

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**STEVIA (*Stevia rebaudiana* B.) BİTKİSİ EKSTRAKTI KULLANILARAK
ENERJİSİ DÜŞÜRÜLMÜŞ YUMUŞAK ŞEKER ÜRETİMİ**

Ahmet HACIOĞLU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2017

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**STEVIA (*Stevia rebaudiana* B.) BİTKİSİ EKSTRAKTI KULLANILARAK
ENERJİSİ DÜŞÜRÜLMÜŞ YUMUŞAK ŞEKER ÜRETİMİ**

Ahmet HACIOĞLU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2017

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

STEVİA (*Stevia rebaudiana* B.) BİTKİSİ EKSTRAKTI KULLANILARAK
ENERJİSİ DÜŞÜRÜLMÜŞ YUMUŞAK ŞEKER ÜRETİMİ

Ahmet HACIOĞLU
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

(Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından FYL-2017-2213 nolu proje ile desteklenmiştir.)

ARALIK 2017

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**STEVIA (*Stevia rebaudiana* B.) BİTKİSİ EKSTRAKTI KULLANILARAK
ENERJİSİ DÜŞÜRÜLMÜŞ YUMUŞAK ŞEKER ÜRETİMİ**

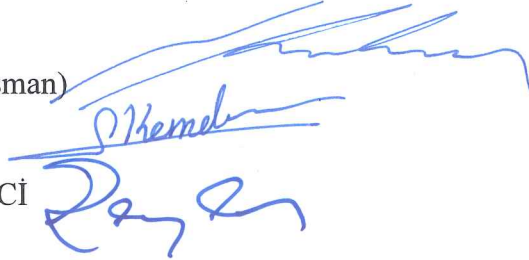
Ahmet HACIOĞLU
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 27/12/2017 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa KARHAN (Danışman)

Doç. Dr. Mustafa Kemal USLU

Yrd. Doç. Dr. Hatice Reyhan ÖZİYCI



ÖZET

STEVIA (*Stevia rebaudiana* B.) BİTKİSİ EKSTRAKTI KULLANILARAK ENERJİSİ DÜŞÜRÜLMÜŞ YUMUŞAK ŞEKER ÜRETİMİ

Ahmet HACIOĞLU

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa KARHAN

Aralık 2017; 116 sayfa

Gıda katkı maddeleri içerisinde yer alan tatlandırıcıların gerek içeceklerde gerekse de tatlı yiyeceklerde kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Şekerler dışındaki tatlandırıcılar genel olarak diyabet ve obezite gibi hastalıklara maruz kalan kişilerin diyetine uygun gıdaların sağlanabilmesi amacıyla ve enerjisi azaltılmış ürünlerin hazırlanmasında kullanılmaktadır. Ancak uygulamadaki birçok tatlandırıcının yapay olması tüketicilerde güvensizlik meydana getirmektedir. Bu tatlandırıcıların uluslararası sağlık örgütleri ve gıda otoriteleri tarafından güvenli olarak kabul edilenlerin gıda formülasyonlarında belirli sınırlarda kullanımına izin verilse de sağlık açısından zararsız oldukları konusunda şüpheler devam etmektedir. Alternatif olarak bazı meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan birçok şeker alkol kullanılabilir. Şeker alkollerini bazı şekerlerin biyokimyasal dönüşümüyle bitkilerde üretilmektedir. Ancak şeker alkollerin şekerler kadar olmasa da önemli düzeyde enerjiye sahip olduklarından ve bağıl tatlılıkları yaklaşık olarak basit şekerler kadar olduğundan ve laksatif etki gösterdiklerinden formülasyonlarda belli düzeyin üzerinde kullanılamazlar.

Şeker tüketimine bağlı birçok hastalığın gelişiminin çok erken yaşlardaki aşırı şeker tüketiminden kaynaklandığının sıkça vurgulandığı günümüzde, yapay tatlandırıcılar ve şeker alkollerine alternatif olarak doğal kaynaklı tatlı bileşiklerin kullanılmasına yönelik eğilim artış göstermektedir. Bu konuda modern toplumların en çok üzerinde durduğu kaynak ise stevia bitkisinden elde edilen ekstraktlar ve bunların şaflaştırılmış ürünleridir. Steviol glikozitler sakkarozaya göre ortalama 300 kat bağıl tatlılığa sahipken yaklaşık 0 (sıfır) kalori enerji sağlarlar. Stevia ekstraktlarıyla ilgili günümüze kadar yapılan birçok toksikolojik çalışmada bu bileşiklerin insan sağlığını olumsuz etkilediği yönünde herhangi bir sonuca ulaşılmamış olduğu gibi bu ekstraktların bazı sağlık sorunlarının gelişimini de engellediği bildirilmiştir.

Şekerleme ürünlerinin çok tüketilmesi ve buna bağlı olarak gelişebilen obezite, günümüzde özellikle çocuklar için ciddi bir sağlık riski oluşturmaktadır. Bu nedenle birçok ebeveyn açısından, çocuklarındaki şekerleme tüketme isteği çözüm gerektiren bir sorun haline gelmiştir. Yakın gelecekte steviol glikozitler ile tatlandırılmış ürünlerin şeker tüketimine bağlı birçok sorunun çözümünde anahtar rol üstleneceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, doğal tatlandırıcı içeren *Stevia rebaudiana* bitkisi ekstraktının kullanılmasıyla % 30-40 oranında enerjisi düşürülmüş yumuşak şeker üretimi

amaçlanmıştır. Bal ve elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu ve vişne konsantresi katkılı yumuşak şekerler hem sadece şeker hem de stevia ekstraktı+şeker içermek üzere iki farklı şekilde üretilmiştir. Ayrıca bu yumuşak şekerlere ilave olarak stevia ekstraktı+sorbitol içeren bir yumuşak şeker de daha düşük enerjili ürün örneği elde etmek amacıyla üretilmiştir. Sadece şeker içeren bal ve elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu ve vişne katkılı yumuşak şekerler ise çalışmada kontrol grubu olarak kullanılmıştır.

Yumuşak şekerlerin üretiminde ön denemeler ve buna göre oluşturulan deneme deseni sonucu belirlenen en iyi formülasyona göre su, stevia ekstraktı, jelatin, maltodekstrin, keçiyoynuzu zımkı, gliserol ve ön denemelerle belirlenmiş şeker miktarına eş değer olacak şekilde elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu, vişne konsantreleri ve bal ile sorbitol kullanılmıştır. Formülasyonlarda kullanılmış olan stevia ekstraktları bizzat Akdeniz Üniversitesi Kampüsü'ndeki deneme alanlarında yetiştirilen stevia bitkilerinden elde edilmiştir. Elde edilen yumuşak şekerlerde; toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, asitlik, pH, şeker analizleri (HPLC ve DNSA yöntemleri ile) ve HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) ile steviosit ve rebaudiosit A tayini yapılarak ürünlerin kimyasal kompozisyonu belirlenmiş olup enerji değerleri de hesaplanmıştır. Bu analizlerin yanında tekstür analizi ve duyuşal değerlendirme yapılarak da ürünlerin tüketici beğenisini karşılama durumu değerlendirilmiştir. Enerjisi düşürülmüş yumuşak şekerler duyuşal ve tekstürel özellikleri açısından genel olarak beğenilmiştir.

Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin kontrol grubuna kıyasla enerji azalımlarına bakıldığında sırasıyla % 40,0, % 46,62, % 46,56, % 43,04 ve % 51,17 olduğu görülmüştür. Ortalamalar dikkate alındığında ürünlerin enerjisinin, kontrol grubuna göre % 45,77 daha azaldığı sonucuna da ulaşılmıştır. Ayrıca enerjinin daha da azaltılabilmesi amacıyla üretilen stevia ekstraktı+sorbitol içeren yumuşak şekerin enerji değerinin, kontrol grubunun enerji değerleri ortalamasına kıyasla % 70,19 daha az olduğu da tespit edilmiştir.

Farklı firmaların piyasada satılan şeker içeren benzer ürünleri ile çalışma kapsamındaki stevia ekstraktı+şeker içeren ürünlerin enerji değerleri ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren ürünün enerji değeri karşılaştırıldığında, elde edilen ürünlerin enerji azalımlarının sırasıyla yaklaşık olarak % 60 ve % 78 olduğu görülmüştür. Elde edilen verilere göre projenin hedefi olan % 30-40'lık enerji azalımının yaklaşık olarak iki katına çıktığı sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Rebaudiosit A, *Stevia rebaudiana*, Steviosit, Yumuşak şeker

JÜRİ: Prof. Dr. Mustafa KARHAN

Doç. Dr. Mustafa Kemal USLU

Yrd. Doç. Dr. Hatice Reyhan ÖZİYCI

ABSTRACT

PRODUCTION OF ENERGY REDUCED SOFT CANDY BY USING STEVIA (*Stevia rebaudiana* B.) PLANT EXTRACT

Ahmet HACIOĞLU

MSc. Thesis in FOOD ENGINEERING

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa KARHAN

December 2017; 116 pages

Sweeteners, one of the food additives, are become widespread in both beverages and sweet foods. Sweeteners other than sugars are generally used to produce proper food people with diabetes and obesity, and for the preparation of energy-reduced products. However, due to the sweeteners artificially produced, consumers have concerns about using the foods containing these additives. The sweeteners recognized safe by International health organizations and food authorities are allowed to be used in limited amounts in food in spite of on-going uncertainties related to harmfulness of them. Alternatively, many sugar alcohols naturally present in some fruits and vegetables can be produced by biochemical conversion of certain sugars. However, sugar alcohols have higher calories not as much as sugars, but their relative sweetness is about as simple sugars and can not be used on certain levels in formulations due to their laxative effect.

Today, the tendency to use natural-derived sweet compounds as an alternative to the artificial sweeteners and sugar alcohols is increasing, as it is often emphasized that the development of many diseases associated with sugar consumption is due to in sugar consumption in childhood. The main source of attention in modern societies in this respect is the extracts from stevia plant and their purified products. While steviol glycosides give approximately 0 (zero) calorie at energy average sweetness is about 300 times higher compared to saccharose. Until recently many toxicological studies on the stevia extracts have been reported to prevent the development of certain health problems and still there are no direct negative effects of these extracts on human health.

Excessive consumption of confectionery products results in obesity, a serious health problem, specially for children. For this reason, many parents are willing, to limit their children's candy consumption. Therefore, stevia products many play a key role in solving many problems related to sugar consumption.

In this study, it was aimed to produce soft candy (jelly candy) which the energy of is reduced up to 30-40 % by using *Stevia rebaudiana* extract. Honey, apple, black grape, carob and sour cherry soft candies were produced in two different forms as containing sugar and stevia extract+sugar. In addition to these soft candies, a plain soft candy containing stevia extract+sorbitol was also produced to reduce more energy. Soft candies honey, apple, black grape, carob and sour cherry containing only sugar were used as control group.

The formulations were determined by results of preliminary experiments and following experimental design which is planned accordingly. The optimised formulations consist of water, stevia extract, gelatin, maltodextrin, carob gum, glycerol beside to apple, black grape, carob, sour cherry concentrate with honey and sorbitol as a substitutions for sugar in equivalent amounts. The stevia extracts used in the formulations were obtained from the stevia plants grown on the cultivation areas of the Akdeniz University. In the candies produced total dry matter, water soluble dry matter, acidity, pH, sugar analyzes (with HPLC and DNSA methods) and determination stevioside and rebaudioside A with HPLC (High Performance Liquid Chromatography). Energy values of products was calculated. In addition to these analyzes, textural and sensorial evaluations of the products were also performed. The obtained energy-reduced products were generally desirable in terms of their sensory and textural properties.

Soft candies with the formula of stevia extract+sugar honey, apple, black grape, carob and sour cherry compared with the control group and it the energy value of candies were reduced by the amounts of 40.0 %, 46.62 %, 46.56 %, 43.04 % and 51.17 %, respectively. When the average was taken into account, the calorie values of the products were also reduced by 45.77 % compared to the control groups. It has also been found that the calorie value of the plain soft candy containing stevia extract+sorbitol was reduced by 70.19 % compared to the control group.

When the commercial soft candies and other similar sugar containing products were compared to the samples containing stevia extract+sugar and stevia extract+sorbitol in case of energy value, it has been observed that obtained products within this study has reduced energy value by the amount of 60 % and 78 %, respectively. Conclusively, the aimed energy reduction of 30-40 % in soft candies as starting point of the project was achieved in approximetaly doubled amount.

KEYWORDS: Rebaudioside A, Soft candy, *Stevia rebaudiana*, Stevioside

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa KARHAN

Doç. Dr. Mustafa Kemal USLU

Yrd. Doç. Dr. Hatice Reyhan ÖZİYCI

ÖNSÖZ

Gıda sektöründe, gıda katkı maddesi olarak kullanılan tatlandırıcıların kullanımının hızla yaygınlaştığı açıkça görülmektedir. Bu tatlandırıcılar; diyabet, obezite gibi hastalıklara maruz kalan kişilere, tüketebilecekleri gıdaların sağlanabilmesi için diyet ürünlerin hazırlanmasında kullanılmaktadır. Ancak bu yapay tatlandırıcılar tüketicilerde güven problemi oluşturmaktadır. Uluslararası sağlık örgütleri ve gıda otoriteleri tarafından güvenli olarak kabul edilen tatlandırıcılar her ne kadar kullanımlarına izin verilse de bu ürünlerin sağlık açısından zararsız mı yoksa zararlı mı olduğu günümüzde hala tartışılmaktadır. Bu tartışmaların önüne geçebilecek, tüketicideki soru işaretlerini kaldıracak, yapay tatlandırıcılara alternatif olarak kullanılabilecek doğal bir tatlandırıcı olan stevia (şeker otu) ekstraktı kullanarak enerjisi düşürülmüş yumuşak şeker üretmek bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

Ülkemizde kullanımı henüz çok yaygın olmayan stevianın, ileriki zamanlarda yapay tatlandırıcılara alternatif olarak kullanılması konusunda, bu uğraşımızın örnek teşkil edebilecek bir çalışma olmasını dilerim.

Bana bu konu üzerine çalışma fırsatı tanıyan danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa KARHAN'a, ayrıca yardımlarından ötürü Prof. Dr. Kenan TURGUT'a (Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü), Yrd. Doç. Dr. Aslı ARSLAN KULCAN'a (Antalya Akev Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü), Arş. Gör. Dr. Begüm KAPLAN'a (Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü), Arş. Gör. Atike Nur DURAK'a (Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü); hammadde tedariklerinden dolayı Güney Agripark Bitki Araştırma ve Biyolojik Mücadele San. ve Tic. Ltd. Şti'ye, Dimes Gıda San. ve Tic. A.Ş'ye, Antalya Yenigün Gıda San. ve Tic. A.Ş'ye, Yavuzbal Apiterapi Ar-Ge Danışmanlık Tic.'e ve bu çalışmayı maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
AKADEMİK BEYAN	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Stevia Bitkisinin Yetiştirme Ortamı ve Özellikleri.....	3
2.2. Stevia Bitkisinin Kimyasal Bileşimi	4
2.3. Stevia Bitkisinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri ve Yasal Düzenlemeler	7
2.4. Konu ile İlgili Yapılmış Benzer Çalışmalar	9
3. MATERYAL VE METOT	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Metot	10
3.2.1. Ekstraksiyon ve ultrafiltrasyon işlemleri	10
3.2.2. Yumuşak şeker üretim yöntemi	15
3.2.3. Sadece şeker içeren yumuşak şekerlerin üretimi	15
3.2.4. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin üretimi	19
3.2.5. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren yumuşak şeker üretimi.....	22
3.2.6. Analiz yöntemleri	24
3.2.6.1. Toplam kuru madde tayini.....	24
3.2.6.2. Suda çözünür kuru madde tayini	24
3.2.6.3. pH tayini.....	24
3.2.6.4. Toplam asitlik tayini	25
3.2.6.5. DNSA yöntemi ile şeker analizi	25
3.2.6.6. HPLC ile şeker tayini.....	27
3.2.6.7. HPLC ile steviosit ve rebaudiosit A tayini	28
3.2.6.8. Enerji değeri hesaplama.....	29
3.2.6.9. Tekstür analizi	29

3.2.6.10. Duyusal analiz	30
3.2.6.11. İstatistiksel analizler	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1. Şekerli Yumuşak Şeker Üretimi İçin Yapılan Formülasyon Denemeleri	31
4.1.1. Deneme desenine göre üretilen, bal içeren şekerli yumuşak şekerler.....	34
4.1.1.1. A formülasyonu (60 °Bx)	34
4.1.1.2. B formülasyonu (60 °Bx)	34
4.1.1.3. C formülasyonu (60 °Bx)	35
4.1.1.4. A formülasyonu (65 °Bx)	36
4.1.1.5. B formülasyonu (65 °Bx)	37
4.1.1.6. C formülasyonu (65 °Bx)	37
4.1.1.7. A formülasyonu (70 °Bx)	38
4.1.1.8. B formülasyonu (70 °Bx)	39
4.1.1.9. C formülasyonu (70 °Bx)	39
4.2. Stevia ekstraktı+şekerli Yumuşak Şeker Üretimi İçin Yapılan Formülasyon Denemeleri.....	43
4.2.1. Deneme planına göre üretilen, bal içeren stevia ekstraktı+şekerli yumuşak şekerler.....	47
4.2.1.1. A formülasyonu (45 °Bx)	47
4.2.1.2. B formülasyonu (45 °Bx)	48
4.3. Stevia ekstraktı+sorbitollü Yumuşak Şeker Üretimi İçin Yapılan Formülasyon Denemeleri	49
4.4. Analiz Sonuçları	50
4.4.1. Toplam kuru madde analizi sonuçları	50
4.4.2. Suda çözünür kuru madde analizi sonuçları.....	51
4.4.3. pH tayini sonuçları	53
4.4.4. Toplam asitlik tayini sonuçları	55
4.4.5. DNSA yöntemi ile şeker analizi sonuçları	56
4.4.6. HPLC ile şeker analizi sonuçları	59
4.4.7. HPLC ile steviosit ve rebaudiosit A analizi sonuçları.....	62
4.4.8. Enerji değeri hesaplamaları	64
4.4.9. Tekstür analizi sonuçları	66
4.4.10. Duyusal analiz sonuçları	71

5. SONUÇLAR	76
6. KAYNAKLAR	78
7. EKLER.....	83
EK-1. Sakkaroz standartına (1000 ppm) ait kromatogram.....	83
EK-2. Glukoz standartına (1000 ppm) ait kromatogram	84
EK-3. Fruktoz standartına (1000 ppm) ait kromatogram.....	85
EK-4. Sorbitol standartına (1000 ppm) ait kromatogram	86
EK-5. Şeker içeren ballı yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı	87
EK-6. Şeker içeren elmalı yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı	88
EK-7. Şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı	89
EK-8. Şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı	90
EK-9. Şeker içeren vişneli yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı	91
EK-10. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı.....	92
EK-11. Stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı	93
EK-12. Stevia ekstraktı+şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı	94
EK-13. Stevia ekstraktı+şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı	95
EK-14. Stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı	96
EK-15. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şeker (sorbitol) kromatogramı	97
EK-16. Steviosit standartına (180 ppm) ait kromatogram	98
EK-17. Rebaudiosit A standartına (180 ppm) ait kromatogram	99
EK-18. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı yumuşak şeker (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı.....	100
EK-19. Stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı yumuşak şeker (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı.....	101

EK-20. Stevia ekstraktı+şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şeker ait steviol glikozit (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı	102
EK-21. Stevia ekstraktı+şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şeker ait steviol glikozit (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı	103
EK-22. Stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şeker ait steviol glikozit (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı.....	104
EK-23. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şeker ait steviol glikozit (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı.....	105
EK-24. Şeker içeren ballı yumuşak şeker ait tekstür grafiği.....	106
EK-25. Şeker içeren elmalı yumuşak şeker ait tekstür grafiği.....	107
EK-26. Şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şeker ait tekstür grafiği	108
EK-27. Şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şeker ait tekstür grafiği	109
EK-28. Şeker içeren vişneli yumuşak şeker ait tekstür grafiği	110
EK-29. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı yumuşak şeker ait tekstür grafiği	111
EK-30. Stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı yumuşak şeker ait tekstür grafiği.....	112
EK-31. Stevia ekstraktı+şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şeker ait tekstür grafiği..	113
EK-32. Stevia ekstraktı+şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şeker ait tekstür grafiği..	114
EK-33. Stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şeker ait tekstür grafiği....	115
EK-34. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şeker ait tekstür grafiği....	116

ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Stevia (*Stevia rebaudiana* B.) bitkisi ekstraktı kullanılarak enerjisi düşürülmüş yumuşak şeker üretimi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

28/12/2017

Ahmet HACIOĞLU



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°Bx : Briks derece

cal : kalori

cm : Santimetre

dk : Dakika

g : Gram

kDa : Kilodalton

kg : Kilogram

L : Litre

m : Metre

M : Molarite

mbar : Milibar

ml : Mililitre

mm : Milimetre

µL : Mikrolitre

µm : Mikrometre

N : Newton

Ns : Newton saniye

nm : Nanometre

rpm : Reverse per minute (Dakikadaki devir sayısı)

s : Saniye

Tezde ondalık ayırıcı olarak “,” kullanılmıştır.

Kısaltmalar

DNSA : Dinitrosalisilikasit

HPLC : Yüksek performanslı sıvı kromatografi

PESU : Polietersülfon

SÇKM: Suda çözünür kuru madde

TA : Toplam asitlik

TKM : Toplam kuru madde

UF : Ultrafiltrasyon



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>S. rebaudiana</i> 'nın glikozidlerinin kimyasal yapısı; Glc = Glukoz, Rha = Ramnoz, Xyl = Ksiloz (Geuns 2003)	5
Şekil 2.2. Steviosit ve rebaudiosit A bileşenlerinin kimyasal yapısı (Vanneste vd. 2011)	7
Şekil 3.1. Kurutulmuş stevia yaprakları.....	11
Şekil 3.2. Stevia yapraklarının parçalanması	11
Şekil 3.3. Stevia yapraklarının ekstraksiyonu.....	11
Şekil 3.4. Stevia yapraklarının ekstrakttan ayrılması.....	12
Şekil 3.5. Durultma sonrası stevia ekstraktı	12
Şekil 3.6. Durultma işlemi sonrası ekstraktın kaba filtre kağıdından süzülmesi	12
Şekil 3.7. Stevia ekstraktının ultrafiltrasyonu.....	13
Şekil 3.8. Ultrafiltrasyon sonrası stevia ekstraktı (30 kDa, permeat)	13
Şekil 3.9. Ultrafiltrasyon sonrası permeatın konsantrasyonu	14
Şekil 3.10. Konsantrasyon sonrası stevia ekstraktı	14
Şekil 3.11. Ballı yumuşak şekerin karıştırılması ve pişirilmesi.....	17
Şekil 3.12. Kalıplara dökülmüş ballı yumuşak şekerler	18
Şekil 3.13. Kalıplardan çıkarılmış ballı yumuşak şekerler	18
Şekil 3.14. Stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekerin karıştırılması ve pişirilmesi.....	20
Şekil 3.15. Kalıplara dökülmüş stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekerler	21
Şekil 3.16. Kalıplardan çıkarılmış stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekerler	21
Şekil 3.17. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin karıştırılması ve pişirilmesi.....	22
Şekil 3.18. Kalıplara dökülmüş stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerler	23
Şekil 3.19. Kalıplardan çıkarılmış stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerler	23

Şekil 3.20. Sakkaroz standart çözeltileri ile oluşturulmuş kurve.....	26
Şekil 3.21. Glukoz standart çözeltileri ile oluşturulmuş kurve.....	26
Şekil 3.22. Fruktoz standart çözeltileri ile oluşturulmuş kurve	26
Şekil 3.23. Farklı konsantrasyonlarda sakkaroz standartlarıyla oluşturulmuş kurve.....	27
Şekil 3.24. Farklı konsantrasyonlarda glukoz standartlarıyla oluşturulmuş kurve.....	27
Şekil 3.25. Farklı konsantrasyonlarda fruktoz standartlarıyla oluşturulmuş kurve	28
Şekil 3.26. Farklı konsantrasyonlarda sorbitol standartlarıyla oluşturulmuş kurve.....	28
Şekil 3.27. Steviosit standart çözeltileri ile oluşturulmuş kurve.....	29
Şekil 3.28. Rebaudiosit A standart çözeltileri ile oluşturulmuş kurve.....	29
Şekil 3.29. Duyusal analizde kullanılan form.....	30
Şekil 4.1. 5. denemeye ait şekerli yumuşak şeker.....	33
Şekil 4.2. A formülasyonu denemesi (60 °Bx)	34
Şekil 4.3. B formülasyonu denemesi (60 °Bx).....	35
Şekil 4.4. C formülasyonu denemesi (60 °Bx).....	36
Şekil 4.5. A formülasyonu denemesi (65 °Bx)	36
Şekil 4.6. B formülasyonu denemesi (65 °Bx).....	37
Şekil 4.7. C formülasyonu denemesi (65 °Bx).....	38
Şekil 4.8. A formülasyonu denemesi (70 °Bx)	38
Şekil 4.9. B formülasyonu denemesi (70 °Bx).....	39
Şekil 4.10. C formülasyonu denemesi (70 °Bx).....	40
Şekil 4.11. Vişneli yumuşak şeker için A formülasyonu denemesi.....	42
Şekil 4.12. Vişneli yumuşak şeker için B formülasyonu denemesi.....	42
Şekil 4.13. 6. denemeye ait stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şeker.....	45
Şekil 4.14. 7. denemeye ait stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şeker.....	46
Şekil 4.15. A formülasyonu denemesi (45 °Bx)	48
Şekil 4.16. B formülasyonu denemesi (45 °Bx).....	49

Şekil 4.17. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde (TKM) içerikleri.....	50
Şekil 4.18. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin suda çözünür kuru madde içerikleri	52
Şekil 4.19. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin suda çözünür kuru madde üzerindeki toplam asitlik içerikleri	54
Şekil 4.20. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden toplam asitlik içerikleri	56
Şekil 4.21. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden sakkaroz cinsinden toplam indirgen şeker içerikleri.....	57
Şekil 4.22. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden glukoz cinsinden toplam indirgen şeker içerikleri.....	58
Şekil 4.23. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden fruktoz cinsinden toplam indirgen şeker içerikleri.....	58
Şekil 4.24. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden toplam şeker (sakkaroz+glukoz+fruktoz) içerikleri	61
Şekil 4.25. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden toplam steviol glikozit (steviosit+rebaudiosit A) içerikleri	64
Şekil 4.26. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin enerji değerleri	65
Şekil 4.27. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin sertlik değerleri	67

Şekil 4.28. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin yapışkanlık değerleri	68
Şekil 4.29. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin esneklik değerleri	68
Şekil 4.30. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin kohezyon değerleri	69
Şekil 4.31. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin çığnenabilirlik değerleri	69
Şekil 4.32. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin sıkıştırılabilirlik değerleri.....	70
Şekil 4.33. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin görünüş-rengine ait beğeni oranları	71
Şekil 4.34. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin kıvam-yapısına ait beğeni oranları	72
Şekil 4.35. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin aroma-kokusuna ait beğeni oranları	73
Şekil 4.36. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin lezzetine ait beğeni oranları	73
Şekil 4.37. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin ağızda bıraktığı hisse ait beğeni oranları.....	74
Şekil 4.38. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin satın alma tercihinine ait beğeni oranları	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Kuru stevia yapraklarının bileşim öğeleri (g/100g kuru yaprak) (Lemus-Mondaca vd. 2012), TE: Tespit edilemedi	4
Çizelge 2.2. Stevia bitkisi yapraklarındaki tatlılık etkeni glikozitlerin miktarı (Lemus-Mondaca vd. 2012), TE: Tespit edilemedi	6
Çizelge 3.1. Sadece şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlere ait formülasyonlar.....	17
Çizelge 3.2. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlere ait formülasyonlar	20
Çizelge 4.1. Şekerli yumuşak şekerlere ait deneme deseni.....	33
Çizelge 4.2. Vişneli yumuşak şekerlere ait deneme deseni	41
Çizelge 4.3. Stevia ekstraktı+şekerli yumuşak şekerlere ait denemeler	47
Çizelge 4.4. Yumuşak şekerlerin HPLC ile belirlenen şeker miktarları.....	60
Çizelge 4.5. Stevia ekstraktı içeren yumuşak şekerlerin HPLC ile belirlenen steviosit ve rebaudiosit A (reb A) miktarları.....	63

1. GİRİŞ

Gıda katkı maddelerinden biri olan tatlandırıcıların gerek içeceklerde gerekse yiyeceklerde sıklıkla kullanıldığı bir zamanın içindeyiz. Bu tatlandırıcılar; enerjisi azaltılmış ürünlerin hazırlanmasının yanı sıra diyabet ve obeziteye karşı mücadelede, uygun gıdaların sağlanabilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Fakat sektörde kullanılan birçok tatlandırıcının sentetik olması tüketicilerde soru işaretleri oluşturmaktadır. Uluslararası sağlık örgütleri ve gıda otoriteleri tarafından güvenli olarak kabul edilen tatlandırıcıların gıda formülasyonlarında belirli sınırlarda kullanımına izin verilse de, sağlık açısından zararsız oldukları konusunda şüpheler devam etmektedir. Alternatif olarak bu maddelerin tüketici gözünde kullanılan bazı meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan birçok şeker alkolü bazı şekerlerin biyokimyasal dönüşümüyle üretilmektedir. Ancak şeker alkolü şekerler kadar olmasa da önemli düzeyde enerji içermesinin yanında bağıl tatlılıklarının yaklaşık basit şekerler kadar olması ve laksatif etki göstermesi nedeniyle formülasyonlarda belli düzeyin üzerinde kullanılamamaktadır.

Şeker tüketimine bağlı birçok hastalığın gelişiminin çok erken yaşlarda aşırı şeker tüketimine bağlı olduğunun sıkça vurgulandığı günümüzde, yapay tatlandırıcılar ve şeker alkolüne alternatif olarak doğal kaynaklı tatlı bileşiklerin kullanılmasına yönelik eğilim artış göstermektedir. Bu konuda modern toplumların en çok üzerinde durduğu kaynak ise stevia bitkisinden elde edilen ekstraktlar ve bunların saflaştırılmış ürünleridir. Steviol glikozitler sakkarozaya göre ortalama 300 kat bağıl tatlılık gösterirken neredeyse 0 (sıfır) kalori enerji vermektedir. Stevia ekstraktlarıyla ilgili günümüze kadar yapılan birçok toksikolojik çalışmada; bu bileşiklerin insan sağlığını olumsuz etkilediği gibi bir sonuca ulaşılmamış olduğu gibi bu bileşiklerin bazı sağlık sorunlarının gelişimini de engellediği bildirilmiştir.

Stevia bitkisinin tatlı bileşikleri içinde en önemli fraksiyon olarak kabul edilen rebaudiosit A (Reb A), yaygın olarak Çin'de saflaştırılıp uluslararası pazara arz edilmektedir. Ülkemizde de stevia içeren tatlı ürünleri üreten firmalar bu tatlandırıcıyı Çin'den ithal etmektedirler. Dolayısıyla ülkemizde stevia kaynaklı tatlandırıcı içeren ürünlerin tamamı kısmen saflaştırılmış Reb A içermektedir. Bu glikozit toplam steviol glikozitler içerisinde yaklaşık % 30-40 arasında bir orana sahip olmakla birlikte bağıl tatlılığı en yüksek fraksiyon olduğu için tercih edilmektedir. Saflaştırma işleminde ise bağıl tatlılığı reb A'ya göre kısmen düşük olan diğer glikozitler ve antioksidan kapasitesi yüksek bazı fenolik bileşiklerle birlikte bazı mineral maddeler uzaklaştırılmaktadır. Bu proses patent altında olmakla birlikte, prosesin yüksek başlangıç yatırım maliyeti mamül ürünün fiyatına önemli düzeyde yansımaktadır. Bu çalışmada ise ülkemizde üretimine son yıllarda başlanan stevia bitkilerinden elde edilen zenginleştirilmiş stevia ekstraktları ile yeni yumuşak şeker formülasyonları geliştirilerek örnek bir alternatif ürünü ortaya koymak amaçlanmıştır. Bununla beraber saflaştırma gibi pahalı yatırımlar gerektiren proseslere ihtiyaç duymadan doğal tatlandırıcı üretmenin yolları da açılmaya çalışılmış ve zenginleştirilmiş stevia ekstraktlarıyla üretilmiş sağlıklı ve ekonomik gıdaların üretilebileceği düşünülmüştür.

Çalışmada; kullanılmış olan stevia ekstraktlarının, saflaştırılmış rebaudiosit A (reb A) fraksiyonuna alternatif olabileceği ve düşük maliyetle ülkemizde üretilerek bazı ürün formülasyonlarının geliştirilebileceği görülmektedir.

Bu çalışmada öncelikle, stevia yapraklarından ekstraksiyon işlemi yapılmış ve elde edilen ekstrakt ultrafiltrasyon (UF) yoluyla zenginleştirilmiştir. Ekstraksiyon ve ultrafiltrasyon (UF) işlemleri, Arslan Kulcan (2016) tarafından yapılan stevia ekstraksiyonu ve saflaştırılması çalışmalarından elde edilen en uygun koşullar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yani; stevia yaprakları 25 °C’de 101 dakika süre ile 1/27,64 bitki/su oranında ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstrakt ise 30 kDa ayırma sınırına sahip polietersülfon ultrafiltrasyon membranından geçirilerek elde edilen permeat kısmı alınmış ve üretimde kullanılmıştır.

Üretim için su, zenginleştirilmiş stevia ekstraktı, sorbitol, gliserol, kıvam artırıcılar (jelatin, maltodekstrin, keçiyoynuzu zambkı) ve belirlenmiş şeker miktarına eş değer olacak şekilde elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu, vişne konsantreleri ve bal ön denemelerde belirlenen oranlarda karıştırılmış ve karışım ısıtılarak homojen yapı elde edilmiştir. Isıtma işlemi, kontrol amacıyla kullanılmış olan stevia ve sorbitol içermeyen (sadece şekerli) örnek ile stevia ekstraktı+şeker ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren örneklerin belirli suda çözünür kuru madde derecelerine gelmesiyle sonlandırılmıştır. Elde edilen ürünler kalıplara dökülerek belirli süre ve sıcaklıklarda bekletilmiş, soğuduktan sonra kalıplardan çıkarılmıştır.

Elde edilen ürünlerde; toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde (briks), asitlik, pH, şeker analizleri (HPLC ve DNSA yöntemleri ile) ve HPLC ile steviosit ve rebaudiosit A analizi yapılarak ürünlerin kimyasal kompozisyonu belirlenmiş olup enerji değerleri de hesaplanmıştır. Bu analizlerin yanında tekstür analizi ve duyuusal değerlendirme yapılarak da ürünlerin tüketici beğenisini karşılama durumu değerlendirilmiştir.

Literatürde günümüze kadar stevia ekstraktı+şeker kullanılarak enerjisi azaltılmış ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli bir yumuşak şekere rastlanmamıştır. Bunun yanında birçok şekerli gıdanın üretiminde kısmen stevia ekstraktı kullanılarak enerjisinin düşürüldüğü görülmüştür.

Stevia ekstraktları şekerle % 100 oranında ikame edildiğinde tekstürel yapının sağlanmasında güçlük çekilmekte ve bunun yanında glikozit acılığının önemli düzeyde hissedildiği bilinmektedir. Dolayısıyla stevia ekstraktı içeren formülasyonlarda şekerle ikame oranı genellikle % 50’nin altında tutulmaktadır.

Stevia ekstraktlarının bütün halde kullanılarak gıda formülasyonu geliştirmeye yönelik ilk çalışma olması, ekstraksiyonda sadece su kullanılmış olması ve formülasyonlara ilave edilmiş olan stevia ekstraktının ülkemizde üretilmiş olması çalışmanın özgün yönünü oluşturmaktadır.

Zenginleştirilen stevia ekstraktları bitkiden kaynaklı bir miktar mineral madde, fenolik bileşikler ve tüm steviol glikozitleri içermektedir. Dolayısıyla, saflaştırılmış reb A kullanılan önceki çalışmalara göre farklılık göstermektedir. Ayrıca son yıllarda yapılan birçok çalışmada reb A dışında kalan diğer fraksiyon içindeki bazı glikozitlerin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve tüketici sağlığını pozitif yönde etkileyebileceği vurgulanmaktadır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Stevia Bitkisinin Yetiştirme Ortamı ve Özellikleri

Çok yıllık çalı formunda bir bitki olan *Stevia rebaudiana* (Bertoni) bitkisi, Asteraceae familyasına ait olup, Güney Amerika'nın kuzey bölgelerinde (Paraguay, Brezilya) yetişmektedir (Geuns 2003). Şeker bitkisi olarak adlandırılan *Stevia rebaudiana* (Bertoni) bitkisinin anavatanı ise Paraguay'ın kuzeydoğusunda ki Cordillera del Amambay bölgesinde yer alan dağlardır. Bitkinin bazı hastalıkların tedavisinde kullanıldığı ve yemek olarak da tüketilebildiği belirtilmektedir (Shock 1982). Yaklaşık 200 türü olduğu bilinen *Stevia rebaudiana* (Bertoni) bitkisinin, tatlılık oranı en yüksek olan cinsleri içinde *S. micrantha*, *S. dianthoidea*, *S. phlebophylla*, *S. enigmatica*, *S. eupatoria*, *S. anisostemma*, *S. lemmonii*, *S. viscida*, *S. plummerae*, *S. rebaudiana*, *S. crenata*, *S. salicifolia*, *S. serrata* ve *S. bertholdii* gibi türler olmasına rağmen bunların içinde en fazla tatlılık oranına sahip olan cins *Stevia rebaudiana*'dır (Marcinek ve Krejpcio 2015).

1899 yılında Moisés Santiago Bertoni tarafından sınıflandırılan *Stevia rebaudiana* (Bertoni), ilk olarak *Eupatorium rebaudianum* olarak isimlendirilmiş fakat; 1905 yılında bu isim değiştirilerek *Stevia rebaudiana* (Bertoni) olarak adlandırılmıştır. İlk olarak 1909 yılında, tatlılık veren bileşenleri elde edilen bitkinin ekstraktı; 1931 yılında saflaştırılarak steviosit bileşeni elde edilmiştir. Bir aglikona bağlı üç glikoz molekülü içeren bir glikozit olarak tanımlanan steviosit bileşeninin kimyasal olarak diterpen glioizit yapıda olduğu 1952 yılında belirtilmiştir. 1970'li yıllarda ise rebaudiosit A (reb A) ve diğer glikozitlerin saflaştırılması gerçekleştirilmiştir (Barriocanal vd. 2008).

Stevia bitkisinin orijini Güney Amerika olmasına rağmen bitki, doğal ortamının dışında ilk defa 1943 yılında İngiltere'de, 1968 yılında Japonya'da yetiştirilmiş; son yıllarda ise Endonezya, Meksika, Kore, Hindistan, Tanzanya ve Kanada gibi ülkelerde büyük çapta üretiminin yapıldığı belirtilmiştir (Brandle ve Rosa 1992; Yadav vd. 2011). Ülkemizde ise ilk kez Antalya ilinde bitkinin yetiştirilebilmesi için çalışmalara başlanmış ve bitkinin ilk hasadı 2012 yılında yapılmıştır.

Stevia bitkisinin boyunun 1 m'ye kadar uzayabildiği, geniş bir kök sistemi olduğu, elips şeklinde yapraklarının bulunduğu ve kırılğan bir gövdeye sahip olduğu belirtilmiştir. 3-4 cm uzunluğa sahip ve sapsız olan yaprakların üst kısmı hafif tüylüdür. Bitki, nem içeren ve yeterli drenajın olduğu topraklarda iyi gelişmektedir. 0 °C'ye yakın sıcaklıkları nadiren tolere edebilmesine rağmen, genel olarak 9 °C'nin altındaki sıcaklıklarda zarar görmektedir. Bitkinin hızlı bir gelişim gösterebilmesi için 20-24 °C sıcaklığa ihtiyaç duyulmaktadır (Frederico vd. 1996; Singh ve Rao 2005). Yapılan başka araştırmalarda da; beyaz çiçek rengine, elips şeklinde yapraklara, 65 cm'den 120 cm'ye kadar uzayabilen bir boya sahip olduğu belirtilen bitkinin, ortalama 23 °C sıcaklık ve günlük 1500-1800 mm yağışa ihtiyaç duyduğu ve deniz seviyesinden 200-500 m yükseklikte yetiştiği bildirilmiştir (Brandle ve Rosa 1992; Yadav vd. 2011; Marcinek ve Krejpcio 2015).

Bitkiden elde edilebilecek kuru yaprak miktarının bitki başına 15-35 g aralığında değiştiği bildirilmektedir (Mishra 2010). Bir hektar dikili alandan elde edilen 1000-

1200 kg kuru yaprak 60-70 kg steviosit içermektedir. İklim şartlarına bağlı olarak *Stevia rebaudiana* bitkisinin dünya genelinde yetişebilen yaklaşık 90 türünün olduğu bildirilmektedir (İbrahim vd. 2008).

2.2. Stevia Bitkisinin Kimyasal Bileşimi

Stevia bitkisinin kuru yapraklarında 100 g'da 35.2 g ile 61.9 g arasında değişen miktarlarda karbonhidrat bulunduğu bildirilmiştir (Tadhani ve Subhash 2006; Abou-Arab vd. 2010). Ayrıca bitkinin yaprakları prolin, serin, aspartik asit, glutamik asit, lizin, alanin, metiyonin, tirozin ve izolösin gibi 9 adet amino asit içermektedir (Rafiq vd. 2007). *Stevia* bitkisinin yapraklarının yağ içeriğinin düşük olduğu; yapraklarda, 7,7 g/100 g esansiyel aminoasit olduğu bildirilmektedir. En fazla bulunan mineral madde potasyum ve bunu takiben kalsiyumdur. Glukoz ve fruktoz gibi monosakkaritler, bitkinin sulu ekstraktlarında düşük oranda bulunmaktadır. Lipit içeriğine bakıldığında en fazla linoleik asit ve linolenik asit gibi doymamış yağ asitleri bulunmaktadır (Tadhani ve Subhash 2006; Abou-Arab vd. 2010). *Stevia* bitkisinin, farklı araştırmalar sonucunda elde edilen nem, protein, yağ, kül, karbonhidrat ve ham lif içerikleri Çizelge 2.1'de gösterilmiştir (Lemus-Mondaca vd. 2012).

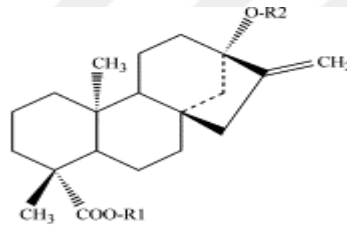
Çizelge 2.1. Kuru stevia yapraklarının bileşim öğeleri (g/100g kuru yaprak) (Lemus-Mondaca vd. 2012), TE: Tespit edilemedi

Bileşen	Kaynaklar						
	Mishra vd. (2010)	Goyal vd. (2010)	Serio (2010)	Savita vd. (2004)	Abou-Arab vd. (2010)	Tadhani vd. (2007)	Kaushik vd. (2010)
Nem	7	4,7	TE	7,0	5,4	TE	7,7
Protein	10	11,2	11,2	9,8	11,4	20,4	12,0
Yağ	3	1,9	5,6	2,5	3,7	4,3	2,7
Kül	11	6,3	TE	10,5	7,4	13,1	8,4
Karbonhidrat	52	TE	53,0	52	61,9	35,2	TE
Ham lif	18	15,2	15,0	18,5	15,5	TE	TE

De Oliveria vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada *stevia* bitkisinin yaprak ve köklerinde, önemli fonksiyonel özelliklere sahip olan fruktooligosakkaritler izole edilmiş ve bu bileşiklerin miktarının % 4,6 oranında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç *stevia* bitkisinden elde edilen ekstraktların gıda formülasyonlarında kullanılabileceğini göstermektedir. Yapılan diğer bir çalışmada ise *stevia* bitkisinin yapraklarından elde edilen ekstraktta; lipitler, esansiyel yağ asitleri, aminoasitler, serbest şekerler,

hidroksisinamik asitler, klorofiller, alkaloidler, flavonoidler, K, Ca, Mg, S, Na, P, Cu, Co, Fe, Mn, Zn, Se ve Mo gibi mineraller ve tatlı diterpen glikozitler bulunduğu belirtilmiştir (Tadhani ve Subhash 2006). Stevia bitkisinin taze yapraklarından elde edilen ekstraktın bileşimine bakıldığında % 31 karbonhidrat, % 25 indirgen şeker, % 19 protein, % 25 amino asit tespit edilirken; bitkinin kurutulmuş yapraklarından elde edilen ekstraktın bileşiminde ise % 33 karbonhidrat, % 39 indirgen şeker, % 18 protein ve % 10 amino asit bulunduğu tespit edilmiştir (Snehal ve Madhukar 2012).

