

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI BİLEŞİMSEL ÖZELLİKLERE SAHİP ÜZÜMLERDEN ELDE
EDİLEN PEKMEZLERİN KALİTE KRİTERLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEL SARITEPE

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

HAZİRAN 2018

Tezin Başlığı: Farklı Bileşimsel Özelliklere Sahip Üzümlerden Elde Edilen
Pekmezlerin Kalite Kriterlerinin Araştırılması

Tezi Hazırlayan: Yüksel SARITEPE

Sınav Tarihi: 08.06.2018

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Gıda Mühendisliği Ana Bilim
Dalınca Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı: **Doç. Dr. Gökhan DURMAZ**
İnönü Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Murat YILMAZTEKİN
İnönü Üniversitesi

.....

Dr. Öğr. Üyesi Nurullah DEMİR
Bingöl Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Halil İbrahim ADIGÜZEL
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Farklı Bileşimsel Özelliklere Sahip Üzümlerden Elde Edilen Pekmezlerin Kalite Kriterlerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışmanın bilimsel geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.



Yüksel SARITEPE

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI BİLEŞİMSSEL ÖZELLİKLERE SAHİP ÜZÜMLERDEN ELDE EDİLEN PEKMEZLERİN KALİTE KRİTERLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Yüksel Sarıtepe

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

111+ xi sayfa

2018

Danışman: Doç. Dr. Gökhan Durmaz

Farklı üzümlerden elde edilen pekmezlerin bileşimsel özelliklerini belirlemek amacıyla iki aşamalı olarak yürütülen bu tez çalışmasının birinci aşamasında; farklı yörelerden elde edilen kuru üzümlerden endüstriyel boyutta 3 farklı üzüm pekmezi üretilip +4 °C, +25 °C ve +37 °C’de 6 ay süreyle depolanmıştır. Depolamanın 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. aylarında °briks, kül, HMF, tartarik asit, malik asit, glikoz ve fruktoz analizleri yapılmıştır. Depolama süre ve sıcaklığının pekmezlerde HMF miktarını arttırdığı, pH değerinde ise azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Farklı üzümler kullanılarak üretilen pekmezlerde HMF miktarı bakımından anlamlı farklılıklar oluşturduğu belirlenmiştir. Pekmez örneklerinin kül ve °briks değerlerinde depolama boyunca belirgin değişimler görülmemiştir. Tez çalışmasının ikinci aşamasında, pH ve °briks değerleri aynı olacak şekilde 7’si taze ve 7’si de kuru üzümlerden elde edilen 14 farklı üzüm şirasına farklı sürelerde ısıtma işlemi uygulanarak HMF, furfural, glikoz, fruktoz, tartarik asit ve malik asit miktarlarındaki değişimler belirlenmiştir. Artan ısıtma işlemi süresi ile tartarik ve malik asit miktarları artarken, glikoz ve fruktoz miktarlarında düşüşler belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca farklı miktarlarda tartarik asit, malik asit ve HMF içeren model sistemler oluşturularak HMF oluşumuna etkileri belirlenmiştir. Model sistemlerde pH ile oluşan HMF miktarı arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. Farklı oranlarda başlangıç HMF değerine sahip model sistemlerde, başlangıç HMF değerinin ısıtma işlemiyle oluşan HMF miktarına olan etkisi incelenmiş ve başlangıç HMF değerinin HMF oluşumu üzerine belirgin bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Üzüm; organik asit; şeker; üzüm pekmezi; HMF

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF THE QUALITY CHARACTERISTICS OF PEKMEZ OBTAINED FROM GRAPES HAVING DIFFERENT COMPOSITIONAL PROPERTIES

Yüksel Sarıtepe

İnönü University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

111+ xi pages

2018

Supervisor: Assoc.Prof. Dr. Gökhan Durmaz

In the first phase of this thesis, which was carried out to reveal the differences of pekmez obtained from different grapes; 3 different grape pekmezes from dried grapes, obtained from different regions of the Turkey, were produced at industrial-scale and stored at the temperatures of +4, +25 and +37 °C for 6 months. °Brix, ash, HMF, tartaric acid, malic acid, glucose and fructose analyses were carried out at 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 th months of the storage. It was determined that temperature and storage time caused a decrease in pH values and an increase in HMF values in the pekmez samples. Significant differences in the amount of HMF were observed in pekmez samples produced from different grapes. The ash and °brix values of the pekmez samples were not changed significantly during storage. In the second phase of the thesis, following the heat application, changes in the amounts of HMF, furfural, glucose, fructose, tartaric acid and malic acid were determined in 14 different grape musts obtained from 7 fresh and 7 dried grape varieties. With the increasing heat application time, the amounts of tartaric and malic acids increased, while the amounts of glucose and fructose decreased. To understand the dependence of HMF formation to compositional properties, different amounts of tartaric acid, malic acid and HMF containing model systems were established. A negative correlation between HMF and pH was found in these model systems. In the model system containing different amount of initial HMF, the effect of thermal treatment on the final HMF concentration was examined and it was determined that the initial HMF value had no significant effect on HMF formation.

KEYWORDS: Grape; organic acid; sugar; grape pekmez; HMF

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bana her türlü desteği sağlayan sayın Doç. Dr. Gökhan DURMAZ'a, çalışmamda kullandığım pekmezleri temin ettiğim Şitoğlu firmasına, tez çalışması ve yazımı süresince desteğini esirgemeyen İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocaları ve çalışanlarına, Yunus İZCİ'ye, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nden Dr. İbrahim ÖZDEMİR'e, Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğündeki çalışma arkadaşlarım; Bülent ÖZTÜRK, Dr. Salih ATAY, Alırıza ŞAHİNOĞLU, Züleyha DURAN'a, Projeyi maddi olarak destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Kordinasyon Birimi Başkanlığına (Proje No:2013/31) ve çalışanlarına, tüm hayatım boyunca maddi manevi desteğini esirgemeyen aileme ve tüm çalışmam boyunca desteğini sürekli hissettiğim sevgili eşim Selva'ya çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Dünya’da Üzüm Üretimi	1
1.2. Türkiye’de Üzüm Üretimi	3
1.3. Üzümün Yapısı.....	4
1.4. Üzüm Şırasının Bileşimi.....	5
1.4.1. Su.....	6
1.4.2. Şeker.....	7
1.4.3. Organik Asitler.....	8
1.4.3.1. Tartarik Asit	9
1.4.3.2. Malik Asit	10
1.4.3.3. Sitrik Asit	11
1.4.4. Mineral Maddeler.....	12
1.5. Üzüm Pekmezi.....	12
1.5.1. Geleneksel Yöntemle Pekmez Üretimi.....	14
1.5.2. Modern Yöntemle Pekmez Üretimi.....	16
1.6. Esmerleşme Reaksiyonları.....	18
1.6.1. Enzimatik Esmerleşme.....	20
1.6.2. Enzimatik Olmayan Esmerleşme.....	21
1.6.2.1. Askorbik Asit Parçalanması.....	22
1.6.2.2. Karamelizasyon.....	25
1.6.2.3. Maillard Reaksiyonu.....	26
1.6.2.3.1. Maillard Reaksiyonunu Etkileyen Faktörler.....	28
1.6.2.3.1.1 pH.....	29

1.6.2.3.1.2	Sıcaklık ve Süre.....	30
1.6.2.3.1.3	Su Aktivitesi (a_w).....	30
1.6.2.3.1.4	Metal İyonları	31
1.6.2.3.1.5	Reaktan Çeşidi	31
1.7.	Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonlarının Gıdalarda ve Pekmezdeki Önemi.....	33
1.8.	HMF ve İnsan Sağlığı.....	34
2.	KAYNAK ÖZETLERİ.....	36
3.	MATERYAL ve YÖNTEM	39
3.1.	Materyal	39
3.1.1.	Üzüm Pekmezleri ve Üzüm Şıraları	39
3.1.2.	Kullanılan Ekipman ve Kimyasallar.....	39
3.2.	Yöntem	39
3.2.1	Örnek Hazırlama.....	39
3.2.1.1.	Üzüm Pekmezlerinin Hazırlanması.....	39
3.2.1.2.	Yaş Üzüm Örneklerinin Hazırlanması.....	40
3.2.1.3.	Kuru Üzüm Örneklerinin Hazırlanması.....	40
3.2.1.4.	Farklı Üzüm Şıralarında Isıl İşlem Denemeleri Sistemlerinin Hazırlanması ...	40
3.2.1.5.	Amonyum Asetat Tamponunun Hazırlanması.....	41
3.2.1.6.	Glikoz, Fruktoz, Tartarik Asit ve Malik Asit Model Sistemlerinin Hazırlanması.....	41
3.2.1.7.	Başlangıç HMF Değerleri Farklı Model Sistemin Hazırlanması.....	42
3.2.2.	Depolama İşlemi.....	42
3.2.3.	Analizler.....	42
3.2.3.1.	pH Analizi.....	42
3.2.3.2.	Suda Çözünen Kuru Madde ($^{\circ}$ Briks) Analizi.....	43
3.2.3.3.	Kül Analizi.....	43
3.2.3.4.	Organik (Tartarik ve Malik) Asit Bileşiminin Belirlenmesi.....	43
3.2.3.5.	Şeker (Glikoz ve Fruktoz) Bileşiminin Belirlenmesi.....	44
3.2.3.6.	Hidroksimetilfurfural (HMF) ve Furfural Analizi.....	44
3.2.3.7.	İstatistiksel Analizler	45
4.	BULGULAR ve TARTIŞMA	46
4.1.	Pekmez Örneklerinin Analizleri	46

4.1.1.	pH Analiz Sonuçları.....	46
4.1.2.	Suda Çözünen Kuru Madde (°Briks) Analiz Sonuçları.....	52
4.1.3.	Kül Analiz Sonuçları.....	57
4.1.4.	HMF Analiz Sonuçları.....	63
4.1.5.	Glikoz Analiz Sonuçları.....	70
4.1.6.	Fruktoz Analiz Sonuçları.....	75
4.1.7.	Tartarik Asit Analiz Sonuçları.....	80
4.1.8.	Malik Asit Analiz Sonuçları.....	85
4.2.	Glikoz, Fruktoz, Tartarik Asit ve Malik Asit Model Sistemi Analiz Sonuçları	91
4.3.	Başlangıç HMF Değerleri Farklı Model Sistemi Analiz Sonuçları.....	93
4.4.	Farklı Üzüm Şıralarında Isıl İşlem Denemeleri Analiz Sonuçları	94
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER	101
6.	KAYNAKLAR	103

SİMGELER ve KISALTMALAR

a_w	Su aktivitesi
DAD	Diode array detector
dk	Dakika
DNA	Deoksiribonükleik asit
F	Fruktoz
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
G	Glikoz
ha	Hektar
HCl	Hidroklorik asit
HMF	Hidroksimetilfurfural
HPLC	Yüksek performans sıvı kromatografisi
kcal	Kilokalori
L	Litre
MA	Malik asit
mg	Miligram
NaOH	Sodyum hidroksit
NFC	Neo-formed contaminants
PPO	Poli fenol oksidaz
RID	Refractive index detector
SÇKM	Suda çözünen kuru madde
SMF	Sulfoksimetilfurfural
SULT1A1	Sulfotransferase Family 1A Member 1
TA	Tartarik asit
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
μ	Mikro

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Üzüm hasat alanının başlıca ülkelere göre dağılımı.....	2
Şekil 1.2. Dünya üzüm üretiminde başlıca ülkelerin payları	3
Şekil 1.3. Üzüm tanesinin kısımları.....	5
Şekil 1.4. Glikoz ve fruktozun kimyasal yapısı	7
Şekil 1.5. Olgunlaşma süresinde üzümde glikoz, fruktoz ve glikoz/ fruktoz oranları değişim oranları (Pedro Ximénez çeşidi).....	8
Şekil 1.6. Tartarik asit izomerlerinin kimyasal yapısı.....	10
Şekil 1.7. İki farklı üzüm çeşidinde tartarik asit miktarındaki değişme.....	10
Şekil 1.8. Sıcak ve soğuk yıllarda malik asit değişimi.....	11
Şekil 1.9. Malik asidin kimyasal yapısı.....	11
Şekil 1.10. Sitrik asidin kimyasal yapısı.....	12
Şekil 1.11. Geleneksel yöntemle tatlı sıvı pekmez üretimi.....	15
Şekil 1.12. Modern yöntemle tatlı sıvı pekmez üretimi.....	17
Şekil 1.13. Pentozlardan Furfural, heksozlardan 5-Hidroksimetilfurfural meydana gelmesi ve levulinik asit/ester üretimi.....	19
Şekil 1.14. Polifenoloksidaz yolu	21
Şekil 1.15. Askorbik asit parçalanması.....	24
Şekil 1.16. Basit şekerlerden HMF oluşumunun model mekanizması	26
Şekil 1.17. Hidroksimetilfurfural'ın kimyasal yapısı	27
Şekil 1.18. Maillard reaksiyonu şeması.....	28
Şekil 1.19. Gıdaların Bozulma Hızına Su Aktivitesinin Etkisi	31
Şekil 4.1. 4 °C'de depolanan pekmezlerin pH değerleri	48
Şekil 4.2. 25 °C'de depolanan pekmezlerin pH değerleri	49
Şekil 4.3. 37 °C'de depolanan pekmezlerin pH değerleri	50
Şekil 4.4. 4 °C'de depolanan pekmezlerin °briks değerleri.....	53
Şekil 4.5. 25 °C'de depolanan pekmezlerin °briks değerleri.....	54
Şekil 4.6. 37 °C'de depolanan pekmezlerin °briks değerleri.....	55

Şekil 4.7.	4 °C’de depolanan pekmezlerin kül değerleri	59
Şekil 4.8.	25 °C’de depolanan pekmezlerin kül değerleri.....	60
Şekil 4.9.	37 °C’de depolanan pekmezlerin kül değerleri.....	61
Şekil 4.10.	4 °C’de depolanan pekmezlerin HMF değerleri	64
Şekil 4.11.	25 °C’de depolanan pekmezlerin HMF değerleri	65
Şekil 4.12.	37 °C’de depolanan pekmezlerin HMF değerleri	66
Şekil 4.13.	A pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki HMF değerleri.....	67
Şekil 4.14.	B pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki HMF değerleri	68
Şekil 4.15.	C pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki HMF değerleri	69
Şekil 4.16.	4 °C’de depolanan pekmezlerin glikoz değerleri.....	71
Şekil 4.17.	25 °C’de depolanan pekmezlerin glikoz değerleri.....	72
Şekil 4.18.	37 °C’de depolanan pekmezlerin glikoz değerleri.....	73
Şekil 4.19.	4 °C’de depolanan pekmezlerin fruktoz değerleri.....	76
Şekil 4.20.	25 °C’de depolanan pekmezlerin fruktoz değerleri.....	77
Şekil 4.21.	37 °C’de depolanan pekmezlerin fruktoz değerleri.....	78
Şekil 4.22.	4 °C’de depolanan pekmezlerin tartarik asit değerleri.....	81
Şekil 4.23.	25 °C’de depolanan pekmezlerin tartarik asit değerleri	82
Şekil 4.24.	37 °C’de depolanan pekmezlerin tartarik asit değerleri	83
Şekil 4.25.	4 °C’de depolanan pekmezlerin malik asit değerleri	87
Şekil 4.26.	25 °C’de depolanan pekmezlerin malik asit değerleri	88
Şekil 4.27.	37 °C’de depolanan pekmezlerin malik asit değerleri	89
Şekil 4.28.	Glikoz, fruktoz, tartarik asit ve malik asit model sistemi 3. Saat HMF değerleri.....	92
Şekil 4.29.	Glikoz, fruktoz, tartarik asit ve malik asit model sistemi 6. Saat HMF değerleri.....	93

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Dünya üzüm hasat edilen alan.....	1
Çizelge 1.2. Dünya üzüm üretimi.....	3
Çizelge 1.3. Türkiye’de üzüm üretim alanı ve üretim miktarının yıllara göre değişimi....	4
Çizelge 1.4. Üzüm şirasının bileşimi.....	6
Çizelge 1.5. Üzüm pekmezi bileşimi.....	13
Çizelge 1.6. 5 hidroksimetil-2- furfuralın fizikokimyasal özellikleri.....	19
Çizelge 3.1. Glikoz fruktoz tartarik asit malik asit model sistemi değerleri	41
Çizelge 4.1. 4 °C’de depolanan pekmezlerin pH değerleri	47
Çizelge 4.2. 25 °C’de depolanan pekmezlerin pH değerleri	48
Çizelge 4.3. 37 °C’de depolanan pekmezlerin pH değerleri	49
Çizelge 4.4. A pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki pH değerleri.....	50
Çizelge 4.5. B pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki pH değerleri.....	51
Çizelge 4.6. C pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki pH değerleri.....	51
Çizelge 4.7. 4 °C’de depolanan pekmezlerin °briks değerleri.....	53
Çizelge 4.8. 25 °C’de depolanan pekmezlerin °briks değerleri.....	54
Çizelge 4.9. 37 °C’de depolanan pekmezlerin °briks değerleri.....	55
Çizelge 4.10. A pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki °briks değerleri.....	56
Çizelge 4.11. B pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki °briks değerleri.....	56
Çizelge 4.12. C pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki °briks değerleri.....	57
Çizelge 4.13. 4 °C’de depolanan pekmezlerin kül değerleri	58
Çizelge 4.14. 25 °C’de depolanan pekmezlerin kül değerleri	59
Çizelge 4.15. 37 °C’de depolanan pekmezlerin kül değerleri	60
Çizelge 4.16. A pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki kül değerleri	61
Çizelge 4.17. B pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki kül değerleri	62
Çizelge 4.18. C pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki kül değerleri	62
Çizelge 4.19. 4 °C’de depolanan pekmezlerin HMF değerleri	64
Çizelge 4.20. 25 °C’de depolanan pekmezlerin HMF değerleri	65
Çizelge 4.21. 37 °C’de depolanan pekmezlerin HMF değerleri	66
Çizelge 4.22. A pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki HMF değerleri	67
Çizelge 4.23. B pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki HMF değerleri	68
Çizelge 4.24. C pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki HMF değerleri	69

Çizelge 4.25.	4 °C’de depolanan pekmezlerin glikoz değerleri.....	70
Çizelge 4.26.	25 °C’de depolanan pekmezlerin glikoz değerleri.....	71
Çizelge 4.27.	37 °C’de depolanan pekmezlerin glikoz değerleri.....	72
Çizelge 4.28.	A pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki glikoz değerleri.....	73
Çizelge 4.29.	B pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki glikoz değerleri.....	74
Çizelge 4.30.	C pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki glikoz değerleri	74
Çizelge 4.31.	4 °C’de depolanan pekmezlerin fruktoz değerleri.....	75
Çizelge 4.32.	25 °C’de depolanan pekmezlerin fruktoz değerleri.....	76
Çizelge 4.33.	37 °C’de depolanan pekmezlerin fruktoz değerleri.....	77
Çizelge 4.34.	A pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki fruktoz değerleri	78
Çizelge 4.35.	B pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki fruktoz değerleri	79
Çizelge 4.36.	C pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki fruktoz değerleri	79
Çizelge 4.37.	4 °C’de depolanan pekmezlerin tartarik asit değerleri.....	81
Çizelge 4.38.	25 °C’de depolanan pekmezlerin tartarik asit değerleri.....	82
Çizelge 4.39.	37 °C’de depolanan pekmezlerin tartarik asit değerleri.....	83
Çizelge 4.40.	A pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki tartarik asit değerleri.....	84
Çizelge 4.41.	B pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki tartarik asit değerleri	84
Çizelge 4.42.	C pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki tartarik asit değerleri.....	85
Çizelge 4.43.	4 °C’de depolanan pekmezlerin malik asit değerleri.....	86
Çizelge 4.44.	25 °C’de depolanan pekmezlerin malik asit değerleri.....	87
Çizelge 4.45.	37 °C’de depolanan pekmezlerin malik asit değerleri.....	88
Çizelge 4.46.	A pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki malik asit değerleri	89
Çizelge 4.47.	B pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki malik asit değerleri	90
Çizelge 4.48.	C pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki malik asit değerleri	90
Çizelge 4.49.	Glikoz, fruktoz, tartarik asit ve malik asit model sistemi HMF değerleri	91
Çizelge 4.50.	Başlangıç HMF değerleri farklı model sistemi analiz sonuçları	93
Çizelge 4.51.	Isıl işlemin üzüm şıralarının tartarik asit miktarı üzerine etkisi.....	94
Çizelge 4.52.	Isıl işlemin üzüm şıralarının malik asit miktarı üzerine etkisi	95
Çizelge 4.53.	Isıl işlemin üzüm şıralarının glikoz miktarı üzerine etkisi	96
Çizelge 4.54.	Isıl işlemin üzüm şıralarının fruktoz miktarı üzerine etkisi	97
Çizelge 4.55.	Isıl işlemin üzüm şıralarının hmf miktarı üzerine etkisi	98
Çizelge 4.56.	Isıl işlemin üzüm şıralarının furfural miktarı üzerine etkisi	99

1. GİRİŞ

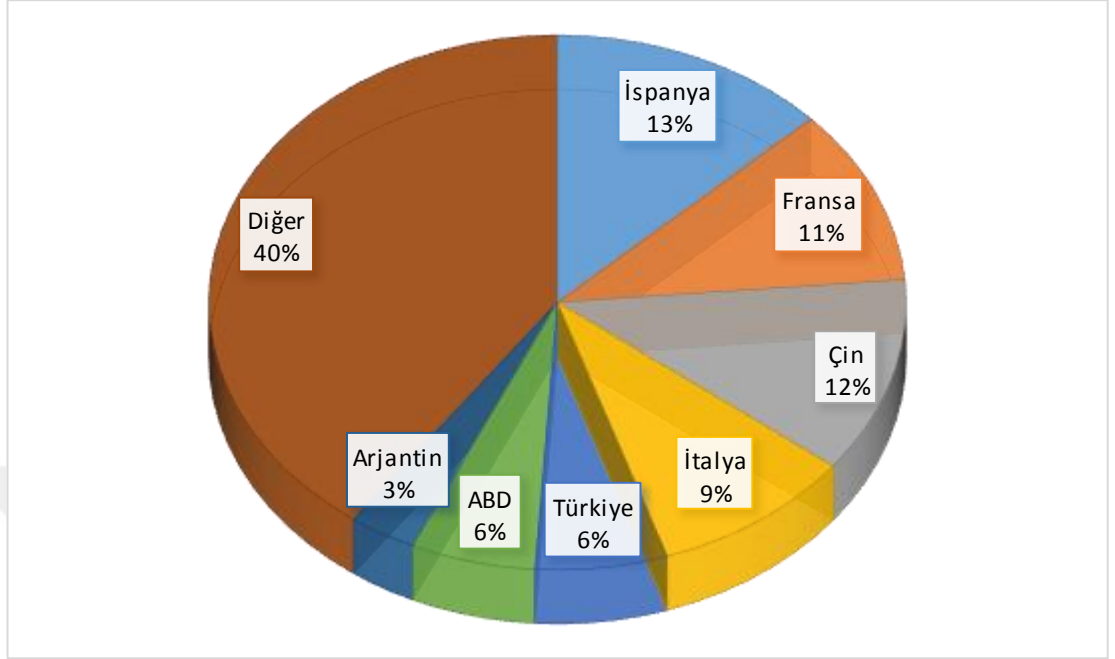
Dünya’da kültürü yapılan en eski meyve türlerinden olan asma, (*Vitis vinifera*) *Drcotyledoneae* sınıfında yer almakta olup, *Rhamnales* takımı içerisinde *Vitaceae* familyasının *Vitis* cinsinin bir türüdür. Dünyada, üretimde kullanılan türler içerisinde en fazla üzüm çeşidi *Vitis vinifera* L. türünde yer almaktadır. Bu türde 10.000’nin üzerinde çeşit tespit edilmiş olup dünya üzüm üretiminin % 90’dan fazlası bu türden sağlanmaktadır. Ülkemizde ise 50-60 adeti ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan çeşitler olmak kaydıyla 1200’den fazla üzüm çeşidi belirlenmiştir. Üzümün anavatanı Anadolu’nun yanı sıra Kafkasya ve Hazar Denizi olarak belirtilmekle birlikte 20. yüzyılda gerçekleştirilen jeolojik ve arkeolojik araştırmalar günümüzden yaklaşık 60 milyon yıl öncesinde bile dünyanın birçok yöresinde asmanın yetiştirilmekte olduğunu ortaya koymuştur (Cabaroğlu ve Yılmaztekin; 2006; Göktaş, 2008; Özşahin, 2010; Duran, 2014; Karabat, 2014).

