

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**STEVİA VE FARKLI POLİOLLER KULLANILARAK
ŞEKERSİZ SAKIZ ÜRETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşe AYKUT

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

TEMMUZ 2024

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**STEVIA VE FARKLI POLİOLLER KULLANILARAK
ŞEKERSİZ SAKIZ ÜRETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ayşe AYKUT
(506211503)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Celale KIRKIN GÖZÜKIRMIZI

TEMMUZ 2024

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**PRODUCTION OF SUGAR-FREE CHEWING GUM USING STEVIA AND
DIFFERENT POLYOLS**

M.Sc. THESIS

**Ayşe AYKUT
(506211503)**

Department of Food Engineering

Food Engineering Programme

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Celale KIRKIN GÖZÜKIRMIZI

JULY 2024

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 506211503 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Ayşe AYKUT, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “STEVIA VE FARKLI POLİOLLER KULLANILARAK ŞEKERSİZ SAKIZ ÜRETİMİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Dr. Öğr. Üyesi Celale KIRKIN**
GÖZÜKIRMIZI
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Gürbüz GÜNEŞ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ash ZULUĞ
Özyeğin Üniversitesi

Teslim Tarihi : 24 Mayıs 2024
Savunma Tarihi : 1 Temmuz 2024





Babama ithafen,



ÖNSÖZ

Çalışma sürecim boyunca bana yol gösteren, her ihtiyacım olduğunda nazik ve hızlı desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam ve danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Celale KIRKIN GÖZÜKIRMIZI'ya, yüksek lisans tezimi hazırlarken gerekli ham maddeleri sağlayan, laboratuvar çalışmalarımı gerçekleştirmeme imkan tanıyan değerli şirketim Perfetti Van Melle ailesi başta olmak üzere, çalışmam boyunca fikirleriyle ve destekleriyle bana kolaylık sağlayan Proses ve Teknoloji Departmanı müdürüm Görkem YILMAZ'a, çalışmamın duyuşsal analiz paneli boyunca bana destek olan Aylin ŞEN'e ve panelistlerime, attığım her adımda benden çok gururlanan babam başta olmak üzere, bana inancını hiçbir zaman yitirmeyen, eğitim hayatım boyunca beni destekleyen ve cesaretlendiren canım aileme teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2024

Ayşe AYKUT
(Gıda Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1 Sakız	3
2.2 Polioller	5
2.2.1 Sorbitol (E420).....	6
2.2.2 Ksilitol (E967).....	7
2.2.3 Sakızlarda sorbitol ve ksilitol.....	8
2.3 Yoğun tatlandırıcılar	8
2.3.1 Yapay yoğun tatlandırıcılar.....	9
2.3.2 Doğal yoğun tatlandırıcılar	10
3. MATERYAL VE METOT.....	13
3.1 Materyal	13
3.2 Sakız Örneklerinin Hazırlanması	13
3.3 Renk Analizi.....	15
3.4 Tekstür Analizi.....	15
3.5 Duyusal Analiz.....	16
3.6 İstatiksel Analiz.....	17
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	19
4.1 Renk	19
4.2 Doku Profili.....	22
4.3 Duyusal Değerlendirme.....	25
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	31
KAYNAKLAR.....	33
EKLER.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	41



KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliđi
ANOVA	: Varyans Analizi
AST	: Hızlandırılmış raf ömrü testleri
FDA	: Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi
NHDC	: Neohesperidin dihidrokalkon
RH	: Bağıl Nem



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Sakız reçeteleri.	13
Çizelge 4.1 : Sakız örneklerinin ortalama renk değerleri.	20
Çizelge 4.2 : Sakız örneklerinin ortalama doku profili değerleri.	24
Çizelge 4.3 : Sakız örneklerinin ortalama duysal değerlendirme değerleri.....	26





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Eşit boyutlarda kesilip kilitli poşette saklanan sakız örneği.....	14
Şekil 3.2 : Paketlenen örnekler	14
Şekil 3.3 : AST kabinine alınacak örnekler	15
Şekil 3.4 : Tekstür analiz cihazı.....	16
Şekil 3.5 : Panel sunumu	17
Şekil 4.1 : Poliol olarak sadece ksilitol kullanılan sakız örnekleri	19



STEVIA VE FARKLI POLİOLLER KULLANILARAK ŞEKERSİZ SAKIZ ÜRETİMİ

ÖZET

Gıdalarla birlikte şeker tüketiminin çok fazla artması, bazı sağlık endişelerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu endişe, insanları polioller ve yüksek yoğunluklu tatlandırıcılar gibi farklı şeker alternatifleri aramaya yöneltmiştir. Polioller, tatlılıkları ve fiziksel özellikleri bakımından şekere benzedikleri için toplu şeker ikamesi olarak kullanılabilirler. Düşük kalorili oldukları ve kandaki glikoz seviyesini yükseltmedikleri için gıda endüstrisinde birden farklı amaçla birçok alanda kullanılmaktadırlar. Yoğun tatlandırıcılar ise sakkarozdan daha yüksek tatlandırma gücüne sahip oldukları için çok düşük dozlarda kullanılmaları yeterlidir ve yönetmeliklerle kullanımları sınırlandırılmıştır. Genellikle, polioller ve yüksek yoğunluklu tatlandırıcılar gıda endüstrisinde birlikte kullanılmaktadırlar. Yoğun tatlandırıcılar üretim şekillerine göre doğal ve yapay olarak sınıflandırılabilirler. Doğal ve şekersiz beslenmeye olan ilginin her geçen gün artması, tatlandırıcı tercihinde de doğal tatlandırıcıların kullanımına eğilimi artırmıştır. Bu eğilime paralel olarak, doğal bir tatlandırıcı olan stevia kullanımı yaygınlaşmakta, hem gıda endüstrisinde hem de mutfaklarda çeşitli ürünlerde karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yaygın olarak kullanılan yapay tatlandırıcı aspartam yerine doğal tatlandırıcı stevia kullanımının yanı sıra sorbitol ve ksilitol poliollerinin kullanımının sakızların duyusal, renk ve doku özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

Bu çalışmada tatlandırıcı ve polioller dışındaki bileşenlerin miktarları sabit tutularak altı farklı reçete (sorbitol + aspartam, sorbitol + stevia, sorbitol + ksilitol + aspartam, sorbitol + ksilitol + stevia, ksilitol + aspartam, ksilitol + stevia) oluşturulmuştur. Polioller olarak sadece ksilitol kullanılarak hazırlanan reçeteler ön deneme aşamasında yapısal olarak başarısız olduğu için çalışmaya kalan dört reçete ile devam edilmiştir. Tüm örnekler üç kopya olarak hazırlanmış ve renk, duyusal ve doku özelliklerindeki farklılıklar değerlendirilmiştir. Hızlandırılmış raf ömrü testleri (AST) ile de sakızların depolama sırasındaki stabilitesi değerlendirilmiştir.

Renk özellikleri için genel değerlendirmeye bakıldığında, örneklerin L* ve a* değerlerinde zamanla azalma görülürken, hue açısı, b* ve kroma değerlerinde zamanla artma görülmüştür ($p<0.05$). Sorbitol ve ksilitolün birlikte kullanıldığı örneklerin L* değeri, sadece sorbitol kullanılan örnekler göre daha düşük çıkmıştır ($p<0.05$). Aspartam kullanılan örneklerde de, sorbitol ve ksilitol kullanılan örnekler sadece sorbitol kullanılan örnekler göre daha düşük a* değerine sahiptir ($p<0.05$). En yüksek hue açısı değeri sorbitol, ksilitol ve aspartam kullanılan örneklerde çıkmıştır ($p<0.05$). b* ve kroma değerleri için ise örnekler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Doku özellikleri için genel değerlendirmeye bakıldığında, örneklerin sertlik değerlerinde zamanla azalma görülürken ($p<0.05$), iç yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerlerinde zamanla değişim görülmemiştir ($p>0.05$). Esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri ise 0. haftadan sonra önemli derecede azalmıştır ($p<0.05$). Sorbitol ve

ksilitolün birlikte kullanıldığı örneklerin sertlik değeri, sadece sorbitol kullanılan örneklerle göre daha düşük çıkmıştır ($p<0.05$). Sorbitol ve aspartamın kullanıldığı örneklerin esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri diğer örneklerle göre daha yüksek, dış yapışkanlık değeri ise diğer örneklerle göre daha düşüktür ($p<0.05$). Örneklerin iç yapışkanlık değerleri arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Yedi panelist ile yapılan duyu analizi sonuçlarının genel değerlendirilmesi incelendiğinde, örneklerin parlaklık, nane kokusu, tatlılık, aroma yoğunluğu, ferahlık, sertlik ve genel beğenide zamanla azalma gözlenirken ($p<0.05$), yapışkanlık değeri zamanla değişmemiştir ($p>0.05$). Sorbitol ve ksilitolün birlikte kullanıldığı örneklerin nane kokusu, çiğnemenin 5. dakika sonundaki aroma yoğunluğu ve ferahlığı, sertliği, çiğnenebilirliği ve genel beğenisi, sadece sorbitol kullanılan örneklerle göre daha düşük çıkarken; çiğnemenin ilk 1 dakikasındaki tatlılıkları daha yüksek çıkmıştır ($p<0.05$). Örneklerin parlaklıkları, 1. dakikadaki aroma yoğunlukları, 5. dakikadaki tatlılıkları ve yapışkanlıkları arasında ise anlamlı bir fark yoktur ($p>0.05$). Ayrıca, örneklerin hiçbirinde istenmeyen koku, acılık ve istenmeyen tat tespit edilmemiştir.

Sonuç olarak, stevianın önemli bir olumsuz etkisi gözlenmemiştir ve bu da şekersiz sakız üretiminde potansiyel kullanımını düşündürmektedir. Bileşen oranlarında ayarlamalar yapılarak farklı poliollerle kullanımı incelenebilir.

PRODUCTION OF SUGAR-FREE CHEWING GUM USING STEVIA AND DIFFERENT POLYOLS

SUMMARY

The high consumption of sugar with food has led to a number of health concerns. This concern has led people to look for different sugar alternatives such as polyols and high intensity sweeteners. Polyols can be used as bulk sugar substitutes because they resemble sugar in terms of sweetness and physical properties. Since they are low in calories and do not increase the level of glucose in the blood, they are used in many areas for multiple purposes in the food industry. On the other hand, intense sweeteners have a higher sweetness than sucrose, so they need to be used in very low doses and their use is limited by regulations. Generally, polyols and high intensity sweeteners are used together in the food industry. Intense sweeteners can be classified as natural and artificial according to their production methods. The increasing interest in natural and sugar-free nutrition has increased the tendency to use natural sweeteners in sweetener preference. Alongside this trend, the use of stevia, a natural sweetener, is becoming widespread, appearing in various products in both the food industry and kitchens. The aim of this study was to investigate the effects of using natural sweetener stevia instead of the commonly used artificial sweetener aspartame, as well as the use of sorbitol and xylitol polyols, on the sensory, color, and texture properties of chewing gum.

In this study, six different recipes (sorbitol + aspartame, sorbitol + stevia, sorbitol + xylitol + aspartame, sorbitol + xylitol + stevia, xylitol + aspartame, xylitol + stevia) were created by keeping the amounts of the ingredients other than the sweeteners and polyols constant. As the recipes that were prepared with only xylitol as the polyol failed structurally in the preliminary trial phase, the study was continued with the remaining four recipes. All samples were prepared in triplicate, and the differences in the color, sensory, and texture properties were evaluated. Accelerated shelf life tests (AST) were also evaluated to evaluate the stability of the chewing gums during storage.

When the overall evaluation for colour properties was examined, L^* and a^* values of the samples decreased with time, while hue angle, b^* and chroma values increased with time ($p < 0.05$). The L^* value of the samples in which sorbitol and xylitol were used together was lower than the samples in which only sorbitol was used ($p < 0.05$). As for the samples with aspartame, the samples with sorbitol and xylitol had lower a^* values than the samples with only sorbitol ($p < 0.05$). The highest hue angle value was found in samples with sorbitol, xylitol and aspartame ($p < 0.05$). There was no significant difference between samples of the b^* and chroma values ($p > 0.05$). Considering the changes over time, L^* , a^* , b^* , h^* , C^* values of the samples containing sorbitol and aspartame did not change over time. L^* , a^* , b^* , h^* , C^* values of the samples containing sorbitol and stevia did not change over time, while h^* value decreased significantly in the 2nd week. L^* value of samples containing sorbitol,

xylitol and aspartame showed a significant decrease in the 2nd week. The a^* value at week 2 was lower than week 0. b^* and C^* values did not change over time. h^* value increased significantly at week 2. The h^* value of the samples containing sorbitol, xylitol and stevia did not change over time. L^* value decreased significantly in week 2 compared to week 0. a^* value was higher in week 0 compared to other weeks. b^* and C^* values were lower in week 0 compared to other weeks. Considering the evaluations between recipes, at week 0, no difference was found between the samples in L^* and a^* values. Among the samples containing stevia, the samples with xylitol had lower b^* and C^* values than the samples without xylitol. Among the samples containing aspartame, the samples without xylitol had lower h^* values than the samples containing xylitol. At week 1, the samples containing xylitol had lower L^* value than those without xylitol. There was no difference between the samples for a^* , b^* , h^* , C^* values. At week 2, the samples containing xylitol had lower L^* values than those without xylitol. The samples containing sorbitol, xylitol and aspartame had higher a^* values than the samples without xylitol. Samples containing sorbitol, xylitol and stevia have higher b^* value than samples without xylitol. The samples containing sorbitol, xylitol and aspartame had higher h^* values than the other samples. Among the samples containing stevia, the samples containing xylitol had a higher C^* value than the samples without xylitol.