Stevia bitkisinin yapraklarının içerdiği tatlılık veren bileşiklerin diterpen glikozit yapıda olduğu ve farklı özelliklerde diterpen glikozitler bulunduğu bildirilmiştir. Bunlar steviosit, rebaudiositler A, B, C, D, E ve dulcositler A, B olarak tanımlanmıştır. Bu glikozitler bitkinin gövdesinde çok düşük miktarlarda belirlenirken köklerinde tespit edilememiştir. Yapraktaki miktarlarına bakıldığında ise yaprak yaş ağırlığının % 10'u ile % 20'si arasında değiştiği görülmüştür. Bu glikozitlerin her biri steviol olarak isimlendirilen aglikon yapıyı bulundururken aralarındaki farklılığın 13. ve/veya 19. C (karbon) atomuna bağlı glikozidik bileşenlerden kaynaklandığı belirtilmiş (Kohda vd. 1976) ve Şekil 2.1'de gösterilmiştir (Geuns 2003).



	Compound name	R1	R2
1	steviol	H	H
2	steviolbioside	H	β -Glc- β -Glc(2→1)
3	stevioside	β -Glc	β -Glc- β -Glc(2→1)
4	rebaudioside A	β -Glc	β -Glc- β -Glc(2→1) β -Glc(3→1)
5	rebaudioside B	H	β -Glc- β -Glc(2→1) β -Glc(3→1)
6	rebaudioside C (dulcoside B)	β -Glc	β -Glc- α -Rha(2→1) β -Glc(3→1)
7	rebaudioside D	β -Glc- β -Glc(2→1)	β -Glc- β -Glc(2→1) β -Glc(3→1)
8	rebaudioside E	β -Glc- β -Glc(2→1)	β -Glc- β -Glc(2→1)
9	rebaudioside F	β -Glc	β -Glc- β -Xyl(2→1) β -Glc(3→1)
10	dulcoside A	β -Glc	β -Glc- α -Rha(2→1)

Şekil 2.1. *S. rebaudiana*'nın glikozitlerinin kimyasal yapısı; Glc = Glukoz, Rha = Ramnoz, Xyl = Ksiloz (Geuns 2003)

Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi sağlayan ve polisiklik diterpen yapısına sahip

olan gibberillik asit ile steviol glikozitlerin benzer metabolik yola sahip olduğu bildirilmiştir. Diterpen biyosentezi bitkilerin genellikle plastitlerinde meydana gelmektedir. Steviol glikozitlerin hücrede kofula taşındığı, burada depolandığı ve yapraklarda biriktiği belirtilmiştir (Brandle ve Rosa 1992; Totté vd. 2000).

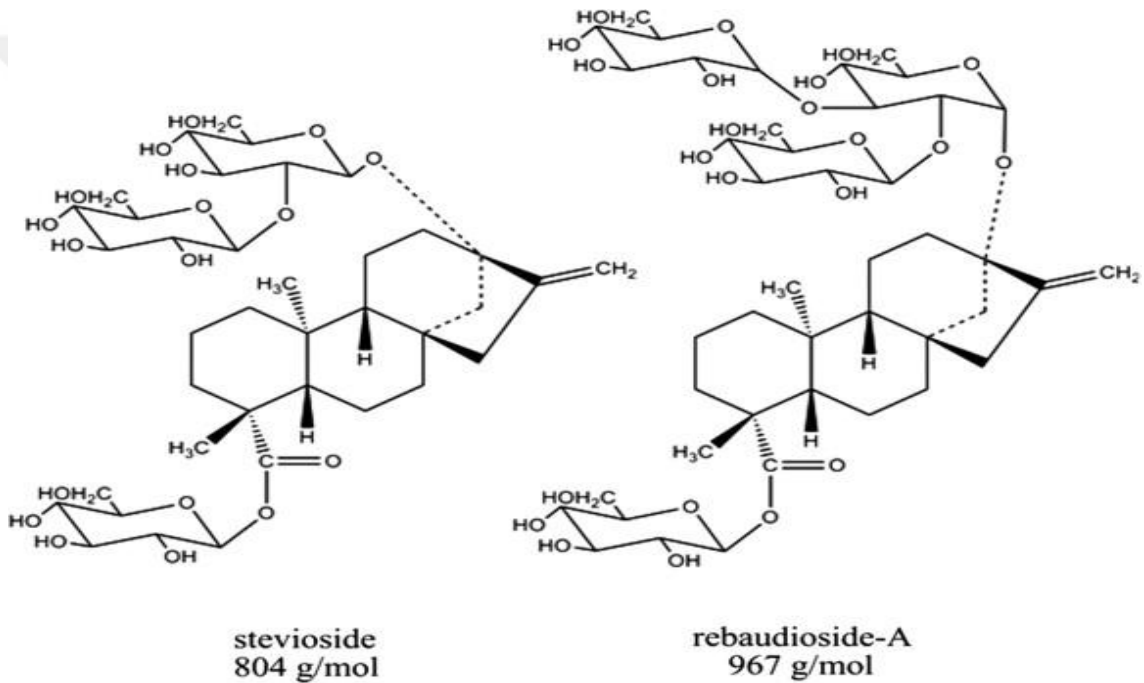
Panpatil ve Polasa (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, sulu çözeltilerde steviol glikozitlerin geniş bir sıcaklık aralığında ve farklı pH değerlerinde stabilitesini koruyabildiği belirtilmiştir. Abou-Arab vd. (2010) tarafından yapılan başka bir çalışmada da; steviosit bileşeninin, pH 3-9 aralığındayken 100 °C'ye kadarki sıcaklıklarda 1 saat boyunca dayanıklılık gösterdiği, diğer parametreler sabit tutulup pH değerinin 9'un üzerine çıkması durumunda ise stabilitesini kaybettiği ve hızlı bir şekilde degradasyona uğradığı bildirilmiştir. Saflaştırılmış stevia bitkisi ekstraktlarının içerdiği doğal tatlandırıcı, 1 saat süresince 120 °C'ye kadar dayanıklılık gösterirken, 140 °C üzerindeki sıcaklıklarda stabilitesini kaybetmeye başlamakta ve sıcaklık 200 °C'ye ulaştığı anda ise yapısı tamamen bozulmaktadır. Ayrıca, gıda işleme sürecinde steviol glikozitlerin fermente olmadığı bildirilmiştir. Bununla beraber fırınlama ve pişirme gibi işlemlerde de esmerleşme ve karamelizasyon reaksiyonlarında rol almadığı belirtilmiştir (Abou-Arab vd. 2010). Steviosit; 95 °C sıcaklığa karşı dayanıklı olması sebebiyle, pişmiş veya fırınlanmış gıdalar için uygun bir gıda katkısı olarak kullanılabilir (Crammer ve Ikan 1986).

Stevia bitkisinin yapraklarından üretilen ekstrakt, % 0,4'lük sakkarozdan 300 kat daha tatlıdır (Geuns 2003). Steviosit, sakkarozdan 250-300 kat daha tatlıdır ve bitkide tatlılığı sağlayan bileşenler içerisinde genellikle miktarı en yüksek olanıdır. Bitkinin çeşit ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak yapraktaki steviosit miktarında farklılık olsa da, kuru yaprak ağırlığında % 5 ile % 22 arasında değişiklik göstermektedir (Kim ve Dubois 1991). Bitkide steviositten sonra en fazla bulunan glikozit ise rebaudiosit A'dır ve kuru yaprak ağırlığındaki oranı % 3'tür. Bitkinin bir diğer glikoziti olan dulcosit A'nın kuru yaprak ağırlığındaki oranı ise % 0,5'tir (Brusick 2008). Farklı araştırmacılar tarafından belirlenen, stevia bitkisinin yapraklarında bulunan bazı glikozitlerin miktarı Çizelge 2.2'de verilmiştir (Lemus-Mondaca vd. 2012).

Çizelge 2.2. Stevia bitkisi yapraklarındaki tatlılık etkeni glikozitlerin miktarı (Lemus-Mondaca vd. 2012), TE: Tespit edilemedi

Gkikozit	Miktar, % (kuru yaprak ağırlığında)		
	Gardana vd. (2010)	Goyal vd. (2010)	Kinghorn ve Soejarto (1985)
Steviosit	5,8	9,1	5-10
Rebaudiosit A	1,8	3,8	2-4
Rebaudiosit C	1,3	0,6	1-2
Dulcosit A	TE	0,3	0,4-0,7

Bitkide bulunan steviol glikozitlerin tatlılığı birbirlerinden farklıdır. Rebaudiosit A ve steviosit glikozitlerinin kimyasal yapıları incelendiğinde rebaudiosit A'da fazladan bir glukoz molekülü olduğu görülmektedir (Vanneste vd. 2011) (Şekil 2.2) ve bu durum rebaudiosit A'nın stevioside kıyasla tatlılık ve tat kalitesi bakımından daha üstün olduğunu göstermektedir. Saf steviosit tadıldığında bir süre sonra acı bir tat hissedilmektedir (De Oliveria vd. 2007). Steviositin hissettirdiği acı ve asidik tat sebebiyle rebaudiosit A'ya kıyasla kabul edilebilirliği daha düşüktür (Yoshikawa vd. 1979). Soejarto vd. (1983) tarafından yapılan bir çalışma sonucunda, bitkideki acı tada seskiterpen laktonların neden olduğu ayrıca içeriğindeki flavonoidlerin, tanenlerin ve esansiyel yağların da stevia'nın istenmeyen aromasının meydana gelmesinde etkili olduğu bildirilmiştir. Rebaudiosit A ve steviosit, bağl tatlılıkları açısından sakkarozla kıyaslandığında rebaudiosit A'nın bağl tadının steviositten daha yüksek olduğu ve tatlılık kalitesi bakımından glukozu daha yakın olduğu belirtilmiştir (Chatsudthipong ve Muanprasat 2009).



Şekil 2.2. Steviosit ve rebaudiosit A bileşenlerinin kimyasal yapısı (Vanneste vd. 2011)

2.3. Stevia Bitkisinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri ve Yasal Düzenlemeler

Stevia rebaudiana (Bertoni) bitkisinin yapraklarından üretilen ekstraktın doğal tatlandırıcı özelliğe sahip olduğu belirtilmiştir. Bitkiden elde edilen ekstraktlar; 1968 yılından beri Japonya'da, gıda endüstrisinde düşük enerjili tatlandırıcı olarak kullanılmış ve tıp sektöründe diyabet tedavisinde yer bulmuştur. Günümüzde ise dünya genelinde tanınan bir bitki ekstraktı haline gelmiştir. Stevia bitkisinin ekstraktları; meşrubatlar, kurutulmuş deniz ürünleri, yoğurt, şekerleme, dondurma, sakız gibi gıda ürünlerinin yanında diş macunu, ağız gargarası gibi ürünlerde de kullanılmaktadır. Ayrıca antioksidan özelliğinden dolayı yapraklardan elde edilen toz haline getirilmiş ürünlerin ve ekstraktların gıda takviyesi olarak kullanıldığı da bildirilmiştir (Geuns 2003; Tosun 2013).

Rusya, Paraguay, Yeni Zelanda, İsrail, Güney Kore, Japonya, Brezilya, Arjantin, Çin, Avustralya, Hindistan ve pek çok ülkede steviol glikozitlerden steviosit ve rebaudiosit A'nın kullanımına izin verilmiştir. Sırasıyla 2008 ve 2009'da rebaudiosit A ve diğer saflaştırılmış steviol glikozitlere Amerika Birleşik Devletleri'nde, GRAS (genel olarak güvenilir kabul edilen) listesinde yer verilmiş ve bunun yanında gıda katkısı olarak kullanımı da gerçekleşmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ile birlikte Gıda ve Tarım Örgütü'ne (FAO) bağlı olarak çalışan Gıda Katkı Maddeleri Ortak Uzmanlar Komitesi (JECFA) tarafından, steviol glikozitlerin saflık oranının en az % 95 olması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, 2008'de JECFA steviol glikozitlerin günlük alım miktarını 2 mg/kg vücut ağırlığından 4 mg/kg vücut ağırlığına çıkarmıştır. Steviol glikozitlerin gıda katkısı olarak kullanılması durumuna şüpheyle bakan Avrupa Birliği ise, stevia bitkisinin yapraklarının ve bitkiden elde edilen steviol glikozitlerin kullanılmasına belirli bir süre izin vermemiştir (Woelwer-Rieck vd. 2010a). EFSA'nın (Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Otoritesi) stevia kullanımının güvenli olduğu, sağlık açısından bir problem taşımadığı şeklindeki bilimsel sonuçlarına dayanarak Avrupa Birliği Komisyonu, 2011 yılında E 960 koduyla steviol glikozitlerin gıda katkısı olarak kullanılmasına onay vermiştir. Türkiye'de ise steviol glikozitlerin, 30.06.2013 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre tatlandırıcı olarak kullanımına izin verildiği belirtilmiştir (Yücesan 2015). Ayrıca bitki; Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın pozitif bitkiler listesinde de yer almaktadır (Anonim 1).

Toksikolojik durum göz önüne alındığında steviosit bileşenin kanserojenik, mutajenik ve teratojenik bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiş, kullanılması durumunda ise herhangi bir alerjik reaksiyona rastlanmamıştır (Abou-Arab vd. 2010; Gardana vd. 2010). Vücutta steviol glikozitlerin sindirimi normal olarak gerçekleşmektedir. Steviol glikozitler, öncelikle bağırsaklarda steviol indirgenir ve emilir, emilen steviol ise steviol glukuronide dönüştürülerek vücuttan atılır; böylece vücutta bir birikim söz konusu olmaz (Geuns vd. 2007; Sheet vd. 2014).

Steviol glikozitlerin, insanlar tarafından uzun zaman boyunca ve düzenli olarak tüketilmesinin herhangi bir sağlık sorununa yol açmadığı ve güvenli olduğu, yapılan araştırmalar sonucu elde edilen bilgilere göre doğrulanmıştır (Koyama vd. 2003; Maki vd. 2008; Wheeler vd. 2008). Yine yapılan çalışmalar incelendiğinde herhangi bir mutajenik ya da karsinojenik etkisine rastlanılmamıştır (Mahidol vd. 1997; Toyoda vd. 1997; Curry ve Roberts 2008). Ayrıca sağlıklı kişilerin ve diyabet hastalarının da tüketebileceği bildirilmiştir (Li vd. 2004). Stevia ekstraktlarının kullanımının diyetle alınan antioksidan miktarını artırdığı belirtilmiştir. Bunun yanında şeker yerine steviosit alımının, kilo vermeyi de kolaylaştırdığı ayrıca steviol glikozitlerin düzenli olarak tüketilmesinin kolesterol ve kan şekerini düşürdüğü bildirilmiştir (Atteh vd. 2008). Yine bu bileşiklerin düzenli tüketilmesi hücre yenilenmesi ile birlikte kanın pıhtılaşmasını geliştirmekte, kan basıncını düşürmekte ve kan damarlarını güçlendirmektedir (Jeppesen vd. 2003; Barriocanal vd. 2008). Ayrıca stevia bitkisi ekstraktlarının diş çürüklerinin oluşmasını önlediği de belirtilmektedir (De Slavutzky 2010).

Steviositin tatlılık verici özelliğinin dışında antidiyabetik, antihipertansif, antikarsinojenik, antienflamatuar, antimikrobiyal, antiviral, antihiperglisemik, glukagonostatik, insülinotropik ve bağışıklık düzenleyici özelliklere de sahip olduğu

bildirilmektedir (Chatsudthipong ve Muanprasat 2009; Boonkaewwan ve Burodom 2013; Shivanna vd. 2013).

2.4. Konu ile İlgili Yapılmış Benzer Çalışmalar

Stevia kullanılarak yapılan bir çalışmada enerjisi düşürülmüş sakızlı şeker üretilmiştir. Bunun için bileşimdeki şeker % 20, % 40, % 60, % 80 ve % 100 olacak şekilde azaltılmış ve ardından yapılan değerlendirmelerde (direnç, kopma mukavemeti, elastikiyet ve duyu analizler) en iyi sonuç, % 60 şeker azalımı ile kalorisini düşürülmüş sakızlı şekerde elde edilmiştir (Aranda-González vd. 2014). Farklı bir çalışmada stevia ekstraktı kullanılarak antioksidan jöle hazırlandığı görülmüş ve % 10 şeker içerdiği formülasyonda belirtilmiştir (Yu vd. 2011). Başka bir çalışmada da şeker içermeyen jöle üretilmiş ve tatlandırıcı olarak stevia kullanılmıştır (Zhao vd. 2012). Diğer bir çalışma ise stevia kullanılarak tatlandırılmış köpüren tabletlerin formülasyonları üzerinedir (Mi vd. 2009). Beslenme ve sağlık açısından optimum jöle formülasyonunu sağlamak için araştırmalar yapılmış bir çalışmada da, jöleyi tatlandırmak için şeker (8 g) ve stevia ekstraktı (8 g) kullanıldığı görülmüştür (Liu-xiang 2009).

Stevia ile beraber diğer tatlandırıcılarında kullanıldığı çalışmalara literatürde rastlanmıştır. Bu çalışmalardan birinde, enerjisi düşürülmüş yumuşak çilek jölesi hazırlanmış ve bunun için siklamat/sakkarin, stevia, fruktoz ve sukraloz kullanılmıştır (Boff ve da Rosa 2010). Sakkaroz ile beraber *Stevia rebaudina*'nın kullanıldığı bir çalışmada ise limon aromalı jölenin duyu özellikleri değerlendirilmiş; jöle, jelatin bazlı ve jelatin+sorbitol bazlı olmak üzere iki şekilde hazırlanmıştır. Steviol glikozit ve sakkaroz içeren düşük şeker içerikli jölenin üretime uygun olabileceği görülmüştür (Gałkowska vd. 2013).

Literatürde günümüze kadar stevia ekstraktı+şeker kullanılarak enerjisi azaltılmış ve çeşitli meyve konsantreleriyle aroma kazandırılan yumuşak şekerlerin formülasyonları üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bunun yanında birçok şekerli gıdanın üretiminde kısmen stevia ekstraktı kullanılarak enerjisinin düşürüldüğü görülmektedir.

Çalışmanın özgün yönüne bakıldığında, stevia ekstraktlarının bütün halde kullanılarak gıda formülasyonu geliştirmeye yönelik ilk çalışma olması, ekstraksiyonda sadece su kullanılmış olması ve formülasyonlara ilave edilmiş olan stevia ekstraktının ülkemizde üretilmiş olması şeklinde sıralanabilir.

Zenginleştirilen stevia ekstraktları bitkiden kaynaklı bir miktar mineral madde, fenolik bileşikler ve tüm steviol glikozitleri içerdiği için saflaştırılmış reb A kullanılan önceki çalışmalara göre farklılık göstermektedir. Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmalarda bazı glikozitlerin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve tüketici sağlığını pozitif yönde etkileyebileceği vurgulanmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Üretimde ekstraktı kullanılmış olan stevia yaprakları Akdeniz Üniversitesi Antalya Teknokenti'nde bulunan Güney Agripark Bitki Araştırma ve Biyolojik Mücadele San. ve Tic. Ltd. Şti. stevia üretim alanlarından sağlanmıştır. Elma, vişne ve siyah üzüm konsantreleri Dimes Gıda San. ve Tic. A.Ş'den; sorbitol ve keçiyoynuzu konsantresi Antalya Yenigün Gıda San. ve Tic. A.Ş'den, bal Yavuzbal Apiterapi Ar-Ge Danışmanlık Tic.'den, diğer malzemeler ise Antalya piyasasında bulunan marketlerden temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Ekstraksiyon ve ultrafiltrasyon işlemleri

Ekstraksiyon ve ultrafiltrasyon (UF) işlemleri, Arslan Kulcan (2016) tarafından yapılan stevia ekstraksiyonu ve zenginleştirilmesi çalışmalarından elde edilen en uygun koşullar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre, öncelikle yaş olan stevia yaprakları kurutulmuş, daha sonra yapraktan sap ve diğer yabancı unsurlar uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.1). Ekstraksiyon işlemi için, elde edilen temizlenmiş yapraklara 1/27,64 bitki/su oranını sağlayacak şekilde demineralize su ilave edilmiştir. El blendırı (Philips, HR1315 550W) kullanılarak yaprakların demineralize su içerisinde iyice parçalanması sağlanmıştır (Şekil 3.2). Bu parçalama işleminden sonra yaprak-demineralize su karışımı 25 °C'de 101 dakika süre boyunca bekletilmiş ve böylece stevia bitkisi yapraklarından ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Bir sonraki aşamaya geçmeden önce elde edilen ekstrakt süzgeçten geçirilerek yapraklar sıvı kısımdan uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.4). Elde edilen ham ekstrakta, uygulanması kolay olan bir ultrafiltrasyon işlemi yapabilmek için UF öncesinde basit bir durultma işlemi uygulanmıştır. Durultma işlemi; bentonit, jelatin ve kizelzol durultma yardımcı maddeleri kullanılarak yapılmış olup; 2,5 g/L bentonit, 0,5 g/L jelatin ve 0,6 ml/L kizelzol olacak şekilde ekstrakta uygulanmıştır. Bu kullanılan miktarlar % 5'lik bentonit, % 5'lik jelatin ve % 3'lük kizelzol olacak şekilde önceden hazırlanmış olan stok çözeltilerden elde edilmiştir. Ekstrakt, su banyosuna (Memmert, Almanya) konularak sıcaklığının 50 °C'ye gelmesi beklenmiş ve hedef sıcaklığa ulaşıncaya kadar, yukarıda belirtilen miktarlarda durultma yardımcı maddeleri ilave edilmiştir. 3 saat sonra durultma işlemine son verilmiş ve üstte kalan berrak kısım kaba filtre kağıdından süzölmüştür (Şekil 3.5, 3.6). Böylece ekstrakt, dibe çöken tortulardan uzaklaştırılmıştır. Bundan sonraki aşamada; elde edilen ekstrakt, ultrafiltrasyon sistemine (Sartorius stedim, Almanya) verilerek 30 kDa ayırma sınırına sahip polietersülfon (PESU) membrandan geçirilmiş ve üretimde kullanılmak üzere permeat kısmı alınmıştır (Şekil 3.7, 3.8). Böylece ultrafiltrasyon işlemi de tamamlanmıştır. Filtrasyon işleminden sonra elde edilen permeat (filtrat), döner buharlaştırıcı (IKA, RV 10, Almanya) ile 230 mbar mutlak basınçta, 75 °C sıcaklıkta ve 50 d/d dönüş hızında buharlaştırılarak konsantrasyon iki katına çıkarılmış ve böylelikle su içeriği azaltılmıştır (Şekil 3.9, 3.10). Elde edilen konsantre stevia ekstraktı; % 15, % 18, % 20 ve % 22 konsantrasyonlarda olacak şekilde hazırlanmış şeker şuruplarıyla duyu analizi yapılarak kıyaslanmış ve % 20'lik şeker şurubuna eş değer tatlılıkta olduğu belirlendikten sonra üretimlerde kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Kurutulmuş stevia yaprakları



Şekil 3.2. Stevia yapraklarının parçalanması



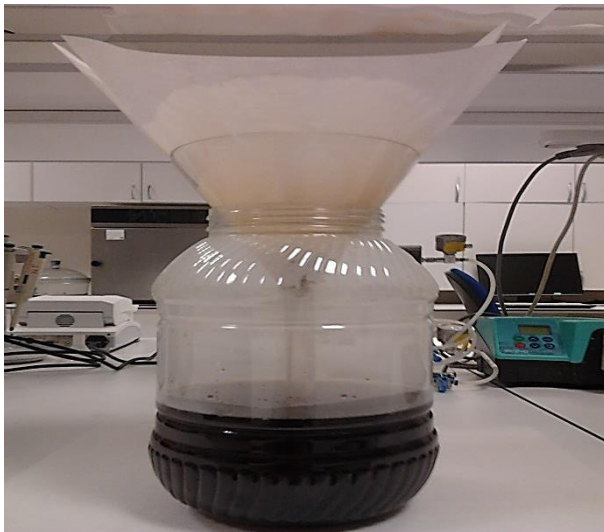
Şekil 3.3. Stevia yapraklarının ekstraksiyonu



Şekil 3.4. Stevia yapraklarının ekstrakttan ayrılması



Şekil 3.5. Durultma sonrası stevia ekstraktı



Şekil 3.6. Durultma işlemi sonrası ekstraktın kaba filtre kağıdından süzülmesi



Şekil 3.7. Stevia ekstraktının ultrafiltrasyonu



Şekil 3.8. Ultrafiltrasyon sonrası stevia ekstraktı (30 kDa, permeat)



Şekil 3.9. Ultrafiltrasyon sonrası permeatın konsantrasyonu



Şekil 3.10. Konsantrasyon sonrası stevia ekstraktı

3.2.2. Yumuşak şeker üretim yöntemi

Ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler hem sadece şeker hem de stevia ekstraktı+şeker içermek üzere iki farklı şekilde üretilmiştir. Ayrıca bu yumuşak şekerlere ilave olarak stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) bir yumuşak şeker de enerjinin daha da düşürülebilmesi amacıyla üretilmiştir. Sadece şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler kontrol grubu olarak kullanılmıştır.

Üretimde kullanılan bileşenler, bunların oranları - miktarları, uygulama sıcaklığı ve süresi ile ürünlerin briks değerleri tamamen ön denemeler ile saptanmıştır. Ön denemelerden elde edilen verilere göre deneme deseni oluşturulmuş ve buradan elde edilen en iyi sonuçlara göre yumuşak şekerler üretilmiştir.

Sadece şeker içeren yumuşak şekerlerin üretimi için; ön denemelerden elde edilen sonuçlara göre oluşturulan deneme desenine göre belirlenmiş miktarlarda su (saf su), kıvam artırıcı özelliklerinden dolayı jelatin (alfasol, toz sığır jelatini, 250 bloom), keçiyoynuzu zambkı (Incom, Türkiye); plastikleştirici ve koruyucu özellikleri sebebiyle gliserol (Uparc, extra pure, min. % 98-100, ABD) ve aroma vermek için de belirlenmiş şeker miktarına eş değer olacak şekilde elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılmıştır. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin üretimi için; ön denemelerden elde edilen sonuçlara göre oluşturulan deneme desenine göre belirlenmiş miktarlarda su (saf su), kıvam artırıcı özelliklerinden dolayı jelatin (alfasol, toz sığır jelatini, 250 bloom), keçiyoynuzu zambkı (Incom, Türkiye), maltodekstrin; plastikleştirici ve koruyucu özellikleri sebebiyle gliserol (Uparc, extra pure, min. % 98-100, ABD); aroma vermek için de belirlenmiş şeker miktarına eş değer olacak şekilde elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu, vişne konsantreleri ile bal ve enerjiyi azaltmak için stevia ekstraktı kullanılmıştır. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren yumuşak şekerlerin üretimi için; ön denemelerden elde edilen sonuçlara göre oluşturulan deneme desenine göre belirlenmiş miktarlarda su (saf su), kıvam artırıcı özelliklerinden dolayı jelatin (alfasol, toz sığır jelatini, 250 bloom), keçiyoynuzu zambkı (Incom, Türkiye), maltodekstrin; plastikleştirici ve koruyucu özellikleri sebebiyle gliserol (Uparc, extra pure, min. % 98-100, ABD); enerjiyi azaltmak için de stevia ekstraktı ve belirlenmiş şeker miktarına eş değer olacak şekilde sorbitol kullanılmıştır. Öncelikle bu bileşenler belirlenen miktarlarda tartılarak karıştırılmış ve karışım ısıtılarak homojen bir yapı elde edilmiştir. Isıtma işlemi, yumuşak şekerlerin belirlenmiş briks derecesine gelmesiyle sonlandırılmıştır. Elde edilen ürünler kalıplara dökülerek belirli süre ve sıcaklıklarda bekletilmiş, soğuduktan sonra kalıplardan çıkarılmıştır.

3.2.3. Sadece şeker içeren yumuşak şekerlerin üretimi

Sadece şeker içeren yumuşak şekerlerin üretiminde, ön denemelerden elde edilen sonuçlara göre oluşturulan deneme deseninde en iyi formülasyon olarak 70 °Bx suda çözünür kuru madde değerine sahip 100 g formülasyon için;

-20 g kristal toz şeker

-5 g jelatin

-0,2 g keçiyoynuzu zankı

-1,75 g gliserol

-73,05 g su, kullanılmıştır.

Üretimde şeker yerine, formülasyonda belirlenen şeker miktarına eş değer olacak şekilde elma (71 °Bx), siyah üzüm (65 °Bx), keçiyoynuzu (74 °Bx), vişne (64,5 °Bx) konsantreleri ve bal (82 °Bx) kullanılmıştır. Böylece, bu formülasyona göre ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler üretilmiştir. Ancak, bu formülasyonla üretilen vişneli yumuşak şekerler tadıldığında asitliğinin fazla olduğu görülmüş ve tüketime uygun bir hale getirebilmek için aynı formülasyon modifiye edilerek uygulanmıştır. Buna göre, vişneli yumuşak şekerler için en iyi formülasyon olarak 70 brikste;

-23,26 g vişne konsantresi (15 g şekere eş değer)

-5 g kristal toz şeker

-5 g jelatin

-0,2 g keçiyoynuzu zankı

-1,75 g gliserol

-64,79 g su, 100 g formülasyon için belirlenmiştir. Bu formülasyona göre de vişneli yumuşak şekerler üretilmiştir.

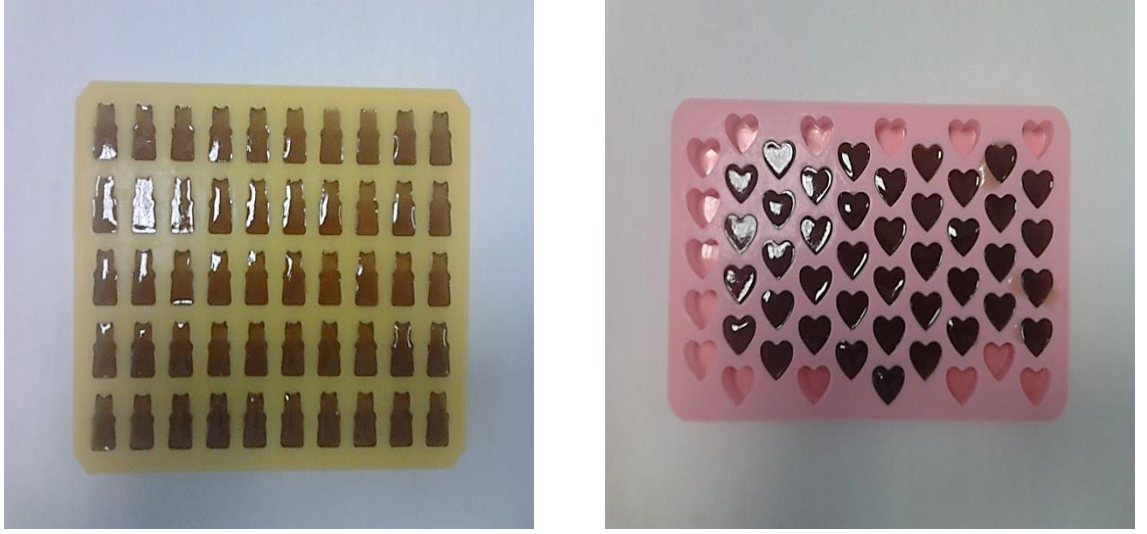
Formülasyonlarda kullanılan bileşenler Çizelge 3.1’de gösterildiği üzere belirlenen miktarlarda hassas terazi (Radwag, PS 750.R2, Polonya) ile tartılmış daha sonra karıştırılmış ve pişirme işlemine başlanmıştır. Karıştırma ve pişirme işlemleri, manyetik karıştırıcı (Heidolph, MR Hei-Standard, Almanya) kullanılarak 50 °C sıcaklıkta ve 250 rpm karıştırma hızında yapılmıştır (Şekil 3.11). 70 °Bx’e ulaşıldığında karışım kalıplara dökülmüştür (Şekil 3.12). Ardından kalıba dökülen karışım, 1 gün boyunca + 4 °C’de bekletilmiştir. Süre sonunda ürünler kalıplardan çıkarılarak uygun şekilde paketlenmiş ve yine + 4 °C’de muhafaza edilmiştir (Şekil 3.13).

Çizelge 3.1. Sadece şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlere ait formülasyonlar

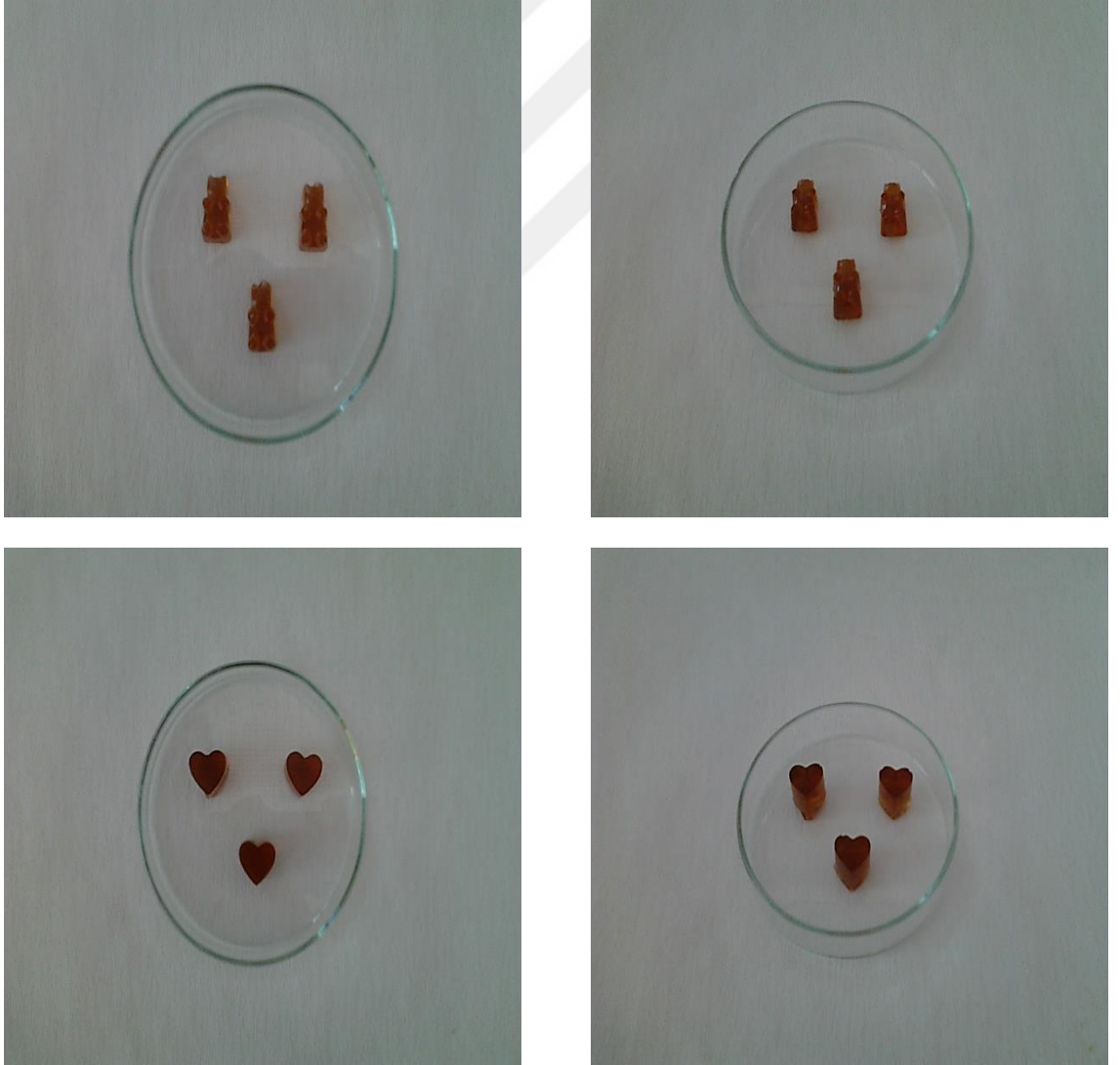
Bileşenler (g/100 g)	Yumuşak Şekerler				
	Ballı	Elmalı	Siyah üzümlü	Keçiboynuzulu	Vişneli
Bal ve Meyve Konsantreleri (20 g şekere eş değer)	24,4	28,2	30,77	27	23,26 (15 g şekere eş değer) + 5 g kristal toz şeker
Jelatin	5	5	5	5	5
Keçiboynuzu Zamkı	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Gliserol	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Su	68,65	64,85	62,28	66,05	64,79



Şekil 3.11. Ballı yumuşak şekerin karıştırılması ve pişirilmesi



Şekil 3.12. Kalıplara dökülmüş ballı yumuşak şekerler



Şekil 3.13. Kalıplardan çıkarılmış ballı yumuşak şekerler

3.2.4. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin üretimi

Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin üretiminde, ön denemelerden elde edilen sonuçlara göre oluşturulan deneme deseninde en iyi formülasyon olarak 45 briks derecesinde 100 g formülasyon için;

-12 g kristal toz şeker

-40 g stevia ekstraktı (8 g şekere eş değer)

-10 g jelatin

-1 g keçiyoynuzu zımkı

-6 g maltodekstrin

-3,5 g gliserol

-27,5 g su kullanılmıştır.

Üretimde şeker yerine, formülasyonda belirlenen şeker miktarına eş değer olacak şekilde elma (71 °Bx), siyah üzüm (65 °Bx), keçiyoynuzu (74 °Bx), vişne (64,5 °Bx) konsantreleri ve bal (82 °Bx) kullanılmıştır. Ayrıca, üretimde kullanılmış olan konsantre edilmiş stevia ekstraktının, yapılan duyuşal analizlerde % 20'lik şeker şurubuna eş değer tatlılıkta olduğu belirlenmiş ve stevia ekstraktı bu orana göre formülasyona ilave edilmiştir.

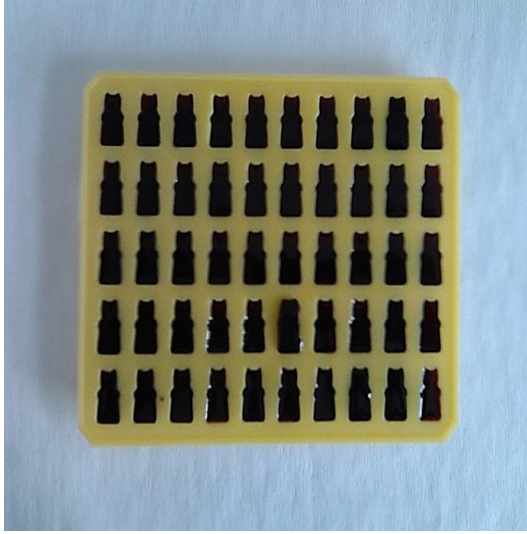
Çizelge 3.2'de gösterildiği üzere formülasyonlarda kullanılan bileşenler, şeker içeren yumuşak şeker üretiminde uygulanan karıştırma hızı ve sıcaklık derecesinde pişirilmiş (Şekil 3.14) olup 45 °Bx'te kalıplara dökülmüştür (Şekil 3.15). 1 gün boyunca + 4 °C'de bekletilmiştir. Süre sonunda ürünler kalıplardan çıkarılarak (Şekil 3.16) uygun şekilde paketlenmiş ve yine + 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.2. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzlu ve vişneli yumuşak şekerlere ait formülasyonlar

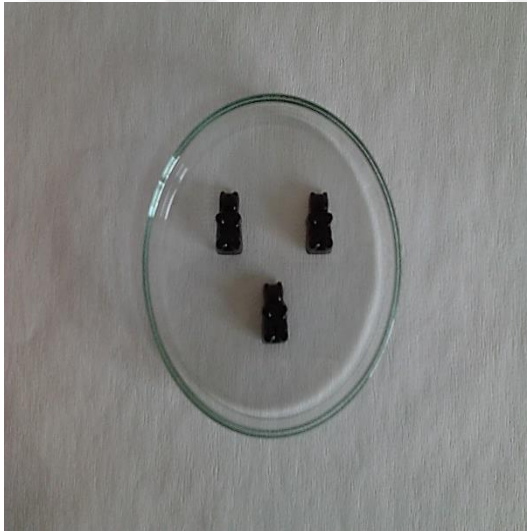
Bileşenler (g/100 g)	Yumuşak Şekerler				
	Ballı	Elmalı	Siyah üzümlü	Keçiboynuzlu	Vişneli
Bal ve Meyve Konsantreleri (12 g şeker eş değeri)	14,6	16,9	18,5	16,2	18,6
Stevia Ekstraktı (8 g şeker eş değeri)	40	40	40	40	40
Jelatin	10	10	10	10	10
Keçiboynuzu Zamkı	1	1	1	1	1
Maltodekstrin	6	6	6	6	6
Gliserol	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Su	24,9	22,6	21	23,3	20,9



Şekil 3.14. Stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekerin karıştırılması ve pişirilmesi



Şekil 3.15. Kalıplara dökülmüş stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekerler



Şekil 3.16. Kalıplardan çıkarılmış stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekerler

3.2.5. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren yumuşak şeker üretimi

Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şekerlerin üretiminde, stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde belirlenen en iyi formülasyon kullanılmıştır.

Üretimde şeker yerine, formülasyonda belirlenen şeker miktarına eş değer olacak şekilde sorbitol (70 °Bx) kullanılmıştır. Ayrıca, üretimde kullanılmış olan konsantre edilmiş stevia ekstraktının, yapılan duyusal analizlerde % 20'lik şeker şurubuna eş değer tatlılıkta olduğu belirlenmiş ve stevia ekstraktı bu orana göre formülasyona ilave edilmiştir. Üretimde 100 g formülasyon için,

-17,14 g sorbitol (12 g şekere eş değer)

-40 g stevia ekstraktı (8 g şekere eş değer)

-10 g jelatin

-1 g keçiboyunuzu zamkı

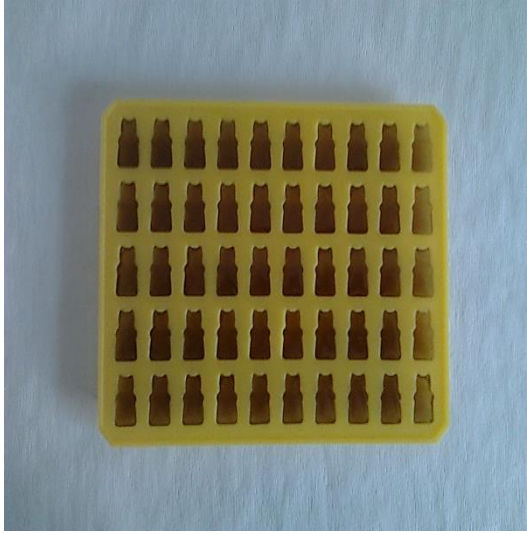
-6 g maltodekstrin

-3,5 g gliserol

-22,36 g su kullanılmıştır. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin hazırlama yöntemine göre hazırlanmış, kalıplanmış ve muhafaza edilmiştir (Şekil 3.17, 3.18, 3.19).



Şekil 3.17. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin karıştırılması ve pişirilmesi



Şekil 3.18. Kalıplara dökülmüş stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerler



Şekil 3.19. Kalıplardan çıkarılmış stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerler

3.2.6. Analiz yöntemleri

3.2.6.1. Toplam kuru madde tayini

Belli bir oranda seyreltme işlemi yapılan yumuşak şeker örneklerinde toplam kuru madde tayini; önceden kurutulup sabit tartıma geldikten sonra hassas terazi (Kern, T7037, Almanya) ile darası alınmış petri+kum (yıkılmış ve kurutulmuş) üzerine, ultra toraks (IKA Ultra Turrax, Tube Disperser, Almanya) ile homojenize hale getirilen örneklerden 10 ml tartılıp karıştırılarak etüvde (Memmert, Almanya) 65 °C’de sabit tartıma gelene kadar kurutulması suretiyle gerçekleştirilmiştir (Cemeroğlu 2007).

Analizde deniz kumu kullanılmıştır. Öncelikle kum % 10’luk sitrik asit monohidrat (Merck, Almanya) çözeltisi ile iyice yıkandıktan sonra saf sudan geçirilerek temizlenmiş ve böylece çözünebilir nitelikteki maddeler kumdan uzaklaştırılmıştır. Daha sonra kum 160 °C’ye ayarlanmış etüvde (Memmert, Almanya) kuruyana kadar bekletilmiştir. Kuruma işlemi tamamlandıktan sonra elek sistemine (Retsch, Vibro, Almanya) alınarak 355µm, 212µm ve 180µm gözenek çapına sahip eleklerden geçirilmiş ve 212 µm gözenek çapına sahip elek üzerinde kalan kısım analizde kullanılmıştır.

