T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TATLANDIRILMIŞ YİYECEK VE İÇECEKLERDEKİ ŞEKER PROFİLLERİNİN KROMATOGRAFİK YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

YUSUF KILBOZ

KİMYA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

HATAY
NİSAN-2016

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TATLANDIRILMIŞ YİYECEK VE İÇECEKLERDEKİ ŞEKER PROFİLLERİNİN KROMATOGRAFİK YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

YUSUF KILBOZ

KİMYA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

HATAY
NİSAN-2016

19.04.2016

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Yusuf KILBOZ

ÖZET

TATLANDIRILMIŞ YİYECEK VE İÇECEKLERDEKİ ŞEKER PROFİLLERİNİN KROMATOGRAFİK YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

Son 50 yılda tüm dünyada şeker tüketiminde korkunç bir artış meydana gelmiş ve bugün dünyada kişi başına yılda 24 kg şeker tüketildiği ortaya konmuştur. Daha da kötüsü metabolik hastalıklardan (obezite, tip 2 diyabet, kalp rahatsızlıkları, hipertansiyon, dislipidemi, gut gibi) sorumlu olduğu düşünülen yüksek fruktozlu mısır şurubu kullanımı çok fazla artmış ve günümüzde kullanılan toplam tatlandırıcılar içinde yaklaşık % 40'lık bir paya sahip olmuştur. Günlük hayatta sıkça tüketilen, tatlandırıcı içeren gıda ve içeceklerin etiketlerinde toplam şeker miktarı yazsa bile, hiçbir üründe hangi cins şekerleri içerdiği yazmamaktadır. Bu nedenle, tatlandırılmış gıda ve içeceklerin şeker profillerinin belirlenmesi insan sağlığı açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmada, yaygınca tüketilen tatlandırılmış yiyecek ve içeceklerin (kek, çikolata, jelibon, bisküvi, gofret, puding, meyveli yoğurt, gazoz, kola, limonata, maden suyu, meyve suyu, süt ve buzlu çay) şeker profilleri yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) aracılığıyla belirlenmiştir. Meyve suyu, gazoz, maden suyu, kola, çikolata, bisküvi ve gofret örneklerinde fruktoz miktarı glikoz miktarından daha yüksek bulunmuştur. En yüksek fruktoz içerikleri kola (% 71.10), çikolata (% 52.40) ve gazoz (% 48.21) örneklerinde saptanmıştır. Galaktoz, mannitol, arabinoz, ksilitol incelenen yiyecek ve içecek örneklerinin hiçbirisinde tespit edilememiştir. Süt, jelibon, puding, bisküvi ve kek örneklerinin ana şeker bileşeninin sukroz olduğu görülmüştür. Maltitol sadece kek ve jelibon örneklerinde bulunmuştur.

2016, 87 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yüksek fruktozlu mısır şurubu, tatlandırıcılar, metabolik sendrom, obezite, HPLC-RID.

ABSTRACT

DETERMINATION OF SUGAR PROFILES IN SWEETENED FOOD AND BEVERAGES BY CHROMATOGRAPHIC METHODS

Last 50 years, a terrible increase in sugar consumption in the world have occurred and today 24 kg of sugar is consumed per person in the world in each year. Even worse the use of high fructose corn syrup thought to be responsible for metabolic diseases (obesity, type 2 diabetes, heart disease, hypertension, dyslipidemia, gout etc.) has been increased and in todays, it has been used with a share of approximately 40 % in total sweeteners. In daily life, even if it is written the total amount of sugar in the label of food and drinks often consumed containing sweeteners but there are no information about products which profile of sugar contains. Therefore the determination of sweetened food and drinks sugar profile is extremely important for human health.

In this study, sugar profiles of sweetened food and beverages' (cake, chocolate, jelly tots, cookie, wafer, pudding, fruit yoğurt, cola, soda, lemonade, mineral water, fruit juice, milk and ice tea) which often consumed were determined by high performance liquid chromatography (HPLC). The amount of fructose in the fruit juice, mineral water, soda, cola, chocolate, biscuit, wafer samples were higher than the amount of glucose. Most high fructose content of the samples was observed in coke (71.10 %), chocolate (52.40 %) and soda (48.21 %). Galactose, mannitol, arabinose, xylitol could not be detected in any of the samples analyzed food and beverages. Milk, jelly tots, pudding, biscuit and cake samples showed that sucrose is the main sugar components. Maltitol was only found in cake and jelly tots samples.

2016, 87 pages

Key Words: High fructose corn syrup, sweeteners, metabolic syndrome, obesity, HPLC-RID.

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu çalışmamı Büyük Önder Mustafa Kemal Atatürk' e, Onun Değerli Silah Arkadaşlarına ve Aziz Vatanımda özgürce yaşamamız için kanlarını, canlarını gözlerini kırpmadan feda eden İslam ve Vatan Şehidlerimize, Gazilerimize ithaf ediyorum, emin olsunlar…

Doktora tez konumun belirlenmesinde ve çalışmamın her aşamasında bilgi, deneyimi ve yardım severliği ile bana yol gösteren, güvenini ve manevi yönden de desteğini esirgemeyen Danışman Hocam Prof. Dr. Şana Sungur'a teşekkürü bir borç bilirim. Ancak ne kadar teşekkür etsem üzerimdeki emeğinin karşılığı olamayacaktır.

Bugüne kadar her zaman yanımda olan, beni bugünlere getiren, yetiştiren ve beni destekleyen Annem'e, Babam'a, Ablam'a ve Kardeşlerime, Uyğun, Kılboz ve Yavuz Yılmaz Ailelerine; dualarından, sabrından ve desteklerinden dolayı Hayat Arkadaşım; Eşim Fatma Kılboz' a, Kızım Zeynep Rana'ya ve Oğlum Selim Emre'ye teşekkür ederim. İhmallerim sebebiyle özür diliyorum. Sizleri seviyorum…

Doktora eğitimimde bilgi ve becerilerini benimle paylaşan Sayın Prof. Dr. Cumali Gökçe, Sayın Doç. Dr. İhsan ÜSTÜN, Yrd. Doç. Dr. Zeki AYDIN ve Sayın Doç. Dr. Yasin YÜCEL'e teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmamın gerçekleşmesinde sağladıkları maddi kaynaklarından dolayı MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkürlerimi sunarım.

Analizlerim sırasında bana her türlü yardım ve desteklerini sunan MARGEM müdürlüğüne, tezimin hazırlanması sırasındaki yardımlarından ve ağabeyliğinden dolayı Barış Sungur'a; deneylerin yapılması sırasında, tez yazımı ve düzenlenmesi aşamasında desteklerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Abdo ÖZKAN'a, çok değerli meslektaşlarım MARGEM Müdürlüğü Uzmanı Yüksek Kimyager Muhammet DEMİREL, MARGEM Müdürlüğü Uzmanı Yüksek Kimyager Selvin USTABAŞ, MARGEM Müdürlüğü Uzmanı Mühendis Hasan Arslaner, Yüksek Kimyager Muhammet Meriç ATAN, Dr. Ramazan Okur, Yüksek Kimyager Muaz KÖROĞLU'a ve isimlerini burada zikredemediğim ama yardımlarını esirgememiş herkese içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ŞEKİLLER DİZİNİ VI
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ IX
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 11
3. MATERYAL VE YÖNTEM 17
3.1. Materyal 17
3.1.1. Kullanılan Kimyasallar 17
3.1.2. Kullanılan Cihazlar 17
3.2. Yöntem 18
3.2.1. Deneyler Sırasında Kullanılan Çözeltiler 18
3.2.2. Örneklerin Temin Edilmesi 19
3.2.3. Örneklerin Analize Hazırlanması 19
3.2.4. Kalibrasyon Doğrularının Oluşturulması 19
3.2.5. Gözlenebilme Sınırı (LOD) ve Tayin Sınırının (LOQ) Belirlenmesi 19
3.2.6.HPLC Analizi 20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 22
4.1. Gözlenebilme Sınırı, Belirlenebilme Sınırı ve Şeker Piklerinin Geliş Sürelerinin Belirlenmesi 22
4.2. İncelenen İçeceklerin Şeker İçeriklerinin Belirlenmesi 23
4.3.İncelenen Gıdaların Şeker İçeriklerinin Belirlenmesi 29
4.4.İncelenen İçecek ve Gıda Örneklerinin Şeker Profillerinin İncelenmesi 33
4.5.İncelenen Gıda ve İçecek Örneklerinde Saptanan Şeker Miktarları ile Etiket Şeker Miktarlarının Karşılaştırılması 38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 52
KAYNAKLAR 54
ÖZGEÇMİŞ 59
EKLER 60
Ek 1. Bazı gıdaların ve içeceklerin glisemik indeks değerleri 60
Ek 2. Bazı tatlandırıcıların sakkaroza göre tatlılık dereceleri 61
Ek 3. Bazı tatlandırıcılar hakkında genel bilgiler 62
Ek 4. Sukroz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 66
Ek 5. Sukroz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 67
Ek 6. Laktoz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 67

Ek 7. Laktoz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 68
Ek 8. Glikoz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 68
Ek 9. Glikoz'a ait 1 – 10 g L^{-1}aralığındaki kalibrasyon eğrisi 69
Ek 10. Galaktoz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 69
Ek 11. Galaktoz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 70
Ek 12. Arabinoz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 70
Ek 13. Arabinoz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 71
Ek 14. Fruktoz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 71
Ek 15. Fruktoz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 72
Ek 16. Maltitol'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 72
Ek 17. Maltitol'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 73
Ek 18. Sukraloz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 73
Ek 19. Sukraloz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 74
Ek 20. Mannitol'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 74
Ek 21. Mannitol'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 75
Ek 22. Ksilitol'e ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 75
Ek 23. Ksilitol'e ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi 76
Ek 24. Gazoz 3 kromatogramı 76
Ek 25. Kayısı suyu 4 kromatogramı 77
Ek 26. Vişne suyu 5 kromatogramı 77
Ek 27. Gazoz 2 kromatogramı 78
Ek 28. Karışık meyve suyu 5 kromatogramı 78
Ek 29. Vişne suyu 2 kromatogramı 79
Ek 30. Şeftali suyu 1 kromatogramı 79
Ek 31. Buzlu çay 3 kromatogramı 80
Ek 32. Maden suyu 4 kromatogramı 80
Ek 33. Maden suyu 3 kromatogramı 81
Ek 34. Kayısı suyu 3 kromatogramı 81
Ek 35. Gazoz 4 kromatogramı 82
Ek 36. Maden suyu 1 kromatogramı 82
Ek 37. Maden suyu 2 kromatogramı 83
Ek 38. Puding 1 kromatogramı 83
Ek 39. Çikolata 4 kromatogramı 84
Ek 40. Kek 1 kromatogramı 84
Ek 41. Kek 4 kromatogramı 85
Ek 42. Bisküvi 1 kromatogramı 85
Ek 43. Bisküvi 3 kromatogramı 86
Ek 44. Kek 1 kromatogramı 86
Ek 45. Şeftali suyu 3 kromatogramı 87

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Şeker standartlarının pikleri 23
Şekil 4.2. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri 35
Şekil 4.3. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri 35
Şekil 4.4. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri 36
Şekil 4.5. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri 36
Şekil 4.6. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri 37
Şekil 4.7. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri 37
Şekil 4.8. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri 38
Şekil 4.9. Çikolataların etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 39
Şekil 4.10. Bisküvilerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 39
Şekil 4.11. Keklerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 40
Şekil 4.12. Jelibonların etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 40
Şekil 4.13. Pudinglerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 41
Şekil 4.14. Meyveli yoğurtların etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 41
Şekil 4.15. Karışık meyve sularının etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği..... 42
Şekil 4.16. Şeftali sularının etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 42
Şekil 4.17. Vişne sularının etiket ve ölçüm miktarlarının Karşılaştırılmalı çubuk grafiği 43
Şekil 4.18. Kayısı sularının etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 43
Şekil 4.19. Muzlu sütlerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 44
Şekil 4.20. Çikolatalı sütlerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 44
Şekil 4.21. Çilekli sütlerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 45
Şekil 4.22. Meyveli maden suyu etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 45
Şekil 4.23. Kolaların etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği 46

Şekil 4.24. Gazozların etiket ve ölçüm miktarlarının
karşılaştırılmalı çubuk grafiği 46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Karbonhidratların sınıflandırılması 3
Çizelge 3.1. Analizlerde kullanılan kimyasallar 17
Çizelge 3.2. Analizlerde kullanılan cihazlar 17
Çizelge 3.3. Deneyler sırasında kullanılan çözeltiler 18
Çizelge 4.1. İncelenen şeker bileşiklerinin LOD, LOQ, korelasyon katsayısı değerleri ve alıkonma süreleri 22
Çizelge 4.2. İncelenen içeceklerin şeker içerikleri 26
Çizelge 4.2. İncelenen içeceklerin şeker içerikleri (devam) 27
Çizelge 4.2. İncelenen içeceklerin şeker içerikleri (devam) 28
Çizelge 4.3. İncelenen gıdaların şeker içerikleri 31
Çizelge 4.3. İncelenen gıdaların şeker içerikleri (devam) 32
Çizelge 4.4. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri 34

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
ICP	: İndüktif Eşleşmiş Plazma
MS	: Kütle Spektrometresi
UV-VİS	: Ultraviyole Görünür Spektrometresi
RI	: Kırılma indisi
FL	: Floresans
EC	: Elektrokimyasal
pH	: Asitlik/Bazlık Derecesi
LOD	: Gözlenebilme Sınırı
LOQ	: Tayin Sınırı
GI	: Glisemik indeks
GY	: Glisemik Yük
CAC	: Kodeks Alimentarius Komisyonu
EC	: Avrupa Birliği
NHDC	: Neohesperidin Dihidrokalkon
FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
HFCS	: Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu
HMF	: Hidroksimetilfurfural
RID	: Refraktif İndex Dedektör

1. GİRİŞ

Tabiatta ve canlıların yapısında en fazla bulunan karbonhidratlar; aldehit, keton işlevsel grubu bulunan çoklu alkoller veya suyla ayrıştırıldıklarında bu maddeleri veren bileşikler olarak tanımlanmaktadırlar. Tabiatta fotosentezle üretilen bu büyük moleküllü yapılar, canlı hücrelerde en çok bulunan organik yapılardır. Bu büyük moleküllü yapıların, bünyeye alındıktan sonra gerekli hücrelere iletilebilmeleri için, sindirilerek kullanım amacına uygun boyuta getirilmeleri gerekmektedir. En fazla tahıllarda ve hububatlarda bulunan karbonhidratlar en önemli enerji kaynağı olarak bilinmektedirler. Yapıtaşları glikoz olup, hayvanlarda glikojen, bitkilerde ise nişasta olarak depolanmaktadırlar. Kimyasal sindirimleri ağızda başlamaktadır. Ayrıca, DNA, RNA ve ATP' nin yapısına katılmaktadırlar.

Glisemik indeks (GI); karbonhidratlı bir besinin yendikten belirli bir süre sonunda kan şekerini yükseltebilirliğini ifade etmektedir. Besinlerin glisemik indeksi kan şekerinin yavaş veya hızlı yükselmesini etkilemektedir. Glisemik indeks 50 gram karbonhidrat içeren test yiyeceğinin 2 saat içerisinde oluşturduğu kan glikozunu artış alanının, aynı miktarda karbonhidrat içeren referans yiyeceklerin oluşturduğu kan artış alanına kıyaslanmasıdır. Kısaca yenildikten 2 saat sonra besinlerin gösterdikleri glikoz yanıtlarının standart olarak alınan ekmeğin gösterdiği yanıta göre yüzde değeridir (Altuğ ve Elmacı, 2001).

$$GI = \frac{\text{Besinler verildikten sonraki kan glikoz düzeyi}}{\text{Ekmek verildikten sonraki kan glikoz düzeyi}} \times 100 \qquad (1.1)$$

Glisemik indeksi yüksek besin alımıyla obezite, diyabet ve bunlarla ilintili diğer kronik hastalıkların görülme sıklığı arasında paralellikler saptandığından, sağlıklı beslenmede yer alan karbonhidratlı yemeklerin glisemik indekslerinin düşük olması önerilmektedir.

Glisemik indeksi etkileyen faktörler:

- ✓ **Nişastanın yapısındaki farklılık:** Nişasta molekülü amiloz ve amilopektin denilen iki maddeden oluşmaktadır. Amilopektin dallı yapıdadır. Amiloz ise düz yapıdadır. Böylece aralarındaki alan farkına bağlı olarak sindirim farkı oluşmaktadır. Nişasta içeren besinler arasındaki GI farkı ortaya çıkabilmektedir.
- ✓ **Diyet posası:** Çözülebilen posanın glisemik etkisinin daha düşük olduğu bildirilmektedir. Çünkü çözülebilen posanın viskozitelerinin karbonhidrat emilimini azaltıcı etkisi olduğu gösterilmiştir.
- ✓ **Besin öğesi olmayan maddeler:** Bu grupta; enzim inhibitörleri, fitatlar, lektin, saponin ve tanin gibi maddeler vardır. Bunlar nişasta sindirimini etkileyerek glisemik indeksi düşürmektedirler.
- ✓ **Nişasta-protein ilişkisi:** Yiyecekteki protein miktarı nişastanın sindirimini etkilemektedir. Nişasta granüllerinin çevresi proteinle kaplıdır. Protein ağının ince bağırsak lümeninde nişasta emilim oranını azaltacağı ileri sürülmektedir.
- ✓ **Yiyeceğin emilim ve sindirimi:** Emilim ve sindirim oranı arttıkça GI yükselmektedir. 2 gram karbonhidratın emilimi oranı, ekmek için % 27, mercimek için % 15, soya fasulyesi için % 6 olarak bulunmuştur.
- ✓ **Yiyeceğin yapısı ve yiyeceklere uygulanan işlemler:** Taneli besinler, tanesiz veya sıvı besinlere göre daha düşük GI yanıtı oluşturmaktadır. İyi pişmiş nişastalı besinlerin GI'i az pişmişlerden daha yüksektir. Piştikten sonra bekleyen besinlerin GI'i düşmektedir. Meyve- meyve suyundan, pişmiş pirinç pilavı-pirinç çorbasından daha düşük glisemik yanıt oluşturmaktadır.
- ✓ **Yavaş yemek yeme:** Sindirim ve emilim daha yavaş olacağından GI düşebilmektedir.

Glisemik Yük (GY); belirli miktardaki spesifik bir besinin oluşturduğu insülin ihtiyacı ve glisemik yanıt seviyesini belirlemektedir (Altuğ ve Elmacı, 2001).

$$GY = GI / 100 \text{ x karbonhidrat miktarı (g)} \qquad (1.2)$$

Karbonhidratların en basit yapıtaşları monosakkaritlerdir. Kaba formülleri $(CH_2O)_n$ şeklindedir. N sayısı 3 ile 10 arasında değişkenlik göstermektedir. Çizelge

1.1.'de karbonhidratların bulundurdukları karbon sayılarına göre sınıflandırılmaları gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Karbonhidratların Sınıflandırılması

ŞEKERLER	
Monosakkaritler	**Oligosakkaritler**
Triozlar ($C_3H_6O_3$)	**Disakkaritler ($C_{12}H_{22}O_{11}$)**
Gliseraldehit	Sukroz
Dihidroksiaseton	Laktoz
Tetrozlar ($C_4H_8O_4$)	Maltoz
Eritroz	Sellobioz
Pentozlar ($C_5H_{10}O_5$)	**Trisakkaritler ($C_{18}H_{32}O_{16}$)**
Arabinoz	Rafinoz
Ksiloz	Kestoz
Riboz	**Tetrasakkaritler ($C_{24}H_{42}O_{21}$)**
Ribuloz	Staşiyoz
Heksozlar ($C_6H_{12}O_6$)	
Glukoz	
Galaktoz	
Mannoz	
Früktoz	
Heptozlar	
Sedoheptuloz	

Monosakkaritler, polihidroksi grubu barındıran aldehit ve ketonlar olarak adlandırılan monosakkaritler, an az 3 karbon atomu içermektedirler. Suda iyi çözünürler. Tatlı ve beyaz kristalli yapıdadırlar. İçerdikleri karbonil grubu sayısına göre 2'ye ayrılırlar:

- Polihidroksi aldehit sınıfı monosakkaritler aldoz (glikoz, mannoz, galaktoz, riboz)

- Polihidroksi keton sınıfı monosakkaritler ise ketozlar (fruktoz, ksilüloz, ribüloz) olarak isimlendirilirler.

Serbest karbonil grubu bulunan karbonhidratlar –oz eki alarak isimlendirilirler. Yani yükseltgenen işlevsel grubu aldehit olanlar aldoz, yükseltgenen işlevsel grubu keton olanlar ketoz adıyla anılırlar. Monosakkaritler, daha büyük yapılar oluşturmak için glikozidik bağlar ile bağlanarak disakkarit, oligosakkarit veya polisakkarit yapılarını oluştururlar (Harvey ve Ferrier, 2010).

Fruktoz, kimyasal formulü glikoz ile aynı olan ($C_6H_{12}O_6$) heksozdur. Glikozun, 1. karbonunda aldehit varken fruktozun 2. karbonunda keto grubu bulunmaktadır. Sakarozdan daha tatlıdır. Vücutta glikoza dönüşerek kullanılmaktadır. Glikoza göre daha zor erimekte ve daha güç kristalleşmektedir. Fruktoz bir disakkarit olan sakkarozun ve bir polisakkarit olan inülinin yapısında da bulunmaktadır. Ticari olarak inülinin hidrolizinden; doğal olarak da meyvelerin ve balın hidrolizinden elde edilmektedir. Glikoza göre daha yavaş fermente olmaktadır (http://www.hbogm.meb.gov.tr/Karbonhidratların Özellikleri 2 Haziran 2006). Fruktoz, bütün doğal şekerlerden ve şeker alkollerinden daha fazla bir çözünürlüğe sahiptir. Bu nedenle fruktozun sudaki bir çözeltisinden kristalize formunu elde etmek çok zordur. Fruktoz, yüksek bir nem tutucudur. Bu nedenle fruktoz, eklendiği besin maddelerine kalite, yumuşaklık ve doğal yoldan daha uzun raf ömrü sağlamaktadır (Hanover ve White, 1993). Fruktozlu şekerlemeler, fruktozun yüksek çözünürlüğü nedeniyle yumuşaktır. Fruktoz, nemi emmede hızlıyken; nemi bırakmada diğer şekerlere göre daha yavaştır (Nabors, 2001).

Tatlandırıcılar, Kodeks Alimentarius Komisyonu (Codex Alimentarius Commission-C.A.C.), tatlandırıcı ifadesini "gıdaya tatlı tadı veren, şeker olmayan madde" olarak tanımlamaktadır. Tatlandırıcıların değişik kimyasal formülleri olduğundan değişik fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal özelliklere sahiptirler. Aşağıda gösterildiği gibi değişik şekillerde de sınıflandırılabilmektedirler (Altuğ ve Elmacı, 2001).

Elde edilme yollarına göre;

- ✓ **Doğal tatlandırıcılar:** Bitkisel olan doğal kaynaklardan elde edilirler.
- ✓ **Yapay tatlandırıcılar:** Sentezleme yolu ile elde edilirler.

Enerji verme özelliğine göre;

- ✓ **Enerji veren tatlandırıcılar:** Sükroz, fruktoz, sorbitol, mannitol, ksilitol.
- ✓ **Enerji vermeyen tatlandırıcılar:** Sakarin, asesülfam-K, aspartam.

Tatlandırıcılık etkisinin yanı sıra;

- ✓ **Hacim verici tatlandırıcılar:** Su tutarak hacim verme özelliğine sahiptirler.
- ✓ **Yoğun tatlandırıcılar:** Çok düşük miktarda kullanıldıklarında bile şiddetli tatlılık oluşturma özelliğine sahiptirler (Küçüköner, 2006).

Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu (HFCS), fruktoz özellikle meyvelerde doğal olarak bulunan bir şekerdir. Ancak, yüksek fruktozlu mısır şurubundaki (HFCS) fruktoz bakımından değerlendirildiğinde, nişastanın temel yapısını oluşturan glikozun çeşitli yöntemler ile fruktoza dönüştürüldüğü görülmektedir. Dolayısıyla, yüksek fruktozlu mısır şurubundaki fruktoz modifiye bir şekerdir. Çünkü elde edildiği nişastada fruktoz doğal olarak yapıda bulunan bir şeker değildir. HFCS, genellikle mısır nişastasının önce glukoza, sonra da bu glukozun enzimatik izomerizasyonu ile fruktoza dönüştürülmesi ile elde edilmekte olup farklı formülasyonlarda üretilebilmektedir. İlk olarak % 42'lik früktoz şurubu üretilmektedir. Daha sonra bu şurup fruktozu tutan kolonlardan geçirilerek % 90'lık HFCS ve tekrar % 42'lik şurup ile karıştırılarak % 55 fruktozlu mısır şurubu elde edilmektedir. HFCS-42 biraz daha düşük bir tatlılığa sahiptir ve meyve aromalı gazsız içeceklerde, unlu mamullerde ve konservelerde kullanılmaktadır. HFCS-55, çay şekeri ile denk tatlılığa sahiptir ve birçok gazlı ve alkolsüz içecekte, dondurma ve tatlılarda kullanılmaktadır. HFCS-90 ise, istenen tatlılığı sağlamak için çok az miktarlarda kullanılması yeterli olduğundan, bazen doğal ve diyet gıdalarda kullanılmaktadır.

1970'den 1990 yılına kadar yüksek fruktozlu mısır şurubu tüketimi % 1000'den daha fazla artmış ve günümüzde kullanılan toplam tatlandırıcılar içinde yaklaşık % 40'lık bir paya sahip olmuştur (Bocarsly ve ark., 2010). Doğal olarak, yüksek fruktozlu mısır şurubu kullanımındaki bu artışa tüketilen sakaroz miktarındaki azalış eşlik etmiştir. Yüksek fruktozlu mısır şurubunun sakaroza göre daha fazla tercih edilmesinin başlıca nedeni, ekonomik olarak daha hesaplı ve fonksiyonel olarak daha üstün özelliklere sahip olmasıdır. Tadını fruktozdan alan yiyecek ve içecekler doyma hissini geciktirmekte, dolayısıyla daha çok tüketilmekte ve acıkma hissini öne çekmektedir (Korkmaz, 2008). Temel kullanım alanları gazlı içecekler başta olmak üzere tüm

tatlandırılmış hazır içecekler, çikolata, kek, şekerleme türleri, reçel, marmelat ve diğer jöle türü yiyeceklerdir.

Fruktozun sindirimi, absorpsiyonu ve metabolizması glikozdan farklıdır (Elliott ve ark., 2002). Fruktoz, glikoz transporterler ile bağırsaklardan absorbe edilmekte ve daha sonra kan damarlarına difüze olmaktadır. Glikozun aksine, bağırsaklardan fruktozun absorbsiyonu ATP hidrolizini gerektirmemekte ve sodyum absorbsiyonundan bağımsız gerçekleşmektedir. Bu da karaciğer tarafından aşırı fruktoz alımı ile sonuçlanmaktadır (Rizkalla, 2010). Fruktoz karaciğerde karbonhidrat metebolizmasını önemli derecede etkilemektedir. Vücuda alınan glikoza az miktarlarda fruktoz eklenmesi insanlarda karaciğerde glikojen sentezini artırmakta ve Tip 2 diyabetli kişilerde glisemik yanıtı azaltmaktadır. Fakat HFCS gibi kaynaklardan aşırı miktarda fruktoz alındığı zaman problemler çıkmaktadır. Böylece aşırı fruktoz, olumsuz sağlık etkileri olan, karaciğerde lipogenezis için hazır bir karbon kaynağı oluşturmaktadır.

Glikoz alımı, leptin salınımını artıran, insulin salınımını etkilediği için doyum hissine katkıda bulunmaktadır. Fruktoz ise insülin salınımını etkilememektedir. Böylece aşırı fruktoz alımı düşük bir insülin konsantrasyonuna sebep olmakta, bu da leptin seviyesinin düşük olmasına yol açmaktadır. Leptin bir anlamda iştahı kontrol eden bir doygunluk hormonudur. İnsanlarda leptin seviyesinin düşük olması kilo alma ve şişmanlık ile ilgilidir (Parker ve ark., 2010).

Fruktoz, ürik asit seviyesini yükseltme yeteneğine sahiptir. Özellikle yüksek kan basıncına sahip hastalarda, fruktoz tüketiminden sonra plazma ürik asit seviyesinde artış olduğu saptanmıştır. Artan ürik asit seviyesi koroner hastalıklarda bir risk faktörü olabilmektedir. Ürik asit, fruktoz tarafından etkilenen, nükleotid metabolizmasının bir ürünüdür. Ayrıca, karbonlanmış içeceklerdeki HFCS, hiperürisemiaya sebep olan reaktif dikarbonillerin önemli bir kaynağıdır.

Fruktoz karaciğere geldiğinde, karaciğer aniden durarak, fruktozu metabolize edene kadar bütün diğer etkinliklerini durdurduğu belirtilmiştir. Glukoz yerine fruktoz tüketmek, kanda daha az insülin ve leptin; daha çok ghrelin dolaşımına neden olmaktadır. Leptin ve insülinin iştah kapatıcı, ghrelinin iştah açıcı özelliğine bakıldığında fazla fruktozun insanı kilo almaya eğilimli hale getirdiği görülmektedir.

British Medical Journal tarafından yürütülen son çalışmalara göre, yüksek fruktoz tüketiminin gut hastalığı ile de yakından ilişkili olduğu konusunda çeşitli

ipuçları elde edilmiş durumdadır. Dolayısıyla, son yıllarda gut hastalığındaki artışta HFCS içeren ürünlerin aşırı tüketilmesinin de payı olduğu söylenmektedir (Arromdee ve ark., 2002).

İlk başlarda üzerinde fazla durulmazken, özellikle son yıllarda hemen bütün tatlı gıdaların bileşimine giren bu tatlandırıcının sağlık üzerine etkisi sorgulanmaya başlamış ve bu konuda yapılan çalışmaların sayısı artmıştır. Yapılan araştırmalar, aşırı fruktoz tüketiminin şişmanlık, koroner hastalıklar, olumsuz metabolik değişimler, plazma trigliserit seviyesinin artması ve hepatik insülin direnci gibi insan sağlığını olumsuz etkileyen faktörlerle ilişkisini ortaya koymuştur (Tappy ve ark., 2010).

HFCS üretiminde kullanılan kostik soda (NaOH) genellikle civa hücreleri kullanan klor-alkali işletmelerde üretilmektedir. Üretim sırasında iz miktarlarda civa kontaminasyonu olmaktadır. ABD'de yapılan bir araştırmada, incelenen 20 çeşit HFCS'unun 9'unda 0.065 ile 0.570 μg/g HFCS oranında civa saptanmıştır. Günlük yaklaşık olarak bir insanın 50 g HFCS tükettiği düşünülürse, insan vücuduna bu yolla önemli miktarda civa girdiğini göstermektedir. Bu özellikle çocuklarda daha tehlikeli sonuçlar doğurmaktadır.

Fruktoz, glikoz ve sakaroz için glisemik indeks değerleri sırasıyla 19±2, 99±3 ve 68±5'dir. Glisemik indeks, spesifik bir karbonhidratın alımından 2 saat sonraki serum glikoz seviyesinin glikoz gibi benzer miktarda karbonhidrat alımından sonraki seviyesine oranı olarak tanımlanmaktadır. Glikozun aksine, fruktoz pankreatik β hücrelerinden insülin salgılanmasını uyarmamaktadır (Melanson ve ark., 2008; Angelopoulos ve ark., 2009).

HFCS bazı avantajlarından dolayı arıları beslemede de kullanılmaktadır. Ancak, HFCS ile beslenen kolonilerde ölümlerin ve yapılan şurup analizlerinde hidroksimetilfurfural seviyesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. HFCS üretiminde kullanılan asit ile hidroliz işleminin buna neden olduğu düşünülmektedir. HFCS'nun yüksek sıcaklık gibi uygun olmayan depolamaya tabi tutulması da, HFCS'nun fruktoz içeriği ve pH'sından dolayı, hidroksimetilfurfural oluşumuna neden olmaktadır (Ruiz-Matute ve ark., 2010). % 55 fruktoz içeren HFCS'nun 40 ve 50 °C'de 36 gün depolama sonrasında 20 ppm olan hidroksimetilfurfural seviyesinin 70 ve 2404 ppm'e kadar çıktığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla, gıdalarda tatlandırıcı olarak kullanılan HFCS'nun depolama şartlarının çok iyi kontrol edilmesi gerekmektedir.

Yine yapılan çalışmalarda, özellikle kızartılmış gıdalarda, akrilamid oluşumu ile fruktoz ve glikoz miktarı arasında pozitif korelasyon bulunurken, sakaroz miktarı ile akrilamid oluşumu arasındaki ilişki önemsiz düzeyde çıkmıştır. Bu nedenle, ısıl işleme tabi tutulan gıdalarda tatlandırıcı olarak daha ziyade sakkarozun tercih edilmesi bu anlamda önemli görülmektedir.

Fruktoz glikozdan 7 kat daha hızlı kahverengileşmektedir. Bu da hem protein kalitesinin düşmesine hem de vücutta protein toksititesine neden olmaktadır. Çünkü aşırı kahverengileşme, aminoasit kaybına neden olmakta ve protein sindirilebilirliğini düşürmektedir.

Fruktoz, amino asitlerle bir araya gelince maillard tepkimesi gerçekleşmektedir. Bu tepkime aslında enzimatik bir kimyasal tepkime olmayıp bir esmerleşmeden ibarettir. Bu tepkimenin gerçekleşmesinin nedeni, fruktozun glukoza göre açık zincir durumunda daha uzun bir hal almasıdır. Maillard tepkimesinin fruktozla gerçekleşen ilk aşamaları, glukoz ile olan ilk aşamalardan daha hızlı gerçekleşmektedir. Maillard ürünleri, aminoasit metebolizması ve çinko gibi besin elementlerinin alımını engellediği gibi, ileri maillard ürünleri mutajenik ve karsinojenik etkiye sahip olabilmektedir.

Günlük diyette, bal ve meyvelerden, doğal olarak alınan serbest fruktoz enerji alımının bir kısmını oluşturmaktadır. Böyle meyve ve bal ile alınan fruktoz, HFCS'undan alınan fruktoz ile aynı olumsuz metebolik etkiye sahip olmamaktadır. Çünkü kimyasal olarak aynı yapıya sahip olsalar da, HFCS'undaki fruktoz ile meyve ve balda doğal olarak bulunan fruktoz aynı değildir (Tappy ve ark., 2010). HFCS'undaki fruktoz serbest iken, meyvelerde doğal olarak bulunan fruktoz diğer şekerlere bağlıdır ve lifli maddeler, yağ asitleri, vitaminler ve mineralleri içeren kompleks bir yapının parçasıdır.

Meyvelerdeki fruktozun çoğu L-fruktoz formunda iken HFCS'unda farklı bir izomer olan D-fruktoz formunda bulunmaktadır. Bu nedenle, HFCS'undaki fruktoz kreps siklusunda enerji üretiminden ziyade karaciğerde trigliserit ve vücut yağına dönüşmektedir (Morell ve Nagel, 2009).

HFCS'nin üstünlükleri özetle şöyle sıralanabilir:

- ✓ HFCS sakarozdan daha ucuzdur.
- ✓ Fruktoz içeriği yüksek olan HFCS sakkarozdan daha tatlıdır.

- ✓ HFCS sakkarozdan daha iyi çözünebilmektedir.
- ✓ Sakkaroza göre stabilitesi daha yüksek ve belli şartlarda kristalizasyonu daha düşüktür.
- ✓ HFCS sıvı formdadır bu da taşınmasını ve kullanılmasını daha kolay kılmaktadır.
- ✓ HFCS asidik karakterli olduğu için koruyucu etkiye sahiptir. Dolayısıyla kullanıldığı formülasyonlarda diğer koruyucuların kullanım oranlarını düşürebilmektedir.
- ✓ HFCS, tadı maskelemeden tatlandırma özelliğine sahip olduğu için aromalı gıdalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.
- ✓ Ürünlerin lezzet ve tüketim kalitesini arttırmaktadır (Nigar, 2005; Parker ve ark., 2010).

