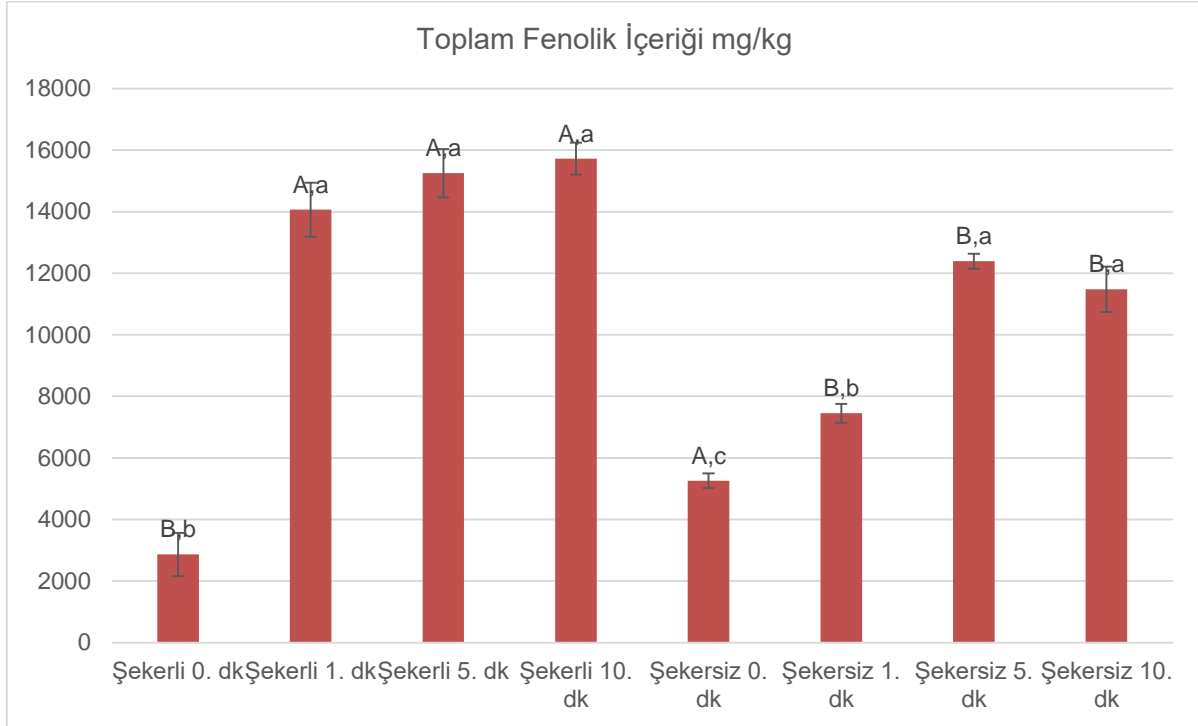
Fenolik bileşikler, antioksidan kapasite, antibakteriyal aktivite gösterme, iltihap önleyici olarak fayda gösterme gibi gıda ile ilişkili fonksiyonel özelliklerden sorumlu ana bileşenlerdir (Kerem ve ark. 2006; Martos ve ark. 2008). Bu aktiviteler fenolik bileşenlerle, özellikle flavonoidler ve fenolik asitlerle ilişkilidir (da Silva ve ark. 2006). Flavonoidler, propolisin kalitesini değerlendirmek için kilit biyoaktif bileşikler olarak gösterilmiştir (Chang ve ark. 2002).

Optimizasyon sonucu elde edilen sakızların çiğnenmeden ve 1,5 ve 10 dakikalık çiğnemeler sonucunda fenolik madde miktarları Sekil 4.17’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; hem şekerli hem de şekersiz optimum sakızlarda aynı durum gözlemlenmiştir. Çiğneme süresi ile propolisli optimum sakızların fenolik madde içeriği istatistiksel olarak artmıştır ( $p < 0,05$ ).

Elde edilen verilerin, mekanik etkilerin gıdadaki fenolik madde miktarını arttırdığını tespit eden literatürdeki diğer çalışmalar ile paralellik gösterdiği saptanmıştır. Şekerli ve şekersiz propolisli sakızın çiğnenme esnasında gerçekleşen mekanik ağız hareketlerinin etkisi, bahsedilen gıdalara uygulanan kesme, ezme gibi mekanik etkilerin ağız içi karşılığı olarak düşünülmüştür. Bu durum Irina ve Mohamed (2012) tarafından gözlemlenmiş ve gıdaların üzerlerine uygulanan etkilerin fenolik madde miktarını arttırabildiği rapor edilmiştir. Doğrama işleminin, patatesteki (Cantos ve ark. 2002), soğandaki (Pérez-Gregorio ve ark. 2011) ve kuşkonmazdaki (Makris & Rossiter 2001) flavanollerin miktarını arttırdığını belirtmişlerdir. Palabıyık ve ark. (2018)’ın çalışmasında ise sakızın biyoaktif bileşenler için iyi bir taşıyıcı olabileceği belirtilirken, kullanılan tatlandırıcılara bağlı olarak içerdiği bileşenlerin salınım kinetiğinin değiştiğini ve aktif bileşenin sakız matriksinden, kaynak besindeki çiğnenmesine göre daha yüksek oranda salındığını gözlemlemişlerdir.