Sonuçlar aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Toplam kuru madde} = ((M_2 - M_1) / M) \times 100 \times Sf$$

M: Tartılan örnek miktarı (g)

M₁: Sabit tartıma gelmiş petri+kum miktarı (g)

M₂: Üzerine örnek konulmuş petri+kum’un kuruma sonrası miktarı (g)

Sf: Seyreltme faktörü

3.2.6.2. Suda çözünür kuru madde tayini

Belli bir oranda seyreltme işlemi yapılan yumuşak şeker örnekleri ultra toraks (IKA Ultra Turrax, Tube Disperser, Almanya) ile homojenize hale getirilerek kaba filtre kâğıdından süzildükten sonra dijital refraktometre (Isolab, Almanya) ile okuma yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

$$\text{Örnekten suda çözünmüş kuru madde \%} = (B_x \times V) / M$$

B_x: Seyreltilmiş örnekte saptanmış briks derecesi

V: Örneğin seyreltildiği hacim (ml)

M: Örnek ağırlığı (g)

3.2.6.3. pH tayini

Su ile seyreltilmiş yumuşak şeker örneklerinde pH tayini; ultra toraks (IKA Ultra

Turrax, Tube Disperser, Almanya) ile homojenize hale getirilen örneklerden belli bir miktarda alınıp pH metrenin (Mettler Toledo, İsviçre) cam elektrodunun örneğe daldırılmasıyla yapılmıştır (Cemeroğlu 2007).

3.2.6.4. Toplam asitlik tayini

Ultra toraks (IKA Ultra Turrax, Tube Disperser, Almanya) ile homojenize hale getirilen örneklerden belli bir miktarda alınıp, pH 8,1 oluncaya kadar 0,1 N NaOH (Merck, Almanya) ile titre edilmek suretiyle yapılmıştır. Toplam asit miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

$$\text{Titrasyon asitliği (\%)} = (V \times F \times 100 / M) \times E$$

V: Harcanan 0,1 N NaOH miktarı (ml)

F: 1

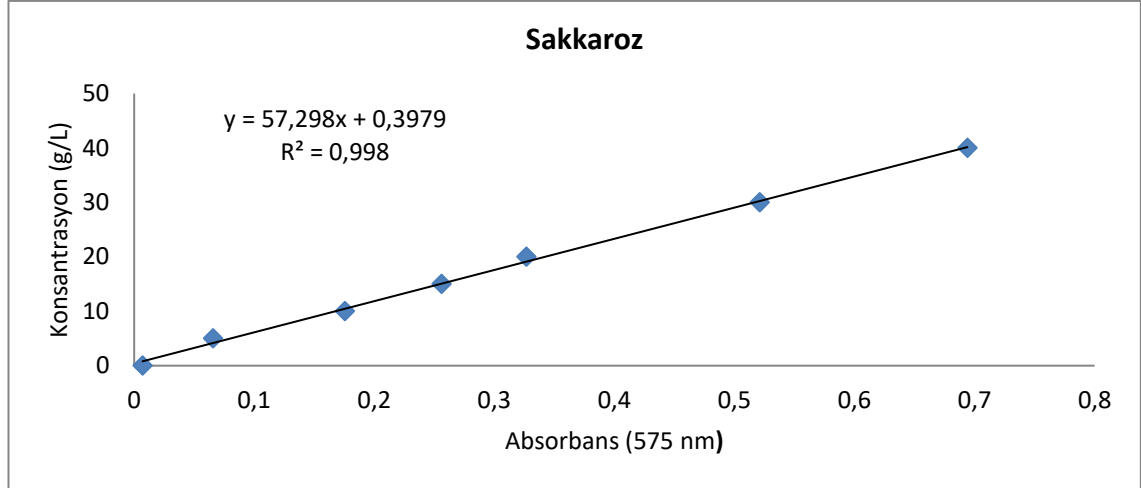
E: 1 ml 0,1 N NaOH'in eş değer asit miktarı

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı (g)

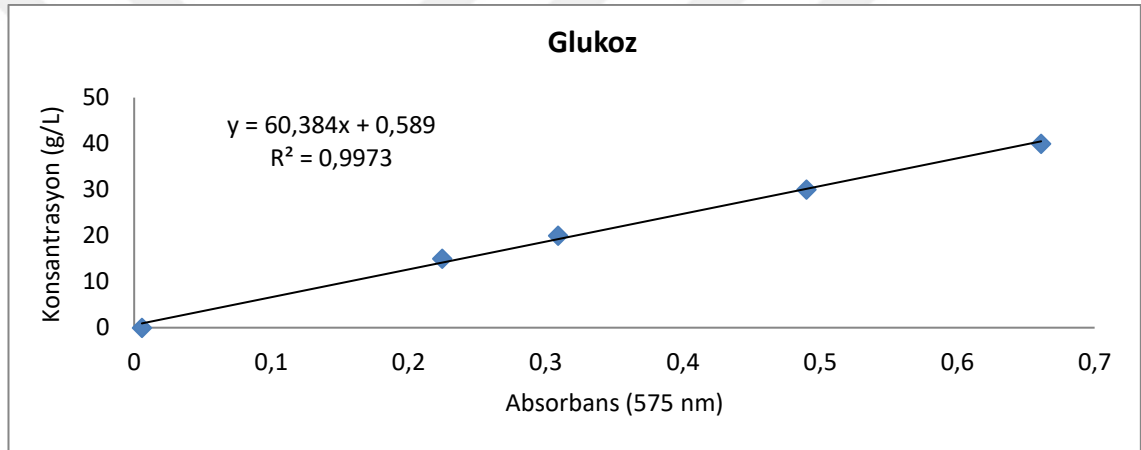
3.2.6.5. DNSA yöntemi ile şeker analizi

Şeker analizi, 3,5-dinitrosalisilik asit (DNSA) metoduna göre yapılmıştır (Miller 1959). DNSA çözeltisi; 10 g/L NaOH (Sigma Aldrich, USA), 10 g/L 3,5-dinitrosalisilik asit (Sigma Aldrich, USA) ve 0,5 g/L sodyum sülfid (Merck, Almanya) saf suda çözülmüş ve üzeri 1 L'ye tamamlanarak hazırlanmıştır. Ayrıca Rachelle tuz çözeltisi (potasyum sodyum tartarat çözeltisi) de litreye 400 g potasyum sodyum tartarat (Merck, Almanya) tartılarak saf suda çözülmüş ve üzeri 1 L'ye tamamlanarak hazırlanmıştır.

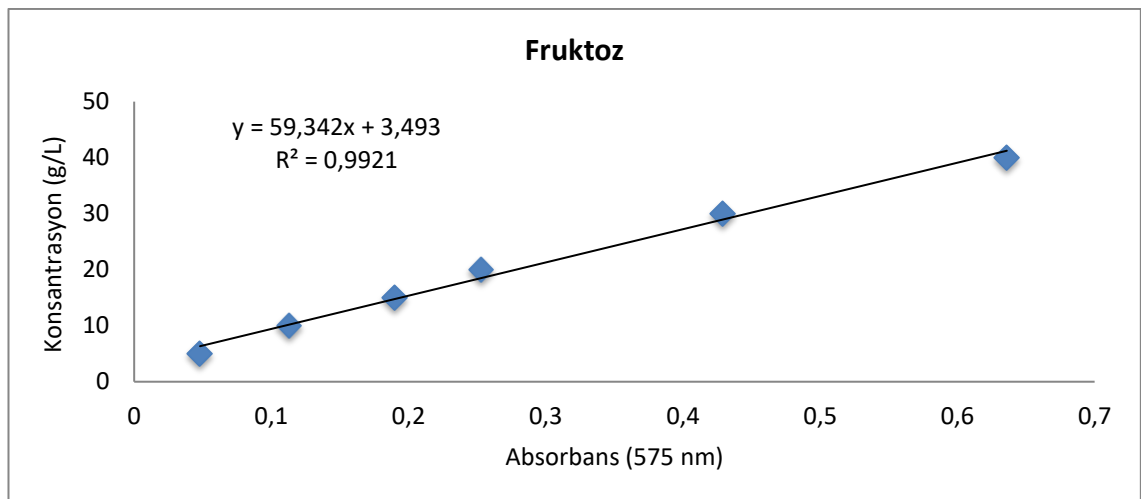
Analizde, belli bir oranda seyreltme işlemi yapılan homojen örneklerde 0.1 ml örnek üzerine 3.9 ml saf su eklenmiş ve 0.08 ml 12 M HCl (Merck, Almanya) eklenerek karıştırıldıktan sonra 90 °C'lik su banyosunda (Jeio Tech, BS-06/31, Seoul, Korea) 5 dakika bekletilmiş ve hidroliz edilmiştir. Bu noktada tüp içerisindeki örneklerin hidroliz sıcaklığında olmasına dikkat edilmiştir. Bu amaçla içerisinde saf su bulunan boş bir tüp ve termometre kullanılarak tüp içi sıcaklığın 90 °C'ye kadar gelmesi beklenmiş ve 5 dakikalık süre başlatılmıştır. Daha sonra hidrolizat üzerine 0.2 ml 5 N KOH (Merck, Almanya) eklenerek karıştırıldıktan sonra yeni bir tüpe 3 ml aktarılmış ve üzerine 3 ml DNSA solüsyonu eklenmiştir. Bu aşamada 3 ml saf su üzerine 3 ml DNSA eklenmiş ve kontrol olarak kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Solüsyon karıştırıldıktan sonra 90 °C'lik su banyosunda 15 dakika bekletilip üzerine renk stabilizasyonunu sağlamak için 1 ml % 40'lık potasyum sodyum tartarat eklenerek soğutulmuş ve spektrofotometrede (Thermo Scientific, Evolution 201, UV-Visible Spectrophotometer, USA) 575 nm dalga boyunda okutularak standart sakkaroz (Sigma Aldrich, USA) çözeltisi, standart glukoz (Sigma Aldrich, USA) çözeltisi ve standart fruktoz (Sigma Aldrich, USA) çözeltisi ile hazırlanmış kurvelerden (Şekil 3.20, 3.21, 3.22) şeker miktarı hesaplanmıştır (Miller 1959).



Şekil 3.20. Sakkaroz standart çözeltileri ile oluşturulmuş kurve



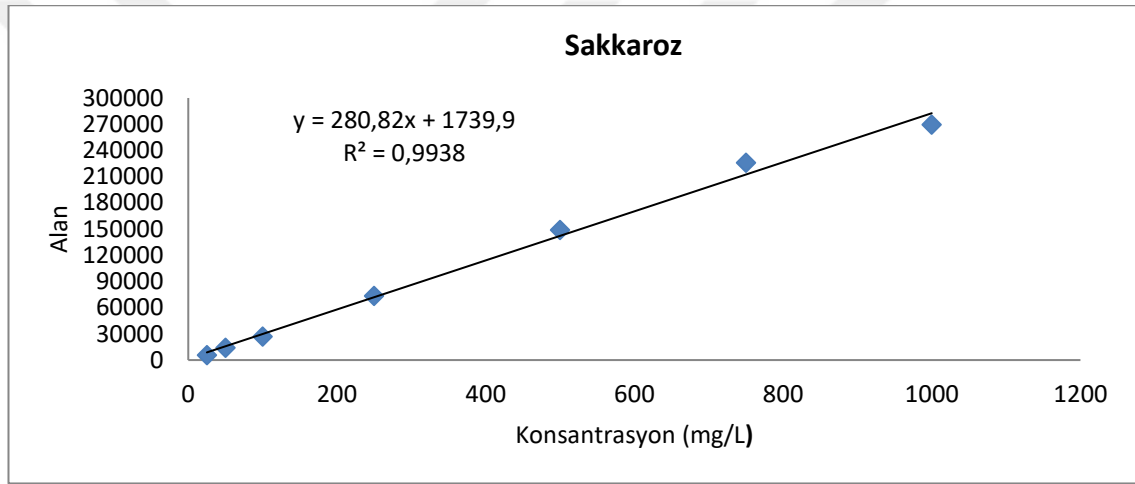
Şekil 3.21. Glukoz standart çözeltileri ile oluşturulmuş kurve



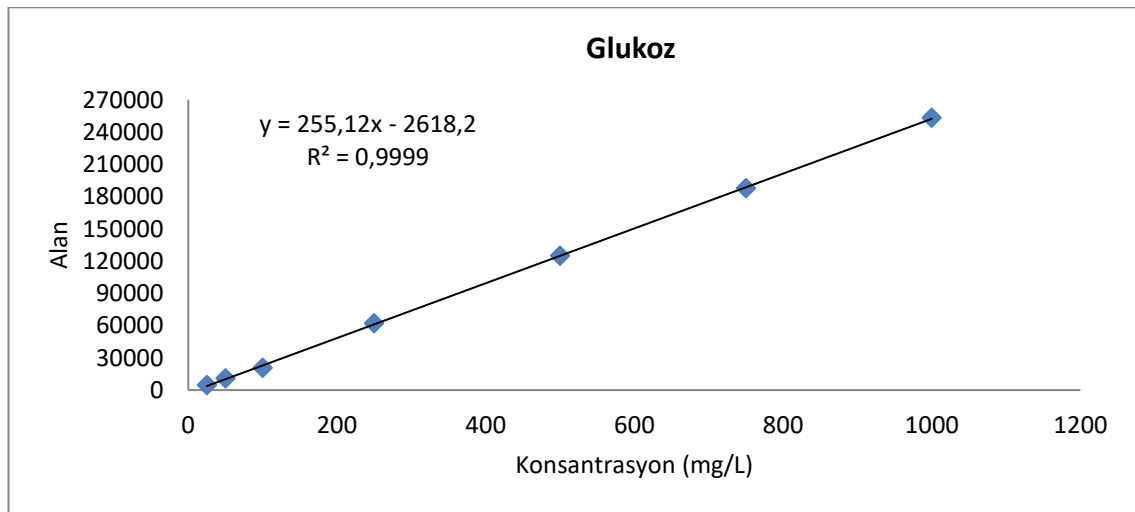
Şekil 3.22. Fruktoz standart çözeltileri ile oluşturulmuş kurve

3.2.6.6. HPLC ile şeker tayini

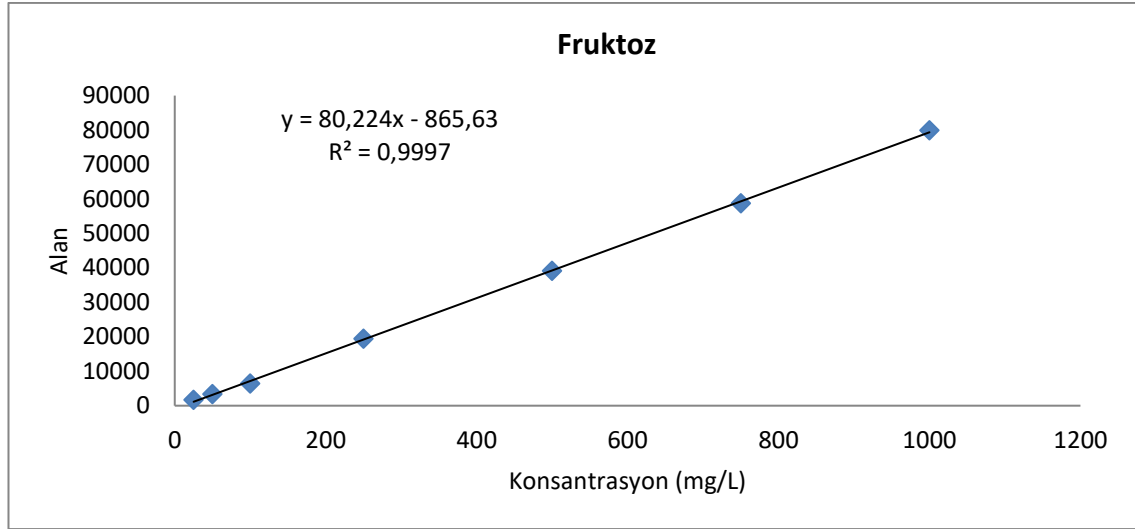
Su ile homojenize hale getirilen yumuşak şeker örneklerinde glukoz, fruktoz, sakkaroz ve sorbitol tayini HPLC ile harici standart metodu kullanılarak yapılmıştır. Analiz, Shimadzu marka HPLC cihazı (LC 20 AD) ile yapılmıştır. Analizde Carbosep Corogel-87P (300 x 6,5 mm, ID) kolon ve refraktif indeks dedektör (RID) kullanılmıştır. Kolon fırını sıcaklığı 85 °C'ye, dedektör hücresi sıcaklığı ise 60 °C'ye ayarlanmıştır. Hareketli faz olarak HPLC grade su kullanılmış ve akış hızı 0.6 ml/dk olacak şekilde ayarlanmıştır (Karhan vd. 2010). Örnek enjeksiyon hacmi ise 20 µl olacak şekilde belirlenmiştir. Örnekler, sırasıyla SPE C18 kartuştan (Grace, Alltech, ABD) ve 0.45 µm'lik filtreden (Chromafil Pet-45/15 MS, Almanya) geçirildikten sonra enjekte edilmiştir. Sakkaroz (Sigma Aldrich, USA), glukoz (Sigma Aldrich, USA), fruktoz (Sigma Aldrich, USA) ve sorbitol (Sigma Aldrich, USA) bileşenlerinin farklı konsantrasyonlardaki standart çözeltileri hazırlanarak standart kurveleri oluşturulmuş (Şekil 3.23, 3.24, 3.25, 3.26) ve miktar tayini için kullanılmıştır.



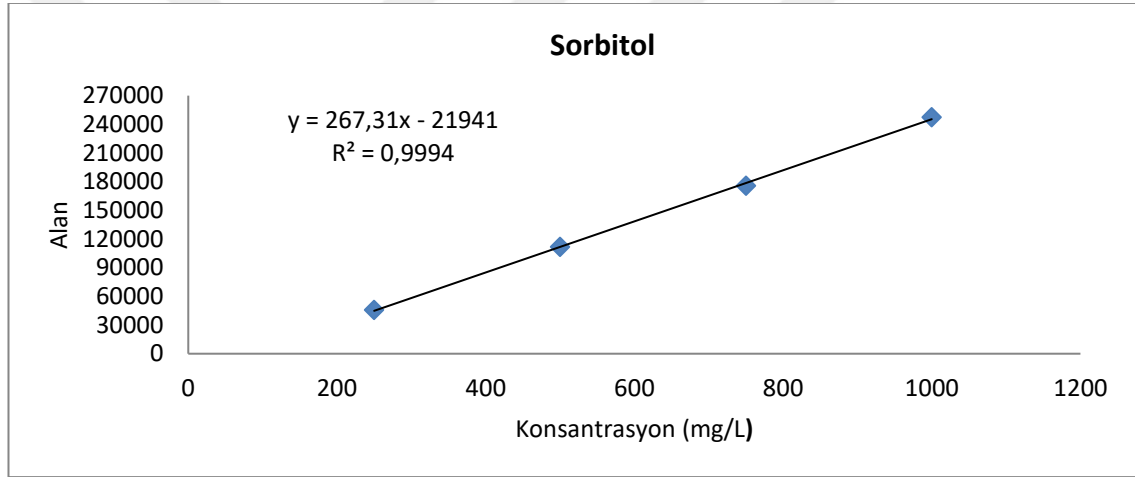
Şekil 3.23. Farklı konsantrasyonlarda sakkaroz standartlarıyla oluşturulmuş kurve



Şekil 3.24. Farklı konsantrasyonlarda glukoz standartlarıyla oluşturulmuş kurve



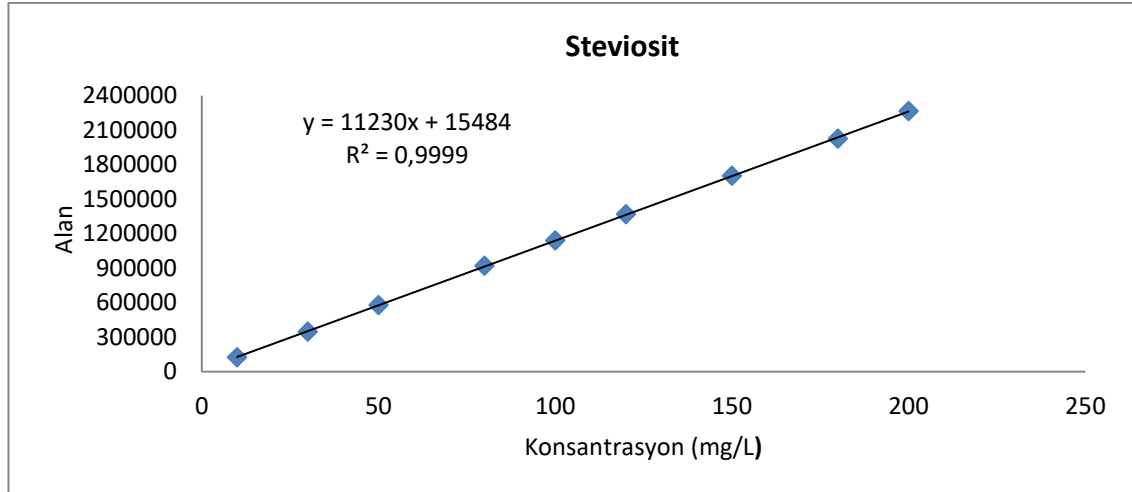
Şekil 3.25. Farklı konsantrasyonlarda fruktoz standartlarıyla oluşturulmuş kurve



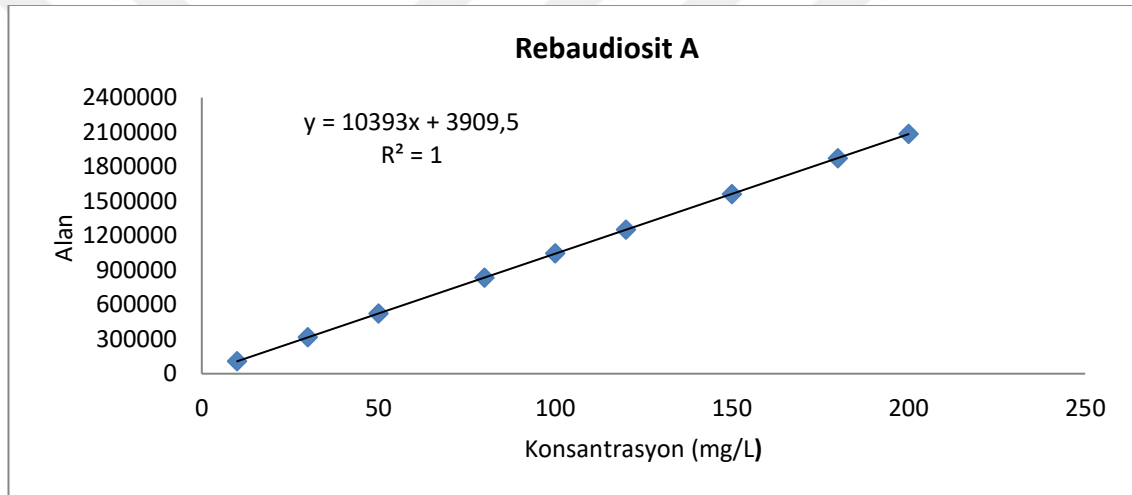
Şekil 3.26. Farklı konsantrasyonlarda sorbitol standartlarıyla oluşturulmuş kurve

3.2.6.7. HPLC ile steviosit ve rebaudiosit A tayini

Su içinde ultra toraks (IKA Ultra Turrax, Tube Disperser, Almanya) ile homojenize edilen yumuşak şeker örneklerinde steviosit ve rebaudiosit A tayini HPLC ile harici standart metodu kullanılarak izokratik koşullarda gerçekleştirilmiştir (Woelwer-Rieck vd. 2010b). Analiz için Shimadzu marka HPLC cihazı (LC 20 AD) Nucleodur HILIC kolon (5 µm, 250 x 4.6 mm, ID) ve Diode Array Dedektör (DAD) sistemi kullanılmış ve 200 nm dalga boyunda ölçüm yapılmıştır. Hareketli faz olarak oranları 80:20 olacak şekilde sırasıyla asetonitril (HPLC saflığında, Sigma Aldrich, USA) ve HPLC grade su karışımı kullanılmıştır. Akış hızı 0.8 ml/dk, örnek enjeksiyon hacmi ise 20 µl olacak şekilde belirlenmiştir. Örnekler, sırasıyla SPE C18 kartuştan (Grace, Alltech, ABD) ve 0.45 µm'lik filtreden (Chromafil Pet-45/15 MS, Almanya) geçirildikten sonra enjekte edilmiştir. Steviosit ve rebaudiosit A (Sigma Aldrich, USA) bileşenlerinin farklı konsantrasyonlardaki standart çözeltileri hazırlanarak standart kurveleri oluşturulmuş (Şekil 3.27, 3.28) ve miktar tayini için kullanılmıştır.



Şekil 3.27. Steviosit standart çözeltileri ile oluşturulmuş kalibrasyon eğrisi



Şekil 3.28. Rebaudiosit A standart çözeltileri ile oluşturulmuş kalibrasyon eğrisi

3.2.6.8. Enerji değeri hesaplama

Elde edilen ürünlerin enerji değerleri; karbonhidratlar 4,0 cal/g, proteinler 4,0 cal/g kabul edilerek hesaplanmıştır.

3.2.6.9. Tekstür analizi

Tekstür analizi, tekstür analiz cihazına (TA-XT plus Stable Microsystems, Godalming, Surrey, UK) bağlanan 100 mm çapındaki baskı plakası altında, boyutları 1x1,5x1,5 cm olan yumuşak şeker örneklerinin arka arkaya iki kez sıkıştırılması ile gerçekleştirilmiştir. İki sıkıştırma arasında 3 saniye beklenmiştir. Analiz, Sanderson (1990)'a göre modifiye edilmiş olup sıkıştırma hızı 1 mm/s ve sıkıştırma oranı (strain) % 60 olacak şekilde yapılmıştır. Böylece cihaza ait özel yazılım (Texture Exponent 32, Stable Microsystems, Godalming, Surrey, UK) kullanılarak örneklerin sertlik, esneklik, kohezyon, sıkıştırılabilirlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerleri hesaplanmıştır.

3.2.6.10. Duyusal analiz

Duyusal analizde; üretilen yumuşak şekerlerin görünüş-renk, kıvam (yapı), aroma (koku), lezzet, ağızda bıraktığı his ve satın alma tercihi değerlendirilmiştir. Bölümümüz öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencileri tarafından değerlendirme yapılmıştır.

Parametreler	Ürün Kodları										
	101	138	237	264	327	349	391	474	486	535	573
Görünüş-Renk											
Kıvam (Yapı)											
Aroma (Koku)											
Lezzet											
Ağızda bıraktığı his											
Satın alma tercihi											
Görünüş-renk, kıvam, aroma, lezzet ve ağızda bıraktığı his için; 1-hiç beğenmedim, 2-az beğendim, 3-orta derecede beğendim, 4-beğendim, 5-çok beğendim şeklindeki beğenilere göre; satın alma tercihi için ise 1-satın almazdım, 2-satın almakta kararsız kaldırdım, 3-satın alırdım şeklindeki tercihlere göre numaralama yapılacaktır.											

Şekil 3.29. Duyusal analizde kullanılan form

3.2.6.11. İstatistiksel analizler

Yumuşak şeker örneklerinde yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar, standart sapmaları hesaplanarak verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı formülasyonlarda ve karakterlerdeki yumuşak şeker üretiminde kullanılan bileşenler, bunların oranları - miktarları, uygulama sıcaklığı ve süresi ile ürünlerin briks değerleri tamamen ön denemeler ile saptanmıştır. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren iki farklı yumuşak şekerin öncelikle ön denemeleri yapılmıştır. Buradan elde edilen verilere göre de deneme desenleri oluşturularak üretilmesi planlanan sadece şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin uygun formülasyonları belirlenmiştir. Ayrıca ürünün enerjisini daha da azaltabilmek için üretilmesi planlanan stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şekerlerin de, stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerler için belirlenen en iyi formülasyona göre üretimi uygun bulunmuştur.

4.1. Şekerli Yumuşak Şeker Üretimi İçin Yapılan Formülasyon Denemeleri

İlk ön denemede, Bakan vd. (2004) tarafından yapılan jele şekerlemenin formülasyonu modifiye edilerek örnekler üretilmiştir.

1. Deneme: 100 g formülasyon için,

-10 g şeker

-10 g jelatin

-80 g su kullanılmıştır.

Formülasyonda kullanılan bileşenler belirlenen miktarlarda tartılmış daha sonra karıştırılmış ve pişirme işlemine başlanmıştır. Karışım 90 °C ve 100 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıktayken ayrı kalıplara dökülmüş ve 50 °C sıcaklığa ayarlanmış etüvde 1 gün boyunca bekletilmiştir. Süre sonunda kalıplardan çıkarılan her iki ürünün de çok sertleştiği ve kuruduğu görülmüş olup, istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşamamıştır.

2. Deneme: 100 g formülasyon için,

-10 g şeker

-10 g jelatin

-80 g su kullanılmıştır.

Bu formülasyonda kullanılan bileşenler belirlenen miktarlarda tartılmış ve karıştırılarak pişirilmiştir. Daha sonra 1. denemede olduğu gibi aynı sıcaklıklarda kalıplara dökülmüş ve + 4 °C’de 1 gün muhafaza edilmiştir. Bu denemede süre sonunda kalıplardan çıkarılan her iki ürünün de yapılarının istenen sertlikte olmadığı görülmüş ve istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşamamıştır.

3. Deneme :100 g formülasyon için,

-20 g şeker

-5 g jelatin

-0,2 g keçiboynuzu zmkı

-74,8 g su kullanılmıştır. Bu denemede ise suyun % 50'si uğurularak pişirme işlemine son verilmiş ve bir önceki denemede olduğu gibi muhafaza edilmiştir. Ancak, süre sonunda kalıplardan çıkarılan ürünlerde arzu edilen yapıya ulaşılamamıştır.

4.Deneme :100 g formülasyon için,

-20 g şeker

-5 g jelatin

-0,2 g keçiboynuzu zmkı

-74,8 g su kullanılmıştır.

Formülasyondaki bileşenler belirlenen miktarlarda tartılmış, karıştırılmış ve pişirme işlemine başlanmıştır. 55 briks ve 65 brikse ulaşıldığında karışım iki farklı kalıba dökülmüştür. Ardından kalıplara dökülen karışım, 1 gün boyunca + 4  C'de bekletilmiştir. Süre sonunda kalıplardan çıkarılan ürünlerde istenilen yumuşak şeker yapısına yaklaşıldığı görülmüştür.

5.Deneme :100 g formülasyon için;

-20 g şeker,

-5 g jelatin

-0,2 g keçiboynuzu zmkı

-74,8 g su kullanılmıştır.

Bu formülasyon denemesinde 70 briks derecesine ulaşıldığında karışım kalıba dökülmüştür. Kalıba dökülen karışım, 1 gün boyunca + 4  C'de bekletilmiştir. Süre sonunda kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşıldığı görülmüştür (şekil 4.1).



Şekil 4.1. 5. denemeye ait şekerli yumuşak şeker

Şekerli yumuşak şeker üretimi için yapılan ön denemelerde en iyi sonuç 5. denemede alınmıştır. Bu denemeye göre üç farklı biriks derecesi ve üç farklı jelatin oranında olacak şekilde deneme deseni oluşturulmuştur (Çizelge 4.1). Küçüközet (2015) tarafından yenibilir filmler üzerine yapılan bir çalışmada plastikleştirici özelliğinden dolayı, protein miktarının % 35'i kadar gliserol ilave edildiği bildirilmiştir. Bu amaçla, formülasyonlara protein (jelatin) miktarının % 35'i kadar da gliserol ilave edilmiştir. Ayrıca gliserolün plastikleştirici özelliğinin yanında parlaklık verici özelliği de olumlu bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Şekerli yumuşak şekere ait deneme deseni

Briks Derecesi (°Bx)	Deneme Grupları		
	A (g/100 g)	B (g/100 g)	C (g/100 g)
60	20 g şeker 2 g jelatin	20 g şeker 5 g jelatin	20 g şeker 7 g jelatin
65	0,2 g keçiyoynuzu zamkı	0,2 g keçiyoynuzu zamkı	0,2 g keçiyoynuzu zamkı
70	0,7 g gliserol 77,1 g su	1,75 g gliserol 73,05 g su	2,45 g gliserol 70,35 g su

Bu deneme deseni öncelikle, bal içeren şekerli yumuşak şeker üzerinde uygulanmıştır. Fakat; deneme deseninde bulunan formülasyonlardaki şeker yerine, buradaki şekere eş değer miktarda olacak şekilde bal ilave edilmiştir.

4.1.1. Deneme desenine göre üretilen, bal içeren şekerli yumuşak şekerler

Tüm denemelerde 20 g şekere eş değer miktarda olacak şekilde 82 briks bal kullanılmıştır.

4.1.1.1. A formülasyonu (60 °Bx)

100 g formülasyon için,

-24,4 g bal (20 g şekere eş değer)

-2 g jelatin

-0,2 g keçiboynuzu zımkı

-0,7 g gliserol,

-72,7 g su kullanılmıştır.

Formülasyonda kullanılan bileşenler belirlenen miktarlarda tartılmış daha sonra karıştırılmış ve pişirme işlemine başlanmış; 60 brikse ulaşıldığında karışım kalıba dökülmüştür. Ardından kalıba dökülen karışım, 1 gün boyunca + 4 °C’de bekletilmiştir. Süre sonunda kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşamamış; yapının çok yumuşak olduğu, kalıptan çıkarırken dağılabildiği ve bunun yanında tadının iyi olduğu görülmüştür (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. A formülasyonu denemesi (60 °Bx)

4.1.1.2. B formülasyonu (60 °Bx)

100 g formülasyon için,

-24,4 g bal (20 g şekere eş değer)

-5 g jelatin

-0,2 g keçiboynuzu zımkı

-1,75 g gliserol

-68,65 g su kullanılmıştır.

Üretim sonunda kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşamamış; yapının biraz yumuşak olduğu, ağızda hemen dağıldığı ve bunun yanında tadının iyi olduğu görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. B formülasyonu denemesi (60 °Bx)

4.1.1.3. C formülasyonu (60 °Bx)

100 g formülasyon için,

-24,4 g bal (20 g şekerle eş değer),

-7 g jelatin

-0,2 g keçiyoynuzu zımkı

-2,45 g gliserol

-65,95 g su kullanılmıştır. Kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına kısmen ulaşıldığı, tadının iyi olduğu fakat; ağızda dağıldığı görülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. C formülasyonu denemesi (60 °Bx)

4.1.1.4. A formülasyonu (65 °Bx)

100 g formülasyon için,

-24,4 g bal (20 g şeker eş değer)

-2 g jelatin

-0,2 g keçiboyunu zamkı

-0,7 g gliserol,

-72,7 g su kullanılmıştır. Kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşamamış; yapının çok yumuşak olduğu, kalıptan çıkarırken dağılabildiği ve bunun yanında tadının iyi olduğu görülmüştür (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. A formülasyonu denemesi (65 °Bx)

4.1.1.5. B formülasyonu (65 °Bx)

100 g formülasyon için,

-24,4 g bal (20 g şeker e  değer)

-5 g jelatin

-0,2 g keçiboynuzu zankı

-1,75 g gliserol

-68,65 g su kullanılmıştır. Bu formülasyon denemesinde de kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşılamamış; yapının biraz yumuşak olduğu ve bunun yanında tadının iyi olduğu görülmüştür (şekil 4.6).



şekil 4.6. B formülasyonu denemesi (65 °Bx)

4.1.1.6. C formülasyonu (65 °Bx)

100 g formülasyon için,

-24,4 g bal (20 g şeker e  değer),

-7 g jelatin

-0,2 g keçiboynuzu zankı

-2,45 g gliserol

-65,95 g su kullanılmıştır. Üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşılmış; hem yapının hem de tadın iyi olduğu görülmüştür (şekil 4.7).



Şekil 4.7. C formülasyonu denemesi (65 °Bx)

4.1.1.7. A formülasyonu (70 °Bx)

100 g formülasyon için,

-24,4 g bal (20 g şekere eş değer)

-2 g jelatin

-0,2 g keçiboyunuza zankı

-0,7 g gliserol,

-72,7 g su kullanılmıştır.

Üretim sonunda üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşılammış; yapının yumuşak olduğu, kalıptan çıkarırken dağılabildiği ve bunun yanında tadının biraz fazla olduğu görülmüştür (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. A formülasyonu denemesi (70 °Bx)

4.1.1.8. B formülasyonu (70 °Bx)

100 g formülasyon için,

-24,4 g bal (20 g şekerle eş değer)

-5 g jelatin

-0,2 g keçiboyunuza zımkı

-1,75 g gliserol

-68,65 g su kullanılmıştır.

Formülasyonda kullanılan bileşenler belirlenen miktarlarda tartılmış daha sonra karıştırılmış ve pişirme işlemine başlanmıştır. 70 brikse ulaşıldığında karışım kalıba dökülmüştür. Ardından kalıba dökülen karışım, 1 gün boyunca + 4 °C’de bekletilmıştir. Süre sonunda kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşılmış; yapının çok iyi bunun yanında tadının da iyi olduğu görülmüştür (şekil 4.9).



şekil 4.9. B formülasyonu denemesi (70 °Bx)

4.1.1.9. C formülasyonu (70 °Bx)

100 g formülasyon için,

-24,4 g bal (20 g şekerle eş değer),

-7 g jelatin

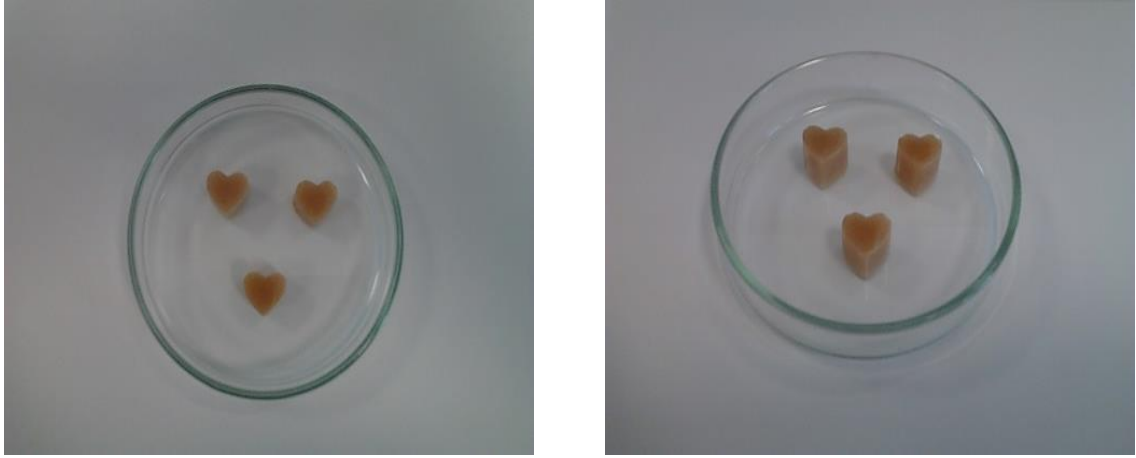
-0,2 g keçiboyunuza zımkı

-2,45 g gliserol

-65,95 g su kullanılmıştır.

Bu denemede istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşılmış; yapının çok iyi fakat

biraz sert bunun yanında tadının da biraz az olduğu görülmüştür (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. C formülasyonu denemesi (70 °Bx)

Deneme üretimleri değerlendirildiğinde, bal içeren şekerli yumuşak şeker için en iyi formülasyon 70 briks derecede:

100 g formülasyon için,

-24,4 g bal (20 g şekerle eş değer)

-5 g jelatin

-0,2 g keçiyoynuzu zımkı

-1,75 g gliserol

-68,65 g su

(70 briks derecesinde B formülasyonu) olarak belirlenmiştir. Şeker yerine, formülasyonda belirtilen şeker miktarına eş değer olacak şekilde elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu ve vişne konsantreleri kullanılarak aynı formülasyona göre elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler üretilmiştir. Elmalı, siyah üzümlü ve keçiyoynuzulu yumuşak şekerler hem yapı hem de tat bakımından istenilen özelliklere uygun bulunurken, vişneli yumuşak şeker ise yapı bakımından iyi fakat; tadı açısından biraz asitli bulunmuştur. Bunun üzerine vişneli yumuşak şeker için briks değeri ve diğer bileşenler (jelatin, keçiyoynuzu zımkı, gliserol) sabit kalmak şartıyla 2 farklı şeker miktarında tekrar deneme yapılmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Vişneli yumuşak şekerde ait deneme deseni

Briks Derecesi (°Bx)	Deneme Grupları	
	A (g/ 100 g)	B (g/ 100 g)
70	15,5 g vişne konsantresi (10 g şekerde eş değer)	23,26 g vişne konsantresi (15 g şekerde eş değer)
	10 g şeker	5 g şeker
	5 g jelatin	5 g jelatin
	0,2 g keçiyoynuzu zımkı	0,2 g keçiyoynuzu zımkı
	1,75 g gliserol	1,75 g gliserol
	67,55 g su	64,79 g su

A formülasyonu denemesinde; üretimde kullanılmış olan vişne konsantresi, 10 g şekerde eş değer miktarda olacak şekilde 64,5 briks derecesinde vişne konsantresinden alınmıştır. Ayrıca bu yumuşak şekerdeki şeker miktarını, formülasyonda belirlenen şeker miktarına denkleştirmek için 10 g kristal toz şeker ilave edilmiştir.

100 g formülasyon için,

-15,5 g vişne konsantresi (10 g şekerde eş değer)

-10 g kristal toz şeker

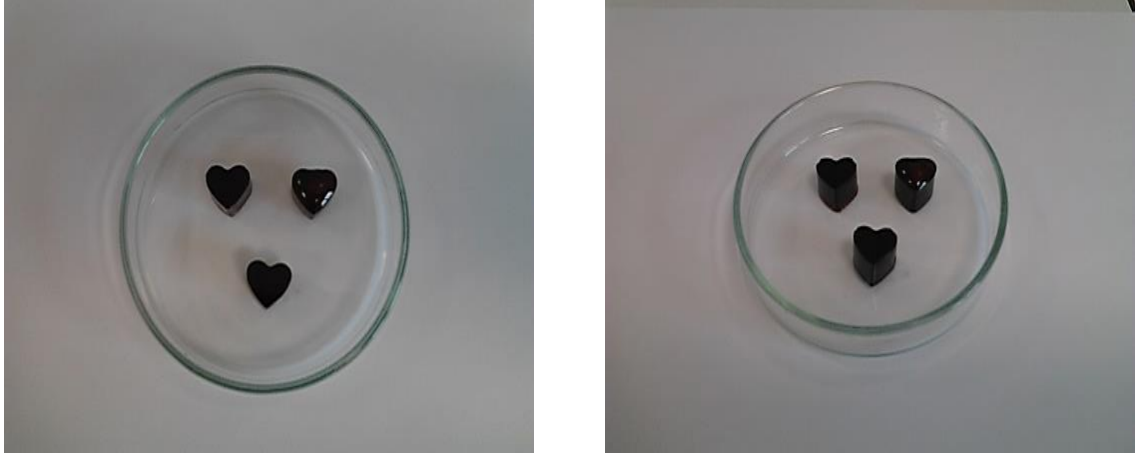
-5 g jelatin

-0,2 g keçiyoynuzu zımkı

-1,75 g gliserol

-67,55 g su kullanılmıştır.

Formülasyonda kullanılan bileşenler belirlenen miktarlarda tartılmış daha sonra karıştırılmış ve pişirilmiştir. Karışımın suda çözünen kuru madde değeri 70 brikse ulaştığında karışım kalıba dökülmüş ve 1 gün boyunca + 4 °C’de bekletilmiştir. Daha sonra kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşılmış; yapışkan bir ürün elde edilmesine rağmen tadının iyi olduğu düşünülmüştür (Şekil 4.11).

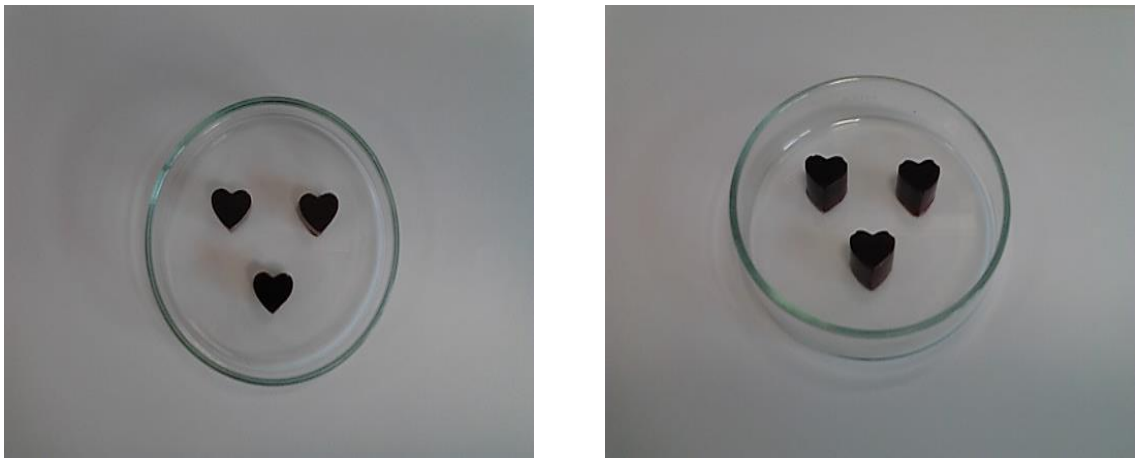


Şekil 4.11. Vişneli yumuşak şeker için A formülasyonu denemesi

B formülasyonu denemesinde 100 g formülasyon için,

- 23,26 g vişne konsantresi (15 g şeker e  değer)
- 5 g kristal toz şeker
- 5 g jelatin
- 0,2 g keçiboynuzu zankı
- 1,75 g gliserol
- 64,79 g su kullanılmıştır.