HFCS'nin olumsuz yönleri ise şunlardır:

- ✓ HFCS, özellikle fruktoz içeriği fazla olan şuruplar daha az insülin salgılanmasına neden olduğu için doyma hissini etkilemektedir.
- ✓ Ayrıca insülin salgısının düşük olması şekerin kanda uzun süre yüksek miktarlarda kalmasına neden olmaktadır.
- ✓ Bunun yanında insan karaciğeri de devamlı olarak fruktozu yağa çevirdiğinden dolayı metabolik sendrom riskini arttırmaktadır.
- ✓ Fruktoz fazlası hızla trigliseride çevrilmekte ve yağ dokusunda depolanmaktadır. Bu da şişmanlık ve beraberinde birçok olumsuzluğa neden olmaktadır.
- ✓ HFCS'da depolama şartlarının uygun olmaması durumunda önemli derecede hidroksimetilfurfural oluşabilmektedir.
- ✓ HFCS'nun genetiği değiştirilmiş mısırdan üretilmesi, genetiği değiştirilmiş ürünlerden duyulan endişeleri bu ürüne de taşımaktadır.
- ✓ Ürünlerin lezzet ve tüketim kalitesini artırdığı için aşırı gıda tüketimi ve buna bağlı sağlık risklerini ortaya çıkarmaktadır.
- ✓ Fiyatının sakaroza göre ucuz olması piyasada haksız rekabete yol açmaktadır.

Metabolik sendromun belirtilerinden olan ön (abdominal) bölge yağlanmasının insülin direnciyle oluşan vücuttaki yağ dağılımının bozulması olduğu öne sürülmektedir (Dekker ve ark., 2010). İnsanlar üzerinde yapılan bir çalışmada günlük beslenmelerine ek olarak, bir gruba fruktozlu, diğer gruba glikozlu içecekler verildiğinde, her iki

gruptaki denekler yaklaşık 1,5 kilo almıştır. Karın yağı, fruktozla beslenen grupta artarken, glikozlu içecekleri tüketenlerin karın yağlarında bir değişim olmamıştır (Stanhope ve Havel, 2008). Yüksek fruktozlu mısır şurubunun obeziteye sebep olmadan da metabolik sendroma yol açabileceğini işaret eden çalışmalar da bulunmaktadır (Ferder ve ark., 2010).

Fruktoz emilim bozukluğu olan hastalara, fruktoz olmayan besinler verildiğinde belirtilerin iyileştiği tespit edilmiştir. Glikoz, fruktoz emilimini arttırmaktadır. Fruktoz emilim bozukluğu, glikozdan fazla fruktoz olduğu durumlarda ortaya çıkmaktadır (Duro ve ark., 2002).

Bu çalışmanın amacı ise son yıllarda bütün dünyada şeker tüketiminde meydana gelen büyük artışın yediğimiz ve içtiğimiz gıdalarda ne kadar, hangi şekerler olduğunu ortaya koymaktır. Şeker ve şeker eklenmiş gıdalar, vücudumuzda olumlu etkiler oluşturmamaktadır. Her şekerin vücuttaki işlenme, dönüşüm şekli; vücudun, gıda içindeki şekere cevabı birçok değişkene bağlı olarak değişmektedir. Yiyeceğin içeriği, hazırlanma biçimi, aynı anda yenilen yiyeceklerin kombinasyonu, yaş ve kişinin yağ-kas oranı değişkenliği sağlayan faktörlerdendir. Günlük hayatta sıkça tüketilen, tatlandırıcı içeren bazı gıda ve içeceklerin etiketlerinde toplam şeker miktarı yazmaktadır ancak hiçbir üründe hangi cins şekerleri, ne kadar içerdiği yazmamaktadır. Bu nedenle, tatlandırılmış gıda ve içeceklerin şeker profillerinin belirlenmesi insan sağlığı açısından son derece önemlidir. Literatürde, içeceklerin şeker profillerinin incelendiği çalışmalar çok az sayıda olup, gıdaların şeker profillerinin incelendiği herhangi bir çalışma ise bulunmamaktadır. Bütün gıdaların ve içeceklerin etiketlerinde hangi şekerlerden ne kadar içerdiğinin açıkça yazılması sağlık açısından son derece önemlidir. Toplumumuzun da tatlandırılmış gıdaları bilinçli tüketmeleri gerektiği konusunda bilinçlendirilmelidir. Literatürde gıdaların şeker profillerini saptamaya yönelik bir çalışma bulunmamaktadır, içeceklerdeki şeker profillerini inceleyen çalışmalar da sınırlı olmaktadır bu durum da gerçekleştirdiğimiz çalışmanın önemini arttırmaktadır. Bu çalışmanın, sağlık istatistiklerine göre dünyada ve ülkemizde hızla arttığı gözlenen metabolik sendromları tetikleyen yüksek fruktozlu mısır şurubuna yönelik bir bilinç oluşturacağı, plan ve politikaların geliştirilmesine katkılar sağlayacağı ve benzer çalışmaların yapılması için bir örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Levi ve Werman, (1998) yaptıkları bir çalışmada, bir sene boyunca gıda sanayi ürünleriyle beslenen farelere, içmeleri için 250 g/L fruktoz, glikoz veya sükroz çözeltileri verilmiştir. Şeker çözeltilerinin hiçbiri plazma glikoz derişimlerini değiştirmemiştir. Ancak idrardaki glikozillenmiş hemoglobin seviyeleri ve lipid peroksidasyon ürünleri derişimleri; fruktoz ile beslenmiş farelerde, sakkaroz, glikoz veya su ile beslenmiş farelerden daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Ayrıca yaşlandırma belirtilerinden çözünürlük, çapraz bağların ve kollojenin oluşma değerleri fruktoz tüketen grupta, diğer şekerleri tüketen gruplardan daha yüksek seviyelerde bulunmuş ve fruktoz tüketiminin yaşlanma sürecini hızlandırabileceğini ifade etmişlerdir.

Coresh ve arkadaşları (2003), Amerika'da son 20 yılda, son evre böbrek hastalığı olan birey sayısında 4 kat artma görülmüş ve bazı deneysel çalışmalarda yüksek fruktozlu diyetin ürik asit üretimindeki artıştan dolayı böbrek hastalıklarına neden olabileceği de ortaya konmuştur. Fruktozun fazla tüketiminin, karaciğer büyümesine (renal hipertrofi), beyin duyu sinirleri damarında (afferent arterioler) kalınlaşmaya, böbrek kılcal damar yüksek tansiyonu (glomerüler hipertansiyon) ve beyin kabuğu damarları kasılmasına (kortikal vazokonstrüksiyon) sebep olduğu bildirilmiştir. Böbrek; kan basıncının yani tansiyonun uzun süreli düzenlenmesinden sorumlu olduğundan, böbrekteki herhangi bir sorun hipertansiyonu arttırıp, kalıcı hale getirebilmektedir. Bu sebeple aşırı fruktoz alımı, miktara ve zamana bağlı olarak işlevsel ve yapısal böbrek bozukluklarına sebep olabildiğini ortaya koymuşlardır.

Musso ve arkadaşları (2003), alkole bağlı olmayan karaciğer yağlanmasının en çok bilinen risk faktörleri insülin direnci, obezite, tip 2 diyabet, kan yağ değerleri bozukluğu olan dislipidemi ve yüksek tansiyondur. HFCS kullanılan içecek tüketimi karaciğer yağlanmasına sebep olmaktadır. Alkole bağlı olmayan karaciğer yağlanması yetişkinlerin yaklaşık 1/3'ünü tehdit etmektedir ve ilerleyen süreçte karaciğer hastalığı ile siroza dönüşebilmekte ve hatta karaciğerin primer kanseri olan hepatoselüler karsinom riskini de arttırdığını öne sürmüşlerdir.

Goldberg ve arkadaşları (2004), yaygınca tüketilen gıdalardaki ileri glikasyon son ürünlerinin hücrenin yapısını, fonksiyonlarını değiştirdiklerini, diyabetin

mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonlarının gelişmesine katkı sağladıklarını belirtmişlerdir. Bu ürünlerin miktarının pişirme sıcaklığına, süresine ve neme bağlı olarak değiştiğini, yiyeceklerin kavrulması (225 °C) ve kızartılması (177 °C) sırasında daha fazla miktarlarda oluştuklarını ve fruktoz içeren gıdalarda oluşan miktarların arttığını ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak, gıdalardaki bu ileri glikasyon son ürünlerinin kalp ve böbrek hastalıklarını tetikleyebileceğini ifade etmişlerdir.

Basciano ve arkadaşları (2005), şişmanlık, yüksek yağ oranı, bozuk glukoz toleransı ve insulin direnci gibi hastalıklar metabolik sendromu oluşturan hastalıklardır. Metabolik sendrom süreci çocukluktaki beslenme biçiminden başlayıp yetişkinliğe doğru sürerek, tip 2 diyabet, kalp ve damar hastalıklarını oluşturmaktadır. Buna katkı yapan en önemli etkenin de karbohidratların özellikle de fruktozlu gıdaların tüketimindeki artış olduğu ortaya konmuştur.

Le ve Tappy (2006), hazırladıkları derlemede, son yıllarda fruktoz tüketiminin arttığını ve bunun sonucunda da obezite ve çeşitli metabolik hastalıklarda artış meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Kemirgenler üzerinde yapılan çalışmaların aşırı fruktoz tüketiminin, insülin direnci, dislipidemi ve yüksek kan basıncına neden olduğunu gösterdiğini, insanlarda ise kısa süreli fruktoz tüketiminin kanda trigliserit seviyesini arttırdığını ve insülin direncine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Johnson ve arkadaşları (2007), hazırladıkları derlemede, fruktozun son yıllarda artış gösteren kardiyorenal hastalıklar üzerinde büyük bir role sahip olduğunu belirtmişlerdir. Hem insanlarda hem de kemirgenlerde, yüksek fruktozlu gıda tüketiminin kandaki ürik asit seviyesini arttırdığını, ürik asit artışının ise zamanla obezite, tip 2 diyabet, hipertansiyon, metabolik sendrom, böbrek rahatsızlıkları gibi hastalıkları tetiklediğini belirtmişlerdir.

Montonen ve arkadaşları (2007), 40-60 yaşları arasında, diyabet hastası olmayan 4304 kişi üzerinde yaptıkları bir çalışmada, yüksek fruktoz ve glikoz içeren şekerli içeceklerin tüketilmesinin ve ihtiyaç fazlası enerji alımının tip 2 diyabet riskini arttırdığını saptamışlardır. Sukroz, maltoz veya laktoz kullanımının ise aynı etkiyi yaratmadığını ifade etmişlerdir. Diyabet hastalığının oluşmasıyla aşırı kilo, karaciğer yağlanması ve alkole bağlı olmayan karaciğer yağlanma riskinin de arttığını, fruktoz ve glikoz içeren yiyecek ve içeceklerin tip 2 diyabet, insülin direnci, karaciğer yağlanması ve kalp-damar hastalıkları ile sıkı bir bağlantıya sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Muir ve arkadaşları (2007), Avusturalya'da yaygınca tüketilen 60 çeşit meyve ve sebze örneklerinin fruktoz içeriklerini incelemişlerdir. En yüksek fruktoz içeriklerini üzüm (10 g / 100 g), armut (9.8 g / 100 g) ve elma (6.9 g / 100 g) çeşitlerinde saptamışlardır. En düşük fruktoz içerikleri ise marul (0.1 g / 100 g), patates (0.4 g / 100 g) ve yabani havuç (0.5 g / 100 g) örneklerinde belirlenmiştir.

Rajasekar ve arkadaşları (2007), reaktif oksijen oluşmasıyla canlının reaktif ara ürünleri zehirsiz hale getirme, oluşan hasarı onarma yeteneği arasındaki denge bozukluğuna oksidatif stres denilmektedir. Peroksitlerin ve serbest radikallerin üretilmesi toksik etkiye neden olabilmektedir. Aşırı fruktozun oksidatif strese neden olduğu ve yüksek fruktozun süperoksit, hidrojen peroksit ve hidroksil radikali ürettiği yönünde çalışmalar bulunmaktadır

Choi ve Curhan (2008) tarafından gerçekleştirilen, 46393 erkek katılımcının, 12 yıl boyunca izlendiği bir çalışmada 755 erkekte gut hastalığına rastlanmıştır. Ayda 1 kez tüketenlerle kıyaslandığında, haftada 5-6 porsiyon şekerli içecek tüketenlerde gut hastalığına yakalanma riski 1.29, günde 1 porsiyon tüketenlerde 1.45, günde 2 veya daha fazla tüketenlerde ise 1.85 olarak tespit edilmiştir. Aşırı fruktoz tüketiminin gut hastalığının yanında obezite, insülin direnci, bozulmuş glikoz toleransı, tip 2 diyabet, hiperlipidemi, kardiyovasküler hastalıklar, hiperürisemi ve metabolik sendrom gibi hastalıklara da neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Spruss ve Bergheim (2009), tüm dünyada obezite ve tip 2 diyabet, karaciğer hastalıkları gibi obezite yandaşı hastalıkların son yıllarda büyük bir artış gösterdiğini belirtmişler ve fareler üzerinde yaptıkları çalışmalarda, fazla fruktoz alımının, bağırsaklarda aşırı bakteri üremesi ve artan bağırsak geçirgenliği ile alkole bağlı olmayan karaciğer yağlanması hastalığının ilerlemesini hızlandırdığı ortaya koymuşlardır. Beslenmedeki fruktozun tam emilememesinin, hassas bağırsak sendromuna ve ince bağırsaktan emilmeden kalın bağırsağa geçişinin de bağırsakta bakteri gelişimine sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Kurbel (2010), 18 yaş ve üzerindeki, hipertansiyon şikayeti olmayan 4528 kişi üzerinde ilave şeker olarak fruktoz alımı ile kan basıncı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Fruktoz alımı meyve suları, alkolsüz içecekler, unlu mamuller ve şekerlemelerin tüketilmesi ile sağlanmıştır. Fruktoz alımının artması (74 g/gün'den daha fazla) ile kan

basıncının da arttığını saptamıştır. Sonuç olarak, bu durumun hipertansiyon riskini arttırabileceğini vurgulamıştır.

Ruiz-Matute ve arkadaşları (2010) yapmış oldukları bir araştırmada, yüksek fruktozlu mısır şurubu ile beslenen arılarda ani ölümlerin meydana geldiğini ve süreç ilerledikçe ölümlerin arttığını tespit etmişlerdir. Yapılan şurup analizlerinde zehirleyici etkiye sahip olan hidroksimetilfurfural (HMF) düzeyinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hidroksimetilfurfuralın, HFCS üretiminde kullanılan asit ile hidroliz işleminden kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür. HFCS'un yüksek sıcaklık gibi uygun olmayan depolamaya tabi tutulması sonucunda da fruktoz içeriği ve pH'ından dolayı hidroksimetilfurfural oluşumuna neden olabileceği vurgulanmıştır. Le Blanc ve arkadaşları tarafından yapılan başka bir çalışmada da, % 55 fruktoz içeren HFCS'un 40-50 °C'de 36 gün depolanması sonucu başlangıçta 20 ppm olan HMF düzeyinin 2404 ppm'e kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, HFCS'un arıların beslenmesinde kullanılmasının hem arılar hem de arılardan elde edilen balların yapısı üzerinde etkili olduğu ve bu yönü ile de sağlık açısından zararlı olabileceği ileri sürülmüştür.

Kohli ve arkadaşları (2010) fareler üzerinde yaptıkları çalışmayla, fruktoz tüketiminin obezite ve alkolden kaynaklanmayan karaciğer yağlanması üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla 16 hafta boyunca farelerin bir kısmını fruktoz, bir kısmını ise glukoz ile beslemişlerdir. Fruktozla beslenen farelerde, insülin duyarlılığında azalma ayrıca serum kolesterol seviyelerinde, vücut ve karaciğer yağ oranlarında ve ağırlıklarında artış gözlenmiştir.

Ventura ve arkadaşları (2010), 23 adet gazlı içeceğin fruktoz, glukoz, sukroz ve toplam şeker içeriklerini HPLC aracılığıyla belirlemişlerdir. Kola örneklerinde ortalama 6.3 g / 100 ml fruktoz, 4.43 g / 100 ml glukoz, < 0.05 g /100 ml sukroz olmak üzere ortalama toplam şeker miktarının 10.73 g / 100 ml civarında bulunduğunu, gazoz örneklerinde ortalama 6.4 g / 100 ml fruktoz, 4.13 g / 100 ml glukoz, < 0.05 g /100 ml sukroz olmak üzere ortalama toplam şeker miktarının 10.53 g / 100 ml civarında bulunduğunu, meyve aromalı içeceklerde ise, ortalama 4.94 g / 100 ml fruktoz, 4.23 g / 100 ml glukoz, 0.53 g /100 ml sukroz olmak üzere ortalama toplam şeker miktarının 9.70 g / 100 ml civarında bulunduğunu saptamışlardır. İçeceklerde fruktoz / glukoz oranının ise yaklaşık 52:48 şeklinde saptandığını ifade etmişlerdir.

Soleimani (2011) yazmış olduğu derlemede, HFCS tüketiminin artması ile metabolik sendrom vakalarında artış meydana geldiğini ifade etmiştir. Vücuda alınan

fruktozun ince bağırsak ve böbreklerde tuz absorbsiyonunu arttırdığını, bu durumun da hipertansiyona yol açtığını vurgulamıştır. Sonuç olarak, fruktozun hipertansiyon hastalığının patogenezinde önemli rol oynadığını belirtmiştir.

Song ve arkadaşları (2012) sıçanlar üzerinde yaptıkları bir çalışma ile fruktoz ile beslenmenin bakır kaybına yol açtığını ortaya koymuşlardır. 4 hafta boyunca fruktoz ile beslenen sıçanların bakır seviyelerinin azaldığını, demir ve kan trigliserit seviyelerinin ise yükseldiğini, sonuçta kilo artışı ve karaciğer hasarlarının meydana geldiğini saptamışlardır. Sonuç olarak, karaciğer yağlanması ve obezite oluşumunda fruktozun önemli bir rolünün olduğunu belirtmişlerdir.

Grembecka ve arkadaşları (2014), portakal, vişne, elma, ahududu ve frenk üzümü sularının fruktoz, glukoz, sukroz, maltoz, maltitol, mannitol, sorbitol, ksilitol gibi şeker içeriklerini HPLC aracılığıyla saptamak amacıyla basit, hızlı ve hassas bir yöntem geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri yöntem ile 1-100 $\mu g\ ml^{-1}$ arasında ölçüm yapabildiklerini, yöntemin doğruluğunun % 95.6 – 105 arasında ve tekrarlanabilirliğinin RSD < % 5 şeklinde saptandığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, geliştirdikleri yöntemin gıda analizlerinde kullanımının uygun olacağını belirtmişlerdir.

Ma ve arkadaşları (2014), şeftali, karpuz, vişne ve elma örneklerinin fruktoz, sorbitol, glukoz ve sukroz içeriklerini HPLC aracılığıyla belirlemişlerdir. İnceledikleri 4 çeşit meyvenin fruktoz içerikleri 5.79 - 104.01 mg g^{-1}, glukoz içerikleri 9.25 – 99.62 mg g^{-1}, sukroz içerikleri 15.82 – 106.39 mg g^{-1} ve sorbitol içerikleri ise 8.70 – 19.13 mg g^{-1} arasında saptanmıştır. Karpuz örneklerinde sorbitole, vişne örneklerinde ise sukroza rastlamadıklarını belirtmişlerdir.

Walker ve arkadaşları (2014), HFCS içeren ve içermeyen gazlı içeceklerin fruktoz içeriklerini gaz kromatografisi aracılığıyla belirlemişlerdir. İçeceklerin fruktoz içeriklerini 7.28 – 72.31 g L^{-1} arasında, glukoz içeriklerini 6.24 – 59.51 g L^{-1} arasında, maltoz içeriklerini 0.00 – 2.09 g L^{-1} arasında, sukroz içeriklerini 0.00 – 87.36 g L^{-1} arasında, toplam şeker içeriklerini ise 55.08 – 121.57 g L^{-1} arasında saptamışlardır. Galaktoz ve laktozu hiçbir örnekte ölçememişlerdir. İçeceklerde fruktoz / glukoz oranının ise yaklaşık 60:40 şeklinde saptandığını ve içeceklerin tahminlerinden çok daha fazla miktarlarda fruktoz içerdiğini ifade etmişlerdir.

White ve arkadaşları (2015), 3 farklı markaya ait gazlı içeceklerden toplam 80 tanesinin şeker içeriklerini incelemişler ve elde ettikleri sonuçları ürünlerin etiketlerinde

yazan bilgilerle karşılaştırmışlardır. İçeceklerde saptanan fruktoz miktarının toplam şeker içeriğinin % 55.51 – 55.65'i arasında bulunduğunu ifade etmişlerdir. İçeceklerin şeker profillerinin ise yaklaşık olarak % 55.58 fruktoz, % 39.71 glukoz ve % 4.70 maltoz gibi daha yüksek sakaritlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. İçeceklerin etiketlerinde toplam şeker içerikleri belirtildiğinden elde edilen sonuçların farklı olduğunu da vurgulamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

3.1.1.Kullanılan Kimyasallar

Deneysel çalışmalar sırasında aşağıdaki kimyasal maddeler kullanılmıştır. Kimyasal maddeler kullanılmadan önce herhangi bir saflaştırma işleminden geçirilmemiştir. Kimyasal maddelerin adı, formülü, alındıkları firma ve katalog numaraları aşağıda Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Analizlerde kullanılan kimyasallar

Kimyasal adı	Üretici Firma	Katalog No
D-Fruktoz ($C_6H_{12}O_6$)	Merck	104007
L-Arabinose ($C_5H_{10}O_5$)	Merck	101492
D-Glikoz ($C_6H_{12}O_6$)	Merck	108342
Sukroz (Sakkaroz) ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	Merck	107651
D-Galaktoz	Serva	22020
Laktoz ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	Merck	107657
Sakkarin ($C_7H_5NO_3S$)	Aldrich	101400364
Ksilitol ($C_5H_{12}O_5$)	Aldrich	1001717776
D-Mannitol ($C_6H_{14}O_6$)	Fluka	101374425
Maltitol ($C_{12}H_{24}O_{11}$)	Sigma	1001646657
Sukraloz ($C_{12}H_{19}O_8Cl_3$)	Sigma	101411798

3.1.2.Kullanılan Cihazlar

Analizlerde kullanılan cihazlar Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Analizlerde kullanılan cihazlar

Cihaz Adı	Marka	Model
HPLC	Shimadzu	C196-E039A model
Ultra saf su cihazı	New Human	Power I model

3.2.Yöntem

3.2.1. Deneyler Sırasında Kullanılan Çözeltiler

Deneyler sırasında kullanılan çözeltiler aşağıdaki Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Deneyler sırasında kullanılan çözeltiler

Deneyler Sırasında Kullanılan Çözeltiler
10 000 ppm' lik D-Fruktoz Çözeltisi : D-Fruktoz standardından 10 g alınıp, 1000 ml ultra saf suda çözülerek hazırlanmıştır.
10 000 ppm' lik L-Arabinose Çözeltisi : L-Arabinose standardından 10 g alınıp, 1000 ml ultra saf suda çözülerek hazırlanmıştır.
10 000 ppm' lik D-Glikoz Çözeltisi : D-Glikoz standardından 10 g alınıp, 1000 ml ultra saf suda çözülerek hazırlanmıştır.
10 000 ppm' lik Sukroz Çözeltisi : Sukroz standardından 10 g alınıp, 1000 ml ultra saf suda çözülerek hazırlanmıştır.
10 000 ppm' lik Laktoz Çözeltisi : Laktoz standardından 10 g alınıp, 1000 ml ultra saf suda çözülerek hazırlanmıştır.
10 000 ppm' lik Sakkarin Çözeltisi : Sakkarin standardından 10 g alınıp, 1000 ml ultra saf suda çözülerek hazırlanmıştır.
10 000 ppm' lik Ksilitol Çözeltisi : Ksilitol standardından 10 g alınıp, 1000 ml ultra saf suda çözülerek hazırlanmıştır.
10 000 ppm' lik D-Mannitol Çözeltisi : D-Mannitol standardından 10 g alınıp, 1000 ml ultra saf suda çözülerek hazırlanmıştır.
10 000 ppm' lik Maltitol Çözeltisi : Maltitol standardından 10 g alınıp, 1000 ml ultra saf suda çözülerek hazırlanmıştır.
10 000 ppm' lik Sukraloz Çözeltisi : Sukraloz standardından 10 g alınıp, 1000 ml ultra saf suda çözülerek hazırlanmıştır.
Standart Şeker Çözeltileri : Analizi yapılacak olan standartların 10, 50, 100, 250, 500, 1 000, 2 500, 5 000 ppm' lik çözeltileri ultra saf su içerisinde yukarıdaki stok çözeltilerin seyreltilmesiyle hazırlanmıştır.

3.2.2. Örneklerin Temin Edilmesi

Hatay-Antakya'daki farklı marketlerde satışa sunulan çikolatalı süt, muzlu süt, çilekli süt, meyveli yoğurt, buzlu çay, meyve suyu, kola, gazoz, meyveli maden suyu, bisküvi, puding, çikolata, kek, gofret ve jelibon örneklerinden oluşan toplam 95 adet örnek incelenmiştir. Her bir gıdadan 5 farklı marka alınmıştır.

3.2.3. Örneklerin Analize Hazırlanması

Sıvı numunelerin sıcaklığı oda sıcaklığına getirildikten sonra filtre kağıdı yardımıyla süzülmüştür. Sonra ultrasonik banyo aracılığıyla gazlarından arıtıldıktan sonra, her bir numuneden 2 ml alınarak ultra saf su ile 1:4 oranında seyreltilmiştir. Karışımlar 1400 rpm'de, 15 dakika süreyle santrifüjlendikten sonra süzülmüş ve süzüntüler şırınga ucu filtreden (0.45 µm, PVDF, Millex, İrlanda) geçirilip HPLC sistemine enjekte edilmiştir.

Katı numuneler oda sıcaklığına getirilip homojenize edildikten sonra her bir örnekten 5 gram alınmıştır. Üzerlerine 10 ml ultra saf su eklenerek 25 ml polipropilen santrifüj tüplerine konulmuştur. 5 dakika süreyle çalkalandıktan sonra, sıvı kısım Pasteur pipeti ile alınmış ve katı kısım 10 ml ultra saf su ile ikinci kez ekstrakte edilmiştir. Birleştirilen süzüntüler, şırınga ucu filtreden (0.45 µm, PVDF, Millex, İrlanda) geçirilip HPLC sistemine enjekte edilmiştir.

3.2.4. Kalibrasyon Eğrilerinin Oluşturulması

Her bir şeker bileşiğinin (fruktoz, glikoz, sukroz, laktoz, sukraloz, mannitol, maltitol, arabinoz, galaktoz, ksilitol) 10 g L^{-1}'lik sulu çözeltileri hazırlanmıştır. Cihazın çalışma metotları da dikkate alınarak yapılan denemeler neticesinde doğrusallığın elde edildiği en küçük değerden başlayarak, kalibrasyon standartları 0.01 - 0.5 ve 1 - 10 g L^{-1} aralığında hazırlanmıştır. Bu çözeltilerden yararlanılarak kalibrasyon doğruları oluşturulmuştur.

3.2.5. Gözlenebilme Sınırı (LOD) ve Tayin Sınırının (LOQ) Belirlenmesi

Gözlenebilme sınırı, analit sinyalinin geri plan görüntüden ayrılabilmesi için gereken en az analit miktarıdır. Bir dizi kör ölçümünün ortalamasının üç standart sapma

fazlasıdır (Güngör, 2008). Diğer bir deyişle LOD, makul bir kararlılıkla ölçülebilen en düşük içeriktir. Tipik olarak S/N (sinyal/gürültü)'nün 3 katıdır. Gürültünün standart sapmasına dayanır (Anonim, 2015). Değişik şekillerde hesaplanabilmektedir.

1) Kör ölçümlerinin ortalaması ile kör ölçümlerinin standart sapmasının 3 katının toplamına eşittir.

$$LOD = X_{kör} + 3\ S_{kör} \quad (3.1)$$

$X_{kör}$= 'kör' ölçümlerinin ortalaması

$S_{kör}$= 'kör' ölçümlerinin standart sapması

2) Kör ölçümlerinin standart sapmasının kalibrasyon doğrusunun eğimine oranının 3 katına eşittir.

$$LOD = \frac{k.S_{şahit}}{m} \quad k = \sim 3 \quad (3.2)$$

$S_{Şahit}$= kör standart sapma

m= doğrunun eğimi

Belirlenebilme sınırı, analitin güvenilir bir şekilde doğru ölçümünün yapılabilmesi için gerekli en düşük miktardır. Uygun bir standart kullanılarak bulunabilir. Kalibrasyon eğrisinin en alt noktasıdır. Bir görüşe göre bir dizi kör ölçümünün ortalamasının on standart sapma fazlasıdır (Güngör, 2008).

$X_{kör}$= 'kör' ölçümlerinin ortalaması

$S_{kör}$= 'kör' ölçümlerinin standart sapması

$$LOQ = X_{kör} + 10\ S_{kör} \quad (3.3)$$

$$LOQ = \frac{k.S_{şahit}}{m} \quad k = \sim 10 \quad (3.4)$$

Her bir şeker bileşiği için 20'şer adet şahit numunelerine ait ölçümlerin standart sapmaları hesaplanarak LOD ve LQD değerleri belirlenmiştir.

3.2.6.HPLC Analizi

Tavsiye edilen HPLC çalışma koşulları aşağıdaki gibidir:

- ✓ Akış hızı: 1 ml dk^{-1}
- ✓ Kolon sıcaklığı: 85 °C

- ✓ Dalga boyu: 220 nm
- ✓ Enjeksiyon hacmi: 20µl
- ✓ Analiz süresi: 45 dk.
- ✓ Taşıyıcı faz: Ultra saf su
- ✓ Dedektör: Refractive Index Detector SHİMADZU RID-10A
- ✓ Kolon: TRANSGENOMIC Carbosep COREGEL-87P HPLC

  Column Kat.No: CHO-99-1364 / AXC-99-1300 (300mm×7.8 mm)
- ✓ Pompa: Shimadzu prominence LC-2DAD SP
- ✓ Sistem kontrol cihazı: Shimadzu prominence SCL-10A VP
- ✓ Kolon fırını: Shimadzu prominence CTO-20A
- ✓ Degazör: Shimadzu prominence DGU-20 A3

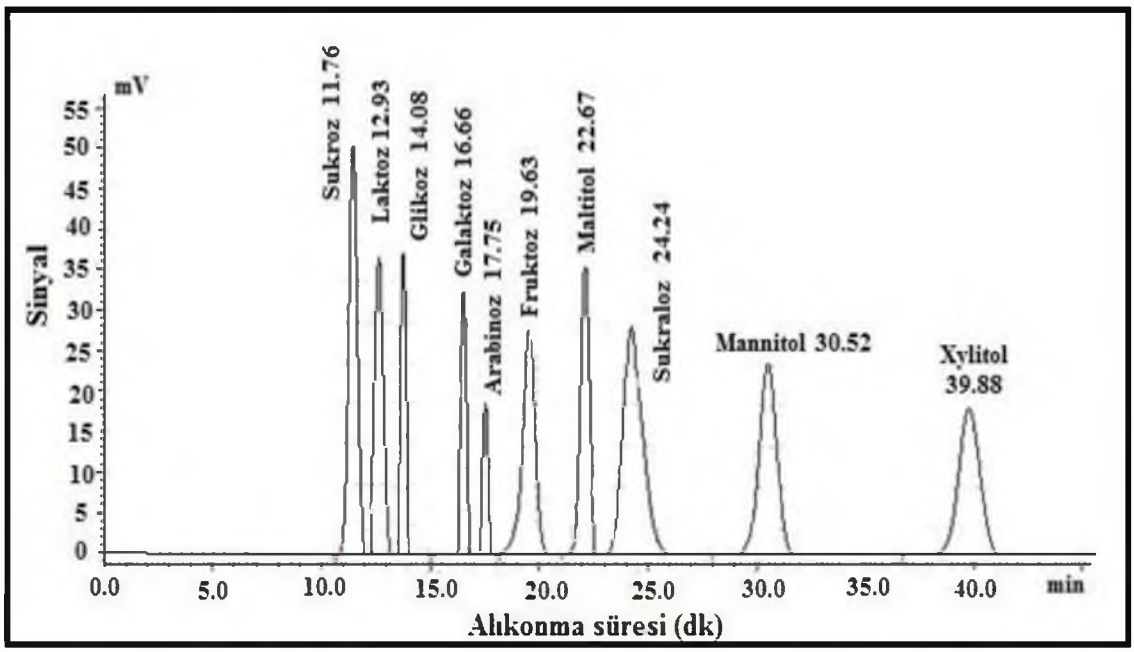
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Gözlenebilme Sınırı, Tayin Edilebilme Sınırı ve Şeker Piklerinin Geliş Sürelerinin Belirlenmesi

Her bir şeker bileşiği için hesaplanan LOD, LOQ değerleri, korelasyon katsayıları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Her bir şeker bileşiği için hazırlanan standart çözeltiler HPLC cihazına verilmiş ve materyal ve yöntem kısmında belirtilen şartlarda, sukrozun pikinin 11.76 dakikada, laktozun pikinin 12.93 dakikada, glikozun pikinin 14.08 dakikada, galaktozun pikinin 16.66 dakikada, arabinozun pikinin 17.75 dakikada, fruktozun pikinin 19.63 dakikada, maltitolun pikinin 22.67 dakikada, sukralozun pikinin 24.24 dakikada, mannitolun pikinin 30.52 dakikada, ksilitolün pikinin ise 39.88 dakikada geldiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. İncelenen şeker bileşiklerinin LOD, LOQ, korelasyon katsayısı değerleri ve alıkonma süreleri

Şeker Bileşiği	**Alıkonma Zamanı(dak)**	**Korelasyon Katsayısı(R^2)**	**LOD (mg/L)**	**LOQ (mg/L)**	**RSD (%)**
Sukroz	11.76	0.9967	0.280	0.924	6-10
Laktoz	12.93	0.9987	0.264	0.871	6-10
Glikoz	14.08	0.9997	0.229	0.756	6-10
Galaktoz	16.66	0.9976	0.269	0.888	6-10
Arabinoz	17.75	0.9996	0.232	0.766	6-10
Fruktoz	19.63	0.9983	0.286	0.944	6-10
Maltitol	22.67	0.9998	0.216	0.713	6-10
Sukraloz	24.24	0.9992	0.233	0.769	6-10
Mannitol	30.52	0.9998	0.219	0.723	6-10
Ksilitol	39.88	0.9997	0.230	0.759	6-10



Şekil 4.1. Şeker standartlarının pikleri

4.2. İncelenen İçeceklerin Şeker İçeriklerinin Belirlenmesi

İncelenen içeceklerin şeker içerikleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Çizelge 4.2.'den de görüleceği gibi, en yüksek fruktoz içerikleri kola örneklerinde (ortalama 7.65 g/100 ml) tespit edilmiştir. İncelenen bazı gazoz (11.06 g/100 ml), vişne suyu (11.18 g/100 ml) ve karışık meyve suyu (12.06 g/100 ml) örneklerinde de yüksek konsantrasyonlarda fruktoz saptanmıştır. İncelenen çikolatalı, muzlu ve çilekli süt örneklerinin hiçbirisinde fruktoz tespit edilememiştir. Süt, limonata ve vişne suyu haricindeki meyve suyu örneklerinin ana şeker bileşeninin sukroz olduğu görülmüştür. İncelenen içecek örneklerinin hiçbirisinde galaktoz, mannitol, maltitol, arabinoz ve ksilitol içeriğine rastlanılmamıştır. Laktoz ise sadece süt örneklerinde tespit edilmiştir. İncelenen örneklerin sukraloz içeriklerinin de oldukça düşük olduğu görülmüştür.