1.1. Dünya’da Üzüm Üretimi

FAO’nun 2000-2016 yılları arası verileri incelendiğinde, dünya üzüm hasat alanında kısmı bir düşüş gözlenmektedir. Önemli üzüm üretici ülkelerden İspanya, Fransa ve Türkiye’de bu duruma paralel bir gelişme gözlenirken Çin üzüm hasat alanını 2000 yılından 2016 yılına, 283.000 ha’dan 840.000 ha çıkararak oldukça yüksek bir artış gerçekleştirmiştir (Çizelge 1.1). FAO 2016 yılı verilerine göre; 2016 yılında dünyada 7 milyon 096 bin ha alandan üzüm hasadı gerçekleştirilmiş olup, bu alanların %13,0’ü İspanya’da %11’i Fransa’da ve %12’si Çin’dedir (Şekil 1.1, Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Dünya Üzüm Hasat Edilen Alan (Bin Ha) (Anonymous, 2018a)

Yıl	İspanya	Fransa	Çin	İtalya	Türkiye	ABD	Arjantin	Diğer	Dünya
2000	1.168	861	283	873	535	383	188	3.048	7.338
2005	1.161	854	408	793	516	378	212	2.960	7.283
2010	1.002	772	552	778	478	385	218	2.892	7.076
2016	920	757	840	668	435	409	223	2.842	7.096

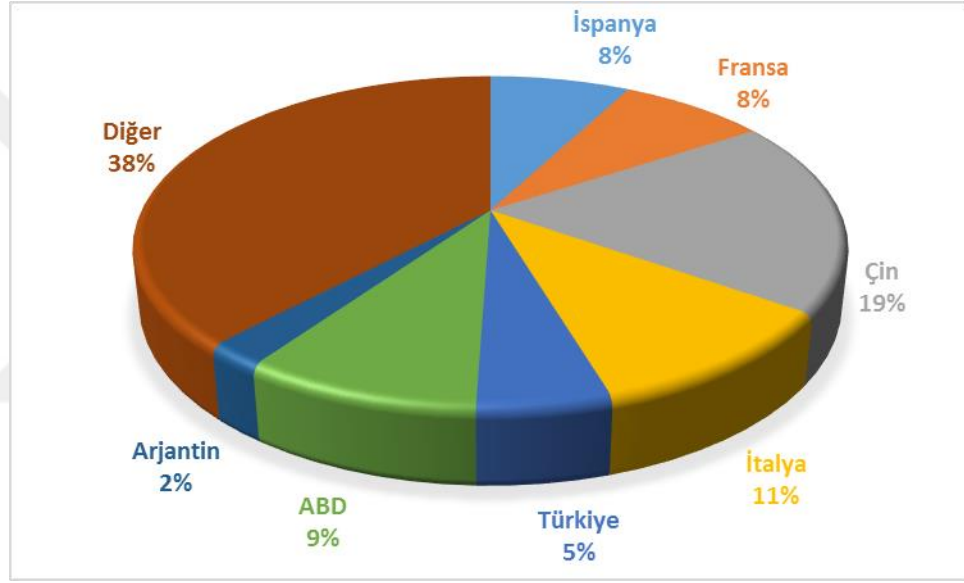


Şekil 1.1. Üzüm Hasat Alanının Başlıca Ülkelere Göre Dağılımı (Anonymous, 2018a)

Üzüm yetiştiriciliği dünyanın birçok farklı bölgesinde yapılmakla birlikte genel olarak kuzey yarım kürede 20-52, güney yarım kürede ise 20-40 enlem dereceleri arasında yayılım göstermektedir (Karabat, 2014). USDA verilerine göre toplam 21 milyon 771 bin ton üzüm üretiminin gerçekleştirildiği 2014/2015 üretim sezonunda; 20 milyon 554 bin ton sofralık ve 1 milyon 217 bin ton kuru üzüm üretilmiştir. Sofralık üzüm üretiminin %43,8'ini Çin sağlamakta olup 9 milyon ton ile ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada yer alan Hindistan 2 milyon 500 bin ton üretim ile %12,2'sini karşılamaktadır. Ülkemiz ise 1 milyon 920 bin ton ile üretimin %9,2'ünü gerçekleştirmekte olup üçüncü sıradadır (Anonymous, 2018b). Ülkemiz ekoloji, çeşit ve tip zenginliği gibi faktörler sayesinde bağıcılıkta söz sahibi olup, 2016 yılı FAO istatistiklerine göre 435.000 ha bağ alanı ile dünyada 5., 4.000.000 ton üzüm üretimi ile de 6. sırada yer almaktadır (Çizelge 1.2; Şekil 1.2) (Anonymous, 2018a).

Çizelge 1.2. Dünya Üzüm Üretimi (milyon ton) (Anonymous, 2018a)

Yıl	İspanya	Fransa	Çin	İtalya	Türkiye	ABD	Arjantin	Diğer	Dünya
2000	6,54	7,76	3,28	8,87	3,6	6,98	2,46	24,06	63,55
2005	6,06	6,79	5,8	8,55	3,85	7,09	2,83	26,01	66,98
2010	6,11	5,89	8,55	7,79	4,25	6,78	2,62	25,14	67,13
2016	5,94	6,24	14,76	8,2	4.00	7,1	1,76	29,44	77,44



Şekil 1.2. Dünya Üzüm Üretiminde Başlıca Ülkelerin Payları (2016) (Anonymous, 2018a)

1.2. Türkiye’de Üzüm Üretimi

2016 yılı FAO istatistiklerine göre 435.000 ha bağ alanı ile dünyada 5., 4.000.000 ton üzüm üretimi ile de 6. sırada yer alan ülkemizde, üretim alanında düşüş yaşanırken üretim miktarı ise artmıştır. TÜİK verilerine göre 2005 yılında 516 bin ha olan bağ üretim alanı 2017 yılı itibarıyla 417 bin ha’a düşmüştür (Çizelge 1.3) (Anonymous, 2018b). Buna karşın toplam üzüm üretimi aynı dönemde 3 milyon 850 bin tondan 4 milyon 200 bin tona yükselmiştir (Çizelge 1.3). Bunun temel sebebi üzüm üretiminde anaç çeşit seçiminin doğru yapılması ile verimin artırılmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Kıracı, 2015). Ülkemizde, üzüm üretimi ağırlıklı olarak sofralık olmakla birlikte kurutmalık ve şıralık üretimde önemli yer tutmaktadır.

Türkiye’de üretilen üzümün, yaklaşık %28-30’u sofralık, %37-40’ı kurutmalık, %2-3’ünde şaraplık olarak tüketilmektedir. Üzüm şırası ile üretim ise (pekmez, pestil, orcik, şıra, lokum, bulama, sirke gibi) üretimin yaklaşık %28-30’unu oluşturmaktadır (Hayoğlu ve Toker, 2003; Çelik vd. 2005; Alpar 2011).

Çizelge 1.3. Türkiye’de Üzüm Üretim Alanı ve Miktarının Yıllara Göre Değişimi (Anonymous, 2018c)

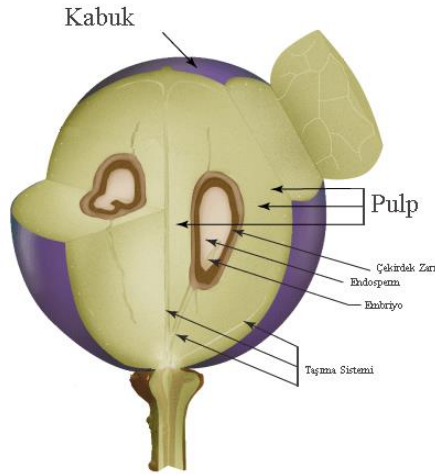
Üretim bilgileri	Yetiştiricilik Amacı	Yıllar			
		2005	2010	2015	2017
Alan (x1000 ha)	Sofralık	302	270	263	224
	Kurutmalık	145	134	133	129
	Şıralık	69	74	65	64
	Toplam	516	478	462	417
Üretim (x1000 ton)	Sofralık	2.000	2.250	1.892	2.109
	Kurutmalık	1.400	1.544	1.335	1.603
	Şıralık	450	462	424	488
	Toplam	3.850	4.255	3.650	4.200

Üretim miktarındaki artış eğilimi, verilerle sabit olmakla birlikte, 2015 yılında ilkbahar geç donları ve dolu zararı nedeniyle üretimde bir düşüş gerçekleşmiştir (Kıracı, 2015).

1.3. Üzümün Yapısı

Botanikte cins adı *vitis* olarak adlandırılan üzüm asma olarak adlandırılan bitkinin meyvesidir (Şen, 2016). Üzüm bünyesinde barındırdığı yüksek şeker oranından dolayı kalori değeri oldukça yüksek bir gıdadır. Üzüm bünyesinde bulundurduğu şekerlere ilave olarak potasyum, kalsiyum, fosfor, sodyum, demir, magnezyum gibi mineral maddeleri yapısında bulundurmaktadır. Bu mineral maddeler üzüm meyvesinin kabuk kısmının %2-3’lük bir kısmını oluştururken meyve etinin ise % 1’lik bir kısmını oluşturmaktadır. Üzüm ayrıca A, B₁, B₂, C ve niasin vitaminleri açısından da zengin bir meyve olarak kabul edilmektedir. Üzümlerin yapısındaki şekerler büyük oranda glikoz

ve fruktoz olduğu için doğrudan kana geçebilirler ve bu özellikleri sayesinde bebek ve çocukların beslenmesinde önemli yer tutarlar. Birtakım karaciğer hastalıklarının tedavisinde etkili olduğu bilinen üzüm, yüksek tansiyonla mücadelede kullanılmaktadır. Üzümün antioksidan, yaşlanma karşıtı etkileri, kan yapıcı ve kansere karşı bazı koruyucu etkilerinin olduğu bilinmektedir. Üzümün yapısında bulunan resveratrol kansere karşı koruyan bir antioksidan madde olmakla birlikte beyin hücrelerini koruyucu özelliklere de sahiptir. Üzümün bağışıklık sistemini güçlendirdiği yapısındaki meyve asitleri ve lifler ile mide üzerine herhangi bir olumsuz etki yapmadan böbreğin, bağırsağın ve kan dolaşımının düzenli çalışmasında etkili olduğu bilinmektedir. Özellikle siyah üzümlerin kabukları ve çekirdeklerindeki maddelerin hücreyi yenileme özelliklerinin olduğu bildirilmektedir. Birçok tarımsal ürününde olduğu gibi, üzüm de çeşit, yetiştirme koşulları, yetiştirme bölgesi, iklim koşulları, olgunluk seviyesi gibi birçok parametre tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle üzümlerin bileşimleri arasında büyük farklılıklar belirlenebilmektedir. (Aras, 2006; oklar, 2007; Glc vd., 2008; Otağ, 2015; Elma, 2015; Kiracı ve şenol 2017; Arpa ve Cabaroğlu, 2018). zm tanesinin kısımları şekil 1.3'te gösterilmiştir.



şekil 1.3. zm Tanesinin Kısımları (Duran, 2014)

1.4. zm şırasının Bileşimi

Üzümlerin ezilmesi sonucu elde edilen maddenin sıvı kısmına şıra denilmektedir. şıra karakteristik olarak şekerler, asitler ve bazı oranlarda diğer maddelerden

oluşmaktadır. Şıranın içerdiği azotlu bileşikler serbest veya polipeptid veya protein formundaki aminoasitlerdir. Şırada bulunan temel karotenoidler β -karoten ve luteindir. Şıranın aroma maddelerini terpenler, karotenoidler ve pirazinler oluşturmaktadır. Üzüm ve şıra rengini farklı bileşiklerden almaktadır. Bunların en önemlileri; Klorofiller, karotenoidler, betalainler, polipenoller, antosiyaninler (kırmızı), sarı flavonoidler (sarı), taninler (kahverengi) dir. Polifenol bileşikler; görünüş (renk), tat (burukluk ve acılık) ve aroma (uçucu fenoller) duyuşal özelliklerden sorumlu oldukları üzümde çok önemli rol oynamaktadır. Basit (flavonoid olmayan) polifenol, flavonoidler, taninler ve diğerleri (stilbenler) gibi sınıflandırılabilirler. Şıranın içeriğı elde edildiğı pulpa çok yakındır. Şıranın bu yapısı üzüm çeşidi, bağı kurulduğı yer, toprağıın yapısı, gelişme ve olgunlaşma süresindeki hava durumu gibi birçok faktöre bağılıdır. (Moreno ve Peinado, 2012). Üzüm şırasının bazı bileşim değerleri Çizelge 1.4'te verilmiştir.

Çizelge 1.4. Üzüm Şırasının Bileşimi (Moreno ve Peinado, 2012)

pH	3-4.5
Su	700-850 g/L
Şekerler*	140-250 g/L
Organik asitler	4-17 g/L
Azotlu bileşikler	4-7 g/L
Polisakkaritler	3-5 g/L
Mineraller	0.8-2.8 g/L
Polifenoller	0.5 g/L
Vitaminler	0.25-0.8 g/L
Aromatik bileşikler	<0.5 g/L

*Bu değerler kuru üzümünden elde edilen şıralarda veya bazı hastalık durumlarında artabilir.

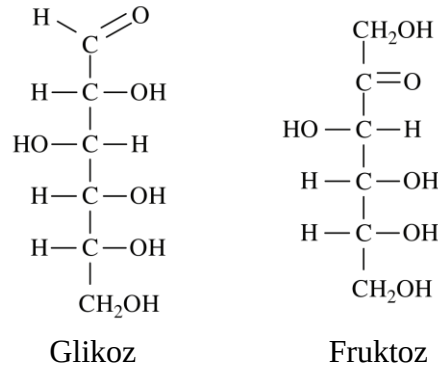
1.4.1. Su

Üzümün yapısında en büyük oranda bulunan madde sudur. Su, üzümün temel karakteristiğini belirlemede önemlidir. Üzümün çeşidine bağılı olmak koşuluyla şıranın % 70-90 'lık büyük bir oranı sudan oluşmaktadır. Kurumak üzere olan üzümlerde ise bu oran oldukça azalarak % 50 seviyelerine kadar düşebilmektedir. Üzümler olgunlaştıkça bünyesinde bulunan su oranı da azalmaktadır. Üzümlerin su oranı olgunluğun yanısıra üzüm çeşidi, yetiştirme koşulları ve birçok parametreye göre değişiklik gösterdiği

bildirilmektedir (Soleas vd., 1997; Cabaroğlu ve Yılmaztekin, 2006; Akaydın(İyibil), 2009; Otağ, 2015).

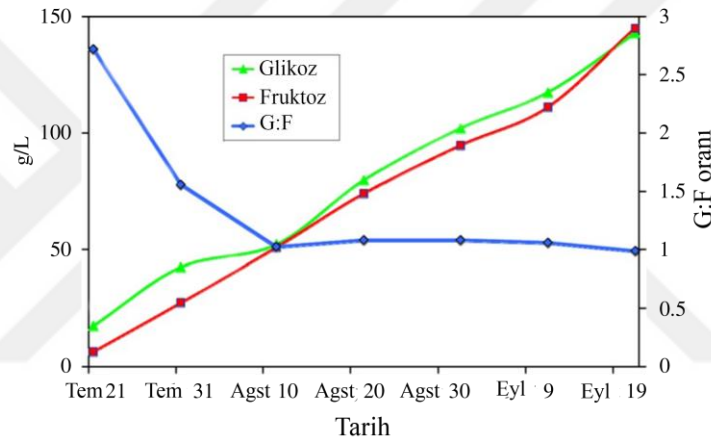
1.4.2. Şeker

Vitis vinifera çeşitlerinde sıra toplam kuru maddesinin büyük bir kısmını monosakkaritler oluşturur. Meyve ve sebzelerin yapısında en yaygın bulunan monosakkaritler, 6 karbon atomlu olan heksozlardır. Bu şekerler içerisinde en önemli olanları glikoz ve fruktozdur. Üzümlerde bulunan şekerlerin % 99 gibi büyük kısmını heksozlardan fruktoz (meyve şekeri) ve glikoz (üzüm şekeri) oluşturmaktadır. Geriye kalan % 1'lik kısmında sakkaroz ve çok düşük oranlarda beraber maltoz, rafinoz, arabinoz, melibioz, galaktoz ve ksilozdan oluşmaktadır. Bu şekerler üzüm şirasının % 22-25'lik kısmını oluşturmaktadır. Üzüm şekerinin büyük bir bölümünü oluşturan glikoz ve fruktoz asma yaprağında sentezlenen sakkarozun invertaz enzimi ile parçalanması ve diğer bazı mekanizmalarla üzüme taşınması neticesinde meydana gelmektedir. Üzüm tanelerinin erken olgunlaşmasında glikoz oranı fruktoza göre daha yüksekken olgunlaşma devam ettikçe miktarları eşitlenir ve üzüm aşırı olgunluğa bırakılırsa genellikle fruktoz miktarı glikozdan fazla olmaktadır. 18 °briks derecesinin üzerinde şekerler üzümlerde baskın çözünür madde olmaktadır (Soleas vd., 1997; Ribereau-Gayon vd., 2000; Jackson, 2003; Cemeroğlu, 2004; Cabaroğlu ve Yılmaztekin, 2006; Akaydın(İyibil), 2009; Robredo vd., 2011; Otağ, 2015; Şen, 2016). Şekil 1.4' de glikoz ve fruktozun kimyasal yapıları gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Glikoz ve Fruktozun Kimyasal Yapısı (Moreno ve Peinado, 2012)

Üzümler olgunlaşmaya devam ettikçe şeker biriktirmeye devam ederler. Nihai konsantrasyon fotosentetik aktiviteyle ilişkilidir. Yüksek yağış ve düşük sıcaklık tarafından olumsuz olarak etkilenmektedir. Olgunlaşmamış üzümlerde (G/F) oranı 4/5 civarındadır. Ayrıca fruktoz glikozdan daha kolay metabolize edildiğinden dolayı epimeraz enzimi tarafından glikoza dönüştürülebilmektedir. Ben düşme zamanında neredeyse 2 olan (G/F) oranı üzüm olgunlaştıkça düşmeye başlar. Olgunlaşmış üzümlerde bu oran 1'den daha az olma eğilimindedir (Şekil 1.5) (Moreno ve Peinado, 2012).



