

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GİRESUN YÖRESİNDE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN
PEKMEZ ÇEŞİTLERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL, ANTİOKSİDAN VE
SPEKTROSKOPİK ÖZELLİKLERİNİN (FTIR) BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS

Ferdi Kerem KONAL

TEMMUZ-2024
GÜMÜŞHANE



T.C.

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GİRESUN YÖRESİNDE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN
PEKMEZ ÇEŞİTLERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL, ANTİOKSİDAN VE
SPEKTROSKOPİK ÖZELLİKLERİNİN (FTIR) BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF SOME PHYSICAL CHEMICAL, ANTIOXIDANT
AND SPECTROSCOPIC PROPERTIES (FTIR) OF MOLASSES TYPES
PRODUCED BY TRADITIONAL METHODS IN GİRESUN REGION**

YÜKSEK LİSANS

Ferdi Kerem KONAL

TEMMUZ-2024

GÜMÜŞHANE



T.C.

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GİRESUN YÖRESİNDE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN
PEKMEZ ÇEŞİTLERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL, ANTİOKSİDAN VE
SPEKTROSKOPİK ÖZELLİKLERİNİN (FTIR) BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF SOME PHYSICAL CHEMICAL, ANTIOXIDANT
AND SPECTROSCOPIC PROPERTIES (FTIR) OF MOLASSES TYPES
PRODUCED BY TRADITIONAL METHODS IN GİRESUN REGION**

YÜKSEK LİSANS

Ferdi Kerem KONAL

Danışman: Prof. Dr. Cemalettin BALTACI

TEMMUZ-2024

GÜMÜŞHANE

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Giresun Yöresinde Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Pekmez Çeşitlerinin Bazı Fizikokimyasal, Antioksidan ve Spektroskopik Özelliklerinin (FTIR) Belirlenmesi** ” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmalarını kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

11/07/2024

.....
Ferdi Kerem KONAL

TEŞEKKÜR

Tarım ve Orman Bakanlığından ismini duyduğum daha sonra danışman hocam olan ve laboratuvar çalışmalarımnda yol göstericiliği ile katkılarda bulunan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Cemalettin BALTACI'ya, çalışma sürecimde her zaman yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen sevgili eşim Gözde KONAL'a, tez çalışmamın konusu olan pekmez numunelerini tedarik eden annem Tülay KONAL'a, laboratuvar imkanı sunan çalıştığım kurum Giresun Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Ferdi Kerem KONAL
GüMüşHANE – 2024

ÖZET

Pekmez, ülkemizde çok eski zamanlardan beri tüketilen, çabuk bozulabilen meyvelerin işlenerek daha uzun raf ömrüne sahip olmasını amaçlayan geleneksel bir üründür. Üzüm sıklıkla pekmez üretiminde tercih edilen meyvelerin başında gelse de armut, taflan, dut gibi meyveler de pekmez üretiminde kullanılabilir. Pekmez ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yöredeki meyve çeşitliliğine göre hammaddesi farklılaşarak üretilebilen bir gıdadır. Geçmişten günümüze geleneksel üretiminin çok sık tercih edildiği bilinen pekmezin endüstriyel üretimi de ülkemizde son derece yaygındır. Literatürde pekmezdeki HMF miktarı, pekmezin asitliği, rengi, kıvamı, organik asit ve mineral içeriğinin önemli kalite kriterleri olduğu değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra şeker ilavesi ve farklı meyvelere ait pekmezlerin karıştırılması gibi uygulamalar da taşış riskini oluşturmaktadır. Bu tez çalışmasında, Giresun ilinde geleneksel yöntemlerle üretilen üzüm, taflan, dut ve armut pekmezlerinin fizikokimyasal özelliklerini belirlemek amaçlanmıştır. 4 farklı çeşit pekmezden numune toplanarak pekmez örneklerinde suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, renk, pH, titrasyon asitliği, kül, elektriksel iletkenlik, antioksidan kapasite, toplam fenolik kapasite, toplam flavanoid madde içeriği, HMF, FTIR spektroskopisi, şeker, esmerleşme düzeyi analizleri gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmada örneklerin toplam antioksidan kapasitesi 297.58 ± 2.00 mg/100 g ile 609.12 ± 0.00 arasında, toplam fenolik kapasitesi 40.33 ± 4.55 ile 138.88 ± 2.55 , toplam flavanoid kapasitesi 67.50 ± 1.00 ile 2632.50 ± 15.00 mg/100 g arasında değişmektedir. Pekmez örneklerinin HMF miktarı 5.97 ± 0.04 ile 1827.76 ± 17.51 mg/kg arasında değişmektedir. Esmerleşme düzeyi sonuçları 17.00 ± 0.05 ile 110.00 ± 0.04 arasında tespit edilmiştir. Pekmez örneklerinin FTIR spektrumları benzerdir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Antioksidan kapasite, Fizikokimyasal analizler, HMF, Pekmez

SUMMARY

Molasses is a traditional product that has been consumed in our country since ancient times and aims to process perishable fruits to have a longer shelf life. Although grapes are one of the most preferred fruits in molasses production, fruits such as pears, taflan and mulberries can also be used in molasses production. Molasses is a food that can be produced in almost every region of our country by using different raw materials depending on the variety of fruits grown in the region. Industrial production of molasses, whose traditional production is known to have been preferred from past to present, is also extremely common in our country. In the literature, the amount of HMF in molasses, its acidity, color, consistency, organic acid and mineral content are considered to be important quality criteria. In addition, practices such as adding sugar and mixing molasses from different fruits also pose the risk of adulteration. In this thesis study, it was aimed to determine the physicochemical properties of grape, taflan, mulberry and pear molasses produced by traditional methods in Giresun province. Samples were collected from 4 different types of molasses and in these molasses' samples water-soluble dry matter, total dry matter, color, pH, titratable acidity, ash, electrical conductivity, antioxidant capacity, total phenolic capacity, total flavonoid substance content, HMF, FTIR spectroscopy, sugar, browning level. analyzes were carried out.

In the study, the total antioxidant capacity of the samples varied between 297.58 ± 2.00 mg/100 g and 609.12 ± 0.00 , the total phenolic capacity between 40.33 ± 4.55 and 138.88 ± 2.55 , and the total flavonoid capacity between 67.50 ± 1.00 and 2632.50 ± 15.00 mg/100 g. The HMF amount of molasses samples varies between 5.97 ± 0.04 and 1827.76 ± 17.51 mg/kg. Browning level results were determined between 17.00 ± 0.05 and 110.00 ± 0.04 . FTIR spectra of molasses samples are similar.

Keywords: Antioxidant, Antioxidant capacity, FTIR, Physicochemical analyses, HMF, Molasses

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLOLAR DİZİNİ	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
EKLER DİZİNİ.....	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Pekmez	2
1.3. Pekmez Üretimi.....	2
1.3.1. Geleneksel Yöntemlerle Pekmez Üretimi	2
1.3.2. Endüstriyel Yöntemlerle Pekmez Üretimi	4
1.4. Pekmez Çeşitleri.....	5
1.4.1. Üzüm Pekmezi	5
1.4.2. Dut Pekmezi	8
1.4.3. Armut Pekmezi.....	9
1.4.4. Taflan (Karayemiş) Pekmezi.....	10
1.5. Pekmez ve Sağlık	12
1.6. Pekmez ve Hidroksimetilfurfural (HMF).....	13
1.7. Pekmez İle İlgili Yapılan Çalışmalar	16
1.8. Çalışmanın Amacı.....	20
1.9. Çalışmanın Kapsamı	20
2. MATERYAL VE METOT	21
2.1. Materyal	21
2.2. Yapılan Analizler	21
2.2.1. Suda Çözünür Kuru Madde Analizi	21

2.2.2. Toplam Kuru Madde Analizi	21
2.2.3. Renk Analizi.....	21
2.2.4. pH analizi	21
2.2.5. Titrasyon Asitliği Analizi.....	21
2.2.6. Kül Analizi	22
2.2.7. Elektriksel İletkenlik Analizi	22
2.2.8. Antioksidan Analizi	22
2.2.9. Toplam Fenolik Kapasite (TFK).....	25
2.2.10. Toplam Flavanoid Madde İçeriği Analizi	26
2.2.11. Hidroksimetilfurfural (HMF) Analizi	27
2.2.12. FTIR Spektroskopisi	27
2.2.13. Şeker Analizi	27
2.2.14. Esmerleşme Düzeyi Analizi	29
2.3. İstatiksel Analiz.....	29
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	30
3.1. Pekmez Örnekleri ve Analiz Bulguları	30
3.3. Suda Çözünür Kuru Madde Analizine Ait Bulgular	35
3.4. Kül Analizine Ait Bulgular	36
3.5. Elektriksel İletkenlik Analizine Ait Bulgular	38
3.6. pH Analizine Ait Bulgular	39
3.7. Titrasyon Asitliği Analizine Ait Bulgular	41
3.8. Pekmez Örneklerinin Şeker Bileşenlerine Ait Bulgular	42
3.9. HMF Analizine Ait Bulgular	46
3.10. Antioksidan ve Biyoaktif Bileşenlere Ait Bulgular	48
3.10.1. TFK Analizine Ait Bulgular	48
3.10.2. TFLK Analizine Ait Bulgular	49
3.10.3. TAK Analizine Ait Bulgular	50
3.10.4. DPPH Analizine Ait Bulgular	51
3.10.5. ABTS Analizine Ait Bulgular	53
3.10.6. FRAP Analizine Ait Bulgular	54

3.11. Renk Analizine ait Bulgular	55
3.11. 1. L* Analizine ait Bulgular	55
3.11. 2. a* Analizine ait Bulgular	57
3.11. 3. b* Analizine ait Bulgular	57
3.12. Esmerleşme Düzeyi Analizine ait Bulgular	59
3.13. Fiziksel, Kimyasal, Antioksidan, Renk ve Esmerleşme Düzeyi Sonuçları PCA Analizine ait Bulgular	60
3.14. FTIR Analizine ait Bulgular	63
4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	68
KAYNAKÇA	70
EKLER DİZİNİ	74
ÖZGEÇMİŞ	80

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 1: TKG göre üzüm pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri	6
Tablo 2: Üzüm pekmezi mineral madde özellikleri	7
Tablo 3. Dut Pekmezi Standardına fiziksel ve kimyasal özellikleri	9
Tablo 4. Örneklere ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	31
Tablo 5. Analiz sonuçlarına ait korelasyonlar.....	32
Tablo 6. HMF, Fenolik Madde, Antioksidan, Renk ve Esmerleşme analiz sonuçları	60
Tablo 7. PCA yükleme ve skor tablosu.....	62
Tablo 8. Pekmez örneklerine ait FTIR spektrumlarındaki tepe noktaları.....	65



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Geleneksel pekmez üretimi (Karababa ve Işıklı, 2022).....	3
Şekil 2. HMF kimyasal yapısı.....	14
Şekil 3. Maillard reaksiyonu oluşumu	14
Şekil 4. TAK analizi kalibrasyon grafiği	22
Şekil 5. DPPH analizi kalibrasyon grafiği	23
Şekil 6. FRAP analizi kalibrasyon grafiği.....	24
Şekil 7. ABTS analizi kalibrasyon grafiği	25
Şekil 8. TFK analizi kalibrasyon grafiği.....	25
Şekil 9. TFLK analizi kalibrasyon grafiği.....	26
Şekil.10. HMF analizi kalibrasyon grafiği.....	27
Şekil 11. Fruktoz analizi kalibrasyon grafiği	28
Şekil 12. Glikoz analizi kalibrasyon grafiği.....	28
Şekil 13. Sakkaroz analizi kalibrasyon grafiği.....	29
Şekil 14. Kuru madde sütun grafiği	34
Şekil 15. Suda Çözünür Kuru Madde sütun grafiği	35
Şekil 16. Kül Sonuçları sütun grafiği.....	37
Şekil 17. Elektriksel İletkenlik sonuçları sütun grafiği.....	39
Şekil 18. pH sonuçları sütun grafiği.....	40
Şekil 19. Titrasyon asitliği sütun grafiği	41
Şekil 20. Şeker bileşenleri (Fruktoz) sütun grafiği	42
Şekil 21. Şeker bileşenleri (Glukoz) sütun grafiği	43
Şekil 22. Şeker bileşenleri (Sakkaroz) sütun grafiği.....	44
Şekil 23. Şeker bileşenleri (Maltoz) sütun grafiği	45
Şekil 24. Şeker bileşenleri (F/G) sütun grafiği.....	46
Şekil 25. HMF sütun grafiği	47
Şekil 26. TFK sütun grafiği.....	49
Şekil 27. TFLK sütun grafiği	50
Şekil 28.TAK sütun grafiği.....	51
Şekil 29.DPPH sütun grafiği	52
Şekil 30.ABTS sütun grafiği.....	53
Şekil 31.FRAP sütun grafiği	54
Şekil 32.L* Sütun grafiği	56

Şekil 33.a* Sütun grafiği.....	57
Şekil 34. b* Sütun grafiği	58
Şekil 35.Esmerleşme Düzeyi Sütun grafiği	59
Şekil 36. PCA analiz grafiği	62
Şekil 37. Örneklerin FTIR analiz spektrumları.....	67



EKLER DİZİNİ

Ek 1. A1 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları	74
Ek 2. A2 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları	74
Ek 3. A3 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları	75
Ek 4. D1 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları	75
Ek 5. D2 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları	76
Ek 6. D3 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları	76
Ek 7. T1 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları.....	77
Ek 8. T2 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları.....	77
Ek 9. T3 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları.....	78
Ek 10. Ü1 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları	78
Ek 11. Ü2 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları	79
Ek 12. Ü3 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları	79

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
SO ₂	:Kükürt dioksit
µL	: Mikrolitre
µmol	: Mikromol
ABTS	: 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiyazolin- 6-sülfonat)
dk	: Dakika
DPPH	: 2,2 diphenyl 1-picpylhrazyl
FeSO ₄	: Demir II sülfat
FRAP	: Demir indirgeyici antioksidan güç
HMF	:Hidroksimetilfurfural
g	: Gram
GA	: Gallik asit
H ₂ SO ₄	: Sülfürik asit
HCl	: Hidroklorik asit
kg	: Kilogram
Kcal	:Kilo Kalori
KM	: Kuru madde
LC	: Sıvı kromatografisi (Liquid chromatography)
LC-MS/MS	: Tandem kütle spektrometrisi ile sıvı kromatografi
FTIR	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
M	: Molarite
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mM	: Milimolar
Nm	:nanometre
MS	: Kütle spektrometresi (Mass spectrometry)
N	: Normalite
NaOH	: Sodyum Hidroksit
Na ₂ CO ₃	: Sodyum karbonat

CaCO ₃	:Kalsiyum karbonat
nm	: nanometre
PCA	: Temel bileşenler analizi (Principal component analysis)
pH	: Hidrojenin gücü (power of hydrogen)
QE	: Quercetin eşdeğeri
TAK	: Toplam antioksidan kapasite
TE	: Troloks eşdeğeri
TFK	: Toplam fenolik kapasite
TFLK	: Toplam flavanoid kapasite
TGK	:Türk Gıda Kodeksi
TS	: Türk standardı
TSE	: Türk standartları enstitüsü
UHPLC	: Ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi
UV	: Ultraviyole
vd	: ve diğerleri

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Pekmez raf ömrü kısa olan taze meyvelerin koyulaştırılarak kıvam verilmesiyle dayanıklılığını arttıran geleneksel bir gıdamızdır. Türkiye’de pekmez binlerce yıllık tarihe dayanmaktadır. Ülkemizde şeker endüstrisinin yeteri kadar gelişmediği dönemlerde şeker ihtiyacını karşılamak amaçlı da pekmez tüketilmiştir (Başar, 2019). Genellikle geleneksel üretim metoduyla ve aile işletmeciliği ile üretilmekte olan bu geleneksel gıdanın sağlığa pek çok yararı olduğu bilinmektedir.

Genellikle kahvaltılarda doğrudan ya da tahin ile karışım yapılarak tüketilen bu gıda, yüksek miktarda mineral ve organik asit içermektedir. Günlük tüketilecek 20 gram pekmez ile 2 mg demir, 80 mg kalsiyum ve 58 kcal enerji ihtiyacı karşılanmaktadır. Günlük demir ihtiyacının %35’i pekmez tüketimiyle karşılanabilmektedir (Öztürk, 2019).

Ülkemizde andız, incir, harnup, elma, armut, şekerpancarı, tatlı sorgum, kavun, karpuz gibi meyvelerin pekmezleri üretilmektedir. Ancak en yaygın üretilen pekmez cinsi genellikle üzüm ve dut pekmezleridir. Tarım ve Orman Bakanlığı’nın 2023 yılında yayınlanan değerlendirme raporuna göre 2022 yılında ülkemizde 4,2 milyon dekar alanda, 3,6 milyon ton üzüm üretilmiştir. Tüketim verilerine bakıldığında ise 1,8 milyon ton olduğu görülmektedir. Yine aynı raporda üretilen üzümlerin %28,2’sini çekirdeksiz kurutmalık üzümlerin oluşturduğu bilgisi yer almaktadır. Ülkemizde tarımsal üretimi son derece yaygın olan üzümün istatistiksel verileri de pekmeze yaygın olarak işlenmesinin sebebini açıklar niteliktedir. (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Giresun yöresi pekmez üretimi açısından önemli bir yöredir. Taflan, armut, üzüm, dut pekmezi yörenin meşhur pekmezlerindendir (Öztürk, 2019). Pekmez ile ilgili Türkçe yazılı literatür 1940’lı yıllarda yazılmaya başlanmıştır. 1940 yılında “üzüm pekmezi üzerine teknik araştırmalar” başlıklı bir araştırma yapılarak geleneksel pekmez üretimi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır (Temel, 2014).

Yapılan literatür araştırmalarında Giresun yöresinde farklı hammaddelerden üretilen pekmezlerin bir arada değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma kapsamında Giresun yöresinde geleneksel yöntemler ile üretilen üzüm, dut, taflan ve armut pekmezlerinin fizikokimyasal, antioksidan ve spektroskopik özellikleri araştırılarak karşılaştırma yapılması amaçlanmıştır.

1.2. Pekmez

Pekmez, abuk bozulan taze meyvelerin açıkta veya vakum altında kaynatılarak koyulaştırılmasıyla elde edilen geleneksel bir üründür. Anadolu’da bağcılık faaliyetlerinin yaygın olması üretilen üzümlerin tkutilenden daha fazla olması sonucunu beraberinde getirmiş ve üzüm meyvesi değerlendirilmek istenirken pekmez ortaya çıkmıştır (Erbil, 2020). Uyguların IX. yy. da Türkistan’da üzüm üretimi yaptığı bilinmektedir. zm kullanarak şarap ve pekmez üretimi yaptıkları ve bu ürünlere de Bor adını verdikleri bilinmektedir. Orta Asya’dan şuanki coğrafyamıza yerleşen Türklerin günümüze kadar bu ürünleri çeşitlendirerek bu geleneksel gıdayı üretmeye ve tkutmeye devam ettikleri bilinmektedir (İncemehmetoğlu, 2021). Özellikle sonbaharda üzüm, elma, armut, kuşburnu, gibi meyveler değerlendirilerek kış için hazırlıklar yapılmaktadır. Yreden yöreye üretilen meyve çeşitliliğine ve tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak pekmez için işlenen hammadde değişiklik gösterebilmektedir.

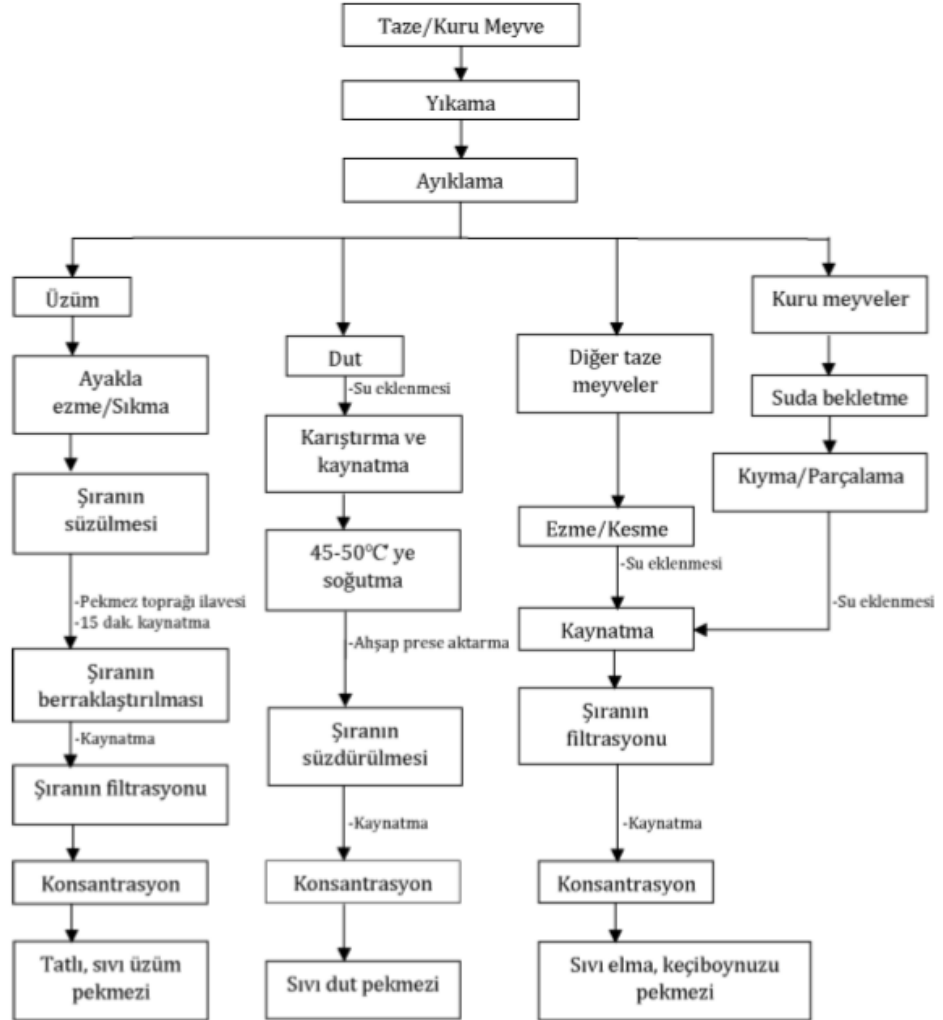
TSE’nin ilgili standardında; “dut ve incir pekmezi, taze veya kuru üzüm, dut ve incir ekstraktının asitliğini azaltmaksızın veya kalsiyum karbonat veya sodyum karbonat ile asitliğini azaltarak, tanen, jelatin veya uygun enzimlerle durultulduktan sonra tekniğine uygun olarak vakum altında veya açıkta koyulaştırılması ile elde edilen koyu kıvamlı; bal, ven, süt, süt tozu, yumurta akı gibi maddeler ilavesiyle karıştırılarak üretilen bir gıda maddesidir” şeklinde tanımlanmaktadır (Temel, 2014; Anonim, 2007). Pekmez genellikle taze meyvelerin geleneksel yöntemlerle işlenerek, içerisindeki şeker oranının %18-20’den %60-75’e çıkartılmasıyla raf ömrünün uzatılması prensibiyle üretilmektedir (Temel, 2014).

1.3. Pekmez retimi

1.3.1. Geleneksel Yöntemlerle Pekmez retimi

Geleneksel ve endüstriyel yöntemlerin her ikisinde de ilk işlem olarak toplanan meyvelerin yaprak ve sap gibi kısımları ayıklanır ve yıkama işlemine tabi tutulur. Geleneksel yöntemlerle pekmez üretiminde hammadde olan meyve çeşitli şekillerde sıkılır ve şırası elde edilir. şıranın ekşiliğini gidermek için %50-90 kireç içeren pekmez toprağı kullanılmaktadır. Bu toprağın içinde %70 kalsiyum karbonat bulunmaktadır. Pekmez toprağı şırayı berraklaştırmaya ve katı içeriğini çökertmeye yaramaktadır. Ayrıca pH dengesini kurmaya da yarar. Meyveden elde edilen şıraların pH’sı genellikle 3-4 arasında iken pekmez toprağı ilavesiyle pH 6,5’ye kadar çıkabilmektedir. Pekmez toprağı ilave edilerek yapılan bu işlem durultma olarak bilinmektedir. Pekmez toprağı sıcak ve soğuk olmak üzere 2 farklı şekilde de uygulanabilmektedir. Soğuk yöntemde pekmez

toprağı şıraya ilave edilir ve bir gece bekletilir. Sıcak yöntemde ise ısı uygulamasıyla şıra kestirilmektedir (Türkmen, 2022). Şıraya pekmez toprağı ilave edildikten sonra şırada köpürmeler oluncaya kadar yaklaşık 50-60°C’de ısıtılır. Bir kısmı köpüren şıralar 4-5 saat bekletilir.



Şekil 1. Geleneksel pekmez üretimi (Karababa ve Işıklı, 2022).

Bekleme süresinin sonunda tortu dibe çöker ve durultulan kısım yüzeydedir. Bu dibe çökme asitliğin azalması ile ortamda bulanıklığa neden olan kolloidlerin de bir kısmının askıda kalmalarını sağlayan izoelektrik noktasının kaybedilmesiyle Ca^{+2} iyonları kalsiyum malat ve kalsiyum tartarat gibi bileşikler halinde tortu olarak çökmesi olarak açıklanmaktadır (Türkmen, 2022). Üst kısımdaki berrak sıvı kazanlarda kaynatılır ve açık kazanlarda kaynatılarak koyulaştırılır. Kaynatma işleminin kısa sürede yapılması önemlidir. Kaynama esnasında yüzeyde oluşan kef sürekli olarak yüzeyden

uzaklaştırılır(Öztürk, 2019). Sıcak yöntemde soğuk yönteme göre daha çok tortu dibe çökmektedir ve daha çok tercih edilmektedir. Genellikle 100 kg şıraya 1-1,5 kg kalsiyum karbonat eklenerek durultma yapılır. Pekmez toprağının kalitesi son üründeki kaliteyi doğrudan etkilemektedir. Pekmez toprağının ilavesiyle son üründeki kalsiyum içeriğinin de arttığı belirlenmiştir (Türkmen, 2022). Asitlik düzenleyici olarak kullanılan pekmez toprağının gerekenden az kullanılması durumunda son üründe istenilen tatlılık elde edilememektedir. Ayrıca yüksek asitlik nedeniyle kaynatma işlemi sırasında risk teşkil eden HMF oluşumu da hızlanabilmektedir. Pekmez toprağının gerekenden fazla kullanılması durumunda ise istenmeyen tat, koku oluşabilmektedir.

Geleneksel yöntemlerle pekmez üretiminde, ateş üzerinde, açık kazanlarda uzun süre kaynatma yapıldığından, besin değerinde düşme, standart bir üretim metodu olmaması nedeniyle standart ürün elde edilememesi ve farklı kalitelerde ürünler elde etmek, denetim dışı olması sebebiyle taşış ihtimali ve sağlığa zararlı bileşiklerin yüksek oranda oluşabilmesi gibi olumsuz durumlar yaşanabilmektedir. Endüstriyel yöntemde, yasal mevzuata uyma zorunluluğu, standardizasyon ve vakum uygulaması sorunları minimize edebilmektedir (Erbil, 2020).

Ev yapımı ya da işletme lisansı olmayan küçük işletmelerin ürettiği pekmezler semt pazarlarında, aktarlarda, küçük işletmelerde açıkta veya cam kavanozda, tek kullanımlık pet kaplarda veya hijyenik olmayan ambalajlarda satılabilmektedir. Geleneksel metotlarda dolum işleminde uygun olmayan şartlar kontaminasyon riskine sebep olabilmektedir (Erbil, 2020).

1.3.2. Endüstriyel Yöntemlerle Pekmez Üretimi

Endüstriyel yöntemlerle pekmez üretiminde hammadde öncelikle yıkanır, saplarından ayrılır ve meyveler parçalandıktan sonra pres makinelerine alınır. Presleme işlemi ile meyve sırası çıkartılır. Bazı işletmelerde sırada olası renk kararmalarının önüne geçebilmek için şıraya 50 ppm kadar kükürtdioksit (SO₂) ilavesi yapılmaktadır(Özesmer, 2021). Daha sonrasında santrifüjleme işlemi ile sıra kaba tortusundan ayrılır. Kaba tortusundan ayrılan sıra bulanık yapıdadır. Şıraya bulanıklık kazandıran yapılar; lifler, meyve parçaları, hücre parçacıkları, nişasta, protein, polifenoller, araban ve pektik maddelerdir. Etkili bir durultma işlemi için yapıdaki pektik maddelerin pektolitik enzimler aracılığıyla galakturonik asite parçalanması gerekmektedir (Özesmer, 2021). Şıraya pekmez toprağı ilave edilir. Pekmez toprağının etkisini arttırmak ve berraklaştırma işlemini daha verimli gerçekleştirebilmek için sıra 70°C'ye kadar ısıtılır. Daha sonrasında soğutmaya ve dinlendirmeye alınır. Berrak kısmı ayırmak için sıra filtre edilir

(Öztürk,2019). Tamamen berraklaştırabilmek için ısıtma işlemi, soğukta dinlendirme, tanen-jelatin uygulaması ile durultma ya da enzimatik yolla durultma uygulanır. Endüstriyel yöntemlerde durultma işlemi uygulanmış berrak şıra vakum evaporasyon yöntemiyle 67-70°C’de istenilen kıvama koyulaştırılmaktadır (Altınbaş, 2021). Üretilen pekmezler bekletilmeden soğutma tanklarına alınmaktadır. Depolama esnasında serin, nemden uzak depolar tercih edilmelidir (Özesmer, 2021). Vakum altında pişirilen pekmezler daha düşük sıcaklıklarla kaynatılabildikleri için bu tip pekmezlerde daha az yanma olmaktadır. Pekmezin koyulaştırılma derecesi şekerlenmemesi ve mikrobiyolojik bozulmalar olmaması açısından önemlidir (Özesmer, 2021). Sıvı pekmezler Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği’ne göre en az %68 suda çözünür kuru madde içeriğine sahip olmalıdır (TGK Üzüm Pekmezi Tebliği, 2017).

Geleneksel yöntemler ile gerçekleştirilen pekmezlerde asitlik endüstriyel yöntemlerden daha yüksektir. Endüstriyel yöntemlerde üretilen pekmezlerin rengi daha açıktır. Bunun sebebi daha az karamelize olmalarıdır. Ayrıca geleneksel yöntemde metal kontaminasyonu riski önemli derecede yüksektir.

1.4. Pekmez Çeşitleri

1.4.1. Üzüm Pekmezi

Üzüm, pekmez üretiminde en sık kullanılan meyvelerin başında gelmektedir. Viteceae familyasının *Vitis* cinsi içerisinde yer alan bu meyvenin ülkemizde 1200’den fazla farklı çeşidi yetiştirilebilmektedir (Türkmen, 2022). Türkiye’de 2022 üretim döneminde 4.2 milyon dekar alanda 3.6 milyon ton üzüm üretilmiştir. 2021/2022 yılı ihracat miktarı 1,4 milyon tondur. Dünya verilerine bakılacak olduğunda ise 6.7 milyon hektar alanda 73 milyon ton üzüm üretilmiştir. 2022 yılında ülkemizdeki üzüm üretiminin %38.4’ünü çekirdekli sofralık üzüm, %28.2’sini çekirdeksiz kurutmalık üzüm oluşturmuştur. Türkiye’nin çekirdeksiz kuru üzüm iç tüketim miktarı ise 35-50 bin ton seviyesindedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Üzüm pekmezi TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardında “taze veya kuru üzüm şirasının asitliğini azaltmaksızın veya kalsiyum karbonat ile asitliğini azaltarak tekniğine uygun olarak vakum altında veya açıkta koyulaştırılması ile elde edilen koyu kıvamlı mamul veya bal, çöven, süt tozu, süt, süttozu, yumurta akı gibi maddelerin ilavesi ile karıştırılan bir mamul” olarak tanımlanmaktadır. Bu standart üzüm pekmezini pH değerine bağlı olarak tatlı ve ekşi pekmez olmak üzere iki çeşide ayırmaktadır. Tatlı pekmez için pH aralığı 5-6 iken, ekşi pekmez için 3.5-5.0 olarak belirtilmektedir. Katılaştırma işlemi uygulanıp uygulanmamasına bağlı olarak da sıvı ve katı pekmez

olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Katı pekmezin “açık beyaz (zile), sarıdan açık kahverengiye kadar değişen renkte, katı görünüşte, kesildiğinde faz ayrılması göstermeyen ve akışkan bir eğilim göstermeyen yapıda”, sıvı pekmezin ise “açık kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişen renkte koyu kıvamlı ve akışkan bir yapıda” olması gerektiği belirtilmektedir.

Tablo 1: TKG göre üzüm pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

	Sıvı Üzüm Pekmezi	Katı Üzüm Pekmezi
Suda Çözünür Katı Madde(°brix) (en az,%)	68	80
Toplam Kül(en çok, %)	2.5	3
Hidroksimetilfurfural (HMF) (en çok, mg/kg)	75	100
pH (Tatlı üzüm pekmezi)	5.0-6.0	
pH (Ekşi üzüm pekmezi)	3.5-5.0(Hariç)	
Maltoz (en çok, %)	1,0	
Sakaroze (en çok, %)	1.0	
Fruktoz/Glikoz oranı	0.2	
Delta C13 (Binde, ‰)	-23.5'den daha negatif olmalı	
Organik asitler Tartarik asit/Malik asit oranı	≥1	

(TKG Üzüm Pekmezi Tebliği, 2017)

Türk Gıda Kodeksi kapsamında tebliği olan tek pekmez çeşidi üzüm pekmezidir. Bu tebliğde üzüm pekmezi “fermente olmamış taze üzüm veya kuru üzüm ekstraktının uygun yöntemlerle asitliğinin azaltılıp durultulmasından sonra tekniğine uygun olarak vakum altında veya açıkta koyulaştırılması ile elde edilen kıvamlı ürün” şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tebliğ kapsamında da tat durumuna göre tatlı ve ekşi, kıvamına göre de sıvı ve katı olmak üzere 2 sınıfa ayrıldığı görülmektedir. Aynı tebliğde üzüm pekmezinin kendine has koku, tat ve homojen yapıda olması gerektiği, yanık tat bulundurmayaacağı, sıvı üzüm pekmezinde kristalleşme olmaması gerektiği, yabancı madde bulunduramayacağı, üretim teknolojisi kapsamında oluşan tortunun ise yabancı maddeden sayılmadığı, ticari glikoz, fruktoz ve benzeri şekerler ile seyreltilmesi ve/veya çoğaltılması yoluyla meyveli şekerli şurup, üzüm tatlısı, ve üzüm pekmezi şurubu gibi isimlerle ürünler üretilmeyeceği hükümleri yer almaktadır (TKG Üzüm Pekmezi Tebliği, 2017). Türk Gıda Kodeksi'ne göre üzüm pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo '1de verilmektedir.

Üzüm pekmezi ülkemizdeki farklı bölgelerde yöresel olarak farklı farklı adlandırılabilir. Zile pekmezi olarak da bilinen katı pekmezin Gaziantep'de Ağda

Pekmezi, Kırşehir'deki Çalma pekmezi, Balıkesir'de Bulama pekmezi, Kahramanmaraş'a ve Toroslar'a özgü Masara üzüm pekmezi farklı adlandırmalara örnek olabilir (Altınbaş, 2021).

