



**SAKIZ MAYASI (ÖZÜ) HAMMADDELERİNİN NANE
AROMASI BİLEŞENLERİ SALINIMINA ETKİSİ**

MÜMİN ALAÇAM

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK

2022

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SAKIZ MAYASI (ÖZÜ) HAMMADDELERİNİN NANE
AROMASI BİLEŞENLERİ SALINIMINA ETKİSİ

MÜMİN ALAÇAM

ORCID: 0000-0002-7127-7336

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Danışman: Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK

ŞUBAT-2022

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

SAKIZ MAYASI (ÖZÜ) HAMMADDELERİNİN NANE AROMASI BİLEŞENLERİ SALINIMINA ETKİSİ

Mümin ALAÇAM

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK

Sakız yapısı itibariyle çözünebilir ve çözünemeyen kısım olan iki ana kısımdan oluşmaktadır. Çözünemeyen kısım dediğimiz bilinen adıyla sakız mayası (özü), ana fonksiyon olarak kontrollü salınım ile yararlı çözünebilir bileşenlerin alınmasını sağlayan ana taşıyıcı bileşendir. Çözünebilir kısım ise, polioller, şeker ve türevleri, aromalar, fonksiyonel yararlı bileşenler gibi hammaddelerden oluşan kısımdır. Bu çalışmada, temel olarak diğer atıştırılabilir gıda ürünleri ile kıyaslandığında maliyeti çok daha yüksek bir ürün olan sakızın, ana taşıyıcısı olan sakız mayasından spearmint aroması bileşenlerinin salınımının araştırılması hedeflenmiştir. Sakız mayası formülü içerisine giren ana bileşenler olan elastomer (Butyl), doğal ve PVA (yapay reçine) oranları “Design Expert” programında belirlenen reçetelere göre değiştirilerek, böylece maya geliştirme çalışmalarında salınımın daha verimli olması için hangi sakız mayası hammaddelerinin daha etkili olduğu hangilerinin etkisinin daha az olduğu çalışılmıştır. Spearmint aromasının yüksek oranlı bileşenlerinden olan mentolün bu çalışmada sakız mayasından salınımları incelenmiştir. Elde edilen optimum reçeteler ile üretilen sakızlar 20 kişilik uzman panelistler tarafından aroma salınımı ölçümlenmiş, veriler istatistiksel metotlarla değerlendirilmiş, maya hammadde değişkenlerinin yapıya etkileri ölçülmüş ve belirli numunelerde GC/MS cihazı ile yapılan analitik salınım analizi ile duyuşal aroma gücü/yoğunluğu kıyaslanmıştır. Duyusal değerlendirmenin analitik olarak yapılan analiz ile yakın benzerlikte olduğu görülmüştür. Buna göre tek başına olmasa da salınımına en fazla etkinin yapay reçine olan polivinil asetat (PVA) olduğu, yapılan formüllerde PVA reçinesinin oranının arttıkça aroma gücü/yoğunluğunun da arttığı bu çalışma sonunda görülmüştür. Bu çalışmada aynı zamanda bu 3 temel sakız mayası hammaddesinin değişik oranlarda kullanılması sonucu, sakız mayası yapısı (viskozite ve yumuşama noktası) ve sakız yapısına (duyuşal ve tekstür sertlik) etkileri incelenerek önemli bulgular elde edilmiştir. Böylece sakız mayası ve sakız sektörü açısından önemli veriler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sakız, Sakız Mayası, Nane Aroması, Spearmint

ABSTRACT

EFFECTS OF GUM BASE RAW MATERIALS ON RELEASE OF MINT FLAVOR COMPONENTS

Mümin ALAÇAM

Department of Food Engineering

MSc. Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İbrahim PALABIYIK

Chewing gum consists of two main parts, which are soluble and non-soluble parts. Chewing gum base, known as the non-soluble part, is the main carrier ingredient that can be used to intake useful ingredients with controlled release as the main function. The soluble part consists of raw materials such as polyols, sugar and sugar derivatives, flavors, functional ingredients etc. In this study, it was aimed to investigate the release of spearmint flavor components from chewing yeast, which is the main carrier of chewing gum, which is a product with a much higher cost compared to other confectionery food products. The ratios of elastomer (butyl rubber), natural and artificial resins, which are the main ingredients in the gum base formula, were changed according to the recipes determined by the “Design Expert” program, to investigate which raw materials were more effective and which were less effective in spearmint flavor release. Menthol, which is one of the higher components in the spearmint flavor was investigated in this study. Prepared chewing gum samples were evaluated sensorially by 20 expert panelists according to sensory plan, and the data statistically evaluated in the Design Expert program. Selected samples were analyzed in GC/MS device and compared with the sensory analyses results. It has been observed that the sensory evaluation, data are closely similar with the GC/MS results. According to these results, it was observed that with the increase of polyvinyl acetate (PVA), the flavor intensity of the chewing gum increased. Additionally, it was also observed that these changes in gum base raw materials affected gum base texture (viscosity and softening point) and chewing gum structure (sensorial and textural hardness). As a result, due to this study, important data have been obtained in terms of Gum Base and Chewing Gum Industry.

Keywords: Chewing gum, Gum base, Mint flavor, Spearmint

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	9
1.1 Literatür Özeti	2
1.1.1 Sakız Mayası ile İlgili Genel Bilgiler.....	2
1.1.2 Sakız Mayası Çeşitleri.....	3
1.1.2.1 Yapışmaz Mayalar	3
1.1.2.2 Diğer Özel Sakız Mayaları	3
1.1.3 Sakız Mayası Hammaddeleri	3
1.1.3.1 Sentetik Kauçuklar.....	3
1.1.3.2 Styrene Butadien Rubber (SBR)	4
1.1.3.3 Butyl Rubber (Isobutylene-Isopren Copolymer, PIIB).....	5
1.1.3.4 Poli Isobutylene Rubber (PIB)	6
1.1.3.5 Reçineler	7
1.1.3.6 Resin Asitleri ve Kimyasal Yapıları.....	9
1.1.3.7 Terpen Resinleri	10
1.1.3.8 Polivinil Asetat (PVA)	10
1.1.3.9 Tekstür Yapıcılar ve Dolgu Maddeleri	11
1.1.3.10 Vakslar.....	13
1.1.3.11 Emülsifiye Ediciler	14
1.1.3.12 Yumuşatıcılar.....	14
1.1.3.13 Antioksidanlar	15
1.1.4 Sakız Mayası Formülasyonu	15
1.1.5 Sakız Hakkında Genel Bilgiler.....	16
1.1.5.1 Bulk Poliol Tatlandırıcılar	16
1.1.5.2 Yüksek Yoğunluklu Tatlandırıcılar	17
1.1.6 Genel Aroma ve Spearmint Aroması	17
1.1.7 Sakızda Aroma Salınımına Etki Eden Faktörler	19

1.2 Çalışmanın Amacı ve Literatüre Sağladığı Katkı	21
2. MATERYAL VE YÖNTEM	22
2.1 Materyal	22
2.2 Yöntem.....	22
2.2.1 Sakız Mayası Numunelerinin Hazırlanması.....	22
2.2.2 Sakız Mayası Yumuşama Noktası Analizi.....	24
2.2.3 Sakız Mayası Viskozite Analizi	24
2.2.4 Sakız Numunelerinin Hazırlanması	25
2.2.5 Sakızda Duyusal Sertlik Analizleri	26
2.2.6 Sakızda Kantitatif Sertlik Analizleri	26
2.2.7 Sakızda Duyusal Aroma Gücü/Yoğunluğu	27
2.2.8 GC/MS ile Sakızda Aroma Salınımı	27
2.2.9 GC/MS Sonuç Modelleri.....	28
3. ARAŞTIRMA BULGULARI	30
3.1 Sakız Mayası Viskozite Analizleri	30
3.2 Sakız Mayası Yumuşama Noktası Analizleri	32
3.3 Sakızda Duyusal Sertlik.....	35
3.4 Sakızda Kantitatif Tekstür Sertliği.....	39
3.5 Duyusal Aroma Gücü/Yoğunluğu	42
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR.....	49
EKLER.....	52
Ek-1. Duyusal Sertlik Testi Formu	52
Ek-2. Duyusal aroma gücü/yoğunluğu testi formu	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Rosin kompozisyonu	9
Çizelge 1.2. Talkın kompozisyonu	13
Çizelge 1.3. Bazı sakız mayası formülleri	15
Çizelge 2.1. Deneme sakız mayası formülleri	23
Çizelge 2.2. Deneme sakız formülleri	25
Çizelge 3.1. Sakız mayasının viskozite ölçümleri	30
Çizelge 3.2. Viskozite ölçümlerinden ANOVA analizleri yapılması.....	31
Çizelge 3.3. Sakız mayası yumuşama noktası analizleri	33
Çizelge 3.4. Sakız mayası yumuşama noktası ANOVA analizi sonuçları	34
Çizelge 3.5. Sakız duyusal sertlik analiz sonuçları	36
Çizelge 3.6. Sakız duyusal sertlik ANOVA analizi sonucu	37
Çizelge 3.7. Sakız kantitatif sertlik analiz sonuçları	39
Çizelge 3.8. Sakız kantitatif sertlik ANOVA analizi sonucu	40
Çizelge 3.9. Sakız duyusal aroma gücü/yoğunluğu analizleri.....	42
Çizelge 3.10. Sakız duyusal aroma gücü/yoğunluğu ANOVA analizi sonucu	43
Çizelge 3.11. Mentolün sakızdan salınım parametre modellemesi	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. SBR, styrene ve 1,3 butadiene bağ yapısı	4
Şekil 1.2. SBR molekül yapısı.....	4
Şekil 1.3. Butyl rubber, isobutylen-isopren copolimer.....	5
Şekil 1.4. Butyl rubber molekül yapısı	6
Şekil 1.5. PIB 3-D görüntüsü	6
Şekil 1.6. PIB'nin kimyasal yapısı	7
Şekil 1.7. Reçine elde edilmesi diyagramı	8
Şekil 1.8. Resin asitleri kimyasal yapısı	10
Şekil 1.9. d-Limonene yapısı.....	10
Şekil 1.10. Polivinil asetat kimyasal yapısı	11
Şekil 1.11. Talkın mikroskop görüntüsü	13
Şekil 1.12. Triacetin kimyasal yapısı.....	14
Şekil 1.13. Sürekli sakız mayası üretimi	16
Şekil 2.1. Sakız mayası görseli.....	23
Şekil 2.2. Sakız deneme desenleri görseli	26
Şekil 3.1. Sakız mayası değişken bileşenlerin sakız mayası viskozitesine etkisi.....	32
Şekil 3.2. Sakız mayası değişken bileşenlerin sakız mayası yumuşama noktasına etkisi	35
Şekil 3.3. Sakızda duyusal sertlik analizi	38
Şekil 3.4. Sakızda kantitatif Tekstür sertlik analizi	41
Şekil 3.5. Sakızda duyusal aroma gücü/yoğunluğu analizleri	44
Şekil 3.6. Mentolün sakızda salınım oranlarının zamana bağlı değişim grafiği	46

SİMGELER DİZİNİ

°C	: Santigrat derece
CaCO ₃	: Kalsiyum Karbonat
Mg	: Magnezyum
MgO	: Magnezyum Peroksit
Si	: Silisyum
SiO ₂	: Silisyum Dioksit
H	: Hidrojen
H ₂ O	: Su
O	: Oksijen
CH ₂	: Metilen
CH ₃	: Metil
N	: Newton
ml	: Mililitre
cp	: Centi Poise
m/z	: Kütle/Yük Oranı
Psi	: Pounds per square inch
g	: Gram
dk	: Dakika
df	: Degree of Freedom (Serbestlik derecesi)
X1=A	: Elastomer (Butyl Rubber)
X2=B	: Doğal Reçine (Rosin)
X3=C	: Yapay Reçine (PVA)

KISALTMALAR DİZİNİ

M.Ö.	: Milattan Önce
TPA	: Tekstür Profil Analizi
GC/MS	: Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
DNM	: Deneme Maya
DNS	: Deneme Sakız
SBR	: Styrene Butadiene Rubber
BR	: Butyl Rubber
PVA	: Polivinil Asetat
PVAc	: Vinil Asetat homopolimerleri
BHA	: Butillendirilmiş hidroksianisol
BHT	: Butillendirilmiş hidroksitoluen
PIB	: Poli Isobutylene Rubber
PIIB	: Isobutylene-Isopren Copolimer

1. GİRİŞ

Sakız endüstrisi Dünya’da yaklaşık 32 milyar dolar üzerinde bir ciroya sahip atıştırılabilirlik kategorisi içindeki en büyük kategorilerden birisidir (Anonim 2021, www.statista.com). Sakız yapısı itibariyle çözünebilir ve çözünemeyen kısım olan iki ana kısımdan oluşmaktadır. Çözünemeyen kısım dediğimiz bilinen adıyla sakız mayası (özü), ana işlevi olan kontrollü salınımı ve yararlı çözünebilir bileşenlerin alınmasını sağlayan ana taşıyıcı bileşendir. Çözünebilir kısım ise, polioller, şeker ve türevleri, aromalar, fonksiyonel yararlı bileşenler gibi hammaddelerden oluşan kısımdır.

Buldukları habitatta doğal olarak bulunan bitki ve hayvan kısımlarından elde ettikleri sakız, binlerce yıldır insanoğlu tarafından Dünya’nın pek çok farklı bölgesinde çiğneme nesnesi olarak kullanılmaktadır. Eski Yunanlılar, Türkiye ve Yunanistan’a ait bir maki bitkisi olan mastik ağacının kabuklarından elde ettikleri özellikle kadınlar mastik sakızını dişlerini temizleme ve nefeslerini tazelemek için kullanmışlardır. Tarih öncesi çağlarda avcı-toplayıcılar günlük yaşamlarının zorluklarının üstesinden gelmek için buldukları çiğneyebilecekleri bitkileri çiğnemişlerdir. Antropologlar insanoğlunun besinsel ihtiyaçlarından çok, dürtüsel çiğneme ihtiyaçları için doğal bitkileri bulduklarını ifade etmektedir. Dünyanın öbür ucunda Meksika’daki eski Maya toplumunda şimdiki adı “chickle” olan sakız bulunmuştur. M.Ö. 800’de Maya Uygarlığının gizemli bir biçimde ortadan kaybolduktan sonra, “chickle” çiğnemesi olarak yerel halk tarafından sürdürülmüştür. Dünyanın diğer bölgelerinde Eskimolar balık yağlarını, milyonlarca Güney Amerikalı “coca” yapraklarını, Çinliler zencefil bitkisi köklerini çiğnemiş, Güney Asya kıtasında çiğneme nesnesi olarak “betel cevizi” dişleri siyah renge boyasa bile yüzyıllar boyunca çiğnenmiştir. Günümüzde bu alışkanlık Hindistan ve civar ülkelerde hala sürdürülmektedir.

Sakızın dönüşümü ve ticarileşmesi büyük ölçüde Amerikan beceri ve girişimciliğinin çabalarının sonuçlarındandır. Daha iyi hammadde araştırmaları (erken icatçılar tarafından) sürekli artan ve araştırma ve geliştirmelerin devamı, 1848’de ladin sakızının ilk satışının başlamasıyla devam etmiştir. Bugün sakız uluslararası bir gelenektir. 1848’de girişimci Yankee ve John Cortis Dünya’nın ilk resmi sakız üreticileri olmuşlardır (Fritz, 2006).

1.1 Literatür Özeti

1.1.1 Sakız Mayası ile İlgili Genel Bilgiler

Sakız mayası, sakız ve balonlu sakızı diğer tüm şekerlemelerden ayıran yegâne içeriktir. Bu elastik madde herhangi önemli bir değişiklik olmaksızın saatlerce çiğnemeyi mümkün kılan özelliklere sahiptir. İnsanlık tarihi araştırmaları sakız çiğnemenin yeni bir alışkanlık olmadığını göstermektedir. Tüm toplumlarda sakız çiğneme gözlenmiştir. Çiğneme alışkanlığı ferah nefes, çiğnemenin verdiği haz, stres azaltma, mental ve fiziksel uyum ile ilişkilidir (Fritz, 2006).

Sakız mayası son ürünün tipine bağlı olarak sakız üretimi için çok önemli bir materyal olmuştur. Farklı aromalar için sıklıkla farklı sakız mayaları gerekli olmuştur. Mayanın kompozisyonu aroma salınımının derecesindeki ve tutma kapasitesindeki önemli bir faktördür (Fritz, 2006).

Başlangıçta reçinelerin ve vaksların karışımlarında doğal lateks ve doğal kökenli sakızlar kullanılmıştır. Ancak doğal elastomerler ve sakızların kaliteleri, maliyetleri ve salınımları sürdürülebilir özellikte değildir, değişkendir. Sentetik elastomerlerin gelişimi modern sakız mayası formüllerine büyük bir hız kazandırmıştır (Fritz, 2006).

Doğal sakızların çoğu tropik ülkede yetişir ve zirai ürün olarak hasat edilirler. Ancak yetiştikleri bölgelerdeki iklimsel ve politik değişikliklerden dolayı maliyetleri ve kullanılabilirlikleri değişkendir. Bu grup doğal kauçuk bitkisi olan *Havea brasiliensis*'i kapsar (Fritz, 2006).