Şekil 1.5. Olgunlaşma Süresinde Üzümde Glikoz, Fruktoz ve Glikoz/ Fruktoz Oranları Değişim Oranları (Pedro Ximénez çeşidi) (Moreno ve Peinado, 2012)

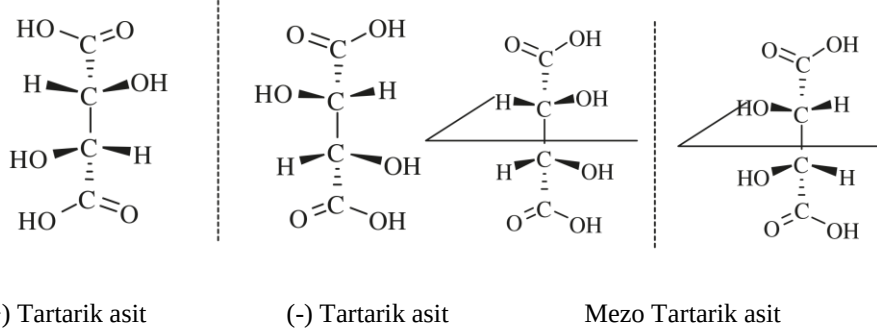
1.4.3. Organik asitler

Organik asitler, karbon zinciri ve en az bir tane asidik karboksil grubu $-COOH$ taşıyan zayıf asitlerdir. Alkoller, ketonlar, ya da çift bağlı fonksiyonel grupları içerebilmektedirler. Meyve ve sebzelerin yapısında serbest olarak bulunabilen organik asitler, tuz, glikozit vs. gibi farklı bileşikler olarak bulunsalar bile suda çözünmüşlerdir. Düşük molekül ağırlığa sahip organik asitler (C_1-C_4) suda yüksek oranda çözünürken karbon zinciri uzadıkça suda çözünme oranları düşmektedir. Organik asitler bitkiler aleminde oldukça yaygındır. Enerji üretimi aminoasit biyosentezi gibi temel görevlere katılırlar. Meyve ve sebzelerin içerdiği organik asitler çok büyük farklılıklar göstermektedir (Buhurcu, 2004; Duran, 2014; Waterhouse vd., 2016). Olgun üzümlerdeki asit miktarı büyük oranlarda üzüm çeşidi ve yetiştiği bölgenin iklimiyle

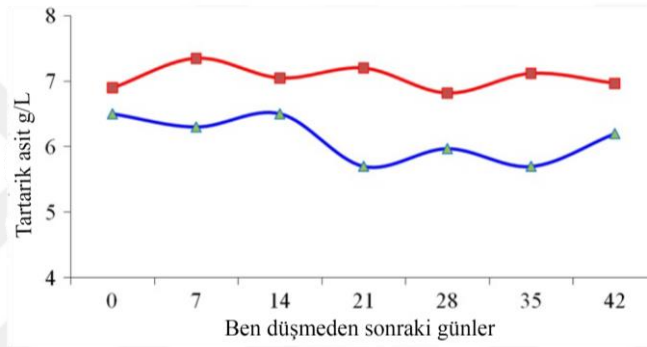
ilişkilidir. Örneğin soğuk bölgelerde bu oran 8 g/L' yi aşabilirken sıcak bölgelerde 1 - 2 g/L civarında seyredilmektedir. Tartarik asit diğer bazı bitkilerde oluşsa da sadece üzümde çok miktarda bulunur ve üzümle ilişkilendirilmektedir. Hasat zamanında üzümlerin asitliğinin % 90'ından fazlasını tartarik ve malik asit oluşturmaktadır (Moreno ve Peinado, 2012). Meyvelerde en yaygın organik asitler, malik asit (elma asidi), sitrik asit (limon asidi) ve üzümlerde ise tartarik (şarap asidi) asittir. Üzümsü meyvelerde toplam asit miktarının % 1,6- 2,8'ini tartarik asit oluşturmaktadır (Cemeroğlu, 2004). Organik asitler şekerlerle kıyaslandığında miktarları oldukça azdır. Ancak tat üzerinde önemli etkileri vardır. Üzüm sırasında organik asitler genellikle toplam meyve suyunun % 1'ini geçmezler (Robredo vd. 2011). Üzümlerde en önemli asit olan tartarik asit sırasıyla malik, sitrik, süksinik ve diğer asitler takip eder ve üzümler yapılarında fumarik, formik, asetik, glikolik, laktik, aconitik, quinic, şikimik ve mandelik asitleri düşük oranlarda bulundurabilirler (Ruffner 1982). Üzümlerdeki tartarik malik asit oranları ve asitlik çeşitler arasındaki farklılık, çevre şartları hasat ve depolama süreleri gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Robredo vd. 2011). Aynı konsantrasyonlarda tartarik (pKa: 3.04) asit malik asitten (pKa: 3.40) daha güçlüdür ve tartarik asit daha ekşi bir tada sahiptir. Ancak malik asit tartarik asite göre daha kalıcı ekşilik vermektedir (Liu vd. 2007) .

1.4.3.1. Tartarik asit:

Tartarik asit doğada çok yaygın bulunmayan üzümle özdeşleştirilen bir organik asit olduğundan üzüm asiti olarak adlandırılabilir (Ribereau-Gayon vd., 2006; Otağ, 2015). Tartarik asit miktarı üzümün olgunlaşması süresince miktarı çok fazla değişmediği (Şekil 1.7) bildirilmiştir (Cabaroğlu ve Yılmaztekin, 2006; Moreno ve Peinado, 2012). Üzümlerdeki tartarik asidin konfigürasyonu az miktarda D formu var olsa da genellikle L-(+) formundadır. Tartarik asidin molekül ağırlığı 150.09 g/mol'dür ve dihidroksi dikarboksilik asittir. Bu yüzden iki ayrışma sabiti belirlenir. Bu iki hidroksil grubu sayesinde, tartarik asit üzüm şirasının asitliğini etkileyecek çok önemli fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir (Moreno ve Peinado, 2012). Şekil 1. 6'da tartarik izomerlerinin kimyasal yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1.6. Tartarik Asit İzomerlerinin Kimyasal Yapısı (Moreno ve Peinado, 2012).

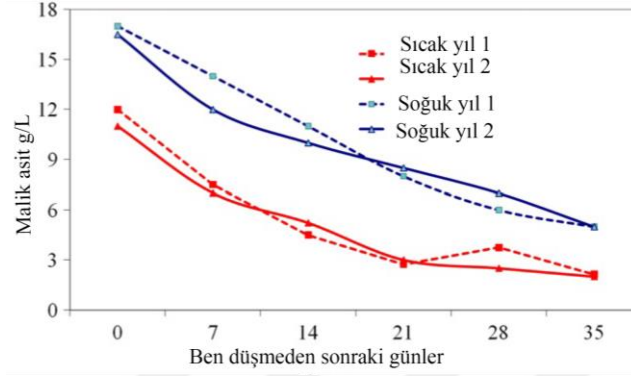


Şekil 1.7. İki Farklı Üzüm Çeşidinde Tartarik Asit Miktarındaki Değişme (Moreno ve Peinado, 2012)

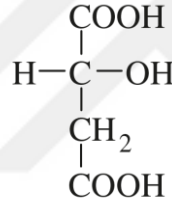
1.4.3.2. Malik asit

Malik asit bitkiler aleminde oldukça yaygın olmakla birlikte, elma erik ve şeftali gibi meyvelerin yapısında bulunmaktadır. En yüksek oranda malik asit içeren meyve elma olduğundan bu asite “elma asiti” de denmektedir. Üzümler olgunlaşmadığı dönemde daha yüksek oranda (25 g/L), üzüm olgunlaşmaya devam ettikçe daha düşük oranlarda (1-2 g / L) oranlarında malik asit içerebilmektedir (Ribereau-Gayon vd., 2006; Keskin vd., 2013). Üzümlerde bulunan malik asit L(-) formdadır ve bu asit iki karboksil gruba ve sadece bir hidroksil gruba sahiptir. Bu da malik asidin tartarik asitten neden daha zayıf bir asit olduğunu açıklamaktadır. İlk ayrışma sabitine göre (K_{a1}), malik asit tartarik asitten üç kez, ikinci ayrışma sabitine göre ise altı kez daha düşüktür (Moreno ve Peinado, 2012). Daha soğuk iklim şartlarında solunum hızı düşeceği için malik asit üzümde daha düşük oranlarda parçalanır ve bu sebeple nihai üründe üzümün bünyesinde

sıcak şartlara göre daha fazla oranda bulunacağı bildirilmektedir (Şekil 1.8) (Otağ, 2015)., Şekil 1. 9’da malik asidin kimyasal yapısı gösterilmiştir.



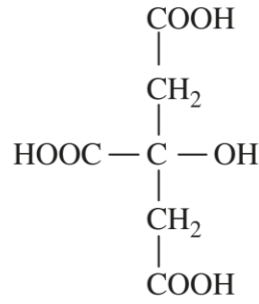
Şekil 1.8. Sıcak ve Soğuk Yıllarda Malik Asit Değişimi (Moreno ve Peinado, 2012)



Şekil 1.9. Malik Asidin Kimyasal Yapısı (Moreno ve Peinado, 2012)

1.4.3.3. Sitrik asit:

Sitrik asit turuncgil meyvelerinin hakim asidi olmasıyla birlikte çilekgillerinde hakim asitidir. Sitrik asit ilaveten; nar, incir ve miktarı az olmakla birlikte üzümde bulunmaktadır (Cemeroğlu, 2004). Sitrik asit, normal sağlıklı üzümlerde genellikle 300 mg/L’yi aşmayan çok düşük oranlarda bulunsun da; *Botrytis cinerea* ile enfekte olmuş meyvelerde bu oran 1 g/L’ye kadar ulaşabilmektedir. Sitrik asit üzüm ve yapraklarında çok düşük oranlarda bulunmaktadır ve genellikle köklerde sentezlenmektedirler. Daha sonra bitkilerin üst kısımlarına gönderilirler. Bu nedenle sitrik asit tüm pratik uygulamalarda tartarik ve malik asit arasında ki (orta dereceli asit) olarak diprotik asit olarak hareket eder (Moreno ve Peinado, 2012). Şekil 1.10’ da sitrik asidin kimyasal yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Sitrik Asidin Kimyasal Yapısı (Moreno ve Peinado, 2012)

1.4.4. Mineral maddeler

Üzüm şırası bünyesinde birçok minerali bulundurabilmektedir. Bu minerallerin miktarları iklim, yağış olgunluk gübreleme vs. gibi bazı faktörlerden etkilenebileceği gibi genellikle 2-5 g/L değerleri arasında olmaktadır. Kurak bölgelerdeki üzümler topraktan bünyesine daha düşük oranda mineral madde alabileceği için nihai ürünlerdeki mineral madde miktarları bir miktar az olmaktadır. Şıraların mineral içerikleri elektrik yükleri ve bulundukları miktarlar olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler (Akaydın(İyibil), 2009; Moreno ve Peinado, 2012)

- Katyonlar

Bol miktarda: K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ ve Si^{4+} (Makro bitki besin elementleri)

Az miktarda: Fe^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Li^+ , Mo^{4+} , Co^{2+} , ve V^{3+} (Mikro bitki besin elementleri)

İz miktarda: Pb^{2+} , As^{3+} , Cd^{2+} , Se^{4+} , Hg^{2+} ve Pt^{2+} (ppb)

- Anyonlar

Bol miktarda: PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^-

Az miktarda: Br^- , I^- (Moreno ve Peinado, 2012)

1.5. Üzüm Pekmezi

Pekmez çok eski yıllardan beri şekerli meyvelerin suyunun çıkarılıp değişik işlemlerle koyulaştırılması suretiyle yapılan yoğunlaşmış meyve şurubuna Anadolu'da verilen isimdir. Pekmez yurdumuzun her bölgesinde ve bölgeye özgü meyvelerle

üretilen geleneksel gıdalarımızdandır. Şekerli meyvelerin hepsinden üretilmesine rağmen yoğun olarak üzüm ve duttan üretilmektedir. Gelişen dünya koşullarında farklılaşan ürün çeşitliğinde daha az tüketilen bir ürün haline gelmesine rağmen pekmezin beslenmemizdeki yeri azalmamıştır (Nas ve Nas 1987; Şimşek ve Artık 2002; Tosun ve Üstün 2003; Akkaya, 2010) Çizelge 1.5 te üzüm pekmezi bileşimi gösterilmiştir.

Çizelge 1.5. Üzüm Pekmezi Bileşimi (Ermurat, 2006)

Toplam kuru madde	%71.9-%84.4	Kalsiyum	50.9-206.1 mg/100 g
Toplam karbonhidrat	% 66	Sodyum	25.4 – 83.2 mg/100g
Protein	0.6 g / 100 g	Manganez	11.03-68.31 mg/100g
Enerji İçeriği	257-293 kcal/100g	Fosfor	81-95.06 mg/100 g
Toplam Şeker	49.8-76.8 mg/ 100g	Magnezyum	140 mg/100 g
Tiamin	0.04mg / 100 g	Potasyum	1470 mg/100 g
Riboflavin	0.15 mg / 100g	Demir	2.62-16.30 mg/100g
Niasin	1.4 mg/100g	Bakır	0.29 – 0.94 mg/100g
		Çinko	0.18-0.74 mg/100 g

Pekmez içerdiği yoğun miktardaki şeker ve mineral maddesi ile önemli bir besin ve enerji kaynağıdır. Üzüm pekmezinde toplam şekerin neredeyse tamamı meyve şekeri olarak da bilinen fruktoz ve glikozdan oluşmaktadır. Pekmez içerisindeki meyve şekerleri sayesinde sindirim sisteminde parçalanmadan hızlı ve kolayca emilerek kana geçtiği bildirilmiştir (Akaydın(İyibil), 2009; Çoklar, 2012). Pekmez beslenmede insülin salgısını artırırken serotonin sentezine de yardımcı olmaktadır. Pekmez içerisindeki doğal glikoz, beyin ve diğer organlar için enerji kaynağıdır. Pekmezdeki fruktoz vücudun harcadığı enerjiyi kısa sürede tekrar depo edilmesine yardımcı olur Dolayısıyla pekmezin içerdiği glikoz kolay ve hızlı bir şekilde difüzyon yolu ile kana geçerek hastalık gibi durumlarda acil enerji ihtiyacının karşılanmasına katkıda bulunur. 100g pekmezde 225-280 kcal arsında enerji sağladığı aktarılmaktadır (Nas ve Nas 1987;

Karakaya ve Artık 1990; Şimsek ve Artık 2002; Tosun ve Üstün, 2003; Karababa ve Işıklı, 2005; Aras, 2006; Güngör, 2007).

Pekmez aynı zamanda demir, potasyum, fosfor magnezyum, kalsiyum, krom gibi mineral maddeler ve vitaminler bakımından da zengindir. Pekmezdeki zengin mineral içeriği ve bu minarellerin emilim düzeyinin yüksek olması sayesinde günlük Ca, Fe, K ve Mg gereksinimlerinin büyük ölçüde sağlamaktadır. Özellikle veremli hastaların tedavisinde emziklilerin iyileşme sürecinin kısalmasına yardımcı olmaktadır. Pekmez sporcu ve gelişme dönemi çocukları için çok değerli bir besindir (Nas ve Nas, 1987; Akaydın(İyibil) 2009; Kaya vd., 2012).

1.5.1. Geleneksel üzüm pekmezi üretimi

Üzüm pekmezi yapılacak üzümler brikslerinin yani şeker içeriklerinin arttığı olgun dönemde hasat edilirler. Hasat edilen üzümlere bulaşan toz, toprak, yaprak, böcek, sap ve ilaç kalıntılarının yıkama yapılarak üzüm üzerinden uzaklaştırılır. Bozuk ve küflenmiş üzümler ayrılarak hammaddenin mikroorganizma düzeyi en aza indirilmesi önemlidir. Temizlenen üzümler çuvallara doldurulur ve tahta veya beton malzemeden yapılmış tekne içerisinde çizmelerle çiğnenerek şıranın çıkarılması sağlanır. Şıra daha sonra pekmez toprağı kullanılarak asitliği giderilirken aynı zamanda durultma da sağlanmaktadır. Kullanılacak pekmez toprağı miktarı 100 kg taze üzümde elde edilen şıraya 0,1–1,0 kg arasında değişen oranlarda katıldığı bildirilmektedir. Kuvvetli yanan ocakta kazan içerisindeki üzüm şırası kaynatılır. Bu işleme şıranın kestirilmesi işlemi denir. Şıra bir gece bekletilerek tortunun kabın dibine çökmesi sağlanır. Elde edilen şıra tortudan ayrılıp yayvan kalaylı bakır leğenlerde koyulaşmaya kadar kaynatılır. Şıra kaynatılma süresince sürekli olarak karıştırılarak hem buharlaşmaya yardımcı olunur hem de kazanın dibinde yanıkların oluşması önlenir. Kaynama süresince leğen yüzeyinde oluşan kirli köpük sürekli alınarak berrak pekmez oluşumuna katkı sağlanır. Koyulaşan pekmez ocaktan indirilip soğumaya bırakılır. Bazı bölgelerde pekmez toprağının yanında meşe külü de kullanılır. Güneşlenme süresi bol ve kurak bölgelerde şıra tepsilerde güneş altında bekletilerek koyulaştırma sağlanır. Günbalı adı verilen bu pekmez oldukça sağlıklı bir pekmezdir (Gökçe ve Çizmeci, 1965; Yazıcıoğlu ve

Gökçen, 1976; Kayahan, 1982; Nas ve Nas, 1987). Şekil 1.11’de geleneksel yöntemle tatlı sıvı pekmez üretimi gösterilmiştir.



Şekil 1.11. Geleneksel Yöntemle Tatlı Sıvı Pekmez Üretimi (Kaya vd. 2005)

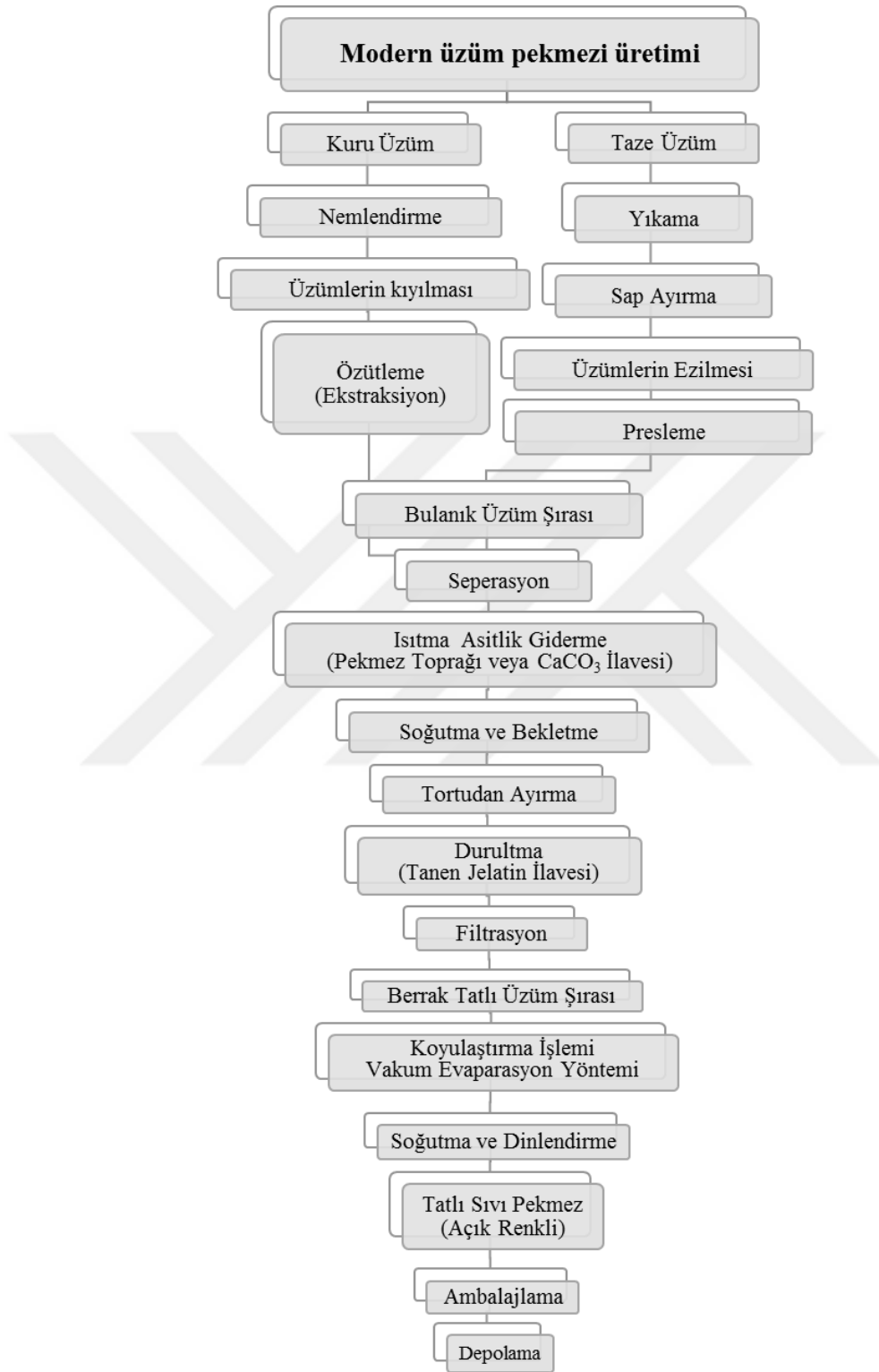
1.5.2. Modern yöntemle tatlı sıvı pekmez üretimi:

Kuru üzümünden pekmez yapımı:

Kuru üzümler nemlendirilir ve kıyma makinesinde parçalanır. Kıyma makinesinde parçalanmış kuru üzümlere özütleme olarak isimlendirilen 1/3 oranında ters akım ile katı sıvı ekstraksiyonu işlemi uygulanır. Özütleme ile kuru üzümdeki şekerli bileşenlerin bulanık üzüm şirasına geçmesi sağlanır.