Üzüm pekmezinde katkı maddesi kullanımına izin verilmemektedir. Üzüm pekmezinin ait mineral madde kompozisyonu Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2: Üzüm pekmezi mineral madde özellikleri

Mineral madde	Bulunabilen en yüksek miktar (mg/kg)
Demir (Fe)	25.0
Bakır (Cu)	5.0
Arsenik	0.2
Kurşun (Pb)	0.3
Çinko (Zn)	5.0

TGK Üzüm Pekmezi Tebliği, 2017

Üzüm pekmezinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen başlıca parametreler üzümün yetiştirildiği bölgenin coğrafik ve ekolojik özellikleri, üzümün cinsi, yetiştirilme koşulları, üretim teknikleridir.

Geleneksel üzüm pekmezi yapımında yaygın olarak taze üzüm kullanılmakla beraber kuru üzüm de kullanılabilir. Hasat yapıldıktan sonra tarımsal ilaç kalıntılarından, toz ve topraktan arındırılmak amacıyla yıkanır. Burada amaç hammaddedeki mikrobiyal yükü minimize etmektir. İnsan gücü kullanılarak temizlenmiş üzümünden şıra elde edilir. Beton veya tahta teknelerde, çuvallara alınmış temiz üzümün ayakla çiğnenerek şıraları çıkartılır. Üzüm şırasının bulanıklığı fazla ve asitliği yüksektir. Bu asitliğin kaynağı tartarik asit, malik asit ve sitrik asittir. Tatlı bir pekmez eldesi için asitliğin düşürülmesi gerekmektedir. Pekmez toprağı asitlik giderici olarak kullanılmaktadır. Şıraya pekmez toprağı eklendikten sonra, daha hızlı bir etki, mayaların faaliyetlerini önlemek ve durultma işlemlerini hızlandırmak için bir taşım kadar kaynatılır. Bu işleme kestirme denir. Şıra kestirildikten sonra dinlendirilmeye bırakılır ve tortular kabın dibine çöktürülmesi için beklenir. Bekleme işlemi yaklaşık 6 saat kadar sürer. Daha sonrasında koyulaştırma işlemi için genellikle halk arasında bakır leğenler kullanılarak kaynatma yapılır. Kaynatma işlemi esnasında şıra sürekli karıştırılır. Karıştırmada amaç şıranın dibe yapışmasını önlemek ve buharlaştırma işlemini kolaylaştırmaktır. Kaynatma işlemi sırasında üst kısımda oluşan köpük temizlenir. Halk arasında koyulaştırma işleminin yeterince yapıp yapılmadığı, kaynayan pekmezden tahta kaşık yardımıyla alınan az miktarda pekmezin yavaşça akıtılması ile pekmezin, yan

yana iki ayrı noktadan damladığının gözlemlenmesi sonucu anlaşılmaktadır. Pekmezin tek bir noktadan damlaması ile koyulaştırmanın henüz yeterince olmadığı anlaşılmaktadır. Güneşi fazla alan ve kurak iklime sahip bölgelerde koyulaştırma işlemi için güneşten de yararlanılabilmektedir. Üzüm şırası tepsilere alınarak güneş altında bekletilmektedir. Güneş altında bekletilen pekmezler “günbalı” denmektedir. Ocakta kaynatılan pekmezler ise soğuduktan sonra ambalajlanarak soğuk ve kuru alanlarda muhafaza edilmektedir (Özesmer, 2021).

1.4.2. Dut Pekmezi

Üzümsü bir meyve olan dut, *Urticales* takımının *Moraceae* familyasının *Morus* cinsine aittir. 24 türe sahip olan bu meyve geniş bir sıcaklık ve iklim yelpazesinde gelişebilmektedir. En yaygın yetiştiriciliği yapılan dut türleri *Moris alba* (beyaz dut), *Moris nigra* (siyah dut) ve *Morus rubra* (kırmızı dut)’dır. Ülkemiz bu dut türlerinden *Moris nigra*’ya anavatanlık etmektedir (Güngör, 2007).

Dut meyvesi insan vücudunda sentezlenemeyen esansiyel yağ asitlerini içermektedir. Bu yağ asitleri, sağlıklı hücre membranının şekillenmesinde, beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarının uygun şekilde yürütülebilmesinde, eikosanoid olarak adlandırılan hormon benzeri maddelerin üretiminde aktif rol oynamaktadırlar. Beyaz dutun baş dönmesi, kansızlık nedeniyle uykusuzluk, hipertansiyon tedavilerinde kullanıldığı bilinmektedir (Güngör, 2007).

Dut kolay bozulabilen meyvelerin arasında yer almaktadır. Bu özelliğinden dolayı da farklı ürünlere işlenmesi yaygın meyvelerdendir. Reçel, pestil, köme, pekmez dutun en yaygın ikincil ürünlerindendir. Dut pekmezi üretiminde hem beyaz dut hem de kara dut kullanılabilmektedir. Hem taze dut hem de kuru dut pekmez üretiminde kullanılabilmektedir. TS 12001 Dut Pekmezi Standardı’na göre “yabancı maddelerden arındırılmış taze dut veya dut kurusu şırasının açıkta ve/veya vakumda belirli bir kıvama kadar koyulaştırılmasıyla elde edilen bir mamul” olarak tanımlanmaktadır. İçerdiği kuru maddeye göre kütlece en az %72 kuru madde içeren Tip I, %65 kuru madde içeren ise Tip II olarak sınıflandırılmaktadır (Türkmen,2022). Türk Gıda Kodeksinde dut pekmezi ile ilgili bir düzenleme bulunmamaktadır.

Dut pekmezinde üretim esnasında yüksek sıcaklık ve uzun süre kaynatmada Maillard reaksiyonu sonucu oluşan hidroksimetilfurfural (HMF)’ın üzüm pekmezine göre daha düşük düzeyde olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. (Işık, 2014). Dut pekmezi genellikle taze duttan yapılmaktadır ve hasattan mümkün olan çok kısa bir süre içerisinde üretime geçilmesi gerekmektedir. Üretim kapasitesi aşıldığı durumlarda çok

abuk bozulabilen bir meyve olduğundan dolayı kurutularak saklanılan dut daha sonrasında tekrardan pekmez üretimi için hammadde olarak da değerlendirilebilmektedir (Erbil, 2020).

Tablo 3. Dut Pekmezi Standardına fiziksel ve kimyasal zellikleri

Yoğunluk, 20°C’de , g/mL en az	1.37	1.34
pH, 20 °C’de,	5.0-6.0	5.0-6.0
Refraktometrik kuru madde, Bx, %en az	72	65
İnvert eker, % m/m	51-65	35-50
Toplam eker (invert eker cinsinden), %m/m, en çok	66.0	60.0
Sakaroz, %m/m, en çok	14	17
%10’luk HCl ’de nmeyen kl, %m/m, en çok	0.3	0.3
Toplam kül, %, en çok	4.0	3.0
Hidroksimetilfurfural HMF), mg/L, en çok	75	75
Arsenik	0.2	0.2
Bakır	5.0	5.0
Çinko	5.0	5.0
Demir	15.0	15.0
Kalay	50.0	50.0
Kurşun	0.3	0.3
Bakır, demir ve çinko toplamı, mg/kg, en çok	20.0	20.0
Yoğunluk, 20°C’de, g/mL en az	1.37	1.34

TS12001:1996/T2: 2017

1.4.3. Armut Pekmezi

Armut, gülgiller (*Rosaceae*) familyasında yer alan, *Pyrus* cinsine ait ufak ağaçlar ve bu türlerin yenilebilir meyvelerinin ortak adıdır. Elma ve üzümden sonra en yaygın ılıman iklim meyvesi olarak bilinmektedir. Anadolu’da binlerce yıldır yetiştirilmekte olan armutun 600’den fazla çeşidi vardır. Ülkemizde armut yetiştiriciliği geleneksel yöntemlerle devam etmektedir. Yabani ağaçların aşılanması olarak uygulanan bu yöntemde meyve kalitesi ve verimi yeterli seviyelerde olmamaktadır. Bu sebepten dolayı da armut üretiminde alan bakımında Dünya sıralamasında st sıralarda yer alan Türkiye, aynı sıralamasını üretim miktarı ve kalitesinde yakalayamamaktadır (Erbil, 2020).

Elma ve armut pekmezleri benzer üretim proseslerine sahiptirler. Ekstraksiyon işlemi için küçük parçalar haline dönüştürülen armutlar preslenerek bulanık armut suyu

elde edilmektedir. Presleme işleminin sıcak uygulamasıyla yapılmasının meyve suyu verimini arttırdığı düşünülmektedir. Elde edilen bulanık meyve suyu %75-95 oranında CaCO_3 içeren pekmez toprağı ile veya ticari CaCO_3 ile kaynatılır. Ardından depektinizasyon işlemi ile meyve suyuna bulanıklık veren pektolitik maddeler enzim yardımı ile parçalanmaktadır. Asitliği azaltılan ve durultulan meyve suyu filtre edilir ve böylelikle berrak meyve suyu üretimi gerçekleştirilmiş olur. Genellikle açık kazanlarda kaynatılan berrak meyve suyu %68-80 kuru madde aralığına konsantre edilir. Endüstriyel üretimlerde bu aşamada vakum altında konsantrasyon uygulanmaktadır (Erbil, 2020).

Türk Gıda Kodeksi veya Türk Standartlarında armut pekmezine ait herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır.

1.4.4. Taflan (Karayemiş) Pekmezi

Taflan, *Laurocerasus officinalis* Roem. olarak adlandırılmaktadır. Ülkemizde genellikle “karayemiş” veya “taflan” adıyla bilinmektedir. Ordu’da “gürcü kirazı”, “laz üzümü”, Giresun’da “tanal”, Rize’de “karamış”, Artvin’de “tçkoo” gibi yöresel adlarıyla da bilinmektedir. Anavatanı Türkiye, Güney Kafkaslar ve Balkanlar olan taflan ülkemizde Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yetiştirilmektedir (Saydam, 2022).

Taflan üzerine yapılan morfolojik ve sitolojik çalışmalarda, “Oxygemmis”, “Globigemmis”, “Angustifolia” olmak üzere üç formu karakterize edilmiştir. Oxygemmis’in meyveleri diğer formlara göre daha iri ve olgunlaştığında daha siyah renkte, meyve tadı acı ve mayhoş; Globigemmis meyveleri ise daha ince mezokarplı, sert ve olgunlaştığında siyah renkte, tadının Oxyhemmis’e göre daha az mayhoş ve daha az acı; Angustifolia’nın ise Avrupa’da süs bitkisi olarak kullanıldığı ve daha geniş bir dağılım gösterdiği bilinmektedir (Başar, 2019).

Taflan meyvesinin Karadeniz Bölgesi’nde üç adet kültüre alınmış ve 15 adet yabani çeşidi bildirilmiştir. Taflanın erken gelişim aşamalarında zehirli olabildiği ve güçlü acı bir tada sahip olduğu ancak olgunlaştıktan sonra yenebildiği bilinmektedir. Yabani çeşitlerinin aksine, kültüre alınmış çeşitler olgunlaşmamışken daha az acı, daha büyük ve daha tatlı özellik göstermektedir. Taflanın acı ve buruk tadının meyvenin yenilebilen etli kısımlarında farklı oranda tanen ve flavanol maddeleri içermesidir. Meyvenin etli kısımlarında veya tohumunda amigdalin bileşeni bulunmaktadır. Amigdalinin hidrojen siyanür içermesi de önemli bir durumdur (Başar, 2019).

Taflan meyvesi kış soğuşuna dayanıklı bir meyvedir. Nemli, güneşli, iyi havalanabilen, derin ve pH yönünden asidik olan topraklarda daha verimli yetişebilmektedir. Taflan dört mevsim yeşil kalabilen çalı veya ağaçların meyveleridir.

Şekil ve renk olarak kiraza benzemekle beraber büyüklüğü 6-25 mm aralığında değişmektedir. Genellikle Haziran-Temmuz aylarında hasat edilmektedir. Yabani cinslerinin tadı buruk olabilmektedir. Aşılانmış olan türleri ise daha büyük ve daha tatlıdır. Taflan hem kurutulmuşu hem de tazesı tüketilebilen, pekmez, reçel ve marmelata da hammadde olarak işlenebilen bir meyvedir (Saydam, 2022).

Taflan, sindirimi kolay bir meyvedir ve tokluk hissi oluşturabilmektedir. Farklı aroma ve tadı sebebiyle gıdalarda bileşen olarak değerlendirilebilmektedir. Bu meyvenin yapraklarının çayının da tüketildiğı bilinmektedir (Saydam, 2022).

Taflan meyvesinin toplam antosiyanin kapasitesini belirlemek için yapılan bir çalışmada, Kocaeli yöresindeki 12 farklı genotipe sahip karayemiş ile bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada toplam antosiyanin konsantrasyonu 67.52-260.81 mg/kg aralığında değişmektedir. Aynı çalışmada bu meyvenin renk değerleri de incelenmiştir. Kırmızılığı tanımlayan a* değeri en yüksek 7.41 en düşük ise 5.34 olarak belirlenmiştir (Kasım, 2011; Saydam, 2022).

Karayemişlerde önemli miktarda klorojenik asit vardır. Meyvenin yapısında 84-412 mg GAE/100 g fenolik madde içeriğı vardır ve bu son derece yüksek bir miktardır. Mor renkli taflan meyvelerinin kırmızı renklilere göre toplam antosiyanin içeriğinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Meyvelerin toplam fenolik madde içeriğine bakıldığında kırmızı renkli olanlarının fenolik madde içeriğinin yaklaşık %24'ünü, mor renkli olanlarının ise fenolik madde içeriğinin %32'sini antosiyaninlerin oluşturduğu bilinmektedir (Başar, 2019).

Ordu ilinde yetiştirilen kiraz karayemiş meyvesinin, fenolik içeriğı, antioksidan kapasitesi üzerine depolama koşullarının etkisinin incelendiğı bir çalışmada 21 günlük depolama periyodu süresince toplam antioksidan kapasitesinin, toplam fenolik madde kapasitesinin, toplam asitliğin azaldığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada klorjenik asit, 4-hidroksibenzoik asit, vanilik asit ve rutin bileşenlerinin baskın fenolik asit bileşenleri olduğu belirlenmiştir (Öztürk, 2015; Saydam, 2022).

Taflan meyvesinin dondurularak kurutma yöntemiyle muhafaza edildiğı bir çalışmada, gam arabik, peyniraltı suyu tozu ve maltodekstrin ilavesinin taflan tozuna etkisi araştırılmıştır. Yardımcı bileşenlerin ilave edildiğı taflan tozlarının daha pürüzsüz yapıda olduğu ve en pürüzsüz yapının da maltodekstrin ilavesi ile üretilen taflan tozlarında olduğu belirlenmiştir. Çalışmasının sonucunda elde edilen taflan tozlarının renk verici, aroma verici maddeler olarak özellikle fırıncılık ürünlerinde ve meyve sularında kullanılabileceğı değerlendirilmiştir (Dilim ve Talih, 2018; Saydam, 2022).

Literatürde taflan pekmezi ile ilgili çalışmalar son derece sınırlıdır (Alasalvar ve ark., 2005; Liyana-Pathirana ve ark., 2006; Başar, 2019). Genellikle ülkemizde Karadeniz bölgesinde geleneksel metotla üretimi gerçekleştirilen bu pekmez çeşidinin farklı ürünlerin formülasyonuna katılarak fonksiyonel gıda üretimini amaçlayan çalışmalara ilgi son dönemlerde artmaktadır.

Karayemişten pekmez üretimi gerçekleştirilen çalışmalarda, pekmeze dönüştürülen ürünlerde daha yüksek antioksidan kapasitesi olduğu belirlenmiştir (Liyana-Pathirana ve ark., 2006; Başar, 2019).

1.5. Pekmez ve Sağlık

Pekmezin organik asitler, mineral maddeler ve vitaminler bakımından beslenmedeki yeri fazladır (Batu, 1993; Demiröz vd., 2002; Akbulut ve Özcan, 2007). Yetişkin bir bireyin günlük enerji ihtiyacının da %55-60'ı kadarının karbonhidrat kaynaklı gıdalardan sağlandığı bilinmektedir. Pekmez bileşimindeki yüksek şeker miktarı dolayısıyla iyi bir karbonhidrat ve enerji kaynağıdır. 100 g pekmezin 280 kcal enerji verdiği bilinmektedir (Temel, 2014). Bebek ve çocuk beslenmesi üzerine yapılan araştırmalar diyetlerindeki karbonhidratların sindirim sistemlerinde en küçük monomerlerine kadar metabolize edilmesi gerektiğini belirlemiştir. Pekmezde bulunan karbonhidratların büyük bir çoğunluğunun monosakkarit formunda olması pekmeze kolay metabolize edilebilirlik özelliği sağlamaktadır. Monomer yapıda bulunan glikoz ile fruktoz sindirim sisteminde basit difüzyon ile kana geçerek vücudun enerji ihtiyacını hızlı bir şekilde sağlayabilmektedir. Bu özelliği ile pekmez, çocukların beslenmelerinde dengeli bir şekilde yer almalıdır. Benzer şekilde sporcuların da hızlı bir enerji ihtiyacı açığını kapatma ihtiyaçları olabileceğinden onların da diyetlerinde tercih ettiği bilinmektedir (Temel, 2014).

Andız pekmezinin bronşit, öksürük, sarılık, kaşıntı, mide bulantısı ve egzamaya; dut pekmezinin mide hastalıkları, ülser, boğaz hastalıklarına; keçiyoynuzu pekmezinin kolesterolü düşürmeye, bağırsak aktivitelerini düzenlemeye, diş ve kemik sağlığını desteklemeye; üzüm pekmezinin mide, bağırsak, böbrek ve kan dolaşımı sağlığına olumlu etkileri vardır (Temel, 2014). Pekmez proteince fakir olmasına rağmen vücudumuzda üretilmeyen esansiyel aminoasitleri anne sütünden sonra en dengeli içeren gıda olmasıyla da sağlık açısından önemlidir. Çünkü esansiyel aminosaitlerin organizmada biri diğerinden daha fazla bulunduğu zaman fazla olandan çok yararlanılamaz (Öztürk, 2019).

Pekmez çinko, fosfor, demir, potasyum, magnezyum ve kalsiyum mineralleri bakımından zengindir. Fe^{+2} minerali kandaki oksijeni organlara taşır. Çinko,

karbonhidrat, protein metabolizmasında ve nükleik asit sentezinde rol oynar. Eksikliğinde çocuklarda cinsi bozukluk, yetersiz gelişme ve iştah azalması görülebilir. Fosfor, kan hücrelerinde şekerin enerjiye çevrilmesinde rol oynar. Potasyum, sodyumla beraber ozmotik basınç ve pH dengesini ayarlar, kasların kasılmasında ve enzimlerin fonksiyonlarında görev alır. Magnezyum dolaşım ve sinir sisteminin düzenli çalışmasında etkilidir. Kalsiyum özellikle büyüme çağındaki çocuklarda iskelet sağlığı açısından önemlidir. Ayrıca üzüm pekmezinde tiamin (B₁), pantetonik asit (B₅), niasin (B₃), pridoksin (B₆), biotin, folik asit (B₉) ve az miktarda da riboflavin vitaminleri bulunmaktadır (Altınbaş, 2021).

Kimyasal yapısında aromatik benzen halkası içeren maddeler ve bunların türevleri fenolik bileşikler olarak adlandırılmaktadır. Pekmezin yapısında bulunan temel minör bileşenlerin başında fenolik bileşikler gelmektedir. Antioksidan, antimutajenik ve antikarsinojenik özellikleriyle fenolik bileşikler insan sağlığı açısından yararlı bileşiklerdir. Pekmez esansiyel yağ asitleri açısından da zengindir.

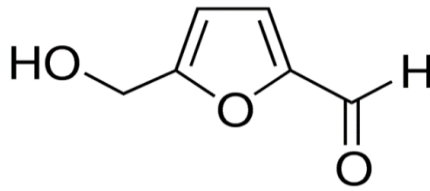
Açık kazanlarda yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen kaynatma işlemi ile yapıdaki şekerlerin bir kısmının karamelize olmasıyla esmer renkte, yanık tat ve kokuya sahip hidroksimetilfurfural geleneksel yöntemle üretilen pekmezlerde insan sağlığı için risk teşkil etmektedir. HMF dışında açık kazanlarda geleneksel yöntemlerle üretilen pekmezlerde metal kontaminasyonu da sağlık açısından risk teşkil eden bir diğer risk faktörüdür. Literatürde bazı çalışmalar pekmez örneklerinde demir, çinko, bakır miktarlarının Türk Gıda Kodeksi Üzüm Tebliği'ne göre yasal limitlerin üzerinde olduğunu tespit etmiştir. Bu metal kontaminasyonunun sebebinin paslanmaz çelik kazanlar yerine bakır kazanlar kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Pekmezde sağlığa risk teşkil edebilecek diğer bir unsur ise pestisit kalıntıları ve mikotoksinlerin varlığıdır. Yine literatürde yasal limitlerin üzerinde sonuçların alındığı çalışmalar mevcuttur (Türkmen, 2022).

1.6. Pekmez ve Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hidroksimetilfurfural, ısı işlemi sonucu indirgen şekerler ve aminoasitler arasındaki reaksiyonla oluşan, gıdalarda kanserojen etkisi nedeniyle miktarı sınırlandırılan bir bileşiktir. HMF enzimatik olmayan “maillard reaksiyonu” sonucu oluşan bir üründür. Isıl işlem uygulanan meyve suyu, bal, reçel, marmelat, jöle, domates salçası, pekmez gibi pek çok üründe HMF bulunabilmektedir. HMF miktarının belirli bir düzeyde bulunması; renkte esmerleşmeye, tat ve koku bozulmalarına, besleyici değerlerde azalmaya neden olabilir. Bu sebeple gıdalarda bulunabilen maksimum izin

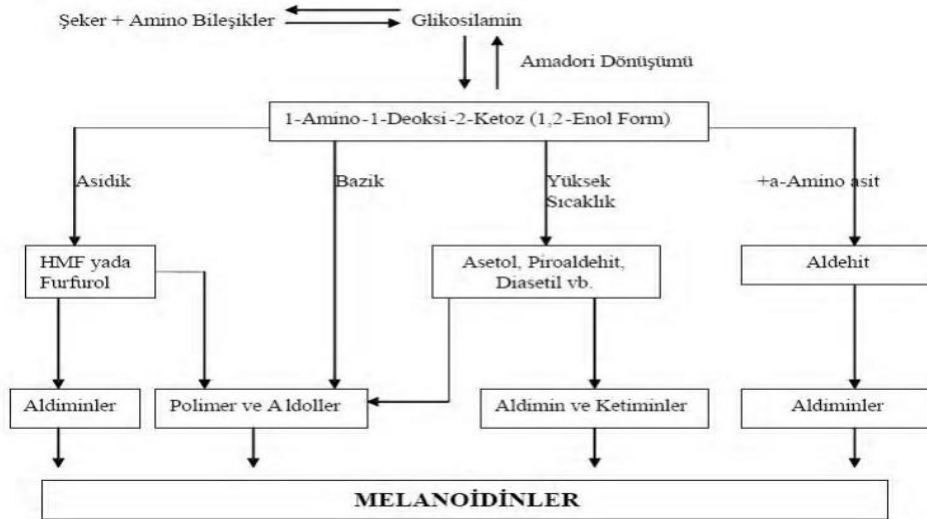
verilen HMF limiti sınırlıdır. HMF hem aldehit hem alkol fonksiyonel gruplarını içeren bir furan türevi olmakla beraber altı karbonlu heterosiklik bir aldehittir. $C_6H_6O_3$ kapalı formülüne sahiptir. 126.11 g/mol molekül ağırlığında ve 1.29 g/cm³ yoğunluğunda bulunmaktadır (Altınbaş, 2021).

Gıdada tespit edilen HMF miktarı, üretimde aşırı ısı işlem uygulanıp uygulanmadığı hakkında fikir vermektedir. Ülkemizde balda HMF limiti 40 mg/kg, hazır meyve suyu ve pürelerde 20 mg/kg, pekmezde ise 75 mg/kg'dır (Aközlü, 2012).



Şekil 2. HMF kimyasal yapısı

Şekerli ürünlerde depolama esnasında kalitenin bozulmasına en fazla sebebiyet veren durum maillard reaksiyonu gerçekleşmesidir (Aközlü, 2012).



Şekil 3. Maillard reaksiyonu oluşumu

Maillard reaksiyonlarının gıdanın sahip olduğu renk, tat, aroma gibi duyuşal özellikleri olumsuz etkileyebilmesi ve HMF oluşumuna neden olmasından dolayı proses süresince, gıdanın dağıtımı ve depolaması süresince kontrol altında tutulması gerekmektedir.

Maillard reaksiyonunu etkileyen önemli faktörler sıcaklık ve süre, su aktivitesi, pH, şeker ve aminoasit içeriği, fenolik madde ve metal iyonu varlığıdır. Depolama sıcaklığındaki artış maillard reaksiyonunu hızlandırabilmektedir (Kato vd., 1969; Eichner ve Karel, 1972). Konserve depolama sıcaklığının her 5°C'lik artışı HMF içeriğini yaklaşık 2 kat olarak arttırmaktadır (Altınbaş, 2021). Çok düşük su aktivitesi ve çok yüksek su aktivitesi maillard reaksiyonunun hızını yavaşlatmaktadır. Düşük su aktivitesine sahip gıdalarda viskozitenin artması, yüksek su aktivitesine sahip gıdalarda ise substrat derişiminin azalması enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunu azaltmaktadır.

Amino gruplarının asidik koşullar altında proton alarak glikozilamin oluşumunun engellenmesinin asidik çözeltilerde meydana gelen esmerleşme reaksiyonlarını yavaşlattığı bilinmektedir. Maillard reaksiyonlarında ortamdaki karbonhidrat ve aminoasit kompozisyonu reaksiyon hızını doğrudan etkilemektedir. Şekerlerin reaksiyona katılım önceliği D-ksiloz > L-arabinoz > heksozlar > disakkaritler olarak bilinmektedir. Aldozların ketozlara göre, pentozların heksozlara göre daha kolay maillard reaksiyonuna katıldığı belirlenmiştir. İndirgen şeker olarak gıdada fruktoz bulunduğu durumlarda glikoz bulunan durumlara göre daha hızlı reaksiyon oluşmaktadır. Bazik özellikteki aminoasitler asidik özellikteki aminoasitlere göre maillard reaksiyonlarına daha yatkın olduğu bilinmektedir. Ortamdaki fenolik bileşiklerin ve metal iyonları varlığı bu reaksiyonu hızlandırmaktadır (Altınbaş, 2021).

HMF heksozların doğrudan ısıtılmasıyla da açığa çıkabilmektedir (Aközlü, 2012). Aynı zamanda HMF maillard reaksiyonu harici karamelizasyon ve askorbik asit degradasyonu sonucu da açığa çıkan bir ara üründür (Altınbaş, 2021). Karamelizasyon reaksiyonlarında asit, alkali gibi reaktanların varlığında şekerlerin kontrollü ısıtılmasıyla uçucu aroma bileşikleri oluşur. Sakkarozun yüksek ısıl işlemde karamelizasyon yoluyla bozularak HMF'ye dönüştüğü bilinmektedir (Altınbaş, 2021).

C vitamini asit karakterli olup, indirgen özelliğe sahip bir yapıdadır. Ortamın pH'sı, sıcaklık ve oksijen varlığı gibi faktörlerle askorbik asitten ve dehidroksiaskorbik asitten yaklaşık 50 farklı degradasyon ürünü oluşmaktadır. Askorbik asidin nötr ve asit çözeltilerdeki başlıca degradasyon ürünü furan türevleridir.

HMF'nin sitotoksik, genotoksik ve tumerojenik etkileri olduğu tespit edilmiştir. HMF'nin gözlerde, üst solunum yollarında, deride ve mukoza membranlarında tahriş yol açtığı bilinmektedir. Aynı zamanda kolon-rektum, karaciğer ve cilt kanseri oluşumunu indükleyebileceği düşünülmektedir. HMF'nin mutajenik aktivite ve DNA ipliğini kırma özelliği gösterdiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Pekmez üretiminde

HMF oluşumunun belirlenerek kontrol altına alınması hem pekmez üretiminde konsantrasyon aşamasının standardize edilmesi hem de depolama sırasında pekmezin uygun sıcaklıkta muhafaza edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Altınbaş, 2021).

HMF'nin sağlıkla ilişkilendirilebileceği tüm bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda pekmezde de HMF varlığını tespit etmek üzerine pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda genellikle depolama süresi, sıcaklık, üretim teknikleri, şeker içeriğinin pekmezde HMF varlığına etkileri incelenmektedir. Yapılan araştırmalar açık kazanlarda, kontrolsüz yüksek ısıyla üretilen pekmezlerde endüstriyel yöntemle kıyasla HMF oluşumunun daha yaygın olduğunu göstermektedir.

1.7. Pekmez İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Pekmez geleneksel lezzetlerimiz arasında önemli bir yere sahip olduğundan ve yöreden yöreye farklı çeşitleri olduğundan araştırmacılar tarafından da rağbet gören bir çalışma alanına sahiptir.

Taflan pekmezi ile üretilen yoğurtların özellikleri ve raf ömrü boyunca bazı kalite özelliklerindeki değişimlerin araştırıldığı bir çalışmada, süte farklı oranlarda (%0, %4, %8, %12 ve %16) taflan pekmezi ilave edilerek yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. 21 günlük depolama süresinin sonunda yoğurtlardaki fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikler incelenmiştir. pH, kuru madde, yağ ve kül değerlerinin pekmez konsantrasyonu arttıkça arttığı gözlenmiştir. Yoğurtlardaki serum ayrılması değerinin ise taflan konsantrasyonu arttıkça azaldığı ve yoğurtların su tutma kapasitesinin ise konsantrasyonla paralel arttığı belirlenmiştir. Yoğurtların artan pekmez konsantrasyonu ile renk analizlerinde açıktan koyuya doğru bir performans sergilediği gözlenmiştir. Artan pekmez konsantrasyonu ile yoğurtların mineral madde içeriği de paralel olarak artış sergilemiştir. Duyuşal değerlendirmede ise kontrol grubu olan sade yoğurda kıyasla en beğenilen örnek grubunun %4 taflan pekmezi ilaveli yoğurtlar olduğu belirlenmiştir (Saydam, 2022).

Kastamonu yöresinde üretilen geleneksel çam kozalağı pekmezinin fizikokimyasal, biyoaktif ve fonksiyonel özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, 15 adet çam pekmezi örneği ile analizler gerçekleştirilmiştir. Çam pekmezi örneklerinde pH, renk, elektriksel iletkenlik, kül, HMF, protein, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, şeker ve mineral madde analizleri gerçekleştirilmiştir. Çam pekmezi örneklerinde pH 3.47-4.75, toplam titrasyon asitliği %1.28-2.56, viskozite 150.42-11164.67, °Briks %64.63-%78.68, elektriksel iletkenlik 376.67-944.67 ($\mu\text{s}/\text{cm}$), HMF 4.54-1101.58 mg/kg, kül miktarı %0.24-%0.96, protein miktarı %0.701-%0.057 ve renk değerleri L*:0.41-29.04; a*:6.54-44.11; b*:3.16-36.45 arasında belirlenmiştir. Pekmez örneklerinde K, Ca, P, Mg, Na

elementleri daha yüksek düzeyde, Zn, Fe, Mn mineralleri ise daha düşük düzeyde, bazı örneklerde ise Se hiç olmadığı tespit edilmiştir. Pekmez örneklerinin fruktoz içeriği %5.92-%30.23, glikoz içeriği %12.03-%36.48, sakkaroz içeriği %4.67-%45.32, F/G oranı 0.49-0.84, toplam şeker miktarı %49.31-%75.80, invert şeker miktarı %17.95-%66.71 olarak tespit edilmiştir. Pekmez örneklerinin HMF içerikleri ise 4.54-1101.58 mg/kg arasında tespit edilmiştir (İncemehmetoğlu, 2021).

Kayseri yöresindeki geleneksel yollarla üretilen pekmezlerin HMF içerikleri üzerine yapılan bir çalışmada yüksek performanslı sıvı kromatografisi cihazı ile analizler gerçekleştirilmiştir. Yöredeki 100 farklı örnek ile gerçekleştirilen çalışmada 18 pekmezde Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'nde yer alan üst limitten (75 mg/kg) daha yüksek miktarda HMF içeriği olduğu tespit edilmiştir (Aközlü, 2012).

Giresun yöresindeki bazı pekmez türlerinin mineral madde tayinlerinin iyon kromatografisi ve indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) yöntemiyle gerçekleştirildiği çalışmada, kara üzüm, beyaz üzüm, taflan, kivi, armut ve elma pekmezleri ile çalışılmıştır. Pekmezlerdeki mineral madde içerikleri değerlendirildiğinde, iyon kromatografisinde en yüksek miktarda sırasıyla potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum mineralleri olduğu tespit edilmiştir. ICP-MS yönteminde ise sonuçlar sırasıyla kalsiyum, magnezyum, sodyum, alüminyum, demir ve bakır olarak belirlenmiştir (Öztürk, 2019).

Farklı meyvelerden üretilmiş pekmezlerin depolama süresince biyokimyasal özelliklerinde oluşan değişimlerin belirlendiği bir çalışma da mevcuttur. Vakum yöntemiyle üretilmiş üzüm, dut, keçiboynuzu ve andız pekmezlerinde farklı sıcaklıklarda (8, 25 ve 45°C) 215 gün depolama süresince biyokimyasal özelliklerdeki değişimler incelenmiştir. pH değerlerinin zamanla düştüğü, titrasyon asitliği değerlerinin zamanla arttığı belirlenmiştir. HMF değerlerinin ise depolama süresince arttığı ve sıcaklık artışıyla da HMF miktarının yine paralel olarak arttığı gözlenmiştir. Şeker içeriği bakımından bütün pekmezlerde glikoz ve fruktoz bulunduğu, sakkarozun ise sadece üzüm pekmezinde bulunmadığı tespit edilmiştir. Depolama sıcaklığı ve süresiyle ters orantılı olarak antioksidan aktivite azalmıştır. Fenolik bileşen içeriğinin ise depolama süresiyle ters orantılı olarak değiştiği tespit edilmiştir (Temel, 2014).

Geleneksel ve modern yöntemlerle üretilen sıvı üzüm pekmezlerinin HMF miktarları ile, benzoik asit ve sorbik asit içeriklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, Uşak yöresindeki pekmezler karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda geleneksel yöntem ile üretilen sıvı üzüm pekmezlerindeki HMF miktarlarının daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Geleneksel yöntemle üretilen pekmezlerdeki pH değeri modern yöntemlerle

üretilenden daha düşüktür. Pekmezlerdeki asitlik değerin yükselmesinin karbonil-amino grupları arasındaki bozulmaların artmasına yol açarak esmerleşme tepkimelerinin ilerlemesine neden olduğu ve sonrasında HMF miktarının arttığı şeklinde değerlendirilmiştir. Bu çalışmada temin edilen endüstriyel yöntemle üretilmiş pekmezlerin 2 tanesinde benzoik asit ve sorbik asit tespit edilmiştir. Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre pekmezde koruyucu madde kullanımına izin verilmediğinden benzoik asit ve sorbik asit tespit edilen örnekleri “güvenilir olmayan gıda” olarak değerlendirmişlerdir (Altınbaş, 2021).