Bu doğal sakızların çoğu gutta (Cis veya trans-1-4 polyisopren) olarak bilinen elastomerik bir kısımdan ve doğal kauçuk ile çok değişken olan doğal reçineler ve diğer farklı sakız mayası hammaddelerinden oluşur. Doğal sakızların kullanımı aşırı hidrofilik olduklarından dolayı sakız için çok uygundur. Bunun olması çiğneme sakızına yüksek nem tutma kapasitesi kazandırır ve gelişmiş bir sakız tekstürü sağlar ve güzel bir aroma algısı oluşturur (Fritz, 2006).

Diğer yandan doğal sakızlardaki farklı nedenlerden (tedarik problemleri, kalite tutarsızlığı, maliyetleri vb.) dolayı daha az cazip hale gelmişlerdir. Dolayısıyla diğer sentetik hammaddelerin kullanımının artmasına neden olmuştur (Fritz, 2006).

1.1.2 Sakız Mayası Çeşitleri

1.1.2.1 Yapışmaz Mayalar

Yapışmaz maya sakız mayasındaki Styrene Butadiene Rubber (SBR) kullanılmasına izin verilmediği için Japonya’da geliştirilmiştir. Balonlu sakız yapmak için plastikleştirilmiş PVAc “Polyvinyl Acetat (PVA)” kullanmışlardır. Yapışmaz sakız mayası başlangıç hedefi olmasa da son ürünleri yapışmaz özellikleydi. (Fritz, 2006). Yapışmaz sakız mayası geleneksel olan ile kıyasla bazı daha olumlu yanlara sahiptir. Bunlar:

- Yapışmaz balonlu sakız mayası geleneksel olana kıyasla daha az esnektir.
- Yapışmaz sakız mayası geleneksele göre daha kauçuksu ve daha esnektir.
- Yapışkanlık derecesi kilit karakteristik özelliktedir ve bu özellik Texturemeter TA-XT2 cihazı ile ölçülebilir.

1.1.2.2 Diğer Özel Sakız Mayaları

Sakız mayası aynı zamanda fonksiyonel sakızlar içindeki etken madde salınımını artırmak için özel olarak geliştirilebilmektedir. Aktif bileşenler ile sakız mayası arasındaki etkileşim, aktif bileşenlerin salınımını açık bir biçimde etkilemektedir. Bu nedenle uygun mayanın seçimi veya geliştirilmesi çok önemlidir.

Günümüzdeki modern sakız mayaları eski zamanlardaki sakız mayalarından daha farklıdır. Genel olarak sakız mayası; elastomerik polimerler, reçineler, doğal ya da sentetik rosin esterler, tekstür oluşturucular, doğal ve sentetik vakslar, emülsifiye ediciler, yumuşatıcılar ve antioksidanlardan oluşmaktadır (Fritz, 2006).

1.1.3 Sakız Mayası Hammaddeleri

1.1.3.1 Sentetik Kauçuklar

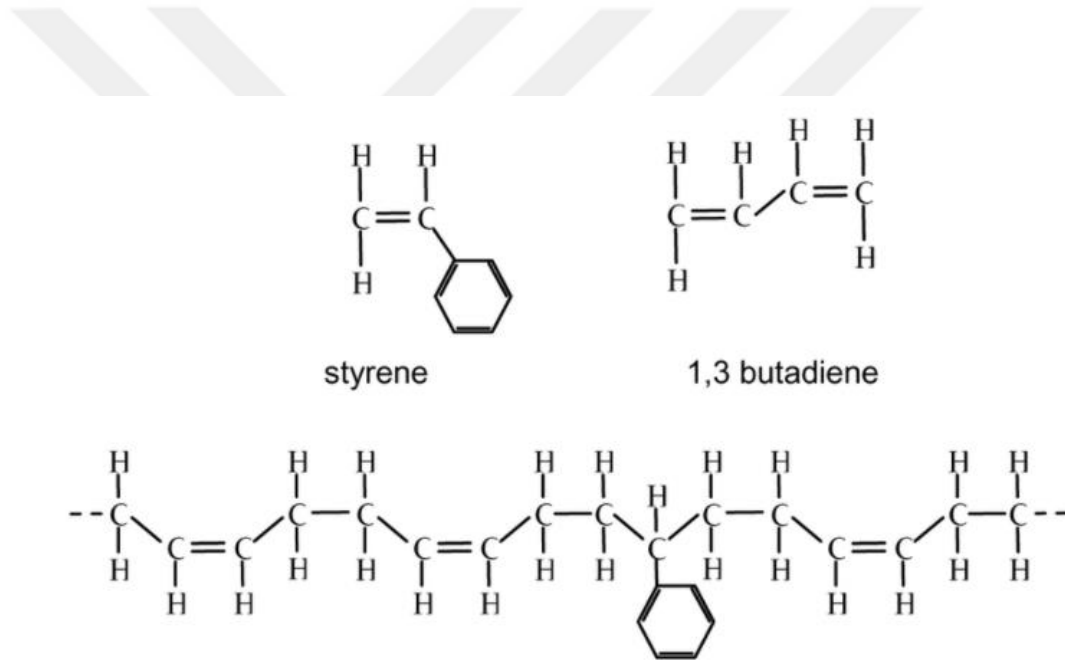
Sakız mayasında kullanılan sentetik kauçukların çeşitliliğini elde etmek zordur. Garip görünebilir ama büyük ölçekteki sentetik kauçuk üretimi ağırlıklı olarak kauçuk endüstrisi için üretilir. Bununla birlikte, yalnızca birkaç tane üreticinin ürünlerinin sakız için üretimi, gıdaya uygunluğu onaylanmıştır (Fritz, 2006).

Elastomerler sakıza kauçuksu, elastik ve kohesif yapı sağlar, bu durum elastomerlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir ve böylece elastomer diğer bileşenlerle harmanlanır (Fritz, 2006).

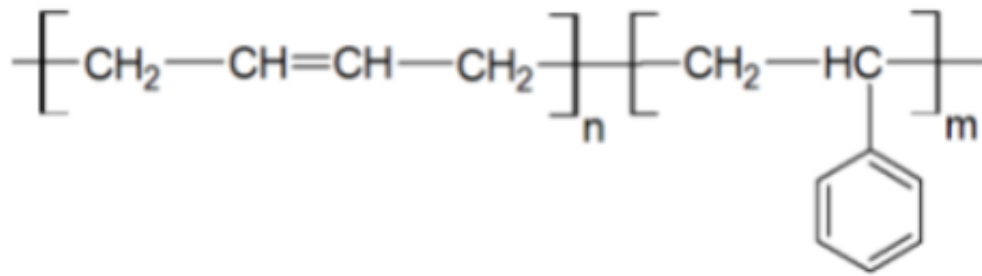
Sakız mayasında kullanılan en bilinen elastomerler Styrene Butadiene Rubber (SBR), Butyl Rubber (PIIB) ve Polisobutylen Rubber (PIB)'dir.

1.1.3.2 Styrene Butadien Rubber (SBR)

Bu polimer emülsiyon polimerizasyonu ya da solvent polimerizasyonu ile elde edilmektedir. En yaygın SBR çeşitleri 1:1 ve 1:3 bağlı stiren butadien'dir (Şekil 1.1 ve Şekil 1.2.).



Şekil 1.1. SBR, styrene ve 1,3 butadiene bağ yapısı



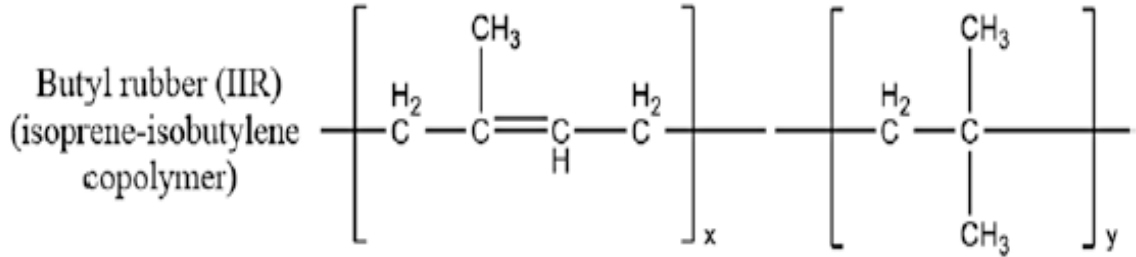
Şekil 1.2. SBR molekül yapısı

Kendi fiziksel özellikleri sakızın sertliğini ve elastikliğini sağlar ve stiren içeriğinin artışı daha az kauçuksu ve oda sıcaklığında katı bir polimer ortaya çıkarır. SBR polimerleri elastik yapıyı bozma yeteneğine sahiptir ve aynı zamanda bu özelliklerinden dolayı balonlu sakız üretimi için çok uygundur (Fritz, 2006).

Stiren Butyl Rubber'ların "The Food Chemical Codex"e (Anonim, 2022, <https://www.foodchemicalscodex.org/>) uygun olması için emülsifiye edicilerin ve çözücülerin kodekste belirtilen seviyenin altında elimine edilmesi gerekliliği vardır (Fritz, 2006).

1.1.3.3 Butyl Rubber (Isobutylene-Isopren Copolymer, PIIB)

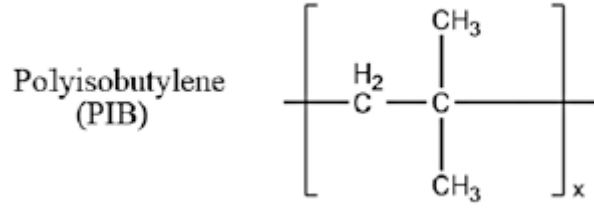
Butyl rubber, bazen sadece "butyl" olarak da adlandırılır ve SBR gibi sakız mayası üretiminde en fazla kullanılan diğer bir sentetik kauçuktur. Orta derecede doymamış bir izobütülen-izopren kopolimeri olan butyl rubber, %97-99,5 Isobutylene + %3-0,5 Isoprene şeklinde bir yapıya sahiptir. Bu gerçekte bir kopolimerdir. %97-99,5 izobütülden ve %3-0,5 izoprenden oluşur (Fritz, 2006).. Kimyasal yapısı (Şekil 1.3.)'de verilmiştir (Richard W.,2018).



Şekil 1.3. Butyl rubber, isobutylene-isopren kopolimer

Bu çok ilginç bir polimerdir. Çünkü sakız mayası formülünde kullanılan en yaygın bileşenler ile çok iyi bir uyuma sahiptir ve sakıza çok dengeli bir elastik-plastik özelliği verir. Bu şekilde PIIB iyi film oluşturma özelliği kazandırır. Bu özelliğinden dolayı sakızdan balonlu sakıza kadar çok geniş bir sakız uygulama alanına sahiptir (Fritz, 2006).

(Şekil 1.4.)'te molekül yapısı paylaşılmıştır (Anonim, 2022, <https://www.chegg.com/homework-help/organic-chemistry-plus-masteringchemistry-with-etext-access-card-package-9th-edition-chapter-26-problem-12p-solution-9780321971128>).



Şekil 1.6. PIB'nin kimyasal yapısı

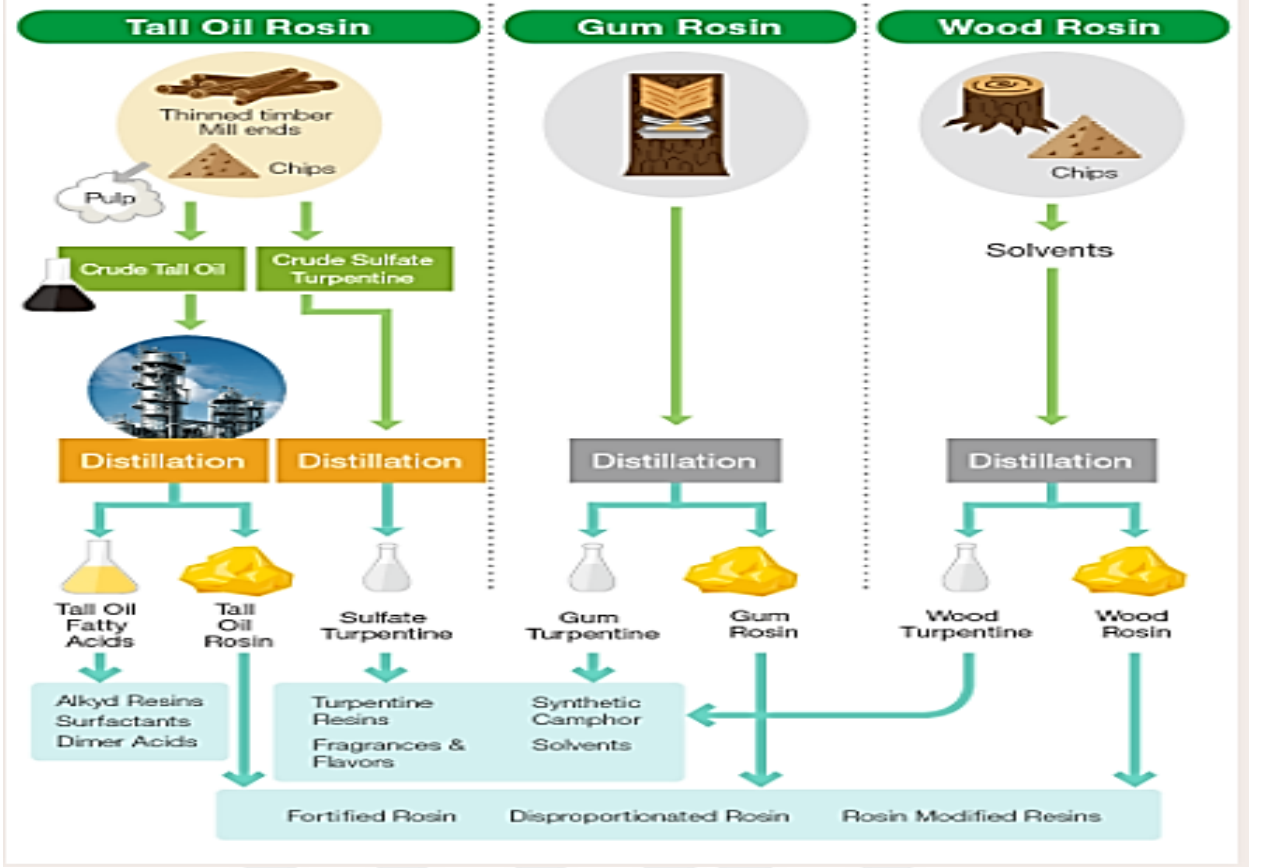
Farklı moleküler ağırlığa sahip pek çok PIB vardır. Moleküler ağırlıkları 10.000-95.000 arasında değişmektedir.

Düşük moleküler ağırlıklı PIB çok yumuşaktır. Yüksek moleküler ağırlıklı olan ise oldukça serttir ve daha fazla kauçuksu ve sakız mayasına daha sıkı ve elastiki yapıyı verir. PIB çok düşük bir camsı geçiş sıcaklığına sahiptir (-80°C) ve oda sıcaklığında çok yumuşak ve elastiktir. PIB'ler çoğu diğer hammadde ile çok düşük uyumluluktadır. Bu etki sıklıkla dikkatli bir molekül ağırlığı seçimini gerektirir (Fritz, 2006).

1.1.3.5 Reçineler

Bu grup estergum ve terpen reçineleri gibi doğal rosin türevlerini ve PVA gibi sentetik reçineleri kapsar (Fritz, 2006). Doğal reçine elde edilmiş şekli (Şekil 1.7.)'de gösterilmiştir. (Anonim, 2022 https://www.harima.co.jp/en/pine_chemicals/rosin2.html)

Orijinal sakız mayası “chicle”, Orta Amerika'daki chicle ağaçlarından elde edilirdi ve chicle yapı olarak 60% reçine ve 15% kauçuktan oluşmaktaydı (Richard W.,2018).



Şekil 1.7. Reçine elde edilmesi diyagramı

Rosin türevleri, doğal rosin esterleri yoğun bir biçimde kullanılmaktadır ve ayrıca rosinden türelenen estergum tipleri de kullanılmaktadır.

Rosin, çam sakızından (oleoresin) sıvı fraksiyon distilasyonundan sonra geriye kalan katı kısımdır. En yaygın rosin türleri:

Gumrosin; çam ağacı öz suyundan elde edilen ham maddedir; bugün bu materyal Çin, Brezilya ve Portekiz’de üretilir.

Woodrosin; bu reçine çam kerestelerinden çözücüler ile ekstrakte edilmektedir. Çoğunlukla Amerika Birleşik Devletleri’nde üretilir.

“Tall oil rosin”; bu rosin türü kâğıt pulplama prosesinden elde edilir.

Kimyasal olarak bu 3 kaynağın materyalleri benzerdir fakat identik değildir. Saflaştırılırlar ve kimyasal olarak modifiye edilirler.