Taze üzümlerden pekmez yapımı:

Taze üzümler temiz su ile yıkanır ve sap ayırma makinesinden geçirilerek sapları çıkarılır. Üzümler üzüm ezme değirmeninde parçalanarak preslemeye uygun hale getirilir. Parçalanmış taze üzümler prestan geçirilerek bulanık şıra elde edilir. Şıranın bulanıklığı üzümün cinsine olgunluk derecesine ve bekletilme durumuna bağlı olarak değişir. Aynı zamanda elde edilen şıranın kararmasını önlemek için 50 ppm kükürt dioksit eklenebilir. Pekmez fabrikalarında üzüm şırası separatörlerden geçirilerek kaba partiküller ayrılır. Asitliğini gidermek için kalsiyum karbonat CaCO_3 veya pekmez toprağı eklenip 70 °C'ye ısıtılır. Şıranın ısıtılması ile mayaların gelişmesi engellenir ve ilave edilen pekmez toprağı ve kalsiyum karbonatın etkisi hızlandırılır. Daha sonra üzüm şırası soğutulup 5-6 saat dinlenmeye tabi tutulur. Dinlendirme aşamasından sonra berrak kısım ile kabın dibindeki tortulu kısım ayrılır. Ayrılan berrak üzüm şirasına durultma prosesi uygulanır. Durultma işlemi şıranın kuru maddesine göre ayarlanan tanen- jelatin uygulaması ile gerçekleştirilir. Durultma işlemi sonunda şıra filtre edilir. Filtre edilen berrak şıra vakum (67-70 °C) altında koyulaştırılır. Elde edilen pekmez soğutulup şişelenir (Yazıcıoğlu ve Gökçen, 1976; Kayahan, 1982; Cemeroğlu, 1982; Ekşi, 1986; Batu, 1991). Şekil 1.12'de modern yöntemle tatlı sıvı pekmez üretimi gösterilmiştir.

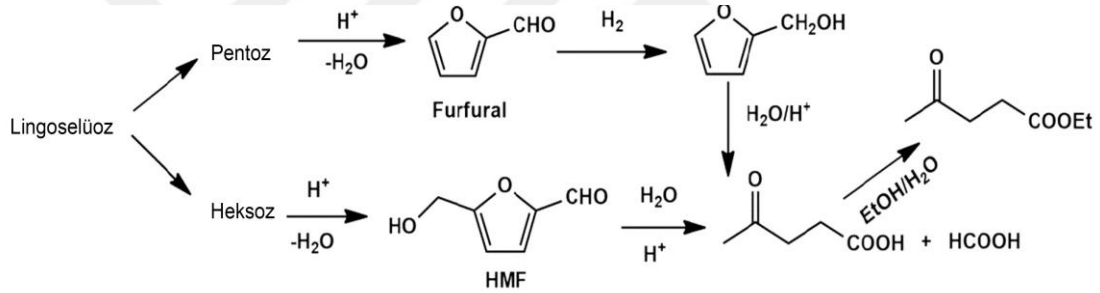


Şekil 1.12. Modern Yöntemle Tatlı Sıvı Pekmez Üretimi (Kaya vd. 2005)

1.6. Esmerleşme Reaksiyonları

Gıda maddeleri yapılarında başlıca olarak; su, protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral maddeleri bulundurmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı bir hayli kompleks bir fizikokimyasal yapıya sahip olan gıda maddelerinin, üretilmesi esnasında ve depolanmaları süreçlerinde oldukça yüksek miktarda değişimler ortaya çıkmaktadır. Meydana gelen bu değişimlerin en önemlilerinden birisi de esmerleşme reaksiyonları olarak adlandırılan reaksiyonlardır. Esmerleşme reaksiyonları enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonlar olarak temelde 2 başlık altında incelenmektedirler (Göğüş vd. 1998; Aslanova, 2005; Ekici, 2005; Oral, 2006; Elmastaş, 2011). Gıdalarda birçok faktör (sıcaklık, ısı, ışık, metaller su aktivitesi ve oksijen) gibi faktörlerin etkisi ile meydana gelen bu enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları; askorbik asit parçalanması, karamelizasyon ve maillard reaksiyonu olmak üzere 3 başlık altında incelenmektedir. (Hodge, 1953; Bozkurt, 1996; Ibarz ve ark., 1999; Oral, 2006; Akaydın(İyibil), 2009; Mertoğlu, 2015). Genel itibariyle, proteinler ile karbonhidratlar arasında ve genellikle sıcaklık uygulamaları nedeniyle şekerler ve amino asitler arasında meydana gelen ve adını glikoz ve lisin çözeltisinin beraber ısıtılmasıyla çözeltinin esmerleşmesini ilk olarak ortaya çıkaran Fransız bilim insanı Maillard'ın adı verilen ve en çok bilinen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu Maillard reaksiyonu olduğu bildirilmektedir (Oral, 2006; Boranbeyava, 2011). Pekmez üretimi esnasında ve nihai üründe karşı karşıya gelinen en önemli problemlerden birisi rengin esmerleşmesidir. Rengin esmerleşmesine etki eden faktörler ve reaksiyonlar oldukça kompleks olmakla birlikte, gıdanın yapısında ve besin değerlerinde istenmeyen bazı değişikliklere neden olabilmektedirler. Normal olarak gıdaların doğal yapısında olmayan, fakat şekerlerin parçalanmaları sonucu meydana gelen hidroksimetilfurfural (HMF)'da şıralarda meydana gelen esmerleşme reaksiyonlarında önemli bir paya sahip olduğu bildirilmektedir (Akaydın(İyibil), 2009; Alpar, 2011). Normal nem içeriğine sahip gıdalarda HMF oluşumu genellikle 50 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda ve pH 4-7 arasında olduğunda meydana gelmektedir. Burada indirgen şekerler, proteinlerin amino asitlerin amino grupları ile reaksiyona girmek suretiyle birtakım kimyasal bileşikler oluşturduğu aktarılmıştır (Oral, 2006). Maillard reaksiyonu yalnızca yüksek sıcaklık uygulamasıyla açığa çıkan bir reaksiyon değildir. Bu reaksiyon düşük sıcaklıklarda düşük hızlarda bile

olsa devam etmektedir. Bu durum depolamanın uzamak zorunda olduğu durumlarda problem oluşturabilmektedir. Bu nedenle Maillard reaksiyonunun kontrol altında tutulabilmesi için hem proses hem de depolama aşamaları göz önünde bulundurulması gerektiği bildirilmiştir (Çoklar, 2012). Meyve ve sebzelerde tazeyken mevcut olmayan HMF, ısıl işlem gören bütün gıda maddelerinde meydana gelebilmektedir. Kuru meyve, karamel ürünleri, bal, pekmez, instant kahve, sigara dumanı ve tütsüde de HMF bulunduğu bildirilmiştir (Çoklar, 2007). Isıl işlem gören gıdaların ısıl işleme tabi tutulduğunun bir kanıtı olarak kabul edilmektedir (Durmaz ve Gökmen, 2010; Çoklar, 2012). Şekil 1.13 'te pentozlardan furfural ve Heksozlardan HMF oluşumu ve levulinik asit/ester üretimi gösterilmiştir. Çizelge 1.6'da 5 Hidroksimetil-2-Furfuralın fizikokimyasal özellikleri gösterilmiştir.



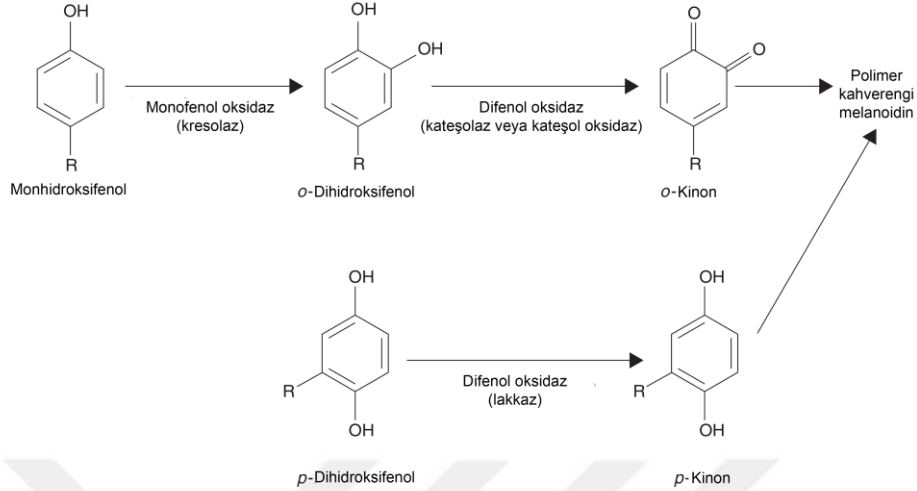
Şekil 1.13. Pentozlardan Furfural, Heksozlardan 5-Hidroksimetilfurfural Meydana Gelmesi ve Levulinik Asit/Ester Üretimi (Zhao vd., 2017)

Çizelge 1.6. 5 Hidroksimetil-2- Furfuralın Fizikokimyasal Özellikleri (Kowalski vd., (2013)

Özellikler	Değer	Birim
Molekül formülü	C ₆ H ₆ O ₃	-
Molekül ağırlığı	126.11	g/mol
Kaynama noktası	110 (2.67 Pa' da); 114-116 (133.32 Pa'da)	°C
Erime noktası	31.5	°C
Yoğunluk	1,2062	g/cm ³
Refraktif indeks	1.5627 (18 °C'de)	-
Parlama noktası	79	°C
logP(o/w)	-0.09	-

1.6.1. Enzimatik esmerleşme

Enzimatik esmerleşme, meyveleri, sebzeleri ve deniz ürünlerini etkileyen en önemli renk reaksiyonlarından biridir. Bu durum polifenol oksidaz (PPO; 1,2 benzendiol; oksijen oksidoredüktaz, EC 1.10.3.1) enzimi tarafından katalizlenir (Simpson vd., 2012). Polifenol oksidaz enzimleri (PPO) bakır içeren oksiredüktazlardır. Fenolik maddeleri substrat olarak kullanırlar. Substratları oksijenle birlikte koyu renge sahip bileşik maddelere oksitlemektedirler. Bu olay gıda teknolojisinde enzimatik esmerleşme olarak bilinmektedir (Cemeroğlu, 2004). Enzimatik esmerleşme açık renkli elma, muz ve patates gibi meyve ve sebzelerin kesilen yüzeylerinde gözlemlenmektedir. Kesilen yüzeyin hava ile temas etmesi kahverengi pigment veya melanoidleri oluşturmak için hızlı bir şekilde polimerize olan ortakinonlara fenollerin enzimatik oksidasyonu sebebiyledir (Bozkurt, 1996). Enzimatik esmerleşme, gıda maddelerinin renk, lezzet ve besin değerini etkileyebileceğinden dolayı muazzam ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Dünyadaki meyve ve sebze mahsullerinin yarısı hasat sonrası bozulma reaksiyonları nedeniyle bozulmaya uğrar. Siyah çay ve kahve gibi ürünlerde istenen esmer rengin oluşmasını sağlar. Kesme, soyma ve ezilme gibi bazı işlemler enzimatik esmerleşmenin oluşması için yeterlidir. Enzimatik esmerleşmenin miktarı dokudaki aktif polifenol oksidaz, fenolik içerik, sıcaklık, pH ve oksijenin varlığına bağlıdır. Enzimatik esmerleşmeyi kontrol etmek için sodyum bisülfid, askorbik asit ve / veya kontrollü atmosfer altında ambalajlama gibi yöntemler kullanılmaktadır (Martinez ve Whitaker, 1995; Ekici, 2005; Simpson vd., 2012). Şekil 1. 14 'te enzimatik esmerleşme reaksiyonu gösterilmiştir.



Şekil 1.14. Polifenoloksidaz Yolu (Simpson vd., 2012)

1.6.2. Enzimatik olmayan esmerleşme

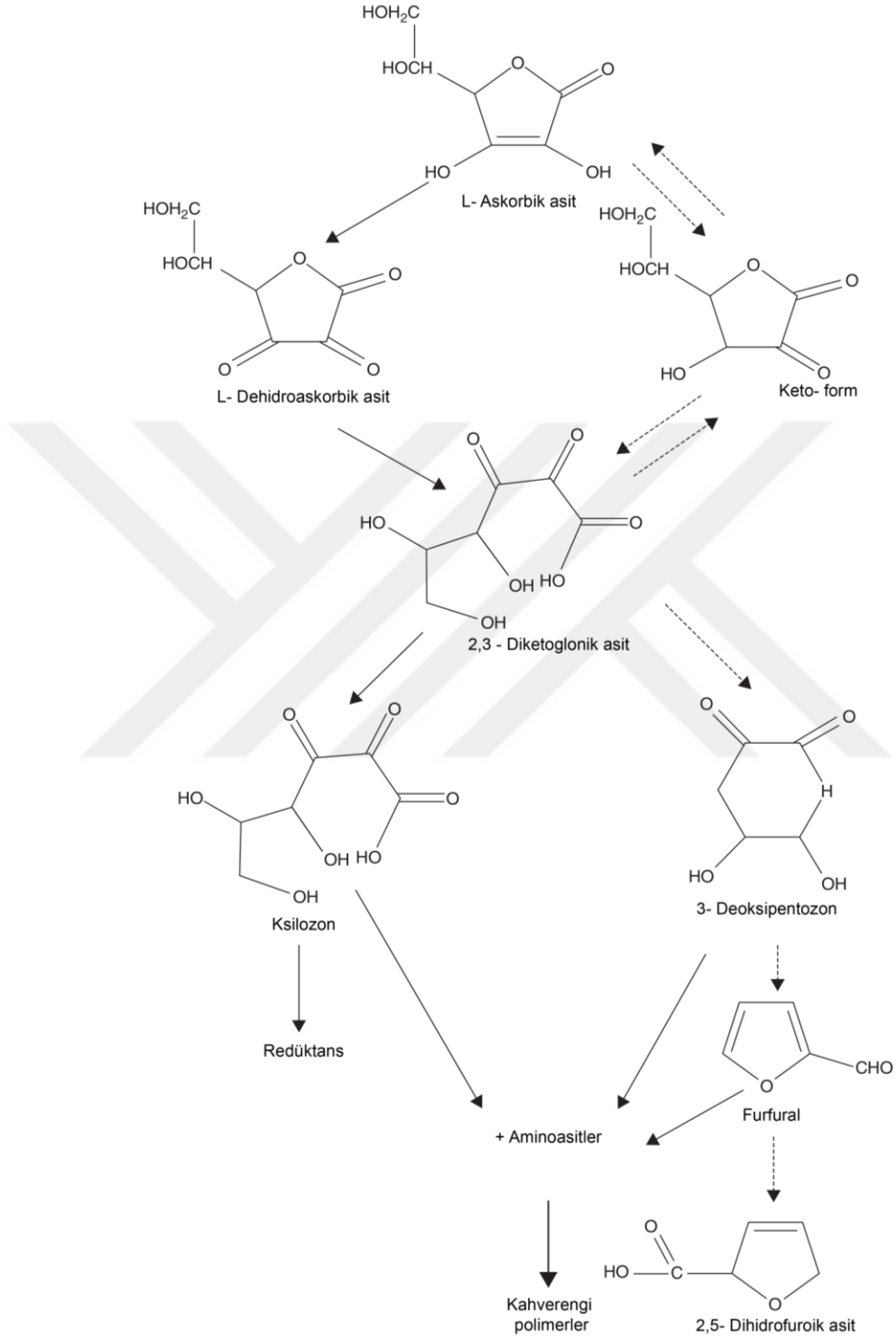
Isıl işlemler, gıdaların daha iyi bir şekilde tüketilmesi ve korunması amaçlanarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Tekniğine uygun yapılmayan ya da ısıl işlemin yüksek sıcaklık ve sürelerde yapıldığı durumlarda veya uzun depolama süresince bazı istenen tat-aroma maddelerinin yanı sıra gıdanın yapısında olumsuz bazı maddeleri açığa çıkararak beslenme değerinin düşmesine neden olabilmektedir (Bozkurt, 1996; Ekici, 2005). Gıda maddeleri içerisinde özellikle meyvelerden ve sebzelerden üretilmiş çoğu ürünün enzimlerin rolü olmaksızın renklerinin esmerleştiği bildirilmektedir (Akkaya, 2016). Gıda maddelerinde enzimlerin bir etkisi olmaksızın indirgen özellik gösteren şekerlerin ve aminoasitlerin olduğu durumlarda, özellikle de sıcaklığın, oksijenin, su aktivitesinin, metal iyonlarının ve pH'nın etkilemesiyle bir takım reaksiyonlar meydana gelmektedir. Bu şekilde açığa çıkan bir seri reaksiyon grubu enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları şeklinde tanımlanmaktadır (Ibarz vd., 1999; Özhan, 2008; Akkaya, 2016). Gıdaların yapısındaki şekerler, organik asitler, aminoasitler ve proteinler gıdaların karmaşık yapısını oluştururlar ve tepkime için uygun koşulları oluştururlar. Sıcaklığın da etkisi ile ortamda bulunan organik asitlerin de katalizlemesiyle şekerlerin aminoasit arasındaki reaksiyonlar sonunda melanoid adı verilen bileşikler meydana gelmekte ve renk esmerleşmektedir. Melanoidlerin oluşumunda, askorbik asit degradasyonu, karamelizasyon ve Maillard reaksiyonu olmak üzere üç ayrı mekanizma

rol oynamaktadır. Şekerlerin ısıtılma işlemiyle karamelizasyon meydana gelirken, askorbik asidin degradasyonu ise oksidatif veya oksidatif olmayan yollarla ortamda aminoasitlerin varlığına ya da yokluğuna bağlı olmaksızın gerçekleşebilmektedir. Maillard reaksiyonu ise proteinlerin amino grupları ile indirgen şekerler arasında meydana gelmektedir. HMF oluşumu karamelizasyon ve Maillard reaksiyonları sonucunda açığa çıkmaktadır (Telatar, 1985; Burdurlu ve Karadeniz, 2003; Aslanova, 2005; Oğraşıcı, 2010; Toker, 2012; Simpson vd., 2012; Akkaya, 2016). HMF bazı gıda maddelerinde bozulma indisi olarak kabul edilmektedir. Pekmezde de kaliteyi belirleyen en önemli unsurlardan biri de HMF birikimidir. Taze meyve sularında HMF bulunmamasıyla birlikte pekmezde de üretim esnasında uygulanan yüksek sıcaklığın HMF oluşumuna neden olduğu ve saklama sırasında saklama koşullarına bağlı olarak konsantrasyonun arttığı ve buna bağlı olarak da pekmez kalitesinin düştüğü bildirilmiştir (Tosun 2004; Zengin, 2006; Pereira vd. 2011; Aydınlik, 2012).