Denizli, Mersin, Mardin yörelerindeki 3 farklı geleneksel yöntem ile üretilen üzüm pekmezi ile Şanlıurfa, Afyonkarahisar, Malatya yörelerinde endüstriyel yöntem ile üretilmiş 3 farklı üzüm pekmezinin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin kıyaslandığı bir çalışma da mevcuttur. Bu çalışmada duyuşal değerlendirmede Şanlıurfa yöresindeki endüstriyel yöntem ile üretilmiş pekmezin en fazla beğenildiği belirlenmiştir. HMF sonuçları 16.63-394.31 mg/kg aralığında belirlenmiştir. pH 4.83-5.45 aralığında, suda çözünür kuru madde (briks) %68.2-76.8 aralığında, kül%0.35-2.19 aralığında, titrasyon asitliği %0.15-0.90 aralığında gelmiştir(Özesmer, 2021).

Keçiboynuzu pekmezinin püskürtmeli kurutma yöntemiyle kurutulduğu ve elde edilen tozların ekmek üretiminde kullanıldığı bir çalışmada pekmezin gıda endüstrisinde kullanılabilirliğini geliştirmek hedeflenmiştir. %12 oranında pekmez tozu ilavesinin hamurun gelişme süresini ve stabilitesini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Pekmez ilavesi ile hamurun yumuşama değerlerinde ciddi bir artış gözlenmiştir. Bu çalışmada sıvı halde bulunan keçiboynuzu pekmezinin yapışkan ve viskoz yapısından kaynaklanan gıda proseslerinde kullanımını kısıtlayan durumları kolaylaştırmak için pekmez tozunun iyi bir alternatif olduğu değerlendirilmiştir(Günel, 2011).

Farklı yörelerden elde edilen kuru üzümlerden endüstriyel boyutta 3 farklı üzüm pekmezi üretilerek +4°C, +25°C ve 37°C sıcaklıklarda 6 ay depolama süresinde bazı fizikokimyasal özelliklerinin kıyaslandığı farklı bir çalışma daha vardır. Depolama süre ve sıcaklığının arttıkça pekmezlerdeki HMF varlığının arttığı belirlenmiştir(Sarıtepe, 2018).

Kiraz ve fındık karayemiş pekmezinin 3 farklı depolama sıcaklığında (50-60-70°C) 6-168 saat depolanması sonrası fitokimyasal bileşiklerindeki değişimlerin gözlemlendiği bir çalışmada, artan sıcaklık ve süreye bağlı olarak titrasyon asitliği, esmerleşme düzeyi, HMF miktarları artarken; pH, viskozite, renk değerleri, Vitamin C değeri, toplam fenolik madde değeri, antioksidan aktivitesi ve antosiyanin miktarında azalma gözlenmiştir (Başar, 2019).

Dut pekmezinde depolamayla beraber antioksidan aktivite, toplam fenolik madde miktarı ve bazı fiziksel, kimyasal özelliklerinin araştırıldığı çalışmada, 20°C’de 6 ay depolama gerçekleştirilmiştir. Pekmez üretiminde farklı dut çeşitlerinin kullanılmasının, üretimde uygulanan ısıtma işlem uygulamasının değişkenliğinin kuru madde içeriğinde farklılığa sebep olduğu gözlenmiştir. Depolama süresince örneklerin kuru madde miktarı artmıştır. Depolama süresince örneklerdeki suda çözünür kuru madde içeriği önemli bir farklılık sergilememiştir. Kül miktarı depolama süresinde önemli oranda azalmıştır. pH değeri ise depolama süresi boyunca çok önemli oranda düşmüştür. Pekmezlerin invert şeker içeriğinin üretimde kullanılan dutların farklılığından, ısıtma işlem uygulaması farklılığından farklı olarak sonuçlar verebildiği değerlendirmiştir. Ayrıca depolamayla beraber de invert şeker içeriği 3. Ayda azalırken 6.ayda artış eğiliminde olmuştur. 6 aylık depolama süresince dut pekmezlerinin besin değerlerinde özellikle toplam fenolik madde miktarında ve antioksidan kapasitesinde azalma, HMF miktarında ise artma olduğu belirlenmiştir (Güngör, 2007).

8 ay boyunca depolanan beyaz ve sert zile pekmezlerinde HMF, renk ve pH değerlerinin incelendiği bir çalışmada, pH değeri depolamada başlangıçta artmış daha sonrasında azalmıştır. HMF değeri ise briksi yüksek pekmez örneklerinde depolama süreci sonunda %41.1 artmıştır, bu süre sonunda renk beyazdan kahverengiye dönmüştür (Tosun ve Üstün, 2003; Altınbaş, 2021).

Üzüm pekmezi örneklerinde HMF birikiminin araştırıldığı bir çalışmada, farklı sıcaklık ve çözünür katı madde miktarının etkileri incelenmiştir. Çözünür katı madde içeriği ve sıcaklık arttıkça HMF konsantrasyonu artmıştır (Bozkurt vd, 1998; Altınbaş, 2021).

Geleneksel yöntem ve endüstriyel yöntemle üretilen pekmezlerle gerçekleştirilen bir çalışmada 2 adet hazır pekmezde ve 1 adet geleneksel pekmezde HMF miktarları mevzuatta belirtilen yasal sınırların üstünde çıkmıştır (Kaya vd, 2012; Altınbaş, 2021).

Dut, kayısı, keçiboynuzu, üzüm ve andız pekmezleri ile yapılan bir çalışmada depolama süresi boyunca HMF miktarları artmıştır. Kayısı pekmezinde HMF seviyeleri depolama öncesi 122.09-145.08 mg/kg iken 8 aylık depolama sonunda 242.91-1132.58 mg/kg olmuştur. Dut pekmezinde HMF miktarı depolama öncesi 11.12-95.39 mg/kg iken depolama sonrası 160.11-2211.91 mg/kg olmuştur. Andız pekmezinde HMF miktarı depolama öncesi 12.07-28.79 mg/kg iken depolama sonrası 19.88-549.44 mg/kg, keçiboynuzu pekmezinde depolama öncesi 31.42 mg/kg iken depolama sonrası 175.96 mg/kg, üzüm pekmezinde ise depolama öncesi 19.08-261.10 mg/kg iken depolama sonrası 620.90-3260.22 mg/kg’dır. Bu çalışmada HMF oluşumunun engellenmesi için

depolama sıcaklığının oda sıcaklığından daha düşük sıcaklıklar olması gerektiği düşünülmektedir (Oral vd, 2012; Altınbaş, 2021).

Keçiboynuzu pekmezinde 5-25-35 ve 45°C’lerde gerçekleştirilen bir çalışmada depolamaya sıcaklığın etkisi incelenmiştir. Başlangıçta HMF miktarı 19.6 mg/kg iken, sıcaklık arttıkça sırasıyla 20.8-32.3-111.9-179.8 mg/kg seviyelerine ulaşmıştır. Bu çalışmada pH ve sıcaklık arttıkça HMF miktarının arttığı tespit edilmiştir (Özhan, 2008; Altınbaş, 2021).

1.8. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasında amacımız Giresun yöresinde geleneksel olarak üretilen üzüm, dut, armut ve taflan pekmezlerinin kalite karakteristiklerini kıyaslamaktır. Pekmezlerde suda çözünür kuru madde, pH, toplam asitlik, kül, elektriksel iletkenlik, antioksidan kapasite, şeker, HMF, mineral analizleri gerçekleştirilecektir. Geleneksel metotla üretilen pekmezlerin fizikokimyasal özelliklerinin birbiri ile kıyaslanması ve mevzuata uygunluğunun kontrol edilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca araştırılmamış bir konu olması sebebiyle literatüre fayda sağlaması amaçlanmıştır. Özellikle de daha faydalı ve besin değerleri az eksilmeye uğrayan ürünün tercihinin ve üretiminin artırılması amaçlanmıştır.

1.9. Çalışmanın Kapsamı

Çalışmamız Giresun yöresindeki geleneksel pekmezlerin fizikokimyasal özellikleri üzerine olacaktır. Geleneksel olarak üretilen pekmezlerin fizikokimyasal özellikleri, antioksidan özellikleri ve HMF içerikleri çalışmamız kapsamında araştırılacaktır. Elde edilen sonuçlar birbirleri ile kıyaslanacak ve HMF açısından mevzuata uygunlukları değerlendirilecektir. Elde edilen sonuçlar tartışılarak Giresun yöresinde geleneksel olarak üretilen pekmezlerin bazı kalite kriterleri hakkında literatüre bir katkı sağlanmış olacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Tez çalışması kapsamında Giresun yerel pazarlarından üzüm, dut, taflan ve armut pekmezleri temin edilmiştir. Tüm örnekler analiz yapılıncaya kadar ağzı kapalı bir şekilde ve güneş almayan serin oda koşullarında muhafaza edilmiştir.

2.2. Yapılan Analizler

2.2.1. Suda Çözünür Kuru Madde Analizi

Pekmez örneklerinin suda çözünür kuru madde değerleri dijital refraktometre (Abba, Almanya) ile belirlenmiştir (Başar, 2019).

2.2.2. Toplam Kuru Madde Analizi

Cam petri kaplarına belirli miktarlarda pekmez örnekleri tartılarak etüvde (Heraus, Belçika) 70°C’de sabit tartıma gelinceye kadar bekletilerek oluşan ağırlık kaybından hesaplama yapılmıştır (Cemeroğlu, 2010; Başar, 2019).

2.2.3. Renk Analizi

Numunelerde herhangi bir seyreltme işlemi yapılmaksızın doğrudan Konica Minolta CR-300 (Minolta Osaka, Japan) renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Parlaklık değeri L* ile kırmızılık yeşillik değeri a*, sarılık veya maviliği b* değeri ölçülmüştür (Quek vd., 2007).

2.2.4. pH analizi

Pekmez örneklerinin pH değerleri pH metre (Toledo MP 220, USA) cihazı ile belirlenmiştir (Başar, 2019).

2.2.5. Titrasyon Asitliği Analizi

Pekmez örneklerinin titrasyon asitliği potansiyometrik yöntemle belirlenmiştir. 5 g pekmez örneği alınarak 50 mL’ye damıtık su ile seyreltildikten sonra manyetik karıştırıcı kullanılarak ayarlı 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1’e kadar titrasyon yapılarak harcanan

NaOH miktarı esas alınarak malik asit cinsinden g/100 g olarak ifade edilmiştir (Başar,2019; Türkmen, 2022).

2.2.6. Kül Analizi

Örneklerde kül analizi AOAC (2000) tarafından belirtilen yöntem temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Analize başlamadan önce krozeler, 500°C sıcaklığa ayarlanmış kül fırınında yaklaşık bir saat tutulmuştur, desikatörde oda sıcaklığına soğutulduktan sonra mg hassasiyette analitik terazide tartılmıştır (m_1) ve yaklaşık 2 g örnek darası alınan krozelere mg hassasiyetle tartılmıştır (m_2). Ön yakma işlemi ardından 550°C’de kül fırınında yakılmıştır. Desikatörde soğutulan örneklerin hassas terazide tartımları alınarak(m_3) aşağıdaki eşitlik yardımıyla kül içerikleri eşitlik 1’ e göre hesaplanmıştır (Türkmen,2022).

$$\%Kül= 100* \frac{m_3-m_1}{m_2}$$

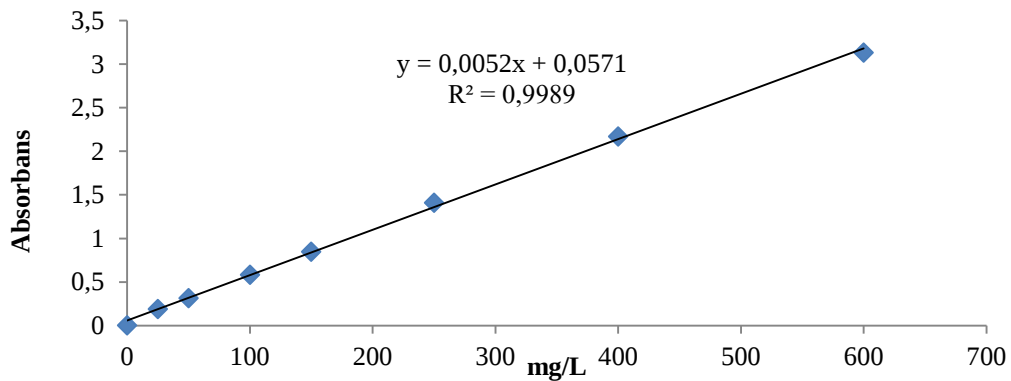
Eşitlik 1

2.2.7. Elektriksel İletkenlik Analizi

Elektriksel iletkenlik tayini amacıyla TS 13366 Bal-Elektrik İletkenliği Tayini(2008) standardı temel alınarak %20 kuru madde içeriği olacak şekilde pekmez örnekleri hazırlanmıştır. İletkenlik ölçer (WTW Multi 3430) yardımıyla 20°C sıcaklıkta ölçümler alınmıştır ve sonuçlar $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak verilmiştir (Türkmen,2022).

2.2.8. Antioksidan Analizi

2.2.8.1. Toplam Antioksidan Kapasite (TAK)



Şekil 4. TAK analizi kalibrasyon grafiği

TAK çözeltisi, 25 ml metanole ve 1,6 mL sülfürik asit çözeltisine 28 mM (0.2295 g) amonyum molybdat ($\text{H}_{24}\text{Mo}_7\text{N}_6\text{O}_{24} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$) ve 4 mM (0.2472 g) monobazik sodyum

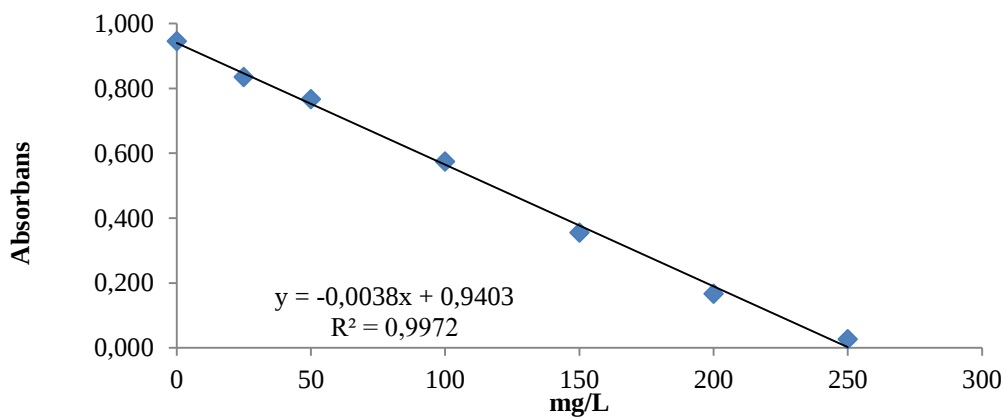
fosfat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) eklenmiş ve ultrasonik banyoda çözündürülerek hacmi metanol ile 50 mL'ye tamamlanmıştır.

500 μL örnek alınıp 2500 μL saf su eklenir. Karışıma 1000 μL molybdat TAK çözeltisi ilave edilir. Karışım 10 dakika vortekslenir ve 90 dakika 95 °C'de su banyosunda kapalı olarak inkübe edilir. Su banyosundan çıkarılıp çeşme suyu altında soğutulur. Kör analiz için, örnek yerine 500 μL saf su kullanılır. Elde edilen reaksiyon karışımlarının absorbansı, 695 nm'de bir spektrofotometre ile ölçülür (Kasangana ve diğerleri, 2015). TAK analiz sonuçları için Şekil 4'teki kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır.

2.2.8.2.DPPH Serbest Radikali Temizleme Aktivitesi Yöntemi

DPPH yöntemi ile pekmez örneklerinin serbest radikal temizleme aktivitesi belirlenmiştir. DPPH 2, 2-difenil-1- pikrilhidrazil olarak da bilinen ticari olarak stabil organik nitrojen bir radikalidir (Huang vd., 2005). Doğal ekstraktların antioksidan kapasitesini ölçmede en çok kullanılan yöntemlerdendir. Bu yöntem basit ve hızlı olmasıyla ön plandayken, kirliliğe, ışığa ve oksijene duyarlı oluşu metodun kullanımını kısıtlamaktadır (Mot vd., 2011).

Ana stok DPPH (10 mM) Reaktifinin hazırlanması, 39.5 mg DPPH (2,2 diphenyl 1- picpylhrazyl) 10 ml metanol içinde çözülmüştür. DPPH çalışma çözeltinin hazırlanması: Ana stok çözeltisinden 2.5 ml alınıp 250 ml'ye metanol ile tamamlanmıştır, tamamlanan çözeltinin absorbansı 517 nm de okunduğunda absorbansı 0.980 ± 0.02 değere ayarlanmıştır.



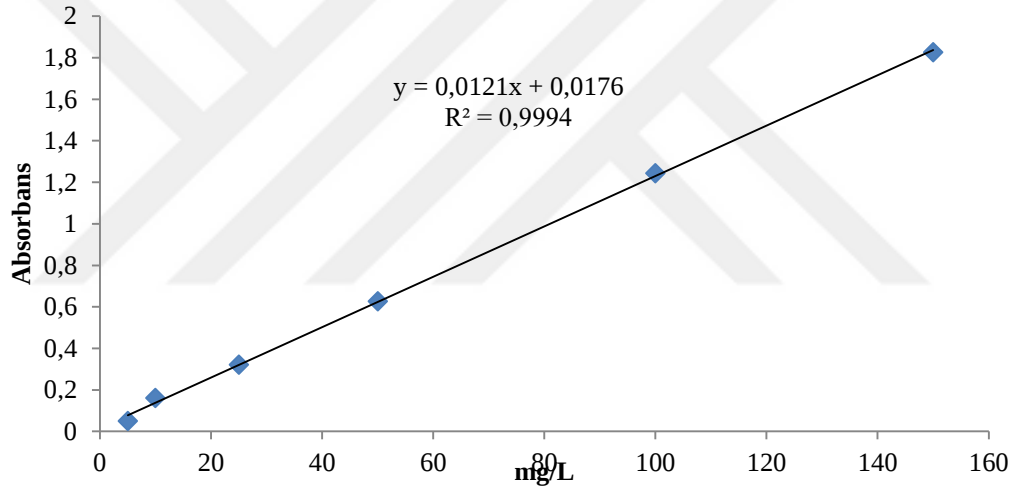
Şekil 5. DPPH analizi kalibrasyon grafiği

100 μL pekmez örneği alınıp, 3000 μL DPPH çalışma çözeltisi eklenmiştir. Karışım vortekslenerek 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra elde edilen çözeltinin 517 nm'de spektrofotometre ile absorbans okuması gerçekleştirilmiştir. Kör numune olarak 100 μL

metanol kullanılmıştır. Standartlar olan Askorbik asit ve Troloks'tan 100 µL alınarak aynı işlemler uygulanmıştır (Ahmed ve diğerleri, 2015). DPPH analiz sonuçları için Şekil 5'te yer alan kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır.

2.2.8.3. Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi Yöntemi (FRAP)

250 µL pekmez örneği alınıp 2750 µL FRAP çözeltisi eklenmiştir. Karışım vorteksenerek 30 dakika bekletilmiştir. Kontrol için 250 µL distile su kullanılmıştır. Standartlar için de aynı hacimler alınıp işlemler tekrarlanmıştır. FRAP maddelerinin miktarları; FeSO₄ (25.00, 50.50, 100, 200 ve 400.00 µg/ml) çözeltisi kullanılarak elde edilen kalibrasyon eğrisinin doğrusal denklemi ile hesaplanarak toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi mg FeSO₄ eşdeğeri/kg cinsinden ifade edilmiştir (Ahmed ve ark. 2015). FRAP analiz sonuçları için Şekil 6'daki kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır.

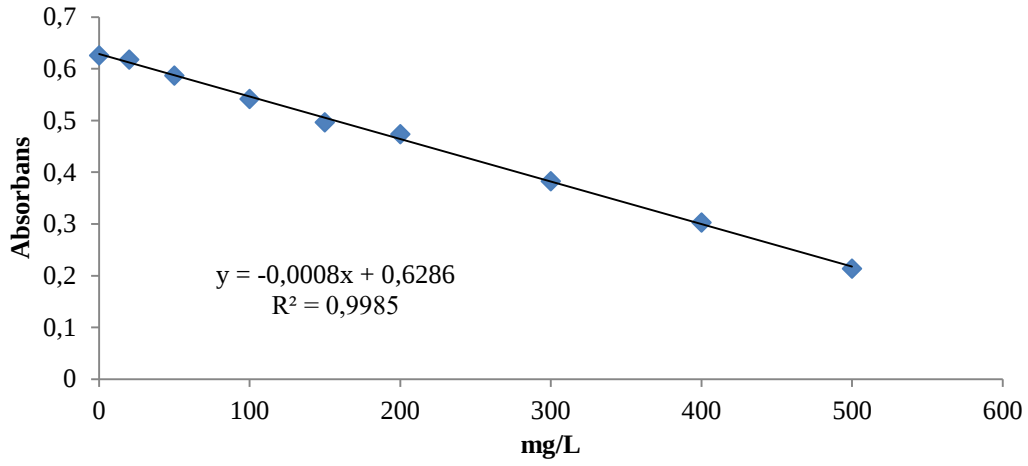


Şekil 6. FRAP analizi kalibrasyon grafiği

2.2.8.4. ABTS Radikal Katyonu Süpürücü Etki Metodu

0.0384 mg ABTS ve 0.0134 g potasyum persülfat, 10 ml distile saf su içerisinde çözündürülmüştür. Ana stok ABTS çözeltisi reaktifi hazırlanmıştır. Bu çözeltiden 10 ml alınıp, 100 ml'lik balon joje içerisine distile saf su eklenerek seyreltilmiştir (1:9 v/v). Kararlılık kazanması için 12 saat boyunca karanlıkta bekletilmiştir.

Ana stok çözeltisinden 1 ml alınarak 60 ml metanol ile seyreltilmiş ve çözeltinin absorbansı 734 nm'de 0.706 ± 0.001 olarak ayarlanarak ABTS çalışma çözeltisi hazırlanmıştır.

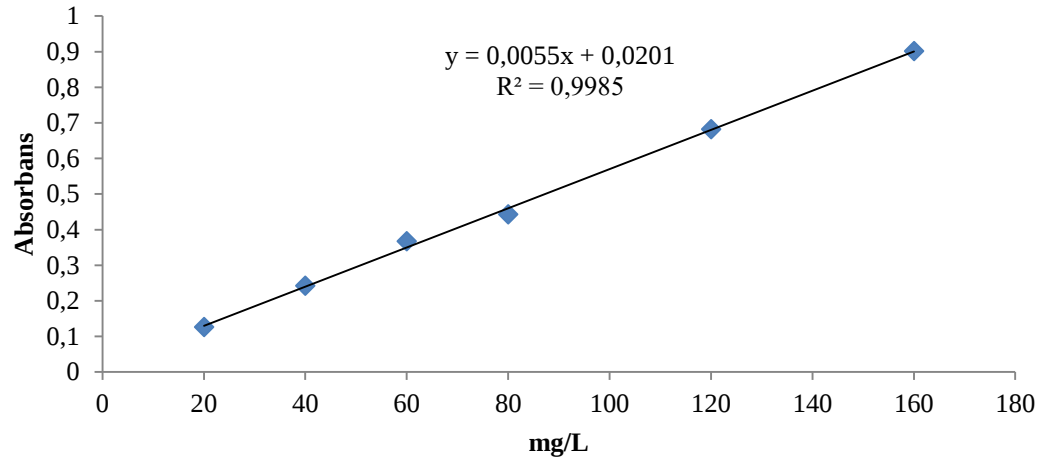


Şekil 7. ABTS analizi kalibrasyon grafiği

150 µL pekmez örneği alınıp, 2850 µL ABTS çalışma çözeltisine eklenmiştir. Karışım, 120 dakika boyunca karanlıkta vortekslenerek bekletilmiştir. Daha sonra elde edilen çözeltinin absorbansı, 734 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur. Kör numune olarak 150 µL metanol kullanılmıştır. Standartlar olarak Askorbik asit ve Troloks'dan 150 µL alınıp aynı işlemler uygulanmıştır (Ahmed ve ark. 2015). ABTS analiz sonuçları için Şekil 7'deki kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır.

2.2.9. Toplam Fenolik Kapasite (TFK)

300 µL örnek alınıp 3.4 mL saf su eklenmiştir. Daha sonra karışıma 500 µL metanol ve 200 µL Folin-Ciocalteu reaktifi ilave edilmiş, vorteks yapılmıştır. 10 dakika oda sıcaklığında inkübe edildikten sonra, 600 µL %10'luk Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiş ve karışım tekrar vortekslenmiştir. 120 dakika karanlıkta oda sıcaklığında inkübe edilen karışımın, inkübasyon süresi sonunda 760 nm'de absorbansı ölçülmüştür.

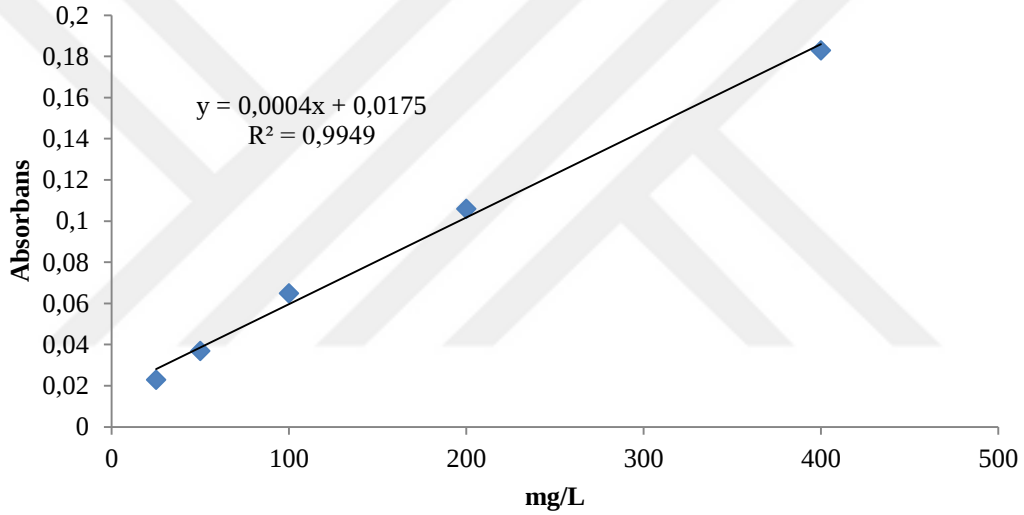


Şekil 8. TFK analizi kalibrasyon grafiği

Deneyde, 3,7 mL su, 500 µL metanol, 100 µL Folin-Ciocalteu reaktifi ve 600 µL Na₂CO₃ karışımı kullanılmıştır. Numunelerdeki fenolik madde miktarları, gallik asit çözeltisi (20, 40, 60, 80, 120, 160 ve 250 µg/mL) ile hazırlanan kalibrasyon eğrisinin doğrusal denklemini kullanarak mg GA Eşdeğeri/L cinsinden hesaplanmıştır (Kasangana ve diğerleri, 2015). Şekil 8'deki kalibrasyon eğrisi, FRAP analizi sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

2.2.10. Toplam Flavonoid Madde İçeriği Analizi

500 µL pekmez örneği alınarak 3200 µL metanol (% 30 v/v) ilave edilmiştir. Karışım vortekslenerek ve üzerine 0.5 M Sodyumnitrit çözeltisinden 150 µL ilave edilerek arkasından 150 µL 0.3 M Alüminyumklörür çözeltisi eklenmiştir.

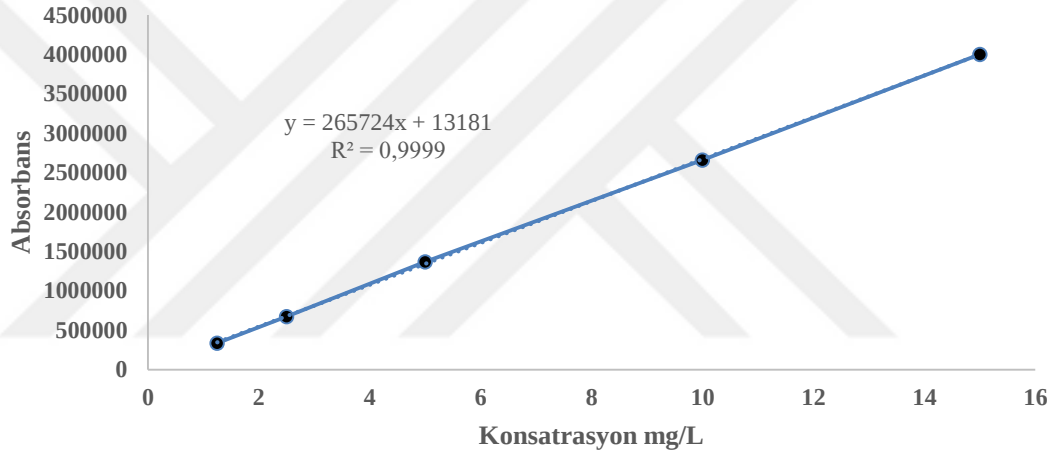


Şekil 9. TFLK analizi kalibrasyon grafiği

Bekleme süresi 5 dakika olup, 1 ml 1 M NaOH çözeltisi eklenmiştir. Karışım vortekslenmiş ve 10 dakika sonunda 506 nm dalga boyunda spektrofotometrede absorbans okuması gerçekleştirilmiştir. Kör numune olarak 500 µL distile su kullanılmıştır. Standartlar için de 500 µL alınıp aynı prosedür uygulanmıştır. Toplam flavonoid içeriği, etanolde çözülmüş Kateşin (25, 50, 100, 200 ve 400 µg/mL) standartları ile hazırlanan kalibrasyon eğrisinin denklemi kullanılarak mg Kateşin Eşdeğeri/L cinsinden hesaplanmıştır (Kasangana ve ark. 2015). TFLK analiz sonuçları için Şekil 9'daki kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır.

2.2.11. Hidroksimetilfurfural (HMF) Analizi

Hidroksimetilfurfural (HMF) tayini, Baltacı ve Akşit'in (2016) yöntemine uygun olarak yapıldı. Tüm örnekler karıştırıcıda tamamen parçalanarak homojenize edildi. 5 gram numune tartılıp 50 mL'lik balon jojeye aktarıldı ve çözünürlüğü sağlamak için 25 mL distile su eklendi. HMF bileşeninin denatürasyonunu önlemek için 0.5 mL Karrez I ve 0.5 mL Karrez II çözeltileri ilave edildi. Daha sonra örnek, bir huni yardımıyla süzüldü. Pekmez, marmelat, reçel, pestil, köme ve nar ekşisi gibi ürünlerde kullanılan miktar, tahmini konsantrasyona bağlı olarak daha düşük olmalıdır. Çözelti, 0.45 mikronluk bir filtre kullanılarak süzildikten sonra viallara alınır ve şartlandırılmış HPLC sistemine enjekte edilir.



Şekil.10. HMF analizi kalibrasyon grafiği

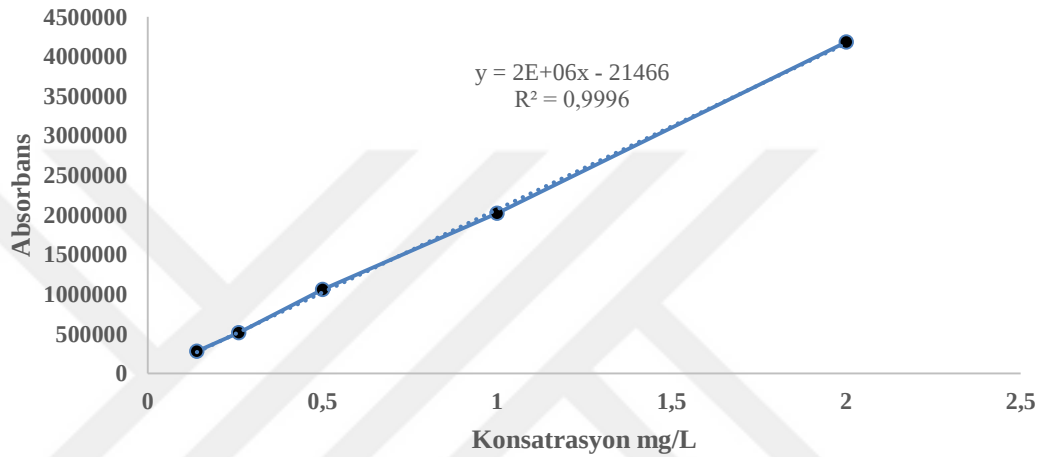
2.2.12. FTIR Spektroskopisi

Pekmez numunelerinin FTIR spektrumları, belirli bir cihaz kullanılarak kaydedilmiştir. 1 cm^{-1} çözünürlük ve $400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ aralığında ölçümler yapılmıştır. Her bir spektrum, transmittans modunda 50 tarama ile toplanmış ve üçlü ölçümlerle ortalama değerler hesaplanmıştır. FTIR spektrumlarını çizmek için, transmittans değerleri (y eksen) dalga sayısına (x eksen) bağlı olarak grafik üzerinde gösterilmiştir. Spektrumların grafiksel gösterimi için bir program kullanılmıştır (Yaman,2019).

2.2.13. Şeker Analizi

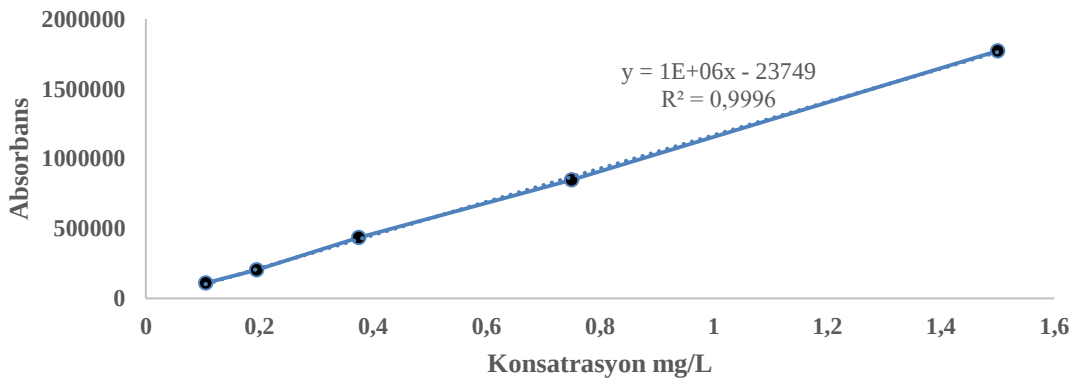
Şeker analizi için HPLC yöntemi kullanılmıştır. Kuaterner pompa, otomatik enjeksiyon sistemi, refraktif indeks detektör ve sıcaklık kontrollü kolon fırını içeren

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi sisteminden (Shimadzu LC 20-A, Japonya) yararlanılmıştır. Glikoz, fruktoz, sakkaroz ve toplam şeker, analizleri IHC (2009)'a göre yapıldı. Deney için numuneden 2.50 g tartılıp, 40 mL damıtık suda ısıtılmadan çözöldü. Ardından 10 mL metanol bulunan balon jojeye aktarıldı. Çözelti süzme amaçlı olarak membran filtreden geçirilip ve viallere aktarıldı. Carrez çözeltileri ile durultulmuş örnekler uygun oranda seyreltildikten sonra 0.45µm filtreden geçirilerek 20 µL örnek sisteme enjekte edilmiştir. Mobil faz olarak 0.5 mL/dakika akış hızında deiyonize su (80°C) kullanılmıştır.