When the overall evaluation for texture properties was examined, the hardness value of the samples decreased with time ($p < 0.05$), while the cohesiveness and adhesiveness values did not change with time ($p > 0.05$). Springiness and chewiness values decreased significantly after the 0th week ($p < 0.05$). The hardness value of the samples in which sorbitol and xylitol were used together was lower than the samples in which only sorbitol was used ($p < 0.05$). The springiness and chewiness values of the samples in which sorbitol and aspartame were used were higher than the other samples, and adhesiveness value was lower than the other samples ($p < 0.05$). There was no significant difference between cohesiveness values of the samples ($p > 0.05$). Considering the changes over time, the hardness and adhesiveness values of the samples containing sorbitol and aspartame did not change over time. Springiness and chewiness values decreased significantly at the week 1 and week 2. The hardness value of the samples containing sorbitol and stevia decreased over time, the cohesiveness value first increased and then decreased, and the adhesiveness value first decreased and then increased. Springiness value decreased significantly at the end of the 2nd week compared to the 0th week. The chewiness value decreased after week 0. The hardness value of the samples containing sorbitol, xylitol and aspartame decreased over time, and the cohesiveness and chewiness values at week 2 were higher than week 0 and week 1. The adhesiveness value increased after week 0. Springiness value decreased significantly from week 0 to week 2. The hardness value of the samples containing sorbitol, xylitol and stevia decreased after week 0, while the cohesiveness value increased after week 0. While the springiness value did not change over time, the chewiness increased over time. The adhesiveness value was lower in the 1st week compared to the other weeks. Considering the evaluations between recipes, at week 0, the samples without xylitol were harder than the samples containing xylitol. The samples containing sorbitol and aspartame had higher cohesiveness, springiness and chewiness values, but lower adhesiveness values than the other samples. At week 1, the samples without xylitol were harder than the samples containing xylitol. There is no difference between the samples for springiness and adhesiveness values. The samples containing sorbitol and aspartame had lower cohesiveness and chewiness values than the samples containing sorbitol and stevia and higher cohesiveness and

chewiness values than the samples containing xylitol. At week 2, no difference was found between the samples for hardness value. The cohesiveness value of the samples containing sorbitol, xylitol and aspartame was higher than the samples containing stevia and lower than the samples containing sorbitol and aspartame. The pringiness and chewiness values of the samples containing sorbitol and aspartame were higher than the samples containing sorbitol+stevia and sorbitol+xylitol+aspartame, lower than the samples containing sorbitol+xylitol+stevia and the adhesiveness value was lower than the other samples.

When the overall evaluation of the sensory analysis results with seven panelists was examined, it was observed that the brightness, mint odor, sweetness, flavour intensity, freshness, hardness and overall liking of the samples decreased over time ($p < 0.05$), while the stickiness value did not change over time ($p > 0.05$). The samples in which sorbitol and xylitol were used together had lower mint odor, flavour intensity and freshness at the 5th minute, hardness, chewiness and overall liking than the samples in which only sorbitol was used, while their sweetness at the 1st minute was higher ($p < 0.05$). There was no significant difference between the brightness, flavour intensity at 1st minute, sweetness at 5th minutes and stickiness of the samples ($p > 0.05$). Also, no off-odor, bitterness and off-flavor were detected in any of the samples. Considering the changes over time, freshness at 5th minutes, flavour intensity at 5th minutes, stickiness values and overall liking of the samples containing sorbitol and aspartame did not change over time. There was a significant decrease in brightness, mint odor, freshness values at 1st and 5th minute in the 2nd week. Sweetness at 1st minute and flavour intensity values decreased significantly at the end of the 2nd week compared to the 0th week. Hardness and chewiness values were higher in week 0 compared to the other weeks. Sweetness at 1st and 5th minutes, flavour intensity at 5th minutes and stickiness values of the samples containing sorbitol and stevia did not change over time, while the freshness value at 1st minute decreased over time. There was a significant decrease in brightness, mint odor, freshness values at 5th minute and overall liking at 2nd week. The 1st minute flavour intensity value decreased significantly at the end of the 2nd week compared to the 0th week. Hardness and chewiness values were higher in week 0 compared to the other weeks. The brightness, sweetness at 1st minute and stickiness values of the samples containing sorbitol, xylitol and aspartame did not change over time, while the freshness value at 1st minute and overall liking decreased over time. Mint odor and freshness values at the 5th minute showed a significant decrease at the 2nd week. Flavour intensity at 1st minute, hardness and chewiness values were higher in week 0 compared to other weeks. Sweetness at 5th minutes is the highest in week 0. The 5th minute flavour intensity value decreased significantly at the end of the 2nd week compared to the 0th week. The brightness, sweetness and stickiness values at 1st and 5th minute of the samples containing sorbitol, xylitol and stevia did not change over time, while the freshness and chewiness values at 1st minute decreased over time. There was a significant decrease in mint odor, flavour intensity at 1st minute, freshness at 5th minute and overall liking at 2nd week. The 5th minute flavour intensity value decreased significantly at the end of the 2nd week compared to the 0th week. Hardness value was higher in week 0 compared to the other weeks. Considering the evaluations between recipes, at week 0, no difference was found between the samples in terms of brightness, mint odor, flavour intensity and freshness at 1st minute, sweetness, flavour intensity and freshness at 5th minutes, chewiness, stickiness and overall liking. The sweetness value at 1st minute of the samples containing sorbitol and stevia was lower than the samples containing xylitol. The samples without xylitol were brighter than the samples containing xylitol.

At week 1, the brightness, mint odor, flavour intensity at 5th minutes, hardness, chewiness and overall liking values of the samples containing xylitol were lower than the samples without xylitol. In addition, the 1st minute freshness value of the samples containing xylitol was lower than the samples containing sorbitol and aspartame. There is no difference between the samples in stickiness, sweetness and flavour intensity at 1st minute, sweetness and freshness at 5th minutes. In the 2nd week, the brightness value of the the samples without xylitol was lower than the samples containing xylitol, while the mint odor, flavour intensity and freshness at the 5th minute, hardness, chewiness and overall liking values were higher. Among the samples containing aspartame, the sweetness value at 1st minute of the samples without xylitol was significantly lower than those containing xylitol. The 1st minute freshness value of the samples containing sorbitol, xylitol and aspartame was significantly lower than the samples containing sorbitol and stevia. There is no difference between the samples in stickiness, flavour intensity at the 1st minute and sweetness at the 5th minute.

In conclusion, no significant adverse effect of stevia was observed, suggesting its potential use in sugar-free gum production. Adjustments in ingredient ratios can be made to explore its use with different polyols.

1. GİRİŞ

Şeker tüketiminin artmasıyla ortaya çıkan sağlık sorunları nedeniyle ve insanların gün geçtikçe bilinçlenmesiyle şekersiz ve doğal ürünlere yönelim artmaktadır. Bilinçli tüketimin artmasıyla insanlar, sağlıklarını tehdit edebilecek ve fazla miktarda katkı maddesi içeren gıdalardan uzak durmaya ve daha besleyici, katkısız ve doğal gıdaları tercih etmeye başlamışlardır (Acun ve diğ., 2024).

Yapay tatlandırıcıların kalorisi ve glisemik indeksi sıfıra yakın olduğu için diyabet hastaları tarafından şekere alternatif olarak kullanılırlar ve böylelikle kilo kontrolü, iyi bir glisemik kontrol ve kısıtlı şeker alımı sağlanır. Fakat yapılan bazı çalışmalarda, yapay tatlandırıcıların diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, obezite ve kanser gibi hastalıklar için risk faktörü olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, şekerin aksine tokluk hissi uyandırmadıkları için tüketilen besinin porsiyon miktarında ve yemek yeme motivasyonunda artışa neden olduğu da görülmüştür (Aydın ve diğ., 2022). Yapay tatlandırıcıların yarattığı bu olumsuz etkilerin tersine, doğal tatlandırıcı olan steviol glikozitler hem yüksek tatlılığa sahiptirler hem de toksik ve mutajenik değildir. Doğal antioksidantlardır, çürüklerin ve diş eti iltihabının önlenmesine, tümör oluşumunun baskılanmasına, kanserin önlenmesine, diyabette kandaki glikoz seviyesinin düşürülmesine, yüksek ve düşük tansiyonun önlenmesine, bağışıklığı düzenlemeye yardımcı olurlar (Kola ve diğ., 2022).

Türkiye’de sakızlar şekerli, şekersiz ve tatlandırıcı olarak üç farklı şekilde bulunmaktadır. Şekersiz sakızlar, damla sakızı çiğneme geleneğini temsil eden, şeker veya tatlandırıcı içermeyen sakızlardır. Tatlandırıcı sakızlar ise şeker yerine poliol ve yoğun tatlandırıcıların kullanıldığı sakızlardır (Çalışkan, 2018). Piyasada bulunan sakızlar incelendiğinde, tatlandırıcı sakızlarda yoğun tatlandırıcı olarak sadece yapay tatlandırıcıların kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada amaç, yaygın olarak kullanılan yapay tatlandırıcı aspartam yerine doğal tatlandırıcı stevia kullanımının yanı sıra sorbitol ve ksilitol poliollerinin kullanımının sakızların duyuşal, renk ve doku özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmak ve hızlandırılmış raf ömrü testleri (AST) ile sakızların depolama sırasındaki stabilitesini değerlendirmektir.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Sakız

Sakız uzun yıllardır insanların birçok farklı amaçla tükettiği bir üründür. Eski uygarlıklar dişlerini temizlemek, ağız sağlıklarını korumak, nefeslerini tazelemek ve ferahlamak için damla sakızı, tropik ağaç kabuğu reçinesi ve ladin ağacı reçinesi çiğnemişlerdir (Öner, 2017). Ayrıca, sakız çiğnemenin uyanıklığı ve sürekli dikkat performansını arttırdığı da çalışmalarla doğrulanmıştır ve sakız çiğneme alışkanlığı olan kişiler daha az stres yaşadıklarını bildirmişlerdir. Buna ek olarak, hafif-orta derecede depresif hastalardan oluşan bir klinik örnekleme, sakız antidepresan ilaçla birlikte uygulandığında, tek başına ilaca kıyasla depresyonu daha büyük ölçüde azalttığı gözlemlenmiştir (Allen ve Smith, 2015). İstenilen yerde ve zamanda su gerektirmeden kullanılabilmesi, çiğnendikten sonra yutulmaya gerek olmaması hem yutma zorluğu çeken hastalar için büyük bir avantaj olarak sayılabilir hem de diğer gıdalara göre daha düşük kalorili olduğundan sadece salınımı istenen bileşenin vücuda alınması sağlanarak kilo alma gibi sorunların önüne geçilmesine katkıda bulunabilir (Güneş ve diğ., 2018). Bazı çalışmalar, aşırı sakız kullanımının ergenler arasında kronik baş ağrısı ile ilişkili olduğunu öne sürmüştür fakat bunun arkasındaki mekanizma hala belirsizdir. Kronik baş ağrısının, aşırı sakız çiğnemenin tetiklediği temporo-mandibular eklem disfonksiyonu veya sakızın içerdiği aspartam tüketimi ile ilişkili olduğu varsayılmaktadır (Yeung ve diğ., 2023)

Sakız tüketimi, eskilerde farklı ağaç reçinelerinin çiğnenmesiyle başlamış ve teknoloji geliştikçe yerini farklı tat, aroma, renk ve şekillerde sakızlara bırakmıştır. Sakız üretimi temel olarak ham maddelerin karıştırılarak sakız hamurunun hazırlanmasıyla başlar ve sırasıyla şekillendirme, soğutma, paketlenme ve depolama aşamalarıyla devam eder (Parlak, 2017). Sakız, ürünün türüne göre sakız bazı, şeker, poliol, aroma, boya, asitlendirici, tatlandırıcı ve katkı maddeleri içeren elastik ve uzayabilen bir kütle olarak tanımlanır (Valduga ve diğ., 2012). İçerik olarak şekerli, şekersiz, tatlandırıcı, ilaç salınımlı, vitaminli gibi kategorilere ayrılırken; yapı olarak ise şerit,

dolgulu/dolgunsuz draje şeklinde ayrılabilir (Serbest, 2023). Sakızlarda kaplama yapılması, sakızın su aktivitesini kontrol ederek raf ömrünün uzatılmasına yardımcı olur (Bölük, 2019). Şekersiz sakızlarda, şekerli sakızlardan farklı olarak, şekerin yerine polioller ve yüksek yoğunluklu tatlandırıcılar kullanılmaktadır. Ürünün dokusu ve aroma bileşiklerinin salınımı da bu değişiklikten etkilenmektedir (Konar ve diğ., 2016). Şekersiz sakızlar için kullanılan yaklaşık bileşen oranları %50-60 polioller, %20-30 sakız mayası, %5-6 gliserin, %1-15 aroma ve yoğun tatlandırıcılar iken; şekerli sakızlarda bu oranlar %60 şeker, %20-30 sakız mayası, %1 gliserin, %1 polioller, %0,5-1 aroma şeklindedir (Bölük, 2019).

Sakız mayası, sakızın ana bileşenidir ve sakızın inert, besleyici olmayan, sindirilemeyen, çözünmeyen bir parçasıdır, bu nedenle bu madde çiğnendiğinde ağızda çözünmez. Ayrıca, sakızdaki tatlandırıcıları, aromaları ve diğer bileşenleri taşımak için bir dağıtım sistemi görevi görür. Sakız mayasının tam formülü veya doğru bileşenleri ticari bir sırdır fakat genel olarak %10-45 elastomerler, %2-18 elastomer çözücüler, %15-35 plastikleştiriciler, %0-70 dolgu maddeleri, %0-10 vakslar ve %0-0,1 antioksidanlardan oluşur. Burada elastomerler sakıza elastik doku ve yapışkanlık sağlar, elastomer çözücüler elastomer kauçuk bileşiğinin yumuşatılmasına yardımcı olur, plastikleştiriciler sakız bazının yapısına nüfuz eder ve sakızın daha iyi çiğnenebilirliğini sağlar, dolgu maddeleri yapışkanlığı azaltarak daha iyi bir ağız hissi sağlar, vakslar kauçuksu elastik sakız bazını yumuşatır ve antioksidanlar da bozulmayı azaltır. Sakız mayasının bileşenleri birbirleriyle kayda değer bir uyumluluk gösterse de, birbirleriyle kimyasal reaksiyona girmezler (Desai ve diğ., 2011; Kaveh ve diğ., 2023). Sakız mayaları, baloncuk yapma kabiliyetlerine göre de çiğneme sakızları (chewing gums) ve balonlu sakızlar (bubble gums) olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır. Bu baloncuk oluşturma kabiliyeti, balonlu sakız bazlarının daha yüksek seviyelerde polimer veya kauçuk ve/veya daha yüksek moleküler ağırlıklı polimerler içermesinden kaynaklanır. Bu yüksek moleküler ağırlıklı polimerler, işleme sırasında daha fazla esneme sağlar (Fritz, 1995).