1.6.2.1. Askorbik asidin parçalanması

Askorbik asit (C vitamini) insan beslenmesinde ve gıda işlemede çok önemli rollere sahiptir. Askorbik asidin esmerleşmesi amino asitlerin varlığında veya yokluğunda hem aerobik hemde anaerobik koşullar altında oksidatif veya oksidatif olmayan mekanizmalarla askorbik asidin termal parçalanması olarak ifade edilebilir. Enzimatik olmayan esmerleşme turuncgillerde ticari değerin kaybolmasındaki en önemli nedendir. Askorbik asidin parçalanmasını takip eden esmerleşme turuncgiller dışında karnabahar, patates, ıspanak, elma, yeşil fasulye, kayısı, çilek, mısır ve kurutulmuş meyvelerde de problemdir (Simpson vd., 2012). Askorbik asit birçok degradasyon etkenlerine son derece hassas olduğundan dolayı en dayanıksız vitaminler arasındadır. Bu özelliği nedeniyle gıdalarda meydana gelen değişiklikler hakkında bilgi vererek ve askorbik asit miktarındaki düşüş miktarı kalitede bir kayıp göstergesi olarak kabul görmektedir. Isıl işlem gören gıda maddelerinde C vitamini kaybının ana nedeni kimyasal parçalanmadır. Sıcaklık, su aktivitesi (a_w), pH, ışık, çözünmüş oksijen konsantrasyonu, metal iyonları (özellikle Cu^{+2} ve Fe^{+3}), şekerler, fenolik bileşikler ve sülfidler askorbik asit degradasyon mekanizmasına son derece etkili olduğu bildirilmektedir (Kırca ve Cemeroğlu, 2001). Katalizlenen oksidasyon, spontan olarak

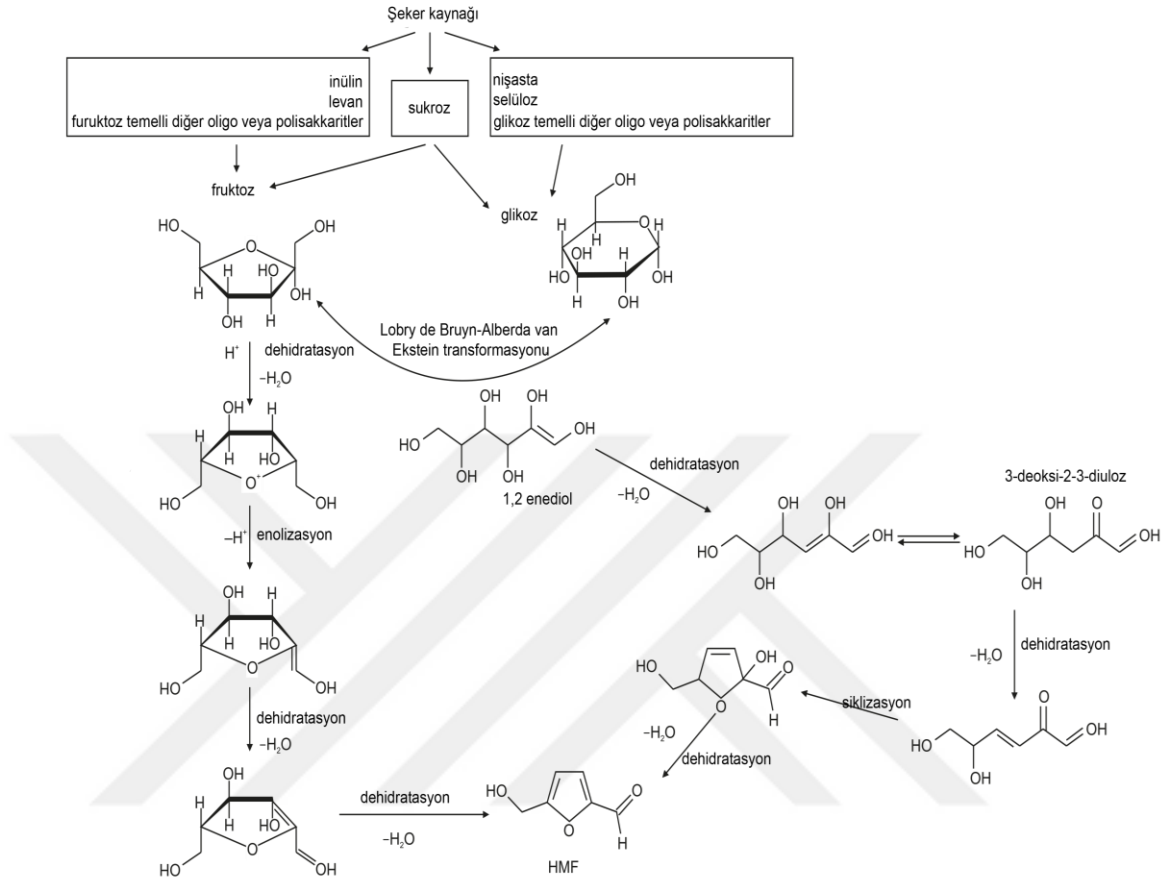
oluşan oksidasyondan daha hızlı gerçekleşmektedir. Katalizlenmemiş oksidasyondan daha yavaş gerçekleşen anaerobik degradasyon, maksimum pH 4 değerinde ve minimum pH 2 değerinde gerçekleşmektedir (Simpson vd., 2012). Genellikle turuncgil sularında görülen bu reaksiyon ortamda oksijenin varlığına bağlı olmaksızın meydana gelebilmektedir. Reaksiyon sonucu gıdada istenmeyen renk ve tat meydana gelebilmektedir. Oksijenli şartlarda reaksiyon hızı oksijensiz şartlara göre 10-1000 kat daha hızlı olduğu bildirilmektedir (Johnson vd., 1995; Aslanova, 2005; Ekici 2005). Meyve ürünlerindeki gibi askorbik asit açısından zengin gıdaların askorbik asit kayıpları genellikle enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile bağlantılıdır (Kırca ve Cemeroğlu, 2001). Askorbik asidin oksidasyonu doğada enzimatik olmayan şekildedir. Fakat bazen enzimler tarafından da katalize edilmektedirler. Bakır içeren askorbik asit oksidaz enzimi vitamin C' nin oksidasyonunu katalizlediği aktarılmaktadır (Simpson vd., 2012). Şekil 1.15'te askorbik asidin parçalanma reaksiyonu gösterilmiştir.



Şekil 1.15. Askorbik Asit Parçalanması (Kesikli Hat Aerobik Rota, Düz Hat Anaerobik Rota) (Simpson vd., 2012)

1.6.2.2. Karamelizasyon

Şekerlerin asit veya baz ortamlarda ergime noktalarının üzerindeki bir sıcaklıkla ısıtılmaları sonucu moleköl ağırlığı yüksek kahverengi renge sahip bileşiklere dönüşmesi işlemine karamelizasyon denir. Bu reaksiyon ortamında amino grupları bulunmamaktadır. pH, tuz ve sakkaroz konsantrasyonları reaksiyonda oldukça etkilidir. Karamelizasyon bazı ürünlerde gıdaya istenilen yönde katkı sağladığı için arzu edilirken dikkatli bir şekilde yapılmadığında hoş olmayan acı-yanık tat oluşumlarına neden olabilmektedir (Ibarz vd., 1999; Aslanova, 2005; Ekici, 2005; Quintas vd., 2007; Özhan, 2008; Elmastaş, 2011). Enzimatik olmayan şeker esmerleşmesi reaksiyonu olan karamelizasyon kahverengi renk ve karamel benzeri aroma oluşturmaya gıda işleminde yaygın bir reaksiyondur. Karamelizasyon şekerlerin ve normal şartlarda monosakkaritlerin ısı etkisiyle parçalanmasını içermektedir. Karamelizasyon reaksiyonu genellikle H^+ açığa çıkardığı için solüsyonun pH değeri zamanla azalmaktadır. Karamelizasyon ürünleri sıcaklık, pH ve uygulanan ısıtmanın süresine bağlı olarak çok çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerde olabilmektedir. Bunlar yüksek ve düşük moleköl ağırlıklı maddelerin uçucu olan veya olmayan kısımları içermektedir (Lee ve Lee, 1997). Şeker ve şeker bakımından zengin gıdaların ısıtılarak renk ve aroma kazandırılması çok eskiden beri kullanılmaktadır. Karamelizasyon $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' in üzerinde bir sıcaklık veya $9 < \text{pH} < 3$ aralığında bir pH değerini gerektirmektedir. Amonyak karamel, amonyak sülfat karamel ve kostik karamel gibi karamel renkleri geniş aralıktaki gıdalarda ve içeceklerde gıda katkı maddesi ve renklendirici olarak kullanılmaktadır. Karamelizasyon şekerlemelerde arzulanabilirken sakkaroz üretimindeki şekerin kristalizasyonu esnasında istenmemektedir (Kroh, 1994). Karamelizasyon asidik ya da bazik şartlarda katalizlenmektedir ve oluşan bileşikler Maillard reaksiyonu sonucu oluşan bileşiklere benzer özellik göstermektedir (Simpson vd., 2012). Gıdanın yapısında bulunan organik asitlerin (malik, okzalik, tartarik ve süksinik) şeker parçalanmasını katalize edici olarak hareket etmelerinden ötürü HMF'nin açığa çıkmasında etkili oldukları bildirilmektedir (Oğraşıcı, 2010). Genellikle HMF heksozların asit varlığında yüksek sıcaklıklardaki dönüşüm ürünüdür ve bu reaksiyonun mekanizması oldukça karmaşıktır (Şekil 1.16) (Kowalski vd., 2013).

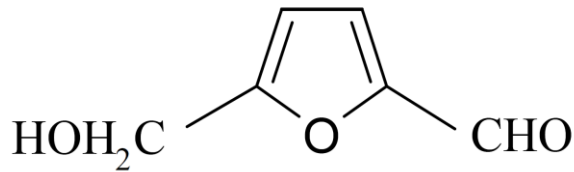


Şekil 1.16. Basit Şekerlerden HMF Oluşumunun Model Mekanizması (Kowalski vd., 2013).

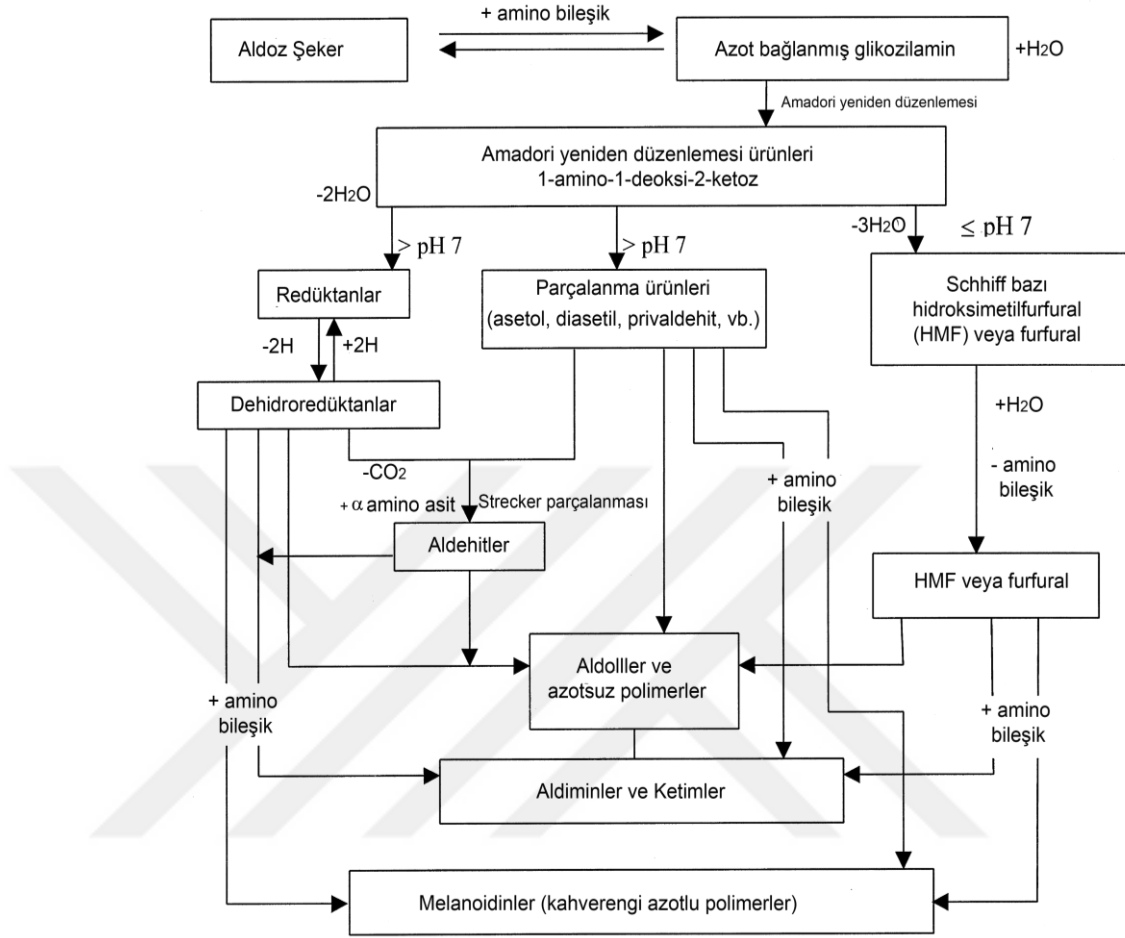
1.6.2.3. Maillard reaksiyonu

Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları arasında en bilineni ve önemlisi “Maillard reaksiyonu” dur. Fransız bilim insanı Louis Camille Maillard 1912 yılında aminoasitlerin ve karbonhidratların reaksiyonları üzerinde ilk kez çalışmış ve bu nedenle meydana gelen reaksiyonlar, Maillard reaksiyonu olarak bilinmektedir. Daha sonraları Amadori glikoz ve aminoasitlerin oluşturduğu ve kendi adıyla bilinen stabil bileşikler belirlenmiştir. Hodge, (1953) yaptığı yayında bu reaksiyonları ayrıntılı biçimde açıklamıştır. Maillard reaksiyonun ortaya çıkması için indirgen yani serbest aldehit ya da keton grupları içeren şekerler (heksoz olarak fruktoz ve disakkarit olarak maltoz ya da laktoz) ile serbest aminoasit ya da proteinlerin bir arada olması gerekmektedir. İndirgen özelliğe sahip şekerler azotlarla daha kolay tepkimeye girmektedirler. Bunun sebebi

indirgen şekerlerin aldehit veya keton gruplarını içermesidir. İndirgen olmayan şekerler (sakkaroz) ve bağlı şekerler (flavonoidler, glikolipidler, glikoproteinler) hidrolize olmaları koşuluyla bu tepkimelere katılabildikleri aktarılmaktadır (Hofmann, 1998; Akpınar, 2000; Özhan, 2008; Elmastaş, 2011; Akkaya, 2016). Maillard reaksiyonu amino asitlerin yapısında mevcut olan serbest amino grupları ile indirgen özelliğe sahip şekerlerin karbonil gruplarının bir araya gelmesiyle teşkil etmektedir (Akkaya, 2016). İndirgen şekerler ile aminoasitler arasında ortaya çıkan bu reaksiyonlar oldukça karmaşık yapıdaki kompleks bir takım reaksiyonlar neticesinde nihai ürün olarak yapısında azot bulunduran ko-polimerlerden kahverengi pigmentlerin (melanoidler) açığa çıkmasına neden olmaktadır. Oluşan bu kahverengi pigmentler (kakao, kahve ve et) gibi bazı ürünlerde istenen bir özellik olsa da bazı ürünlerde ise (meyve suyu, süt ve süt ürünleri, taze veya kurutulmuş meyveler) oluşan bu kahverengi pigmentler pek arzu edilmezler (Akpınar, 2000). Pekmez içeriğinde yüksek oranda şeker içeren bir besin maddesidir. Ayrıca yapısında mevcut olan azotlu bileşikler nedeniyle indirgen şekerlerle Maillard tepkimesi oluşturabilmektedir. Bu reaksiyonlar üründe istenmeyen bazı değişimlere (renk, koku ve tat) sebebiyet verebilmektedir. Ayrıca bu reaksiyonların sonucunda bir kalite parametresi olarak kabul gören hidroksimetilfurfural oluşumu ortaya çıkabilmektedir (Ekici vd. 2008; Özhan, 2008). Şekil 1.17’ de Hidroksimetilfurfural’ın kimyasal yapısı ve Şekil 1.18’de ise Maillard reaksiyon şemaları gösterilmiştir.



Şekil 1.17. Hidroksimetilfurfural’ın Kimyasal Yapısı (Yang vd., 2010)



Şekil 1.18. Maillard Reaksiyonu Şeması (Martins vd., 2001)

1.6.2.3.1. Maillard reaksiyonunu etkileyen faktörler

Maillard reaksiyonuna birçok parametre etki edebilmektedir. Bunlardan başlıcaları;

- ✓ Sıcaklık
- ✓ pH
- ✓ Reaktan çeşidi
- ✓ Su aktivitesi
- ✓ Süre
- ✓ Metal iyonları' dır

(Göğüş vd., 1998; Bozkurt vd., 1998; Carolina ve Yaylayan, 2008; Özhan vd., 2010)

Yukarıda bahsedilen maddelerin değişimine bağlı olarak Maillard reaksiyonunun hızı değişebilmektedir. Bu faktörlere bir takım müdahalelerle reaksiyon bir nebze

kontrol edilebilse de tamamen durdurmanın oldukça güç olduğu bildirilmektedir (Çoklar, 2012).

1.6.2.3.1.1. pH

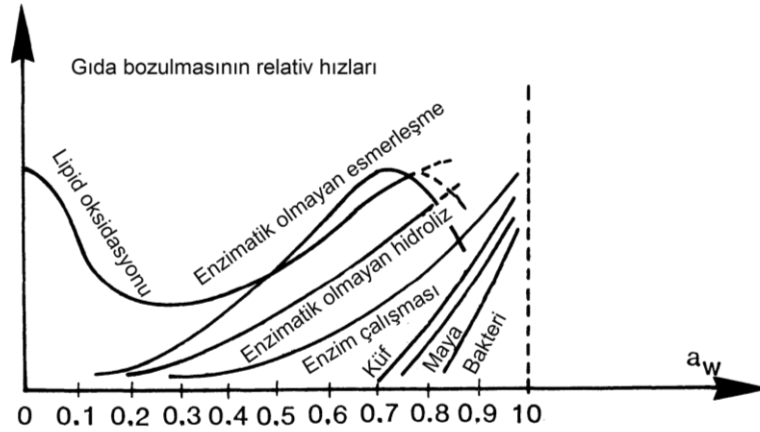
Asitlik ve pH'nın Maillard reaksiyonu üzerine önemli etkileri olduğu bilinen bir gerçektir. Şekerlerin Maillard reaksiyonuna katılması ortamın pH değeriyle farklı öncelikler göstermektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda şekerlerin esmerleşme reaksiyonuna girme önceliklerinin pH değeriyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. pH 6 değerinde glikoz, fruktoza göre reaksiyona daha çabuk girerken bu durum pH'nın 6 'dan düşük olduğu durumlarda tam tersi şekilde meydana gelmektedir. (Namiki, 1988; Ekici, 2005; Oral, 2006; Oral, 2011; Akkaya, 2016). Maillard reaksiyon hızı pH<3 değerlerinde azalırken özellikle pH 6.0-8.0 arasında arttığı ve pH 10 değerinde maksimum seviyelere ulaştığı aktarılmaktadır (Ekici, 2005; Aslanova, 2005; Boranbeyava, 2011; Toker, 2012; Simpson, vd. 2012). pH değerinin düşük olduğu durumlarda ortamda oldukça fazla olan H⁺ iyonları ve aminoasitlerin negatif yüklü bölümleriyle tepkime meydana getirerek şekerlerle olan reaksiyonunu yavaşlattığı bildirilmektedir (Toker, 2012). Asidik şartlar altında amino grupları protonlanır ve bu nedenle glikozilaminin meydana gelmesi engelleyeceğinden dolayı Maillard reaksiyonunu asidik ortamlarda meydana gelmesi biraz daha yavaş gerçekleşeceği (Özhan, 2008), pH 10 ve üzeri değerlerde ise H⁺ iyonları Amadori ve Heyns yeniden düzenleme reaksiyonunu katalizleyecek düzeyde olmadıklarından reaksiyon yavaşlayacağı bildirilmiştir (O'Brien, 1989). Yüksek pH değerleri HMF oluşumunu tetiklemektedir. Proses sırasında uygulanan işlemlerden dolayı pekmezin pH' sı orijinal meyveye göre daha yüksektir. Bu nedenle yüksek şeker ve protein içeren pekmezde yüksek pH değeri Maillard reaksiyonunu artırmaktadır (Tosun ve Üstün, 2003). Maillard reaksiyonu devam ettikçe gıda sistemlerinin pH değerleri düşmektedir. Bu düşüş gıda sistemlerindeki amino gruplarının düşüşüyle ilişkilendirilmektedir (O'Brien, 1989). pH değerinin alkali olduğu durumlarda esmerleşme renk maddeleri daha fazla oluşurken, pH değeri daha düşük değerleri aldığı anda HMF oluşumunun daha fazla gerçekleştirildiği bildirilmektedir (Hodge, 1953; Özhan, 2008).

1.6.2.3.1.2. Sıcaklık ve süre

Maillard reaksiyonunu etkileyen en önemli parametrelerden biriside sıcaklıktır. Sıcaklıkta meydana gelen her 10 °C'lik artışa karşılık Maillard tepkimelerinin 4 kat daha hızlı gerçekleştiği ve kahverengi pigment oluşumunun 2-8 kez arttığı bildirilmektedir. (Saltmarch ve Labuza, 1982; Oğraşıcı, 2010; Akkaya, 2016). Maillard reaksiyonunun meydana gelmesinde proses sırasındaki uygulanan işlemin yanısıra görece olarak yüksek olan depolama süresinin ve sıcaklığının da oldukça etkili olduğu bildirilmektedir (Ekici, 2005). HMF ve esmerleşme miktarının sıcaklık ve sürenin artmasıyla arttığı bildirilmektedir (Özhan, 2008; Oğraşıcı, 2010; Boranbeyava, 2011; Simpson vd., 2012). Ayrıca dalgalı sıcaklıklarda Maillard reaksiyon miktarı sabit sıcaklıklarda oluşana göre daha fazla olduğu bildirilmektedir (Saltmarch ve Labuza, 1982).

1.6.2.3.1.3. Su aktivitesi (a_w)

Maillard reaksiyonunun meydana gelmesinde büyük öneme sahip diğer bir parametre ise su aktivitesi (a_w) dir. Esmerleşme reaksiyonun maksimum seviyeye ulaşmasındaki su aktivitesi (a_w) değeri gıdanın türüne göre değişiklik göstermektedir. Fakat genelde su aktivitesi (a_w) değerinin düşük ve yüksek olduğu durumlarda tepkimenin azaldığı, bildirilmektedir (Toker, 2012, Akkaya, 2016). Su aktivitesi (a_w) Maillard reaksiyonunu etkileyen önemli bir faktördür. Yüksek su aktivitesi (a_w) değerlerinde reaktanlar seyredildiği için reaksiyon daha yavaş meydana gelmektedir. Düşük su aktivitesi (a_w) değerlerinde ise ortamdaki miktarları artsa bile reaktanların hareketi kısıtlandığından dolayı kuru ve orta nemli gıdalarda 0,5-0,8 su aktivitesi (a_w) değerlerinde maksimum seviyeye ulaştığı bildirilmektedir (Şekil 1.19) (Hui vd., 2006; Özhan, 2008; Oğraşıcı, 2010; Boranbeyava, 2011).



Şekil 1.19. Gıdaların Bozulma Hızına Su Aktivitesinin Etkisi (Alais ve Linden 1991)

1.6.2.3.1.4. Metal iyonları

Maillard reaksiyonu üzerine Cu^{2+} ve Fe^{3+} gibi bazı metal iyonlarının artırıcı yönde bazı etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Demir iyonu ve A vitamini oranı artırılan bazı gıdalarda HMF miktarı daha yüksek oranlarda tespit edildiği bildirilmiştir (Ekici, 2005). Tuz ve tampon maddelerinin de reaksiyon hızına etki ettiği bildirilmektedir. Ca, Mg ve K gibi minerallerin de HMF miktarını artırdığı belirtilmiştir (Alais ve Linden 1991; Aslanova, 2005; Özhan, 2008; Boranbeyava, 2011; Akkaya, 2016). Maillard reaksiyonu üzerine manganez ve kalay reaksiyonu engelleyici etkisi varken, kobaltın ise asidik ortamlarda reaksiyonu artırırken nötral ortamlarda herhangi bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (O'Brien, 1989). Fosfatın Maillard reaksiyonlarında hızlandırıcı etkisi olduğu bildirilmiştir. Etil melonat, fenil aseton, tersiyer amin tuzları, asetik asit ve bor triflorür gibi bazı bileşiklerinde Maillard reaksiyonunu katalizledikleri bildirilmektedir (O'Brien, 1989). Ayrıca kükürt dioksit ve sülfite enzimatik olmayan esmerleşmeyi inhibe ettiğinden dolayı meyve ve sebzelerde kullanıldığı bilinmektedir (O'Brien, 1989).