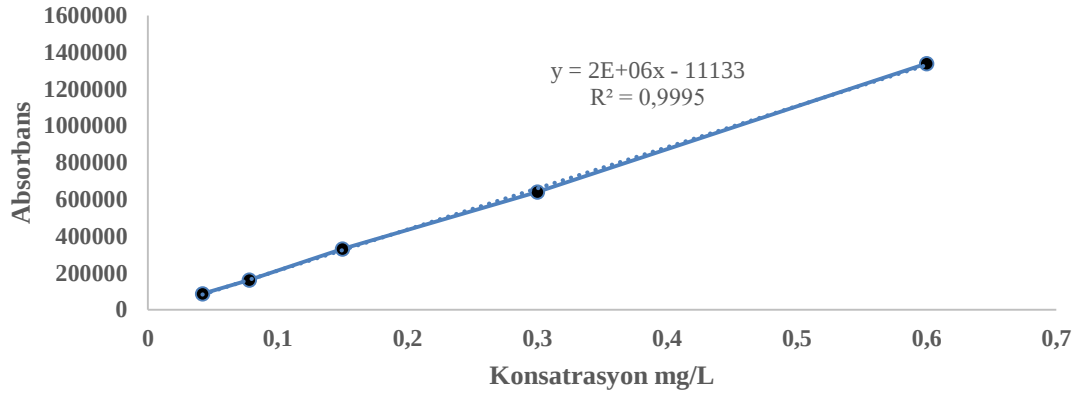


Şekil 11. Fruktoz analizi kalibrasyon grafiğı

Örneklerdeki şeker varlığı ve konsantrasyonları, alıkonma sürelerinin standartlarla karşılaştırılması ve pik alanlarına bağılı olarak bu standartlarla hazırlanan kalibrasyon grafikleri üzerinden belirlenmiştir (Li ve ark.,2017; Türkmen, 2022). Şeker analiz sonuçları için Şekil 11,12 ve 13' de verilen kalibrasyon eğrileri kullanılmıştır.



Şekil 12. Glikoz analizi kalibrasyon grafiğı



Şekil 13. Sakkaroz analizi kalibrasyon grafiği

2.2.14. Esmerleşme Düzeyi Analizi

Örneklerdeki esmerleşme düzeyinin tayininde öncelikle 0.5 g örnek 25 mL asetik asit- formaldehit çözeltisi (%2-% 1 v/v) içerisinde çözündürüldükten sonra örnekler santrifüjlenerek, eşit hacimde etil alkolle karıştırılan örneklerin 420 ve 600 nm dalga boylarında absorbans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Söz konusu dalga boylarındaki absorbans farkı seyreltme faktörleri ile çarpılarak örneklerin esmerleşme düzeyleri belirlenmiştir (Türkmen,2022).

2.3. İstatiksel Analiz

İstatistiksel analizler, XLSTAT (Addinsoft, Versiyon 2020 New York, NY, ABD) içeren Microsoft Excel yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Analizlerden elde edilen veriler programda, varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmıştır ve anlamlı bulunan farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır ve anlamlılık düzeyleri değerlendirilmiştir. İstatistiki analizde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Pekmez Örnekleri ve Analiz Bulguları

Çalışmamızda, Giresun yöresine ait geleneksel yöntemlerle üretilen armut, dut, taflan ve üzüm pekmezleri 3 farklı geleneksel üretim yapan yerlerden temin edilmiş 12 farklı pekmez örneği numunesiyle analizler gerçekleştirilmiştir.

Geleneksel yöntemlerle üretilmiş farklı meyve pekmezlerinin toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, kül, elektriksel iletkenlik, pH, Şeker bileşenleri, HMF'ye ait veriler Tablo 4'de verilmiştir.

Pekmez örneklerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları, antioksidan, renk ve esmerleşme düzeyi analiz sonuçlarına ait korelasyonlar Tablo 5'te verilmiştir. Örneklerin toplam fenolik kapasite, antioksidan kapasite, renk ve esmerleşme düzeyi analiz sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Giresun yöresinde bulunan her pekmez çeşidi için üç farklı yerden temin edilen armut, dut, taflan ve üzüm pekmezlerine ait analiz sonuçları kendi aralarında grup içi ve gruplar arası olarak kıyaslanmıştır. Üzüm pekmezi için Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği ve TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı, dut pekmezi için TS 3792 Dut Pekmezi Standardına ait veriler baz alınmıştır. Armut ve taflan pekmezleri için herhangi bir yasal düzenleme bulunmadığından dolayı sadece literatürle kıyaslama yapılmıştır.

Analizlerden elde edilen ve Tablo 5'te görüldüğü üzere -1, 0, 1 gibi korelasyon katsayıları, değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü ifade eder. İşte bu korelasyon katsayılarının anlamları:

1 (Pozitif Korelasyon):

İki değişken arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu gösterir. Yani bir değişkenin değeri artarken diğer değişkenin değeri de artıyor demektir. Örneğin, bir değişkenin artması diğer değişkenin artmasına neden oluyor veya tersi.

0 (Korelasyon Yok):

İki değişken arasında herhangi bir ilişki olmadığını veya ilişkinin yok denecek kadar zayıf olduğunu gösterir. Bir değişkenin değeri değiştikçe diğer değişkenin değerinde bir düzenlilik veya ilişki gözlemlenmez.

-1 (Negatif Korelasyon):

İki değişken arasında negatif yönlü bir ilişki olduğunu gösterir. Yani bir değişkenin değeri artarken diğer değişkenin değeri azalıyor veya tersi. İki değişken arasında ters orantılı bir ilişki bulunduğunu ifade eder.

Tablo 4. Örneklere ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Örnekler	%Toplam Kurumadde	SÇKM (°Briks, %)	% Kül	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	pH	%Asitlik	% Fruktoz	% Glikoz	% Sakkaroz	% Maltoz	F/G	HMF (mg/kg)
A1	73.42 ^{Ac} ±0.05	71.72 ^{Ac} ±0.14	1.99 ^{Ad} ±0.02	97.82 ^{Ba} ±0.02	4.45 ^{Ad} ±0.01	0.89 ^{Ac} ±0.01	31.31 ^{Bef} ±0.02	19.12 ^{Aa} ±0.16	4.79 ^{Bc} ±0.02	0,32 ^{Aa} ±0,05	1.72 ^{Bg} ±0.02	564.72 ^{Bh} ±0.66
A2	72.68 ^{Abc} ±0.03	70.04 ^{Ab} ±0.13	2.47 ^{Bg} ±0.01	2.34 ^{Aa} ±0.02	4.53 ^{Ae} ±0.01	0.90 ^{Acde} ±0.01	26.75 ^{Ac} ±0.08	19.18 ^{Aa} ±0.03	8.46 ^{Cd} ±0.03	<LOQ	1.40 ^{Af} ±0.01	362.87 ^{Ae} ±1.22
A3	76.04 ^{Bd} ±0.03	74.33 ^{Bd} ±0.32	2.88 ^{Ch} ±0.02	2.68 ^{Aa} ±0.03	4.43 ^{Ad} ±0.01	1.17 ^{Bg} ±0.01	30.47 ^{Be} ±1.01	22.32 ^{Bbc} ±0.25	1.58 ^{Ab} ±0.05	<LOQ	1.36 ^{Af} ±0.06	573.83 ^{Bf} ±1.91
D1	81.69 ^{Aef} ±0.12	78.30 ^{Bf} ±0.15	2.16 ^{Be} ±0.02	50.00 ^{Ba} ±9.00	4.62 ^{Af} ±0.01	0.88 ^{Bc} ±0.01	28.28 ^{Cd} ±0.09	28.69 ^{Cd} ±0.04	0.75 ^{Aab} ±0.07	6.36 ^{Ab} ±0.17	1.00 ^{Abcd} ±0.01	154.84 ^{Bc} ±0.01
D2	80.90 ^{Ae} ±0.04	75.96 ^{Ae} ±0.03	1.74 ^{Abc} ±0.04	55.00 ^{Ca} ±4.00	4.89 ^{Ahi} ±0.02	0.69 ^{Ab} ±0.01	25.59 ^{Bc} ±0.16	20.20 ^{Aab} ±0.04	<LOQ	<LOQ	1.27 ^{Bef} ±0.01	42.84 ^{Aab} ±0.18
D3	83.60 ^{Ag} ±0.02	78.93 ^{Bf} ±0.20	1.72 ^{Abc} ±0.02	33.33 ^{Aa} ±3.06	4.83 ^{Ag} ±0.04	0.63 ^{Aa} ±0.01	22.58 ^{Ab} ±1.04	23.27 ^{Bc} ±0.12	<LOQ	<LOQ	0.97 ^{Abcd} ±0.05	38.21 ^{Aab} ±0.06
T1	75.19 ^{Cd} ±0.04	74.17 ^{Cd} ±0.09	2.32 ^{Bf} ±0.03	3.86 ^{Ba} ±0.02	4.91 ^{Bi} ±0.01	1.10 ^{Af} ±0.02	22.98 ^{Bb} ±0.06	27.33 ^{Ad} ±0.10	0.39 ^{Aab} 0.00	<LOQ	0.84 ^{Cbc} ±0.00	223.64 ^{Cd} ±0.50
T2	72.40 ^{Bb} ±0.08	70.77 ^{Bb} ±0.15	3.11 ^{Cl} ±0.02	2.89 ^{Aa} ±0.02	4.88 ^{Bhi} ±0.01	0.91 ^{Ade} ±0.02	22.09 ^{Bb} ±0.02	30.04 ^{Bd} ±0.14	0.50 ^{Bab} ±0.01	<LOQ	0.74 ^{Bab} ±0.01	67.13 ^{Bb} ±0.18
T3	61.83 ^{Aa} ±0.01	64.04 ^{Aa} ±0.08	1.77 ^{Ac} ±0.02	2.28 ^{Aa} ±0.03	4.39 ^{Ac} ±0.02	1.18 ^{Ag} ±0.01	15.97 ^{Aa} ±0.10	28.64 ^{Ad} ±0.07	0.32 ^{Aab} ±0.06	<LOQ	0.56 ^{Aa} ±0.00	5.97 ^{Aa} ±0.04
Ü1	82.52 ^{Cf} ±0.11	78.47 ^{Cf} ±0.08	1.70 ^{Cb} ±0.06	1534.67 ^{Bc} ±13.87	4.85 ^{Cgh} ±0.05	0.67 ^{Ab} ±0.01	26.20 ^{Ac} ±0.09	28.53 ^{Ad} ±1.39	0.52 ^{Aab} ±0.05	8.90 ^{Ac} ±0.07	0.92 ^{Abcd} ±0.04	18.30 ^{Aa} ±0.05
Ü2	75.98 ^{Bd} ±0.03	74.21 ^{Bd} ±0.20	1.73 ^{Bbc} ±0.02	1613.33 ^{Bc} ±10.41	4.19 ^{Bb} ±0.02	0.93 ^{Be} ±0.01	31.42 ^{Bef} ±0.03	29.05 ^{Ad} ±0.04	0.60 ^{Aab} ±0.13	<LOQ	1.08 ^{Bcde} ±0.00	1827.76 ^{Bh} ±17.51
Ü3	71.90 ^{Ab} ±0.02	70.45 ^{Ab} ±0.06	1.27 ^{Aa} ±0.01	1315.33 ^{Ab} ±14.50	2.81 ^{Aa} ±0.02	1.49 ^{Ch} ±0.01	32.70 ^{Bf} ±0.03	27.65 ^{Ad} ±0.05	<LOQ	<LOQ	1.18 ^{Bdef} ±0.01	1520.67 ^{Cg} ±3.26

Tabloda bulunan aynı sütundaki farklı harfler ikili karşılaştırmada önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (p<0.05). n:3. Duncan testi uygulanmıştır. LOQ Değerleri: % Fruktoz:0.11 % Glikoz:0.14 % Sakkaroz:0.11 % Maltoz:0.1

Tablo 5. Analiz sonuçlarına ait korelasyonlar

Değişken	KM	Brix	% Kül	Elek. İlet.	pH	Asitlik	% Fruktoz	% Glikoz	% Sakkaroz	% Maltoz	F/G	HMF mg/kg	TFK mg/100 g	TFLK mg/100 g	TAK mg/100 g	DPPH mg/100 g	ABTS mg/100 g	FRAP mg/100 g	L*	a*	b*	Esmerleşme Düzeyi
Kurumadde	1	0.986	-0.100	0.159	0.365	-0.658	0.278	-0.095	-0.217	0.494	0.130	-0.156	-0.594	-0.798	-0.313	-0.220	0.129	-0.561	0.722	0.215	0.500	-0.378
Brix		1	-0.087	0.179	0.369	-0.606	0.266	-0.005	-0.289	0.527	0.068	-0.135	-0.560	-0.778	-0.298	-0.218	0.168	-0.491	0.701	0.210	0.508	-0.298
% Kül			1	-0.553	0.464	-0.025	-0.145	-0.047	0.265	-0.155	-0.021	-0.327	0.614	0.524	0.116	0.616	0.171	0.300	-0.164	-0.190	0.096	0.457
Elektriksel İletkenlik				1	-0.485	0.113	0.416	0.438	-0.275	0.365	-0.079	0.646	-0.482	-0.455	0.199	-0.474	0.091	-0.382	0.207	0.502	0.130	-0.128
pH					1	-0.763	-0.502	-0.124	0.032	0.216	-0.189	-0.755	0.389	0.164	-0.317	0.476	0.375	0.301	-0.015	-0.216	0.048	0.207
Asitlik						1	0.164	0.255	-0.088	-0.365	-0.066	0.496	0.081	0.311	0.332	-0.166	-0.303	0.155	-0.339	-0.026	-0.203	0.241
% Fruktoz							1	-0.312	0.287	0.052	0.761	0.693	-0.340	-0.496	0.522	-0.014	-0.392	-0.585	0.672	0.268	0.399	-0.211
% Glikoz								1	-0.681	0.349	-0.832	0.111	-0.092	0.025	-0.090	-0.382	0.377	0.159	-0.420	-0.067	-0.257	0.369
% Sakkaroz									1	-0.165	0.660	0.013	0.403	0.363	0.304	0.476	-0.248	0.002	0.085	0.158	0.162	-0.143
% Maltoz										1	-0.197	-0.285	-0.409	-0.396	-0.427	-0.307	0.517	-0.361	0.231	0.384	0.436	-0.379
F/G											1	0.301	-0.039	-0.225	0.379	0.289	-0.475	-0.392	0.602	0.141	0.340	-0.306
HMF mg/kg												1	-0.164	-0.194	0.736	-0.105	-0.384	-0.184	0.193	0.160	-0.041	0.149
TFK mg/100 g													1	0.877	0.410	0.797	-0.017	0.758	-0.531	-0.391	-0.366	0.719
TFLK mg/100 g														1	0.248	0.599	0.127	0.789	-0.726	-0.224	-0.343	0.512
TAK mg/100 g															1	0.550	-0.405	0.182	0.006	-0.239	-0.242	0.523
DPPH mg/100 g																1	0.013	0.529	-0.109	-0.302	-0.055	0.478
ABTS mg/100 g																	1	0.237	-0.136	0.386	0.368	-0.155
FRAP mg/100 g																		1	-0.615	-0.296	-0.349	0.578
L*																			1	0.287	0.517	-0.450
a*																				1	0.740	-0.579
b*																					1	-0.560
Esmerleşme Düzeyi																						1

Korelasyon katsayıları, genellikle Pearson korelasyon katsayısı olarak adlandırılan istatistiksel bir ölçüdür. Değerler arasındaki ilişkinin doğasını anlamak için kullanılır ve -1 ile 1 arasında değer alabilir. 0 değeri ilişki olmadığını, -1 veya 1 değerleri ise ilişkinin gücünü ve yönünü gösterir. Yapılan çalışmalarda korelasyon tablosuna bakacak olursak:

Kuru madde analizi sonuçları ile brix sonuçları arasında pozitif yönlü güçlü korelasyon olduğu görülmektedir. Bu korelasyon, örneğin pekmez gibi ürünlerde, kuru madde miktarının artmasıyla ürünün tatlılık derecesini gösteren brix değerinin de arttığını gösterir. Kuru madde sonuçları ile parlaklık L* değeri sonuçları arasında da benzer şekilde pozitif yönlü güçlü korelasyon mevcuttur. Kuru madde miktarı arttıkça, ürünlerin parlaklık derecesi de artabilir. Bu genellikle ürünün kalitesiyle ilişkilidir.

Kül analizi sonuçları ile toplam fenolik kapasite toplam flavanoid kapasite ve antioksidan kapasite arasında pozitif yönlü güçlü korelasyon vardır. Bu korelasyonlar, ürünlerin mineral içeriği ile antioksidan kapasitesi arasında bir ilişki olduğunu gösterir. Genellikle daha yüksek mineral içeriği, daha yüksek antioksidan kapasiteyle ilişkilendirilebilir.

Elektriksel iletkenlik ve pH arasında negatif yönlü korelasyon vardır. Bu durum, örneğin pekmezde, daha yüksek elektriksel iletkenlik düşük pH ile ilişkilendirilebilir. Bu iki parametre arasındaki negatif korelasyon, ürünlerin farklı kimyasal özelliklerini yansıtır. Elektriksel iletkenlik ile pekmez örneklerinin HMF, fruktoz, glikoz ve maltoz içerikleri pozitif yönlü güçlü korelasyon göstermektedir. Elektriksel iletkenliğin artması, pekmezdeki HMF ve şeker içeriği (fruktoz, glikoz, maltoz gibi) ile ilişkili olabilir. Bu korelasyonlar, ürünlerin şeker içeriğini ve olası ısıtma işlem etkilerini yansıtır.

pH ve asitlik sonuçları da beklenildiği üzere negatif yönlü güçlü korelasyon sergilemiştir. Bu korelasyon, pH düşüklüğü ile artan asitlik arasındaki tipik ilişkiyi yansıtır. pH düştükçe genellikle asitlik artar. Örneklerin pH sonuçları toplam ve fenolik kapasite ve DPPH, FRAP, ABTS metotlarıyla antioksidan kapasite belirlenmesi analizlerinin sonuçlarıyla pozitif yönlü korelasyon göstermektedir. Daha yüksek pH değerleri genellikle daha yüksek antioksidan kapasiteyle ilişkilendirilir. Bu, ürünlerin antioksidan potansiyelini belirleyen faktörlerden biridir.

Pekmez örneklerinin asitlik sonuçları HMF sonuçları ile pozitif yönlü korelasyon vermektedir. Asitlik düzeyi arttıkça, olası yanma reaksiyonları sonucu oluşan HMF (hidroksimetilfurfural) miktarı da artabilir. Bu korelasyon, ürünlerin işleme süreci ve kalitesi hakkında bilgi verir.

Örneklerin HMF kapasitesi ve toplam antioksidan kapasitesi sonuçları arasında da pozitif yönlü güçlü korelasyon vardır. HMF, pekmez gibi ürünlerde oluşan bir yan

üründür ve bu madde genellikle antioksidan kapasiteyle ilişkilendirilir. Yüksek HMF genellikle düşük antioksidan kapasiteyle ilişkilendirilir, ancak burada tam tersi bir korelasyon gözlemlenmiş olabilir.

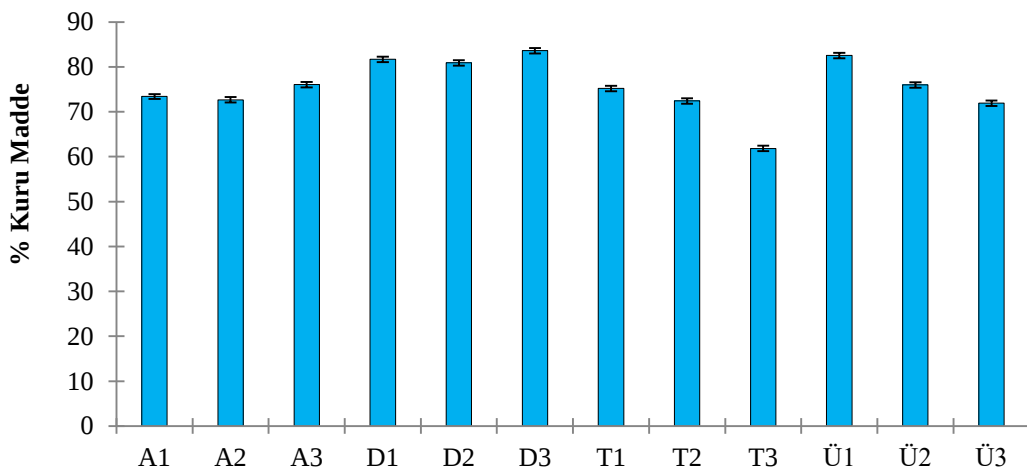
HMF ile fruktoz analizi sonuçları arasında oluşan pozitif yönlü güçlü korelasyonun heksozların Maillard reaksiyonu ile parçalanmasıyla oluşan bir ara ürün olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Toplam fenolik kapasite ve toplam flavanoid kapasite, antioksidan kapasite sonuçları arasında pozitif yönlü güçlü korelasyon olduğu görülmektedir. Bu korelasyonlar, ürünlerin doğal antioksidan bileşenlerinin miktarı ve antioksidan kapasitesi arasındaki güçlü ilişkiyi yansıtır.

Bu korelasyonlar, çalışmadaki farklı analizler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasına yardımcı olur ve ürünlerin kalite, kimyasal bileşim ve işlem süreçleri hakkında değerli bilgiler sağlar.

3.2. Kuru Madde Analizine ait Bulgular

Pekmez örneklerinin en yüksek kuru madde içeriğinin dut pekmezlerinden D3 örneğinde, en düşük kuru madde içeriğinin ise taflan pekmezlerinden T3 örneğinde olduğu görülmektedir. Armut pekmezlerinin toplam kuru madde içeriği %72.68-76.04 arasında, dut pekmezlerinin toplam kuru madde içeriği %80.90-83.60 arasında, taflan pekmezlerinin kuru madde içeriği %61.83-75.19 arasında, üzüm pekmezlerinin kuru madde içeriği ise %71.90-82.52 arasında değişmektedir. Bütün pekmez gruplarında toplam kuru madde içeriği farklı yerlerden temin edilen örneklerde ürün bazında kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık içermektedir.



Şekil 14. Kuru madde sütun grafiği

Örnekler

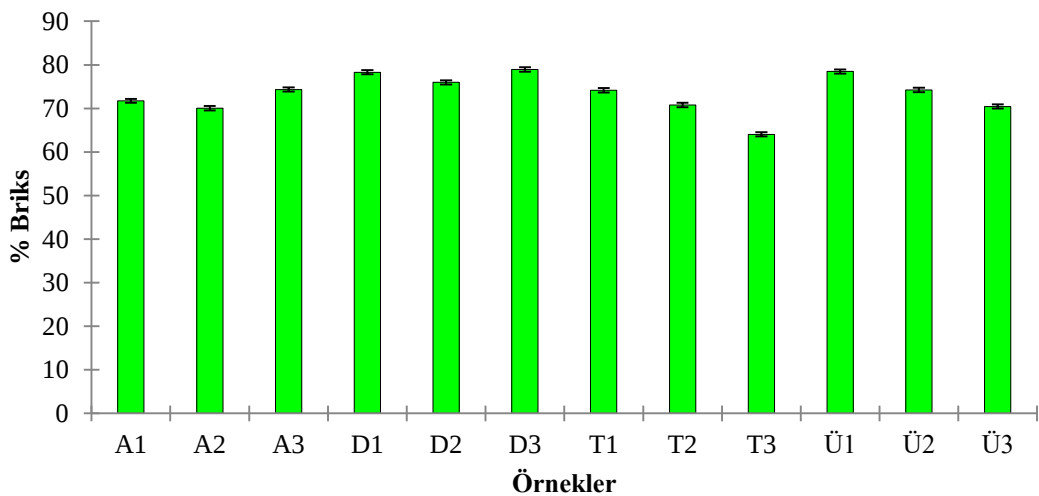
Bununla beraber armut pekmezlerinden A3 örneği, taflan pekmezlerinden T1 örneği ve üzüm pekmezlerinden Ü2 örneği istatistiksel olarak benzer kuru madde içeriğine sahiptir.

Taflan pekmezi ile ilgili yapılan bir çalışmada toplam kuru madde değeri minimum %72.48, maksimum %73.10 olarak belirlenmiştir. Literatürdeki bu çalışma ile bizim çalışmamızın sonuçları paraleldir (Başar, 2019). Literatürde dut pekmezi ile gerçekleştirilen bir çalışmada kuru madde miktarı %72-84 arasında değişmektedir. Bizim alışmamızdaki dut pekmezlerinin kuru madde içeriği ile yakın olduğu düşünölmektedir.

3.3. Suda özünür Kuru Madde Analizine Ait Bulgular

Pekmezde suda çözünür kuru maddeyi glikoz, fruktoz gibi şekerler ve organik asitler oluşturmaktadır. Bu çalışmada suda çözünür kuru madde değerleri armut pekmezi için 70.04°Bx -74.33°Bx, dut pekmezleri için 75.96°Bx -78.93°Bx, taflan pekmezleri için 64.04°Bx-74.17°Bx ve üzüm pekmezleri 70.45°Bx-78.47°Bx aralığında belirlenmiştir. Suda özünür kuru madde değeri bütün pekmezler arasında taflan pekmezinde T3 örneğinde en düşüktür. 3 farklı yerden temin edilen armut pekmezleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcuttur. 3 farklı yerden temin edilen dut pekmezlerinden D1 ve D3 örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ve suda çözünür kuru madde değerleri D2 örneğinden daha yüksektir.

3 farklı yerden temin edilen taflan pekmezlerinin suda çözünür kuru madde değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcuttur. 3 farklı yerden temin edilen üzüm pekmezlerinin suda çözünür kuru madde değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcuttur.



şekil 15. Suda özünür Kuru Madde sütun grafiği

Dut pekmezlerinden D1 ve D2 örnekleri ve üzüm pekmezlerinden Ü1 örneği arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ve en yüksek briks değerine sahiplerdir. A2, T2 ve Ü3 örnekleri istatistiksel olarak benzer suda çözünür kuru madde içeriğine sahiptir. Suda çözünür kuru madde sonuçları korelasyon tablosunda görüldüğü üzere (Tablo 5) kuru madde sonuçları ile pozitif yönlü güçlü korelasyon göstermektedir.

Suda çözünür kuru madde değerinin Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği ve TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı'na göre sıvı üzüm pekmezi için en az 68°Bx olması gerekmektedir. TS 12001 Dut Pekmezi Standardına göre ise bu değer Tip I için en az 72°Bx, Tip II için ise en az 65°Bx olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan üzüm pekmezlerinin suda çözünür kuru madde değerleri 70°Bx'in üzerinde ve yasal mevzuatlara uymaktadır. Dut pekmezlerinin de suda çözünür kuru madde değerleri en az 75°Bx olarak belirlenmiştir ve yasal mevzuatlara uymaktadır.

Endüstriyel ve geleneksel yöntemlerle üretilmiş farklı pekmez çeşitlerinin bazı fizikokimyasal ve kalite özelliklerini belirlemek için gerçekleştirilen bir çalışmada °Briks değerleri 10 farklı çeşit dut pekmezi için 69°Bx- 78°Bx arasında değişmektedir. Aynı çalışmada armut pekmezi için 65°Bx- 76°Bx arasında sonuçlar elde edilmiştir. Literatürdeki bu çalışma ile çalışmamızın sonuçları paraleldir (Erbil, 2020).

Taflan pekmezi ile ilgili yapılan bir çalışmada ise suda çözünür kuru madde değerleri 68 °Bx olarak belirlenmiştir ve sonuçlar çalışmamızla benzerdir (Başar, 2019).

Samsun yöresinde geleneksel yöntemlerle üretilen farklı pekmez çeşitlerini karşılaştıran bir çalışmada suda çözünür kuru madde değerleri üzüm pekmezi için 70 °Bx- 79°Bx, dut pekmezi için 68°Bx- 79°Bx aralığında, armut pekmezi için 63°Bx-78 °Bx aralığında ölçülmüştür. Literatürdeki bu çalışmayla çalışmamız paraleldir (Türkmen, 2022).

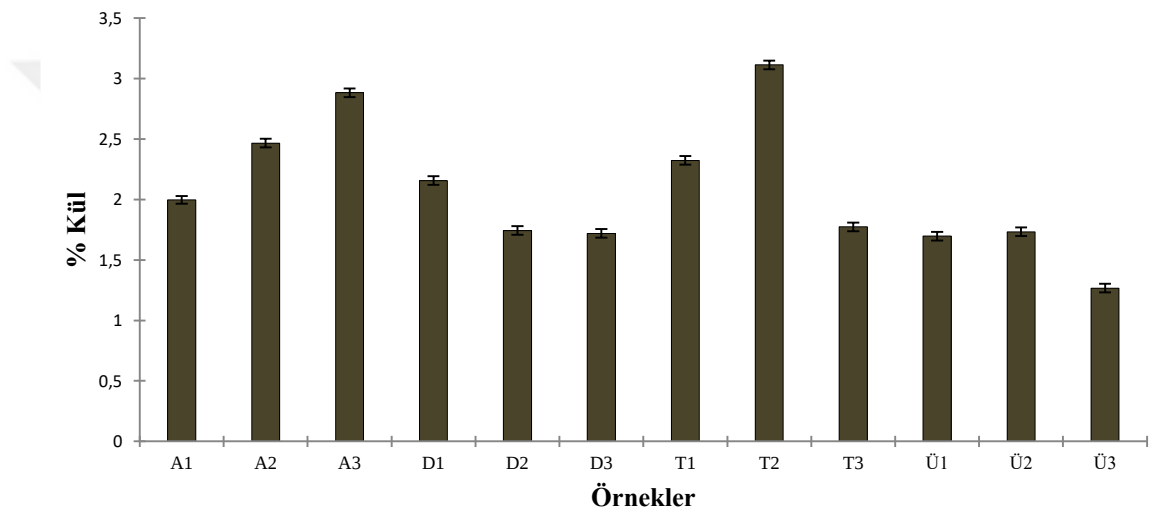
Üzüm pekmezi ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada ise suda çözünür kuru madde değerleri yine çalışmamızla benzer şekilde 70°Bx olarak ölçülmüştür (Saritepe, 2018).

Üzüm, dut ve andız pekmezlerinin depolamayla beraber bazı fizikokimyasal özelliklerindeki değişiminin gözlemlendiği bir çalışmada üzüm ve dut pekmezleri için suda çözünür kuru madde değerleri sırasıyla 68°Bx- 72°Bx, 71-73°Bx aralığında belirlenmiştir. Literatürdeki bu çalışmanın sonuçları çalışmamızla paraleldir (Temel, 2014).

3.4. Kül Analizine Ait Bulgular

Gıdanın kül içeriği, yapısındaki organik kısım yandıktan sonra geriye kalan inorganik kısmı ifade etmektedir. Gıdaların mineral içeriği ile toplam kül içeriği arasında

doğru orantılı bir korelasyon bulunmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda armut pekmezleri için % kül değerleri 1.99-2.88, dut pekmezleri için 1.72-2.16, taflan pekmezleri için 1.77-3.11, üzüm pekmezi için 1.27-1.73 aralığında gelmiştir. 3 farklı yerden temin edilen armut pekmezleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Dut pekmezlerinde toplam kül içeriği D2 ve D3 örneklerinde istatistiksel olarak benzer ve D1 örneğinden daha yüksektir. Taflan ve üzüm pekmezlerinde farklı yerlerden alınan ürün grupları arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir. En düşük toplam kül içeriği üzüm pekmezlerinden Ü3 örneğinde gözlenmiştir. En yüksek kül içeriği ise armut pekmezlerinden A3 örneğinde gözlenmiştir.



Şekil 16. Kül Sonuçları sütun grafiği

TS 12001 Dut Pekmezi Standardına göre tip I dut pekmezi için toplam kül değeri en fazla %4 tip II için ise %3 olmalıdır. Çalışmamızın dut pekmezi sonuçları bu standarda göre uygundur. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'ne göre sıvı üzüm pekmezleri için toplam kül değeri maksimum % 2.5 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdaki farklı üzüm pekmezlerine ait toplam kül değerleri yasal mevzuata uygundur.

Samsun yöresindeki farklı pekmezlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada üzüm pekmezi için toplam kül değeri sonuçları % 0.22-2.15, dut pekmezi için % 0.32-3.19, armut pekmezi için %1.10-1.85 aralığında ölçülmüştür. Literatürdeki bu çalışma ile bizim çalışmamızın yakın olduğu sonucuna varılmıştır (Türkmen,2022).

Üzüm pekmezleri ile yapılan bir çalışmada 3 farklı markaya ait pekmezlerin toplam kül değeri %1.93 ile %2.61 arasında değişmiştir. Bizim çalışmamızda kullanılan üzüm

pekmezlerinin toplam kül değerinin literatürdeki bu çalışmadan daha düşük olduğu görülmektedir (Saritepe, 2018).

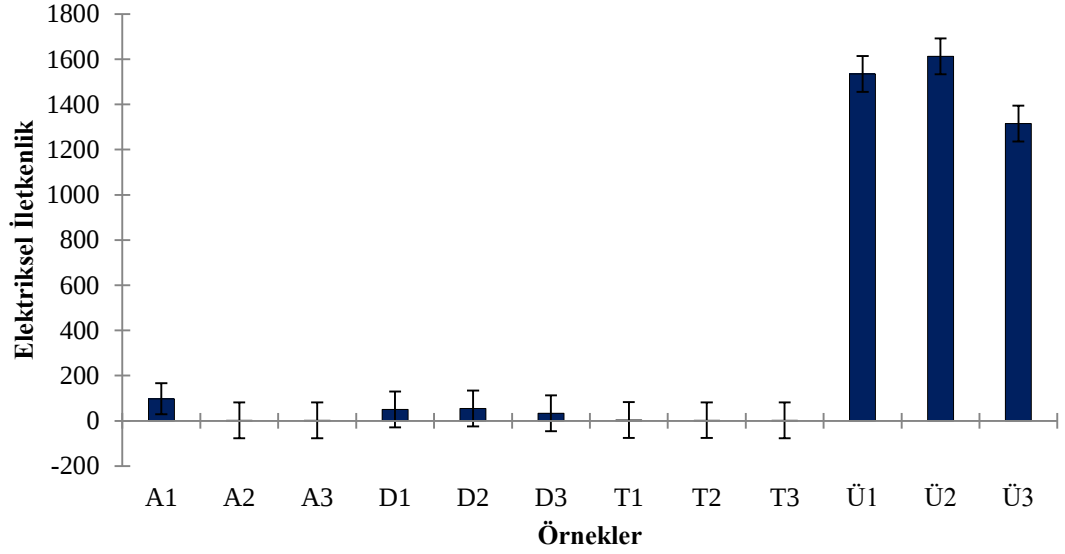
3.5. Elektriksel İletkenlik Analizine Ait Bulgular

Elektriksel iletkenlik gıdaların elektrik akımını iletme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu iletme yeteneği gıdanın yapısında bulunan mineral içeriği ile doğrudan ilişkilidir. Literatürdeki bazı çalışmalar elektriksel iletkenliğin bal ve pekmez gibi ürünlerde şeker ilavesi yapılarak gerçekleştirilen tağışı ortaya koyduğunu göstermektedir (Yakubi ve ark., 2021). Ancak bu tür tağışlarda şeker pancarının kullanıldığı durumlarda elektriksel iletkenlikte belirgin bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir. Çünkü şeker pancarı C₃ olarak ifade edilen ve Calvin-Benson metabolizmasını kullanan bitki sınıfına girmektedir. Şeker pancarından elde edilen şekerle tağış gerçekleştirildiğinde elektriksel iletkenliğin göstergesi olan $\delta^{13}\text{C}$ değerinde önemli bir değişiklik olmamaktadır. Şeker şurubu ilavesiyle gerçekleştirilen tağışlarda ise bu değerde önemli oranda düşme olduğu bilinmektedir (Türkmen,2022).