Yapılabilen modifikasyon türleri fiziksel özelliklerini değiştirir ve kimyasal kararlılıklarını geliştirir. Bu modifikasyonlar dimerizasyon, polimerizasyon (rosinin yumuşama noktasını yükseltir) ve hidrojenasyonu (rosinin kararlılığını geliştirir) kapsar. Metalik katalistler

rosini modifiye etmek için kullanılır ve bunlar toksik olabilir. Bu nedenle modifiye edilmiş rosinlerin ve gıdaya uyumlu olabilmeleri için üretilmelerinde büyük ve kapsamlı kalite kontrolleri yapılmalıdır (Fritz, 2006).

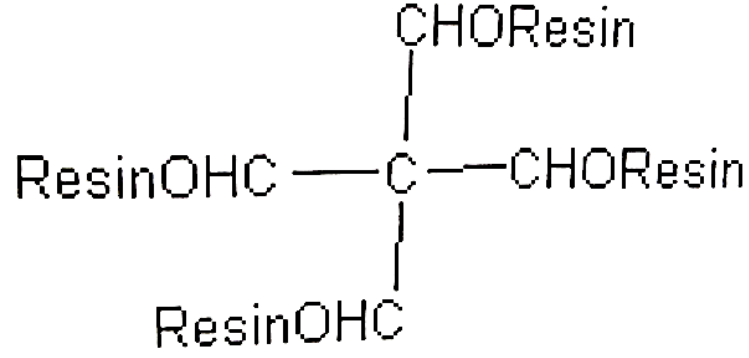
Rosin kompozisyonu çok kompleks farklı bir reçine asitleri karışımıdır. Farklı asitlerin oranı çamın tipine, ülkeye, toprağa, iklim koşullarına, vb. bağlıdır (Çizelge 1.1.) (Fritz, 2006).

Çizelge 1.1. Rosin kompozisyonu

Resin asidi	Tall yağı (sıvı reçine)	Odun	“Gum”
Abietik	%37.8	%50.8	%23.7
Paulstrik	%8.2	%8.2	%21.2
Neobietik	%3.3	%4.7	%19.1
İzopimarik	%11.4	%15.5	%17.4
Dehidroabietik	%18.2	%7.9	%5.3
Pimarik	%4.4	%7.1	%4.5
Kommunik	%1.0	%0.0	%3.1
Levopimarik	%0.0	%0.0	%1.8
Sandarkopimarik	%3.9	%2.0	%1.3

1.1.3.6 Resin Asitleri ve Kimyasal Yapıları

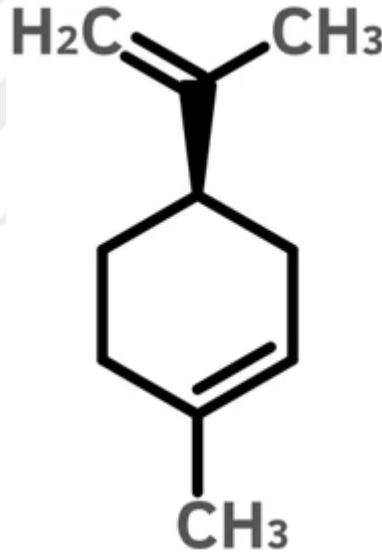
Resinin pentaerytritol esterleri olarak tanımlanan resin asitleri ham resine göre stabiliteyi daha iyidir. Bir amorf resindir ve yumuşama noktaları 90°C ile 110°C arasında değişmektedir. Kimyasal yapısı olarak da aşağıdaki (Şekil 1.8)'deki gibidir (Fritz, 2006).



Şekil 1.8. Resin asitleri kimyasal yapısı

1.1.3.7 Terpen Resinleri

Bunlar d-Limonene (Şekil 1.9) ve α veya β Pinene'den elde edilen sentetik hidrokarbon resinleridir (Anonim, 2022, <https://www.spectrumchemical.com/d-limonene-11207>)



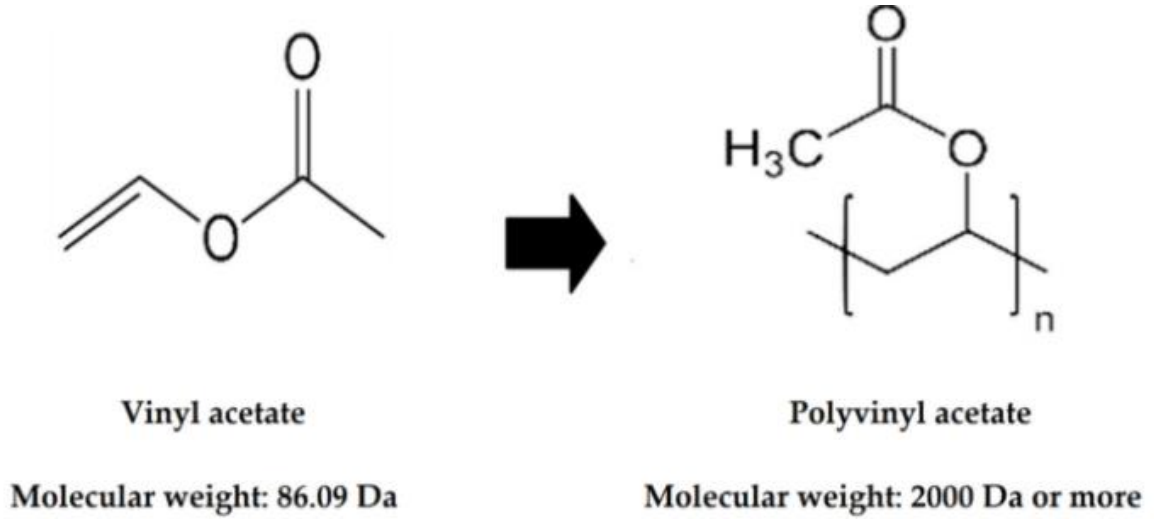
Şekil 1.9. D-limonene yapısı

Çeşitli sayıda farklı yumuşama noktasına sahip terpen resinler bulunmaktadır. Ester gumlar ile kıyaslandığından en önemli özelliklerinden birisi sakız mayasının kütlelerinin dengelenmesi ve amorf yapıdan kristal yapıya geçişi destekleyerek, yapışkanlığın azalmasına etkisi olur (Fritz, 2006).

1.1.3.8 Polivinil Asetat (PVA)

Polivinil asetat (PVA) sakızda yaygın olarak kullanılan renksiz, kokusuz ve tatsız termoplastik sentetik reçinedir (Lees ve Jackson, 1992).

Vinil polimerleri ve belirli polivinil asetatlar (PVAc-vinil asetat homopolimerleri) sakız mayasının en temel bileşenlerindedir. PVAc molekül ağırlığı en az 2000'dir (Şekil 1.10.). Bunlar 2000 ile 80.000 arasındaki pek çok farklı molekül ağırlığında ticari olarak bulunurlar. Yüksek molekül PVAc'ler genellikle balonlu sakız mayasında kullanılır (Fritz, 2006).



Şekil 1.10. Polivinil asetat kimyasal yapısı

PVA bir amorf resindir ve yumuşama noktası molekül ağırlığına bağlıdır. Camsı geçiş sıcaklığı 30°C civarındadır ve 30°C'nin altında kırılabilir katı formdadır. 30°C'nin üzerinde ise yumuşak katı olup viskoz sıvıya dönüşüm eğilimindedir (Fritz, 2006).

PVA'nın kauçuk ve vakslar ile uyumluluğu zayıftır. Teknolojik fonksiyonu gereği karışımın hacimsel olarak artışına ve hidrasyon kapasitesinin yükselmesine katkısı olur (Fritz, 2006).

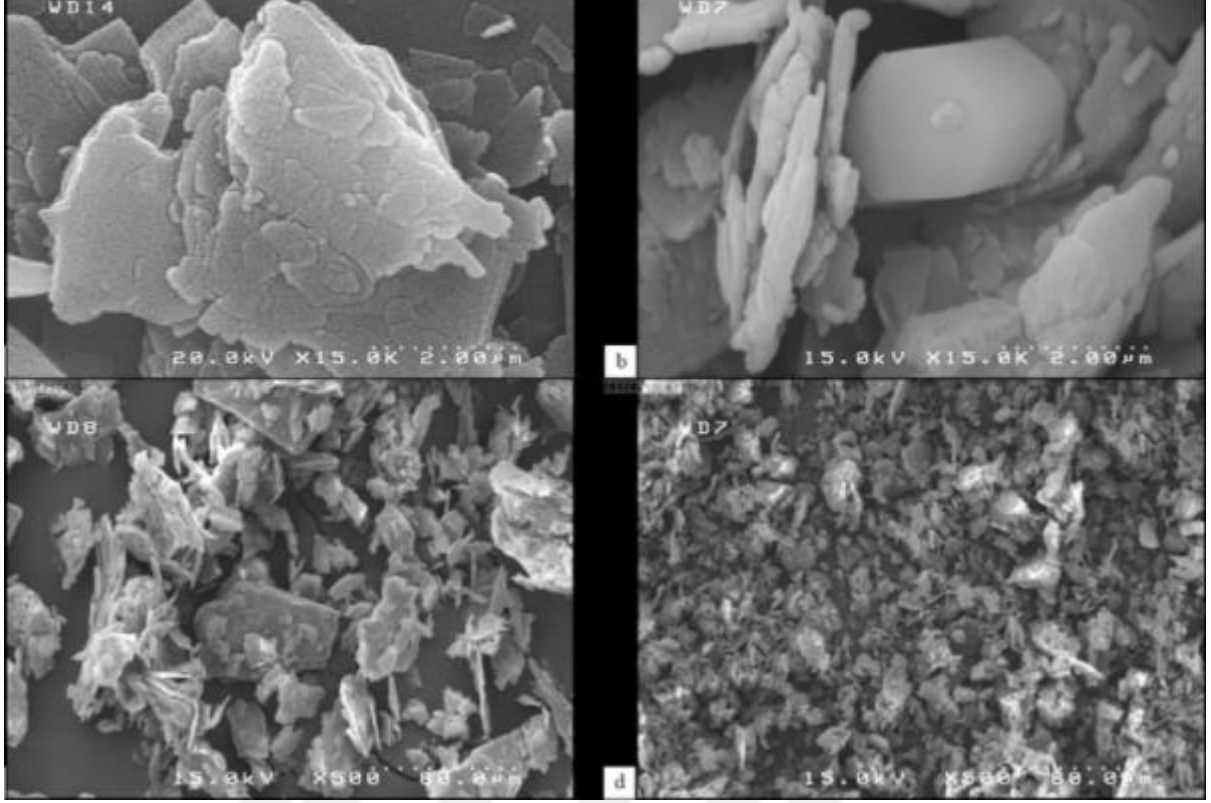
1.1.3.9 Tekstür Yapıcılar ve Dolgu Maddeleri

Tekstür yapıcı hammaddeler sakız mayası (özü) formülleri için oldukça önemlidir. Genellikle maliyet azaltıcı hammaddeler olarak nitelendirilseler de hacim artırıcı olarak dinamik etkileri yüksektir. Bunlar tekstürü modifiye ederek proses esnasında işlemeye yardımcı olurlar. Bu grupta genel olarak magnezyum ve kalsiyum karbonatlar, magnezyum silikat ve alüminyum silikat gibi silika türleri, talk, mono, di ve tri kalsiyum fosfatlar ve benzer maddeleri içerirler (Fritz, 2006).

Kalsiyum karbonat ve talk en yaygın olarak kullanılan tekstür verici maddelerdir. Eğer ürün formüllerinde asit kullanılacak ise asitler ile uyumlu tekstür vericiler kullanılmalıdır. Örneğin, asitler ve kalsiyum karbonatlar arasında kimyasal reaksiyon oluşabileceğinden, asit uyumlu olarak en çok bilinen ve yaygın olarak kullanılan dolgu ve tekstür yapıcı madde talk tercih edilmektedir (Fritz, 2006).

Kalsiyum karbonat doğada en yaygın olarak bulunabilen dolgu maddesidir. Pek çok çeşitli formda bulunabildiğinden oldukça stabil formda bir mineraldir. Ticari olarak yaygın bulunanları saflaştırılmış ince öğütülmüş CaCO_3 (limestone) ve çöktürülmüş CaCO_3 'tür. Her ikisi de sakız mayasının son formu ve özelliklerine göre yaygın olarak kullanılır (Fritz, 2006).

Talk asitlerle herhangi bir reaksiyona girmez. Talk kimyasal formülü $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ 'dir. Teorik olarak talk yapısı ve kompozisyonu Çizelge 1.2.'deki gibidir. Talkın elektron mikroskopundaki görüntüsü (Şekil 1.11)'de görülmektedir (Anonim, 2022, https://www.researchgate.net/figure/SEM-images-of-a-commercial-talc-b-c-unground-and-d-ground-composite-talc_fig3_307583560)



Şekil 1.11. Talkın mikroskop görüntüsü

Çizelge 1.2. Talkın kompozisyonu

Element	%Wt	Bileşik	%Wt
Mg	19.2	MgO	31.7
Si	29.6	SiO ₂	63.5
H	0.5	H ₂ O	4.8
O	50.7		

1.1.3.10 Vakslar

Vaks terimi genel olarak petrol, mineral, bitkisel ve hayvansal kaynaklı pek çok doğal veya sentetik hammadde için jenerik kullanılan bir terimdir. Bu grup, sentetik (polietilen, Fischer-Tropsch), doğal (candelilla, carnauba, beeswax vb.) ve petrol türevli (örneğin mikrokristalin ve parafin) vaksları ihtiva eder (Fritz, 2006).

Vakslar ortam sıcaklığında katı olarak bulunan yumuşama noktası çok düşük, ısıtıldığında yumuşatma, soğutulduğunda sertleştirme özelliğine sahiptirler. Gıdaya uygun petrol türevi vakslar US Code of Federal Regulation 21 CFR 172.886'da (Anonim, 2022, <https://www.fda.gov/medical-devices/medical-device-databases/code-federal-regulations-title-21-food-and-drugs>) tanımlanmıştır (Fritz, 2006).

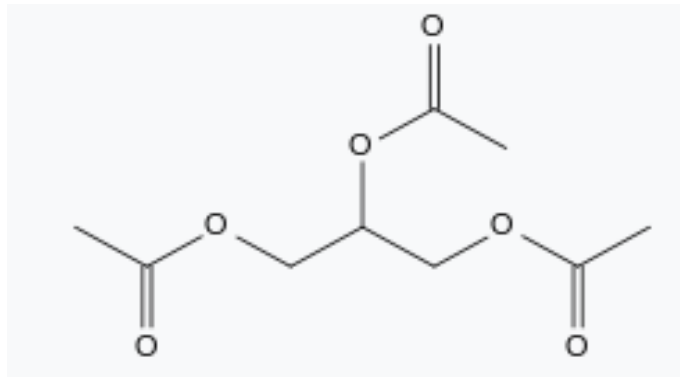
1.1.3.11 Emülsifiye Ediciler

Tek bir bütün olarak düzenli dağılmış ve stabil bir sakız maya formu elde edebilmek için emülsifiye edici maddeler oldukça elzemdir. Sakız mayası matrisi içindeki ince bölünmüş katıların çapraz bağlanmasının korunması gibi önemli bir etkisinin yanında, aromaların sakız üretimi esnasında maya içindeki tutunmasını da desteklerler (Fritz, 2006).

Emülsifiye ediciler sakızın dişlere ve dudaklara yapışkanlığını azaltır ve tükürük absorpsiyonunu destekler. Sakız mayalarında gliserol monostereat en çok bilinen ve yaygın kullanılan emülsifiye edicidir. Diğer emülsifiye edicilere örnek vermek gerekirse lesitin, monodikliseritlerin yağ asitleri, diglisertiler ve triglisertiler sayılabilir (Fritz, 2006).

1.1.3.12 Yumuşatıcılar

Yumuşatıcılar öncelikli olarak sakız mayası formülünde mayanın fiziksel karakterini değiştirmek ve sakız mayası prosesi esnasında karıştırmayı desteklemek için kullanılır. Bu kategori genel olarak kakao yağı, gliserol, triasetin (Şekil 1.10.), hidrojene yağları içerir (Fritz, 2006).



Şekil 1.12. Triasetin kimyasal yapısı

1.1.3.13 Antioksidanlar

Üretim esnasında parçalanmayı engelleyerek raf ömrü boyunca sakız mayasının ve sakızın içinde kullanılan yağ içerikli maddelerin ve aromatik yağların oksitlenmesini engellerler. Başlıca antioksidanlar Butillendirilmiş hidroksianisol (BHA), Butillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), beta karotenler, tokoferoller ve C vitamini gibi asitleştiricilerdir (Fritz, 2006).