1.6.2.3.1.5. Reaktan çeşidi

Maillard reaksiyonuna etki eden faktörlerden biride ortamda bulunan aminoasit ve şekerlerin çeşitleridir (Toker, 2012). Maillard reaksiyonu açısından ortamda bulunan şekerlerin cinsi, aminoasit cinsinden daha önceliklidir. Buna ilaveten, proteinlerin kompleks özelliklerinin şeker aktivitesi üzerine etkisi olduğu bildirilmiştir

(Alais ve Linden, 1991; Ekici 2005). Maillard reaksiyona monosakkaritlerin yanısıra indirgen disakkaritler (laktoz ve maltoz) de katılmaktadır. Heksozlar, indirgen özelliğe sahip disakkaritlere göre reaksiyona daha erken girmektedirler. İndirgen özelliğe sahip olmayan sakkaroz direkt olarak bu tepkimeye girmediği aktarılmıştır (Akkaya, 2016). Şekerler içerisinde, molekül ağırlığı düşük olan şekerlerin reaktifliği molekül ağırlığı yüksek olan şekerlere göre daha fazladır (Toker, 2012). Maillard reaksiyonundaki birçok şekerin aktifliği glikozdan daha yüksek olsa diğer şekerlere göre gıda maddelerinin yapısında daha yüksek miktarlarda bulunan glikoz, Maillard reaksiyonunun meydana gelmesindeki en önemli şekerdir (Toker, 2012). Aktivite açısından amino asitlere gelindiğinde; en aktif amino asitler lizin, glisin, triptofan, ve trozin, orta derecede aktifler; prolin, lösin, izolösin, alanin, hidroksiprolin, fenilalanin, metiyonin, valin, düşük aktivitedekiler ise histidin, treonin, aspartik asit, arginin, glutamik asit, ve sisteinin olduğu bildirilmektedir (Akpınar, 2000). Lizin aminoasitler içerisinde serbest ϵ -amino grubuna sahip olduğundan aminoasitlerin en aktifidir (Toker, 2012). Esmerleşme reaksiyonlarında renkleşme oranı, üretilen renk, ve esmerleşme reaksiyonlarının sonucu oluşan ürün özellikleri reaktanların doğası ve reaksiyon koşullarına güçlü derecede bağlıdır. Örneğin aldozların ketozlara göre esmerleşme oranları daha yüksektir. 2 ve 3 karbonlu şeker analogları daha hızlı esmerleşmektedirler. Bazı aminoasitler genellikle asidik olanlardan daha hızlı esmerleşirler lizin > β -alanin > α -alanin > glutamik asit. Alkali pH ve yüksek sıcaklıklar reaksiyonu büyük oranda artırır ve bu durumda ürün dağılımındaki değişikliklere yol açmaktadır. Yapılan birçok kimyasal çalışmaya rağmen bu fenomen ortaya çıkan ürünler ve reaktanların yüksek reaktivitesinden dolayı tümüyle açıklanamamıştır (Namiki, 1988). Maillard reaksiyonlarında; riboz>ksiloz>arabinoz>mannoz>fruktoz>glikoz indirgen disakkaritler (laktoz, maltoz) heksozlardan çok daha az reaktiflerdir. Ancak reaksiyona giren proteinin özelliği şekerin reaktifliğini modifiye edebilme yeteneğine sahiptir (Alais ve Linden, 1991). Birçok çalışma fruktozun asidik koşullarda HMF oluşturmada sakkaroz ve glikoza göre en aktif şeker olduğunu göstermiştir. Sıcaklık ve katalizörlerin artması ile ketozlar aldozardan daha fazla HMF ürettiği bildirilmektedir (Carolina ve Yaylayan, 2008).

1.7. Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonlarının Gıdalarda ve Pekmezdeki Önemi

Yüksek oranda şeker ve amino grubu içeren kaynatılmış üzüm şırası Maillard reaksiyonu açısından önemli derecede bir riske sahiptir. Pekmez, üzüm şırasının % 70–80 kurumadde içeriğine konsantre edilmesiyle üretilmektedir. Kaynatılan üzüm şırasının renginin özellikle ortamdaki aminoasit ve şeker yoğunluğunun arttığı konsantrasyonun son aşamasında meydana geldiği belirlenmiştir (Göğüş vd., 1998). Renk; pekmez için önemli bir kalite parametresidir ve üretim prosesi veya uzun depolama süresi boyunca Maillard reaksiyonu ve karamelizasyon sonucu oluşabilecek koyu kahverengi renk oluşabilmektedir (Karababa vd., 2005). Maillard reaksiyonu sonucunda meydana gelen gıdanın çeşidine göre oldukça farklı ve özel lezzet maddeleri oluşturduğu ve bu maddelerde parçalanarak sayısı 100’ü geçen maddeleri oluşturduğu bildirilmiştir (Özhan, 2008). Pekmez üretimi esnasında renk ve tat oluşumu üzerine esmerleşme reaksiyonları önemli rol oynamaktadırlar. Fakat HMF gibi bazı maddelerin oluşabilmesi nedeniyle dikkat edilmesi gerekmektedir (Bozkurt vd., 1998). Esmerleşme; gıdanın hasatı, işlenmesi ve depolanmasındaki en önemli kalite problemleridir. Uzun zaman boyunca saklanan gıda maddelerinde esmerleşmenin sebebi enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarıdır. Maillard reaksiyonları; kahve, ekmek yapımında ve kızartmalarda istenebilmektedir. Meyve suyu konsantreleri ve pekmezdeki depolama boyunca meydana gelen esmerleşmenin en önemli sebebi indirgen şekerlerle amino grupları arasında meydana gelen Maillard reaksiyonlarıdır. HMF ayrıca gıdaya uygulanan sıcaklığın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Maillard reaksiyonlarının antioksidan ve antimutajen etkiye sahip oldukları da bildirilmiştir (Hui vd., 2006; Özhan vd., 2010). Gıdalardaki Maillard reaksiyonlarının en önemli etkisi protein içeren besleyici öğelerinin kaybı ve gıda güvenliğinin azalmasıdır. Bu kayıp lisin ve triptofan gibi esansiyel aminoasitlerin sindirilebilirliğinin azalması, yıkımı ya da biyolojik inaktivasyonu, protoolitik ve glikolitik enzimlerin inhibisyonu ve metal iyonları ile interaksyonu yoluyla olabilmektedir. Ayrıca Maillard reaksiyon ürünleri protein molekülleri ile çapraz bağlanabilmektedir. Bu durum besleyici değerdeki kayıplar mutajenik bileşiklerin oluşması ile de ilişkilendirilmektedir (Martins vd., 2001). Karamelizasyon teorik olarak amino bileşiklerinin yokluğunda şekerin ısıtılmasıyla

ortaya çıkmaktadır. Dünya çapında gıda endüstrisinde renklendirici maddelerin % 80' lik bir kısmını oluşturmaktadır. Karamel ayrıca Avrupa Birliği tarafından E 150 koduyla gıdalarda renklendirici olarak kullanılmaktadır. Bazı durumlarda karamel gıdanın rengini artırmakla birlikte lezzet ve gıdanın stabilitesinde artışa neden olmaktadır (Nursten, 2005).

1.8. HMF ve İnsan Sağlığı

Proses sırasında oluşan bileşikler (neo-formed contaminants-(NFC)), ısıtma veya saklama prosesleri esnasında ortaya çıkarlar ve bu maddelerin insanlar üzerine zararlı etki gösterme olasılıkları bulunmaktadır. Literatürde tanımlanan NFC'ler arasında son yıllarda akrilamid ve 5-hidroksimetilfurfural (HMF) dikkat çekmektedir. Her iki maddede insanlarda potansiyel olarak karsinojenik olarak değerlendirmektedir. HMF, Maillard reaksiyonunun ve karbonhidratların dehidratasyon ürünü olarak oluşur ve birçok besin maddesinin içerisinde (özellikle kurutulmuş meyve, ekmek ve fırın ürünlerinde) yüksek konsantrasyonlarda ortaya çıkmaktadır. HMF karbonhidrattan zengin ürünlerin prosesinde uygulanan ısının derecesi ile direkt olarak ilişkilidir. Karamel, bal, fırın ürünleri, malt, meyve suyu, kahve ve sirke HMF'nin diğer bulunabildiği besinlerden bazılarıdır. Bu konsantrasyon bazen 1 g/kg'ı geçebilmektedir. HMF nin yüksek konsantrasyonlarda sitotoksik olduğu ve göz, üst solunum yolu, cilt ve müköz membranlara toksik olduğu bildirilmiştir. HMF' nin sulfotransferaz SULT1A1 ile bioaktif edildikten (sulfonasyon) oluşan sulfoksimetilfurfuralın (SMF) genotoksik etki gösterdiği düşünülmektedir. Bu maddenin fare cildinde kanser başlattığı gösterilmiştir (Janzowski vd., 2000; Durling vd. 2009; Capuano ve Fogliano, 2011). Bununla birlikte Durling vd. (2009) hücre kültürü ile yaptığı çalışmada HMF' nin hücredeki SULT1A1' den bağımsız olarak DNA'da hasar oluşturan bir madde olduğu gösterilmiştir. HMF ile uyarılan DNA hasarı sadece yüksek konsantrasyonlarda ortaya çıkmış ve eş zamanlı olarak hücre canlılığında azalma ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Buna karşın Janzowski vd. (2000) insan kolon adenokarsinoma hücre kültürü, fare hepatositleri ve sağlıklı gönüllülerde yapılan kolon biyopsisi ile yaptıkları çalışmada HMF yüksek konsantrasyonlarda olsa bile ciddi sağlık problemi oluşturmayacağını ileri sürmüşlerdir. HMF' nin karsinojenik etkisi ile çalışmaların çoğunluğunu hayvan

deneyleri ve hücre kültürü çalışmaları oluşturmaktadır ve sonuç olarak HMF'nin karsinojenik etkisi üzerine konsensüs mevcut değildir. Bu nedenle yüksek konsantrasyonlarda olası karsinojenik etkisi nedeniyle son yıllarda bu furfuralların besinlerden nasıl uzaklaştırılacağı ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Jankowski vd., 2000; Durling vd. 2009; Capuano ve Fogliano, 2011).



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Garza vd. (1999) yaptıkları çalışmada 11 °briks değerine sahip şeftali püresini 80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C ve 98 °C’lerde 480 dakika süreyle ısıtmış ve daha sonra 420 nm dalga boyundaki absorbans değerlerini, renk parametrelerini (*L*, *a*, *b* ve *E*), şeker içeriğini ve HMF içeriğini araştırmıştır. Isıtma işlemi sonucunda *b* değerinin düştüğü, *a* değerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Sıcaklığın artmasıyla HMF miktarında ve esmerleşme derecesinde artış belirlenmiştir.

Ramirez vd. (2000) İspanya’da yaygın olan 9 fırıncılık ürünüde yaptıkları çalışmada HMF değerlerini 4.1 ile 151.2 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Soyer vd. (2003) HPLC ile 11 farklı beyaz üzüm çeşidinden elde edilen üzüm suları ile bunlardan elde edilen işlenmiş üzüm sularında organik asit dağılımını incelemişlerdir. Üzümlerdeki organik asitlerin dağılımı tartarik asit 4.98-7.48 g/L; malik asit, 1.43-3.40 g/L ve sitrik asit, 30-164 mg/L olarak belirlerken; işlenmiş üzüm sularında ise; tartarik asit, 4.07-4.92 g/L malik asit 1.36-3.47 g/L ve sitrik asit 31-181 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Sonuçta taze üzüm sularında en fazla bulunan organik asidin tartarik asit olduğunu; işlenmiş üzüm sularında uygulanan işlemler nedeniyle tartarik asit miktarının düştüğü tespit edilmiştir.

Burdurlu ve Karadeniz (2003), yaptıkları çalışmada Amasya ve Golden Delicious elma çeşitlerinden hazırlanan elma suyu konsantresinde depolama boyunca meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşmeyi araştırmış ve üç farklı konsantrasyondaki örnekleri (65, 70 ve 75 °Briks) 5 °C, 20 °C ve 37 °C’de (Golden Delicious) ve 37 °C, 50 °C, 65 °C’de (Amasya) elmalarını 4 ay süreyle depolamış renk değişimi ve HMF oluşumunu belirlemeye çalışmışlardır. HMF miktarında, 5 °C’de depolanan elma sularında önemli bir artış olmadığını 20 °C ve 37 °C’de ise artış olduğunu gözlemlemişlerdir.

Rattanathanalerk vd. (2005) ısıtma işlemlerin ananas suyundaki kalite parametrelerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada 55 °C - 95 °C arasında farklı sıcaklıklarda ananas suyundaki esmer pigment oluşumunu, HMF miktarını ve *L*, *a*, *b* renk değerlerini belirlemişler ve sıcaklık artışıyla birlikte HMF ve esmer pigment oluşumunun arttığını belirlemişlerdir.

Wong vd. (2005) alışmalarında havuç suyu konsantresinin depolamaya bağlı olarak oluşan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının kinetiğini incelemek amacıyla örnekleri -18  C, 0  C, 25  C ve 37  C'de depolamışlar. Havuç suyu konsantrelerinin depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak toplam şeker, HMF, toplam aminoasit ve esmerleşme derecesini tespit etmiş ve 25  C ve 37  C' de esmerleşme derecesinin ve HMF içeriğinin arttığını bildirmiştir.

Ekici (2005) 70  brikse ayarlanmış beyaz ve kırmızı üzüm konsantrelerini farklı ambalajlarda 28  C ve 37  C' lerde 6 ay boyunca depolamıştır. Depolama sıcaklığında meydana gelen artışın HMF oluşumunu artırdığı 28  C' de depolanan örneklerin HMF değerlerinin ortalama olarak 39.4 ppm 'ken 37  C' de depolanan örneklerin 411.5 ppm' e ulaştığını belirlemiştir.

Burdurlu vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada portakal, limon, greyfurt ve mandalina 28  C 37  C ve 45  C'lerde 8 hafta boyunca depolamışlardır. 45  C' de depolanan örneklerdeki HMF oluşumunun 37  C' de depolanan örneklerle göre yaklaşık 2.7 kat daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Liu vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, 98 üzüm çeşidinin şırasındaki şeker konsantrasyonlarının glikoz için 45.86 ile 122.89 g/L, fruktoz için 47.64 ile 131.04 g/L arasında olduğunu; organik asit konsantrasyonlarının ise tartarik asit için 1.54 ile 9.09 g/L, malik asit için 0.36 ile 7.06 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Güngör (2007) dut pekmezlerini 6 ay süreyle 20 2  C'de depolamış ve depolama süresinin SKCM değeri üzerine önemli bir etkisini belirlemezken pH ve kül miktarının zamanla azaldığını belirlemiştir.

zhan (2008) keçiboynuzu pekmezini 5  C, 25  C, 35  C, ve 45  C' lik sıcaklıklarda depolamış su aktivitesi ve briks değerlerinde önemli bir değişim belirlemezken pH değerleri 25  C, 35  C, ve 45  C  C'lik sıcaklıklarda önemli derecede düştüğünü belirlemiştir. HMF değerleri ise 5  C'de önemli bir değişim göstermezken, 25, 35, ve 45  C'lik sıcaklıklarda önemli oranlarda artışlar belirlemiştir.

Boranbayeva (2011), karadut suyu ve konsantresi örneklerini 5  C, 20  C, 30  C ve 40  C sıcaklıkta 8 ay boyunca depolamış ve depolanma süresince en çok HMF oluşumunun 40  C'de olduğunu, HMF miktarında karadut suyunda % 170.49 ve konsantresinde % 1204.26 artış olduğunu tespit etmiştir.

Maillard reaksiyonunda oluşan HMF mutajenik bir bileşiktir. Janzowski vd. (2000) ratlar üzerinde yaptıkları bir araştırmada, oral yolla yüksek dozda (3.1 g/kg vücut ağırlığı) HMF alınması sonucu gözlerde, üst solunum yolunda, deride ve mukoz membranlarında hasar oluştuğunu tespit etmişlerdir. Fakat *in vitro* genotoksitite testlerinde HMF'nin inaktif olduğu belirlenmiştir (Abraham ve ark., 2011).

Kaya vd. (2012) yaptıkları çalışmada Tokat ve Çorum illerindeki süpermarketlerden temin edilen 2 farklı tarihte üretilmiş, 10 firmaya ait sıvı üzüm pekmezi, 3 firmaya ait katı üzüm pekmezi ile geleneksel yöntemle (ev koşullarında) üretilmiş 2 adet sıvı üzüm pekmezi örneğini incelenmiştir. Çalışmada incelenen sıvı pekmez örneklerinde glikoz miktarı 26.70-41.97 g/100g, fruktoz miktarı 14.17-30.98 g/100g, tartarik asit miktarı 0.49-0.94 g/100g, malik asit miktarı 0.34-0.98 g/100g suda çözünür kuru madde miktarı 69.1-74.4°Briks, pH 4.40-5.78, toplam kül miktarı 0.91-3.69 g/100g, hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı 11.83-403.20 mg/kg arasında belirlemişlerdir.

Akkaya (2016) Piyasada satılan üç farklı elma suyunu 15 °C, 25 °C ve 35 °C sıcaklıklarda 3 ve 6 hafta süresince depolamış ve sıcaklık artışına bağlı olarak HMF miktarının arttığını briks değerlerinde ise bir değişim olmadığını belirlemiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Üzüm pekmezleri ve üzüm şıraları

Çalışmada; menşei bilinmeyen üç farklı parti üzümünden üretilen pekmez örnekleri (A, B ve C) kullanılmıştır. Her bir partide, çerezlik olarak tüketilemeyecek kuru üzümünden üzüm örnekleri farklı tarihlerde ve aynı proses koşulları uygulanarak fabrikada vakum altında 70 °C'lik evaporasyon ile elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan 7 çeşit yaş üzüm örneği (Kureys, Pütürge, Köhnü, İzmir, Şilfoni, Red Globe ve Mevlana) Kayısı Araştırma Enstitüsü koleksiyon parseli ve yerel satıcılardan, 7 çeşit kuru üzüm örneği (İzmir çekidesiz (küçük boy), İzmir çekirdeksiz (büyük boy), Siyah çekirdeksiz, Besni, Antep, Konya yeşil ve Banazı) ise ülkemizin farklı bölgelerindeki yerel satıcılardan temin edilmiştir.

3.1.2. Kullanılan ekipman ve kimyasallar

Bu çalışma kapsamında HPLC (Shimadzu, Japonya), su banyosu (Memmert, Almanya), etüv (Ecocell, Almanya) santrifüj (Nüve, Türkiye), pH metre (Mettler-Toledo, İsviçre), refraktometre (Index instrument- PTR 2a, İngiltere), analitik terazi (Ohaus, Japonya), vorteks (Velp, İtalya), kül fırını (Protherm, Türkiye), buzdolabı (Arçelik, Türkiye), ultra saf su cihazı (Millipore, Fransa) kullanılmıştır.

Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler; Asetonitril (Isolab), asetik asit (J.T. Baker), glikoz (Fisher Scientifics), fruktoz (Carl Roth), tartarik asit (AB 118905), malik asit (Appli Chem), HMF ve furfural standartları (Merck), NaOH (Sigma), amonyum asetat (Sigma), HCl (Sigma), H₂SO₄ (Sigma) firmalarından tedarik edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Örnek hazırlama

3.2.1.1. Üzüm pekmezlerinin hazırlanması

Fabrikaya gelen kuru üzümler 3 kademeli olarak gerçekleştirilen ve üzümde bulunan şekerin yaklaşık % 95 oranında alındığı maserasyon işlemine tabi tutulmuştur.

Daha sonra pastörizasyon ve tambur filtre aşamalarından sonra 70 °C’de 70-71 °briks değerine kadar vakum altında evaporasyona tabi tutularak elde edilmiştir. Fabrikada üretilen pekmezler, mikrobiyolojik bozulmaların önüne geçmek ve sıcak dolum yapmak için benmari usulü merkez sıcaklığı 70 °C olacak şekilde 5 dk boyunca sıcak su banyosu içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra depolama aşamasında kullanmak için 121 °C’de sterilize edilen 200 mL cam kavanozlara sıcak olarak dolumu yapılmış ve kapakları kapatılarak kapaklar aşağıda kalacak şekilde ters bir şekilde soğumaya bırakılmıştır. Pekmez örnekleri soğuduktan sonra depolama aşamasında kullanılmıştır. Her bir sıcaklık ve depolama parametresi için tüm numunelerden ayrı ayrı olacak şekilde kavanozlar hazırlanmıştır. Depolama çalışmaları (7 süre (Başlangıç, 1. ay, 2. ay, 3. ay, 4. ay, 5. ay, 6. ay) X 3 Pekmez (A, B, C) X 3 Sıcaklık (+ 4°C, +25°C,+37 °C) X 3 tekerrür = 189 Kavanoz) olacak şekilde yürütülmüştür.

3.2.1.2. Yaş üzüm örneklerinin hazırlanması

Çalışmada kullanılan üzüm örnekleri saplarından ayrıldıktan sonra, filtre özelliği gösteren bir bez yardımı ile sıkılarak suları elde edilmiştir. Elde edilen üzüm suları 5000 devir/ dk’da 15 dk santrifüjlendikten sonra berrak üst faz çalışmalarda kullanılmıştır.