Çalışmamızda kullanılan armut, dut ve taflan pekmezleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Ancak üzüm pekmezleri istatistiksel olarak hem diğer pekmezlerden hem de kendi içlerinde birbirlerinden anlamlı bir farklılık içermektedir. En yüksek elektriksel iletkenliğe üzüm pekmezi örneklerinde Ü2 örneği, en düşük elektriksel iletkenliğe ise taflan pekmezi örneklerinden T3 örneği sahiptir. Bu çalışmada armut pekmezinde 2.34-97.82 $\mu\text{s/cm}$, dut pekmezinde 33.33-55.00 $\mu\text{s/cm}$, taflan pekmezinde 2.28-3.86 $\mu\text{s/cm}$ ve üzüm pekmezinde 1315.33-1613.33 $\mu\text{s/cm}$ aralığında elektriksel iletkenlik ölçülmüştür. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği, TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı ve TS 12001 Dut Pekmezi Standardında elektriksel iletkenlikle ilgili herhangi bir sınırlandırma bulunmamaktadır.

Literatürde üzüm pekmezi, dut pekmezi ve armut pekmezi ile gerçekleştirilen çalışmada ortalama elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla 1510, 3259 ve 2342 $\mu\text{s/cm}$ olarak bulunmuştur. Çalışmamızdaki elektriksel iletkenlik değerleri literatürdeki bu değerlerin altındadır. Bu durum çalışmamızda kullanılan dut ve armut pekmezlerinde tağış olabilme ihtimalini düşündürmektedir (Türkmen, 2022).

Literatürde yapılan başka bir çalışmada 24 farklı tip üzüm pekmezine ait elektriksel iletkenlik değerleri 0.23-5.48 $\mu\text{s/cm}$ aralığında değişmiştir. Aynı çalışmada 10 farklı dut pekmezine ait elektriksel iletkenlik değerleri 0.18-4.81 $\mu\text{s/cm}$ aralığında değişmiştir. Literatürdeki bu çalışmadaki değerler bizim çalışmamızdaki değerlerden daha düşüktür (Erbil, 2020).



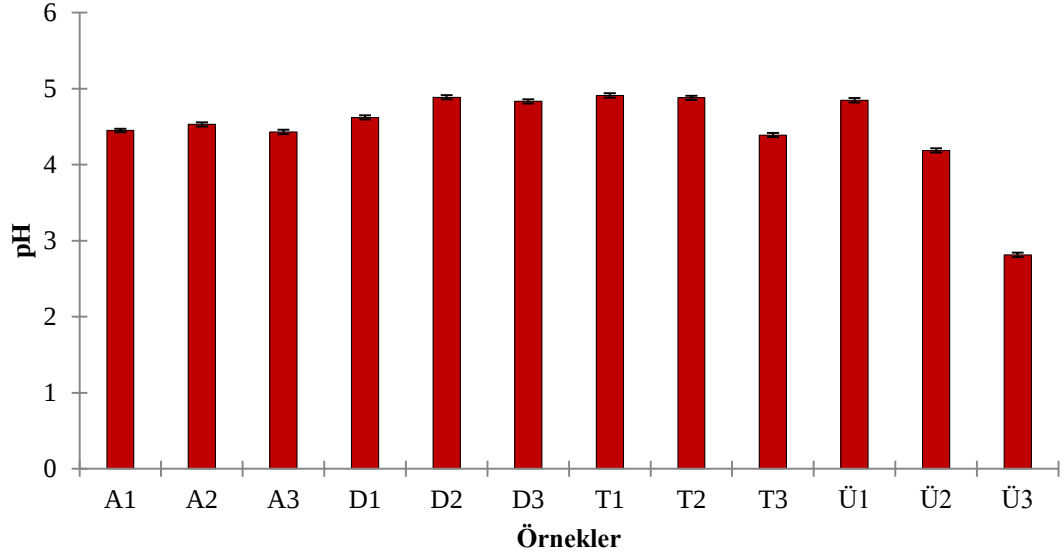
Şekil 17. Elektriksel İletkenlik sonuçları sütun grafiği

3.6. pH Analizine Ait Bulgular

Pekmez örneklerinin pH değerleri, üretilen meyvenin cinsine ve olgunluk durumuna, iklime, çevresel faktörlere ve üretim metoduna bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Türkmen, 2022).

Çalışmamız kapsamında gerçekleştirilen pH analizi sonuçlarına göre en düşük pH üzüm pekmezi örneklerinden Ü3 örneğinde 2.81, en yüksek pH ise taflan pekmezi örneklerinden T1 örneğinde 4.91 olarak gözlenmiştir. Dut, taflan ve üzüm pekmezleri grup içi olarak kendi arasında değerlendirildiğinde istatistiksel olarak birbirinden anlamlı bir farklılık içermektedir. Bunun yanı sıra armut pekmezleri kendi arasında değerlendirildiğinde A1 ve A3 örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. D2 ve T2 örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

TS 12001 Dut Pekmezi Standardına göre Tip I ve Tip II dut pekmezlerinde pH 5-5.5 aralığında olmalıdır. Çalışmamızın sonuçlarında dut pekmezlerinin pH aralığı 4.62-4.89 aralığındadır. Bu sonuçlar ışığında 3 farklı yerden temin edilen dut pekmezlerinin pH değeri yasal limitlerin altındadır. Bunun sebebinin geleneksel yöntemle üretimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde dut pekmezi ile gerçekleştirilen farklı çalışmalarda pH değeri 4.69, 4.09-5.58 aralığında, 5.79-4.93 aralığında, 4.34-5.40 aralığında ölçülmüştür (Güngör, 2007; Temel, 2014; Erbil, 2020; Türkmen, 2022). Literatürdeki değerler ile çalışmamızdaki değerler paralellik göstermektedir.



Şekil 18. pH sonuçları sütun grafiği

TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardına göre tatlı pekmezde pH değeri 4.9-6 aralığında, ekşi pekmezde pH değeri 3.5-4.9 aralığında olmalıdır. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi tebliğinde tatlı pekmezde pH değeri 5-6 aralığında, ekşi pekmezde pH değeri 3.5-5 aralığında olmalıdır. Çalışmamızda 3 farklı yerden temin edilen üzüm pekmezlerinde pH değeri 2.81-4.85 aralığında değişmektedir. Ü3 örneği yasal limitlerin altındadır. Ü1 ve Ü2 örnekleri ekşi pekmez limitlerine uymaktadır. Literatürde üzüm pekmezi ile gerçekleştirilen çalışmalara bakıldığında pH değeri 4.35, 4.06-5.65 aralığında, 5.56-5.95 aralığında, 4.81-5.36 aralığında, 5.09-5.47 aralığında, 4.23-5.63 aralığında ölçülmüştür. Ü2 ve Ü3 örnekleri literatürle paralel sonuç vermiştir (Aközlü, 2012; Temel, 2014; Sarıtepe, 2018; Erbil, 2020; Altınbaş, 2021; Türkmen, 2022).

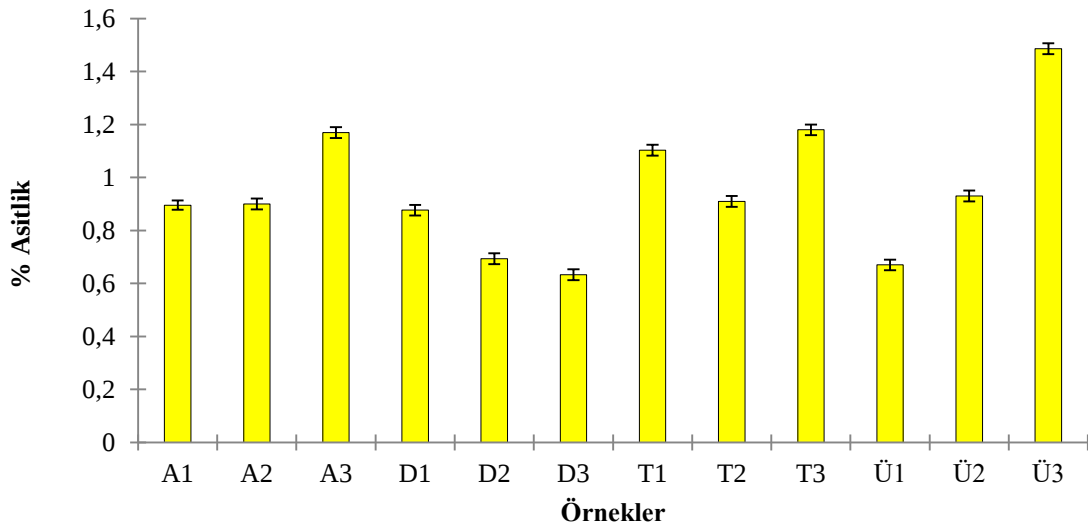
Taflan ve armut pekmezleri için yasal limitlerle herhangi bir sınırlandırma yapılmamıştır. Çalışmamızda taflan pekmezine ait pH sonuçları 4.39-4.91 aralığında, armut pekmezi için pH sonuçları 4.43-4.53 aralığındadır. Literatürde taflan pekmezi için yapılan bir çalışmada pH değeri 4.36-4.54 aralığında ölçülmüştür. Literatürdeki bu değerler çalışmamızla benzerlik göstermektedir (Başar, 2019). Armut pekmezi için literatürde yapılan benzer çalışmalarda pH değerleri 4.15, 4.28-4.45 aralığında ölçülmüştür (Erbil, 2021; Türkmen, 2022). Literatürdeki bu değerler çalışmamızdaki değerler ile paraleldir.

3.7. Titrasyon Asitliği Analizine Ait Bulgular

Titrasyon asitliği hesaplamalarında çalışmada kullanılan pekmezlerde genellikle hakim asit malik asit olduğundan dolayı sonuçlar malik asit cinsinden verilmiştir. En düşük asitlik değeri dut pekmezlerinden D3 örneğinde görülmüştür, en yüksek asitlik ise taflan pekmezlerinden T3 örneğinde görülmüştür. Bütün pekmez çeşitlerinde gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde 3 farklı yerden alınan farklı örneklerin asitlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Dut pekmezlerinden D2 ve üzüm pekmezlerinden Ü1 örnekleri istatistiksel olarak benzerdir. Armut pekmezlerinde A3 örneği ve taflan pekmezlerinden T3 örneği istatistiksel olarak benzerdir. Titrasyon asitliği için yasal mevzuatta bir sınırlandırma yoktur.

Armut pekmezlerinin titrasyon asitliği sonuçları %0.89-1.17 aralığındadır. A3 örneği en asitliği en yüksek, A1 örneği en düşüktür. Literatürde armut pekmezi için yapılan bir çalışmada % 1.18dir. Literatürle sonuçlarımız benzerlik göstermektedir (Türkmen, 2022).

Dut pekmezlerinin titrasyon asitliği sonuçları % 0.63-0.88 aralığındadır. D3 örneği en düşük asitliğe sahipken D1 örneği en yüksek asitliğe sahiptir. Literatürde dut pekmezi ile ilgili yapılan çalışmalarda titrasyon asitliği % 1.22, %0.59-1.34 aralığındadır. Yapılan literatür çalışmaları ile çalışmamızın sonuçları yakındır (Güngör, 2007; Türkmen, 2022).



Şekil 19. Titrasyon asitliği sütun grafiği

Taflan pekmezlerinin titrasyon asitliği sonuçları % 0.91-1.18 aralığındadır. En düşük titrasyon asitliği T2, en yüksek titrasyon asitliği T3 örneğindedir. Taflan pekmezi

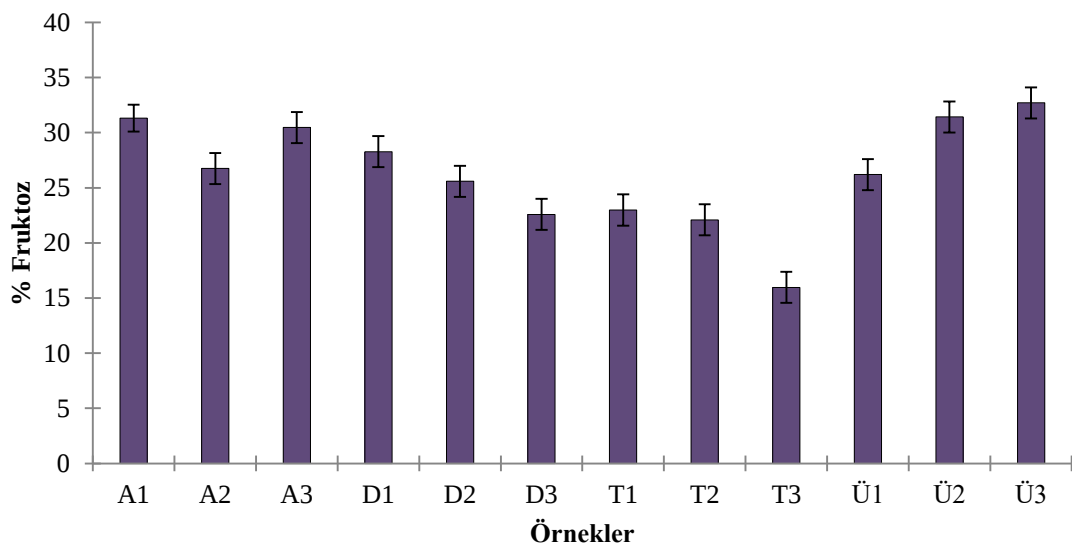
ile ilgili yapılan bir çalışmada titrasyon asitliği 2 farklı tip taflan pekmezi için % 0.510 ve %1.120 olarak ölçülmüştür. Literatürle sonuçlarımız yakındır (Başar, 2019).

Üzüm pekmezlerinin titrasyon asitliği sonuçları % 0.67-1.49 arasında değişmektedir. En yüksek titrasyon asitliği Ü3 örneğinde, en düşük titrasyon asitliği Ü1 örneğindedir. Literatürde üzüm pekmezi ile gerçekleştirilen bir çalışmalarda titrasyon asitliği % 0.96 olarak hesaplanmıştır. Literatürle sonuçlarımız yakındır (Türkmen, 2022).

3.8. Pekmez Örneklerinin Şeker Bileşenlerine Ait Bulgular

Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği ve TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardına göre, üzüm pekmezinin ticari glikoz, fruktoz ve benzeri şekerlerle seyreltilmesi veya çoğaltılması suretiyle meyve şekerli şurup, üzüm tatlısı ve üzüm pekmezi şurubu gibi isimler altında ürünlerin üretimi yasaktır. Pekmezde en sık rastlanan hile yöntemlerinden biri, ürüne dışarıdan şeker veya şeker şurubu eklemektir. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği ve TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardında belirtildiği üzere, üzüm pekmezindeki Fruktoz/Glikoz (F/G) oranı 0.9-1.1 aralığında olmalı, sakkaroz, maltoz ve rafinoz oranları ise en fazla %1 sınırında tutulmalıdır.

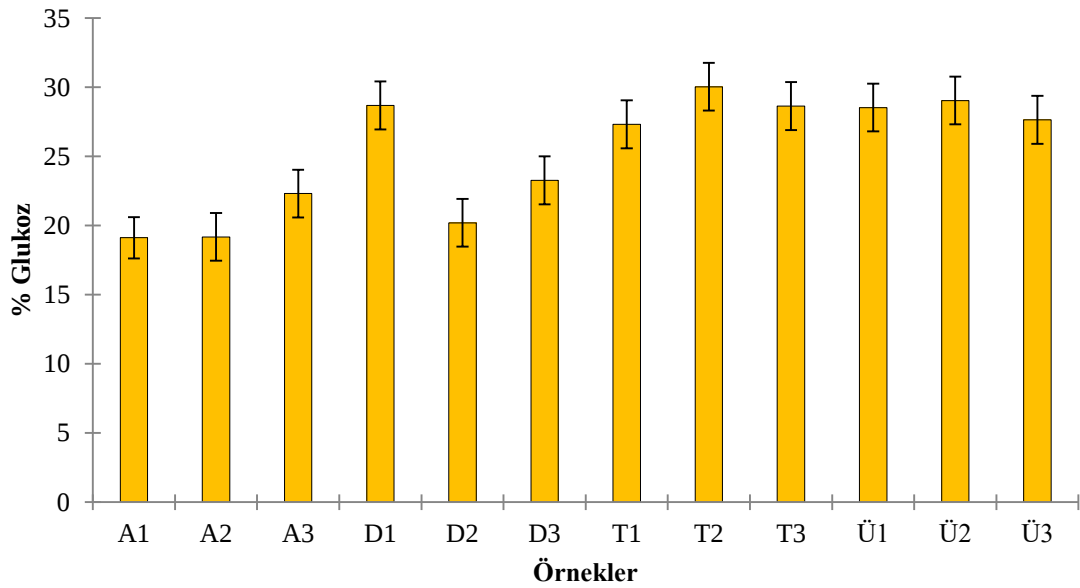
TS 12001 Dut Pekmezi Standardına göre, Tip I dut pekmezi en fazla %14, Tip II dut pekmezi ise en fazla %17 sakkaroz içermelidir. Sakarozun inversiyonu ile oluşan invert şekerler fruktoz ve glikozdur. Bu standartta belirtilene göre, invert şeker miktarı (fruktoz+glikoz) Tip I için %45-54, Tip II için %36-45 arasında olmalıdır; toplam şeker miktarı ise Tip I için maksimum %66, Tip II için maksimum %60 olarak sınırlanmıştır.



Şekil 20. Şeker bileşenleri (Fruktoz) sütun grafiği

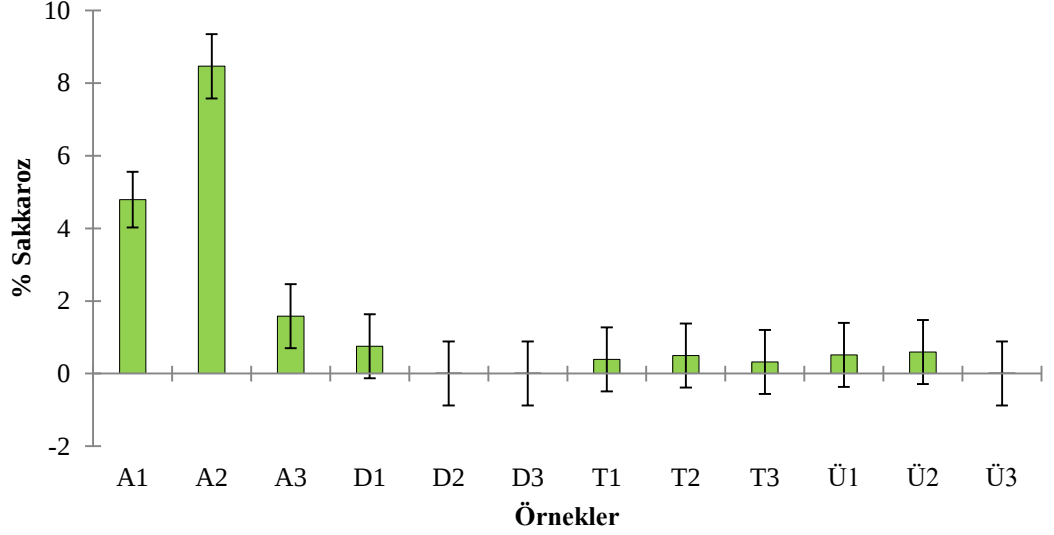
Armut pekmezlerinin sonuçlarına bakıldığında fruktoz oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır. En yüksek fruktoz içeriği %31.31 ile A1 örneğinde, en düşük ise %26.75 ile A2 örneğindedir. Dut pekmezlerinin fruktoz oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır. Fruktoz değerleri %22.58-28.28 aralığında değişmektedir. Dut pekmezleri arasındaki en yüksek fruktoz içeriğine D1 örneği, en düşük fruktoz içeriğine D3 örneği sahiptir. Üzüm pekmezlerinin fruktoz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcuttur. Fruktoz değerleri %26.20-32.70 arasında değişmektedir. Glikoz oranlarında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Taflan pekmezi için şeker sonuçlarına bakıldığında T1 ve T2 örnekleri arasında fruktoz içeriği bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Bu örneklerin fruktoz içeriği %22.98’ dir. T3 örneğinin fruktoz içeriği ise %15.97’ dir. Literatürle çalışmalarımızın sonuçları yakındır (Erbil, 2020; Türkmen, 2022). Literatürdeki üzüm pekmezi için fruktoz verileri %14-35 arası, %29, %32 olarak mevcuttur (Temel, 2014; Sarıtepe, 2018; Erbil, 2020).

Armut pekmezlerinin glikoz oranlarına bakıldığında A1 örneği %19.12 ile en düşük orana sahiptir. A3 örneğinin glikoz oranı ise %22.32 dir. Dut pekmezlerinin glikoz içerikleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık içermektedir. En yüksek glikoz içeriğine %28.69 ile D1, en düşük glikoz içeriğine %20.20 ile D2 örneği sahiptir. Taflan pekmezi örneklerinin glikoz içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemektedir.



Şekil 21. Şeker bileşenleri (Glukoz) sütun grafiği

Örneklerin glikoz içeriği %27.33-30.04 arasındadır. Üzüm pekmezlerinin Glikoz oranlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Üzüm pekmezlerinin glikoz içeriği %27.65-29.05 aralığındadır.

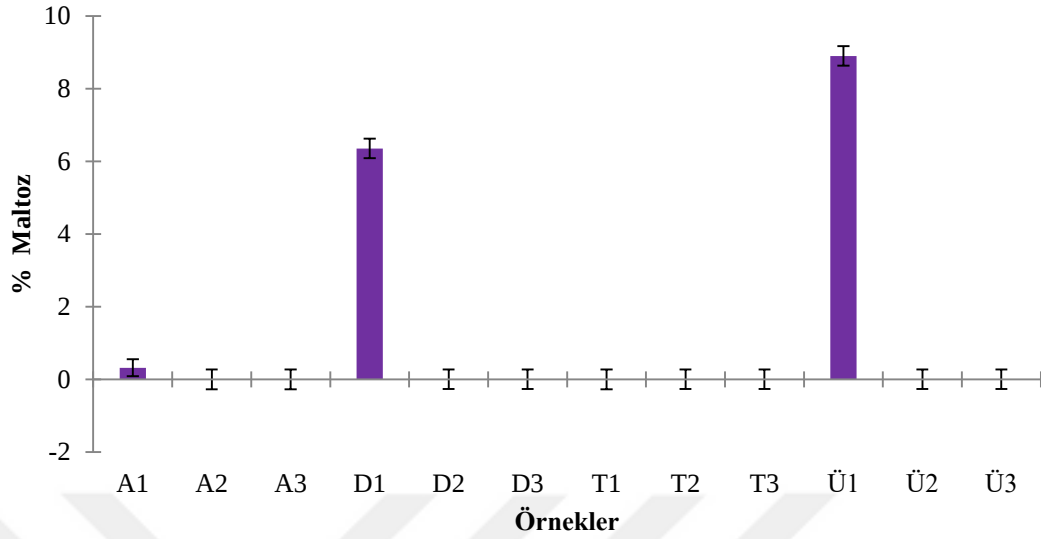


Şekil 22. Şeker bileşenleri (Sakkaroz) sütun grafiği

Armut pekmezlerinin sakkaroz içeriği istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. En yüksek sakkaroz içeriği %8.46 ile A2 örneğinde, en düşük sakkaroz içeriği ise %1.58 ile A3 örneğindedir. Dut pekmezlerinin sakkaroz içeriği D2 ve D3 örneklerinde tespit limitinin altındayken D1 örneğinde %0.75'tir. Dut pekmezlerinin sakkaroz içeriği, toplam şeker içeriği yasal limitlere uymaktadır. İnvert şeker içeriği (fruktoz+glikoz) açısından ise sadece D1 pekmezinin yasal limitleri aştığı görülmektedir. Taflan Pekmezlerinin Sakkaroz içerikleri bakımından da örnekler arasında istatistiksel farklılık yoktur. Örneklerin sakkaroz içeriği % 0.32-0.50 arasındadır. Üzüm pekmezlerinin sakkaroz içeriği ise Ü1 ve Ü2 örneklerinde % 0.52 ve % 0.60'tır. Ü1 ve Ü2 örnekleri istatistiksel olarak benzer sonuçlar vermiştir. Ü3 örneğinde ise tespit limitinin altında sakkaroz içeriği mevcuttur.

Armut pekmezlerinin A2 ve A3 örneklerinin maltoz içeriği tespit limitinin altındayken A1 örneğinin maltoz içeriği %0.32'dir. Dut pekmezlerinin Maltoz içeriğine bakıldığında her 3 çeşit dut pekmezinde de tespit limitinin altında olduğu görülmektedir. F/G oranlarına bakıldığında sonuçların sırasıyla % 1.00, % 1.27 ve % 0.97 olduğu görülmektedir. Taflan pekmezlerinin hepsinde maltoz oranı tespit limitinin altındadır. Üzüm pekmezi örneklerinin maltoz şekeri içeriği Ü2 ve Ü3 örneklerinde tespit limitinin altındayken Ü1 örneğinde %8.90'dır. 3 farklı yerden tedarik edilmiş üzüm pekmezlerinin

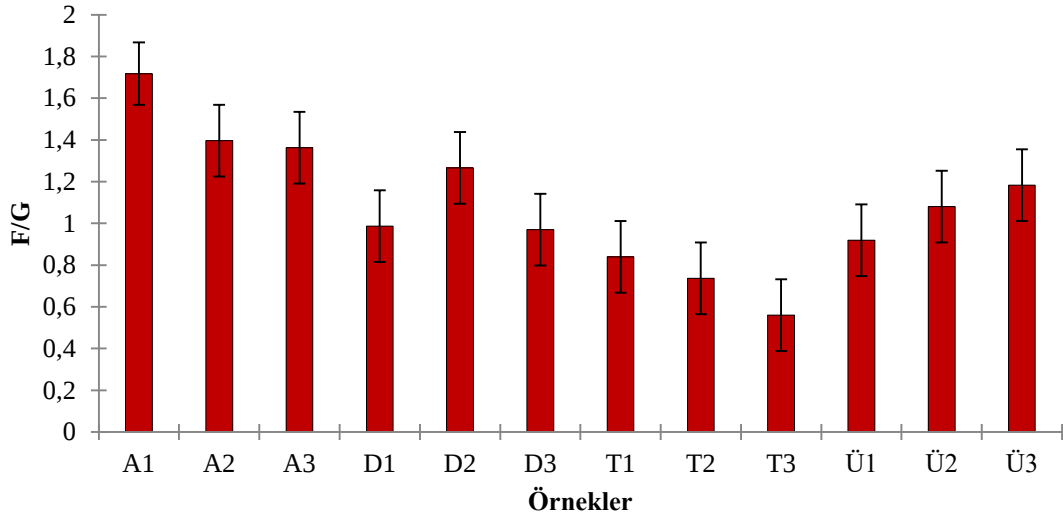
hepsinin sakkaroz yasal limitlere uymaktayken Ü1 örneğinin maltoz içeriği yasal limitin üzerindedir.



Şekil 23. Şeker bileşenleri (Maltoz) sütun grafiği

Armut pekmezlerinin F/G oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. F/G oranı sırasıyla 1.72, 1.40 ve 1.36'dır. Yasal mevzuatlarda armut pekmezleri için herhangi bir düzenleme yoktur. Dut pekmezleri ile gerçekleştirilen çalışmalarda F/G oranı 1.03, 0.68-1.28 aralığında olduğu görülmektedir. Literatürdeki benzer çalışmaların fruktoz oranları %26, %13-32, glikoz oranları %20-27, sakkaroz oranları %0-17, maltoz içeriği %0-20 aralığındadır. Literatürdeki bu veriler bizim sonuçlarımızla yakındır (Erbil, 2021; Türkmen, 2022). Taflan pekmezlerinin F/G oranına bakıldığında T1 örneğinde 0.84 ile en yüksek oran, T3 örneğinde ise 0.56 ile en düşük oran gözlenmektedir.

Literatürde taflan pekmezi ile ilgili gerçekleştirilen bir çalışmada taflan pekmezinin fruktoz içeriği %13.76, glikoz içeriği 16.39, sakkaroz içeriği ise %0.05 olarak hesaplanmıştır (Alaşalvar, 2005). Taflan pekmezinde literatürde şeker içeriği ile ilgili çok kısıtlı çalışma olduğundan dolayı çalışmamızın bu konuda ışık tutması açısından da önemli olabileceği düşünülmektedir.



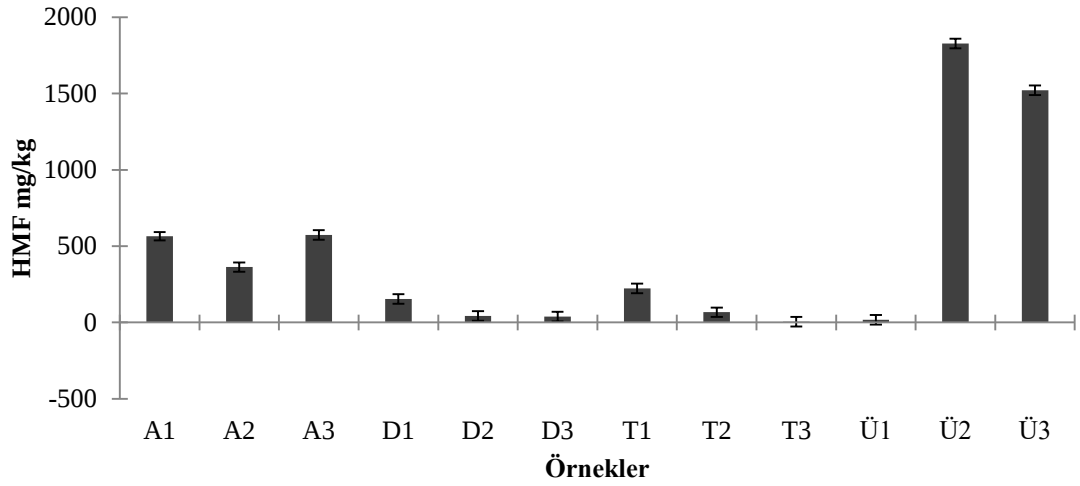
Şekil 24. Şeker bileşenleri (F/G) sütun grafiği

Üzüm pekmezlerinin F/G oranına bakıldığında 0.92-1.18 arasındadır. Üzüm pekmezlerinden sadece Ü1 örneğinin F/G oranı yasal limitlere uymaktadır. Literatürdeki üzüm pekmezi ile gerçekleştirilen çalışmalarda F/G oranı 0.98, 0.68-1.16 aralığındadır.

3.9. HMF Analizine Ait Bulgular

Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunun ara ürünü olan HMF önemli bir kalite kriteridir. Uluslararası otoriteler gıdalarda bulunan HMF miktarının azaltılması gerektiğini savunmaktadır (Abraham vd., 2011; Ros-Polski vd., 2016; Lee vd., 2019). Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği, TS 12001 Dut Pekmezi Standardı ve TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı'na göre pekmezde bulunabilecek maksimum HMF konsantrasyonu 75 mg/kg'dır. Çalışmamızda en yüksek HMF konsantrasyonu üzüm pekmezlerinde özellikle de Ü2 örneğinde gözlenmiştir. En düşük HMF konsantrasyonu ise genel olarak taflan pekmezlerinde özellikle de T3 örneğinde görülmüştür.

Armut pekmezlerinde HMF konsantrasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. HMF konsantrasyonu 362.87-573.83 mg/kg aralığında değişmektedir. Armut pekmezi için yasal bir limit bulunmamakla beraber dut ve üzüm pekmezi için olan yasal limitin çok üzerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca A1 pekmez örneği ile üzüm pekmezlerinden Ü2 örnekleri istatistiksel olarak benzer sonuçlar vermiştir. Literatürde armut pekmezi ile yapılan çalışmalarda 615 mg/kg, 141-626 mg/kg aralığında sonuçlar olduğu görülmektedir (Erbil, 2021; Türkmen, 2022).



Şekil 25. HMF sütun grafiği

Dut pekmezlerinde HMF konsantrasyonu sonuçlarına göre D2 ve D3 örnekleri istatistiksel olarak benzer ve D1 örneğinden daha düşük HMF içeriğine sahiptirler. HMF konsantrasyonu 38.21-154.84 mg/kg aralığındadır. D2 ve D3 örnekleri yasal limitlerin altındayken D1 örneği yasal limitin üzerindedir. Literatürde dut pekmezi ile gerçekleştirilen çalışmalarda 103.40 mg/kg, 17.44-773.51 mg/kg aralığında, 92.50-238 mg/kg aralığında, 5.18-170.88 mg/kg aralığında HMF içeriğine sahip olduğu mevcuttur (Güngör, 2007; Temel, 2014; Erbil, 2021; Türkmen, 2022). Dut pekmezlerimizin HMF içerikleri literatürdeki sonuçlarla benzerdir.

Taflan pekmezlerinde HMF konsantrasyonları arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcuttur. HMF konsantrasyonları 5.97-223.64 mg/kg arasında değişmektedir. Taflan pekmezi için ayrı bir standart ya da mevzuat olmamakla beraber T1 örneği yasal limitin üzerindeyken T2 ve T3 örnekleri dut ve üzüm pekmezleri için olan yasal limitin altındadır. Literatürde 2 farklı çeşit taflan pekmezi ile gerçekleştirilen bir çalışmada HMF konsantrasyonu 9 mg/kg ve 21 mg/kg olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızdaki T3 örneği bu çalışmadan daha düşük HMF içeriğine sahipken diğer iki örneğimizin HMF konsantrasyonları daha yüksektir.

Üzüm pekmezlerinde HMF konsantrasyonları arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcuttur. Üzüm pekmezleri arasındaki en yüksek HMF konsantrasyonu Ü2 pekmezinde 1827.76 mg/kg, en düşük HMF konsantrasyonu ise 18.30 mg/kg Ü1 pekmezindedir. Ayrıca taflan pekmezlerinden T3 örneği ve üzüm pekmezlerinden Ü1 örnekleri istatistiksel olarak benzer HMF konsantrasyonuna sahiptir. Üzüm pekmezlerinden sadece Ü1 örneği yasal limitlerin altındayken diğer iki örnek yasal limitlerin çok

üzerindedir. Literatürde üzüm pekmezi ile gerçekleştirilen çalışmalarda HMF konsantrasyonu 391 mg/kg, 18.03-794.90 mg/kg aralığında, 2-13 mg/kg aralığında, 57-4865 mg/kg aralığında, 101 mg/kg, 3.2-1196.00 mg/kg aralığındadır (Aközlü, 2012; Temel, 2014; Sarıtepe, 2018; Erbil, 2020; Altınbaş, 2021; Türkmen, 2022).