Gliserin düşük kalorili, kokusuz, hafif tatlandırıcı tadı olan bir şeker alkolüdür ve tatlandırıcı olarak kullanımı yaygın değildir (Bachheti ve diğ., 2021). Sakızda istenilen kıvam ve tekstür özelliklerini elde etmek, sakız mayası formülünde mayanın fiziksel karakterini değiştirmek, karıştırmayı desteklemek ve sakızı yumuşatmak amacıyla plastikleştirici ve yumuşatıcı olarak kullanılır (Alaçam 2022; Özçelik ve Kündük

2021; Serbest, 2023). Ek olarak, gliserin de sorbitol gibi sakızlarda nem tutucu olarak görev yaparak özellikle kuru iklimlerde depolama, dağıtım ve satış sırasında sakızın korunmasına yardımcı olur (Öner, 2017).

2.2 Polioller

Polioller olarak da bilinen şeker alkollerinin, gıda endüstrisindeki önemleri oldukça yüksektir ve tatlandırıcı, lezzet arttırıcı, kıvam arttırıcı, nemlendirici ve soğutucu ajanlar olarak birden farklı amaçla birçok alanda kullanılmaktadır. Tatlılıkları ve fiziksel özellikleri bakımından şekere benzerlikleri, düşük kalorili tatlandırıcılar olarak kullanılmalarını sağlamış ve yüksek yoğunluklu tatlandırıcıların aksine, polioller toplu şeker ikamesi için kullanılabilmektedir (Rice ve diğ., 2020). Şeker alkollerinin üretimi 1920'lerde gıdalarla birlikte çok fazla şeker tüketimine bağlı sağlık endişesi ile başlamıştır ve ilk üretimlerinden sonra en çok tüketilen gıda ve ilaç bileşenlerinden biri haline gelmeye başlamışlardır (Varzakas ve diğ., 2012). 18 yaşından küçük gençlerle belirli bir süre yapılan bir çalışmada da, gıdalardan gelen şeker hariç tutularak sadece alınan ilave şekerler göz önünde bulundurulmuş ve oluşan diş çürükleri şekerle ilişkili çürük patobiyolojisine uygun bulunmuştur (Begeç, 2022). Ağız sağlığı konusunda, tüm polioller genellikle benzer, inert maddeler olarak kabul edilirler fakat oral mikropların poliollerini nasıl kullandığı, poliollerin oral floranın bileşimini ve plak birikimini nasıl etkilediği konularında polioller arasında önemli farklar vardır. Sorbitol ve maltitol, oral mikroorganizmalar tarafından yavaş fermente edilirken, eritritol ve ksilitol, fermente edilmez. Ayrıca, eritritol ve ksilitol in vitro olarak mutans streptokokların büyümesini ve biyofilm oluşumunu engeller (Söderling ve diğ., 2022).

Poliollerin, dental plak mikroorganizmaları tarafından fermentasyona ve asidogeneze karşı dirençli olmaları, tatlarının şekere benzemesi, düşük kalorili olmaları, kandaki glikoz seviyesini yükseltmemeleri gibi birçok avantajları bulunmaktadır (Varzakas ve diğ., 2012). Fazla tüketilmeleri sonucunda diyare, mide gazı ve şişkinlik gibi rahatsızlıklara neden olabilirler fakat yoğun tatlandırıcılar gibi sağlık sorunlarına yol açmazlar (İşgören ve Sungur, 2019). Gastrointestinal rahatsızlığı önlemek için, poliol alımının yetişkinler için günde 40-50 g ve çocuklar için günde 30 g ile sınırlandırılması tavsiye edilir, ancak tolerans seviyeleri adaptasyonla artar (Asasta ve diğ., 2024).

Sakızda kullanılan polioller sorbitol, ksilitol, mannitol, maltitol, isomalt, laktitol, eritritol olarak sayılabilir (Alaçam, 2022; Konar ve diğ., 2016; Söderling ve diğ., 2022). Algılanan tatlılık birçok faktöre bağlıdır ve değişebilir. Poliolün konsantrasyonu, ürünlerdeki diğer bileşenler, içinde dağıldığı ortamın kimyasal ve fiziksel bileşimi, ürünün tüketildiği sıcaklık ve pH, tadıncının hassasiyeti gibi faktörler tat ve yoğunluğu etkiler. Sakkarozun yaklaşık tatlılık değeri standart olarak 1 kabul edilir ve poliollerin yaklaşık tatlılık değerleri sakkarozla göre sorbitol 0,6; ksilitol 1; mannitol 0,7; maltitol 0,9; isomalt 0,55; laktitol 0,4; eritritol 0,7 şeklindedir (Nabors, 2012). Genellikle, polioller gıda endüstrisinde sofr şekerini yerine ve düşük tatlılığa karşı koymak için yüksek yoğunluklu tatlandırıcılarla birlikte kullanılmaktadır (Varzakas ve diğ., 2012).

2.2.1 Sorbitol (E420)

Glusitol olarak da bilinen sorbitol tatlı lezzette ve yaygın olarak kullanılan bir şeker alkolüdür (Bachheti ve diğ., 2021). Sorbitol ilk kez 1872’de üvez ağacı meyvesinin suyundan kimyager Joseph Boussingault tarafından izole edilmiştir (Begeç, 2022). Sorbitol nişasta, sakkaroz ve glikozun indirgenmesiyle üretilmekte ve ağız bakım ürünlerinde, ilaçlarda ve gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca en çok armut (4600 mg/100g) ve şeftali (960 mg/100g) olmak üzere elma, erik gibi birçok meyve mahsulünde de bulunur (Bachheti ve diğ., 2021; Begeç, 2022). *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Synechocystis* sp. ve *Zymomonas mobilis* gibi bakterilerin kullanımıyla da sorbitol üretimi mümkündür (Asasta ve diğ., 2024).

Sorbitolün glisemik indeksi 9, kalori değeri 2,6 ve tatlandırma gücü sakkarozun %60’ı kadardır (İşgören ve Sungur, 2019). Tatlandırma gücünün sakkarozun yaklaşık yarısı kadar olması nedeniyle, genelde yoğun tatlandırıcılarla birlikte kullanımı tercih edilir (Begeç, 2022). Düşük glisemik indekse sahip olduğu için kandaki glikoz seviyesini yavaş artırması, karyojenik olmayan yapısı olduğu için çürük oluşumunu teşvik etmemesi gibi avantajları vardır (Asasta ve diğ., 2024). Ek olarak, sorbitol nem oranını çok etkilemediği için bulunduğu gıda ürünlerini koruyarak raf ömrünü uzatır (Begeç, 2022). Fazla miktarda alındığında sindirim rahatsızlığına ve müshil tepkisine neden olma kapasitesi, ince bağırsakta eksik emilime uğradığı için emilmeyen sorbitolün bağırsaklara su çekerek ishal, karın şişkinliği ve kramp gibi semptomlara ve dehidrasyona neden olması da dezavantajları arasında sayılabilir (Asasta ve diğ.,

2024). Aşırı tüketimi sonucunda yan etkiler oluşturmaya rağmen, çeşitli ülkelerdeki regülasyon kuruluşları tarafından onaylanmıştır (Bachheti ve diğ., 2021).

2.2.2 Ksilitol (E967)

Ksilozun hidrojenasyonu ile elde edilen ksilitol ilk olarak 1891 yılında sentezlenmiştir. Ksilitol, ağaçlardan, mısır koçanlarından, badem kabuklarından, samandan ve kağıt üretim atıklarından ekstraksiyon yoluyla da elde edilebilir (Carocho ve diğ., 2017). En yüksek doğal konsantrasyonu huş ağacı kabuğunda bulunur (Bachheti ve diğ., 2021). Ayrıca çilek, ahududu, muz, sarı erik, karnabahar, ıspanak, havuç, soğan, beyaz mantar, patlıcan, marul ve balkabağı birçok meyve ve sebzede de doğal olarak az miktarda bulunur. İnsanlar ve hayvanlar da glikoz metabolizması sırasında küçük miktarlarda ksilitol üretirler fakat bu doğal kaynaklarda bulunan ksilitol miktarı düşük olduğundan (yetişkin bir insan için günde ortalama 5 ila 15 g), bu kaynaklardan ekstraksiyonu verimsizdir (Umai ve diğ., 2022). Ek olarak ksilitol, bakteri, mantar ve maya türleri kullanılarak mikrobiyal ve enzimatik yöntemlerle de üretilmektedir. Bu yöntem, ksiloz redüktaz enzimini üretebilen birçok mikroorganizma türünün bulunması, metal atık üretmediği için çevresel sorunlara neden olmaması ve proses oda sıcaklığında, 1 atm basınçta gerçekleştiği için nispeten düşük bir maliyete sahip olması gibi nedenlerden ötürü oldukça avantajlıdır (Mardawati ve diğ., 2018).

Ksilitolün glisemik indeksi 12, kalori değeri 2,4 ve tatlandırma gücü sakkaroz ile eşittir. (İşgören ve Sungur, 2019). Tatlılık yoğunluğunun sakkarozla aynı olmasına rağmen daha düşük kan şekeri ve insülin tepkilerine sahip olması, düşük kalorili olması gibi avantajlarından ötürü şekerleme, fırıncılık, içecek ve ilaç gibi birçok sektörde kullanılmaktadır (Asasta ve diğ., 2024). Ksilitol, remineralizasyon, nem tutma, fermente olmama, mikrobiyal stabilite, yüksek çözünürlük gibi bazı özelliklere sahiptir. Gıda endüstrisinde stabilizatör, nemlendirici, antioksidan ve kriyoprotektan olarak kullanılır (Umai ve diğ., 2022). Aynı zamanda bir prebiyotiktir ve insanların kalın bağırsağındaki bifidobakteri sayısını artırmaktadır. Alışılmış ksilitol tüketiminin çürük oluşumunu, plak ve mutans streptokok sayısını azalttığı öne sürülmüştür ve hatta annenin ksilitol tüketimi, mutans streptokokların çocuğa geçmesindeki azalmayla ilişkili bulunmuştur (Söderling ve Pienihäkkinen, 2020). Ek olarak, endotermik bir reaksiyonla çözündüğünden ağızda ferahlık hissi yaratır (Begeç, 2022). Dezavantaj olarak ise, çeşitli şeker alkollerine kıyasla ksilitol, bireylerin farkında olması gereken daha düşük bir müshil eşiğine sahiptir (Asasta ve diğ., 2024). Ayrıca nispeten yüksek

maliyeti nedeniyle genellikle sorbitol, laktitol veya mannitol gibi daha düşük maliyetli poliollerle birlikte kullanılır (Konar ve diğ., 2016).

2.2.3. Sakızlarda sorbitol ve ksilitol

Ksilitol sakızlara esneklik, hoş ve serinletici bir etki sağlar ve ksilitollü sakızların üretiminde, soğutma etkisi ksilitolün endotermik özelliği ile desteklenir (Umai ve diğ., 2022). Ksilitollü sakız uzun süre çiğnendiğinde, tükürük üretimini uyararak kalıntıları temizler. Sorbitol de benzer şekilde tükürük uyarıcı ve dişlerdeki plak asidini azaltıcı etki gösterir (Asasta ve diğ., 2024). Fakat sorbitol çoğu karyojenik bakteri tarafından küçük bir dereceye kadar fermente edilebilirken, ksilitol fermente edilmez (Rafeek ve diğ., 2019). 7-12 yaşındaki çocuklarla yapılan bir çalışmada sorbitol, maltitol veya ksilitol içeren sakızların çiğnenmesi sonucu tükürük asit yapımı ve plak miktarının azaldığı gözlemlenirken, sadece ksilitol içeren sakızın çiğnenmesi sonucu mutans streptokokları ve total bakteri sayısının önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir (Topcuoğlu ve diğ., 2011). Avrupa Gıda Güvenliği Ajansı tarafından da ksilitollü sakızların çocuklarda çürük riskini azalttığı iddia edilmiştir (Ahuja ve diğ., 2020). Ksilitolün üretim maliyeti daha yüksek olduğu için, sakızlarda genellikle maliyeti düşürmek amacıyla sorbitol ile birlikte kullanılır (Asasta ve diğ., 2024).

2.3 Yoğun Tatlandırıcılar

Yoğun tatlandırıcılar, sakkarozdan daha yüksek bir tatlandırma gücü sunan, dolayısıyla yoğun tatlılık elde etmek için çok düşük dozlarda kullanımının yeterli olduğu tatlandırıcılardır. Gıdalarda sadece tatlandırma işlevleri vardır, kalorileri sıfır denecek kadar azdır, insülin reaksiyonu ve karyojenite açısından da tehlike arz etmezler (Carocho ve diğ., 2017). Şekerleme ve sakızlar, unlu mamüller, içecekler, süt ürünleri, dondurma, reçel ve marmelatlar, ağız gargaraları ve diş macunları gibi birçok ürün grubunda kullanılmaktadırlar (Yılmaz, 2007). Yoğun tatlandırıcıların kullanımı çiğneme profilini ve sakız işleme özelliğini etkilemediğinden, sakız üretiminde kullanılırken sadece yasal olarak belirlenen limitler dikkate alınarak kullanım oranları belirlenir (Alaçam, 2022).

Bu tatlandırıcıların tatlandırma gücü sakkarozun 30 ila 2000 katı arasında değişmektedir. Yoğun tatlandırıcılardan ilk olarak tesadüfen sakarin keşfedilmiştir. Daha sonra ideal tatlandırıcı arayışı, yapay tatlandırıcıların keşfedilmesine yol açmıştır

(Bachheti ve diğ., 2021). Üretim şekillerine göre, tatlandırıcılar doğal ve yapay olarak sınıflandırılabilirler (İşgören ve Sungur, 2019).

2.3.1 Yapay yoğun tatlandırıcılar

Yapay tatlandırıcılar sentez yoluyla elde edilirler ve hem yetişkinlerin hem de çocukların sık tüketimini sağladığı gıdalarda kullanımları oldukça yaygındır (İşgören ve Sungur, 2019). Bu tatlandırıcılar, aspartam, sukraloz, sakarin, neotam, asesülfam K ve siklamat olarak sayılabilir ve tatlılık değeri 1 kabul edilen sakkarozla göre ortalama tatlılık değerleri sırasıyla 180, 600, 400, 8000, 200, 30 şeklindedir (Bachheti ve diğ., 2021; Nabors, 2012).

AB regülasyonuna göre, sakızda lezzet artırıcı olarak ilave şeker veya polioller ile birlikte kullanım limitleri mg/kg bazında şu şekildedir: aspartam 2500, sukraloz 1200, neotam 3, asesülfam K 800 ve eğer sakızda birlikte kullanılıyorsa, her biri için maksimum seviye orantılı olarak azaltılmalıdır. Şeker ilavesiz sakızda kullanım limitleri mg/kg bazında şu şekildedir: aspartam 5500, sukraloz 3000, sakarin 1200, neotam 250, asesülfam K 2000. Siklamat kullanımına ise sakızda izin verilmemektedir (European Comission, 2008).