Formülasyonda kullanılan bileşenler belirlenen miktarlarda tartılmış daha sonra karıştırılmış ve önceki bölümde anlatıldığı gibi karışım kalıba dökülmüştür. 1 gün boyunca + 4  C’de bekletilm ş ve sonuç olarak kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşılmış ve tadının çok az asitli fakat kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür ( ekil 4.12).



Şekil 4.12. Vişneli yumuşak şeker için B formülasyonu denemesi

Deneme deseni üretimleri değerlendirildiğinde, vişneli yumuşak şeker için en iyi formülasyon:

100 g formülasyon için,

-23,26 g vişne konsantresi (15 g şeker eş değeri)

-5 g kristal toz şeker

-5 g jelatin

-0,2 g keçiyoynuzu zımkı

-1,75 g gliserol

-64,79 g su

(70 briks derecesinde B formülasyonu) olarak belirlenmiştir.

4.2. Stevia ekstraktı+şekerli Yumuşak Şeker Üretimi İçin Yapılan Formülasyon Denemeleri

Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin formülasyon denemelerine geçmeden önce tezin “3.2.1. Ekstraksiyon ve ultrafiltrasyon işlemleri” kısmında açıklandığı üzere stevia bitkisinin ekstraksiyonu yapılmıştır. Deneme üretimlerinde kullanılan konsantre edilmiş stevia ekstraktının tatlılığı, yapılan duyusal analizlerde % 20’lik şeker şurubuna eş değeri olarak belirlenmiş ve formülasyonlara buna göre ilave edilmiştir. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şeker üretimi için 1, 2, 3, 4 ve 5. denemelerde % 50 şeker+% 50 şeker eş değeri stevia ekstraktı kullanılırken; 6, 7 ve 8. denemelerde % 60 şeker+% 40 şeker eş değeri stevia ekstraktı kullanılmıştır.

Önceki bölümde olduğu gibi formülasyonda kullanılan bileşenler belirlenen miktarlarda tartılmış daha sonra karıştırılmış ve pişirme işlemine başlanmıştır. 1-4. denemelerde 35 briks; 5-8. Denemelerde ise 45 briks ulaşıldığında karışım kalıba dökülmüştür. Ardından kalıba dökülen karışım, 1 gün boyunca + 4 °C’de bekletilmiştir.

1.Deneme: 100 g formülasyon için,

-10 g şeker

-50 g stevia ekstraktı (10 g şeker eş değeri)

-5 g jelatin

-0,2 g keçiyoynuzu zımkı

-34,8 g su kullanılmıştır.

Süre sonunda kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşılamamış ancak tadının iyi olduğu görülmüştür.

2.Deneme: 100 g formülasyon için,

- 10 g şeker
- 50 g stevia ekstraktı (10 g şekere eş değer)
- 5 g jelatin
- 0,2 g keçiyoynuzu zankı
- 0,8 g CMC (Karboksimetilselüloz)
- 34 g su kullanılmıştır.

Bu denemede istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşamamış ancak tadının iyi olduğu görülmüştür.

3.Deneme: 100 g formülasyon için,

- 10 g şeker
- 50 g stevia ekstraktı (10 g şekere eş değer)
- 5 g jelatin
- 0,2 g keçiyoynuzu zankı
- 3 g maltodekstrin
- 31,8 g su kullanılmıştır.

Bu denemede de beklenen yumuşak şeker yapısına yine ulaşamamış ancak tadının iyi olduğu görülmüştür.

4.Deneme: 100 g formülasyon için,

- 10 g şeker
- 50 g stevia ekstraktı (10 g şekere eş değer)
- 5 g jelatin
- 0,2 g keçiyoynuzu zankı
- 6 g maltodekstrin
- 28,8 g su kullanılmıştır.

Burada da kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına yine ulaşamamış fakat tadının iyi olduğu düşünülmüştür.

5.Deneme: 100 g formülasyon için,

-10 g şeker

-50 g stevia ekstraktı (10 g şekere eş değer)

-5 g jelatin

-0,2 g keçiboynuzu zımkı

-6 g maltodekstrin

-28,8 g su kullanılmıştır.

Burada da arzu edilen yumuşak şeker yapısına yine ulaşılamamış ancak önceki formülasyondaki gibi uygun tatta olduğu görölmüştür.

6.Deneme: 100 g formülasyon için,

-12 g şeker

-40 g stevia ekstraktı (8 g şekere eş değer)

-5 g jelatin

-0,2 g keçiboynuzu zımkı

-6 g maltodekstrin

-36,8 g su kullanılmıştır.

6. deneme sonunda da istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşılamamış ancak iyi bir tat yakaladığı düşünölmüştür (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. 6. denemeye ait stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şeker

7.Deneme: 100 g formülasyon için,

-12 g şeker

-40 g stevia ekstraktı (8 g şekere eş değer)

-5 g jelatin

-1 g keçiboynuzu zamkı

-6 g maltodekstrin

-36 g su kullanılmıştır.

Bu denemede ise yumuşak şeker yapısına yaklaşılmış ve tadının iyi olduğu görülmüştür (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. 7. denemeye ait stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şeker

8.Deneme: 100 g formülasyon için,

-12 g şeker

-40 g stevia ekstraktı (8 g şekere eş değer)

-5 g jelatin

-1 g keçiboynuzu zamkı

-6 g maltodekstrin

-1 g pektin

-35 g su kullanılmıştır.

Bu formülasyonda da iyi bir tada ulaşılmasına rağmen yumuşak şeker yapısının uygun olmadığı düşünülmüştür.

Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şeker üretimi için yapılan ön denemelerde en iyi sonuç 7. denemede alınmıştır. Bu denemeye göre 45 briks derecesinde ve iki farklı jelatin oranında olacak şekilde deneme deseni oluşturulmuştur (Çizelge 4.3). Ayrıca formülasyona plastikleştirici ve parlatici özelliğinden dolayı, protein (jelatin) miktarının % 35'i kadar da gliserol ilave edilmiştir.

Çizelge 4.3. Stevia ekstraktı+şekerli yumuşak şekerle ait denemeler

Briks Derecesi (°Bx)	Deneme Grupları	
	A (g/ 100 g)	B (g/ 100 g)
45	12 g şeker 40 g stevia ekstraktı (8 g şekerle eş değer) 7,5 g jelatin 1 g keçiyoynuzu zımkı 6 g maltodekstrin 2,6 g gliserol 30,9 g su	12 g şeker 40 g stevia ekstraktı (8 g şekerle eş değer) 10 g jelatin 1 g keçiyoynuzu zımkı 6 g maltodekstrin 3,5 g gliserol 27,5 g su

Bu deneme grupları öncelikle, bal içeren stevia ekstraktı+şekerli yumuşak şeker üzerinde denenmiştir. Fakat; formülasyonlarda bulunan şeker yerine, buradaki şekerle eş değeri miktarda olacak şekilde bal kullanılmıştır.

4.2.1. Deneme planına göre üretilen, bal içeren stevia ekstraktı+şekerli yumuşak şekerler

Üretimde, 12 g şekerle eş değeri miktarda olacak şekilde 82 brikslik baldan yeterli miktarda alınmıştır.

4.2.1.1. A formülasyonu (45 °Bx)

100 g formülasyon için,

-14,6 g bal (12 g şekerle eş değeri)

-40 g stevia ekstraktı (8 g şekerle eş değeri)

-7,5 g jelatin

-1 g keçiyoynuzu zımkı

- 6 g maltodekstrin
- 2,6 g gliserol
- 28,3 g su kullanılmıştır.

Çizelge 4.3'te belirtilen formülasyonlarda kullanılan bileşenler belirlenen miktarlarda tartılmış daha sonra karıştırılmış ve pişirme işlemine başlanmıştır. 45 brikse ulaşıldığında karışım kalıba dökülmüştür. Ardından kalıba dökülen karışım, 1 gün boyunca + 4 °C'de bekletilmiştir. Süre sonunda kalıplardan çıkarılan üründe istenilen yumuşak şeker yapısına biraz daha yaklaşılmış ve tadının iyi olduğu görülmüştür (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. A formülasyonu denemesi (45 °Bx)

4.2.1.2. B formülasyonu (45 °Bx)

- 100 g formülasyon için,
- 14,6 g bal (12 g şeker eş değeri)
 - 40 g stevia ekstraktı (8 g şeker eş değeri)
 - 10 g jelatin
 - 1 g keçiyoynuzu zıvkı
 - 6 g maltodekstrin
 - 3,5 g gliserol
 - 24,9 g su kullanılmıştır.

Bu denemede istenilen yumuşak şeker yapısına ulaşılmış ve tadının iyi olduğu görülmüştür (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. B formülasyonu denemesi (45 °Bx)

Deneme deseni üretimleri değerlendirildiğinde, bal içeren stevia ekstraktı+şekerli yumuşak şeker için en iyi formülasyon:

100 g formülasyon için,

-14,6 g bal (12 g şekerle eş değer)

-40 g stevia ekstraktı (8 g şekerle eş değer)

-10 g jelatin

-1 g keçiboynuzu zamkı

-6 g maltodekstrin

-3,5 g gliserol

-24,9 g su

(45 briks derecede B formülasyonu) olarak belirlenmiştir. Şeker yerine, formülasyonda belirtilen şeker miktarına eş değer olacak şekilde elma, siyah üzüm, keçiboynuzu ve vişne konsantreleri kullanılarak aynı formülasyona göre stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler üretilmiştir. Stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler hem yapı hem de tat bakımından istenilen özelliklere uygun bulunmuştur.

4.3. Stevia ekstraktı+sorbitollü Yumuşak Şeker Üretimi İçin Yapılan Formülasyon Denemeleri

Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şeker üretiminde;

100 g formülasyon için,

-12 g şeker

-40 g stevia ekstraktı (8 g şeker eş değeri)

-10 g jelatin

-1 g keçiyoynuzu zımkı

-6 g maltodekstrin

-3,5 g gliserol

-27,5 g su

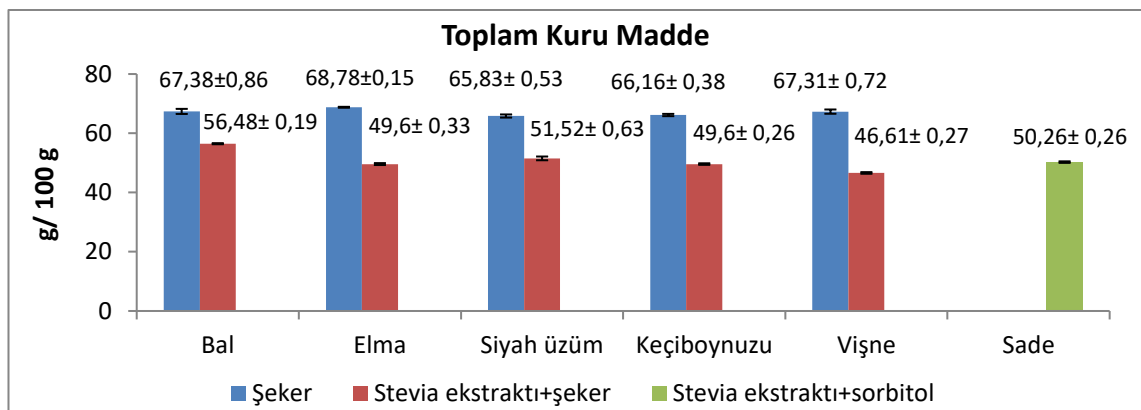
olacak şekilde stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şeker üretiminde belirlenen en iyi formülasyon kullanılmış ve aynı yöntemle hazırlanmıştır. Üretimde şeker yerine, formülasyonda belirlenen şeker miktarına eş değeri olacak şekilde sorbitol kullanılmış ve elde edilen ürün hem tat hem de yapı bakımından istenilen özelliklere uygun bulunmuştur.

4.4. Analiz Sonuçları

4.4.1. Toplam kuru madde analizi sonuçları

Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şekerin toplam kuru madde içerikleri Şekil 4.17’de gösterilmiştir.

Kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerde en yüksek toplam kuru madde içeriğine sahip örnek % 68,78 oranla elmalı yumuşak şekerken, en düşük toplam kuru madde içeriğine sahip olanın ise % 65,83 oranla siyah üzümlü yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde en yüksek toplam kuru madde içeriğine sahip olan % 56,48 oranla ballı yumuşak şekerken, en düşük toplam kuru madde içeriğine sahip olanın ise % 46,61 oranla vişneli yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde miktarı ise % 50,26 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.17. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde (TKM) içerikleri

Her ürün kendisi içinde kıyaslanacak biçimde Şekil 4.17 incelendiğinde kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin toplam kuru madde miktarlarının hem stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin toplam kuru madde miktarından hem de stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde miktarından daha fazla olduğu görülmektedir. Böyle bir sonuca ulaşılmasının temel nedeni ise kontrol grubu örneklerinde % 20 şeker eş değeri elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılırken, stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde % 12 şeker eşdeğeri elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılmış olması ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren yumuşak şekerde % 12 şeker eşdeğeri sorbitol kullanılmış olması olarak görülmektedir.

Lago-Vanzela vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada sükraloz, sakkarin, siklamat ve asesülfam-K gibi tatlandırıcılar kullanılarak yumuşak java eriği (*Jambolan*, *Syzygium cumini* Lamarck) jölesi hazırlanmıştır. Siklamat+sakkarin, sükraloz+sakkarin, asesülfam-K+siklamat+sakkarin ve asesülfam-K+sükraloz içeren java eriği jölelerinin toplam kuru madde miktarları sırasıyla % 52,17, % 52,14, % 52,28 ve % 52,21 olarak tespit edilmiştir.

Riedel vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada tatlandırıcı olarak polidekstroz, oligofruktoz, sükraloz ve eritritol kullanılarak enerjisi düşürülmüş muz ve elma jöleleri üretilmiştir. Elde edilen ürünler belli bir süre depolanmış ve depolama sonunda, sakkaroz+sükraloz+polidekstroz+oligofruktoz içeren şeker içeriği azaltılmış muzlu jöle ile polidekstroz+oligofruktoz+sükraloz+eritritol içeren şekerli elmalı jölenin kuru madde içeriklerinin sırasıyla % 72,40 ve % 74,11 olarak bulunduğuna bildirilmiştir.

Prakash ve Priya (2016) tarafından yapılan bir çalışmada fruktoz oligo sakkarit kullanılarak şeker içeriği azaltılmış yaban mersinli (*Vaccinium corymbosum*) jöle şekerleme üretilmiştir. Duyusal açıdan en çok beğenilen % 18 fruktoz oligo sakkarit+ % 10 yaban mersini pulpu içeren jöle şekerlemenin toplam kuru madde miktarı % 82,27 olarak rapor edilmiştir.

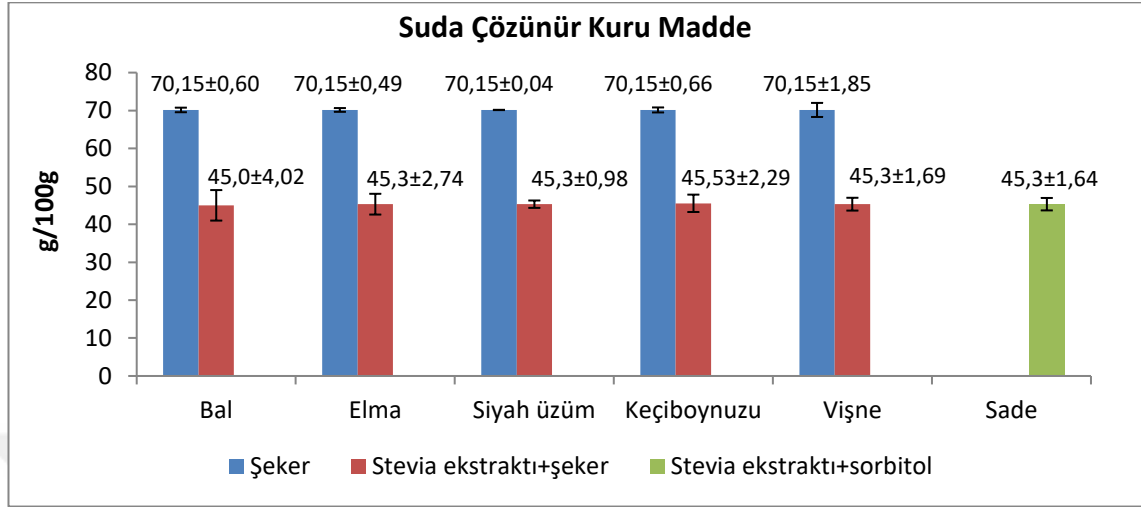
Literatüre bakıldığında zaman farklı tatlandırıcılar kullanılarak elde edilen düşük enerjili ürünlerin toplam kuru madde içeriklerinin % 52,14 ile % 82,27 arasında değiştiği görülmektedir. Bu tez çalışmasında ise stevia ekstraktı+şeker ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren enerjisi düşürülmüş ürünlerin toplam kuru madde içerikleri % 46,61 ile % 56,48 arasında değişmektedir. Bu sonuç, üretimlerde kullanılan bileşenlerin nitelik ve nicelik bakımından farklı özelliklere sahip olmasıyla ilişkilendirilmektedir.

4.4.2. Suda çözünür kuru madde analizi sonuçları

Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şekerin suda çözünür kuru madde içerikleri Şekil 4.18’de gösterilmiştir.

Kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin suda çözünür kuru madde miktarları 70,15 g/100 g, stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve

vişneli yumuşak şekerlerin suda çözünür kuru madde miktarları 45,00 g/100 g ile 45,53 g/100 g arasında ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin suda çözünür kuru madde miktarı ise 45,30 g/100 g olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.18. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin suda çözünür kuru madde içerikleri

Her ürün kendi içinde kıyaslanacak biçimde Şekil 4.18 incelendiğinde kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerin suda çözünür kuru madde miktarlarının hem stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin suda çözünür kuru madde miktarından hem de stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin suda çözünür kuru madde miktarından daha fazla olduğu görülmektedir. Böyle bir sonuca ulaşılmasının temel nedeni ise kontrol grubu örneklerinde % 20 şekerle eşdeğer elma, siyah üzüm, keçiboynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılırken, stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde % 12 şekerle eş değer elma, siyah üzüm, keçiboynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılması ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren yumuşak şekerde % 12 şekerle eş değer sorbitol kullanılmasıdır.

Curi vd. (2017) tarafından yapılan, farklı şeker tiplerinin jöle üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; beyaz rafine şeker, beyaz kristal şeker, esmer şeker, kahverengi şeker ve Hindistan cevizi şekeri kullanılmış olup her birini ayrı ayrı içerecek şekilde altın çilek (*Physalis* L) meyvesinin jölesi hazırlanmıştır. Beyaz rafine şeker, beyaz kristal şeker, esmer şeker, kahverengi şeker ve Hindistan cevizi şekeri kullanılarak üretilen jölelerin suda çözünür kuru madde değerleri sırasıyla % 76,67, % 66,00, % 63,33, % 86,33 ve % 66,33 olarak tespit edilmiştir.

Rubio-Arreaz vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada farklı tatlandırıcıların jöle üzerindeki etkisini incelemek amacıyla narenciye suyu içeren jöle hazırlanmıştır. Üretimlerde şeker olarak sakkaroz; düşük enerjili tatlandırıcı olarak da izomaltoz, oligofruktoz ve tagatoz kullanılmıştır. Elde edilen ürünler belli bir süre depolanmış olup depolama sonunda; % 100 tagatoz içeren jölenin briks değeri % 22,8, % 50 tagatoz ve % 50 izomaltoz içeren jölenin briks değeri % 20,7, % 100 izomaltoz içeren jölenin briks değeri % 21,21, % 100 oligofruktoz içeren jölenin briks değeri % 22,56, % 50

izomaltöz ve % 50 oligofruktoz içeren jölenin briks değeri ise % 21,30 olarak bildirilmiştir.

Day (1962) tarafından yapılan bir çalışmada farklı tatlandırıcılar kullanılarak üretilen jöle ile sakkaroz kullanılarak üretilen jöle karşılaştırılmıştır. Sorbitol, sodyum sakkarin ve kalsiyum siklamat ile tatlandırılan jölelerde elma, vişne, üzüm ve siyah ahududu gibi meyve suları kullanılarak düşük enerjili meyveli jöleler elde edilmiştir. % 0,2 kalsiyum siklamat, % 0,3 sodyum siklamat kullanılarak üretilen elmalı, vişneli, üzümlü ve siyah ahududulu jölelerin suda çözünür kuru madde içerikleri sırasıyla % 21,0, % 18,0 % 19,0 ve % 18,0 olarak saptanmıştır.

Lago-Vanzela vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada sükröz, sakkarin, siklamat ve asesülfam-K gibi tatlandırıcılar kullanılarak yumuşak java eriği (*Jambolan*, *Syzygium cumini* Lamarck) jölesi hazırlanmıştır. Siklamat+sakkarin, sükröz+sakkarin, asesülfam-K+siklamat+sakkarin ve asesülfam-K+sükröz içeren java eriği jölelerinin suda çözünür kuru madde değerlerinin sırasıyla % 51,0, % 52,0, % 55,5 ve % 50,0 olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Prakash ve Priya (2016) tarafından yapılan bir çalışmada fruktoz oligo sakkarit kullanılarak şeker içeriği azaltılmış yaban mersinli (*Vaccinium corymbosum*) jöle şekerleme üretilmiştir. Duyusal açıdan en çok beğenilen % 18 fruktoz oligo sakkarit+ % 10 yaban mersini pulpu içeren jöle şekerlemenin suda çözünür kuru madde içeriği % 78,1 olarak tespit edilmiştir.

Granada vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada düşük kalorili bir tatlandırıcı olan sükröz kullanılarak enerjisi azaltılmış yumuşak ananas jölesi üretilmiştir. Belirlenen en iyi formülasyona göre elde edilen yumuşak ananas jölesinin suda çözünür kuru madde miktarının % 46,20 olarak bulunduğu rapor edilmiştir.

Mota (2007) tarafından yapılan bir çalışmada aspartam, siklamat, sakkarin ve steviosid gibi tatlandırıcılar kullanılarak böğürtlen jölesi hazırlanmıştır. Aspartam ve steviosid tatlandırıcıları kullanılarak üretilen böğürtlen jölelerinin suda çözünür kuru madde içeriklerinin sırasıyla % 22,59 ve % 19,17 olarak bulunduğu bildirilmiştir.

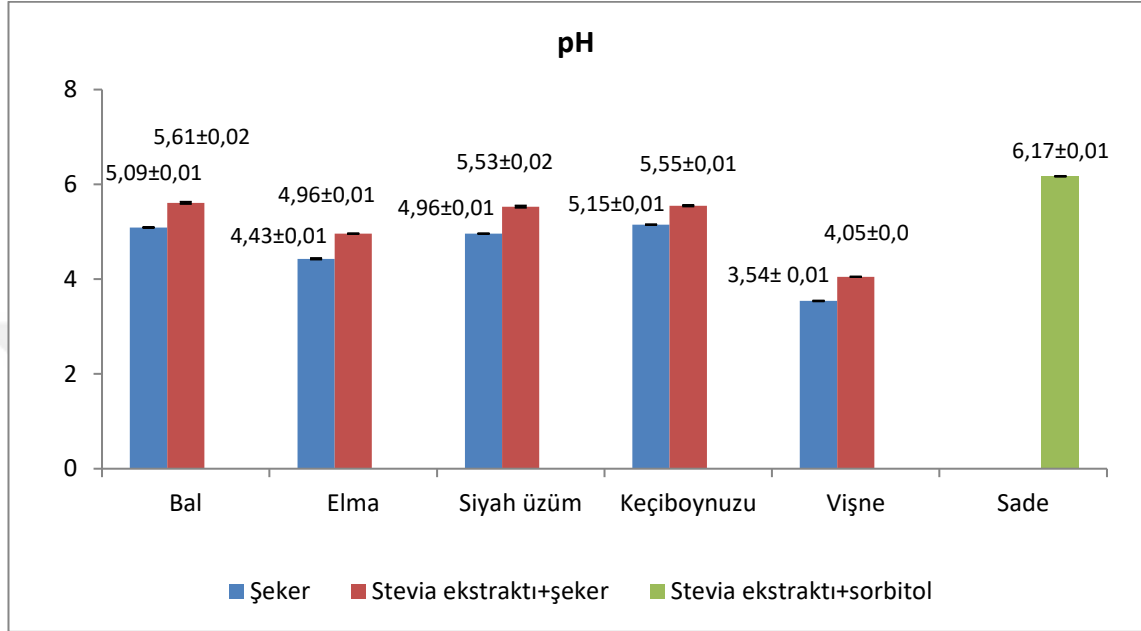
Literatür incelendiğinde farklı tatlandırıcılar kullanılarak elde edilen düşük enerjili ürünlerin suda çözünür kuru madde miktarlarının –üretimlerde kullanılan bileşenlere ve üretim yöntemlerine bağlı olmak üzere- % 18,00 ile % 86,33 gibi geniş bir aralıkta olduğu görülmektedir. Bu tez çalışmasında ise stevia ekstraktı+şeker ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren enerjisi azaltılmış ürünlerin suda çözünür kuru madde miktarları % 45,00 ile % 45,53 arasında değişmiştir. Dolayısıyla farklı araştırmacılar tarafından yapılmış çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu görülmektedir.

4.4.3. pH tayini sonuçları

Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şekerin pH değerleri Şekil 4.19'da gösterilmiştir.

Kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerde en yüksek pH

değerine sahip olan 5,15 değeriyle keçiboynuzulu yumuşak şekerken, en düşük pH değerine sahip olanın ise 3,54 değeriyle vişneli yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde en yüksek pH değerine sahip olan 5,61 değeriyle ballı yumuşak şekerken, en düşük pH değerine sahip olanın ise 4,05 değeriyle vişneli yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin pH değeri ise 6,17 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.19. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin pH değerleri

Her ürün kendi içinde kıyaslanacak biçimde Şekil 4.19 incelendiğinde kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin pH değerlerinin hem stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin pH değerlerinden hem de stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin pH değerinden daha düşük olduğu görülmektedir.

Curi vd. (2017) beyaz rafine şeker, beyaz kristal şeker, esmer şeker, kahverengi şeker ve Hindistan cevizi şekeri kullanılarak üretilen jölelerin pH değerlerinin sırasıyla 3,20, 3,43, 3,23, 4,03 ve 4,07 olduğunu bildirmiştir. Rubio-Arreaz vd. (2016) ise % 100 tagatoz içeren jölenin pH değerini 3,64, % 50 tagatoz ve % 50 izomaltoz içeren jölenin pH değerini 3,54, % 100 izomaltoz içeren jölenin pH değerini 3,59, % 100 oligofruktoz içeren jölenin pH değerini 3,59, % 50 izomaltoz ve % 50 oligofruktoz içeren jölenin pH değerini 3,52 olarak tespit etmiştir.

Day (1962) tarafından yapılan çalışmada ise, % 0,2 kalsiyum siklamat, % 0,3 sodyum siklamat kullanılarak üretilen elmalı, vişneli, üzümlü ve siyah ahududulu jölelerin pH değerlerinin sırasıyla 4,20, 4,20, 4,20 ve 4,40 olarak bulunduğu rapor edilmiştir. Lago-Vanzela vd. (2011) yaptıkları çalışmada siklamat+sakkarin, sükraloz+sakkarin, asesülfam-K+siklamat+sakkarin ve asesülfam-K+sükraloz içeren

java eriği jölelerinin pH değerlerini ise sırasıyla 3,70, 3,70, 3,72 ve 3,68 olarak tespit etmişlerdir.

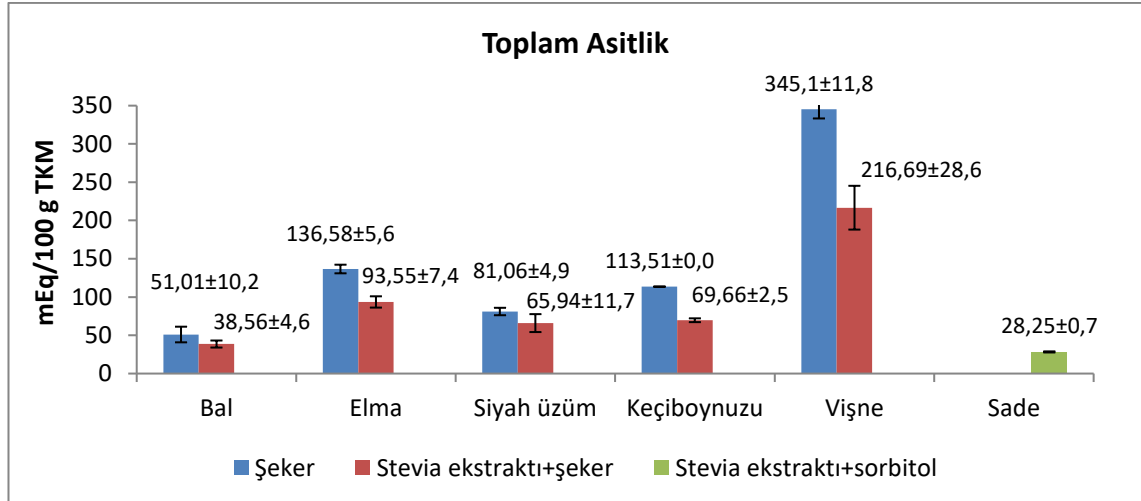
Riedel vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada tatlandırıcı olarak polidekstroz, oligofruktoz, sukraloz ve eritritol kullanılarak enerjisi düşürülmüş muz ve elma jöleleri üretilmiştir. Elde edilen ürünler belli bir süre depolanmış ve depolama sonunda, sakkaroz+sükraloz+polidekstroz+oligofruktoz içeren şeker içeriği azaltılmış muzlu jöle ile polidekstroz+oligofruktoz+sükraloz+eritritol içeren şekerless elmalı jölenin pH değerlerinin sırasıyla 2,91 ve 3,48 olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Prakash ve Priya (2016) ise % 18 fruktoz oligo sakkarit+ % 10 yaban mersini pulpu içeren jöle şekerlemenin pH değerini 3,29 olarak saptamışlardır. Granada vd. (2005) de sükraloz ile enerjisi azaltılan yumuşak ananas jölesinin pH değerini 3,56 olarak belirlemişlerdir. Mota (2007) ise böğürtlen jölelerinde pH değerlerinin sırasıyla 3,37 ve 3,33 olduğunu bildirmiştir.

Literatür bulgularıyla karşılaştırıldığında elde edilen ürünlerin pH değerlerinin kısmen yüksek ve asitliğinin düşük olduğu görülmektedir. Bu sonucun, üretimlerde meyve konsantreleri kullanıldığı için sitrik asit ilave edilmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.4.4. Toplam asitlik tayini sonuçları

Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şekerin toplam asitlik miktarları Şekil 4.20'de gösterilmiştir.

Kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerde toplam kuru madde üzerinden en yüksek toplam asitliğe sahip olan 345,10 mili ekivalen gram/100 g (mEq/100 g) miktarla vişneli yumuşak şekerken, en düşük toplam asitliğe sahip olanın ise 51,01 mEq/100 g miktarla ballı yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde toplam kuru madde üzerinden en yüksek toplam asitliğe sahip olan 216,69 mEq/100 g miktarla vişneli yumuşak şekerken, en düşük toplam asitliğe sahip olanın ise 38,56 mEq/100 g miktarla ballı yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam asitlik içeriği ise, toplam kuru madde üzerinden 28,25 mEq/100 g olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.20. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden toplam asitlik içerikleri

Şekil 4.20 incelendiğinde kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin toplam asitlik miktarlarının hem stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin toplam asitlik miktarlarından hem de stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam asitlik miktarından daha fazla olduğu görülmektedir.

Curi vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada; beyaz rafine şeker, beyaz kristal şeker, esmer şeker, kahverengi şeker ve Hindistan cevizi şekeri kullanılarak üretilen jölelerin toplam asitlikleri sırasıyla % 0,13, % 0,09, % 0,11, % 0,13 ve % 0,09 olarak bulunmuştur. Lago-Vanzela vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise Siklamat+sakkarin, sükraloze+sakkarin, asesülfam-K+siklamat+sakkarin ve asesülfam-K+sükraloze içeren java eriği jölelerinin sitrik asit cinsinden toplam asitlikleri sırasıyla % 1,09, % 0,98, % 1,02 ve % 0,99 olarak tespit edilmiştir. Prakash ve Priya (2016) tarafından yapılan başka bir çalışmada da % 18 fruktoz oligo sakkarit+ % 10 yaban mersini pulpu içeren jöle şekerlemenin toplam asitliğinin % 0,527 olarak bulunduğu rapor edilmiştir. Granada vd. (2005) ise ürettikleri yumuşak ananas jölesinin sitrik asit cinsinden toplam asitliğinin % 0,95 olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Mota (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da aspartam ve steviosid tatlandırıcıları kullanılarak üretilen böğürtlen jölelerinin sitrik asit cinsinden toplam asitliklerinin sırasıyla % 2,32 ve % 2,34 olduğu belirtilmiştir.

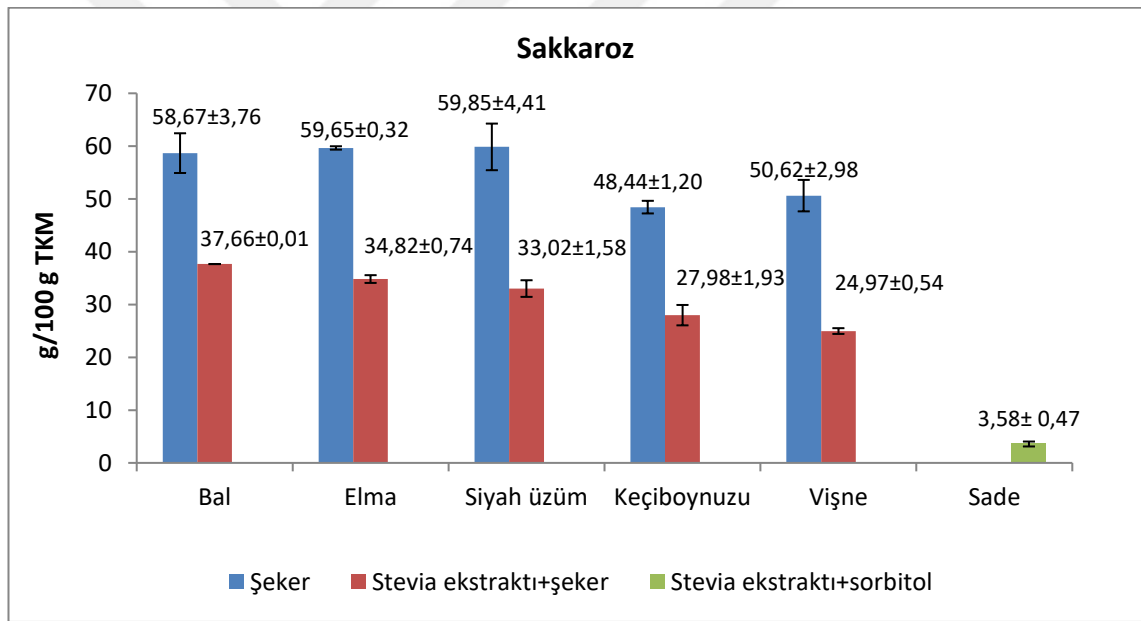
Literatürde bildirilen değerlere göre bu çalışmada elde edilen toplam asitlik değerlerinin uyumlu olmadığı görülmektedir. Daha önce de vurgulandığı gibi örneklerde sitrik asit ilavesi yapılmadığı için bu durumun ortaya çıktığı düşünülmektedir.

4.4.5. DNSA yöntemi ile şeker analizi sonuçları

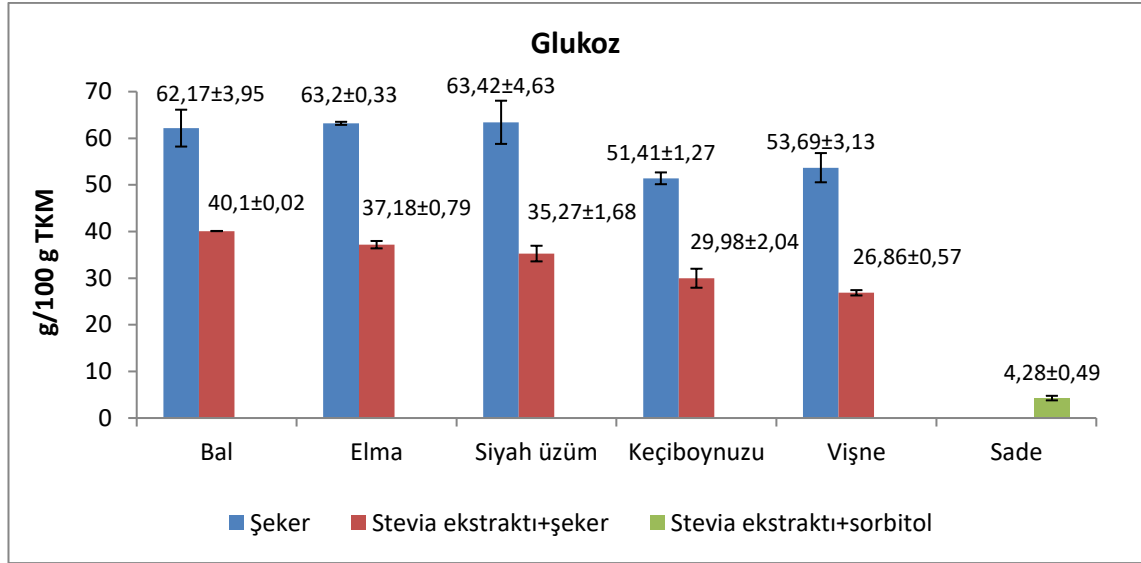
Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak

şekerin sakkaroz, glukoz ve fruktoz cinsinden toplam indirgen şeker içerikleri Şekil 4.21, Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'te gösterilmiştir.

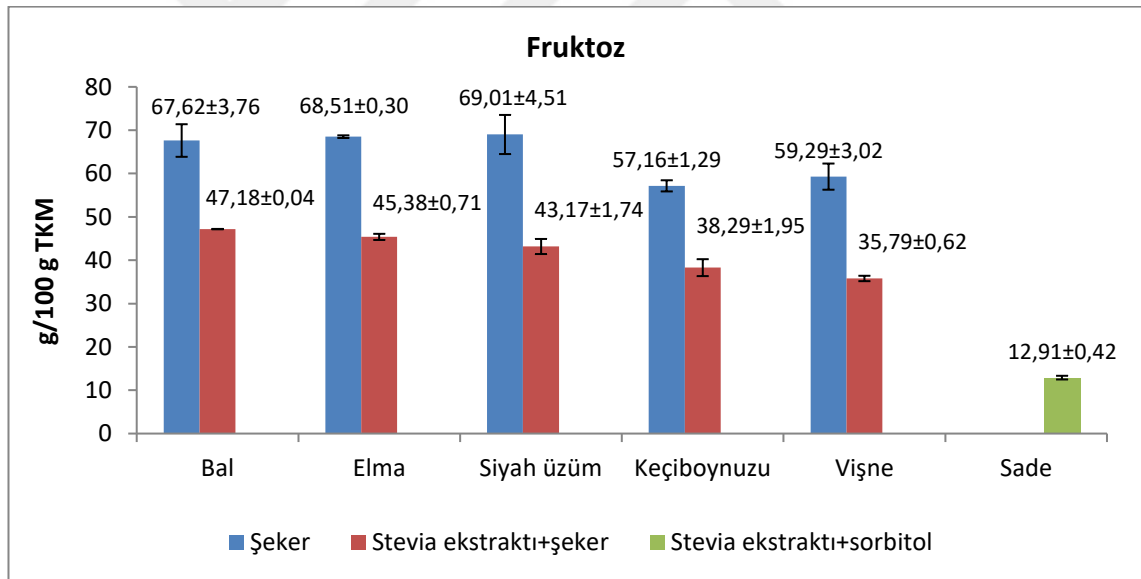
Kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin glukoz cinsinden toplam indirgen şeker miktarları, toplam kuru madde üzerinden sırasıyla % 62,17, % 63,20, % 63,42, % 51,41 ve % 53,69 olarak tespit edilmiştir. Glukoz cinsinden en yüksek toplam indirgen şeker içeriğine sahip olan % 63,42 oranla siyah üzümlü yumuşak şekerken, glukoz cinsinden en düşük toplam indirgen şeker içeriğine sahip olanın ise % 51,41 oranla keçiboynuzulu yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin glukoz cinsinden toplam indirgen şeker miktarları, toplam kuru madde üzerinden sırasıyla % 40,10, % 37,18, % 35,27, % 29,98 ve % 26,86 olarak bulunmuştur. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde glukoz cinsinden en yüksek toplam indirgen şeker içeriğine sahip olan % 40,10 oranla ballı yumuşak şekerken, glukoz cinsinden en düşük toplam indirgen şeker içeriğine sahip olanın ise % 26,86 oranla vişneli yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin glukoz cinsinden toplam indirgen şeker miktarı ise, toplam kuru madde üzerinden % 4,28 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden sakkaroz cinsinden toplam indirgen şeker içerikleri



Şekil 4.22. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden glukoz cinsinden toplam indirgen şeker içerikleri



Şekil 4.23. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden fruktoz cinsinden toplam indirgen şeker içerikleri

Kontrol grubu örneklerinde; % 20 şeker e eş değ er elma, siyah üzüm, keçiboynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılırken, stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde % 12 şeker e eş değ er elma, siyah üzüm, keçiboynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılması ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren yumuşak şekerde % 12 şeker e eş değ er sorbitol kullanılması nedeniyle stevia ekstraktı ilave edilen örneklere göre indirgen şeker miktarları daha yüksek tespit edilmiştir. Ayrıca stevia

ekstraktı+sorbitol içeren şekerli yumuşak şekerde sakkaroz, glukoz ve fruktoz cinsinden toplam indirgen şeker olduğu görülmektedir. Bu sonuç örneklerin hidrolizi sırasında steviol glikozitlerin parçalanmasıyla ilişkilendirilmektedir.

Lago-Vanzela vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada sükraloz, sakkarin, siklamat ve asesülfam-K gibi tatlandırıcılar kullanılarak yumuşak java eriği (jambolan, *Syzygium cumini* Lamarck) jölesi hazırlanmıştır. Siklamat+sakkarin, sükraloz+sakkarin, asesülfam-K+siklamat+sakkarin ve asesülfam-K+sükraloz içeren java eriği jölelerinin indirgen şeker (glukoz) miktarları sırasıyla % 17,0, % 14,0, % 15,0 ve % 17,0 olarak tespit edilmiştir. Granada vd. (2005) tarafından yapılan başka bir çalışmada is düşük kalorili bir tatlandırıcı olan sükraloz kullanılarak enerjisi azaltılmış yumuşak ananas jölesi üretilmiştir. Belirlenen en iyi formülasyona göre elde edilen yumuşak ananas jölesinin indirgen şeker (glukoz) içeriğinin % 14,90 olarak bulunduğu rapor edilmiştir.

İlgili literatür incelendiğinde farklı tatlandırıcılar kullanılarak üretilen düşük enerjili ürünlerin glukoz cinsinden toplam indirgen şeker miktarlarının % 14,0 ile % 17,0 arasında değiştiği görülmektedir. Bu tez çalışmasında ise stevia ekstraktı+şeker ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren ürünlerin glukoz cinsinden toplam indirgen şeker miktarları % 2,15 ile % 22,65 arasında değişmektedir. Literatürle karşılaştırıldığında, elde edilen sonuçların yapılan çalışmalarda bulunan sonuçlarla uyum içinde olduğu görülmektedir. Bu sonuç, üretilen ürün gruplarının bir kısmında hiç şeker kullanılmaması ve bir kısmında da belirlenmiş miktarlarda şeker kullanılmasıyla ilişkilendirilmektedir.

4.4.6. HPLC ile şeker analizi sonuçları

Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şekerin sakkaroz, glukoz, fruktoz ve sorbitol miktarları Çizelge 4.4'te verilmiş ve toplam şeker içerikleri Şekil 4.24'te gösterilmiştir.

Şeker içeren yumuşak şekerlerde toplam kuru madde üzerinden en yüksek toplam şeker içeriğine sahip olan % 85,62 oranla vişneli yumuşak şekerken, en düşük toplam şeker içeriğine sahip olanın ise % 55,37 oranla keçiboynuzulu yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde toplam kuru madde üzerinden en yüksek toplam şeker içeriğine sahip olan % 47,73 oranla elmalı yumuşak şekerken, en düşük toplam şeker içeriğine sahip olanın ise % 30,80 oranla keçiboynuzulu yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam şeker içeriği ise, toplam kuru madde üzerinden % 0 olarak tespit edilmiş ve sorbitol içeriği de toplam kuru madde üzerinden % 27,02 olarak bulunmuştur.