İncelenen maden suyu örneklerinin fruktoz içeriği 1.66 – 7.10 g/100 ml, glikoz içeriği 0.52 – 5.06 g/100 ml, sukroz içeriği ise 8.35 – 11.60 g/100 ml arasında bulunmuştur. Sukraloz miktarı ise sadece bir örnekte 0.34 g/100 ml olarak belirlenmiştir. Maden suyu örneklerinin toplam şeker içeriğinin 4.92 – 13.26 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen gazoz örneklerinin fruktoz içeriği 5.63 – 11.06 g/100 ml, glikoz içeriği 3.67 – 16.17 g/100 ml, sukroz içeriği ise 0.60 – 2.09 g/100 ml arasında bulunmuştur. Sukraloz miktarı ise sadece bir örnekte 0.01 g/100 ml olarak belirlenmiştir. Gazoz örneklerinin toplam şeker içeriğinin 11.02 – 16.94 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen kola örneklerinin fruktoz içeriği 0.92 – 13.70 g/100 ml, glikoz içeriği 3.43 – 4.60 g/100 ml, sukroz içeriği ise 2.12 – 5.37 g/100 ml arasında bulunmuştur. Kola örneklerinin toplam şeker içeriğinin 6.29 – 13.70 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen şeftali suyu örneklerinin fruktoz içeriği 1.07 – 6.72 g/100 ml, glikoz içeriği 0.96 – 4.23 g/100 ml, sukroz içeriği ise 3.69 – 21.12 g/100 ml arasında bulunmuştur. Şeftali suyu örneklerinin toplam şeker içeriğinin 12.19 – 24.21 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen vişne suyu örneklerinin fruktoz içeriği 3.28 – 11.18 g/100 ml, glikoz içeriği 2.52 – 12.00 g/100 ml, sukraloz içeriği ise 0.02 – 0.21 g/100 ml arasında bulunmuştur. Vişne suyu örneklerinin toplam şeker içeriğinin 5.89 – 23.20 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen kayısı suyu örneklerinin fruktoz içeriği 0.80 – 4.22 g/100 ml, glikoz içeriği 0.83 – 2.51 g/100 ml, sukroz içeriği ise 7.16 – 18.40 g/100 ml arasında bulunmuştur. Kayısı suyu örneklerinin toplam şeker içeriğinin 10.20 – 21.30 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen karışık meyve suyu örneklerinin fruktoz içeriği 2.49 – 12.06 g/100 ml, glikoz içeriği 1.48 – 2.35 g/100 ml, sukroz içeriği 4.22 – 6.70 g/100 ml arasında, sukraloz içeriği ise 0.01g/100 ml olarak bulunmuştur. Karışık meyve suyu örneklerinin toplam şeker içeriğinin 8.20 – 13.01 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen limonata örneklerinin fruktoz içeriği 1.10 – 1.35 g/100 ml, glikoz içeriği 0.98 – 1.20 g/100 ml, sukroz içeriği ise 11.49 – 12.43 g/100 ml arasında bulunmuştur. Limonata örneklerinin toplam şeker içeriğinin 13.72 – 14.79 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen çikolatalı süt örneklerinin sukroz içeriği 8.55 – 11.05 g/100 ml, laktoz içeriği 0.86 – 1.11 g/100 ml, sukraloz içeriği ise 0.03 – 0.04 g/100 ml arasında

bulunmuştur. Çikolatalı süt örneklerinin toplam şeker içeriğinin 9.44 – 12.20 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen muzlu süt örneklerinin sukroz içeriği 10.15 – 11.01 g/100 ml, laktoz içeriği 1.71 – 1.86 g/100 ml arasında bulunmuştur. Muzlu süt örneklerinin toplam şeker içeriğinin 11.86 – 12.87 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen çilekli süt örneklerinin sukroz içeriği 9.69 – 12.14 g/100 ml, laktoz içeriği 0.97 – 1.22 g/100 ml, sukraloz içeriği ise 0.03 – 0.04 g/100 ml arasında bulunmuştur. Çilekli süt örneklerinin toplam şeker içeriğinin 10.69 – 13.40 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen buzlu çay örneklerinin fruktoz içeriği 7.36 – 8.14 g/100 ml, glikoz içeriği 0.76 – 1.10 g/100 ml, sukroz içeriği 2.05 – 2.30 g/100 ml, sukraloz içeriği ise 0.01 – 0.03 g/100 ml arasında bulunmuştur. Buzlu çay örneklerinin toplam şeker içeriğinin 10.34 – 11.45 g/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır. Aşağıda Çizelge 4.2. İncelenen içeceklerin şeker içerikleri (g/100 mL) sunulmuştur.

Çizelge 4.2. İncelenen içeceklerin şeker içerikleri (g/100 mL)

İçecek	Fruktoz	Glikoz	Sukroz	Laktoz	Sukraloz	Toplam Şeker
Maden Suyu$_1$	1.66 ± 0.02	nd	11.60 ± 0.16	nd	nd	13.26± 0.16
Maden Suyu$_2$	1.90 ± 0.02	0.52 ± 0.01	8.35 ± 0.10	nd	nd	10.77 ± 0.10
Maden Suyu$_3$	2.75 ± 0.04	1.83 ± 0.02	nd	nd	0.34 ± 0.01	4.92 ± 0.04
Maden Suyu$_4$	3.27 ± 0.04	5.06 ± 0.05	nd	nd	nd	8.33 ± 0.06
Maden Suyu$_5$	7.10 ± 0.07	nd	nd	nd	nd	7.10 ± 0.07
Gazoz$_1$	11.06 ± 0.20	nd	0.60 ± 0.01	nd	nd	11.66 ± 0.20
Gazoz$_2$	5.63 ± 0.06	3.67 ± 0.04	2.09 ± 0.04	nd	nd	11.39 ± 0.08
Gazoz$_3$	7.60 ± 0.07	5.56 ± 0.06	nd	nd	nd	13.16 ± 0.09
Gazoz$_4$	6.66 ± 0.06	4.36 ± 0.04	nd	nd	nd	11.02 ± 0.07
Gazoz$_5$	nd	16.17 ± 0.23	0.77 ± 0.01	nd	nd	16.94 ± 0.23
Kola$_1$	13.70 ± 0.18	nd	nd	nd	nd	13.70 ± 0.18
Kola$_2$	11.18 ± 0.16	nd	nd	nd	nd	11.18± 0.16
Kola$_3$	7.00 ± 0.07	4.60 ± 0.05	nd	nd	nd	11.60 ± 0.09
Kola$_4$	5.46 ± 0.06	3.43 ± 0.02	2.12 ± 0.04	nd	nd	11.01 ± 0.07
Kola$_5$	0.92 ± 0.01	nd	5.37 ± 0.05	nd	nd	6.29 ± 0.05
Şeftali Suyu$_1$	2.64 ± 0.03	2.51 ± 0.04	7.04 ± 0.06	nd	nd	12.19 ± 0.08
Şeftali Suyu$_2$	1.70 ± 0.02	1.39 ± 0.02	21.12 ± 0.29	nd	nd	24.21 ± 0.29
Şeftali Suyu$_3$	6.72 ± 0.06	4.23 ± 0.03	3.69 ± 0.04	nd	nd	14.64 ± 0.08
Şeftali Suyu$_4$	1.30 ± 0.02	1.17 ± 0.02	12.43 ± 0.18	nd	nd	14.90 ± 0.18
Şeftali Suyu$_5$	1.07 ± 0.02	0.96 ± 0.01	10.26 ± 0.14	nd	nd	12.29 ± 0.14

Çizelge 4.2. (Devam) İncelenen içeceklerin şeker içerikleri

İçecek	Fruktoz	Glikoz	Sukroz	Laktoz	Sukraloz	Toplam Şeker
Vişne Suyu$_1$	6.39 ± 0.06	4.91 ± 0.05	nd	nd	nd	11.30 ± 0.08
Vişne Suyu$_2$	11.18 ± 0.16	12.00 ± 0.18	nd	nd	nd	23.18 ± 0.24
Vişne Suyu$_3$	3.28 ± 0.04	2.52 ± 0.04	nd	nd	nd	5.80 ± 0.06
Vişne Suyu$_4$	5.39 ± 0.05	4.15 ± 0.04	nd	nd	nd	9.54 ± 0.06
Vişne Suyu$_5$	7.39 ± 0.07	5.68 ± 0.04	nd	nd	nd	13.07 ± 0.08
Kayısı Suyu$_1$	1.11 ± 0.01	1.15 ± 0.01	11.88 ± 0.15	nd	nd	14.14 ± 0.15
Kayısı Suyu$_2$	0.80 ± 0.01	0.83 ± 0.01	8.57 ± 0.07	nd	nd	10.20 ± 0.07
Kayısı Suyu$_3$	4.22 ± 0.04	2.51 ± 0.03	7.16 ± 0.07	nd	nd	13.89 ± 0.09
Kayısı Suyu$_4$	1.42 ± 0.02	1.48 ± 0.02	18.40 ± 0.25	nd	nd	21.30 ± 0.25
Kayısı Suyu$_5$	1.15 ± 0.01	1.20 ± 0.02	12.35 ± 0.18	nd	nd	14.70 ± 0.18
Karışık Meyve Suyu$_1$	12.06 ± 0.18	nd	nd	nd	nd	12.06 ± 0.18
Karışık Meyve Suyu$_2$	3.95 ± 0.04	2.35 ± 0.04	6.70 ± 0.06	nd	nd	13.00 ± 0.08
Karışık Meyve Suyu$_3$	2.49 ± 0.04	1.48 ± 0.03	4.22 ± 0.05	nd	nd	8.19 ± 0.07
Karışık Meyve Suyu$_4$	3.61 ± 0.04	2.15 ± 0.03	6.13 ± 0.06	nd	nd	11.89 ± 0.08
Karışık Meyve Suyu$_5$	3.43 ± 0.04	2.04 ± 0.03	5.82 ± 0.05	nd	nd	11.29 ± 0.07
Limonata$_1$	1.16 ± 0.02	1.20 ± 0.02	12.43 ± 0.20	nd	nd	14.79 ± 0.20
Limonata$_2$	1.22 ± 0.02	0.98 ± 0.01	11.52 ± 0.20	nd	nd	13.72 ± 0.20
Limonata$_3$	1.10 ± 0.02	1.18 ± 0.02	12.08 ± 0.20	nd	nd	14.36 ± 0.20
Limonata$_4$	1.35 ± 0.02	1.20 ± 0.01	11.49 ± 0.20	nd	nd	14.04 ± 0.20
Limonata$_5$	1.20 ± 0.02	1.16 ± 0.02	12.18 ± 0.20	nd	nd	14.54 ± 0.20

Çizelge 4.2. (Devam) İncelenen içeceklerin şeker içerikleri

İçecek	Fruktoz	Glikoz	Sukroz	Laktoz	Sukraloz	Toplam Şeker
Çikolatalı $Süt_1$	nd	nd	11.05 ± 0.18	1.11 ± 0.02	nd	12.16 ± 0.18
Çikolatalı $Süt_2$	nd	nd	8.55 ± 0.10	0.86 ± 0.01	nd	9.41 ± 0.10
Çikolatalı $Süt_3$	nd	nd	9.90 ± 0.10	0.98 ± 0.01	nd	10.88 ± 0.10
Çikolatalı $Süt_4$	nd	nd	9.96 ± 0.10	1.08 ± 0.01	nd	11.04 ± 0.10
Çikolatalı $Süt_5$	nd	nd	8.98 ± 0.10	1.06 ± 0.01	nd	10.04 ± 0.10
Muzlu $Süt_1$	nd	nd	11.01 ± 0.14	1.86 ± 0.02	nd	12.87 ± 0.14
Muzlu $Süt_2$	nd	nd	10.15 ± 0.12	1.71 ± 0.02	nd	11.86 ± 0.12
Muzlu $Süt_3$	nd	nd	10.58 ± 0.12	1.78 ± 0.02	nd	12.36 ± 0.12
Muzlu $Süt_4$	nd	nd	10.62 ± 0.13	1.76 ± 0.02	nd	12.38 ± 0.13
Muzlu $Süt_5$	nd	nd	10.48 ± 0.14	1.80 ± 0.02	nd	12.28 ± 0.12
Çilekli $Süt_1$	nd	nd	12.14 ± 0.18	1.22 ± 0.01	nd	13.36 ± 0.18
Çilekli $Süt_2$	nd	nd	9.69 ± 0.10	0.97 ± 0.01	nd	10.66 ± 0.10
Çilekli $Süt_3$	nd	nd	11.14 ± 0.14	1.12 ± 0.01	nd	12.26 ± 0.14
Çilekli $Süt_4$	nd	nd	10.62 ± 0.13	0.99 ± 0.01	nd	11.61 ± 0.13
Çilekli $Süt_5$	nd	nd	10.88 ± 0.14	1.09 ± 0.01	nd	11.97 ± 0.14
Buzlu $Çay_1$	7.36 ± 0.07	0.80 ± 0.01	2.20 ± 0.03	nd	nd	10.36 ± 0.08
Buzlu $Çay_2$	8.14 ± 0.07	1.10 ± 0.02	2.18 ± 0.03	nd	nd	11.42 ± 0.08
Buzlu $Çay_3$	7.68 ± 0.08	0.90 ± 0.01	2.05 ± 0.02	nd	nd	10.63 ± 0.08
Buzlu $Çay_4$	8.06 ± 0.06	0.76 ± 0.01	2.30 ± 0.04	nd	nd	11.12 ± 0.07
Buzlu $Çay_5$	7.42 ± 0.06	0.80 ± 0.01	2.10 ± 0.02	nd	nd	10.32 ± 0.06

4.3. İncelenen Gıdaların Şeker İçeriklerinin Belirlenmesi

İncelenen gıdaların şeker içerikleri Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Çizelge 4.3.'den de görüleceği gibi, en yüksek fruktoz içerikleri çikolata örneklerinde (ortalama 24.68 g/100 g) tespit edilmiştir. İncelenen tüm katı gıda örneklerinde ana şeker bileşeninin sukroz olduğu görülmüştür. İncelenen örneklerin hiçbirisinde galaktoz, mannitol, arabinoz ve ksilitol içeriğine rastlanılmamıştır. Sukraloz sadece kek örneklerinde, maltitol ise kek ve jelibon örneklerinde tespit edilmiştir.

İncelenen bisküvi örneklerinin fruktoz içeriği 0.07 – 22.30 g/100 g, glikoz içeriği 1.12 – 11.98 g/100 g, sukroz içeriği ise 16.00 – 34.55 g/100 g arasında bulunmuştur. Bisküvi örneklerinin toplam şeker içeriğinin 17.98 – 41.20 g/100 g arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen kek örneklerinin fruktoz içeriği 0.00 – 0.02 g/100 g, glikoz içeriği 0.05 – 4.20 g/100 g, sukroz içeriği 21.00 – 65.60 g/100 g, laktoz içeriği 1.33 – 2.10 g/100 g, sukraloz içeriği 0.80 – 24.00 g/100 g, maltitol içeriği ise 0.50 – 4.00 g/100 g arasında bulunmuştur. Kek örneklerinin toplam şeker içeriğinin 45.50 – 74.60 g/100 g arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen gofret örneklerinin fruktoz içeriği 7.10 – 31.50 g/100 g, glikoz içeriği 6.60 – 11.20 g/100 g, sukroz içeriği 19.80 – 22.20 g/100 g, laktoz içeriği ise 2.40 – 14.70 g/100 g arasında bulunmuştur. Gofret örneklerinin toplam şeker içeriğinin 40.00 – 46.20 g/100 g arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen çikolata örneklerinin fruktoz içeriği 21.95 – 27.82 g/100 g, laktoz içeriği 6.51 – 12.86 g/100 g, sukroz içeriği ise 9.03 – 15.86 g/100 g arasında bulunmuştur. Çikolata örneklerinin toplam şeker içeriğinin 41.90 – 53.10 g/100 g arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen jelibon örneklerinin fruktoz içeriği 3.79 – 6.00 g/100 g, glikoz içeriği 4.33 – 38.80 g/100 g, sukroz içeriği 33.83 – 44.77 g/100 g, laktoz içeriği ise 5.17 – 6.42 g/100 g arasında bulunmuştur. Jelibon örneklerinin toplam şeker içeriğinin 48.19 – 93.47 g/100 g arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen puding örneklerinin fruktoz içeriği 0.45 – 0.71 g/100 g, glikoz içeriği 1.22 – 1.92 g/100 g, sukroz içeriği ise 15.03 – 23.67 g/100 g arasında bulunmuştur.

Puding örneklerinin toplam şeker içeriğinin 16.70 – 26.30 g/100 g arasında değiştiği saptanmıştır.

İncelenen meyveli yoğurt örneklerinin fruktoz içeriği 1.03 – 2.05 g/100 g, glikoz içeriği 1.16 – 1.30 g/100 g, sukroz içeriği 10.58 – 11.48 g/100 g, laktoz içeriği ise 0.78 – 0.90 g/100 g arasında bulunmuştur. Meyveli yoğurt örneklerinin toplam şeker içeriğinin 12.89 – 15.65 g/100 g arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.3. İncelenen gıdaların şeker içerikleri (g/100 g)

Gıda	Fruktoz	Glikoz	Sukroz	Laktoz	Sukraloz	Maltitol	Toplam Şeker
$Bisküvi_1$	0.86 ± 0.01	1.12 ± 0.01	16.00 ± 0.22	nd	nd	nd	17.98 ± 0.22
$Bisküvi_2$	0.07 ± 0.002	nd	19.50 ± 0.28	nd	nd	nd	19.57 ± 0.28
$Bisküvi_3$	0.36 ± 0.01	nd	34.55 ± 0.48	nd	nd	nd	34.91 ± 0.48
$Bisküvi_4$	10.52 ± 0.15	11.98 ± 0.16	18.70 ± 0.25	nd	nd	nd	41.20 ± 0.33
$Bisküvi_5$	22.30 ± 0.30	nd	nd	nd	nd	nd	22.30 ± 0.30
Kek_1	0.02 ± 0.001	0.05 ± 0.001	59.39 ± 0.82	nd	nd	nd	59.46 ± 0.82
Kek_2	nd	4.20 ± 0.05	65.60 ± 0.86	nd	0.80 ± 0.01	4.00 ± 0.05	74.60 ± 0.86
Kek_3	nd	4.08 ± 0.05	52.11 ± 0.58	1.33 ± 0.01	nd	3.00 ± 0.03	60.52 ± 0.58
Kek_4	nd	3.65 ± 0.05	56.25 ± 0.68	2.10 ± 0.04	nd	nd	62.00 ± 0.68
Kek_5	nd	nd	21.00 ± 0.28	nd	24.00 ± 0.30	0.50 ± 0.04	45.50 ± 0.41
$Gofret_1$	7.10 ± 0.07	11.20 ± 0.16	19.80 ± 0.22	2.80 ± 0.04	nd	nd	40.90 ± 0.28
$Gofret_2$	31.50 ± 0.42	nd	nd	14.70 ± 0.16	nd	nd	46.20 ± 0.45
$Gofret_3$	8.80 ± 0.08	6.60 ± 0.08	22.20 ± 0.32	2.40 ± 0.04	nd	nd	40.00 ± 0.34
$Gofret_4$	8.10 ± 0.07	11.20 ± 0.16	21.80 ± 0.28	3.80 ± 0.05	nd	nd	44.90 ± 0.33
$Gofret_5$	7.10 ± 0.07	11.20 ± 0.16	20.80 ± 0.26	3.80 ± 0.05	nd	nd	42.90 ± 0.32
$Çikolata_1$	27.82 ± 0.38	nd	12.42 ± 0.18	12.86 ± 0.18	nd	nd	53.10 ± 0.46
$Çikolata_2$	21.95 ± 0.28	nd	13.44 ± 0.22	6.51 ± 0.08	nd	nd	41.90 ± 0.36
$Çikolata_3$	25.46 ± 0.32	nd	11.50 ± 0.16	11.64 ± 0.18	nd	nd	48.60 ± 0.40
$Çikolata_4$	24.94 ± 0.32	nd	15.86 ± 0.20	6.80 ± 0.08	nd	nd	47.60 ± 0.38
$Çikolata_5$	23.21 ± 0.30	Nd	9.03 ± 0.12	12.06 ± 0.18	nd	nd	44.30 ± 0.37

Çizelge 4.3. (Devam) İncelenen gıdaların şeker içerikleri (g/100 g)

Gıda	Fruktoz	Glikoz	Sukroz	Laktoz	Sukraloz	Maltitol	Toplam Şeker
$Jelibon_2$	3.79 ± 0.05	38.80 ± 0.45	44.77 ± 0.56	6.11 ± 0.08	nd	nd	93.47 ± 0.72
$Jelibon_3$	4.92 ± 0.06	4.41 ± 0.05	34.46 ± 0.50	5.26 ± 0.06	nd	0.03 ± 0.001	49.08 ± 0.51
$Jelibon_4$	5.39 ± 0.07	4.84 ± 0.06	37.76 ± 0.44	5.77 ± 0.06	nd	0.04 ± 0.001	53.80 ± 0.45
$Jelibon_5$	4.83 ± 0.06	4.33 ± 0.06	33.83 ± 0.48	5.17 ± 0.06	nd	0.03 ± 0.001	48.19 ± 0.49
$Puding_1$	0.71 ± 0.01	1.92 ± 0.02	23.67 ± 0.30	nd	nd	nd	26.30 ± 0.30
$Puding_2$	0.45 ± 0.01	1.22 ± 0.01	15.03 ± 0.18	nd	nd	nd	16.70 ± 0.18
$Puding_3$	0.49 ± 0.01	1.32 ± 0.01	16.29 ± 0.22	nd	nd	nd	18.10 ± 0.22
$Puding_4$	0.50 ± 0.01	1.34 ± 0.01	16.55 ± 0.22	nd	nd	nd	18.39 ± 0.22
$Puding_5$	0.55 ± 0.01	1.49 ± 0.02	18.36 ± 0.26	nd	nd	nd	20.40 ± 0.26
Meyveli $Yoğurt_1$	1.03 ± 0.01	1.16± 0.01	10.73 ± 0.14	0.90 ± 0.01	nd	nd	13.82 ± 0.14
Meyveli $Yoğurt_2$	2.05 ± 0.03	1.30 ± 0.02	11.48 ± 0.20	0.82 ± 0.01	nd	nd	15.65 ± 0.20
Meyveli $Yoğurt_3$	nd	1.25 ± 0.02	10.86 ± 0.14	0.78 ± 0.01	nd	nd	12.89 ± 0.14
Meyveli $Yoğurt_4$	1.24 ± 0.02	1.18 ± 0.01	11.02 ± 0.18	0.86 ± 0.01	nd	nd	14.30 ± 0.18
Meyveli $Yoğurt_5$	1.55 ± 0.02	1.22 ± 0.02	10.58 ± 0.15	0.88 ± 0.01	nd	nd	14.23 ± 0.15

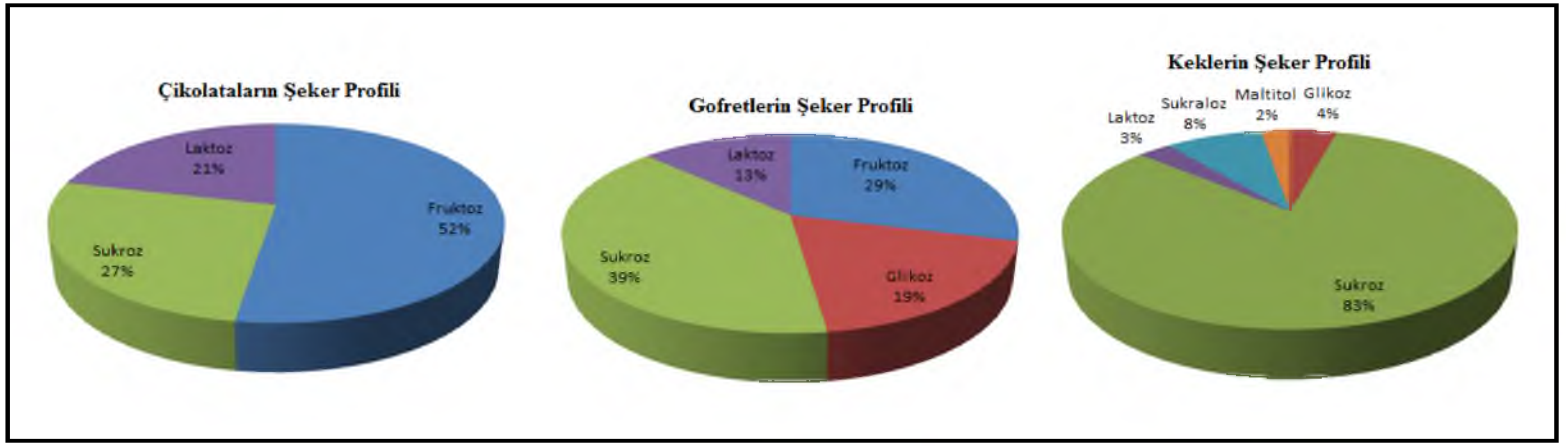
4.4. İncelenen İçecek ve Gıda Örneklerinin Şeker Profillerinin İncelenmesi

İncelenen içecek ve gıda örneklerinin şeker profilleri Çizelge 4.4.'de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi, puding, süt, kek, bisküvi ve jelibon örneklerinde ana şeker bileşeninin sukroz olduğu saptanmıştır. Kola örneklerinde toplam şeker içeriğinin % 71.10'luk kısmını, çikolata örneklerinde de benzer şekilde toplam şeker içeriğinin % 52.40'lık kısmını fruktozun oluşturduğu görülmüştür. Gazoz örneklerinde fruktoz (% 48.21) ile glikoz (% 46.34), mineral suyu örneklerinde fruktoz (% 37.61) ile sukroz (% 44.93), meyve suyu örneklerinde ise fruktoz (% 38.47) ile sukroz (% 37.01) içerikleri oldukça yakın bulunmuştur. İncelenen örneklerin tamamında sukraloz ve maltitol düzeylerinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir.

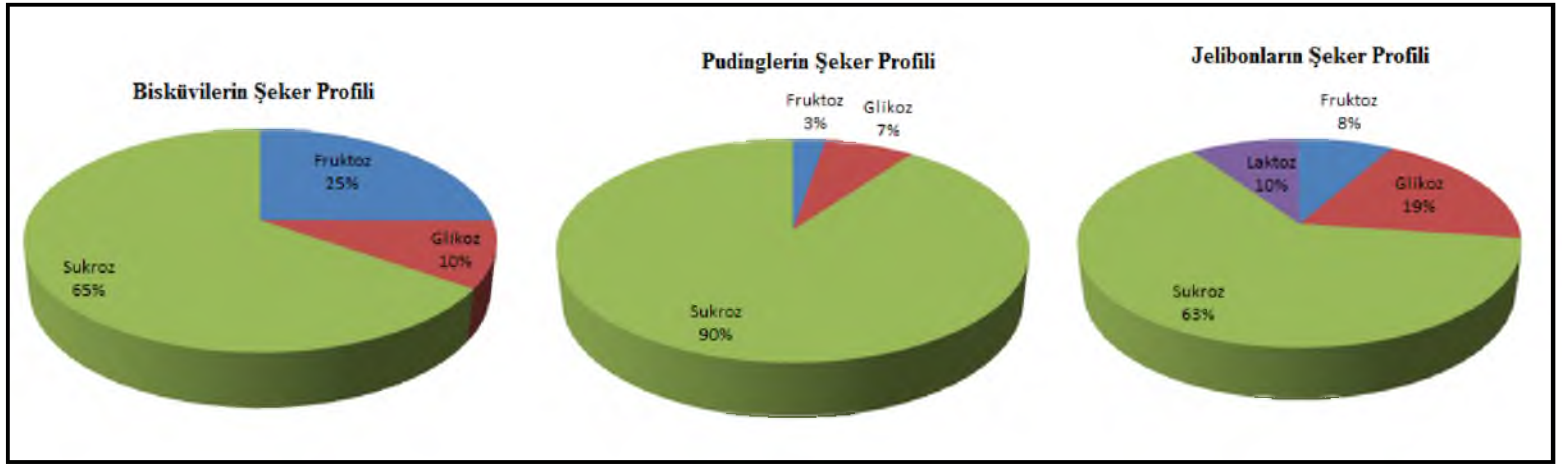
Çizelge 4.4.'te verilen değerlerin daha net görülebilmesi amacıyla incelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri Şekil 4.22. – 4.28.'de pasta dilim grafikleri ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri

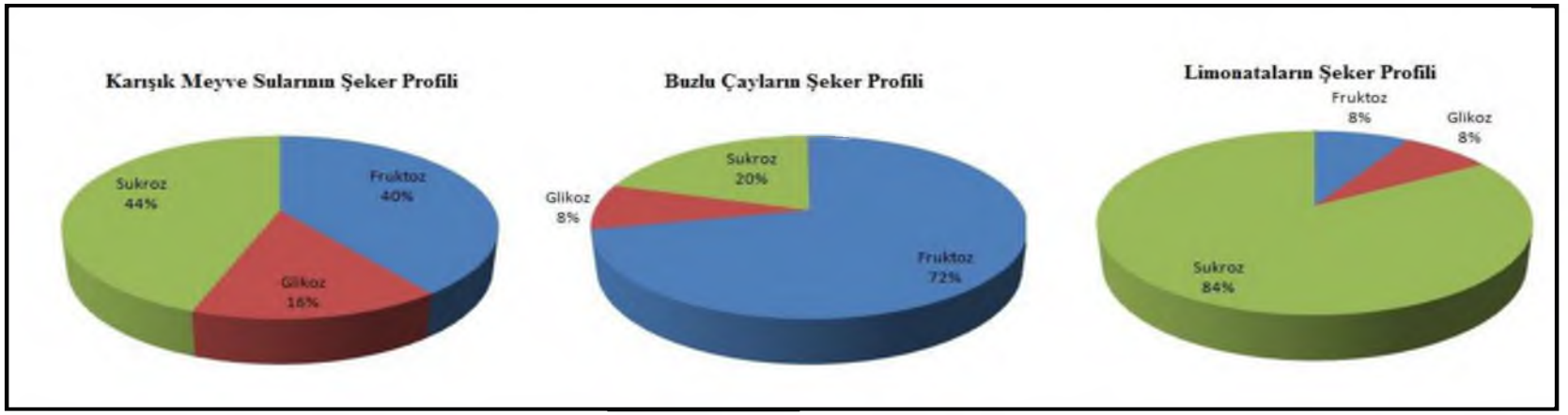
Örnek	% Früktoz	% Glikoz	% Sukroz	% Laktoz	% Sukraloz	% Maltitol
Meyve suyu	38.47	24.43	37.01	0.00	0.09	0.00
Gazoz	48.21	46.34	5.37	0.00	0.08	0.00
Maden suyu	37.61	16.67	44.93	0.00	0.79	0.00
Kola	71.10	15.00	13.90	0.00	0.00	0.00
Süt	0.00	0.00	88.82	10.83	0.35	0.00
Jelibon	8.19	18.96	63.33	9.45	0.00	0.07
Puding	2.70	7.30	90.00	0.00	0.00	0.00
Çikolata	52.40	0.00	26.43	21.17	0.00	0.00
Bisküvi	25.08	9.63	65.29	0.00	0.00	0.00
Gofret	29.13	18.71	39.36	12.80	0.00	0.00
Kek	0.03	3.97	82.48	2.83	8.21	2.48



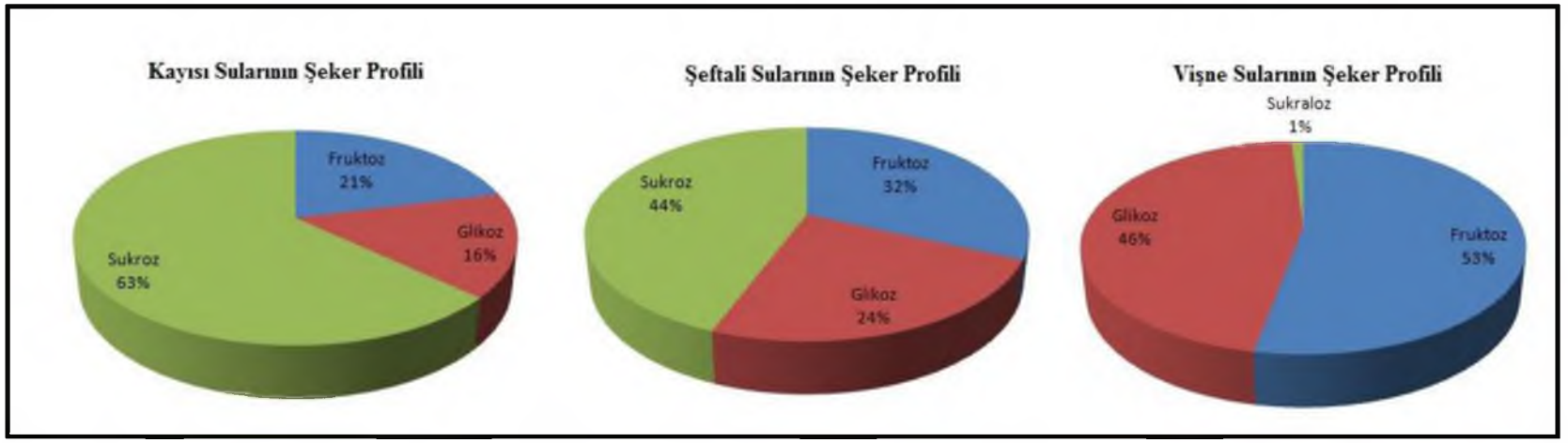
Şekil 4.2. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri



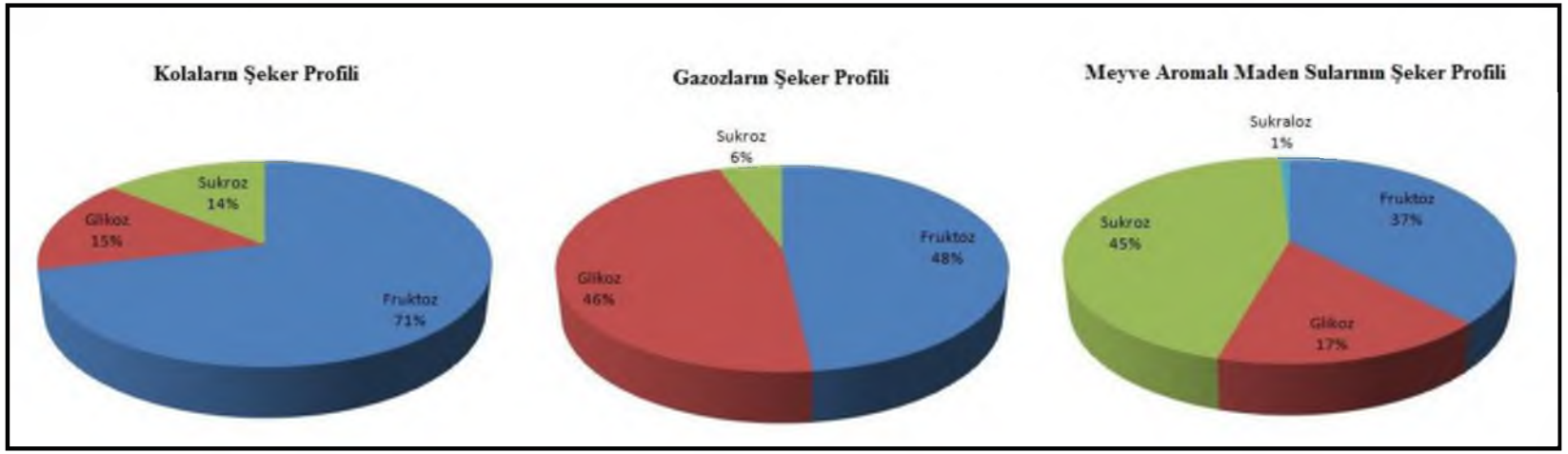
Şekil 4.3. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri



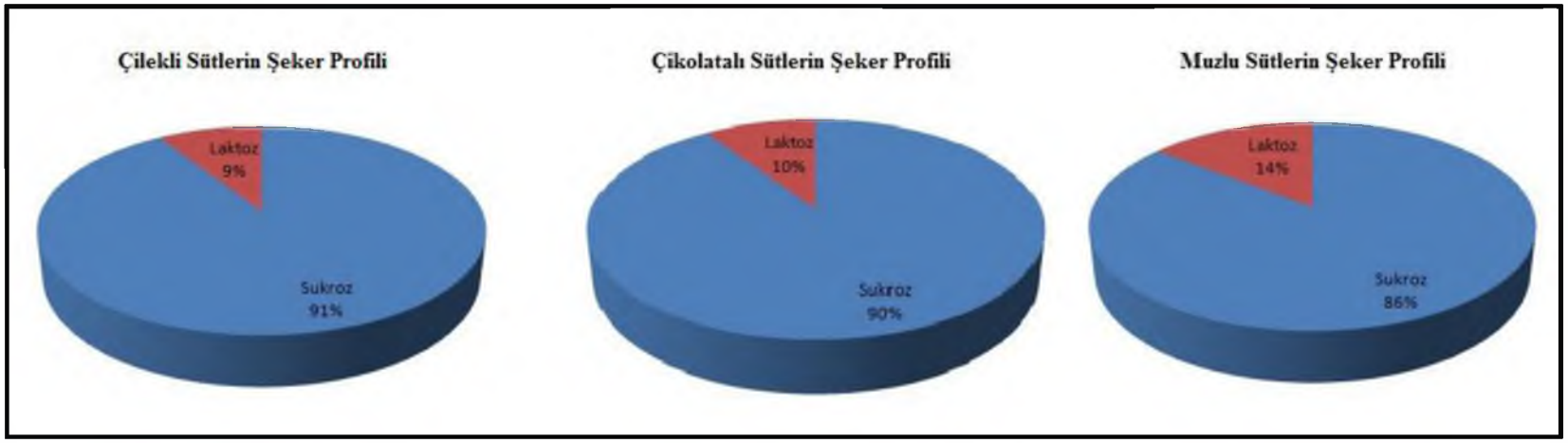
Şekil 4.4. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri



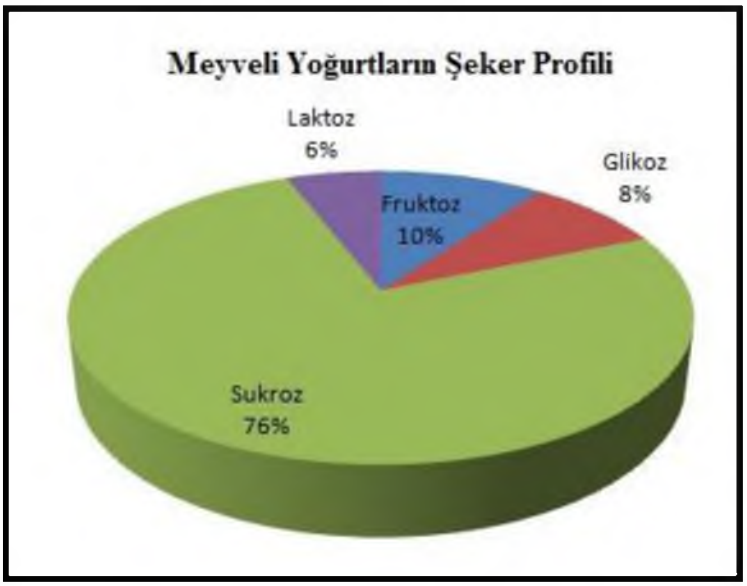
Şekil 4.5. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri



Şekil 4.6. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri



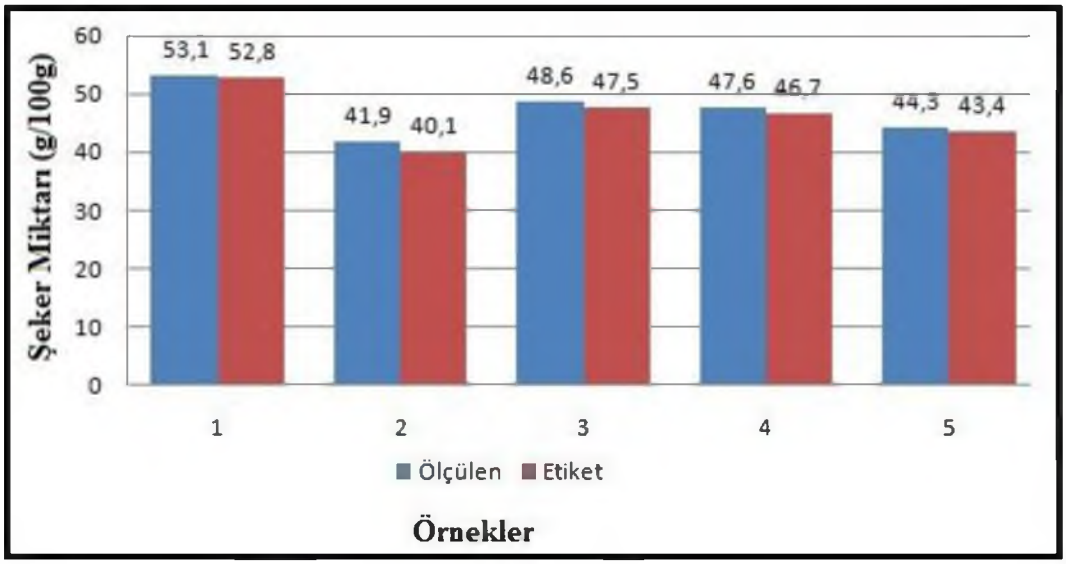
Şekil 4.7. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri



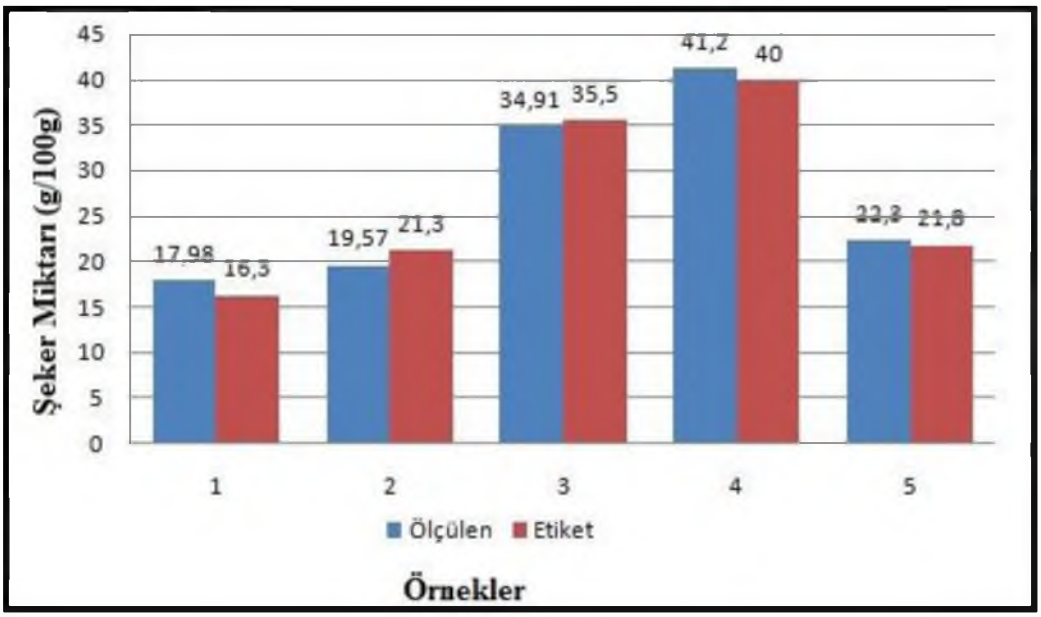
Şekil 4.8. İncelenen gıda ve içecek örneklerinin şeker profilleri

4.5. İncelenen Gıda ve İçecek Örneklerinde Saptanan Şeker Miktarları ile Etiket Şeker Miktarlarının Karşılaştırılması

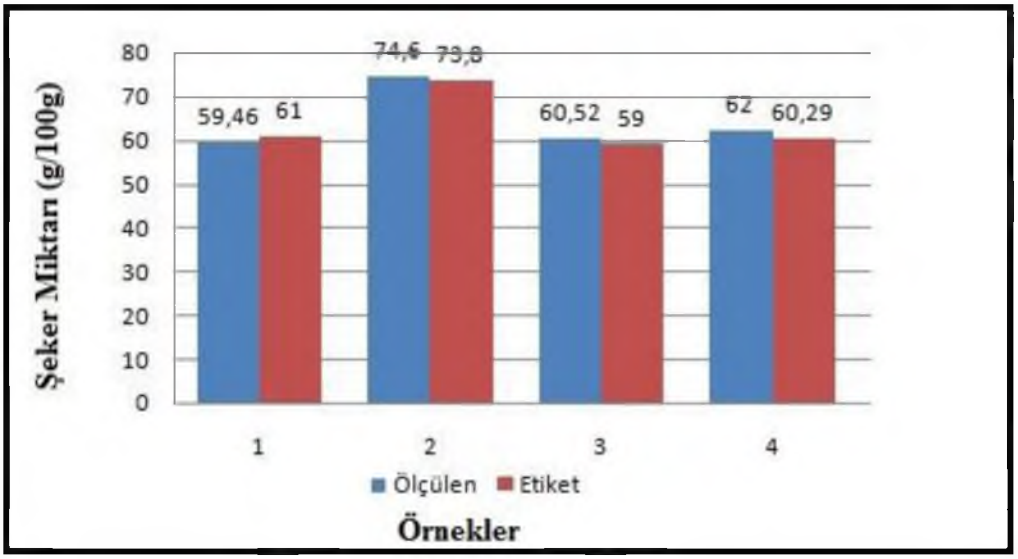
İncelenen gıda ve içecek örneklerinin etiketlerinde belirtilen şeker miktarları ile analizler sonucunda bulunan şeker miktarları karşılaştırılmalı olarak çubuk grafiklerle verilmiştir (Şekil 4.9. – 4.24.).



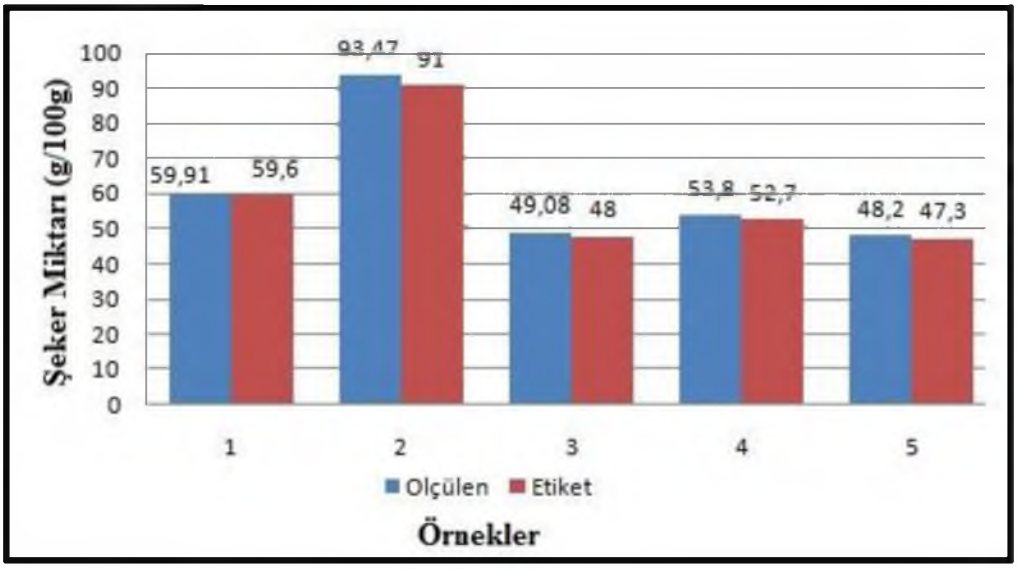
Şekil 4.9. Çikolataların etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



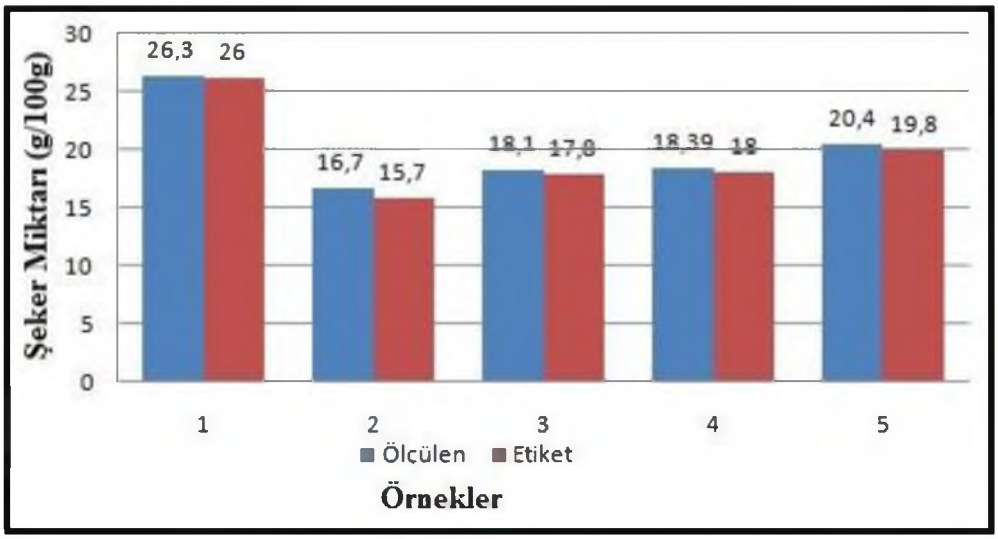
Şekil 4.10. Bisküvilerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



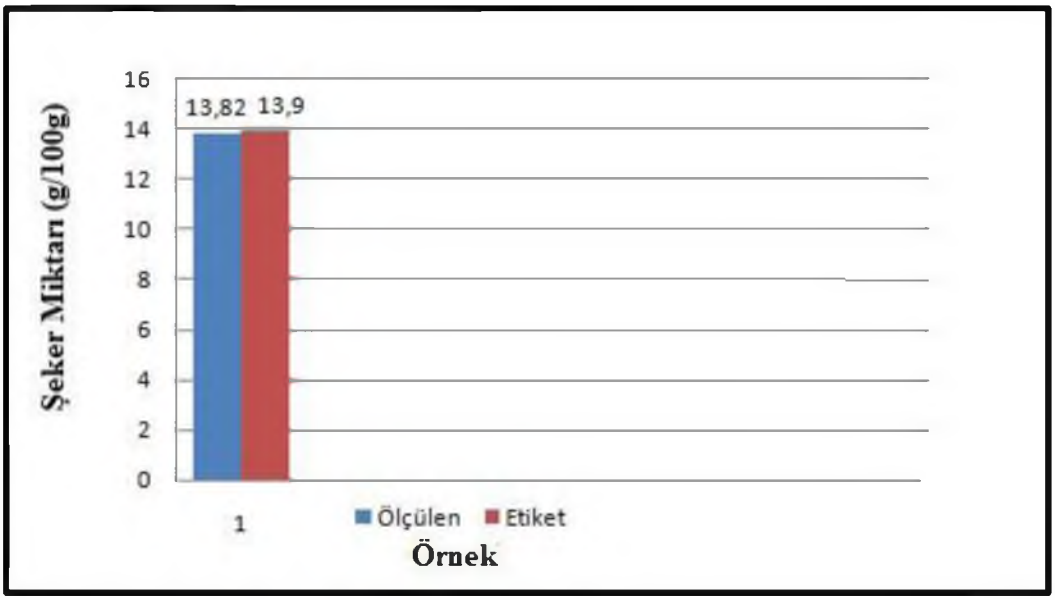
Şekil 4.11. Keklerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



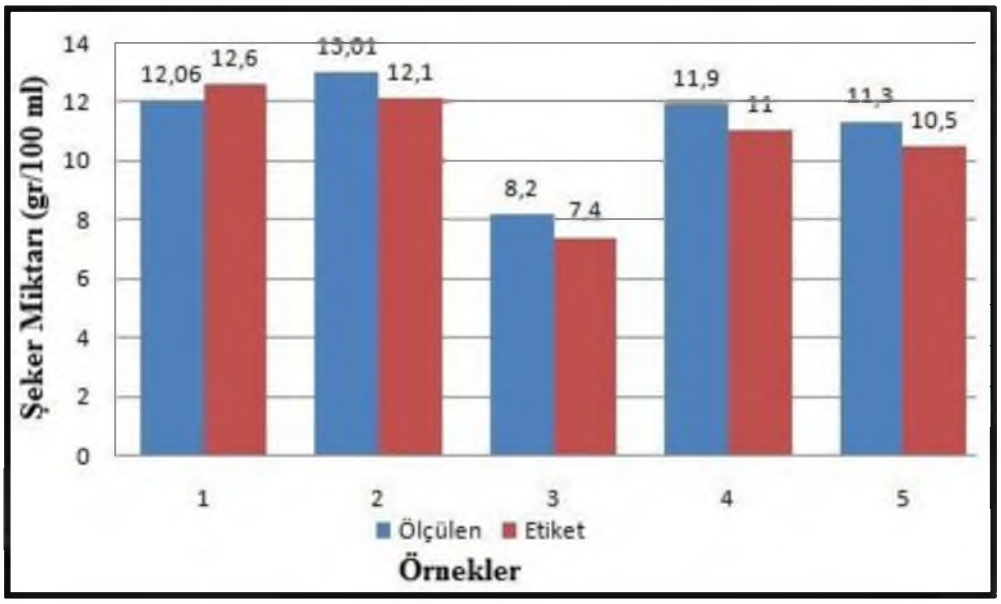
Şekil 4.12. Jelibonların etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



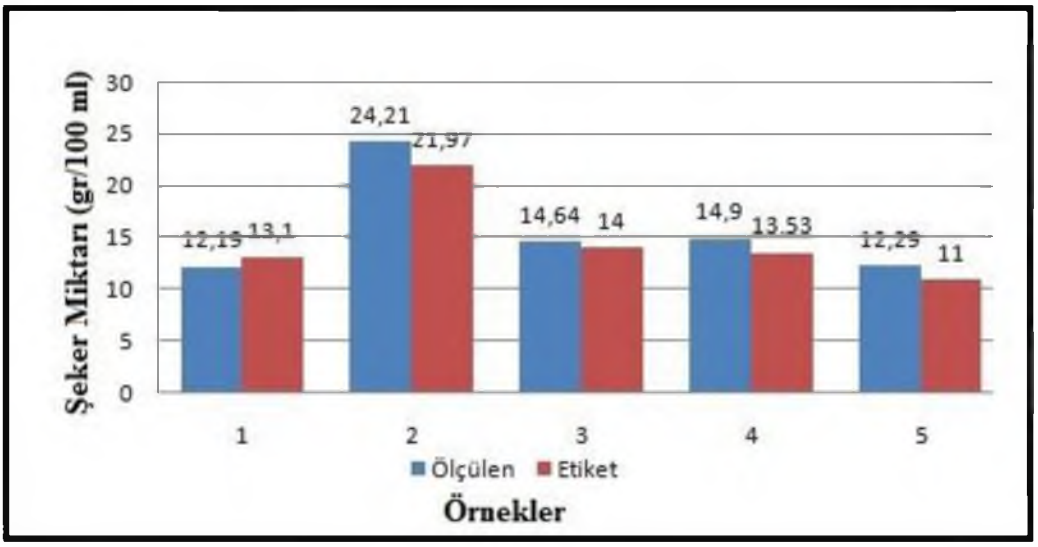
Şekil 4.13. Pudinglerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



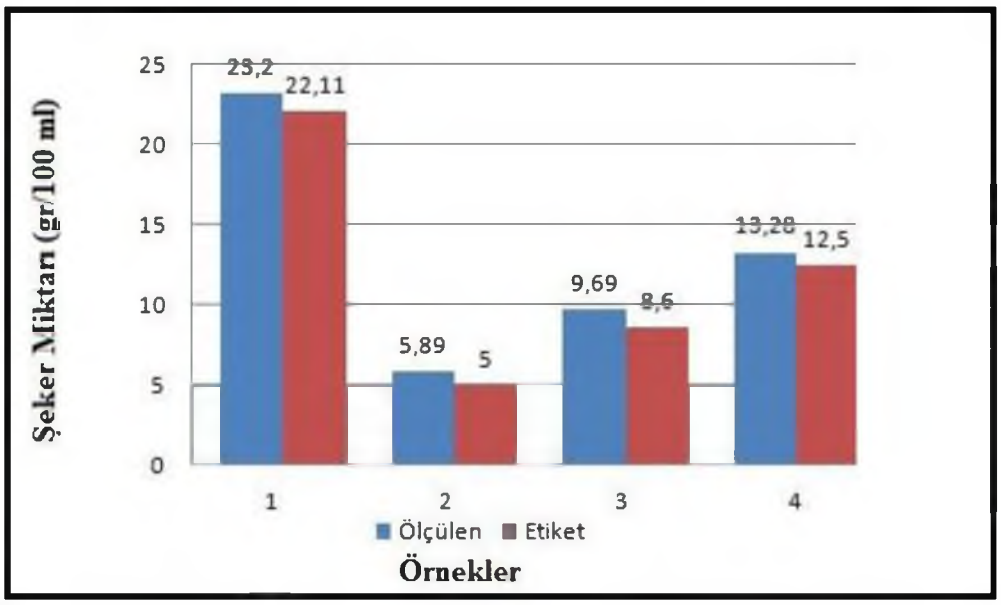
Şekil 4.14. Meyveli yoğurtların etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



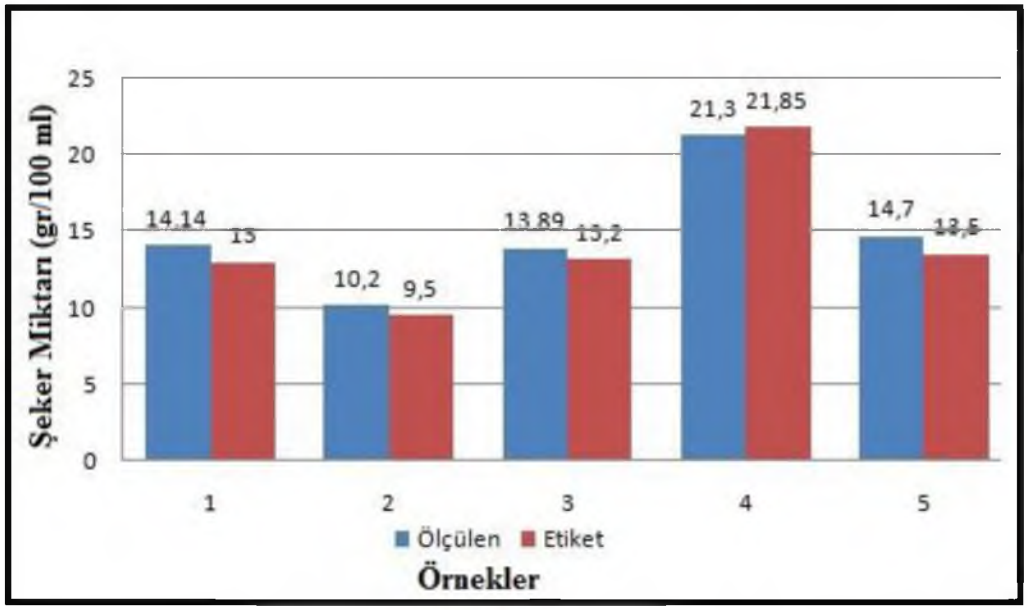
Şekil 4.15. Karışık meyve sularının etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



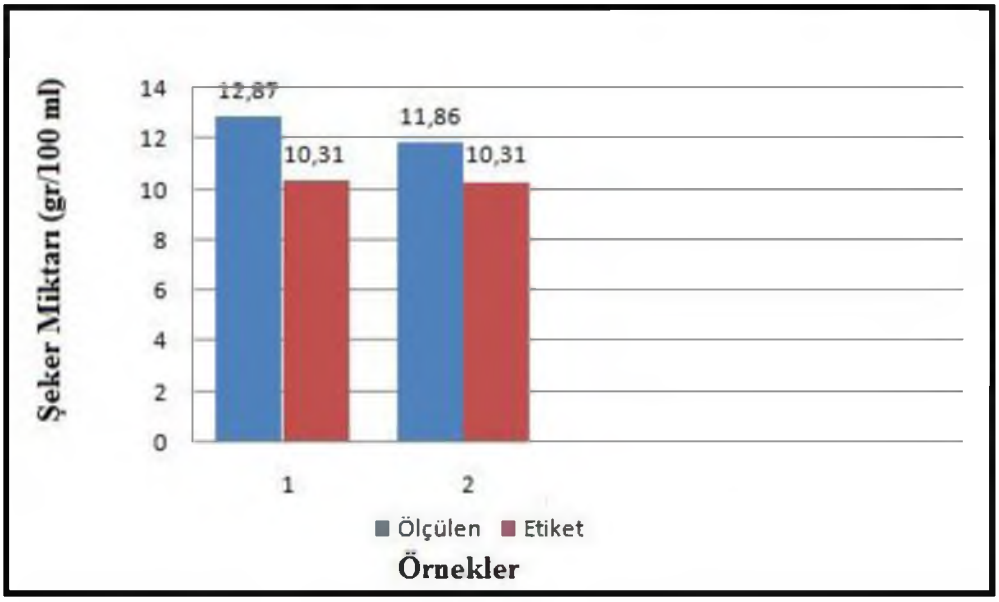
Şekil 4.16. Şeftali sularının etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



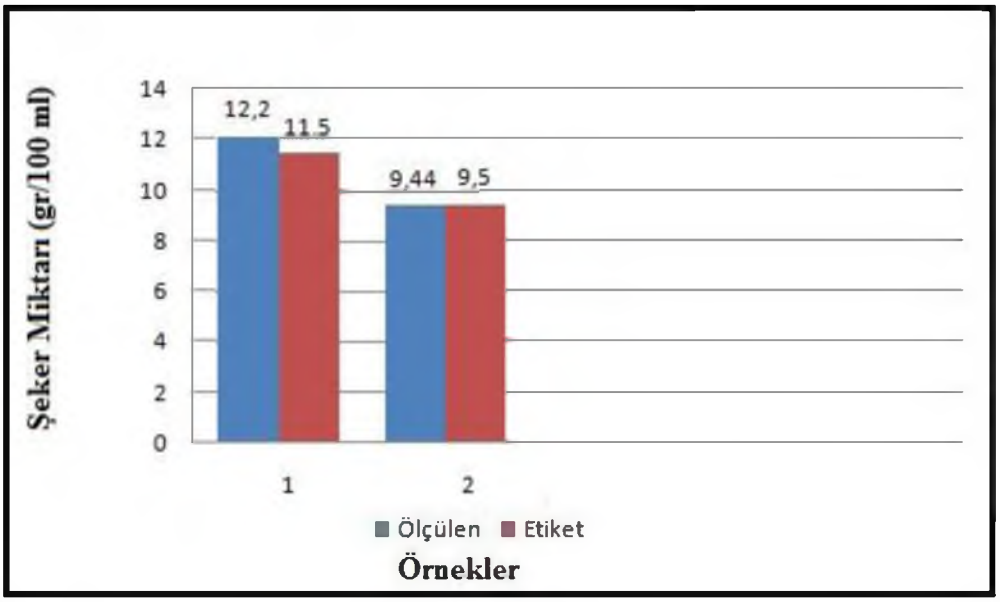
Şekil 4.17. Vişne sularının etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



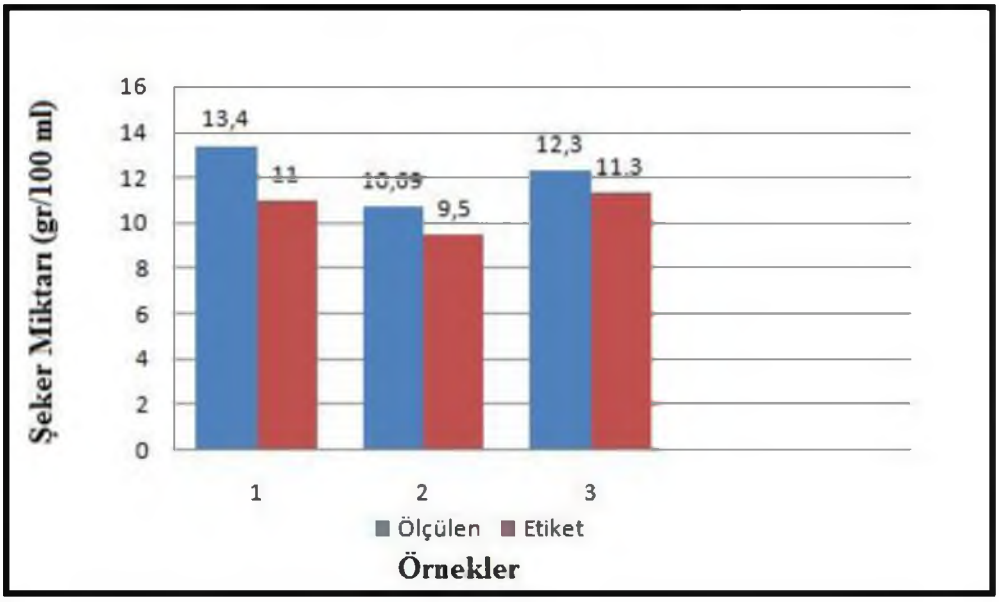
Şekil 4.18. Kayısı sularının etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



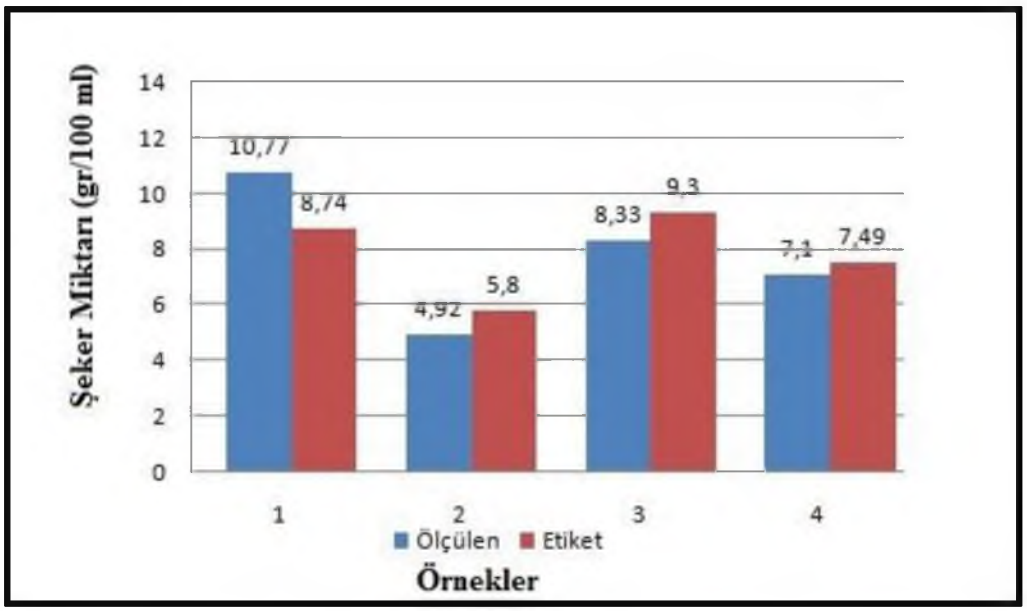
Şekil 4.19. Muzlu sütlerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



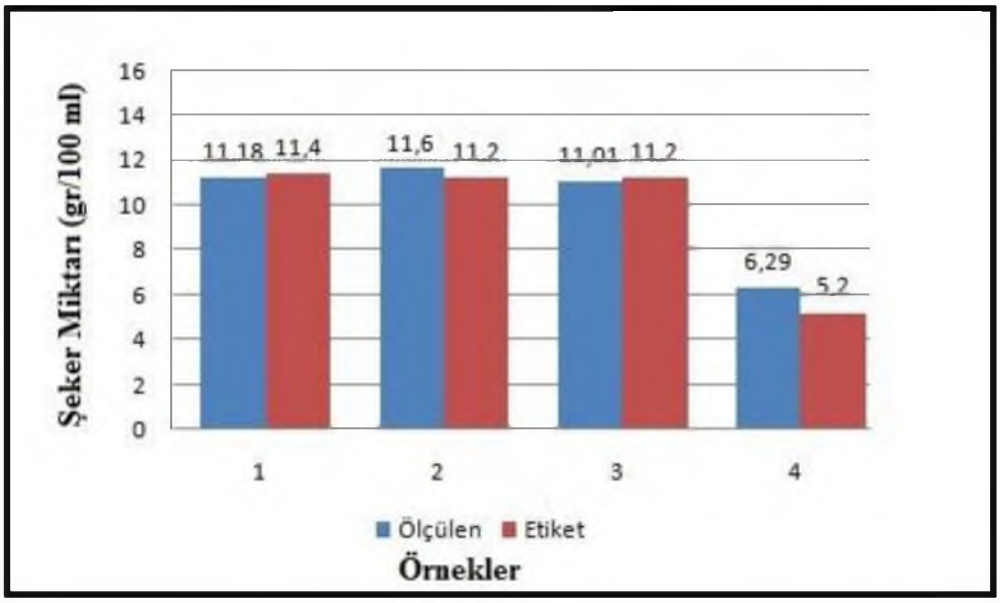
Şekil 4.20. Çikolatalı sütlerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



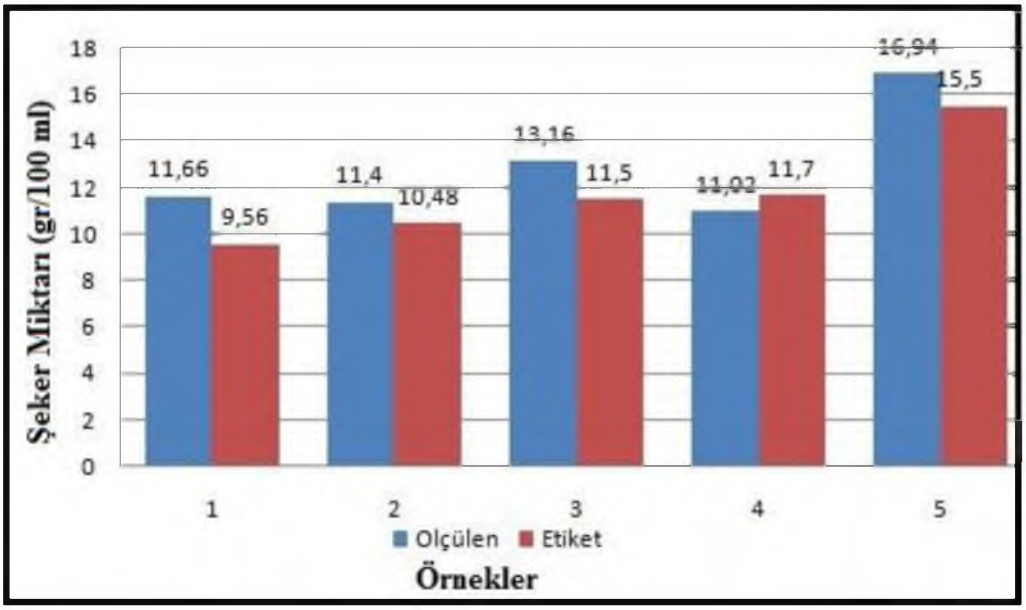
Şekil 4.21. Çilekli sütlerin etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



Şekil 4.22. Meyveli maden suyu etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



Şekil 4.23. Kolaların etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği



Şekil 4.24. Gazozların etiket ve ölçüm miktarlarının karşılaştırılmalı çubuk grafiği

Son 20 yıl içerisinde ise, yüksek fruktozlu mısır şurubu kullanımı çok fazla artmış ve günümüzde kullanılan toplam tatlandırıcılar içinde yaklaşık % 40'lık bir paya sahip olmuştur. Sakaroza kıyasla daha ekonomik, daha tatlı, daha çözünür olması kullanımını arttırırken, obezite, tip 2 diyabet, kalp rahatsızlıkları, hipertansiyon, dislipidemi, gut gibi metabolik hastalıklardaki artıştan da sorumlu olduğu yapılan çok sayıda çalışma ile ortaya konmuştur (Rizkalla, 2010). Türkiye Endokrinoloji Metabolizma Derneği tarafından gerçekleştirilen Türkiye Diyabet Epidemiyoloji Projesi (TURDEP) kapsamında, Türkiye nüfusunun % 31.2'sinin obez, % 37.5'unun ise fazla kilolu olduğu, % 54.55 oranında diyabet, % 25.6 oranında da hipertansiyon hastası bulunduğu ifade edilmiştir. Yine Türkiye Endokrinoloji Metabolizma Derneği tarafından yayınlanan Metabolik Sendrom Kılavuzunda 2000 yılı itibariyle Türkiye'de 30 yaş ve üzerindeki 9.2 milyon kişide metabolik sendromun mevcut olduğu, ülkemizde metabolik sendrom görülme sıklığının erkeklerde % 28, kadınlarda ise % 40 olduğu bildirilmiştir.

Günlük hayatta sıkça tüketilen, tatlandırıcı içeren gıda ve içeceklerin etiketlerinde toplam şeker miktarı yazsa bile, hiçbir üründe hangi cins şekerleri içerdiği yazmamaktadır. Bu nedenle, tatlandırılmış gıda ve içeceklerin şeker profillerinin belirlenmesi insan sağlığı açısından son derece önemlidir.

İncelenen içecek örneklerinde, en yüksek fruktoz içerikleri kola örneklerinde (ortalama 7.65 g/100 ml) tespit edilmiştir. İncelenen bazı gazoz (11.06 g/100 ml), vişne suyu (11.18 g/100 ml) ve karışık meyve suyu (12.06 g/100 ml) örneklerinde de yüksek konsantrasyonlarda fruktoz saptanmıştır. İncelenen çikolatalı, muzlu ve çilekli süt örneklerinin hiçbirisinde fruktoz tespit edilememiştir. Süt, limonata ve vişne suyu haricindeki meyve suyu örneklerinin ana şeker bileşeninin sukroz olduğu görülmüştür. İncelenen içecek örneklerinin hiçbirisinde galaktoz, mannitol, maltitol, arabinoz ve ksilitol içeriğine rastlanılmamıştır. Laktoz ise sadece süt örneklerinde tespit edilmiştir. İncelenen örneklerin sukraloz içeriklerinin de oldukça düşük olduğu görülmüştür.

İncelenen gıda örnekleri içerisinde, en yüksek fruktoz içerikleri çikolata örneklerinde (ortalama 24.68 g/100 g) tespit edilmiştir. İncelenen tüm katı gıda örneklerinde ana şeker bileşeninin sukroz olduğu görülmüştür. İncelenen örneklerin hiçbirisinde galaktoz, mannitol, arabinoz ve ksilitol içeriğine rastlanılmamıştır. Sukraloz sadece kek örneklerinde, maltitol ise kek ve jelibon örneklerinde tespit edilmiştir.