Bir diğer sakız çalışmasında, 1 saat boyunca 3 g damla sakızı çiğneyen kişinin tükürük örneğindeki fenolik bileşen miktarı ile çiğneme uygulanmamış aynı miktardaki damla sakızı

örneğindeki fenolik bileşen miktarları kıyaslanmış ve çiğnenmemiş sakız örneğinde 0,3 mg; çiğnenmiş örnekte ise 0,2 mg fenolik bileşen örneğine rastlanmıştır (Andrikopoulos ve ark. 2002)



Şekil 4.17 Propolisli şekerli ve şekersiz sakızların çiğneme süresince toplam fenolik içeriği<sup>19</sup>

Aynı süre çiğneme durumlarında, şekerli ve şekersiz optimum sakızlar arasındaki farka bakıldığında ise; 1, 5 ve 10. dakikalarda şekerli sakızların şekersizlere göre fenolik içeriği daha yüksek çıkmışken çiğnenmeyen optimum sakızlara yapılan analizde ise bu durumun tam tersi gözlemlenmiştir.

<sup>19</sup> Küçük harfler aynı sakız çeşidinin çiğneme süreleri arasındaki istatistiksel farkı gösterirken, büyük harfler ise aynı süre çiğnenmiş farklı sakız çeşitlerinin arasındaki istatistiksel farkı ifade etmektedir ( $p < 0,05$ )

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tez kapsamında elde edilen veriler ve literatüre göre, propolisin aktif maddelerce zengin olması, bir çok çalışmaya konu olmasını açıklamaktadır. İçeriğini oluşturan bileşenlerin belirlenip, tanımlanması ve moleküler mekanizmalarının açıklığa kavuşturulması propolisin günlük bir ürün olarak kullanılabilmesi için çok önemlidir. Fakat propolisin hem içerdiği bileşenler hem de bu bileşenlerin gösterdiği etkiler toplanan bitki materyali, iklim, çevre, mevsim ve arı türü gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Yapılan çalışma kapsamında, önceki bölümlerde tarif edilen metot ile eldesi gerçekleştirilen propolis reçinesi, sakıza ilave edildiğinde; tekstürel, duyuşal olarak ideal ve fonksiyonel özellikleri bakımından ise oldukça faydalı bir ürün ortaya çıkmıştır. Propolisli ürünlerin başlıca duyuşal problemi olarak görülen keskin aroma ve tada sahip olması, üretilen propolisli sakızlar için farklı miktarlarda propolis içeren bir deneme deseni hazırlanması gerekliliğini ortaya koymuştur. Tekstür ve duyuşal sonuçları kullanılarak Design Expert programında optimizasyona tabi tutulmuş olup, propolisli şekerli ve şekersiz sakızların optimum formülasyonları oluşturulmuştur. Elde edilen propolisli şekerli sakızların optimum propolis oranı % 4,75; propolisli şekersiz sakızların ise % 5,06 olarak bulunmuştur.

Şekerli ve şekersiz propolisli sakızların duyuşal ve tekstür sonuçları arasında aynı parametrelerde farklı sonuçlar tespit edilmiştir. Bunun sebebinin duyuşal analizde vücut sıcaklığı ile birlikte propolisin daha yumuşak bir hale geçmesi olduğu düşünülmektedir.

Optimum olarak elde edilen bu şekerli ve şekersiz sakızlar üzerinde; *Streptococcus mutans*'a karşı antibakteriyel aktivite, toplam fenolik madde miktarı ve renk analizleri yapılmıştır. Antibakteriyel aktivitede ağız hastalıklarının temel sebebi olan *Streptococcus mutans*'a karşı aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. Genel olarak şekersiz sakızların, şekerlilere göre daha fazla antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun da sebebinin şekersiz sakızların içerdiği tatlandırıcı olan sorbitolün antimikrobiyal etkisinin olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Optimum sakızlara yapılan bir diğere analiz olan toplam fenolik madde miktarı, çiğneme periyodu arttıkça artmıştır. Çiğneme sırasında gerçekleşen mekanik ağız hareketlerinin, fenolik madde miktarını arttırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan analizlerle birlikte elde edilen veriler ışığında; propolis reçinesi sakız için fonksiyonel özellikler katması, biyoaktif bileşenleri içermesi ve tekstür olarak uyumlu olması açısından ideal bir üründür. Sakızın temel hammaddesi olan sakız mayasının hidrofobik yapısı, propolis reçinesinin yapısıyla benzerlik göstermektedir. Bu sebeple de propolis reçinesi sakız mayasına çok iyi uyum sağlamıştır.