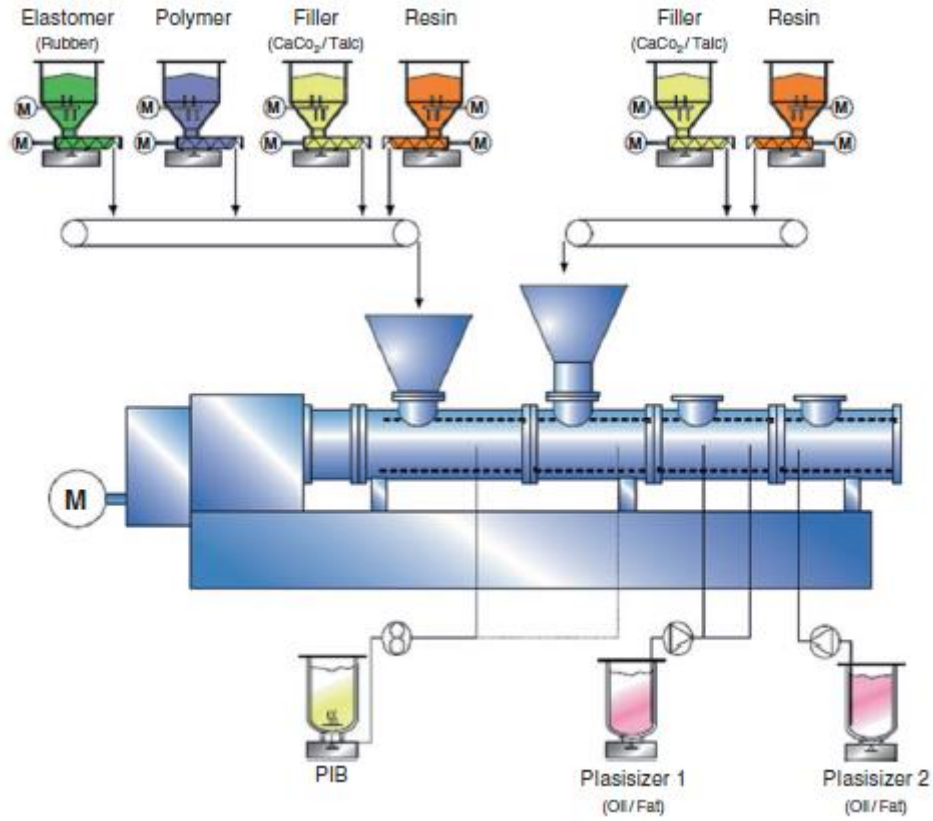
1.1.4 Sakız Mayası Formülleri

Standart salonlu ve standart sakız mayası formülleri Örnekleri Çizelge 1.3. gösterilmiştir (Fritz, 2006).

Çizelge 1.3. Bazı sakız mayası formülleri

Hammaddeler	Açıklama	Standart	Yumuşak	Standart
		Balonlu Sakız Mayası (%)	Balonlu Sakız Mayası (%)	Sakız Mayası (%)
Elastomerler	SBR	10	5	
	Butyl Rubber		10	13
Reçineler	Doğal Reçine	38	12	10
	PVA		30	20
Vakslar		9	12	28
Tekstür, Dolgular		40	25	25
Emülsifiye Ediciler		2	3	2,9
Yumuşatıcılar		0,9	2,9	1
Antioksidanlar		0,1	0,1	0,1

Sürekli sakız mayası üretimi (Şekil 1.13)'te gösterildiği gibi yapılmaktadır (Richard W.,2018).



Şekil 1.13 Sürekli sakız mayası üretimi

1.1.5 Sakız Hakkında Genel Bilgiler

Genel itibariyle sakız içeriğinde sakız mayası (özü), şeker, glikoz şurubu (mısır şurubu), yüksek yoğunluklu tatlandırıcılar, poliol tatlandırıcılar, aromalar, gliserin ve renklendiriciler vb. bileşenlerin farklı formüllerinden geliştirilen bir üründür (Fritz,2006):

Günümüzde geleneksel olarak çiğnenen ürünler dışında tat ve aroma bakımından, yapı ve biçim bakımından farklı pek çok modern sakız çeşidi bulunmaktadır.

Geleneksel sakız, giriş kısmında da bahsettiğimiz, eski Mayalara kadar uzanan “chicle” ve benzer sakız çiğneme özelliklerine sahip bitki ve türevleri olarak ifade edilirler. Ticari ve endüstriyel kullanımı modern sakız mayaları ile kıyaslandığında çok sınırlıdır.

Bu çalışmada da kullanılan şekerless modern sakız formüllerinde yaygın olarak kullanılan bileşenlerin bir kısmı bir sonraki bölümde açıklanmaktadır.

1.1.5.1 Poliol Tatlandırıcılar

Poliol tatlandırıcılar şekerless sakızlarda pudra şekeri yerine kullanılan, sakız hamurunun yapısının büyük kısmını oluşturan ana dolgu maddesidir. Şekerless sakız, ilk olarak True Blue

Gum Co. tarafından Naparville Illinois'te 1964 yılında geliştirilmiştir. Poliöl tatlandırıcılar, şekerli sakızın üretimini mümkün hale getirmiştir. Sakızda kullanılan poliöl tatlandırıcılara ksilitol, sorbitol, izomalt ve maltitol örnek verilebilir (Fritz, 2006).

1.1.5.2 Yüksek Yoğunluklu Tatlandırıcılar

Şekerli sakızlara alternatif olarak geliştirilen şekerli sakızlarda kullanılan poliöl tatlandırıcıların tamamı şeker tatlılığından düşüktür. Duyusal olarak bu tatlılığı ikame etmek için yüksek yoğunluklu tatlandırıcıların kullanılmasına gereksinim duyulmaktadır. Yüksek yoğunluklu tatlandırıcıların da kullanımı aromalarla benzer doğrultudadır. Enkapsülasyon salınımın verimli bir şekilde meydana gelmesini sağlarlar. Enkapsülendirme ile farklı tatlandırıcılar ile yapılmış ürünlerin farklı tatlılık salınımına ve gelişmiş uzun süreli etkiye sahip olmasını sağlar (Fritz, 2006).

Yüksek yoğunluklu tatlandırıcıların kullanımı sakız işleme özelliğini ve çiğneme profilini etkilemez, bu yüzden üreticiler yalnızca yasal kısıtlamalar dahilinde dozajı ayarlarlar (Fritz, 2006).

1.1.6 Genel Aroma ve Spearmint Aroması

Sakız dünyasındaki en devrimsel değişiklik mikro-enkapsülendirilmiş aromaların kullanılmasıdır. Tüketici sakız yapısındaki kapsülleri doğrudan hissedebilmektedir. Çoğu durumda kapsüller renklendirilmektedir, nedeni de görsel etki ile sakızı çekici hale getirmektir (Fritz, 2006).

Böyle gelişmiş içeriklerin kullanılmasının ardında yatan neden tüketicinin granülleri çiğnerken kırmasıdır. Bir kapsül kırıldığında içerisindeki aroma serbest bırakılır ve aroma patlaması elde edilir (Fritz, 2006).

Aroma verici olarak esansiyel yağlar ve limon yağı, pepermint yağı, spearmint yağı, karanfil yağı, wintergreen yağı ve anason yağı gibi sentetik aromalar kullanılmaktadır.

Spearmint Aroması, Spearmint yağı ve mentol ilavesi ile genellikle doğal aroma kategorisinde yer alan aromadır.

Spearmint Yağı, *Mentha Spicata* bitkisinin dünyadaki yıllık 1500 ton üretimimin büyük bir bölümü Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilmektedir. Bu üretimin 85%'lik bölümü de

ABD'nin batısında üretilmektedir. Dünyadaki diğer üreticiler de Çin, İtalya, Brezilya, Japonya, Fransa ve Güney Afrika'dır. Amerika'da üretilen spearmint yağının 50%'den fazlası "*Mentha spicata*" 'dan üretilir ve "native" olarak adlandırılır. Geriye kalan kısmı ise daha yumuşak ama kalite olarak çok daha iyi seviyede, "*Mentha cardiaca cross*" 'tan üretilir ve "scotch" olarak adlandırılır. Son yıllarda bu çeşidin üretimi de artış göstermiştir.

Spearmint yağının en önemli bileşenleri;

- %70 Levo-carvone
- %13 limonene
- %2 1,8-cineole (Eucalyptol)
- %2 myrcene
- %2 carvile asetat

Ayrıca, ilaveten Spearmint yağları olduğu gibi kullanılabilirken, aromatik ve ferahlık etkisini güçlendirmek için, özetle aromaya dönüştürülürken yine doğal olan mentol ilavesi yapılmaktadır. Literatürde de belirtilen spearmint aroması içindeki en yüksek 3 bileşenler sırasıyla "menthol", "1,8-cineole (eucalyptol)" ve "limonene"dir (Ashurst, 1999).

Aroma ürün seçimini sağlayan en önemli faktördür. Tüketiciler aromayı besinsel değerinin, fiyatının, ürün güvenliğinin ve depo edilebilirliği olarak ilk sıraya koymaktadır (Fritz, 2006). Bu çalışmada kullanılan Spearmint yağı değil, mentol ilavesi ile spearmint aromasına dönüştürülmüş formudur. Aroma firması (Firmenich) formül gizliliği sebebiyle aroma oranlarını paylaşmamış, ancak en yüksek bileşenlerin sırasıyla mentol, limonene ve 1,8-cineole" olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada Spearmint aroması içindeki en yüksek bileşen olan mentolün aroma gücüne ve sakız mayasından salınımına etkileri incelenmiştir. Bu amaçla sakız formülü içindeki spearmint aroma miktarı görece sabit tutularak sakız mayası formüllerindeki elastomer, yapay reçine ve doğal reçinenin miktarları değiştirilerek yeni reçeteler geliştirilmiştir. Yeni reçeteler "Design Expert" programı yardımıyla oluşturulmuştur. Oluşturulan 13 farklı sakız mayası reçetesi ile sakız formülündeki Spearmint aroma salınım miktarları değerlendirilmiştir.

Bu yüksek lisans tezi farklı sakız mayası reçetelerinin Spearmint aroma bileşenlerinin salınımına etkisini araştıran ilk çalışmadır.

1.1.7 Sakızda Aroma Salınımına Etki Eden Faktörler

Sakızdan aroma salınımına etki eden faktörlerle ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. De Roos ve Wolswinkel, (1993) eşitsizlik dağılım modeli ile geniş bir hidrofobik bileşen aralığını kullanarak sakızdan lezzet salınım mekanizmasını araştırmışlardır. Bu modele göre ilk 5 dk (termodinamik kontrol) lezzet bileşenleri salınımı doğrusal olarak sakız mayası-su dağılım kat sayısına (log cP) bağlıdır. Bununla birlikte, 5 dk sonra, ölçülen aroma salımı ile daha zayıf bir ilişki olduğu için log cP kullanımı daha az geçerlidir. Bu gözlem temelinde, 5 dk sonra aroma salınımının difüzyon kontrollü olduğunu ve daha çok çiğneme verimine dayandığını öne sürdüler (De Roos ve Wolswinkel, 1993).

Aromanın duyuşal, algısal ve tanısal tanımlaması başlangıçta uçucu aromanın koku alma reseptörlerine ulaşmasıyla başlar. Gıda maddelerinden yayılan lezzet bileşenlerinin koku alma yanıtını başlatabilmek için uygun bir konsantrasyona ulaşması gerekir. Lezzet bileşenlerinin hava/ürün dağılım katsayısı “partition coefficient”, gıda içindeki lezzet bileşenleri ve diğer bileşenler arasındaki bağlanmanın yanı sıra farklı lezzet bileşenleri arasındaki moleküler etkileşimler, sıcaklık, gıda maddesinin bileşimi ve viskozitesi buharlaşma oranını belirleyen faktörlerdir (Van Ruth, Roozen, Nahon, Cozijnsen, Posthumus, 1996).

Gıda maddelerinin lezzet yoğunluğu çiğneme ve yutma sırasında artar (Dothy ve Burdach, 1987), nefes verme sırasında ağız boşluğu uçucu aroma bileşiklerini zorlayan bir körük gibi işlev görerek burun bölmesine yönlendirir (Overbosch, Afterof, Haring, 1991).

Lezzetin salınmasıyla ilgili süreçler gıdalardan tükürüğe ilk salınımı, tükürükten hava fazına ve ardından aroma uçucularının retronazal yoldan veya ağızdan çıkarılmasını kapsar (Piggott, 2000; Piggott, 2001). Tükürük kimyasal algılamaya katkıda bulunduğu için, tükürük akışındaki bireysel farklılıklar bireyden bireye lezzet algısında farklılıklar oluşturabilir. Duyusal zaman-yoğunluk deneyleri, tükürük salgısının lezzet salınım oranını pozitif olarak arttırdığı gösterilmiştir (Guinard, Zoumas Morse, Walchak, Simpson, 1997).

Doğrudan solunan havanın bir atmosferik basınçta kimyasal iyonizasyon (APCI) kütle spektrometresi, gerçek zamanlı uçucu lezzet ölçümü temel alınarak insan nefesindeki bileşikler tarif edilmiştir (Linthorpe ve Taylor, 1998). Buna göre ortaya çıkan nefes nefese profil, retronazal algıya çok benzerdir. Linthorpe ve Taylor, (1998) retronazal yol ve duyuşal algı yolu ile elde edilen uçucu lezzet bileşenleri arasındaki konsantrasyon ilişkisi yeme sürecine dahil olan fizyolojik faktörlere bağlı olduğunu ileri sürmüştür. Ancak oral işlevin lezzet salınımı üzerine

olan karşılıklı etkisi açık bir soru olarak kalmıştır. Böyle mekanizmaların değerlendirilmesi multidisipliner bir yaklaşımı gerektirir (Linforth, Baek, Taylor, 1999).

Çiğneme sırasında ağız boşluğunun körük etkisi nedeniyle sakızdan lezzet salınımı çiğneme kası aktivitesi, tükürük akışı ve çoğunlukla çiğneme sıklığı gibi pek çok oral fonksiyona bağlıdır (Haahr, Bardow, Thomsen, Jensen, Nauntofte, Bakke, Bredie, 2004).

Ayrıca, aktif bir birleşenin salınım oranı yalnızca sakızın formülü ile belirlenmez aynı zamanda aktif bileşenlerin özellikleri ve bireysel farklılıklara göre değişebilmektedir. Sakız mayasının su içeriği çok düşüktür ve sakız lipofilik olan kısma sıkı bir biçimde bağlanmaktadır. Salınımı mümkün hale getirerek opsiyonel bir formül geliştirebilmek için şunlar gereklidir:

1. Oldukça hidrofilik olan kısmın salınım oranını düşürmek
2. Lipofilik kısmın salınım oranını yükseltmek
3. Lipofilik kısmın daha bütüncül bir salınım yapmasını sağlamak
4. Salınım süresini uzatmak
5. Aktif bileşenlerin suda değişken çözünürlüğünü salınımı arttıracaktır ya da geciktirecektir. Benzer bir etki sakız mayası formülünü hidrofilik/lipofobik dengesini değiştirerek sağlanabilir. Bunun başarmanın en basit sakız mayasının miktarı artırmak ya da azaltmaktır. Sakız mayasındaki artış formülü daha lipofilik hale getirecektir ve bu nedenle verilen aktif bir maddenin salınım oranı düşecektir. Prensip, düşük miktarda sakız mayası içerikli ürün üretmek mümkündür, fakat pratikte %20'den daha az oranda sakız mayası içeren sakız daha düşük çiğnenebilme özelliğine sahiptir. Sakız mayası miktarını değiştirmek yerine, formüle çözücü eklemek salınım özelliklerini değiştirebilmek için daha etkilidir. Bu yöntem çözünmez madde olsa bile sakızdan salınımı mümkün hale getirmiştir (Dodds ve ark., 1991; Eisenstadt ve ark., 1998).

Sakız genel olarak suda çözünmeyen sakız bazından oluşan sürekli faz ve suda çözünen şeker veya şeker alkollerinden oluşan kesikli faz olmak üzere sırasıyla 1:3 oranında formüle edilmiş iki fazlı bir ürün olarak tanımlanabilir ve yaklaşık olarak 1-1,5gr/100 gr oranında aroma içerir. İki faz arasındaki lezzet bileşenleri dağılımı her bir fazın bileşik afinitesine bağlıdır ve genel olarak bileşik hidrofobikliği ile ilişkilendirilmiştir. Buna göre, daha fazla hidrofobik olan bileşiklerin sakız mayası ile daha fazla etkileşime gireceği tahmin edilmektedir, sonuç olarak bu durum, çiğneme sırasında nispeten daha düşük bir salınım oranına yol açar (Potineni ve Peterson, 2008).

1.2 Çalışmanın Amacı ve Literatüre Sağladığı Katkı

Tez çalışması kapsamında, sakız mayası ana bileşenlerinden olan elastomer (butyl rubber), doğal reçine (rosin) ve yapay reçinenin (PVA) farklı oranlarda kullanılması sonucu duyusal olarak etkileri incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ile 13 farklı sakız mayası ve bunlardan 13 adet sakız numunesi yapılmıştır. Sakız mayasında yumuşama noktası ve viskozite analizleri yapılmıştır. Değişken 3 hammaddenin sakız mayası yapısına etkileri araştırılmıştır. Elde edilen 13 sakız, duyusal ve kantitatif sertlik analizleri yapılmıştır. Maya hammaddeleri değişkenlerinin sakızın çiğneme sertliğine etkileri araştırılmıştır. Sakız numunelerinde duyusal panel testleri ve GC/MS ölçümleri yapılarak, değişken 3 hammaddenin aroma gücü ve salınımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Literatürde, sakız mayası hammaddelerinin sakızın duyusal etkilerini araştıran çok az çalışma mevcuttur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Denemelerde kullanılan hammaddeler; Elastomer (Lanxess, Almanya), Doğal Reçine (Resinas Sinteticas S.A., İspanya), Yapay reçine (Vinavil S.P.A., İtalya) talk (Imerys, Hollanda), emülgatör (Kerry, Danimarka) , vakslar (Sasol Wax GmbH, Almanya), sorbitol (Roquette, Fransa), ksilitol (Dupond, Danimarka), gliserin (BASF Türk, Türkiye), lesitin (Lasenor Emul, İspanya) aroma spearmint (Firmenich, İsviçre).