Geleneksel yöntemlerde HMF oluşumunun açık kazanlarda yüksek sıcaklığa kontrolsüz olarak maruz kalmayla daha kolay oluştuğu bilinmektedir. Çalışmamızdaki sonuçlarda bu durumu desteklemektedir. HMF sonuçları korelasyon tablosunda görüldüğü üzere (Tablo 5) asitlik ile pozitif yönlü güçlü korelasyon, pH ile negatif yönlü güçlü korelasyon göstermektedir. HMF sonuçları fruktoz sonuçları ile de pozitif yönlü güçlü korelasyon göstermektedir. HMF'nin fruktoz gibi heksozların Maillard reaksiyonu sonucu parçalanmasıyla oluşan bir ara ürün olması bu korelasyonu açıklamaktadır.

3.10. Antioksidan ve Biyoaktif Bileşenlere Ait Bulgular

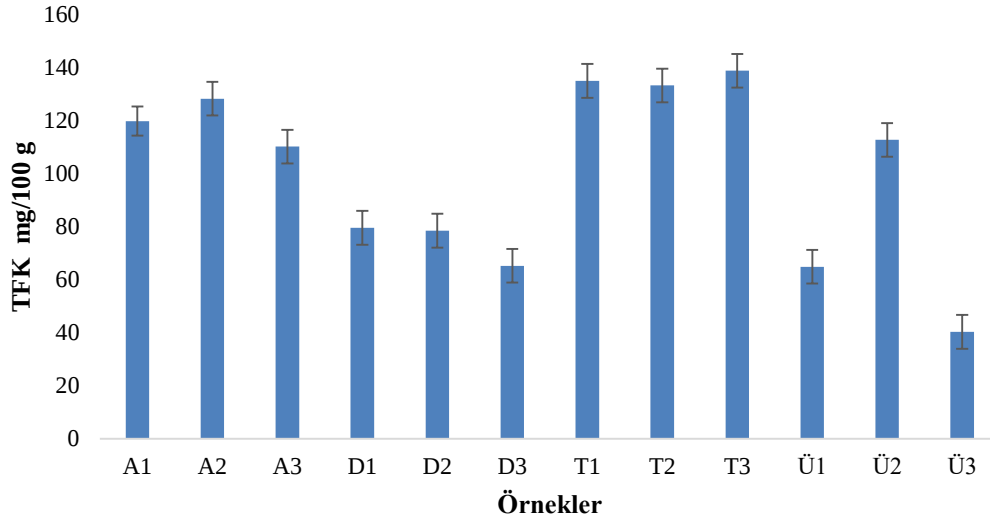
Antioksidanlar, gıdayı ve onu tüketen hayvanları serbest radikal moleküllerinin neden olduğu oksidatif hasardan koruyan bileşiklerdir. Antioksidanlar öncelikle bitki bazlı diyetlerde bulunur. Bu gıdaların tüketilmesiyle elde edilen antioksidanlara fitokimyasal antioksidanlar denir. Doğal diyet antioksidanları: İndirgeyici bir ajan, serbest radikallerin temizleyicisi ve singlet oksijenin temizleyicisi olarak çalışırlar. Bunlar antioksidanların oksidatif hasarı önlediği mekanizmalardır(Lee vd., 2004).

Fenolik maddeler, gıdanın besin karakteristikleri ve duyuşal özelliklerini geliştiren, sağlığa olumlu etkileri kanıtlanmış önemli bileşenlerdir. Literatürdeki çalışmalar polifenol içeriği yüksek gıdaların tüketilmesi ile bazı kanserlere, kalp hastalıklarına ve diyabete yakalanma riskinin düştüğünü göstermektedir (Liu, 2003). Meyvelerde bulunan fenolik bileşen miktarı meyvenin türüne, genetik ve çevresel faktörlere bağlı değişebilmektedir. Meyvenin son ürüne işlenmesi sırasındaki proses koşulları da fenolik bileşen içeriğini etkilemektedir (Türkmen, 2022). Flavanoidler fenolik bileşenler içerisinde önemli bir alt gruptur. Elma, armut gibi meyveler önemli flavanoid kaynağıdır (Boyer vd., 2004, Li vd., 2011).

3.10.1. TFK Analizine Ait Bulgular

Tablo 6'da örneklere ait toplam fenolik kapasite, toplam flavanoid kapasite, toplam antioksidan kapasite, renk ve esmerleşme düzeyi sonuçları verilmiştir.

Pekmez çeşitlerinin hepsi bir arada değerlendirilecek olursa TFK üzüm pekmezi örneklerinde daha yüksek ölçülmüştür. En yüksek TFK Ü2 örneğinde, en düşük TFK ise taflan pekmezlerinden T3 örneğinde ölçülmüştür.



Şekil 26. TFK sütun grafiği

Armut pekmezlerinin TFK sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır. En yüksek TFK değeri A2 örneğinde 128.33 mg/100 g, en düşük TFK değeri ise A3 örneğinde 110.24 mg/100 g olarak ölçülmüştür.

Dut pekmezlerinin TFK sonuçlarına bakıldığında D2 ve D3 örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Dut pekmezlerinin TFK içeriği 65.24 mg/100 g ile 79.61 mg/100 g aralığındadır. D1 örneğinin TFK değeri diğer iki örnekten daha yüksektir.

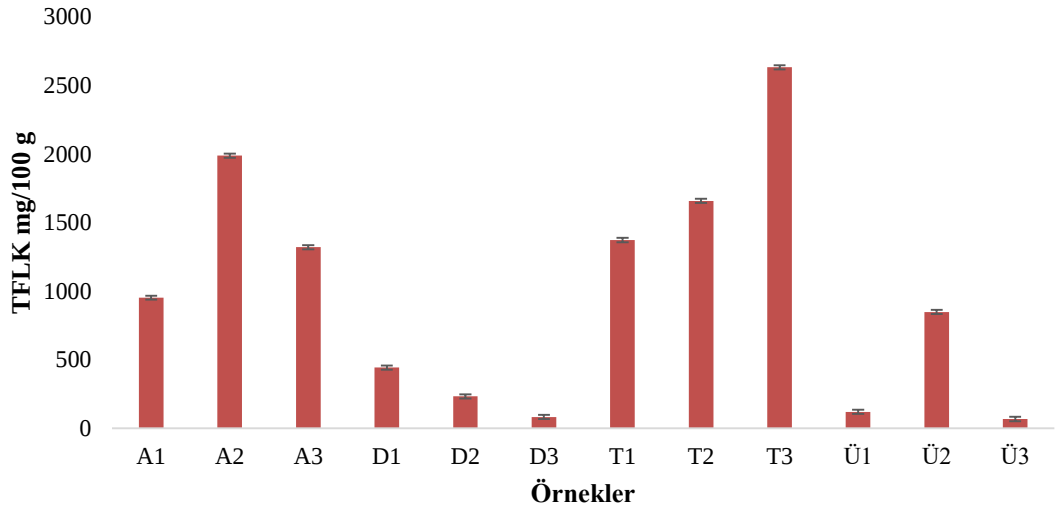
Taflan pekmezlerinin TFK sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır. En yüksek TFK içeriği 138.88 mg/100 g T3 örneğinde, en düşük TFK içeriği 133.33 mg/100 g olarak T2 örneğinde ölçülmüştür.

Üzüm pekmezlerinin TFK sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır. En yüksek TFK Ü2 örneğinde 112.79 mg/100 g, en düşük TFK Ü3 örneğinde 40.33 mg/100 g olarak ölçülmüştür.

Toplam fenolik madde sonuçları korelasyon tablosunda görüldüğü üzere (Tablo 5) DPPH ve FRAP metodu antioksidan analiz sonuçları ile pozitif yönlü güçlü korelasyon göstermektedir.

3.10.2. TFLK Analizine Ait Bulgular

TFLK sonuçlarına bakıldığında pekmez örnekleri arasında en yüksek sonuç taflan pekmezlerinden T3 örneğinde gözlenmiştir. D3 ve Ü3 örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ve en düşük TFLK sonucuna sahiplerdir.



Şekil 27. TFLK sütun grafiği

Armut pekmezleri arasında TFLK sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. En yüksek TFLK A2 örneğinde 1987.50 mg/100 g, en düşük TFLK 945.00 mg/100 g olarak A1 örneğinde ölçülmüştür.

Dut pekmezlerinin TFLK sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır. En yüksek sonuç D1 örneğinde 442.50 mg/100 g, en düşük sonuç ise D3 örneğinde 82.50 mg/100 g olarak ölçülmüştür.

Taflan pekmezlerinin TFLK sonuçlarına bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır. Genel olarak bakıldığında taflan pekmezlerinin TFLK içeriğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. En yüksek içerik T3 örneğinde 2632.50 mg/100 g, en düşük içerik T1 örneğinde 1372.50 mg/100 g olarak ölçülmüştür.

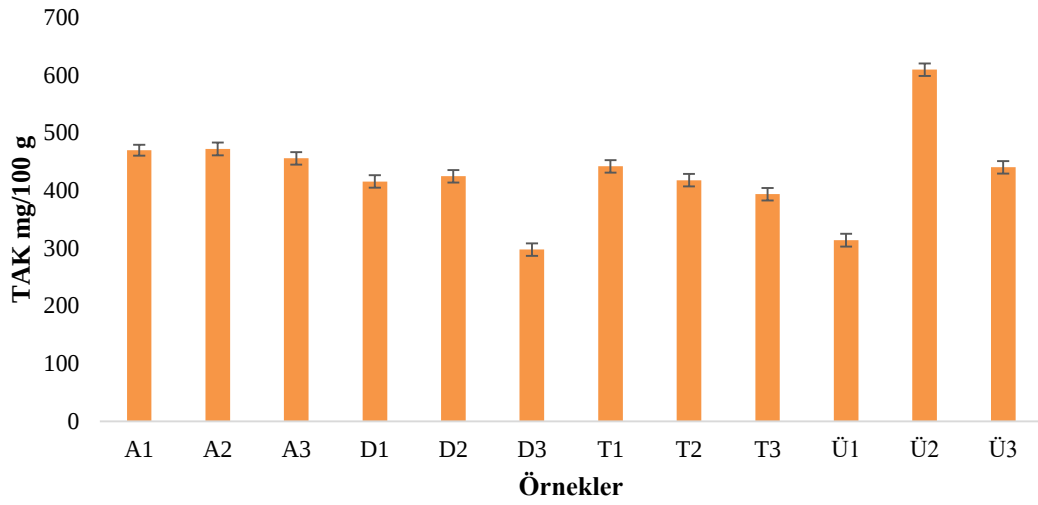
Üzüm pekmezlerinin TFLK sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Ü2 örneği 847.50 mg/100 g ile en yüksek flavanoid kapasiteye sahipken, Ü3 örneği 67.50 mg/100 g flavanoid içeriği ile en düşük kapasiteye sahiptir.

Toplam flavanoid madde sonuçları korelasyon tablosundan da anlaşıldığı üzere (Tablo 5) toplam fenolik madde kapasitesi ve demir indirgeme kapasitesi sonuçları ile pozitif yönlü güçlü korelasyon göstermektedir.

3.10.3. TAK Analizine Ait Bulgular

Giresun yöresine ait farklı pekmez çeşitlerinin toplam antioksidan kapasite sonuçlarına bakıldığında en düşük toplam antioksidan kapasitenin dut pekmezlerinden

D3 örneğinde, en yüksek toplam antioksidan kapasitenin ise toplam fenolik kapasite sonucuyla paralel olarak üzüm pekmezlerinden Ü2 örneğinde olduğu görülmektedir.



Şekil 28.TAK sütun grafiği

Armut pekmezleri arasında toplam antioksidan kapasite sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcuttur. En yüksek toplam antioksidan kapasite A1 örneğinde 482.77 mg/100, en düşük antioksidan kapasite ise 455.65 mg/100 g ile A3 örneğindedir.

Dut pekmezleri arasında toplam antioksidan kapasite sonuçları arasında D1 ve D2 örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. D3 örneği ise onlardan daha düşük antioksidan kapasiteye sahiptir. Dut pekmezlerinin toplam antioksidan kapasite sonuçları 415.27 mg/100 ile 297.58 mg/100 g arasında değişmektedir.

Taflan pekmezleri kendi arasında toplam antioksidan kapasite sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcuttur. En düşük antioksidan kapasiteye T3 örneği 393.35 mg/100 g sahiptir. En yüksek antioksidan içeriği T1 örneğinde 441.81 mg/100 g olarak hesaplanmıştır.

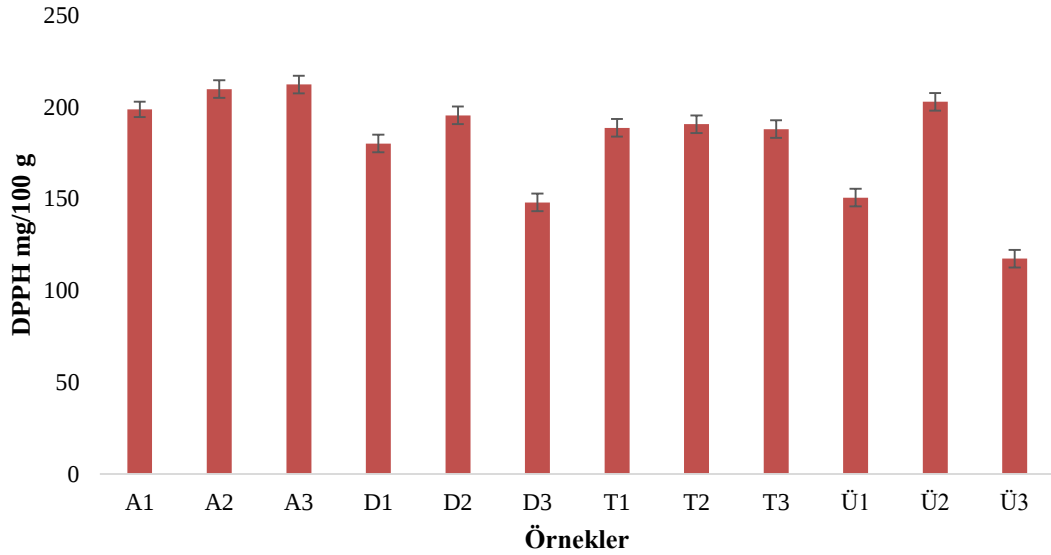
Toplam antioksidan kapasitesi sonuçları korelasyon tablosunda görüldüğü üzere (Tablo 5) toplam fenolik madde kapasitesi sonuçları ile pozitif yönlü korelasyon göstermektedir.

3.10.4. DPPH Analizine Ait Bulgular

Örneklerin serbest radikal süpürme aktivitelerine bakıldığında en yüksek sonucun armut pekmezlerinde ve özellikle de A3 örneğinde olduğu görülmektedir. A3 örneğinin

DPPH sonucu 212.22 mg/100 g'dır. En düşük DPPH sonucu ise üzüm pekmezlerinden Ü3 örneğinde 117.36 mg/100 g olarak ölçülmüştür.

Armut pekmezlerinin DPPH yöntemiyle antioksidan kapasite sonuçları arasında istatistiksel olarak A2 ve A3 örneklerinde farklılık yoktur. A1 örneği ise onlardan farklı ve daha düşük sonuca sahiptir. DPPH yöntemiyle antioksidan kapasite sonuçları 204.17 mg/100g ile 212.22 mg/100 g arasında değişmektedir.



Şekil 29.DPPH sütun grafiği

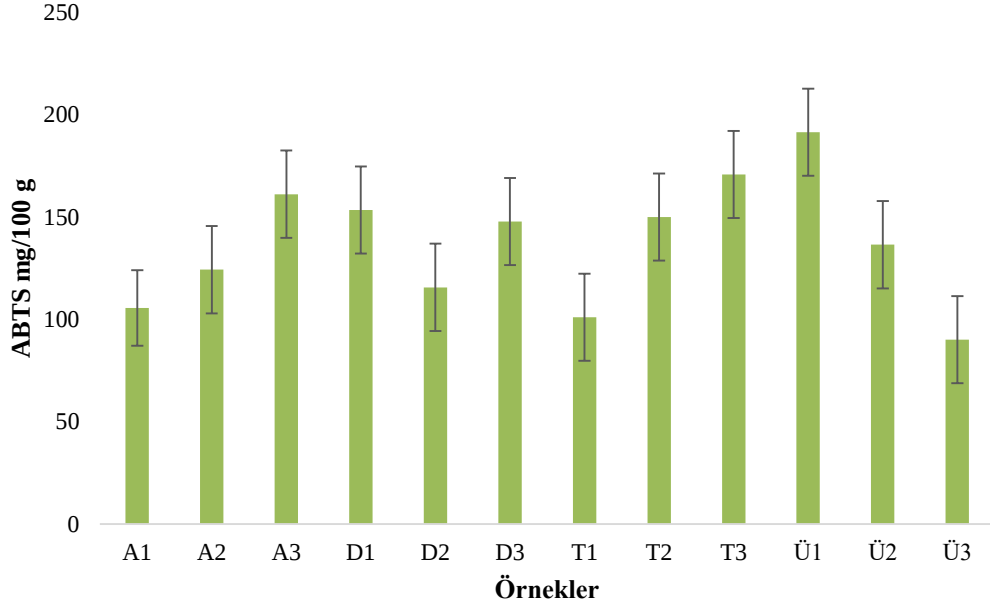
Dut pekmezlerinin DPPH yöntemiyle antioksidan kapasite sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Dut pekmezlerinin kendi içinde en yüksek serbest radikal süpürme yeteneği 195.42 mg/100 g D2 örneğinde, en düşük serbest radikal süpürme yeteneği ise 147.92 mg/100 g ile D3 örneğindedir.

Taflan pekmezlerinden T1 ve T2 örneklerinin serbest radikal süpürme yetenekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. T3 örneği ise onlardan daha düşük DPPH kapasitesine sahiptir. Taflan pekmezlerinin DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasiteleri 187.92 mg/100 g ile 190.56 mg/100 g arasında değişmektedir.

Üzüm pekmezlerinin DPPH yöntemiyle antioksidan kapasite sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. En yüksek serbest radikal süpürme yeteneği Ü2 örneğinde 202.78 mg/100 g, en düşük serbest radikal süpürme yeteneği ise 117.36 mg/100 g ile Ü3 örneğindedir.

3.10.5. ABTS Analizine Ait Bulgular

Örneklerin radikal katyonu süpürücü etki tayini (ABTS^{•+}) metoduyla gerçekleştirilen antioksidan kapasite analizleri sonucuna göre en yüksek sonuç Ü1 örneğinde, en düşük sonuç Ü3 örneğindedir.



Şekil 30.ABTS sütun grafiği

Armut pekmezlerinin ABTS^{•+} yöntemiyle antioksidan kapasite sonuçlarına göre örnekler arası istatistiksel anlamlı farklılık bulunmaktadır. En yüksek kapasite 161.25 mg/100 g ile A3 örneğinde en düşük kapasite ise A1 örneğinde 95.34 mg/100 g'dır.

Dut pekmezlerinin ABTS^{•+} yöntemiyle toplam antioksidan kapasiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. En yüksek sonuç D1 örneğinde 153.47 mg/100 g, en düşük sonuç ise D2 örneğinde 115.69 mg/100 g'dır.

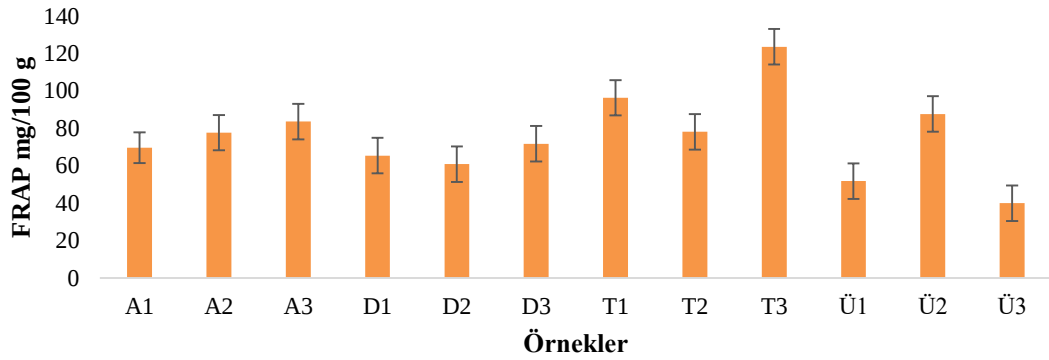
Taflan pekmezlerinin ABTS^{•+} yöntemiyle toplam antioksidan kapasiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. En yüksek sonuç T3 örneğinde 170.83 mg/100 g, en düşük sonuç ise T3 örneğinde 101.11 mg/100 g'dır.

Üzüm pekmezlerinin ABTS^{•+} yöntemiyle toplam antioksidan kapasiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. En yüksek sonuç Ü1 örneğinde 191.53 mg/100 g, en düşük sonuç ise Ü3 örneğinde 90.14 mg/100 g'dır.

3.10.6.FRAP Analizine Ait Bulgular

Pekmez örneklerinin toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi FRAP metoduyla antioksidan kapasite ölçümü sonuçlarına göre en yüksek kapasite taflan pekmezlerinden T3 örneğinde, en düşük kapasite ise üzüm pekmezlerinden Ü3 örneğindedir.

Armut pekmezleri FRAP metodu sonuçlarına göre kendi içinde değerlendirildiğinde A3 örneğinin en yüksek kapasiteye, A1 örneğinin ise en düşük kapasiteye sahip olduğu görülmektedir. Örnekler arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcuttur. Armut pekmezlerinin bu yöntemle göre antioksidan kapasiteleri 67.64 mg/100 g ile 83.55 mg/100 g arasındadır.



Şekil 31.FRAP sütun grafiği

Dut pekmezlerinin FRAP metoduna göre antioksidan kapasite değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Dut pekmezlerinin bu metoda göre antioksidan kapasiteleri 60.82 mg/100 g ile 71.73 mg/100 g arasında değişmektedir. En yüksek kapasite D3 örneğinde, en düşük kapasite ise D2 örneğindedir.

Taflan pekmezlerinin FRAP antioksidan kapasitesi yöntemine göre sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Sonuçlar 78.09 mg/100 g ile 96.27 mg/100 g arasında değişmektedir. En yüksek demir indirgeme kapasitesi T3 örneğinde iken, en düşük demir indirgeme kapasitesi T2 örneğindedir.

Üzüm pekmezlerinin FRAP metoduyla antioksidan kapasitesi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır. En yüksek antioksidan kapasite Ü2 örneğinde 87.64 mg/100 g, en düşük antioksidan kapasite ise Ü3 örneğindedir.

Literatürde farklı pekmezlerle gerçekleştirilen çalışmalarda biyoaktif bileşenlere ait bulgular mevcuttur. Üzüm, dut ve armut pekmezleri ile gerçekleştirilen bir çalışmada ABTS⁺⁺ metoduna göre antioksidan kapasite ortalamaları sırasıyla 10.66 µmol TEAC/g,

35.34 $\mu\text{mol TEAC/g}$, 39.04 $\mu\text{mol TEAC}^5/\text{g}$ olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada DPPH metodunda ise üzüm, dut ve armut pekmezleri için sonuçlar sırasıyla 7.26 $\mu\text{mol TEAC/g}$, 22.13 $\mu\text{mol TEAC/g}$, 23.84 $\mu\text{mol TEAC/g}$ 'dır. Bu çalışmadaki üzüm, dut ve armut pekmezlerine ait toplam fenolik kapasite değerleri sırasıyla 312 mg/100 g, 1060 mg/100 g, 964 mg/100 g'dır. Aynı çalışmanın toplam flavanoid kapasite verilerine bakıldığında ise üzüm pekmezi için 72 mg/100 g, dut pekmezi için 147 mg/100 g, armut pekmezi için 391 mg/100 g'dır (Türkmen, 2022).

Taflan pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarında (50-60-70°C) bazı biyoaktif özelliklerindeki değişimlerinin incelendiği bir çalışmada kiraz karayemişine ait toplam fenolik madde içeriği 1621.89 mg GAE/100 g ile 4466.05 mg GAE/100 g arasında değişmektedir. Fındık karayemişine ait fenolik madde içeriği sonuçları ise 1659.75 mg GAE/100 g ile 5083.20 mg GAE/100 g arasında değişmektedir. Aynı çalışmada antioksidan aktivite sonuçları kiraz karayemiş pekmezinde 24.84 $\mu\text{g TE/mg}$ ile 30.49 $\mu\text{g TE/mg}$ arasında değişmektedir. Fındık karayemiş pekmezlerinde ise antioksidan kapasite 30.39 $\mu\text{g TE/mg}$ ile 33.66 $\mu\text{g TE/mg}$ aralığındadır. (Başar, 2019).

Taflan pekmezleri ile gerçekleştirilen başka bir çalışmada toplam fenolik madde içeriği 1444.00 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Alaşalvar, 2005).

Dut pekmezinde gerçekleştirilen bir çalışmada 15 farklı çeşit pekmezle denemeler gerçekleştirilmiştir. Fenolik madde içeriği 5.49 $\mu\text{g GAE/ mg}$ ile 18.28 $\mu\text{g GAE/ mg}$ arasında değişmiştir (Güngör, 2007). Yine dut pekmezi ile gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise fenolik madde içeriği 9.76 $\mu\text{g GAE/ mg}$ ile 15.28 $\mu\text{g GAE/ mg}$ arasında değişmiştir (Karataş, 2017).

Farklı pekmezlerle beraber gerçekleştirilen bir çalışmada üzüm pekmezindeki antioksidan kapasite DPPH metoduna göre %79.46 ile %90.09 arasında değişmiştir. Dut pekmezinde ise bu kapasite %67.14 ile %82.10 aralığındadır. Aynı çalışmadaki toplam fenolik miktarı üzüm pekmezi için %6.52 ile %12.70 aralığında, dut pekmezi için %8.76 ile %11.93 aralığındadır (Temel, 2014).

Literatürdeki bu çalışmalar ile çalışmamızın sonuçları arasındaki farklılıkların geleneksel yöntemlerdeki proses farklılıklarından, meyvelerin genotiplerinden, farklı çevresel koşullardan olabileceği düşünülmektedir.

3.11. Renk Analizine ait Bulgular

3.11. 1. L* Analizine ait Bulgular

Farklı pekmez çeşitlerine ait renk parametrelerine ait değerler tablo 6'da verilmektedir. Parlaklık göstergesi olan L* değeri 0-100 arasında değer alır. Pekmeze

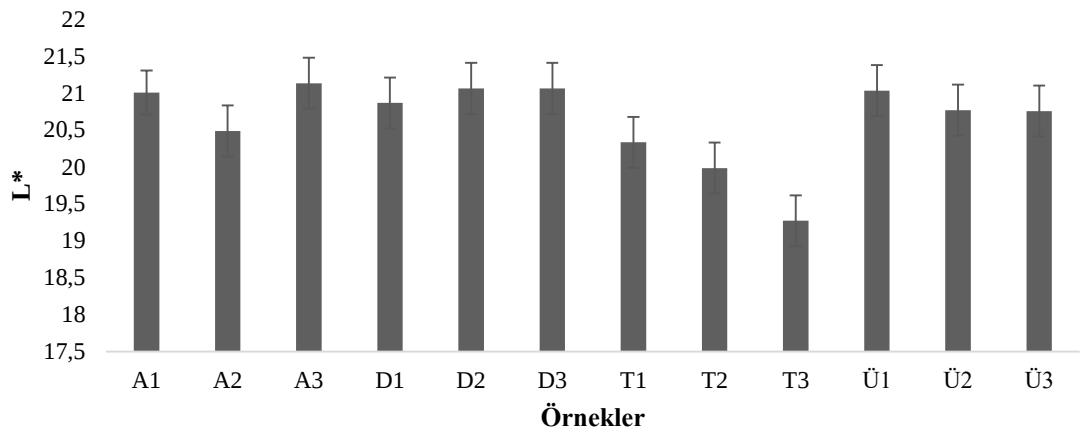
işlenen hammaddenin karakteristik özellikleri ve üretim prosesi L^* değerini etkileyebilmektedir. Yüksek sıcaklıkta uzun süreli ısıtma işlemlerinde L^* değeri daha yüksek olabilmektedir (Türkmen, 2022). Pekmezde parlaklığı ifade eden L^* değeri şıranın konsantre edilme süresince, suda çözünür kuru madde miktarı artışına paralel olarak azalmakta ve pekmezlerin ısıtma işlemi görme derecesine ve süresine bağlı olarak azalma miktarında değişiklik görülebilmektedir. Açık kazan pekmezlerindeki L^* değerindeki azalma miktarı, endüstriyel pekmezlerle oranla daha fazladır. Endüstriyel pekmezlerin açık kazanda üretilen pekmezlerle oranla %100 daha fazla olduğunu destekleyen çalışmalar vardır (Başar, 2019).

Çalışmamız kapsamında L^* değerleri 19-21 aralığında değişmektedir. A1 pekmezi, A3 pekmezi, D2 pekmezi, D3 pekmezi ve Ü1 pekmezlerinin parlaklık değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ve diğer örneklerden daha yüksek parlaklığa sahiptirler.

Armut pekmezlerinin parlaklık değerleri A1 ve A3 örneklerinde A2 örneğinden daha yüksektir. A1 ve A3 örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

Dut pekmezlerinin parlaklık değerlerine bakıldığında D2 ve D3 örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. D1 örneğinin parlaklığı diğerlerinden daha düşüktür.

Taflan pekmezlerinde her üç yerden temin edilen parlaklık değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcuttur. T1 örneği en yüksek parlaklığa sahiptir.

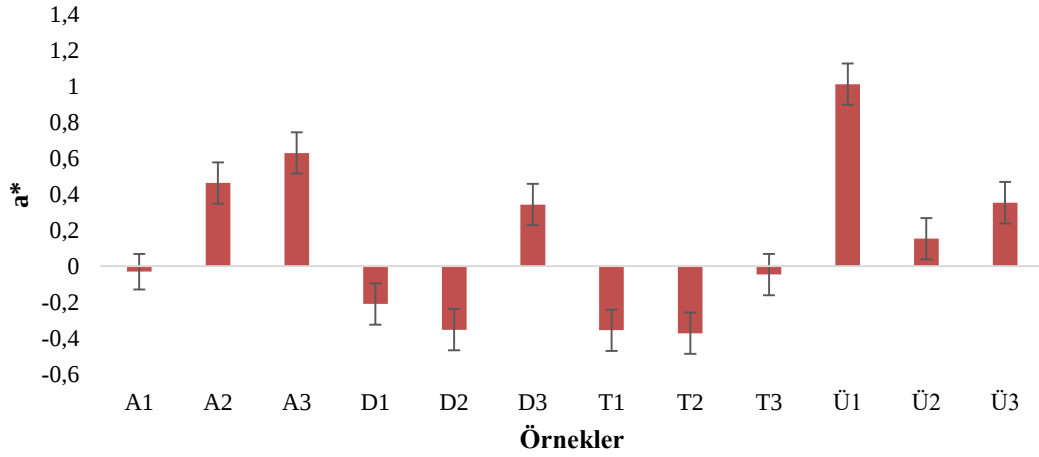


Şekil 32. L^* Sütun grafiği

Üzüm pekmezlerinde Ü2 ve Ü3 örneklerinin parlaklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Ü1 örneğinin parlaklığı diğer iki üzüm pekmezi örneğinden daha yüksektir.

3.11. 2. a* Analizine ait Bulgular

Pekmez çeşitlerindeki kırmızılığın göstergesi olan a* değerleri de Tablo 6'da verilmektedir. Armut pekmezlerinin kırmızılık değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcuttur.



Şekil 33.a* Sütun grafiği

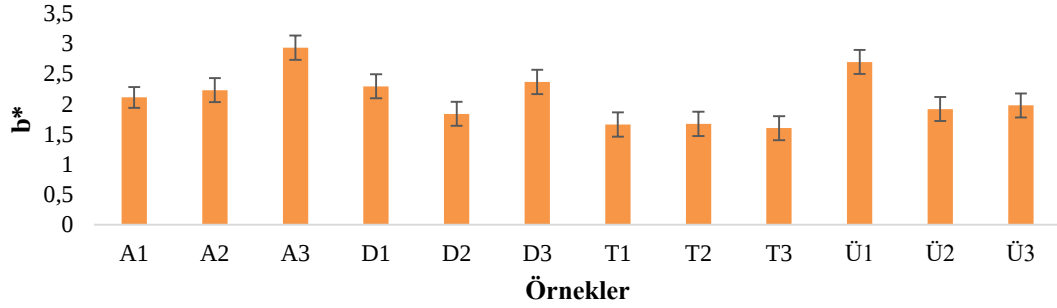
Dut pekmezlerinde D1 ve D2 örnekleri istatistiksel olarak benzerken D3 örneğinin kırmızılık değeri onlardan anlamlı bir farklılık içermektedir. Taflan pekmezlerinde T1 ve T2 örneklerinin kırmızılık değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur, T3 örneğinin ise diğerlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığı mevcuttur. Üzüm pekmezlerinde ise her üç yerden temin edilen örneklerin kırmızılık değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık içermektedir. Ü1 örneği bütün örnekler içinde en yüksek kırmızılığa sahiptir.

3.11. 3. b* Analizine ait Bulgular

Çalışmamızdaki pekmez örneklerinin sarılık göstergesi olan b* değerleri Tablo 6'da mevcuttur. Bütün örneklerin içerisinde sarılık değeri en yüksek olan armut pekmezleri içinde A3 örneğindedir. A3 örneği ile Ü1 örneği istatistiksel olarak benzerdir.

Armut pekmezlerinin sarılık değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttur. Dut pekmezlerinde D1 ve D3 örnekleri istatistiksel olarak birbirine benzerdir. D2 örneğinin sarılık değerinin diğer iki dut pekmezi örneğinden daha düşük olduğu görülmektedir. Taflan pekmezlerinin diğer bütün pekmez örneklerinden daha düşük sarılık değerine sahip olduğu görülmektedir. T3 örneği diğer iki taflan pekmezi örneğinden istatistiksel olarak anlamlı bir fark içermektedir. T3 pekmez örneği diğer taflan

pekmezlerinden daha düşük sarılığa sahiptir. Üzüm pekmezlerinin sarılık değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Ü1 pekmezi diğer iki üzüm pekmezinden daha yüksek sarılık değerine sahiptir.



Şekil 34. b* Sütun grafiği

Literatürdeki farklı pekmez türlerine ait renk değerlerinin analiz edildiği çalışmalar mevcuttur. Üzüm, dut, armut pekmezlerinin analizlerinin gerçekleştirildiği bir çalışmada pekmezler için ortalama parlaklık değeri 24, kırmızılık değeri sırasıyla 0.61, 0.28, 1.26, son olarak sarılık değeri ise sırasıyla 0.17, 0.23, 0.55'dir (Türkmen, 2022).

Karayemiş pekmezi ile gerçekleştirilen çalışmada kiraz ve fındık karayemiş pekmezlerine ait L* değeri 28-31 aralığında, a* değeri ise kiraz karayemiş pekmezlerinde 0.530-1 aralığında, fındık karayemiş pekmezlerinde 0.480-0.740 aralığındadır. Aynı çalışmada b* değeri kiraz karayemiş pekmezlerinde -0.140 ile -1 aralığında, fındık karayemiş pekmezlerinde ise -0.320 ile -0.925 aralığındadır (Başar, 2019).

Dut pekmezleriyle gerçekleştirilen bir çalışmada parlaklık değeri 16-21 aralığında, a* değeri 4.03 ile 16.94 aralığında, b* değeri -0.92 ile -4.83 aralığındadır (Güngör, 2007).

Dut pekmezleriyle gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise 15 farklı örnekte parlaklık değeri 17.94 ile 19.74 aralığında, a* değeri 4.16 ile 12.83 aralığında, b* değeri ise -1.24 ile -3.93 aralığındadır (Karataş, 2018).

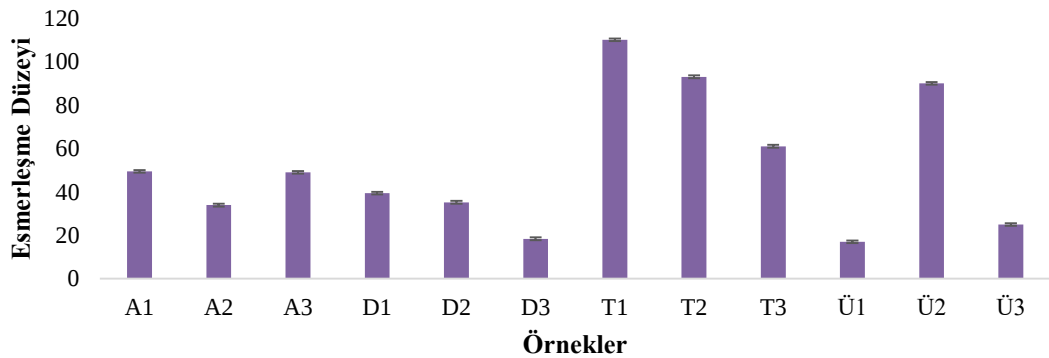
Farklı depolama sıcaklıklarında farklı pekmez çeşitlerinin fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada dut pekmezlerine ait parlaklık değeri 13.17 ile 18.56 aralığında, üzüm pekmezlerinin parlaklık değeri ise 16.50 ile 19.96 aralığında değişmektedir. Kırmızılık değeri olan a* değeri ise dut pekmezlerinde -0.22 ile -1.73 aralığında, üzüm pekmezlerinde ise -0.66 ile 1.77 aralığındadır. Sarılık değeri olan b* değeri ise dut pekmezlerinde 1.66 ile 3.49 aralığında, üzüm pekmezlerinde ise 1.71 ile 6.26 aralığındadır (Temel, 2014).

Renk kriterindeki literatürle çalışmamız arasındaki farklılıkların geleneksel yöntemler standart bir proses olmamasından, meyvelerin genetik yapılarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Pekmez, yapısında yüksek oranda indirgen şeker ve amino grubu barındırmaktadır. Pekmez üretiminde proses sırasında kullanılan yüksek sıcaklıkla beraber Maillard reaksiyonu oluşmasıyla esmerleşme görülebilmektedir. Depolama sıcaklığı esmerleşme düzeyini etkileyebilmektedir (Türkmen, 2022). Pekmezde kendine özgü tat oluşumunda belirli bir düzeye kadar esmerleşme istenilen bir durumken aşırı esmerleşme düzeyi ise istenmeyen bir kalite kusuru olarak değerlendirilmektedir (Türkmen, 2022). Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunun ara ürünü olan HMF önemli bir kalite kriteridir.

3.12. Esmerleşme Düzeyi Analizine ait Bulgular

Çalışmamızdaki pekmez örneklerinin esmerleşme düzeyi 17 ile 110 aralığında geniş bir dağılım göstermektedir. Esmerleşme düzeyi en fazla T1 örneğinde, en az ise Ü1 örneğindedir. Pekmez örnekleri meyve çeşidine göre kendi içinde değerlendirildiğinde HMF sonuçları ile esmerleşme düzeyi sonuçlarının örnekler arasında benzer şekilde değişim gösterdiği dikkat çekmektedir. HMF enzimatik olmayan esmerleşmenin ara ürünü olduğundan bu iki analizin paralel sonuçlar vermesi beklenen bir durumdur. Esmerleşme düzeyi sonuçları korelasyon tablosunda görüldüğü üzere (Tablo 5) HMF sonuçları ile pozitif yönlü korelasyon göstermektedir.



Şekil 35. Esmerleşme Düzeyi Sütun grafiği

Armut pekmezlerinin esmerleşme düzeyi sonuçlarına bakıldığında A2 örneğinin diğer armut pekmezi örneklerinden istatistiksel olarak anlamlı bir farkı olduğu görülmektedir. A2 örneğinin esmerleşme düzeyi 33.90, A1 ve A3 örneklerinin esmerleşme düzeyi ise sırasıyla 48.70 ve 49'dur.

Dut pekmezlerinin esmerleşme düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttur. En yüksek esmerleşme düzeyi 39.40 D1 örneğinde, en düşük esmerleşme düzeyi ise D3 örneğinde 18.40'dır. Taflan pekmezlerinin esmerleşme düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. En yüksek esmerleşme düzeyi T1 örneğinde 110, en düşük esmerleşme düzeyi ise T3 örneğinde 61'dir. Üzüm pekmezlerinin esmerleşme düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır

. En yüksek esmerleşme düzeyi Ü2 örneğinde 90, en düşük esmerleşme düzeyi ise Ü1 örneğinde 17'dir. Farklı pekmez çeşitlerinin esmerleşme düzeyleri üzerine gerçekleştirilen bir araştırmada üzüm pekmezlerinin esmerleşme düzeyi ortalaması 16.30, dut pekmezlerinin esmerleşme düzeyi ortalaması 57.30, armut pekmezlerinin esmerleşme düzeyi ortalaması 30.80'dir.

Literatürdeki bu çalışma ile bizim çalışmamız kıyaslanacak olursa çalışmamızdaki dut pekmezlerinin esmerleşme düzeyi daha düşük, üzüm ve armut pekmezlerinin esmerleşme düzeyi ise daha yüksektir (Türkmen, 2022).

Taflan pekmezinin esmerleşme düzeyinin depolama sıcaklığıyla değişimini araştıran bir çalışmada kiraz karayemişine ait esmerleşme düzeyi 13.56 ile 19.55 aralığında, fındık karayemiş pekmezinin esmerleşme düzeyi ise 15.18 ile 20.68 aralığında değişmektedir. Literatürdeki bu çalışmanın esmerleşme düzeyi bizim çalışmamızdan çok daha düşüktür. Bunun sebebinin taflan meyvesinin hammadde kalitesiyle ve açık kazanda kaynatmada daha uzun süreli sıcaklık uygulamasıyla alakalı olabileceği düşünülmektedir (Başar, 2019).

Tablo 6. HMF, Fenolik Madde, Antioksidan, Renk ve Esmerleşme analiz sonuçları

Tabloda bulunan aynı sütundaki farklı harfler ikili karşılaştırmada önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.05$). n:3. Duncan testi uygulanmıştır.

3.13. Fiziksel, Kimyasal, Antioksidan, Renk ve Esmerleşme Düzeyi Sonuçları

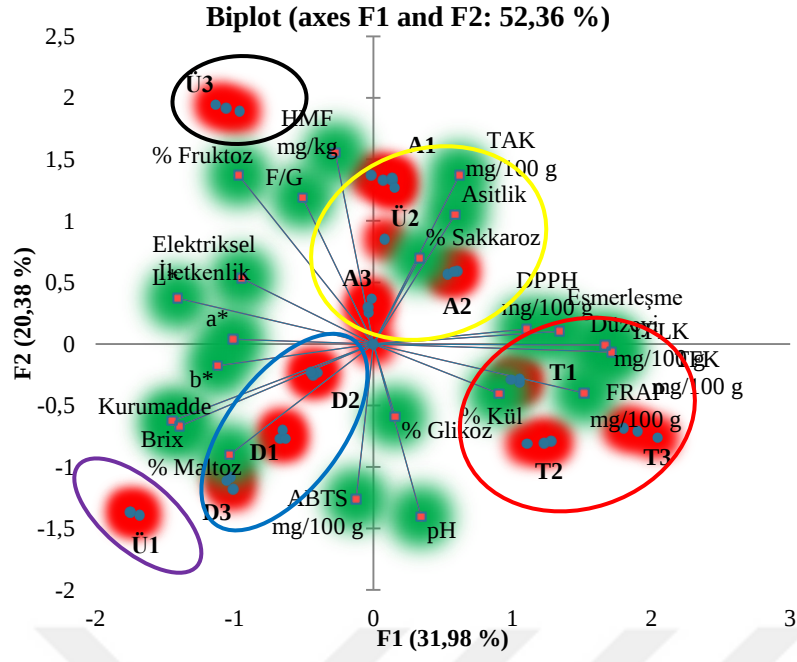
PCA Analizine ait Bulgular

PCA yaygın kullanılan veri analizi tekniklerinden biridir. PCA, bir grup faktör analizine dayanan istatistiksel bir analizdir. PCA, az sayıda faktör kullanılarak veri kümesinde bulunan varyasyonu temsil etmeyi amaçlayan matematiksel bir araçtır. PCA analizinde kullanılan veri kümeleri çok çeşitlidir. Duyusal, fiziksel ve kimyasal veriler bu veri kümelerini oluşturabilmektedir.

Şekil 36’da PCA analizine ait grafik verilmektedir. Şekil 36 incelendiğinde F1 ve F2 birlikte ele alındığı zaman varyasyonların %52.36’sının açıklandığını görebiliriz.

Örnekl er	HMF mg/kg	TFK mg/100 g	TFLK mg/100 g	TAK mg/100 g	DPPH mg/100 g	ABTS mg/100 g	FRAP mg/100 g	L*	a*	b*	Esmerleş me Düzeyi
A1	564.72 ^{Bf} ±0.66	126.15 ^{Be} ±0.91	945.00 ^{Af} ±7.50	482.77 ^B _g ±0.58	204.17 ^{Afg} ±0.14	95.34 ^{Aab} ±9.41	67.64 ^{Acđ} ±6.37	21.12 ^{Ad} ±0.81	- 0.08 ^A _b ±0.09	2.11 ^{Ac} _{de} ±0.22	48.70 ^{Bg} ±0.12
A2	362.87 ^{Ae} ±1.22	128.33 ^{Bf} ±2.73	1987.50 ^{Cj} ±5.00	471.81 ^B _g ±2.21	209.72 ^{Ah} ±0.14	124.31 ^{Bbc} _d ±1.10	77.64 ^{Bđef} ±3.64	20.48 ^{Abc} ±0.11	0.46 ^B _d ±0.05	2.23 ^{Ad} _e ±0.18	33.90 ^{Ad} ±0.02
A3	573.83 ^{Bf} ±1.91	110.24 ^{Ad} ±3.00	1320.00 ^B _g ±7.50	455.65 ^A _{ef} ±1.16	212.22 ^{Ah} ±0.14	161.25 ^{Cef} _g ±4.00	83.55 ^{Cefg} ±7.73	21.13 ^{Ad} ±0.07	0.63 ^{Ce} ±0.10	2.93 ^{Bf} ±0.05	49.00 ^{Bg} ±0.02
D1	154.84 ^{Bc} ±0.01	79.61 ^{Bc} ±0.18	442.50 ^{Cđ} ±3.00	415.27 ^B _d ±5.00	180.00 ^{Bc} ±1.25	153.47 ^{Cđe} _f ±3.02	65.36 ^{Bbcd} ±6.82	20.86 ^{Acđ} ±0.34	- 0.21 ^{Aa} ±0.05	2.29 ^{Be} ±0.23	39.40 ^{Cf} ±0.01
D2	42.84 ^{Aab} ±0.18	78.52 ^{Bc} ±2.19	232.50 ^{Bc} ±0.00	424.50 ^B _d ±0.00	195.42 ^{Bef} ±1.67	115.69 ^{Aab} _c ±0.00	60.82 ^{Abc} ±0.46	21.06 ^{Ad} ±0.06	- 0.35 ^{Aa} ±0.04	1.84 ^{Aa} _{bc} ±0.13	35.20 ^{Be} ±0.02
D3	38.21 ^{Aab} ±0.06	65.24 ^{Ab} ±3.64	82.50 ^{Aa} ±1.11	297.58 ^A _a ±2.00	147.92 ^{Ab} ±3.06	147.92 ^{Bcd} _{ef} ±3.06	71.73 ^{Ccđe} ±2.28	21.06 ^{Ad} ±0.25	0.34 ^B _d ±0.17	2.37 ^{Be} ±0.10	18.40 ^{Ab} ±0.02
T1	223.64 ^{Cđ} ±0.50	135.06 ^{Afg} ±4.55	1372.50 ^A _h ±9.97	441.81 ^C _e ±2.13	188.61 ^{Ağe} ±0.42	101.11 ^{Aab} ±0.14	96.27 ^{Bg} ±4.09	20.33 ^{Abc} ±0.09	- 0.36 ^{Aa} ±0.06	1.66 ^{Aa} _b ±0.17	110.0 ^{C0k} ±0.04
T2	67.13 ^{Bb} ±0.18	133.33 ^{Afg} ±4.10	1657.50 ^{Bi} ±3.34	417.58 ^B _d ±2.23	190.56 ^{Ağe} ±0.14	150.00 ^{Bđe} _f ±0.14	78.09 ^{Ağef} ±1.36	19.98 ^{Ab} ±0.07	- 0.37 ^{Aa} ±0.03	1.67 ^{Aa} _b ±0.38	93.00 ^{Bj} ±0.03
T3	5.97 ^{Aa} ±0.04	138.88 ^{Ag} ±2.55	2632.50 ^C _k ±15.00	393.35 ^A _c ±0.00	187.92 ^{Ad} ±0.28	170.83 ^{Cfg} ±0.14	123.55 ^{Ch} ±21.37	19.27 ^{Aa} ±0.06	- 0.05 ^B _b ±0.11	1.60 ^{Aa} ±0.03	61.00 ^{Ah} ±0.01
Ü1	18.30 ^{Aa} ±0.05	64.88 ^{Bb} ±1.82	120.00 ^{Bb} ±37.50	313.73 ^A _a ±2.00	150.56 ^{Bb} ±1.81	191.53 ^{Cg} ±300	51.73 ^{Bab} ±5.91	21.03 ^{Ad} ±0.21	1.01 ^{Cf} ±0.12	2.70 ^{Bf} ±0.10	17.00 ^{Aa} ±0.05
Ü2	1827.76 ^C _h ±17.51	112.79 ^{Cđe} ±4.46	847.50 ^{Ce} ±0.00	609.12 ^C _h ±0.00	202.78 ^{Cg} ±0.14	136.53 ^{Bcd} _e ±57.26	87.64 ^{Cfg} ±4.55	20.77 ^{Acđ} ±0.04	0.15 ^{Ac} ±0.01	1.92 ^{Ab} _c ±0.08	90.00 ^{Ci} ±0.04
Ü3	1520.67 ^B _g ±3.26	40.33 ^{Aa} ±4.55	67.50 ^{Aa} ±1.00	440.08 ^B _e ±0.58	117.36 ^{Aa} ±2.50	90.14 ^{Aa} ±1.00	39.91 ^{Aa} ±8.64	20.75 ^{Acđ} ±0.23	0.35 ^B _d ±0.14	1.98 ^{Ac} _d ±0.06	25.00 ^{Bc} ±0.02

Giresun yöresinde farklı yerlerden temin edilen armut, dut, taflan ve üzüm pekmezlerinin arasında 5 farklı gruplaşma olmuştur. Bu grafiğe göre taflan pekmezleri, dut pekmezleri, üzüm pekmezlerinden Ü1 örneği, yine üzüm pekmezlerinden Ü3 örneği, armut pekmezleri ve beraberinde Ü2 örneği ayrı birer grup oluşturmıştır.



Şekil 36. PCA analiz grafiği

Tablo 7. PCA yükleme ve skor tablosu

	F1	F2	F3	F4	F5	Örnekler	F1	F2	F3	F4	F5
Kurumadde	-0.777	-0.335	-0.297	-0.379	0.122	A1	0.182	2.099	-2.301	0.013	-0.677
Brix	-0.750	-0.359	-0.242	-0.401	0.204	A2	1.514	1.233	-2.708	2.032	-0.196
% Küll	0.485	-0.217	-0.468	-0.003	0.334	A3	-0.073	0.652	-1.889	1.407	1.653
Elektriksel İletkenlik	-0.508	0.286	0.545	0.027	0.444	D1	-1.728	-1.583	-0.124	-0.876	0.490
pH	0.185	-0.754	-0.535	-0.240	0.111	D2	-1.136	-0.505	-1.384	-1.876	-1.689
Asitlik	0.316	0.564	0.516	0.232	-0.020	D3	-2.734	-2.382	-0.360	-0.213	-1.594
% Fruktoz	-0.521	0.736	-0.232	-0.084	0.275	T1	2.741	-0.630	0.415	-1.959	-0.050
% Glikoz	0.085	-0.318	0.810	-0.158	0.390	T2	3.204	-1.702	0.493	-0.967	0.385
% Sakkaroz	0.179	0.376	-0.674	0.405	-0.038	T3	5.086	-1.523	2.646	1.974	-0.870

% Maltoz	-0.555	-0.483	0.094	0.152	0.319	Ü1	-4.578	-2.913	0.819	1.477	1.351
F/G	-0.273	0.638	-0.678	0.071	0.099	Ü2	0.254	2.493	1.259	-1.596	2.853
HMF mg/kg	-0.147	0.835	0.315	-0.116	0.348	Ü3	-2.791	4.062	3.900	0.580	-1.431
TFK mg/100 g	0.896	-0.005	-0.316	0.012	0.227						
TFLK mg/100 g	0.920	-0.035	-0.073	0.349	0.106						
TAK mg/100 g	0.334	0.737	-0.107	-0.274	0.450						
DPPH mg/100 g	0.593	0.065	-0.657	-0.088	0.357						
ABTS mg/100 g	-0.066	-0.677	0.105	0.399	0.451						
FRAP mg/100 g	0.815	-0.214	0.038	0.082	0.176						
L*	-0.756	0.200	-0.431	-0.214	0.078						
a*	-0.542	0.021	0.016	0.694	0.314						
b*	-0.602	-0.095	-0.365	0.461	0.336						
Esmerleşme Düzeyi	0.721	0.055	0.119	-0.500	0.376						

3.14. FTIR Analizine ait Bulgular

FTIR, matematiksel Fourier dönüşümü kullanarak ışığın kızılötesi yoğunluğunu dalga sayısına karşı ölçen bir kimyasal analiz yöntemidir. Elektromanyetik spektrumun kızılötesi bölgesi 1400 cm⁻¹ ile 10 cm⁻¹ arasında yer alır ve yakın kızılötesi (NIR; 400-1400 cm⁻¹), orta kızılötesi (MIR; 400-4000 cm⁻¹) ve uzak kızılötesi (FIR; 4-400 cm⁻¹) olmak üzere üç ana bölgeye ayrılır. Kızılötesi radyasyon, kimyasal bağların gerilme, sıkışma ve bükülme gibi çeşitli titreşim hareketlerini emerek absorbe edilir. Bu titreşimlerdeki değişiklikler, spektral piklerin oluşumuna yol açar (Yaman, 2019).

Üzüm, incir, armut, dut ve şeker pancarı gibi meyvelerden yapılan geleneksel bir Türk gıda maddesi olan pekmez örneklerinin FTIR incelemeleri, kimyasal bileşimi hakkında değerli bilgiler vermektedir. FTIR spektroskopisi pekmezde bulunan fonksiyonel grupları tanımlamaktadır. Buna şekerlerden hidroksil grupları, organik asitlerden karboksil grupları ve muhtemelen katkı maddeleri veya yabancı maddelerden gelen diğer fonksiyonel gruplar dahildir. Pekmez öncelikle üretiminde kullanılan meyve sularından elde edilen şekerlerden oluşur. Farklı şekerler kızılötesi spektrumda karakteristik absorpsiyon bantları sergilediğinden, FTIR mevcut şeker miktarını ölçmek için kullanılabilir. Pekmez üretiminde koruyucu veya lezzet arttırıcı gibi herhangi bir katkı maddesi kullanılıyorsa, FTIR, bunların karakteristik absorpsiyon bantlarını tanımlayarak bunların varlığını tespit edebilir. Benzer şekilde FTIR, numunede mevcut

olabilecek kirletici maddeleri veya safsızlıkları da tespit edebilir. FTIR spektroskopisi, pekmez numunelerinin spektral parmak izlerini orijinal numunelerin referans spektrumlarıyla karşılaştırarak kimlik doğrulaması yapmak için kullanılabilir. Bu, özellikle tağşiş veya sahtekarlık uygulamalarının endişe verici olabileceği durumlarda, ürünün kalitesinin ve orijinalliğinin sağlanmasına yardımcı olur (Aykas vd., 2023). FTIR, farklı işleme yöntemlerinin pekmezin kimyasal bileşimi üzerindeki etkilerini incelemek için de kullanılabilir. Örneğin, sıcaklık veya pH gibi işleme parametrelerindeki değişiklikler, şurupta bulunan şekerlerin veya diğer organik bileşiklerin bileşiminde değişikliklere neden olabilir. Genel olarak pekmez örneklerinin FTIR incelemeleri, kimyasal bileşimini karakterize etmek, kalite kontrolünü sağlamak ve işleme etkilerini incelemek için tahribatsız ve güçlü bir analitik teknik sunar.

Armut, dut, taflan ve üzüm pekmez örneklerinin FTIR spektrumları (4000-400 cm^{-1}) Şekil 37'de verilmiştir. Şekil 37'de gösterildiği gibi pekmez örnekleri beklenildiği gibi MIR bölgesinde (4000-400 cm^{-1}) benzer emme bantları göstermiştir.

FTIR'da (Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi), spektrumdaki her tepe veya bant, numunede bulunan belirli bir fonksiyonel gruba karşılık gelir. Aşağıda bazı tipik fonksiyonel gruplar ve bunların absorpsiyon tepe noktalarının görüldüğü karşılık gelen dalga sayısı aralıkları verilmiştir: Alkoller/OH grupları: Genellikle 3200-3600 cm^{-1} (geniş zirve) civarında görünürler. Karbonil grupları (C=O): Aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler genellikle 1700-1750 cm^{-1} civarında emer. Aminler/NH grupları: Tipik olarak yaklaşık 3300-3500 cm^{-1} (geniş tepe) civarında absorbe eder. Alkenler/C=C bağları: Emilim genellikle 1600-1680 cm^{-1} civarında gerçekleşir. Aromatik halkalar: 1600-1500 cm^{-1} civarını emer (genellikle birkaç tepe noktası). C-H esneme titreşimleri: Alkanlar genellikle 2800-3000 cm^{-1} civarında emerler (Çetinkaya vd., 2024). C-O esneme titreşimleri: Alkoller, eterler, esterler tipik olarak 1000-1300 cm^{-1} civarında emilir.

Örneklerde 3600–3000 cm^{-1} civarında odaklanan bant genişliğinin temel nedeni sudaki O–H bağlarının gerilmesi ile ilgilidir (Se vd., 2018). Karbonhidratların C–H gerilmesi (2933 cm^{-1}), karboksilik asitlerin O–H gerilmesi ve serbest amino asitlerin NH₃ gerilmesi, 3000 ila 2800 cm^{-1} aralığındaki emilim bantlarının kaynakları olarak anlaşılmaktadır. Karbonhidratların C-O gerilmesi, 1632 cm^{-1} 'deki bandın ana nedeni olabilir; sudaki O-H bağlarının da küçük katkıları vardır. O–H gerilme ve bükülme titreşimleri, karbonhidratların C–O ve C–H gerilmesi ve ketonların C–O gerilmesinin tümü 1453 ile 1233 cm^{-1} arasındaki alanla bağlantılıdır. Ek olarak, 1200 ile 1500 cm^{-1} arasındaki zayıf bantlar –CH₂ deformasyonuna ve C–C–H ve H–C–O bağlantılarının

açılmal deformasyonlarına karşılık gelmektedir (Mathlouthi vd., 1983). 1143 ila 918 cm^{-1} aralığı, halka titreşimleri ve karbonhidratların C–O ve C–C gerilmesiyle ilişkilidir. Bir o kadar da önemli olarak da, karbonhidratların anomerik alanı, C-H bükülmesi ve çoğunlukla karbonhidratların halka titreşimlerinin tümü 874 ile 778 cm^{-1} arasında yer aldığı görülmektedir. 778 cm^{-1} , 817 cm^{-1} , 866 cm^{-1} ve 1054 cm^{-1} piklerinde fruktoza bağlı ortaya çıkan gerilimlerdir. Ayrıca, 1024 cm^{-1} 'in üzerindeki pik glikozdan kaynaklanmaktadır. 923 cm^{-1} ve 989 cm^{-1} piklerinde sakarozdan kaynaklanmaktadır.

İncelenen tüm örneklerde fruktoz, glikoz ve sakkaroz oranları birbirlerine yakın olduğundan FTIR spektrumlarında göze çarpan bir farklılık olmamıştır. Sadece konsantrasyona bağlı olarak pik yüksekliklerinde farklılıklar görülmüştür. Örneklere ait FTIR spektrumları Ek 1-12' de ve spektrumların tepe noktası değerleri Tablo 8'de verilmiştir.

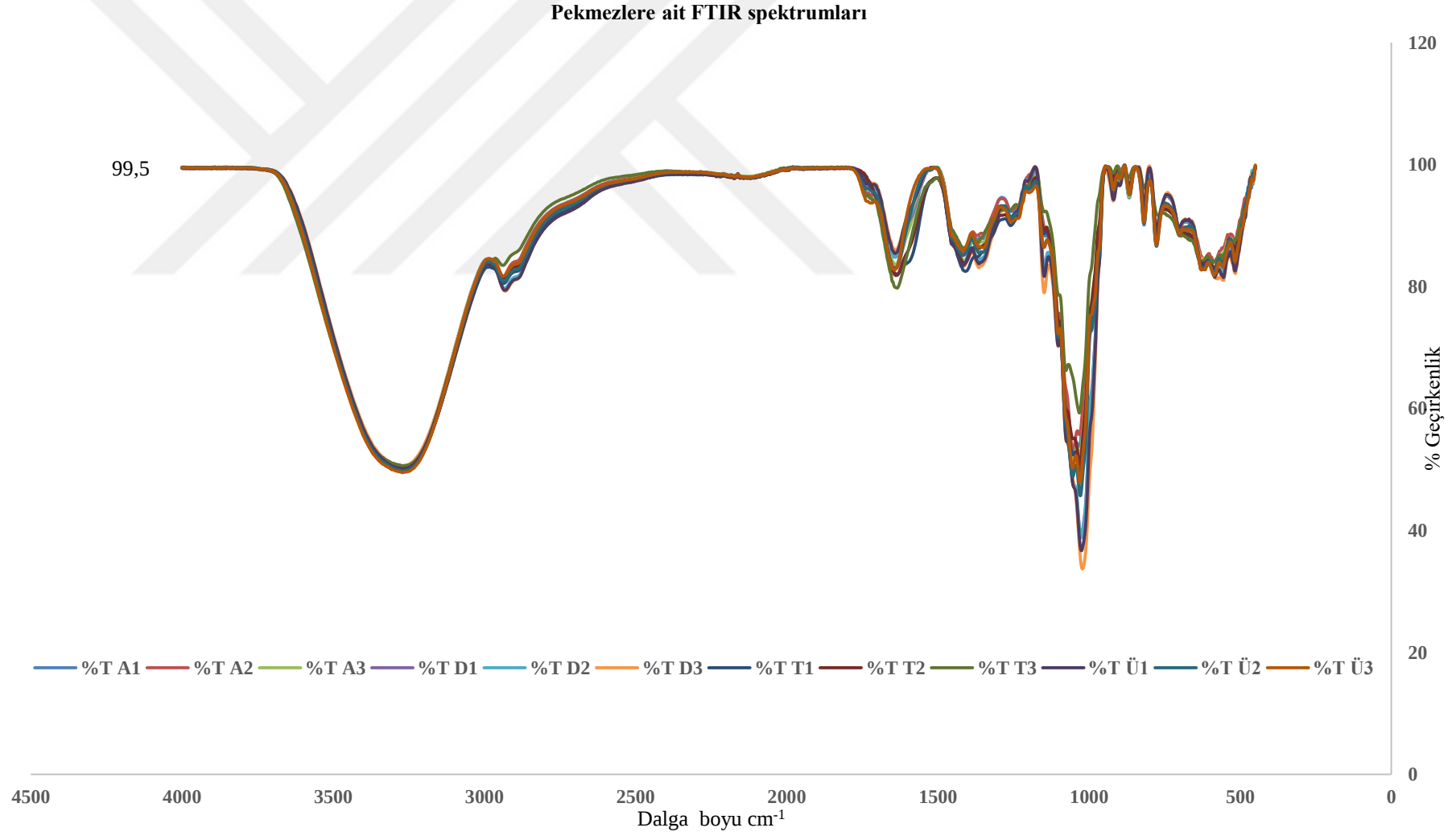
Tablo 8. Pekmez örneklerine ait FTIR spektrumlarındaki tepe noktaları

A1	3271.76 cm^{-1} O-H bağları	867.04 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1642.88 cm^{-1} C-O gerilimi	818.13 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1416.28 cm^{-1} O-H, C-O, C-H gerilimleri	778.00 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1053.73 cm^{-1} C-O, C-C gerilimi	587.61 cm^{-1}
A2	3271.85 cm^{-1} O-H bağları	867.45 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1641.77 cm^{-1} C-O gerilimi	818.40 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1416.31 cm^{-1} O-H, C-O, C-H gerilimleri	777.85 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1053.16 cm^{-1} C-O, C-C gerilimi	588.06 cm^{-1}
A3	3271.85 cm^{-1} O-H bağları	867.45 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1641.77 cm^{-1} C-O gerilimi	818.40 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1416.31 cm^{-1} O-H, C-O, C-H gerilimleri	777.85 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1053.16 cm^{-1} C-O, C-C gerilimi	588.06 cm^{-1}

Tablo 1 devamı

D1	3271.48 cm^{-1} O-H bağları	1053.60 cm^{-1} C-O, C-C gerilimi
	2937.85 cm^{-1} O-H bağları	867.07 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1641.26 cm^{-1} C-O gerilimi	817.96 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1415.79 cm^{-1} O-H, C-O, C-H gerilimleri	777.44 cm^{-1} C-H bükülmesi
D2	3274.58 cm^{-1} O-H bağları	1051.43 cm^{-1} C-O, C-C gerilimi
	2936.32 cm^{-1} O-H bağları	866.17 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1645.32 cm^{-1} C-O gerilimi	813.23 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1412.71 cm^{-1} O-H, C-O, C-H gerilimleri	772.23 cm^{-1} C-H bükülmesi
D3	3271.67 cm^{-1} O-H bağları	918.98 cm^{-1} C-H bükülmesi
	2933.07 cm^{-1} O-H bağları	866.23 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1642.64 cm^{-1} C-O gerilimi	818.00 cm^{-1} C-H bükülmesi
	1416.76 cm^{-1} O-H, C-O, C-H gerilimleri	776.80 cm^{-1} C-H bükülmesi
T1	1026.17 cm^{-1} C-O, C-C gerilimi	587.13 cm^{-1}
	3271.24 cm^{-1} O-H bağları	1021.66 cm^{-1} C-O, C-C gerilimi

	2929.82 cm ⁻¹ O-H bağları 1642.92 cm ⁻¹ C-O gerilimi 1364.48cm ⁻¹ O-H, C-O, C-H gerilimleri 1148.15 cm ⁻¹ C-O, C-C gerilimi	919.84 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 865.03 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 818.30 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 775.84 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 554.88 cm ⁻¹
T2	3270.73 cm ⁻¹ O-H bağları 1633.95 cm ⁻¹ C-O gerilimi 1408.51cm ⁻¹ O-H, C-O, C-H gerilimleri 1030.71 cm ⁻¹ C-O, C-C gerilimi	817.84 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 776.42 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 583.58 cm ⁻¹
T3	3271.51 cm ⁻¹ O-H bağları 1638.80 cm ⁻¹ C-O gerilimi 1415.82cm ⁻¹ O-H, C-O, C-H gerilimleri	1030.89 cm ⁻¹ C-O, C-C gerilimi 584.09 cm ⁻¹
Ü1	3272.48 cm ⁻¹ O-H bağları 1634.51 cm ⁻¹ C-O gerilimi 1416.02cm ⁻¹ O-H, C-O, C-H gerilimleri	1031.96 cm ⁻¹ C-O, C-C gerilimi 631.19 cm ⁻¹
Ü2	3271.26 cm ⁻¹ O-H bağları 2933.02 cm ⁻¹ O-H bağları 1642.57 cm ⁻¹ C-O gerilimi 1416.76cm ⁻¹ O-H, C-O, C-H gerilimleri 1024.90 cm ⁻¹ C-O, C-C gerilimi	918.95 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 865.56 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 818.12 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 776.51 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 555.18 cm ⁻¹
Ü3	3271.45 cm ⁻¹ O-H bağları 1643.57 cm ⁻¹ C-O gerilimi 1416.98cm ⁻¹ O-H, C-O, C-H gerilimleri 1028.70 cm ⁻¹ C-O, C-C gerilimi	918.91 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 866.42 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 817.99 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 776.84 cm ⁻¹ C-H bükülmesi 515.98 cm ⁻¹



Şekil 37. Örneklerin FTIR analiz spektrumları

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ülkemizde uzun yılladır pekmez üretiminin tekniğinin değişmediği ve endüstriyel üretimin yanında geleneksel yöntemlerle üretimin de halen devam ettiği bilinmektedir. Pekmez geçmişten günümüze en yaygın olarak üzümden üretilmektedir. Bununla beraber dut, armut gibi meyvelerden de üretimi son derece yaygındır. Pekmez üretimi esnasında kullanılan meyvelerin bileşimsel özellikleri ve üretim sırasında kullanılan uygulamalar, son ürünün karakteristiklerinin geniş bir dağılım içerisinde sonuçlanmasına sebebiyet verebilmektedir.

Yapılan çalışmada Giresun yöresine ait üç farklı yerden temin edilen geleneksel yöntemlerle üretilen armut, dut, taflan ve üzüm pekmezi örneklerinde fizikokimyasal, antioksidan ve spektroskopik özellikler belirlenmiştir. 12 adet pekmez örneğinde suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, renk, pH, titrasyon asitliği, kül, elektriksel iletkenlik, antioksidan kapasite, fenolik kapasite, flavanoid içeriği, şeker içeriği, esmerleşme düzeyi, HMF içeriği ve FTIR spektroskopisi analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda dut pekmezlerinin toplam kuru madde içeriğinin ve suda çözünür kuru madde içeriğinin diğer tip pekmezlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toplam kül içeriği en yüksek taflan pekmezlerinden T2 örneğindedir. T2 örneğini armut pekmezi örnekleri takip etmektedir.

Pekmezlerin mineral madde içeriğiyle alakası olan kül analizi de gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızdaki üzüm pekmezlerinin elektriksel iletkenliği diğer pekmez türlerinden daha yüksektir. Çalışmamızdaki bütün pekmez türlerinin asidik sonuç verdiği pH sonuçlarından anlaşılmaktadır. En asidik pekmez örneğimiz Ü3 örneğidir. Yine üzüm pekmezlerinden Ü2 örneği onu takip etmektedir. Pekmez örneklerinin pH sonuçlarına paralel olarak asitlik analizine göre de asitliği en yüksek örnek Ü3 örneğidir.

Pekmez örneklerinin şeker içeriğine bakıldığında üzüm pekmezlerinin fruktoz içeriğinin en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Taflan pekmezlerinden T2 örneğinin glikoz içeriği en yüksektir. Diğer taflan pekmezlerinin, üzüm pekmezlerinin ve dut pekmezlerinden de D1 örneğinin glikoz içeriği armut pekmezlerinden daha yüksektir. Armut pekmezlerinin sakkaroz içeriği ise diğer pekmezlerden daha fazladır. Maltoz içeriğine bakıldığında ise Ü1 örneği en yüksek içeriğe sahiptir. Ayrıca çalışmamızda bazı pekmez örneklerinin yasal düzenlemelerdeki limit değerlere uymadığı sonucuna varılmıştır. İnvert şeker içeriği (fruktoz+glikoz) açısından D1 pekmezinin, maltoz içeriği

açısından ise Ü1 örneğinin yasal limitleri aştığı görülmektedir. Üzüm pekmezlerinden sadece Ü1 örneğinin F/G oranı yasal limitlere uyduğu tespit edilmiştir.

Pekmez örneklerinde en yüksek HMF içeriği üzüm pekmezlerindedir. Dut pekmezlerinden D1, üzüm pekmezlerinden Ü2 ve Ü3 örneklerinin HMF içeriği yasal limit olan 75 mg/kg'ın çok üzerindedir. Literatürde HMF konsantrasyonu ile asitliğin arasında pozitif bir korelasyon olduğunu gösteren araştırmalar vardır. Çalışmamızda yüksek asitliği olan üzüm pekmezi örneklerinin HMF içeriğinin de yüksek olması bu korelasyonu destekler niteliktedir.

Pekmez örneklerinin esmerleşme düzeyi sonuçlarına bakıldığında üzüm pekmezlerinden Ü2 örneğinin ve taflan pekmezlerinin daha yüksek esmerleşme düzeyi olduğu görülmektedir. Üzüm pekmezlerinden Ü2 örneğindeki enzimatik olmayan esmerleşme ürünü olan yüksek HMF konsantrasyonunun esmerleşme düzeyinin yüksek olmasıyla alakalı olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra taflan pekmezlerinin esmerleşmesinin yüksek olmasının meyvenin hammaddesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gıda maddelerinde fenolik bileşenler hammadde kaynaklı olarak veya üretim prosesine bağlı olarak geniş bir aralıkta değişim gösterebilir. Taflan pekmezleri en yüksek fenolik bileşen, flavanoid kapasitesine sahiptir. Toplam flavanoid madde kapasitesi ve toplam fenolik madde kapasitesi arasında pozitif yönlü korelasyon mevcuttur. Çalışmamızdaki en yüksek toplam antioksidan kapasitesi üzüm pekmezlerinden Ü2 örneğindedir. DPPH metoduna göre en yüksek serbest radikal temizleme aktivitesi armut pekmezlerinde A3 ve A2 örneklerindedir. ABTS radikal katyonu süpürücü etki metoduna göre en yüksek etki üzüm pekmezlerinden Ü1 örneğindedir. Toplam demir indirgeme kapasitesi FRAP metoduna göre en yüksek kapasite T3 örneğindedir.

Pekmez örneklerinin renk değerlerine bakıldığında parlaklık değeri olan L* değerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bütün pekmezlerde L* değeri 19-21 aralığındadır. Kırmızılık ölçütü olan a* değerinin ise üzüm pekmezlerinde beklenildiği doğrultuda sonuç verdiği görülmektedir. Ü1 örneğinde kırmızılık değeri en yüksektir. Sarılık ölçütü olan b* değerinin ise armut pekmezlerinden A3 örneğinde en yüksek değeri aldığı görülmüştür.

KAYNAKÇA

- Abraham, K., Gürtler, R., Berg, K., Heinemeyer, G. Lampen, A. ve Appel, K.E. (2011). Ahmed, D., Khan, M.M. ve Saeed, R. (2015). Comparative analysis of phenolics, flavonoids, and antioxidant and antibacterial potential of methanolic hexanic and aqueous extracts from *Adiantum caudatum* Leaves. *Antioxidate*, 4, 394-409.
- Akbulut, M., Batu, A. ve Çoklar, H. (2007). Dut Pekmezinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ve Üretim Teknikleri, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 25-31.
- Aközlü, A. (2012). *Kayseri ve Civarında Geleneksel Yollarla Üretilen Pekmezlerdeki Hidroksimetilfurfural Miktarlarının Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.*
- Alaşalvar, C., Al-Farsi, M. ve Shadidi, F. (2005). Compositional characteristics and antioxidant components of cherry laurel varieties and pekmez. *J Food Science*, 70(1):47-52.
- Altınbaş, S. (2021). *Geleneksel ve Modern Yöntemlerle Üretilen Sıvı Üzüm Pekmezlerinde HMF Miktarları ile Benzoik Asit ve Sorbik Asit İçeriklerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Uşak.*
- Aykas, D.P., Sinir, G.O. ve Borba, K.R (2023). Determination of quality traits and possible adulteration of molasses using FT-IR spectroscopy:A study from Turkish market. *J Food Chemistry*, 427, 136727.
- Baltacı C, Aksit Z (2016) Validation of HPLC method for the determination of 5-hydroxymethylfurfural in Pestil, Kome, Jam, Marmalade and Pekmez. *Hittite J Sci Eng* 3(2):91–97
- Baltacı C, Aksit Z (2016) Validation of HPLC method for the determination of 5-hydroxymethylfurfural in Pestil, Kome, Jam, Marmalade and Pekmez. *Hittite J Sci Eng* 3(2):91–97
- Başar, V, (2019). *Farklı depolama koşullarının karayemiş (laurocerasus officinalis l) pekmezinin fitokimyasal stabilitesi ve fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Ordu.*
- Boyer, J., Liu, R.H. (2004). Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*. 3-5.
- Cemeroğlu, B. (2010). *Gıda Analizleri*, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 34, cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chemistry*, 99(1), 121-128.

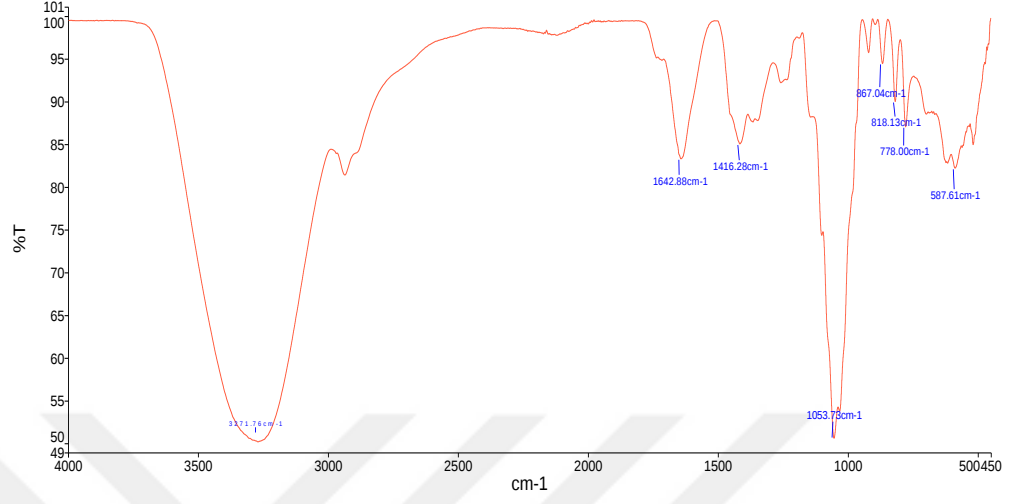
- Çetinkaya, T., Karacaoğlu V. Ve Oğuzkan, S. (2024). Kastamonu yöresinde üretilen göknar kozalak pekmez ve sıvı şuruplarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin karşılaştırılması, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 27(3):685-695.
- Demiröz, B., Sökmen, M., Uçak, A., Yılmaz, H ve Gülderen, S. (2002). Variation of copper, iron, and zinc level pekmez products. *Bulletion Environment Contaminant Toxicology*, 69, 330-334.
- Eichner, K. ve Karel, M. (1972). The influence of water content and water activity on the sugar-amino browning reaction model systems under various conditions, *Food Chem*, 20, 218-223.
- Erbil, D. (2020). *Endüstriyel ve Geleneksel Yöntemlerle Üretilmiş Farklı Pekmez Çeşitlerinin Bazı Fizikokimyasal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.*
- Günel, B. (2011). *Keçiboynuzu Pekmezinin Püskürtmeli Kurutucu ile Kurutulması ve Elde Edilen Tozların Ekmek Üretiminde Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.*
- Güngör, N. (2007). *Dut Pekmezinin Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri İle Antioksidan Aktivitesi Üzerine Depolamanın Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.*
- Huang, D., Ou, B. ve Prior, R.L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 53, 4303- 4310.
- Işık, S. (2014). *Yeni Kahvaltılık Bir Ürün: Dut Pekmezi Kreması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.*
- İncemehmetoğlu, E. (2021). *Geleneksel Çam Kozalağı Pekmezinin Fizikokimyasal, Biyoaktif ve Fonksiyonel Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.*
- Karababa, E. ve Işıklı, N.D. (2005). Pekmez: a traditional concentrated fruit product. *Food Reviews International*, 21(4), 357-366.
- Karagöz, D. (2007). *Farklı Meyvelerden Üretilmiş Pekmezlerin Depolanma Sürecinde Biyokimyasal Özelliklerinde Meydana Gelen Değişmeler. Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar Üniversitesi, Afyonkarahisar.*
- Kasangana, P. Haddad P.S. ve Stevanovic T. (2015). Study of polyphenol content and antioxidant capacity of myrianthus Arboreus (Cecropiaceae) root bark extracts, *antioxidants (Basel)*, 4, 9-21, 410–426.

- Kato, H., Yamamoto, M. ve Fujimaki, M. (1969). Mechanisms of Browning degradation of D-fructose in special comparison with D-glucose-glycine reaction. *Agric. Biol. Chem*, 33, 939-940.
- Lee, C.H., Chen, K.T., Lin, J.A., Chen, Y.T., Chen, Y.A., Wu, J.T. ve Hsieh, C.W. (2019). Recent advances in processing technology to reduce 5-Hydroxymethylfurfural in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 93, 271-280.
- Lee, J., Koo, N. ve Min, D.B. (2004). Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3, 21-33.
- Li, X., Gao, W.Y., Huanf, L.J., Zhang, J.Y., Guo, X.H. (2011). Antioxidant and antiinflammation capacities of some pear cultivars. *Journal of Food Science*, 76(7), 985-990.
- Liu, R.H. (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3), 517-520.
- Liyana-Pathirana, C. M., Shahidi, F. ve Alasalvar, C. (2006). Antioxidant activity of Toxicology and risk assesment of 5-hydroxymethylfurfural in food. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55(5), 667-678.
- Mathlouthi, M., Seuvre, A. M. ve Koenig, J. L. (1983). F.T.-I.R. and laser-raman spectra of d-ribose and 2-deoxy-d-erythro-pentose ("2-deoxy-d-ribose"). *Carbohydrate Research*, 122(1), 31-47.
- Mot, C.A., Dumitrescu, S.R. ve Sarbu, C. (2011). Rapid and effective evaluation of the antioxidant capacity of propolis extracts using DPPH bleaching kinetic profiles, FT-IR and UV-VIS spectroscopic data. *Journal of Food Composite and Analysis*, 24,516-522.
- Özesmer, B. (2021). *Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Bazı Üzüm Pekmezlerinin Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.*
- Öztürk, B. (2019). *Giresun Yöresine ait Bazı Pekmez Türlerindeki Mineral Maddelerin İyon Kromatografisi ve ICP-MS Yöntemleriyle Tayinleri. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Giresun.*
- Quek, S.Y., Chok, N.K. ve Swedlund, P., (2007). The physicochemical properties of spray dried watermelon powders, *Chemical Engineering and Processing*, 46, 386-392.

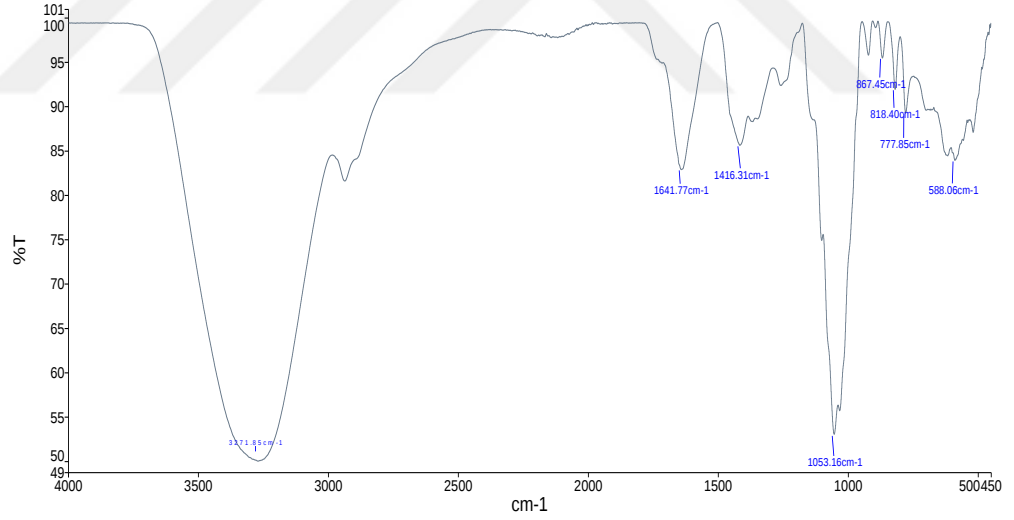
- Rizk, H.A., Estephan, J., Salameh, C. ve Kassouf, A. (2022). Non-targeted detection of grape molasses adulteration with sugar and apple molasses by mid-infrared spectroscopy coupled to independent components analysis. *Food Additives& Contaminants: Part A*, 40(1), 1-11.
- Ros-Polski, V., Popovic, V. ve Koutchma, T. (2016). Effect of ultraviolet-C light treatment on Hydroxymethylfurfural (5-HMF) content in high fructose corn syrup (HFCS) and model syrups. *Journal of Food Engineering*, 179, 79-87.
- Sarıtepe, Y. (2018). *Farklı Bileşimsel Özelliklere Sahip Üzümlerden Elde Edilen Pekmezlerin Kalite Kriterlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.*
- Saydam, D. (2022). *Taflan (Karayemiş, Laz Üzümleri) Pekmezi İle Üretilen Yoğurtların Özellikleri ve Bu Özelliklerde Raf Ömrünce Oluşan Değişimlerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.*
- Se, K. W., Ghoshal, S.K., Wahab, R.A., Ibrahim, R.K.R. ve Lani, M.N. (2018). A simple approach for rapid detection and quantification of adulterants in stingless bees (*Heterotrigona itama*) honey. *Food Research International*, 105, 453–460.
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. (2023). *Tarım Ürünleri Piyasaları. Tarım ve Orman Bakanlığı.*
- Temel F, (2014). *Farklı Meyvelerden Üretilmiş Pekmezlerin Depolama Süresince Biyokimyasal Özelliklerinde Oluşan Değişmeler. Yüksek Lisans Tezi, Tunceli Üniversitesi, Tunceli.*
- TS 12001 Dut Pekmezi Standardı. (1996). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı. (2008). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (2017/8). T.C. Resmi Gazete, 30110, 30 Haziran 2017. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/06/20170930-24.html>
- Türkmen, S. (2022). *Samsun Yöresinde Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Farklı Pekmez Çeşitlerinin Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi . Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi, Çorum.*
- Yakubu, A., Sahabi, S. ve Sani, G.D., Faruku, S. (2021). Determination of sugar adulteration in honey using conductivity meter and pH meter. *Journal of Research in Environmental and Earth Sciences*, 7(11): 5057.
- Yaman, N. (2019) *Dut, Keçiboynuzu ve Üzüm Pekmezlerine Glukoz Şurubu Katılarak Yapılan Tağışın Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) Spektroskopisi İle Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.*

EKLER DİZİNİ

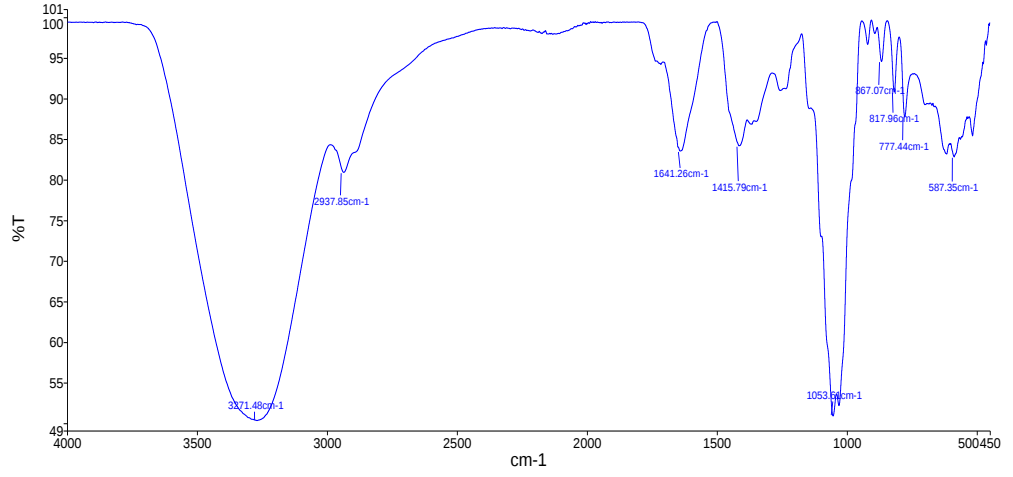
Ek 1. A1 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



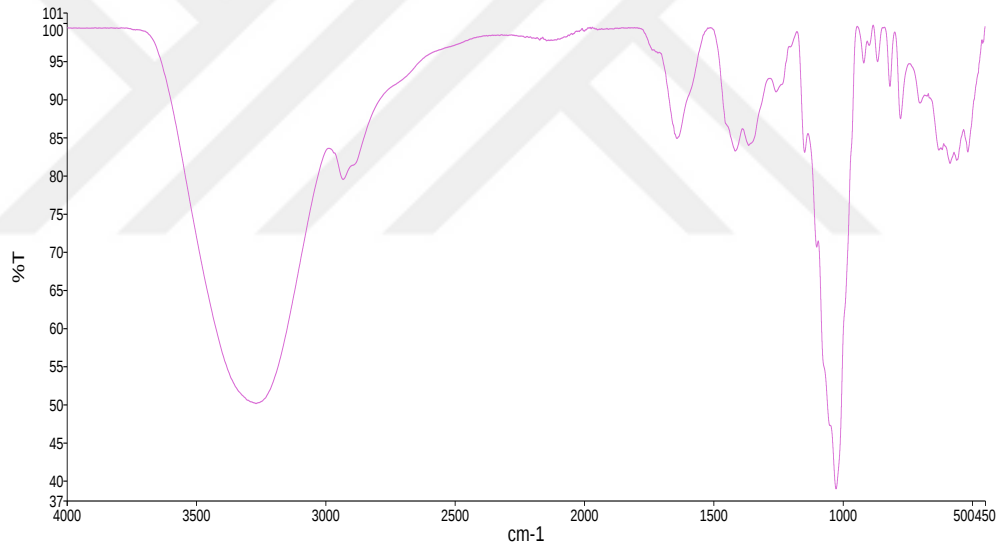
Ek 2. A2 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



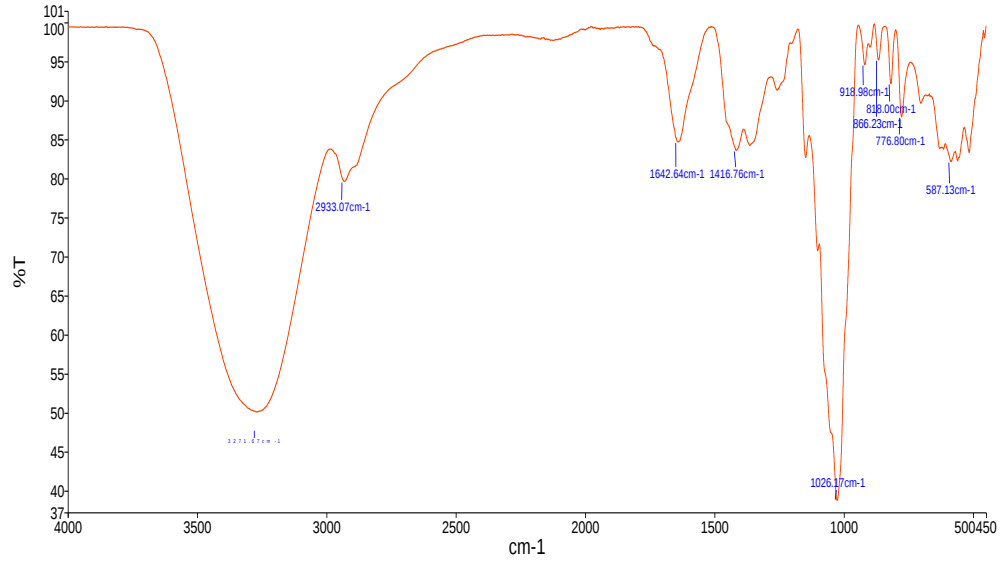
Ek 3. A3 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



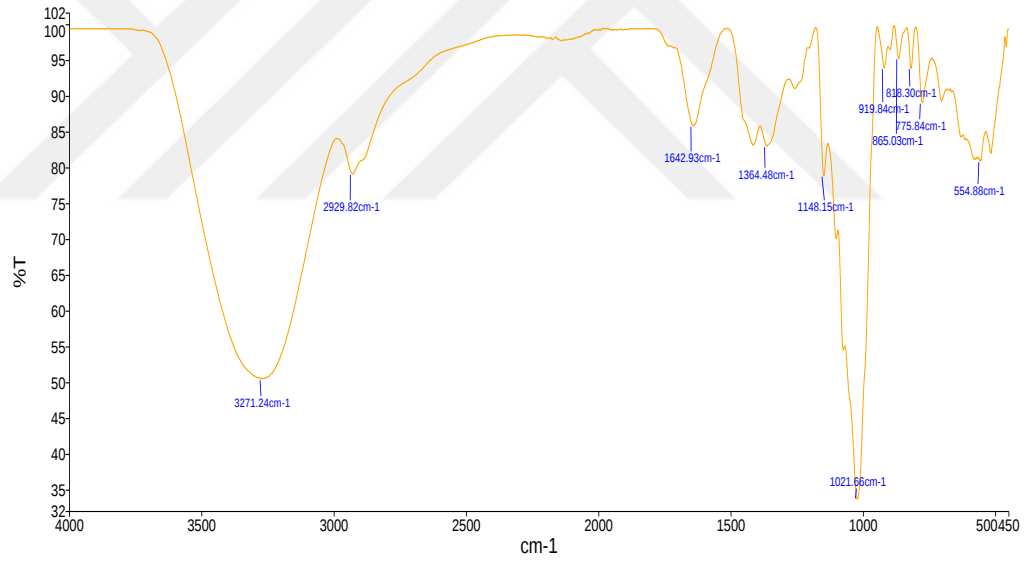
Ek 4. D1 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



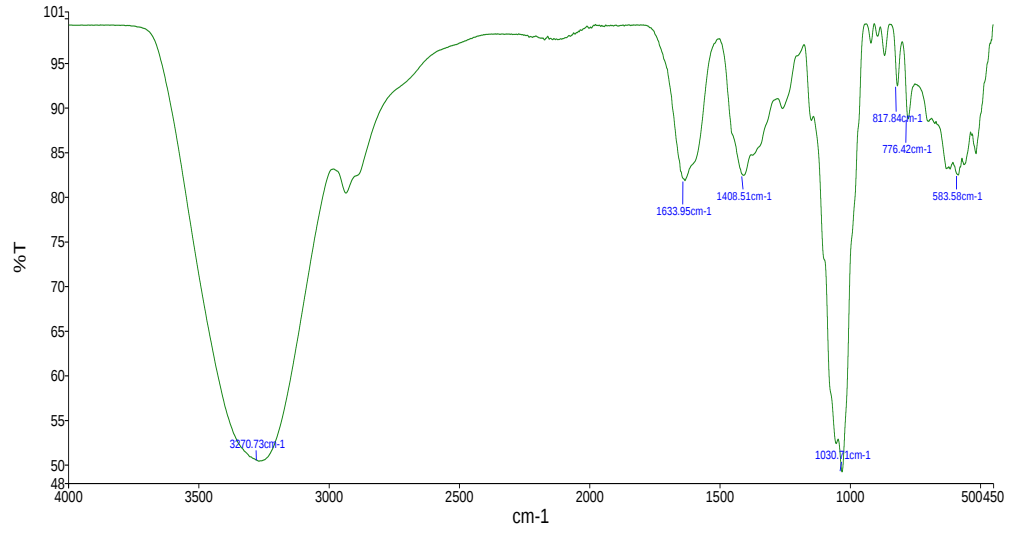
Ek 5. D2 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



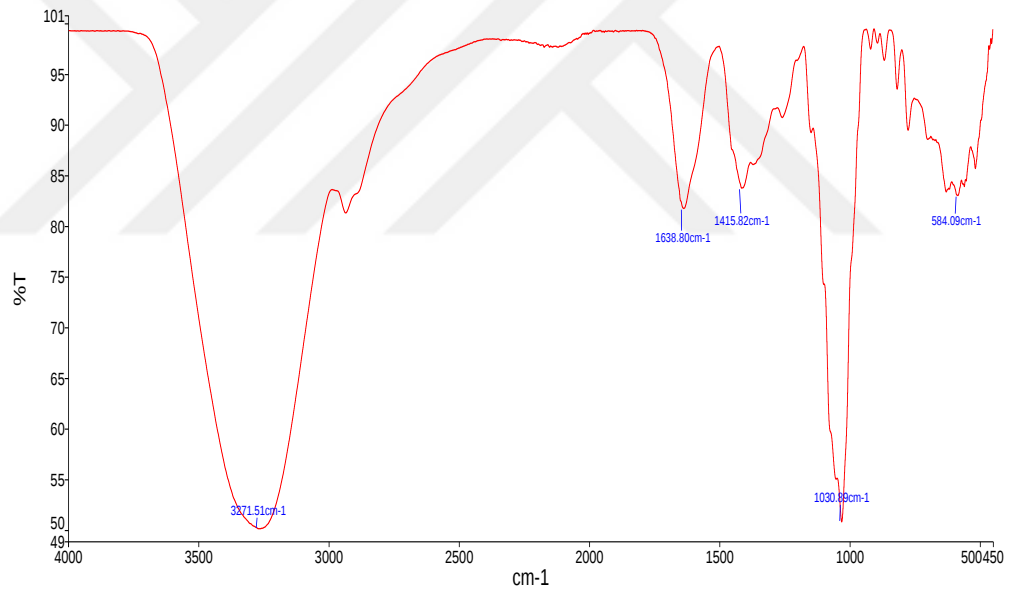
Ek 6. D3 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



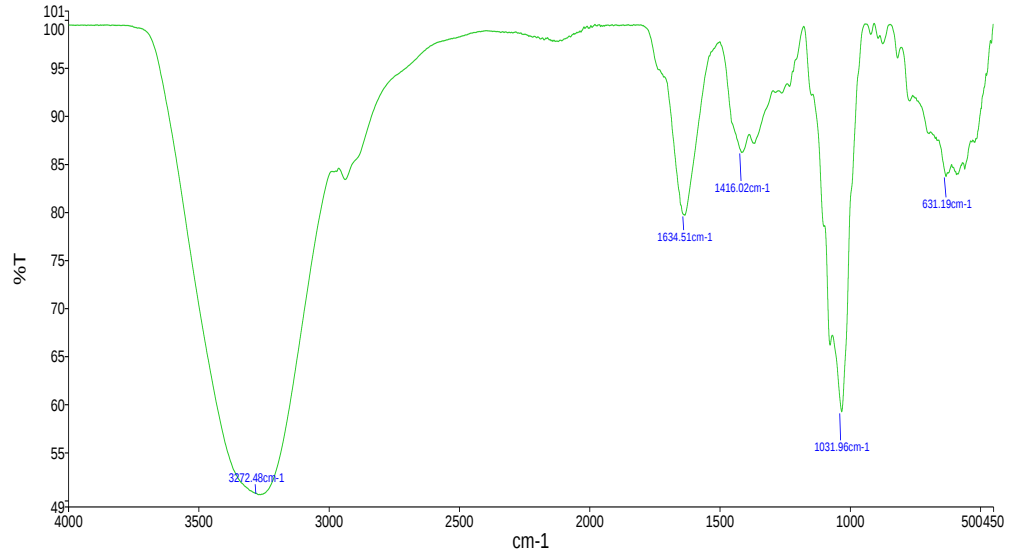
Ek 7. T1 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



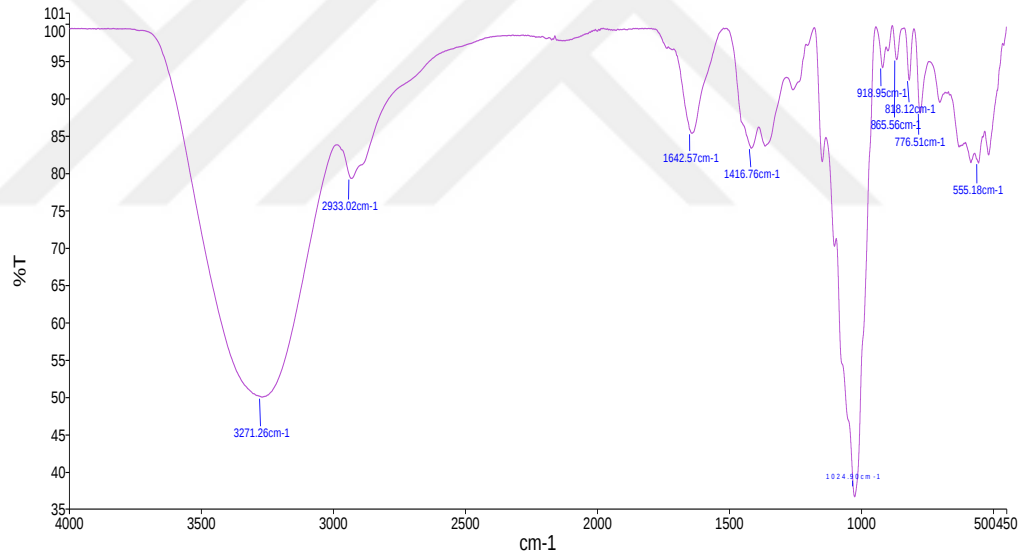
Ek 8. T2 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



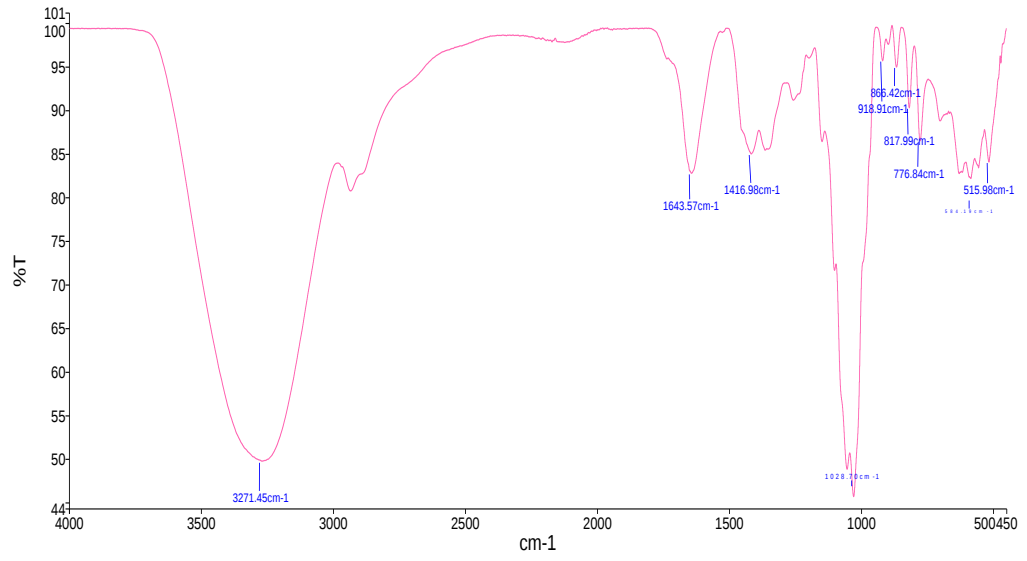
Ek 9. T3 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



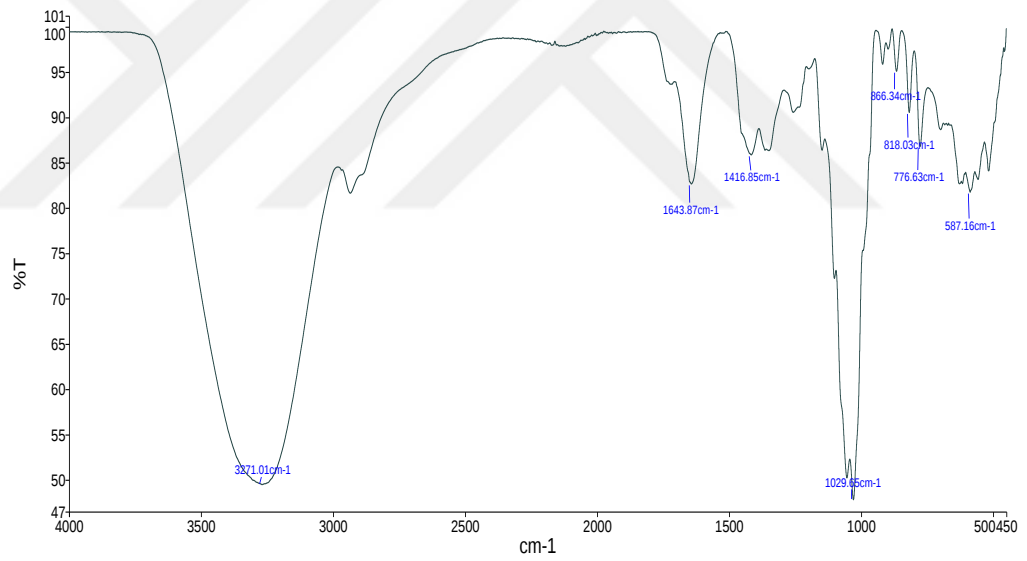
Ek 10. Ü1 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



Ek 11. Ü2 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



Ek 12. Ü3 Nolu örneğin FTIR analizi sonuçları



ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Giresun'da tamamladıktan sonra 2011 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümüne kayıt oldu. 2015 yılında mezun olduktan sonra çeşitli firmalarda çalıştı ve 2020 yılında Sinop Üniversitesine Gıda Mühendisi olarak atandı.2022 yılından itibaren Tarım ve Orman Bakanlığı Giresun Gıda Kontrol Laboratuvar müdürlüğünde çalışmaktadır.2022 yılında Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Fakültesi Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalına yüksek lisans öğrencisi olarak kabul edildi ve halen yüksek lisans öğrencisi olarak eğitim hayatına devam etmektedir.