Ayrıca, propolisin sakız ile tüketimi birçok kullanım avantajı sunmaktadır. Suya karıştırma zorunluluğu içermeyip, direkt kullanımı ile tüketiciye büyük rahatlık sağlamaktadır. Sakıza entegre edilen propolis, akışkan özellikte olmadığı için hem üreticinin lojistik ihtiyacına hem de tüketicinin kolay taşıma ve muhafaza etme isteğine hitap etmektedir. Özellikle çocuklar için pratik kullanım yöntemi sunarak; beslenme çantalarında akma, zarar görme ve yer kaplama problemi olmadan kolaylıkla taşınabilir. Ek olarak, propolisli sakız diğer fonksiyonel sakızlarda olduğu gibi içerisindeki faydalı bileşenlerin direkt yutma ile değil, ağızda uzun süre tutulması sonucu oral mukoza ile absorbe edilebildiğinden dolayı sistemik etki sağlayabilir.

Bu bilgiler ışığında, propolisin reçine halinin sakıza katılması uygun görülmüştür. Reçine propolis, kendi tekstürüne benzerlik gösteren diğer ürünlerde de stabilizasyon sağlamak, ürüne fonksiyonel özellikler kazandırmak ve karakteristik renginden faydalanabilmek amacıyla ilave edilebilir. Yapılan bu çalışma, aynı zamanda propolis reçinesinin sakıza katıldığı ilk çalışma olup, ileride üretilebilecek fonksiyonel bileşenler içeren sakızlara kaynak oluşturmaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

- Abd-El-Rhman AM (2009). Antagonism of *Aeromonas Hydrophila* by Propolis And Its Effect on the Performance of Nile Tilapia, *Oreochromis Niloticus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 27(3): 454-459.
- Acikelli AH, Gustmann S, Bardenheuer W, Klein J, Dembinski U, Kohl B, & Díaz-Carballo D (2013). Flavonoids Isolated from Caribbean Propolis Show Cytotoxic Activity in Human Cancer Cell Lines. *International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*. 51(1): 51-53.
- Aghel S, Pouramir M, Moghadamnia AA, Moslemi D, Molania T, Ghassemi L, & Motalebnejad M (2014). Effect of Iranian Propolis on Salivary Total Antioxidant Capacity in Gamma-irradiated Rats. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dentalprospects*, 8(4): 235.
- Ahuja V & Ahuja A (2011). Apitherapy-A Sweet Approach to Dental Diseases. Part II: Propolis. *Journal of Advanced Oral Research*, 2(2): 1-8.
- Aksoy A, Duran N, & Koksall F (2006). In Vitro and In Vivo Antimicrobial Effects of Mastic Chewing Gum Against *Streptococcus Mutans* and *Mutans Streptococci*. *Archives of Oral Biology*, 51(6): 476-481.
- Alencar S, Oldoni M (2007). Castroisr, Cabral CM, Costa-Neto JA, Cury PL, Rosalen M, Ikegakid. Chemical Composition And Biological Activity Of A Newtype Of Brazilian Propolis: Red Propolis. *J Ethnopharmacol*, 113: 278-83.
- Alvareda E, Miranda P, Espinosa V, Pardo H, Aguilera S, & Paulino Zunini M (2015). 196 Antiinflammatory Activity Of Phenolic Compounds Extracted From Uruguayan Propolis And Grape. *Journal Of Biomolecular Structure And Dynamics*, 33(Sup1): 129-129.
- Andrade JKS, Denadai M, De Oliveira CS, Nunes ML, Narain N (2017). Evaluation Of Bioactive Compounds Potential And Antioxidant Activity Of Brown, Green And Red Propolis From Brazilian Northeast Region. *Food Research International*, 101: 129-38.
- Andrikopoulos, NK, Kaliora AC, Assimopoulou AN, & Papageorgiou VP (2002). Biological Activity Of Saliva Against In Vitro Ldl Oxidation After Chewing Commercial Chewing Gums. *Italian Journal Of Food Science*, 14(3).
- Anjum SI, Ullah A, Khan KA, Attaullah M, Khan H, Ali H, & Adgaba, N. (2018). Composition And Functional Properties Of Propolis (Bee Glue): A Review. *Saudi Journal Of Biological Sciences*.
- Azemin A, Md-Zin N, Mohd-Rodi M, Kim-Chee A, Zakaria A, Mohd K (2017). Application Of Metabolite Profiling And Antioxidant Activity In Assessing The Quality Of Processed And Unprocessed Stingless Bee's Propolis. *Journal Of Fundamental And Applied Sciences*, 9, 2S: 637-60.
- Bankova V (2005). Recent Trends And Important Developments In Propolis Research. *Evidence-Based Complementary And Alternative Medicine*, 2, 1: 29-32.
- Bankova V, Boudourova-Krasteva G, Popov S, Sforcin JM, Funari SRC (1998). Seasonal Variations In Essential Oil From Brazilian Propolis. *Journal Of Essential Oil Research*, 10, 6: 693-6.
- Banskota AH, Tezuka Y, Kadota S (2001). Recent Progress In Pharmacological Research Of Propolis. *Phytotherapy Research*, 15, 7: 561-71.