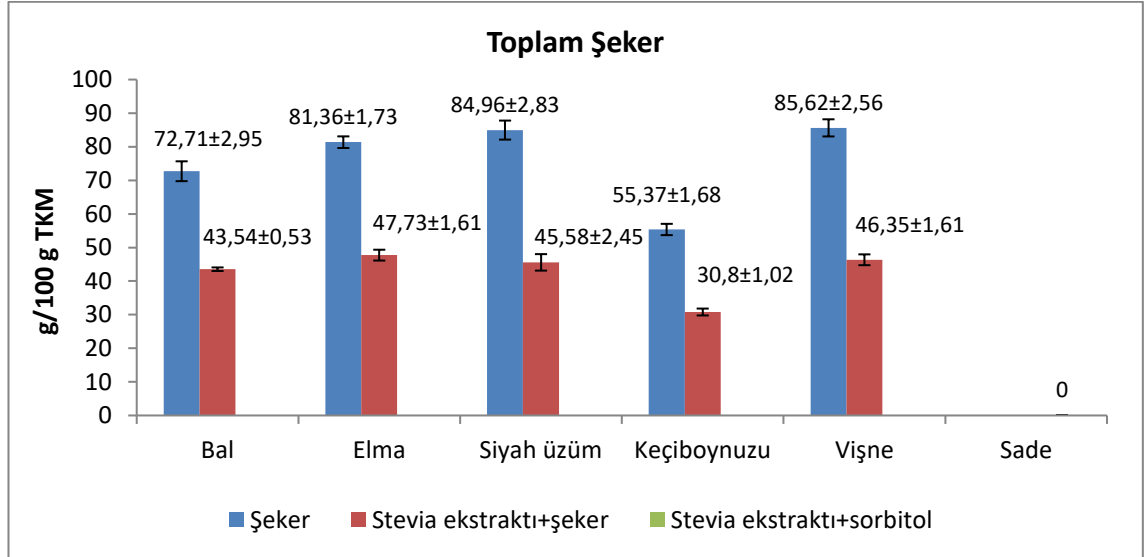
Çizelge 4.4. Yumuşak şekerlerin HPLC ile belirlenen şeker miktarları¹ (TE: Tespit Edilmedi)

Şekerli Yumuşak Şekerler		Ballı	Elmalı	Siyah üzümlü	Keçiboynuzulu	Vişneli
Sakkaroz	g/ 100 g	TE	6,68±0,12	TE	10,55±0,07	9,95±0,10
	g/ 100 g kuru madde	TE	9,71±0,18	TE	15,95±0,18	14,78±0,29
Glukoz	g/ 100 g	17,90±0,35	8,97±0,19	18,75±0,21	10,15±0,10	13,13±0,16
	g/ 100 g kuru madde	26,57±0,68	13,04±0,30	28,48±0,44	15,34±0,16	19,51±0,38
Fruktoz	g/ 100 g	31,09±1,34	40,31±1,45	37,18±1,60	15,93±1,06	34,55±1,10
	g/ 100 g kuru madde	46,14±2,28	58,61±2,03	56,48±2,59	24,08±1,58	51,33±2,02
Toplam	g/ 100 g	48,99±1,68	55,96±1,26	55,93±1,69	36,63±1,12	57,63±1,25
	g/ 100 g kuru madde	72,71±2,95	81,36±1,73	84,96±2,83	55,37±1,68	85,62±2,56
Stevia ekstraktı+şekerli Yumuşak Şekerler		Ballı	Elmalı	Siyah üzümlü	Keçiboynuzulu	Vişneli
Sakkaroz	g/ 100 g	TE	4,10±0,17	TE	5,05±0,03	0,81±0,10
	g/ 100 g kuru madde	TE	8,27±0,32	TE	10,18±0,09	1,74±0,21
Glukoz	g/ 100 g	11,57±0,05	3,73±0,22	7,88±0,23	4,00±0,17	5,82±0,05
	g/ 100 g kuru madde	20,49±0,15	7,52±0,40	15,30±0,37	8,06±0,37	12,49±0,12
Fruktoz	g/ 100 g	13,02±0,36	15,84±0,68	15,60±1,30	6,23±0,54	14,97±0,78
	g/ 100 g kuru madde	23,05±0,59	31,94±1,26	30,28±2,77	12,56±1,07	32,12±1,63
Toplam	g/ 100 g	24,59±0,33	23,67±0,90	23,48±1,08	15,28±0,52	21,60±0,79
	g/ 100 g kuru madde	43,54±0,53	47,73±1,61	45,58±2,45	30,80±1,02	46,35±1,61

¹ (Devamı Arkada)

Çizelge 4.4'ün devamı

Stevia ekstraktı+sorbitollü Yumuşak Şeker		Sade (aromasız)
Sakkaroz	g/ 100 g	TE
	g/ 100 g kuru madde	TE
Glukoz	g/ 100 g	TE
	g/ 100 g kuru madde	TE
Fruktoz	g/ 100 g	TE
	g/ 100 g kuru madde	TE
Sorbitol	g/ 100 g	13,58±0,42
	g/ 100 g kuru madde	27,02±0,88
Toplam	g/ 100 g	13,58±0,42
	g/ 100 g kuru madde	27,02±0,88



Şekil 4.24. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden toplam şeker (sakkaroz+glukoz+fruktoz) içerikleri

Kontrol grubu örneklerinde % 20 şeker eşdeğer elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılırken, stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde % 12 şeker eşdeğer elma, siyah üzüm, keçiyoynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılması ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren yumuşak şekerde % 12 şeker eşdeğer sorbitol kullanılmıştır. Dolayısıyla kontrol grubu örneklerinin toplam şeker miktarları daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca stevia ekstraktı+sorbitol içeren (şekersiz) sade yumuşak şekerde de toplam şekerin sıfır olduğu görülmektedir.

Aranda-Gonzalez vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada *Stevia rebaudiana* B. ekstraktı kullanılarak enerjisi azaltılmış sakızlı şeker elde edilmiştir. Bunun için şeker % 20, % 40, % 60, % 80 ve % 100 olacak şekilde azaltılmıştır. Ayrıca kontrol grubu olarak da % 100 şeker içeren sakızlı şeker üretilmiştir. Üretim sonucu; kontrol grubunun, şeker içeriği % 40 azaltılmış ürünün ve şeker içeriği % 60 azaltılmış ürünün toplam şeker içeriklerinin sırasıyla % 37,53, % 26,50 ve % 19,38 olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Lago-Vanzela vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada sükraloz, sakkarin, siklamat ve asesülfam-K gibi tatlandırıcılar kullanılarak yumuşak java eriği (jambolan, *Syzygium cumini* Lamarck) jölesi hazırlanmıştır. Siklamat+sakkarin, sükraloz+sakkarin, asesülfam-K+siklamat+sakkarin ve asesülfam-K+sükraloz içeren java eriği jölelerinin toplam şeker (glukoz) miktarları sırasıyla % 37,0, % 37,0, % 32,0 ve % 36,0; sakkaroz miktarları sırasıyla % 19,0, % 21,0, % 17,0 ve % 19,0 olarak tespit edilmiştir.

Granada vd. (2005) tarafından üretilen ananas jölesinde belirlenen en iyi formülasyonda toplam şeker (glukoz) % 39,74; sakkaroz % 24,02 olarak saptanmıştır.

Önceki çalışmalar incelendiğinde farklı tatlandırıcılar kullanılarak elde edilen düşük enerjili ürünlerin toplam şeker oranının % 19,38 ile % 39,74 arasında değiştiği görülmektedir. Bu çalışmada ise stevia ekstraktı+şeker ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren enerjisi azaltılmış ürünlerin toplam şeker oranı % 0,0 ile % 24,59 arasında değişmektedir. Buradan, şeker içeriğinin dolayısıyla enerjinin önceki çalışmalara kıyasla daha da düşürüldüğü görülmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalarda üretilen enerjisi azaltılmış ürünlerin sakkaroz miktarları % 17,0 ile % 24,02 arasında değişirken; bu çalışmada elde edilen enerjisi azaltılmış ürünlerin sakkaroz miktarları % 0,0 ile % 5,05 arasında değişmektedir.

4.4.7. HPLC ile steviosit ve rebaudiosit A analizi sonuçları

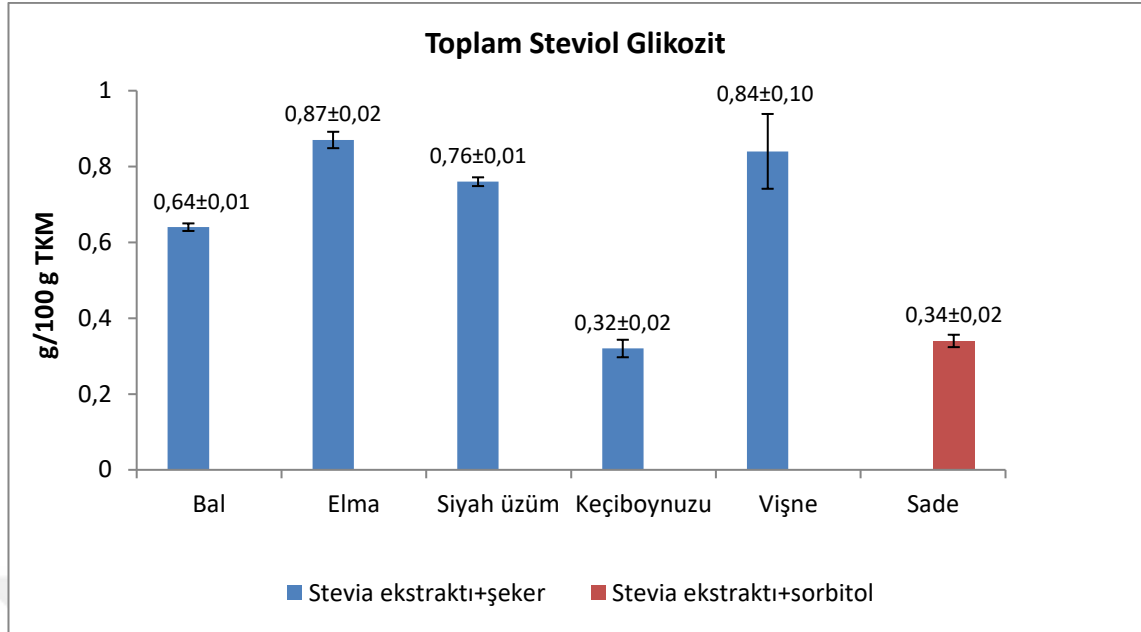
Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şekerin steviosit ve rebaudiosit A (reb A) miktarları Çizelge 4.5'te verilmiş ve toplam steviol glikozit (steviosit+rebaudiosit A) içerikleri Şekil 4.25'te gösterilmiştir.

Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin toplam steviol glikozit miktarları, toplam kuru madde üzerinden sırasıyla % 0,64, % 0,87, % 0,76, % 0,32 ve % 0,84 olarak tespit edilmiştir. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde en yüksek toplam steviol glikozit içeriğine sahip olan % 0,87 oranla elmalı yumuşak şekerken, en düşük toplam steviol glikozit içeriğine sahip olanın ise % 0,32 oranla keçiyoynuzulu yumuşak şeker olduğu

görülmektedir. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam steviol glikozit içeriği ise, toplam kuru madde üzerinden % 0,34 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Stevia ekstraktı içeren yumuşak şekerlerin HPLC ile belirlenen steviosit ve rebaudiosit A (reb A) miktarları

Stevia ekstraktı+şekerli Yumuşak Şekerler		Ballı	Elmalı	Siyah üzümlü	Keçiboynuzulu	Vişneli
Steviosit	g/ 100 g	0,05±0,00	0,04±0,01	0,04±0,00	0,03±0,00	0,04±0,01
	g/ 100 g kuru madde	0,09±0,01	0,08±0,02	0,08±0,01	0,06±0,01	0,09±0,01
Reb A	g/ 100 g	0,31±0,00	0,39±0,01	0,35±0,01	0,13±0,01	0,35±0,04
	g/ 100 g kuru madde	0,55±0,00	0,79±0,02	0,68±0,01	0,26±0,01	0,75±0,09
Toplam	g/ 100 g	0,36±0,00	0,43±0,01	0,39±0,01	0,16±0,01	0,39±0,05
	g/ 100 g kuru madde	0,64±0,01	0,87±0,02	0,76±0,01	0,32±0,02	0,84±0,10
Stevia ekstraktı+sorbitollü Yumuşak Şeker		Sade (aromasız)				
Steviosit	g/ 100 g	0,10±0,00				
	g/ 100 g kuru madde	0,20±0,01				
Reb A	g/ 100 g	0,07±0,00				
	g/ 100 g kuru madde	0,14±0,01				
Toplam	g/ 100 g	0,17±0,01				
	g/ 100 g kuru madde	0,34±0,02				



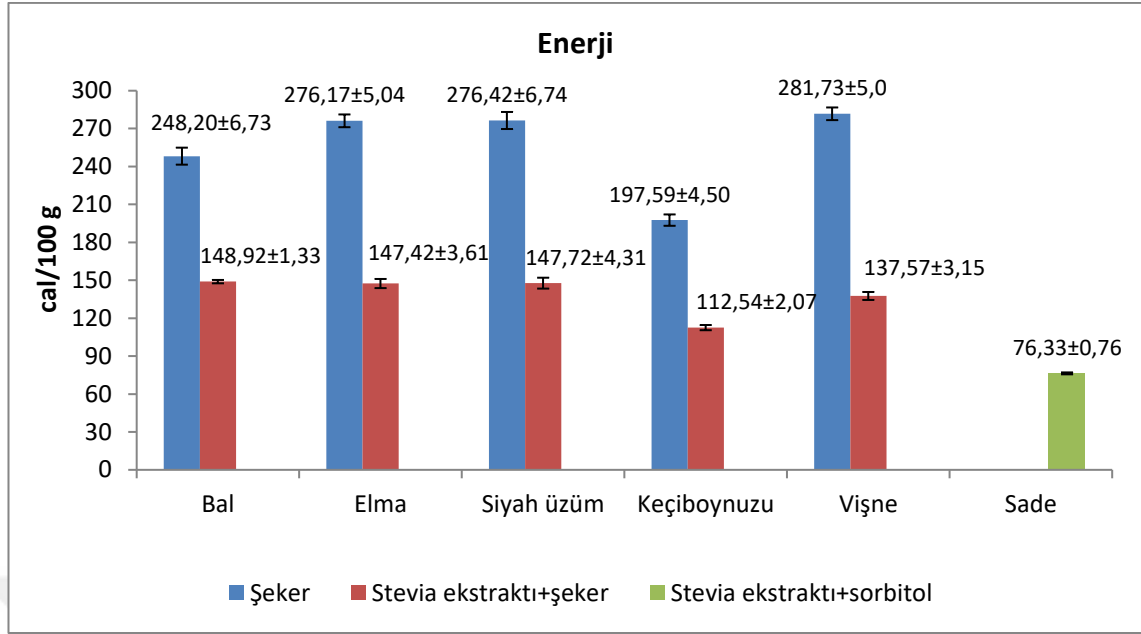
Şekil 4.25. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam kuru madde üzerinden toplam steviol glikozit (steviosit+rebaudiosit A) içerikleri

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.25 incelendiğinde stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin toplam steviol glikozit miktarlarının birbirlerinden farklı olduğu ancak; elmalı ve vişneli yumuşak şekerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Başlangıçta her yumuşak şeker ilave edilen stevia ekstraktı miktarı eşit olmasına rağmen sonucun farklı miktarlarda bulunmasının; ısının etkisiyle veya ısıdan bağımsız olarak steviol glikozitlerin, yumuşak şeker formülasyonunda bulunan bileşenlerle farklı şekillerde etkileşime girmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.4.8. Enerji değeri hesaplamaları

Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şekerin enerji değerleri Şekil 4.26'da gösterilmiştir.

Kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerde en yüksek enerji değerine sahip olan 281,73 cal/ 100 g miktarla vişneli yumuşak şekerken, en düşük enerji değerine sahip olanın ise 197,59 cal/ 100 g miktarla keçiboynuzulu yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde en yüksek enerji içeriğine sahip olan 148,92 cal/ 100 g miktarla ballı yumuşak şekerken, en düşük enerji içeriğine sahip olanın ise 112,54 cal/ 100 g miktarla keçiboynuzulu yumuşak şeker olduğu görülmektedir. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin 100 g üzerinden enerji değeri ise 76,33 cal olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.26. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin enerji değerleri

Şekil 4.26 incelendiğinde kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerin enerji değerlerinin hem stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin enerji değerlerinden hem de stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin enerji değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonucun kontrol grubu örneklerinde % 20 şeker eşdeğer elma, siyah üzüm, keçiboynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılırken, stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerde % 12 şeker eşdeğer elma, siyah üzüm, keçiboynuzu, vişne konsantreleri ve bal kullanılması ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren yumuşak şekerde % 12 şeker eşdeğer sorbitol kullanılmasından kaynaklandığı görülmektedir.

Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin kontrol grubuna kıyasla enerji azalımına bakıldığında sırasıyla % 40,0, % 46,62, % 46,56, % 43,04 ve % 51,17 olduğu görülmektedir. Ortalamalar dikkate alındığında stevia ekstraktı+şeker içeren ürünlerin enerjisinin (138,83 cal/ 100 g), şeker içeren kontrol grubuna (256,02 cal/100 g) göre % 45,77 azaltıldığı sonucuna da ulaşılmaktadır. Ayrıca enerjinin daha da azaltılabilmesi amacıyla üretilen stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin enerji değerinin (76,33 cal/100 g), kontrol grubunun enerji değerleri ortalamasına (256,02 cal/100 g) kıyasla % 70,19 azaltıldığı da görülmektedir.

Aranda-Gonzalez vd. (2014) tarafından geliştirilen *Stevia rebaudiana* B. ekstraktı kullanılarak enerjisi azaltılmış sakızlı şekerlerde şeker % 20, % 40, % 60, % 80 ve % 100 olacak şekilde azaltılmıştır. Ayrıca kontrol grubu olarak da % 100 şeker içeren sakızlı şeker üretilmiştir. Üretim sonucu yapılan analizlerde kontrol grubunun, şeker içeriği % 40 azaltılmış ürünün ve şeker içeriği % 60 azaltılmış ürünün enerji değerleri 100 g üzerinden sırasıyla 164.22 cal, 124.84 cal ve 99.41 cal olarak tespit edilmiştir. Buradan, ürünlerdeki enerji azalımının sırasıyla % 23,98 ve % 39,47 olduğu anlaşılmaktadır.

Day (1962) ise sorbitol, sodyum sakarin ve kalsiyum siklamat ile tatlandırılan jölelerde elma, üzüm ve siyah ahududu gibi meyve suları kullanarak düşük enerjili meyveli jöleler elde etmiştir. % 0,2 kalsiyum siklamat, % 0,3 sodyum siklamat kullanılarak üretilen elmalı, üzümlü ve siyah ahududulu jölelerin 500 g jöle başına enerji değerleri sırasıyla 306 cal, 631 cal ve 211 cal olarak hesaplanmıştır. % 65 sakkaroz kullanılarak üretilen elmalı, üzümlü ve siyah ahududulu jölelerin (kontrol grubu) 500 g jöle başına enerji değerlerinin ise sırasıyla 1255 cal, 1405 cal ve 1137 cal olarak bulunduğu rapor edilmiştir. Buradan, ürünlerdeki enerji azalımının sırasıyla % 75,62, % 55,09 ve % 81,44 olduğu görülmektedir.

Lago-vanzela vd. (2011) çalışmalarında sükraloze, sakkarin, siklamat ve asesülfam-K gibi tatlandırıcılar kullanarak hazırladıkları yumuşak java eriği (jambolan, *Syzygium cumini* Lamarck) jölesinde enerji değerlerinin % 41-% 53 aralığında düşürüldüğünü bildirmişlerdir.

Diğer bir araştırmada (Riedel vd. 2015) ise tatlandırıcı olarak polidekstroz, oligofruktoz, sukraloz ve eritritol kullanılarak enerjisi düşürülmüş muz ve elma jöleleri üretilmiştir. Şeker içeren muzlu ve elmalı jölelerin enerji değerlerinin sırasıyla 3231 cal/kg ve 3204 cal/kg olduğu; sakkaroz+sükraloze+polidekstroz+oligofruktoz içeren şeker içeriği azaltılmış muzlu jöle ile polidekstroz+oligofruktoz+sükraloze+eritritol içeren şekersiz elmalı jölenin enerjilerinin ise sırasıyla % 44 ve % 62 düşürüldüğü rapor edilmiştir. Benzer şekilde Granada vd. (2005) tarafından geliştirilen, sükraloze ile enerjisi azaltılmış yumuşak ananas jölesinde kontrol grubu ve belirlenen en iyi formülasyona göre elde edilen yumuşak ananas jölesinin enerji değerlerinin sırasıyla 254 cal/ 100 g ve 161 cal/ 100 g olarak bulunduğu ve ürünün enerjisinin % 36,81 azaltıldığı bildirilmiştir.

Bu tez çalışmasının benzeri olan önceki araştırmalarda –üretimde kullanılan tatlandırıcıların özelliklerine bağlı olmak üzere- elde edilen enerjisi azaltılmış ürünlerde enerji düzeyinin % 36,81 ile % 81,44 gibi geniş bir aralıkta azaltıldığı görülmektedir. Yapılan bu tez çalışmasında ise stevia ekstraktı+şeker ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren ürünlerdeki enerji azalımı % 40 ile % 70,19 arasında değişmektedir. Buradan, elde edilen ürünlerde enerji azalımının düşük seviyelerde olmadığı görülmektedir. Ayrıca üretimlerde kullanılan stevia ekstraktının içerdiği tatlılık bileşenlerinin doğal olması, yapay tatlandırıcılar kullanılarak üretilen ürünlere göre elde edilen ürünlerin daha çok kabul göreceğini düşündürmektedir.

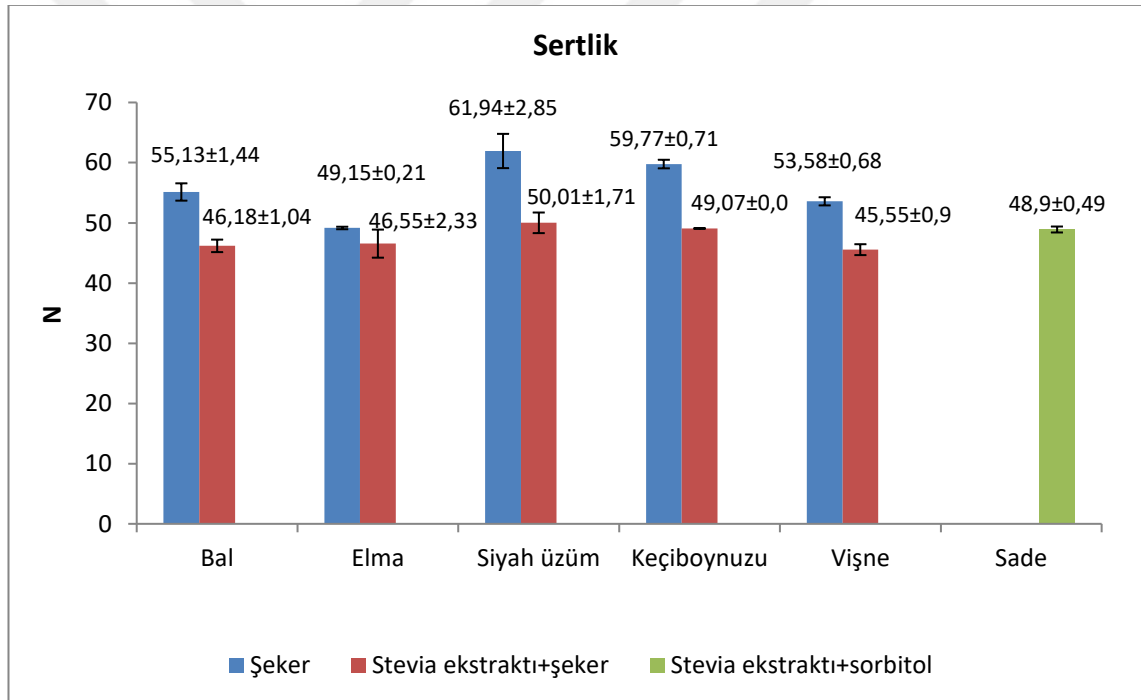
Farklı firmaların piyasada satılan ve şeker içeren benzer ürünleri incelendiğinde; 100 g üzerinden enerji değerlerinin 327 cal, 335 cal, 336 cal ve 375 cal olarak değiştiği görülmektedir. Yaygın marketlerde satışa arz edilen bu ürünlerin ortalama enerji değerleri (343,25 cal/ 100 g) ile bu çalışmadaki stevia ekstraktı+şeker içeren ürünlerin ortalama enerji değerlerini (138,83 cal/ 100 g) ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren ürünün enerji değerini (76,33 cal/ 100 g) karşılaştırdığımızda, elde edilen ürünlerin enerji azalımının sırasıyla yaklaşık olarak % 60 ve % 78 olduğu görülmektedir.

4.4.9. Tekstür analizi sonuçları

Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak

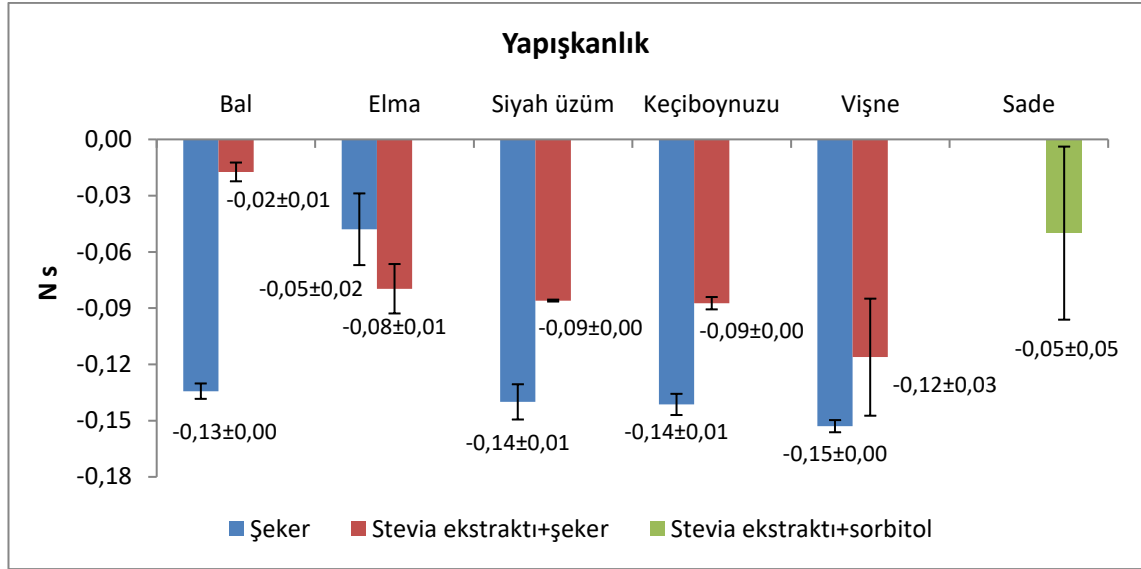
şekerin sertlik, yapışkanlık, esneklik, kohezyon, çiğnenebilirlik ve sıkıştırılabilirlik değerleri sırasıyla Şekil 4.27, Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32’de gösterilmiştir.

Kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerin sertlik değerlerinin 49,15 N ile 61,94 N arasında; yapışkanlık değerlerinin -0,15 N s ile -0,05 N s arasında; esneklik değerlerinin 0,93 ile 1,04 arasında; kohezyon değerlerinin 0,84 ile 0,89 arasında; çiğnenebilirlik değerlerinin 4244,30 N ile 5123,26 N arasında ve sıkıştırılabilirlik değerlerinin ise 0,65 ile 0,76 arasında değiştiği belirlenmiştir. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin sertlik değerlerinin 45,55 N ile 50,01 N arasında; yapışkanlık değerlerinin -0,12 N s ile -0,02 N s arasında; esneklik değerlerinin 0,93 ile 0,95 arasında; kohezyon değerlerinin 0,81 ile 0,84 arasında; çiğnenebilirlik değerlerinin 3496,36 N ile 3948,32 N arasında ve sıkıştırılabilirlik değerlerinin ise 0,66 ile 0,72 arasında değiştiği görülmüştür. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin sertlik değerinin 48,90 N; yapışkanlık değerinin -0,05 N s; esneklik değerinin 0,95; kohezyon değerinin 0,82; çiğnenebilirlik değerinin 3918,82 N ve sıkıştırılabilirlik değerinin ise 0,68 olduğu bulunmuştur.



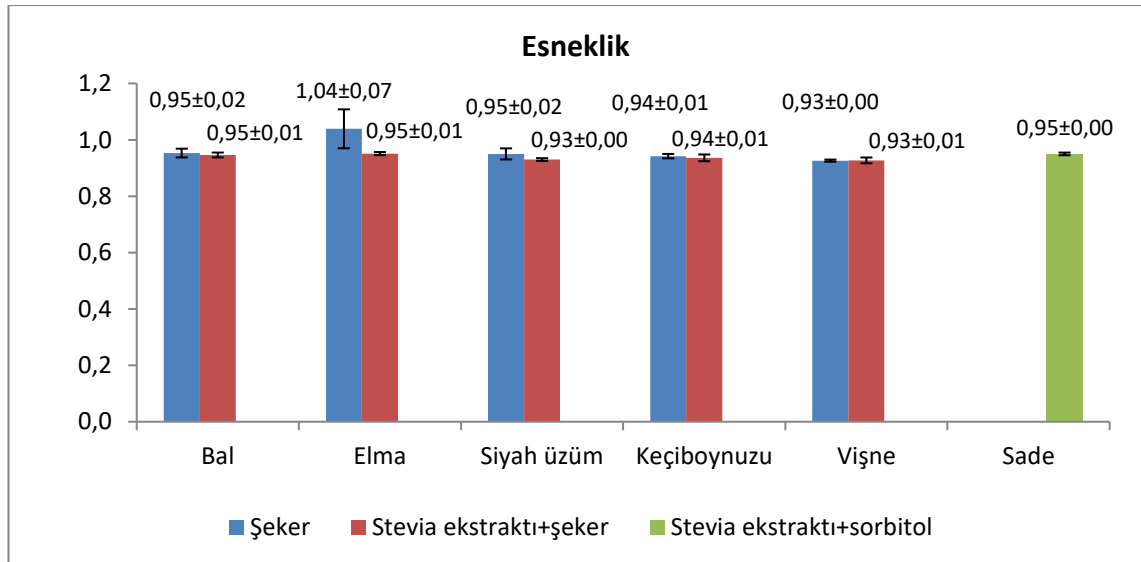
Şekil 4.27. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin sertlik değerleri

Şekil 4.27’de görüldüğü gibi kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerin sertlik değerlerinin hem stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin sertlik değerlerinden hem de stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin sertlik değerinden yüksek olduğu görülmektedir.



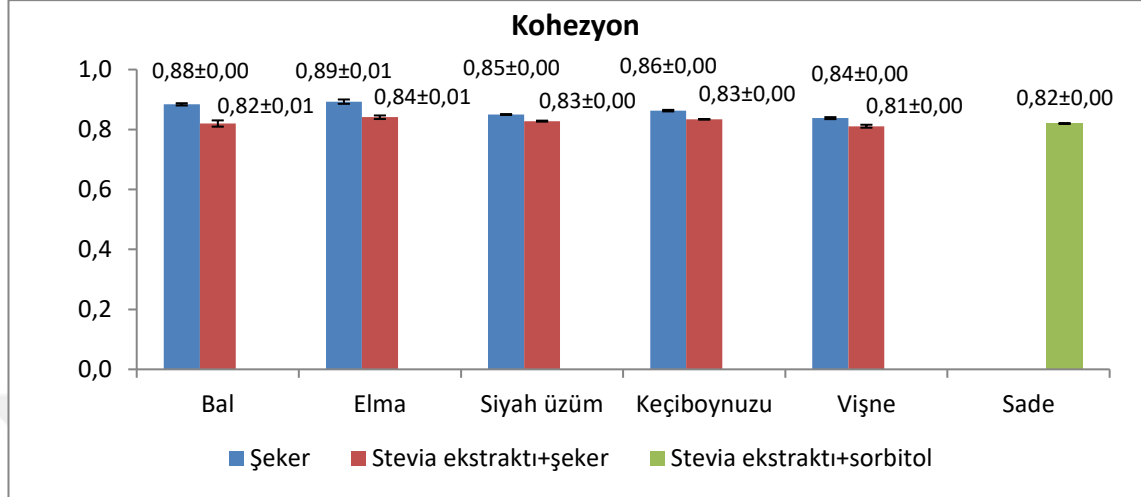
Şekil 4.28. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin yapışkanlık değerleri

Kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerin yapışkanlık değerlerinin hem stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin yapışkanlık değerlerinden hem de stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin yapışkanlık değerinden daha yüksek olduğu görülürken; şeker içeren elmalı ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı ve vişneli yumuşak şekerlerin yapışkanlık değerleri arasında benzerlik olduğu, şeker içeren elmalı yumuşak şekerin yapışkanlık değerinin, stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı yumuşak şekerin yapışkanlık değerinden daha düşük olduğu da görülmektedir.



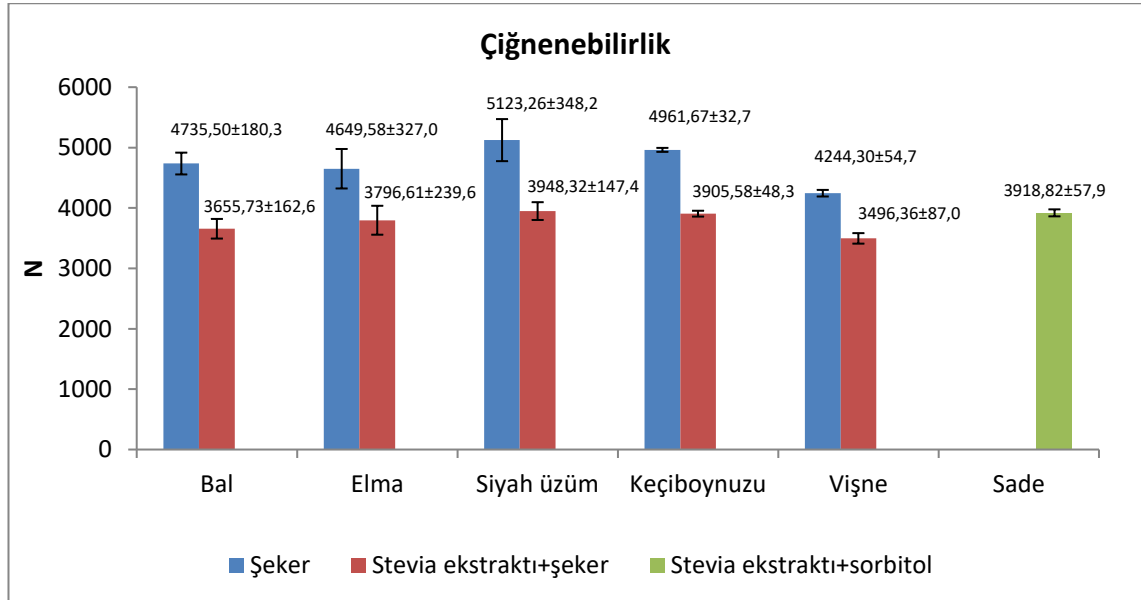
Şekil 4.29. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin esneklik değerleri

Şekil 4.29 incelendiğinde kontrol grubu yumuşak şekerlerin esneklik değerlerinin stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin esneklik değerlerinden ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin esneklik değerinden farklı olmadığı görülmektedir.

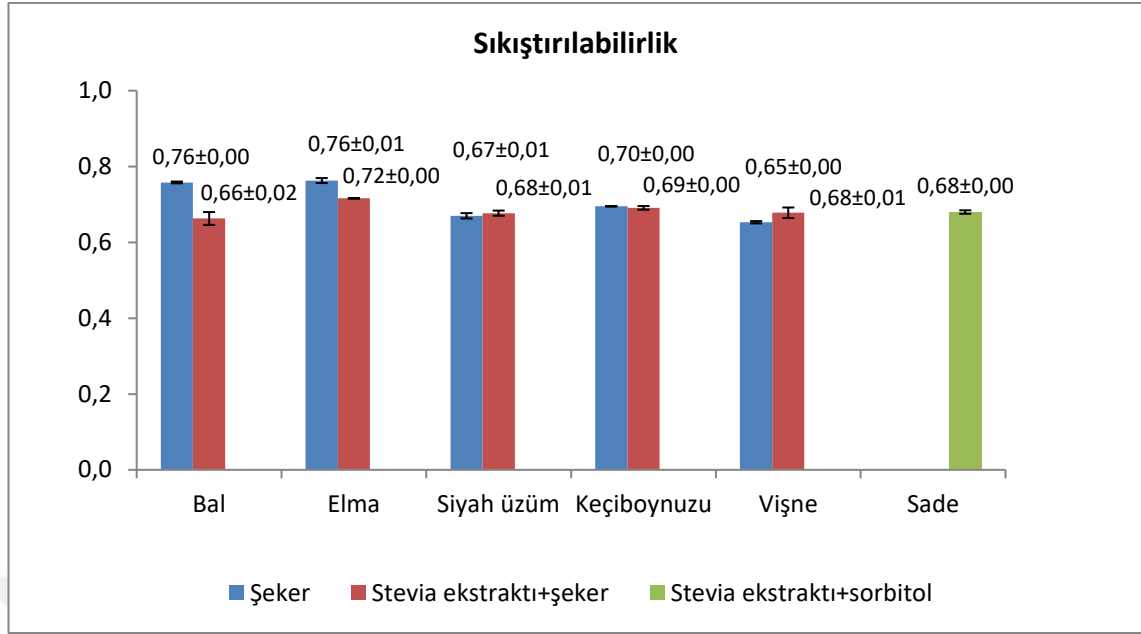


Şekil 4.30. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin kohezyon değerleri

Şekil 4.30'da da görüldüğü gibi kontrol grubu yumuşak şekerlerin kohezyon değerlerinin stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin kohezyon değerleri ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin kohezyon değeri ile benzerlik gösterdiği görülmüştür.



Şekil 4.31. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin çiğnenebilirlik değerleri



Şekil 4.32. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin sıkıştırılabilirlik değerleri

Çiğnenebilirlik açısından stevia ekstraktı katkılı tüm ürünlerin daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür (Şekil 4.31). Ancak sıkıştırılabilirlik açısından örnekler arasında önemli bir fark olmadığı saptanmıştır (Şekil 4.32).

Curi vd. (2017) tarafından yapılan, farklı şeker tiplerinin jöle üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; beyaz rafine şeker, beyaz kristal şeker, esmer şeker, kahverengi şeker ve Hindistan cevizi şekeri kullanılmış olup her birini ayrı ayrı içerecek şekilde altın çilek (*Physalis L*) meyvesinin jölesi hazırlanmıştır. Beyaz rafine şeker, beyaz kristal şeker, esmer şeker, kahverengi şeker ve Hindistan cevizi şekeri kullanılarak üretilen jölelerin sertlik değerleri sırasıyla 0,096 N, 0,057 N, 0,089 N, 0,33 N ve 0,079 N; yapışkanlık değerleri sırasıyla 0,333 N/s, 0,029 N/s, 0,224 N/s, 0,046 N/s ve 0,080 N/s; esneklik değerleri sırasıyla 0,960, 1,587, 0,957, 4,635 ve 2,078; kohezyon değerleri sırasıyla 0,439, 0,574, 0,413, 1,498 ve 0,755; çiğnenebilirlik değerleri ise sırasıyla 0,04, 0,056, 0,036, 2,206 ve 0,155 olarak bulunmuştur.

Khouryieh vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada farklı kıvamlaştırıcılar ve sükraloz kullanılarak şekersiz jöle üretilmiştir. Elde edilen ürünler belli bir gün depolanmış ve depolama sonunda, tekstürel özelliklere bakıldığında keçiboynuzu zıncı içeren şekersiz jölenin esneklik değeri 0,981; kohezyon değeri 0,543 olarak saptanmıştır.

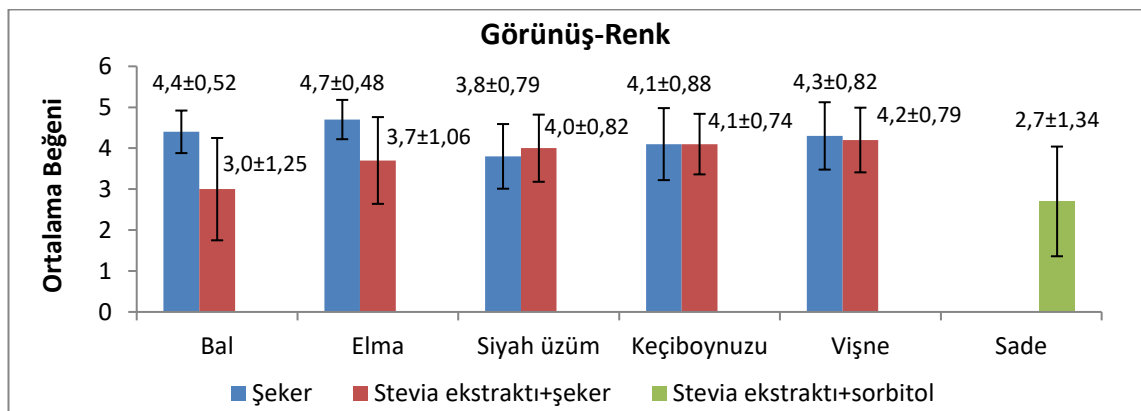
Yukarıda özetlenen önceki çalışmalar incelendiğinde farklı tatlandırıcılar ve şekerler kullanılarak üretilen düşük enerjili ürünlerin sertlik değerlerinin 0,057 N ile 0,33 N arasında, yapışkanlık değerlerinin 0,029 N/s ile 0,333 N/s arasında, esneklik değerlerinin 0,957 ile 4,635 arasında, kohezyon değerlerinin 0,413 ile 1,498 arasında ve çiğnenebilirlik değerlerinin 0,036 ile 2,206 arasında değiştiği görülmektedir. Bu tez çalışmasında ise stevia ekstraktı+şeker ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren düşük enerjili

ürünlerin sertlik değerleri 45,55 N ile 50,01 N arasında, yapışkanlık değerleri -0,12 N s ile -0,02 N s arasında, esneklik değerleri 0,93 ile 0,95 arasında, kohezyon değerleri 0,81 ile 0,84 arasında ve çiğnenebilirlik değerleri 3496,36 N ile 3948,32 N arasında değişmektedir. Elde edilen sonuçlar, önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı özellikler bakımından farklılıklar görülmektedir. Böyle bir sonuca ulaşılması, üretimlerde kullanılan bileşenlerin özellikle de kıvam artırıcı ve plastikleştirici maddelerin hem kimyasal yapılarıyla hem de üretimde kullanılan miktarlarıyla ve ürünlerin üretim yöntemleriyle ilişkilendirilmektedir.

4.4.10. Duyusal analiz sonuçları

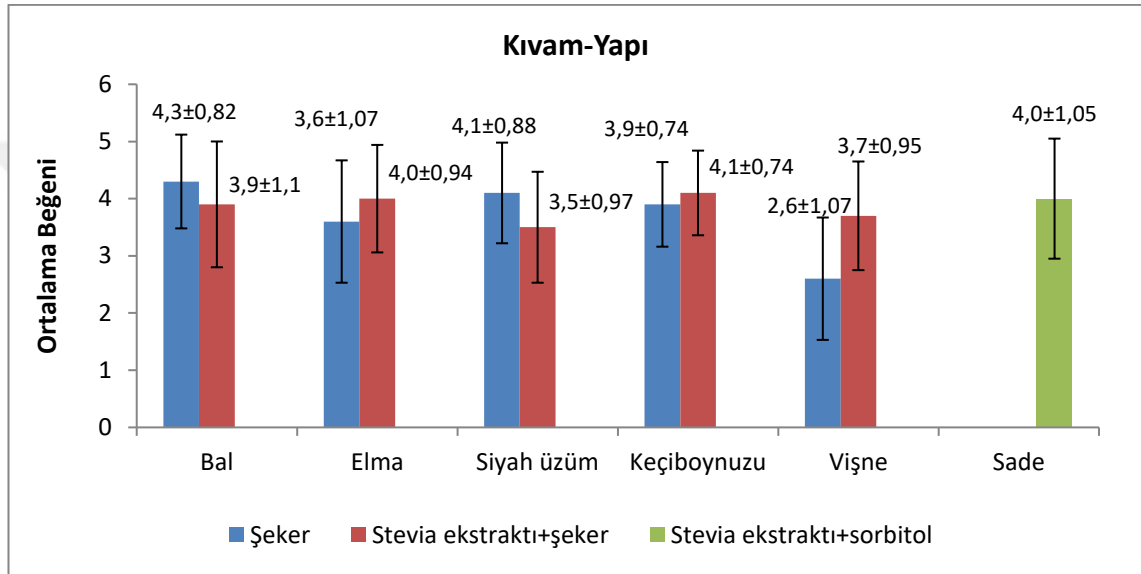
Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şekerin görünüş- renk, kıvam-yapı, aroma-koku, lezzet, ağızda bıraktığı his ve satın alma tercihi değerlendirilmiş olup sonuçlar sırasıyla Şekil 4.33, Şekil 4.34, Şekil 4.35, Şekil 4.36, Şekil 4.37 ve Şekil 4.38’de gösterilmiştir. Yumuşak şekerlerin görünüş- renk, kıvam-yapı, aroma-koku, lezzet ve ağızda bıraktığı his için; 5- çok beğendim, 4- beğendim, 3- orta derecede beğendim, 2- az beğendim ve 1- hiç beğenmedim şeklinde değerlendirme yapılırken; satın alma tercihleri için ise 3- satın alırdım, 2- satın almakta kararsız kalırdım ve 1- satın almazdım şeklindeki tercihlere göre değerlendirme yapılmış olup panelistlerin verdiği cevapların ortalamaları alınarak sonuçlar hesaplanmıştır.

Kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerin görünüş-rengi 3,8 ile 4,7 arasında; kıvam-yapısı 2,6 ile 4,3 arasında; aroma-kokusu 3,0 ile 3,6 arasında; lezzeti 3,1 ile 4,4 arasında; ağızda bıraktığı his 3,1 ile 4,3 arasında beğenilmiş olup satın alma tercihinin ise 1,9 ile 2,9 arasında değiştiği görülmüştür. Stevia ekstraktı+şeker içeren yumuşak şekerlerin görünüş-rengi 3,0 ile 4,2 arasında; kıvam-yapısı 3,5 ile 4,1 arasında; aroma-kokusu 3,2 ile 3,6 arasında; lezzeti 2,7 ile 3,8 arasında; ağızda bıraktığı his 2,7 ile 3,8 arasında beğenilmiş olup satın alma tercihinin ise 1,8 ile 2,3 arasında değiştiği belirlenmiştir. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin görünüş-rengi 2,7; kıvam-yapısı 4,0; aroma-kokusu 3,5; lezzeti 2,8; ağızda bıraktığı his 2,7 değerinde beğenilmiş olup satın alma tercihinin ise 1,5 olduğu saptanmıştır.



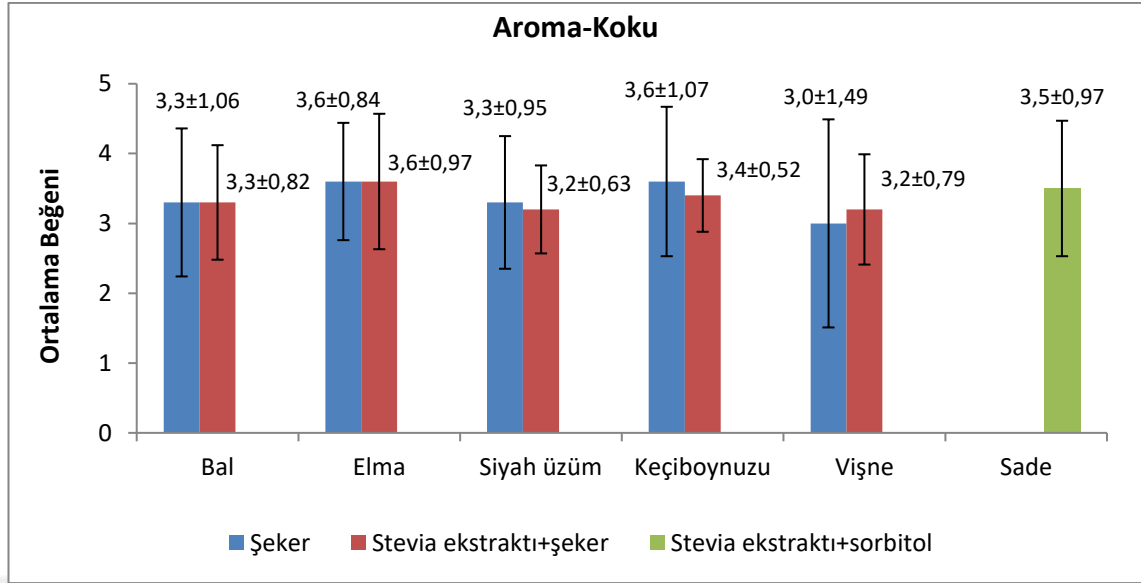
Şekil 4.33. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiyoynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin görünüş-rengine ait beğeni oranları

Şekil 4.33 incelendiğinde kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren ballı ve elmalı yumuşak şekerlerin görünüş-renginin hem stevia ekstraktı+şeker içeren ballı ve elmalı yumuşak şekerlerin görünüş-renginden hem de stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin görünüş-renginden daha çok beğenildiği belirlenirken; şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şekerin görünüş-renginin, stevia ekstraktı+şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şekerin görünüş-renginden daha az beğenildiği; şeker içeren vişneli yumuşak şekerle stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekerin görünüş-rengine ait beğenin hemen hemen birbirine yakın olduğu ve şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şekerin görünüş-rengi ile stevia ekstraktı+şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şekerin görünüş-renginin aynı derecede beğenildiği de görülmektedir.



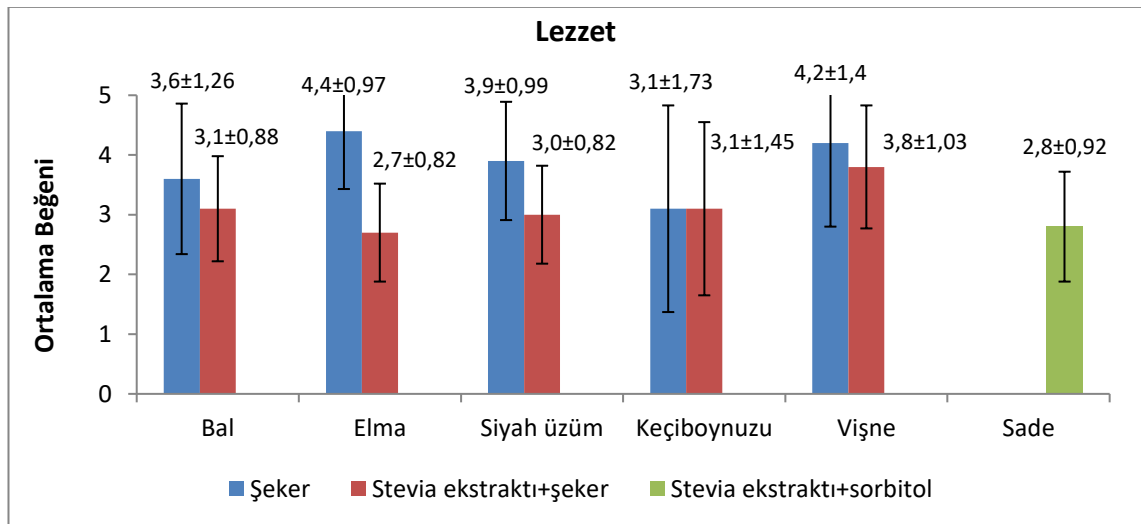
Şekil 4.34. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin kıvam-yapısına ait beğeni oranları

Ürünler kendi içinde kıyaslanacak biçimde Şekil 4.34 incelendiğinde kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren ballı ve siyah üzümlü yumuşak şekerlerin kıvam-yapısının, stevia ekstraktı+şeker içeren ballı ve siyah üzümlü yumuşak şekerlerin kıvam-yapısından farklı olmamakla beraber daha çok beğenildiği görülürken; stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin kıvam-yapı açısından bunlara yakın bir beğeniye sahip olduğu, şeker içeren elmalı, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerin kıvam-yapısının, stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerin kıvam-yapısından daha az beğenildiği de görülmektedir.

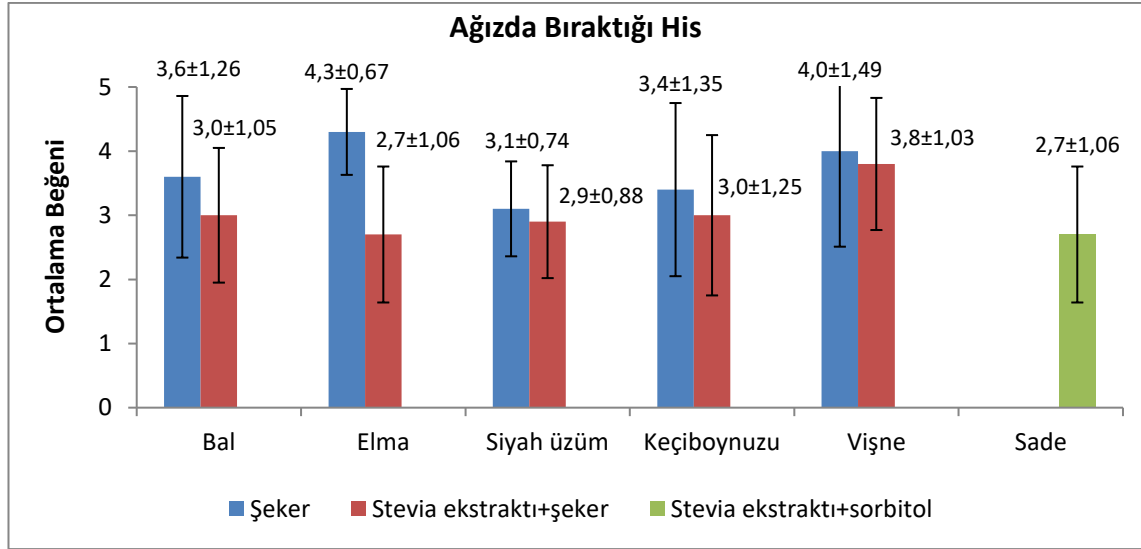


Şekil 4.35. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin aroma-kokusuna ait beğeni oranları

Şekil 4.35'te görüldüğü gibi kontrol grubu yumuşak şekerlerin aroma-kokusunun, stevia ekstraktı+şeker içeren siyah üzümlü ve keçiboynuzulu yumuşak şekerlerin aroma-kokusundan daha çok beğenildiği; şeker içeren ballı ve elmalı yumuşak şekerlerin aroma-kokusunun, stevia ekstraktı+şeker içeren ballı ve elmalı yumuşak şekerlerin aroma-kokusuyla eşit derecede beğenildiği ve şeker içeren vişneli yumuşak şekerin aroma-kokusunun, stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekerin aroma-kokusundan daha az beğenildiği de farkedilmektedir. Ayrıca sonuçlar stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin aroma-kokusunun beğenildiğini de göstermektedir.

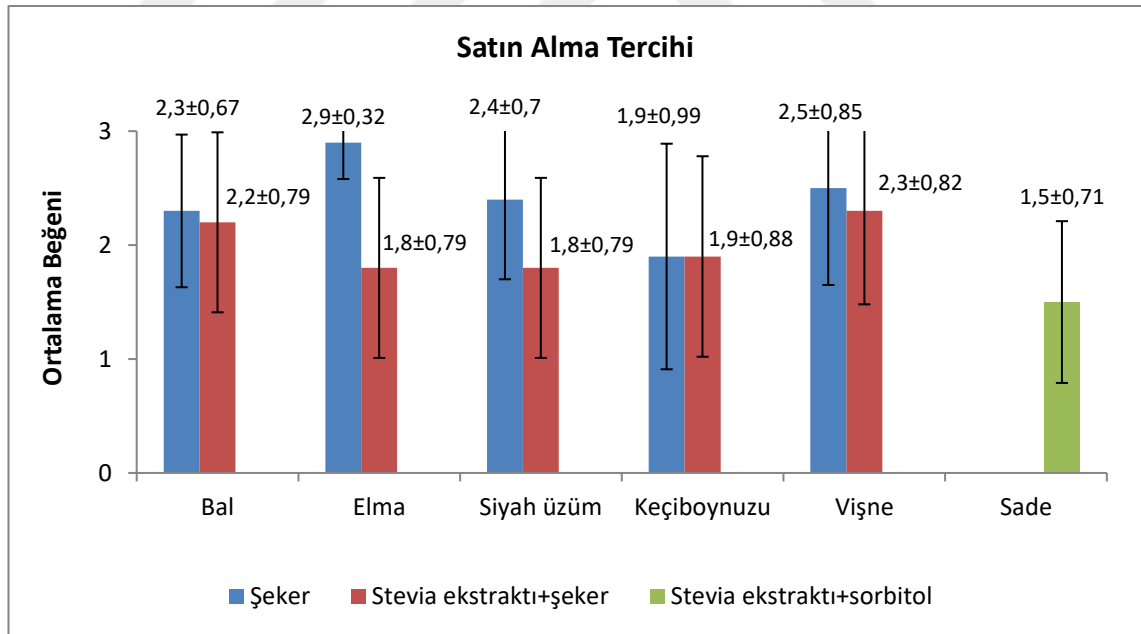


Şekil 4.36. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin lezzetine ait beğeni oranları



Şekil 4.37. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin ağızda bıraktığı hisse ait beğeni oranları

Lezzet ve ağızda bıraktığı his bakımından da özellikle elmalı ve vişneli yumuşak şekerlerin hem şekerli hem de stevia ekstraktı+şeker içeren örnekleri yüksek oranda beğenilmiştir (Şekil 4.36, 4.37).



Şekil 4.38. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin satın alma tercihinin ait beğeni oranları

Tüm örneklerde duyu analizi sonuçlarının bir özeti niteliği taşıyan satın alma tercihi açısından değerlendirildiğinde (Şekil 4.38) kontrol grubu olarak üretilen şeker içeren yumuşak şekerlerin satın alınma tercihlerinin hem stevia ekstraktı+şeker içeren

elmalı ve siyah üzümlü yumuşak şekerlerin satın alınma tercihlerinden hem de stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin satın alınma tercihinin daha yüksek olduğu görülürken; şeker içeren ballı ve vişneli yumuşak şekerlerin satın alınma tercihlerinin, stevia ekstraktı+şeker içeren ballı ve vişneli yumuşak şekerlerin satın alınma tercihlerinin birbirine yakın olduğu ve şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şekerin satın alınma tercihi ile stevia ekstraktı+şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şekerin satın alınma tercihinin aynı oranda olduğu da görülmektedir.

Curi vd. (2017) çalışmalarında beyaz rafine şeker, beyaz kristal şeker, esmer şeker, kahverengi şeker ve Hindistan cevizi şekeri ile üretilen altın çilek (*Physalis L*) jölesinde duyusal olarak kabul edilebilirliğinden dolayı beyaz rafine şeker, beyaz kristal şeker ve esmer şekerin jöle üretmek için en uygun şekerler olarak görüldüğünü bildirmişlerdir.

Rubio-Arreaz vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada farklı tatlandırıcıların jöle üzerindeki etkisini incelemek amacıyla narenciye suyu içeren jöle hazırlanmıştır. Üretimlerde şeker olarak sakkaroz; tatlandırıcı olarak da izomaltoz, oligofruktoz ve tagatoz kullanılmıştır. Duyusal analizde en iyi sonucun izomaltoz ve tagatozun eşit oranlarda kullanılmasıyla üretilen jölede elde edildiği bildirilmiştir.

Lago-Vanzela vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada sükraloz, sakkarin, siklamat ve asesülfam-K gibi tatlandırıcılar kullanarak ürettikleri yumuşak java eriği (jambolan, *Syzygium cumini* Lamarck) jölesinde duyusal açıdan siklamat+sakkarin kullanılarak üretilen jölenin daha çok beğenildiği rapor edilmiştir.

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda birçok çeşit ve özellikte tatlandırıcılar kullanılarak düşük enerjili ürünler üretilmiştir. Ancak kullanılan tatlandırıcıların genel olarak çoğunun yapay olduğu görülmektedir. Bu tez çalışmasında ise, stevia ekstraktı içeren ürünler genel olarak beğenilmiştir. Buradan, üretimlerde kullanılan stevia ekstraktının içerdiği tatlı bileşiklerinin doğal olması, yapay tatlandırıcılara karşı avantajlı bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır.

5. SONUÇLAR

Bu araştırmada, *Stevia rebaudiana* (Bertoni) bitkisi ekstraktı kullanılarak enerjisi % 30-40 azaltılmış yumuşak şeker üretmek amaçlanmıştır. Bu amaçla, şeker (kontrol) ve stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerler ile stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade (aromasız) yumuşak şeker üretilmiştir. Üretimler, ön denemeler ve bunun sonucunda yapılan deneme desenlerine göre optimum formülasyonların belirlenmesiyle yapılmıştır. Şeker ve stevia ekstraktı+şeker içeren ürünlerin üretimlerinde şeker yerine, formülasyonda belirtilen şeker miktarına eş değer olacak şekilde elma, siyah üzüm, keçiboynuzu ve vişne konsantreleri ile bal kullanılırken; stevia ekstraktı+sorbitol içeren üründe formülasyonda belirtilen şeker miktarına eş değer olacak şekilde sorbitol kullanılmıştır.

Stevia ekstraktı+şeker ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren enerjisi düşürülmüş ürünlerin toplam kuru madde içeriklerinin % 46,61 ile % 56,48 arasında, suda çözünür kuru madde miktarlarının % 45,00 ile % 45,53 arasında, pH değerlerinin 4,05 ile 6,17 arasında, susuz sitrik asit cinsinden toplam asitliklerinin % 0,09 ile % 0,65 arasında, glukoz cinsinden toplam indirgen şeker miktarlarının % 2,15 ile % 22,65 arasında, toplam şeker içeriğinin (glukoz+fruktoz+sakkaroz) % 0,0 ile % 24,59 arasında, toplam steviol glikozit (steviosit+rabaudiosit A) miktarının ise % 0,16 ile % 0,43 arasında değiştiği görülmüştür.

Enerjisi düşürülmüş ürünlerin tekstür özellikleri kontrol grubuna karşı incelendiğinde sertlik değerlerinin çok düşük seviyelerde olmadığı, yapışkanlık değerlerinin daha düşük, esneklik değerlerinin eşit seviyelerde, kohezyon değerlerinin birbirine çok yakın, çiğnenebilirlik değerlerinin daha düşük ve sıkıştırılabilirlik değerlerinin ise birbirine çok yakın hatta eşit seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal açıdan, stevia ekstraktı kullanılarak üretilen enerjisi düşürülmüş ürünler genel olarak beğenilmiştir. Duyusal analiz sonucunda panelistlere, ürünlerin enerji değerinin azaltılmış olduğu söylendiğinde ürünlere olan beğenin daha da arttığı görülmüştür.

Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı, elmalı, siyah üzümlü, keçiboynuzulu ve vişneli yumuşak şekerlerin kontrol grubuna kıyasla enerji azalımına bakıldığında sırasıyla % 40,0, % 46,62, % 46,56, % 43,04 ve % 51,17 olduğu görülmektedir. Ortalamalar dikkate alındığında ürünlerin enerjisinin (138,83 cal/100 g), kontrol grubuna (256,02 cal/100 g) göre % 45,77 azaltıldığı sonucuna da ulaşılmaktadır. Ayrıca enerjinin daha da azaltılabilmesi amacıyla üretilen stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekerin enerji değerinin (76,33 cal/100 g), kontrol grubunun enerji değerleri ortalamasına (256,02 cal/100 g) kıyasla % 70,19 azaltıldığı da tespit edilmiştir.

Yaygın marketlerdeki şeker içeren ticari örneklerle çalışma kapsamındaki stevia ekstraktı+şeker içeren ürünlerin enerji değerlerini ve stevia ekstraktı+sorbitol içeren ürünün enerji değerini karşılaştırdığımızda, geliştirilen ürünlerin enerji azalımının sırasıyla yaklaşık olarak % 60 ve % 78 olduğu görülmüştür. Dolayısıyla enerji değerlerindeki azalmaya bakıldığında çalışmanın hedefi olan % 30-40 oranındaki enerji azalımının yaklaşık iki katı kadar enerjinin azaltıldığı görülmektedir.

Çalışma genel olarak değerlendirildiğinde; yapay tatlandırıcılar kullanılarak üretilen ürünlere göre, tatlı bileşiklerinin doğal olmasından dolayı stevia ekstraktı kullanılarak üretilen ürünlerin daha çok kabul görmesi beklenmektedir.

Proje kapsamında elde edilen verilerin, ülkemizde kullanımı henüz çok yaygın olmayan stevia'nın ileriki zamanlarda yapay tatlandırıcılara alternatif olarak kullanılması konusunda yapılacak çalışmalara yol göstereceği düşünülmektedir.



6. KAYNAKLAR

- Abou-Arab, A.E., Abou-Arab, A.A. and Abu-Salem, M.F. 2010. Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. *African Journal of Food Science*, 4 (5): 269-281.
- Anonim 1. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitki Listesi. <http://www.tarim.gov.tr/Konu/957> [Son erişim tarihi 30/11/2017].
- Aranda-González, I., Tamayo-Dzul, Ó., Barbosa-Martín, E., Segura-Campos, M., Moguel-Ordóñez, Y. and Betancur-Ancona, D. 2014. Development of a gummy candy reduced in calories by sugar substitution with *Stevia rebaudiana* B. *Nutricion hospitalaria*, 31 (1): 334-340.
- Arslan Kulcan, A. 2016. *Stevia (Stevia rebaudiana)* bitkisinin tatlı bileşiklerinin dekantör ekstraksiyonu yöntemiyle elde edilmesi. Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 105 s.
- Atteh, J., Onagbesan, O., Tona, K., Decuypere, E., Geuns, J. and Buyse, J. 2008. Evaluation of supplementary stevia (*Stevia rebaudiana*, bertoni) leaves and stevioside in broiler diets: effects on feed intake, nutrient metabolism, blood parameters and growth performance. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 92 (6): 640-649.
- Bakan, A., Bahar, B., Bahar, M., Özey, G. 2004. Glikoz şuruplarının teknik tamamlayıcı olarak zorunlu kullanıldığı gıda ürünlerinin belirlenmesi. TÜBİTAK MAM, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, Gebze Kocaeli, 52 s.
- Barriocanal, L.A., Palacios, M., Benitez, G., Benitez, S., Jimenez, J.T., Jimenez, N. and Rojas, V. 2008. Apparent lack of pharmacological effect of steviol glycosides used as sweeteners in humans. A pilot study of repeated exposures in some normotensive and hypotensive individuals and in Type 1 and Type 2 diabetics. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 51 (1): 37-41.
- Boff, T. and Da Rosa, C. 2010. Acceptability of light strawberry jelly prepared with different sweeteners. *Higiene Alimentar*, 24 (188/189): 60-65.
- Boonkaewwan, C. and Burodom, A. 2013. Anti-inflammatory and immunomodulatory activities of stevioside and steviol on colonic epithelial cells. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 (15): 3820-3825.
- Brandle, J. and Rosa, N. 1992. Heritability for yield, leaf: stem ratio and stevioside content estimated from a landrace cultivar of *Stevia rebaudiana*. *Canadian Journal of Plant Science*, 72 (4): 1263-1266.
- Brusick, D. 2008. A critical review of the genetic toxicity of steviol and steviol glycosides. *Food and Chemical Toxicology*, 46 (7): S83-S91.
- Cemeroglu, B. 2007. Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler. Gıda Analizleri '(Food Analysis), ed. by B. Cemeroglu, GTD Yayınları, (34): 45-128.
- Chatsudhipong, V. and Muanprasat, C. 2009. Stevioside and related compounds: therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & therapeutics*, 121 (1): 41-54.

- Crammer, B. and Ikan, R. 1986. Sweet glycosides from the stevia plant. *Chemistry in Britain*, 22 915.
- Curi, P.N., Carvalho, C.d.S., Salgado, D.L., Pio, R., Pasqual, M., Souza, F.B.M.d. and Souza, V.R.d. 2017. Influence of different types of sugars in physalis jellies. *Food Science and Technology (Campinas)*, (AHEAD): 0-0.
- Curry, L.L. and Roberts, A. 2008. Subchronic toxicity of rebaudioside A. *Food and Chemical Toxicology*, 46 (7): S11-S20.
- Day, S.L. 1962. Quality evaluation of certain fruit jellies and syrups prepared with sucrose, sorbitol, and synthetic sweeteners. All graduate theses and dissertations, Utah State University, 69 p.
- De Oliveira, A.J.B., Gonçalves, R.A.C., Chieritto, T.P.C., Dos Santos, M.M., De Souza, L.M., Gorin, P.A.J., Sassaki, G.L. and Iacomini, M. 2011. Structure and degree of polymerisation of fructooligosaccharides present in roots and leaves of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. *Food Chemistry*, 129 (2): 305-311.
- De Oliveira, B.H., Packer, J.F., Chimelli, M. and De Jesus, D.A. 2007. Enzymatic modification of stevioside by cell-free extract of *Gibberella fujikuroi*. *Journal of Biotechnology*, 131 (1): 92-96.
- De Slavutzky, S.M.B. 2010. Stevia and sucrose effect on plaque formation. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5 (2): 213-216.
- Frederico, A.P., Ruas, P.M., Marin-Morales, M.A., Ruas, C.F. and Nakajima, J.N. 1996. Chromosome studies in some Stevia. Cav.(Compositae) species from Southern Brazil. *Brazilian Journal of Genetics*, 19 (4): 605-609.
- Gałkowska, D., Juszczak, L., Fortuna, T. and Cęcek, J. 2013. Sensory characteristics of low-sugar gelatine jellies sweetened with steviol glycosides. *Potravinárstvo: Scientific Journal for Food Industry*, 7 (Special Issue): 158-161.
- Gardana, C., Scaglianti, M. and Simonetti, P. 2010. Evaluation of steviol and its glycosides in *Stevia rebaudiana* leaves and commercial sweetener by ultra-high-performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1217 (9): 1463-1470.
- Geuns, J.M. 2003. Stevioside. *Phytochemistry*, 64 (5): 913-921.
- Geuns, J.M., Buyse, J., Vankeirsbilck, A. and Temme, E.H. 2007. Metabolism of stevioside by healthy subjects. *Experimental Biology and Medicine*, 232 (1): 164-173.
- Granada, G.G., Zambiasi, R.C., Mendonça, C.R.B. and Silva, E. 2005. Physical, chemical, microbiological and sensory characterization of light jellies of pineapple. *Food Science and Technology (Campinas)*, 25 (4): 629-635.
- Ibrahim, I., Nasr, M., Mohammedm, B. and El-Zefzafi, M. 2008. Nutrient factors affecting in vitro cultivation of *Stevia rebaudiana*. *Sugar Tech*, 10 (3): 248-253.
- Jeppesen, P.B., Gregersen, S., Rolfsen, S., Jepsen, M., Colombo, M., Agger, A., Xiao, J., Kruhøffer, M., Ørntoft, T. and Hermansen, K. 2003. Antihyperglycemic and blood pressure-reducing effects of stevioside in the diabetic Goto-Kakizaki rat. *Metabolism-Clinical and Experimental*, 52 (3): 372-378.

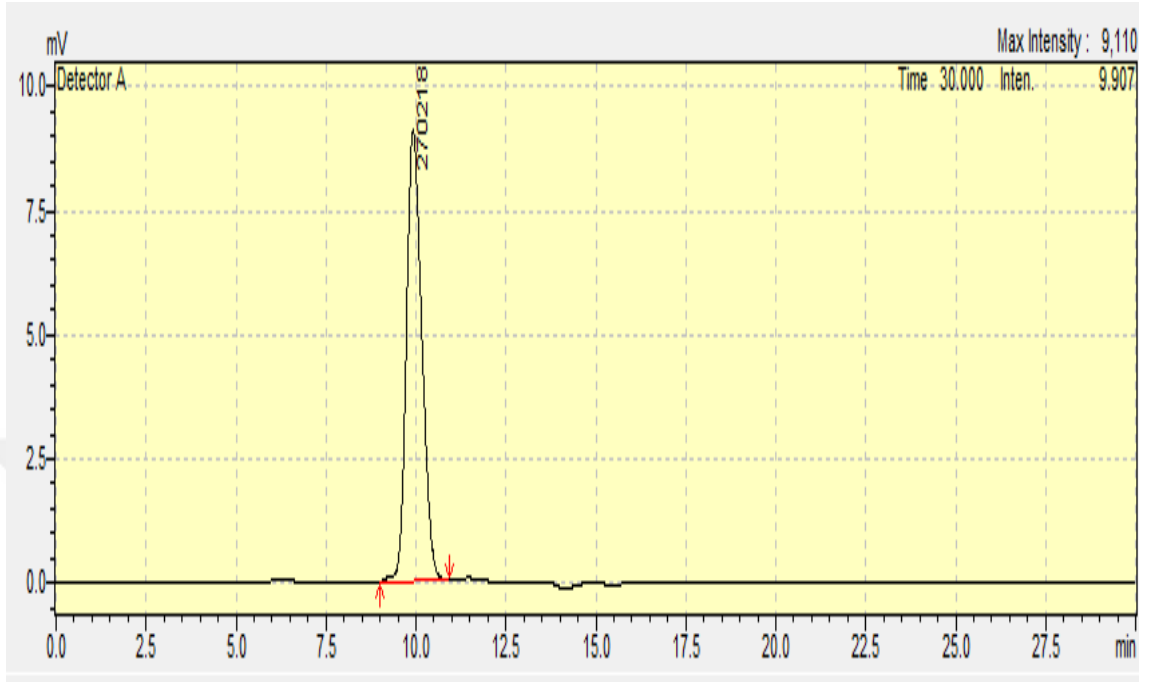
- Karhan, M., Tetik, N., Turhan, İ., and Oziyci, H.R. 2010. D-pinitol Content of Carob Beans (*Ceratonia siliqua* L.). 28th International Horticultural Congress, ss. 22-27, August, Lisboa, Portugal.
- Khouryieh, H.A., Aramouni, F.M. and Herald, T.J. 2005. Physical, chemical and sensory properties of sugar-free jelly. *Journal of Food Quality*, 28 (2): 179-190.
- Kim, S.-H. and DuBois, G. 1991. Natural high potency sweeteners. Handbook of sweeteners. Springer, 116-185 s.
- Kohda, H., Kasai, R., Yamasaki, K., Murakami, K. and Tanaka, O. 1976. New sweet diterpene glucosides from *Stevia rebaudiana*. *Phytochemistry*, 15 (6): 981-983.
- Koyama, E., Sakai, N., Ohori, Y., Kitazawa, K., Izawa, O., Kakegawa, K., Fujino, A. and Ui, M. 2003. Absorption and metabolism of glycosidic sweeteners of stevia mixture and their aglycone, steviol, in rats and humans. *Food and Chemical Toxicology*, 41 (6): 875-883.
- Küçüközet, A.O. 2015. Oleoresin içeren yenebilir filmlerin piliç etinin raf ömrü ve pişme kalitesi üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 80 s.
- Lago-Vanzela, E.S., Santos, G.V.d., Lima, F.A.d., Gomes, E. and Da Silva, R. 2011. Physical-chemical, caloric and sensory characterization of light jambolan (*Syzygium cumini* Lamarck) jelly. *Food Science and Technology (Campinas)*, 31 (3): 666-673.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L. and Ah-Hen, K. 2012. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132 (3): 1121-1132.
- Li, W., Zheng, H., Bukuru, J. and De Kimpe, N. 2004. Natural medicines used in the traditional Chinese medical system for therapy of diabetes mellitus. *Journal of ethnopharmacology*, 92 (1): 1-21.
- Liu-xiang, Z. 2009. The development of sweet wine jelly with nutritional and healthy function. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 1 154.
- Mahidol, C., Prawat, H. and Ruchirawat, S. 1997. Natural products for the improvement of the quality of life. *Pure and applied chemistry*, 69 (4): 655-658.
- Maki, K., Curry, L., Reeves, M., Toth, P., McKenney, J., Farmer, M., Schwartz, S., Lubin, B., Boileau, A. and Dicklin, M. 2008. Chronic consumption of rebaudioside A, a steviol glycoside, in men and women with type 2 diabetes mellitus. *Food and Chemical Toxicology*, 46 (7): S47-S53.
- Marcinek, K. and Krejpcio, Z. 2015. *Stevia rebaudiana* Bertoni—chemical composition and functional properties. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 14 (2): 145-152.
- Mi, Z.J., He, Y.X., Liu, H. and Lu, J.Y. 2009. Study of preparation technology of *Stevia rebaudiana* effervescent tablets [J]. *Journal of Chengdu Medical College*, 4 006.
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry*, 31 (3): 426-428.

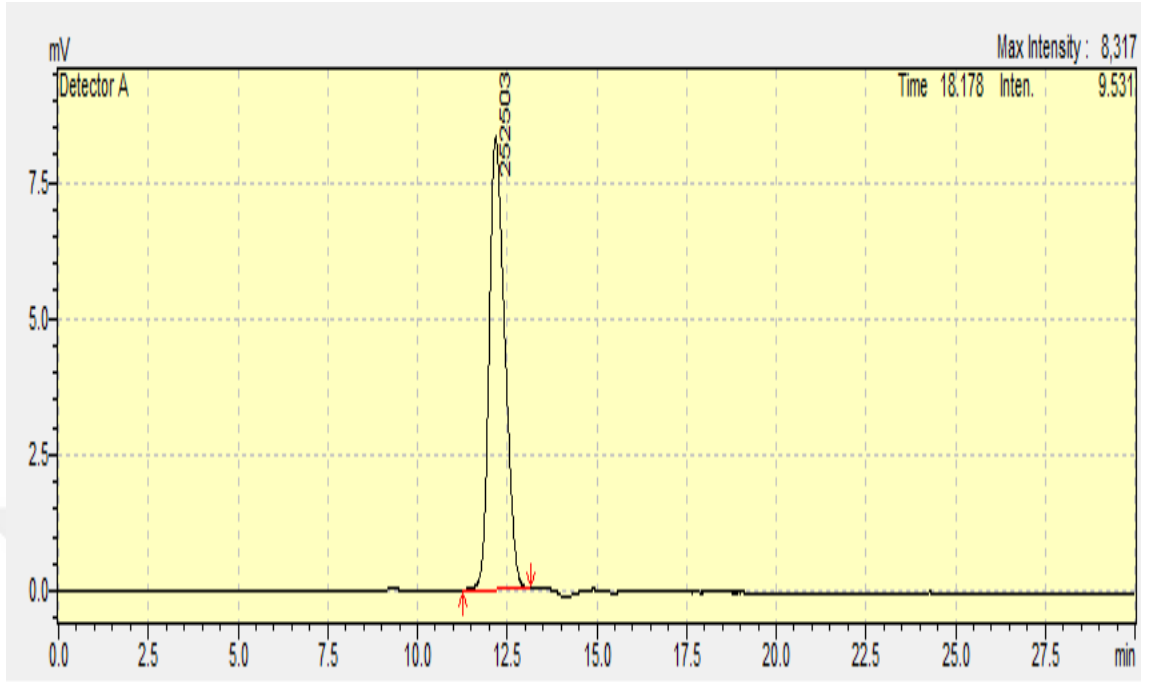
- Mishra, P., Singh, R., Kumar, U. and Prakash, V. 2010. Stevia rebaudiana—A magical sweetener. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry*, 5 (1): 62-74.
- Mota, R. 2007. Características químicas e aceitabilidade de geléias de amora-preta de baixo teor de sólidos solúveis. *Brazilian Journal of Food Technology*, 10 (2): 116-121.
- Panpatil, V.V. and Polasa, K. 2008. Assessment of stevia (Stevia rebaudiana)--Natural sweetener: A review. *Journal of food science and technology*, 45 (6): 467.
- Prakash, N. and Priya, S. 2016. Development of novel functional confectionery using low reduced sugar. *Indian Journal of Drugs*, 4 (4): 141-148.
- Rafiq, M., Dahot, M.U., Mangrio, S.M., Naqvi, H.A. and Qarshi, I.A. 2007. In vitro clonal propagation and biochemical analysis of field established *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Pakistan Journal of Botany*, 39 2467-2474.
- Riedel, R., Böhme, B. and Rohm, H. 2015. Development of formulations for reduced-sugar and sugar-free agar-based fruit jellies. *International Journal of Food Science & Technology*, 50 (6): 1338-1344.
- Rubio-Arreaz, S., Capella, J.V., Castelló, M.L. and Ortolá, M.D. 2016. Physicochemical characteristics of citrus jelly with non cariogenic and functional sweeteners. *Journal of food science and technology*, 53 (10): 3642-3650.
- Sanderson, G. 1990. Gellan gum. Food gels. Springer, 201-232 s.
- Sheet, B.S., Artık, N., Ayed, M.A. and Abdulaziz, O.F. 2014. Some alternative sweeteners (xylitol, sorbitol, sucralose and stevia). *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4 (1): 63-70.
- Shivanna, N., Naika, M., Khanum, F. and Kaul, V.K. 2013. Antioxidant, anti-diabetic and renal protective properties of Stevia rebaudiana. *Journal of Diabetes and Its Complications*, 27 (2): 103-113.
- Shock, C.C. 1982. Experimental cultivation of Rebaudi's stevia in California. *Univ. California, Davis Agron. Progr. Rep.*, 122.
- Singh, S.D. and Rao, G.P. 2005. Stevia: The herbal sugar of 21st century. *Sugar Tech*, 7 (1): 17-24.
- Snehal, P. and Madhukar, K. 2012. Quantitative estimation of biochemical content of various extracts of Stevia rebaudiana leaves. *Asian J. Pharm. Clin. Res.*, 5 (1): 115-117.
- Soejarto, D., Compadre, C., Medon, P., Kamath, S. and Kinghorn, A.D. 1983. Potential sweetening agents of plant origin. II. Field search for sweet-tasting Stevia species. *Economic Botany*, 37 (1): 71-79.
- Tadhani, M. and Subhash, R. 2006. Preliminary studies on Stevia rebaudiana leaves: proximal composition, mineral analysis and phytochemical screening. *J. Med. Sci*, 6 (3): 321-326.
- Tosun, J. 2013. Stevia-based sweeteners as a food additive. Risk Regulation in Europe. Springer, 83-95 s.
- Totté, N., Charon, L., Rohmer, M., Compernelle, F., Baboeuf, I. and Geuns, J.M. 2000.

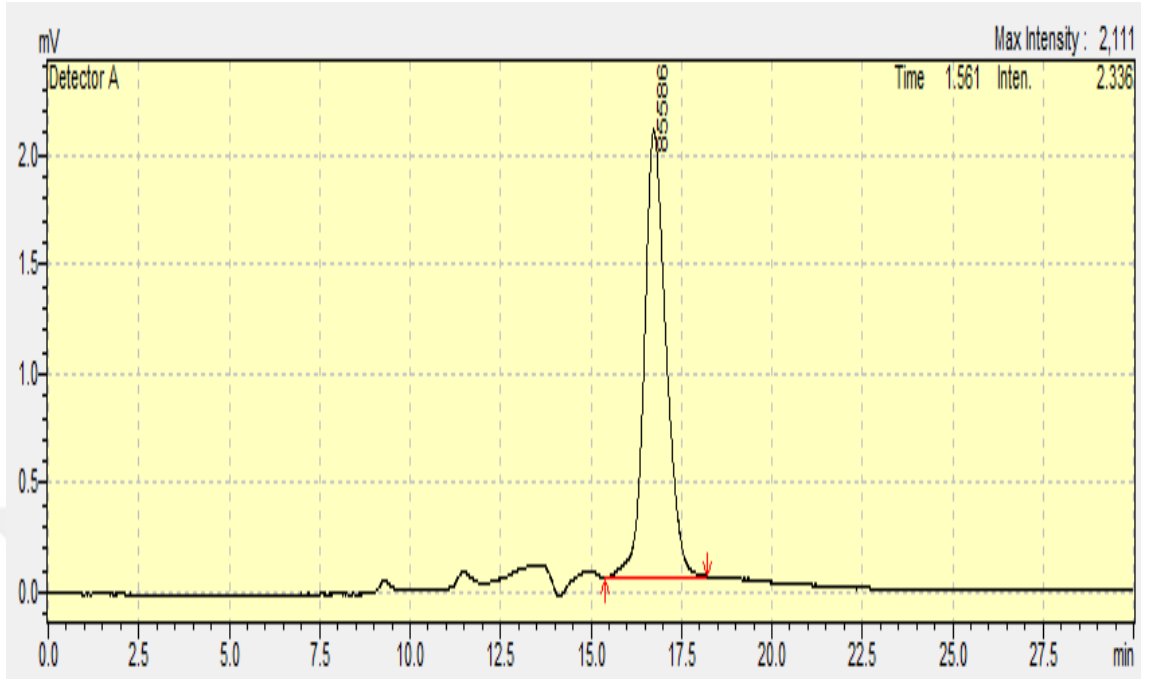
- Biosynthesis of the diterpenoid steviol, an ent-kaurene derivative from *Stevia rebaudiana* Bertoni, via the methylerythritol phosphate pathway. *Tetrahedron Letters*, 41 (33): 6407-6410.
- Toyoda, K., Matsui, H., Shoda, T., Uneyama, C., Takada, K. and Takahashi, M. 1997. Assessment of the carcinogenicity of stevioside in F344 rats. *Food and Chemical Toxicology*, 35 (6): 597-603.
- Vanneste, J., Sotto, A., Courtin, C., Van Craeyveld, V., Bernaerts, K., Van Impe, J., Vandeur, J., Taes, S. and Van der Bruggen, B. 2011. Application of tailor-made membranes in a multi-stage process for the purification of sweeteners from *Stevia rebaudiana*. *Journal of Food Engineering*, 103 (3): 285-293.
- Wheeler, A., Boileau, A., Winkler, P., Compton, J., Prakash, I., Jiang, X. and Mandarino, D. 2008. Pharmacokinetics of rebaudioside A and stevioside after single oral doses in healthy men. *Food and Chemical Toxicology*, 46 (7): pp. 54-60.
- Woelwer-Rieck, U., Lankes, C., Wawrzun, A. and Wüst, M. 2010a. Improved HPLC method for the evaluation of the major steviol glycosides in leaves of *Stevia rebaudiana*. *European Food Research and Technology*, 231 (4): 581-588.
- Woelwer-Rieck, U., Tomberg, W. and Wawrzun, A. 2010b. Investigations on the stability of stevioside and rebaudioside A in soft drinks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (23): 12216-12220.
- Yadav, A.K., Singh, S., Dhyani, D. and Ahuja, P.S. 2011. A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. *Canadian Journal of Plant Science*, 91 (1): 1-27.
- Yoshikawa, S., Ishima, T. and Katayama, O. 1979. Taste of components of stevioside. *Abstracts of Papers of the American Chemical Society*, pp. 74-74.
- Yu, M., Ning, J. and Piao, M.Z. 2011. Preparation of *Stevia rebaudiana* antioxidant jelly [J]. *Food and Fermentation Technology*, 3 007.
- Yücesan, B. 2015. *Stevia (Stevia rebaudiana) ve ikinci şeker devrimi*. [http://www.ulusaltarim.com/2824/Stevia-\(Stevia rebaudiana\)-ve-ikinci-seker-devrimi](http://www.ulusaltarim.com/2824/Stevia-(Stevia-rebaudiana)-ve-ikinci-seker-devrimi) [Son erişim tarihi: 17.08.2017.]
- Zhao, K., Zou, Y.C., Yang, X.Z. and Lv, Y.N. 2012. Research and development on sugar-free healthy jelly [J]. *Food and Fermentation Technology*, 1.