FDA, yapay tatlandırıcıları güvenli olarak sınıflandırmıştır ve kabul edilebilir günlük alım miktarlarını mg/kg/gün bazında, aspartam için 50, asesülfam K için 15, neotam için 18, sükruloz ve sakarin için ise 5 olarak belirlemiştir (İşgören ve Sungur, 2019; Lemos ve diğ., 2018).

Yoğun tatlandırıcılar, yüksek tatlandırma gücüne sahip oldukları için gıdalarda çok düşük miktarda kullanılmaları yeterli olur ve kalori katkıları ihmal edilebilir. Glisemik yanıtı tetiklemedikleri için de hipokalorik diyetlerde rahatlıkla kullanılabilme avantajları vardır. Ayrıca karyojeniktirler (Carocho ve diğ., 2017). Şekere iyi bir alternatif olmalarının yanı sıra, bazı araştırmalar tüketimlerinin kilo alımı, obezite ve tip 2 diyabet riskinin artmasıyla ilişkili olabileceğini ve kronik tüketimin değişmiş glukoz metabolizmasına neden olabileceğini göstermiştir (Budak ve Tezcan, 2019). Yapay tatlandırıcıların aşırı alımlarının yarattığı toksik etkilerin incelendiği bir çalışmada akut olarak, sakarinin mide bulantısı, kusma ve ishal; asesülfam K'nın baş ağrısı; aspartamın baş ağrısı, ağız kuruluğu, baş dönmesi, bulantı, kusma, trombositopeni ve ruh hali değişimleri; neotamın baş ağrısı; sukralozun baş dönmesi, karın ağrısı ve ishal gibi problemlere yol açtığı belirtilmiştir. Kronik olarak ise,

sakarinin düşük doğum ağırlığı, mesane kanseri ve karaciğer hasarı; asesülfam K'nın zihinsel rahatsızlık, karaciğer ve böbrek sorunları; aspartamın beyinde tümör, görme sorunları, hafıza kaybı; neotamin düşük doğum oranı, kilo kaybı, karaciğer hasarı; sukralozun timus bezlerinde küçülme gibi problemlere yol açtığı belirtilmiştir (Poshala, 2020).

2.3.2 Doğal yoğun tatlandırıcılar

Doğal tatlandırıcılar bitkilerin yaprak, çiçek, kök ve kabuk kısımları gibi doğal kaynaklardan elde edilmektedir (İşgören ve Sungur, 2019). Yapay tatlandırıcıların besleyici olmamaları, karsinogenik olmaları, çoğunun ağızda acımsı ve metalimsi tat bırakması gibi nedenler doğal tatlandırıcılara olan talebi artırmıştır. (Budak ve Tezcan, 2019; İnanç ve Çınar, 2009). En yaygın kullanılan doğal tatlandırıcılar steviol glikozitler (E960), taumatin (E957) ve neohesperidin dihidrokalkon (E959) olarak sayılabilir ve tatlılık değeri 1 kabul edilen sakkarozu göre ortalama tatlılık değerleri sırasıyla 300, 2500, 1800 şeklindedir (Budak ve Tezcan, 2019; Nabors, 2012).

AB regülasyonuna göre, şeker ilavesiz sakızda kullanım limitleri mg/kg bazında steviol glikozitler için 3300 ve taumatin için 50 ve neohesperidin dihidrokalkon için 400'dür. Sakızda lezzet arttırıcı olarak ilave şeker veya polioller ile birlikte kullanım limitleri ise mg/kg bazında taumatin için 10, neohesperidin dihidrokalkon için 150'dir ve eğer sakızda birlikte kullanılıyorsa, her biri için maksimum seviye orantılı olarak azaltılmalıdır (European Comission, 2008).

FDA, doğal tatlandırıcıların kabul edilebilir günlük alım miktarlarını mg/kg/gün bazında, stevia için 4, taumatin için 50 ve neohesperidin dihidrokalkon için 35 olarak belirlemiştir (İşgören ve Sungur, 2019).

Steviol glikozitler, Stevia rebaudiana Bertoni bitkisinin tatlı yapraklarından elde edilir. Tatlılık gücü yüksek ve kalorisiz olduğundan gıda endüstrisinde şeker ikamesi olarak kullanılmaktadır (Lobete ve diğ, 2017). 200°C'ye kadar yüksek sıcaklıklarda ve pH 3-9 aralığında stabilitesini koruyabildikleri için fırınlanmış, ısıtılmış ürünlerde ve ekşi gıdalarda kullanımları uygundur. Ayrıca raf ömrü uzundur, fermente edilemez ve esmerleşme reaksiyonuna girmez (İmre ve Yıkılmış, 2023). Fırınlama, pişirme ve dondurma gibi proseslerde stabilitesini koruması, ısı ve pH stabilitesinin yüksek olması gibi özellikleri sayesinde, pasta, kek, kurabiye, reçel, komposto, sıcak ve soğuk içecekler gibi birçok üründe kullanılabilir. Bunun dışında, ağızda metalimsi tat

bırakmaması, sıvı, toz, tablet gibi farklı şekilde kullanılabilmesi, alkol içerisinde çözünebilmesi gibi avantajları da vardır (Dinçel ve diğ., 2018). Sağlık üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında da birçok pozitif etkisi olduğu görülmüştür. Doğal antioksidan olmasının yanı sıra, çürüklerin ve diş eti iltihabının önlenmesine, tümör oluşumunun baskılanmasına, kanserin önlenmesine, diyabette kandaki glikoz seviyesinin düşürülmesine, yüksek ve düşük tansiyonun önlenmesine, bağışıklığı düzenlemeye yardımcı olması olumlu etkilerinden bazılarıdır (Kola ve diğ., 2022). Stevianın toksik etkisinin bulunmadığı bildirilse de, bazı çalışmalara göre hormonlar üzerinde değişikliklere neden olduğu yönünde endişeler bulunmaktadır (Begeç, 2022).

Taumatin, Batı Afrika'ya özgü katemfe meyvesinden (*Thaumatococcus daniellii* Bennett) elde edilir ve sıfır glisemik indekse sahip olduğundan diyabet hastaları için uygundur (Bachheti ve diğ., 2021). Taumatin düşük kalorili bir protein tatlandırıcıdır ve genellikle tatlandırıcıdan ziyade aroma değiştirici özellikleri için kullanılmaktadır. Aroma verici özellikleri açısından etkilidir ve diğer tatlandırıcılarla birlikte yiyecek ve içeceklerde geniş bir uygulama alanına sahiptir (Pawar ve diğ., 2013). Çoğunlukla soslarda, çorbalarda, yumurtadan elde edilen ürünlerde ve işlenmiş sebzelerde kullanılır ve farmasötiklerden veya vitaminlerden kaynaklı acı tatları maskelemeye etkilidir (Budak ve Tezcan, 2019). Taumatin, tatlılık oluşumunun yavaş olması ve meyan kökü tadına sahip olması nedeniyle diğer şeker ikameleri ile birlikte kullanılır (Carocho ve diğ., 2017). Daha hızlı tatlılık oluşturan sakarin, asesülfam K ve steviosit gibi tatlandırıcılarla birlikte sinerjistik etki oluşturduğu gözlenmiştir. Ayrıca tarçın, nane, keklik üzümü gibi lezzetleri 10 kat artırdığından sakızlarda, ilaçlarda, diş macunlarında ve gargaralarda istenmeyen tadı maskelemek için kullanılmaktadır (Yılmaz, 2007).

Neohesperidin dihidrokalkon (NHDC), *Citrus aurantium* L. bitkisinin olgunlaşmamış meyvelerinden ekstraksiyon ve hidroliz yoluyla elde edilir ve yarı doğal bir tatlandırıcıdır (İşgören ve Sungur, 2019). Greyfurt ve acı portakal üretiminin sınırlı olması ve üretimi çok olan tatlı portakaldaki hesperidini neohesperidine çevirme konusundaki bilgi eksikliğinden ötürü NHDC üretimi oldukça azdır (Yılmaz, 2007). NHDC, sıvı gıdaları kalınlaştırmak amacıyla, su bazlı aromalı içeceklerde, sütlerde, biralarda, çorbalarda, dondurmalarda, hamur işlerinde, balonlu sakız ve şekerlemelerde, atıştırılmalıklarda, meyveli gıdalarda, gıda takviyelerinde ve masaüstü tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Budak ve Tezcan, 2019). Çok yavaş bir

tatlandırma hızına ve mentol kalıntısına sahip olduğu için diğerk tatlandırıcılarla birlikte kullanılır ve istenmeyen tatları maskeler (Carocho ve diğ., 2017). Taumatinde olduğu gibi neohesperidin dihidrokalkon için de, daha hızlı tatlılık oluşturan sakarin, asesülfam K ve steviosit gibi tatlandırıcılarla birlikte sinerjistik etki oluşturduğu gözlenmiştir. Ayrıca, vanilya aroması, krem tartar ve hacim verici bir karbonhidrat gibi başka katkı maddeleriyle karıştırılırsa yavaş tatlandırma hızı artırılabilir ve istenmeyen tat azaltılabilir (Yılmaz, 2007).



3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Sakızların yapımında kullanılacak toz sorbitol, toz ksilitol, sakız mayası, gliserin, nane aroması, aspartam ve toz stevia çalışmanın yapıldığı firmadan (Perfetti Van Melle Gıda San.ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye) temin edilmiştir.

3.2 Sakız Örneklerinin Hazırlanması

Sakız örneklerinin hazırlanmasında kullanılan reçeteler firmada üretilen sakız reçetelerinden modifiye edilerek hazırlanmış olup Çizelge 3.1’de gösterilmiştir. İlk aşama olarak sakız mayası biraz ısıtılarak sakız mikserine alınmıştır ve homojen bir hale gelene kadar yoğurulmuştur. Sonra sorbitol ve ksilitol azar azar eklenerek sakız hamuru homojen hale gelene kadar yoğurulmuştur. Daha sonra sırasıyla gliserin, nane aroması ve tatlandırıcılar (aspartam, stevia) eklenmiştir. Sakız hamuru tamamen homojen bir hale gelene kadar yoğurulduktan sonra mikserden alınarak şekillendirici yardımıyla yaklaşık 2 g olacak şekilde eşit boyutlarda (1,5 cm x 4 cm) kesilip kilitli poşetlere alınmış ve yapılacak analizlere kadar oda sıcaklığında saklanmıştır (Şekil 3.1). Tüm reçeteler 3 tekrarlı olarak hazırlanmıştır.

Çizelge 3.1 : Sakız reçeteleri.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Toz Sorbitol (%)	54,7	54,8	27,3	27,4	-	-
Sakız Mayası (%)	30	30	30	30	30	30
Gliserin (%)	14	14	14	14	14	14
Nane Aroması (%)	1	1	1	1	1	1
Aspartam (%)	0,3	-	0,3	-	0,3	-
Stevia (%)	-	0,2	-	0,2	-	0,2
Toz Ksilitol (%)	-	-	27,4	27,4	54,7	54,8



Şekil 3.1 : Eşit boyutlarda kesilip kilitli poşette saklanan sakız örneği.

İlk analizler için örnekler ayrıldıktan sonra, yeterli olacak sayıda örnek tek tek paketlenerek (Şekil 3.2) AST kabinine alınmıştır (Şekil 3.3). Örnekler, 40 °C sıcaklıkta ve 50/80 RH% nem (12 saatlik döngüler şeklinde) değerinde, hedef ülke Türkiye seçilerek 7 günlük periyotlarla 2 hafta AST kabininde bekletilmiştir. 1. ve 2. haftaların sonunda örnekler alınarak aynı analizler tekrarlanmıştır.



Şekil 3.2 : Paketlenen örnekler.



Şekil 3.3 : AST kabinine alınacak örnekler.

3.3 Renk Analizi

Renk analizi için bir renk ölçüm cihazı (CR-400, Konica Minolta, Japonya) ile L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık (+) / yeşillik (-)) ve b^* (sarılık (+) / mavilik (-)) değerleri ölçülmüş ve Hue açısı (h^*), kroma (C^*) değerleri aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanmıştır (Çetin, 2019).

$$h^* = 180 + \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (3.1)$$

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (3.2)$$

3.4 Tekstür Analizi

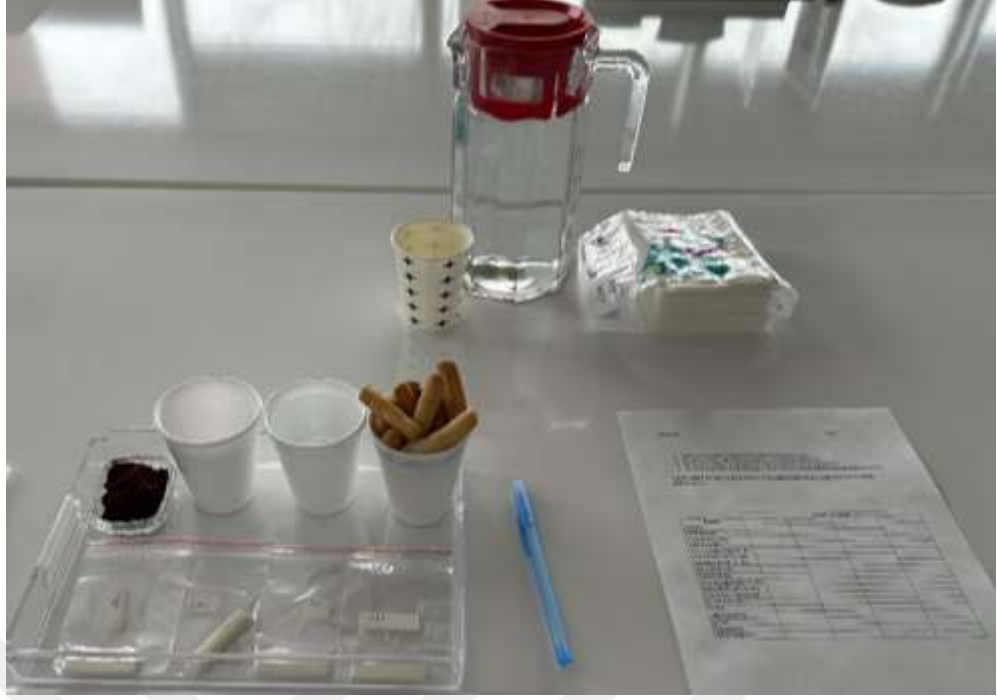
Tekstür analiz cihazında (LLOYD Instruments, TA plus Ametek, UK) 3 mm'lik silindirik paslanmaz çelik prob ve 250 N yük hücresi kullanılarak (Şekil 3.4), 2 mm/s prob test hızı, %25 penetrasyon derinliği ve 1 N dış algılama kuvveti ile ölçümler yapılmıştır. Elde edilen kuvvet-zaman grafiğinden program yazılımı yardımıyla sakızların sertlik (hardness), iç yapışkanlık (cohesiveness), esneklik (springiness), çiğnenebilirlik (chewiness), dış yapışkanlık (adhesiveness) değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.4 : Tekstür analiz cihazı.

3.5 Duyusal Analiz

3 erkek 4 kadın olacak şekilde 25-40 yaş aralığında 7 eğitimli panelist ile tanımlayıcı duyu analizi yapılmış ve örnekleri parlaklık, nane kokusu, istenmeyen koku, tatlılık (1. dk), aroma yoğunluğu (1. dk), acılık (bitter tat) (1. dk), istenmeyen tat (1. dk), ferahlık (1. dk), tatlılık (5. dk), aroma yoğunluğu (5. dk), acılık (bitter tat) (5. dk), istenmeyen tat (5. dk), ferahlık (5. dk), sertlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık ve genel beğeni özelliklerine göre değerlendirmeleri istenmiştir. Genel beğeni, 1:hiç beğenmedim ve 9:aşırı beğendim, diğer özellikler ise 1:hiç yok ve 9:aşırı yoğun olacak şekilde puanlanmıştır. Yaklaşık 2 gramlık sakızlar, kilitli poşetlerde ve üstlerinde rastgele 3 haneli sayılarla sunulmuştur (Şekil 3.5). Panelistler için uygun ortam sağlanarak, örnekleri soldan sağa olacak şekilde yaklaşık 5 dakika boyunca çiğnemeleri ve bir örnekten diğerine geçerken ağızlarını galeta ve su, kokuyu ise kahve ile nötrlemeleri istenmiştir.



Şekil 3.5 : Panel sunumu.

3.6 İstatistiksel Analiz

Bütün analizler üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Sakız örneklerinden elde edilen veriler Minitab programında değerlendirilmiştir. Gruplar arasındaki farklar varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlılıklarına bakılmıştır. Farklı özellikler Tukey'in çoklu karşılaştırma testi ($p < 0,05$) kullanılarak belirlenmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Poliol olarak sadece ksilitol kullanılan R5 ve R6 reçeteleri ön deneme aşamasında yapı olarak başarısız bulunmuştur (Şekil 4.1). Yapılan analizlere kalan dört reçete ile devam edilmiştir. Reçeteler hazırlanırken yüksek miktarda kullanılan bileşenlerden sakız mayası ve gliserin sabit olarak eklendiğinden, yapıdaki yumuşaklığın ksilitolden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca sakızların hazırlanması aşamasında hem sorbitol hem ksilitol kullanılan sakızların, tamamen sorbitol kullanılan sakızlara göre de daha yumuşak olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, ksilitolün higroskopik özelliğinin sorbitolün higroskopik özelliğine göre daha düşük olmasıyla açıklanmıştır (Evranuz ve diğ., 2006). Ksilitolün fazla miktarda kullanıldığı sakızlarda gliserin miktarı azaltılarak sakız mayası artırılarak formülasyon iyileştirilebilir.



Şekil 4.1 : Poliol olarak sadece ksilitol kullanılan sakız örnekleri.

4.1 Renk

Renk, tüketici kabulünde ilk dikkat edilen ve oldukça önemli bir özelliktir. Rengin duyuşsal olarak gözle ölçülmesi yanıltıcı olabileceğinden, objektif olarak cihazlarla da renk ölçümü yapılır. Gıdaların renk ölçümünde temel olarak CIE sistemi kullanılır (Üren, 1999). CIE sisteminde, 0: siyah, 100: beyaz olmak üzere L* değeri parlaklığı; -60: yeşil, +60: kırmızı olmak üzere a* değeri kırmızılık-yeşilliği; -60: mavi, +60: sarı olmak üzere b* değeri sarılık-maviliği; silindirin merkezinden dışa doğru artan (0...60)

C* değeri rengin saflığını veya doygunluğunu; ve 0°: +a* (kırmızı), 90°: +b* (sarı), 180°: -a* (yeşil), 270°: -b* (mavi) olmak üzere h* değeri renk canlılığını belirtir (Keskin ve diğ., 2017; Yıldız, 2023).

Renk ölçüm cihazı kullanılarak örneklerin L*, a* ve b* değerleri ölçülmüştür ve a* ve b* değerleri kullanılarak Hue açısı (h*) ve kroma (C*) hesaplanmıştır (Çizelge 4.1). Reçetelerde boya bileşeni kullanılmadığından, renk analizi yapılırken değişken olan poliollerin, tatlandırıcıların ve depolamanın sakız örneklerinin renk değerleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Sonuçlar genel, zamana göre değişim ve reçeteler arası olarak üç farklı şekilde verilmiştir.

Çizelge 4.1 : Sakız örneklerinin ortalama renk değerleri.

	Sakız reçetesi	0. hafta	1. hafta	2. hafta
L*	R1	87,22 ^{aA}	87,70 ^{aA}	88,13 ^{aA}
	R2	86,75 ^{aA}	88,34 ^{aA}	86,66 ^{aA}
	R3	83,78 ^{aA}	82,26 ^{bA}	78,81 ^{bB}
	R4	85,67 ^{aA}	82,46 ^{bAB}	80,66 ^{bB}
a*	R1	-1,99 ^{aA}	-2,41 ^{aA}	-2,36 ^{aA}
	R2	-2,19 ^{aA}	-2,58 ^{aA}	-2,18 ^{aA}
	R3	-2,14 ^{aA}	-2,61 ^{aAB}	-3,05 ^{bB}
	R4	-1,72 ^{aA}	-2,59 ^{aB}	-2,68 ^{abB}
b*	R1	6,86 ^{abA}	7,47 ^{aA}	7,60 ^{bA}
	R2	7,38 ^{aA}	7,54 ^{aA}	7,52 ^{bA}
	R3	6,45 ^{abA}	7,83 ^{aA}	7,72 ^{abA}
	R4	5,49 ^{bB}	8,34 ^{aA}	8,31 ^{aA}
h*	R1	178,71 ^{bA}	178,74 ^{aA}	178,73 ^{bA}
	R2	178,72 ^{abAB}	178,76 ^{aA}	178,71 ^{bB}
	R3	178,75 ^{aB}	178,75 ^{aB}	178,81 ^{aA}
	R4	178,73 ^{abA}	178,74 ^{aA}	178,74 ^{bA}
C*	R1	7,14 ^{abA}	7,84 ^{aA}	7,96 ^{abA}
	R2	7,70 ^{aA}	7,97 ^{aA}	7,84 ^{bA}
	R3	6,79 ^{abA}	8,26 ^{aA}	8,30 ^{abA}
	R4	5,75 ^{bB}	8,44 ^{aA}	8,73 ^{aA}

Değerler ortalama olarak verilmiştir. Aynı sütundaki küçük harfle gösterilen farklı harfler ve aynı satırdaki büyük harfle gösterilen farklı harfler ortalamaların p<0,05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir. R1: sorbitol+aspartam, R2: sorbitol+stevia, R3: sorbitol+ksilitol+aspartam, R4: sorbitol+ksilitol+stevia.

Örneklerin L*, a* değerlerinde zamanla azalma, b*, h*, C* değerlerinde ise zamanla artma görülmüştür. Sakızın L* değerinin zamanla azalması sakızın renginin zamanla daha mat veya donuk bir hale geldiğini; a* değerinin azalması, zamanla daha fazla yeşil tonlara doğru kayma eğiliminde olduğunu, b* değerinin artması zamanla daha fazla sarı tonlara doğru kayma eğiliminde olduğunu, h* ve C* değerlerinin artması da sakızın daha canlı ve doymuş hale geldiğini belirtir. Sakızlar boya içermediğinden bu değişikliklerin sakızın bileşenlerinden gelen doğal içeriklerinden ve nem, sıcaklık gibi çevresel etkenlerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Genel olarak R3 ve R4, R1 ve R2'ye göre daha düşük L* değerine sahiptir. Bu durumda ksilitol eklenmesinin sorbitole göre parlaklık değerini düşürdüğü düşünülmektedir. R3, R1'e göre daha düşük a* değerine sahiptir. Reçetelerin b* ve C* değerleri arasında anlamlı bir fark yoktur. R3'ün h* değeri diğer reçetelere göre daha yüksektir.

R1'e bakıldığında L*, a*, b*, h*, C* değerleri zamanla değişmemiştir. R2'nin L*, a*, b*, C* değerleri zamanla değişmemiş, h* değerinde ise 2. hafta önemli derecede azalma görülmüştür. R3'e bakıldığında L* değerinde 2. hafta önemli derecede azalma görülmüştür. 2. haftadaki a* değeri 0. haftaya göre düşük bulunmuştur. b* ve C* değerleri zamanla değişmemiştir. h* değeri ise 2. hafta önemli derecede artmıştır. R4'ün h* değeri zamanla değişmemiştir. L* değeri 2. haftada 0. haftaya göre önemli derecede azalmıştır. a* değeri 0. haftada diğer haftalara göre daha yüksektir. b* ve C* değerleri ise 0. haftada diğer haftalara göre daha düşüktür.

0. haftada L* ve a* değerlerinde örnekler arasında bir fark bulunmamıştır. R4, R2'ye göre daha düşük b* ve C* değerine sahiptir. R1, R3'e göre daha düşük h* değerine sahiptir. 1. haftada R3 ve R4, R1 ve R2'ye göre daha düşük L* değerine sahiptir. a*, b*, h*, C* değerleri için örnekler arasında fark yoktur. 2. haftada R3 ve R4, R1 ve R2'ye göre daha düşük L* değerine sahiptir. R3, R1 ve R2'ye göre daha yüksek a* değerine sahiptir. R4, R1 ve R2'ye göre daha yüksek b* değerine sahiptir. R3 diğer reçetelere göre daha yüksek h* değerine sahiptir. R4 R2'ye göre daha yüksek C* değerine sahiptir.

Ksilitol içeren sakızların içermeyenlere göre L*, a* değerleri daha düşük, h* değerleri daha yüksek bulunmuştur. b* ve C* değerleri için ise fark bulunmamıştır. Ayrıca, stevia içeren sakızların aspartam içeren sakızlara göre h* değerleri daha düşük bulunmuş, L*, a*, b* ve C* değerleri için ise fark bulunmamıştır.

Propolisli sakız üzerine yapılan bir çalışmada, diğer bileşenler sabit tutularak sakız mayası artırılıp propolis azaltıldığında, L^* değerinin arttığı, a^* ve b^* değerlerinin ise azaldığı görülmüştür. Bu durum, sakızlardaki propolis reçinesinin kendine has bir altın renge sahip olmasıyla açıklanmıştır (Bölük, 2019). Benzer şekilde Hint Ginsengi ve Altın Kök ekstraktlarının kullanıldığı şekerli ve şekersiz sakızlar üzerine yapılan bir çalışmada, ekstraktların miktarı arttıkça L^* değerlerinin düştüğü ve a^* , b^* değerlerinin ise arttığı görülmüştür. Bu değişimin ekstraktların sahip olduğu kendine özgü sarı renkten kaynaklandığı düşünülmüştür. Ayrıca, şekerli sakızlara göre şekersiz sakızların L^* değerinin daha yüksek çıkması kullanılan bileşenlerin partikül boyutu ve miktarlarının farklı olması ile açıklanmıştır (Kömürkuru, 2023). Bir diğer çalışmada şekerli ve şekersiz sakızlara probiyotik katılarak renk değerleri incelenmiş ve şekerli sakızların L^* değeri şekersiz sakızların L^* değerinden düşük bulunmuştur. Ek olarak 21 günlük depolama boyunca a^* ve b^* değerlerinde artış görülmüştür (Altun, 2019).

4.2 Doku Profili

Dominant bir özellik olmasa da şekerleme sektöründe tekstür kalite açısından önemlidir. Tekstür subjektif olarak duyuusal metotlarla değerlendirilse de, birincil (sertlik, kohesivlik, esneklik, yapışkanlık) ve ikincil (çiğnenebilirlik) mekanik kalite özelliklerinin belirlenmesinde çeşitli cihazlarla objektif olarak değerlendirilmesi daha yararlı olduğundan daha çok tercih edilir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Sertlik, ilk sıkıştırma için gereken maksimum kuvvet veya örneği belli bir seviyeye kadar deforme etmek için gereken kuvvet; iç yapışkanlık, gıdanın iç yapısının parçalamasının zorluk derecesinin bir ölçüsü veya gıdanın iç yapısını şekillendiren iç bağların esnekliği/mukavemeti; esneklik, sıkıştırma sonrası örnek dokusunun yeniden yapılanma kapasitesi ve örneğin orijinal haline dönebilme yeteneği; çiğnenebilirlik, katı bir gıdayı yutmaya hazır hale getirmek için gerekli çiğneme enerjisi; dış yapışkanlık gıda yüzeyi ile temas halinde olan dil, diş ve damak gibi yüzeyler arasındaki çekim kuvvetlerine karşı koymak için gereken kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Erdemir ve Karaoğlu, 2021).

Tekstür analiz cihazından elde edilen kuvvet-zaman grafiğinden program yazılımı yardımıyla sakızların sertlik (hardness), iç yapışkanlık (cohesiveness), esneklik (springiness), çiğnenebilirlik (chewiness), dış yapışkanlık (adhesiveness) değerleri

ölçülmüştür (Çizelge 4.2). Sonuçlar genel, zamana göre değişim ve reçeteler arası olarak üç farklı şekilde verilmiştir.

Örneklerin sertlik değerinde zamanla azalma görülürken, iç yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerlerinde zamanla değişim görülmemiştir. Esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri ise 0. haftadan sonra önemli derecede azalmıştır. Bu durumda zamanla örneklerin nem ve sıcaklıktan etkilenerek sertliğini, esnekliğini ve çiğnenebilirliğini kaybettiği düşünülmektedir. Genel olarak R3 ve R4, R1 ve R2'ye göre daha düşük sertlik değerine sahiptir. Bu durumda ksilitol eklenmesinin sorbitole göre sakızları daha yumuşak hale getirdiği düşünülmektedir. Reçetelerin iç yapışkanlık değerleri arasında anlamlı bir fark yoktur. R1'in esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri diğer reçetelere göre daha yüksek, dış yapışkanlık değeri ise diğer reçetelere göre daha düşüktür.

R1'e bakıldığında sertlik ve dış yapışkanlık değerleri zamanla değişmemiştir. Esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri 1. ve 2. haftada önemli derecede azalmıştır. İç yapışkanlık değeri ise 1. hafta sonunda 0. haftaya göre önemli derecede düşük bulunmuştur. R2'nin sertlik değeri zamanla azalmış, iç yapışkanlık değeri önce artmış daha sonra azalmış, dış yapışkanlık değeri ise önce azalmış sonra artmıştır. Esneklik değeri 2. hafta sonunda, 0. haftaya göre önemli ölçüde azalmıştır. Çiğnenebilirlik değeri ise 0. haftadan sonra azalmıştır. R3'ün sertlik değeri zamanla azalmış, 2. haftadaki iç yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değeri 0. ve 1. haftaya göre yüksek bulunmuştur. Dış yapışkanlık değeri 0. haftadan sonra artmıştır. Esneklik değeri 0. haftadan 2. haftaya önemli ölçüde azalmıştır. R4'ün sertlik değeri 0. haftadan sonra azalırken, iç yapışkanlık değeri 0. haftadan sonra artmıştır. Esneklik değeri zamanla değişmezken, çiğnenebilirliği zamanla artmıştır. Dış yapışkanlık değeri ise 1. haftada diğer haftalara göre daha düşüktür.

0. haftada R1 ve R2, R3 ve R4'e göre daha serttir. R1 diğer reçetelere göre daha yüksek iç yapışkanlık, esneklik ve çiğnenebilirlik değerine sahipken, daha düşük dış yapışkanlık değerine sahiptir. 1. haftada R1 ve R2, R3 ve R4'e göre daha serttir. Esneklik ve dış yapışkanlık değerleri için örnekler arasında fark yoktur. R1, R2'ye göre daha düşük R3 ve R4'e göre daha yüksek iç yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerine sahiptir. 2. haftada sertlik değeri için örnekler arasında bir fark bulunmamıştır. R3'ün iç yapışkanlık değeri R2 ve R4'e göre daha yüksek, R1'e göre daha düşüktür. R1'in esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri R2 ve R3'e göre daha

yüksek, R4'e göre daha düşüktür ve dış yapışkanlık değeri ise diğer reçetelere göre daha düşüktür.

Çizelge 4.2 : Sakız örneklerinin ortalama doku profili değerleri.

	Sakız reçetesi	0. hafta	1. hafta	2. hafta
Sertlik (N)	R1	72,89 ^{aA}	30,66 ^{aA}	22,41 ^{aA}
	R2	72,49 ^{aA}	31,75 ^{aB}	22,83 ^{aC}
	R3	21,38 ^{bA}	14,52 ^{bB}	10,16 ^{aC}
	R4	24,52 ^{bA}	11,86 ^{bB}	10,52 ^{aB}
İç Yapışkanlık	R1	0,005389 ^{aA}	0,002195 ^{bB}	0,004539 ^{aAB}
	R2	0,001560 ^{bB}	0,004180 ^{aA}	0,000394 ^{cC}
	R3	0,000524 ^{bB}	0,000301 ^{cB}	0,003082 ^{bA}
	R4	0,000136 ^{bB}	0,001135 ^{cA}	0,000877 ^{cA}
Esneklik (cm)	R1	0,25300 ^{aA}	0,00991 ^{aB}	0,02216 ^{bB}
	R2	0,29630 ^{bA}	0,01756 ^{aAB}	0,00514 ^{cB}
	R3	0,00971 ^{bA}	0,00894 ^{aAB}	0,00537 ^{cB}
	R4	0,00734 ^{bA}	0,01322 ^{aA}	0,03295 ^{aA}
Çiğnenebilirlik (Nmm)	R1	1,031000 ^{aA}	0,013623 ^{bB}	0,028340 ^{bB}
	R2	0,059970 ^{bA}	0,029780 ^{aB}	0,002212 ^{cB}
	R3	0,000182 ^{bB}	0,000471 ^{cB}	0,004289 ^{cA}
	R4	0,000429 ^{bC}	0,001179 ^{cB}	0,054270 ^{aA}
Dış yapışkanlık (Nmm)	R1	-0,393300 ^{bA}	-1,047000 ^{aA}	-0,325000 ^{bA}
	R2	-0,000409 ^{aA}	-0,046610 ^{aC}	-0,004361 ^{aB}
	R3	-0,007907 ^{aB}	-0,005425 ^{aA}	-0,003500 ^{aA}
	R4	-0,005435 ^{aA}	-0,013660 ^{aB}	-0,004540 ^{aA}

Değerler ortalama olarak verilmiştir. Aynı sütundaki küçük harfle gösterilen farklı harfler ve aynı satırdaki büyük harfle gösterilen farklı harfler ortalamaların $p < 0,05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir. R1: sorbitol+aspartam, R2: sorbitol+stevia, R3: sorbitol+ksilitol+aspartam, R4: sorbitol+ksilitol+stevia.

Ksilitol içeren sakızların içermeyenlere göre sertlik, iç yapışkanlık, esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri daha düşük, dış yapışkanlık değerleri daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, stevia içeren sakızların aspartam içeren sakızlara göre iç yapışkanlık, esneklik, çiğnenebilirlik değerleri daha düşük, dış yapışkanlık değerleri daha yüksek bulunmuş, sertlik değerleri için ise fark bulunmamıştır.

Ruşeymli sakız üzerine yapılan bir çalışmada ruşeym ilavesinin dış yapışkanlık (adhesiveness), esneklik (springiness) ve çiğnenebilirlik (chewiness) tekstür

parametreleri üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı fakat ruşeym miktarı ilavesi arttıkça sertlik (hardness) parametresinin doğru orantılı bir şekilde arttığı, iç yapışkanlık (cohesiveness) değerinin ise azaldığı görülmüştür (Özdoğan, 2018). Hint Ginsengi ve Altın Kök ekstraktlarının kullanıldığı şekerli ve şekersiz sakızlar üzerine yapılan bir çalışmada, ekstrakt ilavesi arttıkça sertlik (hardness) değerinin arttığı ve şekersiz sakızların şekerli sakızlara göre daha yüksek sertlik (hardness) ve çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun kaynağının şekersiz sakızlarda daha fazla sakız mayası kullanılması olduğu düşünülmektedir (Kömürkuru, 2023). Şekerli ve şekersiz probiyotikli sakız üzerine yapılan bir çalışmada ilk depolama gününde şekersiz sakızların şekerli sakızlara göre sertlik değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür ve bu durum şekersiz sakızlarda sorbitol kullanılmasıyla açıklanmıştır (Altun, 2019).

Sakız tüketimi sırasında sertlik değerinin yüksek olması tüketici tercihi açısından bir dezavantajdır. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda, düşük sertliğe sahip örneklerin daha elverişli olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, daha yumuşak sakız veya ürün üretimi, nakliye, depolama ve satış sırasında yapısal deformasyonlara maruz kalma riski içerir. Bu nedenle tüketici çekiciliği ve satış stratejisi için optimum sertlik değerine sahip sakız üretmek çok önemlidir. Ayrıca, az miktarda sorbitolün nemlendirici olarak faydalı olduğu, böylece sakızın sertleşmesini önlediği ve lesitin ve gliserin gibi emülgatörlerin plastikleştirici olarak rol oynadığı ve yumuşaklığı artırdığı belirtilmiştir (Palabiyik ve diğ., 2020).

4.3 Duyusal Değerlendirme

Tüketici tercihinde gıdaların duyusal olarak kabul edilebilirliği de oldukça önemlidir ve duyusal analizler eğitimli panelistlerle yapılır (Erdemir ve Karaoğlu, 2021). Yeni ürün geliştirme, raf ömrü ve ambalaj çalışmalarında ürün özelliklerinin değişiminin takibi, tüketici testinden önce ürün özelliklerinin dökümanate edilmesi, ürünün tanımlanması gibi birçok amaçla tanımlayıcı analiz kullanılır (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2006).

7 eğitimli panelist ile tanımlayıcı duyusal analiz yapılmış ve örnekleri parlaklık, nane kokusu, istenmeyen koku, tatlılık (1. dk), aroma yoğunluğu (1. dk), acılık (bitter tat) (1. dk), istenmeyen tat (1. dk), ferahlık (1. dk), tatlılık (5.dk), aroma yoğunluğu (5. dk), acılık (bitter tat) (5. dk), istenmeyen tat (5. dk), ferahlık (5. dk), sertlik, çiğnenebilirlik,

yapışkanlık ve genel beğeni özelliklerine göre 9’lu hedonik skala kullanarak değerlendirmeleri istenmiştir (Ek A). Örneklerin ortalama duyusal değerlendirme verileri Çizelge 4.3’te verilmiştir. Sonuçlar genel, zamana göre değişim ve reçeteler arası olarak üç farklı şekilde verilmiştir.

Çizelge 4.3 : Sakız örneklerinin ortalama duyusal değerlendirme değerleri.

	Sakız reçetesi	0. hafta	1. hafta	2. hafta
Parlaklık	R1	3,48±0,81 ^{aA}	3,29±1,01 ^{aA}	2,14±0,85 ^{bB}
	R2	3,29±0,78 ^{aA}	3,38±1,02 ^{aA}	2,14±0,91 ^{bB}
	R3	3,00±1,05 ^{aA}	2,29±0,96 ^{bA}	3,05±2,11 ^{aA}
	R4	3,00±1,10 ^{aA}	2,52±1,03 ^{bA}	3,19±2,02 ^{aA}
Nane Kokusu	R1	5,05±2,01 ^{aA}	4,95±1,66 ^{aA}	3,71±2,31 ^{aB}
	R2	4,95±1,83 ^{aA}	4,91±1,58 ^{aA}	3,81±2,23 ^{aB}
	R3	4,14±1,42 ^{aA}	3,86±1,65 ^{bA}	1,71±0,85 ^{bB}
	R4	4,33±1,59 ^{aA}	3,91±1,18 ^{bA}	2,05±1,07 ^{bB}
Tatlılık (1.dk)	R1	6,29±1,38 ^{abA}	5,91±1,67 ^{aAB}	5,48±1,99 ^{cB}
	R2	5,91±1,73 ^{bA}	5,86±1,62 ^{aA}	5,52±2,06 ^{bcA}
	R3	7,00±1,23 ^{aA}	6,19±2,09 ^{aA}	6,52±2,25 ^{aA}
	R4	6,95±1,47 ^{aA}	6,48±1,83 ^{aA}	6,38±2,44 ^{abA}
Aroma Yoğunluğu (1.dk)	R1	4,33±1,71 ^{aA}	3,81±1,44 ^{aAB}	3,43±1,69 ^{aB}
	R2	4,57±1,78 ^{aA}	3,86±1,39 ^{aAB}	3,38±1,96 ^{aB}
	R3	4,43±2,14 ^{aA}	3,57±0,98 ^{aB}	3,10±1,95 ^{aB}
	R4	4,43±1,57 ^{aA}	3,81±1,17 ^{aA}	3,14±1,46 ^{aB}
Ferahlık (1.dk)	R1	5,19±1,17 ^{aA}	4,67±1,68 ^{aA}	3,05±1,40 ^{abB}
	R2	5,43±1,36 ^{aA}	4,38±1,53 ^{abB}	3,14±1,42 ^{aC}
	R3	5,10±1,26 ^{aA}	3,71±1,27 ^{bB}	2,24±0,89 ^{cC}
	R4	5,14±1,32 ^{aA}	3,95±1,36 ^{bB}	2,52±1,12 ^{bcC}
Tatlılık (5.dk)	R1	4,00±1,84 ^{aA}	3,86±1,80 ^{aA}	3,57±1,72 ^{aA}
	R2	3,95±1,83 ^{aA}	3,81±1,72 ^{aA}	3,48±1,81 ^{aA}
	R3	4,10±1,67 ^{aA}	3,38±1,60 ^{aAB}	3,00±1,23 ^{aAB}
	R4	3,86±1,98 ^{aA}	3,33±1,56 ^{aA}	3,00±1,00 ^{aA}
Aroma Yoğunluğu (5.dk)	R1	3,43±2,04 ^{aA}	3,524±2,02 ^{aA}	3,000±1,48 ^{aA}
	R2	3,52±2,23 ^{aA}	3,33±2,80 ^{aA}	3,05±1,75 ^{aA}
	R3	3,19±1,89 ^{aA}	2,57±1,72 ^{bAB}	1,91±1,04 ^{bB}
	R4	3,19±1,17 ^{aA}	2,57±1,81 ^{bAB}	2,00±1,05 ^{bB}

Çizelge 4.3 (devam): Sakız örneklerinin ortalama duyuşal değerdendirme değerdeleri.

	Sakız reęetesi	0. hafta	1. hafta	2. hafta
Ferahlık (5.dk)	R1	4,29±1,23 ^{aA}	4,24±1,92 ^{aA}	3,00±1,38 ^{aB}
	R2	4,62±1,72 ^{aA}	4,24±1,67 ^{aA}	3,19±1,40 ^{aB}
	R3	4,24±1,22 ^{aA}	3,67±1,93 ^{aA}	1,91±1,22 ^{bB}
	R4	4,24±1,26 ^{aA}	3,67±1,74 ^{aA}	2,10±1,09 ^{bB}
Sertlik	R1	5,57±1,25 ^{aA}	4,10±1,26 ^{aB}	3,91±1,26 ^{aB}
	R2	5,86±1,15 ^{aA}	4,05±1,32 ^{aB}	3,76±1,30 ^{aB}
	R3	3,67±1,43 ^{bA}	1,95±0,92 ^{bB}	1,91±0,77 ^{bB}
	R4	3,71±1,27 ^{bA}	2,29±1,15 ^{bB}	2,14±0,91 ^{bB}
Çiğnenebilirlik	R1	6,14±1,49 ^{aA}	4,81±1,78 ^{aB}	5,05±1,53 ^{aB}
	R2	6,00±1,73 ^{aA}	4,52±1,63 ^{aB}	4,95±1,53 ^{aB}
	R3	5,71±1,49 ^{aA}	3,29±2,15 ^{bB}	2,57±1,660 ^{bB}
	R4	5,62±1,36 ^{aA}	3,62±2,38 ^{bB}	2,62±1,60 ^{bC}
Yapışkanlık	R1	3,52±1,57 ^{aA}	3,38±1,50 ^{aA}	3,24±1,38 ^{aA}
	R2	3,10±1,04 ^{aA}	3,29±1,35 ^{aA}	3,10±1,22 ^{aA}
	R3	3,38±1,43 ^{aA}	3,14±1,42 ^{aA}	3,91±2,21 ^{aA}
	R4	3,67±1,46 ^{aA}	3,52±1,47 ^{aA}	3,71±2,08 ^{aA}
Genel Beğeni	R1	5,05±1,72 ^{aA}	5,00±1,87 ^{aA}	4,29±1,93 ^{aA}
	R2	5,10±1,84 ^{aA}	4,95±1,53 ^{aA}	4,00±1,73 ^{aB}
	R3	4,33±1,68 ^{aA}	3,00±1,61 ^{bB}	2,00±1,10 ^{bC}
	R4	4,29±1,71 ^{aA}	3,38±1,32 ^{bA}	2,14±1,32 ^{bB}

Değerdler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. Aynı sütundaki küçük harfle gösterilen farklı harfler ve aynı satırdaki büyük harfle gösterilen farklı harfler ortalamaların p<0,05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir. R1: sorbitol+aspartam, R2: sorbitol+stevia, R3: sorbitol+ksilitol+aspartam, R4: sorbitol+ksilitol+stevia.