- Barbarić M, Mišković K, Bojić M, Lončar MB, Smolčić-Bubalo A, Debeljak Ž, Medić-Šarić M (2011). Chemical Composition Of The Ethanolic Propolis Extracts And Its Effect On Hela Cells. *Journal Of Ethnopharmacology*, 135, 3: 772-8.
- Benzie IF, Strain JJ (1996). The Ferric Reducing Ability Of Plasma (FRAP) As A Measure Of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 1: 70-6.
- Bittencourt ML, Ribeiro PR, Franco RL, Hilhorst HW, De Castro RD, Fernandez LG (2015). Metabolite Profiling, Antioxidant And Antibacterial Activities Of Brazilian Propolis: Use Of Correlation And Multivariate Analyses To Identify Potential Bioactive Compounds. *Food Research International*, 76: 449-57.
- Bracho JC, Rosado A, Pino JA (1996). Comparison Of Isolation Methods For Propolis Volatiles. *Journal Of Essential Oil Research*, 8, 6: 665-8.
- Bruschi ML, De Freitas O, Lara Ehge, Panzeri H, Gremião MPD, Jones DS (2008). Precursor System Of Liquid Crystalline Phase Containing Propolis Microparticles For The Treatment Of Periodontal Disease: Development And Characterization. *Drug Development And Industrial Pharmacy*, 34, 3: 267-78.
- Burdock GA (1998). Review Of The Biological Properties And Toxicity Of Bee Propolis (Propolis). *Food And Chemical Toxicology*, 36, 4: 347-63.
- Can Z, Yildiz O, Sahin H, Turumtay EA, Silici S, Kolayli S (2015). An Investigation Of Turkish Honeys: Their Physico-Chemical Properties, Antioxidant Capacities And Phenolic Profiles. *Food Chemistry*, 180: 133-41.
- Cantos E, Tudela JA, Gil MI, & Espín JC (2002). Phenolic Compounds And Related Enzymes Are Not Rate-Limiting In Browning Development Of Fresh-Cut Potatoes. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 50(10): 3015-3023.
- Castaldo S, & Capasso F (2002). Propolis, An Old Remedy Used In Modern Medicine. *Fitoterapia*, 73: S1-S6.
- Chang CC, Yang MH, Wen HM, & Chern JC (2002). Estimation Of Total Flavonoid Content In Propolis By Two Complementary Colorimetric Methods. *Journal Of Food And Drug Analysis*, 10(3).
- Chen Y-W, Wu S-W, Ho K-K, Lin S-B, Huang C-Y, Chen C-N (2008). Characterisation Of Taiwanese Propolis Collected From Different Locations And Seasons. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 88, 3: 412-9.
- Cheng H, Qin Z, Guo X, Hu X, Wu J (2013). Geographical Origin Identification Of Propolis Using GC–MS And Electronic Nose Combined With Principal Component Analysis. *Food Research International*, 51, 2: 813-22.
- Chranioti C, Nikoloudaki A, Tzia C (2015). Saffron And Beetroot Extracts Encapsulated In Maltodextrin, Gum Arabic, Modified Starch And Chitosan: Incorporation In A Chewing Gum System. *Carbohydrate Polymers*, 127: 252-63.
- Cottica SM, Sabik H, Antoine C, Fortin J, Graveline N, Visentainer JV, Britten M (2015). Characterization Of Canadian Propolis Fractions Obtained From Two-Step Sequential Extraction. *LWT-Food Science And Technology*, 60, 1: 609-14.
- Cuendet M, Hostettmann K, Potterat O, Dyatmiko W (1997). Iridoid Glucosides With Free Radical Scavenging Properties From *Fagraea Blumei*. *Helvetica Chimica Acta*, 80, 4: 1144-52.