Maden suyu örneklerinde ortalama olarak 3.34 g/100 ml fruktoz, 1.48 g/100 ml glikoz, 3.99 g/100 ml sukroz ve 0.07 g/100 ml sukraloz bulunmuştur. Ortalama toplam şeker içeriği ise 8.88 g/100 ml olarak saptanmıştır. Toplam şeker içeriğinin % 37.61'lik kısmını fruktozun, % 16.67'lik kısmını glikozun, % 44.93'lük kısmını sukrozun ve % 0.79'luk kısmını da sukralozun oluşturduğu görülmüştür. Analizler sonucunda maden suyu örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 85-123 arasında saptanmıştır.

Gazoz örneklerinde ortalama olarak 6.19 g/100 ml fruktoz, 5.95 g/100 ml glikoz, 0.69 g/100 ml sukroz ve 0.01 g/100 ml sukraloz tespit edilmiştir. Ortalama toplam şeker miktarı 12.84 g/100 ml olarak bulunmuştur. Toplam şeker miktarının % 48.21'ini fruktoz, % 46.34'ünü glikoz, % 5.37'sini sukroz ve % 0.08'ini sukraloz oluşturmaktadır. Analizler sonucunda gazoz örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 94-122 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Kola örneklerinde ortalama olarak 7.65 g/100 ml fruktoz, 1.61 g/100 ml glikoz, 1.50 g/100 ml sukroz bulunmuştur. Ortalama toplam şeker içeriği ise 10.76 g/100 ml olarak saptanmıştır. Toplam şeker içeriğinin % 71.10'luk kısmını fruktozun, % 15.00'lik kısmını glikozun, % 13.90'lık kısmını sukrozun oluşturduğu görülmüştür. Analizler sonucunda kola örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 98-121 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Şeftali suyu örneklerinde ortalama olarak 2.69 g/100 ml fruktoz, 2.05 g/100 ml glikoz, 10.91 g/100 ml sukroz tespit edilmiştir. Ortalama toplam şeker miktarı 15.65 g/100 ml olarak bulunmuştur. Toplam şeker miktarının % 17.19'unu fruktoz, % 13.10'unu glikoz, % 69.71'ini sukroz oluşturmaktadır. Analizler sonucunda şeftali suyu örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 93-112 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Vişne suyu örneklerinde ortalama olarak 6.73 g/100 ml fruktoz, 5.85 g/100 ml glikoz, 0.13 g/100 ml sukraloz bulunmuştur. Ortalama toplam şeker içeriği ise 12.71 g/100 ml olarak saptanmıştır. Toplam şeker içeriğinin % 52.95'lik kısmını fruktozun, % 46.03'lük kısmını glikozun, % 1.02'lik kısmını sukralozun oluşturduğu görülmüştür. Analizlerde vişne suyu örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 105-118 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Kayısı suyu örneklerinde ortalama olarak 1.74 g/100 ml fruktoz, 1.43 g/100 ml glikoz, 11.67 g/100 ml sukroz tespit edilmiştir. Ortalama toplam şeker miktarı 14.84 g/100 ml olarak bulunmuştur. Toplam şeker miktarının % 11.72'sini fruktoz, % 9.64'ünü glikoz, % 78.64'ünü sukroz oluşturmaktadır. Analizler sonucunda kayısı suyu örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 97-108 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Karışık meyve suyu örneklerinde ortalama olarak 5.11 g/100 ml fruktoz, 1.60 g/100 ml glikoz, 4.57 g/100 ml sukroz ve 0.01 g/100 ml sukraloz bulunmuştur. Ortalama toplam şeker içeriği ise 11.29 g/100 ml olarak saptanmıştır. Toplam şeker içeriğinin % 45.26'lık kısmını fruktozun, % 14.17'lik kısmını glikozun, % 40.48'lik kısmını sukrozun, % 0.09'luk kısmını ise sukralozun oluşturduğu görülmüştür. Analizler sonucunda karışık meyve suyu örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 96-111 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Limonata örneklerinde ortalama olarak 1.21 g/100 ml fruktoz, 1.14 g/100 ml glikoz, 11.94 g/100 ml sukroz tespit edilmiştir. Ortalama toplam şeker miktarı 14.29 g/100 ml olarak bulunmuştur. Toplam şeker miktarının % 8.47'sini fruktoz, % 7.98'ini glikoz, % 83.55'ini sukroz oluşturmaktadır. Limonata örneklerinin hiçbirisinin etiketinde şeker miktarı belirtilmemiştir.

Çikolatalı süt örneklerinde ortalama olarak 9.69 g/100 ml sukroz, 1.02 g/100 ml laktoz, 0.04 g/100 ml sukraloz bulunmuştur. Ortalama toplam şeker içeriği ise 10.75 g/100 ml olarak saptanmıştır. Toplam şeker içeriğinin % 90.14'lük kısmını sukrozun, % 9.49'luk kısmını laktozun, % 0.37'lik kısmını sukralozun oluşturduğu görülmüştür. Analizler sonucunda çikolatalı süt örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 99-106 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Muzlu süt örneklerinde ortalama olarak 10.57 g/100 ml sukroz ve 1.78 g/100 ml laktoz bulunmuştur. Ortalama toplam şeker içeriği ise 12.35 g/100 ml olarak saptanmıştır. Toplam şeker içeriğinin % 85.59'luk kısmını sukrozun, % 14.41'lik kısmını laktozun oluşturduğu görülmüştür. Analizler sonucunda muzlu süt örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 115-125 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Çilekli süt örneklerinde ortalama olarak 10.89 g/100 ml sukroz, 1.08 g/100 ml laktoz, 0.04 g/100 ml sukraloz bulunmuştur. Ortalama toplam şeker içeriği ise 12.01 g/100 ml olarak saptanmıştır. Toplam şeker içeriğinin % 90.67'lik kısmını sukrozun, % 8.99'luk kısmını laktozun, % 0.34'lük kısmını sukralozun oluşturduğu görülmüştür. Analizler sonucunda çilekli süt örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 108-121 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Buzlu çay örneklerinde ortalama olarak 7.73 g/100 ml fruktoz, 0.87 g/100 ml glikoz, 2.17 g/100 ml sukroz ve 0.02 g/100 ml sukraloz tespit edilmiştir. Ortalama toplam şeker miktarı 10.79 g/100 ml olarak bulunmuştur. Toplam şeker miktarının % 71.64'ünü fruktoz, % 8.06'sını glikoz, % 20.11'ini sukroz, % 0.19'unu sukraloz oluşturmaktadır. Buzlu çay örneklerinin hiçbirisinin etiketinde şeker miktarı belirtilmemiştir.

Bisküvi örneklerinde ortalama olarak 6.82 g/100 ml fruktoz, 2.62 g/100 ml glikoz, 17.75 g/100 ml sukroz tespit edilmiştir. Ortalama toplam şeker miktarı 27.19 g/100 ml olarak bulunmuştur. Toplam şeker miktarının % 25.08'ini fruktoz, % 9.63'ünü glikoz, % 65.29'unu sukroz oluşturmaktadır. Analizler sonucunda bisküvi örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 92-110 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Kek örneklerinde ortalama olarak 0.02 g/100 ml fruktoz, 2.40 g/100 ml glikoz, 50.85 g/100 ml sukroz, 0.69 g/100 ml laktoz, 4.96 g/100 ml sukraloz ve 1.50 g/100 ml maltitol bulunmuştur. Ortalama toplam şeker içeriği ise 60.42 g/100 ml olarak saptanmıştır. Toplam şeker içeriğinin % 0.03'lük kısmını fruktozun, % 3.97'lik kısmını glikozun, % 84.17'lik kısmını sukrozun, % 1.14'lük kısmını laktozun, % 8.21'lik kısmını sukralozun ve % 2.48'lik kısmını maltitolün oluşturduğu görülmüştür. Analizler sonucunda kek örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 97-103 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Gofret örneklerinde ortalama olarak 12.52 g/100 ml fruktoz, 8.04 g/100 ml glikoz, 16.92 g/100 ml sukroz ve 5.50 g/100 ml laktoz tespit edilmiştir. Ortalama toplam şeker miktarı 42.98 g/100 ml olarak bulunmuştur. Toplam şeker miktarının % 29.13'ünü fruktoz, % 18.71'ini glikoz, % 39.36'sını sukroz, % 12.80'ini laktoz oluşturmaktadır. Gofretlerin hiçbirisinin etiketinde şeker miktarı belirtilmemiştir.

Çikolata örneklerinde ortalama olarak 24.68 g/100 ml fruktoz, 12.45 g/100 ml sukroz, 9.97 g/100 ml laktoz tespit edilmiştir. Ortalama toplam şeker miktarı 47.10 g/100 ml olarak bulunmuştur. Toplam şeker miktarının % 52.40'ını fruktoz, % 26.43'ünü sukroz, % 21.17'sini laktoz oluşturmaktadır. Analizler sonucunda çikolata örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 100-104 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Jelibon örneklerinde ortalama olarak 4.99 g/100 ml fruktoz, 11.55 g/100 ml glikoz, 38.57 g/100 ml sukroz, 5.75 g/100 ml laktoz ve 0.03 g/100 ml maltitol bulunmuştur. Ortalama toplam şeker içeriği ise 60.89 g/100 ml olarak saptanmıştır. Toplam şeker içeriğinin % 8.19'luk kısmını fruktozun, % 18.97'lik kısmını glikozun, % 63.34'lük kısmını sukrozun, % 9.45'lik kısmını laktozun ve % 0.05'lik kısmını maltitolün oluşturduğu görülmüştür. Analizler sonucunda jelibon örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 100-103 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Puding örneklerinde ortalama olarak 0.54 g/100 ml fruktoz, 1.46 g/100 ml glikoz, 17.98 g/100 ml sukroz tespit edilmiştir. Ortalama toplam şeker miktarı 19.98 g/100 ml olarak bulunmuştur. Toplam şeker miktarının % 2.70'ini fruktoz, % 7.30'unu glikoz, % 90.00'ını sukroz oluşturmaktadır. Analizler sonucunda puding örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 101-106 arasında uyumlu olduğu saptanmıştır.

Meyveli yoğurt örneklerinde ortalama olarak 1.18 g/100 ml fruktoz, 1.22 g/100 ml glikoz, 10.93 g/100 ml sukroz ve 0.85 g/100 ml laktoz tespit edilmiştir. Ortalama toplam şeker miktarı 14.18 g/100 ml olarak bulunmuştur. Toplam şeker miktarının % 8.32'sini fruktoz, % 8.60'ını glikoz, % 77.09'unu sukroz, % 5.99'unu laktoz oluşturmaktadır. Analizler sonucunda meyveli yoğurt örneklerinde belirlenen toplam şeker miktarları örneklerin etiketlerinde yazan miktarların % 99 olarak uyumlu olduğu saptanmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son 50 yılda tüm dünyada şeker tüketiminde hızlı bir artış meydana gelmiş ve bugün dünyada kişi başına yılda 24 kg şeker tüketildiği ortaya konmuştur. Hayatın vazgeçilmez tatlarından biri olan şeker ve şeker eklenmiş gıdalar, ne yazık ki vücudumuzda aynı güzel etkileri oluşturmamaktadır. Her şekerin vücuttaki işlenme ve dönüşüm şekli farklıdır. Vücudun, gıda içindeki şekere cevabı birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Yiyeceğin içeriği (yağ, şeker, protein, lif, nişasta içeriği), hazırlanma biçimi, birlikte yenilen yiyeceklerin kombinasyonu, yaş ve kişinin vücut kompozisyonu (yağ- kas oranı) değişkenliği sağlayan faktörlerin başlıcalarıdır.

Literatürde, içeceklerin şeker profillerinin incelendiği çalışmalar çok az sayıda olup, gıdaların şeker profillerinin incelendiği herhangi bir çalışma ise bulunmamaktadır. Literatürde bizim çalışmamıza en yakın çalışma, Walker ve arkadaşları (2014) tarafından gerçekleştirilmiş olan çalışmadır. Bu çalışmada, pepsi, kola, sprite, 7-up gibi içeceklerin şeker profilleri incelenmiş olup, fruktoz içeriği 7.28 – 72.31 g L^{-1} arasında, glikoz içeriği 6.24 – 59.51 g L^{-1} arasında, maltoz içeriği 0.00 – 2.09 g L^{-1} arasında, sukroz içeriği 0.00 –87.36 g L^{-1} arasında, toplam şeker içeriği ise 55.08 – 121.57 g L^{-1} olarak belirlenmiştir. Bu değerler, bizim çalışmamızda saptanan değerlerden biraz daha düşüktür. Ventura ve arkadaşları (2010) tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmada ise, incelenen kola örneklerinde ortalama fruktoz miktarı 6.3 g/100 ml, glikoz miktarı 4.43 g/100 ml, sukroz miktarı ise < 0.05 g/100 ml olarak, gazoz örneklerinde ortalama fruktoz miktarı 6.4 g/100 ml, glikoz miktarı 4.13 g/100 ml, sukroz miktarı ise < 0.05 g/100 ml olarak, meyve suyu örneklerinde de ortalama fruktoz miktarı 4.94 g/100 ml, glikoz miktarı 4.23 g/100 ml, sukroz miktarı ise 0.53 g/100 ml olarak, toplam şeker içerikleri ise 7.50 – 12.70 g/100 ml olarak saptanmıştır. Bizim çalışmamızda ise, benzer içeceklerin toplam şeker miktarları 5.89 – 24.21 g/100 ml olarak tespit edilmiştir. Kola örneklerinde ortalama fruktoz miktarı 7.65 g/100 ml, glikoz miktarı 1.61 g/100 ml, sukroz miktarı ise 1.50 g/100 ml olarak, gazoz örneklerinde ortalama fruktoz miktarı 6.19 g/100 ml, glikoz miktarı 5.95 g/100 ml, sukroz miktarı ise 0.69 g/100 ml olarak, meyve suyu örneklerinde ortalama fruktoz miktarı 4.07 g/100 ml, glikoz miktarı 2.73 g/100 ml, sukroz miktarı ise 6.79 g/100 ml olarak belirlenmiştir. Bu verilerle karşılaştırıldığında, içeceklerde belirlemiş olduğumuz şeker içeriklerinin literatürdeki

değerlerle benzer oldukları görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, birçok ölümcül hastalığa sebep olan fruktozun, günlük hayatta özellikle de çocuklar tarafından sıkça tüketilen kola (% 71.10), çikolata (% 52.40), gazoz (% 48.21), gofret (% 29.13) gibi ürünlerin içerdikleri şekerin büyük bir yüzdesini oluşturduğu görülmektedir. Bu tür zararlı bileşenlerin gıdalara eklenmemesi, Bakanlıklar tarafından teftişlerin arttırılması, bütün gıdaların ve içeceklerin etiketlerinde hangi şekerlerden ne kadar içerdiğinin açıkça yazılması sağlık açısından son derece önem taşımaktadır. Toplumumuzun da tatlandırılmış gıdaları bilinçli tüketmeleri gerektiği konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Literatürde gıdaların şeker profillerini saptamaya yönelik bir çalışmanın bulunmaması, içeceklerdeki şeker profillerini inceleyen çalışmaların da sınırlı olması gerçekleştirdiğimiz çalışmanın önemini arttırmaktadır. Bu çalışmanın, sağlık istatistiklerine göre dünyada ve ülkemizde hızla arttığı gözlenen metabolik sendromları tetikleyen yüksek fruktozlu mısır şurubuna yönelik bir bilinç oluşturacağı, plan ve politikaların geliştirilmesine katkılar sağlayacağı ve benzer çalışmaların yapılması için bir örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Ackerman, Z., Herman, O.M., Rosenthal, M.G.T., Pappo, O., Link, G. and Sela, B.A., 2005. Fructose-induced fatty liver disease:hepatic effets of blood pressure and plasma triglyceride reduction. **Hypertension**. 45: 1012-1018.

Aliev, A.A., Ragimova, G.K., Gadzhiev, R.R. and Alekperov, U.K., 1992. The interrelation of the antimutagenic action of mannitol to its effect on cellular metabolic processes. **Cytology and Genetics**, 26: 9-13.

Altuğ, T. ve Elmacı, Y. 2001. Tatlandırıcılar. (T. Altuğ, Editör). Gıda Katkı maddeleri, **Meta basım**, Bornova, 209-232, İzmir.

Angelopoulos, T.J., Lowndes, J., Zukley, L., Melanson, K.J., Nguyen, V., Huffman, A. and Rippe, J.M., 2009. The Effect of High-Fructose Corn Syrup Consumption on Triglycerides and Uric Acid. **Journal of Nutrition.** 139(6): 1242 – 1245

Anonim, 2006. Karbohidratlar.

http://www.hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/Karbonhidratların_Özellikleri, Erişim tarihi: 2 Haziran 2015.

Anonymous, 2012. Tatlandırıcılar.

http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/549acesulfame.html. Erişim tarihi: 10 Haziran 2015

Arabacı, T., 2008. Hidrofilik Etkileşim Kromatografisi İçin Moleküler Zincir İçeren Kolon Materyallerinin Sentezi ve Nükleotid Ayırımında Kullanımı. **Yüksek Lisans Tezi**, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, 15-20.

Arromdee, E., Michet, C.J., Crowson, C.S., O'Fallon, W.M., and Gabriel, S.E., 2002, Epidemiology of go ut: is the incidence rising ? **Journal of Rheumatology**. 29(11): 2403- 6.

Artık, N., Poyrazoğlu, E.S. ve Tekin, A., 1992. Aspartam ve Gıda Maddelerinde Kullanımı. **Fen ve Tıp Bilimlerinde Araştırma Aylık Bilim Dergisi**. 4, (39/40):16-23.

Basciano, H. and Federico, A.K. 2005. Fructose, insulin resistance and metabolic dyslipidemia. **Nutrition and Metabolism.** 2: 1-14. 55.

Beck-Nielsen, H., Pedersen, O. and Lindskov, H.O., 1980. Impaired cellular insulin binding and insulin sensitivity induced by high-fructose feeding in normal subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**. 33: 273-278.

Bocarsly, M. E.,Powell, E. S., Avena, N. M., Hoebel, B.G.,2010.Highfructosecornsyrupcausescharacteristicsofobesityinrats:increasedbodyweight,bodyfatandtriglyceridelevels.**Pharmacology Biochemistry and Behavior**.97,101-106.

Choi, H. K. and Curhan, G., 2008. Soft drinks, fructose consumption, and the risk of gout in men: prospective cohort study**. British Medical Journal**. 336: 1-9.

Cirillo, P.,Sato, W., Reungjui, S., Heinig, M., Gersch, M., Sautin, Y., Nakagawa, T., Johnson, R.J. 2006. Uricacid, themetabolicsyndrome, andrenaldisease. **Journal of the American Society of Nephrology** .17, S165-S168.

Coiffard, C., L. Coiffard, F. Peigné and Y. De Roeck-Holtzhauer, 1998. Effect of pH on Neohesperidin Dihydrochalcone Thermostability in Aqueous Solutions. **Analusis,** 26, 150-153.

Coresh, J., Astor, B.C., Greene, T., Eknoyan, G. and Levey, A.S., 2003. Prevalence of chronic kidney disease and decreased kidney function in the adult U.S. population: Third National Health and Nutrition Examination Survey. **American Journal of Kidney Diseases**. 41: 1-12.

Dekker, M. J.,Su,Q., Baker,C.,Rutledge, A. C.,Adeli,K. 2010. Fructose:ahighly lipogenicnutrientimplicatedininsulinresistance,hepaticsteatosis,andthemetabolics yndrome.**American Journal of Physiology**: EndocrinologyandMetabolism 299(5), E685-94.

Doğan, M. ve Boroğlu, E. 2000. Süt Endüstrisinde Aspartam E 951. Süt Mikrobiyolojisi Katkı Maddeleri. **VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu.**

Duro, D., Rising, R., Cedillo, M. and Lifshitz, F. 2002. Association between infantile colic and carbohyrate malabsorption from fruit juices in infancy. **Pediatrics.** 109: 797-805

Elliott, S. S., Keim, N. L., Stern, J. S., Teff, T. and Havel, P. J. 2002. Fructose, weight gain and the insulin resistance syndrome. **American Journal of Clinical Nutrition**. 76: 911-922.

Ferder, L.,Ferder, M. D., Inserra, F. 2010. The role of high-fructosecornsyrup in metabolicsyndromeandhypertension. **Current Hypertension Reports** 12, 105-112.

Goldberg, T., Cai, W. and Peppa, M., 2004. Advanced glycoxidation end products in commanly consumed foods. **Journal of the American Dietetic Assocciation.** 104: 1287-1291.

Grembecka, M., Lebiedzinska, A., Szefer, P. 2014. Simultaneous separation and determination of erythritol, ksilitol, sorbitol, mannitol, maltitol, fructose, glucose,sucroseandmaltoseinfoodproductsbyhighperformanceliquidchromatogra phycoupledtochargedaerosoldetector. **Micro chemical Journal**. 117, 77-82.

Hanover, L.M. and White, J.S., 1993. Manufacturing composition and application of fructose. **Journal of Clinical Nutrition**. 58: 724-32.

Hao, Z.G., Xiao, B.M. and Weng, N.D. 2008. Impact of column temperature and mobile phase components on selectivity of hydrophilic interaction chromatography (HILIC). **Journal of Separation Science,** 31: 1449-1464.

Harvey, R.A. and Ferrier, D.R., 2010. **Biochemistry Lippincott's Illustrated Reviews,** 5th edition. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.

Johnson, R. J., Segal, M. S., Sautın, Y., Nakagawa, T., Feig, D. I., Kang, D., Gersch, M. S., Benner, S. and Sánchez-Lozada, L.G., 2007. Potential role of sugar (fructose) in the epidemic hypertension, obesity and the metabolic syndrome, diabetes, kidney disease. **American Journal of Clinical Nutrition.** 86: 899-906.

Kohli, R.,Kirby, M., Xanthakos, S.A., Softic, S., Feldstein, A.E., Saxena, V., Tang, P.H., Miles, L., Miles, M.V., Balistreri, W.F., Woods, S.C., Seeley, R.J. 2010. Highfructose,mediumchaintransfatdietinducesliverfibrosisandelevatesplasmacoz ymeQ9inanovelmurinemodelofobesityandnonalcoholicsteatohepatitis.**Journal of Hepatology**. 52(3), 934-944.

Korkmaz, A., 2008. Fruktoz: Kronik Hastalıklar İçin Gizli Bir Tehdit. **T.A.F. Preventive Medicine Bulletin**. 7:343-346

Kretchmer, N., and Hollenbeck, C.B., 1991. Sugars and Sweeteners. **C.R.C. Press, Inc.**

Kroeze J.H.A., 2000. Neohesperidindihydrochalcone is not a tasteenhancer in aqueous Sucrose Solutions. **Chem. Senses Oxford University Press**. 25: 555 – 559.

Kurbel, S. 2010. Arterialhypertensionduetofructoseingestion: modelbasedon intermittentosmoticfluidtrappinginthesmallbowel.**Theoretical Biology and Medical Modelling** 27, 1-7.

Küçüköner, E., 2006 . Yeni ürün geliştirmede gıda katkı maddelerinin fonksiyonları ve önemi. **Gıda,** 31 (3): 175-181.

Küçüköner, E. ve Kılınççeker, O., 2002. "Gıda Sanayinde Kullanılan Tatlandırıcılar", **Türkiye 7. Gıda Kongresi.**

Le, K.A., and Tappy, L. 2006. Metaboliceffects of fructose. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care.** 9(4), 469-475.

Lemieux, R.U. and Huber, G.A., 1953. Chemical synthesis of sucrose. **Journal of the American Chemical Society.**75 (16): 4118.

Levi, B. and Werman, M.J., 1998. Long-term fructose consumption accelerates glycation.

Li, J.W. and Carr, P.W. 1997. Evaluation of Temperature Effects on Selectivity in RPLC Separations Using Polybutadiene-Coated Zirconia. **Analytical Chemistry**, 69: 2202-2206.

Ma, C.,Sun, Z., Chen,C., Zhang, L., Zhu, S. 2014. Simultaneousseparationand determinationof fructose, sorbitol, glucoseandsucrose in fruitsby HPLC–ELSD. **Food Chemistry**. 145, 784–788.

Mao, Y. and Carr, P.W. 2001. Separation of Selected Basic Pharmaceuticals by Reversed-Phase and Ion-Exchange Chromatography Using Thermally Tuned Tandem Columns. **Analytical Chemistry**. 73: 4478-4485.

Melanson, K. J., Angelopoulos, T. J., Nguyen, V., Zukley, L., lowndes, J. and Rippe, J. M. 2008. High-fructose corn syrup, energy intake and appetite regulation. **American Journal of Clinical Nutrition.** 88: 1738-1744.

Miraski, B., 2008. Sugar's money, influence continue to plague domestic candy companie, http://news.medill.northwestern.edu/chicago/news.aspx?id=92869. Erişim tarihi: 13 Nisan 2015

Montonen, J., Järvinen, R., Knekt, P., Heliövaara, M. and Reunanen, A., 2007. Consumption of sweetened beverages and intakes of fructose and glucose predict Type 2 diabetes occurence. **Journal of Nutrition**. 137: 1447-1454.

Morell, S. F.,Nagel, R. 2009. Worsethanwethoughtthelowdown on highfructosecorn syrupandagave "nectar". **Spring**. 44-52.

Muir, J. G.,Shepherd, S. J., Rosella, O., Rose, R., Barrett, J. S., Gibson, P. R. (2007). Fructanandfreefructosecontent of commonAustralianvegetablesandfruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** 55, 6619-6627.

Musso, G., Gambino, R., Michieli, F.C., Cassader, M., Rizzetto, M., Durazzo, M., Faga, E., Silli, B. and Pagano, G., 2003. Dietary habits and their relations to insulin

resistance and postprandial lipemia in nonalcoholic steatohepatitis. **Hepatology**. 37: 909-916

Nabors, O. L., 2001. **American Sweeteners** ss. 374-5.

Nabors, O. L., 2004. Alternative Sweeteners. **Agrofood Industry Hi-Tech**. 39 – 41.

Nelson, D.L. and Cox, M.M., **Lehninger Principles of Biochemistry**, Third Edition. 2000; 296-9, 363- 6.

Nigar, S. 2005. Gazlı içeceklerde karbondioksit absorpsiyon kapasitesinin arttırılmasının incelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, **Yüksek Lisans Tezi.**

Nomura, K., and Yamanouchi, T., 2011, The Role of Fructose-Enriched Diets in Mechanisms of Nonalcoholic Fatty Liver Disease. **The Journal of Nutritional Biochemistry.** 9:6

Oku, T., Akiba, M., Lee, M. H., Moon, S. J. and Hosoya, N., 1991. Metabolic fate of ingested (14C)-maltitol in man. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, 37: 529–544.

Öz, S. G., 2003. Aspartam: Güvenilirliği Üzerine Yapılan Tartışma. **Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası.** 56, (2): 113-120.

Parker, K.,Salas, M., Nwosu, V. C. 2010. High fructosecornsyrup: production, uses and public health concerns. **Biotechnology and Molecular Biology Review**. 5(5), 71-78.

Pinheiro, M.V.S., Oliveira, M.N., Penna, A.L.B. and Tamime, A.Y., 2005. The effect of different sweeteners in low-calorie-a review. **International Journal of Dairy Technology**. 58,(4): 193 – 199.

Qiu, H., Liang, X., Sun, M. and Jiang, S., 2011. Development of silica-based stationary phases for high-performans liquid chromatography. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 399:3307-3322.

Rajasekar, P., Palanisamy, N. and Anuradha, C.V., 2007. Increase in nitric oxide and reductions in blood pressure, protein kinase C β II and oxidative stres by l-carnitine: a study in the fructose-fed hypertensive rat. **Clinical and Experimental Hypertension**. 29: 517-530.

Rizkalla, S.W., Boıllot, J., Tricottet, V., Fontvieille, A. M., Luo, J., Salzman, J. L., Camilleri, J. P. and Slama, G. 1993. Effects of chronic dietary fructose with and without copper supplementation on glycaemic control, adiposity, insulin binding to adipocytes and glomerular basement membrane thickness in normal rats. **The British Journal of Nutrition**. 70: 199-209

Ruiz-Matute, A.I,, Weiss M., Sammataro, D., Finely, J., Sanz, M.L., 2010. Carbohydrate composition of high-fructose corn syrups used for bee feeding, Effect on honey composition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** 58, 7317–7322.

Salminen, S. and Hallikainen, A., 1990. Sweeteners. (A. L. Branen, P. M. Davidson, S. Saminen, Editör) Food Additives, **Marcel Dekker, Inc.** 297 – 326, Newyork.

Sanchez-Lozada, L.G., Tapia, E., Jimenez, A., Bautista, P., Cristóbal, M., Nepomuceno, T., Soto, V., Ávila-Casado, C., Nakagawa, T., Johnson, R. J., Herrera-Acosta, J. and Franco, M. 2007. Fructose-induced metabolic syndrome is associated with glomerular hypertension and renal microvascular damage in rats. **American Journal of Physiology-Renal Physiology**. 292: 423-429..

Schiweck, H., Clarke, M. and Pollach G., 2007. Sugar in Ullmann's. **Encyclopedia of Industrial Chemistry.** Wiley-VCH, Weinheim

Soleimani, M., 2011, Dietary fructose, salt absorption and hypertension in metabolic syndrome: towards a new paradigm. **Acta Physiologica**. 201: 55-62.

Song, M.,Schuschke, D.A., Zhou, Z., Chen, T., Pierce, W.M.Jr., Wang, R., Johnson, W.T., McClain, C.J. 2012. High fructosefeedinginducescopperdeficiency in Sprague-Dawleyrats: a novelmechanismforobesityrelatedfattyliver.**Journal of Hepatology**. 56(2), 433-440.

Spruss, A., Bergheim, I., 2009. Dietary fructose and intestinal barrier: potential risk factor in the pathogenesis of nonalcoholic fatty liver disease. **Journal of Nutritional Biochemistry**. 20: 657–662.

Stanhope, K.L. and Havel, P. 2008. Fructose consumption: potential mechanisms for its effects to increase visceral adiposity and induce dyspilidemia and insülin resistance. **Current Opinion in Lipidology.** 19: 16-24.

Tappy, L. and Le, K.A., Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity, **Physiological Reviews,** 90(1): 23-46 2010.

Tappy, L., Lê, K. A., Tran, C. and Paquot, N., 2010. Fructose and metabolic diseases: new findings, new questions. **Nutrition.** 26: 1044-1049.

Ventura, E. E.,Davis, J. N. and Goran, M. I. 2011. Sugarcontent of popular sweetened beveragesbased on objectivelaboratoryanalysis: focus on fructosecontent. **Obesity**. 19(4), 868-874.

Walker, R. W.,Dumke, K. A. and Goran, M. I. 2014. Fructosecontent in popular beverages madewithandwithouthigh-fructosecornsyrup. **Nutrition** .30, 928-935.

White, J. S.,Hobbs, L. J., Fernandez, S. 2015. Fructosecontentandcomposition of commercial HFCS-sweetenedcarbonatedbeverages. **International Journal of Obesity**. 39, 176-182.

Yasa, M., 2003. Avrupa Birligi ve Gıda Katkı Maddeleri. **Dünya Gıda** 2003-10, 72-74.

Yoshızawa, S., Moriuchi, S. and Hosoya, N., 1975. The effects of maltitol on rat intestinal disaccharidases. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology,** 21: 31–37.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Kırıkhan' da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Kırıkhan' da, lise öğrenimini ise Tarsus' da tamamladım. 1999 yılında girmiş olduğum Erzurum Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümü'nü 2004 yılında bitirdim. Eylül 2006 tarihinde Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Analitik Kimya Bölümü Yüksek Lisans Programına yerleştim. Haziran 2009 tarihinde Yüksek Kimyager unvanıyla mezun oldum. 2010 yılı Şubat ayında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Analitik Kimya Bölümünde doktora öğrenimime başladım.

EKLER

Ek 1. Bazı gıdaların ve içeceklerin glisemik indeks değerleri

HAZIR GIDA VE ATIŞTIRMALIKLAR	GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)		HAZIR GIDA VE ATIŞTIRMALIKLAR	GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)
Siyah çikolata(%70 kakao)	25			
Çikolata(sütlü)	45		Toz kakao(şekersiz)	20
Beyaz çikolata	44		Gofret	71
Toz çikolata(şekerli)	60		Yüksek enerjili çikolata bar	65
İÇECEKLER	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**		**İÇECEKLER**	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**
Elma suyu	50		Limon suyu(şekersiz)	20
Portakal suyu	52		Portakal aromalı gazoz	75
Greyfurt suyu	45		Kola	60
Üzüm suyu(şekersiz)	55		Gazoz	68
Şeftali suyu	38			
ŞEKER VE ŞEKERLİ GIDALAR	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**		**ŞEKER VE ŞEKERLİ GIDALAR**	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**
Glikoz	100		Pekmez	55
Früktoz	23		Elmalı muffin	50
Laktoz(süt şekeri)	46		Cup kek(kremalı)	73
Sakaroz(beyaz şeker)	65		Puding	85
Kahverengi şeker	70		Sade kek	46
Mısır şurubu	115		Muzlu kek	47
Bal	58		Vanilyalı kek	42
Reçel	65		Şeftali konservesi(şekerli)	55
Kayısı konservesi(şekerli)	60			
SÜT ÜRÜNLERİ	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**		**SÜT ÜRÜNLERİ**	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**
Süt (tam yağlı)	39		Yoğurt	35
Süt (az yağlı)	37		Meyveli yoğurt	41
YEMEKLER	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**		**YEMEKLER**	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**
Pirinç pilavı	85		Bulgur pilavı	55
Tereyağlı kurabiye	55			

TAHIL VE BAKLİYAT	GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)		TAHIL VE BAKLİYAT	GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)
Yulaf	40		Kuskus	65
TAHIL VE BAKLİYAT	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**		**TAHIL VE BAKLİYAT**	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**
Yulaf ezmesi,yulaf lapası	60		Erişte	35
Kepek(yulaf,buğday…)	15		Bulgur	48
Mısır gevreği	93		Baget ekmek	81
Beyaz un	85		Çavdar ekmeği	45
İrmik	50		Glutensiz beyaz ekmek	90
Pirinç unu	95		Tam buğday ekmeği	50
Mısır unu	70		Beyaz sandviç ekmeği	85
Şehriye	46		Mayasız ekmek(beyaz un)	70
Pilavlık pirinç	87		Mayalı kahverengi ekmek	65
Bisküvi	70		Kızarmış ekmek	45
Makarna	50		Yulaf ekmeği	65
MEYVELER	**GLİSEMİK İNDEKS(Gİ)**		**MEYVELER**	**GLİSEMİK NDEKS(Gİ)**
Elma (yeşil-kırmızı)	38-54		Kiraz	25
Elma (kuru)	35		Kivi (olgun)	52
Muz (ham)	54		Çilek	40
Muz (olgun)	62		Greyfurt	36
Kayısı (olgun)	57		Kavun (olgun)	65
Kayısı (kuru)	44		Karpuz	76
Erik (olgun)	55		Limon	20
Erik (kuru)	40		Hurma	39
Portakal	45		İncir	35
Şeftali	43		İncir (kuru)	40
Şeftali konservesi	55		Vişne	20
Nektarin (ham)	35		Mandalina	30
Üzüm	59		Üzüm (kuru)	64

Ek 2. Bazı tatlandırıcıların sakkaroza göre tatlılık dereceleri

Tatlandırıcı Adı	Tatlılık Derecesi (Sakaroz=1)
Asesulfame (E 950)	130–200
Aspartam (E 951)	600-800
Aspartam-Asesulfam-Tuz (E 962)	350

Siklamat (E 952)	30–50
Neohesperidin Dihidrokalkon (E 959)	1000
Tatlandırıcı Adı	**Tatlılık Derecesi (Sakaroz=1)**
Neotam (E 961)	7.000–13.000
Sakkarin (E 954)	300–500
Sukraloz (E 955)	600
Steviosit (E 960)	160–300
Taumatin (E 957)	2.000–3.500
Alitam (E 956)	2.000–3.000

Ek 3. Bazı tatlandırıcılar hakkında genel bilgiler

Alitam (E 956): Formülü $C_{14}H_{24}O_4N_3S_{21}.2H_2O$ olan L-aspartik asit ile D-alaninden oluşan beyaz, kokusuz, nem çekmeyen, toz yapıda bir dipeptid çeşitidir. Erime noktası oda sıcaklığında 100 $^{\circ}$C olup pH 5'de sudaki çözünürlüğü 130g/L'dir. Sakarozdan 2000 kat daha tatlı olup, tadı aspartama benzemektedir. Yüksek sıcaklıklarda stabil olduğu için fırınlanmış ürünlerde de kulanılmaktadır. Diş çürümesine neden olmamaktadır (Altuğ ve Elmacı, 2001).