Örneklerde istenmeyen koku, acılık ve istenmeyen tat gözlenmemiştir. Örneklerin parlaklık, nane kokusu, tatlılık (1.dk), aroma yoğunluğu (1.dk), ferahlık (1.dk), tatlılık (5.dk), aroma yoğunluğu (5.dk), ferahlık (5.dk), sertlik değerdlerinde ve genel beğenide zamanla azalma görülmüştür. Yapışkanlık değeri ise zamanla değışmemiştir. Bu durumda örneklerin depolama süresince nem ve sıcaklık gibi faktörlerden dolayı kalite özelliklerinde azalma olduğu söylenebilir. Genel olarak R3 ve R4'ün nane kokusu, 5. dakikadaki aroma yoğunluğu, 5. dakikadaki ferahlığı, sertliği, çiğnenebilirliği ve genel beğenisi R1 ve R2'ye göre daha düşüktür fakat 1. dakikadaki tatlılıkları daha yüksektir. R3'ün 1. dakikadaki ferahlığı R2'ye göre önemli ölçüde düşüktür. Ayrıca, R1 ve R2'nin genel beğeni değerdleri istenilen puan değerdinin altına düşmediğinden raf ömrü

açısından 1. hafta sonunda da hala kabul edilebilir, fakat R3 ve R4 bir hafta sonra istenilen puan değerinin altına düştüğünden duyusal açıdan kabul edilemez ve raf ömrünü tamamlamış olarak değerlendirilebilir. Örneklerin parlaklıkları, 1. dakikadaki aroma yoğunlukları, 5. dakikadaki tatlılıkları ve yapışkanlıkları arasında ise anlamlı bir fark yoktur. Bu durumda ksilitol eklenmesinin sorbitole göre genel olarak kalite özelliklerinin azalmasında etkili olduğu söylenebilir.

R1'e bakıldığında 5. dakikadaki ferahlık, 5. dakikadaki aroma yoğunluğu, yapışkanlık değerleri ve genel beğeni zamanla değişmemiştir. Parlaklık, nane kokusu, 1. ve 5. dakikadaki ferahlık değerlerinde 2. hafta önemli derecede azalma görülmüştür. 1. dakikadaki tatlılık ve aroma yoğunluğu değerleri 2. hafta sonunda 0. haftaya göre önemli derecede azalmıştır. Sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri ise 0. haftada diğer haftalara göre daha yüksektir. R2'nin 1. ve 5. dakikadaki tatlılık, 5. dakikadaki aroma yoğunluğu ve yapışkanlık değerleri zamanla değişmemiş, 1. dakikadaki ferahlık değeri zamanla azalmıştır. Parlaklık, nane kokusu, 5. dakikadaki ferahlık değerleri ve genel beğenide 2. hafta önemli derecede azalma görülmüştür. 1. dakikadaki aroma yoğunluğu değeri 2. hafta sonunda 0. haftaya göre önemli derecede azalmıştır. Sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri ise 0. haftada diğer haftalara göre daha yüksektir. R3'ün parlaklık, 1. dakikadaki tatlılık ve yapışkanlık değerleri zamanla değişmemiş, 1. dakikadaki ferahlık değeri ve genel beğeni zamanla azalmıştır. Nane kokusu ve 5. dakikadaki ferahlık değerlerinde 2. hafta önemli derecede azalma görülmüştür. 1. dakikadaki aroma yoğunluğu, sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri 0. haftada diğer haftalara göre daha yüksektir. 5. dakikadaki tatlılık 0. haftada en yüksektir. 5. dakikadaki aroma yoğunluğu değeri ise 2. hafta sonunda 0. haftaya göre önemli derecede azalmıştır. R4'ün parlaklık, 1. ve 5. dakikadaki tatlılık ve yapışkanlık değerleri zamanla değişmemiş, 1. dakikadaki ferahlık ve çiğnenebilirlik değerleri ise zamanla azalmıştır. Nane kokusu, 1. dakikadaki aroma yoğunluğu, 5. dakikadaki ferahlık değerlerinde ve genel beğenide 2. hafta önemli derecede azalma görülmüştür. 5. dakikadaki aroma yoğunluğu değeri 2. hafta sonunda 0. haftaya göre önemli derecede azalmıştır. Sertlik değeri ise 0. haftada diğer haftalara göre daha yüksektir.

0. haftada parlaklık, nane kokusu, 1. dakikadaki aroma yoğunluğu ve ferahlık, 5. dakikadaki tatlılık, aroma yoğunluğu ve ferahlık, çiğnenebilirlik, yapışkanlık değerlerinde ve genel beğenide örnekler arasında bir fark bulunmamıştır. R2'nin 1. dakikadaki tatlılık değeri, R3 ve R4'e göre daha düşüktür. R1 ve R2, R3 ve R4'e göre

daha parlaktır. 1. haftada R3 ve R4'ün parlaklık, nane kokusu, 5. dakikadaki aroma yoğunluğu, sertlik, çiğnenebilirlik ve genel beğeni değerleri, R1 ve R2'ye göre daha düşüktür. Ayrıca R3 ve R4'ün 1. dakikadaki ferahlık değeri de R1'e göre daha düşüktür. Yapışkanlık, 1. dakikadaki tatlılık ve aroma yoğunluğu, 5. dakikadaki tatlılık ve ferahlık, değerlerinde ise örnekler arasında bir fark yoktur. 2. haftada R1 ve R2'nin parlaklık değeri R3 ve R4'e göre daha düşük, nane kokusu, 5. dakikadaki aroma yoğunluğu ve ferahlık, sertlik, çiğnenebilirlik ve genel beğeni değerleri ise daha yüksektir. R1'in 1. dakikadaki tatlılık değeri R3'e göre önemli ölçüde düşüktür. R3'ün 1. dakikadaki ferahlık değeri de R2'ye göre önemli ölçüde düşüktür. Yapışkanlık, 1. dakikadaki aroma yoğunluğu ve 5. dakikadaki tatlılık değerlerinde ise örnekler arasında bir fark yoktur.

Ksilitol içeren sakızların içermeyenlere göre nane kokusu, 1. ve 5. dakikadaki ferahlık, 5. dakikadaki tatlılık, 5. dakikadaki aroma yoğunluğu, sertlik, çiğnenebilirlik ve genel beğeni değerleri daha düşük, 1. dakikadaki tatlılık, 1. dakikadaki istenmeyen tat değerleri daha yüksek bulunmuştur. Parlaklık, istenmeyen koku, 1. dakikadaki aroma yoğunluğu, 1. ve 5. dakikadaki acılık, 5. dakikadaki istenmeyen tat ve yapışkanlık değerleri için ise fark bulunmamıştır. Ayrıca, stevia içeren sakızların aspartam içeren sakızlara göre sadece 1. dakikadaki istenmeyen tat değerleri daha düşük bulunmuş, diğer bütün değerler için ise fark bulunmamıştır.

Propolisli sakız üzerine yapılan bir çalışmada, sertlik özelliği için tekstür cihazından ve duyu analizden elde edilen sonuçlar farklı bulunmuştur. Bu durum, tekstür analizinde sıcaklık olmadan prop ile ölçüm yapılmasına karşın duyu analizde sakızlardaki propolis reçinesinin vücut sıcaklığından etkilenerek daha esnek ve yumuşak hale gelmesiyle açıklanmaktadır. Yapışkanlık değeri için tekstür cihazından ve duyu analizden elde edilen sonuçlar uyumlu bulunmuştur fakat propolis ilavesi miktarı şekerli ve şekerli sakızlar için zıt yönde grafik çıkarmıştır. Bu durum da şekerli sakızların bileşiminde kullanılan pudra şekeri ve glikoz şurubu karışımının, şekerli sakızda kullanılan toz ve sıvı sorbitol karışımına göre daha yapışkan özellik göstermesiyle açıklanmıştır. Propolis içeriği fazla arttığında hem tekstür cihazıyla hem de duyu olarak çiğnenebilirliği düşürdüğü görülmüştür ve sebep olarak reçinenin yapışkan yapısının sakızı da etkilediği düşünülmüştür. Propolisin kendine has renginden ötürü, propolis miktarı arttıkça panelistlerin verdiği puanlar azalmıştır. Propolisin kendine özgü aromatik kokusu ve tadı ise verilen koku ve tat puanlarını

artırmıştır. Fakat fazlası acı bir tat ortaya çıkardığı için tat ve genel beğeni puanları belli bir değere kadar artıp daha sonra azalış göstermiştir (Bölük, 2019). Sakız üzerine yapılan başka bir çalışmada ise, ruşeym ilavesinin duyuşsal olarak yapışkanlık, çiğnenebilirlik, tat, koku ve genel beğeni üzerinde önemli bir etki oluşturmadığı görülmüştür (Özdoğan, 2018).

Sakızlar zamanla nem çekebilir veya nem kaybedebilir ve bu durum ürünü tüketilemez hale getirebilir. Nem artışıyla birlikte sakız çiğnenemeyecek kadar yumuşak hale gelebilir. Yüzey ıslandıktan sonra sakız kurursa, ambalaj malzemesine yapışarak açılmasını zorlaştırabilir veya imkansız hale getirebilir (Fritz, 1995). Yapılan bir çalışmada sakızın yüksek nem içeriği, ana bileşenlerin kristalleşmesine ve ufalanan bir dokuya yol açmış, bu da çiğneme sırasında aroma kaybına ve çok sert bir dokuya neden olmuştur (Horvat ve diğ., 2012).

Bir sakızın raf ömrünü uzatmanın en etkili yolu iyi ambalaj malzemeleri kullanmaktır. Sakızlar atmosferle temas etmeyecek şekilde iyi kapatılmalıdır fakat bu birçok sakız ürünü için her zaman pratik değildir, çünkü buhar geçirmez malzemelerin maliyeti yüksektir. Depolama, dağıtım ve satış sırasında sakızın yumuşaklığını korumak amacıyla sakız formülasyonlarına hümektanlar eklenir. Hümektanlar sakızın su aktivitesini değıştirme işlevi görürler. Çoğu sakız formülasyonunda, %55'lik atmosferik bağıl nem, nem alma veya kaybı için bir sınır noktasıdır. %55 bağıl nemin üzerinde sakızlar nem kazanacak, %55 nemin altında ise nem kaybedecektir. Bir hümektan %55 bağıl nem merkez noktasını düşürecek ve nem kaybı oranını yavaşlatacaktır, bu nedenle normal ve kuru iklimlerde kullanılmalıdır ve ıslak/nemli alanlarda gerekli değildirler (Fritz, 1995).

Nem kaybı genellikle sakızların raf ömrünün sona ermesine neden olur, bu nedenle sakızlar yumuşaklığı korumak ve nemi tutmak için hümektanlar içerebilir (Ergun ve diğ., 2010). Sorbitol de ksilitol de sakızlarda nem tutucu özelliğı gösterir fakat, sorbitolün higroskopik özelliğı yüksek iken ksilitolün daha düşüktür (Evranuz ve diğ., 2006). Bileşenin higroskopik özelliğinin yüksek olması gıdadan emdiği su miktarının fazla olduğı anlamına gelir (Asasta ve diğ., 2024). Gliserin de bir hümektandır ve gliserin ile istenen sonucu elde etmek sorbitol ile elde etmekten daha az maliyetlidir (Fritz, 1995). Aspartamın stabilitesi nem, sıcaklık ve pH gibi faktörlerden etkilenir ve nem miktarı arttıkça stabilitesi azalır. %8 ve daha düşük nem değerlerinde, sakız gibi kuru ürünlerde ise stabilitesi yüksektir (Yılmaz, 2007).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Şekersiz sakız üretiminde, sorbitol ve ksilitol polioller ve yapay tatlandırıcı aspartam yerine doğal tatlandırıcı stevia kullanılarak, sakızların duyuşal, renk ve doku özellikleri üzerindeki etkileri ve farkları incelenmiştir ve hızlandırılmış raf ömrü testleri (AST) ile de sakızların depolama sırasındaki stabilitesi değerlendirilmiştir. Depolama süresince zamana göre değişimlere bakıldığında, renk değerlerinin hepsinin zamanla değiştiğı, doku özelliklerinden sertlik, esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerinin değiştiğı fakat iç yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerlerinde zamanla değişim görülmediğı, duyuşal özelliklerden yapışkanlık hariç diğer özelliklerin zamanla değiştiğı görülmüştür. Örnekler arasındaki fark incelendiğinde ise genel olarak aspartam ve stevia içeren örnekler arasında dikkate değer bir fark gözlenmemiş, sorbitol ve ksilitol oranlarının farklı olduğı örnekler arasında belirgin farklar gözlenmiştir. Ayrıca, örneklerin hiçbirinde istenmeyen koku, acılık ve istenmeyen tat tespit edilmemiştir.

Sonuçlara göre, stevia'nın önemli olumsuz bir etkisi gözlenmediğinden şekersiz sakız üretiminde potansiyel kullanımı düşünülebilir ve bileşen oranlarında ayarlamalar yapılarak farklı poliollerle kullanımı incelenebilir. Fakat mevcut ekonomik durum göz önünde bulundurulduğunda, hem üretici tarafından maliyet hem de tüketicilerin tercih önceliklerinin farklı olması piyasada stevia'lı sakız bulunmamasının nedenlerinden biri olarak tahmin edilmektedir. Maliyet ve tercihler ile ilgili daha çok çalışma gereklidir. Ekonomik faktörler dışında, tüketicinin ilgisini çekebilmek adına tamamen doğal bileşenlerden oluşan yeni ürünler çalışılabilir. Doğal boya, doğal aroma, doğal tatlandırıcı, doğal sakız bazı gibi bütün bileşenlerin doğal olması fikri ilgi çekici olabilir.