- Cunha I, Sawaya AC, Caetano FM, Shimizu MT, Marcucci MC, Drezza, FT & Carvalho P D O (2004). Factors That Influence The Yield And Composition Of Brazilian Propolis Extracts. *Journal Of The Brazilian Chemical Society*, 15(6): 964-970.
- Da Cunha MG, Franchin M, Galvão L, De Ruiz A, De Carvalho JE, Ikegaki M, De Alencar SM, Koo H, Rosalen PL (2013). Antimicrobial And Antiproliferative Activities Of Stingless Bee *Melipona Scutellaris* Geopropolis. *BMC Complementary And Alternative Medicine*, 13, 1, 23.
- Da Silva JFM, De Souza MC, Matta SR, De Andrade MR, & Vidal FVN (2006). Correlation Analysis Between Phenolic Levels Of Brazilian Propolis Extracts And Their Antimicrobial And Antioxidant Activities. *Food Chemistry*, 99(3): 431-435
- De Castro SL (2001). Propolis: Biological And Pharmacological Activities. Therapeutic Uses Of This Bee-Product. *Annual Review Of Biomedical Sciences*, 3: 49-83.
- Deshpande A, Jadad AR (2008). The Impact Of Polyol-Containing Chewing Gums On Dental Caries: A Systematic Review Of Original Randomized Controlled Trials And Observational Studies. *The Journal Of The American Dental Association*, 139, 12: 1602-14.
- Duman M, Özpolat E (2015). Effects Of Water Extract Of Propolis On Fresh Shibuta (*Barbus Grypus*) Fillets During Chilled Storage. *Food Chemistry*, 189: 80-5.
- El Hady, FKA & Hegazi AG (2002). Egyptian Propolis: 2. Chemical Composition, Antiviral And Antimicrobial Activities Of East Nile Delta Propolis. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 57(3-4): 386-394.
- Escrache I, Juan-Borrás M (2018). Standardizing The Analysis Of Phenolic Profile In Propolis. *Food Research International*, 106: 834-41.
- Franchin M, Cólón DF, Castanheira FV, Da Cunha MG, Bueno-Silva B, Alencar SM, Cunha TM, Rosalen PL 2016. Vestitol Isolated From Brazilian Redpropolis Inhibits Neutrophils Migration In The Inflammatory Process: Elucidation Of The Mechanism Of Action. *J. Nat. Prod.* 79: 954–960.
- Fritz D (2006). *Formulation And Production Of Chewing And Bubble Gum*, Kennedy's Publications Limited.
- Fokt H, Pereira A, Ferreira AM, Cunha A, & Aguiar C (2010). How Do Bees Prevent Hive Infections? The Antimicrobial Properties Of Propolis. *Current Research, Technology And Education Topics In Applied Microbiology And Microbial Biotechnology*, 1: 481-493.
- Gerçekaslan KE, Kotancılar HG, Karaoğlu MM (2007). Ekmek Bayatlaması Ve Bayatlama Derecesini Ölçmede Kullanılan Yöntemler: I. Gıda/*The Journal Of Food*, 32, 6: 305-15.
- Ghisalberti E (1979). Propolis: A Review. *Bee World*, 60, 2: 59-84.
- Gibbons RJ, Houte J (1975). Bacterial Adherence In Oral Microbial Ecology. *Annual Review Of Microbiology*, 29, 1: 19-42.
- Gonçalves GMS, Srebernick SM, Souza Jadm (2011). Stability And Sensory Assessment Of Emulsions Containing Propolis Extract And/Or Tocopheryl Acetate. *Brazilian Journal Of Pharmaceutical Sciences*, 47, 3: 585-92.
- Grange JM, & Davey RW (1990). Antibacterial Properties Of Propolis (Bee Glue). *Journal Of The Royal Society Of Medicine*, 83(3): 159-160.

- Gutiérrez-Cortés C, Suarez Mahecha H (2014). Antimicrobial Activity Of Propolis And Its Effect On The Physicochemical And Sensoral Characteristics In Sausages. *Vitae*, 21, 2: 90-6.
- Gülçin İ, Bursal E, Şehitoğlu MH, Bilsel M, Gören AC (2010). Polyphenol Contents And Antioxidant Activity Of Lyophilized Aqueous Extract Of Propolis From Erzurum, Turkey. *Food And Chemical Toxicology*, 48, 8: 2227-38.
- Harfouch RM, Mohammadr & Suliman H (2017). Antibacterial Activity Of Syrian Propolis Extract Against Several Strains Of Bacteria In Vitro. *World Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences*, 6: 42-46.
- Hearty Á, Lau A, Roberts A (2014). Chewing Gum Intake In Europe: A Survey Of Intakes In France, Germany, Italy, Spain And The UK. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 31, 7: 1147-57.
- Hetherington MM, Regan MF (2011). Effects Of Chewing Gum On Short-Term Appetite Regulation In Moderately Restrained Eaters. *Appetite*, 57, 2: 475-82.
- Huang S, Zhang C-P, Wang K, Li G, Hu F-L (2014). Recent Advances In The Chemical Composition Of Propolis. *Molecules*, 19, 12: 19610-32.
- Irina I, Mohamed G (2012). Biological Activities And Effects Of Food Processing On Flavonoids As Phenolic Antioxidants. In: *Advances In Applied Biotechnology*. Eds: Intechopen, P.
- Ishida Y, Gao R, Shah N, Bhargava P, Furune T, Kaul SC, Terao K, Wadhwa R (2018). Anticancer Activity In Honeybee Propolis: Functional Insights To The Role Of Caffeic Acid Phenethyl Ester And Its Complex With  $\gamma$ -Cyclodextrin. *Integrative Cancer Therapies*, 17, 3: 867-73.
- Isidorov VA, Szczepaniak L, Bakier S (2014). Rapid GC/MS Determination Of Botanical Precursors Of Eurasian Propolis. *Food Chemistry*, 142: 101-6.
- Kalogeropoulos N, Konteles SJ, Troullidou E, Mourtzinou I, Karathanos VT (2009). Chemical Composition, Antioxidant Activity And Antimicrobial Properties Of Propolis Extracts From Greece And Cyprus. *Food Chemistry*, 116, 2: 452-61.
- Kanbur M, Eraslan G, Silici S (2009). Antioxidant Effect Of Propolis Against Exposure To Propetamphos In Rats. *Ecotoxicology And Environmental Safety*, 72, 3: 909-15.
- Karaman Ş, Tütem E, Başkan KS, Apak R (2010). Comparison Of Total Antioxidant Capacity And Phenolic Composition Of Some Apple Juices With Combined HPLC–CUPRAC Assay. *Food Chemistry*, 120, 4: 1201-9.
- Kartal M, Yıldız S, Kaya S, Kurucu S & Topçu G (2003). Antimicrobial Activity Of Propolis Samples From Two Different Regions Of Anatolia. *Journal Of Ethnopharmacology*, 86(1): 69-73.
- Kaškonienė V, Kaškonas P, Maruška A, Kubilienė L (2014). Chemometric Analysis Of Volatiles Of Propolis From Different Regions Using Static Headspace GC-MS. *Open Chemistry*, 12, 6: 736-46.
- Kerem Z, Chetrit D, Shoseyov O, & Regev-Shoshani G (2006). Protection Of Lipids From Oxidation By Epicatechin, Trans-Resveratrol, And Gallic And Caffeic Acids In Intestinal Model Systems. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 54(26): 10288-10293.