7. EKLER

EK-1. Sakkaroz standartına (1000 ppm) ait kromatogram

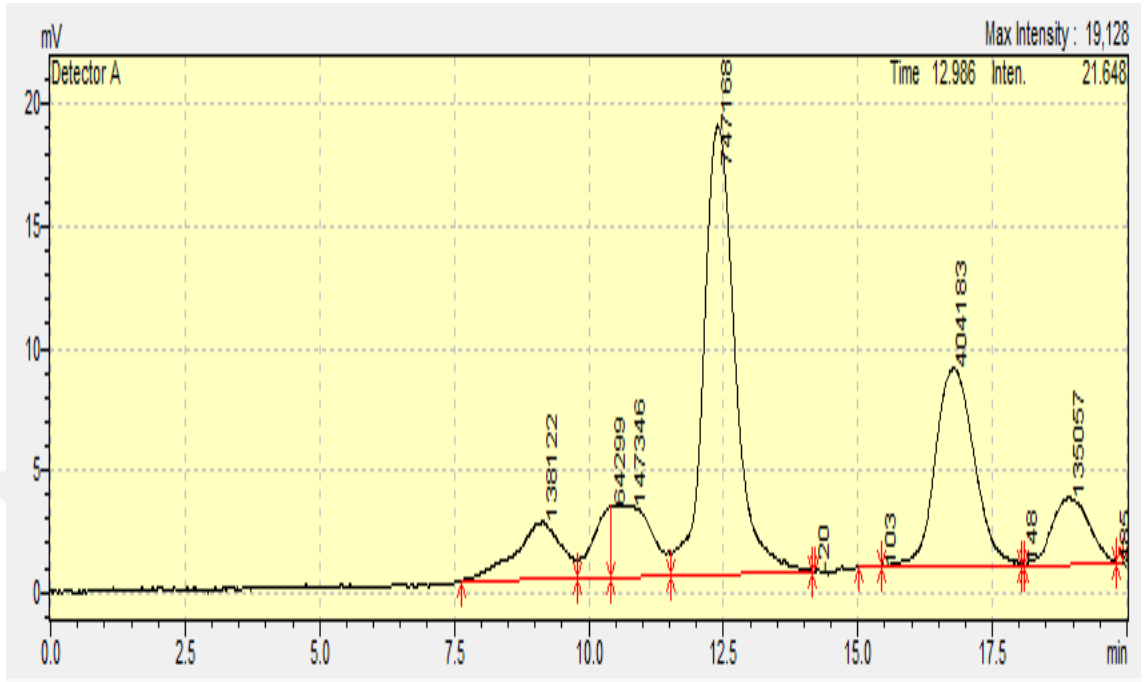


EK-2. Glukoz standartına (1000 ppm) ait kromatogram

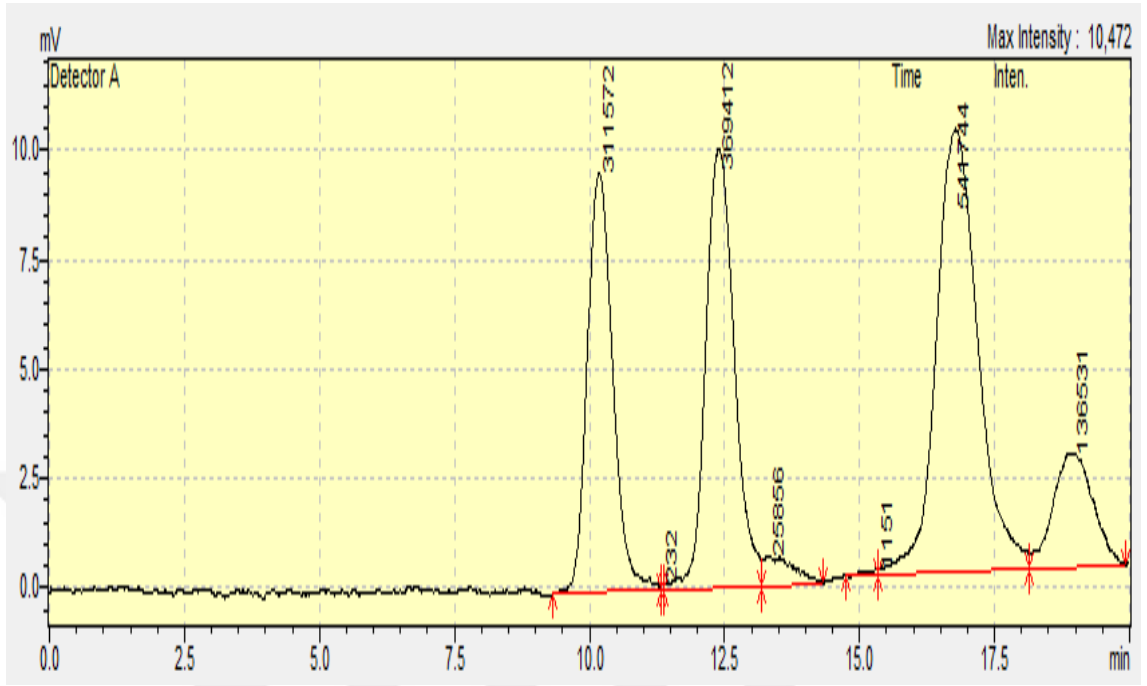
EK-3. Fruktoz standartına (1000 ppm) ait kromatogram

EK-4. Sorbitol standartına (1000 ppm) ait kromatogram

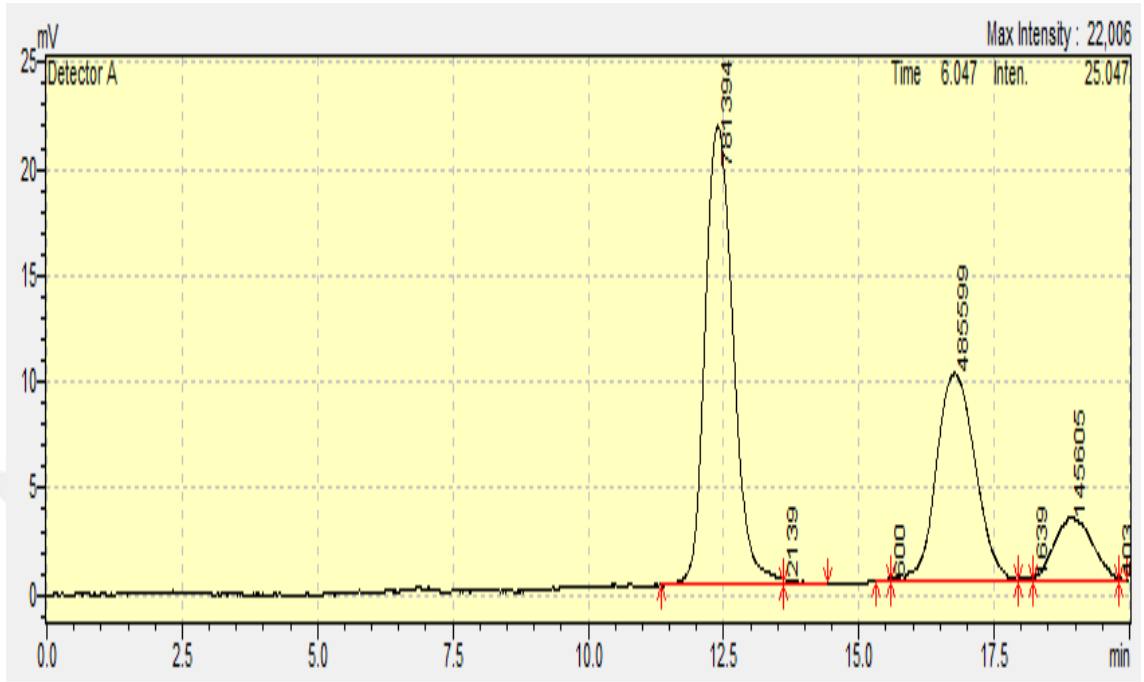
EK-5. Şeker içeren ballı yumuşak şekere ait şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı



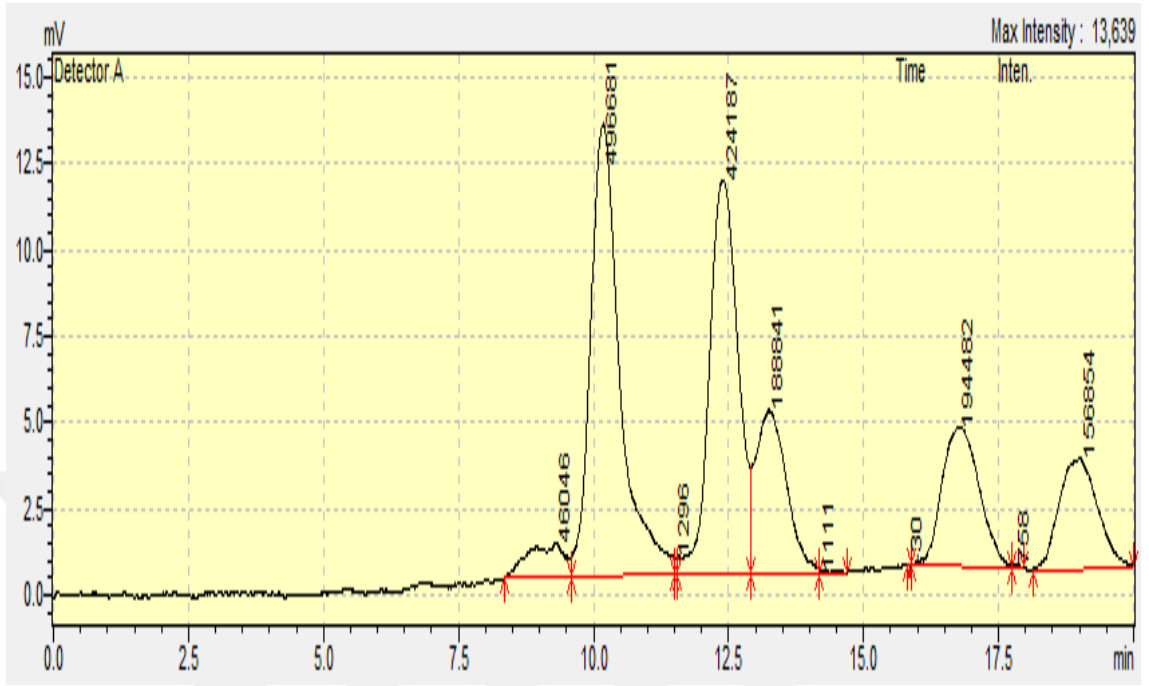
EK-6. Şeker içeren elmalı yumuşak şekere ait şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı



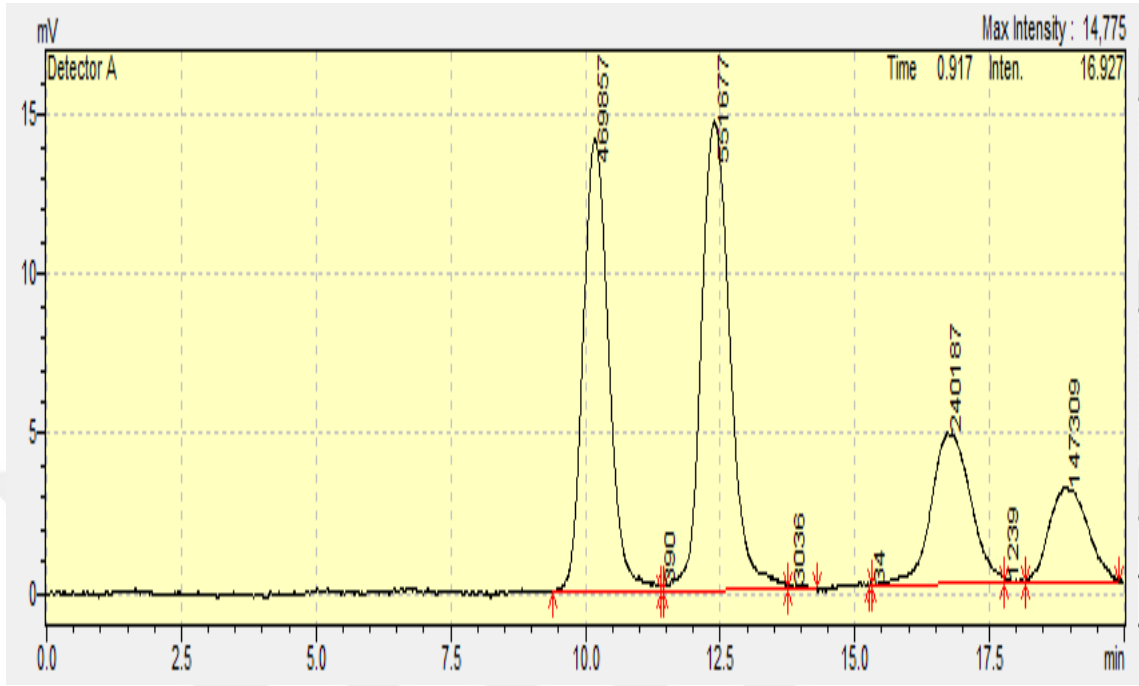
EK-7. Şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şekere ait şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı



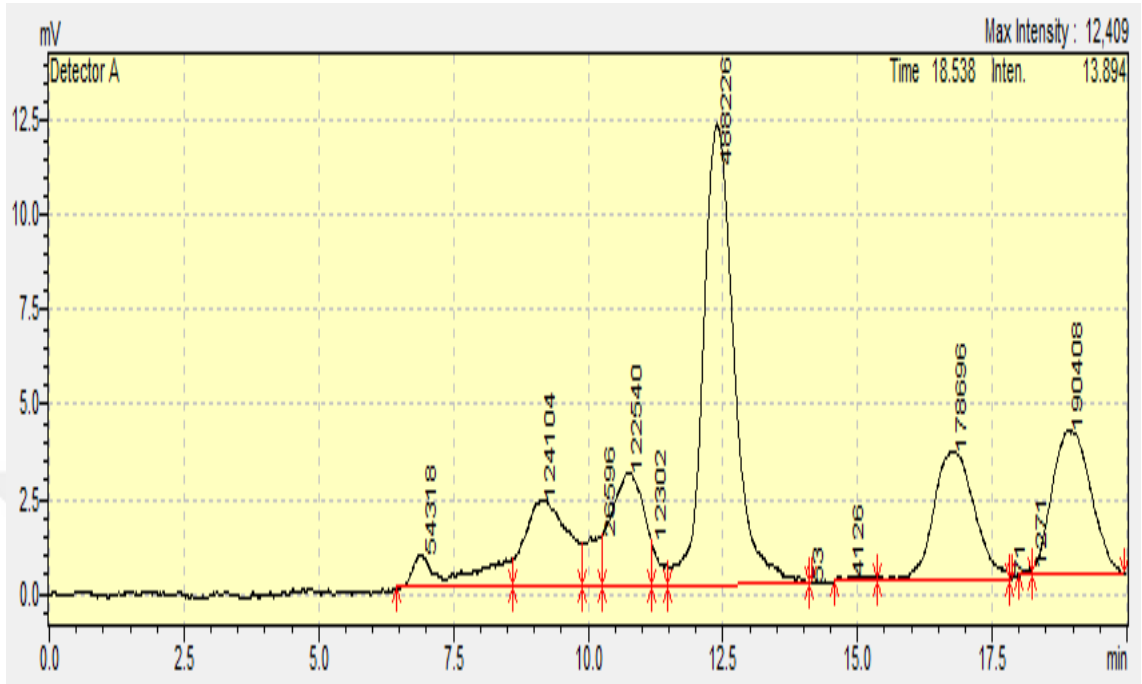
EK-8. Şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şekere ait şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı



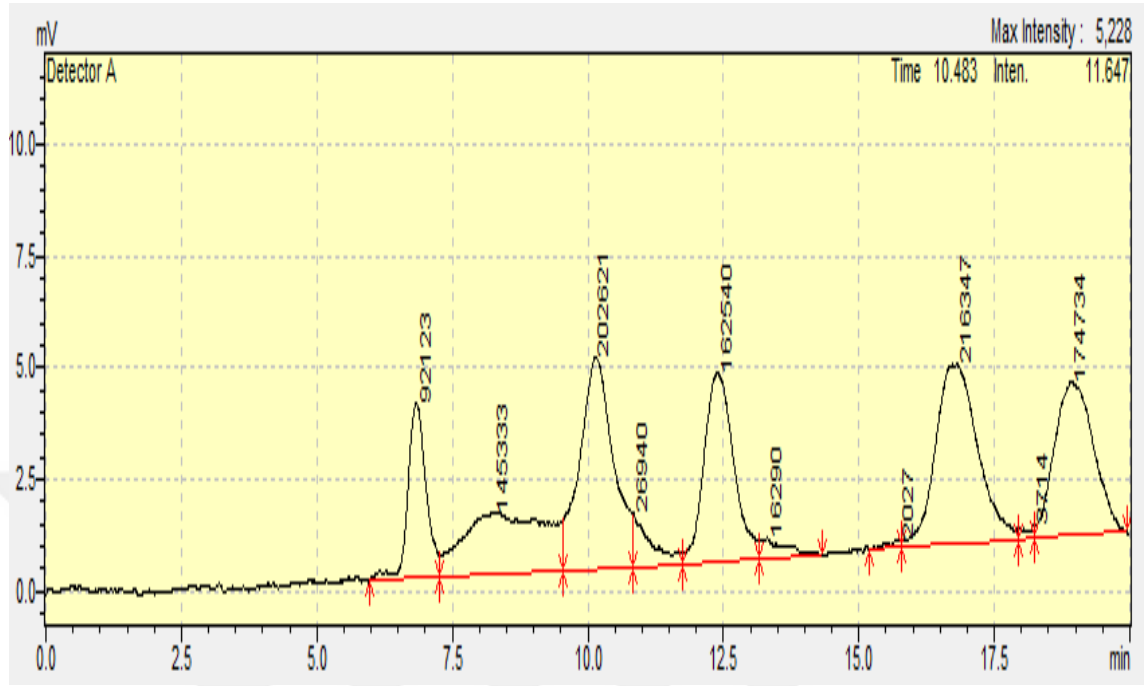
EK-9. Şeker içeren vişneli yumuşak şekere ait şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı



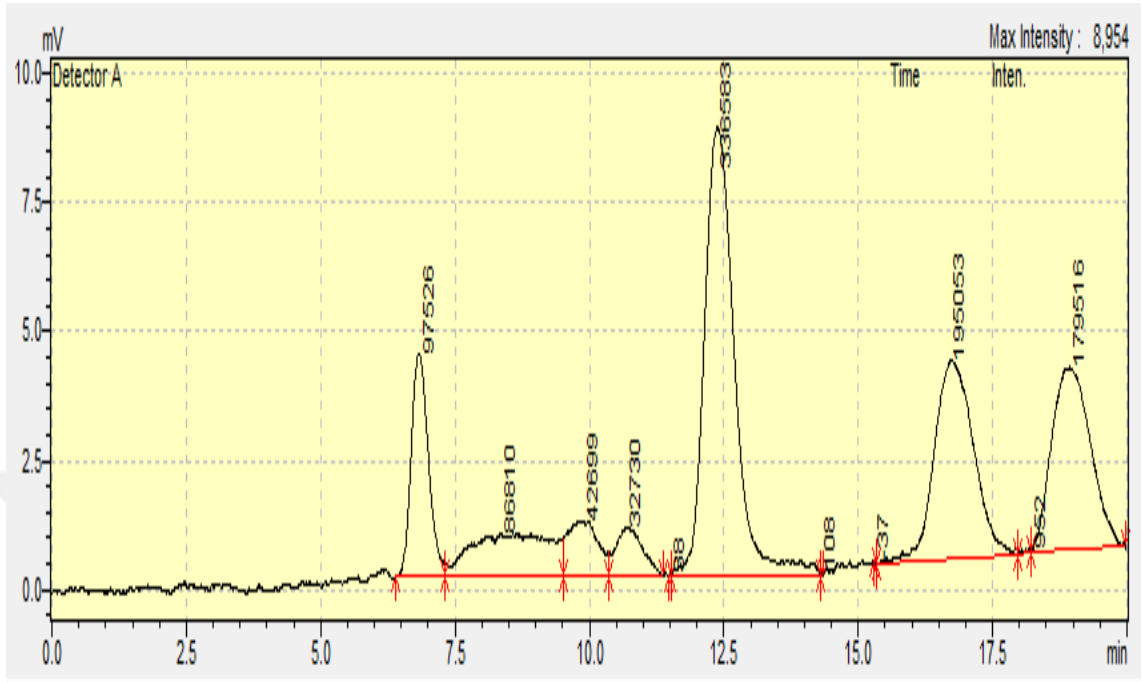
EK-10. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı



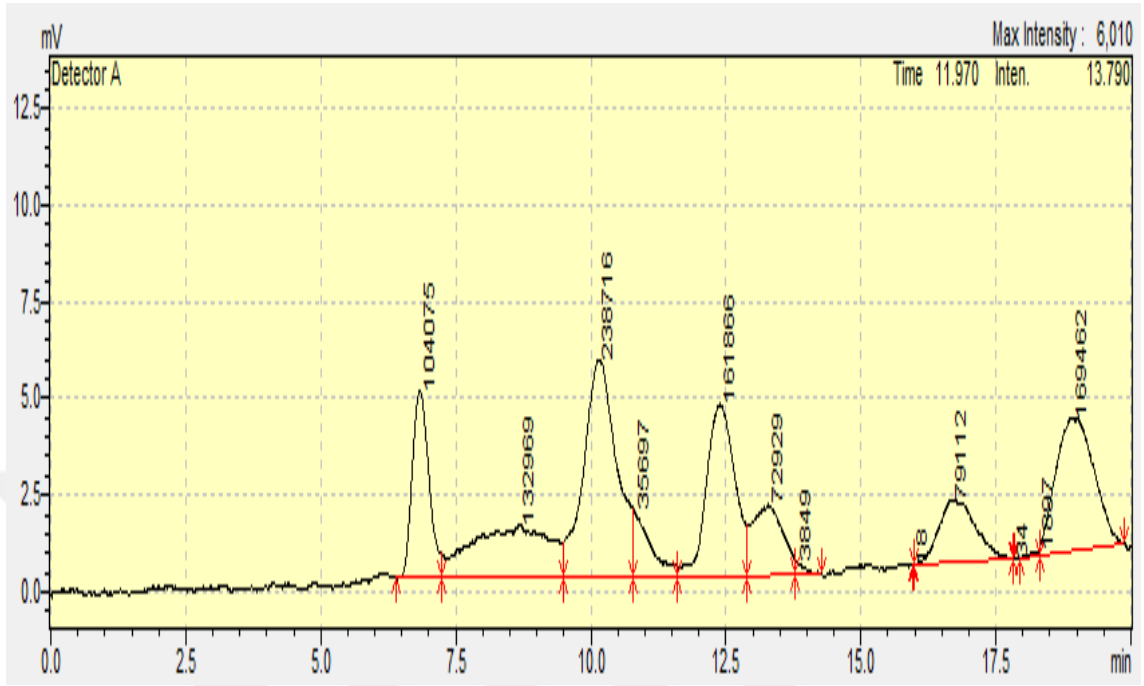
EK-11. Stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı yumuşak şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı



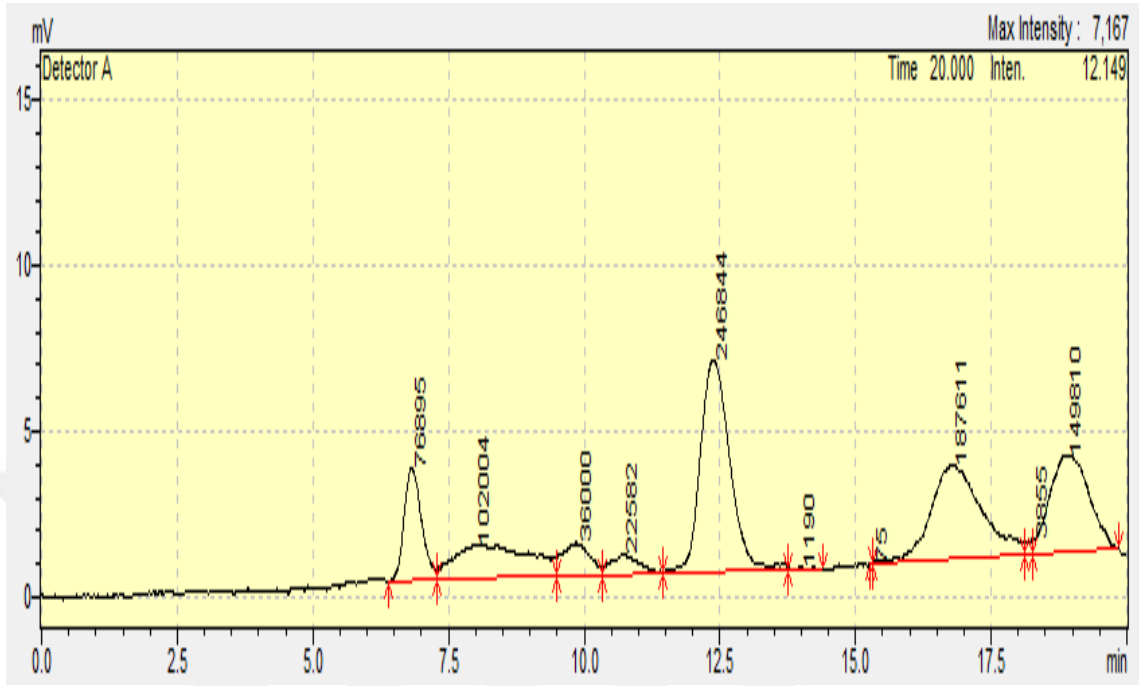
EK-12. Stevia ekstraktı+şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şekere ait şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı

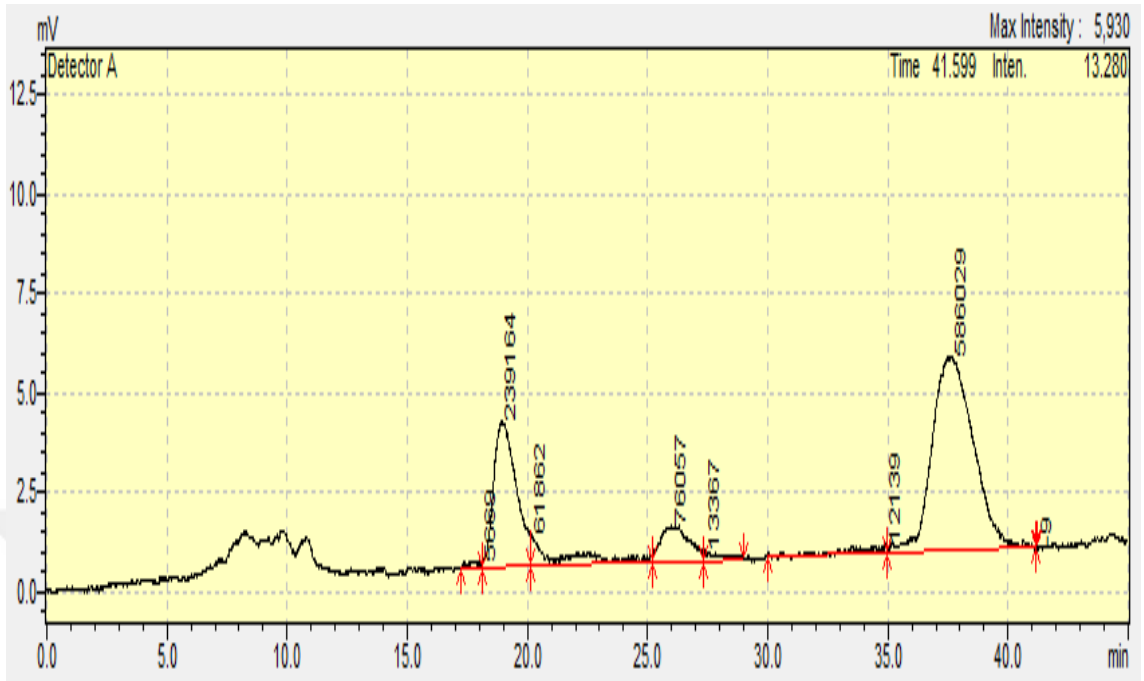


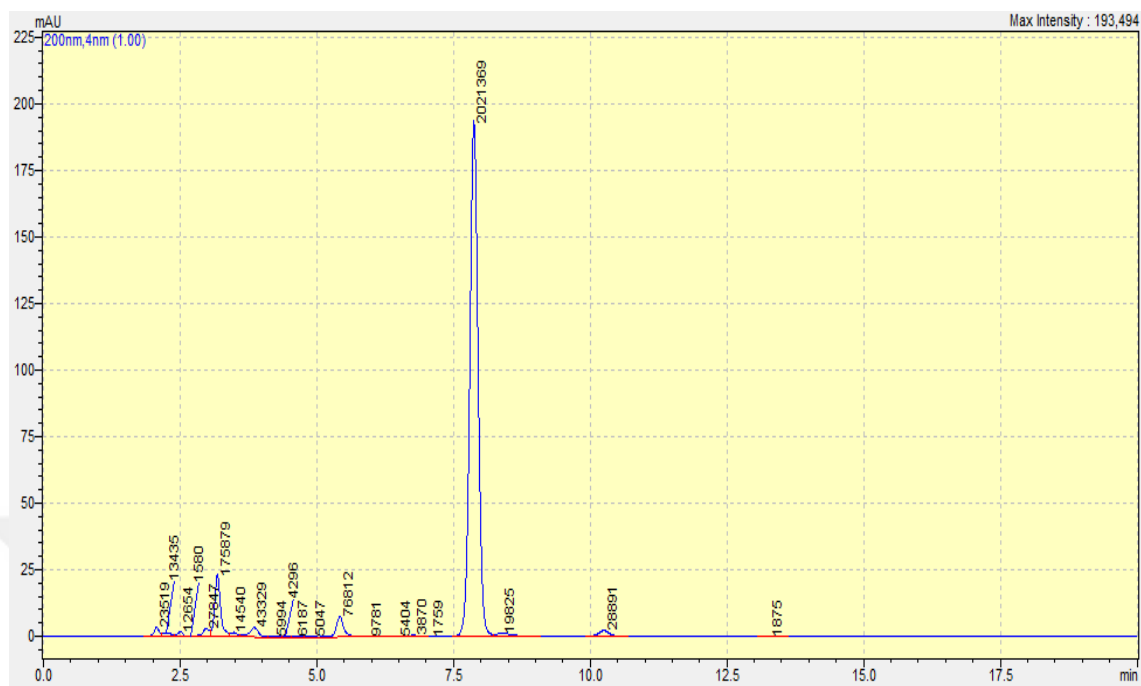
EK-13. Stevia ekstraktı+şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şeker ait şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı

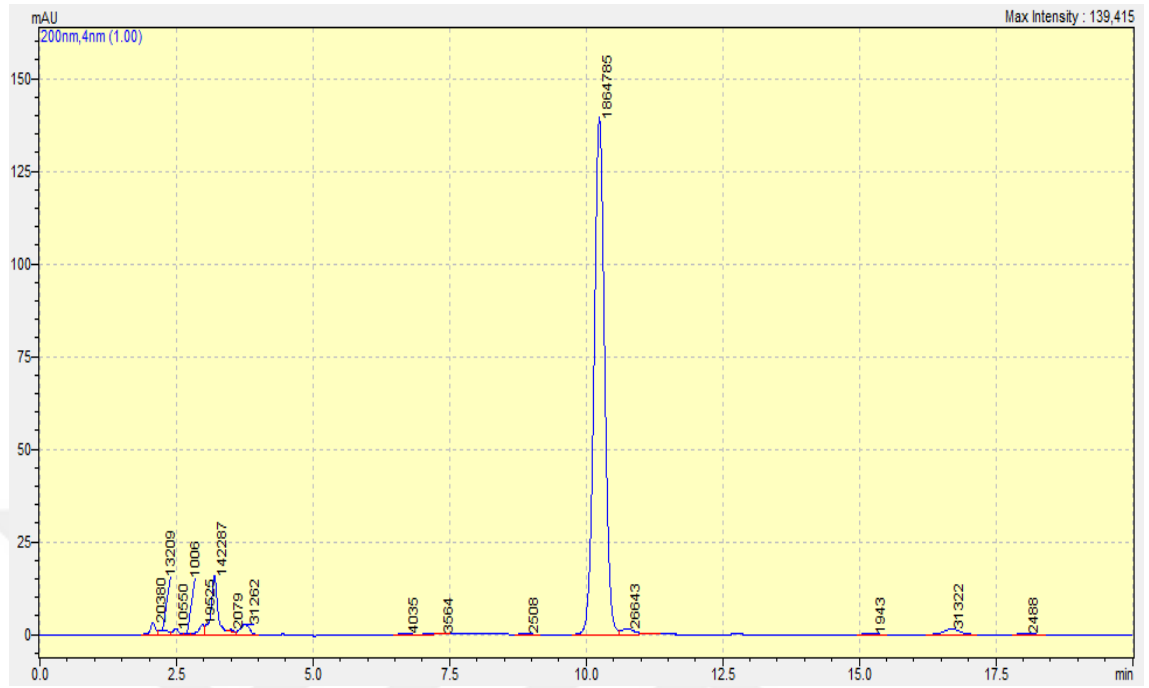


EK-14. Stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekere ait şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz) kromatogramı

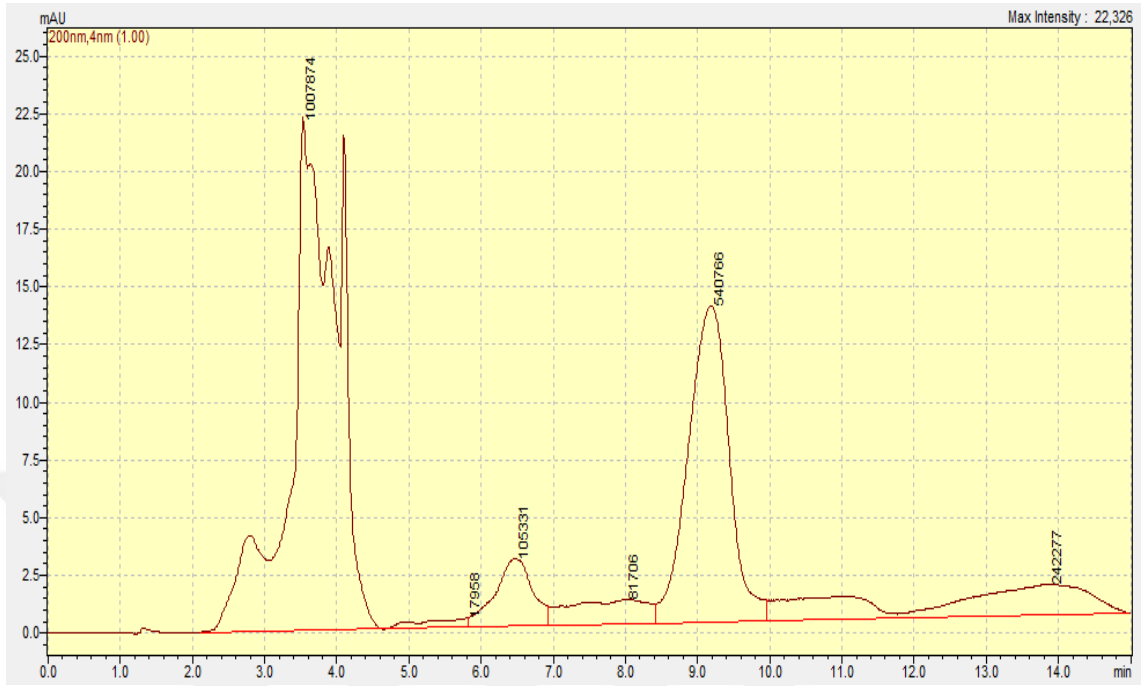


EK-15. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekere ait sorbitol kromatogramı

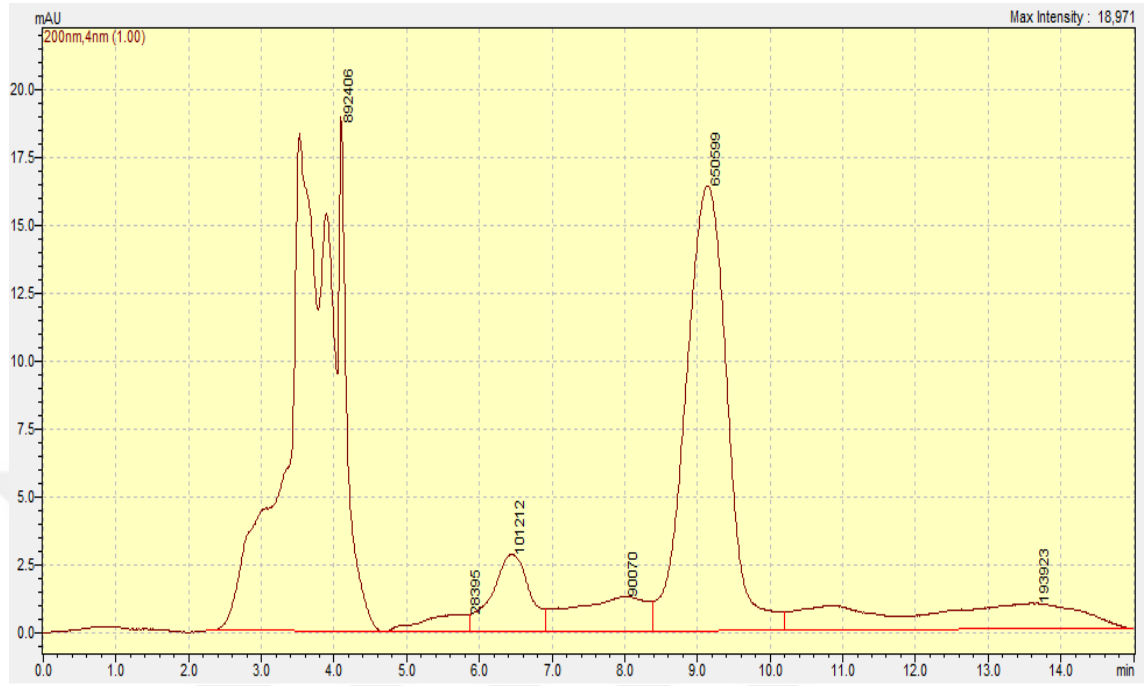
EK-16. Steviosit standartına (180 ppm) ait kromatogram

EK-17. Rebaudiosit A standartına (180 ppm) ait kromatogram

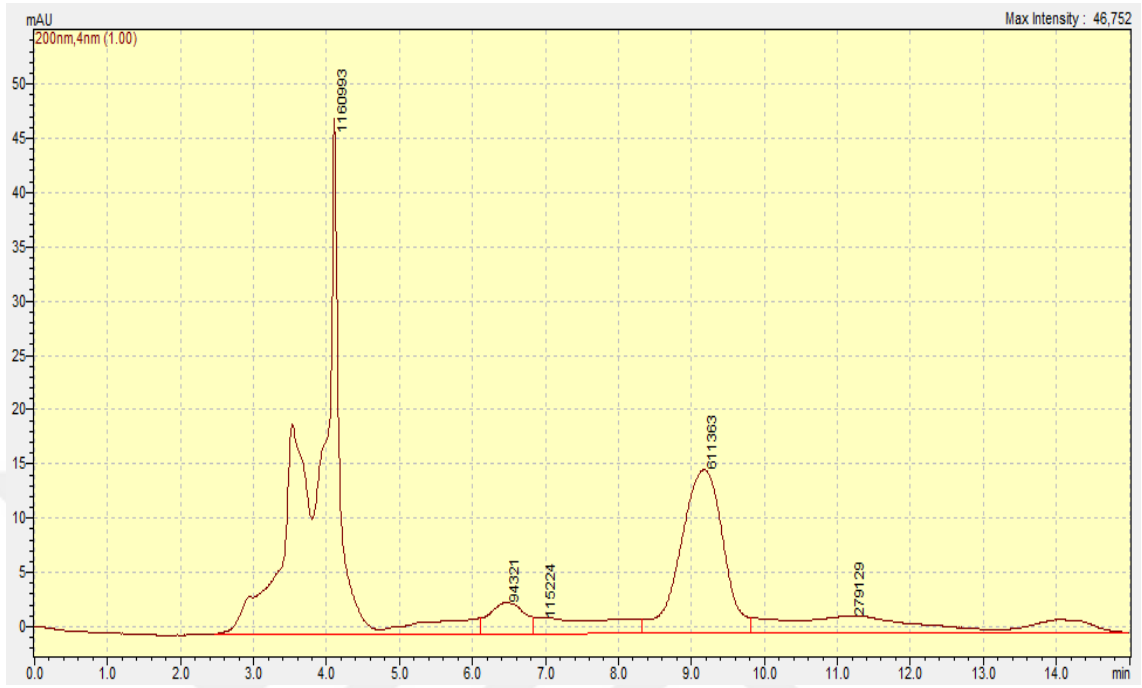
EK-18. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı yumuşak şekerle ait steviol glikozit (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı



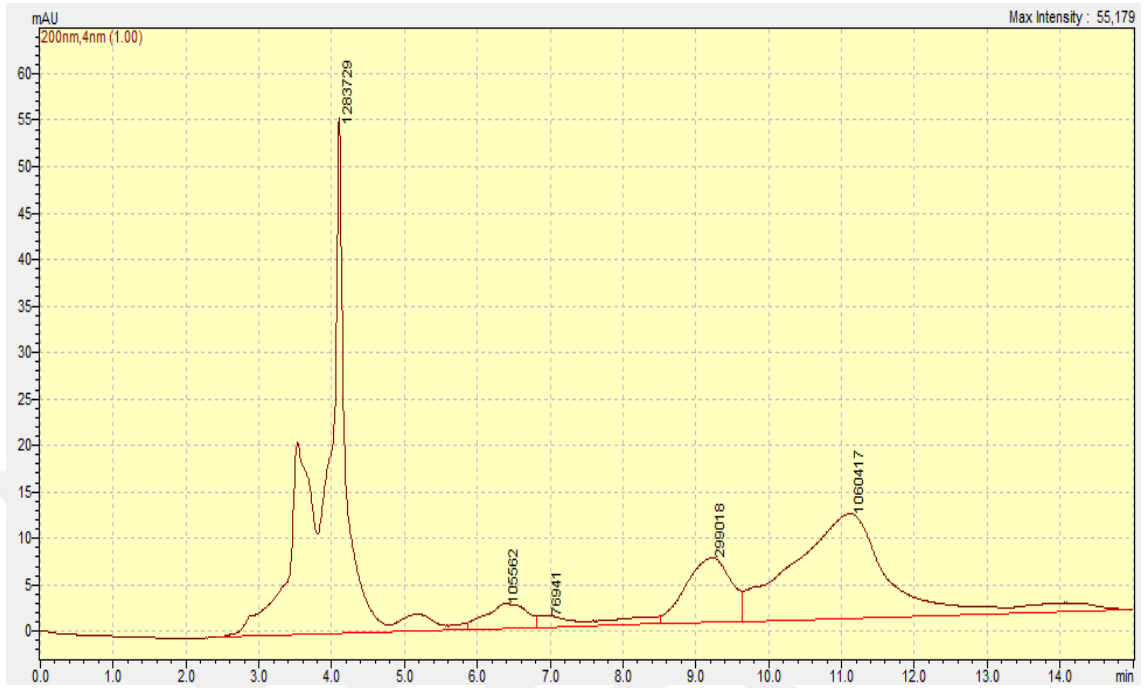
EK-19. Stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı yumuşak şekere ait steviol glikozit (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı



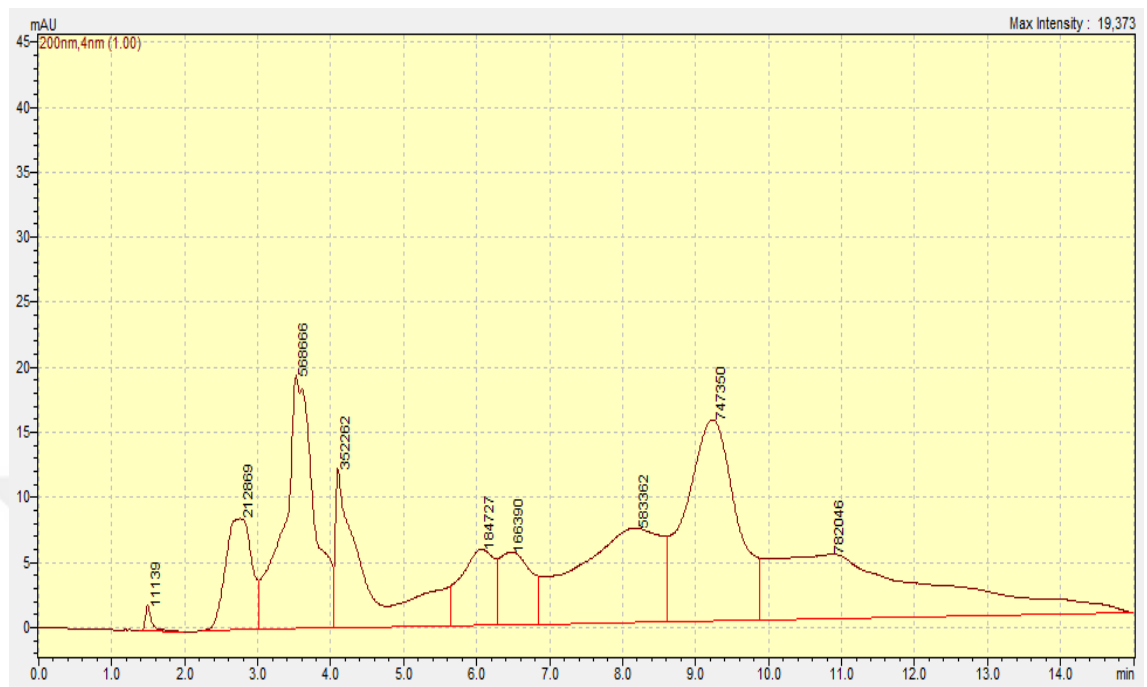
EK-20. Stevia ekstraktı+şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şeker aیت steviol glikozit (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı



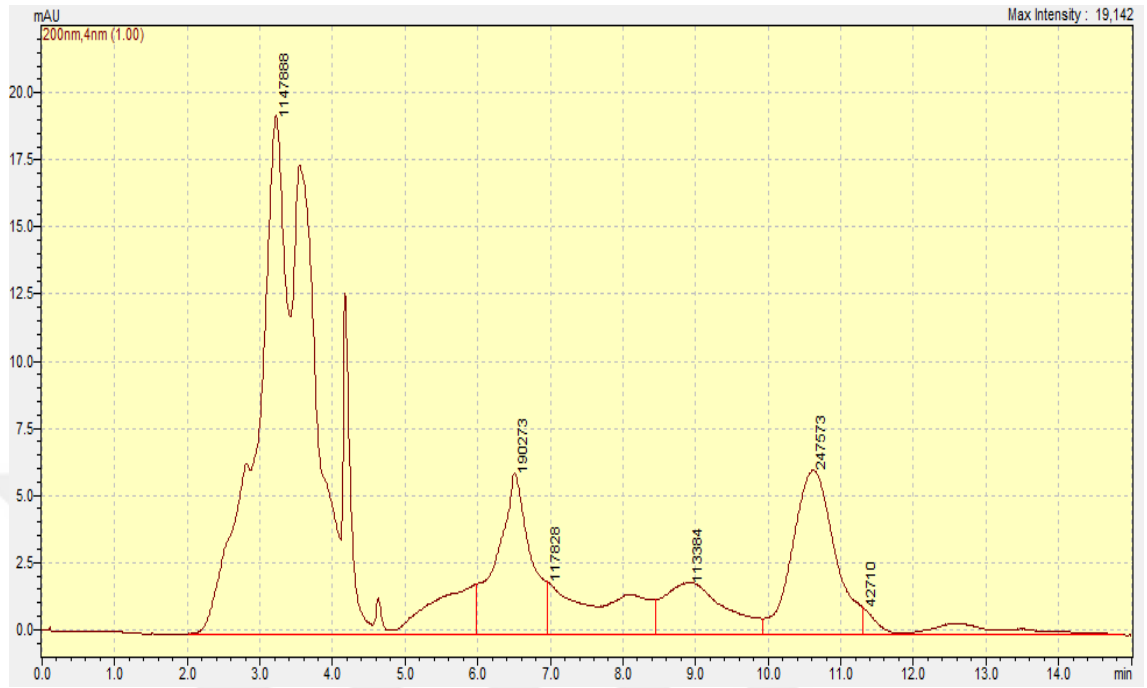
EK-21. Stevia ekstraktı+şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şeker ait steviol glikozit (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı

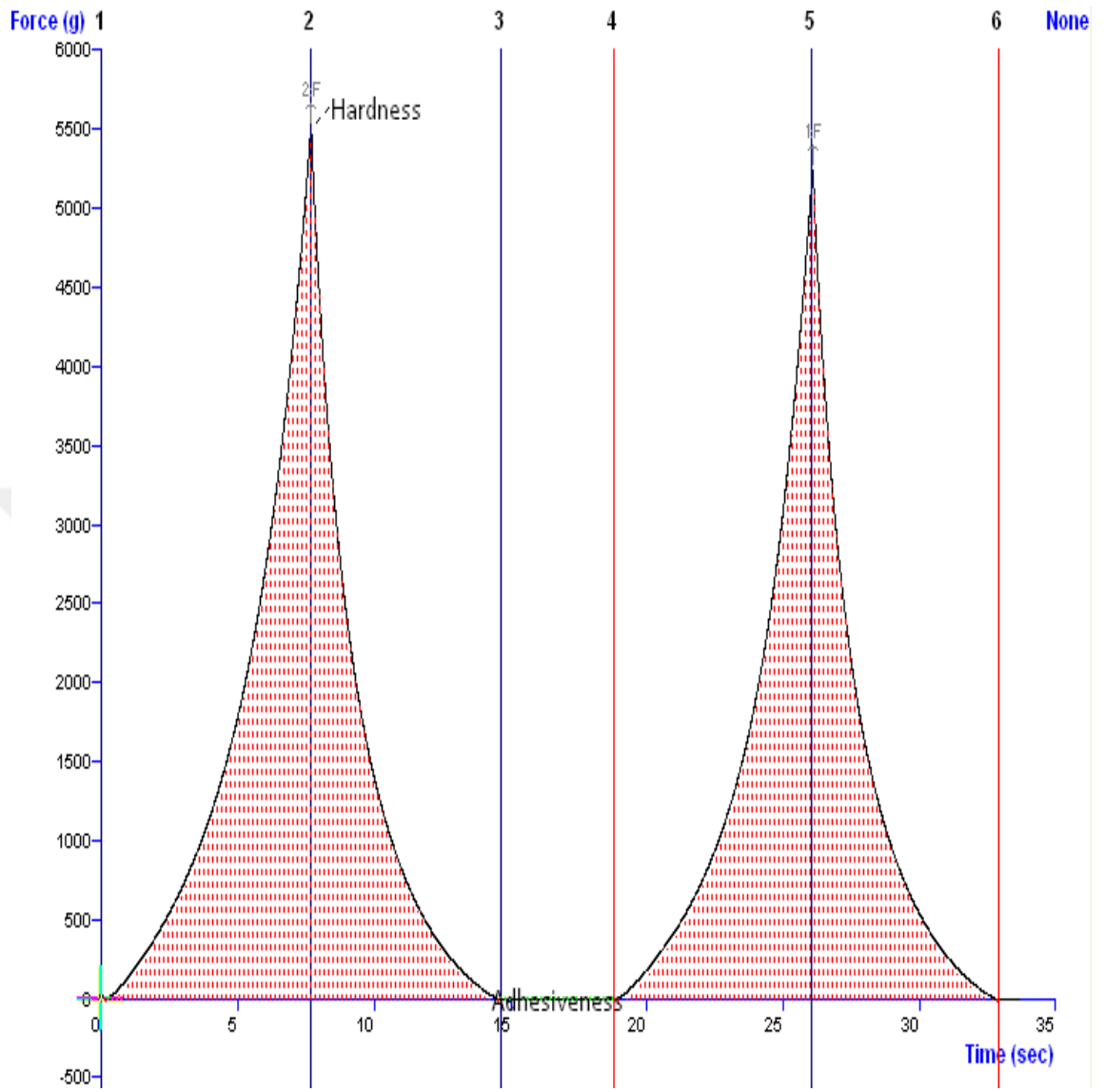


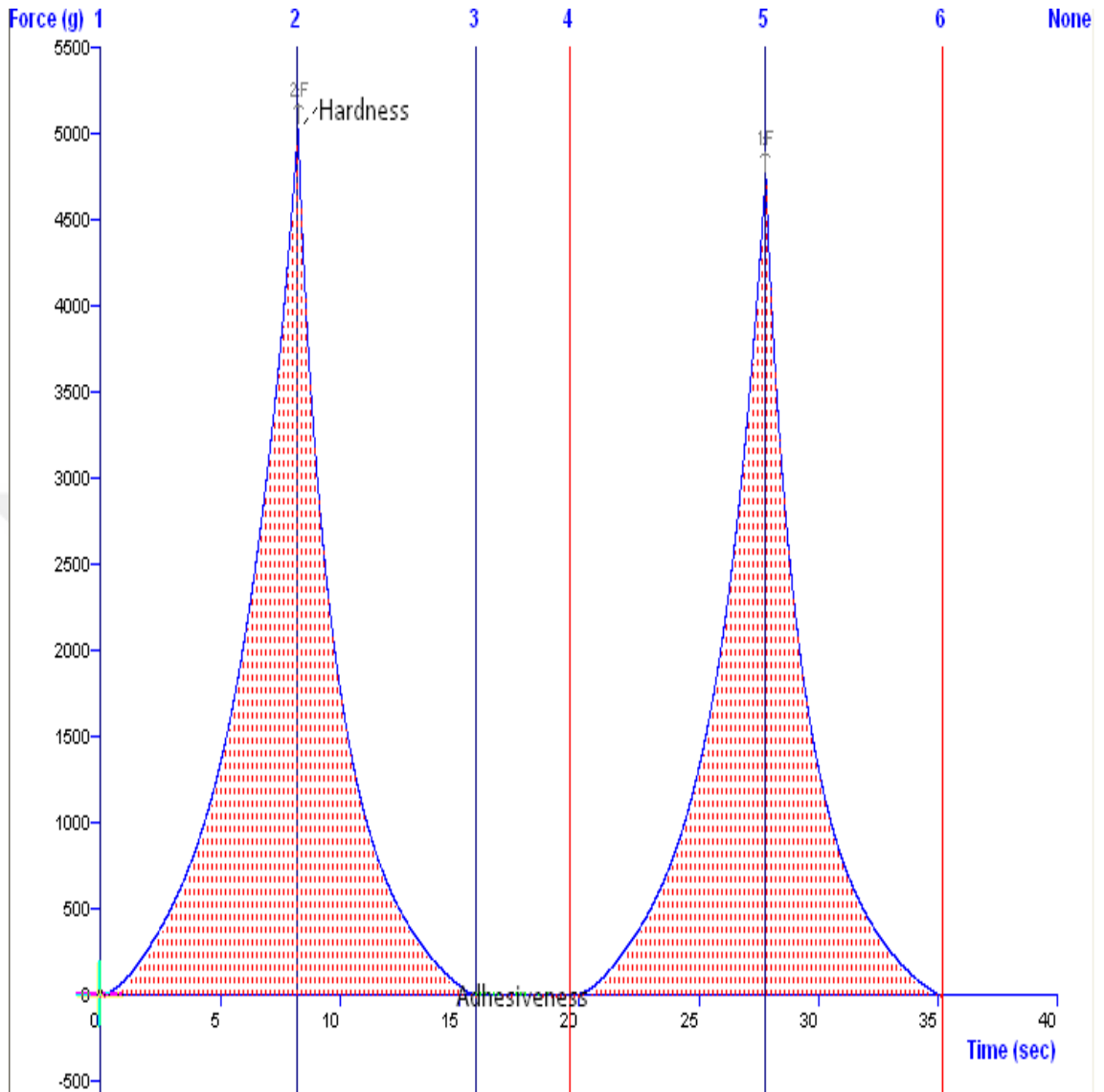
EK-22. Stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekere ait steviol glikozit (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı

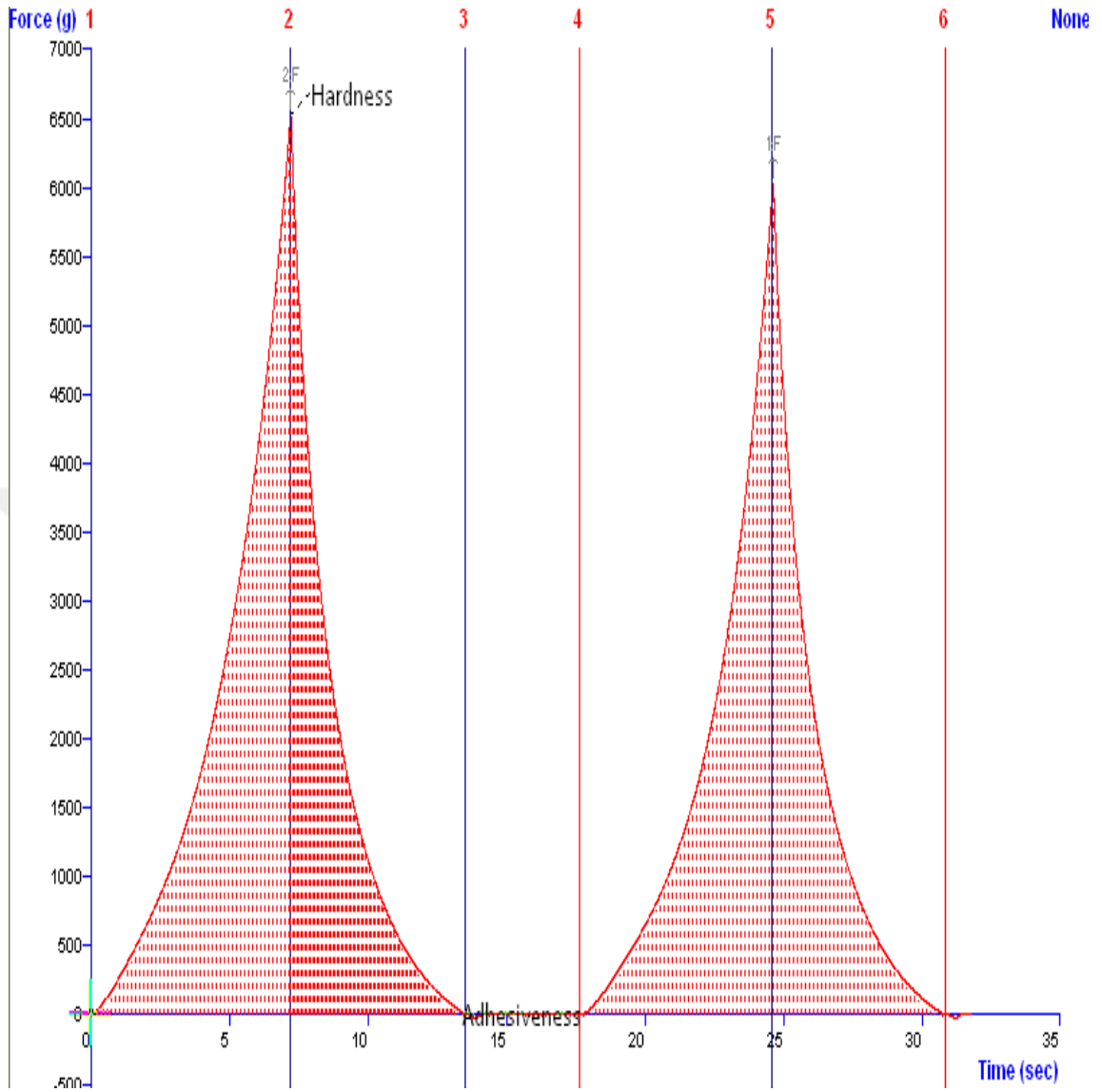


EK-23. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekere ait steviol glikozit (steviosit, rebaudiosit A) kromatogramı

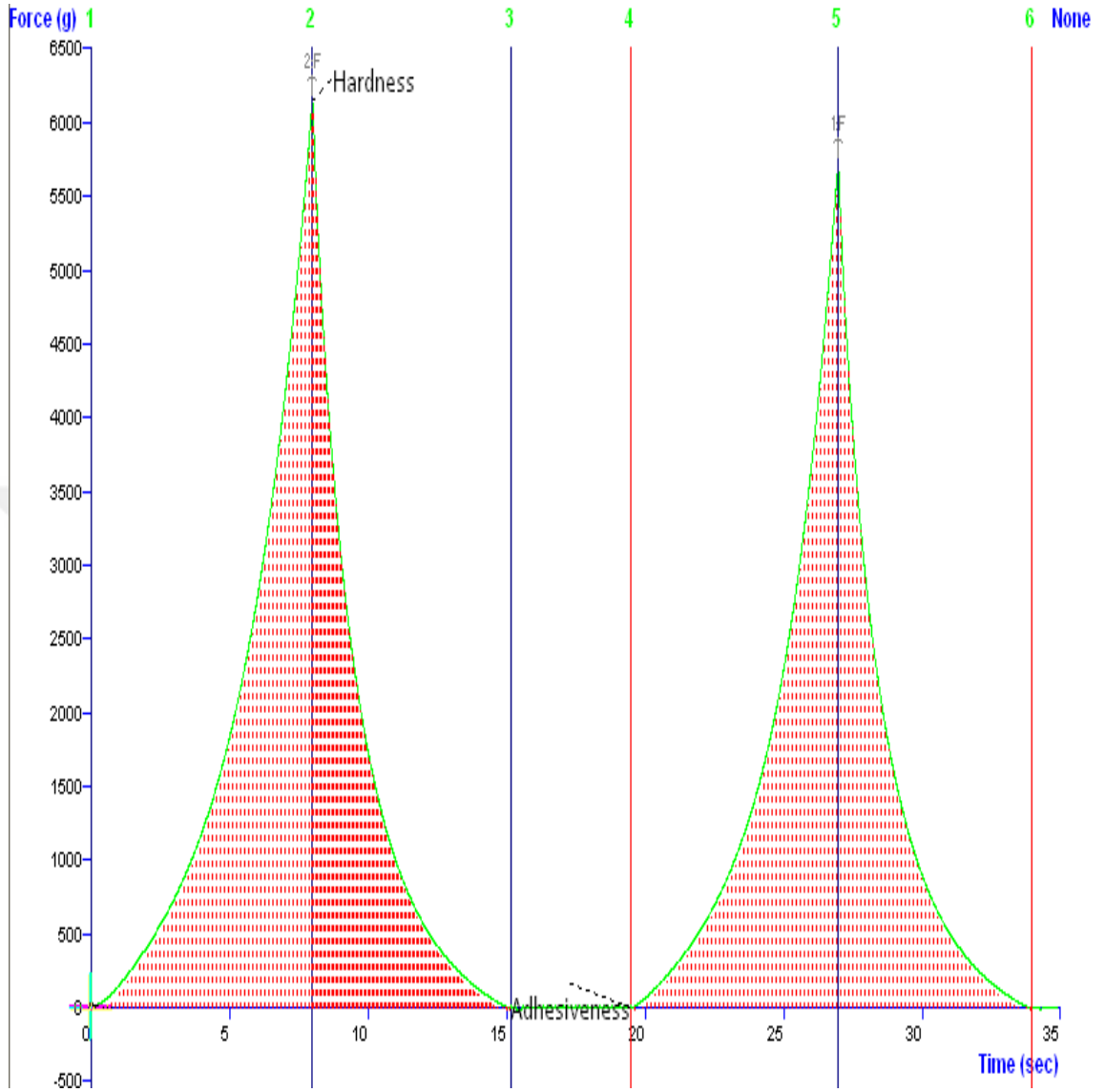


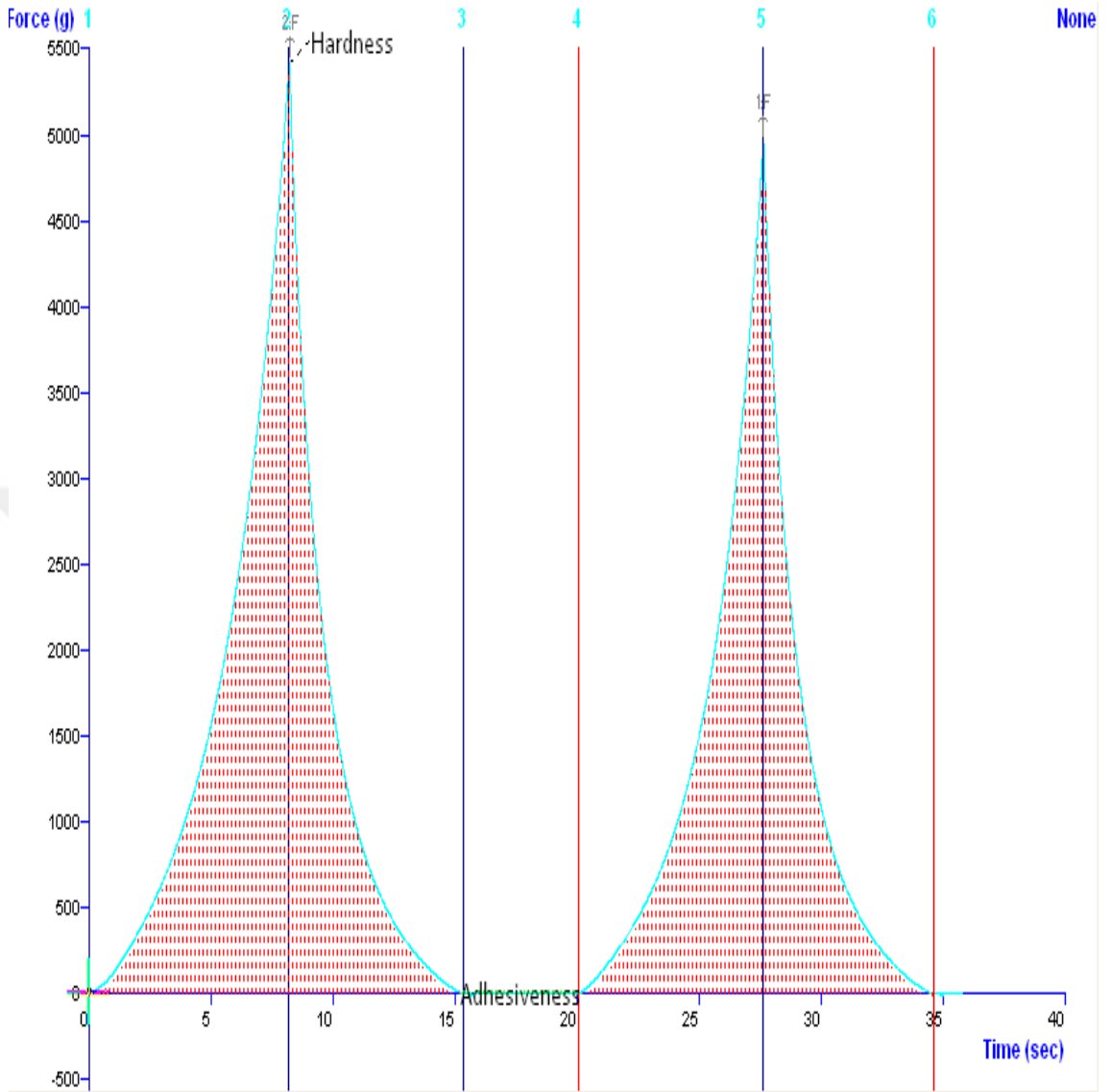
EK-24. Şeker içeren ballı yumuşak şekerle ait tekstür grafiği

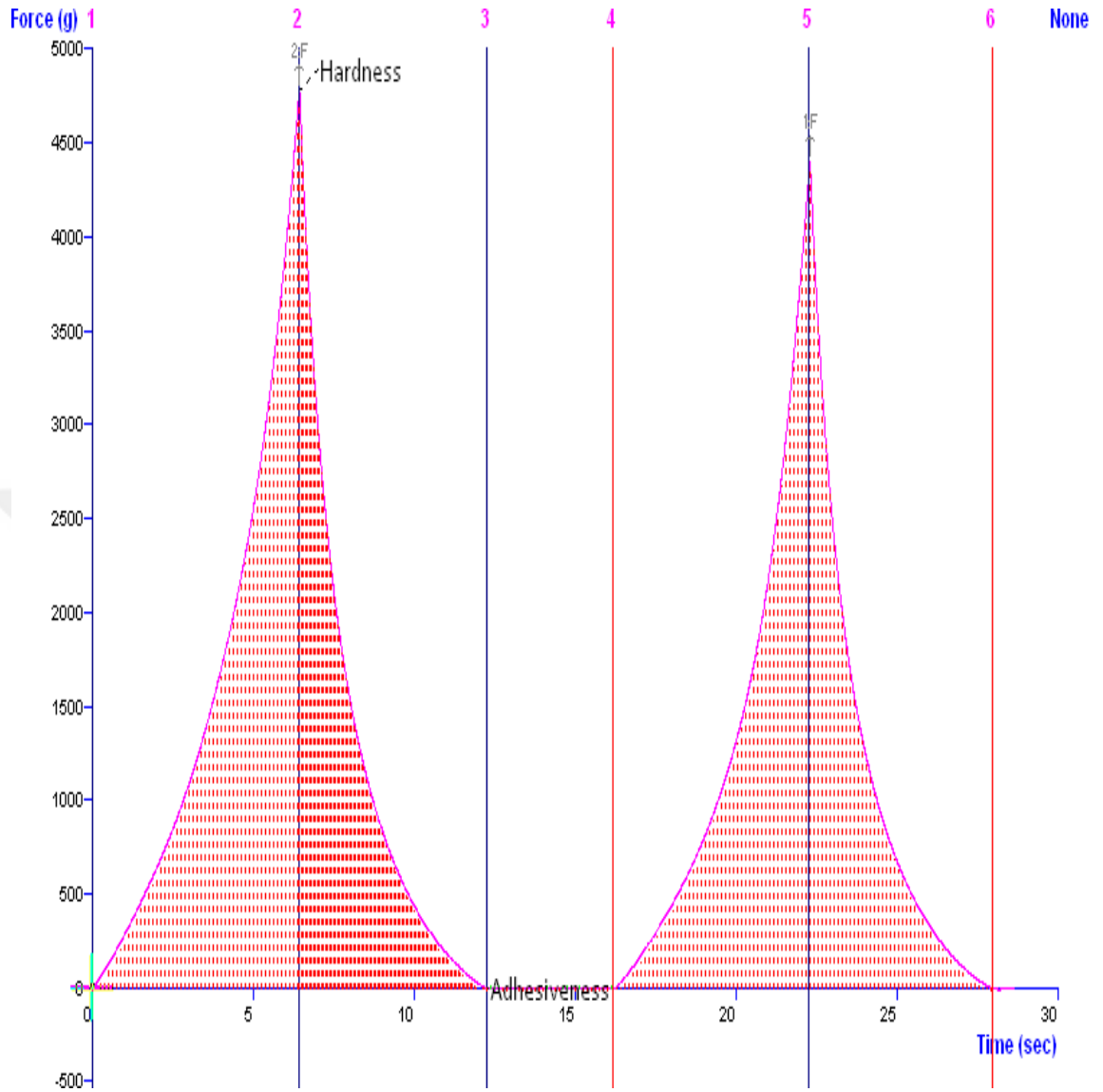
EK-25. Şeker içeren elmalı yumuşak şekere ait tekstür grafiği

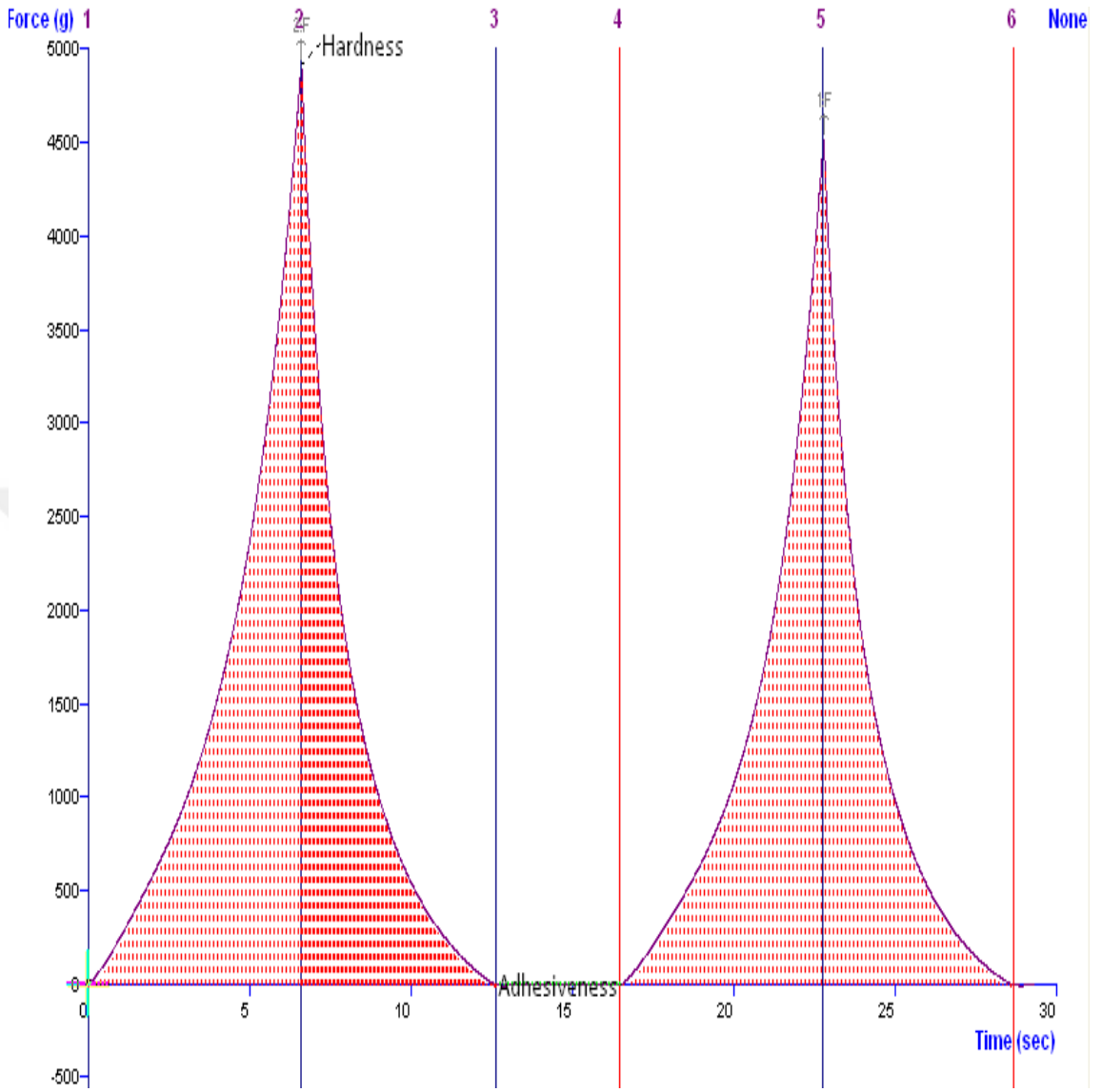
EK-26. Şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şekere ait tekstür grafiği

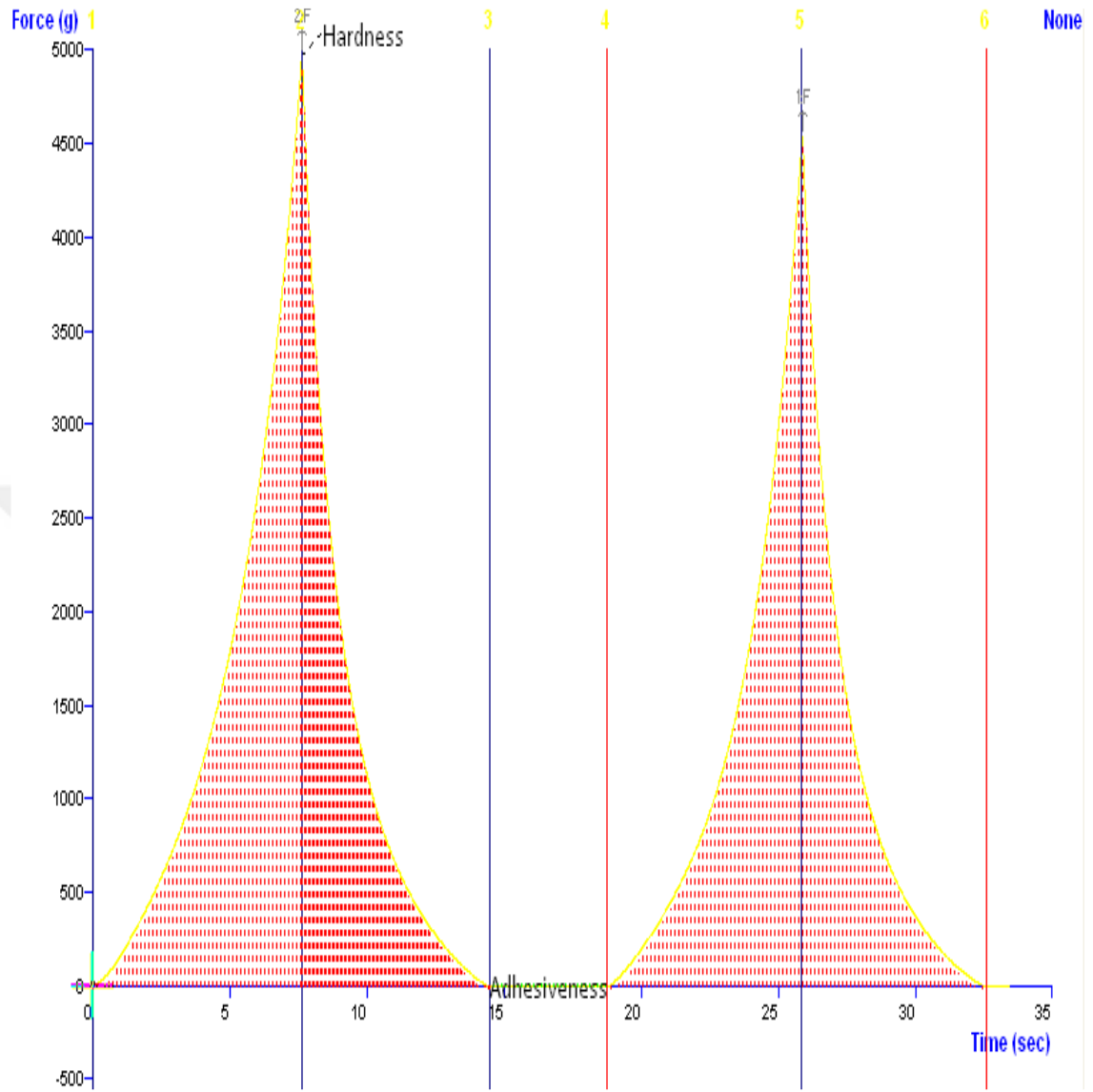
EK-27. Şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şekere ait tekstür grafiği

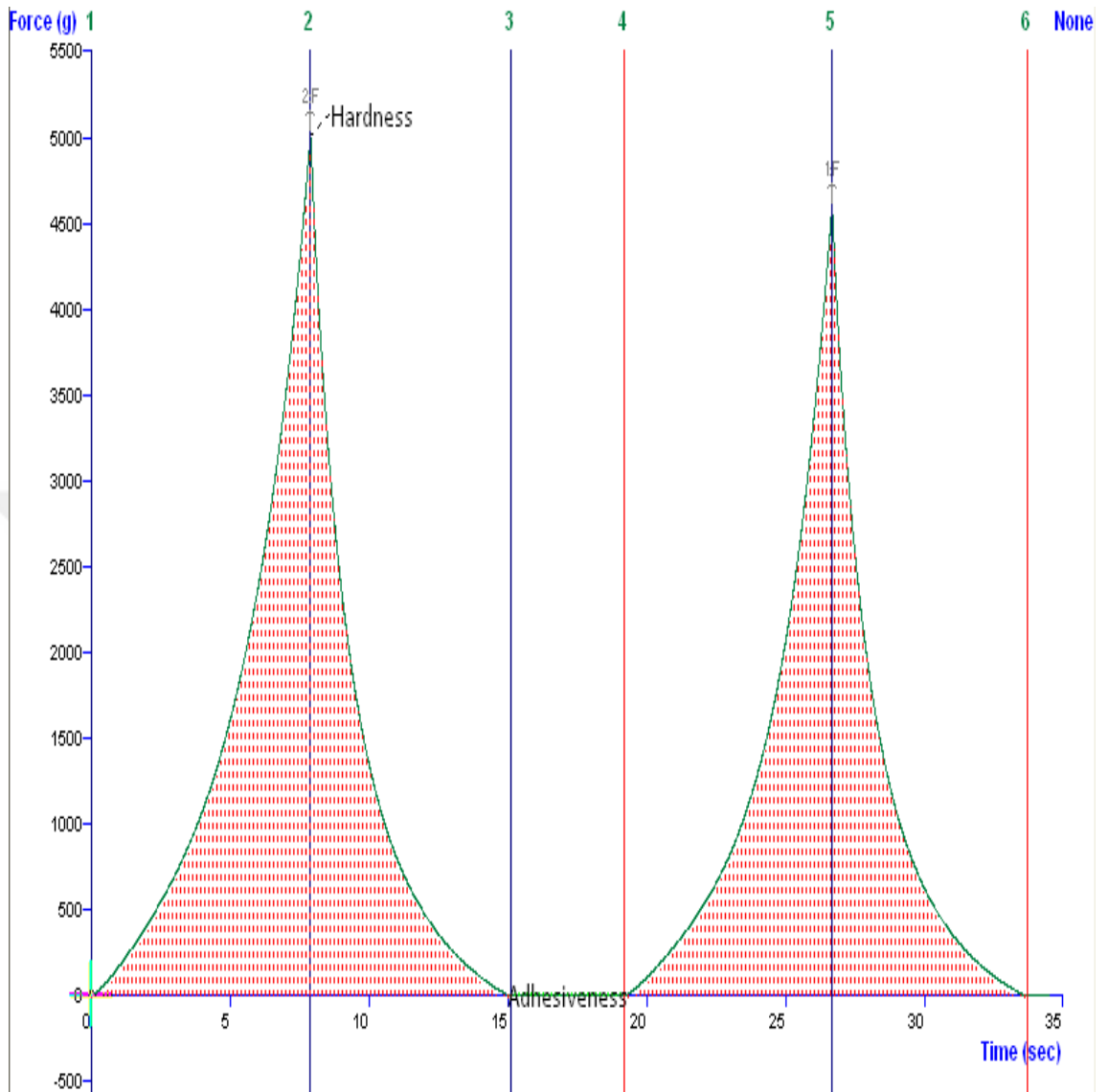


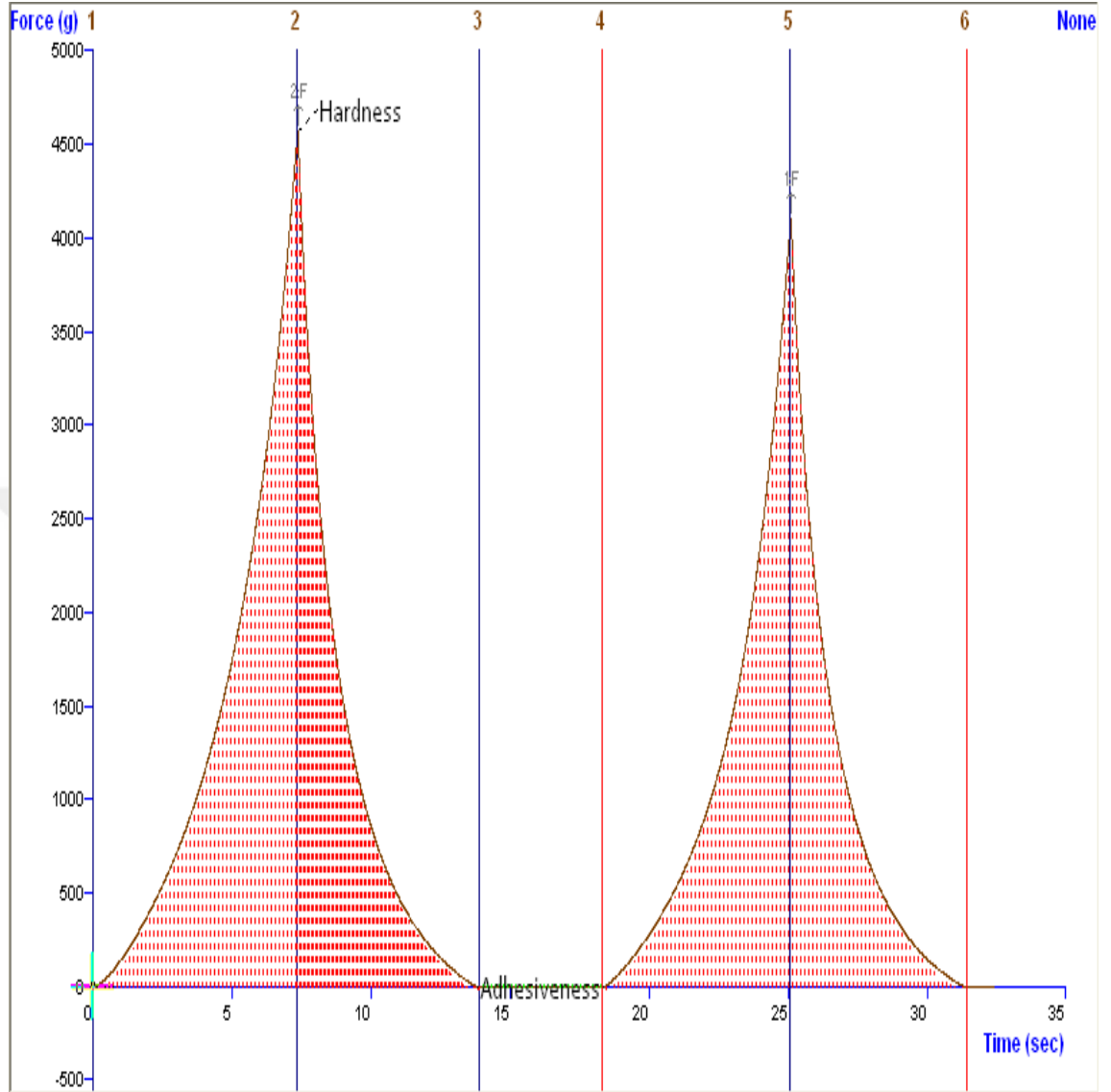
EK-28. Şeker içeren vişneli yumuşak şekere ait tekstür grafiği

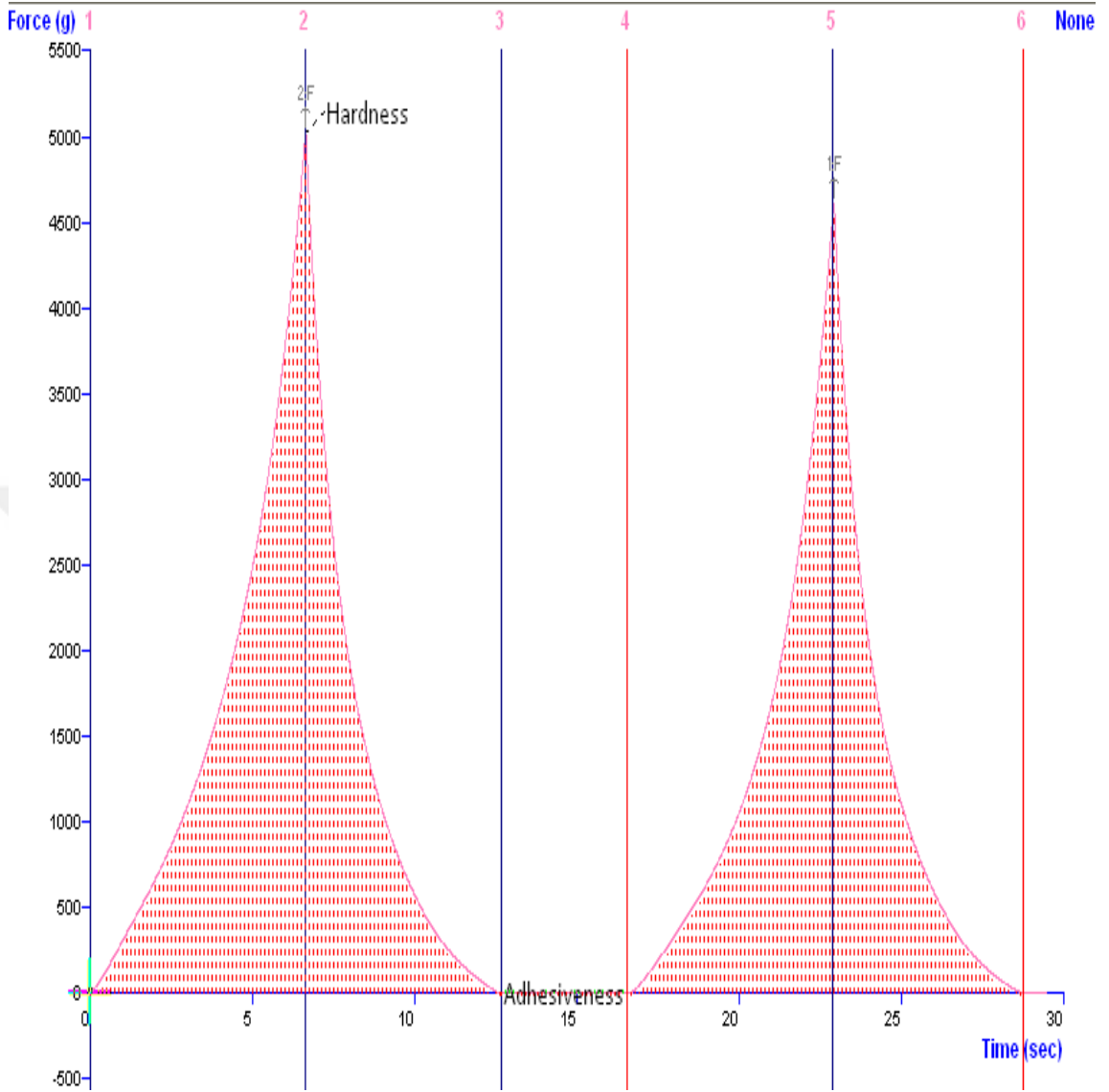
EK-29. Stevia ekstraktı+şeker içeren ballı yumuşak şekerle ait tekstür grafiği

EK-30. Stevia ekstraktı+şeker içeren elmalı yumuşak şekere ait tekstür grafiği

EK-31. Stevia ekstraktı+şeker içeren siyah üzümlü yumuşak şekere ait tekstür grafiği

EK-32. Stevia ekstraktı+şeker içeren keçiboynuzulu yumuşak şeker ait tekstür grafiği

EK-33. Stevia ekstraktı+şeker içeren vişneli yumuşak şekere ait tekstür grafiği

EK-34. Stevia ekstraktı+sorbitol içeren sade yumuşak şekere ait tekstür grafiği

ÖZGEÇMİŞ

AHMET HACIOĞLU

ahacioglu.07@hotmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2015-2017	Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2011-2015	Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya