

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİYEL VE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETİLMİŞ FARKLI  
PEKMEZ ÇEŞİTLERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL VE KALİTE  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Dilek ERBİL**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Gıda Mühendisliği Programı**

**Mayıs 2020**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİYEL VE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETİLMİŞ FARKLI  
PEKMEZ ÇEŞİTLERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL VE KALİTE  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Dilek ERBİL  
(506151535)**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Gıda Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Neşe ŞAHİN YEŞİLÇUBUK**

**Mayıs 2020**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506151535 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Dilek ERBİL, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ENDÜSTRİYEL VE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETİLMİŞ FARKLI PEKMEZ ÇEŞİTLERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Prof. Dr. Neşe ŞAHİN YEŞİLÇUBUK**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Dr. Öğr. Üyesi Aşlı CAN KARAÇA**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Zeynep TACER CABA**  
Bahçeşehir Üniversitesi

**Teslim Tarihi** : **04 Mayıs 2020**  
**Savunma Tarihi** : **21 Mayıs 2020**





*Harikulade aileme,*



## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübesiyle bana rehberlik eden değerli hocam Sayın Prof. Dr. Neşe ŞAHİN YEŞİLÇUBUK'a,

Araştırmamın laboratuvar çalışmalarında imkânlarından faydalandığım Türk Standartları Enstitüsü Gebze Biyogenetik ve Gıda Laboratuvarı Müdürlüğüne, destek ve yardımları için başta laboratuvar müdürümüz Meriç KARACAN ve Gönül DİVRİK olmak üzere tüm mesai arkadaşlarıma,

Tüm hayatım boyunca en büyük destekçim olan ve bu süreçte de özellikle çocuklarımla en güzel şekilde ilgilenerek çalışmama odaklanmamı sağlayan sevgili annem Müesser ERDUN ve babam Ali ERDUN'a,

Beni her şartta motive edebilen ve bu anlamda yüksek lisans eğitimimin tamamlanmasında büyük emeği olan canım kardeşim Ezgi ERDUN CEBİOĞLU'na,

Gösterdiği anlayış, hissettirdiği sevgi ve güven duygusuyla, her zaman yanımda olan sevgili eşim, harika baba A. Egemen ERBİL'e,

Ve hayat enerjim, can suyum, neşe kaynağım canım kızım Zehra'ma ve canım oğlum Kemal'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2020

Dilek Erbil  
(Gıda Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                           |      |
|---------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ .....                                                               | vii  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                         | ix   |
| KISALTMALAR .....                                                         | xi   |
| SEMBOLLER .....                                                           | xiii |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                                     | xv   |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                                       | xvii |
| ÖZET .....                                                                | xix  |
| SUMMARY .....                                                             | xxi  |
| 1. GİRİŞ .....                                                            | 1    |
| 2. PEKMEZ .....                                                           | 5    |
| 2.1 Pekmezin Tarihçesi .....                                              | 5    |
| 2.2 Pekmez Üretimi .....                                                  | 5    |
| 2.3 Pekmez Üretiminde Tağşiş .....                                        | 11   |
| 2.4 Pekmez ve Sağlık .....                                                | 13   |
| 2.5 Pekmez Çeşitleri .....                                                | 16   |
| 2.5.1 Üzüm pekmezi .....                                                  | 16   |
| 2.5.2 Keçiboynuzu (harnup) pekmezi .....                                  | 19   |
| 2.5.3 Dut pekmezi .....                                                   | 22   |
| 2.5.4 Andız pekmezi .....                                                 | 24   |
| 2.5.5 Pancar pekmezi .....                                                | 26   |
| 2.5.6 Elma/Armut pekmezi .....                                            | 27   |
| 2.6 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) .....                                   | 28   |
| 2.6.1 HMF oluşum mekanizması .....                                        | 29   |
| 2.6.2 HMF'nin metabolizmada izlediği yol ve sağlık üzerine etkileri ..... | 33   |
| 2.7 Karbon İzotop Oranı ( $\delta^{13}\text{C}$ ) ve Önemi .....          | 36   |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                                                | 43   |
| 3.1 Materyal .....                                                        | 43   |
| 3.2 Metot .....                                                           | 45   |
| 3.2.1 pH tayini .....                                                     | 45   |
| 3.2.2 °Briks (suda çözünür kuru madde) tayini .....                       | 45   |
| 3.2.3 Elektrik iletkenliği .....                                          | 46   |
| 3.2.4 Protein tayini .....                                                | 47   |
| 3.2.5 HMF tayini .....                                                    | 47   |
| 3.2.6 Şeker bileşenleri tayini .....                                      | 50   |
| 3.2.7 Karbon izotop oranı analizi .....                                   | 53   |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                                             | 55   |
| 4.1 Pekmez Örneklerinin Analiz Bulguları .....                            | 55   |
| 4.1.1 Pekmez örneklerinin pH değerleri .....                              | 60   |
| 4.1.2 Pekmez örneklerinin °briks değerleri .....                          | 62   |
| 4.1.3 Pekmez örneklerinin protein değerleri .....                         | 65   |

|                                                                                         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1.4 Pekmez örneklerinin elektrik iletkenliği değerleri .....                          | 68         |
| 4.1.5 Pekmez örneklerinin şeker bileşimi .....                                          | 71         |
| 4.1.6 Pekmez örneklerinin karbon izotop oranı ( $\delta^{13}\text{C}$ ) değerleri ..... | 78         |
| 4.1.7 Pekmez örneklerinin HMF değerleri .....                                           | 82         |
| 4.2 Analiz Bulgularının İstatistiksel İncelemesi .....                                  | 91         |
| <b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>                                                       | <b>99</b>  |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                                                  | <b>103</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                                                   | <b>115</b> |



## KISALTMALAR

|                         |                                                                          |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>3-DG</b>             | : 3-deoksiglukozon                                                       |
| <b>CaCO<sub>3</sub></b> | : Kalsiyum karbonat                                                      |
| <b>CMF</b>              | : 5-klorometilfurfural                                                   |
| <b>FDCA</b>             | : 2,5-dikarboksilik asit                                                 |
| <b>F/G</b>              | : Fruktoz/Glikoz                                                         |
| <b>GC</b>               | : Gaz Kromatografi cihazı                                                |
| <b>HMF</b>              | : 5-hidroksimetilfurfural                                                |
| <b>HMFA</b>             | : 5-hidroksimetil-2-furoik asit                                          |
| <b>HMFG</b>             | : N-5-hidroksimetil-2-furoyl glisin                                      |
| <b>HPLC</b>             | : Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografi                                      |
| <b>IR-MS</b>            | : İzotop Oranı Kütle Spektrometresi                                      |
| <b>mS</b>               | : Milisimens                                                             |
| <b>PGA</b>              | : Fosfogliserik asit                                                     |
| <b>RuBP-C</b>           | : d-ribuloz 1,5-difosfat karboksilaz                                     |
| <b>SNIF-NMR</b>         | : Spesifik Doğal İzotop Fraksiyonlaşma-Nükleer Manyetik Rezonans         |
| <b>SMF</b>              | : 5-sülfoksimetilfurfural                                                |
| <b>V-SMOW</b>           | : Vienna-Standard Mean Ocean Water/Viyana-Standart Ortalama Okyanus Suyu |
| <b>V-PDB</b>            | : Vienna- Pee Dee Belemnite/ Viyana-Pee Dee Belemnit                     |
| <b>YFMŞ</b>             | : Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu                                          |



## SEMBOLLER

|                        |                                                                                                                                 |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| %                      | : Yüzde                                                                                                                         |
| ‰                      | : Binde                                                                                                                         |
| $\Delta, \delta$       | : Delta, belirli bir elementin izotop oranının uluslararası kabul edilmiş bir birincil standardın izotop oranından olan sapması |
| $^{12}\text{C}$        | : Karbonun 12 kütle numaralı (hafif) kararlı izotopu                                                                            |
| $^{13}\text{C}$        | : Karbonun 13 kütle numaralı (ağır) kararlı izotopu                                                                             |
| $^{14}\text{C}$        | : Karbonun 14 kütle numaralı radyoaktif izotopu                                                                                 |
| $\text{C}_3$           | : 3 karbon atomu                                                                                                                |
| $\text{C}_4$           | : 4 karbon atomu                                                                                                                |
| $\text{Ca}^{+2}$       | : Kalsiyum                                                                                                                      |
| $\text{CO}_2$          | : Karbondioksit                                                                                                                 |
| $^1\text{H}, \text{H}$ | : Hidrojenin 1 kütle numaralı (hafif) kararlı izotopu                                                                           |
| $^2\text{H}, \text{D}$ | : Hidrojenin 2 kütle numaralı (ağır) kararlı izotopu- Döteryum                                                                  |
| $^3\text{H}$           | : Hidrojenin 3 kütle numaralı radyoaktif izotopu- Trityum                                                                       |
| $\text{H}_2\text{O}$   | : Su                                                                                                                            |
| $\text{N}_2$           | : Nitrojen                                                                                                                      |
| $\text{NO}_x$          | : Nitrojen oksit ve Nitrojen dioksit için genel gösterim                                                                        |
| $^{14}\text{N}$        | : Nitrojenin 14 kütle numaralı (hafif) kararlı izotopu                                                                          |
| $^{15}\text{N}$        | : Nitrojenin 15 kütle numaralı (ağır) kararlı izotopu                                                                           |
| $^{16}\text{O}$        | : Oksijenin 16 kütle numaralı (hafif) kararlı izotopu                                                                           |
| $^{17}\text{O}$        | : Oksijenin 17 kütle numaralı kararlı izotopu                                                                                   |
| $^{18}\text{O}$        | : Oksijenin 18 kütle numaralı (ağır) kararlı izotopu                                                                            |
| $\text{SO}_x$          | : Birçok çeşit oksijen ve kükürt içeren bileşik için genel gösterim                                                             |



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 2.1 : Farklı meyve pekmezlerinin mineral bileşimleri.....                                                  | 14 |
| Çizelge 2.1 (devam) : Farklı meyve pekmezlerinin mineral bileşimleri.....                                          | 15 |
| Çizelge 2.2 : Farklı meyve pekmezlerinin vitamin içerikleri .....                                                  | 15 |
| Çizelge 2.3 : Üzüm pekmezinin grup özellikleri .....                                                               | 16 |
| Çizelge 2.4 : Üzüm pekmezinin kimyasal özellikleri.....                                                            | 17 |
| Çizelge 2.5 : Türk Gıda Kodeksi'ne göre üzüm pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....                      | 18 |
| Çizelge 2.6 : Keçiboynuzu pekmezinin kimyasal özellikleri .....                                                    | 21 |
| Çizelge 2.7 : Dut pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri .....                                                | 22 |
| Çizelge 2.7 (devam) : Dut pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri .....                                        | 23 |
| Çizelge 2.8 : Şeker pancarının kimyasal bileşimi.....                                                              | 26 |
| Çizelge 2.9 : Doğada bulunan bazı elementlerin izotopları ve doğada bulunma oranları .....                         | 36 |
| Çizelge 2.10 : Fotosentez mekanizmaları ve izotop oranları.....                                                    | 39 |
| Çizelge 2.11 : C3 ve C4 bitkileri ile şeker ürünlerinin tipik $\delta^{13}\text{C}$ değerleri .....                | 40 |
| Çizelge 3.1 : Analizde kullanılan pekmez örneklerine ait bilgiler .....                                            | 43 |
| Çizelge 3.1 (devam) : Analizde kullanılan pekmez örneklerine ait bilgiler .....                                    | 44 |
| Çizelge 4.1 : Üzüm pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları .....                                     | 56 |
| Çizelge 4.1 (devam) : Üzüm pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları .....                             | 57 |
| Çizelge 4.2 : Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları..                                  | 58 |
| Çizelge 4.3 : Dut pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları .....                                      | 59 |
| Çizelge 4.4 : Andız pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları .....                                    | 60 |
| Çizelge 4.5 : Pancar pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları .....                                   | 61 |
| Çizelge 4.6 : Elma/Armut pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları ...                                 | 61 |
| Çizelge 4.7 : Üzüm pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....           | 92 |
| Çizelge 4.8 : Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....    | 93 |
| Çizelge 4.9 : Dut pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri .....           | 94 |
| Çizelge 4.10 : Andız pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....         | 95 |
| Çizelge 4.11 : Şeker pancarı pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri..... | 96 |
| Çizelge 4.12 : Elma/Armut pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....    | 97 |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1 : Geleneksel sıvı pekmez üretiminin şematik gösterimi.....                                                                                                  | 11 |
| Şekil 2.2 : (a) Keçiboynuzu meyvesi (b) Keçiboynuzu ağacı .....                                                                                                       | 19 |
| Şekil 2.3 : (a) Andız ağacı- <i>Juniperus drupacea</i> (b) Andız meyvesi .....                                                                                        | 24 |
| Şekil 2.4 : 5-Hidroksimetilfurfural (HMF)'ın yapısı.....                                                                                                              | 29 |
| Şekil 2.5 : Çeşitli koşullar altında fruktofuranosil katyonu yolu.....                                                                                                | 31 |
| Şekil 2.6 : Kütle spektrometre sisteminin bölümleri .....                                                                                                             | 40 |
| Şekil 3.1 : Dijital pH metre (Mettler Toledo Orion Seven Compact S220) .....                                                                                          | 45 |
| Şekil 3.2 : Masa tipi otomatik refraktometre (Rudolph Research J57) .....                                                                                             | 46 |
| Şekil 3.3 : İletkenlik ölçer (WTW Inolab Cond 3710) .....                                                                                                             | 46 |
| Şekil 3.4 : Azot/protein tayin cihazı (Thermo Scientific Flash 4000).....                                                                                             | 47 |
| Şekil 3.5 : Yüksek basınçlı sıvı kromatografi cihazı (HPLC Agilent 1260 Infinity) .....                                                                               | 48 |
| Şekil 3.6 : HMF analizinde kullanılan HPLC Kolonu.....                                                                                                                | 48 |
| Şekil 3.7 : HMF kalibrasyon eğrisi.....                                                                                                                               | 49 |
| Şekil 3.8 : Yatay salınımlı çalkalayıcı (IKA KS 3000İ Control).....                                                                                                   | 50 |
| Şekil 3.9 : Şeker bileşenleri analizinde kullanılan NH <sub>2</sub> analitik kolon.....                                                                               | 50 |
| Şekil 3.10 : Fruktoz kalibrasyon eğrisi .....                                                                                                                         | 51 |
| Şekil 3.11 : Glikoz kalibrasyon eğrisi .....                                                                                                                          | 52 |
| Şekil 3.12 : Sakkaroz kalibrasyon eğrisi .....                                                                                                                        | 52 |
| Şekil 3.13 : Maltoz kalibrasyon eğrisi .....                                                                                                                          | 52 |
| Şekil 3.14 : İzotop Oranı Kütle Spektrometre Sistemi (IR-MS) (Thermo Scientific<br>Flash 2000 Organic Elemental Analyzer & Delta V Advatage Isotope<br>Ratio MS)..... | 53 |
| Şekil 3.15 : Mettler Toledo marka XP26 model ultra hassas terazi .....                                                                                                | 54 |



# ENDÜSTRİYEL VE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETİLMİŞ FARKLI PEKMEZ ÇEŞİTLERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

## ÖZET

Isıl işlem, gıdaların raf ömrünü uzatmasının yanı sıra, son ürün kalitesi üzerinde tat ve görünüş gibi önemli etkiler yaratan bir prosestir. Isıl işlem, Maillard reaksiyonu, karamelizasyon gibi bir dizi kimyasal reaksiyona bağlı olarak gıdalarda istenilen etkileri oluşturabileceği gibi, istenmeyen etkilere ve zararlı bileşenlerin oluşumuna da sebep olabilmektedir.

Meyvelerin ısıtılarak işlenmesi ile üretilen pekmez, binlerce yıllık Anadolu kültürünün günümüze kadar ulaşmış önemli bir besindir. Pekmezin ortaya çıkışında çabuk bozulan meyvelerden uzun süre yararlanmak istenilmesi etkili olmuş, bu amaçla meyve şırası istenilen duysal özelliklere, şeker konsantrasyonuna ve kıvama sahip olana kadar ısıtılarak koyulaştırılmıştır. Uygulanan ısıtılmanın süresine ve sıcaklığına bağlı olarak pekmezde oluşan 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) bileşiği sağlık açısından önemli riskler içermektedir. Bunun yanı sıra düşük sıcaklıklarda dahi gerçekleşebilen Maillard reaksiyonunun bir ürünü olarak oluşabilen HMF bileşiği, kötü depolama koşullarının da bir göstergesi olarak pekmezde bir kalite parametresi olarak sayılmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye'nin farklı bölgelerinden temin edilen, üzüm, keçiboynuzu, dut, andız, pancar, elma ve armut olmak üzere 7 farklı çeşit, 67 pekmez örneği analiz edilmiştir. Aynı çeşit pekmezlerin hem geleneksel yöntemlerle üretilmiş, hem de endüstriyel örneklerinin bulunmasına özen gösterilmiş ancak elma ve armut pekmezlerinin sadece geleneksel örnekleri temin edilebilmiştir.

Tüm pekmez örneklerinin, içerdikleri HMF miktarı, şeker bileşimi, karbon izotop oranı, pH, °briks, protein ve elektrik iletkenliği değerleri analizlenerek pekmez üretiminde kullanılan meyvenin ve taşıdığı durumunun HMF üzerindeki etkisi incelenmeye çalışılmıştır.

Çalışmada analizlenen örneklerin çok çeşitli iklim ve toprak koşullarında yetiştirilmiş meyvelerden elde edilmesi, üretim metotları arasındaki farklılıklar, taşıdığı gibi etkenler nedeniyle aynı meyve çeşidine ait pekmezlerde dahi analiz parametrelerinin sonuçları arasında, standart sapma değerleri yüksek bulunmuştur. Buna göre geleneksel üretim üzüm pekmezi (ÜP), keçiboynuzu pekmezi (KP), dut pekmezi (DP), andız pekmezi (AP), pancar pekmezi (PP), elma pekmezi (EP) ve armut pekmezi (ArP) örneklerinin analiz sonucu ortalamaları sırasıyla pH 4,90, 5,09, 5,08, 5,28, 4,64, 3,71 ve 4,37; HMF 189,43 mg/kg, 123,35 mg/kg, 186,74 mg/kg, 63,92 mg/kg, 411,73 mg/kg, 1458,60 mg/kg ve 389,38 mg/kg ;  $\delta^{13}\text{C}$  ‰-19,9, ‰-17,92, ‰-19,02, ‰-22,06, ‰-20,75, ‰-19,12 ve ‰-24,08; elektrik iletkenliği 2,04 mS/cm, 2,83 mS/cm, 2,47 mS/cm, 6,64 mS/cm, 2,94 mS/cm, 1,84 mS/cm ve 2,91 mS/cm ; °briks 70,46, 73,45, 76,86, 73,72, 72,30, 65,42 ve 69,77 ; protein %0,81, %1,10, %1,47, %0,65, %2,22, %0,49 ve %1,13, fruktoz %25,15, %17,05, %22,95, %21,03, %16,32, %22,15 ve

%34,64 ; glikoz %25,14, %15,91, %22,06, %22,77, %17,21, %20,54 ve %17,93 ; sakkaroz % 0,38, %7,76, %4,73, %6,98, %17,82, %0 ve %3,98; maltoz %3,97, %,8,89, %6,42, %0, %3,28, %3,30 ve %0,45, invert şeker %50,29, %32,95, %45,01, %43,80, %33,52, %42,69 ve %52,57 olarak bulunmuştur.

Endüstriyel, ticari markalı ÜP, KP, DP, AP ve PP örneklerinin analiz sonucu ortalamaları sırasıyla pH 5,31, 5,34, 5,17, 5,17 ve 4,33; HMF 66,42 mg/kg, 19,42 mg/kg, 63,01 mg/kg, 24,01 mg/kg ve 368,56 mg/kg;  $\delta^{13}\text{C}$  ‰-22,88, ‰-23,32, ‰-21,58, ‰-17,02 ve ‰-15,70; elektrik iletkenliği 3,04 mS/cm, 4,08 mS/cm, 3,83 mS/cm, 4,17 mS/cm ve 1,72 mS/cm; °briks 73,53, 75,52, 74,20, 73,13 ve 72,85; protein %0,86, %1,68, %1,89, %0,89 ve %1,13; fruktoz %28,70, %20,83, %27,24, %17,42 ve %16,90; glikoz %28,50, %15,81, %25,28, %17,60 ve %18,21; sakkaroz %1,15, %15,55, %0,17, %4,37 ve %12,40; maltoz %0,34, %1,23, %1,46, %7,46 ve %7,19, invert şeker %57,20, %36,64, %52,51, %35,02 ve %35,11 olarak bulunmuştur.

Çalışma sonuçlarına göre en düşük pH içeriği elma ve armut pekmezi örneklerine aitken en yüksek HMF değeri de yine bu örneklerde tespit edilmiştir. Geleneksel üretim örneklerde yüksek miktarda HMF içeren örnek sayısı fazla olsa da endüstriyel üretim birçok örnekte de yüksek miktarlarda HMF oluştuğu belirlenmiştir. Miktar açısından incelendiğinde geleneksel üretim örnekler endüstriyel örneklere göre yasal limitlerin çok üzerinde HMF içermektedir. Elektrik iletkenliği değerleri ile karbon izotop oranı sonuçlarını destekler şekilde tağşişli örneklerde normalden daha düşük tespit edilmiştir. HMF miktarı yapılan tağşişin niteliğine göre değişmekte olup, meyve kullanılmadan şeker şurupları ile tağşiş yapıldığı belirlenen örneklerde ısıtma işlemi uygulanması olmadığı veya düşük düzeyde olduğu için HMF oluşumu da az olmuştur. Farklı pekmez çeşitlerinin ya da meyvelerin karışımı ile yapılan ve karbon izotop oranı ile tespit edilemeyen tağşişlerde, duyu özelliklerinde meydana gelen farklılığı bastırmak için yüksek ısıtma işlemi uygulanmakta olup bu tip örneklerde HMF seviyeleri oldukça yüksek bulunmuştur.

## **DETERMINATION OF SOME PHYSICOCHEMICAL AND QUALITY PARAMETERS OF DIFFERENT TYPE OF MOLASSES PRODUCED BY INDUSTRIAL AND CONVENTIONAL METHODS**

### **SUMMARY**

Heat treatment is a process that creates important effects such as taste and appearance on the final product quality as well as extending the shelf life of foods. This process may produce the desired effects in foods due to a number of chemical reactions such as Maillard reactions and caramelization, as well as it may cause undesirable effects and the formation of harmful components.

Molasses (pekmez) that is produced by applying heat treatment to fruits, is an important food product of thousands years' old Anatolian culture. People wanted to store perishable fruits for a longer period of time, so the fruit juice was condensed by heat treatment until it had the desired sensory properties, sugar concentration and consistency. Thus, molasses product, which is more resistant to deterioration has emerged. According to the duration and temperature of the applied heat treatment, 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) compound is formed in molasses and this compound poses an important health risk. In addition, HMF compound, which can occur as a product of the Maillard reactions even at low temperatures, is considered as a quality indicator in molasses.

In this study, 7 different types of molasses which are grape, carob, mulberry, juniper, sugar beet, apple and pear were purchased in different regions of Turkey. In total 67 molasses samples were analyzed. Attention has been paid to find examples of molasses of the same kind produced by both traditional and industrial methods. For apple and pear molasses, only traditionally produced products can be obtained.

The effects of fruit and adulteration status on molasses used in molasses production were researched by analyzing the amount of HMF, sugar composition, carbon isotope ratio, pH, °brix, protein and electrical conductivity of all molasses samples.

The standard deviations of the results were found to be high even in molasses of the same fruit type due to the factors such as climatic and soil conditions, production methods and adulterations.

Accordingly, the mean analysis results of traditionally produced grape molasses (GM), carob molasses (CM), mulberry molasses (MM), juniper molasses (JM), sugar beet molasses (SM), apple molasses (AM) and pear molasses (PM) samples are respectively as follows: pH 4,90, 5,09, 5,08, 5,28, 4,64, 3,71 and 4,37; HMF 189,43 mg/kg, 123,35 mg/kg, 186,74 mg/kg, 63,92 mg/kg, 411,73 mg/kg, 1458,60 mg/kg and 389,38 mg/kg ;  $\delta^{13}\text{C}$  ‰-19,9, ‰-17,92, ‰-19,02, ‰-22,06, ‰-20,75, ‰-19,12 and ‰-24,08; electrical conductivity 2,04 mS/cm, 2,83 mS/cm, 2,47 mS/cm, 6,64 mS/cm, 2,94 mS/cm, 1,84 mS/cm and 2,91 mS/cm ; °brix 70,46, 73,45, 76,86, 73,72, 72,30, 65,42 and 69,77; protein %0,81, %1,10, %1,47, %0,65, %2,22, %0,49 and %1,13, fructose

%25,15, %17,05, %22,95, %21,03, %16,32, %22,15 and %34,64; glucose %25,14, %15,91, %22,06, %22,77, %17,21, %20,54 and %17,93 ; saccharose % 0,38, %7,76, %4,73, %6,98, %17,82, %0 ve %3,98; maltose %3,97, %,8,89, %6,42, %0, %3,28, %3,30 and %0,45, invert sugar %50,29, %32,95, %45,01, %43,80, %33,52, %42,69 and %52,57.

Furthermore, the mean analysis results of industrially manufactured, trademarked GM, CM, MM, JM and SM samples are respectively as follows: pH 5,31, 5,34, 5,17, 5,17 and 4,33; HMF 66,42 mg/kg, 19,42 mg/kg, 63,01 mg/kg, 24,01 mg/kg and 368,56 mg/kg;  $\delta^{13}\text{C}$  ‰-22,88, ‰-23,32, ‰-21,58, ‰-17,02 ve ‰-15,70; electrical conductivity 3,04 mS/cm, 4,08 mS/cm, 3,83 mS/cm, 4,17 mS/cm and 1,72 mS/cm; °brix 73,53, 75,52, 74,20, 73,13 and 72,85; protein %0,86, %1,68, %1,89, %0,89 and %1,13; fructose %28,70, %20,83, %27,24, %17,42 and %16,90; glucose %28,50, %15,81, %25,28, %17,60 and %18,21; saccharose %1,15, %15,55, %0,17, %4,37 and %12,40; maltose %0,34, %1,23, %1,46, %7,46 and %7,19, invert sugar %57,20, %36,64, %52,51, %35,02 ve %35,11.

According to the results of the study, pH content of apple and pear molasses were the lowest, also the highest HMF value was also determined in these samples. Although the number of samples containing high amount of HMF in traditional production samples is high, it is determined that high amount of HMF occurs in many samples in industrial production samples. According to the results, in terms of quantity, traditional production samples contain HMF far above the legal limits compared to the industrial samples. It was found to be lower than normal in the adulterated samples to support the results of electrical conductivity and carbon isotope ratio. The amount of HMF varies according to the kind of the adulteration and HMF formation was also low in the sugar syrups added samples since there was no or low level heat treatment. In the mixtures of different molasses varieties or fruits and in which adulteration cannot be determined by the carbon isotope ratio, high heat treatment is applied to suppress the difference in sensory properties and HMF levels were found to be quite high in such samples.

## 1. GİRİŞ

Verimli topraklar, dört mevsimin yaşandığı coğrafi konum ve yaygın su kaynakları çok eski zamanlardan bugüne Türkiye’de çeşitli tarım ürünlerinin yetiştirilebilmesine olanak sağlamıştır. Bu çeşitlilik içinde çabuk bozulan meyvelerin daha uzun süre kullanılabilmesi ve değerlendirilebilmesi için işlenerek daha dayanıklı hale getirilmesi ile ortaya çıkan pekmez, binlerce yıldır Anadolu mutfağının önemli besin kaynaklarından birisi olmuştur.

Ülkemizde, çoğunlukla iklimle ilişkili olarak her bölgede pekmez üretiminde kullanılan meyve çeşitleri bulunmaktadır. Bu meyveler arasında pekmezi en çok yapılan meyve ise anavatanının Anadolu olmasının etkisi ve geçmişten gelen alışkanlıklara bağlı olarak üzümdür. Geleneksel ve endüstriyel olarak üretilen pekmezlerde kullanılacak meyve tercihleri bölgelere göre değişiklik göstermekle birlikte üzüm haricinde yaygın olarak kullanılan meyveler keçiboynuzu, dut, elma, armut, incir, pancar ve andızdır.

Genel anlamda pekmez, şeker ve başka katkı maddesi ilave edilmeden, içeriğinde yüksek oranda şeker bulunan meyvelerin ezilip kaynatılması ile elde edilen, uzun raf ömürlü, yoğun ve tatlı şuruplara verilen addır (Keleş, 2019). Geleneksel yöntemlerle pekmez üretimi, ateş üzerinde, açık kazanlarda uzun süre kaynatma esaslı yapıldığından, bu üretim şeklinde, besin değerinde azalmalar, standart bir üretim yapılamaması nedeniyle farklı kalitede ürün eldesi, denetim dışı olması sebebiyle taşıyış ihtimali ve en önemlisi sağlığa zararlı bileşiklerin yüksek oranda oluşması gibi olumsuz durumlar ortaya çıkabilmektedir. Endüstriyel pekmez üretiminde, yasal mevzuata uyma zorunluluğu, standardizasyon ve meyvelerin vakum altında işlenmesi gibi unsurlar ile bu problemler minimize edilebilmektedir.

Yasal mevzuata uygun, sağlık açısından risk oluşturmayan pekmez üretimi yapan işletmeler olduğu gibi maliyeti düşürmek ya da daha fazla kar elde etmek için hileli pekmez üretimi yapan işletmeler de bulunmaktadır ve bu tip ürünler hem ekonomik hem de sağlık açısından problem teşkil etmektedir. En yaygın hileler arasında kristal

şeker, fruktoz, glikoz veya bunların şuruplarının eklenmesi, sadece bir meyveye özgü olarak üretilmesi gereken pekmezin asıl meyvesinin yanı sıra daha ekonomik meyvelerle karıştırılarak üretilmesi ve aflatoksin içeriği nedeni ile iç ve dış pazarda satışına izin verilmeyen ve imha edilmesi gereken meyve ve meyve kurularının pekmez şeklinde satışa sunulması gelmektedir (Giray, 2010). Şeker kamışı ve mısır bitkileri, C4 bitkisi olup fotosentez yolları, buğday, pirinç, şeker pancarı, üzüm, elma, dut gibi C3 bitkilerinin fotosentez yollarından farklıdır. Bu nedenle IR-MS (Isotope Ratio Mass Spectrometry- İzotop Oranı Kütle Spetrometresi) cihazı ile  $\delta^{13}\text{C}$  ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) değerine bakılmakta, pekmeze şeker kamışı ve mısır kaynaklı tatlandırıcı eklenip eklenmediği belirlenebilmektedir. Şeker pancarı ise meyvelerle aynı fotosentez yolunu kullandığından şeker pancarı kaynaklı tatlandırıcı ya da farklı meyve/meyve pekmezi eklenerek yapılan tağşişler belirlenememektedir. Bu şekilde yapılan tağşişi belirlemek için SNIF-NMR (Site-Specific Natural Isotope Fractionation-Nuclear Magnetic Resonance- Spesifik Doğal İzotop Fraksiyonlaşma-Nükleer Manyetik Rezonans) cihazında  $^2\text{H}/^1\text{H}$  oranı tespiti ile, pancardan elde edilen şeker inversiyona uğratılıp fruktoz/glikoz oranı yasal limite ayarlanmamışsa HPLC’de şeker bileşenleri analizi ile tespit edilebilmektedir. Ayrıca yapılan bir çalışmada, şeker pancarından elde edilen şeker ilavesinin pekmezin elektrik iletkenliği değerini düşürdüğü belirtilmekte ve bu değer kontrolünün pancar şekeri kaynaklı tağşişin tespiti için kullanılabileceği bildirilmektedir (Tosun ve Keleş, 2012).

Pekmezin üretimi sırasında uygulanan yüksek ısıl işleme bağlı olarak oluşan karamelizasyon sonucunda veya şekerlerin karbonil gruplarıyla aminoasitlerin amil grupları arasında meydana gelen enzimatik olmayan Maillard reaksiyonları sonucunda 5-hidroksimetilfurfural (HMF) adı verilen bir bileşik oluşmaktadır. Sağlık açısından riskleri, birçok akademik çalışmanın konusu olan bu bileşik, aynı zamanda ürüne uygulanan sıcaklık ve depolama koşullarının göstergesi olarak ürün için bir kalite parametresidir.

HMF miktarı, şeker çeşidine, ortamın asitliğine ve sıcaklığa bağlı olarak değiştiğinden pekmezin yapıldığı meyvenin bileşimi, tağşiş varlığı ve üretim metodunun oluşan HMF miktarında değişiklik yapabileceği düşünülmektedir. HMF’nin gıdalarda tayini için spektrofotometrik ve kromatografik yöntemler kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye’nin farklı bölgelerinden, 7 farklı pekmez çeşidine ait geleneksel ve endüstriyel yöntemlerle üretilmiş toplam 67 adet numune toplanmış, pH ve °briks

değeri, elektrik iletkenliği, protein içeriği, şeker bileşimi, HMF miktarı ve  $\delta^{13}\text{C}$  değeri tespit edilmiştir. HMF miktarı, şeker çeşidi, ortam asitliği ve sıcaklık başta olmak üzere birçok parametreye bağlı olarak değiştiğinden bu çalışmada pekmezin yapıldığı meyvenin, üretim şeklinin ve tağşiş durumunun pekmezin HMF içeriği ile ilişkisi incelenmiştir.





## **2. PEKMEZ**

### **2.1 Pekmezin Tarihçesi**

Türkiye'nin coğrafi konumu, su kaynaklarının bolluğu ve verimli arazileri binlerce yıldır bu topraklarda birçok tarım ürününün yetiştirilebilmesine olanak sağlamıştır. Bu çeşitlilikteki en önemli ürünlerden biri olan üzüm; iklim ve coğrafi konum kadar asmanın gen merkezi olmasının da etkisiyle, Anadolu'da Erken Tunç Çağı'na (M.Ö. 3000) kadar tarihlendirilebilen zamanlardan bu yana yoğun bir şekilde üretilmeye devam etmektedir (Anonim, 2007). Pekmezin ortaya çıkmasında Anadolu'da yoğun bağcılık faaliyetleri sonucu üretilen tüketim fazlası üzüm meyvesinin değerlendirilmek istenmesi etkili olmuştur (Uçar, 2007). Pekmez, genel anlamıyla çabuk bozulan taze meyvelerin açıkta veya vakum altında kaynatılarak koyulaştırılması sureti ile elde edilen koyu kıvamlı bir ürün olarak tanımlanmaktadır (Tosun, 1997). Türkler tarafından gıda muhafazası amacı ile geliştirilen bu yöntem hem çabuk bozulan ürünlerin uzun süre dayanmasını sağlarken bir taraftan da yüksek şeker içeriği sayesinde tatlı ihtiyacının karşılanmasına yardımcı olmaktadır (Uçar, 2007).

Anadolu'da bağcılık, şarap kültürünün etkisiyle artmış olsa da Osmanlı zamanında en parlak dönemini yaşamıştır. Bunda üzümün kurutularak tüketilmesinin yanı sıra pekmez, lokum, pestil, sucuk, bulama gibi farklı birçok üründe kullanılmasının etkisi büyüktür. Bal ile birlikte şeker yerine kullanılan pekmez Türk ve Osmanlı mutfağında önemli bir yer teşkil etmekte olup birçok meyveden yapılmaktadır. Geçmiş dönemlerde temel besin maddelerinden biri olan pekmezin önemi, yerini şekerin alması ile azalmış olsa da kırsal bölgelerde daha yoğun olmak üzere, halen ülkemizin her yerinde birçok meyveden üretilmeye devam etmektedir (Uçar, 2007).

### **2.2 Pekmez Üretimi**

Başta kırsal bölgeler olmak üzere ülkemizin her bölgesinde çok eski zamanlardan beri devam eden pekmez üretim tekniğinde geçmişten günümüze çok büyük değişiklikler

meydana gelmemiş olup pekmez yapımında çoğunlukla bölgenin iklimine bağlı olarak en çok üretilen meyveler kullanılmaktadır (Uçar, 2007). Geçmişten gelen bağcılık kültürünün de etkisi ile pekmez yapımında en çok tercih edilen meyve üzüm olup dut, keçiboynuzu, andız, incir, elma, armut, karpuz gibi şeker oranı yüksek meyvelerden de pekmez yapılmakta, üretilen pekmezler ekşi, tatlı, katı, sıvı, koyu renkli ve açık renkli gibi özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır (Kaya ve diğ, 2005). Pekmez üretim tekniklerindeki ana farklılık, pekmezi istenilen kıvama getirmek için kullanılan yöntemdir. Pekmez, açık kazanlarda uzun süre kaynatılarak geleneksel olarak ya da modern yöntemlerle, işletmelerde vakum altında kontrollü bir şekilde endüstriyel olarak üretilmektedir.

Günümüzde, pekmez üretimi, genellikle geleneksel yöntemlerle, küçük işletmeler ve bireysel üreticiler tarafından yapılmakta olup yeterince endüstrileşme sağlanamamıştır (Batu, 2001). Geleneksel pekmez üretimindeki en büyük problem, açık kazanlarda uzun süre kaynatılarak üretilen pekmezlerde insan sağlığına zararlı bileşiklerin oluşması ve bazı besleyici değerlerin kaybolmasıdır (Batu ve diğ, 2007). Tüketicilerin ev yapımı veya geleneksel yöntemle üretilen pekmezlerin daha doğal, katkısız ve sağlıklı olduğuna inanması, vakum altında üretilen pekmezlerin renginin açık, tadının daha yumuşak olması, yanlış algı oluşturabilmekte, bu sebeple vakum yöntemi ile üretilmiş endüstriyel pekmez tercih edilmemektedir (Batu ve diğ, 2007). Endüstriyel üretim yapan küçük, orta ve hatta büyük işletmelerin bazıları da tüketici tercihlerinin de etkisi ile açık kazanlarda üretim yapmaya devam ederek aynı sağlık risklerine sahip düşük kalitede pekmezleri piyasaya sunmaktadırlar (Batu ve diğ, 2007). Oraman ve diğ. (2011), geleneksel ürünlerde tüketici tercihlerini etkileyen faktörler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, Batu ve diğ. (2007)'ni destekleyici sonuçlar elde etmiş ve pekmez satın alma tercihini etkileyen en önemli faktörün fiyat, daha sonra tat ve görünüş olduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeple, vakum yöntemi ile üretim yapan bazı firmalar pekmezin rengini koyulaştırmak ve tadını biraz daha geleneksel pekmeze yaklaştırmak için pekmezin içeriğindeki meyve şekerinin bir miktarının yakılıp kısmen karamelize olmuş pekmez üretimi yapmayı tercih edebilmektedirler (Batu ve diğ, 2007).

Pekmez üretiminin ilk aşaması, hasadı yapılan meyvelerin yıkanmasıdır. Üretim için uygun olmayan meyvelerin ayrıldığı bu aşamada amaç, işlenecek meyvelerde bulunan toz, toprak, tarım ilacı kalıntısı ile canlı/ölü böceklerin uzaklaştırılması ve meyvenin

mikrobiyal yükünün azaltılmasıdır. Geleneksel yöntemde meyveler su dolu bir kaba ya da havuza daldırılıp çıkarılarak, endüstriyel yöntemde ise delikli paslanmaz çelikten yapılmış hareketli bantlar üzerinde duşlama sistemi ile su püskürtülerek yıkanır (Batu, 2006).

Geleneksel yöntemde pekmez üretiminde kabuksuz, taze meyveler kullanılacaksa yıkama işlemi sonrası, tahta veya beton tekelere alınan meyveler, suyun/şıranın çıkarılması amacı ile işçiler tarafından ezilip parçalanırlar veya çuvalara konularak basit bir pres sisteminden geçirilirler. Hijyen açısından çok uygun olmayan bu yöntemlerde şıra verimi de az olmaktadır (Batu, 2006). Endüstriyel yöntemde bu aşamada, birbirine karşı dönen iki valsten oluşan değirmenlerden yararlanılır. Değirmenlerde parçalanmış meyveler çoğunlukla pnömatik presler yardımı ile ezilerek şıranın çıkarılması sağlanır. Her iki yöntemde de kurutulmuş meyvelerden ya da keçiboynuzu, andız gibi sert/kabuklu meyvelerden pekmez yapılacaksa meyveler parçalandıktan sonra suda bekletilerek presleme öncesi kısmi ekstraksiyon işlemine tabi tutulurlar. Ayrıca üzüm saplarında bulunan fenolik maddeler ve klorofil, pekmezin tadını ve rengini olumsuz yönde etkilediğinden presleme öncesinde üzüm tanelerinin saplarından ve çöplerinden ayrılması önem taşımaktadır (Genç, 2017).

Meyvenin çeşidine, taze veya kuru olmasına bağlı olarak presleme sonunda elde edilen şıra bulanık ve asit karakterde olabilir. Yüksek asitliğin temel nedeni ise elma, armut, üzüm gibi meyvelerde bulunan tartarik ve malik asittir (Batu ve Gök, 2006; Kuşçu, 2016). Bu tip şıraların pekmeze işlenmeden önce asitliğinin düşürülmesi ve bulanıklığının giderilmesi için bir dizi işlemden geçirilmesi gerekmektedir.

Asitliğin düşürülmesi amacı ile pekmez toprağı olarak da adlandırılan, elde edildiği bölgeye göre farklılık göstermekle birlikte yaklaşık %75-95 oranında kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) içeren beyaz renkli bir toprak çeşidi veya ticari  $\text{CaCO}_3$  kullanılır (Yumlu, 2006).  $\text{CaCO}_3$  içerisindeki  $\text{Ca}^{+2}$  iyonları malik ve tartarik asitle birleşerek nötrleşmekte ve böylece başlangıçta düşük olan pH değeri 5,0-6,0 seviyelerine kadar yükselmektedir. Asitliğin düşürüldüğü bu aşamaya şıranın kestirilmesi denilmekte ve asitliğin azalması ile birlikte izoelektrik noktaya ulaşan kolloidlerin de bir kısmı kalsiyum-malat ve kalsiyum-tartarat bileşikleri şeklinde çökmektedir (Batu, 2006; Yumlu, 2006). Tercih edilen asit düzenleyici soğuk veya sıcak olarak uygulanabilmektedir. Soğuk yöntemde şıraya katılan pekmez toprağı veya ticari  $\text{CaCO}_3$  bir gece bekletilir ve ertesi gün süzülerek tortudan ayrılır. Sıcak yöntemde ise

şıraya eklenmesinin ardından şıra kaynama noktasına kadar ısıtılır ve bu sıcaklıkta 10-15 dakika tutulur. Sıcak yöntem, kullanılan pekmez toprağının ya da ticari  $\text{CaCO}_3$ 'ın şıraya etkisini hızlandırdığı, çökerken daha fazla tortuyu beraberinde sürüklediği ayrıca maya faaliyetlerini durdurduğu için soğuk yönteme göre daha fazla tercih edilmektedir (Batu ve Gök, 2006; Kaya ve diğ, 2005). Asit düzenleyicinin ne kadar kullanılacağı oldukça önemlidir ve genelde işlem öncesi ön denemelerle belirlenmektedir (Yumlu, 2006). Gerektiğinden az miktarda asit düzenleyici kullanılması pekmezin tadının ekşi olmasına ve düşürülemeyen asitlik nedeni ile şıranın koyulaştırılması aşamasında Maillard Reaksiyonu sonucu yüksek miktarda HMF oluşmasına ve yine rengin karamelizasyon nedeni ile koyu olmasına neden olmaktadır (Batu ve Aktan, 1992). Fazla miktarda asit düzenleyici kullanımında ise berraklık azalmakta, renk ve kıvam gereğinden fazla koyu olmakta, tat ve koku olumsuz yönde etkilenmektedir (Batu ve Aktan, 1992).

Presleme sonucunda elde edilen şıranın içinde yer alan ve pekmez üretimini olumsuz yönde etkileyebilecek meyve dokusu parçaları, hücre ve hücre parçaları, pektin ve protein bileşikler, canlı ve ölü mikroorganizmalar tortulu ve bulanık görünümün başlıca sebepleri arasındadır (Batu ve Gök, 2006). Bir sonraki aşamaya geçilmeden önce, bu maddelerin ve asit giderme işlemi sonucunda oluşan çökeltilerin ortamdaki uzaklaştırılması gerekmektedir (Yumlu 2006). Bu nedenle kestirilen şıra, tanen, jelatin, bentonit gibi uygun durultma ajanları ile muamele edilerek dinlendirilir (Gülcü, 2012). Şırada bulunan (-) yüklü koloidal parçacıklar aynı elektrik yüküne sahip olmaları nedeni ile sürekli birbirlerini iterek askıda kalmakta, hatta diğer parçacıkların etrafını sarak onlara da (-) yük kazandırarak çökmelerini engellemektedirler (Yumlu, 2006). Jelatin şıraya (+) yük kazandırarak özellikle fenolik bileşikler üzerinde etkili olmakta ve bu bileşikler nötrleştirip çöktürmektedir (Batu ve Gök, 2006). Tanen ve jelatin arasında oluşturulan kuvvetli bağ, şıranın dinlenmesi sırasında tortu ve bulanıklık meydana getiren etkenleri çöktürür ve durultma sonrası uygulanan filtrasyon işlemi ile de bu etkenler şıradan uzaklaştırılır (Batu ve diğ, 1992). Ancak ortamda pektin molekülleri varsa bu moleküller yüksek oranda su tuttuklarından bunların (+) yüklü kolloid madde ilavesi ile çöktürülmesi mümkün değildir. Ayrıca pektin molekülleri ortama ilave edilmiş (+) yüklü kolloidlerle nötrleştirilen ve çökme eğiliminde olan diğer koloidal maddelerin çökmesini de engeller. Bu nedenle depektinizasyon ya da diğer adı ile enzimatik

durultma işlemi ile pektik maddelerin pektolitik enzimler tarafından yapı taşları olan galakturonik asitlere kadar parçalanması ve böylece koruyucu kolloid özelliklerinin kırılması gerekmektedir (Batu ve Gök, 2006). Aksi halde pektin içeren şıranın viskozitesi, evaporasyon ilerledikçe artar, ısı iletimi güçleşir, evaporasyon zorlaşır ve ısıtma yüzeylerinde yanmalar meydana gelir. Kuru madde oranı %60-65'lere ulaşıldığında ise ortamda bulunan pektin asit ile birleşerek jel oluşturur (Batu ve Gök, 2006). Elma gibi yüksek pektin içeren meyvelerden yapılan pekmezlerde yeterli durultma sağlanmazsa reçele benzer bir kıvam ve yüksek HMF oluşumu gözlenebilir. Endüstriyel üretimde durultma için kullanılacak dinlendirme tankları genelde tortunun dibe kolay çökmesini sağlamak için dikey yönlü, ürünün güvenli muhafazasını sağlamak için de soğutma özellikli tercih edilmektedir (Gülcü, 2012). Dinlendirilmiş ve durultulmuş şıra hemen filtre edilerek süspansiyon halindeki katı parçacıkların ve koloidal haldeki çözünmüş maddelerin uzaklaştırılması ile şıranın tam anlamıyla berrak hale getirilmesi amaçlanır (Yumlu, 2006).

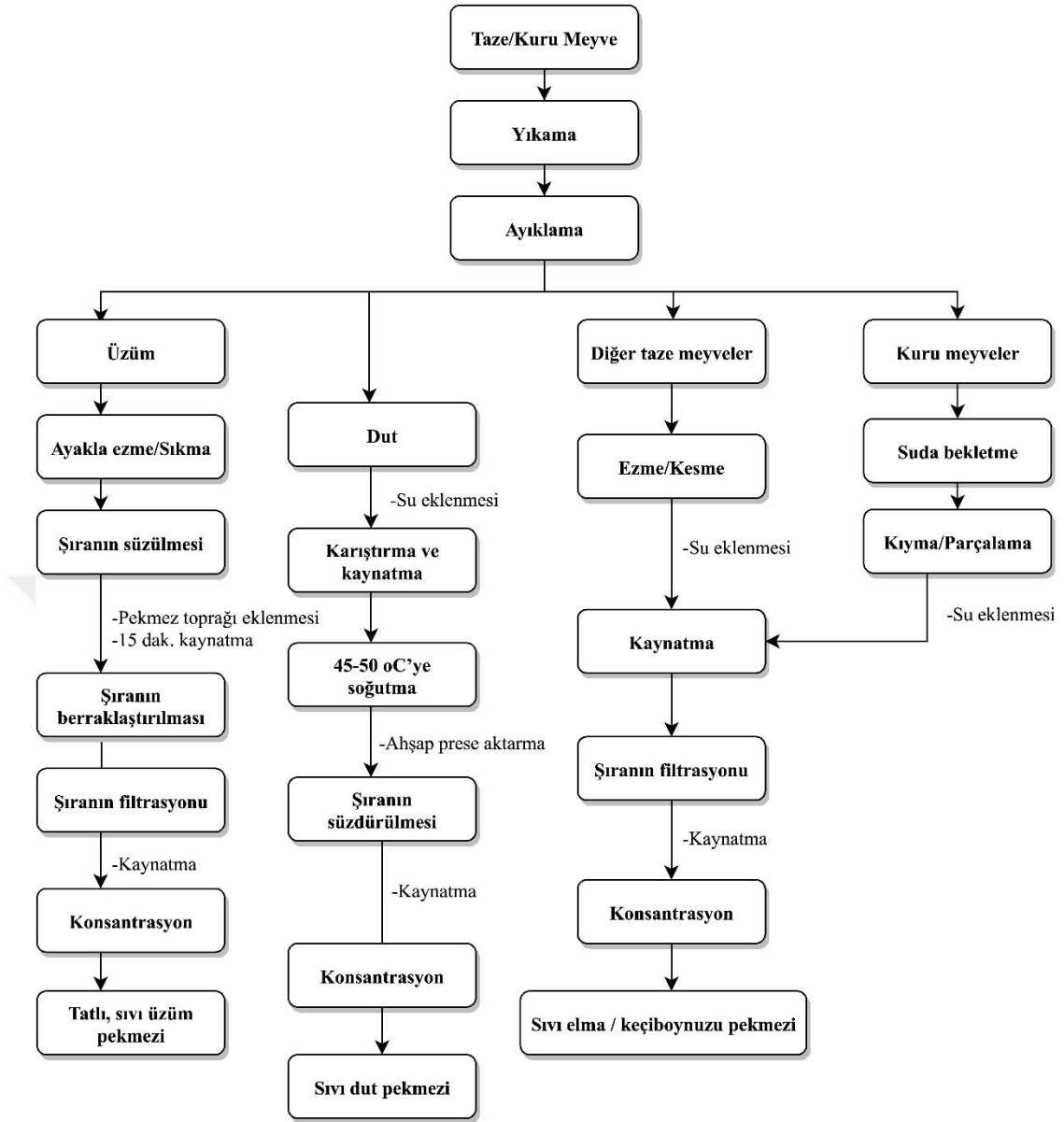
Berrak hale getirilen şıra son olarak evaporasyon işlemi ile istenilen kuru madde seviyesine kadar konsantre edilir. Geleneksel üretimde şıranın koyulaştırılması işlemi tüm yörelerde benzerdir. Pişirme işlemi direkt alev üzerinde yapıldığından yayvan ve sığ kazanlar kullanılarak suyun çabuk buharlaştırılması, böylece kaynatma süresinin azaltılarak pekmez renginin fazla kararmasının ve yanık tat oluşumunun engellenmesi amaçlanır (Batu, 2006). Pekmezin pişirilmesi sırasında kef denilen köpükler oluşur ve berrak bir pekmez görünümü için bu köpüklerin uzaklaştırılması gerekmektedir. Köpüklerinden arındırılan pekmez, yanık oluşumunun önlenmesi ve buharlaşmaya yardımcı olmak amacı ile sürekli karıştırılarak bir süre daha kaynatılır. İstenilen kıvama gelen pekmez ateşten alınarak soğumaya bırakılır.

Açık kazanda geleneksel yöntem ile üretilen pekmezlerde karşılaşılan en önemli sorun, sağlık için zararlı HMF oluşumudur. Bunun yanı sıra pekmezin asit içeriği artmakta, karamelizasyon nedeni ile şeker içeriğinde de bir azalma meydana gelmektedir (Batu, 2001). Açık kazan tekniği ile üretilen pekmezlerde karşılaşılan bir diğer sorun ise üretimde çoğunlukla bakır olmak üzere metal kazan kullanımı sonucu, üründe metal kontaminasyonu yaşanmasıdır (Batu, 2001; Demiröz ve diğ., 2002).

Endüstriyel yöntemlerle pekmez üretiminde konsantrasyon işlemi ceketli vakum kazanlarda gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem ile buharlaşma 65-70°C'lerde hatta daha düşük sıcaklıklarda gerçekleşebilmekte, böylece yanma ve karamelizasyon çok düşük

düzeylerde oluşmakta hatta ortadan kaldırılabilir (Batu, 2006). Vakum yöntemi ile pekmezler istenilen konsantrasyon, renk, tat ve kokuda, karamelize olmamış şekilde üretilirken HMF oluşumu minimize edilip besleyici bileşenler yüksek oranda korunmakta ve metal kontaminasyonu önlenerek daha sağlıklı pekmez üretimi mümkün olmaktadır (Batu, 2006). Batu (2001), yaptığı bir çalışmada açık ve vakum kazanda üretilen pekmezleri karşılaştırmış ve bunun sonucunda açık kazan pekmezlerinin renginin daha koyu, pH'sının daha düşük, HMF ve asit içeriğinin ise oldukça yüksek olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca açık kazan yöntemi ile üretilen pekmezlerde şekerlerin bir kısmının yanması sonucu şeker içeriğinde %12,56'lık bir kayıp yaşandığını bildirmiştir (Batu, 2001).

Özellikle ev yapımı ya da işletme lisansı olmayan küçük işletmelerin ürettiği pekmezler semt pazarlarında, aktarlarda, küçük işletmelerde açıkta veya cam kavanoz, tek kullanımlık plastik kap veya pet şişe gibi çok çeşitli ve hijyenik olmayan ambalajlarda satılabilmektedir. Yüksek şeker içeriği nedeni ile mikroorganizma üremesine çok elverişli olmasa da bazı pekmezlerde küflenme görülebilmektedir. Dolum işleminin uygun olmayan şartlarda yapılması ürüne yabancı madde kontaminasyonu riskini arttırmakta ve tüketici sağlığı için risk oluşturmaktadır. Endüstriyel yöntemle üretilen pekmezlerin ilgili standart gereği insan sağlığına zarar vermeyecek ve ürünün özelliklerini bozmayacak nitelikteki laklı teneke kutularda, cam kavanozlarda, plastik veya diğer ambalajlarda piyasaya arz edilmesi gerekmektedir (TS 3792, 2008). Farklı meyvelerden geleneksel yöntemlerle üretilen sıvı pekmezler için genel bir akış şeması Şekil 2.1'de verilmiştir (Karababa ve Işıklı, 2005).



**Şekil 2.1 :** Geleneksel sıvı pekmez üretiminin şematik gösterimi (Karababa ve Işıklı, 2005).

### 2.3 Pekmez Üretiminde Tağşiş

5996 numaralı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu'nun (2010) 3. maddesinde tağşiş; “bu kanun kapsamındaki ürünlere temel özelliğini veren öğelerin ve besin değerlerinin tamamının veya bir bölümünün mevzuata aykırı olarak çıkarılmasını veya miktarının değiştirilmesini veya aynı değeri taşımayan başka bir maddenin, o madde yerine aynı maddeymiş gibi katılması”, taklit ise “bu kanun kapsamındaki ürünlerin, şekil, bileşim ve nitelikleri itibarıyla yapısında bulunmayan özelliklere sahip gibi veya başka bir ürünün aynısıymış gibi gösterilmesi” olarak tanımlanmaktadır. Özetle, gıda dolandırıcılığı olarak da tanımlanan taklit ve tağşiş,

ekonomik kazanç için tüketicuyu kandırmaya yönelik üründe yapılan yasal olmayan değişikliklerdir. Taklit veya tağşiş yapılmış gıdalar tüketicileri hem sağlık, hem beslenme hem de ekonomik açıdan zarara uğratmakta, iç pazarda haksız rekabete sebep olmakta ve bölgesel ekonomiyi kötü yönde etkilemektedir (Tosun, 2014). Bu nedenle gıdalar mutlaka ilgili yasal standartların belirlediği limitler çerçevesinde üretilmelidirler.

Günümüzde pekmez üretildiği meyvenin adı ile anılmakta olup Türk Gıda Kodeksi Üzüm Tebliği ve Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayınlanan ilgili pekmez standartlarında herhangi bir katkı maddesi kullanımı, farklı meyvelerin karıştırılması, ticari glikoz, fruktoz ve benzeri şekerler ile seyreltme ve/veya çoğaltma yapılması yasaklanmıştır. Ancak günümüzde gıda sektöründeki yüksek rekabet, diğer gıda gruplarında olduğu gibi pekmezde de hileli ürünlerin üretilmesine ve hem iç pazarda hem de ihracat pazarında artarak büyüyen bir problem oluşmasına sebep olmaktadır (Yılmaz, 2012). Pekmezde yapılan hilelerin başında maliyeti düşürmek adına dışarıdan ucuz şeker şurupları ilave edilmesi gelmektedir. Bu amaçla pekmezin üretimi sırasında veya sonrasında farklı oranlarda glikoz, fruktoz, maltoz şurupları ve sakkaroz eklenerek miktarı arttırılmaktadır. Daha da kötüsü şeker şurupları, renklendirici, aroma verici gibi katkılarla pekmezin şeker profili, rengi, yapısı ve tadı taklit edilerek şeker şurubu üretilmekte ancak pekmez adı altında satılmaktadır (Tosun, 2014). Maliyeti düşürmek için sık yapılan hilelerden birisi de pekmeze asıl meyvenin dışında daha ucuz maliyetli farklı meyvelerin ya da meyve pekmezlerinin eklenmesidir. Bu tip tağşişe örnek olarak üzüm pekmezine incir ve kayısı meyvesi/pekmezi ilavesi verilebilir. Kayısı ve incir ilavesi renkte, aromatik bileşiklerde ve tatla belirgin değişiklikler oluşturmakta, bunu engellemek için son ürünün aşırı ısı ile işleme maruz bırakılması neticesinde ise pekmezde yüksek miktarlarda HMF oluşumu meydana gelmektedir (Artık, t.y.). Önemli bir diğer hile de aflatoksin içeren kuru incir, kuru üzüm gibi meyvelerin imha edilmek yerine pekmez yapımında kullanılmasıdır. Bu tip atık ürünlerin işletmeden uzaklaştırılması bir maliyet gerektirmekte, kötü niyetli işletmeciler ise bu tip atıkları imha etmek yerine insan sağlığını hiçe sayarak kâr eldesi amacı ile kullanabilmektedirler. Aflatoksin içeren atıklardan, saatlerce kaynatılmak suretiyle, koyu renkli ekstrakt üretilmekte, daha sonra üretilen bu ekstraktlar üzüm pekmezi veya üzüm şerbeti üretiminde kullanılmaktadır. Yasal olmayan bu ilavelerin son üründe yaratacağı tat ve aroma değişikliğini engellemek için hileli pekmez

gereğinden fazla kaynatılmakta, bu da kanserojen aflatoksin mikotoksini içeren ekstrakt eklenmiş, hileli pekmezin yine sağlık açısından zararlı HMF değerinde artış meydana gelmesine sebep olmakta ve tüm bunlar tüketici sağlığı açısından önemli riskler yaratmaktadır (Artık, t.y.; Batu ve diğ, 2007).

#### **2.4 Pekmez ve Sağlık**

Pekmez genel olarak kahvaltıda bal, reçel ve marmelata alternatif olarak tüketilen bir gıdadır. Yüksek oranda şeker, mineral madde ve organik asit içerdiğine sahip olması nedeni ile beslenmede önemli bir yer tutar (Basiri, 2016). Pekmezlerin bileşimi elde edilen meyvenin çeşidine, türüne, işleme tekniğine ve depolama koşullarına bağlı olarak farklılıklar göstermekle birlikte genel olarak yüksek şeker içeriği ile iyi bir karbonhidrat ve enerji kaynağıdır. Pekmez bileşimindeki karbonhidratın çoğu glikoz ve fruktoz gibi monosakkarit formda bulunur. Bu sayede sindirim sisteminde parçalanmalarına gerek kalmadan direkt kana geçerler ve vücuda çok hızlı bir şekilde enerji sağlarlar (Batu, 1993). Bu bağlamda pekmez, özellikle çocuklar ve sporcular gibi yoğun fiziksel aktiviteye sahip bireylerde ve hamileler, emziren anneler gibi yüksek enerji ihtiyacı olan kişiler için uygun bir besindir (Birer, 1983).

Bebek ve çocuk beslenmesinde sakkaroz yani çay şekeri kullanımı önerilmez. Bunun yerine karbonhidrat içeriğinin çoğu basit şekerlerden oluşan pekmez, bebekler ve çocuklar için sakkaroz yerine kullanılabilir ve sağlıklı ve besleyici bir alternatif olmaktadır. Ayrıca beynin tek enerji kaynağı glikoz olup beyin gelişiminin en hızlı seyrettiği ve dolayısı ile en çok enerjiye ihtiyaç duyulan bebeklik döneminde pekmez, bu ihtiyaca cevap verebilecek önemli bir besin kaynağıdır (Batu, 1993).

Tüm pekmez çeşitleri yüksek oranda demir içermeleri sayesinde kan yapıcı ve karbonhidrat bileşimleri nedeniyle enerji verici olmalarının yanı sıra toplumumuzda faydaları çok eski zamanlardan beri bilinmekte olup farklı pekmez çeşitleri farklı hastalıkların tedavisi için geleneksel bir yöntem olarak kullanılmıştır (Yılmaz, 2012). Andız pekmezi, bronşit, öksürük, sarılık, kaşıntı, mide bulantısı ve egzama için; dut pekmezi mide hastalıkları, ülser, ağız ve boğaz hastalıkları için; keçiyoynuzu pekmezi kolesterolü düşürmek, yüksek lif içeriği sayesinde bağırsak aktivitelerini ve tansiyonu düzenlenmek, sağlıklı diş ve kemik gelişimini sağlamak ve nefes darlığı problemlerini gidermek için; üzüm pekmezi mide, bağırsak, böbrekler ve kan dolaşımı üzerindeki

olumlu etkileri ve damar sertliğine iyi geldiği için takviye edici ve koruyucu olarak tüketilmektedir (Karaca, 2009; Yılmaz, 2012).

Pekmezin mineral içeriği, şeker bileşimi ve enerji değeri kadar önemlidir. Özellikle yüksek demir içeriği ile anemi rahatsızlığı olan kişilerin pekmez tüketmesi önerilmektedir. Kayışoğlu ve Demirci (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, vakum yöntemi ile üretilen pekmezlerde manganez, fosfor ve sodyum içeriğinin geleneksel yöntemle üretilen pekmezlerle kıyasla daha yüksek olduğu, kalsiyum içeriğinin daha düşük olduğu, çinko, demir ve potasyum minerallerinin ise her iki yöntemde de benzer içerikte bulunduğu belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada pekmezin depolama süresince mineral kayıpları yaşandığı ve özellikle ilk 6 ay daha hızlı olduğu belirtilmiştir (Kayışoğlu ve Demirci, 2006). Geleneksel üretim yönteminde bazı minerallerde kayıplar yaşanabilmekte, pekmez toprağı ilavesi ve demir, bakır gibi metal kaplarda yüksek sıcaklıkta uzun süre kaynatma sonucunda ise bazı mineral miktarlarında artış gözlenebilmektedir (Karaca, 2009; Özdemir ve diğ., 2004a). Bunların dışında meyvenin yetiştiği toprak ve sudaki metal kontaminasyonu da aynı çeşit pekmezlerin farklı çalışmalarda bulunan farklı mineral bileşimlerinin başlıca nedenlerdir (Karaca, 2009). Çizelge 2.1’de farklı meyvelerden elde edilen pekmezlerin mineral bileşimi üzerine yapılan akademik çalışmaların sonuçları özetlenmiştir (Akbulut ve Özcan, 2009; Akbulut ve diğ., 2008; Ayaz, 1996; Karababa ve Işıklı, 2005; Karaca 2009; Şimşek ve Artık, 2002; Tetik ve diğ., 2010; Üstün ve Tosun, 1997; Yiğit, 2016.)

**Çizelge 2.1 : Farklı meyve pekmezlerinin mineral bileşimleri.**

|                                         | Fe    | Cu   | Zn   | K     | Ca     | Na    | Mg    | P     |
|-----------------------------------------|-------|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                                         | mg/kg |      |      |       |        |       |       |       |
| Üzüm Pekmezi<br>(Şimşek ve Artık, 2002) | 14,5  | 3,9  | 1,2  | 9290  | 1320   | 330   | 730   | 32,68 |
| Üzüm Pekmezi<br>(Üstün ve Tosun, 1997)  | 72,5  | 5,1  | -    | -     | 1161   | 479   | 405   | 234   |
| Üzüm Pekmezi<br>(Ayaz, 1996)            | 73,1  | 9,2  | 28,4 | 13694 | 3694,6 | 186,7 | 127,8 | 890,5 |
| Üzüm Pekmezi<br>(Yiğit, 2016)           | 28,72 | 0,86 | 1,86 | 6350  | 803    | 2597  | 500   | 41,96 |
| Üzüm Pekmezi<br>(Karaca, 2009)          | 9,40  | 0,84 | 2,82 | 1146  | 28,9   | 63,2  | 8,3   | -     |
| Dut Pekmezi<br>(Şimşek ve Artık, 2002)  | 9,3   | 4,4  | 4,8  | 4380  | 960    | 520   | 670   | 540   |

**Çizelge 2.1 (devam) : Farklı meyve pekmezlerinin mineral bileşimleri.**

|                                                | Fe    | Cu   | Zn   | K     | Ca   | Na   | Mg    | P    |
|------------------------------------------------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|
|                                                | mg/kg |      |      |       |      |      |       |      |
| Dut Pekmezi<br>(Akbulut ve Özcan, 2009)        | 4,18  | 3,6  | 2,97 | 6965  | 445  | 43,5 | 252   | 427  |
| Dut Pekmezi<br>(Yiğit, 2016)                   | 46,01 | 0,59 | 2,20 | 8297  | 1347 | 2188 | 559   | 327  |
| Dut Pekmezi<br>(Karaca, 2009)                  | 3,26  | 0,46 | 4,73 | 178   | 28,7 | 42,1 | 11,3  | -    |
| Keçiboynuzu Pekmezi<br>(Şimşek ve Artık, 2002) | 3,4   | 3,6  | 1,2  | 4230  | 1350 | 140  | 500   | 550  |
| Keçiboynuzu Pekmezi<br>(Tetik ve diğ, 2010)    | 14    | 5    | 4    | 10573 | 3149 | 171  | 556   | 778  |
| Keçiboynuzu Pekmezi<br>(Yiğit, 2016)           | 20,94 | 0,64 | 1,85 | 11271 | 861  | 1026 | 503   | 577  |
| Keçiboynuzu Pekmezi<br>(Karaca, 2009)          | 3,32  | 1,14 | 2,86 | 1936  | 30,4 | 75,2 | 10,2  | -    |
| Andız Pekmezi<br>(Karababa ve Işıklı, 2005)    | 6,9   | 3,7  | 12,8 | 18840 | 1499 | 35,5 | 843,8 | 1445 |
| Andız Pekmezi<br>(Akbulut ve diğ, 2008)        | 127   | 3,65 | 12,5 | 17400 | 1881 | 467  | 746   | 1248 |
| Andız Pekmezi<br>(Karaca, 2009)                | 2,92  | 2,38 | 3,68 | 385   | 33,8 | 47,6 | 11,4  | -    |

Yüksek miktarlarda olmasa da pekmezin yapıldığı meyvenin çeşidine ve işlem koşullarına bağlı olarak bazı vitaminler pekmez bileşiminde bulunabilmektedir. Çizelge 2.2’de Karaca (2009)’nın farklı pekmez çeşitlerinin vitamin içeriklerini analizlediği çalışmasının sonuçları verilmiştir.

**Çizelge 2.2 : Farklı meyve pekmezlerinin vitamin içerikleri (Karaca, 2009).**

|                     | B2   | B3 | B5 | B6 | B9 | C   | A  | E  |
|---------------------|------|----|----|----|----|-----|----|----|
|                     | µg/L |    |    |    |    |     |    |    |
| Dut Pekmezi         | 45   | te | 20 | te | 24 | 78  | te | te |
| Dut Pekmezi         | 27   | te | 38 | 10 | 49 | 57  | te | te |
| Üzüm Pekmezi        | te   | 31 | 60 | te | 19 | 30  | 99 | te |
| Üzüm Pekmezi        | 15   | 12 | 6  | te | 12 | 64  | 58 | te |
| Andız Pekmezi       | 86   | 64 | 86 | 20 | 72 | 150 | te | te |
| Andız Pekmezi       | te   | 27 | 43 | 6  | 25 | 56  | te | te |
| Keçiboynuzu Pekmezi | te   | 25 | 10 | 6  | 10 | 70  | 64 | 15 |
| Keçiboynuzu Pekmezi | te   | 66 | 25 | 17 | 16 | 113 | 41 | 6  |

te: Tespit edilemedi

Şeker ve nişastadan enerji üretiminde, kalp, sinir sistemi ve kasların çalışmasında görev alan vitamin B<sub>1</sub> (Tiamin), enerji üretiminde, enzimlerin çalışmasında ve amino asit sentezinde rol oynayan vitamin B<sub>2</sub> (Riboflavin), karbonhidrat, yağ ve protein

metabolizmasında yer alan vitamin B<sub>5</sub> (Pantotenik asit), nükleik asit ve amino asit sentezinde görevli olan, bu nedenle özellikle fetüsün normal gelişimi için hamileler tarafından alınması tavsiye edilen vitamin B<sub>9</sub> (Folik asit), doğal bir antioksidan olması sebebiyle serbest radikal oluşumunu önlemede rol oynayan ve vücutta demirin emiliminde görev alan vitamin C (Askorbik asit) pekmezde bulunan başlıca vitaminlerdir (Batu, 1993; Karaca, 2009; Yumlu, 2006). Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, pekmez örneklerinin vitamin değerlerindeki farklılıklar, pekmezlerin hazırlık aşamasındaki kayıplar ve vitaminlerin ısı, ışık ve oksijen varlığında bozunmaları ile açıklanabilmektedir (Karaca, 2009).

## 2.5 Pekmez Çeşitleri

### 2.5.1 Üzüm pekmezi

Üzüm, asmagiller (*Vitaceae*) familyasının vitis cinsine ait olup binlerce yıldır yetiştirilen en eski kültür meyvesidir (Başer, 2013). Anavatanı Anadolu ve Kafkaslar olan üzüm, 15.000 farklı çeşit ile dünyada en çok çeşidi olan meyvedir (Çoban, 2016). Ülkemizde de 1200’ü aşkın üzüm çeşidi üretilmekte ve üretimde ilk sırayı Ege Bölgesi almaktadır (Semerci, 2015). Üretilen üzümün yaklaşık %30’u sofralık, %35’i kurutmalık %5’i şaraplık olarak değerlendirilmekte kalan %30’luk bölüm pekmez, pestil, sucuk ve şıra yapımında kullanılmaktadır (Sırlı, 2015).

Üzüm pekmezi, ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen pekmez çeşitlerinin başında gelmektedir. TS 3792 standardına göre Üzüm Pekmezi “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, sütozu, yumurta akı gibi maddelerin ilavesi ile katılaştırılan bir mamul” olarak tanımlanmaktadır. TS 3792 standardına göre üzüm pekmezinin grup özellikleri Çizelge 2.3’te, kimyasal özellikleri ise Çizelge 2.4’te verildiği gibi olmalıdır (TS 3792, 2008).

**Çizelge 2.3 : Üzüm pekmezinin grup özellikleri (TS 3792, 2008).**

| Grup         | Özellik | Sınırlar             |
|--------------|---------|----------------------|
| Tatlı Pekmez | pH      | 4,90-6,0             |
| Ekşi Pekmez  | pH      | 3,50-4,90<br>(Hariç) |

**Çizelge 2.4 : Üzüm pekmezinin kimyasal özellikleri (TS 3792, 2008).**

| Özellikler                                     | Sıvı Pekmez                      | Katı Pekmez |
|------------------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Kimyasal Özellikler                            |                                  |             |
| Suda çözünür katı madde (°briks) % (m/m) en az | 68                               | 80          |
| Fruktoz ve glikoz oranı (F/G)                  | 0,9-1,1                          | 0,9-1,1     |
| Sakkaroz (%)                                   | 1                                | 1           |
| Toplam kül %, (m/m) en çok                     | 2,5                              | 3           |
| Suni boya maddeleri                            | Bulunmamalı                      | Bulunmamalı |
| Hidroksimetil furfural                         | 75                               | 100         |
| Koruyucu madde                                 | Bulunmamalı                      | Bulunmamalı |
| $\delta^{13}\text{C}$ (‰) binde                | -23,5'ten daha negatif olmalıdır |             |
| Organik asitler                                |                                  |             |
| -Fumarik asit                                  | Bulunmamalı                      | Bulunmamalı |
| -Okzalik asit                                  | Bulunmamalı                      | Bulunmamalı |
| -İzobutirik asit                               | Bulunmamalı                      | Bulunmamalı |
| Metalik maddeler (kontaminasyon)               |                                  |             |
| -Arsenik (As) (mg/kg) en çok                   | 0,2                              | 0,2         |
| -Bakır (Cu) (mg/kg) en çok                     | 5,0                              | 5,0         |
| -Çinko (Zn) (mg/kg) en çok                     | 5,0                              | 5,0         |
| -Demir (Fe) (mg/kg) en çok                     | 25,0                             | 25,0        |
| -Kalay (Sn) (mg/kg) en çok                     | 150,0                            | 150,0       |
| -Kurşun (Pb) (mg/kg) en çok                    | 0,3                              | 0,3         |

TS 3792 standardına göre üzüm pekmezi katılaştırma yapıp yapılmamasına göre sıvı ve katı pekmez olmak üzere iki tipe ayrılmaktadır. Bu standarttaki tanıma göre katı pekmez, açık beyaz (zile), sarıdan açık kahverengiye kadar değişen renkte, katı görünüşte, kesildiğinde faz ayrılması göstermeyen ve akışkan bir eğilim göstermeyen yapıda olmalı, sıvı pekmez, ise açık kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişen renkte koyu kıvamlı ve akışkan bir yapıda olmalıdır (TS 3792, 2008).

Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'ne göre 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” olarak tanımlanmaktadır (TGK Üzüm Pekmezi Tebliği, 2017). TS 3792 standardı ile paralel olarak tebliğde de üzüm pekmezi; tat durumuna göre tatlı ve ekşi pekmez olarak iki gruba, kıvamına göre ise sıvı ve katı pekmez olarak iki tipe ayrılmaktadır. Katı üzüm pekmezi, teknolojisi gereği çöven ekstraktı ve/veya yumurta akı ilavesiyle üretilen, istenildiğinde çeşni maddeleri de katılabilen katı kıvamda bir ürün olup açık sarıdan açık kahverengiye kadar değişen renkte, katı görünüşte, faz ayrılması ve akışkan bir eğilim göstermeyen yapıda olmalıdır. Sıvı üzüm pekmezi ise açık kırmızı kahverengiden koyu kırmızı

kahverengiye kadar değişen renkte kıvamlı ve akışkan yapıda olmalıdır (TGK Üzüm Pekmezi Tebliği, 2017). Türk Gıda Kodeksi Üzüm Tebliği'ne göre üzüm pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.5'te verilmiştir.

**Çizelge 2.5 :** Türk Gıda Kodeksi'ne göre üzüm pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (TGK Üzüm Pekmezi Tebliği, 2017).

|                                              | Sıvı Üzüm Pekmezi            | Katı Üzüm Pekmezi |
|----------------------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Suda çözünür kuru madde (Brix °)(en az, %)   | 68                           | 70                |
| Toplam Kül (en çok, %)                       | 2,5                          | 3,0               |
| Hidroksimetil furfural (HMF) (en çok, mg/kg) | 75                           | 100               |
| pH                                           | 5,0-6,0                      |                   |
| Tatlı üzüm pekmezi                           | 3,5-5,0 (hariç)              |                   |
| Ekşi üzüm pekmezi                            |                              |                   |
| Maltoz (en çok, %)                           | 1,0                          |                   |
| Sakkaroz (en çok, %)                         | 1,0                          |                   |
| Rafinoz (en çok, %)                          | 0,2                          |                   |
| Fruktoz/Glikoz oranı                         | 0,9-1,1                      |                   |
| Delta C13 (Binde, ‰)                         | 23,5'ten daha negatif olmalı |                   |
| Organik Asitler:                             |                              |                   |
| Tartarik asit/ Malik asit oranı              | ≥1                           |                   |
| Arsenik (As) (en çok mg/kg)                  | 0,2                          |                   |
| Kurşun (Pb) (en çok mg/kg)                   | 0,3                          |                   |
| Bakır (Cu) (en çok mg/kg)                    | 5                            |                   |
| Çinko (Zn) (en çok mg/kg)                    | 5                            |                   |
| Demir (Fe) (en çok mg/kg)                    | 25                           |                   |

Geleneksel üzüm pekmezi üretiminde, yıkanarak toz, sap, böcek gibi yabancı maddelerinden arındırılmış üzüm daneleri çuvallara konulur, sonrasında tahta veya betondan yapılmış teknelerin içinde ayakla ezilerek ya da mengene denilen basit sepetli preslerden geçirilerek içlerindeki su çıkarılır (Batu, 2006). Daha sonra şıranın asitliğini gidermek ve durultma sağlamak için pekmez toprağı ilave edilir ve 50-60 °C'ye ısıtılarak bu sıcaklıkta bir süre bekletilir (Batu, 2006). Şıranın kestirilmesi denilen bu işlemten sonra asitliği giderilen şıra süzülerek açık ve sığ kazanlarda kaynatılır. Kaynatma işlemi sırasında buharlaşma işleminin daha etkin olması ve dibinin yanmasını önlemek için sürekli karıştırılır ve berrak bir pekmez elde etmek için oluşan kirli köpük atılır. Soğumaya bırakılan pekmez daha sonra ambalajlanır. Koyulaştırma işlemi kurak ve güneşlenme süresi fazla olan bölgelerde güneş altında da yapılabilir. Güneş altında koyulaştırılan, bu tip pekmezler gün balı veya gün pekmezi denilmektedir (Saritepe, 2018; Yıldırım, 2008). Oldukça kaliteli ve sağlıklı olan bu pekmez çeşidi genellikle Malatya, Şanlıurfa gibi illerimizde üretilmektedir (Kaya ve diğ, 2005; Yılmaz 2012).

### 2.5.2 Keçiboynuzu (harnup) pekmezi

*Ceratonia siliqua* L., Akdeniz ikliminin görüldüğü Türkiye, Yunanistan, İspanya, Kuzey Afrika, Kıbrıs gibi ülkelerde 600-700 m yüksekliğe kadar doğal olarak yetişen, ağaç ve çalı formunda büyüyebilen *Leguminosae* (*Fabaceae*-Baklagiller) familyasına ait bir maki bitkisidir. Ülkemizde genel olarak keçiboynuzu olarak bilinmekle birlikte yerel olarak “harnup”, “harup”, “boynuz”, “buynuz” ve “Kerti” gibi isimlerle de anılmaktadır (Gübbük ve diğ, 2016).

Yaklaşık 4000 yıl önce aŐılanıp kültür bitkisi olarak yetiŐtirilmeye baŐlandığı tahmin edilen keçiboynuzu ağaçları (*Ceratonia siliqua* L.) genellikle 6-12 m boyunda olup 10-20 cm arasında değişen kavisli veya düz meyvelere sahiplerdir (Şekil 2.2) (Taşlıgil, 2011). Ülkemizde en yaygın Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yetiŐtirilmekle birlikte, en çok keçiboynuzu üretimi yapılan ilimiz 6730 ton üretim kapasitesi ile Mersin’dir (Anonim, 2019a). Keçiboynuzu hasadının zeytinde olduğu gibi sopalarla vurularak yapılması ertesine sene meyve verimini büyük ölçüde etkiler ve üretimde dalgalanmalar yaŐanmasına sebep olur. Ortalama 5 yılda meyve vermeye başlayan keçiboynuzu ağaının ticari olgunluğa eriŐmesi 15 yıl kadar sürmekte olup yıllık ortalama verimi 90-115 kg arasında değişmektedir (Taşlıgil, 2011).



(a)



(b)

**Şekil 2.2 :** (a) Keçiboynuzu meyvesi (b) Keçiboynuzu ağacı (Anonim, 2011; Pazır ve Alper, 2016).

Keçiboynuzu ağaının aŐılanmamıŐ yabani tiplerinin meyveleri ince ve donuk kahverengi, aŐılanmıŐ ağaçların meyveleri ise kalın, parlak ve siyahımsı kahverengidir (Yaman, 2019). Kültür bitkisinden elde edilen meyvelerin et randımanı, yabani bitkiden elde edilen meyvelerin ise tohum randımanı daha yüksektir (Gübbük ve diğ, 2016).

Toprak bakımından seçici olmayan keçiboynuzu bitkisi kayalık, kıraç, kuru ve en elverişsiz topraklarda bile yetişebildiğinden tarımsal vasfını yitirmeye başlayan alanlarda değerlendirilmesi gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Ayrıca her mevsim yeşil olması sebebiyle peyzaj uygulamalarında kullanılması, köklerinin yapısı nedeniyle erozyonu engelleyici olarak riskli bölgelerde yetiştirilmesi ve yapraklarının ateşe karşı dayanıklı olmasından dolayı orman alanlarının yangın koruma hattında set bitkisi olarak değerlendirilmesi bu bitkinin çevresel önemine işaret etmektedir (Gübbük ve diğ, 2016). Çevresel etkilerinin yanı sıra keçiboynuzu ağacının ve kök, gövde, yaprak, meyve gibi diğer bütün bölgelerinin gıda, sağlık, tekstil gibi birçok endüstri kolunda kullanım alanı bulması bu bitkinin ticari önemini de arttırmaktadır (Gübbük ve diğ, 2016). Keçiboynuzu meyvesinin tohum kısmı yaklaşık %90 oranında galaktomanan içerir ve gıda endüstrisinde kıvam arttırıcı olarak kullanılan keçiboynuzu gamı üretiminde hammadde olarak kullanılır (Tetik ve diğ, 2010). Tohumundan ayrılmış keçiboynuzu meyvesi ise gıda endüstrisinde, keçiboynuzu unu ve kakao ikamesi olarak birçok alanda kullanılmasının yanı sıra en yaygın haliyle pekmez üretiminde kullanılmaktadır. Keçiboynuzu meyvesinin kuru madde ve şeker içeriği yüksek fakat yağ ve protein içeriği düşüktür (Tetik ve diğ, 2010). Keçiboynuzu bitkisinin potasyum, kalsiyum, demir, fosfor ve magnezyum gibi minerallerce zengin olması ayrıca yüksek oranda antioksidan, tanen ve fenolik madde içermesi, yapısında glutamin, arginin gibi önemli amino asitleri ve linoleik asit gibi esansiyel yağ asitlerini barındırması, bu meyvenin tüketilmesini sağlık açısından oldukça önemli kılmaktadır (Gübbük ve diğ, 2016; Tetik ve diğ, 2010). Tüm bu faydalar incelendiğinde keçiboynuzu meyvesinin bağışıklık sistemini güçlendirerek hastalıklara karşı koruyucu etki gösterdiği, çocuklarda ve bebeklerde büyümeyi ve beyin gelişimini arttırdığı, yüksek diyet lifi içeriği sayesinde bağırsak florasına olumlu etkiler sağlayarak kolon sağlığını koruduğu, obezite ve gastrointestinal hastalıklara karşı önleyici ve iyileştirici etkiler gösterdiği çeşitli bilimsel çalışmalarda gösterilmiştir (Klenow ve diğ, 2008; Pazır ve Alper, 2016).

TS 13717 standardına göre Keçiboynuzu (Harnup) Pekmezi “Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) meyvesinden tekniğine uygun olarak özütlenen ve berraklaştırılan şıranın açıkta veya vakum altında konsantre edilmesi ile üretilen mamul” olarak tanımlanmaktadır. TS 13717 standardına göre keçiboynuzu pekmezinin kimyasal

özellikleri Çizelge 2.6’da verildiği gibi olmalıdır (TS 13717, 2016). Türk Gıda Kodeksi’nde keçiboynuzu pekmezi ile ilgili bir düzenleme bulunmamaktadır.

**Çizelge 2.6 :** Keçiboynuzu pekmezinin kimyasal özellikleri (TS 13717, 2016).

| Özellikler                                        | Sıvı Pekmez |
|---------------------------------------------------|-------------|
| Suda çözünür katı madde (°briks) % (m/m) en az    | 70          |
| pH                                                | 4,5-6       |
| Sakkaroz (%)                                      | 20-40       |
| Toplam kül %, (m/m), en çok                       | 3,5         |
| Hidroksimetil furfural (mg/kg) en çok             | 30          |
| Titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden), m/m   | 0,9-0,12    |
| Formol sayısı, (100 ml için ml 0,1 M NaOH), en az | 50          |
| C 13 (‰) binde, en çok                            | -23,5       |
| Koruyucu madde                                    | Bulunmamalı |

Keçiboynuzu pekmezi yapımında olgunlaşmış ve koyu kahverengi meyveler tercih edilir. Diğer pekmez yapım aşamalarına benzer olarak ekstraksiyon, berraklaştırma ve konsantrasyon basamaklarını içerir ancak üretimde yöresel farklılıklar olabilmektedir. Keçiboynuzu meyveleri haziran-temmuz aylarında olgunlaşmaya başlar ve hasadı eylül-kasım ayları arasında yapılır (Taşlıgil, 2011). Pekmez yapımında kullanılacak keçiboynuzu meyveleri hem toz ve yabancı maddelerinden arınması hem de kolay parçalanabilmelerini sağlamak amacıyla bir gün önce yıkama işlemine tabi tutulurlar (Yıldırım ve Kargioğlu, 2015). Temizlenen meyveler tahta havanlarda, taş veya sopalar yardımıyla parçalanarak ezilirler. Küçük parçalara ayrılmış veya toz haline getirilmiş meyveler açık kazanlara alınır ve üzerlerine birebir oranında su konulur. Çözünebilir maddelerin ekstraksiyon verimini arttırmak amacıyla meyveler suda 1-3 gün arasında bekletilir (Günel, 2011). Tortusuz ve akışkan bir yapı için filtre edilerek berraklaştırılan açık kahverengi suya halk arasında “buynuz suyu” denilmektedir (Yıldırım ve Kargioğlu, 2015). Konsantrasyon işlemi için kazanda kaynatılan buynuz suyu devamlı karıştırılarak pişirilir ve üzerinde biriken köpükler atılarak daha berrak bir görünüş alması sağlanır. İstenilen kıvama gelen pekmez ateşten alınarak soğumaya bırakılır ve kaplara doldurulur (Günel, 2011). Endüstriyel keçiboynuzu pekmezi üretiminde de benzer şekilde öğütülen keçiboynuzu meyveleri yıkama ve temizleme aşamasından geçtikten sonra 85°C sıcaklıktaki suyla 3 saat boyunca ters akışa maruz bırakılarak çözünür katı maddelerin yüksek oranda suya geçmesi sağlanır. Ekstraksiyon aşamasından sonra bentonit ve perlit gibi durultma ajanları kullanılarak pekmez berraklaştırılır. 50-60°C’de vakum altında 65-70 °brikse kadar konsantre

edilen pekmezler mikrobiyal gelişimin ve bozulmanın engellenmesi için 85°C’de pastörize edilerek hermetik olarak cam kavanozlara doldurulur (Tetik ve diğ, 2010).

### 2.5.3 Dut pekmezi

Yüksek şeker içeriği nedeni ile pekmez üretiminde yaygın olarak kullanılan bir meyve de duttur. Dut, üzüksü meyveler grubuna dahil olup *Urticales* takımının *Moraceae* familyasının *Morus* cinsine aittir ve 24 türü bulunmaktadır (Karataş ve Şengül, 2018). Ülkemizde her yıl yaklaşık 80.000 ton dut hasadı yapılmakta olup başlıca Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgelerinde üretilmektedir (Akbulut ve diğ, 2007). Dalından koparıldıktan sonra çok kısa bir sürede bozulan dut meyvesinin toplam üretiminin çok az bir bölümü taze olarak tüketilmekte, bir kısmı kurutularak değerlendirilmekte, kalan miktarın büyük çoğunluğu pekmez, pestil, reçel, köme, cevizli sucuk yapımında kullanılarak hasat edilen dutlardan daha uzun süre faydalanılması sağlanmaktadır (Aksu ve Nas, 1996; Karataş ve Şengül, 2018).

TS 12001 standardına göre dut pekmezi, “yabancı maddelerden arındırılmış taze dut veya dut kuruşu şirasının açıkta ve/veya vakumda belirli bir kıvama kadar koyulaştırılmasıyla elde edilen mamule verilen addır” (TS 12001, 1996). Dut pekmezi ihtiva ettiği kuru maddeye göre 2 tipe ayrılmaktadır. Tip 1 küttele en az %72 kuru madde içeren, Tip 2 ise küttele en az %65 kuru madde içeren dut pekmezlerini kapsar. TS 12001 Standardına dut pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.7’de verilen değerlere uygun olmalıdır. Türk Gıda Kodeksi’nde dut pekmezi ile ilgili bir düzenleme bulunmamaktadır.

**Çizelge 2.7 :** Dut pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (TS 12001, 1996).

| Özellikler                                           | Tip 1     | Tip 2     |
|------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| 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, Briks, %, en az           | 72        | 65        |
| İnvert şeker, %, m/m                                 | 51,0-65,0 | 35,0-50,0 |
| Toplam Şeker (İnvert şeker cinsinden), % m/m, en çok | 66,0      | 60,0      |
| Sakkaroz, %, m/m, en çok                             | 14        | 17        |
| %10’luk HCL’de çözünmeyen kül, % m/m, en çok         | 0,3       | 0,3       |
| Toplam Kül, %, en çok                                | 4,0       | 3,0       |
| Hidroksimetil furfural, (mg/kg), en çok              | 75        | 75        |
| Arsenik, mg/kg, en çok                               | 0,2       | 0,2       |
| Bakır, mg/kg, en çok                                 | 5,0       | 5,0       |
| Çinko, mg/kg, en çok                                 | 5,0       | 5,0       |

**Çizelge 2.7 (devam) : Dut pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.**

| Özellikler                                   | Tip 1 | Tip 2 |
|----------------------------------------------|-------|-------|
| Demir, mg/kg, en çok                         | 15,0  | 15,0  |
| Kalay, mg/kg, en çok                         | 50,0  | 50,0  |
| Kurşun, mg/kg, en çok                        | 0,3   | 0,3   |
| Bakır, Demir ve Çinko toplamı, mg/kg, en çok | 20,0  | 20,0  |

Dut pekmezi genellikle taze duttan yapılır ve hasattan sonra mümkün olan en kısa sürede üretime geçilmesi gerekmektedir (Aksu ve Nas, 1996). Ancak üretim kapasitesinin aşıldığı durumlarda çok çabuk bozulan bir meyve olduğundan hasat edilen dut kurutularak saklanmakta, kurutulan bu meyveler daha sonra tekrar pekmez üretiminde hammadde olarak veya farklı kullanım alanlarında değerlendirilebilmektedir. Dut üretiminin yoğun olduğu Erzurum, Malatya, Erzincan gibi doğu illerimiz geleneksel dut pekmezi üretiminin en çok yapıldığı yerlerdir. (Akbulut ve diğ, 2007).

Dut pekmezi üretiminin ilk basamağı meyvenin, sap, yaprak ve diğer yabancı unsurlardan ayrılarak temizlenmesidir. Eğer pekmez yapımında kurutulmuş meyveler kullanılacaksa diğer aşamalara geçilmeden önce dutlar 1-2 gün suda bekletilerek kısmi ekstraksiyona tabi tutulurlar. Temizleme ve gerekirse ekstraksiyon aşamasından sonra 20-30 kg kadar dut meyvesine yaklaşık 10 kg su ilave edilir. Bu işlemle ezme (mayşe) haline getirilen meyvelerin iyice parçalanıp suyunu bırakması, homojen bir şekilde karışması ve dutun özünün suya iyice nüfus ederek presleme randımanının artırılması amaçlanır (Akbulut ve diğ, 2007). Geleneksel üretim yönteminde ketenden yapılmış çuvallara 1/3 oranında doldurulan mayşe ağaçtan yapılmış tezgahlar üzerinde temiz çizmeler giymiş kişiler tarafından ayakla ezilir ve suyunun çıkarılması sağlanır (Aksu ve Nas, 1996). Endüstriyel üretimde değirmenlerde karıştırılmak sureti ile parçalanmış meyveler bu aşamada uygun presler yardımıyla preslenir. Elde edilen ham dut suyu açık kazanlarda yaklaşık 1 saat kaynatılır. Kaynamanın etkisi ile köpük halinde yüzeyde toplanan safsızlıklar bu süreçte uzaklaştırılmaktadırlar. 40-50°C'ye kadar soğutulan karışım filtrelerden süzülerek berrak bir şıra elde edilir. Sonraki aşama pekmezin istenilen kıvamı kazanabilmesi için suda çözünen kuru madde miktarının yaklaşık %65-75 olacak şekilde ayarlanmasıdır (Şengül ve diğ, 2005). Geleneksel yöntemde elde edilen şıra açık kazanlarda kaynatılarak ya da yayvan metal kaplarda 2-3 gün güneş altında tutularak konsantre edilir. Endüstriyel üretim ise 65-70°C'de ve 500-550 mmHg basınç altında yapılmakta, bu sayede yanma, karamelizasyon ve HMF

oluşumu mümkün olduğunca düşük seviyelerde gerçekleşmektedir (Akbulut ve diğ, 2007). Açık kazanda yüksek sıcaklıklarda konsantre edilen pekmezlerin HMF değerlerinin yüksekliğinin yanı sıra renkleri de çok koyu olmaktadır (Batu, 1991). Üzüm pekmezi üretiminden farklı olarak dut pekmezi üretiminde asit giderici veya durultmaya yardımcı olması amacıyla beyaz toprak/pekmez toprağı kullanılmaz (Akbulut ve diğ, 2007). İstenilen °briks derecesine konsantre edilen pekmezler yaklaşık 30-40°C'ye kadar soğutulurken genellikle cam olmakla birlikte uygun ambalajlara dolum yapılarak satılır.

#### 2.5.4 Andız pekmezi

Andız Ağacı, anavatanı Akdeniz bölgesi olan Cupressaceae familyasının *Archeutos* cinsinin *Juniperus drupacea* L. türüne ait, iğne benzeri yapraklı, boyu 10-20 m arasında değişen çok yıllık bir bitkidir (Şekil 2.3a) (Akıncı ve diğ, 2004). Ülkemizde, diğer ardıç türleri, Toros sediri, Toros göknarı, kızılçam ve maki türleri ile karışık bir şekilde Akdeniz bölgesinde özellikle Toros dağları boyunca, 600-1750 m yüksekliklerde görülmektedir (İzgi, 2011). Türkiye dışında Suriye, Lübnan ve Yunanistan'da da andız ağaçlarına rastlanmaktadır (Özdemir ve diğ, 2004a). Andız ağacının kozalakları iki yılda bir olgunlaşmakta olup olgunlaşmamış kozalaklar yeşil, olgunlaşmış kozalaklar ise gümüş renkli bir mum tabakası ile kaplı mor, kahverengi veya kırmızı renkte olmaktadır (Şekil 2.3b) (Kocakulak, 2007). Olgun kozalakların et randıman daha yüksek olduğundan pekmez üretimi için tercih edilirler.



(a)



(b)

**Şekil 2.3 :** (a) Andız ağacı- *Juniperus drupacea* (b) Andız meyvesi (Gültekin, 2012).

Andız ağacı yüz yıllardır özellikle güney bölgelerimizdeki yerli halk tarafından çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Andız ağacının gövdesinden mobilya ve katran, kozalaklarından ise tesbih ve pekmez yapılmaktadır. Pekmez yapımı için andız kozalakları, elle toplanarak veya örtüler üzerine düşürülerek hasat edilse de genellikle yere düşmüş olgun kozalaklar tercih edilmektedir.

Andız pekmezi üretiminde genel olarak olgun ve etli kozalaklar seçilmekte olup üretiminde yöresel farklılıklar gözlense de genel olarak keçiboynuzu pekmezi yapımına benzer şekilde kozalakların/meyvenin yıkanması, kabuk kırma/taneleme, suda bekletme, ezme, presleme, durultma, asitlik giderme, buharlaştırma ve ambalajlama basamaklarından oluşmaktadır (Turhan ve diğ, 2007).

Çoğunlukla güz aylarında toplanan andız kozalaklarından geleneksel yöntemlerle pekmez üretmek için önce kozalakların kabukları kırılarak kazan, leğen ya da tencerelerde su içerisinde birkaç gün bekletilir. Bu işlemin amacı kozalakların nemlendirilerek ekstraksiyon sırasında difüzyon hızını arttırmaktır (Turhan ve diğ, 2007). Fiziksel veya kimyasal durultma ve asitlik giderme işlemleri uygulanan ekstrakt yaklaşık %10-12 kuru madde içermektedir (Kocakulak, 2007). Süzme işleminden sonra ateş üzerindeki kazanlarda yaklaşık 70 °brikse ulaşana kadar 12-15 saat sürecek kaynatma işlemine başlanır (Turhan ve diğ, 2007). Kaynama sonucu suyun önemli bir kısmının buharlaşması ile kırmızı-kahverengi andız pekmezi oluşur. Üretilen pekmezin kıvamına bağlı olarak 4-6 kg andız meyvesinden yaklaşık 1 kg pekmez elde edilmektedir (İzgi, 2011).

Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'nde verilen pH değerine göre değerlendirilirse andız pekmezi tatlı pekmez sınıfına girmektedir. Ancak diğer pekmezlerle kıyaslandığında daha buruk bir tada sahiptir, bu da ekstraksiyon aşamasında suya gecen polifenolik bileşiklerin çokluğundan kaynaklanmaktadır. Yapılan bir çalışmada andız pekmezinde 11 farklı fenolik bileşen bulunduğu bildirilmiş ve bu açıdan andız pekmezinin çok zengin bir fenolik madde kaynağı olduğu belirtilmiştir (Turhan ve diğ, 2007). Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2'de özetlendiği üzere andız pekmezi, mineral ve vitamin açısından diğer pekmez çeşitlerine göre daha zengindir (Akinci ve diğ, 2004). Yüksek besin değerinin yanı sıra andız meyvelerinin antihelmintik özelliği nedeniyle, vücuttaki parazitleri uzaklaştırmak amacıyla andız pekmezi tüketilmesi tavsiye edilmektedir (Özdemir ve diğ, 2004b). Ayrıca antibakteriyel ve antioksidan etkileri sayesinde andız pekmezinin bronşit, öksürük,

sarılık, kaşıntı, egzama, astım, hemoroit, mide bulantısı, solunum ve idrar yolu enfeksiyonları, ishal ve karın ağrısına karşı uzun zamandır kullanıldığı bilinmektedir (Turhan ve diğ, 2007). Türk Gıda Kodeksi ve Türk Standartlarında andız pekmeziine ait bir tebliğ/standart bulunmamaktadır.

### 2.5.5 Pancar pekmezi

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) *Chenopodiaceae* (Kazayağıgiller) familyasının *Beta* cinsine ait, iki yıllık bir endüstri bitkisidir (Akça ve Işık, 2016). Ülkemizin iklim ve toprak yapısının elverişliliği sayesinde çok yüksek yerler hariç bütün bölgelerimiz pancar tarımı için uygundur (Yıldırım, 2008). Şeker pancarının asıl kullanım alanı şeker üretimi olup Dünya şeker üretiminin %30'u şeker pancarından yapılmaktadır. Bunun yanı sıra pekmez, hayvan yemi ve etil alkol üretiminde de kullanılmaktadır (Fedai, 2016).

Şeker pancarı bitkisi şekeri biriktirmek ve kuru madde oluşturmak için fazla miktarda su kullanır. Bu nedenle Çizelge 2.8'de de görülebileceği gibi pancarın başlıca bileşenleri su ve sakkarozdur. Şeker pancarının yaklaşık %75'i su olup sudan sonra en fazla bulunan madde sakkarozdur (%17,5) ve toplam kuru maddenin yaklaşık %70'ini oluşturur (Yıldırım, 2008). Şeker pancarının sakkaroz içeriği yetiştiği iklimle ilişkili olup karasal iklimde üretilen pancarın sakkaroz yüzdesi daha fazla olmaktadır (Yüce, 2012). Ülkemizde yetiştirilen şeker pancarı türlerinin sakkaroz içerikleri %12-21 arasında değişmektedir (Yıldırım, 2008; Yüce, 2012).

**Çizelge 2.8 : Şeker pancarının kimyasal bileşimi (Yıldırım, 2008).**

| Bileşen Adı       | Taze pancardaki oranı (%) | Kuru maddedeki oranı (%) |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|
| Su                | 76,5                      | -                        |
| Toplam Kuru Madde | 23,5                      | 100,0                    |
| Sakkaroz          | 16,5                      | 70,2                     |
| Pektin            | 2,5                       | 10,7                     |
| Selüloz           | 1,2                       | 5,1                      |
| Azotlu Maddeler   | 1,1                       | 4,6                      |
| Madensel Maddeler | 1,7                       | 7,2                      |
| Lipidler          | 0,1                       | 0,4                      |
| Diğerleri         | 0,4                       | 1,8                      |

Şeker pancarı pekmezi üretiminin ilk aşaması elle veya makine ile hasat edilen pancarların yıkanarak toprak ve kirlerinden arındırılmasıdır. Temizlenen ve kabukları soyulan pancarlar küçük dilimlere ayrılarak kazanlara alınır ve su eklenerek yaklaşık

5-10 saat süresince kaynatılarak haşlanır. Bu işlem sırasında karıştırma işlemine sürekli devam edilir ve oluşan köpükler atılır. Haşlama sonrası çuvallara doldurulan kazan içeriği preslenerek süzülür. Süzüntü tekrar kazanlara alınarak istenilen kıvama gelene kadar kaynatılır (Ürkek, 2009). Genellikle şeker pancarı pekmezi yapımında pekmez toprağı kullanılmamakta ve 10 kg şeker pancarından yaklaşık 2,5 kg pekmez elde edilmektedir (Dündar, 2017).

#### **2.5.6 Elma/Armut pekmezi**

Elma, gülgiller (*Rosaceae*) familyasının *Malus* cinsine ait bir meyve türüdür (Boyacı, 2019). Elmanın anavatanı ağırlıklı olarak Güney Kafkaslar olmakla birlikte gen merkezi Anadolu olan bazı elma çeşitleri de bulunmaktadır (Bulantekin, 2014). İklim koşullarının elverişliliği ve tüketim çeşitliliğine bağlı olarak ülkemizde çok eski zamanlardan bu yana birçok bölgemizde yetiştirilen elma, üzümünden sonra yetiştirme alanı en yaygın olan meyvedir. Kuzey Anadolu'da özellikle Karadeniz kıyı bölgelerinde ve son yıllarda güneyde Göller bölgesi yöresinde önemli elma yetiştiricilik alanları bulunmaktadır (Bulantekin ve Kuşçu, 2017). Özellikle son yıllarda elma üretimindeki artış ile Çin'den sonra Türkiye, dünyada ikinci sırada olsa da kalite standartlarının istenilen seviyelerde olmaması nedeni ile ihracat oranlarımız ve dolayısı ile gelirlerimiz düşük seviyelerde seyretmektedir (Boyacı, 2019).

Sofralık olarak nitelendirilen elmalar taze tüketim ve ihracat için ayrılırken sanayi tipi olarak ayrılan elmalar meyve suyu, şarap, sirke, pekmez, reçel ve kurutulmuş, dondurulmuş meyve üretiminde kullanılmaktadır (Bulantekin, 2014).

Armut, gülgiller (*Rosaceae*) familyasının *Pyrus* cinsine ait ufak ağaçlar ve bu türlerin yenilebilir meyvelerinin ortak adı olup elma ve üzümünden sonra en yaygın ılıman iklim meyvesidir (Özaydın ve Özçelik, 2014). Çeşitli iklim şartları ve toprak yapısına sahip Anadolu'da binlerce yıldır yetiştirilmekte olan 600'ü aşkın armut çeşidi bulunmaktadır (Bostan ve Çelikel, 2018). Ülkemizde armut yetiştiriciliği halen geleneksel yöntemlerle, yabani armut ağaçlarının aşılınması yolu ile gerçekleştirildiğinden, meyve kalitesi ve verimi yeterli seviyede olmamaktadır (Anonim, 2019b). Bu nedenle armut üretim alanı bakımından Dünya sıralamasında üst sıralarda yer alan Türkiye, aynı başarıyı üretim miktarı ve kalitesinde yakalayamamakta ve üretimin çoğu iç pazarda değerlendirilmektedir. (Bostan ve Çelikel, 2018; Pektaş, 2002).

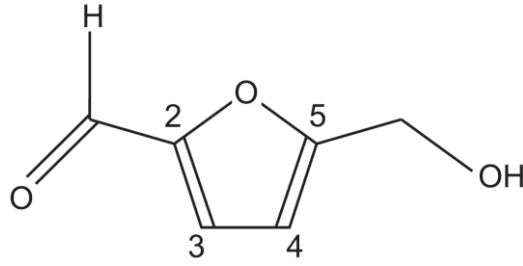
Ülkemizde elma ve armut çoğunlukla taze tüketilmekte olup bunun dışında gıda endüstrisinde meyve suyu ve konsantresi, pekmez, sirke, reçel, marmelat, dondurma ve çay üretiminde kullanılmakta, ayrıca kuru meyve olarak değerlendirilmektedir (Bostan ve Çelikel, 2018; Bulantekin ve Kuşçu, 2017). Elma ve armut meyveleri *Rosaceae* ailesine ait olduklarından ve üretim aşamaları benzer prosesler içerdiğinden tek başlık altında değerlendirilmişlerdir.

Pekmez yapımı için yıkanarak temizlenen elma veya armutlar önce parçalama işlemine tabi tutulurlar. Ekstraksiyon işlemi için küçük parçalar halindeki meyveler preslenerek bulanık meyve suyu eldesi sağlanır. Bu aşamada sıcak presleme uygulamasının meyve suyu verimini arttıracacağı belirtilmektedir (Koca ve Karadeniz, 2009). Ekstrakte edilen bulanık meyve suyu %75–95 oranında  $\text{CaCO}_3$  içeren pekmez toprağı ile veya ticari  $\text{CaCO}_3$  ile kaynatılır ve elmada doğal olarak bulunan tartarik ve malik asitin, kalsiyum tartarat ve kalsiyum malat olarak çöktürülmesi sağlanır (Kuşçu ve Bulantekin, 2016). Daha sonra depektinizasyon işlemi ile meyve suyuna bulanıklık veren pektolitik maddeler enzimler yardımı ile parçalanır (Bulantekin, 2014). Asiditesi azaltılan ve durultulan meyve suyu filtre edilerek berrak elma/armut suyu elde edilir. Genel olarak açık kazanlarda karıştırılarak kaynatılan elma/armut suyu %68-80 kuru madde aralığına konsantre edilir (Kuşçu ve Bulantekin, 2016). Ticari üretimde bu aşamada vakum altında konsantrasyon işlemi uygulanır.

Türk Gıda Kodeksi veya Türk Standartlarında elma ve armut pekmezine ait bir standart/tebliğ bulunmamaktadır.

## **2.6 5-Hidroksimetilfurfural (HMF)**

Gıdalara arzu edilen yapısal ve duyuşsal özellikleri kazandırmak ya da mikrobiyolojik açıdan güvenli kılmak için pişirme, kurutma, pastörizasyon, kavurma gibi ısı işlemleri uygulanır. Isıl işlem sonucunda ortaya çıkan reaksiyonlar gıdalarda istenilen aroma, tat ve renk oluşumu için son derece önemlidir ancak aynı zamanda 5-hidroksimetilfurfural (HMF) gibi bazı toksik bileşenler de oluşabilmektedir (Kowalski ve diğ., 2013). HMF (CAS: 67-47-0), hem aldehit hem de alkol (hidroksimetil) fonksiyonel grupları içeren bir furan türevidir olup altı karbonlu heterosiklik bir aldehittir ve kimyasal formülü  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3$ 'tür (Ünüvar, 2018). Halkanın yapısı furan kısımlarına dayanırken, iki fonksiyonel grup, yani formil ve hidroksimetil grubu, halka ile sırasıyla 2 ve 5 pozisyonunda bağlanır (Şekil 2.4) (Kowalski ve diğ., 2013).



**Şekil 2.4 :** 5-Hidroksimetilfurfural (HMF)'ın yapısı.

Pekmez yüksek besleyici değeri ve enerji içeriği ile faydalı bir besin olmakla beraber diğer tüm ısıtılmış işlem görmüş şekerli gıdalarda olduğu gibi pekmezde de HMF oluşumu önemli bir kalite ve sağlık problemidir. Pekmeze uygulanan ısıtılmanın amacı, istenilen °briks değerine ulaşmak, mikrobiyal gelişmeyi engellemek ve enzimleri inaktive ederek bozulmanın önüne geçmektir. Ancak bu işlem neticesinde pekmezde yüksek miktarlarda HMF oluşabilmektedir. Pekmezde HMF oluşumunda hem Maillard reaksiyonu hem de karamelizasyon mekanizmaları etkilidir. Maillard reaksiyonunda şekerlerin ve amino asitlerin reaksiyona girme eğilimlerinin farklı olması ayrıca reaksiyonda katalizör olarak görev yapan organik asitlerin reaksiyon hızını etkilemesi nedeni ile bu bileşenlerin miktarı kadar tipleri de önem kazanmaktadır (Batu ve diğ., 2014). Bu nedenle aynı sıcaklık-süre ilişkisinde, aynı metotlarla ancak farklı meyveler kullanılarak yapılan pekmezlerde kullanılan meyvenin bileşimine göre oluşan HMF miktarı da değişiklik gösterebilmektedir.

### 2.6.1 HMF oluşum mekanizması

HMF gıdalarda Maillard reaksiyonu esnasında enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyon ürünlerinden biri olarak veya heksoz şekerlerin asidik ortamda parçalanması yani karamelizasyonu sonucu meydana gelmektedir (Tetik ve diğ., 2010). Karamelizasyon yüksek sıcaklıklarda (120-150°C) meydana gelirken Maillard reaksiyonu asidik şartlarda, oda sıcaklığında dahi gerçekleşebilmekte, sıcaklığın artması ile reaksiyon ürünlerinin miktarı da artmaktadır (İpek, 2012). Bu nedenle HMF meyve suyu, süt, bal, reçel, pekmez, tahıl ürünleri gibi karbonhidrat içeren gıdalarda aşırı ısıtılma uygulamasının ve/veya uygun olmayan depolama koşullarının bir göstergesi olarak önemli bir kalite parametresidir (Batu ve diğ., 2014).

Maillard reaksiyonu gıdalarda ısıtılma ve depolama sırasında, amino asitlerin serbest amino grupları ile glikoz, fruktoz gibi heksoz monosakkaritlerin veya laktoz, maltoz gibi indirgen disakkaritlerin karbonil grupları arasında meydana gelen bir dizi

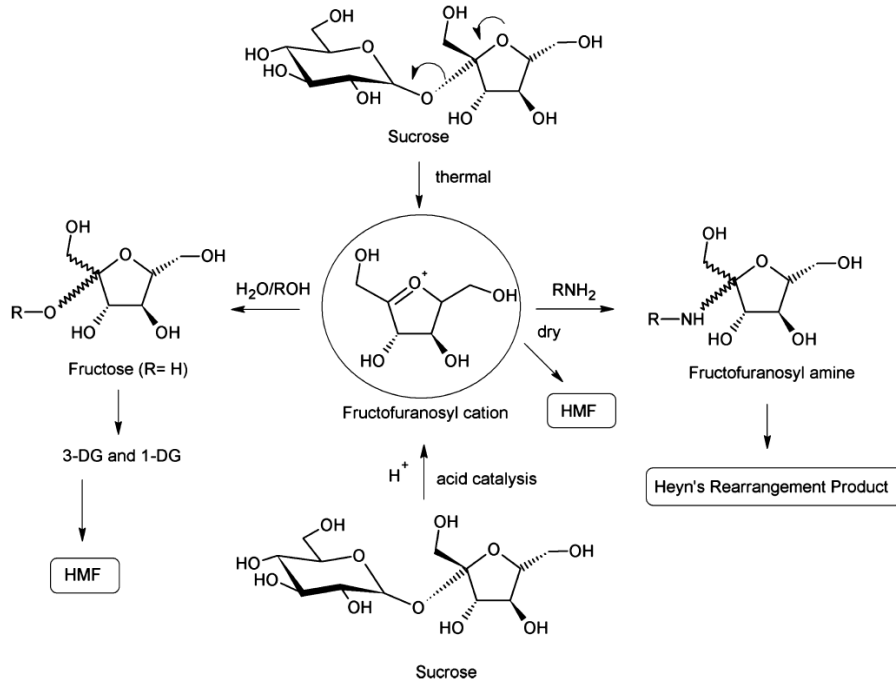
kimyasal reaksiyonun adıdır (Capuano ve Fogliano, 2011; İpek, 2012). Genel olarak reaksiyona katılma önceliklerine göre şekerler riboz, ksiloz, arabinoz, mannoz, fruktoz ve glikoz olarak sıralanabilmektedir (Batu ve diğ, 2014). Maillard reaksiyonunun, gıdanın rengine, tadına ve aromasına etkisi kadar besleyici değerde sebep olduğu azalma ve HMF gibi toksik reaksiyon ara ürünleri oluşturma potansiyeli ile de önemlidir ve kontrol altında tutulması gerekir. Maillard reaksiyonunda yer alan şekerlerin tipi ve konsantrasyonu, amino asitler, sıcaklık, zaman, pH, su aktivitesi, kabartıcılar ve antioksidanlar HMF oluşumunu etkileyen parametrelerdir (Švecová ve Mach, 2017).

HMF oluşumunun en yaygın bir diğer nedeni yüksek sıcaklıkta ve asit ortamında heksoz ve pentoz şekerlerin (fruktoz, glikoz vb.) parçalanmasıdır. Karamelizasyon olarak adlandırılan bu mekanizma, pH değerinin 3'den küçük ve 9'dan büyük olduğu ortamlarda ve 120°C'den yüksek sıcaklıklarda hızlanmaktadır (Toker, 2012).

Ketozlar aldolara göre daha fazla HMF oluşumundan sorumludurlar ve HMF miktarı sıcaklık ve asit katalistinin konsantrasyonu ile artar. Yapılan birçok çalışmada asidik şartlar altında HMF oluşumunda fruktozun, glikoz ve sakkaroz göre daha reaktif olduğu belirtilmiştir (Locas ve Yaylayan, 2008). Lee ve Naggy'nin 50°C'de ve 3.5 pH seviyesinde yaptıkları bir çalışmada, HMF oluşumunda fruktozun glikoza göre 31,2 kat, sakkarozun ise glikoza göre 18,5 kat daha hızlı olduğu ifade edilmiştir (Lee ve Naggy, 1990).

250°C'de asit katalisti olmadan yapılan bir çalışmada glikozun HMF'ye dönüşüm oranı %24 iken fruktoz için bu oran %36 olarak bulunmuştur. Aynı çalışma asit konsantrasyonu artırılarak tekrar edildiğinde glikozun HMF'ye dönüşüm oranı %31'e, fruktozun HMF'ye dönüşüm oranı ise %42'ye çıkmıştır (Locas ve Yaylayan, 2008). Glikoz siklik formlardan dehidrasyon yoluyla HMF'ye dönüştürülemez ve bu nedenle glikozun açık halka formundan oluşan 3-deoksiglukozon (3-DG) ara maddesinin siklizasyonu yoluyla HMF ürettiği kabul edilir. Glikozun açık halka formunda bulunma eğiliminin düşük olması ve 3-DG'nin diğer birçok rekabetçi reaksiyon yolunda yer alması, früktozun ise açık halka formuna dönüşmesine gerek olmadan, siklik formlarından fruktofuranosil katyonu aracılığıyla doğrudan dehidre edilebilmesi, früktoz ve glikozun HMF dönüşüm oranları arasında belirgin farkın sebeplerindendir (Kowalski ve diğ, 2013; Locas ve Yaylayan, 2008). Çalışmanın bir diğer aşamasında elde edilen ilginç bir bulgu da aynı şartlar altında sakkarozun

ısıtılması sonucunda her bir mol früktoz için HMF oluşumunun asitsiz ortam için %36'dan %47'e, asit varlığında ise %42'den %53'e artmasıdır (Locas ve Yaylayan, 2008). Araştırmacılar bunun nedeninin yüksek sıcaklık ve hafif asidik koşullar altında, sakkarozun glikozidik bağının kolayca parçalanarak HMF'nin doğrudan öncülü olan fruktofuranosil katyonu oluşturması olabileceğini belirtmektedirler. Fruktozdan HMF oluşumu için ilk basamak aynı şekilde fruktofuranosil eldesi olsa da serbest fruktozun özdeş koşullar altında aynı katyonu üretmesi çok daha zordur (Locas ve Yaylayan, 2008). Locas ve Yaylayan (2008) tarafından önerilen fruktofuranosil katyonundan HMF oluşumu mekanizmasında, bu katyon yüksek sıcaklıkta ve kuru şartlar altında üretildiğinde doğrudan HMF'ye dehidre edebilmekte veya varsa amino asitler gibi nükleofiller ile reaksiyona girebilmektedir. Bununla birlikte, daha düşük sıcaklıklarda seyreltik asit ile üretildiğinde ise, su ile hızlı reaksiyonu sebebiyle fruktoza dönüştürülecektir. Sıcaklık arttıkça fruktofuranosil katyonunun HMF'ye dönüşmesi veya özellikle düşük su aktiviteli sistemlerde nükleofiller ile reaksiyona girmesi daha olası olmaktadır. Bu nedenle yüksek sıcaklıklarda sakkarozun izlediği fruktofuranosil katyonu dönüşüm yolunun, düşük sıcaklıklarda früktoz ve glikozun izlediği 3-DG yoluna göre HMF oluşumunda daha etkili olması sebebiyle yüksek sıcaklıklarda sakkarozdan daha fazla HMF elde edilmesi beklenmektedir (Şekil 2.5) (Locas ve Yaylayan, 2008).



**Şekil 2.5 :** Çeşitli koşullar altında fruktofuranosil katyonu yolu (Locas ve Yaylayan, 2008).

Ameur ve diğ. (2007), yaptıkları bir çalışmada HMF oluşumuna şeker tipinin, ürünün su aktivitesi değerinin ve pişirme sıcaklığının etkilerini incelemiş, pişirme sıcaklığı kadar su aktivitesinin de HMF oluşumu üzerinde önemli etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada 250°C’de pişirilen kurabiyelerde şeker tipi olarak sadece sakkaroz içerenlerin HMF miktarının, glikoz ve fruktoz içerenlere göre daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Çalışmanın devamında 300°C’de pişirilen sadece sakkarozla tatlandırılmış kurabiyelerin HMF içeriklerinde ani bir artış gözlenmiş, araştırmacılar bu fenomenin sakkarozun termal parçalanması ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir (Ameur ve diğ, 2007).

Gökmen ve diğ. (2008) yaptıkları bir çalışmada fırıncılık ürünlerinde kullanılan kabartıcıların HMF üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Ameur ve diğ. (2007)’nin bulguları ile paralel olarak HMF oluşumunda su aktivitesinin önemini vurgulamışlar ve HMF oluşumu için 0,4 su aktivitesi değerini kritik değer olarak belirleyip bu değer altında HMF oluşumunun hızlandığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada kurabiyelere amonyum bikarbonat eklenmesinin pişirme başlangıcından sadece 15 dakika sonra sakkaroz içeren kurabiyelerin HMF miktarında beklenmedik bir artış meydana getirdiğini, bu artışın glikoz içeren kurabiyelere göre çok daha fazla olduğu bildirilmişlerdir. Amonyum bikarbonat yerine sodyum bikarbonat kullanıldığında sakkaroz içeren kurabiyelerde yaklaşık 20 kat, glikoz içeren kurabiyelerde ise yaklaşık 2 kat daha az HMF oluşumu gözlenmiştir. Araştırmacılar bu fenomenin kabartıcıların pH üzerindeki etkisi ile açıklamakta ve sodyum bikarbonat kullanımında kurabiyelerin pH değerinin 9,0-10,0 civarında sabit kaldığını, bunun da sakkarozun parçalanmasını sınırlandırdığını ifade etmektedirler. Amonyum bikarbonat kullanımında ise özellikle yüksek sıcaklıklarda pişme işlemi sonrasında asidite artarak pH’ı düşürmekte, bu da sakkarozun hızla parçalanmasına ve HMF oluşumunun artmasına katkı sağlamaktadır (Gökmen ve diğ, 2008).

Gökmen ve diğ. (2008) yaptığı başka bir çalışmada bu araştırmayı doğrular nitelikte olup ayrıca ani pH düşüşlerinde de HMF miktarında bir artış gözlendiğini ve bu artışın özellikle sakkaroz içeren kurabiyelerde glikoz içeren kurabiyelere göre daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir.

Burdurlu ve Karadenizli (2003) yaptıkları bir çalışmada 2 farklı elma çeşidinden elde edilen elma sularında ekstrakt, depolama sıcaklığı ve süresinin enzimatik olmayan kararma reaksiyonları üzerindeki etkisini incelemişler ve farklı °brikslerdeki elma

sularını 5, 20, 37°C’de 12 ay boyunca depolamışlardır. Bu çalışmada Golden ve Amasya tipi elmalardan elde edilen meyve sularının, 5 ve 20°C’de depolandıklarında, HMF artışının az olduğu (0,62 mg/kg- 4,37 mg/kg) ancak 37°C’de depolanan meyve sularında önemli miktarda HMF olduğu (963 mg/kg-190 mg/kg) görülmüştür (Burdurlu ve Karadeniz, 2003). Rada-Mendoza ve diğ. (2004) reçel ve meyve bazlı bebek gıdaları üzerinde yaptıkları benzer bir çalışmada, Burdurlu ve Karadeniz (2003)’in bulduklarına paralel sonuçlar elde etmişler ve HMF ölçümünün hem ısıtma işlemi, hem de saklama koşulları indikatörü olarak yararlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar gıdalarda bulunan kalsiyum, magnezyum gibi bazı metallerin katalizör olarak görev yapıp gıdalarda HMF oluşumunu arttırdığını göstermektedir (Gökmen ve Şenyuva, 2007). Bunun yanı sıra gıdalarda antioksidan etkisi ve besleyici özelliği nedeni ile sıklıkla ilave edilen askorbik asit (C vitamini) HMF’nin de yer aldığı furan grubu için öncü bir bileşen olsa da, gıdalar gibi karmaşık sistemlerde furan birikiminin kısmen bastırılmasından sorumlu rakip reaksiyonları tercih edebileceği ve furan oluşumunu azaltıcı yönde etki gösterebileceği belirtilmektedir (Anese ve Suman, 2013).

### **2.6.2 HMF’nin metabolizmada izlediği yol ve sağlık üzerine etkileri**

Günlük diyetimizde fırıncılık ürünleri, süt ürünleri, alkollü ve alkolsüz içecekler, kahve, çikolata, et ürünleri vb. gibi birçok gıda tüketiriz. Bu gıdaların birçoğu tüketime hazır bir şekilde bize gelmeden önce kaynatma, kızartma, pişirme, pastörizasyon, kavurma vb. gibi birçok ısıtma işleminden geçerler. Isıtma işlemi gıdayı yenilebilir yani tüketime hazır hale getirmenin ötesinde mikrobiyal ve enzimatik bozulmaların önüne geçmek ve daha kabul edilebilir duyu ve yapısal özellikler kazandırmak amacıyla da uygulanır. Ancak fazla ısıtma işlemi gıda da istenmeyen, zararlı bileşiklerin oluşumuna neden olabileceği gibi besleyici değerde azalmalara, gıdanın görünüşünde ve tadında olumsuz etkilere sebep olabilmektedir. Bu kapsamda sağlık açısından risk oluşturabilecek uygun olmayan ısıtma işlemi ve depolama sebebiyle oluşabilecek en yaygın bileşen HMF’dir. Gıda ürünleri dışında sigara ve tıbbi preparatlar da alternatif HMF kaynağı olarak değerlendirilebilmekte ve sigaradaki selülozun pirolitik yıkımının HMF oluşumunda etkili olduğu düşünülmektedir (Kowalski ve diğ, 2013). Şeker içeren ve ısı ile steril edilen parenteral beslenme ürünleri, diyaliz ve enjeksiyon

ürünleri, ayrıca oda sıcaklığında saklanan şuruplarda da HMF bulunabilmektedir (Ünüvar, 2018).

HMF'nin metabolizmada emilimi, taşınması ve izlediği yol ile ilgili sınırlı sayıda araştırma bulunmakla birlikte yapılan çalışmalarda da HMF'nin izlediği metabolik yol ile ilgili tam bir fikir birliğine varılamamıştır. Bunun muhtemel sebeplerinden biri HMF'nin bakterilerde izlediği yol ile daha yüksek organizmalarda izlediği yolun farklı olma ihtimalidir. Bu fikirle paralel olarak bazı HMF metabolitleri insanlarda izole edilmişken kemirgenler üzerinde yapılan testlerde aynı metabolitlere rastlanmamıştır (Kowalski ve diğ, 2013).

Sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada oral yolla farklı dozlarda verilen HMF'nin gastrointestinal sistemde hızla emildiği ve hücreler ne kadar fazla HMF'ye maruz kalırsa emilim ve taşınmanın o kadar hızlı olduğu sonucuna varılmıştır (Capuano ve Fagliano, 2011). HMF'nin metabolizmada ilk olarak oksidasyon sonucu 5-hidroksimetil-2-furoik asit'e (HMFA) dönüştüğü, akabinde de glisin ile konjugasyonu ile N-5-hidroksimetil-2-furoyl glisin (HMFG) oluştuğu bilinmektedir (Metin, 2014). Bu metabolik yolda serbest glisin varlığı sınırlandırıcı faktör olup artan HMF miktarlarında HMFA/HMFG oranının artmasının buna bağlı olduğu düşünülmektedir (Kowalski ve diğ, 2013). İleri oksidasyon reaksiyonları sonucu ise 2,5-dikarboksilik aside (FDCA) metabolize olmaktadır. HMFA, HMFG ve FDCA hem insan hem de hayvan deneklerin idrarlarında izole edilmiş olan HMF'nin ana metabolitleri olup özellikle HMFA miktarının gıdalardan günlük alınan HMF miktarı ile orantılı olması bu metabolitlerin besinler yolu ile alınan HMF ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Capuano ve Fagliano, 2011). HMF'nin vücutta metabolize olmasında HMFA, HMFG ve FDCA'dan farklı olarak sülfotransferazlar (SULT) vasıtası ile dördüncü bir metabolit olarak 5-sülfoksimetilfurfural'a (SMF) dönüştüğünü gösterir çalışmalar bulunmaktadır (Shapla ve diğ, 2018). SMF çok kararsız olduğu için insan veya hayvan idrarında bugüne kadar tespit edilememiştir ancak 2009 yılında yapılan bir çalışmada HMF verilen deney farelerinin kanında SMF izole edilmiştir (Bakhiya ve diğ, 2009).

Fare ve sıçanlar üzerinde yapılan bir deneyde deney hayvanlarına radyoaktif <sup>14</sup>C ile işaretlenmiş HMF verilmiş ve hızlı bir emilim sonrası 12-24 saat arasında radyokarbonun vücuttan idrar yolu ile neredeyse tamamen atıldığı gözlenmiştir. Çalışmada karaciğer, böbrek ve ince bağırsakta bulunan düşük seviyede ekstrakte

edilemeyen radyoaktivitenin ise kovalent bağlanmanın bir göstergesi olabileceği düşünülmüştür (Germond ve diğ, 1987).

HMF'nin sağlık üzerindeki etkileri hakkında farklı görüşler olsa da yapılan birçok çalışma yüksek dozlarda HMF alımının gözlerde, deride ve üst solunum yollarında tahrişe ve sitotoksik etkiye neden olduğu yönündedir (Capuano ve Fogliano, 2011). Bunun yanı sıra HMF ve metabolitlerinin genotoksik, organotoksik, mutajenik, kanserojen, DNA ve enzim hasarlarına sebep olan bileşikler olduğu yönünde bilimsel çalışmalar bulunmaktadır (Shapla ve diğ, 2018).

Florin ve diğ. (1980), *Salmonella typhimurium* üzerinde yaptıkları bir çalışma neticesinde HMF'nin mutajenik olmadığı yönünde bir sonuca varmış olsalar da Lee ve diğ. (1995) yaptıkları benzer bir çalışmada HMF'nin *S. typhimurium* TA104 üzerinde oldukça mutajenik bir etki gösteren SMF'ye dönüşmesi nedeni ile indirekt bir mutajen olduğu sonucuna varmışlardır.

HMF ve türevi olan SMF'nin, klinik öncesi düzeyde yapılan çeşitli çalışmalarda güçlü karsinojenler olduğu doğrulanmış olup bağırsaklar ve deri dahil olmak üzere çeşitli organlarda neoplastik transformasyonlara sebep olduğu belirtilmektedir (Monien ve diğ, 2009).

SMF'nin yapısında bulunan sülfat, DNA ve diğer makromoleküller ile reaksiyona girebildiğinden toksik ve mutajenik etkilere yol açabilen oldukça reaktif bir ara üründür (Capuano ve Fogliano, 2011). SMF'nin bir hipoteze göre kısa ömürlü bir metabolit olması diğer bir varsayıma göre ise böbreklerde idrar yolu ile uygun şekilde atılamaması sonucu plazmada birikmesi nedeniyle proteinler ve DNA ile reaksiyona girdiği düşünülmektedir (Metin, 2014; Shapla ve diğ, 2018). Yapılan bir çalışmada fare derisine topikal olarak SMF ve HMF uygulanmış, çalışma sonunda SMF'nin HMF'den daha yüksek aktiviteye sahip papilomalar başlattığı belirlenmiştir (Surh ve diğ, 1994). Yapılan bir başka çalışmada ise SMF'nin nefrotoksik olduğu sonucuna varılmıştır (Bakhiya ve diğ, 2009). Histopatolojik analizler sonucunda ise SMF'nin organlar arasında en büyük hasarı böbreklerde yarattığı bunun yanı sıra karaciğerde de orta dereceli hasara sebep olduğu bulunmuştur (Capiano ve Fogliano, 2011).

HMF'nin allilik klorizasyon yolu ile SMF'den çok daha fazla toksik ve mutajenik etkiye sahip 5-klorometilfurfural'a (CMF) metabolize olabildiği belirtilmektedir. Bu dönüşümün, yüksek klorür iyonu konsantrasyonu nedeniyle mide suyunda meydana

geldiği varsayılmaktadır (Capiano ve Fogliano, 2011). Surh ve diğ. (1994), fareler üzerinde yaptıkları bir çalışmada CMF'nin güçlü bir hepatokarsinojen olduğu sonucuna varmışlardır.

## 2.7 Karbon İzotop Oranı ( $\delta^{13}\text{C}$ ) ve Önemi

Tüm gıdalar büyük oranda karbon (C), hidrojen (H), azot (N) ve oksijen (O) atomlarından oluşmaktadır ve tüm bu atomların kararlı izotopları vardır. İzotop, atom numarası aynı, kütle numarası farklı olan atomlara verilen addır ve her ne kadar izotoplar aynı sayıda elektrona sahip olsalar ve kimyasal olarak benzer şekilde davranırlar da mevcut bağlarını kırmak ve yeni bağlar oluşturmak, fiziksel formlarını değiştirmek için gereken enerji, aynı elementin çeşitli izotopları için farklı olabilir (Camin ve diğ, 2016). Tüm canlı organizmalarda meydana gelen izotopik içerik ve dağılım farklılığı çevresel faktörlerden ve sentez yollarından etkilenmekte olup farklı kaynaklardan sentezlenen aynı kimyasal yapıdaki moleküllerin menşei (orijini) hakkında bilgi vermektedir. Bir kimyasal yapının, yapay veya doğal olduğunu belirleyen yöntemler doğada farklı oranlarda bulunan kararlı izotopların analizine dayanmakta olup, gıda endüstrisinde sahteciliğe karşı uzun zamandır güvenli bir araç olarak kabul edilmektedir (Yılmaz, 2012). Bu metotlar bir ürünün veya bir ürünün içerisinde önem arz eden bir maddenin  $^2\text{H}$ ,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  ve  $^{16}\text{O}$  gibi kararlı izotoplarının ölçülmesi ilkesine dayanmakta olup Çizelge 2.9'da H, C, N ve O atomlarının izotopları ve doğada bulunma oranları verilmiştir. (Camin ve diğ, 2016; Yücel ve diğ, 2016).

**Çizelge 2.9 :** Doğada bulunan bazı elementlerin izotopları ve doğada bulunma oranları (Karakaya, 2009; Yücel ve diğ, 2016).

| Element  | 1.izotop                | 2.izotop               | 3.izotop                                    |
|----------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------------|
| Hidrojen | $^1\text{H}$ %99.985    | $^2\text{H}$ %0.015    | $^3\text{H}$ -Eser miktarda (radyoaktif)    |
| Karbon   | $^{12}\text{C}$ %98.892 | $^{13}\text{C}$ %1.108 | $^{14}\text{C}$ -Eser miktarda (radyoaktif) |
| Nitrojen | $^{14}\text{N}$ %99.633 | $^{15}\text{N}$ %0.366 | -                                           |
| Oksijen  | $^{16}\text{O}$ %99.759 | $^{17}\text{O}$ %0.037 | $^{18}\text{O}$ %0.2039                     |

Her bitki kendine özgü metabolik aktivitelerle bünyesine aldığı suyu şeker protein ve diğer bileşenlere dönüştürür. Bitkinin yetiştiği toprak bileşimi, coğrafik ve topoğrafik faktörler, meteorolojik koşullar, su kalitesi ve bulunduğu ortam izotopik farklılığı oluşturan başlıca etkenlerdir. Bu nedenle aynı cins iki bitki kendine özgü biyogenetik

yol ve diğer faktörler sebebiyle aynı değillerdir ve kendilerine has izotopik dağılıma sahiplerdir (Yılmaz, 2012).

İzotop analizinde çeşitli izotop oranlarının ( $^2\text{H}/^1\text{H}$  (D/H),  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) ölçümü genellikle başlangıç materyallerinin kaynağı hakkında bilgi (orijin bilgisi) sağlar ve birçok gıdanın gerçeklik (taklit/tağşiş varlığı) kontrolü için kullanılmaktadır (Guillou ve Reniero, 2001). Bitkilerde ve bitki kaynaklı gıdaların orijin ve gerçeklik analizinde çoğunlukla  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  değeri kullanılmaktadır (Guillou ve Reniero, 2001). Bitkinin kullandığı fotosentetik döngünün çeşidine bağlı olarak değişen bu değer kararlı karbon izotop oranı olarak adlandırılmakta ve  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = \delta^{13}\text{C}$  (‰) olarak ifade edilmektedir (Tosun, 2014).

Delta ( $\delta$ ) değeri bir oran ifade eder ve % atom veya molarite gösterimi ile aynı değildir (Yücel ve diğ., 2016). Delta, belirli bir elementin ağır izotopunun hafif izotopuna oranının, uluslararası kabul edilmiş bir birincil standardın izotop oranından olan sapmasını gösterir (Denklem 2.1). Sapma değerleri çok küçük olduğundan doğal izotopik bileşimdeki bu değişimleri göstermek için binde değer (‰) olarak "Delta,  $\delta$ " gösterimi tanımlanmıştır (Rossmann, 2001; Yücel ve diğ., 2016).

$$\delta (\text{‰}) = [(R_{\text{örnek}} - R_{\text{std}}) / R_{\text{std}}] \times 10^3 \quad (2.1)$$

R= Herhangi bir elementin (O, C, N..vb.) ağır izotopunun hafif izotopuna molar oranı.

Karbon atomu için bu eşitlik denklem 2.2’de verildiği gibi olmaktadır;

$$\delta^{13}\text{C} (\text{‰})_{\text{V-PDB}} = ([^{13}\text{C}/^{12}\text{C}]_{\text{örnek}} / ([^{13}\text{C}/^{12}\text{C}]_{\text{std}} - 1) \times 10^3 \quad (2.2)$$

R değeri uluslararası kabul görmüş standartlar için dikkatlice belirlenmiş bir değerdir. H ve O için ortak kullanılan standart SMOW (Standard Mean Ocean Water-Standart Ortalama Okyanus Suyu),  $^2\text{H}/^1\text{H}$  için 0.0001558,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  0.0020052 dir. Orijinal SMOW standardı artık mevcut değildir ve yerini IAEA (International Atomic Energy Agency-Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı) tarafından belirlenen V-SMOW (Vienna-Standard Mean Ocean Water-Viyana-Standart Ortalama Okyanus Suyu) standardı almıştır. Uluslararası karbon standardı PDB (Pee Dee Belemnite), Pee Dee oluşumundan bir belemnite dayanmaktadır ve değeri 0.0117322’dir. SMOW’da olduğu gibi orijinal PDB standardı da artık mevcut değildir ve IAEA benzer bir R değeri ile yeni bir V-PDB standardı yayınlamıştır (V-PDB; Vienna- Pee Dee

Belemnite) (Ehleringer ve diğ, 2008). Uygulamada bu standartların değerleri sıfır olarak kabul edilmektedir (Yılmaz, 2012).

Karbon izotop oranı analiz sonucunun delta değerinin negatif olması analiz örneğinin standarda oranla ağır izotop açısından fakir (depleted), pozitif olması ise standart maddeye göre ağır izotop açısından zengin (enriched) olduğunu göstermektedir (Yücel ve diğ, 2016).

Bitkilerde karbon izotop oranını etkileyen en önemli faktör karbondioksit özümlemesini hangi fotosentez döngüsüyle yaptığıdır. Fotosentez ile ilgili yapılan araştırmalarda bitkilerin farklı sistemler kullanarak organik madde ürettikleri bulunmuştur ve bitkinin hangi gruba dahil olduğuna bağlı olarak izotop dağılımı değişmektedir. İlk keşfedilen ve bitkiler arasında en yaygın olan sistem Calvin Döngüsü veya Calvin-Benson Mekanizması olarak adlandırılan sistemdir. Calvin döngüsünde oluşan ilk bileşik 3 karbonlu fosfoglisarik asit (PGA-phosphoglyceric acid) olduğu için genel kullanımda bu sisteme 3 karbonlu sistem ya da C3 karbon tutulum mekanizması denilmektedir (Yılmaz, 2012). Karbondioksit fiksasyonunda d-ribuloz 1,5-difosfat karboksilaz (RuBP-C-d-ribulose 1,5-diphosphate carboxylase) enzimi kullanan bu gruptaki bitkiler C3 bitkisi olarak tanımlanmaktadır (Belitz ve diğ, 2009). Dünya üzerindeki bitkilerin yaklaşık %85'i C3 fotosentez metabolizmasına sahip bitkilerden oluşmaktadır ve şeker pancarı, üzüm, dut, buğday gibi bitkiler bu gruba örnek olarak verilebilir (Türk ve Çelik, 2006).

Diğer bir fotosentez mekanizması 1966 tarafından bulunmuş ve araştırmacılarına ithafen Hatch-Slack yolu olarak adlandırılmıştır (Ehleringer ve diğ, 2008). Genellikle sıcak iklim bitkilerinde görülen bu mekanizmada ilk fotosentez ürünü 4 karbonlu okzaloasetik asit (oxaloacetic asit-OAA) olduğundan bu sisteme 4 karbonlu fotosentez sistemi ya da C4 karbon tutulum mekanizması denilmektedir (Türk ve Çelik, 2006). Karbondioksit fiksasyonunda fosfoenolpiruvat karboksilaz (PEP-C-Phosphoenolpyruvate carboxylase) enzimi kullanan bu gruptaki bitkiler C4 bitkisi olarak tanımlanmaktadır (Belitz ve diğ, 2009; Türk ve Çelik, 2006).

Üçüncü fotosentez mekanizması ilk kez *Crassulaceae* (Damkörüğügiller) familyası üyelerinde tespit edildiği için Crassulacean asit metabolizması (Crassulacean acid metabolism-CAM) olarak adlandırılmıştır ve bu metabolizmaya sahip bitkilere CAM

bitkileri denir (Büyük, 2018). Genellikle çöllerde yaşayan etli gövde ve yapraklara sahip sukkulent tipi bitkilerde görülür (Türk ve Çelik, 2006).

CAM ve C4 bitkileri hem C4 yolunu ve hem de Calvin döngüsünü (C3 yolu) kullanırlar (Büyük, 2018). Bitki türlerinin yaklaşık %5'i C4, %10'u da CAM bitki sınıfına dahil olup mısır ve şeker kamışı C4 bitkilerine, Ananas ve vanilya CAM bitkilerine örnek olarak verilebilir. Bitki gruplarına ait fotosentez mekanizmalarını ve karbon izotop oranlarını içeren özet tablo Çizelge 2.10'da verilmiştir (Belitz ve diğ, 2009).

**Çizelge 2.10 : Fotosentez mekanizmaları ve izotop oranları (Belitz ve diğ, 2009).**

| Bitki Grupları | CO <sub>2</sub> alıcısı | $\delta^{13}\text{C}$ (‰) <sub>V-PDB</sub> | Örnek                                                                                                       |
|----------------|-------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C3 Bitkileri   | RuBP-C                  | (-34) – (-22)                              | Şeker pancarı, üzüm, elma, portakal, dut, andız, keçiyoynuzu, buğday, yulaf, pirinç, patates, arpa, soya... |
| C4 Bitkileri   | PEP-C                   | (-16) – (-9)                               | Mısır, şeker kamışı, darı...                                                                                |
| CAM Bitkileri  | RuBP-C / PEP-C          | (-30) – (-12)                              | Ananas, vanilya, kaktüs...                                                                                  |

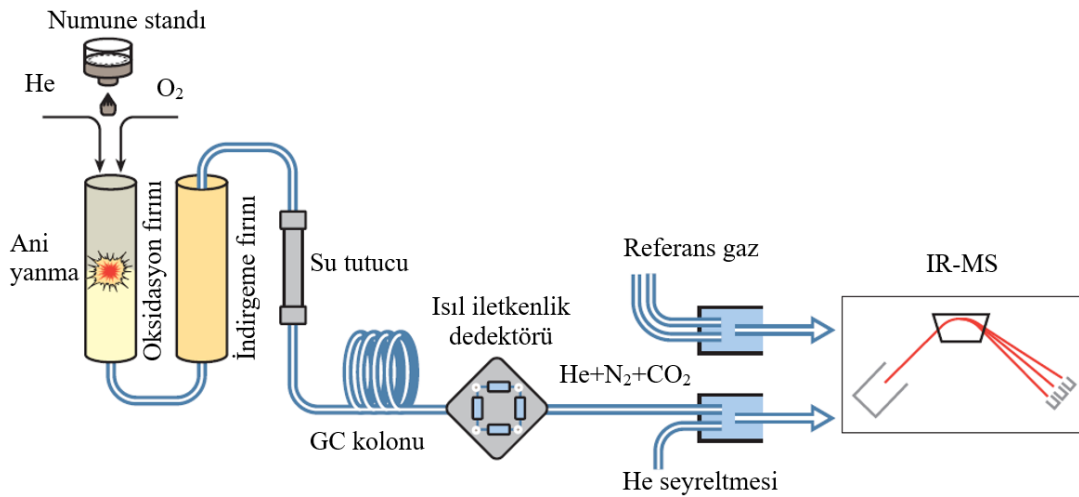
Çizelge 2.10'da görülebileceği gibi farklı fotosentez döngüsüne sahip bitkilerin karbon izotop oranları da farklıdır. C3, C4 ve CAM bitkileri arasındaki bu fark, ürünlerinde ve türevlerinde de bulunur ve karbon botanik kaynağının doğru bir şekilde belirlenmesini sağlar (Figueira ve diğ, 2013). Bu farktan yola çıkılarak farklı fotosentez grubundaki gıdaların birbiri ile karıştırılıp karıştırılmadığı saptanabilmektedir (Figueira ve diğ, 2013). Pekmez eldesinde kullanılan meyveler C3 bitki grubuna dahil olduğundan C4 bitki grubuna ait şekerlerin ve şeker şuruplarının ilavesi ile yapılan tağşişlerin belirlenmesinde  $\delta^{13}\text{C}$  (‰)<sub>V-PDB</sub> yöntemi güvenilir bir metot olarak tüm dünyada kabul görmektedir. Ancak şeker pancarı C3 bitki grubuna dahil olduğundan şeker pancarından elde edilen şeker türevleri pekmez yapımında kullanılan meyve türleri ile benzer karbon izotop oranına sahiptir ve bu nedenle  $\delta^{13}\text{C}$  yöntemi ile tespit edilememektedir (Tosun, 2014). C3 ve C4 bitkileri ile bu bitkilerden elde edilen şeker ürünlerinin tipik  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri Çizelge 2.11'de verilmiştir (Elflein ve Ræzke, 2008). Şeker pancarı ile yapılan tağşişin belirlenmesinde şeker bileşenleri analizi önem kazanmaktadır ama bu analizde de üretim sırasında şeker inversiyon işlemine uğratılarak fruktoz/glikoz oranı standartta belirtilen limitlere ayarlanırsa bu yöntem de tağşişi tespit etmekte yetersiz kalmaktadır (Tosun ve Keleş, 2012).

**Çizelge 2.11 :** C3 ve C4 bitkileri ile şeker ürünlerinin tipik  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri (Elflein ve Raezke, 2008).

| Karbon kaynağı                    | Tipik $\delta^{13}\text{C}$ (‰) <sub>V-PDB</sub> |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------|
| Ortamdaki CO <sub>2</sub>         | (-7.0) - (-9.0)                                  |
| C4 Bitkileri                      | (-8.0) - (-16.0)                                 |
| Mısır                             | (-8.0) - (-13.0)                                 |
| Mısır Hidrolizatları              | (-9.5) - (-12.5)                                 |
| YFMS                              | (-9.5) - (-9.8)                                  |
| Sakkaroz (Şeker kamışı kaynaklı)  | (-10.3) - (-12.2)                                |
| C3 Bitkileri                      | (-22.0) - (-32.0)                                |
| Buğday                            | (-23.5) - (-26.5)                                |
| Sakkaroz (Şeker pancarı kaynaklı) | (-24.3) - (-26.4)                                |
| Pirinç Şurubu                     | (-26.1) - (-27.4)                                |
| Yüksek Fruktoz Şurubu             | (-25.4) - (-25.9)                                |

Karbon izotop oranı bitkilerin tanımlanmalarını sağlayan parmak izi gibi düşünülebilir ve bu izlerin görünür kılınmasını sağlamak için de izotop oranı kütle spektrometresi (IR-MS) kullanılmaktadır. Gıda sektörü başta olmak üzere çevre, jeoloji, tıp gibi birçok farklı sektör bu teknolojiden faydalanmaktadır (Karakaya, 2009).

IR-MS sisteminde sadece gaz formundaki organik bileşenler analiz edilebildiğinden örneğin gaz haline geçmesi için elemental analizatör, gaz kromatografisi (GC-Gas Chromatography) gibi cihazlar kütle spektrometresine bağlanır. Tez çalışmasında Dumas yanma prensibi ile çalışan bir element analizöründen faydalanılmıştır. Kütle spektrometre sistemi Şekil 2.6’da şematik olarak gösterilmiştir (Kracht ve Hilbert, 2009).



**Şekil 2.6 :** Kütle spektrometre sisteminin bölümleri (Kracht ve Hilbert, 2009).

Bu sistemde numuneler dönen bir otomatik numune alma standından krom oksit ve kobalt oksit dolu bir reaktöre düşer. Otomatik oksijen dozaj sistemi numunenin tamamen yanmasını sağlar. Yüksek sıcaklıkta yanma neticesinde oksijen ve nitrojen atomlarının etkileşimi sonucu Nitrojen oksit bileşikleri ( $\text{NO}_x$ ) oluşur. Yanmanın ardından oluşan  $\text{NO}_x$  bileşikleri, indirgenmiş bakırla doldurulmuş bir rektörde  $\text{N}_2$ 'ye indirgenir. Daha sonra tüm gazlar sürekli bir Helyum ( $\text{He}$ ) akışı ile taşınır ve izotermal bir GC kolonu vasıtası ile ayrıştırılır.  $\text{H}_2\text{O}$  ve  $\text{SO}_x$  türleri adsorpsiyon (soğurma) ile uzaklaştırılır. Örneğin yakılması ile oluşan  $\text{CO}_2$  sistemde saflaştırılarak IRMS bölümüne ulaştırılır ve  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  oranını belirlemek için analizlenir.





### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

Bu çalışmada Türkiye'nin farklı bölgelerinden temin edilmiş, üzüm, keçiboynuzu, dut, andız, şeker pancarı, elma ve armut olmak üzere 7 farklı pekmez çeşidine ait geleneksel veya endüstriyel yöntemlerle üretilmiş toplam 67 numune analizlenmiştir. Çalışmada kullanılan pekmezler ait çeşit, menşei ve üretim şekli bilgileri Çizelge 3.1'de özetlenmiştir. Numuneler ulusal ve yerel marketlerden, semt pazarlarından, aktarlardan ve internet üzerinden satış yapan bireysel üreticilerden alınmıştır. Semt pazarından alınan numuneler genelde cam kavanozlara ve pet şişelere önceden dolum yapılmış şekilde, bazı yerel marketlerden ve aktarlardan alınan pekmezler ise plastik poşetlere veya tek kullanımlık plastik kaplara alım sırasında açıktan dolum yapılmak sureti ile tedarik edilmiştir. Örnekler temin edildikleri ambalajlarında analiz edilene kadar hava almayacak şekilde kapağı kapalı tutularak güneş almayan serin oda koşullarında muhafaza edilmiştir. Tüm analizlerde Merck Millipore Synergy Ultra Saf Su Sistemi'nden elde edilen deiyonize ultra saf su kullanılmıştır.

**Çizelge 3.1 :** Analizde kullanılan pekmez örneklerine ait bilgiler.

| Örnek Etiketi | Pekmez Çeşidi | Menşei    | Üretim Şekli |
|---------------|---------------|-----------|--------------|
| 1-ÜG          | Üzüm Pekmezi  | Burdur    | Geleneksel   |
| 2-ÜG          | Üzüm Pekmezi  | Isparta   | Geleneksel   |
| 3-ÜG          | Üzüm Pekmezi  | Antalya   | Geleneksel   |
| 4-ÜG          | Üzüm Pekmezi  | Kastamonu | Geleneksel   |
| 5-ÜG          | Üzüm Pekmezi  | Kastamonu | Geleneksel   |
| 6-ÜG          | Üzüm Pekmezi  | Konya     | Geleneksel   |
| 7-ÜG          | Üzüm Pekmezi  | Karabük   | Geleneksel   |
| 8-ÜG          | Üzüm Pekmezi  | Mardin    | Geleneksel   |
| 9-ÜG          | Üzüm Pekmezi  | Malatya   | Geleneksel   |
| 10-ÜG         | Üzüm Pekmezi  | Niğde     | Geleneksel   |
| 11-ÜG         | Üzüm Pekmezi  | Çorum     | Geleneksel   |
| 12-ÜG         | Üzüm Pekmezi  | Mersin    | Geleneksel   |
| 13-ÜE         | Üzüm Pekmezi  | Malatya   | Endüstriyel  |
| 14-ÜE         | Üzüm Pekmezi  | Rize      | Endüstriyel  |
| 15-ÜE         | Üzüm Pekmezi  | Mersin    | Endüstriyel  |
| 16-ÜE         | Üzüm Pekmezi  | Çorum     | Endüstriyel  |
| 17-ÜE         | Üzüm Pekmezi  | Ankara    | Endüstriyel  |
| 18-ÜE         | Üzüm Pekmezi  | Ankara    | Endüstriyel  |

**Çizelge 3.1 (devam) : Analizde kullanılan pekmez örneklerine ait bilgiler.**

| Örnek Etiketi | Pekmez Çeşidi       | Menşei     | Üretim Şekli |
|---------------|---------------------|------------|--------------|
| 19-ÜE         | Üzüm Pekmezi        | Konya      | Endüstriyel  |
| 20-ÜE         | Üzüm Pekmezi        | Bursa      | Endüstriyel  |
| 21-ÜE         | Üzüm Pekmezi        | Burdur     | Endüstriyel  |
| 22-ÜE         | Üzüm Pekmezi        | Isparta    | Endüstriyel  |
| 23-ÜE         | Üzüm Pekmezi        | Antalya    | Endüstriyel  |
| 24-ÜE         | Üzüm Pekmezi        | Gaziantep  | Endüstriyel  |
| 1-KG          | Keçiboynuzu Pekmezi | Burdur     | Geleneksel   |
| 2-KG          | Keçiboynuzu Pekmezi | Konya      | Geleneksel   |
| 3-KG          | Keçiboynuzu Pekmezi | Gaziantep  | Geleneksel   |
| 4-KG          | Keçiboynuzu Pekmezi | Malatya    | Geleneksel   |
| 5-KG          | Keçiboynuzu Pekmezi | Bursa      | Geleneksel   |
| 6-KG          | Keçiboynuzu Pekmezi | Antalya    | Geleneksel   |
| 7-KE          | Keçiboynuzu Pekmezi | Çorum      | Endüstriyel  |
| 8-KE          | Keçiboynuzu Pekmezi | Malatya    | Endüstriyel  |
| 9-KE          | Keçiboynuzu Pekmezi | Ankara     | Endüstriyel  |
| 10-KE         | Keçiboynuzu Pekmezi | Mersin     | Endüstriyel  |
| 11-KE         | Keçiboynuzu Pekmezi | İstanbul   | Endüstriyel  |
| 12-KE         | Keçiboynuzu Pekmezi | Mersin     | Endüstriyel  |
| 13-KE         | Keçiboynuzu Pekmezi | İstanbul   | Endüstriyel  |
| 1-DG          | Dut Pekmezi         | Trabzon    | Geleneksel   |
| 2-DG          | Dut Pekmezi         | Malatya    | Geleneksel   |
| 3-DG          | Dut Pekmezi         | Erzurum    | Geleneksel   |
| 4-DG          | Dut Pekmezi         | Zonguldak  | Geleneksel   |
| 5-DG          | Dut Pekmezi         | Gaziantep  | Geleneksel   |
| 6-DE          | Dut Pekmezi         | Çorum      | Endüstriyel  |
| 7-DE          | Dut Pekmezi         | Mersin     | Endüstriyel  |
| 8-DE          | Dut Pekmezi         | İstanbul   | Endüstriyel  |
| 9-DE          | Dut Pekmezi         | Bursa      | Endüstriyel  |
| 10-DE         | Dut Pekmezi         | Konya      | Endüstriyel  |
| 1-AG          | Andız Pekmezi       | Konya      | Geleneksel   |
| 2-AG          | Andız Pekmezi       | Hatay      | Geleneksel   |
| 3-AG          | Andız Pekmezi       | Malatya    | Geleneksel   |
| 4-AE          | Andız Pekmezi       | Amasya     | Endüstriyel  |
| 5-AE          | Andız Pekmezi       | Ankara     | Endüstriyel  |
| 6-AE          | Andız Pekmezi       | Tokat      | Endüstriyel  |
| 7-AE          | Andız Pekmezi       | İstanbul   | Endüstriyel  |
| 1-PG          | Pancar Pekmezi      | Kastamonu  | Geleneksel   |
| 2-PG          | Pancar Pekmezi      | Kırklareli | Geleneksel   |
| 3-PG          | Pancar Pekmezi      | Kırklareli | Geleneksel   |
| 4-PG          | Pancar Pekmezi      | Isparta    | Geleneksel   |
| 5-PE          | Pancar Pekmezi      | İstanbul   | Endüstriyel  |
| 6-PE          | Pancar Pekmezi      | Amasya     | Endüstriyel  |
| 7-PE          | Pancar Pekmezi      | Tekirdağ   | Endüstriyel  |
| 1-EG          | Elma Pekmezi        | Isparta    | Geleneksel   |
| 2-EG          | Elma Pekmezi        | Kastamonu  | Geleneksel   |
| 3-EG          | Elma Pekmezi        | Kastamonu  | Geleneksel   |
| 4-ArG         | Armut Pekmezi       | İstanbul   | Geleneksel   |
| 5-ArG         | Armut Pekmezi       | Ordu       | Geleneksel   |
| 6-ArG         | Armut Pekmezi       | Manyas     | Geleneksel   |

### 3.2 Metot

Çalışmada uygulanan analizler ayrı başlıklar altında belirtilmiş olup, analizler en az iki paralel ve iki tekrar olacak şekilde yapılmış ve sonuçların ortalamaları verilmiştir.

#### 3.2.1 pH tayini

Pekmez örneklerinin pH tayini TS 1728 ISO 1842 standardına göre yapılmış ve araştırmada Mettler Toledo marka Orion Seven Compact S220 model dijital pH metre kullanılmış ve Şekil 3.1’de gösterilmiştir (TS 1728 ISO 1842, 2001). Beher içerisine konulan pekmez örnekleri homojen bir şekilde karıştırılarak pH metre ile ölçümü yapılmıştır. Analiz öncesi pH metre, Mettler Toledo marka standart tampon çözeltilerle kalibre edilmiştir. Ölçümler, 20°C’de 2 tekrarlı olarak yapılmış ve ortalama değer alınmıştır.



Şekil 3.1 : Dijital pH metre (Mettler Toledo Orion Seven Compact S220).

#### 3.2.2 °Briks (suda çözünür kuru madde) tayini

Pekmez örneklerinin °briks (suda çözünür kuru madde) analizleri için Şekil 3.2.’de gösterilen Rudolph Research markasına ait J57 model masa tipi otomatik refraktometre kullanılmıştır. Ölçümler, 20°C’de gerçekleştirilmiş ve sonuçlar, % °briks olarak ifade

edilmiştir. Tüm ölçümlerden önce cihazın kalibrasyonu ultra saf su kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 3.2 :** Masa tipi otomatik refraktometre (Rudolph Research J57).

### 3.2.3 Elektrik iletkenliği

Pekmez örneklerinin elektrik iletkenliği WTW Inolab marka Cond 3710 model iletkenlik ölçüm cihazı ile belirlenmiştir (Şekil 3.3). Ölçüm için TS 13366 Bal-Elektrik İletkenliği Tayini standardı baz alınmış ve ölçüm için her bir örneğin %20'lik çözeltisi hazırlanmıştır (TS 13366, 2008). Buna göre 20 gr pekmez örneği tartılarak 100 ml'lik ölçülü balona aktarılmış ve işaret çizgisine kadar ultra saf su ile tamamlanmıştır. İletkenlik sonuçlarının seyreltme suyundan etkilenmemesi için Millipore Synergy ultra saf su sisteminden alınan ve iletkenliği 0,05  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olan deiyonize ultra saf su kullanılmıştır. 20°C'de yapılan ölçümlerin sonuçları mS/cm olarak verilmiştir.



**Şekil 3.3 :** İletkenlik ölçer (WTW Inolab Cond 3710).

### 3.2.4 Protein tayini

Pekmez örneklerinin protein içerikleri Dumas yöntemine göre çalışan Thermo Scientific marka Flash 4000 model azot/protein tayin cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4). 0,5 gr $\pm$ 0,2 pekmez örneği kalay kapsüllerine tartılarak cihaza verilir. Sistemin prensibi, örneklerin 800-950°C’de saf oksijen ile alevlendirilerek yakılmasına dayanır. Yakma sonrası gaz fazına geçen nitrojen, helyum taşıyıcı gazı ile termal kondüktivite dedektörüne ulaşır ve burada ölçülür. Tespit edilen azot, uygun protein çevirme faktörü ile çarpılarak örneğin protein miktarı belirlenmiş olur (Anonim, Gıda Analiz ve Teknoloji Laboratuvarı-I Notları). Pekmez örnekleri için çarpım faktörü 6,25 olarak alınmıştır (Akbulut ve diğ, 2008; Koca ve Karadeniz, 2009; Yıldırım, 2008).



Şekil 3.4 : Azot/protein tayin cihazı (Thermo Scientific Flash 4000).

### 3.2.5 HMF tayini

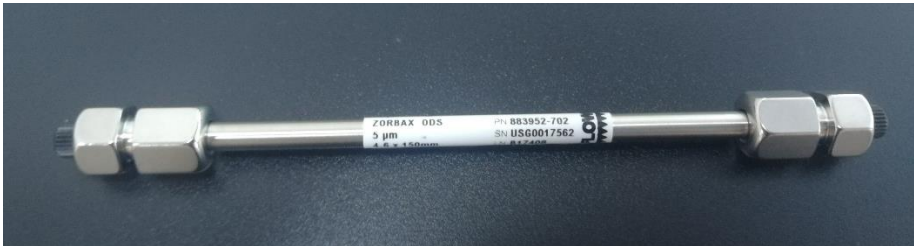
Pekmezlerde HMF tayini Şekil 3.5’te gösterilen Agilent marka 1260 Infinity model HPLC cihazında gerçekleştirilmiş olup TS 13356 Balda hidroksimetilfurfural muhtevasının tayini - Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) metodu baz alınmıştır (TS 13356, 2010).



**Şekil 3.5 :** Yüksek basınçlı sıvı kromatografi cihazı (HPLC, Agilent 1260 Infinity).

HMF analizinde ters faz sıvı kromatografisi yöntemi kullanılmış olup cihaz şartları aşağıdaki gibidir;

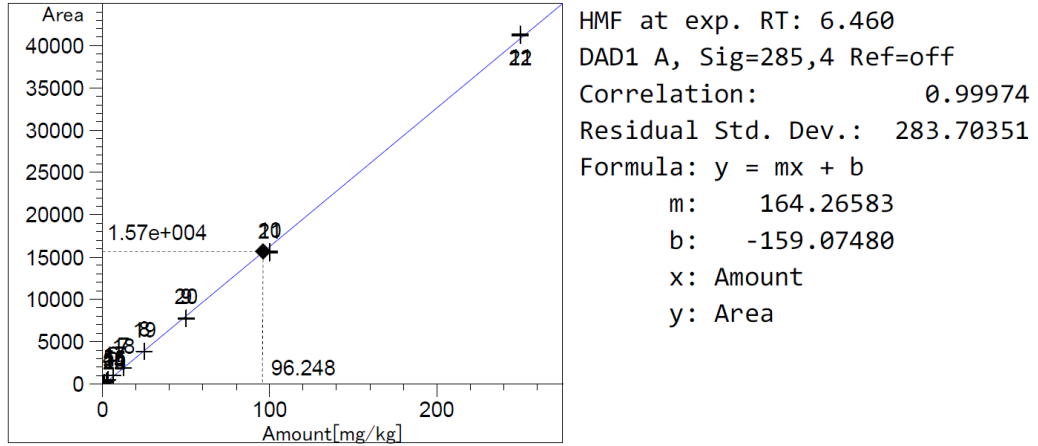
|                      |                                                    |
|----------------------|----------------------------------------------------|
| Dedektör /Dalga boyu | : Agilent marka DAD Dedektör / 284 nm dalga boyu   |
| Akış hızı            | : 1 mL/dak                                         |
| Enjeksiyon hacmi     | : 20 µL                                            |
| Kolon sıcaklığı      | : 25°C                                             |
| Mobil faz            | : Su / Metanol çözeltisi (90 / 10)                 |
| Kolon                | : Agilent Zorbax ODS 4,6x150 mm, 5 µm (Şekil 3.6). |



**Şekil 3.6 :** HMF analizinde kullanılan HPLC Kolonu.

Analizde kullanılan tüm kimyasallar HPLC cihazında kullanıma uygun saflıkta olup HMF kalibrasyonu %99 saflıkta Sigma Aldrich marka sertifikalı referans standart ile yapılmıştır. Analizin tüm aşamalarında kullanılan su deiyonize ultra saf sudur. Mobil faz HPLC cihazında kullanılmadan önce WiseClean marka WUC-D10H model dijital ultrasonik banyoda gazından arındırılmıştır.

Kalibrasyon için, 100 mg HMF standardı 100 ml'lik ölçülü balona tartılıp işaret çizgisine kadar ultra saf su ile tamamlanarak 1000 mg/L stok çözelti elde edilmiştir. Stok çözeltiden gerekli seyreltmeler yapılarak 250 mg/L, 100 mg/L, 50 mg/L, 25 mg/L, 12,5 mg/L, 6,25 mg/L, 3,13 mg/L, 2,5 mg/L, 1,25 mg/L, 0,50 mg/L ve 0,10 mg/L seviyelerinde 11 farklı kalibrasyon noktası hazırlanmış ve 2 tekrarlı olarak cihaza enjekte edilmiştir. Her bir konsantrasyona karşılık gelen alan cihazda hesaplanarak Şekil 3.7'de gösterilen kalibrasyon grafiği çizilmiştir.



**Şekil 3.7 :** HMF kalibrasyon eğrisi.

HMF analizi için 0,1 g yaklaşık 10 g pekmez örneği 100 ml'lik ölçülü balona tartılıp bir miktar ultra saf suda çözülmüştür. Proteinleri çöktürmek ve HMF'yi kararlı hale getirmek için 1mL Carrez I ve 1 ml Carrez II çözeltileri eklenmiştir. İşaret çizgisine kadar ultra saf su ile tamamlanan örnekler IKA KS 3000İ Control marka yatay salınlımlı çalkalayıcı içerisine konularak 300 rpm de 10 dk. tutulmuştur (Şekil 3.8). Kaba süzgeç kağıdından süzülen örnekler HPLC viallerine alınarak cihaza enjekte edilmiş, analiz sonunda seyreltme katsayıları da hesaba katılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Her örnek için 2 paralelli, 2 tekrarlı çalışma yapılmış ve ortalama değer alınmıştır.



**Şekil 3.8 :** Yatay salınlı çalkalayıcı (IKA KS 3000İ Control).

### 3.2.6 Şeker bileşenleri tayini

Pekmez örneklerinin şeker bileşenleri tayini Şekil 3.5’de gösterilen Agilent marka 1260 Infinity model HPLC cihazında gerçekleştirilmiş olup TS 13359 Bal-Fruktoz, glikoz, sakkaroz, turanoz ve maltoz muhtevası tayini - Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) metodu baz alınmıştır (TS 13359, 2008). Şeker bileşenleri analizinde ters faz sıvı kromatografisi yöntemi kullanılmış olup cihaz şartları aşağıdaki gibidir;

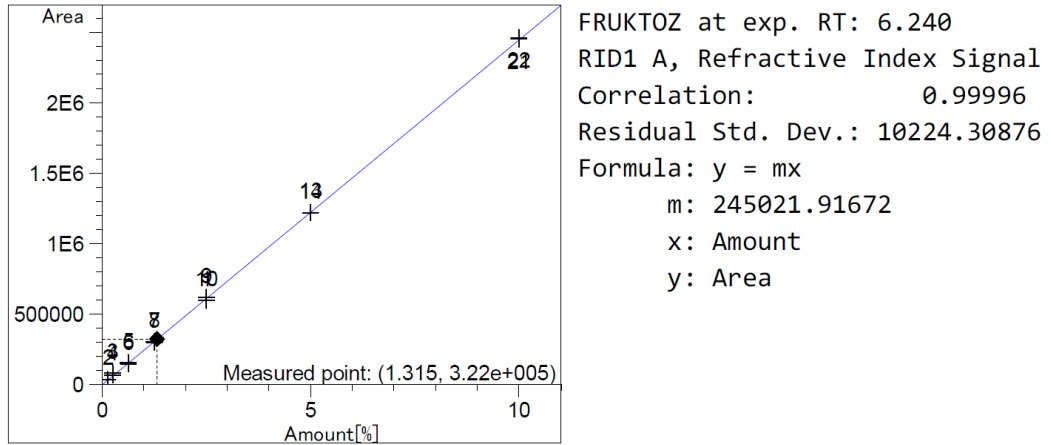
|                      |                                                                                |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Dedektör /Dalga boyu | : Agilent marka RID Dedektör / 284 nm dalga boyu                               |
| Akış hızı            | : 1,8 mL/dak                                                                   |
| Enjeksiyon hacmi     | : 20 µL                                                                        |
| Kolon sıcaklığı      | : 30°C                                                                         |
| Mobil faz            | : Su / Asetonitril çözeltisi (20 / 80)                                         |
| Kolon                | : Agilent Zorbax NH <sub>2</sub> analitik kolon (4,6x250 mm, 5 µm) (Şekil 3.9) |



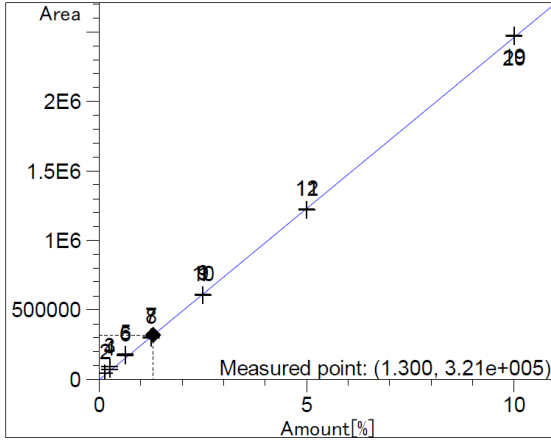
**Şekil 3.9 :** Şeker bileşenleri analizinde kullanılan NH<sub>2</sub> analitik kolonu.

Analizde kullanılan tüm kimyasallar HPLC cihazında kullanıma uygun saflıkta olup Sigma marka %99,5 saflıkta glikoz, fruktoz, sakkaroz ve maltoz referans standartları ile kalibrasyon çözeltileri hazırlanmıştır. Analizin tüm aşamalarında kullanılan su deiyonize ultra saf sudur. Mobil faz, HPLC cihazında kullanılmadan önce WiseClean marka WUC-D10H model dijital ultrasonik banyoda gazından arındırılmıştır.

Kalibrasyon için 10 mg Glikoz, Fruktoz, Sakkaroz ve Maltoz standartları ayrı ayrı 100 ml'lik ölçülü balonlarda tartılıp işaret çizgisine kadar ultra saf su ile tamamlanmış ve iyice homojenize olana kadar karıştırılarak her bir şeker bileşeni için %10'luk stok çözelti elde edilmiştir. Stok çözeltiler ½ oranında seyreltilerek her bir şeker bileşeninin %5'lik çözeltisi hazırlanmış ve kalibrasyon ölçümü için bu iki seviye her bileşen için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Daha küçük kalibrasyon seviyeleri için %2,5'lik, %1,25'lik, %0,625'lik, %0,250'lik ve %0,125'lik glikoz, fruktoz, sakkaroz ve maltoz çözeltileri hazırlanmış ve cihaza verilmiştir. Kalibrasyon grafiği çizilirken her bir şeker bileşeni için 7 farklı konsantrasyonda, 2 tekrarlı çalışma yapılarak cihaza verilmiş ve her bir konsantrasyona karşılık gelen alan cihazda hesaplanmıştır. Çalışmanın kalibrasyon grafikleri, fruktoz için Şekil 3.10'da, glikoz için Şekil 3.11'de, sakkaroz için Şekil 3.12'de ve maltoz için Şekil 3.13'de verilmiştir.

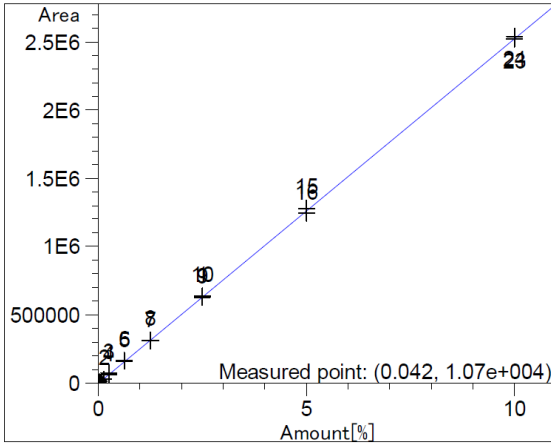


**Şekil 3.10 : Fruktoz kalibrasyon eğrisi.**



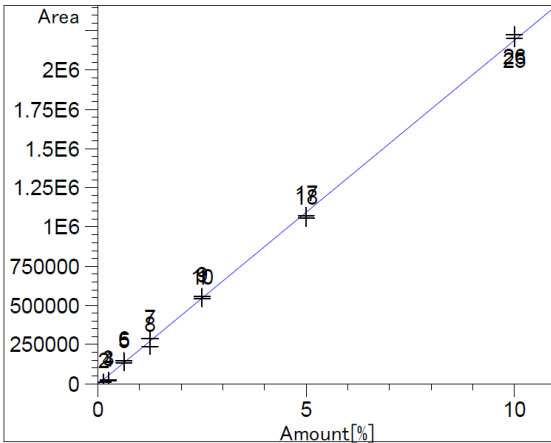
GLIKOZ at exp. RT: 7.468  
 RID1 A, Refractive Index Signal  
 Correlation: 0.99992  
 Residual Std. Dev.: 14671.86545  
 Formula:  $y = mx$   
 $m: 246569.74762$   
 $x: \text{Amount}$   
 $y: \text{Area}$

**Şekil 3.11 : Glikoz kalibrasyon eğrisi.**



SAKAROZ at exp. RT: 11.637  
 RID1 A, Refractive Index Signal  
 Correlation: 0.99997  
 Residual Std. Dev.: 8921.17860  
 Formula:  $y = mx$   
 $m: 252936.09181$   
 $x: \text{Amount}$   
 $y: \text{Area}$

**Şekil 3.12 : Sakkaroz kalibrasyon eğrisi.**



MALTOZ at exp. RT: 14.673  
 RID1 A, Refractive Index Signal  
 Correlation: 0.99971  
 Residual Std. Dev.: 24380.70923  
 Formula:  $y = mx$   
 $m: 219486.99348$   
 $x: \text{Amount}$   
 $y: \text{Area}$

**Şekil 3.13 : Maltoz kalibrasyon eğrisi.**

Şeker bileşenleri analizi için 5 g pekmez örneği 100 ml'lik ölçülü balona tartılmıştır. Örneğe 40-50 ml deiyonize ultra saf su eklenerek yatay salınlımlı çalkalayıcıda (IKA KS 3000İ Control) 300 rpm'de 10 dakika karıştırılarak homojenize edilmiştir. Üzerine 25 ml metanol eklendikten sonra işaret çizgisine kadar ultra saf su ile tamamlanarak

karıştırılmıştır. 0,45 µm membran filtreden süzülen örnekler HPLC viallerine alınarak cihaza enjekte edilmiş, analiz sonunda seyreltme katsayıları da hesaba katılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Her örnek için 2 paralelli, 2 tekrarlı çalışma yapılmış ve çalışmada ortalama değer kullanılmıştır.

### 3.2.7 Karbon izotop oranı analizi

Karbon izotop analizinde kullanılan yöntemin prensibi, pekmez yapımında yararlanılan C3 bitkilerinin ve şeker şurubu üretiminde faydalanılan C4 bitkilerinin farklı fotosentetik yolları tercih etmesi nedeni ile bitkilerde <sup>13</sup>C izotopunun metabolik zenginleşmesindeki farklılıklara dayanmaktadır. Çalışmada Thermo Scientific marka Flash 2000 Organic Elemental Analyzer ve Delta V Advantage Isotope Ratio MS cihazlarından oluşan İzotop Oranı Kütle Spektrometre Sistemi (IR-MS) kullanılmıştır. (Şekil 3.14).



**Şekil 3.14 :** İzotop Oranı Kütle Spektrometre Sistemi (IR-MS) (Thermo Scientific Flash 2000 Organic Elemental Analyzer & Delta V Advantage Isotope Ratio MS).

İzotop analizi için pekmez örnekleri Mettler Toledo marka XP26 model ultra hassas terazide (Şekil 3.15), kalay kapsülleri içerisine  $150\mu\text{g}\pm 50\mu\text{g}$  yaklaşımla tartılmıştır. Kapsüller, içerisinde hava kalmayacak şekilde ve dışarıya örnek taşırmadan dikkatli bir şekilde katlanmıştır. Daha sonra elemental analiz bölümünün otomatik numune haznesine konularak metot çalıştırılmıştır. Örnekler  $900^{\circ}\text{C}$ 'de tamamen yakılarak  $\text{CO}_2$  elde edilmiş, sonrasında kütle spektroskopisi yardımı ile her bir örneğin  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  izotop oranı belirlenmiştir. Kontrol numunesi olarak analiz öncesi selüloz kullanılmıştır.



**Şekil 3.15 :** Mettler Toledo marka XP26 model ultra hassas terazi.

## **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1 Pekmez Örneklerinin Analiz Bulguları**

Endüstriyel ve geleneksel yöntemlerle üretilmiş farklı meyve pekmezlerinin pH, °briks, protein, HMF, elektrik iletkenliği, şeker bileşenleri ve  $\delta^{13}\text{C}$  analizlerine ait ortalama veriler özetlenmiştir. Buna göre üzüm pekmezi örneklerinin ortalamaları Çizelge 4.1’de , keçiboynuzu pekmezi örneklerinin ortalamaları Çizelge 4.2’de, dut pekmezi örneklerinin ortalamaları Çizelge 4.3’de, andız pekmezi örneklerinin ortalamaları Çizelge 4.4’te, pancar pekmezi örneklerinin ortalamaları Çizelge 4.5’te ve elma/armut pekmezi örneklerinin ortalamaları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Üzüm pekmezi için Türk Gıda Kodeksi Üzüm Tebliği ve TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı, keçiboynuzu pekmezi için TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standardı, dut pekmezi için TS 12001 Dut Pekmezi Standardına ait limitler baz alınmıştır. Andız, pancar, elma ve armut pekmezleri ile ilgili olarak Türk Gıda Kodeksi’nde veya Türk Standartları Enstitüsü’nde yayınlanmış bir tebliğ/standart bulunmadığından literatür bilgisi ile karşılaştırmalı değerlendirme yapılmıştır.

**Çizelge 4.1 : Üzüm pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları.**

| Pekmez<br>Örneği | pH       | HMF<br>mg/kg | Şeker Bileşenleri % |           |           |           |      |                 |                 | °Briks<br>% | Elektrik<br>İletkenliği<br>µs/cm | δ <sup>13</sup> C<br>‰ | Protein<br>% |
|------------------|----------|--------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------|-----------------|-----------------|-------------|----------------------------------|------------------------|--------------|
|                  |          |              | Fruktoz             | Glikoz    | Sakkaroz  | Maltoz    | F/G  | İnvert<br>Şeker | Toplam<br>Şeker |             |                                  |                        |              |
| 1-ÜG             | 4,64±0,0 | 362,31±1,3   | 28,99±1,1           | 27,28±2,3 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,07 | 56,27           | 56,27           | 65,00±0,0   | 3,06±0,0                         | -23,73±0,1             | 0,90±0,0     |
| 2-ÜG             | 4,98±0,0 | 124,51±1,2   | 30,10±4,2           | 27,80±2,3 | 0,75±1,1  | 0,00±0,0  | 1,08 | 57,90           | 58,65           | 71,75±0,1   | 1,90±0,0                         | -22,47±0,1             | 0,83±0,1     |
| 3-ÜG             | 4,83±0,0 | 230,06±0,9   | 28,15±1,5           | 27,40±0,3 | 0,60±0,0  | 0,00±0,0  | 1,03 | 55,54           | 56,14           | 69,70±0,0   | 1,80±0,0                         | -23,68±0,1             | 1,03±0,0     |
| 4-ÜG             | 4,06±0,0 | 168,90±1,0   | 16,20±1,0           | 21,64±0,4 | 0,00±0,0  | 17,19±0,2 | 0,75 | 37,84           | 55,03           | 77,95±0,1   | 0,23±0,0                         | -10,26±0,1             | 0,27±0,1     |
| 5-ÜG             | 5,03±0,0 | 24,62±0,4    | 15,62±1,7           | 22,88±0,8 | 0,47±0,7  | 12,70±0,5 | 0,68 | 38,50           | 51,66           | 76,90±0,0   | 0,33±0,0                         | -9,72±0,2              | 0,19±0,0     |
| 6-ÜG             | 4,51±0,0 | 794,90±1,2   | 35,19±1,2           | 30,39±1,8 | 1,03±1,4  | 0,00±0,0  | 1,16 | 65,57           | 66,60           | 74,30±0,0   | 1,89±0,0                         | -23,86±0,1             | 0,35±0,0     |
| 7-ÜG             | 4,91±0,0 | 123,13±0,7   | 26,65±0,3           | 23,39±0,8 | 1,73±1,4  | 0,00±0,0  | 1,14 | 50,03           | 51,76           | 63,70±0,0   | 2,34±0,0                         | -21,13±0,1             | 0,96±0,0     |
| 8-ÜG             | 5,08±0,0 | 20,24±0,3    | 25,04±0,7           | 23,80±0,5 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,05 | 48,84           | 48,84           | 60,05±0,1   | 2,21±0,0                         | -21,61±0,2             | 0,99±0,1     |
| 9-ÜG             | 5,07±0,0 | 193,88±1,1   | 25,84±1,0           | 25,13±0,2 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,03 | 50,97           | 50,97           | 74,50±0,0   | 4,19±0,0                         | -23,64±0,1             | 1,30±0,1     |
| 10-ÜG            | 5,04±0,0 | 95,41±1,0    | 25,89±0,3           | 24,36±1,3 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,06 | 50,25           | 50,25           | 62,70±0,0   | 2,54±0,0                         | -23,50±0,1             | 1,14±0,0     |
| 11-ÜG            | 5,71±0,0 | 18,03±0,2    | 29,64±0,7           | 30,45±1,0 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 0,97 | 60,09           | 60,09           | 71,80±0,0   | 2,49±0,0                         | -22,45±0,1             | 1,20±0,1     |
| 12-ÜG            | 4,99±0,0 | 117,12±0,7   | 14,47±0,1           | 17,19±0,9 | 0,00±0,0  | 17,71±2,4 | 0,84 | 31,66           | 49,36           | 77,20±0,0   | 1,53±0,0                         | -12,92±0,0             | 0,62±0,0     |
| 13-ÜE            | 4,86±0,0 | 173,60±0,9   | 21,78±1,0           | 23,44±1,3 | 12,50±1,9 | 0,00±0,0  | 0,93 | 45,22           | 57,72           | 76,30±0,0   | 3,65±0,0                         | -21,98±0,3             | 1,02±0,0     |
| 14-ÜE            | 5,26±0,0 | 18,97±0,8    | 29,60±0,2           | 29,24±1,1 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,01 | 58,84           | 58,84           | 73,15±0,1   | 2,29±0,0                         | -21,55±0,1             | 0,87±0,0     |
| 15-ÜE            | 5,02±0,0 | 219,03±0,8   | 25,63±0,7           | 24,98±0,3 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,03 | 50,61           | 50,61           | 72,20±0,0   | 4,44±0,0                         | -23,66±0,1             | 0,97±0,0     |
| 16-ÜE            | 5,46±0,0 | 18,28±0,6    | 23,82±0,3           | 27,12±0,5 | 0,88±0,1  | 0,00±0,0  | 0,88 | 50,94           | 51,82           | 71,80±0,0   | 5,48±0,0                         | -23,64±0,2             | 1,47±0,0     |
| 17-ÜE            | 5,60±0,0 | 19,89±0,6    | 35,37±0,7           | 33,50±0,5 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,06 | 68,87           | 68,87           | 82,10±0,0   | 2,31±0,0                         | -22,63±0,1             | 0,77±0,1     |
| 18-ÜE            | 5,15±0,0 | 19,17±0,2    | 34,35±0,1           | 33,79±2,2 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,02 | 68,14           | 68,14           | 80,50±0,0   | 2,63±0,0                         | -22,20±0,2             | 0,84±0,1     |

**Çizelge 4.1 (devam) : Üzüm pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları.**

| Pekmez<br>Örneği | Ph       | HMF<br>mg/kg | Şeker Bileşenleri % |           |          |          |      |                 |                 | °Briks<br>% | Elektrik<br>İletkenliği<br>µs/cm | δ <sup>13</sup> C<br>‰ | Protein<br>% |
|------------------|----------|--------------|---------------------|-----------|----------|----------|------|-----------------|-----------------|-------------|----------------------------------|------------------------|--------------|
|                  |          |              | Fruktoz             | Glikoz    | Sakkaroz | Maltoz   | F/G  | İnvert<br>Şeker | Toplam<br>Şeker |             |                                  |                        |              |
| 19-ÜE            | 5,36±0,0 | 19,66±0,4    | 24,55±1,0           | 26,15±0,6 | 0,00±0,0 | 4,07±0,3 | 0,94 | 50,70           | 54,76           | 75,30±0,0   | 3,01±0,0                         | -18,85±0,2             | 0,61±0,0     |
| 20-ÜE            | 5,15±0,0 | 18,60±0,4    | 29,77±1,1           | 29,56±0,1 | 0,00±0,0 | 0,00±0,0 | 1,01 | 59,32           | 59,32           | 73,05±0,1   | 3,00±0,0                         | -24,09±0,3             | 0,76±0,0     |
| 21-ÜE            | 5,64±0,0 | 30,26±0,6    | 28,20±1,4           | 27,53±0,6 | 0,00±0,0 | 0,00±0,0 | 1,02 | 55,73           | 55,73           | 62,70±0,0   | 2,22±0,0                         | -24,45±0,1             | 0,27±0,0     |
| 22-ÜE            | 5,65±0,0 | 30,63±0,4    | 27,89±0,8           | 28,22±0,7 | 0,43±0,6 | 0,43±0,0 | 0,99 | 56,11           | 56,54           | 65,70±0,0   | 1,81±0,0                         | -23,79±0,2             | 0,21±0,0     |
| 23-ÜE            | 4,98±0,0 | 217,26±1,2   | 31,48±0,3           | 28,85±0,8 | 0,00±0,0 | 0,00±0,0 | 1,09 | 60,32           | 60,32           | 72,65±0,1   | 2,36±0,0                         | -23,50±0,1             | 0,91±0,0     |
| 24-ÜE            | 5,59±0,0 | 11,69±0,4    | 31,97±0,4           | 29,62±1,0 | 0,00±0,0 | 0,00±0,0 | 1,08 | 61,59           | 61,59           | 76,95±0,1   | 3,30±0,0                         | -24,29±0,1             | 1,64±0,0     |

**Çizelge 4.2 : Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları.**

| Pekmez<br>Örneği | pH       | HMF<br>mg/kg | Şeker Bileşenleri % |           |           |           |      |                 |                 | °Briks<br>% | Elektrik<br>İletkenliği<br>µs/cm | δ <sup>13</sup> C<br>‰ | Protein<br>% |
|------------------|----------|--------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------|-----------------|-----------------|-------------|----------------------------------|------------------------|--------------|
|                  |          |              | Fruktoz             | Glikoz    | Sakkaroz  | Maltoz    | F/G  | İnvert<br>Şeker | Toplam<br>Şeker |             |                                  |                        |              |
| 1-KG             | 4,76±0,0 | 17,10±0,2    | 9,00±0,8            | 12,98±1,2 | 0,91±0,0  | 23,52±0,3 | 0,69 | 21,98           | 46,41           | 81,60±0,0   | 0,21±0,0                         | -8,88±0,1              | 0,35±0,0     |
| 2-KG             | 4,88±0,0 | 205,88±0,5   | 17,54±0,7           | 14,35±0,0 | 9,85±0,7  | 7,51±0,7  | 1,22 | 31,89           | 49,24           | 72,55±0,1   | 2,90±0,0                         | -19,00±0,0             | 1,08±0,1     |
| 3-KG             | 4,58±0,0 | 482,85±0,3   | 18,32±1,0           | 18,74±0,6 | 1,55±0,1  | 13,40±1,0 | 0,98 | 37,06           | 52,00           | 77,50±0,0   | 1,15±0,0                         | -12,86±0,1             | 0,38±0,0     |
| 4-KG             | 5,53±0,0 | 10,82±0,2    | 20,80±1,3           | 17,21±1,3 | 12,96±1,2 | 0,49±0,7  | 1,21 | 38,01           | 51,45           | 72,30±0,0   | 4,68±0,0                         | -23,95±0,1             | 1,62±0,1     |
| 5-KG             | 5,30±0,0 | 0,32±0,4     | 19,09±0,1           | 14,80±0,1 | 16,61±0,0 | 0,00±0,0  | 1,29 | 33,89           | 50,49           | 73,45±0,1   | 4,69±0,0                         | -24,05±0,1             | 1,81±0,0     |
| 6-KG             | 5,53±0,0 | 23,14±0,2    | 17,54±0,1           | 17,36±0,1 | 4,71±0,0  | 8,43±0,1  | 1,01 | 34,90           | 48,04           | 75,30±0,0   | 3,35±0,0                         | -18,75±0,1             | 1,35±0,1     |
| 7-KE             | 5,34±0,0 | 10,69±0,2    | 20,35±0,4           | 15,63±0,2 | 16,10±0,2 | 0,00±0,0  | 1,30 | 35,97           | 52,07           | 74,30±0,0   | 4,64±0,0                         | -24,40±0,1             | 1,92±0,1     |
| 8-KE             | 5,25±0,0 | 39,99±0,1    | 22,33±0,0           | 14,55±1,0 | 13,33±0,2 | 0,00±0,0  | 1,54 | 36,88           | 50,21           | 76,70±0,0   | 4,83±0,0                         | -24,90±0,0             | 2,47±0,1     |
| 9-KE             | 5,49±0,0 | 18,57±0,3    | 32,64±0,2           | 29,43±2,2 | 0,97±1,4  | 0,00±0,0  | 1,11 | 62,06           | 63,03           | 81,50±0,0   | 3,46±0,0                         | -22,39±0,0             | 0,76±0,0     |
| 10-KE            | 5,21±0,0 | 21,51±0,1    | 16,44±0,0           | 9,12±0,8  | 25,61±0,4 | 0,00±0,0  | 1,81 | 25,55           | 51,16           | 72,85±0,1   | 4,23±0,0                         | -23,56±0,1             | 1,88±0,1     |
| 11-KE            | 5,58±0,0 | 12,96±0,1    | 17,52±0,4           | 10,61±0,4 | 24,18±0,1 | 0,00±0,0  | 1,65 | 28,13           | 52,31           | 73,55±0,1   | 4,44±0,0                         | -24,82±0,1             | 2,23±0,0     |
| 12-KE            | 5,31±0,0 | 12,76±0,2    | 18,97±0,0           | 18,66±0,1 | 7,97±0,1  | 8,61±0,3  | 1,02 | 37,63           | 54,20           | 76,20±0,0   | 2,43±0,0                         | -18,42±0,1             | 0,75±0,1     |
| 13-KE            | 5,20±0,0 | 19,45±0,1    | 17,60±0,2           | 12,68±0,0 | 20,72±0,3 | 0,00±0,0  | 1,39 | 30,28           | 51,00           | 73,55±0,1   | 4,56±0,0                         | -24,78±0,0             | 1,75±0,1     |

**Çizelge 4.3 : Dut pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları.**

| Pekmez<br>Örneği | pH       | HMF<br>mg/kg | Şeker Bileşenleri % |           |           |           |      |                 |                 | °Briks<br>% | Elektrik<br>İletkenliği<br>µs/cm | δ <sup>13</sup> C<br>‰ | Protein<br>% |
|------------------|----------|--------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------|-----------------|-----------------|-------------|----------------------------------|------------------------|--------------|
|                  |          |              | Fruktoz             | Glikoz    | Sakkaroz  | Maltoz    | F/G  | İnvert<br>Şeker | Toplam<br>Şeker |             |                                  |                        |              |
| 1-DG             | 4,09±0,0 | 773,51±0,4   | 13,86±0,6           | 20,39±1,2 | 0,00±0,0  | 20,40±1,4 | 0,68 | 34,25           | 54,65           | 81,50±0,0   | 0,18±0,0                         | -9,78±0,1              | 0,14±0,0     |
| 2-DG             | 5,25±0,0 | 37,27±0,3    | 23,01±0,9           | 21,69±0,4 | 17,69±1,1 | 0,48±0,7  | 1,06 | 44,70           | 62,86           | 78,35±0,1   | 2,72±0,0                         | -22,55±0,1             | 1,36±0,0     |
| 3-DG             | 5,08±0,0 | 82,40±0,3    | 27,08±0,2           | 21,12±0,6 | 5,96±0,1  | 0,00±0,0  | 1,28 | 48,19           | 54,15           | 76,20±0,0   | 3,43±0,0                         | -20,32±0,0             | 2,03±0,0     |
| 4-DG             | 5,58±0,0 | 17,44±0,3    | 17,87±0,1           | 20,00±0,2 | 0,00±0,0  | 11,21±0,1 | 0,89 | 37,87           | 49,08           | 72,90±0,0   | 2,82±0,0                         | -19,91±0,1             | 2,27±0,1     |
| 5-DG             | 5,41±0,0 | 23,09±0,2    | 32,94±0,0           | 27,11±0,5 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,22 | 60,04           | 60,04           | 75,35±0,1   | 3,18±0,0                         | -22,54±0,0             | 1,56±0,0     |
| 6-DE             | 5,49±0,0 | 17,59±0,3    | 25,27±0,2           | 25,93±0,3 | 0,86±0,3  | 0,00±0,0  | 0,97 | 51,20           | 52,06           | 73,15±0,1   | 4,81±0,0                         | -23,71±0,1             | 1,99±0,1     |
| 7-DE             | 5,02±0,0 | 220,21±0,3   | 29,03±0,5           | 20,64±1,6 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,41 | 49,67           | 49,67           | 73,00±0,0   | 4,55±0,0                         | -22,43±0,1             | 2,46±0,1     |
| 8-DE             | 5,25±0,0 | 18,91±0,2    | 30,63±0,0           | 28,73±0,0 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,07 | 59,36           | 59,36           | 74,50±0,0   | 3,70±0,0                         | -23,68±0,1             | 2,79±0,1     |
| 9-DE             | 4,75±0,0 | 45,54±0,3    | 31,14±0,3           | 28,10±0,0 | 0,00±0,0  | 0,00±0,0  | 1,11 | 59,24           | 59,24           | 76,05±0,1   | 3,22±0,0                         | -22,61±0,1             | 1,52±0,1     |
| 10-DE            | 5,33±0,0 | 12,80±0,3    | 20,12±0,5           | 23,00±1,2 | 0,00±0,0  | 7,28±0,9  | 0,88 | 43,11           | 50,39           | 74,30±0,0   | 2,89±0,0                         | -15,47±0,1             | 0,69±0,1     |

**Çizelge 4.4 : Andız pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları.**

| Pekmez<br>Örneği | pH       | HMF<br>mg/kg | Şeker Bileşenleri % |           |           |           |      |                 |                 | °Briks<br>% | Elektrik<br>İletkenliği<br>µs/cm | $\delta^{13}\text{C}$<br>‰ | Protein<br>% |
|------------------|----------|--------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------|-----------------|-----------------|-------------|----------------------------------|----------------------------|--------------|
|                  |          |              | Fruktoz             | Glikoz    | Sakkaroz  | Maltoz    | F/G  | İnvert<br>Şeker | Toplam<br>Şeker |             |                                  |                            |              |
| 1-AG             | 5,12±0,0 | 153,15±0,5   | 18,70±1,8           | 17,32±0,1 | 18,11±1,7 | 0,00±0,0  | 1,08 | 36,02           | 54,13           | 75,10±0,0   | 6,01±0,0                         | -22,82±0,1                 | 0,85±0,0     |
| 2-AG             | 5,32±0,0 | 20,32±0,3    | 21,90±0,1           | 25,62±0,2 | 2,23±0,0  | 0,00±0,0  | 0,85 | 47,52           | 49,74           | 73,05±0,1   | 6,96±0,0                         | -21,52±0,0                 | 0,41±0,0     |
| 3-AG             | 5,40±0,0 | 18,28±0,3    | 22,49±0,3           | 25,38±0,5 | 0,62±0,9  | 0,00±0,0  | 0,89 | 47,87           | 48,49           | 73,00±0,0   | 6,97±0,0                         | -21,83±0,0                 | 0,69±0,0     |
| 4-AE             | 5,34±0,0 | 40,71±0,4    | 21,54±1,2           | 22,67±0,3 | 3,63±1,4  | 0,00±0,0  | 0,95 | 44,21           | 47,84           | 72,90±0,0   | 6,17±0,0                         | -21,98±0,1                 | 1,05±0,1     |
| 5-AE             | 5,19±0,0 | 24,57±0,3    | 17,85±0,2           | 17,07±0,2 | 8,62±0,2  | 12,45±0,1 | 1,05 | 34,92           | 55,98           | 78,15±0,1   | 1,80±0,0                         | -12,93±0,1                 | 0,52±0,0     |
| 6-AE             | 4,80±0,0 | 0,08±0,1     | 8,01±0,1            | 10,09±0,2 | 0,00±0,0  | 17,37±0,4 | 0,79 | 18,10           | 35,47           | 69,05±0,1   | 1,81±0,0                         | -11,55±0,1                 | 1,68±0,0     |
| 7-AE             | 5,36±0,0 | 30,66±0,3    | 22,29±0,1           | 20,57±0,1 | 5,24±0,0  | 0,00±0,0  | 1,08 | 42,86           | 48,10           | 72,40±0,0   | 6,93±0,0                         | -21,61±0,1                 | 0,32±0,0     |

**Çizelge 4.5 : Pancar pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları.**

| Pekmez<br>Örneği | pH       | HMF<br>mg/kg | Şeker Bileşenleri % |           |           |           |      |                 |                 | °Briks<br>% | Elektrik<br>İletkenliği<br>µs/cm | δ <sup>13</sup> C<br>‰ | Protein<br>% |
|------------------|----------|--------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------|-----------------|-----------------|-------------|----------------------------------|------------------------|--------------|
|                  |          |              | Fruktoz             | Glikoz    | Sakkaroz  | Maltoz    | F/G  | İnvert<br>Şeker | Toplam<br>Şeker |             |                                  |                        |              |
| 1-PG             | 4,39±0,0 | 269,97±0,3   | 15,09±0,2           | 13,95±0,4 | 27,07±1,3 | 0,00±0,0  | 1,08 | 29,04           | 56,10           | 69,40±0,0   | 3,51±0,0                         | -23,69±0,0             | 1,66±0,0     |
| 2-PG             | 4,50±0,0 | 541,00±0,8   | 16,59±0,2           | 15,76±0,1 | 22,18±0,3 | 0,00±0,0  | 1,05 | 32,35           | 54,53           | 72,15±0,1   | 3,17±0,0                         | -23,71±0,1             | 3,65±0,0     |
| 3-PG             | 4,20±0,0 | 807,91±0,2   | 17,80±0,5           | 17,53±0,4 | 22,05±0,7 | 0,00±0,0  | 1,02 | 35,33           | 57,37           | 74,05±0,1   | 2,60±0,0                         | -23,58±0,0             | 1,71±0,0     |
| 4-PG             | 5,48±0,0 | 28,04±0,1    | 15,81±0,4           | 21,59±0,4 | 0,00±0,0  | 13,11±0,1 | 0,73 | 37,39           | 50,50           | 73,60±0,0   | 2,48±0,0                         | -12,01±0,1             | 1,86±0,1     |
| 5-PE             | 4,38±0,0 | 61,79±0,3    | 17,62±0,5           | 19,79±0,8 | 0,00±0,0  | 14,64±3,1 | 0,89 | 37,41           | 52,04           | 73,40±0,0   | 0,50±0,0                         | -11,42±0,1             | 0,25±0,0     |
| 6-PE             | 4,47±0,0 | 400,83±0,3   | 16,94±0,1           | 16,87±0,1 | 27,12±0,1 | 0,00±0,0  | 1,00 | 33,81           | 60,93           | 78,15±0,1   | 3,40±0,0                         | -23,95±0,1             | 2,12±0,0     |
| 7-PE             | 4,15±0,0 | 643,04±0,1   | 16,15±0,1           | 17,97±0,1 | 10,07±0,1 | 6,95±0,1  | 0,90 | 34,12           | 51,13           | 67,00±0,0   | 1,27±0,0                         | -11,72±0,1             | 1,03±0,0     |

**Çizelge 4.6 : Elma/Armut pekmezi örneklerinin analiz sonuçlarının ortalamaları.**

| Pekmez<br>Örneği | pH       | HMF<br>mg/kg | Şeker Bileşenleri % |           |          |          |      |                 |                 | °Briks<br>% | Elektrik<br>İletkenliği<br>µs/cm | δ <sup>13</sup> C<br>‰ | Protein<br>% |
|------------------|----------|--------------|---------------------|-----------|----------|----------|------|-----------------|-----------------|-------------|----------------------------------|------------------------|--------------|
|                  |          |              | Fruktoz             | Glikoz    | Sakkaroz | Maltoz   | F/G  | İnvert<br>Şeker | Toplam<br>Şeker |             |                                  |                        |              |
| 1-EG             | 3,94±0,0 | 1896,68±22,9 | 25,27±0,5           | 24,47±2,2 | 0,00±0,0 | 0,00±0,0 | 1,04 | 49,74           | 49,74           | 67,40±0,0   | 2,79±0,0                         | -23,51±0,0             | 0,60±0,1     |
| 2-EG             | 3,68±0,0 | 235,39±1,3   | 17,41±0,0           | 22,62±1,2 | 0,00±0,0 | 9,89±0,0 | 0,77 | 40,02           | 49,91           | 74,80±0,0   | 1,14±0,0                         | -11,36±0,1             | 0,37±0,1     |
| 3-EG             | 3,50±0,0 | 2243,72±14,1 | 23,78±3,6           | 14,54±1,4 | 0,00±0,0 | 0,00±0,0 | 1,63 | 38,32           | 38,32           | 54,05±0,1   | 1,61±0,0                         | -22,51±0,1             | 0,51±0,0     |
| 4-ArG            | 4,39±0,0 | 141,03±0,9   | 36,81±0,5           | 16,78±0,4 | 5,00±0,1 | 0,00±0,0 | 2,19 | 53,58           | 58,58           | 67,75±0,1   | 2,91±0,0                         | -24,41±0,1             | 1,42±0,1     |
| 5-ArG            | 4,28±0,0 | 626,51±11,5  | 36,35±0,5           | 19,79±0,3 | 1,30±0,2 | 1,36±0,7 | 1,84 | 56,14           | 58,80           | 76,00±0,0   | 2,84±0,0                         | -23,53±0,0             | 1,16±0,0     |
| 6-ArG            | 4,45±0,0 | 400,61±1,9   | 30,77±0,6           | 17,22±0,1 | 5,65±0,2 | 0,00±0,0 | 1,79 | 47,98           | 53,63           | 65,55±0,1   | 2,97±0,0                         | -24,30±0,0             | 0,82±0,0     |

#### 4.1.1 Pekmez örneklerinin pH değerleri

Pekmez örneklerinin pH değeri meyvenin çeşidine, cinsine, hasat edildiği zamana, iklime, yetiştiği toprağın özelliklerine, şıranın kestirilmesi sırasında kullanılan asitlik düzenleyici miktarına ve çeşidine bağlı olarak değişmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliğine göre pH değeri 5,0-6,0 arasında olan pekmezler tatlı, 3,5-5,0 arasında olan pekmezler ekşi olarak gruplandırılmaktadır. TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı'na göre ise bu limitler tatlı pekmez için 4,90-6,0, ekşi pekmez için 3,50-4,90 (hariç) aralığıdır. Analiz edilen 24 üzüm pekmezi örneğinin 12 tanesi geleneksel yöntemlerle üretilmiş olup pH değerleri 4,06 ile 5,71 arasındadır. 12 endüstriyel üzüm pekmezi örneğinin pH değerleri ise 4,86 ile 5,65 aralığında bulunmuştur. Üzüm Pekmezi Tebliği baz alınırsa analiz edilen geleneksel üretim yöntemi ile üretilmiş pekmezlerin 7'si ekşi, 5'tatlı olarak gruplandırılırken, TS 3792 standardına göre 4'ü ekşi, 8 tanesi tatlı pekmez grubundadır. Endüstriyel pekmez örnekleri Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'ne göre gruplandırıldığında 12 pekmez örneğinin 2 tanesi ekşi grupta yer alırken TS 3792 standardına göre 1 pekmez örneği ekşi grupta yer almaktadır. Türkben ve diğ. (2015) farklı üzüm çeşitleri ile yapılan pekmezlerle ilgili araştırmalarında pH değerlerini 3,59-5,23 arasında bulmuşlardır. Kaya ve diğ. (2012)'nin çalışmasında ise üzüm pekmezi örneklerinin pH değeri 4,40 ve 5,78 arasında bulunmuştur. Ülkemizde çok fazla üzüm çeşidi bulunması ve şıranın kestirilmesi sırasında kullanılan pekmez toprağının ya da  $\text{CaCO}_3$ 'ın çeşidi ve miktarının bu farklılıkta büyük öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Çizelge 4.1'de verilen üzüm pekmezi pH değerleri ile Kaya ve diğ. (2012)'nin ve Türkben ve diğ. (2015)'nin bulgularının uyumlu olduğu görülmektedir.

TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standardında keçiboynuzu pekmezinin pH değerinin 4,5 ile 6,0 arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Analiz edilen 13 adet pekmez örneğinin 6 tanesi geleneksel yöntemle üretilmiş olup pH değerleri 4,58 ile 5,53 arasındadır. 7 adet endüstriyel keçiboynuzu pekmezi örneğinin pH değeri ise 5,20 ve 5,58 aralığındadır. Tüm keçiboynuzu pekmezi örneklerinin pH değeri TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standardı'nda verilen limitlere uygundur. Şimşek ve Artık (2002)'in keçiboynuzu pekmezi üzerine yaptıkları çalışmada pH değerleri 5,31 ve 5,40 arasında bulunmuştur. Tetik ve diğ. (2010)'nin çalışmasında keçiboynuzu pekmezinin ortalama pH değeri 5,16 olarak bildirilmiştir. Çalışmada elde edilen ortalama pH

değeri Şimşek ve Artık (2002) ve Tetik ve diğ. (2010)'nin bulguları ile benzer olmakla birlikte düşük pH değerlerinin şıranın kestirilmesi aşaması ile ilgili olabileceği veya bu pekmezlerde tağşiş bulgularına rastlanması nedeniyle dışarıdan katkı maddesi veya farklı pekmez çeşidinin eklenmesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

TS 12001 Dut Pekmezi Standardına göre dut pekmezinin pH değeri 5,0 ile 6,0 arasında olmalıdır (TS 12001, 1996). Analiz edilen 10 dut pekmezi örneğinin 5'i geleneksel üretim metodu ile üretilen örnekler olup pH değerleri 4,09 ile 5,58 aralığındadır. 5 endüstriyel dut pekmezi örneğinin pH değerleri ise 4,75 ile 5,49 aralığındadır. Her iki gruptan birer adet olmak üzere toplam 2 dut pekmezi örneği TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'nda pH için belirtilen limit değerinin altındadır. Akbulut ve diğ. (2006), yaptıkları çalışmada pekmez yapımında kullanılan dutun çeşidine bağlı olarak pH'da önemli farklılıklar olduğunu ve sonuçların 3,50 ile 6,01 arasında ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Karataş ve Şengül (2018)'ün çalışmasında ise 15 farklı pekmez örneğinin pH değeri 4,65 ile 5,30 arasında bulunmuştur. Şengül ve diğ. (2005)'nin yaptığı bir başka çalışmada ise dut pekmezlerinin ortalama pH değeri 5,15 olarak verilmiştir. Buna göre Çizelge 4.3'te verilen araştırma sonuçları ile Akbulut ve diğ. (2006), Karataş ve Şengül (2018), Şengül ve diğ. (2005)'nin bulguları uyum içersindedir.

İzgi (2011), ev yapımı andız pekmezi ile ilgili çalışmasında örneklerin pH değerlerini 4,87 ile 5,94 arasında bulmuş ve ortalama pH değerini 5,20 olarak bildirmiştir. Akbulut ve diğ. (2008)'nin yaptığı çalışmada andız pekmezinin pH'ı 5,21 olarak verilmiştir. Öziyici ve diğ. (2014)'nin 15 andız pekmezi örneği ile yaptığı çalışmada pH değerleri 4,96 ve 5,70 arasında bulunmuş ortalama pH 5,28 olarak hesaplanmıştır. Çalışmamızda 3 geleneksel üretim, 4 endüstriyel andız pekmezi örneği analiz edilmiştir. Çizelge 4.4'te görülebileceği gibi geleneksel metotla üretilen andız pekmezi örneklerinin pH'ı 5,12 ile 5,40 aralığında, endüstriyel pekmez örneklerinin pH'ı ise 4,8 ile 5,36 aralığında bulunmuştur. Çalışmada elde edilen andız pekmezi pH bulguları Akbulut ve diğ. (2008), Öziyici ve diğ. (2014) ve İzgi (2011)'nin bulguları ile paralellik göstermektedir.

Ürkek (2009), pancar pekmezinin bazı kimyasal özelliklerini incelediği çalışmasında örneklerin pH'ını 4,33 ve 5,06 arasında bulmuş ve ortalama pH'ı 4,79 olarak bildirmiştir. Yıldırım (2008) yılında 30 pancar pekmezi örneği ile yaptığı çalışmada pH değerlerinin 4,12 ve 4,65 arasında olduğunu bildirmiş ve ortalama pH'ı 4,31 olarak

vermiştir. Çalışmamızda 4 adet geleneksel, 3 adet de endüstriyel pancar pekmezi örneği analizlenmiştir. Buna göre geleneksel yöntem ile üretilen pekmezlerin pH aralığı 4,20 ile 5,48 arasında, endüstriyel pekmez örneklerinin pH aralığı 4,15 ile 4,47 arasındadır. Çizelge 4.5'te verilmiş olan bulgular, Ürkek (2009) ve Yıldırım (2008)'in çalışmaları ile benzerlik taşımaktadır.

Koca ve Karadeniz (2009)'in elma pekmezleri ile yaptıkları çalışmada pH değerlerini 3,04 ve 4,58 arasında bulmuş ve ortalama pH'ın ise 3,76 olduğunu bildirmişlerdir. Bulantekin (2014) çalışmasında elma meyvesinin pH'ını 4,04 olarak ölçmüş elde edilen pekmez örneklerinin pH aralıklarının 5,43 ile 5,65, ortalama pH'ın 5,56 olduğunu bildirmiştir. Karadeniz (1999)'in çalışmasında armut sularının pH değerinin 3,84 ve 4,52 arasında olduğu, ortalama pH'ın ise 4,16 olduğu bildirilmiştir. Koca ve diğ. (2007), Karadeniz bölgesinde üretilen çeşitli pekmezlerle yaptıkları bir çalışmada elma pekmezinin pH değerini 3,86 ve 4,58 aralığında bulmuş ve ortalama pH değerini 4,13 olarak vermişlerdir. Aynı çalışmada armut pekmezinin pH değeri 4,34 ve 4,68 aralığında bulunmuş ve ortalama pH 4,55 olarak verilmiştir. Tez çalışmamızda geleneksel yöntem ile üretilmiş 3 adet elma ve 3 adet armut pekmezi analizlenmiş, endüstriyel elma ve armut pekmezi bulunamamıştır. Elma pekmezlerinin pH değerleri 3,50 ile 3,94 arasında olup ortalama pH'ı 3,71, armut pekmezlerinin pH değerleri 4,28 ile 4,45 arasında olup ortalama pH 4,37 olarak bulunmuştur. Armut pekmezi için elde edilen bulguların Karadeniz (1999) ile Koca ve diğ. (2007)'nin çalışmaları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Elma pekmezi sonuçları, Koca ve Karadeniz (2009), Bulantekin (2014) ve Koca ve diğ. (2007)'nin değerleri aralığında olsa da genel olarak bir miktar düşüktür. Bunun sebebinin örneklerin koku ve fiziksel görünüşü de dikkate alındığında fermente olup asitliğinin artması olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca taşış yapıldığı düşünülen pekmez örneklerinin asitliğinin ayarlanması için dışarıdan eklenen katkıların da pH değerinde değişikliğe neden olabileceği varsayılmaktadır.

#### **4.1.2 Pekmez örneklerinin °briks değerleri**

°Briks, ışığın farklı ortamlarda kırılması prensibine dayanarak bir çözeltideki suda çözünen madde miktarını hesaplamada kullanılan bir ölçü birimidir. Pekmez için bu bileşenlerin büyük çoğunluğu şekerler olmakla birlikte °briks değerine etki eden pektin, mineral, vitamin gibi başka bileşenler de vardır (Balsom ve Lynch, 2008). Pekmez üretiminde durultma ve filtrasyon işlemleri sırasında, pekmez toprağı veya

başka bir durultma ajanı kullanılması ve en önemlisi evaporasyon amacıyla uygulanan kaynatma işleminin süresinin pekmezin °briks (suda çözünür katı madde) değerine etkisi büyüktür (İzgi, 2011). Çalışmada analizlenen tüm pekmez örnekleri sıvı pekmez kategorisindedir.

Geleneksel üretim yöntemi ile üretilmiş 12 üzüm pekmezi örneğinin °briks değerleri 60,05 ile 77,95 aralığında, endüstriyel üretim 12 üzüm pekmezinin °briks değerleri 62,70 ile 82,10 aralığında bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği ve TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı'na göre sıvı üzüm pekmezlerinde °briks en az %68 olmalıdır. Geleneksel ve endüstriyel üretim pekmez örneklerinin 4'er tanesi ilgili tebliğ ve standarda uymamaktadır. Kaya ve diğ. (2012), 10 adet ticari ve 2 adet ev yapımı sıvı pekmez örneği ile yaptıkları çalışmada °briks değerlerinin 69,1-74,4 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Üstün ve Tosun (1997) çalışmalarında market ve bakkallardan temin ettikleri 11 adet üzüm pekmezi örneklerinin °briks değerinin 68,60 ve 78,30 arasında belirlendiğini bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgular Kaya ve diğ. (2012) ile Üstün ve Tosun (1997)'un çalışma verileri ile büyük oranda benzerlik taşımakla birlikte daha düşük ve yüksek °briks değerlerine sahip örnekler de mevcuttur.

Geleneksel üretim yöntemi ile üretilmiş 6 keçiboynuzu pekmezi örneğinin °briks değerleri 72,3 ile 81,60 aralığında, endüstriyel üretim 7 keçiboynuzu pekmezinin °briks değerleri 72,95 ile 81,50 aralığında bulunmuştur. TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standardı'na göre keçiboynuzu pekmezinin °briksinin en az %70 olması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre çalışmada analizlenen tüm keçiboynuzu pekmezi örnekleri standartta belirtilen limite uymaktadır. Yaman (2019) çalışmasında keçiboynuzu pekmezlerine ait °briks değerlerini 73,0-76,8 aralığında ve ortalama 73,4 olarak, Şimşek ve Artık (2002) çalışmasında keçiboynuzu pekmezlerine ait °briks değerlerini 71,2-72,3 aralığında bulmuş, Yiğit (2016) çalışmasında keçiboynuzu pekmezinin °briks değerini 72,0 olarak vermiştir. Çalışmamızda kullanılan keçiboynuzu pekmezi örneklerinin °briks içerikleri Şimşek ve Artık (2002), Yaman (2019) ve Yiğit (2016)'nın çalışma bulgularından bir miktar yüksek bulunmuştur.

Çalışmada analizlenen 5 adet geleneksel üretim dut pekmezinin °briks değeri 72,9 ile 81,5 aralığında, endüstriyel üretim 5 dut pekmezinin °briks değeri 73,0 ile 76,05 aralığında ölçülmüştür. TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'na göre tip 1 dut pekmezinin °briks değerinin en az %72, tip 2 dut pekmezinin °briks değerinin en az %65 olması

gerektiği belirtilmektedir. Buna göre çalışmada analizlenen tüm dut pekmezi örnekleri standarda uygun olup ihtiva ettiği kuru maddeye göre tip 1 sınıfına girmektedir. şimşek ve Artık (2002) araştırmalarında dut pekmezi örneklerinin 65,7 ve 67,0  briks aralığında olduğunu, Karataş ve şengül (2018) ise çalışmalarında farklı dut  eşitleri ile yapılmış pekmezlerin  briks değerinin 71,3 ve 82,1 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Akbulut ve diğ. (2007), yaptıkları çalışmada dut pekmezinin  briks değerini 72,0 olarak vermişlerdir. Çalışmamızda elde edilen bulgular şimşek ve Artık (2002)'ın bulgularından yüksek, Akbulut ve diğ. (2007) ile Karataş ve şengül (2018)' n bulguları ile uyum içindedir. şimşek ve Artık (2002)'ın çalışmalarında verilen düşük ve dar aralıklı  briks değerlerinin sebebinin analiz edilen örneklerin laboratuvar ortamında vakum yöntemiyle ve muhtemelen tek veya birkaç çeşit dut kullanılarak üretilmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tez çalışmasında analizlenen örnekler ise farklı üreticilerden ve farklı coğrafyalardan temin edildiğinden sonuçlar daha geniş bir aralığa yayılmıştır.

Geleneksel yöntem ile üretilmiş 3 andız pekmezi örneğinin  briks aralığı 73,0 ile 75,1, endüstriyel 4 andız pekmezi örneğinin  briks aralığı 69,05 ile 78,15 olarak bulunmuştur. Akıncı ve diğ. (2004)'nin çalışmasında andız pekmezinin  briks değeri 72,9 olarak verilmiştir. İzgi (2011), Anamur yöresinden topladığı geleneksel yöntemlerle üretilmiş andız pekmezi örnekleri üzerinde yaptığı çalışmada  briks değerlerini 61,5 ile 79,2 arasında bulmuştur.  ziyici ve diğ. (2014)'nin çalışmasında örneklerin  briks değerleri 67,6 ve 78,0 aralığında ölçülmüştür. Çalışmamızda elde edilen veriler, Öziyici ve diğ. (2014) ile Akıncı ve diğ. (2004)'nin sonuçları ile uyumlu, İzgi (2011)'nin bulgularından ise yüksektir. Bunun nedeninin örneklerin üretim ve durultma yöntemi ile koyulaştırma süresi arasındaki farktan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (İzgi, 2011).

Analizlenen 4 geleneksel üretim pancar pekmezi örneğinin  briksi 69,4 ve 74,05 aralığında, 3 endüstriyel örneğin  briksi 67,0 ve 78,15 aralığında bulunmuştur.  rkek (2009) 6 pancar pekmezi  rneği ile yaptığı çalışmasında örneklerin  briksini 68,5 ile 74,7 aralığında bulmuştur. Yıldırım (2008), 30 pancar pekmezi  rneği ile yaptığı çalışmada  briks değerlerinin 72,6 ile 78,0 arasında olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler genel olarak ürkek (2009) ve Yıldırım (2008)'ın verileri ile uyum içerisindedir.

Geleneksel üretim 3 elma pekmezi örneğinin °briksi 54,05 ve 74,8 aralığında, ortalama °briks 65,42, geleneksel üretim 3 armut pekmezi örneğinin °briksi 65,55 ve 76,0 aralığında, ortalama °briks 69,71'dir. Bulantekin (2014), açık kazan yöntemi ile üretilmiş elma pekmezinin °briksini 70,8, vakum yöntemi ile üretilen elma pekmezinin °briksini 71,4 olarak bulmuştur. Koca ve diğ. (2007), çalışmalarında elma pekmezinin °briks değerini 65,0 ve 78,0 aralığında ve ortalama °briksi 69,8, armut pekmezinin °briks değerini 68,2 ve 79,4 aralığında ve ortalama °briksi 74,1 olarak ölçmüşlerdir. Armut pekmezi örneklerinden elde edilen sonuçlar Koca ve diğ. (2007)'nin sonuçlarından daha düşük, elma pekmezi örneklerinden elde edilen veriler ise Bulantekin (2014) ile Koca ve diğ. (2007)'nin bulgularından daha yüksektir. Çok büyük olmayan bu farkların, geleneksel üretimde koyulaştırma işlemlerinin sıcaklık ve sürelerinin farklı olması ile açıklanabilmektedir.

Çalışmada elde edilen bazı örneklerin °briks değerlerinin tebliğ ve standartta yer alan limitlerden ve literatürdeki bulgulardan farklı olmasının sebeplerinin yetersiz durultma, filtrasyon işlemleri ile yüksek sıcaklıkta ve uzun süreli veya yetersiz kaynatmaya bağlı olarak kontrolsüz koyultma aşaması olabileceği düşünülmektedir. Endüstriyel üretim yapan özellikle küçük ve orta ölçekli bazı işletmelerin denetlenmesi hususundaki yetersizlikler ve modern metotlar yerine geleneksel yöntemler kullanılması sonucu endüstriyel pekmez örneklerinde de yüksek °briks değerlerine rastlanabilmektedir. Ayrıca Yaman (2019) tarafından yapılan çalışmada, glikoz şurubu ile yapılan tağşişlerin üzüm ve keçiyoynuzu pekmezlerinde °briks değerini arttırdığı, dut pekmezinde ise azalttığı belirtilmektedir. Bu durumun tağşiş tespit edilen 4-ÜG, 5-ÜG, 1-KG ve 3-KG gibi bazı örneklerin yüksek °briks değerleri ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. 3-EG numaralı elma pekmezi örneği parçacıklı ve jelimsi yapıda olmasına rağmen °briks değeri %54,05 olarak ölçülmüştür. Bunun sebebinin yetersiz durultma nedeniyle ortamdaki pektinin uzaklaştırılamaması ve ortamdaki asit ile birleşen pektinin jel oluşturması olabileceği düşünülmektedir.

#### **4.1.3 Pekmez örneklerinin protein değerleri**

Pekmezlerin protein kaynağı meyveler olduğu için pekmez yapımında kullanılan meyvenin çeşidi ve hatta cinsi protein miktarının en belirleyici etkenidir. Proteinler, pektin ve polifenoller gibi sırada bulanıklığa neden olan maddelerin süspansiyon oluşturmasını sağlarlar ve son ürünün kalitesini olumsuz etkilememeleri için asitliği

giderilmiş şıraya tanen-jelatin ilave edilerek durultma ve sonrasında filtrasyon işlemleri ile şıradan uzaklaştırılırlar (Batu ve Gök, 2006; Genç, 2017). Bu nedenle pekmezin protein oranı işlenen meyvenin protein oranından daha düşüktür. Türk Gıda Kodeksi ve Türk Standartları'nda pekmezin protein içeriği ile ilgili bir düzenleme bulunmamaktadır.

Çalışma sonucunda, 12 adet geleneksel üretim pekmez örneğinin protein içeriği %0,19 ile %1,20 arasında, 12 adet endüstriyel üretim pekmez örneğinin protein içeriği %0,21 ile %1,64 arasında bulunmuştur. Kayahan (1982)'ın üzüm pekmezi üzerine yaptığı çalışmada protein değeri %0,63, Zile pekmezi üzerine yaptığı çalışmada protein oranı %1,07 olarak verilmiştir (Üstün ve Tosun, 1997). Yiğit (2016) tarafından yapılan çalışmada, üzüm pekmezinin protein içeriği %0,92, Üstün ve Tosun (2002)'un çalışmasında ise %2,42 olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen verilerin ortalaması Kayahan (1982)'nın üzüm pekmezi sonucundan yüksek, Yiğit (2016)'ın değeri ile benzerdir. Kayahan (1982) ile Üstün ve Tosun (2002)'nin Zile pekmezi ile yaptıkları çalışmada elde ettikleri protein sonucundan düşük değerler elde edilmesi Zile pekmezinin üretiminde, yumurta akı, çöven, bal gibi bileşenlerin katılması ile protein içeriğinin yükselmiş olabileceği düşünülmektedir. Bunun dışında farklı fenotipte üzüm kullanılması, üretim yöntemi ve hileli ürünlerin üzüm pekmezi olarak satılmış olması da protein farklılıklarının nedeni olabilmektedir.

Analiz edilen 6 geleneksel üretim keçiyoynuzu pekmezinin protein içeriği %0,35 ile %1,81 arasında, endüstriyel üretim 7 keçiyoynuzu pekmezinin protein içeriği ise %0,75 ile %2,47 arasında tespit edilmiştir. Şengül ve diğ. (2007), çalışmalarında keçiyoynuzu meyvesinin protein oranının %3,0 civarında olduğunu, keçiyoynuzu meyvesinden yapılan pekmezin de %0,33 oranında protein içerdiğini bildirmişlerdir. Tetik ve diğ. (2010)'nin çalışmasında keçiyoynuzu pekmezinin protein değeri %1,18 olarak verilmiştir. Gübbük ve diğ. (2016)'nin keçiyoynuzu meyvesi üzerinde yaptıkları çalışmada, meyvenin %4,45 oranında protein içerdiği, özellikle tohumunun embriyo kısmının proteince zengin olduğu, bununla birlikte 18 farklı amino asit içerdiği bilgisi verilmektedir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Tetik ve diğ. (2010)'nin çalışma bulgularına benzer, Şengül ve diğ. (2007)'nin bulgularından yüksektir. Üretim aşamasındaki kayıplar, pekmez yapımında kültür veya yabani meyve tercihi ile yapılan tağşişlerin, analiz bulguları ve literatür arasındaki farklılıkların sebebi olabileceği düşünülmektedir.

Dut pekmezi örneklerinin analizi sonucu 5 adet geleneksel üretim pekmez örneğinin protein içeriği %0,14 ile %2,27, endüstriyel örneklerin protein içeriği ise %0,69 ile %2,79 arasında bulunmuştur. Daha önce dut pekmezi örnekleri üzerinde yapılmış çalışmalara bakıldığında Aksu ve Nas (1996) dut pekmezlerinin protein değerlerini %0,26 ve %1,28 aralığında, Karataş ve Şengül (2018) %0,98 ile %2,57 aralığında, Tosun ve Keleş (2005) ise %0,53 ve %1,24 aralığında bulmuşlardır. Şengül ve diğ. (2005) çalışmalarında dut pekmezi örneklerinin ortalama protein içeriğinin %0,36 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonucumuz Karataş ve Şengül (2018)'ün sonuçları ile uyumlu, Aksu ve Nas (1996), Tosun ve Keleş (2005) ve Şengül ve diğ. (2005)'nin sonuçlarından yüksektir. Üretim ve depolama sırasında yaşanan kayıplar göz önüne alınsa da çalışmamızda elde ettiğimiz %0,14 değeri, Aksu ve Nas (1996)'ın elde ettiği %0,26 değeri ile Şengül ve diğ. (2005)'nin verdiği %0,36 protein değeri, diğer çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Akbulut ve diğ. (2006)'nin farklı dut çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışma temel alındığında, dut meyvesinin protein içeriğinin %1,94 ve %2,86 arasında olduğu bildirilmekte, bu nedenle söz konusu örneklerde meyvenin az veya hiç kullanılmaması sonucu ve/veya şeker şurupları ile tatış yapılması sebebiyle protein değerlerinin çok düşük tespit edildiği düşünülmektedir.

Çalışmada analizlenen 3 adet andız pekmezi örneği %0,41 ile %0,85 arasında protein içeriğine sahipken, 4 adet endüstriyel andız pekmezi örneklerinin protein oranı ise %0,32 ile %1,68 arasında ölçülmüştür. Akıncı ve diğ. (2004), yaptığı çalışmada andız meyvesinin protein oranının %2,45, andız pekmezinin protein oranının %0,72 olduğunu bildirmişlerdir. Akbulut ve diğ. (2008), andız pekmezinin protein oranını %0,61, Özdemir ve diğ. (2004a) %0,72 olarak bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar genel olarak benzer olup farkların meyvenin ekstraksiyon aşamasından veya üretim yönteminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Analiz edilen 4 geleneksel üretim pancar pekmezi örneğinin protein değerleri %1,66 ile %3,65 aralığında, 3 endüstriyel pancar pekmezi örneğinin protein içeriği %0,25 ile %2,12 aralığında bulunmuştur. Yıldırım (2008) tarafından 30 pancar pekmezi örneği ile yapılan çalışmada, protein değerleri %2,03 ve %2,89 arasında bulunmuştur. Yücel (2012)'in çalışmasında pancar pekmezinin protein oranı %0,7 olarak bildirilmiştir. Geleneksel pancar pekmezi örneklerinin analizinden elde edilen sonuçlar ile Yıldırım (2008)'in çalışma sonuçları uyumlu, Yücel (2012)'in sonuçlarından yüksektir.

Endüstriyel pancar pekmezi örneklerinin sonuçları ise Yıldırım (2008)'in çalışma sonuçlarından düşük, Yücel (2012)'in sonuçlarından yüksektir. Pancar pekmesinin diğer analiz sonuçları da göz önüne alındığında endüstriyel pekmezlerde taşıdığı olabileceği, bu nedenle protein oranlarının düşük olduğu düşünülmektedir.

Elma pekmezi örneklerinin protein içeriği %0,37 ile %0,60 arasında, ortalaması %0,49, armut pekmezlerinin protein içeriği %0,82 ile %1,42 arasında, ortalaması %1,13 olarak tespit edilmiştir. Bulantekin (2014), açık yöntem ile üretilmiş elma pekmezlerinin protein oranını ortalama %3,08, vakum yöntemi ile üretilen elma pekmezlerinin protein oranını ise ortalama %4,04 olarak bulmuştur. Karadeniz (1999) yılında yaptığı çalışmada farklı çeşit armutlardan elde edilen armut sularının protein içeriğinin %0,96 ile %4,90 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, Bulantekin (2014) ve Karadeniz (1999)'in sonuçlarından düşük bulunmuştur. Bu farkın, meyve çeşidinden veya geleneksel üretim yönteminin standardize olmamasından ileri gelebileceği düşünülmektedir.

#### **4.1.4 Pekmez örneklerinin elektrik iletkenliği değerleri**

Gıdalarda elektrik, metallere farklı olarak elektronlar ile değil, iyonlar vasıtasıyla taşınır ve gıdanın elektrik iletkenliği pH ve °briks değeri, protein, fenolik madde, organik asit ve mineral içeriği gibi fizikokimyasal özellikleri ile yakından ilişkilidir (Lee ve diğ., 2013). Domates, portakal ve elma suları ile ilgili yapılan bir çalışmada iletkenlik değeri ve mineral içeriği yakından ilişkili bulunmuş ve en yüksek mineral içeriğine sahip domates suyunun aynı zamanda en yüksek iletkenlik değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Barbosa-Cánovas ve Lelieveld, 2016). Çeşitli meyve şaraplarının fizikokimyasal özellikleri ile elektrik iletkenliği arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmada protein, pH ve asidite ile elektrik iletkenliği arasında göreceli olarak düşük pozitif yönlü ilişki bulunurken, elektrik iletkenliği ile fenolik madde, K, P, Mg ve Ca mineralleri arasında kuvvetli pozitif yönlü ilişki bulunmuştur (Lee ve diğ., 2013). Elektrik iletkenliği 30 °brikse kadar olan konsantrasyonlarda artarken daha yüksek konsantrasyonlarda kıvam koyulaşacağından iyon hareketliliği azalmakta bu nedenle elektrik iletkenliğinde de azalma meydana gelmektedir. Sıcaklık arttıkça elektrik iletkenliği artarken, düşük pH değerine ve yüksek katı madde içeriğine sahip gıdalar elektriği daha iyi iletmektedir (Meghwal ve Goyal, 2018).

Pekmez örneklerinin elektrik iletkenliğinin ölçülmesindeki asıl amaç karbon izotop analizinin pekmezde pancar şekeri kaynaklı tağşişin tespitinde yetersiz kalmasıdır. Meyvelerin çok büyük bir çoğunluğu gibi şeker pancarı da botanik köken olarak C3 bitki sınıfına (Calvin-Benson Metabolizmasını kullanan) girmekte, bu nedenle şeker pancarından elde edilmiş sakkaroz veya şurubunun ilavesi, saf pekmezin  $\delta^{13}\text{C}$  değerinde IRMS analizi ile tespit edilebilecek bir farklılık yaratmamaktadır. Normal şartlarda bu tip tağşişler kromatografik şeker bileşimi analizi ile tespit edilebilmekte, ancak pancar şekeri şıraya ilave edilmeden veya ilave edildikten sonra inversiyona uğratarak fruktoz ve glikoz bileşenlerine parçalanırsa ve fruktoz/glikoz oranı yasal limitlerde istenen 0,9-1,1 aralığına ayarlanırsa bu tağşişi kromatografik olarak da tespit etmek mümkün olmamaktadır (Yılmaz, 2012). Elektrik iletkenliği değeri bu aşamada önem kazanmaktadır çünkü glikoz şurubunun, yüksek fruktozlu mısır şurubunun ve sakkaroz çözeltisinin iletkenlik değerleri sırasıyla 0,03 mS/cm, 0,15 mS/cm ve 0,18 mS/cm olduğundan ilave edildiği pekmezin iletkenliğinde azalmaya sebep olmaktadır (Tosun ve Keleş, 2012). Türk Gıda Kodeksi Üzüm Tebliği'nde ve Türk Standartları'nda yer alan pekmez standartlarında elektrik iletkenliği ile ilgili bir limit bulunmadığından literatür çalışmaları ile karşılaştırma yapılabilmektedir.

Analiz edilen üzüm pekmezi örneklerinin elektrik iletkenliği değerleri 0,23 mS/cm ve 4,19 mS/cm aralığında ve ortalama 2,09 mS/cm, endüstriyel üzüm pekmezi örneklerinin iletkenlik değeri 1,81 mS/cm ve mS/cm 5,48 aralığında ve ortalama 3,04 mS/cm olarak bulunmuştur. Türkbent ve diğ. (2015), 14 farklı çeşit üzümünden elde edilen pekmez örneklerinin elektrik iletkenliği değerlerini 1,96 mS/cm ile 4,51 mS/cm arasında bulmuş ve ortalama 3,36 mS/cm olarak hesaplamıştır. Bu çalışmanın da desteklediği şekilde elektrik iletkenliği, meyvenin orijinine bağlı olarak oldukça farklı olabilmektedir. Sadece iletkenlik değerlerine bakılarak 4-ÜG ve 5-ÜG numaralı örneklerde tağşiş yapıldığı sonucuna varılabilmektedir. Diğer parametrelerle birlikte değerlendirildiğinde 12-ÜG, 12-ÜE ve 19-ÜE numaralı örneklerde de tağşiş olduğu söylenebilir.

Geleneksel keçiboynuzu pekmezlerinin iletkenlik değeri 0,21 mS/cm ile 4,69 mS/cm aralığında bulunmuş olup ortalama değer 2,83 mS/cm olarak hesaplanmıştır. Endüstriyel keçiboynuzu pekmezlerinin iletkenlik değeri ise 2,43 mS/cm ile 4,83 mS/cm aralığında bulunmuş olup ortalama değer 4,08 mS/cm olarak hesaplanmıştır. Daha önce yapılmış çalışmalarda elektrik iletkenliği değerine rastlanmadığından

veriler kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Buna göre ortalama değerin oldukça altında iletkenlik değerine sahip olan 1-KG ve 3-KG numaralı örneklerde şeker ilavesi ile tağış yapıldığı söylenebilir.

Geleneksel dut pekmezi örneklerinin iletkenlik değeri 0,18 mS/cm ile 3,43 mS/cm aralığında ve ortalama 2,47 mS/cm, endüstriyel dut pekmezi örneklerinin iletkenlik değeri ise 2,89 mS/cm ile 4,81 mS/cm aralığında ve ortalama 3,83 mS/cm olarak hesaplanmıştır. Çakmakçı ve Tosun (2010)'un çalışmasında dut pekmezinin elektrik iletkenliği değeri 3,13 mS/cm olarak verilmiştir. 1-DG numaralı örneğin iletkenlik değerine bakılarak dışarıdan şeker ilavesi yapıldığı söylenebilir. 2-DG, 4-DG ve 10-DE numaralı örnekler, Çakmakçı ve Tosun (2010)'un çalışmasından daha düşük olup muhtemelen dışarıdan şeker ilavesinin yapıldığı söylenebilmektedir.

Analiz edilen geleneksel andız pekmezi örneklerinin elektrik iletkenlik değeri 6,01 mS/cm ile 6,97 mS/cm aralığında ve ortalama 6,64 mS/cm olarak bulunmuştur. Endüstriyel andız pekmezi örneklerinin iletkenlik değeri ise 1,80 mS/cm ile 6,93 mS/cm aralığında ve ortalama 4,17 mS/cm olarak bulunmuştur. Akbulut ve diğ. (2008) andız pekmezi için elektrik iletkenliği değerini 6,14 mS/cm olarak hesaplamıştır. Geleneksel üretim andız pekmezlerinin tamamı bu değerle uyumludur ancak endüstriyel üretim 5-AE ve 6-AE numaralı örnekler oldukça düşük iletkenlik değerine sahiplerdir. Diğer parametrelerde iletkenlik değerini destekler sonuçlara sahip olduklarından bu örneklerde tağış yapıldığı söylenebilir.

Geleneksel pancar pekmezi örnekleri 2,48 mS/cm ile 3,51 mS/cm aralığında ve ortalama 2,94 mS/cm iletkenlik değerine sahipken, endüstriyel örnekler 0,50 mS/cm ile 3,40 mS/cm aralığında ve 1,72 mS/cm ortalama iletkenlik değerine sahiplerdir. Pancar pekmezinin iletkenlik değeri ile ilgili literatür bilgisine ulaşılammış olup iletkenlik verileri kendi içerisinde değerlendirildiğinde 5-PE ve 7-PE numaralı örneklere dışarıdan şeker ilavesi yapıldığı anlaşılmaktadır.

Elma pekmezi örneklerinin elektrik iletkenliği değerleri 1,14 mS/cm ile 2,79 mS/cm aralığında olup ortalama değer 1,84'tür. Armut pekmezi örneklerinin elektrik iletkenliği değerleri 2,84 mS/cm ile 2,97 mS/cm aralığında olup ortalama değer 2,91'dir. Elma ve armut pekmezlerinin elektrik iletkenliği ile ilgili literatürde bilgiye rastlanmamıştır. Farklı araştırmalarda elma suyunun iletkenlik değeri 2,10 mS/cm, armut suyunun iletkenlik değeri 3,04 mS/cm olarak verilmiştir (Bhattacharya, 2014;

Noci ve diğ, 2008). Buna göre diğer parametrelerle birlikte incelendiğinde 2-EG ve 3-EG numaralı örneklerin iletkenlik değerinin dışarıdan şeker ilavesi yapıldığı için düşük olduğu söylenebilir. Armut pekmezi örneklerinin iletkenlik değerleri literatür değeriyle ve kendi aralarında uyumludur.

Meyvenin bileşimi, yetiştiği toprağın mineraline, meyvenin cinsine, hasat zamanı olgunluk seviyesine göre değişebileceğinden elektrik iletkenliği değerleri de farklı olabilmektedir. Literatür sonuçlarıyla ve kendi aralarında uyumsuz bulunan sonuçların bir nedeni de bu olabilmektedir. Bunun yanı sıra iletkenlik değerindeki azalmaya bakılarak, dışarıdan şeker ilavesi yapıldığı anlaşılabilmekte, hatta pekmez adı altında satılan ancak aroma ve renklendiricilerle üretilmiş şeker şurupları tespit edilebilmektedir. Elektrik iletkenliği değerinde çok belirgin olmayan artış ve azalışlar, kullanılan meyve kaynaklı olabileceği gibi farklı meyvelerin ve meyve pekmezlerinin karışımının veya kıvam arttırıcı gibi katkı ilavesinin bir göstergesi olabilir. Bu tip şüpheli örneklerle ilgili kesin bir yorum yapılmadan önce, formol sayısı, organik asit bileşimi, SNIF-NMR gibi ileri analizlerin yapılması gerekmektedir.

#### **4.1.5 Pekmez örneklerinin şeker bileşimi**

Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği ile TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardında üzüm pekmezinin 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 belirtilmektedir. Ancak pekmezde yapılan en yaygın taşışşlardan biri hala dışarıdan şeker veya şeker şurupları ekleyerek son ürünü arttırmaktır.

Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği ile TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı'nda üzüm pekmezinin Fruktoz/Glikoz (F/G) oranının 0,9-1,1 arasında, sakkaroz oranının en fazla %1 olması gerektiği bildirilmektedir. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'nde ayrıca maltoz ve rafinoz oranlarının her biri için %1'i geçmemesi gerektiği belirtilmektedir. Çalışma sonuçlarına göre geleneksel üretim üzüm pekmezi örneklerinin fruktoz içeriği %14,47 ile %35,19, glikoz içeriği %17,19 ile %30,45, sakkaroz içeriği %0 ile %1,73, maltoz içeriği %0 ile %17,71, F/G oranı 0,68 ile 1,16 aralığında bulunmuştur. Endüstriyel üretim pekmez örneklerinin fruktoz içeriği %21,78 ile %35,87, glikoz içeriği %23,44 ile %33,79, sakkaroz içeriği %0 ile %12,50, maltoz içeriği %0 ile %4,07, F/G oranı 0,88 ile 1,09 aralığında bulunmuştur. Kaya ve

diğ. (2012)'nin yaptığı çalışmada üzüm pekmezlerinin fruktoz içeriği %14,17 ile %30,98, glikoz içeriği %26,70 ile %41,9, sakkaroz içeriği %0,16 ile %16,14, F/G oranı 0,49 ile 0,94 aralığında verilmiştir. Şimşek ve Artık (2002)'in çalışmasında üzüm pekmezlerinin fruktoz içeriği %30,14 ile %34,42, glikoz içeriği %30,73 ile %34,94 aralığında verilmiştir. Türkben ve diğ. (2015)'in yaptığı çalışma sonucu üzüm pekmezi örneklerinin fruktoz içeriği %22,34 ile %34,69, glikoz içeriği %27,57 ile %41,11 aralığında bulunmuştur. Çalışma sonucu elde ettiğimiz bulgular, Şimşek ve Artık (2002), Kaya ve diğ. (2012) ve Türkben ve diğ. (2015) ile kıyaslanacak olursa glikoz bulguları tüm araştırmacıların çalışmalarından düşük, fruktoz bulguları Şimşek ve Artık (2002)'in çalışma bulgularından düşük, diğer iki araştırmacı ile benzer F/G oranı ise Kaya ve diğ. (2012)'nin sonuçlarından yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızda analizlenen geleneksel üretim pekmez örneklerinden 2-ÜG, 4-ÜG, 5-ÜG, 6-ÜG, 7-ÜG ve 12-ÜG numaralı örnekler F/G oranı, 6-ÜG ve 7-ÜG numaralı örnekler Sakkaroz içeriği ve 4-ÜG, 5-ÜG, 12-ÜG numaralı örnekler ayrıca maltoz parametresi yönüyle Türk Gıda Kodeksi'ne göre uygun değildir. Endüstriyel üretim pekmez örneklerinden 16-ÜE numaralı örnek F/G oranı, 12-ÜE numaralı örnek sakkaroz, 19-ÜE numaralı örnek maltoz parametresi yönüyle Türk Gıda Kodeksi'ne göre uygun değildir. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de çok farklı genotiplerde üzüm yetiştiriciliği yapıyor olması, literatür çalışmalarının ve analizlenen örneklerin şeker içeriklerinin geniş bir aralıkta bulunmalarının başlıca nedenlerinden biridir. Ayrıca uygunsuz çıkan üzüm pekmezi örneklerinin karbon izotop oranı sonuçları da bu pekmezlerde taşış olduğunu doğrular şekildedir ve sonuçlarda standart sapmanın yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standardına göre ürünün şeker bileşimi ile ilgili sadece sakkaroz oranının %20-%40 (m/m) arasında olması gerektiği bilgisi verilmektedir. Analiz edilen geleneksel keçiboynuzu pekmezi örneklerinin fruktoz içeriği %9,00-%20,80, glikoz içeriği %12,98-%18,74, sakkaroz içeriği %0,91-%16,61, maltoz içeriği %0-%23,52 aralığında bulunmuştur. Endüstriyel pekmez örneklerinin fruktoz içeriği %16,44-%32,64, glikoz içeriği %9,12-%29,43, sakkaroz içeriği %0,97-%25,61, maltoz içeriği %0-%8,61 aralığında bulunmuştur. Analizlenen örneklerden sadece 10-KE,11-KE ve 13-KE numaralı endüstriyel keçiboynuzu pekmezleri şeker parametresi yönüyle ilgili standarda uygundur.

Pazır ve Alper (2016)'in çalışmasında keçiboynuzu meyvesinin kuru madde bazında %34-%35 oranında sakkaroz, %7,8-9,6 glikoz ve %10,1-12,2 fruktoz içerdiği bilgisi verilmiştir. Günal (2011)'in çalışmasında keçiboynuzu pekmezinin %49 oranında invert şeker, %22 oranında sakkaroz içerdiği belirtilmektedir. Şimşek ve Artık (2002), 25 keçiboynuzu pekmezi üzerinde yaptıkları çalışmada, fruktoz oranını %10,50-%11,85, glikoz oranını %11,42-%13,23, sakkaroz oranını ise %40,36-%44,38 arasında bulmuşlardır. Çalışmalarında fruktoz ortalamasını %10,83, glikoz ortalamasını %11,98, sakkaroz ortalamasını %41,30 olarak hesaplamışlardır. Tez çalışmasında elde edilen fruktoz ve glikoz sonuçları, Pazır ve Alper (2016), Şimşek ve Artık (2002) ve Günal (2011)'in çalışmalarında belirttikleri değerlerden yüksek, sakkaroz ise düşük bulunmuştur. Sonuçlardaki farklılık, pekmez yapımında kullanılan keçiboynuzu meyvesinin olgunluğu, kültür meyvesi olup olmaması, üretim yöntemi ve etkinliği ile ilgili olabilir, ancak diğer parametreler ile birlikte değerlendirildiğinde, ürüne dışarıdan yapılan müdahalelerin etkisinin daha fazla olduğu düşünülmektedir. Şeker bileşimi sonuçları ve karbon izotop analiz sonuçlarına göre analiz edilen keçiboynuzu örneklerinin birçoğuna şeker şurubu ve/veya farklı meyve pekmezi katılmak sureti ile tağşiş yapıldığı anlaşılmaktadır.

TS 12001 Dut Pekmezi Standardına göre tip 1 dut pekmezi en çok %14, tip 2 dut pekmezi en çok %17 sakkaroz içerebilir. Ayrıca invert şeker oranının (fruktoz+glikoz) tip 1 için %45-%54, tip 2 için %36-%45 aralığında, toplam şekerin ise tip 1 için en çok %66, tip 2 için en çok %60 olabileceği belirtilmektedir.

Çalışma sonuçlarına göre geleneksel dut pekmezi örnekleri için fruktoz içeriği %13,86-%32,94, glikoz içeriği %20,00-%27,11, sakkaroz içeriği %0-%17,69, maltoz içeriği %0-%20,40, F/G oranı 0,68-1,28 ve invert şeker miktarı %34,25-%60,04 aralığında bulunmuştur. Geleneksel üretim pekmezlerden 2-DG numaralı örnek sakkaroz oranı bakımından her iki tipe ait limitlere uymamaktadır. İvert şeker parametresi yönü ile 2-DG ve 3-DG numaralı örnekler tip 1, 4-DG numaralı örnek tip 2 pekmez sınıfında değerlendirilebilir. 1-DG ve 5-DG numaralı örnekler invert şeker parametresi yönüyle standarda uygun değildir. Endüstriyel dut pekmezi örneklerinin fruktoz sonuçları %20,12-%31,14, glikoz sonuçları %20,64-%28,73, sakkaroz sonuçları %0-%0,86, maltoz sonuçları %0-%7,28, F/G oranı 0,88-1,41 ve invert şeker miktarı %43,11-%59,36 aralığında bulunmuştur. Endüstriyel örneklerden invert şeker parametresi yönü ile 10-DE numaralı örnek tip 2, diğerleri tip 1 olarak

sınıflandırılabilir. 8-DE ve 9-DE numaralı örnekler, standartta yer alan invert şeker limitlerine uymamaktadırlar. Tüm endüstriyel örnekler sakkaroz parametresi yönü ile standarda uygundur.

Daha önce yapılan dut pekmezi ile ilgili çalışmaların çoğunda fruktoz ve glikoz ayrı ayrı gösterilmemiş, genelde invert şeker olarak tek bir parametre halinde verilmiştir. Bakkalbaşı ve diğ. (2004)'nin dut kurusu üzerinde yaptıkları çalışmada fruktoz, glikoz, sakkaroz ve F/G oranı sırasıyla %36,92, %38,27, %1,49 ve 0,97 olarak bulunmuştur. Akbulut ve diğ. (2005) benzer bir çalışmayı farklı yaş dut çeşitlerinde yapmış ve invert şeker miktarının %13,23-%16,53, sakkaroz miktarının %0,85-%1,51 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Şengül ve diğ. (2005)'nin çalışmasında dut pekmesinin neredeyse tamamının glikoz ve fruktoz olarak invert şeker formunda olduğu vurgusu yapılarak invert şeker değeri %59,56, sakkaroz miktarı ise %0,66 olarak verilmiştir. Karataş ve Şengül (2018), dut pekmezi örneklerinin invert şeker değerini %31,56-%55,03, sakkaroz miktarını %12,03-%31,34 aralığında tespit etmişlerdir. Ergun ve diğ. (2019)'nin çalışmasına göre beyaz dut pekmez örneklerinin fruktoz değeri %25,67-%32,18, glikoz değeri %29,10-%36,52, sakkaroz değeri %6,82-%12,06, invert şeker miktarı ise %54,77-%68,70 aralığındadır. Çalışmamızda elde edilen dut pekmezi örneklerinin invert şeker sonuçları Şengül ve diğ. (2005) ile Karataş ve Şengül (2018) 'ün sonuçlarına benzer Ergun ve diğ. (2019)'nin çalışma sonuçlarından düşüktür. Sakkaroz verileri incelendiğinde, Şengül ve diğ. (2005)'nin çalışma bulguları ile endüstriyel örneklerin sonuçları uyumlu, geleneksel örneklerin sonuçları ise yüksektir. Karataş ve Şengül (2018) ile Ergun ve diğ. (2019)'nin sakkaroz sonuçları ile kıyaslandığında çalışmada elde edilen sakkaroz sonuçları daha düşük kalmaktadır. Çalışmanın fruktoz ve glikoz verileri, Ergun ve diğ. (2019)'nin çalışma sonuçlarına göre daha düşüktür. Elde edilen veriler ile literatür sonuçları arasındaki farklılıklar, meyve çeşidine, iklim ve toprak koşullarına veya üretimsel farklılıklara bağlı olabileceği gibi, uygun olmayan depolama koşulları ve pekmezin asitliğine bağlı olarak inversiyona uğrayan sakkarozun zaman içerisinde fruktoz ve glikoza dönüşmesi ile de açıklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada analizlenen geleneksel üretim andız pekmezi örneklerinin fruktoz, glikoz ve sakkaroz içerikleri sırası ile %18,70-%22,49, %17,32-%25,62, %0,62-%18,11 aralığında bulunmuş, maltoz hiçbir örnekte bulunmamıştır. Endüstriyel örneklerin

fruktoz, glikoz, sakkaroz ve maltoz içerikleri ise sırası ile %8,01-%22,29, %10,09-%22,67, %0-%8,62 ve %0-%17,37 aralığında bulunmuştur.

Özdemir ve diğ. (2004a), çalışmalarında kimyasal yöntemle durultulan andız pekmezi örneklerinin fruktoz, glikoz ve sakkaroz oranının fiziksel yöntemle durultulanlara göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Pişirme yöntemleri kıyaslandığında açık kazanlarda pişirilen örneklerin glikoz bileşiminin vakum altında pişirilenlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Buna göre açık kazanda pişirilen andız pekmezi örneklerinin şeker bileşimini fruktoz %12,27, %8,66 glikoz, %12,40 sakkaroz, vakum altında pişirilen örneklerin şeker bileşimini %12,15 fruktoz, %7,54 glikoz ve %12,75 sakkaroz olarak bulmuşlardır.

Akıncı ve diğ. (2004)'nin çalışmasında andız meyvesinin invert şeker içeriği %21,29, sakkaroz içeriği %10,57, andız pekmezinin invert şeker içeriği %22,29, sakkaroz içeriği %12,68 olarak verilmiştir.

İzgi (2011)'nin çalışmasında andız pekmezi örneklerinin invert şeker içeriği %29,60 ile %48,48, sakkaroz içeriği %0 ile %19,81, toplam şeker içeriği %41,55 ile %54,72 aralığında bulunmuştur.

Öziyici ve diğ. (2014), 15 endüstriyel andız pekmezi örneği ile laboratuvar ortamında hazırladıkları kontrol örneğini analiz etmişlerdir. Buna göre kontrol örneğinin fruktoz içeriği %15,32, glikoz içeriği %14,97, sakkaroz içeriği %14,46 olarak bulunmuştur. 15 ticari andız pekmezi örneğinin şeker bileşimi ise fruktoz %2,10 ile %22,79, glikoz içeriği %4,59 ile %25,59, sakkaroz içeriği %3,76 ile %24,21 aralığında bulunmuştur.

Çalışma sonucu elde edilen sonuçlar, Özdemir ve diğ. (2004a), Akıncı ve diğ. (2004) ve Öziyici ve diğ. (2014)'nin bulguları ile kıyaslandığında örneklerin fruktoz ve glikoz içerikleri daha yüksek, sakkaroz içeriği ise daha düşüktür. İzgi (2011)'nin örneklerinin invert şeker ve sakkaroz dağılımı ile tez çalışmasında elde edilen verilerin dağılımı benzer bulunmuştur.

Andız pekmezinin pH aralığı literatür ile uyumlu olarak çalışmamızda 5-6 aralığında bulunmuş olup üzüm pekmezi tebliğine göre değerlendirildiğinde tatlı pekmez sınıfına dahil bir pekmez çeşididir. Buna rağmen diğer pekmez çeşitlerine oranla tatlılığı düşük olup buruk bir tadı vardır ve bu burukluğun yüksek oranda polifenolik madde içermesinden kaynaklı olduğu bildirilmektedir (Özdemir ve diğ, 2004b). Çalışmada glikoz, fruktoz ve maltoz içeriklerinin yüksek, sakkaroz içeriğinin literatür

verilerinden düşük bulunmasının nedeninin bu buruk tadı baskılayıp tüketici beğenisini arttırarak satışı kolaylaştırmak amacıyla veya maliyeti düşürüp ticari kazanç eldesi amacıyla dışarıdan şeker, şeker şurubu eklenmesi veya farklı pekmez çeşitleri ile karıştırılması olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada analizlenen geleneksel üretim pancar pekmezi örneklerinin fruktoz, glikoz, sakkaroz ve maltoz içerikleri sırası ile %15,09-%17,80, %13,95-%21,59, %0-%27,07 ve %0-%13,11 aralığında bulunmuştur. Endüstriyel örneklerin fruktoz, glikoz, sakkaroz ve maltoz içerikleri ise sırası ile %16,15-%17,62, %16,87-%19,79, %0-%27,12 ve %0-%14,64 aralığındadır. Geleneksel örneklerde invert şeker %29,04-%37,39, toplam şeker %50,50-%57,37 aralığında hesaplanmıştır. Endüstriyel örneklerde ise invert şeker %33,81-%37,41, toplam şeker %51,13-%60,93 aralığında bulunmuştur.

Yıldırım (2018)'in çalışmasında pancar pekmezi örneklerinin toplam şeker miktarı %59,80-%64,30, invert şeker miktarı %33,22-%35,72, sakkaroz miktarı ise %25,25-%27,15 aralığında verilmiştir.

Koca ve diğ. (2007), yaptıkları çalışmada pancar pekmezi örneklerinin toplam şeker miktarını %41,36-%66,76, invert şeker miktarını %13,28-%37,42, sakkaroz miktarını ise %26,61-%47,03 aralığında bulmuşlardır.

Aksu ve Nas (1996) çalışmalarında şeker pancarı pekmezinin invert şeker miktarını %35,70, toplam şeker miktarını %49,90, şeker kamışı pekmezinin invert şeker miktarını %43,90, toplam şeker miktarını %59,50 olarak vermişlerdir.

Çalışma bulguları Yıldırım (2018)'in sonuçları ile kıyaslanırsa invert şeker bulguları benzerlik göstermekte fakat sakkaroz ve toplam şeker sonuçları düşük kalmaktadır. Koca ve diğ. (2007)'nin çalışmasına göre toplam şeker ve sakkaroz miktarı düşük, invert şeker miktarı yüksek bulunmuştur. Aksu ve Nas (1996)'ın çalışmasına göre ise invert şeker miktarı benzer, toplam şeker miktarı yüksek bulunmuştur. Çalışmada analiz edilen çoğu örneğin sakkaroz miktarı, Yıldırım (2018) ile Koca ve diğ. (2007)'nin bulguları ile benzerlik gösterse de tağış yapılmış örneklerin sakkaroz değeri, ortalamayı ve toplam şeker miktarını etkilediğinden bu iki parametrenin daha düşük hesaplanmasına sebep olmuştur. Aksu ve Nas (1996)'ın çalışmasında toplam şekerin diğer çalışmalardan düşük olmasının, kullanılan analiz yönteminin hassasiyeti veya analiz örneklerinin hileli olması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada analiz edilen elma pekmezi örneklerinin fruktoz, glikoz, maltoz, invert şeker ve toplam şeker içeriği sırasıyla %17,41-%25,27, %14,54-%24,47, %0-%9,89, %38,12-%49,74, %38,12-%49,91 aralığında bulunmuş, sakkaroz bulunmamıştır. Elma pekmezi örneklerinin ortalama fruktoz, glikoz, maltoz, invert şeker ve toplam şeker değerleri sırasıyla %22,15, %20,54, %3,30, %42,69 ve %45,99 olarak hesaplanmıştır. Armut pekmezi örneklerinin fruktoz, glikoz, sakkaroz, maltoz, invert şeker ve toplam şeker içeriği sırasıyla %30,77-%36,81, %16,78-%19,79, %1,30-%5,65, %0-%1,36, %47,98-%56,14 ve %53,63-%58,80 aralığında bulunmuştur. Armut pekmezi örneklerinin ortalama fruktoz, glikoz, sakkaroz, maltoz, invert şeker ve toplam şeker değerleri sırasıyla %34,64, %17,93, %3,98, %0,45, %52,57 ve %57,00 olarak hesaplanmıştır.

Koca ve Karadeniz (2009)'in çalışmasında elma pekmezinin toplam şeker miktarı, %25,86-%73,94, indirgen şeker miktarı %16,72-%61,76, sakkaroz miktarı %0,18-%19,87 aralığında verilmiştir.

Koca ve diğ. (2007)'nin elma pekmezinde yaptıkları çalışmaya göre toplam şeker miktarı %38,04-%55,55, ortalama %46,81, invert şeker miktarı %34,09-%53,57, ortalama %44,80 ve sakkaroz miktarı %0,73-%3,75, ortalama %1,91 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada armut pekmezi için toplam şeker miktarı %43,75-%58,33, ortalama %50,30, invert şeker miktarı %39,77-%44,91, ortalama %43,10 ve sakkaroz miktarı %3,78-%15,19, ortalama %6,84 olarak verilmiştir.

Bulantekin (2014), elma meyvesinin invert şeker ve toplam şeker oranını sırasıyla %55,65 ve %80,48 olarak hesaplamıştır. Laboratuvar ortamında açık kazanlarda koyulaştırdıkları elma pekmezinin invert şeker ortalamasını %53,07, toplam şeker ortalamasını %64,55, vakum yöntemi ile koyulaştırdıkları örneklerin invert şeker ortalamasını %51,09, toplam şeker ortalamasını %76,99 olarak vermiştir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, Bulantekin (2014) ve Karadeniz (1999)'in sonuçlarından düşük bulunmuştur. Bu farkın, meyve çeşidinden veya geleneksel üretim yönteminin standardize olmamasından ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Koca ve Karadeniz (2009)'in çalışma bulguları çok geniş bir aralığı kapsadığından invert şeker ve toplam şeker bakımından sonuçlar benzerdir, ancak sakkaroz sonucu uyumlu değildir. Koca ve diğ. (2007)'nin elma pekmezi için invert şeker ve toplam şeker bulguları, çalışmada elde edilen bulgularla benzer, sakkaroz sonucu ise

yüksektir. Armut pekmezinin invert ve toplam şeker sonuçları, Koca ve diğ. (2007)'nin sonuçlarından bir miktar yüksek, sakkaroz miktarı düşüktür. Bulantekin (2014)'in çalışmasında bahsedilen sonuçlar ise bu çalışmanın sonuçlardan yüksektir. Sonuçlarda meydana gelen farklılığın farklı meyve çeşitleri kullanılmasından kaynaklanabileceği, ayrıca Bulantekin (2014)'in çalışma sonuçlarının kuru madde üzerinden verilmiş olması nedeni ile bu çalışmada farkın yüksek çıktığı düşünülmektedir.

Mordoğan ve Ergun (2002)'un çalışmasında elmada baskın şekerin fruktoz olduğu, toplam şekerin yaklaşık %57'sini oluşturduğu bunu yakın değerlerde sakkaroz ve glikozun izlediği belirtilmiştir. Armut meyvesinde de benzer şekilde birinci şeker fruktoz, sonrasında glikoz ve sakkarozdur (Karadeniz, 1999). Önceki çalışmalarda şeker bileşenleri ayrıntılı olarak verilmediği için çalışmamızdaki bulgular meyvelerin şeker bileşimi ile kıyaslandığında armut pekmezi örnekleri Karadeniz (1997)'in söylemi ile uyumlu çıkmakta ancak elma pekmezi örnekleri hiç sakkaroz içermediklerinden Mordoğan ve Ergun (2002)'nin çalışmalarına uymamaktadır. Bunun nedeni, üretim veya depolama sırasında sakkarozun inversiyona uğrayarak glikoz ve fruktoza parçalanması olabilir. Diğer bir ihtimal de glikoz, fruktoz veya malt şurubu kullanılarak üretilen meyve şuruplarının pekmez adı ile pazarlanmış olmasıdır. Ayrıca meyvelerde yüksek oranda fruktoz, glikoz, sakkaroz şekerleri bulunmakta, ksiloz, riboz ve galaktoz ise daha az miktarlarda bulunabilmektedir (Mordoğan ve Ergun, 2002). Bu nedenle üzüm tebliğindeki %1 maltoz limiti baz alınırsa bu limitin üzerinde maltoz içeren pekmezlerin malt şekeri/ maltoz şurubu ile tağış edildiği düşünülebilmektedir. Çalışmada karbon izotop analizi ile bu teoriyi destekleyici sonuçlar elde edilmiştir.

#### **4.1.6 Pekmez örneklerinin karbon izotop oranı ( $\delta^{13}\text{C}$ ) değerleri**

Bitkilerin karbon izotop parmak izi ( $\delta^{13}\text{C}$ ), fotosentez sebebiyle farklılaşır ve genel olarak C3 ve C4 bitki türleri olarak gruplandırılır. Pancar şekeri kaynağı olarak yetiştirilen *Beta vulgaris* gibi C3 bitkileri, CO<sub>2</sub>'yi sabitlemek için *Calvin* fotosentez yolunu kullanır ve diğer bitkilerden daha az <sup>13</sup>C içerirler. Şeker kamışı kaynağı olarak yetiştirilen *Saccharum spp.* gibi C4 bitkileri, atmosferik karbondioksiti *Calvin* yoluyla aynı derecede parçalamayan *Hatch-Slack* fotosentetik yolunu kullanırlar. Bu nedenle, C3 bitkileri ‰-33 ile ‰-22 aralığında, C4 bitkileri ise ‰-16 ile ‰-8 aralığında  $\delta^{13}\text{C}$  değerine sahiplerdir (Weigt ve diğ, 2017). Çalışmada kullanılan pekmez örneklerinin

yapıldığı meyveler ve şeker pancarı C3 bitki sınıfına girerken mısır ve şeker kamışı C4 bitki grubuna girmektedir. Bu sebeple karbon izotop oranı analizi ile pekmez örneklerinin mısır ve şeker pancarı bazlı şuruplar ile tağşişi tespit edilebilirken meyvelerle aynı fotosentez yolunu kullanan şeker pancarından elde edilen şeker kaynaklarının ilavesi, karbon izotop analizinin temeli olan  $\delta^{13}\text{C}$  değerini kayda değer bir biçimde etkilememekte, bu nedenle tespit edilememektedir. Çalışmada karbon izotop analizi ile geleneksel ve endüstriyel üretim pekmez örneklerinde şeker kamışı veya mısır nişastası bazlı şeker ilavesi varlığı araştırılmıştır.

12 geleneksel üretim üzüm pekmezi örneğinin  $\delta^{13}\text{C}$  analiz sonuçları ‰-9,72 ile ‰ -23,86 aralığında, 12 endüstriyel üzüm pekmezi örneğinin  $\delta^{13}\text{C}$  analiz sonuçları ise ‰ -18,85 ile ‰ -24,45 aralığında değişmektedir. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'nde ve TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı'nda bu değer için “ $\delta^{13}\text{C}$  değeri, (‰) binde -23,5'den daha negatif olmalıdır” ibaresi yer almaktadır.

Yılmaz (2012), pekmez ve pekmeze benzer gıdalarda taklit, tağşiş ve coğrafi köken tayini araştırmasında üzüm pekmezi örneklerinin  $\delta^{13}\text{C}$  değerlerini ‰ -24,61 ile ‰-27,03 aralığında tespit edilmiştir. 2 üzüm pekmezi örneği, şeker pancarı kaynaklı sakkaroz ( $\delta^{13}\text{C}$  ‰ – 27,26), mısır nişastası bazlı %55 fruktoz içeren fruktoz-glikoz şurubu ( $\delta^{13}\text{C}$  ‰ – 9,36), %30 fruktoz içeren fruktoz-glikoz şurubu ( $\delta^{13}\text{C}$  ‰ – 8,96) ve DE (dekstroz eşdeğeri) 50-64 arasında olan glikoz şurubu ( $\delta^{13}\text{C}$  ‰ – 10,26) ile %50 oranında karıştırılmıştır.  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-26,18 olan örnek, %50 oranında sakkaroz ile karıştırıldıktan sonra  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-26,60 olarak bulunmuştur. Pancar şekeri de üzüm gibi C3 bitki grubunda olduğundan, tağşiş sonrasında da  $\delta^{13}\text{C}$  değeri için tebliğde belirtilen “(‰) binde -23,5'den daha negatif olmalı” şartı sağlanmakta ve pancar şekeri ile yapılan bu tip tağşişlerin karbon izotop analizi ile tespit edilemeyeceği belirtilmektedir. Aynı örnek %50 oranında, %30'luk fruktoz-glikoz şurubu ile karıştırıldığında  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-15,90, glikoz şurubu ile karıştırıldığında  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-18,42 olarak bulunmuştur.  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-26,62 olan örnek, %50 oranında sakkaroz ile karıştırıldıktan sonra  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-26,92 olarak bulunmuştur. Aynı örnek %50 oranında, %55'lik fruktoz-glikoz şurubu ile karıştırıldığında  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-20,61 olarak bulunmuştur. Çalışmada da açıkça görüleceği üzere C4 bitki grubuna ait şuruplarla yapılan tağşişlerde  $\delta^{13}\text{C}$  değerinde, çeşide ve kullanım miktarına bağlı olarak değişmekle birlikte karbon izotop analizi ile tespit edilebilecek pozitif yönlü değişim olmaktadır.

Konar (2012)'ın üzüm pekmezi örneklerine %0, %10, %20 ve %25 oranında glikoz şurubu ekleyerek yaptığı çalışmada saf pekmez örneğinin  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-24,90 olarak verilmiş ve glikoz şurubu oranı arttıkça  $\delta^{13}\text{C}$  değerlerinin daha pozitif olduğu belirtilmiştir (Tosun, 2014). Şimşek, Bilsel ve Gören (2012)'nin yaptığı çalışmada şeker kamışından elde edilen şekerin  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-11,71, Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubunun (YFMS)  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-9,73, şeker pancarından elde edilen şekerin  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-24,61 olarak verilmiştir (Tosun, 2014). Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre tebliğ ve standartta  $\delta^{13}\text{C}$  değeri için verilen limite geleneksel örneklerden 7 tanesi, endüstriyel örneklerden 5 tanesi uymamakta olup mısır veya şeker kamışı kaynaklı şeker ile tağış yapılmış ürünlerdir.

TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standardı'nda  $\delta^{13}\text{C}$  değerinin, (‰) binde -23,5'den daha negatif olması gerektiği yazmaktadır. Çalışmamızda 6 geleneksel üretim keçiboynuzu pekmezi örneğinin  $\delta^{13}\text{C}$  analiz sonuçları ‰-8,88 ile ‰-24,05 aralığında, 7 endüstriyel keçiboynuzu pekmezi örneğinin  $\delta^{13}\text{C}$  analiz sonuçları ‰ -18,42 ile ‰ -24,90 aralığında değişmektedir. Analiz verilerine göre geleneksel üretim keçiboynuzu pekmezi örneklerinin 4 tanesi, endüstriyel üretim keçiboynuzu pekmezi örneklerinin ise 2 tanesi, TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standardı'nda belirtilen  $\delta^{13}\text{C}$  değerine uymamaktadır.

TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'nda  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ile ilgili bir parametre bulunmamaktadır ancak dut meyvesi de üzüm gibi C3 bitki grubuna girdiğinden ve Tosun (2014)'un çalışmasında kullandığı saf dut pekmezinin ortalama ‰-26.60  $\delta^{13}\text{C}$  değerine sahip olması sebebiyle Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'nde yazan “(‰) binde -23,5'den daha negatif olmalıdır” limiti dut pekmezi için de baz alınmıştır. Tosun (2014)'un yaptığı çalışmada %0, %10, %30 ve %50 oranında sakkaroz şurubu, glikoz şurubu ve fruktoz şurubu ile karıştırılan dut pekmezlerinin  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  izotop oranı değişimi analizlenmiştir. Tosun (2014)'un çalışmasında saf dut pekmezinin  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-26,60, sakkaroz şurubunun  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-24,80, glikoz şurubunun  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-11,20, fruktoz şurubunun  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-11,40 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda 5 geleneksel üretim dut pekmezi örneğinin  $\delta^{13}\text{C}$  analiz sonuçları ‰-9,78 ile ‰-22,55 aralığında, 5 endüstriyel dut pekmezi örneğinin  $\delta^{13}\text{C}$  analiz sonuçları ise ‰ -15,47 ile ‰ -23,71 aralığında değişmektedir. Buna göre geleneksel üretim dut pekmezi örneklerinin tamamı, endüstriyel üretim dut pekmezi örneklerinin ise 3 tanesi

‰ -23,5’tan daha pozitifdir ve Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği limitinin dışındadır.

Çalışmada analizlenen Andız pekmezinin yapımında kullanılan meyve *Juniperus drupacea* L. ağacına aittir. Bu pekmez çeşidi ile ilgili yasal düzenleme olmadığından ve literatürde bu çeşide ait  $\delta^{13}\text{C}$  çalışması bulunmadığından Juniper ailesine ait diğer çalışmalar incelenmiştir. Buna göre İran’da *Juniper* ailesinden *Juniperus polycarpus* ağacında yapılan karbon izotop oranı sonucunun ortalama ‰-21,28 olarak bulunmuştur (Foroozan ve diğ., 2018). Kuzey Amerika ormanlarında yetişen *Juniperus osteosperma* ve *Juniperus occidentalis* ağaçları ile ilgili çalışmada da bu ağaçlara ait  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri sırasıyla ‰-22,0 ve -22,3 olarak verilmiştir (Moore ve diğ., 1999). Bir başka çalışmada *Juniperus sabina* ve *Juniperus communis* türleri incelenmiş ve  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri ‰-23,1 ile ‰-24,1 aralığında bulunmuştur (Verdú ve diğ., 2004). Çalışmamızda analizlenen geleneksel andız pekmezi örneklerinin  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-21,52 ile -22,82 aralığında olup ortalama değer ‰-22,06 olarak hesaplanmıştır. Endüstriyel andız pekmezi örneklerinin ‰-11,55 ile ‰-21,98 aralığında olup ortalama değer ‰-17,02 olarak hesaplanmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde tüm sonuçların ‰ -23,5’tan daha pozitif olduğu görülmekte fakat Foroozan ve diğ. (2018), Moore ve diğ. (1999) ile Verdú ve diğ. (2004)’nin çalışmaları ışığında *Juniperus drupacea* ağacının da nispeten düşük  $\delta^{13}\text{C}$  değerine sahip olabileceği öngörülmekte, bu nedenle tağşiş ile ilgili kesin bir yorum yapılamamaktadır. Ancak 5-AE ve 6-AE numaralı örneklerin oldukça düşük  $\delta^{13}\text{C}$  değerine sahip olduğu tespit edilmiş olup, bu örneklerin elektrik iletkenliği değerlerinin de literatürde belirtilen andız pekmezine ait iletkenlik değerinden oldukça düşük olması göz önünde bulundurulduğunda bu örneklerle dışarıdan şeker ilave edilerek tağşiş yapıldığı söylenebilir.

Hammond (1996) kitabında şeker pancarına ait  $\delta^{13}\text{C}$  değerini ‰-26,70 olarak vermiş, Tosun (2014)’un çalışmasında sakkaroz şurubunun  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-24,80 olarak verilmiştir. Çalışmamızda geleneksel şeker pancarı örneklerinden elde edilen  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri ‰-12,01 ile ‰-23,69 arasında, endüstriyel pancar pekmezi örneklerinin  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri ise ‰ -11,42 ile ‰-23,95 aralığında bulunmuştur. Literatür verileri de göz önünde bulundurulduğunda karbon izotop oranı değerlerine göre 4-PG, 5-PE ve 7-PE numaralı örneklerle dışarıdan C4 bitki sınıfına ait şeker ilave edilerek tağşiş yapıldığı söylenebilir.

Lee ve Wrolstad (1988) çalışmalarında elma suyunun  $\delta^{13}\text{C}$  değerini ‰-24,2, Magdas ve diğ. (2014) araştırmalarında elma posasının  $\delta^{13}\text{C}$  değerini ‰-25,6 ve armut püresinin  $\delta^{13}\text{C}$  değerini ‰-26,7 olarak vermişlerdir. Çalışmamızda analizlenen geleneksel üretim elma pekmezi örneklerinin  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-11,36 ile -23,51 aralığında olup ortalama değeri ‰-19,12 olarak hesaplanmıştır. Geleneksel armut pekmezi örneklerinin  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰-23,53 ile ‰-24,41 aralığında olup ortalama değeri ‰-24,08 olarak hesaplanmıştır. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliğı  $\delta^{13}\text{C}$  limiti, Lee ve Wrolstad (1988) ile Magdas ve diğ. (2014)'nin çalışması birlikte değerlendirildiğinde,  $\delta^{13}\text{C}$  değerine göre armut pekmezi örneklerinde tağışış bulgusu yoktur ancak 2-EG ve 3-EG elma pekmezi örneklerine C4 kaynaklı bitki şekeri ilavesi ile tağışış yapıldığı düşünülmektedir.

#### **4.1.7 Pekmez örneklerinin HMF değerleri**

HMF genellikle işlenmemiş ve taze gıdalarda bulunmamakla birlikte yapılan çalışmalar ısıtıl işlem uygulamasının ya da uzun süreli ve uygun olmayan şartlarda depolamanın HMF miktarında artışa neden olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle HMF gıdalarda tazelik ve kalite ile ilişkilendirilmektedir. Bunun yanı sıra yüksek miktarda HMF maruziyetinin sitotoksik ve tahriş edici olduğu bilinmekte, genotoksik, mutajenik ve karsinojenik etkilerini destekleyici birçok çalışma bulunmaktadır (Capuano and Fogliano, 2011; Shapla ve diğ, 2018).

Meyvelerin başta organik asit ve yüksek şeker içeriğı olmak üzere bileşimi ve pH değeri, meyvelerden elde edilen ve ısıtıl işlem uygulanan ürünlerde yüksek miktarda HMF oluşumunu mümkün kılmaktadır. Pekmezde de üretim esnasında uygulanan ısıtıl işlemin HMF oluşumuna neden olduğu ve uygun olmayan depolama koşullarının da HMF konsantrasyonunda artışa neden olduğu bilinmektedir. Çalışmanın bu bölümünde pekmez yapımında kullanılan meyvenin ve tağışış durumunun HMF oluşumuna etkisi ile endüstriyel ve ev yapımı olarak satılan pekmezlerin HMF içerikleri analiz edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliğı ile TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı'nda HMF limiti sıvı pekmez için 75 mg/kg, katı pekmez için 100 mg/kg olarak verilmiştir. Çalışmada analizlenen tüm pekmezler sıvı pekmez olarak satılmakta olup, geleneksel üretim üzüm pekmezi örneklerinin HMF değerleri 18,03 mg/kg ile 794,90 mg/kg aralığında, endüstriyel üretim örneklerin HMF değerleri ise 11,69 mg/kg ile 219,03

mg/kg aralığında bulunmuştur. Analiz sonuçlarına göre 12 geleneksel pekmez örneğinin 9 tanesi, 12 endüstriyel pekmez örneğinin 3 tanesi tebliğ ve standartta belirtilen limitlerin üstünde HMF içermektedir.

TS 13717 Keçiyoynuzu Pekmezi Standardına göre HMF değeri en fazla 30 mg/kg olmalıdır. Çalışmada analizlenen geleneksel üretim üzüm pekmezi örneklerinin HMF değerleri 0,32 mg/kg ile 482,84 mg/kg aralığında, endüstriyel üretim örneklerin HMF değerleri ise 10,69 mg/kg ile 39,99 mg/kg aralığında bulunmuştur. Analiz sonuçlarına göre 6 geleneksel pekmez örneğinin 2 tanesi, 7 endüstriyel pekmez örneğinin ise 1 tanesi standartta belirtilen limitin üzerinde HMF içermektedir.

TS 12001 Dut Pekmezi Standardına göre her iki tip dut pekmezi içinde HMF değeri en fazla 75 mg/kg olmalıdır. Çalışılan geleneksel dut pekmezi örneklerinin HMF içerikleri 17,44 mg/kg ile 773,51 mg/kg aralığında, endüstriyel dut pekmezi örneklerinin HMF içerikleri ise 12,80 mg/kg ile 220,21 mg/kg aralığında olup ortalama 63,01 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre 5 geleneksel dut pekmezi örneğinin 2 tanesi, 5 endüstriyel dut pekmezi örneğinin 1 tanesi standartta belirtilen limitin üstünde HMF içermektedir.

Çalışılan geleneksel üretim andız pekmezi örneklerinin HMF içeriği 18,28 mg/kg ile 153,15 mg/kg aralığında, endüstriyel üretim pekmez örneklerinin HMF içeriği 0,08 mg/kg ile 40,71 mg/kg aralığındadır.

Çalışmada analizlenen geleneksel üretim pancar pekmezi örneklerinin HMF değerleri 28,04 mg/kg ile 807,91 mg/kg, endüstriyel üretim örneklerin HMF değerleri 61,79 mg/kg ile 643,04 mg/kg aralığındadır.

Geleneksel elma pekmezi örneklerinin HMF değerleri 235,39 mg/kg ile 2243,72 mg/kg, geleneksel armut pekmezi örneklerinin HMF değerleri ise 141,03 mg/kg ile 626,51 mg/kg aralığında bulunmuştur.

Analiz sonuçları incelendiğinde her pekmez çeşidinde yüksek HMF değerine sahip örnekler bulunmakla birlikte bu parametreye göre geleneksel üretim pekmez çeşitlerinin hem miktar hem de örnek sayısı olarak endüstriyel üretim pekmez örneklerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun başlıca sebebi üretim şekli olsa da geleneksel pekmez örneklerinin depolama şartlarına genel olarak daha az özen gösterilmesi ve üretim zamanından çok uzun süre sonra dahi satışa sunulması HMF seviyelerinde ciddi artışlara sebep olmaktadır.

Oral ve diğ. (2012), çalışmalarında farklı pekmez çeşitlerinde sıcaklık ve depolamanın, HMF oluşumu ve reaksiyon kinetikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Örnekler, 25°C, 35 °C ve 45°C’de 8 ay boyunca depolanmıştır. Depolama sıcaklığı ile birlikte HMF’nin oluşum hızı da katlanarak artmıştır. En düşük başlangıç HMF seviyesi keçiyoynuzu pekmezinde olmakla beraber en hızlı artış da 25 °C’de 6,9, 35 °C’de 27 ve 45 °C’de 103 kat ile yine keçiyoynuzu pekmezinde gözlenmiştir. Çalışmada analizlenen kayısı, dut, keçiyoynuzu, üzüm ve ardıç pekmezi örneklerinin HMF içerikleri sırası ile 133,0 mg/kg’dan 1060,0 mg/kg’a, 88,2 mg/kg’dan 1921,5 mg/kg’a, 11,1 mg/kg’dan 1153,6 mg/kg’a, 75,5 mg/kg’dan 2077,0 mg/kg’a ve 19,9 mg/kg’dan 280,1 mg/kg’a artış göstermiştir. HMF oluşumuna göre her bir pekmez için reaksiyon hızı sabiti (k) ve aktivasyon enerjisi ( $E_a$ ) hesaplanmıştır. Çalışmada k değerinin sıcaklık ile arttığı, dolayısı ile HMF oluşumunun da yüksek sıcaklıklarda hızlandığı görülmektedir. Her bir pekmez örneği kendine özgü bir  $E_a$  değerine sahiptir. Örneklerin sıcaklığa hassasiyetlerini gösteren bu değer, örnekler arasındaki farklı HMF artışlarının sebeplerinden biridir. Bunun yanı sıra çalışmada, örneklerin demir gibi yüksek oranda metal iyonu içermesinin ve fenolik madde içeriğinin de HMF oluşumunu hızlandırıcı etki yarattığı belirtilmekte ve pekmezlerin, HMF oluşumunun azaltılması için oda sıcaklığından serin ortamlarda muhafaza edilmesi gerektiği de belirtilmektedir.

Birçok iç ve dış faktör Maillard reaksiyonunun hızını, dolayısı ile oluşan HMF miktarını etkilemektedir. Bozkurt ve diğ. (1998), depolama sırasında pekmezde meydana gelen Maillard reaksiyonu üzerinde pH’ın, sıcaklığın ve çözünür kuru madde miktarının etkisini incelemek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada 2 farklı pH (3,5 ve 6,0), 3 farklı °briks (73,0, 38,5 ve 12,8) ve 3 farklı depolama sıcaklığı (55°C, 65°C ve 75°C) ile modelleme yapılmıştır. Çalışmada en yüksek HMF birikimi her üç sıcaklık değerinde de 73,0 °briks değerine sahip pekmez örneğinde gözlenmiş, çözünür kuru madde miktarının azalması ile birlikte HMF oluşumunun da azaldığı gözlenmiştir. Esmerleşme reaksiyonlarında görülen adaptasyon süresi pH 3,5 olan örnekte 55°C’de 4 gün, 65°C’de 3 gün sürmüş, pH 6,0 olan örneklerde bu süre 6 gün olarak belirlenmiş, 75°C’de ise adaptasyon süresinin ortadan kalktığı ve hızlı bir şekilde HMF oluşumunun gerçekleştiği görülmüştür. Araştırmacılar azalan pH değerine bağlı olarak adaptasyon süresinin kısılmasını ve HMF oluşumunun artmasını, asidik ortamlarda Maillard reaksiyonunun HMF oluşumunu sağlayan 2,3-

endiol yolunu tercih etmesi olarak açıklamışlardır. Sonuç olarak düşük pH, yüksek sıcaklık ve yüksek °briks değerlerinin HMF oluşumunu arttırıcı yönde etki gösteren parametreler olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada analizlenen pekmez örneklerinin birbirlerinden çok farklı fiziksel ve kimyasal bileşime sahip olmaları ve üretim şartlarının bilinmemesi nedeniyle °briksin HMF üzerindeki etkisi çok net analiz edilememiştir. Bununla birlikte aynı çeşit, benzer pH değerine ve protein içeriğine sahip 10-ÜG ve 15-ÜE ile 8-ÜG ve 9-ÜG örnekleri karşılaştırıldığında Bozkurt ve diğ. (1998)'ni destekleyici sonuçlar elde edildiği söylenebilir. Bununla birlikte 3-EG numaralı örneğin briks değeri refraktometrede düşük çıkmış olsa da oldukça jelimsi ve koyu bir kıvama sahiptir. Bu örnekte, üretim esnasında yetersiz durultmaya bağlı olarak şıradan uzaklaştırılamayan pektinin asidik ortamda jel oluşturduğu düşünülmektedir. Pekmezdeki bu jelimsi yapının da evaporasyon ilerledikçe üründe yanmalara sebep olmuş olabileceği ve oldukça yüksek HMF oluşumunda etkili rol oynayabileceği düşünülmektedir.

pH ve HMF ilişkisine baktığımızda, 9-DE, 1-KG, 5-DE ve 6-AE numaralı örnekler dışında pH değeri 5,0'ın altında olan tüm örneklerde HMF değeri yüksek çıkmıştır. Özellikle en yüksek HMF değerine sahip olan 1-EG (1896,68 mg/kg) ve 3-EG (2243,72 mg/kg) numaralı örneklerin pH değeri 4,0'ün altındadır. pH değeri 5,0 üzerinde olan örneklerde genelde HMF seviyesi düşük olmakla birlikte 7-DE, 15-ÜE, 9-ÜG, 1-AG, 3-DG ve 10-ÜG numaralı örneklerin HMF içeriği 75 mg/kg değerinin üzerinde bulunmuştur. Bu örneklerin yüksek HMF içeriği üretim şekline bağlı olabileceği gibi özellikle limit değere yakın olan 3-DG ve 10-ÜG gibi örneklerde uygun olmayan depolama koşulları nedeniyle artış meydana geldiği düşünülmektedir. Aynı şekilde 8-KE numaralı endüstriyel üretim pekmez örneği standartta belirtilen 30 mg/kg limitine yakın olmakla beraber 39,99 mg/kg değeri ile limiti aşmaktadır. Benzer şekilde örnekte de uzun süreli ve/veya yüksek sıcaklıkta depolama sonucu limit aşımı yaşandığı düşünülmektedir. Bu bağlamda çalışma düşük pH değerlerinde HMF oluşumunun arttığını destekleyici olarak Bozkurt ve diğ. (1998)'nin çalışmasını destekler niteliktedir.

HMF oluşumunda önemli parametrelerden biri protein içeriği ve amino asit profilidir. 21-ÜE, 22-ÜE gibi örnekler oldukça düşük protein içeriğine sahip olmaları nedeniyle tağşiş ihtimali yüksek olan örneklerdir. Bu örneklerin elektrik iletkenliği değerinin normalden düşük olması ve  $\delta^{13}\text{C}$  değerlerinin -23,50'tan daha negatif bulunması, şeker

pancarından elde edilen şeker tipleri ile tağışış yapılmış olma ihtimalini kuvvetlendirmektedir. HMF oluşum mekanizmalarından biri olan protein ve şekerlerin reaksiyonu, düşük protein içeriklerinde sınırlanmaktadır. Ayrıca bu örneklerde olduğu gibi tağışış durumunda koyulaştırma işlemi, dışarıdan katkılarla yapılabilmekte ve istenilen kıvamı elde etmek için çok yüksek sıcaklıklara çıkılmasına gerek kalmamaktadır. Bu nedenle çok düşük protein içeriklerinin tağışış ile olduğu kadar düşük HMF içerikleri ile de ilişkili olduğu söylenebilir. Benzer şekilde 1-KG, 5-ÜG, 19-ÜE, 5-PE, 5-AE ve 10-DE gibi örnekler düşük protein içeriklerinin yanı sıra oldukça pozitif  $\delta^{13}\text{C}$  değerlerine sahiplerdir. Örneklerin düşük HMF içerikleri de göz önünde bulundurulduğunda bu pekmez örneklerinin meyve ve ısıl işlem kullanılmadan, şeker şurupları ile üretilmiş olma ihtimalleri yüksektir. 6-ÜG örneğinde de benzer şekilde tağışış yapılmış olma ihtimali yüksektir. Bu örnekte de protein oranı oldukça düşük olduğu için az miktarda kullanılan meyvenin yanı sıra  $\delta^{13}\text{C}$  değerine ve F/G oranına bakıldığında şeker pancarından elde edilmiş fruktoz şurubu katılmış olabileceği düşünülmektedir. Fruktozun HMF oluşumundaki etkisi düşünüldüğünde örneğin yüksek fruktoz içeriği ve düşük pH değeri HMF miktarının oldukça yüksek olmasına sebep olmuş olabilir.

Tağışışlı ürünlerde, istenilen kıvamın elde edilmesi için nişasta ve maltodekstrin gibi katkıların eklenmesi HMF oluşumunu arttırıcı yönde etki etmektedir. Bunun sebebi ısıl işlem ile nişastanın glikoz ve fruktoza, maltodekstrinin ise maltoz ve glikoza parçalanmasıdır. İndirgen şeker konsantrasyonundaki artış ile birlikte, maillard reaksiyonu ve karamelizasyon ürünleri artmakta dolayısı ile HMF oluşumunda artış gözlenmektedir (Toker, 2012). Aynı şekilde farklı pekmezlerin karışımı ile veya meyve şurubunu pekmez olarak piyasaya sürmek isteyen kötü niyetli işletmeciler sitrik asit gibi asit düzenleyicilerle pH değeri, istenilen seviyeye getirmeye çalışırlar.

Gıda endüstrisinde kullanılan bir çok asit ve tuz, HMF oluşumunu katalize edici yönde çalışmakla beraber, bunların eklenmesi ile son üründe HMF miktarı artabilmektedir (Kowalski ve diğ, 2013; Toker, 2012). Ayrıca meyvenin içeriğindeki organik asidin çeşidi de HMF oluşum miktarına etki edebilmektedir. Organik asitler, en az bir tane asidik karboksil grubu ( $-\text{COOH}$ ) içeren zayıf asitlerdir ve meyve ve sebzelerin yapısında serbest olarak bulunabilecekleri gibi, farklı bileşikler halinde suda çözünmüş halde de bulunabilirler (Saritepe, 2018). Meyve ve sebzelerin içerdiği organik asitler çeşide, yetiştiği toprak ve iklime bağlı olarak çok büyük farklılıklar göstermektedirler.

Olgunlaşmamış üzümlerde malik asit daha yüksek oranda bulunurken, olgun üzümlerde tartarik asit baskındır. Üzümlerde en yaygın asit tartarik asitken, elmada malik ve limonda ise sitrik asittir. Oluşturulan model sistemlerle yapılan çalışmada tartarik asidin malik ve sitrik aside göre HMF oluşumunda daha etkili olduğu bildirilmiştir (Saritepe, 2018). Çalışmada analizlenen örneklerin organik asit bileşimine bakılmadığı için HMF oluşumu ile ilişkisi analiz edilememiştir.

Pekmez yoğun olarak içerdiği eser element ve mineraller bakımından oldukça besleyici bir besin ögesidir. Bunun yanı sıra birçok çalışmada  $Na^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Fe^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$  ve  $Mg^{+2}$  gibi çok değerlikli katyonlar ile  $Na^{+}$ ,  $K^{+}$  ve  $Zn^{+2}$  gibi minerallerin HMF oluşumunu arttırıcı yönde etki ettiği bildirilmektedirler (Gökmen ve Şenyuva, 2007; Toker ve diğ., 2013). Bu etkinin sebebinin çok değerlikli katyonların, Schiff bazının oluşumunu engelleyerek reaksiyon yolunu glikozun dehidrasyonu yönüne doğru değiştirmesi olduğu düşünülmekte ve bu değişimin de HMF oluşumunu arttırıcı yönde çalıştığı belirtilmektedir (Toker ve diğ., 2013). Diğer bir görüş de bu katyonların varlığının glikoz moleküllerinin ısıtılma sırasında çok daha hızlı parçalanmasına sebep olarak HMF oluşum hızını arttırdığıdır (Gökmen ve Şenyuva, 2007). Pekmez örneklerinin mineral bileşimi analiz edilmediğinden kesin bir sonuca varmak mümkün değildir. Ancak pekmezler farklı bölgelerden temin edildiğinden ve dolayısı ile aynı çeşit pekmezlerin yapıldığı meyvelerin tipi, yetiştiği toprak bileşimi ve iklim farklı olacağından pekmezler de farklı mineral bileşimine sahip olacaklardır. Bu nedenle benzer pekmez çeşitlerinin HMF içeriklerindeki farklılıkta içerdikleri çok değerlikli katyonların ve minerallerin de etkisi olduğu düşünülmektedir.

HMF oluşumuna etki eden bir diğer faktör ise şeker tipidir. Daha önce detaylı bir şekilde açıklandığı üzere fruktoz HMF oluşumunda diğer şekerlere göre daha aktiftir (Kowalski ve diğ., 2013; Locas ve Yaylayan, 2008). Kuster (1990) tarafından yayınlanan rapora göre bir HMF öncülü olarak ele alındığında fruktoz glikoza göre 40 kat daha reaktiftir (Toker ve diğ., 2013). Akkaya (2016)'nın çalışmasında pH değerinin 6.0 'dan büyük olduğu durumlarda glikozun fruktoza göre daha hızlı reaksiyona girdiği, aksi durumda fruktozun daha reaktif olduğu belirtilmektedir. Çalışmada analiz edilen tüm pekmez örnekleri pH 6,0'nin altında olduğundan HMF oluşumuna asıl etki eden şekerin fruktoz olduğu düşünülmektedir. Şeker çeşidi ve tağşişin HMF üzerine etkisi birlikte değerlendirilmiştir.

Tosun (2014), dut pekmezin farklı oranlarda, şeker pancarından elde edilen sakkaroz şurubu ve mısırdan elde edilen glikoz ve YFMŞ ekleyerek yaptığı çalışmada  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan sakkaroz şurubunun  $\delta^{13}\text{C}$  değeri -24,80, glikoz şurubunun -11,20 ve YFMŞ'nun  $\delta^{13}\text{C}$  değeri -11,40 olarak verilmiştir. Buna göre -26,60 olarak bulunan dut pekmezinin  $\delta^{13}\text{C}$  değeri C3 bitki grubuna ait sakkaroz şurubu %50 oranında eklendiğinde dahi çok değişmemiş ve -25,75 olarak bulunmuştur. Glikoz şurubunun %10, %30 ve %50 oranında eklenmesi  $\delta^{13}\text{C}$  değerini sırasıyla -24,95, -21,75 ve -18,70, YFMŞ'nun %10, %30 ve %50 oranında eklenmesi  $\delta^{13}\text{C}$  değerini sırasıyla -24,70, -22,70 ve -19,15 olarak değiştirmiştir. 1-DG, 4-ÜG, 5-ÜG, 12-ÜG, 1-KG, 3-KG, 5-AE, 6-AE, 4-PG, 5-PE, 7-PE ve 2-EG örneklerinin -8,90 ile -12,93 aralığında  $\delta^{13}\text{C}$  değerine sahip olması ve yüksek maltoz içerikleri, Tosun (2014)'un çalışmasındaki verilerle beraber değerlendirildiğinde, bu örneklerin meyve kullanılmadan maltoz, glikoz ve fruktoz şurupları ile gerçekte şeker şurubu olarak üretildiği ve pekmez adı altında satıldığı söylenebilir. Bu örneklerin HMF içeriği 0,08 ile 773,51 arasında değişmektedir. 5-AE, 4-PG, 5-PE, 6-AE, 5-ÜG, 1-KG örneklerinin düşük HMF içermelerinin nedeni, istenilen  $^{\circ}\text{briks}$  değerine kaynatma yerine kıvam arttırıcılarla ulaşılmış olması olabilir. Bu sayede yüksek pH değeri ile birlikte düşük sıcaklık, örneklerin HMF değerinde artış yaşanmamasına sebep olmuş olabilir. Bunun yanı sıra 3-KG, 12-ÜG, 7-PE, 2-EG, 4-ÜG ve 1-DG örneklerinde de benzer şekilde dışarıdan şeker şurubu ilave edildiği açık olmakla beraber, düşük pH içerikleri ve önceki örneklere kıyasla daha yüksek ısıl işleme maruz kalmış olma ihtimalleri nedeni ile HMF değerlerinin yüksek çıktığı düşünülmektedir.

$\delta^{13}\text{C}$  değeri yukarıda bahsedilen örnekler kadar düşük olmayan ancak dışarıdan şeker şurubu eklendiği söylenebilecek kadar -23,50 değerinden pozitif olan ve belirgin bir şekilde maltoz içerdiği tespit edilmiş olan 10-DE, 12-KE, 6-KG, 19-ÜE, 2-KG ve 4-DG örneklerinin, piyasada glikoz şurubu olarak satılan ve nişasta şurubu olarak da bilinen şekerler ile tağşiş edildiği düşünülmektedir. Bu şuruplar, nişastanın asit veya enzim ile hidrolizi sonucu elde edilmekte olup yaklaşık %19 maltoz ve %30 oranında fruktoz içerebilmektedirler (Tosun, 2004; Şimşek ve diğ, 2004). 2-KG hariç diğer tüm örnekler düşük HMF içeriğine sahip olup bunda pH'ın yüksek olmasının ve ısıl işlemin düşük sıcaklıklarda gerçekleşmiş olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Maltoz meyvelerde çoğunlukla bulunmamakla birlikte eser miktarda tespit edilebilmektedir. Ancak belirgin şekilde maltoz içeren pekmez örneklerinin yukarıda bahsedildiği gibi

glikoz, fruktoz ve/veya maltoz şuruplarından bir veya birkaçı ile tağışış edildiği sonucuna varılabilir. İndirgen bir disakkarit olan maltozun da, bu örneklerin HMF oluşumunu arttırıcı yönde etki ettiği söylenebilir. Sakkaroz içeriği Türk Gıda Kodeksi Tebliğinde, Türk Standartlarında veya literatürde belirtilen değerlerden yüksek olan veya sakkaroz içermediği halde  $\delta^{13}\text{C}$  değeri -23,50'den pozitif olan örnekler de belirtilen C4 bitkilerinden elde edilmiş şeker şuruplarından biri ile tağışış edilmiş demektir. Şeker pancarından elde edilen tağışışlar için çok düşük elektrik iletkenliği değerlerinde kesin bir yargı yapılabilmekle birlikte çok fazla olmayan düşüşler için ileri testler yapılması gerekmektedir. Çalışmada analizlenen andız pekmezi örneklerinin  $\delta^{13}\text{C}$  değeri literatürde daha önce çalışılmamış olduğundan ve elektrik iletkenliği değeri literatürde belirtilen değere yakın bulunduğundan bu pekmezin değerinin -22,00 civarı olabileceği düşünülmekte ve 5-AE ve 6-AE örnekleri haricindeki andız pekmezi örnekleri hakkında tağışış ile ilgili kesin bir yargı yapılamamaktadır.

Farklı meyvelerin veya farklı meyvelerden yapılan pekmezlerin karıştırılması ile yapılan tağışışta, son üründe meydana gelebilecek tat ve aroma değişikliği, ürünün aşırı ısı ile işleme maruz bırakılması ile engellenmeye çalışılmakta bu da HMF değerinde artışa sebep olmaktadır (Artık, tarihsiz). Çalışmada analizlenen pekmezlerin yapıldığı tüm meyveler gibi, meyvelerin büyük çoğunluğu C3 bitki sınıfına girdiğinden, farklı pekmez çeşitlerinin karıştırıldığı bu tip tağışışlar,  $\delta^{13}\text{C}$  değerinde büyük bir farklılık yaratmadığından karbon izotop analizi ile tespit edilememektedir. 3-ÜG, 6-ÜG ve 22-ÜE örneklerinin elektrik iletkenliğinin ortalamasının ve literatürde belirtilen üzüm pekmezi iletkenlik değerinden (Türkben ve diğ, 2015) düşük, 9-ÜE, 15-ÜE ve 16-ÜE numaralı örneklerin ise yüksek olması, ancak  $\delta^{13}\text{C}$  değerlerinin -23,50'tan daha negatif bulunması, bu örneklerle üzüm pekmezi haricinde farklı iletkenlik değerine sahip meyve pekmezleri katıldığına bir göstergesi sayılabilir. Kesin bir yargıya varabilmek için meyveye özgü olan organik asit veya amino asit bileşimine bakılması gerekmektedir (Batu ve diğ, 2007).

Normal ve tağışış yapılmış pekmezleri HMF oluşumu açısından incelerken andız pekmezi örneklerinin  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri düşük olmasına rağmen elektrik iletkenlik değerlerinin normal bulunması ve literatürde yeterli veri olmaması nedeni ile her iki gruba da dahil edilmeyerek 60 örnek üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Buna göre 60 örneğin 29 tanesi  $\delta^{13}\text{C}$  değerine göre hilesiz olarak tespit edilmiş olup bu örneklerin

15 tanesi endüstriyel, 14 tanesi geleneksel üretimdir. Analizlenen hilesiz 29 örneğin 15 tanesi yüksek HMF içeriğine sahip olup, bu 15 örneğin 3 tanesi endüstriyel, 12 tanesi geleneksel yöntemlerle üretilmiştir.  $\delta^{13}\text{C}$  değerine göre tağşiş yapıldığı tespit edilen 31 örneğin 12 tanesi endüstriyel üretim, 19 tanesi geleneksel üretimdir. Tağşiş yapılmış örnekler arasında 13 örnek yüksek HMF içeriğine sahip olup bu örneklerin 12 adedi geleneksel, 3 adedi endüstriyel üretimdir.

HMF oluşumunda temel kriterlerden birisi, ısıtılma işlemi olup üretim şekli oldukça belirleyicidir. Çalışmada çeşitten bağımsız olarak, uzun süre açık kazanlarda kaynatma yöntemi ile üretilen geleneksel örnekler ile markalı olarak marketlerden temin edilmiş endüstriyel örnekler karşılaştırıldığında geleneksel yöntem ile üretilmiş örneklerin çok daha fazla HMF içerdiği görülmektedir. 31 endüstriyel pekmezin sadece 6 tanesi yüksek HMF içeriğine sahipken, endüstriyel örneklerin ortalama HMF içeriği 79,02 mg/kg'dır. 36 geleneksel üretim örneğinin ise 23 tanesi yüksek miktarlarda HMF içermekte olup geleneksel üretim pekmez örneklerinin ortalama HMF içeriği 481,34 mg/kg'dır.

Fenolik bileşikler, antioksidan, antimutajenik ve/veya antikarsinojenik aktiviteleri ve antienflamatuar etkileri ile sağlık üzerinde birçok fayda göstermelerinin yanı sıra HMF oluşumunu azaltıcı yönde de çalışmaktadırlar (Günel, 2011). Maillard reaksiyonunun genel anlamda karbonhidratların oksidasyon reaksiyonu olduğu düşünülürse, fenolik maddeler gibi antioksidanların bu reaksiyonları inhibe edici özelliği ile etki gösterdiği düşünülmektedir. Özdemir ve diğ. (2004b), Antalya-Akseki bölgesinden elde ettikleri andız meyvelerini laboratuvarda vakum altında işleyerek pekmez üretmişler ve aynı bölgeden kontrol amaçlı geleneksel yöntem ile üretilmiş andız pekmezi temin etmişlerdir. Çalışmada laboratuvar örneklerinin toplam fenolik madde miktarı 1600-2070 mg/kg aralığında bulunmuş olup, geleneksel andız pekmezinin toplam fenolik madde içeriği de 1133 mg/kg olarak bulunmuştur. Ayrıca aynı çalışmada andız pekmezinin, 11 farklı fenolik madde içerdiği belirlenmiş ve gıda desteği olarak kullanılabilecek kadar fenolik bileşik bakımından zengin olduğu belirtilmiştir. Keçiboynuzu ile ilgili yapılan birçok çalışmada da keçiboynuzu meyvesinin fenolik maddece zengin olduğu desteklenmektedir (Gübbük ve diğ, 2016; Pazır ve Alper, 2016). Çalışmalardan birinde 24 farklı çeşit fenolik madde içerdiği belirlenen keçiboynuzu meyvesinin, toplam fenolik madde miktarı 3945 mg/kg olarak bulunmuş ve en büyük payı etkili bir antioksidan olan galik asidin oluşturduğu belirtilmiştir.

(Owen ve diğ, 2003). Çalışmada analizlenen andız ve keçiboynuzu pekmezi örneklerinin düşük HMF içeriklerinin, pH değerlerinin yüksek olmasının yanı sıra farklı çeşitte ve yüksek miktarda fenolik madde içermeleri ile açıklanabileceği düşünülmektedir.

#### **4.2 Analiz Bulgularının İstatistiksel İncelemesi**

Farklı pekmez çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile taşıdığı durumunun HMF ile ilişkisinin incelendiği çalışmamızda üreticilerin, üretim yönteminin, meyve çeşidinin, tipinin, iklim ve toprak koşullarının farklı olması ve taşıdığı nedeni ile yüksek standart sapma değerleri elde edildiğinden ANOVA testi, çalışmamızda sağlıklı bir sonuç vermemiştir. Bu nedenle bulgular literatür verileri ile karşılaştırılarak yorumlanmış, ayrıca her bir pekmez çeşidinin endüstriyel ve geleneksel üretim örneklerine ait analiz sonuçları ayrı ayrı ve tüm veriler toplam olarak değerlendirilip mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri excel programında hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler üzüm pekmezi için Çizelge 4.7’de, keçiboynuzu pekmezi için Çizelge 4.8’de, dut pekmezi için Çizelge 4.9’da, andız pekmezi için Çizelge 4.10’da, şeker pancarı pekmezi için Çizelge 4.11’de ve elma/armut pekmezleri için Çizelge 4.12’de verilmiştir.

**Çizelge 4.7 : Üzüm pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.**

| Üzüm Pekmezi                | Geleneksel |        |          |                | Endüstriyel |        |          |                | Toplam |        |          |                |
|-----------------------------|------------|--------|----------|----------------|-------------|--------|----------|----------------|--------|--------|----------|----------------|
|                             | Mod        | Medyan | Ortalama | Standart Sapma | Mod         | Medyan | Ortalama | Standart Sapma | Mod    | Medyan | Ortalama | Standart Sapma |
| pH                          | 4,98       | 4,98   | 4,90     | 0,38           | 5,15        | 5,31   | 5,31     | 0,27           | 4,98   | 5,05   | 5,10     | 0,39           |
| HMF (mg/kg)                 | -          | 123,59 | 189,43   | 207,61         | 18,57       | 19,85  | 66,42    | 80,72          | 18,57  | 62,75  | 127,92   | 168,43         |
| Fruktoz (%)                 | -          | 26,47  | 25,15    | 6,40           | -           | 29,10  | 28,70    | 4,17           | -      | 27,18  | 26,92    | 5,64           |
| Glikoz (%)                  | 23,45      | 25,12  | 25,14    | 3,82           | -           | 28,37  | 28,50    | 3,06           | 23,45  | 27,18  | 26,82    | 3,82           |
| Sakkaroz (%)                | 0,00       | 0,00   | 0,38     | 0,74           | 0,00        | 0,00   | 1,15     | 3,53           | 0,00   | 0,00   | 0,77     | 2,55           |
| Maltoz (%)                  | 0,00       | 0,00   | 3,97     | 7,13           | 0,00        | 0,00   | 0,34     | 1,15           | 0,00   | 0,00   | 2,15     | 5,37           |
| F/G                         | -          | 1,02   | 0,99     | 0,15           | -           | 1,00   | 1,00     | 0,07           | -      | 1,01   | 1,00     | 0,12           |
| İnvert Şeker (%)            | -          | 50,69  | 50,29    | 9,90           | -           | 57,57  | 57,20    | 7,07           | 57,10  | 54,50  | 53,74    | 9,20           |
| Toplam Şeker (%)            | -          | 54,16  | 54,63    | 5,46           | -           | 58,30  | 58,69    | 5,63           | 57,10  | 55,26  | 56,66    | 5,85           |
| °Briks (%)                  | 71,80      | 71,80  | 70,46    | 6,06           | 76,30       | 73,10  | 73,53    | 5,35           | 71,80  | 72,85  | 72,00    | 5,86           |
| Elektrik İletkenliği(µs/cm) | 1,90       | 2,06   | 2,04     | 1,05           | 3,00        | 2,82   | 3,04     | 1,03           | 2,21   | 2,35   | 2,54     | 1,15           |
| δ <sup>13</sup> C (‰)       | -          | -22,47 | -19,91   | 5,39           | -           | -23,56 | -22,88   | 1,55           | -      | -23,07 | -21,40   | 4,20           |
| Protein (%)                 | 0,33       | 0,92   | 0,81     | 0,37           | 0,88        | 0,87   | 0,86     | 0,40           | 0,88   | 0,88   | 0,84     | 0,38           |

**Çizelge 4.8 :** Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.

| Keçiboynuzu<br>Pekmezi         | Geleneksel |        |          |                   | Endüstriyel |        |          |                   | Toplam |        |          |                   |
|--------------------------------|------------|--------|----------|-------------------|-------------|--------|----------|-------------------|--------|--------|----------|-------------------|
|                                | Mod        | Medyan | Ortalama | Standart<br>Sapma | Mod         | Medyan | Ortalama | Standart<br>Sapma | Mod    | Medyan | Ortalama | Standart<br>Sapma |
| pH                             | 4,88       | 5,09   | 5,09     | 0,39              | 5,34        | 5,31   | 5,34     | 0,14              | 4,88   | 5,30   | 5,23     | 0,30              |
| HMF (mg/kg)                    | 0,00       | 20,14  | 123,35   | 179,46            | -           | 18,61  | 19,42    | 9,35              | 0,00   | 18,61  | 67,39    | 131,56            |
| Fruktoz (%)                    | -          | 18,13  | 17,05    | 3,97              | 18,97       | 18,97  | 20,83    | 5,35              | 18,97  | 18,32  | 19,09    | 5,05              |
| Glikoz (%)                     | -          | 15,57  | 15,91    | 2,17              | -           | 14,55  | 15,81    | 6,57              | -      | 15,07  | 15,85    | 4,95              |
| Sakkaroz (%)                   | -          | 7,06   | 7,76     | 6,11              | -           | 16,10  | 15,55    | 8,58              | -      | 12,63  | 11,96    | 8,39              |
| Maltoz (%)                     | 0,00       | 8,19   | 8,89     | 8,39              | 0,00        | 0,00   | 1,23     | 3,13              | 0,00   | 0,00   | 4,76     | 7,16              |
| F/G                            | -          | 1,05   | 1,07     | 0,22              | -           | 1,39   | 1,40     | 0,28              | -      | 1,27   | 1,25     | 0,30              |
| İnvert Şeker (%)               | -          | 34,40  | 32,95    | 5,58              | -           | 35,97  | 36,64    | 11,68             | -      | 34,90  | 34,94    | 9,39              |
| Toplam Şeker (%)               | -          | 49,89  | 49,60    | 2,29              | -           | 52,07  | 53,42    | 4,27              | -      | 51,01  | 51,66    | 3,95              |
| °Briks (%)                     | 81,60      | 74,40  | 75,45    | 3,42              | 74,30       | 74,30  | 75,52    | 2,88              | 73,50  | 74,30  | 75,49    | 3,08              |
| Elektrik<br>İletkenliği(μs/cm) | 4,68       | 3,13   | 2,83     | 1,75              | 4,64        | 4,44   | 4,08     | 0,82              | 4,68   | 4,23   | 3,50     | 1,45              |
| δ <sup>13</sup> C (‰)          | -24,00     | -18,89 | -17,92   | 5,77              | -           | -24,40 | -23,32   | 2,25              | -24,00 | -23,56 | -20,83   | 4,98              |
| Protein (%)                    | -          | 1,24   | 1,10     | 0,59              | 1,86        | 1,62   | 1,41     | 0,68              | 1,86   | 1,86   | 1,68     | 0,65              |

**Çizelge 4.9 :** Dut pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.

| Dut Pekmezi                 | Geleneksel |        |          |                | Endüstriyel |        |          |                | Toplam |        |          |                |
|-----------------------------|------------|--------|----------|----------------|-------------|--------|----------|----------------|--------|--------|----------|----------------|
|                             | Mod        | Medyan | Ortalama | Standart Sapma | Mod         | Medyan | Ortalama | Standart Sapma | Mod    | Medyan | Ortalama | Standart Sapma |
| pH                          | 4,09       | 5,25   | 5,08     | 0,55           | 5,49        | 5,25   | 5,17     | 0,27           | 4,09   | 5,25   | 5,12     | 0,43           |
| HMF (mg/kg)                 | -          | 37,29  | 186,74   | 301,90         | -           | 18,94  | 63,01    | 81,50          | -      | 30,15  | 124,88   | 227,10         |
| Fruktoz (%)                 | -          | 23,01  | 22,95    | 7,08           | -           | 29,03  | 27,24    | 4,34           | -      | 26,26  | 25,09    | 6,13           |
| Glikoz (%)                  | -          | 21,31  | 22,06    | 2,78           | -           | 25,93  | 25,28    | 3,31           | -      | 22,06  | 23,67    | 3,40           |
| Sakkaroz (%)                | 0,00       | 0,00   | 4,73     | 7,26           | 0,00        | 0,00   | 0,17     | 0,38           | 0,00   | 0,00   | 2,45     | 5,52           |
| Maltoz (%)                  | 0,00       | 0,48   | 6,42     | 8,66           | 0,00        | 0,00   | 1,46     | 3,09           | 0,00   | 0,00   | 3,94     | 6,82           |
| F/G                         | -          | 1,06   | 1,03     | 0,23           | -           | 1,07   | 1,09     | 0,19           | -      | 1,07   | 1,06     | 0,21           |
| İnvert Şeker (%)            | -          | 44,70  | 45,01    | 9,49           | -           | 51,25  | 52,51    | 6,55           | -      | 48,31  | 48,76    | 8,82           |
| Toplam Şeker (%)            | -          | 54,66  | 56,15    | 5,15           | -           | 52,06  | 54,14    | 4,57           | -      | 54,35  | 55,15    | 4,85           |
| °Briks (%)                  | 81,50      | 76,20  | 76,86    | 3,06           | 73,00       | 74,30  | 74,20    | 1,16           | 81,50  | 74,90  | 75,53    | 2,63           |
| Elektrik İletkenliği(μs/cm) | 2,82       | 2,82   | 2,47     | 1,23           | 4,55        | 3,70   | 3,83     | 0,78           | 2,82   | 3,20   | 3,15     | 1,23           |
| δ <sup>13</sup> C (‰)       | -22,56     | -20,32 | -19,02   | 5,00           | -           | -22,61 | -21,58   | 3,27           | -22,56 | -22,49 | -20,30   | 4,32           |
| Protein (%)                 | -          | 1,56   | 1,47     | 0,78           | -           | 1,99   | 1,89     | 0,78           | 2,05   | 1,76   | 1,68     | 0,79           |

**Çizelge 4.10 :** Andız pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.

| Andız Pekmezi               | Geleneksel |        |          |                | Endüstriyel |        |          |                | Toplam |        |          |                |
|-----------------------------|------------|--------|----------|----------------|-------------|--------|----------|----------------|--------|--------|----------|----------------|
|                             | Mod        | Medyan | Ortalama | Standart Sapma | Mod         | Medyan | Ortalama | Standart Sapma | Mod    | Medyan | Ortalama | Standart Sapma |
| pH                          | -          | 5,32   | 5,28     | 0,13           | 5,34        | 5,27   | 5,17     | 0,24           | 5,34   | 5,32   | 5,22     | 0,20           |
| HMF (mg/kg)                 | -          | 20,34  | 63,92    | 65,91          | 0,00        | 27,62  | 24,01    | 15,46          | 0,00   | 24,60  | 41,11    | 48,03          |
| Fruktoz (%)                 | -          | 21,90  | 21,03    | 2,00           | -           | 19,34  | 17,42    | 6,10           | -      | 21,27  | 18,97    | 5,00           |
| Glikoz (%)                  | -          | 25,27  | 22,77    | 4,23           | -           | 18,86  | 17,60    | 5,11           | 17,23  | 20,57  | 19,82    | 5,29           |
| Sakkaroz (%)                | -          | 2,23   | 6,98     | 8,69           | 0,00        | 4,91   | 4,37     | 3,35           | 0,00   | 3,63   | 5,49     | 6,07           |
| Maltoz (%)                  | 0,00       | 0,00   | 0,00     | 0,00           | 0,00        | 6,18   | 7,46     | 8,19           | 0,00   | 0,00   | 4,26     | 7,12           |
| F/G                         | -          | 0,89   | 0,94     | 0,12           | -           | 1,01   | 0,97     | 0,12           | -      | 0,95   | 0,96     | 0,12           |
| İnvert Şeker (%)            | -          | 47,37  | 43,80    | 6,10           | -           | 38,95  | 35,02    | 11,13          | -      | 42,86  | 38,78    | 10,07          |
| Toplam Şeker (%)            | -          | 49,75  | 50,78    | 2,76           | -           | 47,93  | 46,85    | 7,85           | -      | 48,96  | 48,53    | 6,34           |
| °Briks (%)                  | 73,00      | 73,05  | 73,72    | 1,07           | 72,90       | 72,65  | 73,13    | 3,48           | 73,00  | 73,00  | 73,38    | 2,65           |
| Elektrik İletkenliği(μs/cm) | 6,96       | 6,96   | 6,64     | 0,49           | 1,80        | 3,99   | 4,17     | 2,55           | 6,96   | 6,17   | 5,23     | 2,28           |
| δ <sup>13</sup> C (‰)       | -          | -21,83 | -22,06   | 0,61           | -           | -17,28 | -17,02   | 5,13           | -      | -21,61 | -19,18   | 4,59           |
| Protein (%)                 | -          | 0,69   | 0,65     | 0,20           | -           | 0,77   | 0,89     | 0,56           | -      | 0,69   | 0,79     | 0,45           |

**Çizelge 4.11 : Şeker pancarı pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.**

| Şeker Pancarı<br>Pekmezi       | Geleneksel |        |          |                   | Endüstriyel |        |          |                   | Toplam |        |          |                   |
|--------------------------------|------------|--------|----------|-------------------|-------------|--------|----------|-------------------|--------|--------|----------|-------------------|
|                                | Mod        | Medyan | Ortalama | Standart<br>Sapma | Mod         | Medyan | Ortalama | Standart<br>Sapma | Mod    | Medyan | Ortalama | Standart<br>Sapma |
| pH                             | 4,39       | 4,44   | 4,64     | 0,53              | 4,38        | 4,38   | 4,33     | 0,15              | 4,39   | 4,39   | 4,51     | 0,43              |
| HMF (mg/kg)                    | -          | 405,20 | 411,73   | 301,55            | -           | 400,84 | 386,56   | 248,99            | -      | 400,84 | 393,23   | 276,13            |
| Fruktoz (%)                    | -          | 16,25  | 16,32    | 1,10              | -           | 16,94  | 16,90    | 0,70              | -      | 16,59  | 16,57    | 0,97              |
| Glikoz (%)                     | -          | 16,55  | 17,21    | 3,03              | -           | 17,97  | 18,21    | 1,37              | -      | 17,53  | 17,64    | 17,06             |
| Sakkaroz (%)                   | 0,00       | 22,18  | 17,82    | 11,22             | 0,00        | 10,07  | 12,40    | 12,26             | 0,00   | 21,75  | 15,50    | 11,55             |
| Maltoz (%)                     | 0,00       | 0,00   | 3,28     | 6,07              | 0,00        | 6,95   | 7,19     | 6,69              | 0,00   | 0,00   | 4,96     | 6,41              |
| F/G                            | -          | 1,03   | 0,97     | 0,15              | -           | 0,90   | 0,93     | 0,06              | -      | 1,00   | 0,95     | 0,12              |
| İnvert Şeker (%)               | -          | 33,64  | 33,52    | 3,41              | -           | 34,12  | 35,11    | 1,89              | -      | 34,12  | 34,20    | 2,88              |
| Toplam Şeker (%)               | -          | 55,30  | 54,62    | 2,80              | -           | 53,16  | 54,70    | 5,23              | -      | 55,08  | 54,65    | 3,84              |
| °Briks (%)                     | 69,4       | 72,90  | 72,30    | 1,94              | 73,40       | 73,40  | 72,85    | 5,00              | 69,40  | 73,40  | 72,54    | 3,43              |
| Elektrik<br>İletkenliği(µs/cm) | 3,51       | 2,88   | 2,94     | 0,45              | 1,27        | 1,27   | 1,72     | 1,35              | 3,51   | 2,60   | 2,42     | 1,09              |
| δ <sup>13</sup> C (‰)          | -          | -23,63 | -20,75   | 5,39              | -23,95      | -11,72 | -15,70   | 6,39              | -23,95 | -23,58 | -18,58   | 6,17              |
| Protein (%)                    | -          | 1,74   | 2,22     | 0,87              | -           | 1,03   | 1,13     | 0,84              | -      | 1,71   | 1,75     | 1,00              |

**Çizelge 4.12 : Elma/Armut pekmezi örneklerinin mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.**

| Elma/Armut<br>Pekmezi          | Elma Geleneksel |         |          |                   | Armut Geleneksel |        |          |                   | Toplam |        |          |                   |
|--------------------------------|-----------------|---------|----------|-------------------|------------------|--------|----------|-------------------|--------|--------|----------|-------------------|
|                                | Mod             | Medyan  | Ortalama | Standart<br>Sapma | Mod              | Medyan | Ortalama | Standart<br>Sapma | Mod    | Medyan | Ortalama | Standart<br>Sapma |
| pH                             | 3,68            | 3,68    | 3,71     | 0,20              | 4,28             | 4,39   | 4,37     | 0,08              | 3,68   | 4,12   | 4,04     | 0,38              |
| HMF (mg/kg)                    | -               | 1896,56 | 1458,60  | 915,62            | -                | 400,81 | 389,38   | 207,27            | -      | 509,16 | 923,99   | 848,37            |
| Fruktoz (%)                    | -               | 23,07   | 22,15    | 4,08              | -                | 36,23  | 34,64    | 3,04              | -      | 28,36  | 28,39    | 7,37              |
| Glikoz (%)                     | -               | 22,36   | 20,54    | 4,89              | -                | 17,22  | 17,93    | 1,47              | -      | 18,43  | 19,23    | 3,70              |
| Sakkaroz (%)                   | 0,00            | 0,00    | 0,00     | 0,00              | -                | 5,00   | 3,98     | 2,10              | 0,00   | 0,57   | 1,99     | 2,52              |
| Maltoz (%)                     | 0,00            | 0,00    | 3,30     | 5,11              | 0,00             | 0,00   | 0,45     | 0,78              | 0,00   | 0,00   | 1,88     | 3,79              |
| F/G                            | -               | 1,04    | 1,15     | 0,40              | -                | 1,85   | 1,94     | 0,20              | -      | 1,73   | 1,54     | 0,51              |
| İnvert Şeker (%)               | -               | 41,37   | 42,69    | 6,02              | -                | 53,58  | 52,57    | 3,76              | -      | 48,42  | 47,63    | 7,04              |
| Toplam Şeker (%)               | -               | 48,80   | 46,00    | 6,42              | -                | 58,00  | 57,00    | 2,71              | -      | 52,05  | 30,93    | 7,43              |
| °Briks (%)                     | 67,40           | 67,40   | 65,42    | 9,40              | 76,00            | 67,75  | 69,77    | 4,93              | 67,40  | 67,55  | 67,59    | 7,51              |
| Elektrik<br>İletkenliği(μs/cm) | -               | 1,61    | 1,84     | 0,76              | 2,97             | 2,91   | 2,91     | 0,06              | 2,97   | 2,81   | 2,37     | 0,76              |
| δ <sup>13</sup> C (‰)          | -               | -22,51  | -19,12   | 6,03              | -                | 24,30  | -24,08   | 0,43              | -      | -23,53 | -21,60   | 4,83              |
| Protein (%)                    | 0,53            | 0,51    | 0,49     | 0,12              | -                | 1,16   | 1,13     | 0,28              | 0,53   | 0,70   | 0,81     | 0,39              |



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Pekmez, geçmişten günümüze gelmiş ve kültürümüzde önemli bir yeri olan, besleyici bir besin maddesidir. Günümüzde, en çok taklit ve tağşişi yapılan ürünlerden birisi olan pekmez, bu anlamda tüketiciyi ekonomik yönden zarara uğrattırırken mikotoksin içeren meyvelerin ve şeker şuruplarının kullanıldığı ürünler de sağlık yönünden risk teşkil etmektedir. Pekmezin barındırdığı bir diğer sağlık riski ise üretim yöntemi ve diğer kimyasal özelliklerine bağlı olarak yüksek miktarda HMF içerebilmesidir. Çalışmada pekmezin çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile tağşiş durumunun HMF ile ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada Türkiye'nin 26 farklı şehrinde, 67 adet, 7 farklı çeşit pekmez örneği temin edilmiştir. Örneklerden 31 tanesi, ev ortamında üretilmiş, bireysel satıcılardan temin edilen ve uzun süre açık kazanlarda kaynatma yöntemi ile üretilen örnekler olup geleneksel olarak sınıflandırılmışlardır. Aktar ve marketlerden alınan küçük, orta ve büyük işletmeciler tarafından fabrikasyon olarak üretilmiş, tescilli ve markalı 35 adet pekmez ise endüstriyel olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3.1'de özetlendiği üzere tez çalışmasında 12 adet geleneksel, 12 endüstriyel üretim üzüm pekmezi; 6 geleneksel, 7 endüstriyel üretim keçiyoynuzu pekmezi; 5 geleneksel, 5 endüstriyel üretim dut pekmezi; 3 geleneksel, 4 endüstriyel üretim andız pekmezi; 4 geleneksel, 3 endüstriyel üretim pancar pekmezi, 3 geleneksel üretim elma ve 3 geleneksel üretim armut pekmezi analizlenmiştir. Her bir örneğe ait pH, HMF, şeker bileşimi, elektrik iletkenliği, protein,  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $^{\circ}\text{briks}$  değerleri ölçülmüştür.

Şeker içeren gıdalarda HMF oluşumunun en önemli parametresi olan yüksek ısı işlem geleneksel üretim yöntemi ile yakından ilişkilidir. Tağşiş bulgusu olmayan geleneksel üretim 1-ÜG, 3-ÜG, 6-ÜG, 9-ÜG, 10-ÜG, 1-PG, 2-PG, 3-PG, 1-EG, 4-ArG, 5-ArG ve 6-ArG örnekleri bu olguyu destekleyici bir şekilde yüksek oranda HMF içermektedirler. İstisnai olarak düşük HMF içeren, 4-KG ve 5-KG örneklerinin, yüksek pH değerleri ve yüksek fenolik madde içerikleri sayesinde az miktarda HMF oluştuğu düşünülmektedir. Tağşiş içeren bazı geleneksel üretim pekmez örneklerinin çok düşük miktarlarda HMF içermesinin nedeninin, koyulaştırma işleminin kıvam

arttırıcılarla, düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilmiş olabileceğidir. Bununla beraber endüstriyel ürünlerin modern üretim yöntemleriyle üretildiği varsayılır ancak çalışmada analizlenen bazı endüstriyel pekmez örneklerinin yüksek miktar HMF içerdiği tespit edilmiştir. Bu da halen vakumlu kazanlar yerine geleneksel yöntemlerle üretim yapan işletmeler olduğunu göstermektedir. Günümüzde, tüketiciler halen pazarlarda, aktarlarda geleneksel üretim yöntemi ile üretilmiş ürünlerin katkısız ve daha doğal dolayısı ile daha sağlıklı olduğunu düşünmektedirler. Bu nedenle tüketiciler, doğru şekilde bilgilendirilerek vakumlu kazanlarda üretilmiş pekmezlerin renk ve tadındaki hafif farklılıkların kalite ve sağlık yönünden olumlu bir gösterge olduğu anlatılmalı ve geleneksel üretimin yarattığı doğallık algısının önüne geçilerek bu yönde bir tüketici talebi oluşturulması sağlanmalıdır. Ayrıca fabrikasyon üretim yapan tüm işletmelerin yasal limitlere uygun, modern yöntemlerle üretim yapmalarının sağlanması için gerekli denetimler artırılmalıdır.

Geleneksel ve endüstriyel örnekler taşıyıcı açısından kıyaslandığında, geleneksel örneklerde hileli örnek sayısının endüstriyel örneklerle oranla fazla olduğu görülmektedir. Ancak piyasada markalı olarak satılan birçok endüstriyel örnekte de çeşitli yöntemlerle taşıyıcı yapıldığı bulunmuştur. Bu da yine yetersiz denetimler ve düzenlemelerle ilgili olup, hem bireysel hem de küçük ve orta ölçekli birçok kötü niyetli üreticinin hileli üretim yapmasına ortam oluşturmaktadır.

7 farklı çeşit pekmez örneğinin incelenmesi sonucunda pekmezlerin HMF içeriğinin yapıldıkları meyve ile yakından ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada analizlenen örneklerin sonuçlarına göre, düşük pH, HMF oluşumunu ciddi şekilde arttırmaktadır. pH-HMF ilişkisi örnekler arasında en net elma ve armut pekmezi örneklerinde görülmekte olup, en düşük pH değeri ile en yüksek HMF içerikleri de bu örneklerde tespit edilmiştir. Düşük pH içeriklerinin yanı sıra, elma ve armut meyvelerinin yüksek miktarda protein içermeleri ve baskın şeker olarak fruktoz ihtiva etmelerinin de bu meyvelerden elde edilen pekmezlerde meydana gelen yüksek HMF oluşumunda etkisi bulunmaktadır.

4-PG ve 5-PE numaralı pancar pekmezi örnekleri, sakkaroz içermemektedir. Karbon izotop analizi ile de desteklendiği üzere bu örnekler, şeker pancarı kullanılmadan ve ısıtma işlemi uygulanmadan, şeker şuruplarıyla pekmez taklidi olarak üretilip pancar pekmezi etiketiyle piyasaya sunulmuştur. Bu sebepten 4-PG ve 5-PE örneklerinde HMF değerleri çok düşük bulunmuştur. Diğer tüm pancar pekmezi örnekleri yüksek

miktarlarda HMF içermekte olup bunda meyvenin sert yapısı gereği kaynatma süresinin ve sıcaklığının diğer pekmez çeşitlerine göre fazla olması ile birlikte pH değerinin 5.0'in altında olması ve yüksek protein ve şeker içeriği nedeni ile Maillard reaksiyonunun yoğun bir şekilde gerçekleşmiş olmasıdır.

Keçiboynuzu ve andız, sert kabuklu meyveler olmalarına rağmen bu meyvelerden yapılan pekmez örneklerinin genelinde HMF miktarı düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin yüksek pH içeriğinin yanı sıra keçiboynuzu ve andız meyveleri ile ilgili literatür araştırmalarında belirtilmiş olan yüksek fenolik madde içeriğinin HMF oluşumunu azaltıcı yönde etki göstermesi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca C vitamininin HMF oluşumunu baskılayıcı yönde etki gösterebileceği ile ilgili literatür çalışmaları göz önünde bulundurulduğunda, andız ve keçiboynuzu meyvelerindeki yüksek C vitamini içeriği ve düşük HMF oluşumu arasındaki ilişkinin tespiti için ileri çalışmalar yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Üzüm ve dut, ülkemizde çok sayıda genotipi yetiştirilen meyveler olup şeker bileşimleri, organik asit ve mineral içerikleri gibi birçok özellikleri birbirlerinden oldukça farklıdır. Çalışmada çok farklı toprak ve iklim yapısında yetiştirilmiş aynı çeşit meyvelerden, geleneksel yöntemle üretilmiş pekmezlerin HMF miktarları arasındaki farklılığın bir sebebinin de bu olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra üzüm ve dut pekmezleri ülkemizde en çok üretilen ve tercih edilen pekmez çeşitlerinin başında gelmekte olup şeker şurupları ve farklı pekmez çeşitlerinin katılması yolu ile tağşişleri oldukça yaygındır. Bu nedenle, başta üzüm ve dut pekmezleri olmak üzere, üreticiler yaptıkları tağşişin fark edilmesini engellemek adına son ürüne daha fazla ısıl işlem uygulamaktadır. Tağşiş uygulanmış bazı örneklerde tespit edilen yüksek HMF değerlerinin normalden fazla uygulanan bu ısıl işlem olduğu düşünülmektedir.

Pekmez örneklerinin elektrik iletkenlik sonuçları kıyaslandığında en yüksek iletkenlik değerlerinin andız ve keçiboynuzu pekmezlerine ait olduğu görülmektedir, dolayısı ile en zengin mineral ve fenolik madde içeriğinin bu pekmez çeşitlerine ait olduğu söylenebilir. Şekerler, suda moleküler bazda çözündükleri için elektrik iletkenlikleri düşüktür ve bu nedenle eklendikleri gıdanın iletkenliğini düşürürler. Karbon izotop analizi sonuçları ile beraber değerlendirildiğinde C4 şeker şurupları ile tağşiş yapılan ürünlerde elektrik iletkenlik değerlerinin belirgin bir şekilde düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra C3 şeker kaynaklarının eklenmesi de aynı azalmaya sebep olacağından  $\delta^{13}\text{C}$  değeri ‰ -23,5'ten daha negatif olan ancak iletkenlik değeri

normalden düşük bulunan 3-ÜG, 6-ÜG ve 22-ÜE gibi örneklerin pancar kaynaklı şekerle tağış yapıldığı söylenebilir. Bunun yanı sıra 16-ÜE ve 6-DE örnekleri normalden yüksek elektrik iletkenliği değerine sahip olmaları, pekmez üretiminde farklı iletkenlik değerine sahip meyvelerin karıştırılmış olabileceğini düşündürmektedir. Bu tip şüpheli örneklerle ilgili kesin bir yorum yapılabilmesi için formol sayısı, organik asit bileşimi, SNIF-NMR gibi ileri analizler yapılması gerekmektedir.

Pekmezlerde en önemli sorunlardan biri Türk Gıda Kodeksi'nde sadece üzüm pekmezine ait yasal limitlerin bulunmasıdır. Her meyvenin fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı olduğundan pekmezi yapılan meyvelerle ilgili bilimsel çalışmaların yapıp bu ürünler için de yasal limitlerin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışma sonuçlarından anlaşıldığı üzere, geleneksel üretim yapan bireysel satıcılar kadar, ticari olarak endüstriyel ölçekte üretim yapan işletmeler de çeşitli yöntemlerle tağış yapmakta ve halk sağlığı hiçe sayılarak yüksek HMF içerikli ürünler piyasaya sürülmektedir. Yemek kültürümüzün önemli bir ögesi olan pekmezin besleyici ve kan yapıcı olduğu ile ilgili yaygın görüş de göz önünde bulundurulduğunda, pekmez özellikle hassas tüketici grubundaki çocuklar ve hamileler tarafından yoğun olarak tüketilmekte, bu nedenle pekmez üretiminin HMF oluşumunu azaltacak modern yöntemlerle yapılması daha da önem kazanmaktadır.

Bu durumun engellenmesi için denetimler bir düzen içerisinde, daha sık gerçekleştirilmeli, denetimsiz ürünlerin satışı engellenmeli, standardizasyonu sağlanmış, düşük HMF, yüksek besleyici bileşen içeren ürünlerin eldesi için modern üretim yöntemleri, devlet destekli olarak teşvik edilmelidir. Ayrıca elektrik iletkenliği analizi, karbon izotop analizi ile kıyaslandığında maliyet, teknik bilgi, analiz süresi ve analiz gereksinimleri açısından oldukça basit bir analizdir. Bu nedenle meyvelerin ve bu meyvelerden üretilen pekmezlerin sahip olabileceği elektrik iletkenlik değer aralığının gerekli çalışmalarla belirlenip, tebliğ ve standartlara bu değer eklenmesi ile üretim ve satış yerinde iletkenlik değerleri ölçülerek tağışın ön tespiti ve caydırıcılığı açısından fark yaratılabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anonim.** (2007). Üzümün tarihteki yeri. [http://www.taris.com.tr/uzumweb/t\\_uzum\\_hak.asp](http://www.taris.com.tr/uzumweb/t_uzum_hak.asp) Erişim tarihi: 02.12.2019
- Anonim.** (2011). Keçiboynuzu, harnup (*Ceratonia siliqua*) yetiştiriciliği. <https://www.msxlab.org/forum/ziraat/359795-keciboynuzu-yetistirciligi.html#ixzz6ANlpxM7Z> Erişim tarihi: 12.11.2020.
- Anonim.** (2019a). 2018 yılı Türkiye’de iller bazında keçiboynuzu üretimi (ton). <https://www.drdatastats.com/2018-yili-turkiyede-iller-bazinda-keciboynuzu-uretimi-ton/> Erişim tarihi: 12.11.2020
- Anonim.** (2019b). Uludağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Ar&Ge Şubesi Armut Raporu, Şubat 2019. <http://www.uib.org.tr/tr/kbfile/armut-raporu>
- Anonim.** (t.y). *Gıda Analiz ve Teknoloji Laboratuvarı-I Dersi Modül 8*. Yayınlanmamış ders notu, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri. <https://www.sorhocam.com/uploads/docs/gidalarda-protein-analizi-54999.pdf> Erişim tarihi: 01.03.2020
- Akbulut, M., Batu, A., ve Çoklar, H.** (2007). Dut pekmezinin bazı fizikokimyasal özellikleri ve üretim teknikleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* (2), 25-31.
- Akbulut M., Çoklar H., ve Çekiç Ç.** (2006). Farklı dut çeşitlerinin bazı kimyasal özellikleri ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi. *II. Ulusal Üzümsü Meyve Sempozyumu*, 14-16 Eylül Tokat, 176-180.
- Akbulut, M., Çoklar, H., & Özen, G.** (2008). Rheological characteristics of *Juniperus drupacea* fruit juice (pekmez) concentrated by boiling. *Food Science and Technology International*, 14(4), 321-328.
- Akbulut, M. & Özcan, M. M.** (2009). Comparison of mineral contents of mulberry (*Morus spp.*) fruits and their pekmez (boiled mulberry juice) samples. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(3), 231-239.
- Akça, A. ve Işık, D.** (2016). Kayseri ili şeker pancarı (*Beta vulgaris L.*) ekiliş alanlarında bulunan yabancı otların tespiti. *Bitki Koruma Bülteni*, 56(1), 115-124.
- Akıncı, I., Özdemir, F., Topuz, A., Kabaş, O., & Çanakçı, M.** (2004). Some physical and nutritional properties of *Juniperus drupacea* fruits. *Journal of Food Engineering*, 65(3), 325-331.
- Aksu, M. İ. ve Nas, S.** (1996). Dut pekmezi üretim tekniği ve çeşitli fiziksel-kimyasal özellikleri. *Gıda*, 21(2), 83-88.

- Ameur, L. A., Mathieu, O., Lalanne, V., Trystram, G., & Birlouez-Aragon, I.** (2007). Comparison of the effects of sucrose and hexose on furfural formation and browning in cookies baked at different temperatures. *Food Chemistry*, 101(4), 1407-1416.
- Anese, M. & Suman, M.** (2013). Mitigation strategies of furan and 5-hydroxymethylfurfural in food. *Food Research International*, 51(1), 257-264.
- Artık, N.** (t.y.). Gıdalarda taklit ve tağşiş. Ankara Üniversitesi Gıda Güvenliği Enstitüsü, Ankara.  
[https://www.medikalakademi.com.tr/?get\\_group\\_doc=18/1460214854-gidalardataklitvetagdis.pdf](https://www.medikalakademi.com.tr/?get_group_doc=18/1460214854-gidalardataklitvetagdis.pdf) Erişim tarihi : 11.01.2020
- Bakhiya, N., Monien, B., Frank, H., Seidel, A., & Glatt, H.** (2009). Renal organic anion transporters OAT1 and OAT3 mediate the cellular accumulation of 5-sulfooxymethylfurfural, a reactive, nephrotoxic metabolite of the Maillard product 5-hydroxymethylfurfural. *Biochemical Pharmacology*, 78(4), 414-419.
- Balsom, T. & Lynch, G.** (2008). Monitoring pasture quality using brix measurements. Novel Ways, Hamilton. [https://www.agrireseau.net/bovinsboucherie/documents/Brix\\_Measurements\[1\].pdf](https://www.agrireseau.net/bovinsboucherie/documents/Brix_Measurements[1].pdf) Erişim tarihi : 17.01.2020
- Barbosa-Cánovas, G. V. & Lelieveld, H. L.** (2016). High pressure processing of food: principles, technology and applications, 114. Springer. <https://books.google.com.tr/books?id=Myh7CwAAQBAJ&pg=PA114&lpg=PA114&dq=minerals+in+food+increase+ELECTR%C4%B0CAL+CONDUCT%C4%B0V%C4%B0TY&source=bl&ots=LIAYb2vDM6&sig=ACfU3U3t1xMS2jYhv-O9HJEL3QYuX1CVug&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwjurMLhxIDpAhUCyKYKHUggB3EQ6AEwAXoECAsQAQ#v=onepage&q=minerals%20in%20food%20increase%20ELECTR%C4%B0CAL%20CONDUCT%C4%B0V%C4%B0TY&f=false> Erişim tarihi : 23.02.2020
- Basiri, S.** (2016). Influence of processing parameters on physicochemical properties of Iranian mulberry (*Morus alba L.*) molasses. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 18(2), 201-208.
- Bhattacharya, S. (Ed.).** (2014). Conventional and advanced food processing technologies, 654-655. John Wiley & Sons. [https://books.google.com.tr/books?id=\\_JSIBAAQBAJ&pg=PA655&lpg=PA655&dq=Conventional+and+advanced+food+processing+technologies+3,04+mS/cm&source=bl&ots=PcwCZbugjn&sig=ACfU3U2A7p6khWKsmj97srC80jz0DfkP\\_w&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwimhbDgiobpAhVMUcAKHwX4BOwQ6AEwAHOECAoQAQ#v=onepage&q=Conventional%20and%20advanced%20food%20processing%20technologies%203%2C04%20mS%2Fcm&f=false](https://books.google.com.tr/books?id=_JSIBAAQBAJ&pg=PA655&lpg=PA655&dq=Conventional+and+advanced+food+processing+technologies+3,04+mS/cm&source=bl&ots=PcwCZbugjn&sig=ACfU3U2A7p6khWKsmj97srC80jz0DfkP_w&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwimhbDgiobpAhVMUcAKHwX4BOwQ6AEwAHOECAoQAQ#v=onepage&q=Conventional%20and%20advanced%20food%20processing%20technologies%203%2C04%20mS%2Fcm&f=false) Erişim tarihi: 25.02.2020
- Batu, A.** (1991). Farklı iki Yönteme göre üretilen kuru üzüm pekmezinde oluşan kimyasal değişimler üzerine bir araştırma. *Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 179-189.

- Batu, A.** (2001). Pekmez üretim ve denetimindeki geleneksel problemler. *Dünya-Gıda*, (2), 78-81
- Batu, A.** (2006). Klasik ve modern yöntemlere göre sıvı ve beyaz katı üzüm pekmezi (Zile pekmezi) üretimi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (2), 9-26.
- Batu, A., Akbulut, M., Kırmacı, B., ve Elyıldırım, F.** (2007). Üzüm pekmezi üretiminde yapılan taklit ve tağşişler ve belirleme yöntemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 17-24.
- Batu, A. ve Aktan, N.** (1992). Kuru üzümlerden pekmez yapılmasında şıraya uygulanan asit gidericilerin miktarları üzerinde bir araştırma. *Gıda*, 17(2), 143-150.
- Batu, A., Aydoymuş, R. E., ve Batu, H. S.** (2014). Gıdalarda hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumu ve insan sağlığı üzerine etkisi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 9(1), 40-55.
- Batu, A. ve Gök, V.** (2006). Pekmez üretiminde HACCP uygulaması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3(7), 1-18.
- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P.** (2009). Food chemistry, 4th revised and extended Edition Springer. Berlin/Heidelberg, 858-859. <https://books.google.com.tr/books?id=xteiARU46SQC&pg=PA859&pg=PA859&dq=C3+PLANTS+GRAPE+SUGAR+BEET&source=bl&ots=HBMP9MPMsH&sig=ACfU3U0Am8uc8l3zmQ2JTMSzFMSkL2UhqQ&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwjX3saCh97nAhXknFwKHyaVDLMQ6AEwE3oECAoQAQ#v=onepage&q=C3%20PLANTS%20GRAPE%20SUGAR%20BEET&f=false> Erişim tarihi : 23.12.2019.
- Birer, S.** (1983). Pekmezin beslenmemizdeki yeri ve kullanılması. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 12, 107-114.
- Bostan, S. Z. ve Çelikel Ç. G.** (2018). Çaykara ilçesinde yetiştirilen yerel armut (*Pyrus spp.*) genotiplerinin seleksiyon yoluyla ıslahı: I-Meyve özellikleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(Ek Sayı), 75-88.
- Boyacı, S.** (2019). Bazı elma (*Malus domestica L.*) çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 73-79.
- Bozkurt, H., Göğüş, F., ve Eren, S.** (1998). Pekmezde Maillard esmerleşme reaksiyonlarının kinetik modellenmesi. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 22(6), 455-460.
- Bulantekin, Ö.** (2014). *Farklı yöntemlerle üretilen elma pekmezlerinin kimyasal özelliklerinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Bulantekin, Ö. ve Kuşçu, A.** (2017). Elmada bulunan fitokimyasallar ve diğer zengin bileşenlerin insan sağlığına yararları. *Meyve Bilimi*, 2. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/meyve/issue/31361/342711>
- Burdurlu, H. S. & Karadeniz, F.** (2003). Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates. *Food Chemistry*, 80(1), 91-97.

- Büyük, İ.** (2018). *Ankara Üniversitesi, Botanik, 11. Hafta Ders Notları*. Yayınlanmamış ders notu, Bitki koruma bölümü. [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/5378/mod\\_resource/content/1/Botanik-I%20%2811.%20Hafta-%20Fotosentez%29.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/5378/mod_resource/content/1/Botanik-I%20%2811.%20Hafta-%20Fotosentez%29.pdf) Erişim tarihi: 12.02.2020.
- Camin, F., Bontempo, L., Perini, M., & Piasentier, E.** (2016). Stable isotope ratio analysis for assessing the authenticity of food of animal origin. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(5), 868-877.
- Capuano, E. & Fogliano, V.** (2011). Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *LWT-Food Science and Technology*, 44(4), 793-810.
- Çakmakçı, S., & Tosun, M.** (2010). Characteristics of mulberry pekmez with cornelian cherry. *International Journal of Food Properties*, 13(4), 713-722.
- Demiröz, B., Sökmen, M., Uçak, A., Yılmaz, H., & Gülderen, Ş.** (2002). Variation of copper, iron, and zinc levels in pekmez products. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 69(3), 330-334.
- Dündar, N.** (2017). Demir kaynağı şeker pancarı pekmezi. [http://www.yenikonya.com.tr/yazar/niyazi\\_dundar-70/demir\\_kaynagi\\_seker\\_pancari\\_pekmezi-4560](http://www.yenikonya.com.tr/yazar/niyazi_dundar-70/demir_kaynagi_seker_pancari_pekmezi-4560) Erişim tarihi: 06.02.2020.
- Elflein, L. & Ræzke, K. P.** (2008). Improved detection of honey adulteration by measuring differences between  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  stable carbon isotope ratios of protein and sugar compounds with a combination of elemental analyzer-isotope ratio mass spectrometry and liquid chromatography-isotope ratio mass spectrometry ( $\delta^{13}\text{C}$ -EA/LC-IRMS). *Apidologie*, 39(5), 574-587.
- Ehleringer, J. R., Cerling, T. E., West, J. B., Podlesak, D. W., Chesson, L. A., & Bowen, G. J.** (2008). Spatial considerations of stable isotope analyses in environmental forensics. *Issues in Environmental Science and Technology*, 26, 36-53.
- Fedai, R.** (2016). Bir politika alanı olarak şeker ve şekerpancarı. *Tarih Okulu Dergisi*, 28, 455-471.
- Figueira, R., Venturini Filho, W. G., & Ducatti, C.** (2013). Carbon isotope analysis in apple nectar beverages. *Food Science and Technology*, 33(1), 32-37.
- Florin I., Rutberg L., Curvall M., Enzell C.R.** (1980). Screening of tobacco smoke constituents for mutagenicity using the Ames' test. *Toxicology*, 15, 219-232.
- Foroozan, Z., Pourtahmasi, K., & Bräuning, A.** (2018). Climatic signals in stable carbon isotope ratios of Juniper and Oak tree rings from northern Iran. *Global and Planetary Change*, 165, 90-99.
- Genç, S.** (2017). Endüstriyel pekmez üretim sürecinde enerji analizi. *Akademik Gıda*, 15(1), 51-59.

- Germond, J. E., Philipposian, G., Richli, U., Bracco, I., & Arnaud, M. J.** (1987). Rapid and complete urinary elimination of [14C]-5-hydroxymethyl-2-furaldehyde administered orally or intravenously to rats. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues*, 22(1), 79-89.
- Giray, N. S.** (2010). Üzüm pekmezi üretimi, üretimde yapılan taklit ve taşışlar. *Analiz'35, İzmir il Kontrol Laboratuvarı Yayını*, 5, 6-8. <https://gidalab.tarimorman.gov.tr/izmir/Belgeler/Analiz%2035/dergi5.pdf>. Erişim tarihi: 10.11.2019
- Gökmen, V., Açar, Ö. Ç., Serpen, A., & Morales, F. J.** (2008). Effect of leavening agents and sugars on the formation of hydroxymethylfurfural in cookies during baking. *European Food Research and Technology*, 226(5), 1031-1037.
- Gökmen, V. & Şenyuva, H. Z.** (2007). Effects of some cations on the formation of acrylamide and furfurals in glucose-asparagine model system. *European Food Research and Technology*, 225(5-6), 815-820.
- Guillou, C. & Reniero, F.** (2001). Isotope methods for the control of food products and beverages. Commission of the European Communities, Joint Research Centre, Ispra, Italy, 39-53. (No. IAEA-TECDOC--1247).
- Gübbük, H., Tozlu, İ., Doğan, A., ve Balkıç, R.** (2016). Çevre, endüstriyel kullanım ve insan sağlığı yönleriyle keçiboynuzu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2).
- Gülcü, M.** (2012). Pekmez yapım tekniği. Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, *Çiftçi Broşürü*, Yayın No:17, Tekirdağ.
- Gültekin, H. C.** (2012) . Bize özgü bir ağaç: Andız (*Arceuthos drupacea* Ant.Et.Cotschy). *Orman ve Av*, Mart-Nisan 2012, 40-43. <https://www.ormancilardernegi.org/UserFiles/file/OrmanveAv030412.pdf>
- Günel, B.** (2011). *Keçiboynuzu pekmezinin püskürtmeli kurutucu ile kurutulması ve elde edilen tozların ekmek üretiminde kullanılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi).
- Hammond, D. A.** (1996). Authenticity of fruit juices, jams and preserves. In *Food Authentication*, 15-59. Springer, Boston, MA.
- İpek, C.** (2012). *Türkiye'deki bal numunelerinde bulunan hidroksimetilfurfural miktarı, stabilitesi ve hidrosimetilfurfural miktar tayini analitik metod validasyonu*. (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi).
- İzgi, N.** (2011). *Ev yapımı andız pekmezinin bileşimi, reolojik özellikleri, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi).
- Karababa, E. & Develi Işıklı, N.** (2005). Pekmez: A traditional concentrated fruit product. *Food Reviews International*, 21(4), 357-366.
- Karaca, İ.** (2009). *Pekmez örneklerinde vitamin ve mineral tayini*. (Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi).

- Karadeniz, F.** (1999). Armut suyunun kimyasal bileşimi üzerine araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(3), 355-358.
- Karakaya, M.** (2009). Duraylı İzotopların Jeolojide Kullanımı. (Mühendislikte Projelendirme Raporu, Ankara Üniversitesi).
- Karakaya, M. ve Artık, N.** (1990). Zile pekmezi üretim tekniği ve bileşim unsurlarının belirlenmesi. *Gıda*, 15(3), 151-154.
- Karataş, N. ve Şengül, M.** (2018). Dut pekmezinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine depolamanın etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1), 34-43.
- Kavousi, P., Mirhosseini, H., Ghazali, H., & Ariffin, A. A.** (2015). Formation and reduction of 5-hydroxymethylfurfural at frying temperature in model system as a function of amino acid and sugar composition. *Food Chemistry*, 182, 164-170.
- Kaya, C., Akaydın, M. D., ve Esin, Y.** (2012). Bazı ticari sıvı ve katı üzüm pekmezlerinin özellikleri. *Academic Food Journal*, 10(3), 32-39.
- Kaya, C., Yıldız, M., Hayoğlu, İ., ve Kola, O.** (2005). Pekmez Üretim Teknikleri. *GAP VI. Tarım Kongresi*, 1482-1490.
- Kayıoğlu, M. ve Demirci, S.** (2006). Effects of storage time and condition on mineral contents of grape pekmez produced by vacuum and classical methods. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1), 01-07.
- Keleş, P. Ş., Gürses, M., ve Erdoğan, A.** (2019). Geleneksel şeker kamışı pekmezi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 8(1), 43-46.
- Klenow, S., Gleib, M., Haber, B., Owen, R., & Pool-Zobel, B. L.** (2008). Carob fiber compounds modulate parameters of cell growth differently in human HT29 colon adenocarcinoma cells than in LT97 colon adenoma cells. *Food and Chemical Toxicology*, 46(4), 1389-1397.
- Koca, I. & Karadeniz, B.** (2009). Physical, chemical and antioxidant properties of solid and sour apple pekmez. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 7, 58-60.
- Kocakulak, E.** (2007). *Juniperus drupacea* Lab. Uçucu Yağı Üzerinde Araştırmalar. (Doktora tezi, Gazi Üniversitesi)
- Kowalski, S., Lukasiwicz, M., Duda-Chodak, A., & Zięć, G.** (2013). 5-Hydroxymethyl-2-Furfural (HMF)–Heat-induced formation, occurrence in food and biotransformation–a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 63(4), 207-225.
- Kracht, O. & Hilker, A.** (2009). *Detection of honey adulteration with FlashEA elemental analyzer and DELTA V isotope ratio mass spectrometer*. Thermo Fisher Scientific application note, 30177.
- Kuşçu, A. & Bulantekin, Ö.** (2016). The effects of production methods and storage on the chemical constituents of apple pekmez. *Journal of Food Science and Technology*, 53(7), 3083-3092.
- Lee H. S. & Nagy S.** (1990). Relative reactivities of sugars in the formation of 5-hydroxymethylfurfural in sugarcatalyst model systems. *Food Process Pres*, 14 (3), 171- 178.

- Lee, H. S. & Wrolstad, R. E.** (1988). Stable isotopic carbon composition of apples and their subfractions—juice, seeds, sugars, and nonvolatile acids. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 71(4), 795-797.
- Lee, J. H., Choi, K. H., Kim, S. H., Park, K. S., Park, S. H., Kim, J. S., & Jang, K. H.** (2013). Physicochemical characteristics and electric conductivity of various fruit wines. *International Food Research Journal*, 20(6), 2987.
- Lee, Y. C., Shlyankevich, M., Jeong, H. K., Douglas, J. S., & Surh, Y. J.** (1995). Bioactivation of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde to an electrophilic and mutagenic allylic sulfuric acid ester. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 209(3), 996-1002.
- Locas, C. P. & Yaylayan, V. A.** (2008). Isotope labeling studies on the formation of 5-(hydroxymethyl)-2-furaldehyde (HMF) from sucrose by pyrolysis-GC/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15), 6717-6723.
- Magdas, D. A., Cristea, G., Puscas, R., & Tusa, F.** (2014). The use of isotope ratios in commercial fruit juices authentication. *Romanian Journal of Physics*, 59(3), 355-359.
- Meghwal, M., & Goyal, M. R. (Eds.).** (2018). State-of-the-art technologies in food science: human health, emerging issues and specialty topics. CRC Press. [https://books.google.com.tr/books?id=AwlpDwAAQBAJ&pg=PT247&lpg=PT247&dq=why+conductivity+of+fruit+juice+concentrate+increases&source=bl&ots=EnibWh5RJt&sig=ACfU3U0FdogLX67Z\\_mDy0Tp0tJBQDHFvIg&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwjNjOS5rJ3oAhV7wcQBHep0B8EQ6AEwBXoECAoQAQ#v=onepage&q=why%20conductivity%20of%20fruit%20juice%20concentrate%20increases&f=false](https://books.google.com.tr/books?id=AwlpDwAAQBAJ&pg=PT247&lpg=PT247&dq=why+conductivity+of+fruit+juice+concentrate+increases&source=bl&ots=EnibWh5RJt&sig=ACfU3U0FdogLX67Z_mDy0Tp0tJBQDHFvIg&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwjNjOS5rJ3oAhV7wcQBHep0B8EQ6AEwBXoECAoQAQ#v=onepage&q=why%20conductivity%20of%20fruit%20juice%20concentrate%20increases&f=false) Erişim tarihi: 15.02.2020
- Metin, Z. E.** (2014). *Ankara piyasasında satışa sunulan nar ekşisi, nar ekşisi sosu ve üzüm pekmezlerinin hidroksimetilfurfural düzeyinin saptanması*. (Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi).
- Monien, B. H., Frank, H., Seidel, A., & Glatt, H.** (2009). Conversion of the common food constituent 5-hydroxymethylfurfural into a mutagenic and carcinogenic sulfuric acid ester in the mouse in vivo. *Chemical Research in Toxicology*, 22(6), 1123-1128.
- Moore, D. J., Nowak, R. S., & Tausch, R. J.** (1999). Gas exchange and carbon isotope discrimination of *Juniperus osteosperma* and *Juniperus occidentalis* across environmental gradients in the Great Basin of western North America. *Tree Physiology*, 19(7), 421-433.
- Mordoğan, N. ve Ergun, S.** (2002). Golden ve Starking Elma Çeşitlerinin Şeker İçerikleri ve Bitki Besin Elementleri ile Olan İlişkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(1), 103-110.
- Noci, F., Riener, J., Walkling-Ribeiro, M., Cronin, D. A., Morgan, D. J., & Lyng, J. G.** (2008). Ultraviolet irradiation and pulsed electric fields (PEF) in a hurdle strategy for the preservation of fresh apple juice. *Journal of Food Engineering*, 85(1), 141-146.

- Oral, R. A., Doğan, M., Sarıoğlu, K., & Toker, Ö. S.** (2012). 5-hydroxymethyl furfural formation and reaction kinetics of different pekmez samples: effect of temperature and storage. *International Journal of Food Engineering*, 8(4), Article 4. DOI: 10.1515/1556- 3758.2560.
- Oraman, Y., Unakıtan, G., Yılmaz, E., & Başaran, B.** (2011). Analysis of the factors affecting consumer's some traditional food products preferences by multidimensional scaling method. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 8(1), 33-40.
- Owen, R.W., Haubner, R., Hull, W.E., Erben, G., Spiegelhalder, B., & Bartsch, H.** (2003). Isolation and elucidation of the major individual polyphenols in carob fiber. *Food and Chemical Toxicology*, 41, 1727-1738.
- Özaydın, A.G. ve Özçelik, S.** (2014). Ankara armudunun bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine fırında kurutma işleminin etkisi. *Akademik Gıda*, 12(4), 17-26.
- Özdemir, F., Topuz, A., Gölükçü, M., ve Şahin, H.** (2004a). Andız (*Juniperus drupacea*) pekmezi üretim tekniğinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. *Gıda*, 29(1).
- Özdemir, F., Topuz, A., Şahin, H., ve Gölükçü M.** (2004b). Andız pekmezinin fenolik madde içeriği ve fonksiyonel gıda olarak önemi. İçinde, *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 23-24 Eylül, Van, Türkiye.
- Öziyici, H.R., Tetik, N., Sarıaydın, O., ve Kulcan, A.A.** (2014). Ticari Andız Pekmezlerinde Bazı Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi. 4. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 17-19 Nisan, Adana.
- Pazır, F. ve Alper, Y.** (2016). Keçiboynuzu meyvesi (*Ceratonia siliqua L.*) ve sağlık. *Akademik Gıda*, 14(3), 302-306.
- Pektaş, M.** (2002). Türkiye ve dünyada armut yetiştiriciliği. <https://www.bahcesel.net/825-turkiye-ve-dunyada-armut-yetistirciligi.html> Erişim tarihi: 05.02.2020
- Rada-Mendoza, M., Sanz, M. L., Olano, A., & Villamiel, M.** (2004). Formation of hydroxymethylfurfural and furosine during the storage of jams and fruit-based infant foods. *Food Chemistry*, 85(4), 605-609.
- Rossmann, A.** (2001). Determination of stable isotope ratios in food analysis. *Food Reviews International*, 17(3), 347-381.
- Sarıtepe, Y.** (2018). *Farklı bileşimsel özelliklere sahip üzümlerden elde edilen pekmezlerin kalite kriterlerinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi).
- Shapla, U. M., Solayman, M., Alam, N., Khalil, M.I., & Gan, S. H.** (2018). 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*, 12(1), 35.
- Švecová, B. & Mach, M.** (2017). Content of 5-hydroxymethyl-2-furfural in biscuits for kids. *Interdisciplinary Toxicology*, 10(2), 66-69.

- Surh, Y. J., Liem, A., Miller, J. A., & Tannenbaum, S. R.** (1994). 5-Sulfooxymethylfurfural as a possible ultimate mutagenic and carcinogenic metabolite of the Maillard reaction product, 5-hydroxymethylfurfural. *Carcinogenesis*, 15(10), 2375-2377.
- Şengül, M., Ertugay, M. F., & Şengül, M.** (2005). Rheological, physical and chemical characteristics of mulberry pekmez. *Food Control*, 16(1), 73-76.
- Şimşek, A. ve Artık, N.** (2002). Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma. *Gıda*, 27(6), 459-467.
- Şimşek, A., Artık, N., & Başpınar, E.** (2004). Detection of raisin concentrate (Pekmez) adulteration by regression analysis method. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17(2), 155-163.
- Taşlıgil, N.** (2011). Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*)'nun coğrafi yayılışı ve ekonomik özellikleri. *ODÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 2, 252-266.
- Tetik, N., Turhan, İ., Karhan, M., & Öziyici, H. R.** (2010). Characterization of, and 5-hydroxymethylfurfural concentration in carob pekmez. *Gıda*, 35(6), 417-422.
- Toker, Ö. S.** (2012). *Farklı Gıdalarda 5-Hmf Düzeyinin Belirlenmesi ve Riskli Bulunan Gıdaların 5-Hmf İçeriğinin Farklı Yöntemler Kullanılarak Azaltılma Olanaklarının Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi).
- Toker, O. S., Doğan, M., Ersöz, N. B., & Yılmaz, M. T.** (2013). Optimization of the content of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) formed in some molasses types: HPLC-DAD analysis to determine effect of different storage time and temperature levels. *Industrial Crops and Products*, 50, 137-144.
- Tosun, M.** (2004). *Balda Yapılan Hileleri Belirleme Yöntemlerinin Uygunluğunun Araştırılması*. (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum).
- Tosun, M.** (2014). Detection of adulteration in mulberry pekmez samples added various sugar syrups with <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C isotope ratio analysis method. *Food Chemistry*, 165, 555-559.
- Tosun, M., & Keleş, F.** (2012). Testing methods for mulberry pekmez adulterated with different sugar syrups. *Academic Food Journal*, 10(1), 17-23.
- Tosun, I. & Üstün, N. S.** (2003). Nonenzymic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi). *Food Chemistry*, 80(4), 441-443.
- TS 1728 ISO 1842 Meyve ve Sebze Ürünleri-pH Tayini.** (2001). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı.** (2008). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS 12001 Dut Pekmezi Standardı.** (1996). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

- TS 13356 Balda hidroksimetilfurfural muhtevasının tayini - Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) metodu.** (2008). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS 13359 Bal-Fruktoz, glukoz, sakkaroz, turanoz ve maltoz muhtevası tayini - Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) metodu.** (2008). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS 13366 Bal-Elektrik İletkenliği Tayini.** (2008). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standardı.** (2016). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Turhan, İ., Tetik, N., ve Karhan M.** (2007). Andız pekmezi üretimi ve bileşimi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (2), 65-69.
- 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.htm> Erişim tarihi: 12.09.2019
- Türk, M. ve Çelik, N.** (2006). CO<sub>2</sub> Özümlemesinde C-3 ve C-4 tipi bitkilerde fotosentez-solunum denge noktalarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 48-51.
- Türkben, C., Suna, S., İzli, G., Uylaşer, V., & Demir, C.** (2015). Physical and chemical properties of pekmez (molasses) produced with different grape cultivars. *Journal of Agricultural Sciences*, 339-348.
- Uçar, A.** (2007). Geleneksel Türk Tadı: Pekmez. *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, 38, 10-15.
- Ünüvar, S.** (2018). Determination of 5-hydroxymethylfurfural (5-HMF) in expired pharmaceutical syrups by using HPLC-DAD method. *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry*, 5(3), 1431-1440.
- Ürkek, B.** (2009). Şeker pancarı pekmezi üretimi ve bazı kimyasal özellikleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(1), 29-33.
- Üstün, N. Ş. ve Tosun, İ.** (1997). Pekmezlerin bileşimi. *Gıda*, 22(6), 417-423.
- Verdú, M., Villar-Salvador, P., & García-Fayos, P.** (2004). Gender effects on the post-facilitation performance of two dioecious *Juniperus* species. *Functional Ecology*, 18(1), 87-93.
- Weigt, M., Brodie, C., & Kracht, O.** (2017). *EA-IRMS: Testing Sugar Package Label Claims Using Carbon Isotope Fingerprints*. Thermo Fisher Scientific, Bremen, Germany. <https://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/CMD/Application-Notes/AB-30424-EA-IRMS-Sugar-Carbon-AB30424-EN.pdf> Erişim tarihi : 18.12.2019
- Yaman, N.** (2019). Dut, keçiboynuzu ve üzüm pekmezlerine glukoz şurubu katılarak yapılan tağşişin Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (Ftir) Spektroskopisi ile tespiti. (Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi).
- Yıldırım, A.** (2008). *Kırklareli ilinde geleneksel olarak üretilen pancar pekmezlerinin bazı kimyasal özellikleri üzerine bir araştırma.* (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi).

- Yıldırım, H. İ. ve Kargıoğlu, M.** (2015). Alanya ve Gazipaşa (Antalya)'da doğal keçiboynuz (*Ceratonia siliqua* L.) pekmezinin üretimi ve kullanımı. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(2), 10-16.
- Yılmaz, M.** (2012). *Pekmez ve pekmeze benzer gıdalarda taklit, tağşiş ve coğrafi köken tayini araştırması*. Kısaltılmış doktora tezi. İstanbul Sanayi Odası, İstanbul.
- Yiğit, M.** (2016). *Üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinin 5-hidroksimetilfurfural ve bazı mineral içeriklerinin belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi).
- Yumlu, A.** (2006). *Organik pekmez ürünü geliştirilmesi, raf ömrü ve kalite parametrelerinin belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi).
- Yüce, A. S.** (2012). *Pancar şekerinde kokuya neden olan maddelerin belirlenmesi ve giderimi*. (Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi).
- Yücel, P., Güçlü, H., Köseoğlu, T., Mert, Y., ve Oktar, O.** (2016). Gıda İzlenebilirliğinde Kararlı İzotop Ölçümlerinin Uygulanması. (Rapor No.TAEK-TR-2016-1). Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Teknik Raporu.
- 5996 Numaralı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu.** (2010). T.C. Resmi Gazete, 27610, 11 Haziran 2010. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100613-12.htm>  
Erişim tarihi: 11.01.2020



## ÖZGEÇMİŞ

**Ad-Soyad** : Dilek Erbil  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 1981 / İstanbul

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2004, İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek lisans** : 2020, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programı