2.2 Yöntem

2.2.1 Sakız Mayası Numunelerinin Hazırlanması

Design Expert programı yardımıyla 13 farklı sakız mayası formülleri geliştirilmiştir. Sakız mayası üretiminde elastomer (butyl rubber), doğal reçine (rosin) ve sentetik reçinenin (PVA) sakız üretimi sonrasında spearmint aromasının içindeki bileşen salınımı incelemek için “Design Expert” programını kullanarak (Stat-Ease, ABD) Karışım Dizaynı oluşturulmuştur.

Karışım Dizaynına göre maya içindeki elastomer oranı (5-15%), doğal reçine oranı (10-21%) ve yapay reçine (14-25%) farklı oranlarda ilave edilmiş, diğer tüm bileşenler sabit tutularak elde edilen noktaları Çizelge 2.1’de gösterilmiştir. Bu oranlar Fritz (2006) tarafından belirtilen sakız mayası üretimindeki genel oranlar dikkate alınarak ve yapılan ön denemeler sonucunda belirlenmiştir.

Çizelge 2.1. Deneme sakız mayası formülleri

	Değişken Hammaddeler			Sabit Hammaddeler			
	Elastomer	Doğal Reçine (Resin)	Yapay Reçine (PVA)	Talk	Emulgator	Vaks 1	Vaks 2
DNM1	15,00	21,00	14,00	25,00	5	10	10
DNM2	9,20	21,00	19,80	25,00	5	10	10
DNM3	15,00	21,00	14,00	25,00	5	10	10
DNM4	11,35	17,23	21,42	25,00	5	10	10
DNM5	12,97	13,61	23,42	25,00	5	10	10
DNM6	5,00	20,97	24,03	25,00	5	10	10
DNM7	15,00	15,46	19,54	25,00	5	10	10
DNM8	12,97	19,20	17,83	25,00	5	10	10
DNM9	15,00	10,00	25,00	25,00	5	10	10
DNM10	8,16	18,90	22,94	25,00	5	10	10
DNM11	6,35	18,65	25,00	25,00	5	10	10
DNM12	15,00	10,00	25,00	25,00	5	10	10
DNM13	9,27	15,73	25,00	25,00	5	10	10

Design Expert Programı yardımıyla geliştirilen sakız mayası reçete içerikleri ve miktarları (gram cinsinden). Kullanılan değişkenler ilk 3 sütunda gösterilmiştir. 4.,5.,6. Ve 7. Sütündeki bileşenler sabit tutulmuştur.



Şekil 2.1. Sakız mayası görseli

Design Expert sonucu belirlenen 13 farklı sakız mayası üretilmiştir (Şekil 2.1).

Ayrıca 13 farklı sakız mayası reçetesinin yumuşama noktası ve viskozite analizleri yapılmıştır. Böylece değişik oranlarda kullanılan bu 3 hammaddenin sakız mayası yapısına etkileri incelenmiştir.

2.2.2 Sakız Mayası Yumuşama Noktası Analizi

Sakız mayası yumuşama noktası analizi için kullanılan “Ring and Ball Yöntemi” temelde yatay düzlemde yüzük halka içerisinde bulunan örneğin (sakız) 25,4mm yükseklikten yüzük merkezinde bulunan bir çelik topun ağırlığı ile içinde bulunduğu sıvının ısıtılması sonucu, numunenin ısı ile yumuşayıp topun ağırlığı ile aşağı akması noktasındaki sıcaklığın okunduğu bir yöntemdir. Sakız mayası, reçine ve P.V.A. türevlerine uygulanmaktadır.

Ölçümü yapılacak sakız mayası şekil verilecek kadar yumuşaması için etüv içerisinde ısıtılmıştır (50°C). Akabinde sakız mayası numuneleri “Ring and Ball” cihazının yüzük şeklindeki halka içerisine tam uyacak şekilde yerleştirilmiştir. Yüzük içerisindeki sakız mayasının tamamen sertleşmesi ve soğuması için yarım saat kadar bekletilmiştir. Yüzük kenarındaki çapaklar analizi etkilememesi için alınmıştır. “Ring and Ball” cihazında sakız mayasını yumuşatmak amacıyla kullanılacak su banyosu içerisine su eklenmiştir. Akabinde su banyosu içindeki çelik topu halka içindeki malzemenin ortasına gelecek şekilde bastırılmıştır ve tam orta noktasına yerleştirilmiştir. Halkanın en alt ucu ile altındaki yatay palet arasındaki mesafe 25,4 mm’dir. Termometrenin alt ucu ile halkanın alt ucu aynı seviyeye getirilmiştir. Bunun nedeni mayanın tam yumuşamaya başladığı seviyedeki suyun sıcaklığının doğru ölçülebilmesidir. Su banyosu ısıtmaya başlanmıştır. Su sıcaklığının artması ile sakız mayası numunesi üzerine yerleştirilmiş çelik top, yüzüğün içerisindeki mayanın yumuşamaya başlaması sonucu yüzük altına doğru bir bombe oluşturur. İşte tam bu bombe oluşumu esnasında suyun sıcaklığı ölçülmüş böylece sakız mayasının yumuşama noktası tespit edilmiştir. Bu ölçüm diğer bütün sakız mayası deneme desenlerine uygulanmıştır.

2.2.3 Sakız Mayası Viskozite Analizi

Sakız mayası viskozite analizi için Brookfield Viskozimetre cihazı kullanılmıştır. Termostat 110 °C ye ayarlanmıştır. Spindle 29 takılarak, ısıtıcı silindirin içerisindeki hücreye 25 gr kadar örnek konulmuştur ve sıcaklığın istenilen değere gelmesi için 10 dk kadar beklenmiştir. Bu süre sonunda spindle cihaz tuşu ile yavaşça hücrenin içine daldırılmıştır. Cihaz

10 rpm hıza ayarlanarak ölçüm işlemine başlanmıştır. Ölçme işlemi yaklaşık 30 dk bekledikten sonra okuma işlemi yapılmıştır. Sonuçlar cPs cinsinden kaydedilmiş ve aynı işlem bütün deneme desenleri için tekrarlanmıştır.

2.2.4 Sakız Numunelerinin Hazırlanması

Çizelge 2.1’de belirtilen formüller dikkate alınarak üretilen 13 farklı sakız mayası ile sadece sakız mayasında farklılıklar olacak şekilde şekerless sakız üretimleri gerçekleştirilmiştir. Böylece sakızlar içindeki tek değişkenlerin sakız mayasındaki 3 hammadde olması sağlanmıştır. Sakız formülleri Çizelge 2.2.’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Deneme sakız formülleri

	Sakız Mayası	Sorbitol	Ksilitol	Gliserin	Lesitin	Aroma Spearmint
DNS1	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS2	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS3	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS4	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS5	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS6	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS7	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS8	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS9	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS10	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS11	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS12	40	46,25	10	2	0,25	1,5
DNS13	40	46,25	10	2	0,25	1,5

Sadece maya hammaddeleri değişken olarak belirlendiğinden bütün deneme desenleri sabit formül ile yapılmıştır. Sakız bileşen verileri oran (%) olarak belirtilmiştir.

Buna göre oluşturulan tüm reçetelerde eşit miktarlarda Spearmint aroması kullanılmıştır.

Sakız hamuru mikseri 55°C sıcaklığa ayarlanmıştır. İlk etapta sakız mayası yumuşayana kadar mikserde çevrilmiştir. Daha sonra sorbitol ilave edilerek karıştırılmaya devam edilmiştir.

Yapı homojen bir karışım haline geldikten sonra gliserin, lesitin, aroma ve ksilitol ilave edilmiş ve belirli bir süre karıştırıldıktan sonra sakız hamuru elde edilmiş oldu



Şekil 2.2. Sakız deneme desenleri görseli

Bu süreç bütün deneme desenleri için Şekil 2.2.'de aynı süreler uygulanarak tatbik edilmiştir.

2.2.5 Sakızda Duyusal Sertlik Analizleri

Sakız tekstür analizleri için 13 farklı maya reçetesinden elde edilen 13 adet sakız numunesi duyusal sertlik (hedonik 1-9 skala) açısından 20 panelist tarafından teste tabi tutulmuştur. Test EK-1. Duyusal Sertlik Testi Formu kullanılarak yapılmıştır. Panelistlerden sakızları belirli bir süre çiğneyerek duyusal anlamda sakızı çiğneme esnasında hissettikleri sertliği belirtilen skalada değerlendirmeleri istenmiştir.

2.2.6 Sakızda Kantitatif Sertlik Analizleri

Sertlik analizleri için duyusal (tadım) ve kantitatif (Stable Micro Systems TA.XD) yöntemler kullanılmış ve oluşturulan 13 farklı reçete ile yapılan sakızlarda sertlik dereceleri değerlendirilmiştir.

Numunelerin tekstür profil analizleri (TPA) Texture Analyser (TA.XD, Stable Micro Systems) kullanılarak yapılmıştır. Örnekler 5 mm çapında silindirik paslanmaz prob (P5) ile 5 kg'lık bir kuvvet uygulanarak 1mm/s'de ön-test yapılmıştır, 5 mm/s'de test edilmiştir. Örnekler ölçümden önce oda sıcaklığında tutulmuştur. Analizler iki kez tekrar edilmiştir (Çoban, Bilgin, Yurt, Kopuk, Atik, Palabiyik, 2021).

2.2.7 Sakızda Duyusal Aroma Gücü/Yoğunluğu

Salınım analizleri için duyusal (tadım) ve kantitatif (GC/MS) yöntemler kullanılmış ve oluşturulan 13 farklı reçete ile yapılan sakızlardan mentolün salınım dereceleri değerlendirilmiştir. Duyusal tadım analizinde, numunelerin duyusal parametrelerden aroma gücü/yoğunluğu sakız sanayinde tecrübeli ve eğitilmiş 20 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Panelistler değişken maya hammaddeleri ile hazırlanmış ve aynı oranda aroma kullanılmış sakızlardan 5 dk boyunca aroma gücü/yoğunluğu hissiyatı değerlendirmesi istenmiştir. Değerlendirmede hedonik skala (1-5) kullanılarak Ek-1. Duyusal aroma gücü/yoğunluğu test formuna göre değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, 5. dk boyunca aroma gücü/yoğunluğu en fazla, en az ve ortalama olan numunelerde GC/MS analizi ile en yüksek oranda bulunan mentolün salınımı ölçülerek, duyusal ve analitik korelasyonu yapılması planlanmıştır.

2.2.8 GC/MS ile Sakızda Aroma Salınımı

Kullanılan Spearmint aromasının salınımları duyusal tadım yöntemiyle değerlendirilmiş ve kantitatif olarak GC/MS analiz yöntemiyle aroma içerisinde en fazla oranda bulunan mentol ölçümü yapılarak doğrulama yapılmıştır.

Oluşturulan 13 farklı formüldeki sakızdan seçilen 3 deneme deseni (DNS4, DNS7 ve DNS11) numunesi ile bir alttaki paragrafta anlatıldığı gibi farklı sürelerde 5'er adet numunede 5 farklı sürede ölçümler GC/MS yöntemiyle yapılmıştır.

Her deneme deseni için bir adet hiç çiğnenmemiş, 1 dk boyunca çiğnenmiş, 5 dk boyunca çiğnenmiş, 10 dk boyunca çiğnenmiş ve 20 dk boyunca çiğnenmiş olmak üzere 5 adet numune hazırlığı yapılmıştır. Çiğnenen numuneler (-18°C) dondurulduktan sonra kahve öğütme makinesinde öğütülerek 0,2 gr olacak şekilde viallerin içerisine tartılmıştır. Böylece 3 çeşit numune için toplamda 15 adet numune GC/MS'de analiz edilmek üzere hazırlanmıştır.

13 farklı reçeteden elde edilen duyusal panel değerlendirmesi sonucundaki aroma gücü/yoğunluğu en düşük olduğu DNS7, ortalama olarak ölçülen DNS4 ve en yüksek aroma gücü/yoğunluğu hissedildiği DNS11 numuneleri GC/MS cihazında 1.dk, 5.dk, 10.dk ve 20.dk da 'ki salınımları analiz edilmek üzere ön hazırlık aşamasına tabi tutulmuştur.

Sakız örneklerinin GC/MS analizleri Krausse (2011)'den değiştirilerek yapılmıştır (Krausse, Henson, Reineccius, 2011). GC/MS analizleri için internal standart olarak metil

propiyonat kullanılmıştır. 880mg metil propiyonat içeren 2 ml hegzan 0.2 gr sakız örneği ile karıştırıldı ve içine 4ml nano-filtre edilmiş su ilave edildi. Hazırlanan vialler çalkalamalı etüvde 250 rpm’de 1 saat boyunca çalkalanmıştır. Çalkalamadan sonra, sakız mayasını çöktürmek için 200 ml hegzan 500 ml etanol içeren santrifüj tüpüne aktarılmıştır. Örnekler 5000 g’de 37°C’de 5 dk santrifüj edildi ve örnekler steril olmayan PTFE şırınga filtreler (filtreler 0,45 mm, 13 mm çaplarında) ile filtre edilmiştir. Ardından aroma bileşenlerinin belirlenmesi için 1,5 ml’lik “screw cap” kaplarına aktarıldı. Helyum taşıyıcı gaz (1 ml/min) olarak kullanıldı. Teknokroma 5MS kolonun kafa basıncı 12psi’dir. 1:20 split ve fırın 40°C’ye ısıtılarak 2 dk bekletilmiştir ve ardından 280°C’de 5 dk bekletilmiştir, soğutma prosedüründen önce 10 dk bekletilmiştir. Enjektör sıcaklığı 250°C’ye, kolon akışı 1 mL/dak’ya, split ratio 10’a, iyon kaynağı sıcaklığı 250 °C’ye, Interface 250 °C’ye, başlangıç m/z 35’e ve bitiş m/z 500’a olacak şekilde ayarlanmıştır (Krause vd., 2011).

GC analizleri için alev iyonizasyonu detektörü ve split enjektör taşıyan CP-3800 (Varian, Palo Alto, USA) sistemi kullanıldı. Enjektör sıcaklığı 250°C’da ve örnekler 1:30 oranında (1 µL) manuel olarak enjekte edilmiştir.

2.2.9 GC/MS Sonuç Modelleri

Aroma salınımının GC/MS sonrası mentol salınımının zamana bağlı değerlendirilmesinde aşağıdaki denklemler kullanılarak en iyi modelin belirlenmesi sağlanmıştır (Güneş ve ark.,2019)

Novel Model;

$$y = a \times (1 - b^x) \quad (1)$$

y; çözülmüş mentol konsantrasyonu

x; santrifüj zamanlaması

a ve b; sırasıyla santrifüj esnasındaki çözünen maksimum konsantrasyon parametreleri

Higuchi Modeli;

$$Y = a \times x^{0,5} \quad (2)$$

a: model katsayısı

Korsmeyer-Peppas Modeli;

$$y = a x^b \quad (3)$$

a; model katsayısı

b; Çözülme oranı



3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Hazırlanan 13 farklı sakız mayası için viskozite ve yumuşama noktası analizleri yapılmıştır. Yine 13 farklı formüldeki sakızların duyuşsal aroma salınımı, duyuşsal sertlik ve tekstür sertlik analizleri yapılmıştır, sonuçları tablolar ve şekiller halinde verilmiştir.

3.1 Sakız Mayası Viskozite Analizleri

Sakız mayası analizleri sakız mayasının yapısal durumunu incelemeye oldukça önemlidir. En yaygın yapılan analizler viskozite ve yumuşama noktası analizleridir.

13 adet sakız mayasının viskozite analiz ölçümleri Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Sakız mayasının viskozite ölçümleri

Örnekler	Elastomer	Doğal Reçine (Resin)	Yapay Reçine (PVA)	Viskozite (cP)
DNM1	15,00	21,00	14,00	320.800
DNM2	9,20	21,00	19,80	168.800
DNM3	15,00	21,00	14,00	171.600
DNM4	11,35	17,23	21,42	312.000
DNM5	12,97	13,61	23,42	306.800
DNM6	5,00	20,97	24,03	61.100
DNM7	15,00	15,46	19,54	315.600
DNM8	12,97	19,20	17,83	352.000
DNM9	15,00	10,00	25,00	390.400
DNM10	8,16	18,90	22,94	189.400
DNM11	6,35	18,65	25,00	114.400
DNM12	15,00	10,00	25,00	371.200
DNM13	9,27	15,73	25,00	199.500

Sakız mayalarında yapılan viskozite ölçümleri sonucu çıkan veriler Design Expert programına girildiğinde mantıksal sonuç elde edilmiştir. En yüksek moleküllü bileşen olan elastomerin en yüksek oranda kullanıldığı DNM9 ve DNM12 numunelerinde viskozite değerleri en yüksek bulunmuştur. Viskozite değerinin çok yüksek olması sakız mayası prosesini zorlaştırması beklenmektedir. Proses edilebilmesi açısından bu değerlerdeki sakız mayalarının endüstride zorluk yaşanmasına neden olabileceği öngörülmektedir.

Çizelge 3.2. Viskozite ölçümlerinden ANOVA analizleri yapılması

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Ortalamanın Karesi	F-değeri	R ₂	P-değeri
Model	1.050E+011	2	5.251E+010	18	>0,98	0.0005
Doğrusal Karışım	1.050E+011	2	5.251E+010	18		0.0005
Kalan	2.917E+010	10	2.917E+009			
Uyumsuzluk	1.785E+010	8	2.232E+009	0.39		0.8596
Saf Hata	1.131E+010	2	5.657E+009			
Toplam	1.342E+011	12				

Yapılan analiz sonuçlarına göre model 0.0005 P değeri ile etkin bulunmuştur. Aynı analiz sonucunda R² değeri >0,98 olarak ölçülmüştür (bulunan değerlerin 1'e yaklaşması çıkan sonuçların modele ne kadar uyduğu anlaşılmaktadır).

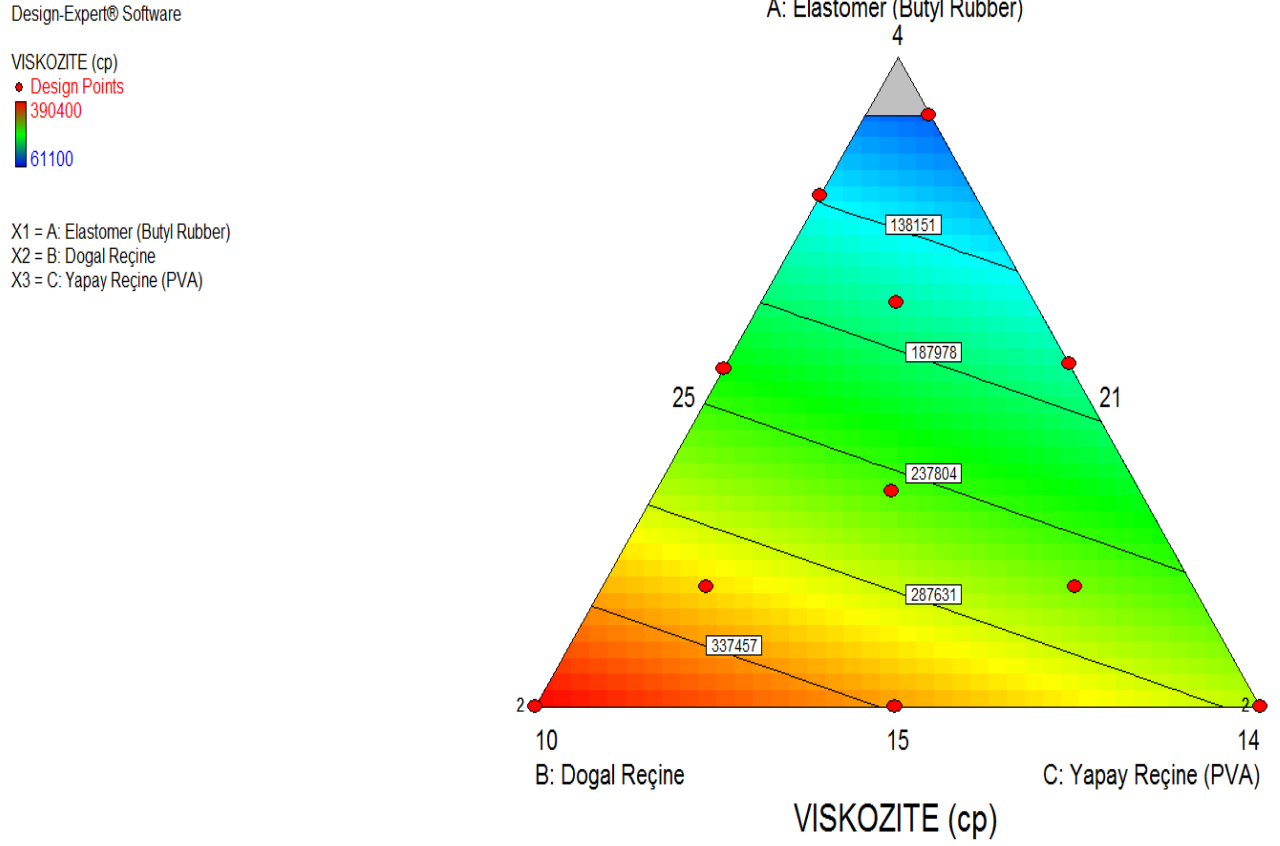
Sakız mayası numunelerinin viskozite verilerinin karışım dizaynına uyarlanması sonucu ANOVA analizleri Çizelge 3.2.'deki gibi elde edilmiştir. Elde edilen modeli belirlemek için kurulan denklem (3.1) aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

(3.1)

$$\text{Viskozite (cp)} = (+1.16899\text{E}+006 \cdot \text{Elastomer}) + (-2.87980\text{E}+005 \cdot \text{D. Reçine}) + (+1.88368\text{E}+005 \cdot \text{Y. Reçine})$$

Expert Design sonucu elde edilen diyagram (Şekil 3.1.) incelendiğinde, doğal reçine miktarının artması ile viskozitenin azaldığı, tam tersi olarak da doğal reçine miktarının azalmasıyla da viskozitenin arttığı, elastomer miktarının azalması ile de viskozitenin düştüğü açık bir şekilde görülmektedir. Buradaki değişken hammaddeler içindeki molekül ağırlığı en

yüksek ve bağ yapısı en kuvvetli olan polimer elastomerdır. Dolayısıyla elastomer miktarının azalmasıyla viskozitenin de azalması beklenir.



Şekil 3.1. Sakız mayası değişken bileşenlerin sakız mayası viskozitesine etkisi

3.2 Sakız Mayası Yumuşama Noktası Analizleri

Yumuşama noktası tayini, viskoziteden sonra sakız mayalarında bakılan en önemli parametredir. 1°C'lik yumuşama noktası farkları dahi nihai sakız mayasında ve dolaylı olarak sakızda çigneme sertliğini etkileyebilir. Dolayısıyla yapılan ölçümler arasındaki farklar sakız mayasının sertlik dereceleri sınıflandırmasında değerlendirilebilir.

Yapılan analiz sonuçları Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Sakız mayası yumuşama noktası analizleri

Örnekler	Elastomer	Doğal Reçine (Resin)	Yapay Reçine (PVA)	Yumuşama Noktası (°C)
DNM1	15,00	21,00	14,00	81
DNM2	9,20	21,00	19,80	79
DNM3	15,00	21,00	14,00	79
DNM4	11,35	17,23	21,42	81
DNM5	12,97	13,61	23,42	81
DNM6	5,00	20,97	24,03	77
DNM7	15,00	15,46	19,54	83
DNM8	12,97	19,20	17,83	79
DNM9	15,00	10,00	25,00	81
DNM10	8,16	18,90	22,94	80
DNM11	6,35	18,65	25,00	80
DNM12	15,00	10,00	25,00	84
DNM13	9,27	15,73	25,00	80

Örnekler arasındaki farkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi ANOVA testi ile yapılmıştır. ANOVA analiz sonuçları Çizelge 3.4.'te gösterilmiştir.

Yapılan ölçümlere göre yumuşama noktası en yüksek olan DNM7 ve DNM12 olarak ölçülmüştür. Her iki mayanın ortak özelliği olarak elastomer oranının 15% ile formüllerde kullanılan en yüksek oranda elastomer içermesidir.

Yapılan ölçümlere göre en düşük yumuşama noktası tespit edilen sakız mayası deneme numunesi DNM6 olarak belirlenmiştir. DNM6 içeriğine bakıldığında elastomer oranının en düşük oran olan 5% olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.4. Sakız Mayası yumuşama noktası ANOVA analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Ortalamanın Karesi	F-değeri	R ₂	P-değeri
Model	25.01	2	12.50	8.89	>0,98	0.0060
Doğrusal Karışım	25.01	2	12.50	8.89		0.0060
Kalan	14.07	10	1.41			
Uyumsuzluk	7.57	8	0.95	0.29		0.9162
Saf Hata	6.50	2	3.25			
Toplam	39.08	12				

Yapılan analiz sonuçlarına göre model 0.0060 P değeri ile etkin bulunmuştur. Aynı analiz sonucunda R² değeri >0,98 olarak ölçülmüştür (bulunan değerlerin 1'e yaklaşması çıkan sonuçların modele ne kadar uyduğu anlaşılmaktadır).

Sakız mayası numunelerinin yumuşama noktası verilerinin karışım dizaynına uyarlanması sonucu elde edilen modeli belirlemek için kurulan denklem (3.2) aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

(3.2)

$$\text{Yumuşama Noktası (°C)} = (+92.21464 \cdot \text{Elastomer}) + (+69.94327 + 005 \cdot \text{D. Reçine}) + (+82.36387 \cdot \text{Y. Reçine})$$

Expert Design sonucu elde edilen diyagram (Şekil 3.2.) incelendiğinde doğal reçine miktarının azalmasıyla yumuşama noktasının da arttığı, aynı şekilde doğal reçine miktarının artmasıyla da yumuşama noktasının azaldığı, bununla beraber elastomer miktarının azalmasıyla da yumuşama noktasının düştüğü açık bir şekilde görülmektedir. Burada sakız mayası bileşenleri mayanın viskozitesini nasıl etkilediyse mayanın yumuşama noktasını da aynı şekilde etkilediği görülmüştür. Viskozite artışıyla yumuşama noktası da artmıştır. Viskozitenin sakız mayasını oluşturan moleküller arası bağın kuvvetinden kaynaklandığı düşünülürse erime sıcaklığının da bu bağ kuvvetinin artışıyla artacağı sonucunu doğrulamaktadır.

Design-Expert® Software

YUMUSAMA NOKTASI

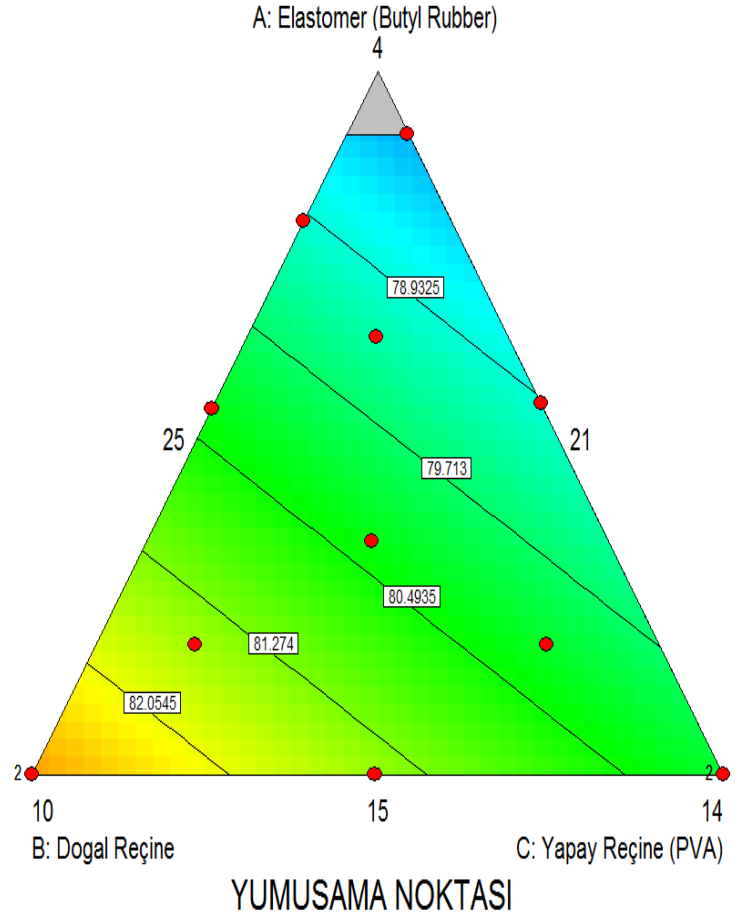
● Design Points



X1 = A: Elastomer (Butyl Rubber)

X2 = B: Dogal Reçine

X3 = C: Yapay Reçine (PVA)



Şekil 3.2. Sakız mayası değişken bileşenlerin sakız mayası yumuşama noktasına etkisi

3.3 Sakızda Duyusal Sertlik

Yapılan duyusal sertlik değerlendirmesine göre Çizelge 4.9.'daki sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre en fazla sertliğin elastomer ve yapay reçine miktarının en fazla olduğu DNS12 numunesinde görülmüştür. Duyusal sertliğin en az görülen numunesi ise elastomer

miktarının en az olduğu DNS6 olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla burada elastomer oranı ile duyusal sertlik arasında bir bağlantı olduğu görülmektedir.

Sakızda duyusal sertlik testi sakız konusunda uzman 20 paneliste yaptırılmıştır. Teste Ek-1. Duyusal Sertlik Formu kullanılmıştır.

Çizelge 3.5. Sakız duyusal sertlik analiz sonuçları

Örnekler	Elastomer	Doğal Reçine (Resin)	Yapay Reçine (PVA)	Duyusal Sertlik Hedonik Skala (1-9)
DNS1	15,00	21,00	14,00	6,81
DNS2	9,20	21,00	19,80	6,52
DNS3	15,00	21,00	14,00	6,67
DNS4	11,35	17,23	21,42	6,48
DNS5	12,97	13,61	23,42	5,95
DNS6	5,00	20,97	24,03	5,05
DNS7	15,00	15,46	19,54	6,24
DNS8	12,97	19,20	17,83	6,57
DNS9	15,00	10,00	25,00	6,57
DNS10	8,16	18,90	22,94	6,00
DNS11	6,35	18,65	25,00	5,29
DNS12	15,00	10,00	25,00	7,29
DNS13	9,27	15,73	25,00	7,10

Örnekler arasındaki farkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi ANOVA testi ile yapılmıştır. ANOVA testi sonuçları Çizelge 3.6.'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. Duyusal sertlik ANOVA analiz sonucu

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Ortalamanın Karesi	F-değeri	R ²	P-değeri
--------	-----------------	----	--------------------	----------	----------------	----------

Model	2.37	2	1.18	4.48	>0,98	0.0408
Doğrusal Kar.	2.37	2	1.18	4.48		0.0408
Kalan	2.64	10	0.26			
Uyumsuzluk	2.37	8	0.30	2.21		0.3491
Saf Hata	0.27	2	0.13			
Toplam	5.01	12				

Yapılan analiz sonuçlarına göre model 0.0408 P değeri ile etkin bulunmuştur. Aynı analiz sonucunda R² değeri >0,98 olarak ölçülmüştür (bulunan değerlerin 1'e yaklaşması çıkan sonuçların modele ne kadar uyduğu anlaşılmaktadır).

Sakız numunelerinin duysal sertlik verilerinin karışım dizaynına uyarlanması sonucu elde edilen modeli belirlemek için kurulan denklem (3.3.) aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

(3.3)

$$\text{Duyusal Sertlik} = (+11.06185 * \text{Elastomer}) + (+4.64885 * \text{D. Reçine}) + (+5.16018 * \text{Y. Reçine})$$

Şekildeki (Şekil 3.3.) Expert Design sonucu elde edilen diyagram incelendiğinde doğal ve yapay reçine miktarının azalması ile duysal sertliğin azaldığı, aynı şekilde elastomer miktarının artmasıyla da duysal sertliğin arttığı görülmektedir. Ancak bu verilerin tekstür cihazı ile doğrulanamadığı görülmektedir. Bir sonraki bölümde kantitatif tekstür sertliği verileri değerlendirilmiştir.

Design-Expert® Software

DUYUSAL SERTLIK

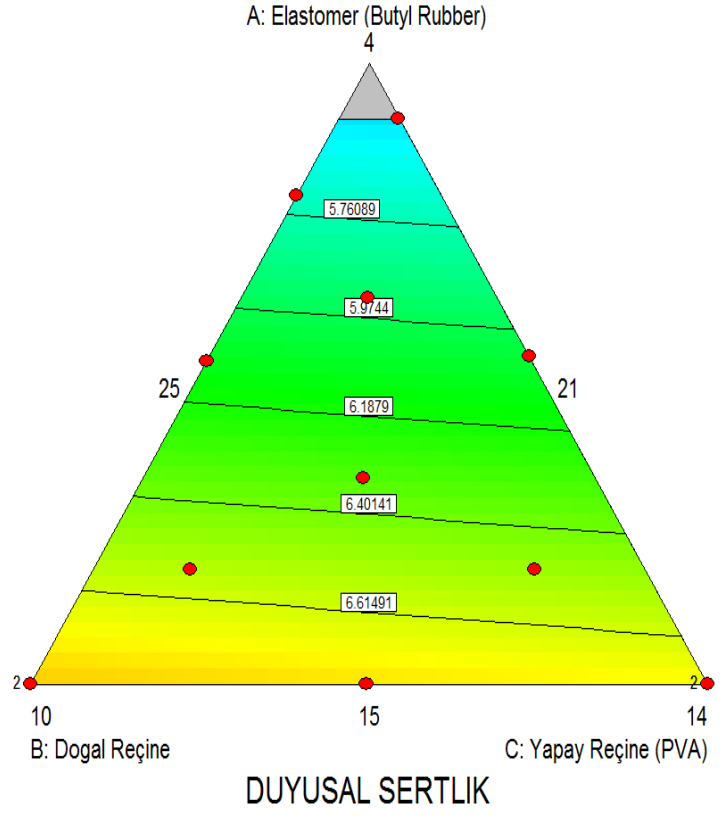
• Design Points



X1 = A: Elastomer (Butyl Rubber)

X2 = B: Dogal Reçine

X3 = C: Yapay Reçine (PVA)



Şekil 3.3. Sakızda duyu sertlik analizleri

3.4 Sakızda Kantitatif Tekstür Sertliği

Tekstür analiz cihazı ile yapılan ölçümler Çizelge 3.7. de gösterilmiştir. Sakızda yapılan kantitatif sertlik ölçümleri sakızda özellikle ilk çigneme sertliğini vermesi açısından önemlidir.

Çizelge 3.7. Sakız kantitatif sertlik analiz sonuçları

Örnekler	Elastomer	Doğal Reçine (Resin)	Yapay Reçine (PVA)	Sertlik (N)
DNS1	15,00	21,00	14,00	16,43
DNS2	9,20	21,00	19,80	18,38
DNS3	15,00	21,00	14,00	19,16
DNS4	11,35	17,23	21,42	20,87
DNS5	12,97	13,61	23,42	19,65
DNS6	5,00	20,97	24,03	17,97
DNS7	15,00	15,46	19,54	17,87
DNS8	12,97	19,20	17,83	19,08
DNS9	15,00	10,00	25,00	21,52
DNS10	8,16	18,90	22,94	22,68
DNS11	6,35	18,65	25,00	22,36
DNS12	15,00	10,00	25,00	23,75
DNS13	9,27	15,73	25,00	24,84

Örnekler arasındaki farkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi ANOVA testi ile yapılmıştır. ANOVA testi sonuçları Çizelge 3.8.'te gösterilmiştir.

Elastomer oranı yüksek olan sakız mayalarında yumuşama noktası analizlerinde daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Aynı mayalarda yapılan sakızlarda ise sertlik değerleri paralel olan deneme desenleri olduğu gibi bire bir uyumlu olmayan desenler de bulunmaktadır.

Çizelge 3.8. Sakız kantitatif sertlik ANOVA analiz sonucu

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Ortalamanın Karesi	F-değeri	R ²	P-değeri
Model	60.69	5	12.14	5.08	>0,98	0.0276
Doğrusal Kar.	39.75	2	19.87	8.32		0.0141
AB	39.75	1	15.96	6.68		0.0362
AC	0.48	1	0.48	6.68		0.6668
BC	6.64	1	6.64	6.68		0.1394
Kalan	16.72	7	2.39			
Uyumsuzluk	10.50	5	2.39	0,68		0.6871
Saf Hata	6.21	2	3.11			
Toplam	77.41	12				

Yapılan analiz sonuçlarına göre model 0.0276 P değeri ile etkin bulunmuştur. Aynı analiz sonucunda R² değeri >0,98 olarak ölçülmüştür (bulunan değerlerin 1'e yaklaşması çıkan sonuçların modele ne kadar uyduğu anlaşılmaktadır).

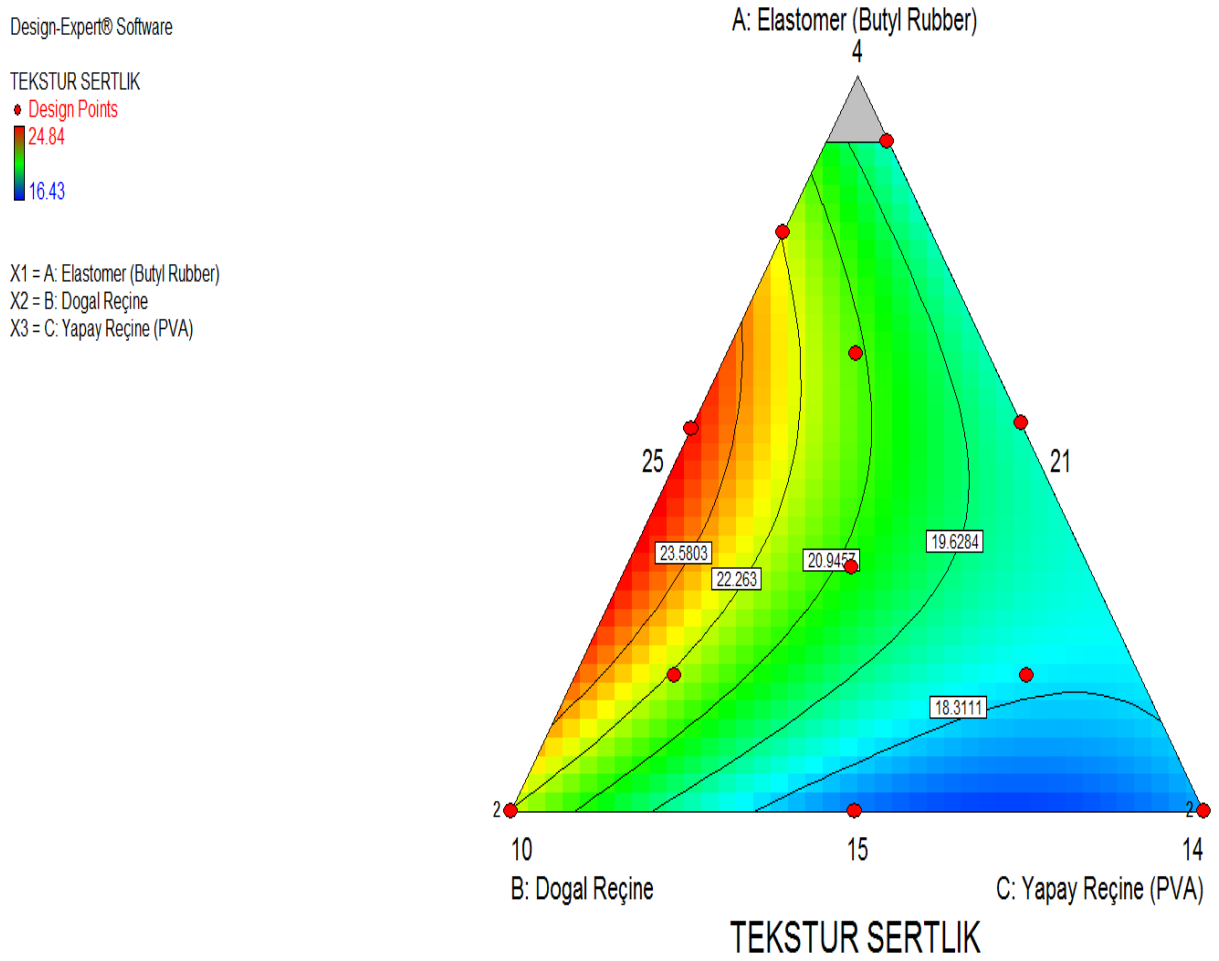
Sakız numunelerinin duyuşsal aroma salınımı verilerinin karışım dizaynına uyarlanması sonucu elde edilen modeli belirlemek için kurulan denklem (3.4) aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

(3.4)

$$\begin{aligned} \text{Tekstür Sertlik} = & (-151.03884 * \text{Elastomer}) + (+16.87009 * \text{D.Reçine}) + (+108.08449 * \text{Y.Reçine}) \\ & + (+363.32795 * \text{Elastomer} * \text{D.Reçine}) + (+66.44696 * \text{Elastomer} * \text{Y.Reçine}) + (- \\ & 216.73381 * \text{D.Reçine} * \text{Y.Reçine}) \end{aligned}$$

Tekstür analiz cihazı ile elde edilen verilerin programa girilmesi ve Expert Design programı sonucu elde edilen diyagram (Şekil 3.4.) incelendiğinde ise ölçümü yapılan tekstür

sertliğinde elastomerin ve yapay reçinenin artmasının yanında doğal reçinenin azalmasının direkt etkili olduğu ve tekstür sertliğini artırdığı gözlenmiştir. Duyusal sertlik verilerine ek olarak sertliğe tek başına elastomerin etkili olmadığı sentetik reçine PVA'nın da elastomer kadar etkili olduğu görülmektedir. Duyusal ve enstrümantal analiz arasında bu farkın oluşmasının ana nedeni olarak, duyuusal tadımda ağızda sakızın sertliğinin vücut sıcaklığının (36,5°C) etkisinde olduğu ve duyuusal tadım esnasında ağızdaki tükürük faktörünün enstrümantal analizde olmadığı olarak açıklanabilir (Bölük ve ark., 2021).



Şekil 3.4. Sakız kantitatif Tekstür sertlik analizi

3.5 Duyusal Aroma Gücü/Yoğunluğu

Yapılan çalışmada, sakız konusunda deneyimli 20 paneliste Hedonik Skala (1-5) tadım yaptırılmıştır. Panelistlerden 5. dk sonundaki aroma gücü/yoğunluğu en az 1, en fazla 5 olacak şekilde 1'den 5'e kadar skorlanması istenmiştir. 5. dk sonundaki aroma skorları alınarak Design Expert programına girilmiş ve Çizelge 3.9. veriler elde edilmiştir.

Çizelge 3.9. Sakız Duyusal Aroma Gücü/Yoğunluğu Sonuçları

Örnekler	Elastomer	Doğal Reçine (Resin)	Yapay Reçine (PVA)	5 dk Sonraki Aroma Gücü/Yoğunluğu Hedonik Skala (1-5)
DNS1	15,00	21,00	14,00	1,68
DNS2	9,20	21,00	19,80	1,55
DNS3	15,00	21,00	14,00	1,55
DNS4	11,35	17,23	21,42	1,60
DNS5	12,97	13,61	23,42	1,50
DNS6	5,00	20,97	24,03	1,50
DNS7	15,00	15,46	19,54	1,40
DNS8	12,97	19,20	17,83	1,65
DNS9	15,00	10,00	25,00	1,70
DNS10	8,16	18,90	22,94	1,70
DNS11	6,35	18,65	25,00	1,75
DNS12	15,00	10,00	25,00	1,70
DNS13	9,27	15,73	25,00	1,70

Örnekler arasındaki farkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi ANOVA testi ile yapılmıştır. ANOVA testi sonuçları Çizelge 3.10.'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.10. Duyusal aroma gücü/yoğunluğu ANOVA analiz sonucu

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Ortalamanın Karesi	F-değeri	R ₂	P-değeri
Model	0.17	6	0.029	12.97	>0,98	0.0033
Doğrusal Karışım	0.063	2	0.031	14.22		0.0053
AB	0.019	1	0.019	8.52		0.0266
BC	8.847E-003	1	8.847E-003	4.01		0.0922
AB (A-B)	0.026	1	0.026	11.79		0.0139
BC (B-C)	0.017	1	0.017	7.53		0.0336
Kalan	0.013	6	2.207E-003			
Uyumsuzluk	0.012	4	2.999E-003	4.80		0.1798
Saf Hata	1.250E-003	2	6.250E-004			
Toplam	0.19	12				

Yapılan analiz sonuçlarına göre model 0.0033 P değeri ile etkin bulunmuştur. Aynı analiz sonucunda R² değeri >0,98 olarak ölçülmüştür (bulunan değerlerin 1'e yaklaşması çıkan sonuçların modele ne kadar uyduğu anlaşılmaktadır).

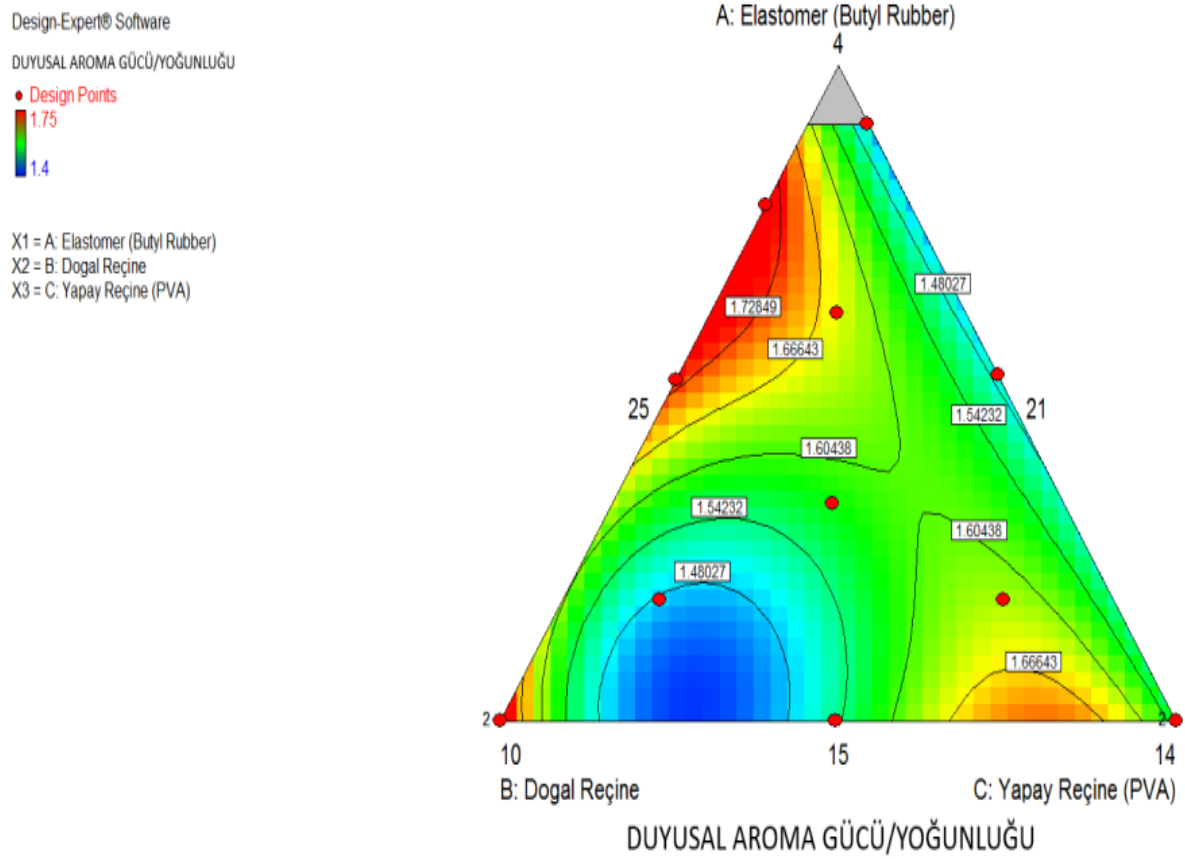
Sakız numunelerinin duyusal aroma salınımı verilerinin karışım dizaynına uyarlanması sonucu elde edilen modeli belirlemek için kurulan denklem (3.5) aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

(3.5)

$$\text{Aroma gücü/yoğunluğu} = (+1.42*A) + (+1.75*B) + (+1.52*C) + (+0.59*A*B) + (-0.38*B*C) + (+1.78*A*B*(A-B)) + (-2.13*B*C*(B-C))$$

Expert Design sonucu elde edilen diyagram (Şekil 3.5.) incelendiğinde yapay reçine (PVA) miktarının artması ve elastomerin azalmasıyla birlikte aroma gücü/yoğunluğunun arttığı, aynı şekilde elastomer miktarının artmasıyla ve yapay reçine (PVA) azalmasıyla da aroma gücü/yoğunluğunun azaldığı açık bir şekilde görülmektedir. Bir diğer değişken olan doğal reçinenin azalması ve elastomer miktarının artmasıyla da aroma gücü/yoğunluğunun

önemli ölçüde azaldığını da söyleyebiliriz. Burada kontroller olan DSN1 ve DNS3 aynı reçeteler olmasına rağmen 5. dk sonundaki duyusal skorda farklılık algılanırken yine DNS9 ve DNS12 aynı olan reçetelerde bire bir aynı skor elde edilmiştir.



Şekil 3.5. Sakızda duyusal aroma gücü/yoğunluğu analizleri

Yapılan bu duyusal analiz sonucunda aroma gücünün en az hissedilen (DNS7) diğer ifade ile aroma salınımı en fazla olan numunedir, aynı şekilde aroma gücü/yoğunluğu en fazla hissedilen (DNS11), salınım olarak ta en düşük belirlenmiştir. Ortalama salınım ve aroma gücü/yoğunluğu olarak da (DNS4) belirlenmiştir. DNS4, DNS7 ve DNS11 numuneleri paralel olarak mentol salınımları GC/MS cihazı ile analiz edilmiştir. Duyusal analizde panelistler tarafından en fazla hissedilen ve aromada gücü/yoğunluğu ön plana çıkarak mentol olduğundan GC/MS analizi mentol üzerinden yapılmıştır.

Duyusal analize göre aroma gücü/yoğunluğu DNS11> DNS4> DNS7 şeklinde olan numuneler GC/MS cihazında mentol salınım analizine tabi tutulmuştur.

Sakızlar 1 dk, 5 dk, 10 dk ve 20 dk çiğnenerek sakızda mentol konsantrasyon oranları bulunmuştur.