Asesulfam - K (E 950): $C_4H_4NO_4SK$ formülü ile gösterilen, molekül ağırlığı 201,2 g/mol olan, beyaz, kokusuz ve kristal yapıda olan asesulfam-K'nın saf ve katı halinin oda sıcaklığındaki raf ömrü uzundur. Asesulfam-K gıdalara ve içeceklere uygulanan normal işlem koşullarında, pişirme vb. parçalanmamakta, kalıcı bir tada sahip olmadığı için ağızda gıdanın kendi tadı algılanabilmektedir. Sakkarozdan 200 kere daha tatlıdır ancak tatlılık şiddeti konsantrasyon arttıkça azalmaktadır yani miktar arttıkça acı tat ve tat sonrası izlenim oluşmaktadır (Altuğ ve Elmacı, 2001; Anonymous, http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/549acesulfame. html, 2012). Diğer tatlandırıcılarla birlikte (özellikle sorbitol, izomalt, siklamat, aspartam ve fruktoz) kullanıldığında sinerjist etki de oluşturabilmektedir. Kullanıldığı bazı ürünler gazlı ve gazsız içecekler, meyve nektarları, meyve suyu konsantreleri, süt ürünleri, dondurmalar, tatlılar, marmelatlar, jöleler, reçeller, fırın ürünleri, çikletler, bazı sebze turşuları, diş macunları, ağız spreyleri farmasötiklerdir (Küçüköner ve Kılınççeker, 2002; Altuğ ve

Elmacı, 2001). Vücutta metabolize olmadığından enerji vermeden idrarla aynen dışarı atılmaktadır.

Aspartam (E 951): $C_{14}H_{18}N_2O_5$ formülü ile gösterilen, molekül ağırlığı 294,31 g/mol olan, 1 gr'ı 4 Kcal enerji veren aspartam, ısıya dayanıksızdır (Doğan ve Boroğlu, 2000). Sakaroz çözeltisinden 600 – 800 kat daha tatlıdır, beyaz toz halinde ve kokusuzdur. Suda çok az, alkolde ise biraz çözünmektedir (Artık ve ark., 1992; Doğan ve Boroğlu, 2000; Altuğ ve Elmacı, 2001). Protein yapıda olduğu için yüksek sıcaklık ve uzun süre depolama gerektiren mamüllerde kullanılması önerilmemektedir. 110 °C'nin üzerinde, yüksek-düşük pH'da ve aşırı nemde bozulmaktadır (Altuğ ve Elmacı, 2001; Küçüköner ve Kılınççeker, 2002; Doğan ve Boroğlu, 2000; Pinheiro ve ark., 2005). Sinerjist etki göstererek kullanılan toplam tatlandırıcı miktarının azaltılmasına da neden olmaktadır (Altuğ ve Elmacı, 2001). Aspartamın aşırı alımı nedeniyle beyin hasarına, tümörlere neden olduğu hakkındaki spekülasyonlar F.D.A. tarafından reddedilmiş ve hiçbir yan etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Küçüköner ve Kılınççeker, 2002; Öz, 2003).

Eritritol (E 968): Meyvelerde ve fermente edilmiş besinlerde bulunan doğal bir şeker alkolüdür. Kalorisiz olup kan şekerine etki etmemektedir. Diş çürümelerine sebep olmamakta ve vücutta ince bağırsaklarda emilmektedir. Fetotoksik, embriyotoksik veya teratojenik olmadığı bildirilmiştir (Küçüköner ve Kılınççeker, 2002).

Hidrojene Edilmiş Nişasta Hidrolizatları: Sorbitol, maltitol, mannitol gibi şeker alkolleri karışımının hidrolizinden elde edilmektedir. Karışımdaki şeker alkollerinden hangisinin içeriği %50'den fazla ise, o poli-ol'un şurubu (sorbitol şurubu veya maltitol şurubu) şeklinde tanımlanmaktadır. Teratojenik olmadığı bildirilmiştir (Küçüköner ve Kılınççeker, 2002).

İzomalt (E 953): Glukoz ve mannitolden oluşan bir disakkarit karışımı olan şeker alkolüdür. İsomaltla beslenen sıçanların yavrularında dalgalı kaburga varlığı tespit edilmiştir. İsomalt'ın karsinojenik, embriyotoksik, fertilite, üreme performansı ve üremeye olumsuz etkisinin olmadığı fakat embriyolarda geri kalmış kemik gelişimine sebep olduğu bildirilmiştir (Küçüköner ve Kılınççeker, 2002).

Laktitol (E 966): Laktoz'un yüksek sıcaklık ve basınçta katalitik hidrojenasyonu ile elde edilen, düşük kalorili bir tatlandırıcıdır. Sukroza göre daha düşük bir tatlılığa sahiptir. Mutajenik ve genotoksik etkiye sahip olmadığı, üreme fonksiyonlarını etkilemediği saptanmıştır (Küçüköner ve Kılınççeker, 2002).

Maltitol (E 965): Anti-kanserojenik etkiye sahip olan bir şeker alkolüdür. Hacim verici özelliği yani su tutma kapasitesi yüksek olmasından dolayı gıdaların kalitesinin artırılmasında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle fırınlanmış ürünlerde, reçellerde ve marmelatların yapımında, ayrıca diyet türü tatlılarda, sakızlarda ve dondurma yapımında tercih edilmektedir. Çünkü maltitol ince bağırsakta maltozdan çok daha yavaş bir şekilde hidrolize olmaktadır (Yoshizawa ve ark., 1975) ve bu sebeple kan şekeri seviyesinde artışa (hiperglisemi) sebep olmamaktadır. Daha sonra maltitol kalın bağırsağa geçerek mikro-floralarca fermente edilmektedir (Oku ve ark., 1991).

Mannitol (E 421): Diyabet hastalarınca kullanılabilen düşük kalorili bir şeker alkolü olan yapay bir tatlandırıcıdır. Antioksidan etki yaparak insan fagositlerine karşı hayvan hücrelerini koruduğunu bildirilmiştir. Aliev ve ark. (1992), mannitolun önemli bir anti-mutajenik etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Neohesperidin Dihidrokalkon (NHDC - E 959): Düşük kaloriye ve yüksek yoğunluğa sahiptir. Formülü $C_{28}H_{36}O_{15}$ olup molekül ağırlığı 612.6 g/mol'dür. Erime noktası 152-154 $^{\circ}$C, sudaki çözünürlüğü 20 g/L olan NHDC, yüksek sıcaklığa ve asidik şartlara dayanıklıdır (Altuğ ve Elmacı, 2001). NHDC'nin tadı geç oluşmakta ve tadım sonrası ağızda mentol tadı bırakmaktadır. Sakaroza göre 1000 kat daha tatlıdır (Kroeze, 2000). Sinerjist etki oluşturmamaktadır. NHDC katı halde stabil olup, pH'sı 1-7 olan sıvılarda 20 $^{\circ}$C'de 1 yıl bozulmadan, normal şartlarda ise 5 yıldan fazla raf ömrüne sahiptir (Coiffard ve ark., 1998; Altuğ ve Elmacı, 2001; Küçüköner ve Kılınççeker, 2002).

Neotam (E 961): Aspartik asit ve fenilalaninden oluşan bir dipeptittir. Yapısal ve kimyasal olarak aspartama benzemektedir. Tatlılığı aspartamdan 30–60 kat daha fazla iken, sakarozdan 7000-13000 kez daha tatlıdır. Bunun yanı sıra aromayı arttırıcı etkisi de bulunmaktadır (Nabors, 2004). Kuru şartlarda stabildir. Ciklet, gazlı içecekler, sofralık tatlandırıcılar, dondurulmuş tatlılar, pudingler, dolgu maddeleri, yoğurt tipi ürünler, fırınlanmış ürünler ve şekerlemeleri içeren yiyecek ve içeceklerin üretiminde kullanabilmektedir. Neotam, diabet hastalarında glikoz ve insülin konsantrasyonunu etkilememektedir (Nabors, 2004).

Sakkarin (E 954): Formülü $C_7H_5NO_3S$ olan sakarin beyaz, kristal yapıda, kokusuz bir tozdur. 1,2 benzisotiazolin-3-on-1,1-dioksit şeklinde de isimlendirilmektedir. Ağızda bıraktığı acı ve metalik tat, siklamat, aspartam, asesulfam-K veya sukraloz gibi tatlandırıcılarla birlikte kullanılarak giderilebilmektedir. Sakarin aseton, etanol,

gliserolde gibi polar çözücülerde çözünmekte, ancak kloroform ve dietileter gibi apolar çözücülerde ise oldukça az çözünmektedir. Yüksek stabiliteye ve uzun raf ömrüne sahiptir, diabetli hastalar için uygun olup düşük kalorilidir (Nelson, 2000; Pinheiro ve ark., 2005). Farelerdeki zehirlenme testlerinde sakarinin ile mesane, rahim, yumurtalık ve cilt kanseri arasında ilişki bulunmuş, bu nedenle 1977 yılında F.D.A. tarafından sakarinin kullanımı yasaklanmıştır (Altuğ ve Elmacı, 2001). Ancak sonraları F.D.A. aksi yönde açıklama da yapmıştır. Günümüzde sürdürülmekte olan toksikolojik değerlendirmeler sonucunda sakarin düşük potansiyele sahip kokarsinojen olarak sınıflandırılmaktadır (Altuğ ve Elmacı, 2001).

Siklamat (E 952): Formülü $C_6H_{13}NO_3S$ olan siklamat 169 – 170 °C'de erirken, tuzlarının yüksek sıcaklıklarda bozuldukları saptanmıştır. En çok sodyum siklamat halinde kullanılmaktadır. Beyaz, kokusuz, kristal formdaki bu madde 260 °C'de bozunmaktadır. Sodyum siklamat 0,1 mol/L sakaroz çözeltisine göre 35 kat daha tatlılıdır. Siklamat sıvı ürünlere, katı ürünlere oranla ve meyve aromasının yoğun olduğu ürünlere daha fazla tatlılık vermektedir. En çok etkisini greyfurt suyunda göstererek greyfurtun acı tadını maskeleyebilmektedir. Karaciğer tarafından metabolize edilememekte ve değişmeden böbreklerden atılmaktadır. Ancak bağırsak bakterileri tarafından metaboliti olan siklohegzilamine dönüştürülebilmekte olup, yapılan çalışmalar siklohegzilaminin aktif bir kansorejen olduğunu ve mesane kanserine neden olabileceğini göstermiştir (Altuğ ve Elmacı, 2001).

Sorbitol (E 420): Diyabet hastalarına önerilen, düşük kalorili yapay bir tatlandırıcı olan Glucitol olarak da bilinen bir şeker alkolüdür. Sorbitol verilen hücrelerde kromozomal anormalliklerin arttığı bildirilmiştir (Altuğ ve Elmacı, 2001).

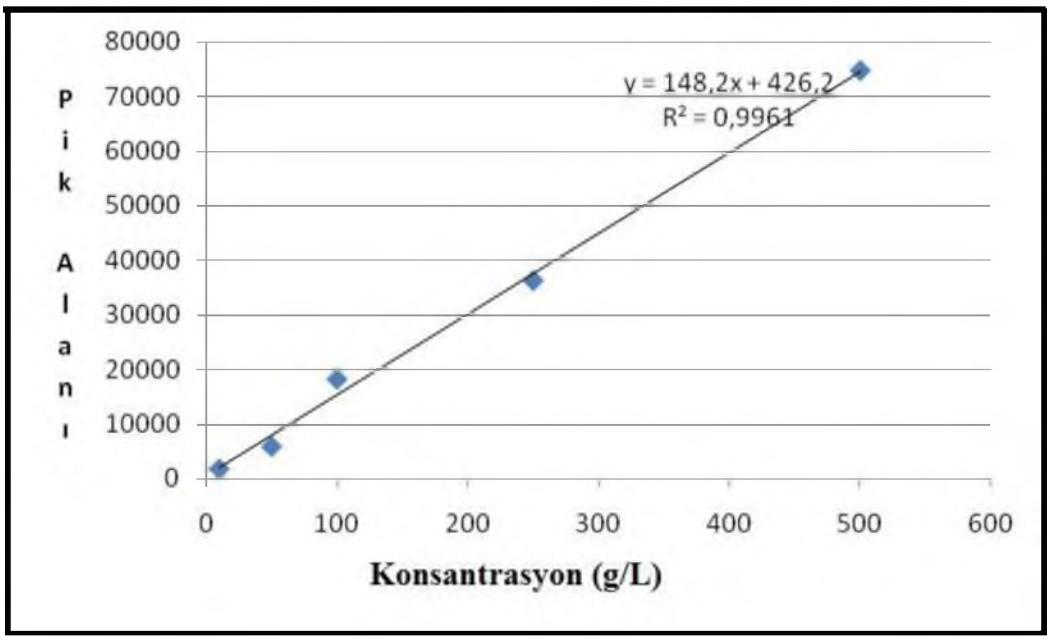
Steviosit (E 960): Paraguay ve Brezilya'da yetişen ve acı içecekleri tatlandırmak amacıyla Steviarebaudiana Bertoni bitkisinin yapraklarından üretilen bir glikozittir. Formülü $C_{38}H_{60}O_{18}$ olup erime noktası 196-198°C ve sudaki çözünürlüğü 1.2-1.3 g/L'dir. Yüksek sıcaklıklarda ve asidik ortamlarda stabilitesi azalmaktadır. Sakaroza göre 160-170 kez daha tatlı olup, meyan köküne benzer bir tada sahiptir. Gıdalarda düşük miktarlarda kullanıldığında hoş bir lezzet oluşturduğu ancak yüksek miktarlarda kullanıldığında acı bir tat verdiği ifade edilmektedir (Altuğ ve Elmacı, 2001).

Sukraloz (E 955): Formülü $C_{12}H_{19}O_8Cl_3$ olan sukralozun sudaki çözünürlüğü 283 g/L'dir. Bu nedenle alkolsüz içeceklerde kullanılmaktadır ve sulu çözeltisinin kararlı

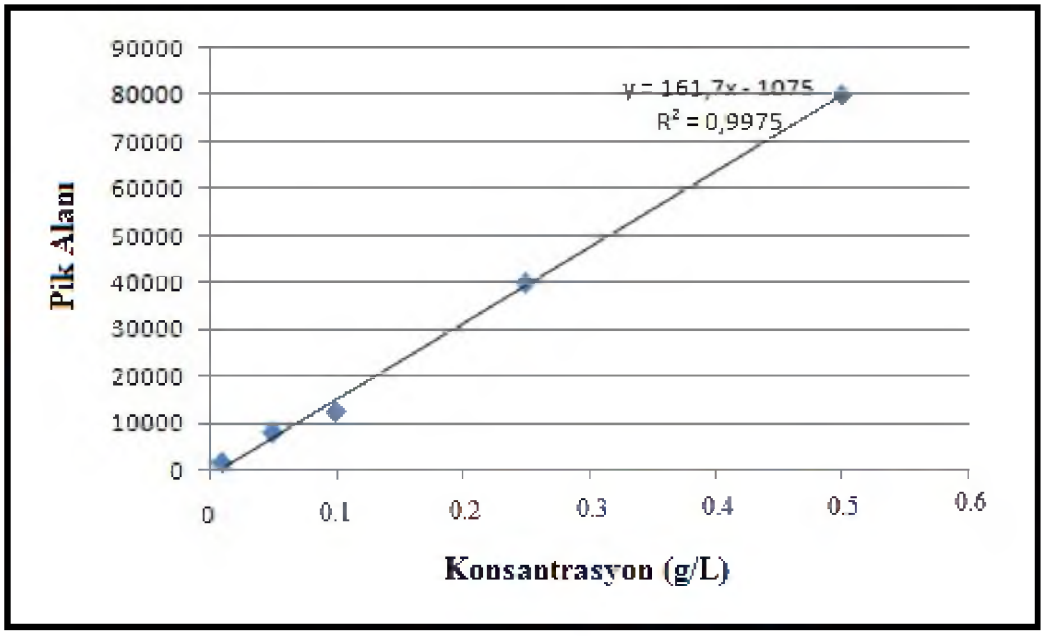
olması nedeniyle sıvı olarak satılmaktadır. Ticari adı splenda olan sukraloz, şekerden yapılan ve enerjisiz tek tatlandırıcıdır. Sukraloz, sakaroza kıyasla 500–600 kat daha tatlıdır. Yüksek sıcaklık gerektiren üretimlerde kararlılığını korumakta olup, tat kaybı oluşmamaktadır. Sukraloz vücutta metabolize olmadığı için enerji vermemekte ve vücutta şeker veya karbonhidrat olarak da algılanmadığından kan şekeri ve insülin düzeyini etkilememektedir. Bu özelliği nedeni ile diyabetik hastalarda da kullanılabilmektedir (Küçüköner ve Kılınççeker, 2002).

Taumatin (E 957): Bir Batı Afrika bitkisi olan Thaumatococcusdanielli'nin meyvesinden üretilmekte olup, tatlılığı 207 amino asit içeren bir proteinden kaynaklanmaktadır. Sakaroza kıyasla 3500 kez daha tatlıdır. Geniş bir pH aralığında kararlı olmasına rağmen, sıcaklığa karşı stabil değildir. Sudaki çözünürlüğü çok yüksektir. Düşük kalori değerine sahip olması ve diş çürümesine neden olmayışı daha çok içeceklere ve şekerlemelere katılmasını sağlamaktadır. Ancak meyan kökü tadına sahip olması ve tat oluşumunun geç olması bazı gıdalarda kullanımını sınırlamaktadır (Altuğ ve Elmacı, 2001).

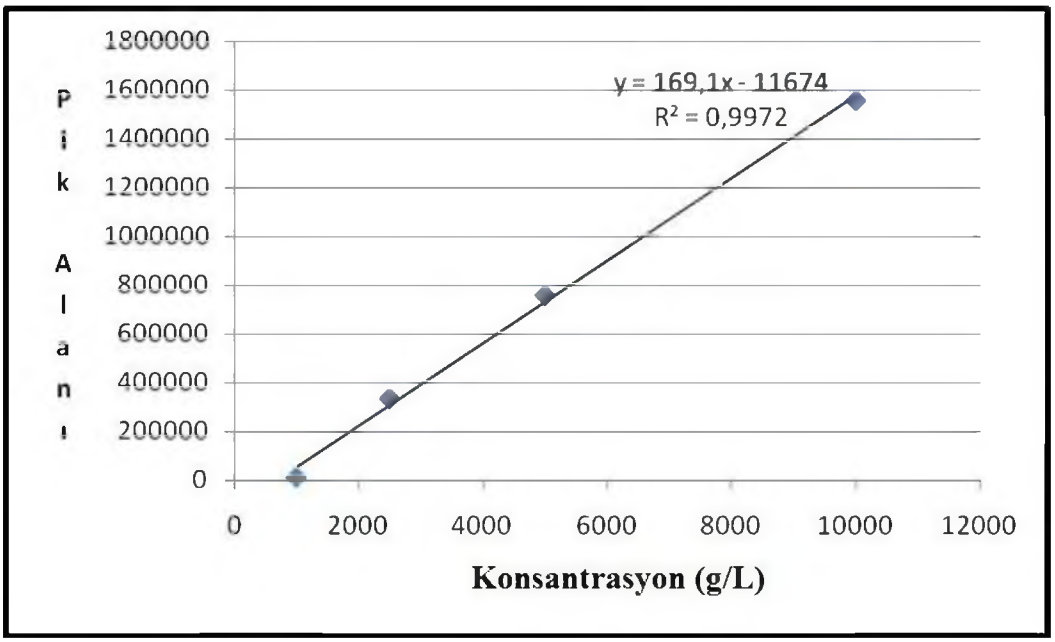
Ek 4. Sukroz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



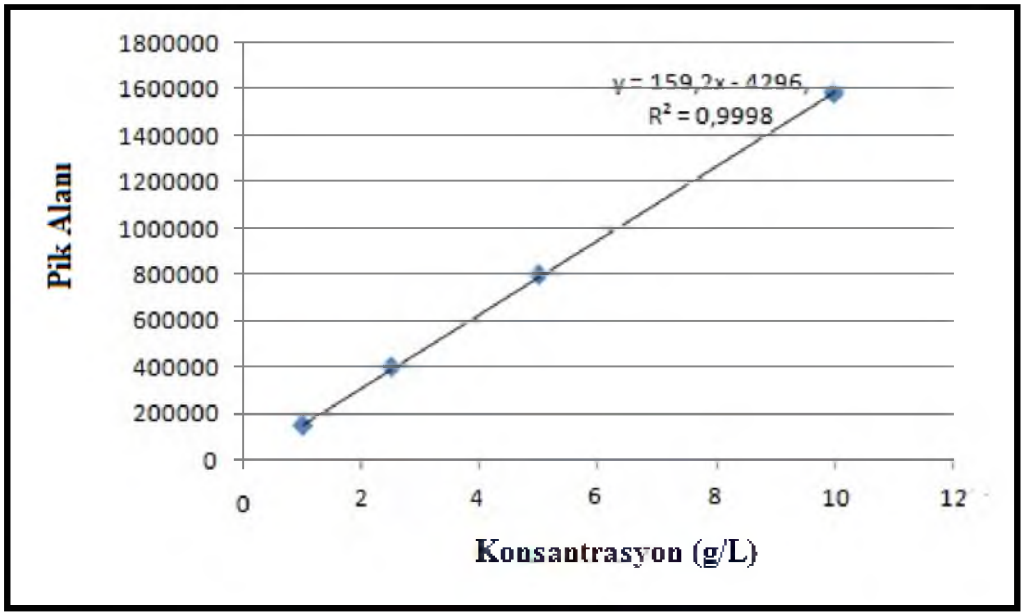
Ek 5. Sukroz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



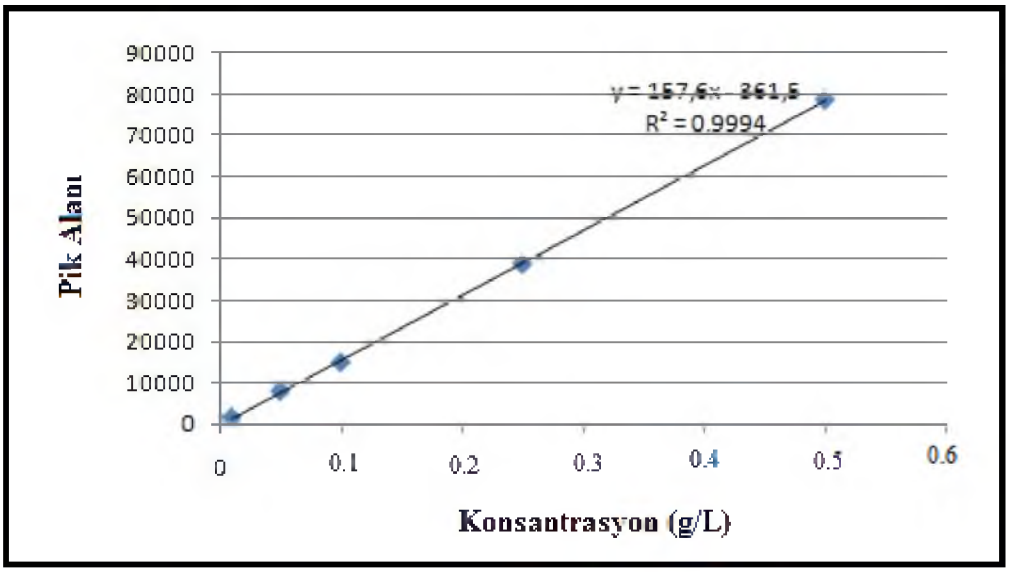
Ek 6. Laktoz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



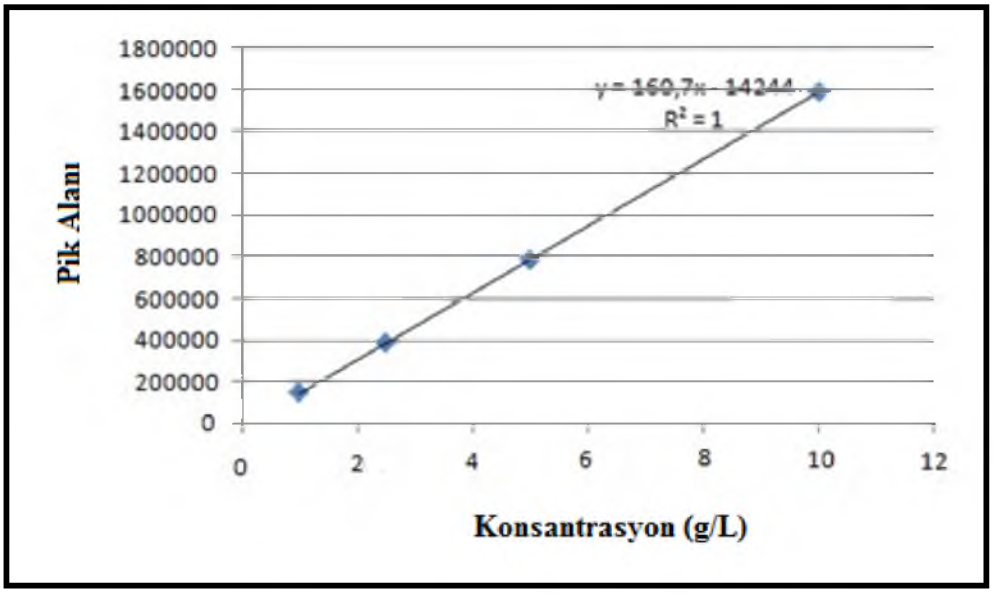
Ek 7. Laktoz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



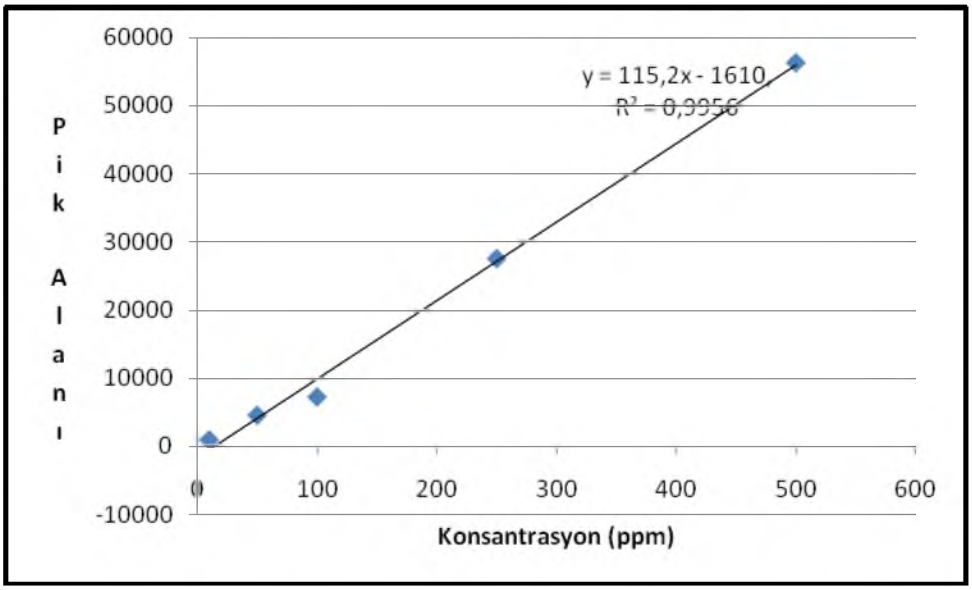
Ek 8. Glikoz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



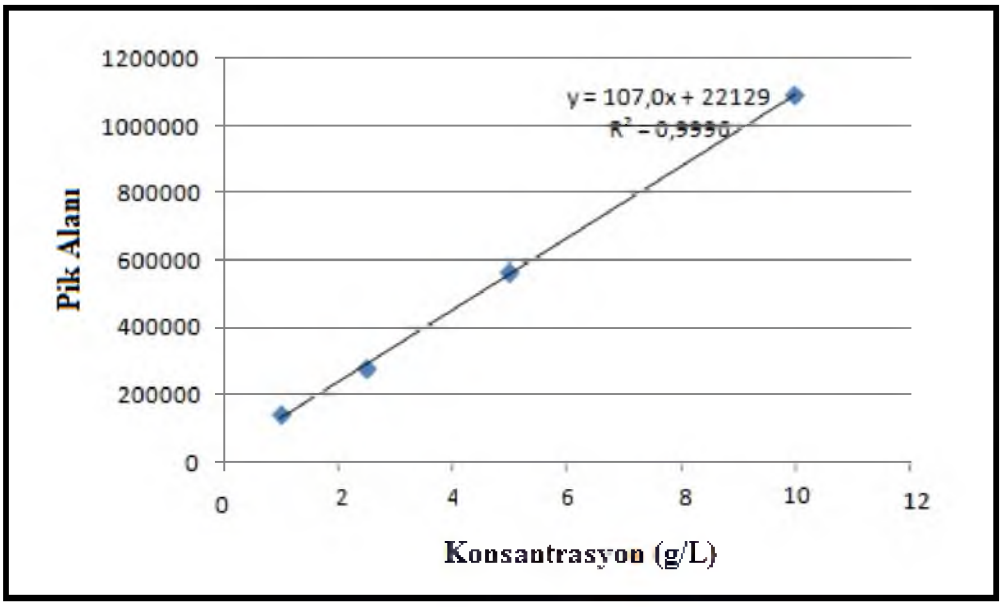
Ek 9. Glikoz'a ait 1 – 10 g L^{-1}aralığındaki kalibrasyon eğrisi



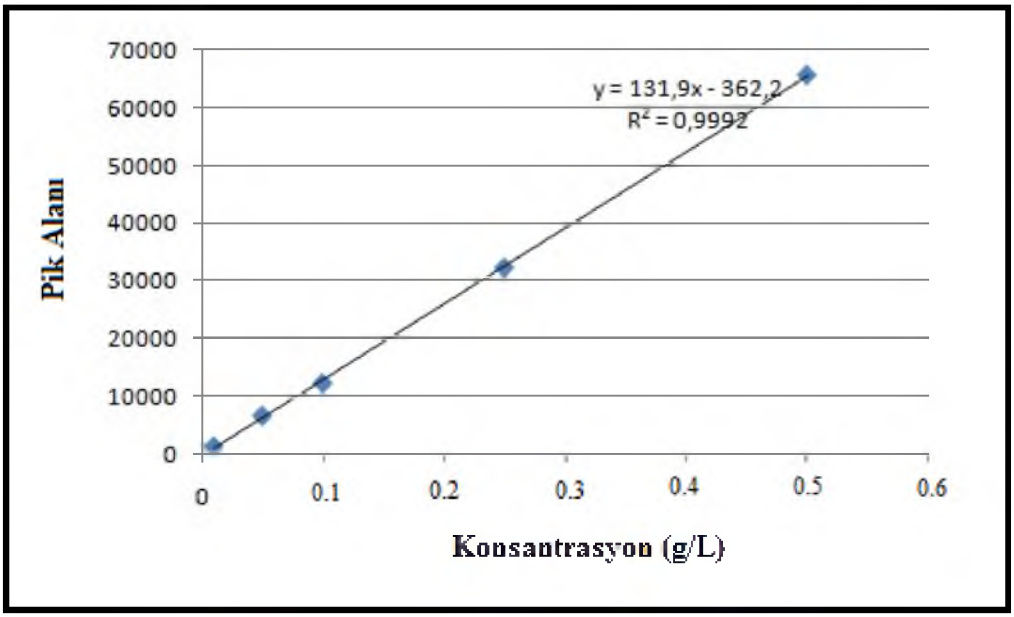
Ek 10. Galaktoz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



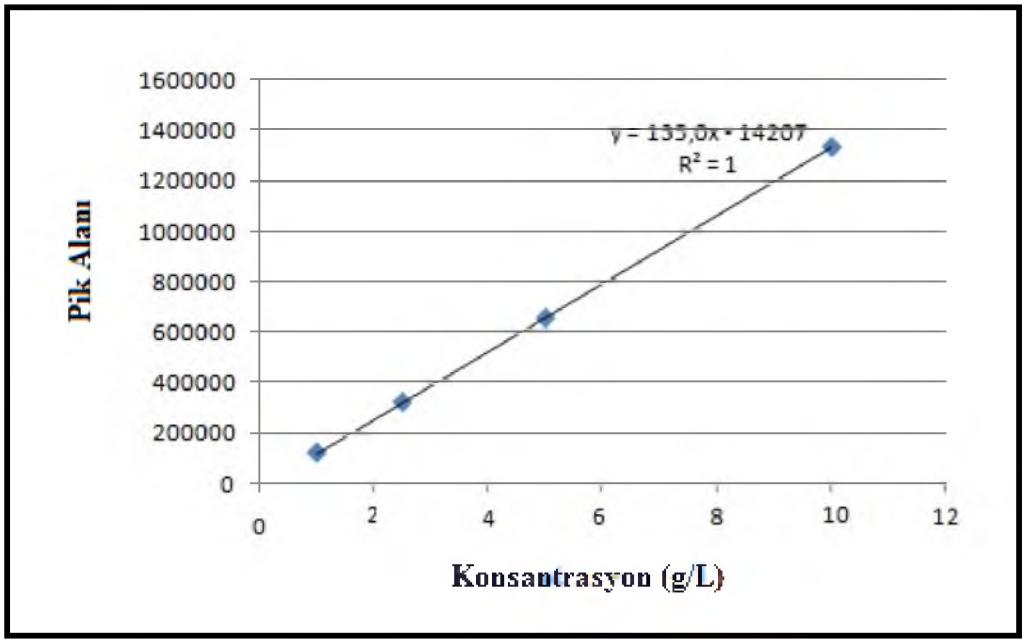
Ek 11. Galaktoz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



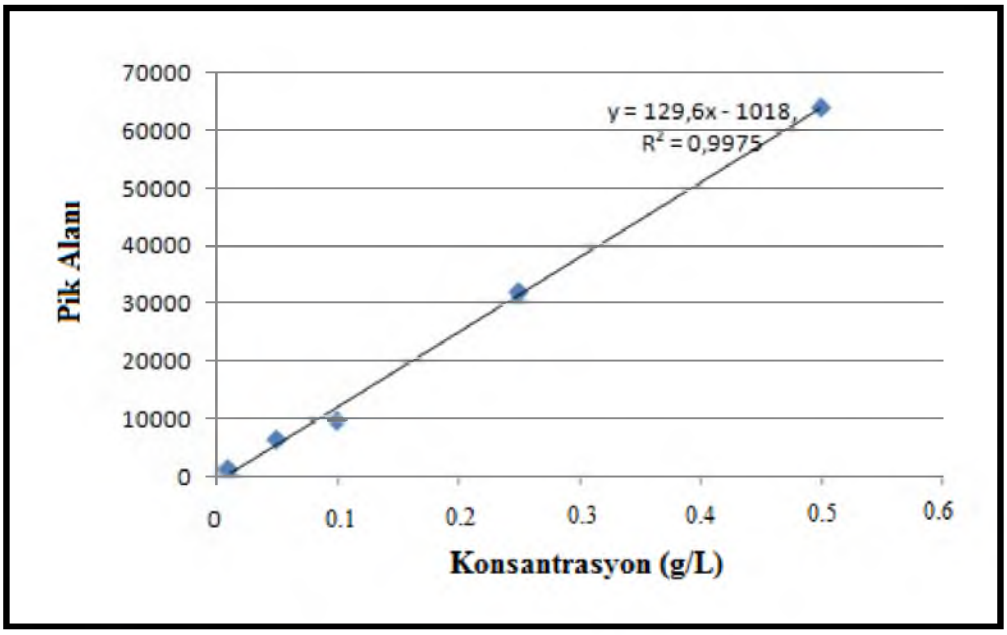
Ek 12. Arabinoz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



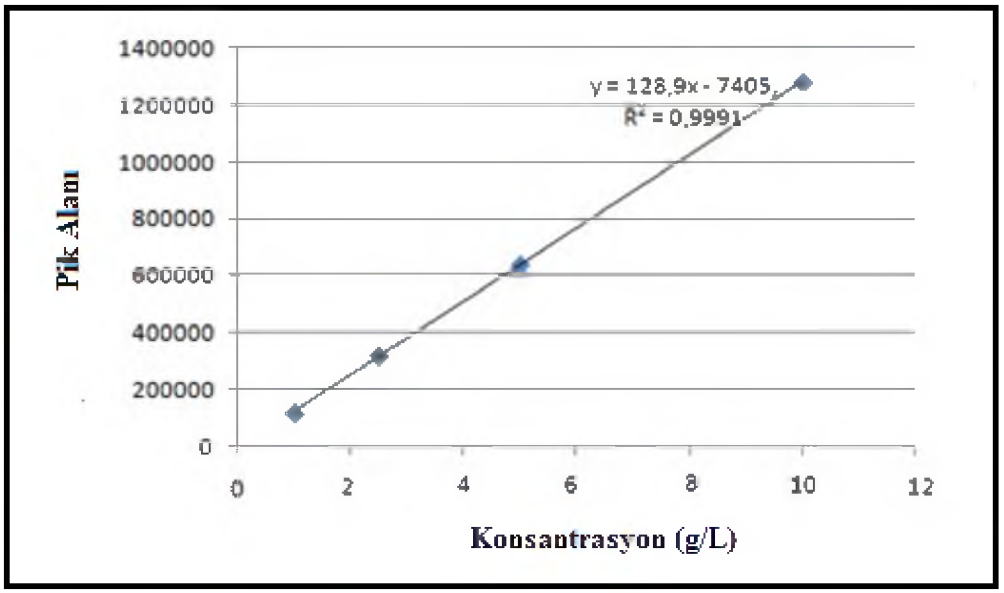
Ek 13. Arabinoz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