KAYNAKLAR

- Acun, S., Gül, H., Ulutürk, Ş., Çevik, H. E., & Yaver, Y.** (2024). Şeker İkamesi Olarak Doğal Tatlandırıcılar ile Glutensiz Muffin Kek Üretimi ve Kalite Değerlendirmesi. *Aydın Gastronomy*, 8(1), 15-30.
- Ahuja, V., Macho, M., Ewe, D., Singh, M., Saha, S., & Saurav, K.** (2020). Biological and pharmacological potential of xylitol: a molecular insight of unique metabolism. *Foods*, 9(11), 1592.
- Alaçam, M.** (2022). Sakız mayası (özü) hammaddelerinin nane aroması bileşenleri salınımına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi.
- Allen, A. P., & Smith, A. P.** (2015). Chewing gum: cognitive performance, mood, well-being, and associated physiology. *BioMed research international*, 2015.
- Altun, T.** (2019). *Lactobacillus casei* kullanılarak probiyotikli sakız üretimi Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi.
- Asasta, A. R., Armando, D. W., Tissadharma, J. C., Theo, K. A., & Nobelta, N.** (2024). Sugar Alcohol: A Comparison of Xylitol and Sorbitol in Food Application. *Jurnal Global Ilmiah*, 1(4), 231-239.
- Aydın, Ö., Öney, B., & Koçak, B.** (2022). Doğal ve yapay tatlandırıcıların sağlık üzerine etkileri. *Atlas Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(3), 10-54270.
- Bachheti, R. K., Bachheti, A., & Husen, A. (Eds.).** (2021). *Non-timber forest products: Food, healthcare and industrial applications*. Springer.
- Begeç, Ö. A.** (2022). Şeker, Şeker Değişkenleri ve Dental Çürük İlişkisi. Sağlık Bilimlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler-I.
- Bölük, E.** (2019). Şekerli ve şekersiz propolisli sakız üretim optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi.
- Budak, G., & Tezcan, E.** (2019). Gıdalarda Sıklıkla Kullanılan Doğal ve Yapay Tatlandırıcıların Sağlık Üzerine Etkileri. *Journal of Health and Sport Sciences*, 2(3), 74-78.
- Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. F. R.** (2017). Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*, 107, 302–317. doi:10.1016/j.fct.2017.06.046
- Çalışkan, R.** (2018). *Endüstriyel ve doğal sakızlar ile ilgili tüketici davranışlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma*. (Yüksek lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi).
- Çapanoğlu, E., & Boyacıoğlu, D.** (2006). Tanımlayıcı analiz ve soslarda uygulanması. *Türkiye*, 9, 24-26.
- Çetin, N.** (2019). Kurutma koşullarının elma ve portakalda renk özelliklerine etkisi. *Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 17: 463-470.

- Desai, T. R., Dedakiya, A. S., Bandhiya, H. M., & Patel, V. P. A.** (2011). Medicated chewing gum: A review. *Int J Univ Pharm Life Sci*, 1, 111-28.
- Dinçel, E., Alçay, A. Ü., & Badayman, M.** (2018). Bir biyo-tatlandırıcı olarak steavia. *Aydın Gastronomy*, 2(2), 1-8.
- Erdemir, E., & Karaoğlu, M.** (2021). Et ve et ürünlerinin tekstürel özelliklerini enstrümantal olarak tespit etme yöntemleri ve tekstür profil analizi üzerine bir derleme. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4), 2836-2848.
- Ergun, R., Lietha, R., & Hartel, R. W.** (2010). Moisture and shelf life in sugar confections. *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(2), 162-192.
- Ertaş, N., & Doğruer, Y.** (2010). Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-42.
- European Commission.** (2008). Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives. *Off. J. Eur. Union*, 354, 16-33.
- Evranoz, Ö., Kılıç, M., & Maslak, İ.** (2006). Su Aktivitesi ve Camsılığa Geçiş Sıcaklığının Şeker İçeriği Yüksek Gıdaların Dayanma Süresi ve Fizikokimyasal Kalite Özelliklerine Etkisi. *Gıda Kongresi*, 24-26.
- Fritz, D.** (1995). Chewing gum technology. Ed.: Jackson, EB: *Sugar Confectionery Manufacture*, 259-286.
- Güneş, R., Palabıyık, İ., & Kurultay, Ş.** (2018). Şekerleme teknolojisinde fonksiyonel ürün üretimi. *Gıda*, 43(6), 984-1001.
- Horvat, A., Horžić, D., Karlović, S., Komes, D., Vojvodić, A., Belščak-Cvitanović, A., ... & Ježek, D.** (2012). Physical and sensory properties of chewing gums prepared with various sweeteners. In *Proceedings of 6th Central European Congress on Food-CEFood*.
- İmre, M., & Yıkılmış, S.** (2023). Rafine Şeker Alternatifleri: Doğal Tatlandırıcılar. *International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences*, 1, 567-570.
- İnanç, A. L., & Çınar, İ.** (2009). Alternatif doğal tatlandırıcı: Stevia. *Gıda*, 34(6), 411-420.
- İşgören, A., & Sungur, S.** (2019). Tatlandırıcılar. *Lectio Scientific*, 3(1), 19-33.
- Kaveh, M., Yeganehzad, S., Rabie Ashkezary, M., Hesarinejad, M. A., Todaro, A., & Nishinari, K.** (2023). Chewing gum base: A comprehensive review of composition, production, and assessment methods: Advances and approaches in biodegradability. *Journal of Texture Studies*, 54(6), 789-807.
- Keskin, M., Setlek, P., & Demir, S.** (2017). Use of color measurement systems in food science and agriculture. In *International advanced researches & engineering congress* (pp. 16-18).
- Kola, O., Gevrek, Z., Parıldı, E., & Akkaya, M. R.** (2022). Stevia: Şekere alternatif doğal ve sıfır kalorili tatlandırıcı. *Turkish Journal of Natural Sciences*, 1(1), 21-32.

- Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O. S., & Sagdic, O.** (2016). Chewing gum: Production, quality parameters and opportunities for delivering bioactive compounds. *Trends in food science & technology*, 55, 29-38.
- Kömürkuru, M.** (2023). Altın kök (*Rhodiola Rosea*) ve hint ginsengi (*Withania Somnifera*) tozlarının fonksiyonel sakız üretiminde kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi.
- Lemos, B. S., Maria-Luz Fernandez, M. L., & Santos, M. E. S. M.** (2018). Effects of consuming sweeteners on metabolic disorders. *J Nut Food Res Technol*, 1, 34-38.
- Lobete, M. M., Baka, M., Noriega, E., Jookan, E., Monballiu, A., de Beurme, S., ... & Van Impe, J. F.** (2017). Stevia-based sweeteners as a promising alternative to table sugar: The effect on *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Typhimurium* growth dynamics. *International journal of food microbiology*, 245, 38-52.
- Mardawati, E., Andoyo, R., Syukra, K. A., Kresnowati, M. T. A. P., & Bindar, Y.** (2018). Production of xylitol from corn cob hydrolysate through acid and enzymatic hydrolysis by yeast. In *IOP conference series: earth and environmental science* (Vol. 141, p. 012019). IOP Publishing.
- Nabors, L. O.** (2012). *Alternative Sweeteners* (4th ed., p. 3). CRC Press.
- Öner, B.** (2017). Ticari sakız üretiminde kenger sakızının sakız mayasıyla beraber kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi.
- Özçelik, H., & Kündük, Ş.** (2021). Tıbbi Sakız Yapımı Üzerine Ön Denemeler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 185-194.
- Özdoğan, A.** (2018). Ruşeym ile zenginleştirilmiş sakızın fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi.
- Palabiyik, I., Güleri, T., Gunes, R., Öner, B., Toker, O. S., & Konar, N.** (2020). A fundamental optimization study on chewing gum textural and sensorial properties: The effect of ingredients. *Food Structure*, 26, 100155.
- Parlak, T.** (2017). Gıda sanayinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları sakız-şekerleme üretim fabrikası örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gedik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Pawar, R. S., Krynitsky, A. J., & Rader, J. I.** (2013). Sweeteners from plants—with emphasis on *Stevia rebaudiana* (Bertoni) and *Siraitia grosvenorii* (Swingle). *Analytical and bioanalytical chemistry*, 405, 4397-4407.
- Poshala, K. K.** (2020). Artificial sweeteners: A review. *Int. J. Eng. Sci. Comput*, 10, 27416-27421.
- Rafeek, R., Carrington, C. V., Gomez, A., Harkins, D., Torralba, M., Kuelbs, C., ... & Nelson, K. E.** (2019). Xylitol and sorbitol effects on the microbiome of saliva and plaque. *Journal of oral microbiology*, 11(1), 1536181.
- Rice, T., Zannini, E., K. Arendt, E., & Coffey, A.** (2020). A review of polyols—biotechnological production, food applications, regulation, labeling and health effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(12), 2034-2051.

- Serbest, D.Y.** (2023). Sakız üretim atıklarının biyoetanol üretiminde değerlendirilmesinin incelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Söderling, E., & Pienihäkkinen, K.** (2020). Effects of xylitol and erythritol consumption on mutans streptococci and the oral microbiota: a systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 78(8), 599-608.
- Söderling, E., Pienihäkkinen, K., & Gursoy, U. K.** (2022). Effects of sugar-free polyol chewing gums on gingival inflammation: A systematic review. *Clinical Oral Investigations*, 26(12), 6881-6891.
- Topcuoğlu, N., Çiftçi, S., Keskin, F., & Külekçi, G.** (2011). Ksilitolü Sakız Çiğnemenin Çürük Yapıcı Mikroorganizmalara Etkisi. *Ankem Derg*, 25(4), 220-226.
- Umai, D., Kayalvizhi, R., Kumar, V., & Jacob, S.** (2022). Xylitol: bioproduction and applications-a review. *Frontiers in Sustainability*, 3, 826190.
- Üren, A.** (1999). Üç Boyutlu Renk Ölçme Yöntemleri. *Gıda*, 24(3).
- Valduga, E., Lazzari, M. R., 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.
- Varzakas, T., Labropoulos, A., & Anestis, S. (Eds.).** (2012). *Sweeteners: nutritional aspects, applications, and production technology*. CRC press.
- Yeung, C. Y. Y., Chu, C. H., & Yu, O. Y.** (2023). A concise review of chewing gum as an anti-cariogenic agent. *Frontiers in Oral Health*, 4, 1213523.
- Yıldız, Z.** (2023). Farklı Yöntemlerle Kurutulan Muz Halkalarının Renk Analizi. *Journal of Agriculture*, 6(1), 11-25.
- Yılmaz, N.** (2007). Yapay tatlandırıcılar ve gıda sanayiinde kullanımları. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

EKLER

EK A: Duyusal Analiz Değerlendirme Formu

EK B: Duyusal Analizde Kullanılan Terimlerin Tanımları



EK A : Duyusal Analiz Değerlendirme Formu

Ad Soyad:

Tarih:

- Değerlendireceğiniz örneği örnek numarası kısmına yazınız.
- Örnekleri soldan sağa sırasıyla tadarak 5 dk boyunca çiğneyiniz.
- Bir örnekten diğer örneğe geçerken ağzınızı galeta ve su ile, kokuyu kahve ile nötrleyiniz.
- Örnekleri belirtilen özelliklere göre **1 (hiç yok)** ve **9 (aşırı yoğun)** arasında değerlendiriniz.

***Genel Beğeni** özelliğini değerlendirirken **1-hiç beğenmedim 9-aşırı beğendim** olacak şekilde değerlendiriniz.

	Örnek numarası			
Özellik	...	...	...	...
Parlaklık				
Nane Kokusu				
İstenmeyen koku				
Tatlılık (1.dk)				
Aroma yoğunluğu (1. dk)				
Acılık(Bitter tat) (1. dk)				
İstenmeyen tat (1. dk)				
Ferahlık (1. dk)				
Tatlılık (5.dk)				
Aroma yoğunluğu (5. dk)				
Acılık(Bitter tat) (5. dk)				
İstenmeyen tat (5. dk)				
Ferahlık (5. dk)				
Sertlik				
Çiğnenebilirlik				
Yapışkanlık				
Genel Beğeni*				

EK B : Duyusal Analizde Kullanılan Terimlerin Tanımları

Parlaklık: Sakızın yüzeyinin ışık altında parlak görünme derecesi

Nane Kokusu: Sakızdaki nane kokusu derecesi

İstenmeyen koku: Sakızdaki hoş olmayan veya beklenmeyen kokuların varlığının derecesi

Tatlılık: Sakızın tatlı olma derecesi

Aroma yoğunluğu: Sakızın içerdığı aromanın belirginlik ve yoğunluk derecesi

Acılık (Bitter tat): Sakızın içerdığı veya sonrasında bıraktığı acı tat derecesi

İstenmeyen tat: Sakızın hoş olmayan veya beklenmeyen tatları içirme derecesi

Ferahlık: Sakızın ağızda bıraktığı tazelik veya ferahlatıcı etki derecesi

Sertlik: Ürünün çiğneme esnasında sıkıştırmaya karşı oluşturduğu direnç derecesi

Çiğnenebilirlik: Sakızın ne kadar rahat çiğnenip yumuşadığının derecesi

Yapışkanlık: Ürünün çiğneme sırasında azı dişlerine yapışma derecesi

Genel Beğeni: Tüm bu özelliklerin bir araya gelmesi sonucunda tüketicinin sakızı genel olarak ne kadar beğendiğinin derecesi



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Ayşe AYKUT

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2021, İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Mart 2022-Haziran 2022 arası Perfetti Van Melle şirketinde Proses Teknoloji Asistanı olarak çalıştı.
- Haziran 2022-Nisan 2024 arası Perfetti Van Melle şirketinde AR-GE Ham Madde Mühendisi olarak çalıştı.
- Nisan 2022-Günümüz Perfetti Van Melle şirketinde Fonksiyonel Veri Yönetimi Mühendisi olarak çalışıyor.

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Aykut, A.** 2024. Production Of Sugar-Free Chewing Gum Using Stevia And Different Polyols. *3rd International Graduate Research Symposium - IGRS'24*, May 8-10, 2024 Istanbul, Turkey.