- Konar N, Palabiyik I, Toker OS, Sagdic O (2016). Chewing Gum: Production, Quality Parameters And Opportunities For Delivering Bioactive Compounds. *Trends In Food Science & Technology*, 55: 29-38.
- Koo H, Rosalen PL, Cury JA, Park YK, Bowen WH (2002). Effects Of Compounds Found In Propolis On Streptococcus Mutans Growth And On Glucosyltransferase Activity. *Antimicrobial Agents And Chemotherapy*, 46, 5: 1302-9.
- Krell R, 1996. Value-Added Products From Beekeeping. 124, Food & Agriculture Org.
- P.Kujumgiev A, Tsvetkova I, Serkedjieva Y, Bankova V, Christov R, Popov S (1999). Antibacterial, Antifungal And Antiviral Activity Of Propolis Of Different Geographic Origin. *Journal Of Ethnopharmacology*, 64, 3: 235-40.
- Kumazawa S, Hamasaka T, Nakayama T (2004). Antioxidant Activity Of Propolis Of Various Geographic Origins. *Food Chemistry*, 84, 3: 329-39.
- Lotfy M. (2006). Biological Activity Of Bee Propolis In Health And Disease. *Asian Pac J Cancer Prev*, 7(1): 22-31.
- Lu LC, Chen YW, Chou CC (2005). Antibacterial Activity Of Propolis Against Staphylococcus Aureus. *International Journal Of Food Microbiology*, 102, 2: 213-20.
- Machado B, Pulcino TN, Silva AL, Melo DT, Silva RG, & Mendonça IG (2016). Propolis As An Alternative In Prevention And Control Of Dental Cavity. *J Apither*, 1(2): 47-50.
- Machado CS, Mokochinski JB, Lira Tod, De Oliveira Fdce, Cardoso MV, Ferreira RG, Sawaya ACHF, Ferreira AG, Pessoa C, Cuesta-Rubio O (2016). Comparative Study Of Chemical Composition And Biological Activity Of Yellow, Green, Brown, And Red Brazilian Propolis. *Evidence-Based Complementary And Alternative Medicine*.
- Maggi L, Conte U, Nhamias A, Grenier P, Vergnault G (2013). Evaluation Of Accelerated Stability Test Conditions For Medicated Chewing Gums. *Drug Development And Industrial Pharmacy*, 39, 10: 1500-7.
- Makris DP & Rossiter JT (2001). Domestic Processing Of Onion Bulbs (*Allium Cepa*) And Asparagus Spears (*Asparagus Officinalis*): Effect On Flavonol Content And Antioxidant Status. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 49(7): 3216-3222.
- Marcucci MC (1995). Propolis: Chemical Composition, Biological Properties And Therapeutic Activity. *Apidologie*, 26(2): 83-99.
- Martinotti S, Ranzato E (2015). Propolis: A New Frontier For Wound Healing? *Burns Trauma* 3, 9.
- Mason R, Nottingham S (2002). Food 3007 And Food 7012, Sensory Evaluation Manual. The University Of Queensland.
- Mcgowan BA, Padua GW, Lee SY (2005). Formulation Of Corn Zein Chewing Gum And Evaluation Of Sensory Properties By The Time-Intensity Method. *Journal Of Food Science*, 70, 7: 475-81.
- Miorin PL, Levy Junior NC, Custodio AR, Bretz WA, Marcucci MC (2003). Antibacterial Activity Of Honey And Propolis From *Apis Mellifera* And *Tetragonisca Angustula* Against *Staphylococcus Aureus*. *Journal Of Applied Microbiology*, 95, 5: 913-20.
- Moş AC, Soponar F, Sârbu C (2010). Multivariate Analysis Of Reflectance Spectra From Propolis: Geographical Variation In Romanian Samples. *Talanta*, 81, 3: 1010-5.

- Naczka M, Shahidi F (2004). Extraction And Analysis Of Phenolics In Food. *Journal Of Chromatography A*, 1054, 1-2: 95-111.
- Nagai T, Inoue R (2004). Preparation And The Functional Properties Of Water Extract And Alkaline Extract Of Royal Jelly. *Food Chemistry*, 84, 2: 181-6.
- Narbona E, García-García E, Vázquez-Araújo L, Carbonell-Barrachina ÁA (2010). Volatile Composition Of Functional ‘A La Piedra’ turrón With Propolis. *International Journal Of Food Science & Technology*, 45, 3: 569-77.
- Noori AL, Al-Ghamdi A, Ansari MJ, Al-Attal Y, & Salom K (2012). Synergistic Effects Of Honey And Propolis Toward Drug Multi-Resistant *Staphylococcus Aureus*, *Escherichia Coli* And *Candida Albicans* Isolates In Single And Polymicrobial Cultures. *International Journal Of Medical Sciences*, 9(9): 793.
- Oruç HH, Sorucu A, Aydın L (2014). Propolisin Sağlık Açısından Önemi, Kalitesinin Belirlenmesi Ve Türkiye Açısından İrdelenmesi. *Uludag Bee Journal*, 14, 1.
- Osés S, Pascual-Maté A, Fernández-Muiño M, López-Díaz T, Sancho M (2016). Bioactive Properties Of Honey With Propolis. *Food Chemistry*, 196: 1215-23.
- Özcan M (1999). Antifungal Properties Of Propolis. *Grasas Y Aceites*, 50(5): 395-398.
- Palabiyik I, Toker OS, Konar N, Gunes R, Güleri T, Alaşalvar H & Çam M (2018). Phenolics Release Kinetics In Sugared And Sugar-Free Chewing Gums: Microencapsulated Pomegranate Peel Extract Usage. *International Journal Of Food Science & Technology*, 53(12): 2657-2663.
- Park YK, Koo MH, Abreu JAS, Ikegaki M, Cury JA, Rosalen PL (1998). Antimicrobial Activity Of Propolis On Oral Microorganisms. *Current Microbiology*, 36, 1: 24-8.
- Parolia A, Thomas MS, Kundabala M & Mohan M (2010). Propolis And Its Potential Uses In Oral Health. *International Journal Of Medicine And Medical Science*, 2(7): 210-215.
- Patel S (2016). Emerging Adjuvant Therapy For Cancer: Propolis And Its Constituents. *Journal Of Dietary Supplements*, 13, 3: 245-68.
- Pérez-Gregorio MR, García-Falcón MS, & Simal-Gándara J (2011). Flavonoids Changes In Fresh-Cut Onions During Storage In Different Packaging Systems. *Food Chemistry*, 124(2): 652-658.
- Pernice R, Parisi M, Giordano I, Pentangelo A, Graziani G, Gallo M, Fogliano V, Ritieni A (2010). Antioxidants Profile Of Small Tomato Fruits: Effect Of Irrigation And Industrial Process. *Scientia Horticulturae*, 126, 2: 156-63.
- Pietta P, Gardana C, Pietta A (2002). Analytical Methods For Quality Control Of Propolis. *Fitoterapia*, 73: 7-20.
- Potineni RV, Peterson DG (2008). Mechanisms Of Flavor Release In Chewing Gum: Cinnamaldehyde. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 56, 9: 3260-7.
- Raithore S (2012). Effect Of Polyols On Flavor Release During Mastication Of Sugar-Free Confections.
- Ribelles ML, Guinot FJ, Mayné RA, Bellet LD (2010). Effects Of Xylitol Chewing Gum On Salivary Flow Rate, pH, Buffering Capacity And Presence Of *Streptococcus Mutans* In Saliva. *European Journal Of Paediatric Dentistry: Official Journal Of European Academy Of Paediatric Dentistry*, 11, 1: 9-14.

- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G (1996). Structure-Antioxidant Activity Relationships Of Flavonoids And Phenolic Acids. *Free Radical Biology And Medicine*, 20, 7: 933-56.
- Salomao K, Pereira PRS, Campos LC, Borba CM, Cabello PH, Marcucci MC & De Castro SL (2008). Brazilian Propolis: Correlation Between Chemical Composition And Antimicrobial Activity. *Evidence-Based Complementary And Alternative Medicine*, 5(3): 317-324.
- Salatino A, Teixeira ÉW, Negri G (2005). Origin And Chemical Variation Of Brazilian Propolis. *Evidence-Based Complementary And Alternative Medicine*, 2, 1: 33-8.
- Sawaya AC, Cunha IB, Marcucci MC, De Oliveira Rodrigues RF, Eberlin MN (2006). Brazilian Propolis Of *Tetragonisca Angustula* And *Apis Mellifera*. *Apidologie*, 37, 3: 398-407.
- Scazzocchio F, D'Auria FD, Alessandrini D, Pantanella F (2006). Multifactorial Aspects Of Antimicrobial Activity Of Propolis. *Microbiological Research*, 161, 4: 327-33.
- Sforcin JM (2007). Propolis And The Immune System: A Review. *Journal Of Ethnopharmacology*, 113, 1: 1-14.
- Sforcin JM (2016). Biological Properties And Therapeutic Applications Of Propolis. *Phytotherapy Research*, 30, 6: 894-905.
- Sforcin JM, Fernandes A, Lopes CAM, Bankova V, Funari SRC (2000). Seasonal Effect On Brazilian Propolis Antibacterial Activity. *Journal Of Ethnopharmacology*, 73, 1: 243-9.
- Shapla UM, Raihan J, Islam A, Alam F, Solayman N, Gan SH, Hossen S, Khalil I (2018). Propolis: The Future Therapy Against *Helicobacter Pylori*-Mediated Gastrointestinal Diseases. *Journal Of Applied Biomedicine*, 16, 2: 81-99.
- Silici S, Kutluca S (2005). Chemical Composition And Antibacterial Activity Of Propolis Collected By Three Different Races Of Honeybees In The Same Region. *Journal Of Ethnopharmacology*, 99, 1: 69-73.
- Siripatrawan U, & Vitchayakitti W (2016). Improving Functional Properties Of Chitosan Films As Active Food Packaging By Incorporating With Propolis. *Food Hydrocolloids*, 61: 695-702.
- Singleton VL, Rossi JA (1965). Colorimetry Of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal Of Enology And Viticulture*, 16, 3: 144-58.
- Smith AP, Chaplin K, Wadsworth E (2012). Chewing Gum, Occupational Stress, Work Performance And Wellbeing. An Intervention Study. *Appetite*, 58, 3: 1083-6.
- Spinelli S, Conte A, Lecce L, Incoronato AL, Del Nobile MA (2015). Microencapsulated Propolis To Enhance The Antioxidant Properties Of Fresh Fish Burgers. *Journal Of Food Process Engineering*, 38, 6: 527-35.
- Sun C, Wu Z, Wang Z, Zhang H (2015). Effect Of Ethanol/Water Solvents On Phenolic Profiles And Antioxidant Properties Of Beijing Propolis Extracts. *Evidence-Based Complementary And Alternative Medicine*, 2015.
- Szczesniak AS (1987). Correlating Sensory With Instrumental Texture Measurements—An Overview Of Recent Developments 1. *Journal Of Texture Studies*, 18, 1: 1-15.
- Tisdale E, Wilkins C (2014). Method Development For Compositional Analysis Of Low Molecular Weight Poly (Vinyl Acetate) By Matrix-Assisted/Laser Desorption-Mass

- Spectrometry And Its Application To Analysis Of Chewing Gum. *Analytica Chimica Acta*, 820: 92-103.
- Tuceryan M, & Jain AK (1993). Texture Analysis. In *Handbook Of Pattern Recognition And Computer Vision*, 235-276.
- Tosi B, Donini A, Romagnoli C & Bruni A. (1996). Antimicrobial Activity Of Some Commercial Extracts Of Propolis Prepared With Different Solvents. *Phytotherapy Research*, 10(4): 335-336.
- Uzel A, Önçağ Ö, Çoğulu D & Gençay Ö (2005). Chemical Compositions And Antimicrobial Activities Of Four Different Anatolian Propolis Samples. *Microbiological Research*, 160(2): 189-195.
- Valduga E, Lazzari MR, Vardanega R, Di Luccio M (2012). Evaluation Of Sugar Inversion In Chewing Gum Added Of Sodium Lactate. *Journal Of Food Process Engineering*, 35, 1: 37-53.
- Valencia D, Alday E, Robles-Zepeda R, Garibay-Escobar A, Galvez-Ruiz JC, Salas-Reyes M, Jiménez-Estrada M, Velazquez-Contreras E, Hernandez J, Velazquez C (2012). Seasonal Effect On Chemical Composition And Biological Activities Of Sonoran Propolis. *Food Chemistry*, 131, 2: 645-51.
- Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez J (2008). Functional Properties Of Honey, Propolis, And Royal Jelly. *Journal Of Food Science*, 73, 9: R117-R24.
- Wagh VD (2013). Propolis: A Wonder Bees Product And Its Pharmacological Potentials. *Advances In Pharmacological Sciences*, 2013.
- Watanabe MAE, Amarante MK, Conti BJ, Sforcin JM (2011). Cytotoxic Constituents Of Propolis Inducing Anticancer Effects: A Review. *Journal Of Pharmacy And Pharmacology*, 63, 11: 1378-86.
- Yang X, Wang G, Zhang X, (2004). Release Kinetics Of Catechins From Chewing Gum. *Journal Of Pharmaceutical Sciences*, 93, 2: 293-9.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Esra BÖLÜK, 1 Ekim 1994'te Samsun'da doğdu. 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. 2017 yılında lisans eğitimini tamamlayarak aynı yıl ve aynı üniversitede Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.