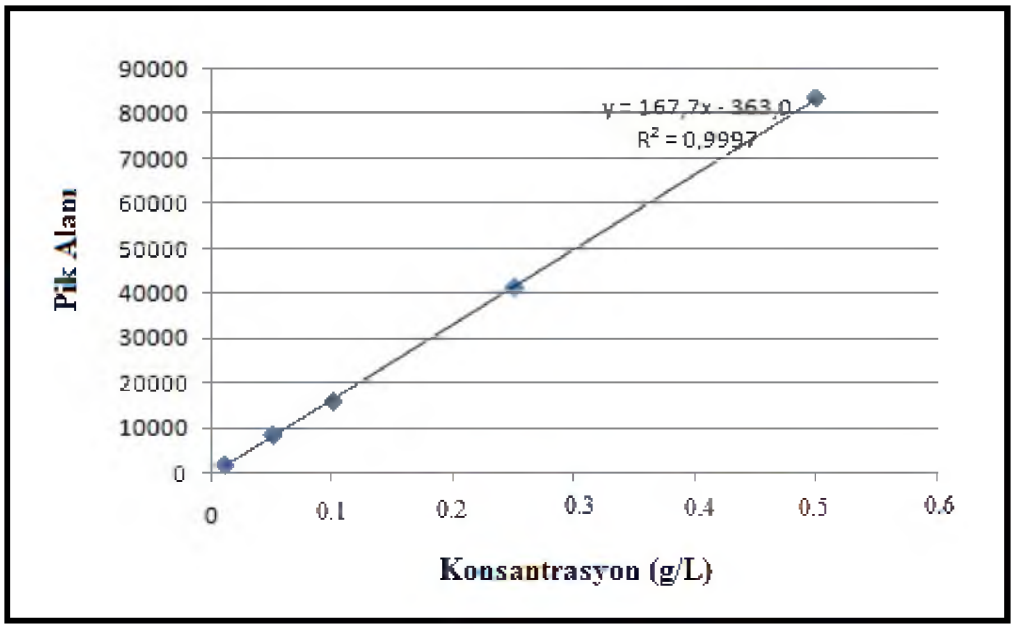
Ek 14. Fruktoz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



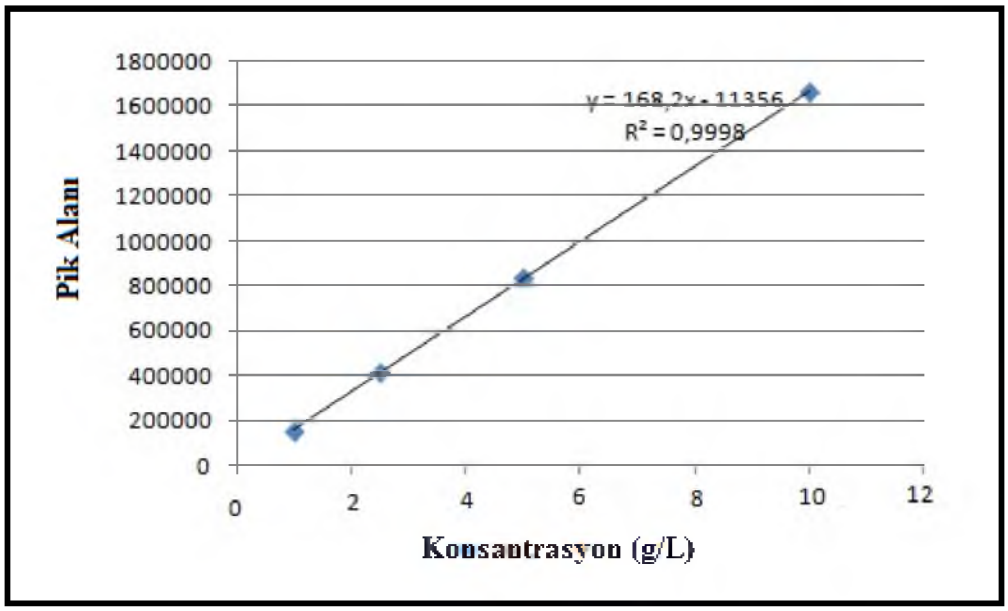
Ek 15. Fruktoz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



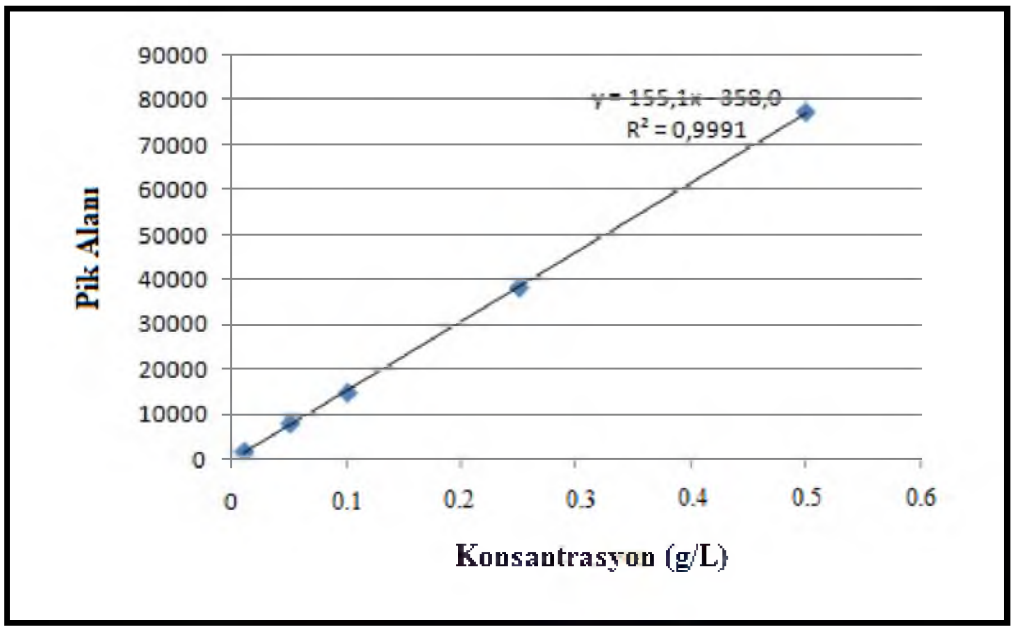
Ek 16. Maltitol'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



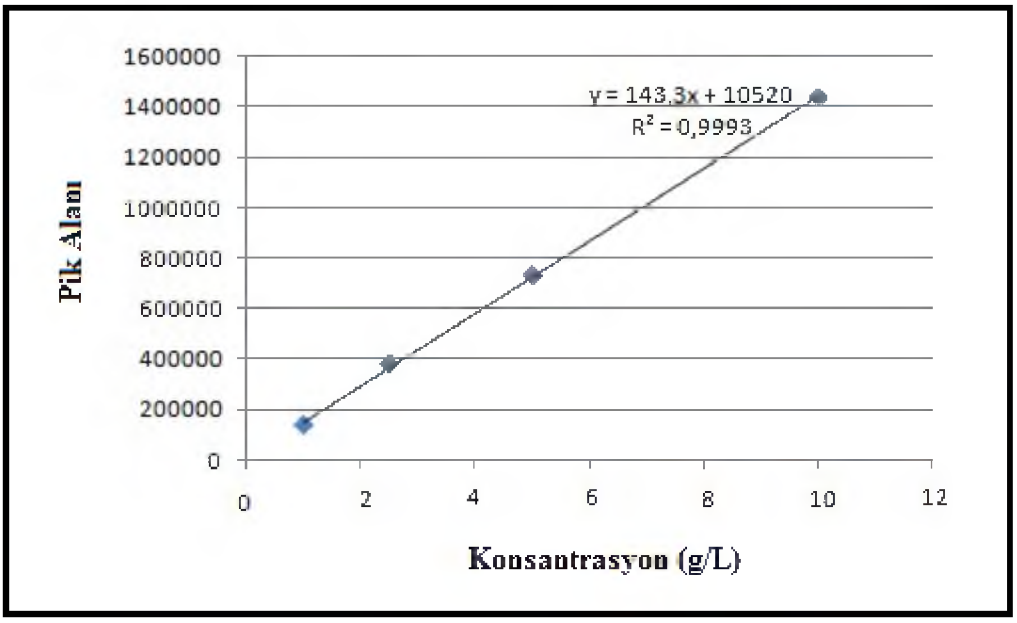
Ek 17. Maltitol'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



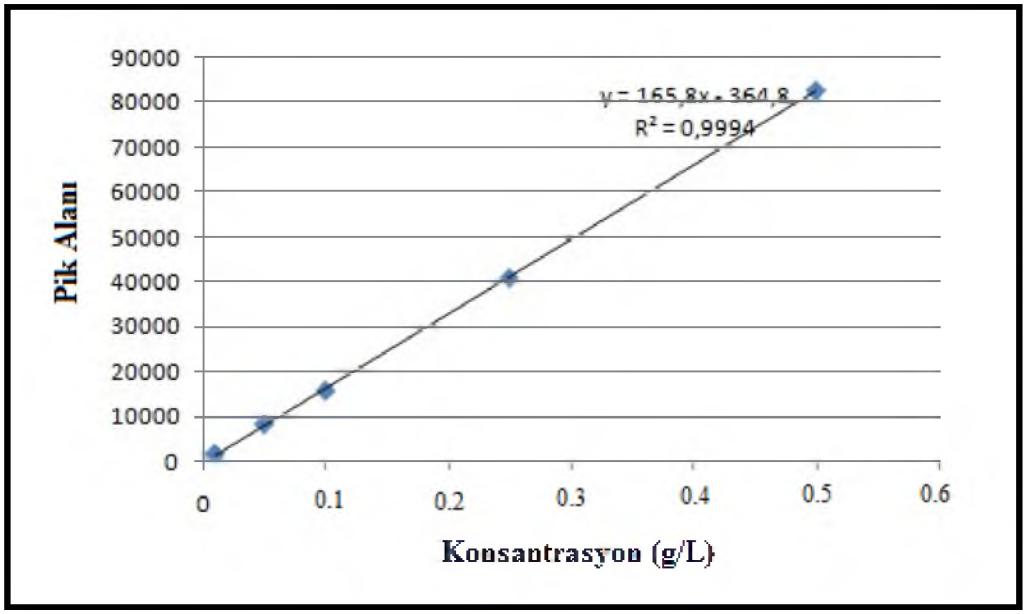
Ek 18. Sukraloz'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



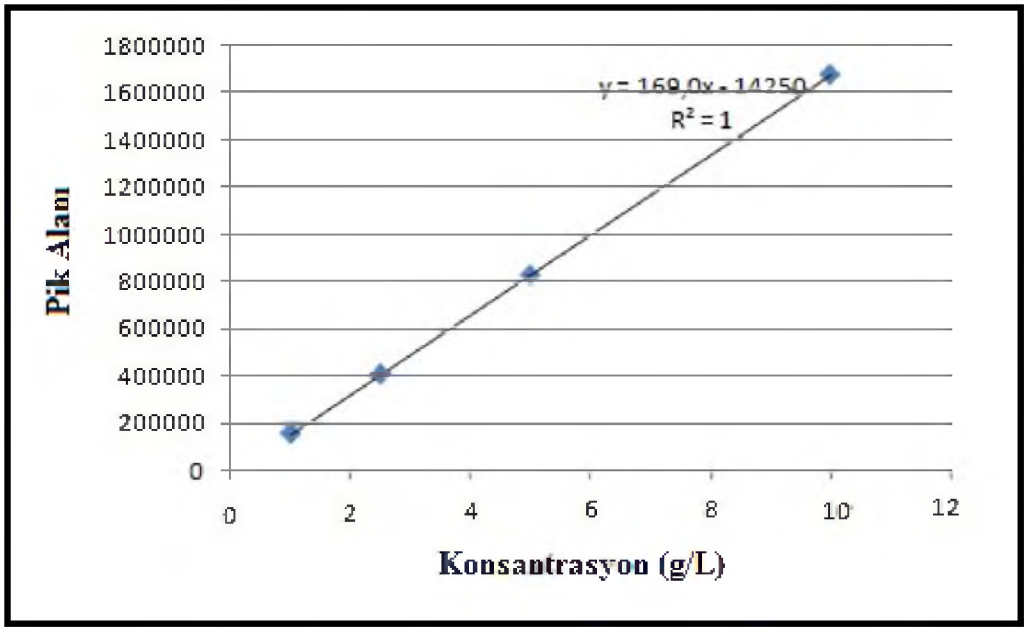
Ek 19. Sukraloz'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



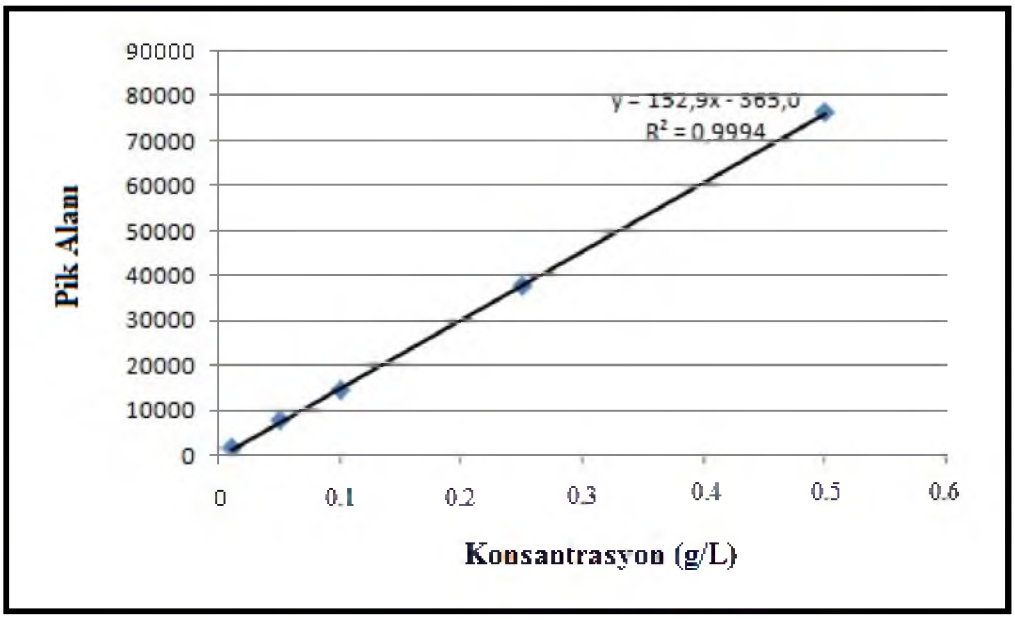
Ek 20. Mannitol'a ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



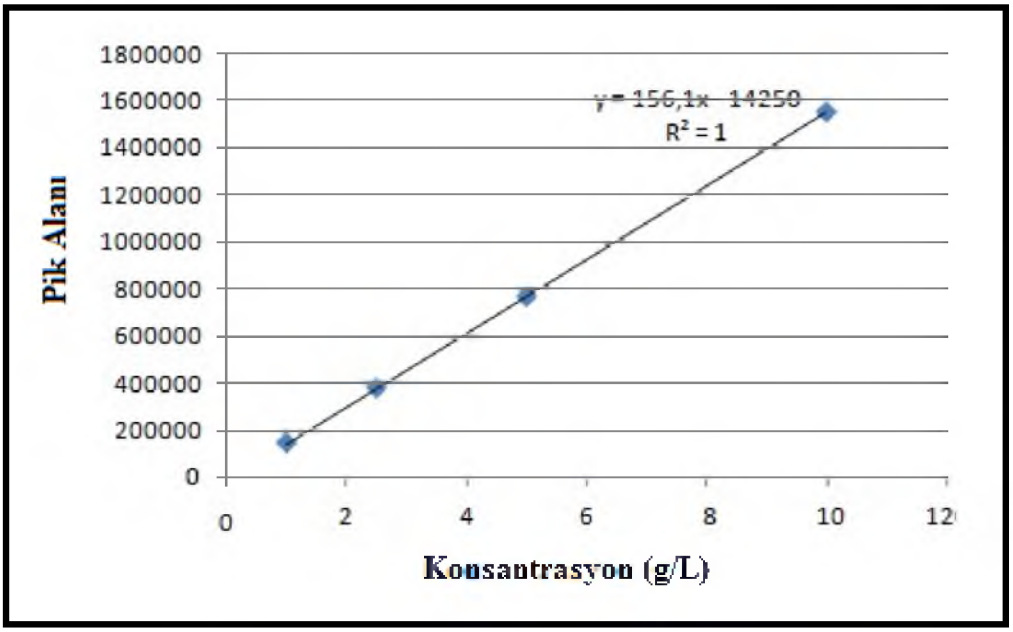
Ek 21. Mannitol'a ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



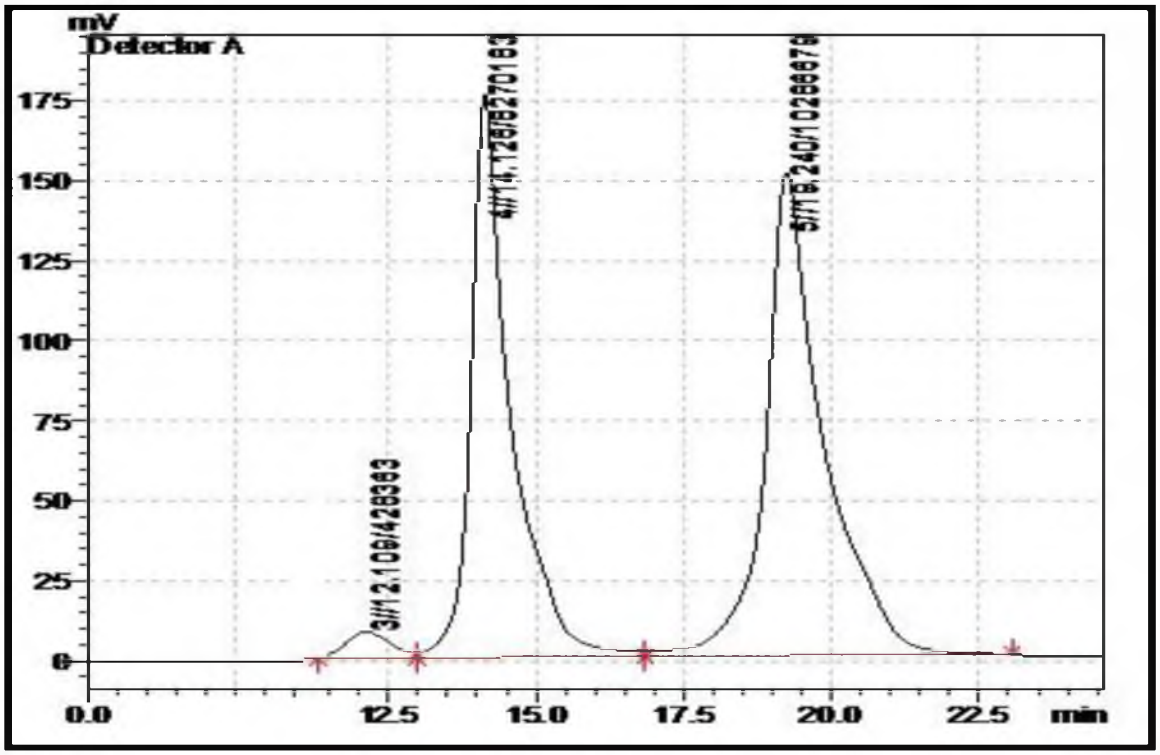
Ek 22. Ksilitol'e ait 0.01 – 0.5 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



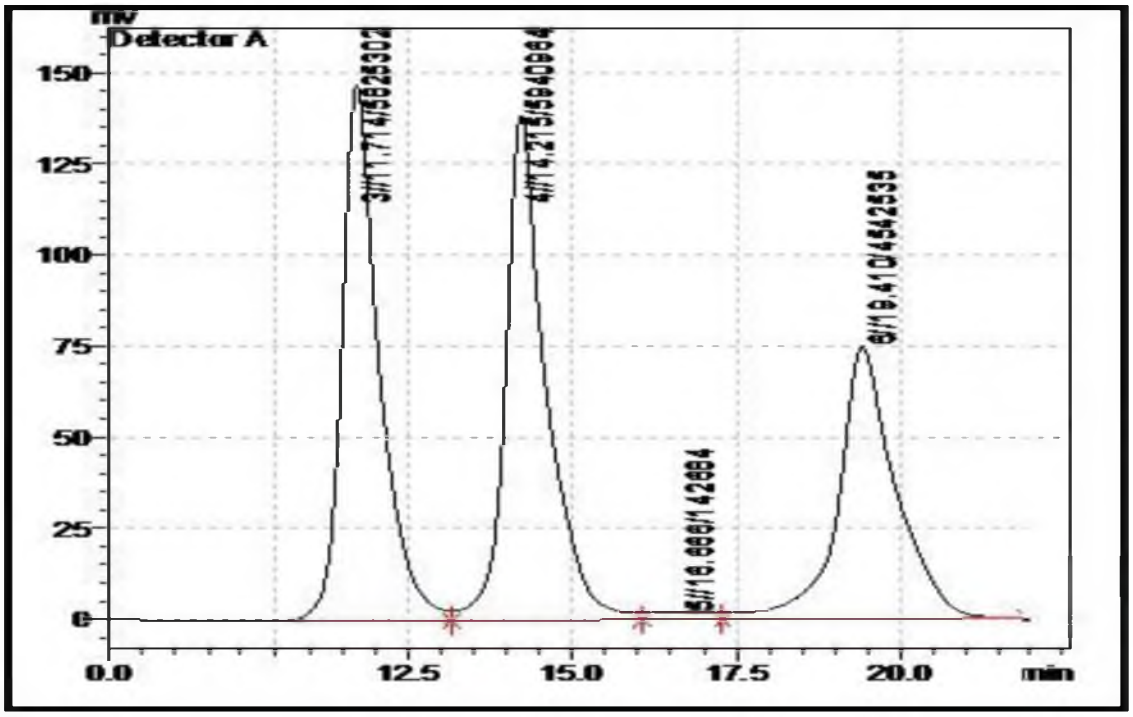
Ek 23. Ksilitol'e ait 1 – 10 g L^{-1} aralığındaki kalibrasyon eğrisi



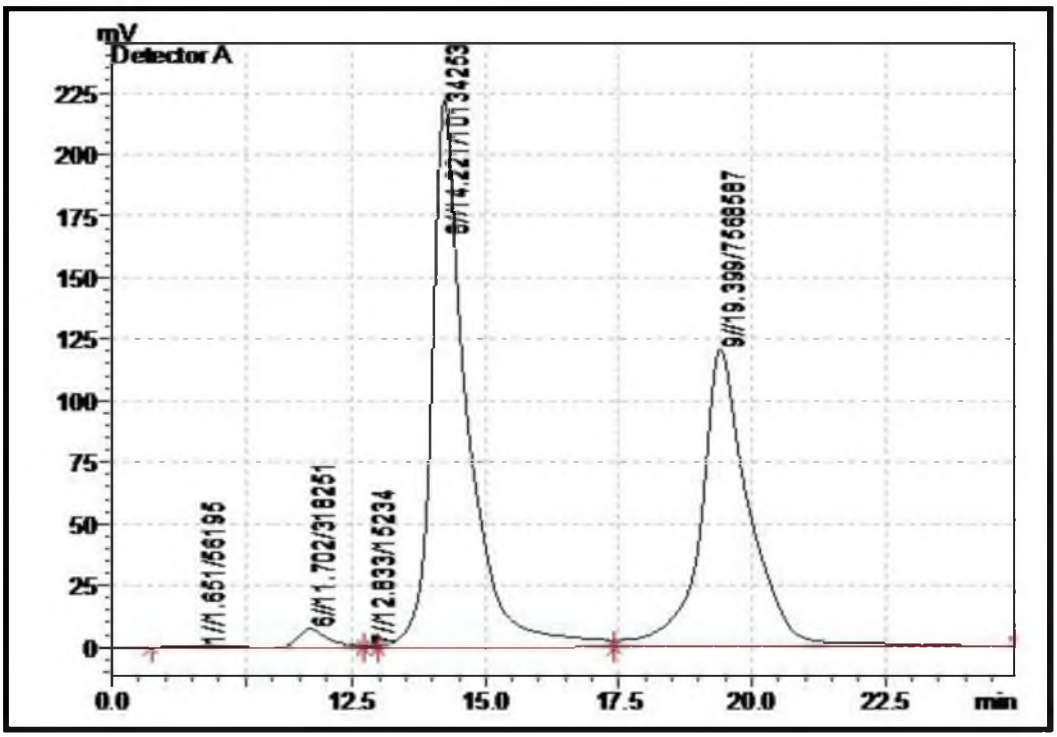
Ek 24. Gazoz 3 kromatogramı



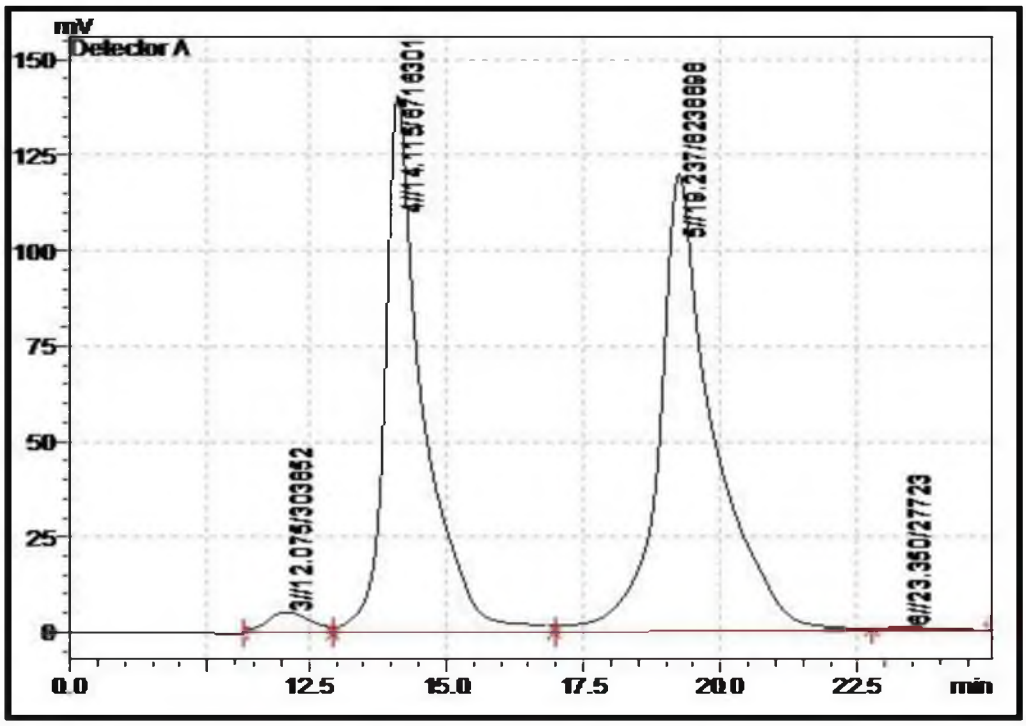
Ek 25. Kayısı suyu 4 kromatogramı



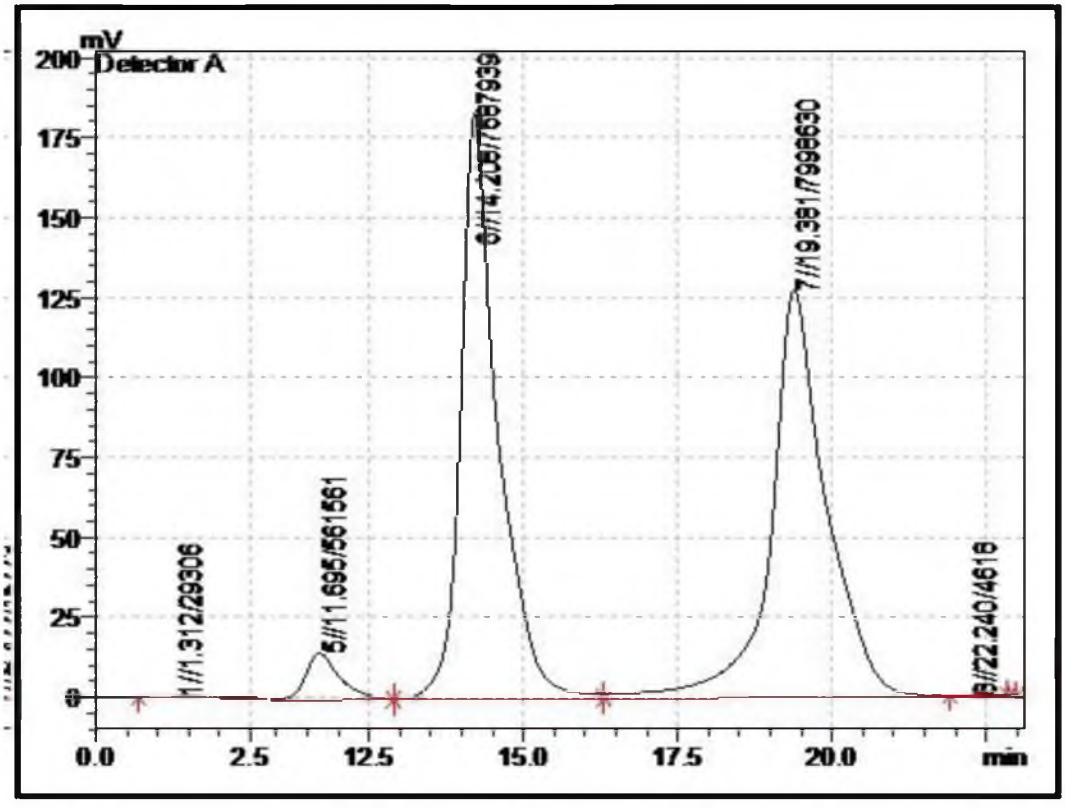
Ek 26. Vişne suyu 5 kromatogramı



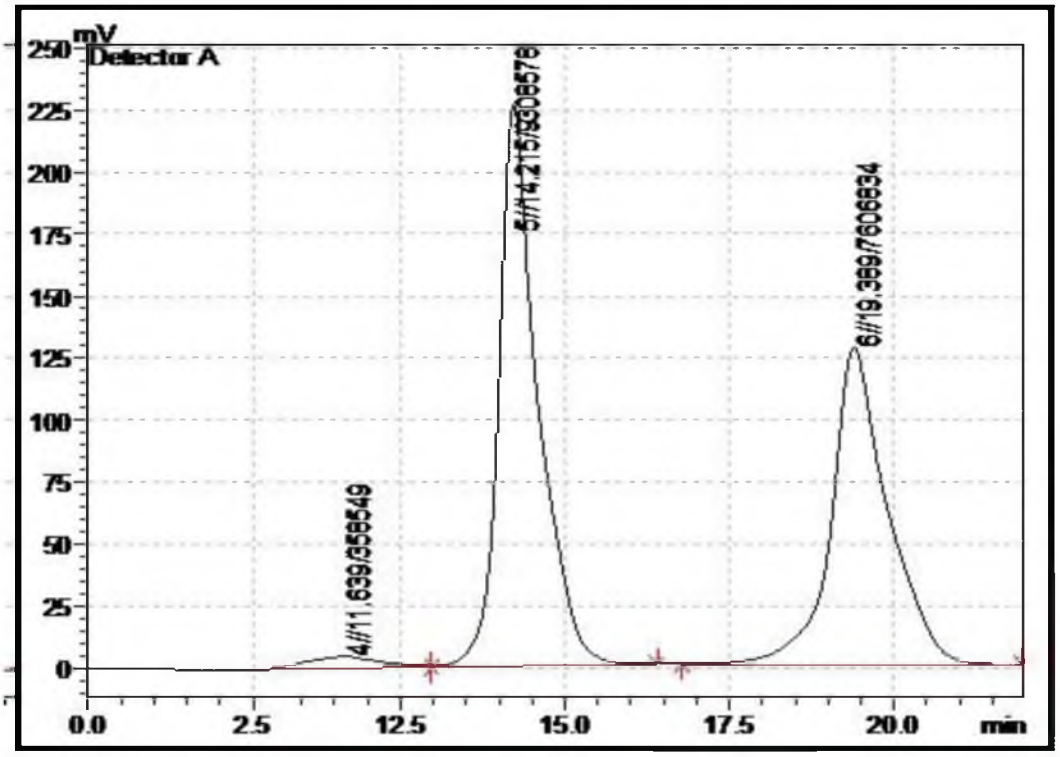
Ek 27. Gazoz 2 kromatogramı



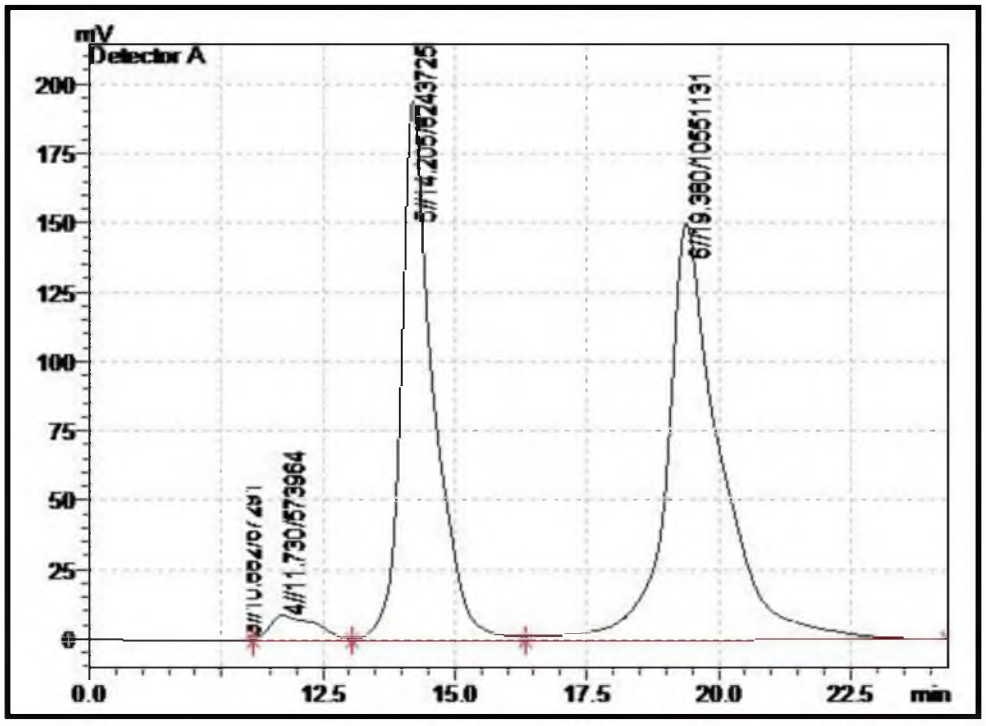
Ek 28. Karışık meyve suyu 5 kromatogramı