GC/MS cihazında yapılan analiz sonuçları Çizelge 3.11. de gösterilen 3 farklı modele oturtulmuştur. Modellerin R^2 sonuçlarına bakıldığında kullanılabilir en doğru modelin “*Korsmeyer-Peppas Model*” i olduğu görülmüştür. Bu modelin “a” değeri ile alakalı sakız numuneleri arasında herhangi bir korelasyon görülmemiştir. Ancak aroma salınım oranını ifade eden “b” parametresinde Design Expert modellemesine uygun olarak salınım oranı bu şekilde bulunmuştur: DNS7>DNS4>DNS11.

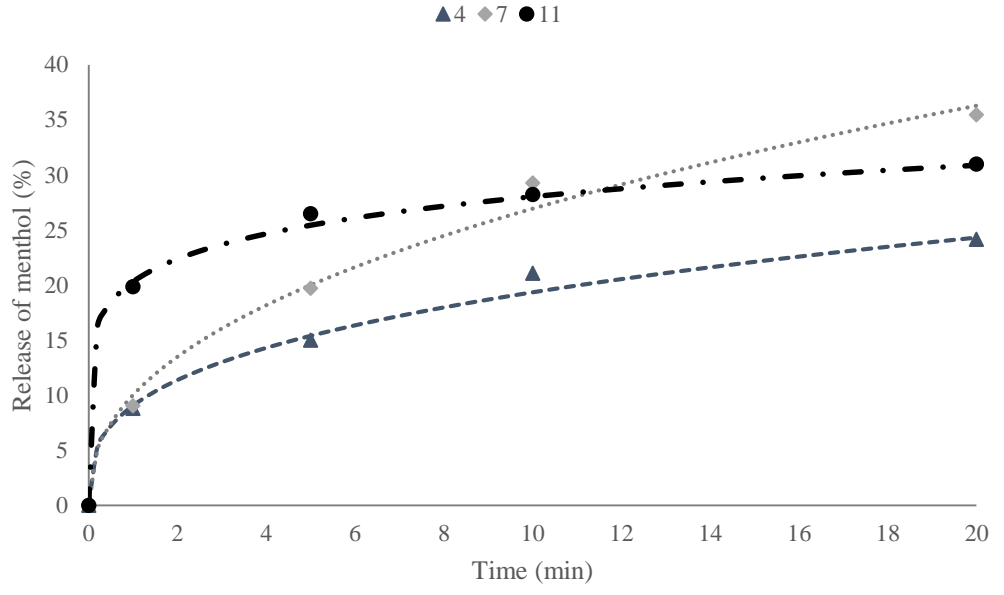
Çizelge 3.11. Mentolün sakızdan salınım parametre modellemesi

<i>Modeller</i>	<i>Model Denklemleri</i>		<i>Numuneler</i>		
			DNS 4	DNS 7	DNS 11
			Mentol		
			DNS 4	DNS 7	DNS 11
<i>Novel Model (Gunes)</i>	$y = a \times (1-b^x)$	<i>a</i>	23.36	36.16	28.59
		<i>b</i>	0.77	0.84	0.30
		R^2	0.95	0.98	0.98
<i>Higuchi model</i>	$y = a \times x^{0.5}$	<i>a</i>	6.02	8.45	8.52
		R^2	0.94	0.98	0.62
<i>Korsmeyer-Peppas Model</i>	$y = a \times x^b$	<i>a</i>	9.05	10.01	20.30
		<i>b</i>	0.33	0.43	0.14
		R^2	0.99	0.99	0.99

a: sakız çiğnenmesi esnasındaki maksimum konsantrasyon salınımı

b: salınım oranını temsil eder

Zamana bağlı DNS4, DNS7 ve DNS11 için salınan mentol konsantrasyon miktarları (Şekil 3.6.) gösterilmiştir. Duyusal sonuçların değerlendirildiği 5. dk baktığımızda modelin “a” parametresine salınım oranları uymadığından (Şekil 3.6.)’da görülmektedir. Ancak eğimlere baktığımızda duyusal sonuçlarla göre uygun korelasyon görülmüştür.



Şekil 3.6. Mentolün sakızda salınım oranlarının zamana bağlı değişim grafiği

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu yüksek lisans tez çalışmasında oluşturulan 13 farklı sakız mayası formüle edilmiş, bu sakız mayası örneklerinden elde edilen 13 farklı sakızdan spearmint aroması salınımları incelenmiştir. Sakızlardan aroma gücü ve salınıma etki eden faktörler belirlenmiştir. Sakızdaki toplam aroma gücü/yoğunluğu analizleri duyuşal tadım ile değerlendirilmiş, en yüksek, orta ve düşük aroma gücü/yoğunluğu olan örneklemelerden mentol salınım oranları GC/MS cihazı ile doğrulama çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada aroma salınımına ilave olarak, maya içindeki elastomer, doğal reçine ve yapay reçinenin sakız mayası içindeki farklı kullanım oranlarının sakız mayasının ve sakızın yapısına etkileri de paralel olarak incelenmiştir. Sakız mayasında viskozite ve yumuşama noktası, sakızda da duyuşal sertlik ve tekstür sertliği analizleri yapılmıştır. Böylece daha önce akademik bir çalışma yapılmayan bir konuda sakız endüstrisi için önemli veriler elde edilmiştir.

Sakız mayası formülü içerisine giren ana bileşenler olan elastomer (Butyl Rubber), doğal ve yapay reçinelerin (PVA) oranları “Design Expert” programında belirlenen reçetelere göre değiştirilerek, böylece maya geliştirme çalışmalarında salınımın daha verimli olması için hangi sakız mayası hammaddelerin daha etkili olduğu hangilerinin etkisinin daha az olduğu çalışılmıştır. Bütün reçetelerde aynı oranda olacak şekilde doğal nane aromalarından birisi olan doğal spearmint aroması kullanılmıştır. Spearmint aromasının yüksek oranlı bileşenlerinden olan mentolün bu çalışmada sakızdan salınımları incelenmiştir. Elde edilen optimum reçeteler ile üretilen sakızlar 20 kişilik uzman panelistler tarafından aroma gücü/yoğunluğu ölçümlenmiş, veriler Design Expert programında istatistiksel metotlarla değerlendirilmiş, maya hammadde değişkenlerinin yapıya etkileri ölçülmüş ve belirli numunelerde GC/MS cihazı ile yapılan analitik salınım analizi ile duyuşal aroma gücü/yoğunluğu kıyaslanmıştır. Duyusal değerlendirmenin de analitik olarak yapılan analiz ile paralel olduğu doğrulanmıştır. Bu çalışma PVA, doğal reçine (rosin) ve elastomerin (Butyl Rubber) sakızdan nane aroma salınımına etkilerini inceleyen ilk çalışmadır. Buna göre tek başına olmasa da salınıma en fazla etkinin yapay reçine olan polivinil asetat (PVA) olduğu, yapılan formüllerde PVA reçinesinin oranının artıkça aroma gücü/yoğunluğunu da arttığı, yani aroma salınımının azaldığı bu çalışma sonunda görülmüştür. Bununla birlikte elastomer (buyl rubber) miktarının artmasıyla da aroma gücü/yoğunluğunun azaldığı görülmektedir. Bir diğer değişken olan doğal reçinenin azalmasının da aroma gücü/yoğunluğunu azaltan etkisi olduğu söylenebilir. Burada kontrol reçeteler olan DNS1 ve DNS3 aynı reçeteler olmasına rağmen 5. dk sonundaki duyuşal skorda

farklılık algılanırken yine DNS9 ve DNS12 aynı olan reçetelerde bire bir aynı skor elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak da duyuşal değerlendirmelerde, anlık algı, hissiyat, tükürük miktarı vb. değişkenlerin etki edebileceği yönünde olmuştur.

Aroma salınımına ilave olarak belirtilen sakız mayası hammaddelerin, sakız mayasında ve sakızda yapıya etkileri de incelenmiştir. Tek başlarına direkt bağlayıcı olmasalar da sakız mayasında doğal reçine miktarının artması ile viskozitenin ve yumuşama noktasının azaldığı, bununla beraber elastomer miktarının azalması ile de viskozitenin ve yumuşama noktasının da paralel düştüğü açık bir şekilde görülmektedir. Sakız yapısına etkileri incelendiğinde, elde edilen diyagramlara göre ölçümü yapılan tekstür sertliğinde elastomerin ve yapay reçinenin artmasının yanında doğal reçinenin azalmasının direkt etkili olduğu ve tekstür sertliğini artırdığı gözlenmiştir. Duyusal sertlik verilerine ek olarak ise sertliğe tek başına elastomerin etkili olmadığı sentetik reçine PVA'nın da elastomer kadar etkili olduğu görülmektedir. Duyusal ve enstrümantal analiz arasında bu farkın oluşmasının ana nedeni olarak, duyuşal tadımda ağızda sakızın sertliğinin vücut sıcaklığının (36,5°C) etkisinde olduğu ve duyuşal tadım esnasında ağızdaki tükürük faktörünün enstrümantal analizde olmadığı olarak açıklanabilir.

Yaptığımız bu çalışma ile aroma gücü/yoğunluğu açısından DNS11'in en uygun formül olduğu söylenebilir. Bu sonuç sakız endüstrisinde gelecekte yapılacak sakız formül çalışmalarında PVA, doğal reçine ve elastomer oranları ayarlanarak daha az aroma ile daha güçlü duyuşal tat elde edilmesine yol gösterecektir. Aynı şekilde artan ekonomik maliyet zorlukları da düşünöldüğünde daha uygun maliyette formüller geliştirilmesine yardımcı olması beklenmektedir. Bu açıdan sakız mayası ve sakız sektörüne hizmet edecek çok önemli veriler elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim (2021), Sakız endüstrisi üretim büyüklüğü, Erişim adresi: www.statista.com (Erişim Tarihi: 10.12.2021)
- Anonim (2021), Doğal reçinenin endüstriyel elde ediliş diyagramı, Erişim adresi: https://www.harima.co.jp/en/pine_chemicals/rosin2.html (Erişim Tarihi:25.12.2021)
- Anonim (2022), PIB 3-D görüntüsü, Erişim adresi: <https://pslc.ws/modelhtmls/pibpdb.htm> (Erişim Tarihi: 16.02.2022)
- Anonim (2022),https://www.researchgate.net/figure/SEM-images-of-a-commercial-talc-b-c-unground-and-d-ground-composite-talc_fig3_307583560 (Erişim Tarihi: 16.02.2022)
- Anonim (2022), SBR gıdalarda kullanım standartları belirleyen kurallar, Erişim adresi: <https://www.foodchemicalscodex.org/> (Erişim Tarihi: 16.02.2022)
- Anonim, (2022), Butyl rubber kimyasal molekül yapısı, Erişim adresi: <https://www.chegg.com/homework-help/organic-chemistry-plus-masteringchemistry-with-etext-access-card-package-9th-edition-chapter-26-problem-12p-solution-9780321971128> (Erişim Tarihi:16.02.2022)
- Anonim, (2022), D-Limonene molekül yapısı, Erişim adresi: <https://www.spectrumchemical.com/d-limonene-11207> (Erişim Tarihi: 16.02.2022)
- Anonim, (2022), US Code of Federal Regulation 21 CFR 172.886, Erişim adresi: <https://www.fda.gov/medical-devices/medical-device-databases/code-federal-regulations-title-21-food-and-drugs> (Erişim Tarihi: 16.02.2022)
- Bölük, E., Sözeri Atik, D., Kolaylı, S., Demirci, A.Ş., & Palabiyik, I. (2021). Food Bioscience Delivery of phenolics and caffeic acid phenethyl ester by propolis resin : Chewing gum system *Esra B o. 41*(February), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101090>
- Burdach KJ, Doty RL. (1987). The effects of mouth movements, swallowing, and spitting on retronasal odor perception. *Physiol Behav* 1987;41: 353–6.
- Çoban, B., Bilgin, B., Yurt, B., Kopuk, B., Atik, D. S., & Palabiyik, I. (2021). Utilization of the barberry extract in the confectionery products. *Lwt*, 145(December 2020).
- De Roos, K. B.; Wolswinkel, K. (1993). Non-equilibrium partition model for predicting flavour release in the mouth. In *Trends in flavour research; Proceedings of the 7th Weurman Flavour Research Symposium, Noordwijkerhout, The Netherlands, 15–18 June 1993;*

- Dodds, M.W.J., Hsieh, S.C., Johnson, D.A. (1991). "The effect on increased mastication by daily gum chewing on salivary gland output and dental plaque acidogenicity", *J. Dent. Res.* 1991; 70, 1474–1478.
- Douglas Fritz (2006). *Formulation and Production of Chewing and Bubble Gum*, 2006; Kenedy's Publication Ltd., London, UK., 2006.
- Eisenstadt, B., Cash, A.P., Bakal, I.A.(1998). "Chewing gum Containing cough suppression agent", U.S. Patent, December 1998; 5846557.
- Guinard JX, Zoumas Morse C, Walchak C, Simpson H. (1997). Relation between saliva flow and flavor release from chewing gum. *Physiol Behav* 1997;61:591– 6.
- Güneş, R., Palabıyık, I., Toker, Ö.S., Konar, N., & Kurultay, Ş. (2019). Incorporation of Defatted Apple Seeds in Chewing Gum System and Phloridzin Dissolution Kinetics. 255 (2019) 9-14
- Haahr AM, Bardow A, Thomsen CE, Jensen SB, Nauntofte B, Bakke M, Bredie WLP (2004). Release of peppermint flavour compounds from chewing gum: effect of oral functions. *Physiol Behav* 82:531–540.
- Krause, A. J., Henson, L. S., Reineccius, G. A. (2011). Use of a chewing device to perform a mass balance on chewing gum components. *Flavour and Fragrance Journal*, 26(1), 47–54. <https://doi.org/10.1002/ffj.2015>
- Linforth RST, Baek I, Taylor AJ. (1996). Simultaneous instrumental and sensory analysis of volatile release from gelatine and pectin/gelatine gels. *Food Chem* 1999;65:77–83.
- Linforth RST, Taylor AJ. (1998). Analysis of trace constituents in sample of gas—by sampling probe which draws sample and operates by venturi effect. University of Nottingham and Micromass UK LTD; 1998. Patent No. CA2210766-C.
- Overbosch P, Afterof WGM, Haring PGM. (1991). Flavor release in the mouth. *Food Rev Int* 1991;7:137–84.
- Piggott JR, Schaschke CJ. (2001). Release cells, breath analysis and in-mouth analysis in flavour research. *Bio Eng* 2001;17:129 – 36.
- Piggott JR. (2000). Dynamism in flavour science and sensory methodology. *Food Res Int* 2000;33:191-7.

Philip R. Ashurst, Food Flavorings, An Aspen Publication, United Kingdom, Third Edition, 1999.

Rajesh V. Potineni, Devin G. Peterson (2008). Mechanisms of Flavor Release in Chewing Gum: Cinnamaldehyde, J. Agric. Food Chem. 2008, 56, 3260–3267.

Richard W. Hartel, Joachim H. Von Elbe, Randy Hofberger (2018), Confectionery Science and Technology. DOI 10.1007/978-3-319-61742-8

Van Ruth SM, Roozen JP, Nahon DF, Cozijnsen JL, Posthumus MA. (1996). Flavour release from rehydrated French beans (*Phaseolus vulgaris*) influenced by composition and volume of artificial saliva. *Zeit Lebens Unter For* 1996;203:1 – 6.



EKLER

EK-1. DUYUSAL SERTLİK TESTİ FORMU

SAKIZ DUYUSAL SERTLİK TESTİ (1-9 HEDONİK SKALA)													
Tarih:													
İsim Soyisim:													
Puanlamayı 5 üzerinden yapınız. Belirtilen sürelerdeki çiğnemesi en sert bulduğunuz sakıza en yüksek puanlamayı yapınız.													
Duyusal Sertlik		1 Çok Aşırı Yumuşak 2 Oldukça Yumuşak 3 Yumuşak 4 Biraz Yumuşak 5 Orta Sertlikte 6 Biraz Sert 7 Sert 8 Oldukça Sert 9 Çok Aşırı Sertlikte											
	DNS1	DNS2	DNS3	DNS4	DNS5	DNS6	DNS7	DNS8	DNS9	DNS10	DNS11	DNS12	DNS13
15. saniye													
30. saniye													
1.dakika													
3.dakika													
5.dakika													

EK-2. DUYUSAL AROMA GÜCÜ/YOĞUNLUĞU TESTİ FORMU

SAKIZ AROMA GÜCÜ/YOĞUNLUĞU TESTİ (1-5 HEDONİK SKALA)													
Tarih:													
İsim Soyisim:													
Puanlamayı 5 üzerinden yapınız. Belirtilen sürelerdeki aroma yoğunluğunu en fazla bulduğunuz sakıza en yüksek puanlamayı yapınız.													
Aroma Gücü/Yoğunluğu		1 Çok Düşük Yoğunlukta 2 Düşük Yoğunlukta 3 Orta Yoğunlukta 4 Yüksek Yoğunlukta 5 Çok Yüksek Yoğunlukta											
	DNS1	DNS2	DNS3	DNS4	DNS5	DNS6	DNS7	DNS8	DNS9	DNS10	DNS11	DNS12	DNS13
15. saniye													
30. saniye													
1.dakika													
3.dakika													
5.dakika													