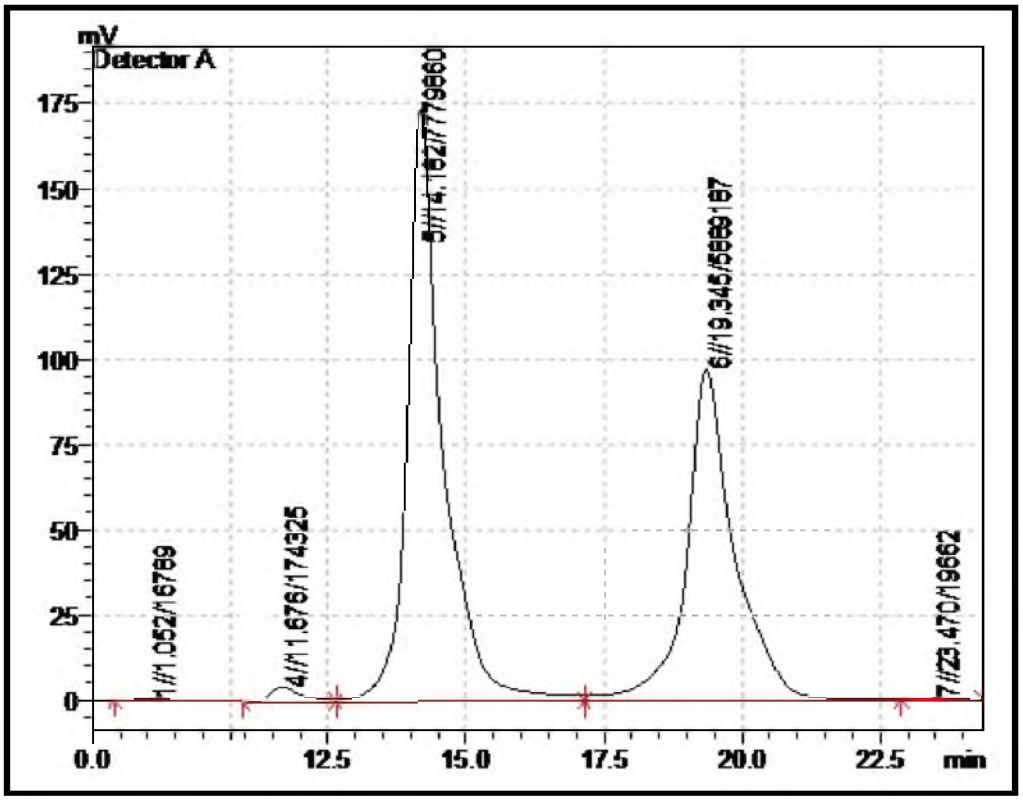
Ek 29. Vişne suyu 2 kromatogramı



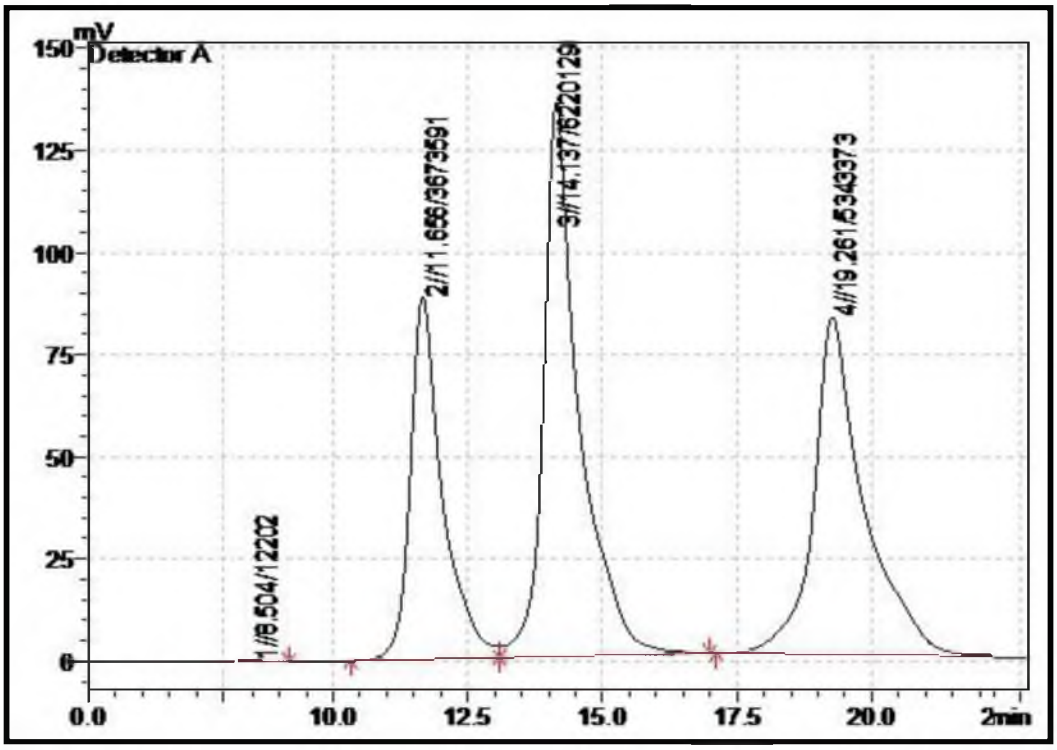
Ek 30. Şeftali suyu 1 kromatogramı



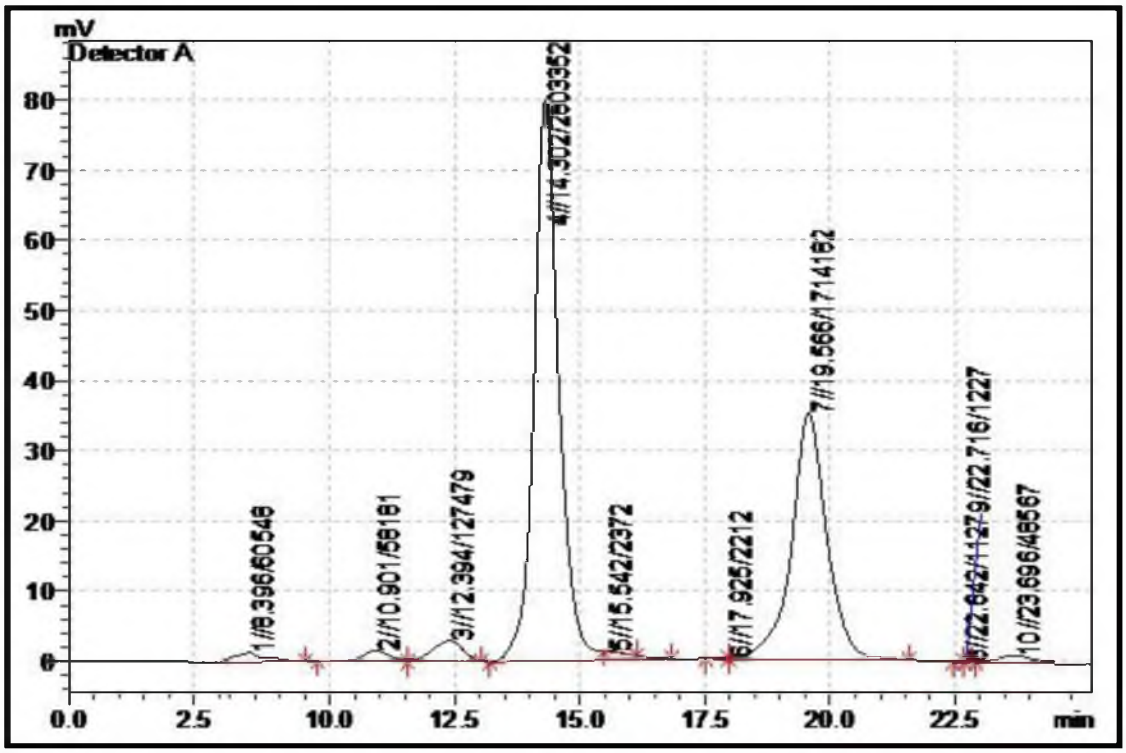
Ek 31. Buzlu çay 3 kromatogramı



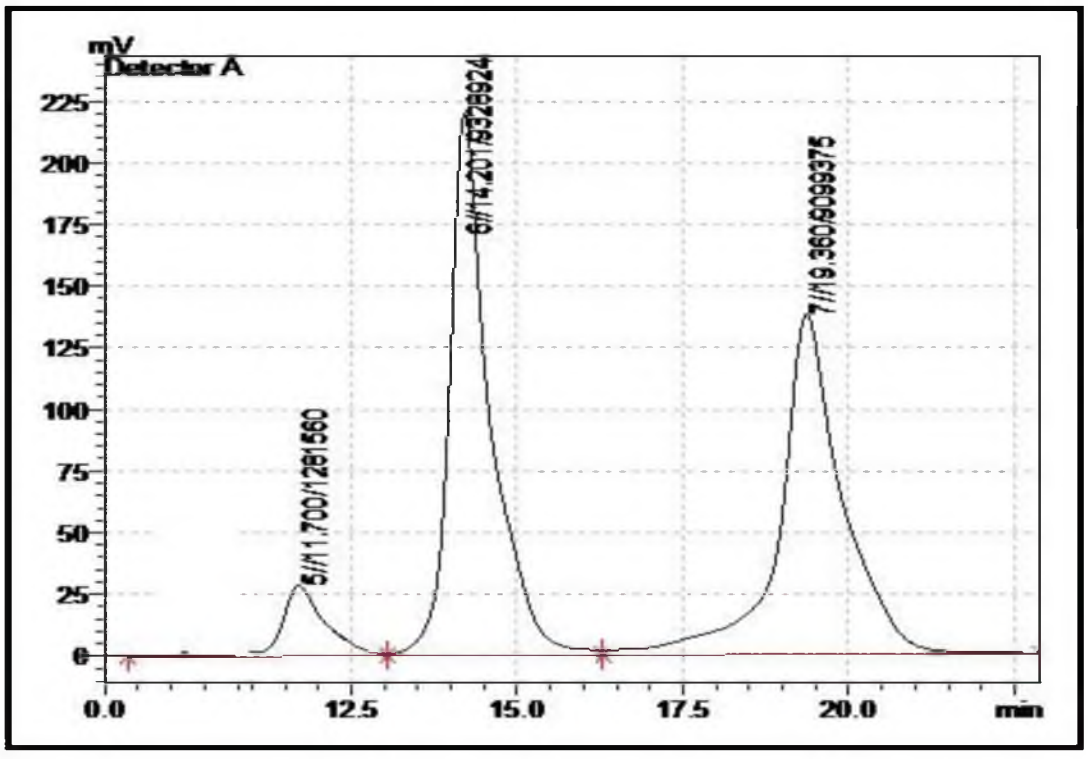
Ek 32. Maden suyu 4 kromatogramı



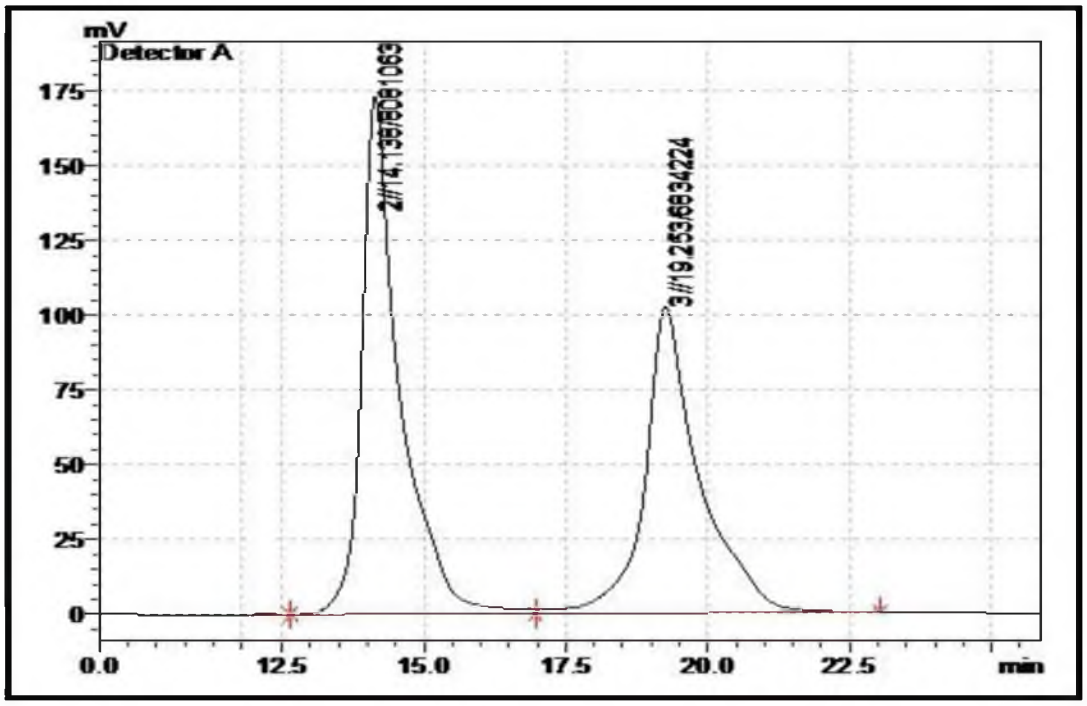
Ek 33. Maden suyu 3 kromatogramı



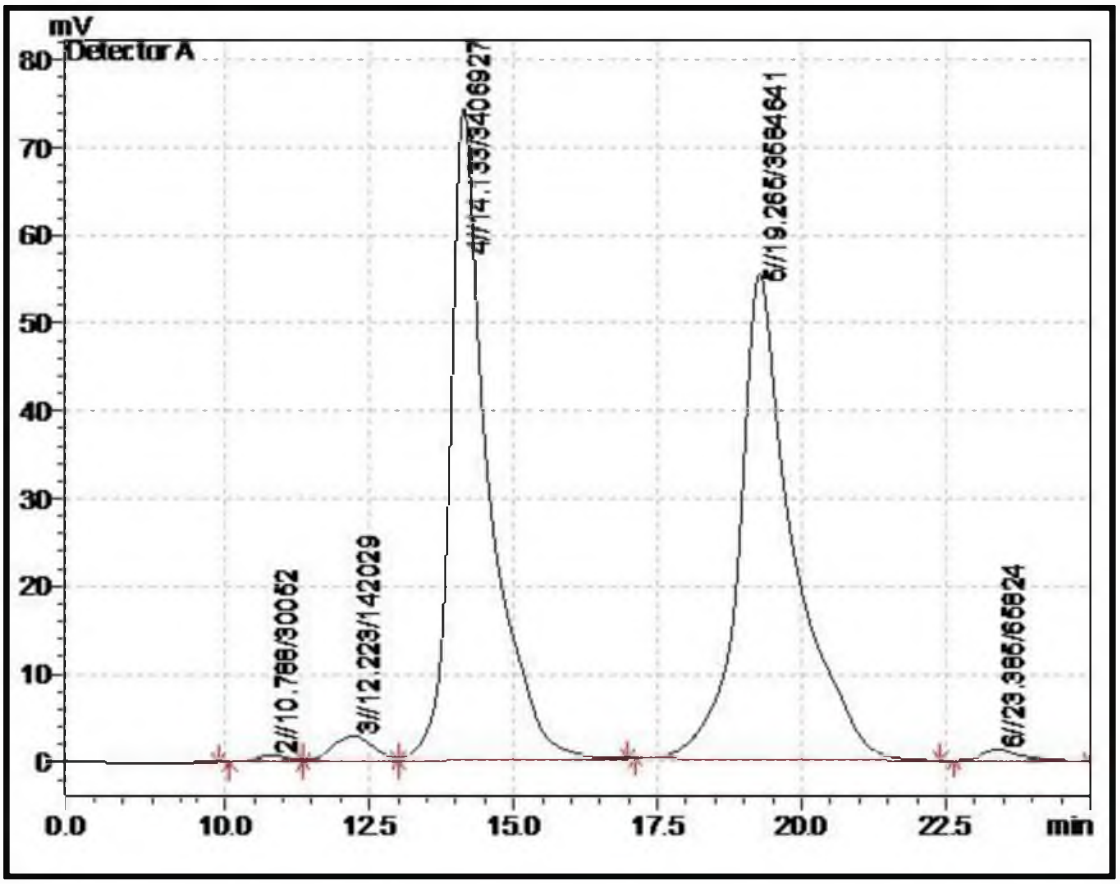
Ek 34. Kayısı suyu 3 kromatogramı



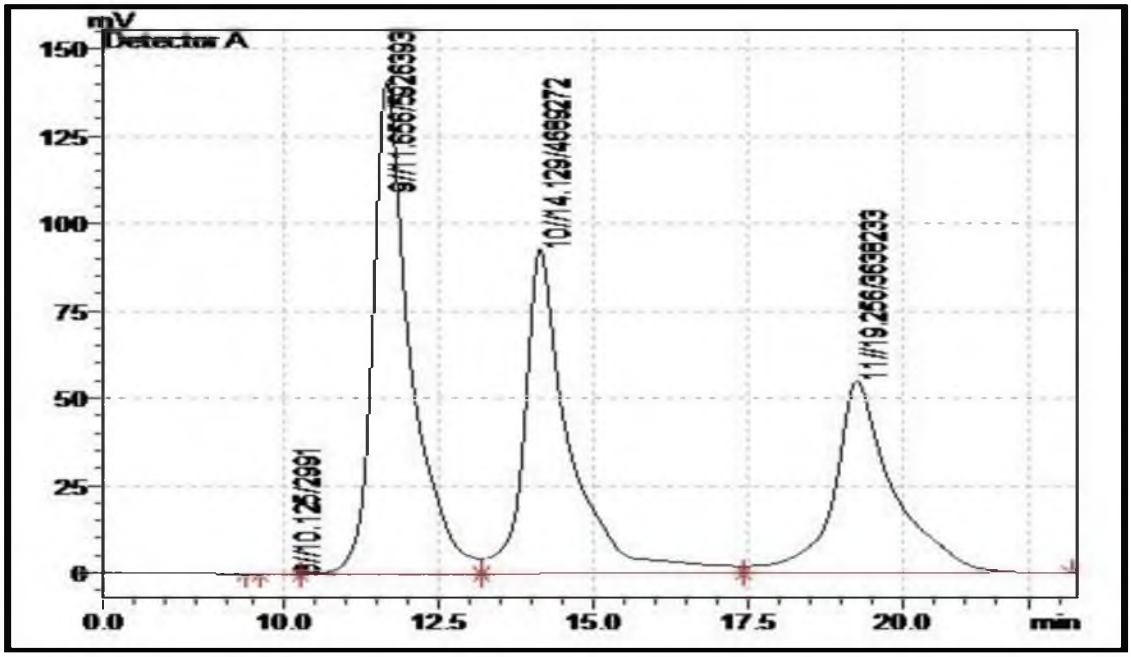
Ek 35. Gazoz 4 kromatogramı



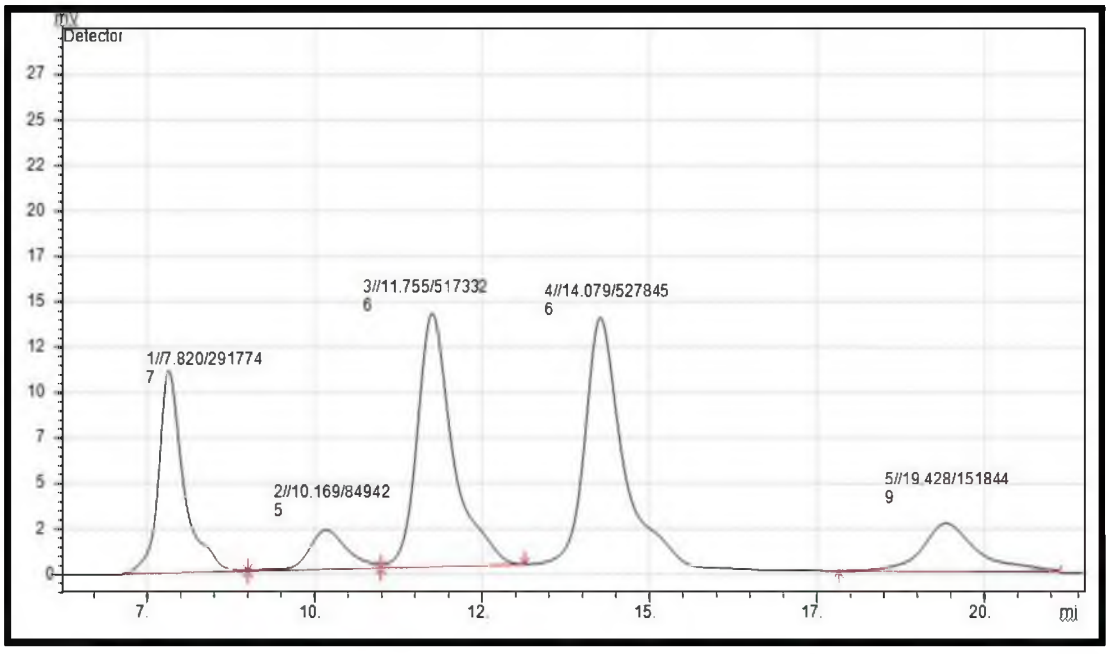
Ek 36. Maden suyu 1 kromatogramı



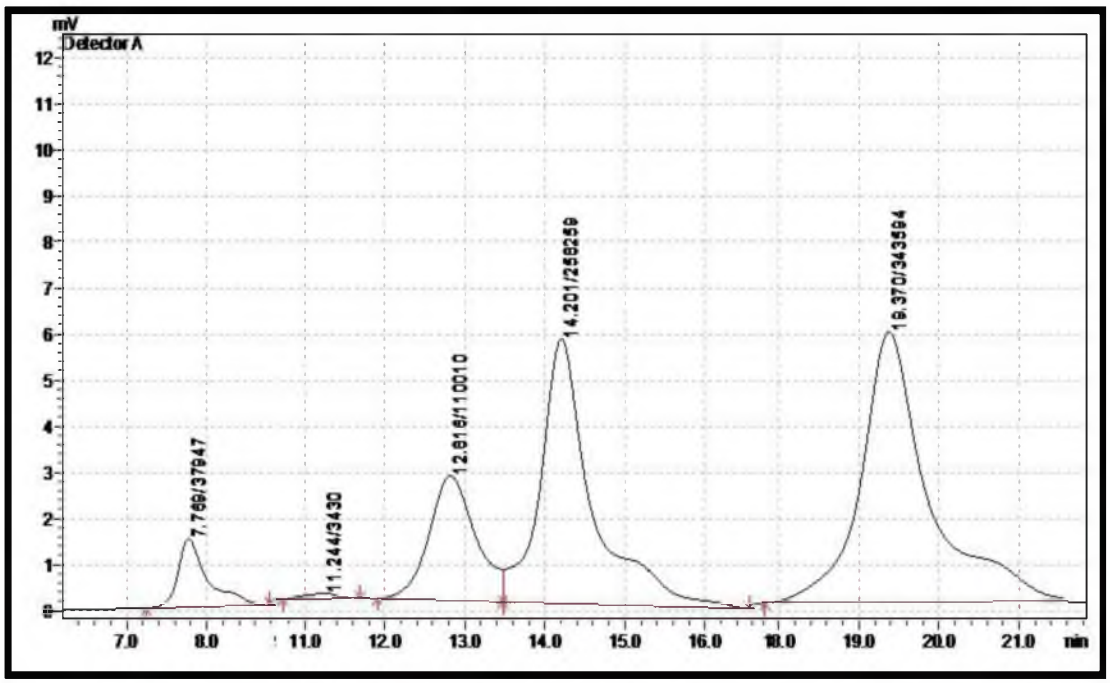
Ek 37. Maden suyu 2 kromatogramı



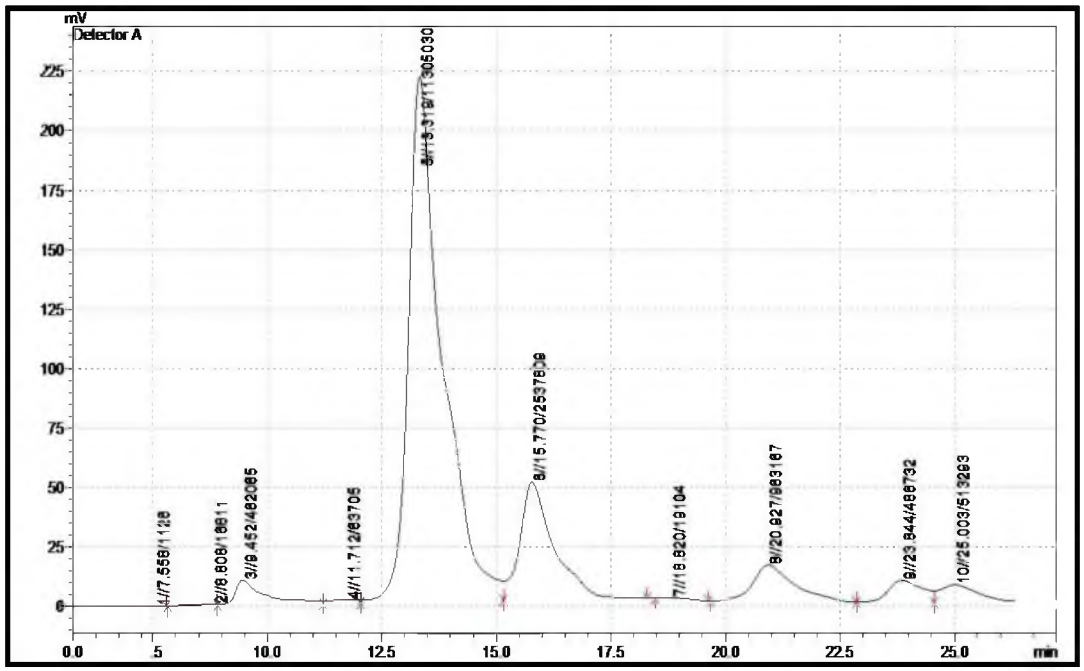
Ek 38. Puding 1 kromatogramı



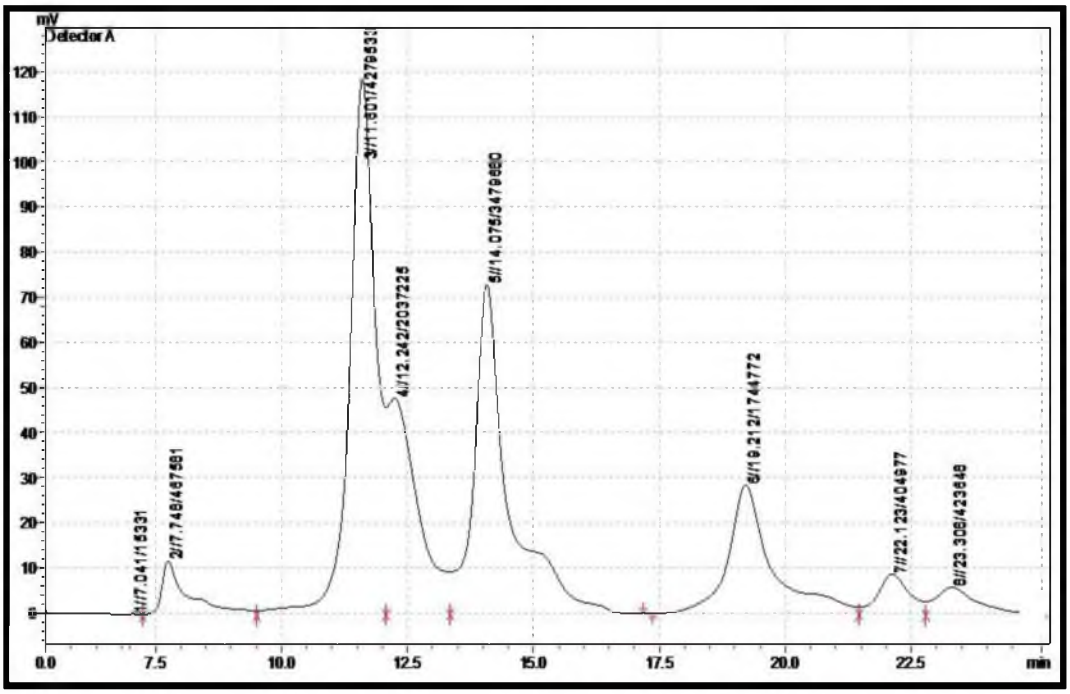
Ek 39. Çikolata 4 kromatogramı



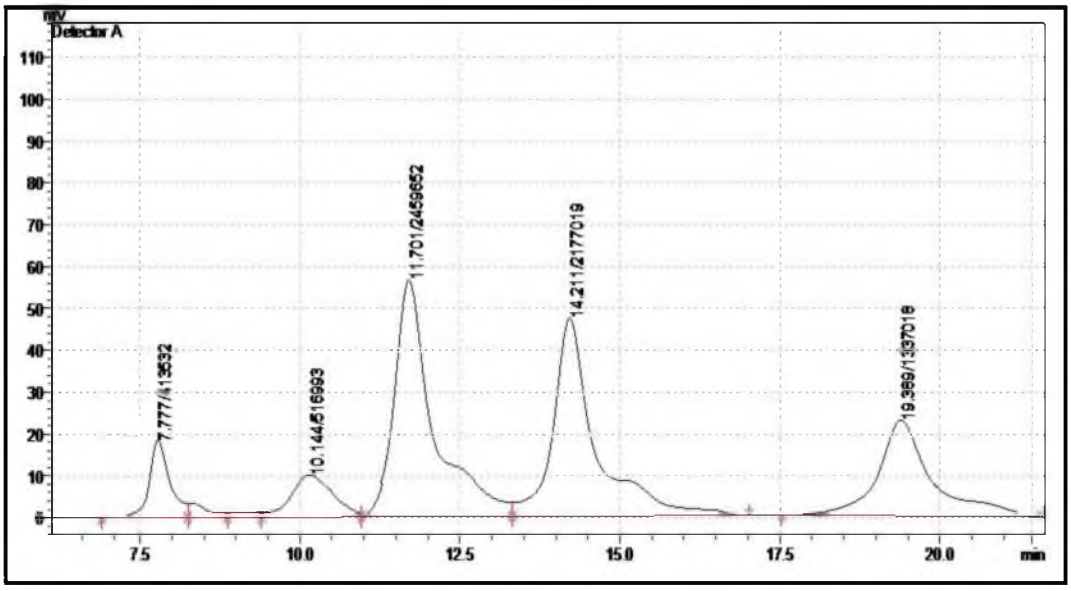
Ek 40. Kek 1 kromatogramı



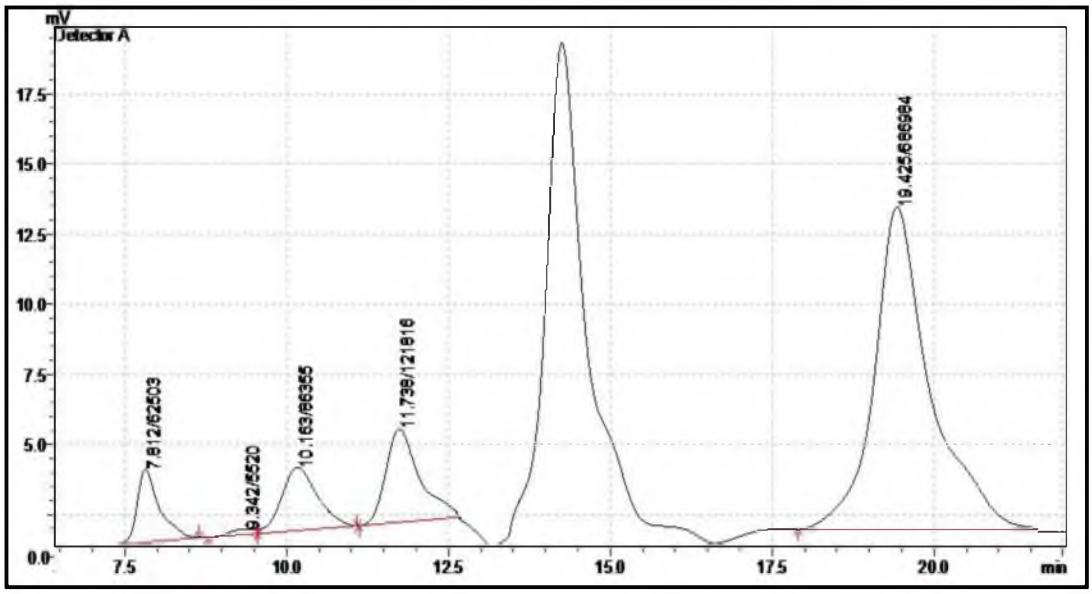
Ek 41. Kek 4 kromatogramı



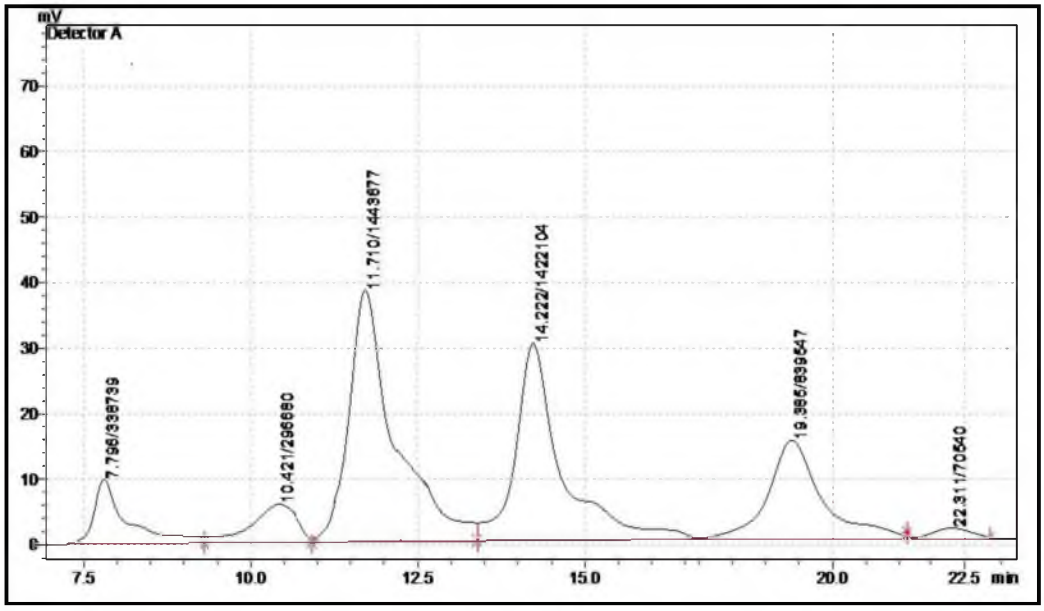
Ek 42. Bisküvi 1 kromatogramı



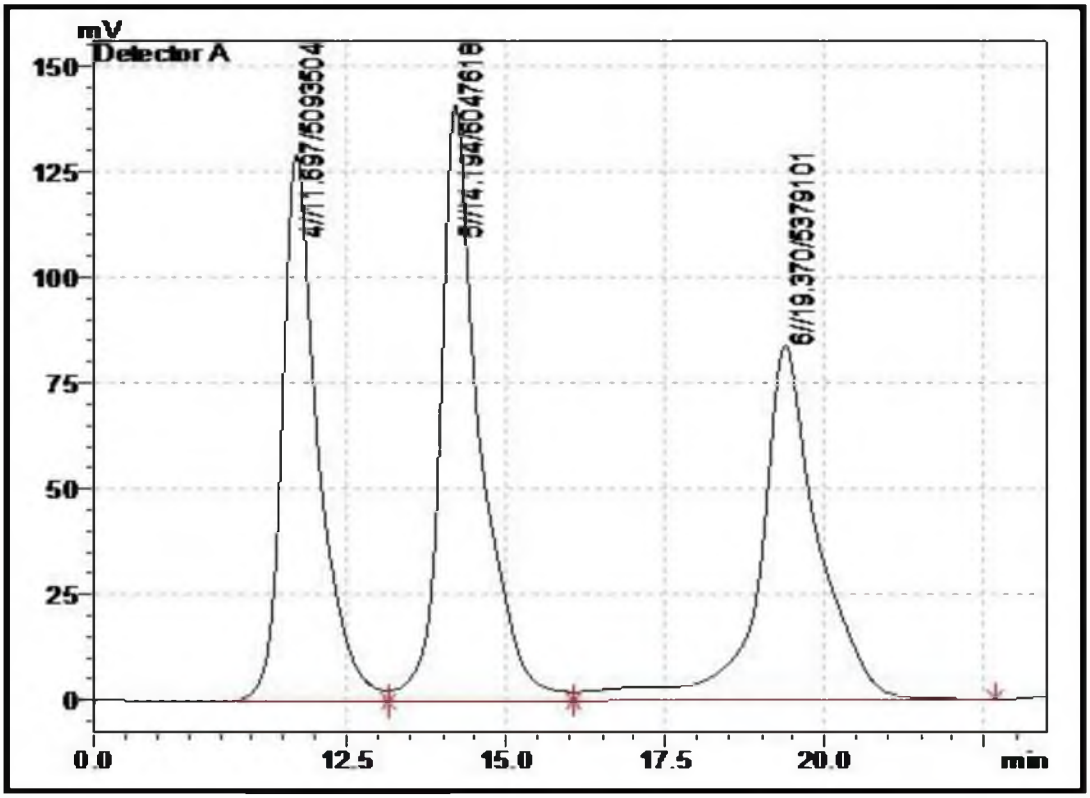
Ek 43. Bisküvi 3 kromatogramı



Ek 44. Kek 1 kromatogramı



Ek 45. Şeftali suyu 3 kromatogramı



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TATLANDIRILMIŞ YİYECEK VE İÇECEKLERDEKİ ŞEKER PROFİLLERİNİN KROMATOGRAFİK YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

YUSUF KILBOZ

KİMYAANABİLİM DALI

DOKTORATEZİ

Prof. Dr. Şana SUNGUR danışmanlığında hazırlanan bu tez **19/04/2016** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Şana SUNGUR
Başkan

Doç. Dr. İhsan ÜSTÜN
Üye

Prof. Dr. Muhsin EZER
Üye

Yrd. Doç. Dr. Abdullah ÖZKAN
Üye

Doç. Dr. Yasin YÜCEL
Üye

Kod No: 73

Prof. Dr. Okan ŞENER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 10541

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.