3.2.1.3. Kuru üzüm örneklerinin hazırlanması

Çalışmada kullanılan kuru üzüm örneklerinden şıra elde etmek amacıyla behere konulmuş üzerine belli miktarlarda ultra saf su eklenerek şıranın suya geçmesi için buzdolabına konulmuştur. Elde edilen şıra kaba filtre kâğıdından süzildükten sonra 5000 devir/ dk’da 15 dk santrifüjlendikten sonra berrak üst faz çalışmalarda kullanılmıştır.

3.2.1.4. Farklı üzüm şıralarında ısıtma işlem denemeleri sistemlerinin hazırlanması

3.2.1.2 ve 3.2.1.3’te anlatıldığı gibi hazırlanan üzüm sularının pH değerleri 4.00 (HCl ve NaOH ile) ve °briks dereceleri 14 olacak şekilde (ultra saf su) ile ayarlaması yapılmıştır. Elde edilen üzüm suları 10 mL hacimli sızdırmaz vida kapaklı tüplere 6 mL olacak şekilde konulup önceden 90 °C’ ye ısıtılmış su banyosuna tüp sporu yardımıyla

tüplerin tüm kısımları su içerisinde kalacak şekilde yerleştirilmiştir ve 6 saat boyunca 90 °C’de sabit sıcaklıkta ısıtılma işlemi tabi tutulmuştur. Burada üzüm şırası örneklerine sırasıyla 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat boyunca ısıtılma işlemi uygulanmıştır. Hem ısıtılma işlemi uygulanmayan başlangıç numunesinden, hemde 1., 2.,3.,4.,5., ve 6. saat sonunda ısıtılma işlemi uygulanan tüm üzüm şırası örneklerinden tüpler alınarak soğuk su altında soğutulularak analiz aşamasına geçilmiştir.

3.2.1.5. Amonyum asetat tamponunun hazırlanması

0.2 N pH 5.50 olacak şekilde amonyum asetat tamponu kullanılmıştır. 15.4 g amonyum asetat üzerine 990 ml saf su ve 2.06 mL glasiyel asetik asit eklenerek hazırlanmıştır (pH ayarlaması 5.50) (Anonymous, 2018e).

3.2.1.6. Glikoz, fruktoz, tartarik asit ve malik asit model sistemlerinin hazırlanması

3.2.1.5’te anlatıldığı gibi hazırlanan tampon çözeltisi ile iki numune grubu hazırlanmıştır. 1. grupta nihai tartarik asit + malik asit oranları % 1 olacak şekilde tartarik asit ve malik asiti farklı oranlarda (1/0, 0/1, 1/1, 2/1, 3/1)) , glikoz/ fruktoz oranı 1/1 olan 14 °briks değerinde ve ilave edilen farklı oranlardaki asitten dolayı değişen pH’ları 4.50 olarak ayarlanan çözelti grubunu oluştururken, 2. grupta ise tüm özellikleri 1. grupta aynı sadece pH ayarlaması yapılmayan, yani ilave edilen farklı oranlardaki asit sonucu pH hangi değeri aldıysa o değerde bırakılan çözelti grubunu oluşturmaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Glikoz Fruktoz Tartarik Asit Malik Asit Model Sistemi Değerleri

Grup Adı	Numune Adı	Başlangıç pH	Glikoz/ Fruktoz	°Briks	Tartarik Asit / Malik Asit	% Asit oranı
1.Grup	T pH	4.500	1	14	1/0	1
	M pH	4.500	1	14	0/1	1
	1 pH	4.500	1	14	1/1	1
	2 pH	4.500	1	14	2/1	1
	3 pH	4.500	1	14	3/1	1
2.Grup	T	4.446	1	14	1/0	1
	M	4.613	1	14	0/1	1
	1	4.526	1	14	1/1	1
	2	4.518	1	14	2/1	1
	3	4.496	1	14	3/1	1

Elde edilen bu karışımlar 10 mL hacimli sızdırmaz vida kapaklı tüplere 6 mL olacak şekilde konulmuşlardır. Daha sonra, önceden 90 °C ye ısıtılmış su banyosuna tüp sporu yardımıyla tüplerin tüm kısımları su içerisinde kalacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Bu tüpler 6 saat boyunca 90 °C sabit sıcaklıkta ısıtılma tabi tutulmuştur. Tüm numunelerin 1. kısmı 3 saat su banyosunda kaldıktan sonra su banyosundan çıkarılarak soğuk su altında derhal soğutulurak analize alınmıştır. 2. kısmı ise 6 saatlik ısıtılma işlem sonrası soğuk su altında soğutulurak analiz aşamasına geçilmiştir.

3.2.1.7. Başlangıç HMF değerleri farklı model sistemin hazırlanması

Bu çalışmada, başlangıç HMF miktarının, HMF oluşumuna herhangi bir etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla model sistemin hazırlanmasında 3.2.1.5' teki gibi hazırlanan 0.2 N amonyum asetat tamponu kullanılmıştır. Eşit oranlarda glikoz ve fruktoz kullanılarak 14 °brikslik model sistem elde edilmiştir. Bu model sisteme nihai asit oranı % 1 olacak şekilde eşit miktarda TA ve MA ilave edilerek pH değeri NaOH ve HCl kullanılarak 4.50 olarak ayarlanmıştır. Elde edilen model sisteme 0, 2, 4, 8 ve 16 ppm olacak şekilde HMF standartları ilave edilerek 10 mL'lik sızdırmaz tüplere 6 mL olacak şekilde konulduktan sonra 90 °C' lik su banyosunda 2 ve 6 saat boyunca ısıtılma uygulanmıştır. 2. ve 6. saatin sonunda numuneler alınarak HMF analizi yapılmıştır.

3.2.2. Depolama işlemi

3.2.1.1 deki gibi hazırlanan üzüm pekmezleri 4 °C (buzdolabı), 25 °C (laboratuvar ortamında) ve 37 °C (etüv) sıcaklıklarda 6 ay boyunca depolanmış ve depolamanın 0., 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. aylarında alınan örneklerde pH, HMF, °briks, toplam kül, tartarik asit, malik asit, glikoz, fruktoz miktarı analizleri yapılmıştır.

3.2.3. Analizler

3.2.3.1. pH analizi

Pekmez numunelerinde pH analizi; TS 3792 (TS 1989) Üzüm Pekmezi Standardı'na göre pekmezin üzerine hacminin iki katı saf su ile karıştırıldıktan sonra

homojen hale getirilmiş ve pH metre (Mettler- Toledo, İon S220, İsviçre) ile ölçümler yapılmıştır. Diğer tüm pH ölçümleri, herhangi bir seyreltme yapılmadan direk olarak pH metrenin elektrodu numune içerisine daldırılarak, pH okumaları 20 °C’de yapılmıştır. Okuma yapılmadan önce pH metreler kendisine ait standart tampon maddelerle kalibrasyonu yapılmıştır.

3.2.3.2. Suda çözünen kuru madde (°briks) analizi

Çalışma süresince yapılan tüm briks (suda çözünür kuru madde) analizleri masa tipi dijital refraktometre (Index Instruments, PTR 2a, İngiltere) kullanılarak yapılmıştır. Okumalar 20 °C’de gerçekleştirilmiş ve sonuçlar (°briks) olarak ifade edilmiştir. Tüm çalışmalardan önce cihazın kalibrasyonu ultra saf su kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.3. Kül analizi

Pekmez numunelerinde toplam kül miktarı tayini TS 3792 (TS 1989) Üzüm Pekmezi Standardı’na göre yapılmıştır. Önceden yakılarak hazırlanan krozelere 5-10 g arası pekmez tartılmış, su banyosu üzerinde nemi uzaklaştırıldıktan sonra alev üzerinde kömürleşmesi sağlanmıştır. Daha sonra 550 °C’ deki kül fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar yakma işlemine devam edilip sonuçlar % kül olarak ifade edilmiştir.

3.2.3.4. Organik (tartarik ve malik) asit bileşiminin belirlenmesi

Pekmez numunelerinde organik asit bileşimi HPLC ile belirlenmiştir. Pekmez numunelerinde organik asit bileşimi analizi için pekmez numunesinden 10 gr tartılarak üzerine 90 mL ultra saf su eklenerek iyice karıştırıldıktan, 14 °briks derecesindeki üzüm şıralarında ise 5 mL numune 15 mL ultra saf su ile karıştırıldıktan sonra 0.45 µm’lik naylon filtre ile şırınga yardımıyla süzülerek numuneler analize uygun hale getirilmiştir.

Numunelerin organik asit miktarlarını belirlemek için numunelerdeki organik asit miktarlarını kapsayacak şekilde 5 farklı konsantrasyonda standart madde hazırlanarak korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Korelasyon katsayıları (R^2) 0.990- 1.00 değerleri arasında bulunmuştur. Liu vd. (2006) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır.

Akış hızı: 1mL/dk.

Mobil faz: 0.005 N H₂SO₄ (izokratik)

Dalga Boyu: 210 nm

Sıcaklık: 30 °C

Kolon: Higgings Analıytical, Inc. C18 5 µm 250 x 4.6 mm

Dedektör: DAD (Diode Array Detector) SPD-M20A

3.2.3.5. Şeker (glıkoz ve fruktoz) bileşiminin belirlenmesi

Pekmez numunelerinde şeker bileşimi HPLC ile belirlenmiştir. Pekmez numunelerinde şeker bileşimi analizi için pekmez numunesinden 10 gr tartılarak üzerine 90 mL ultra saf su eklenerek iyice karıştırıldıktan, 14 °briks derecesindeki üzüm şıralarında ise 5 mL numune 15 mL ultra saf su ile karıştırıldıktan sonra 0.45 µm'lik naylon filtre ile şırınga yardımıyla süzülerek numuneler analize uygun hale getirilmiştir. Hadjikinova vd. (2017) 'nin yöntemi modifiye edilerek çalışmada kullanılmıştır.

Numunelerdeki şeker miktarlarını belirlemek için numunelerdeki şeker miktarlarını kapsayacak şekilde 5 farklı konsantrasyonda standart madde hazırlanarak korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Korelasyon katsayıları (R²) 0.990- 1.00 değerleri arasında bulunmuştur.

Akış hızı: 0.6 mL/dk

Mobil faz: Ultra saf su (izokratik)

Sıcaklık: 85 °C

Kolon: Concise Coregel CHO 87C 7.8 x 300 mm

Dedektör: RID

3.2.3.6. Hidroksimetil furfural (HMF) ve furfural analizi

Pekmez numunelerinde HMF bileşimi HPLC ile belirlenmiştir. Pekmez numunelerinde Hidroksimetil furfural (HMF) analizi için pekmez numunesinden 10 gr tartılarak üzerine 90 mL ultra saf su eklenerek iyice karıştırıldıktan, 14 °briks derecesindeki üzüm şıralarında HMF ve furfural analizi ve hazırlanan model sistemlerde HMF analizi için 5 mL numune 15 mL ultra saf su ile karıştırıldıktan sonra 0.45 µm'lik naylon filtre ile şırınga yardımıyla süzülerek numuneler analize uygun hale getirilmiştir. Toker vd.(2013) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır.

Numunelerdeki HMF ve furfural miktarlarını belirlemek için numunelerdeki HMF ve furfural miktarlarını kapsayacak şekilde 5 farklı konsantrasyonda standart madde hazırlanarak korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Korelasyon katsayıları (R^2) 0.990- 1.00 değerleri arasında bulunmuştur.

Akış hızı: 1 mL/dk

Mobil faz A: 10 mM formik asit içeren su(%80)

Mobil faz B: Asetonitril(%20) (izokratik)

Dalga Boyu: 285 nm

Sıcaklık: 30 °C

Kolon: Higgings Analıytical, Inc. C18 5 μ m 250 x 4.6 mm

Dedektör: DAD (Diode Array Detector) SPD-M20A

3.2.3.7. İstatistiksel analizler

Çalışma boyunca elde edilen veriler varyans analizi (one-way ANOVA) ile değerlendirilip, önemli bulunan farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. Bu amaçla XLSTAT ve SPSS programları kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Pekmez Örneklerinin Analizleri

Çalışma boyunca elde edilen analiz sonuçları iki ayrı grupta sunulmuştur. Birinci grupta sıcaklık değerleri sabit tutularak değişken parametre olarak pekmez çeşitleri kullanılırken, ikinci grupta ise pekmez çeşidi sabit tutulurken sıcaklık değerleri değişken parametre olarak belirlenmiştir. Bundan dolayı hem belirli bir sıcaklık değerinde 3 farklı pekmez çeşidinin analiz sonuçlarını kıyaslamak mümkün olurken aynı zamanda bir pekmez çeşidinin farklı sıcaklıklarda gösterdiği değişimler de bir arada gösterilmiştir.

4.1.1. pH analiz sonuçları

pH değeri gıdalar açısından oldukça önemli bir parametredir. Gıdanın hem tat aroma özelliklerini hem de üretim ve depolama boyunca gıda maddelerinin teknolojik özelliklerine büyük etkisi vardır. TS 3792 nolu Üzüm Pekmezi Standardı (TS 1989)'na ve Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Anonymous, 2018d)'ne göre; tatlı pekmezler için pH değeri 5.00-6.00 aralığı olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan pekmez örnekleri üretildikleri andaki pH değeri ile standard (TS 1989) ve tebliğ (Anonymous, 2018d) değerleriyle uyumlu çıkmıştır. A ve C pekmez örneklerinde 37 °C'de depolamanın son ayında standarttan daha düşük pH değeri aldıkları belirlenmiştir (Çizelge 4.3). pH değerleri 3 pekmez çeşidinde de sıcaklık ve depolama süresi arttıkça bir düşüş göstermiştir. Bunun nedeni sıcaklık ve süre artışı ile orantılı olarak açığa çıkan bazı esmerleşme reaksiyonu ürünlerin ortaya çıkardığı H⁺ iyonlarının ortamın pH değerinin düşürmesi olduğu düşünülmektedir. Aslanova (2005) yaptığı çalışmada çilek, kayısı vişne ve gül reçelini 10 °C, 20 °C ve 37 °C'de 6 ay süreyle depolamıştır. Çilek, kayısı vişne reçellerinde depolama sıcaklığı ve süreye bağlı olarak önemli bir değişim belirlemezken, gül reçelinde 10 °C ve 20 °C' lerde pH değerlerinde çok büyük bir değişim olmazken 37 °C'de pH değerinin azaldığını belirlemiştir. Yumlu (2006) yaptığı çalışmada organik bir pekmez ürünü geliştirerek 4 °C, 20 °C, 30° C, 35° C'de 100 gün süreyle depolamıştır. Elde edilen sonuçlara göre depolama süresi ve sıcaklığı arttıkça ürünün pH değeri daha yüksek oranlarda düştüğünü belirlemiştir. Özhan (2008) keçiyoynuzu pekmezini 5 °C, 25 °C, 35 °C ve 45 °C sıcaklıklarda 32 hafta

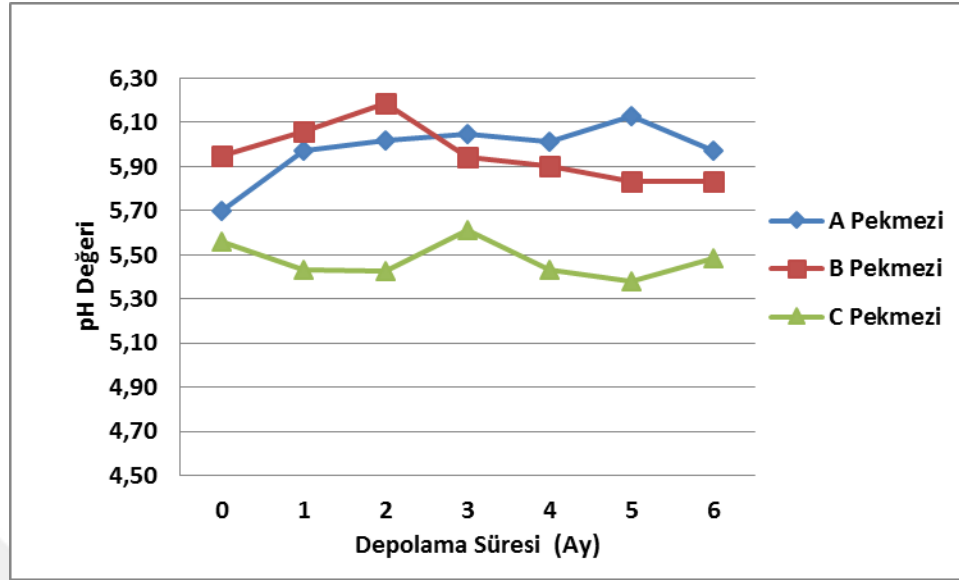
süresince depolamış ve 5 °C haricindeki tüm sıcaklıklarda pH değerinin belirgin bir şekilde azaldığını belirlemiştir. Bu durumun sebebi olarak Maillard reaksiyonu sonucu ortaya çıkabilecek formik ve asetik asitten kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca pH değerlerindeki en fazla azalma 45 °C sıcaklıkta depolanan örneklerde meydana geldiği için, Maillard reaksiyonunun en fazla bu sıcaklıkta meydana geldiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.1. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin pH Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	5.70±0.01 B,b	5.97±0.08 Ab,a	6.02±0.07 A,b	6.05±0.06 A,a	6.01±0.04 A,a	6.13±0.07 A,a	5.97±0.08 A,a
B	5.95±0.01 C,a	6.06±0 B,a	6.19±0.05 A,a	5.95±0.02 C,a	5.90±0.01 C,b	5.84±0.01 D,b	5.84±0.01 D,b
C	5.56±0.01 AB,c	5.44±0.01 CD,b	5.43±0 CD,c	5.61±0.07 A,b	5.44±0.01 CD,c	5.38±0.02 D,c	5.49±0 BC,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 4 °C’de depolanmaları sonucu pH değerlerinde depolama süresince doğrusal bir artış ve azalış tespit edilememiştir. Üç pekmez çeşidinin başlangıç pH değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Bu farklılık depolama sürecindeki pH değerlerine yansımıştır. En yüksek pH değeri B pekmezinin 2. ay numunesinde 6.19 değeri ile elde edilirken en düşük pH değeri ise C pekmezinin 5. ay numunesinde 5.38 değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).



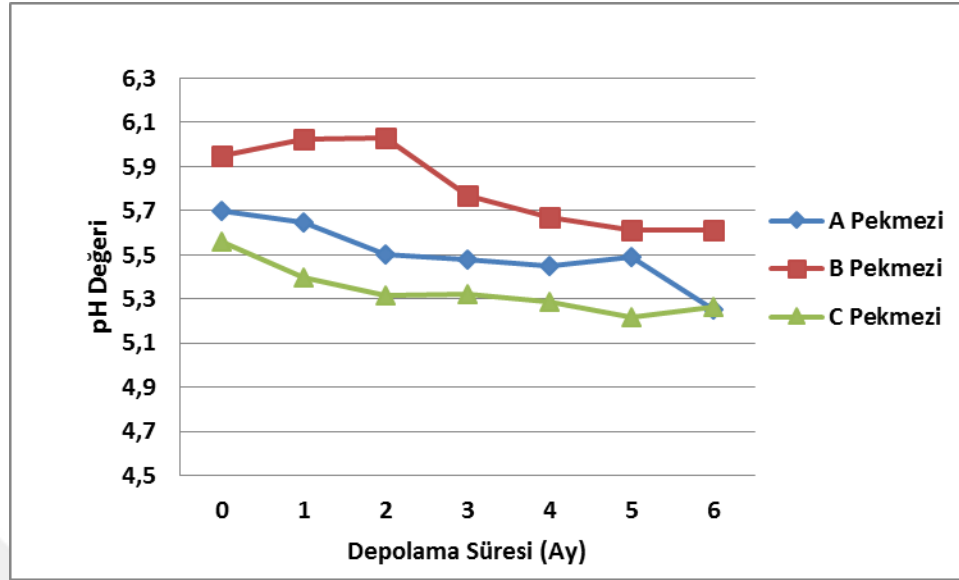
Şekil 4.1. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin pH Değerleri

Çizelge 4.2. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin pH Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	5.70±0.01 A,b	5.65±0.05 A,b	5.50±0.02 B,b	5.48±0 B,b	5.45±0.01 B,b	5.49±0 B,b	5.25±0.03 C,b
B	5.95±0.01 B,a	6.03±0.01 A,a	6.03±0.01 A,a	5.77±0.01 a,C	5.67±0.01 D,a	5.62±0.02 E,a	5.62±0.01 E,a
C	5.56±0.01 A,c	5.40±0.01 B,c	5.32±0.02 C,c	5.32±0.02 C,c	5.29±0.01 CD,c	5.22±0.01 E,c	5.27±0.02 D,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 25 °C’de depolanmaları sonucu pH değerlerinde genellikle bir azalış eğilimi tespit edilmiştir. Üç pekmez çeşidinin başlangıç pH değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Üç pekmez çeşidinin depolama sonundaki pH değerleri başlangıç değerlerinden daha düşük olarak tespit edilmiştir. En yüksek pH değeri B pekmezinin 1 ve 2. ay numunelerinde 6.03 değeri ile elde edilirken en düşük pH değeri ise C pekmezinin 5. ay numunesinde 5.22 değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.2).



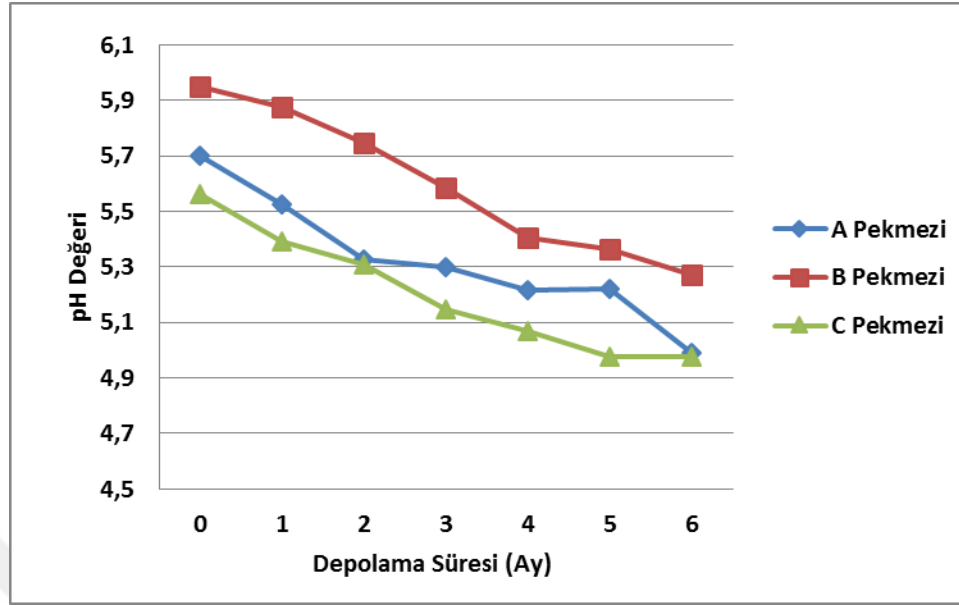
Şekil 4.2. 25 °C'de Depolanan Pekmezlerin pH Değerleri

Çizelge 4.3. 37 °C'de Depolanan Pekmezlerin pH Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	5.70±0.01 A,b	5.53±0.01 B,b	5.33±0.01 C,b	5.30±0.01 D,b	5.22±0.01 E,b	5.22±0.01 E,b	4.99±0.01 F,b
B	5.95±0.01 A,a	5.88±0.01 B,a	5.75±0.02 C,a	5.59±0.01 D,a	5.41±0.02 E,a	5.37±0.01 E,a	5.27±0.02 F,a
C	5.56±0.01 A,c	5.39±0.01 B,c	5.31±0.01 C,b	5.15±0.01 D,c	5.07±0.02 E,c	4.98±0.01 F,c	4.98±0.01 F,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 37 °C'de depolanmaları sonucu pH değerlerinde genellikle azalış eğilimi tespit edilmiştir. Üç pekmez çeşidinin başlangıç pH değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. 37 °C'de depolanan pekmezlerin pH değerleri 25 °C'de depolanan pekmezlerle göre daha büyük miktarlarda azalmıştır. Üç pekmez çeşidinin depolama sonundaki pH değerleri başlangıç değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. En yüksek pH değeri B pekmezinin başlangıç numunesinde 5.95 değeri ile elde edilirken en düşük pH değeri ise C pekmezinin 5. ve 6. ay numunelerinde 4.98 değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.3).



Şekil 4.3. 37 °C'de Depolanan Pekmezlerin pH Değerleri

Çizelge 4.4. A pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki pH Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	5.70±0.01 B,a	5.97±0.08 A,a	6.02±0.07 A,a	6.05±0.06 A,a	6.01±0.04 A,a	6.13±0.07 A,a	5.97±0.08 A,a
25 °C	5.70±0.01 A,a	5.65±0.05 A,b	5.50±0.02 B,b	5.48±0 B,b	5.45±0.01 B,b	5.49±0 B,b	5.25±0.03 C,b
37 °C	5.70±0.01 A,a	5.53±0.01 B,b	5.33±0.01 C,c	5.30±0.01 D,c	5.22±0.01 E,c	5.22±0.01 E,c	4.99±0.01 F,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

A pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C'de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu, 4 °C'deki depolama süresince pH değerlerinde depolama boyunca başlangıç örnekleri haricinde diğer örnekler arasında istatistiksel bir fark tespit edilmemiştir. 4 °C'de en yüksek pH değeri 6.13 değeri ile 5. ay örneklerinde belirlenirken en düşük pH değeri 5.70 değeri ile başlangıç örneklerinde tespit edilmiştir. 25 °C ve 37 °C'de depolanan pekmezlerin pH değerleri depolama süresince bir azalış eğilimi sergilemişlerdir. Bu azalış 37 °C'de depolanan örneklerde daha yüksek oranlarda tespit edilmiştir. 25 °C'de depolanan pekmezlerde en düşük pH değeri 5.25 değeri ile 6.

ay örneklerinde belirlenirken 37°C’de depolanan örneklerde en düşük pH değeri 4.99 değeri ile yine 6. ay örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.5. B Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki pH Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	5.95±0.01 C,a	6.06±0 B,a	6.19±0.05 A,a	5.95±0.02 C,a	5.90±0.01 C,a	5.84±0 D,a	5.84±0 D,a
25 °C	5.95±0.01 B,a	6.03±0.01 A,b	6.03±0.01 A,b	5.77±0.01 C,b	5.67±0.01 D,b	5.62±0.02 E,b	5.62±0.01 E,b
37 °C	5.95±0.01 A,a	5.88±0.01 B,c	5.75±0.02 C,c	5.59±0.01 D,c	5.41±0.02 E,c	5.37±0.01 E,c	5.27±0.02 F,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

B pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanması sonucu, 4 °C’deki depolama süresince pH değerlerinde doğrusal olmayan artış ve azalışların olduğu belirlenmiştir. 4 °C’de en yüksek pH değeri 6.19 değeri ile 2. ay örneklerinde belirlenirken en düşük pH değeri 5.84 değeri ile 5. ve 6. ay örneklerinde tespit edilmiştir. 25 °C ve 37 °C’de depolanan pekmezlerin pH değerleri depolama süresince bir azalış sergilemişlerdir. Bu azalış 37 °C’de depolanan örneklerde daha yüksek oranlarda tespit edilmiştir. 25 °C’de depolanan pekmezlerde en düşük pH değeri 5.62 değeri ile 5. ve 6. ay örneklerinde belirlenirken 37 °C’de depolanan örneklerde en düşük pH değeri 5.27 değeri ile 6. ay örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6. C Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki pH Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	5.56±0.01 AB,a	5.44±0.01 CD,a	5.43±0 CD,a	5.61±0.07 A,a	5.44±0.01 CD,a	5.38±0.02 D,a	5.49±0 BC,a
25 °C	5.56±0.01 A,a	5.40±0.01 B,b	5.32±0.02 C,b	5.32±0.02 C,b	5.29±0.01 CD,b	5.22±0.01 E,b	5.27±0.02 D,b
37 °C	5.56±0.01 A,a	5.39±0.01 B,b	5.31±0.01 C,b	5.15±0.01 D,c	5.07±0.02 E,c	4.98±0.01 F,c	4.98±0.01 F,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

C pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu, 4 °C’deki depolama süresince pH değerlerinde depolama boyunca bir miktar artış ve azalışların olduğu belirlenmiştir. 4 °C’de en yüksek pH değeri 5.61 değeri ile 3. ay örneklerinde belirlenirken en düşük pH değeri 5.38 değeri ile 5. ay örneklerinde tespit edilmiştir. 25 °C ve 37 °C’de depolanan pekmezlerin pH değerleri depolama süresince genellikle bir azalış sergilemişlerdir. Bu azalış 37 °C’de depolanan örneklerde daha yüksek oranlarda tespit edilmiştir. 25 °C’de depolanan pekmezlerde en düşük pH değeri 5.22 değeri ile 5. ay örneklerinde belirlenirken 37°C’de depolanan örneklerde en düşük pH değeri 4.98 değeri ile 5. ve 6. ay örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

4.1.2. Suda çözünen kuru madde (°briks) analiz sonuçları

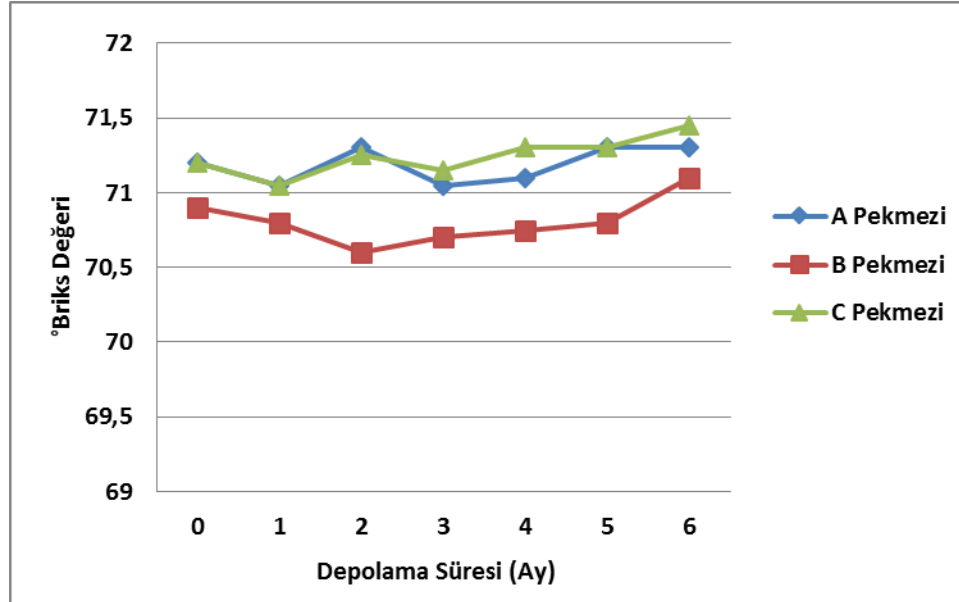
°Briks değeri pekmezler için oldukça önemli bir parametredir. Pekmezin °briks değerinin büyük çoğunluğunu üzümün yapısından gelen şekerler oluşturmaktadır. TS 3792 nolu Üzüm Pekmezi Standardı (TS 1989)’na göre pekmezlerin °briks değeri en az 65 olarak belirtilmişken bu değer Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Anonymous, 2018d)’nde sıvı pekmezler için 68 °briks olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan üç pekmez örneğinde bu standartları karşılamış ve depolama süresi ve sıcaklığına bağlı olmaksızın depolama boyunca pekmez örneklerinin °briks değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmemiştir. Kaya vd. (2012) yaptıkları çalışmada 10 ticari ve 2 ev yapımı üzüm pekmezi örneklerini analiz etmişler ve °briks değerlerini 69.1 ile 74.4 arasında belirlemişlerdir. Özhan (2008) keçiboynuzu pekmezini 5 °C, 25 °C, 35 °C ve 45 °C sıcaklıklarda 32 hafta süresince depolamış ve 4 sıcaklık değerinde °briks değerlerinde önemli bir değişim belirlememiştir.

Çizelge 4.7. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin °Briks Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	71.20±0.10 A,a	71.05±0.25 A,a	71.30±0.10 A,a	71.05±0.15 A,ab	71.10±0.10 A,a	71.30±0.10 A,a	71.30±0.10 A,ab
B	70.90±0.10 AB,b	70.80±0.10 AB,a	70.70±0.10 B,b	70.70±0.20 B,b	70.75±0.10 B,b	70.80±0.10 AB,b	71.10±0.10 A,b
C	71.20±0.10 AB,a	71.05±0.05 B,a	71.25±0.15 AB,a	71.15±0.0 B5,a	71.30±0.10 AB,a	71.30±0.10 AB,a	71.45±0.05 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 4 °C’de depolanmaları sonucu, bazı aylardaki °briks değerleri farklılık sergilemesine rağmen depolama süresince doğrusal bir artış ve azalış tespit edilememiştir. Üç pekmez çeşidinde de depolama süresince °briks değerlerinde bazı dalgalanmalar meydana gelmesine rağmen başlangıç değerleri ile depolama sonuçları arasında istatistiksel bir fark belirlenememiştir. A ve C pekmez çeşitlerinin başlangıç °briks değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. En yüksek °briks değeri C pekmezinin 6. ay numunesinde 71.45 değeri ile elde edilirken en düşük °briks değeri ise B pekmezinin 2. ve 3. ay numunesinde 70.70 değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.7, Şekil 4.4).



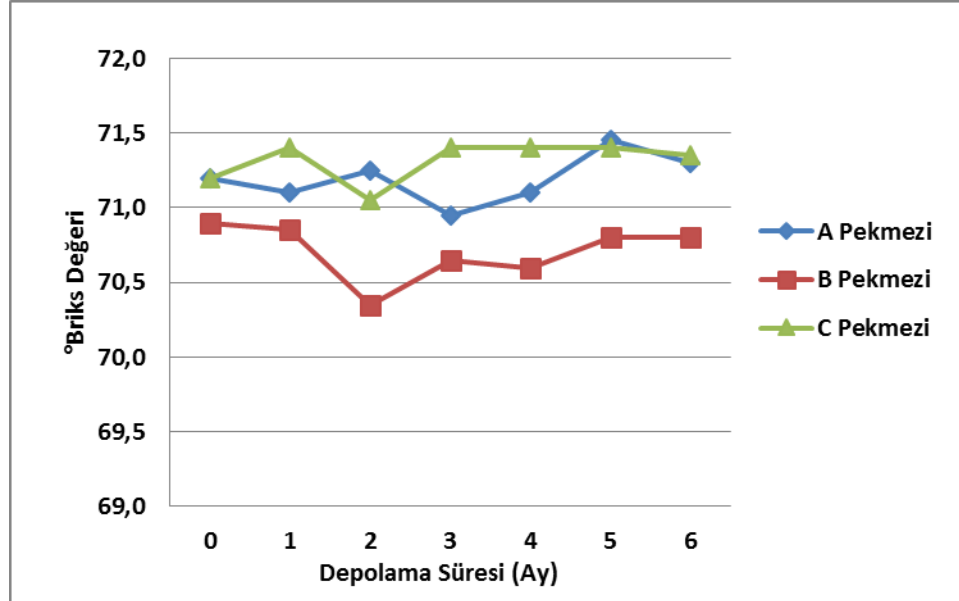
Şekil 4.4. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin °Briks Değerleri

Çizelge 4.8. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin °Briks Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	71.20±0.10 AB,a	71.10±0.20 AB,b	71.25±0.15 AB,a	70.95±0.15 B,b	71.10±0.20 AB,a	71.45±0.15 A,a	71.30±0.20 AB,a
B	70.90±0.10 A,b	70.85±0.05 A,b	70.35±0.15 B,b	70.65±0.15 AB,b	70.60±0.20 AB,b	70.80±0.10 A,b	70.80±0 A,b
C	71.20±0.10 AB,a	71.40±0 A,a	71.05±0.15 B,a	71.40±0.10 A,a	71.40±0.10 A,a	71.40±0.10 A,a	71.35±0.05 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 25 °C’de depolanmaları sonucu, bazı aylardaki °briks değerleri farklılık sergilemesine rağmen depolama süresince doğrusal bir artış ve azalış tespit edilememiştir. Üç pekmez çeşidinde de depolama süresince °briks değerinde çok büyük bir değişim meydana gelmemiştir. A ve C pekmez çeşitlerinin başlangıç °briks değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. En yüksek °briks değeri A pekmezinin 5. ay numunesinde 71.45 değeri ile elde edilirken en düşük °briks değeri ise B pekmezinin 2. ay numunesinde 70.35 değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.5).



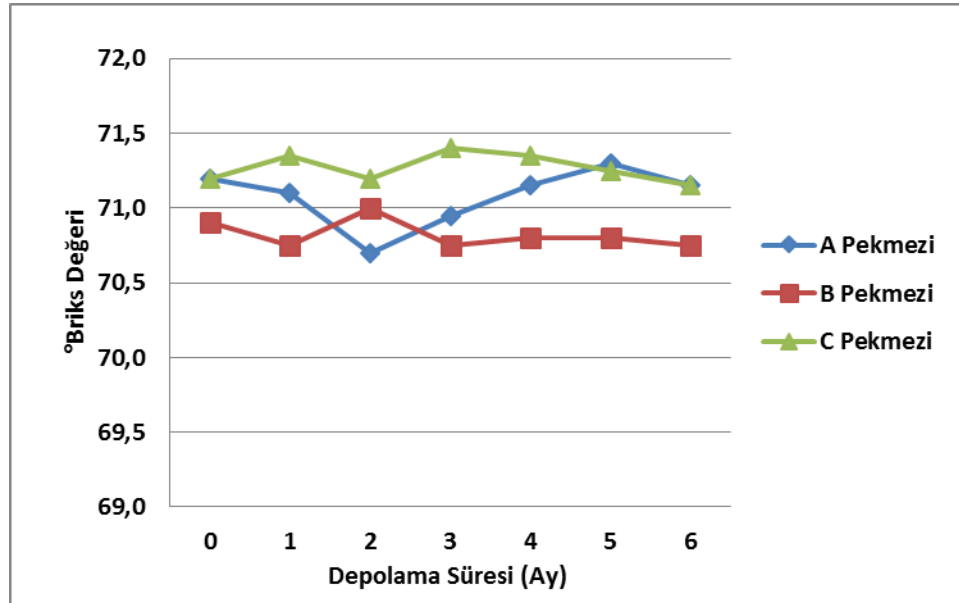
Şekil 4.5. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin °Briks Değerleri

Çizelge 4.9. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin °Briks Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	71.20±0.10 A,a	71.10±0.10 A,a	70.70±0.10 B,b	70.95±0.15 AB,b	71.15±0.05 A,b	71.30±0.10 A,a	71.15±0.25 A,a
B	70.90±0.10 A,b	70.75±0.05 A,b	71.00±0.20 A,ab	70.75±0.25 A,b	70.80±0.10 A,c	70.80±0 A,b	70.75±0.05 A,b
C	71.20±0.10 AB,a	71.35±0.15 AB,a	71.20±0 AB,a	71.40±0.10 A,a	71.35±0.05 AB,a	71.25±0.05 AB,a	71.15±0.05 B,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 37 °C’de depolanmaları sonucu, bazı aylardaki °briks değerleri farklılık sergilemesine rağmen depolama süresince doğrusal bir artış ve azalış tespit edilememiştir. Üç pekmez çeşidinde de depolama süresince °briks değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmemiştir. A ve C pekmez çeşitlerinin başlangıç °briks değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. En yüksek °briks değeri C pekmezinin 3. ay numunesinde 71.40 değeri ile elde edilirken en düşük °briks değeri ise A pekmezinin 2. ay numunesinde 70.70 değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.6).



Şekil 4.6. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin °Briks Değerleri

Çizelge 4.10. A Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki °Briks Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	71.20±0.10 A,a	71.05±0.25 A,a	71.30±0.10 A,a	71.05±0.15 A,a	71.10±0.10 A,a	71.30±0.10 A,a	71.30±0.10 A,a
25 °C	71.20±0.10 AB,a	71.20±0.20 AB,a	71.25±0.15 AB,a	70.95±0.15 B,a	71.10±0.20 AB,a	71.45±0.15 A,a	71.30±0.20 AB,a
37 °C	71.20±0.10 A,a	71.10±0.10 A,a	70.70±0.10 B,b	70.95±0.15 AB,a	71.15±0.05 A,a	71.30±0.10 A,a	71.15±0.25 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

A pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu bazı aylardaki °briks değerleri farklılık sergilemesine rağmen depolama süresince çok büyük bir değişim sergilememiştir. 4 °C’de depolanan örnekler depolama süresince aynı grupta yer alırken 25 °C’de depolanan pekmezlerde 5. ay örneklerinden elde edilen 71.45 değeri 3. ay örneklerinden elde edilen 70.95 değerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. 37 °C’de depolanan örneklerde ise 2. ay örneklerinden elde edilen 70.70 değeri; başlangıç, 1., 4., 5. ve 6. ay değerlerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.11. B Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki °Briks Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	70.90±0.10 AB,a	70.80±0.10 AB,a	70.70±0.10 B,ab	70.70±0.20 B,a	70.75±0.10 B,a	70.80±0.10 AB,a	71.10±0.10 A,a
25 °C	70.90±0.10 A,a	70.85±0.05 A,a	70.35±0.15 B,b	70.65±0.15 AB,a	70.60±0.20 AB,a	70.80±0.10 A,a	70.80±0.10 A,b
37 °C	70.90±0.10 A,a	70.75±0.05 A,a	71.00±0.20 A,a	70.75±0.25 A,a	70.80±0.10 A,a	70.80±0.10 A,a	70.75±0.05 A,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

B pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu bazı aylardaki °briks değerleri farklılık sergilemesine rağmen depolama süresince çok büyük bir değişim sergilememiştir. 4 °C’de depolanan örnekler

depolama süresince 6. ay örnekleri ile 2., 3. ve 4. ay örnekleri farklı gruplarda yer almıştır. 25 °C’de depolanan pekmezlerde 2. ay örneklerinden elde edilen 70.35 değer ile; başlangıç, 1. ay, 5.ay ve 6. ay örneklerinden farklı grupta yer almıştır ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. 37 °C’de depolanan örneklerde ise istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.12. C Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki °Briks Değerleri

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	71.20±0.10 AB,a	71.05±0.05 B,b	71.25±0.15 AB,a	71.15±0.05 B,b	71.30±0.10 AB,a	71.30±0.10 AB,a	71.45±0.05 A,a
25 °C	71.20±0.10 AB,a	71.40±0 A,a	71.05±0.15 B,a	71.40±0.10 A,a	71.40±0.10 A,a	71.40±0.10 A,a	71.35±0.05 A,a
37 °C	71.20±0.10 AB,a	71.35±0.15 AB,a	71.20±0 AB,a	71.40±0.10 A,a	71.35±0.05 AB,a	71.25±0.05 AB,a	71.15±0.05 B,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

C pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu °briks değerlerinde depolama süresince bazı aylardaki °briks değerleri farklılık sergilemesine rağmen çok büyük bir değişim sergilememiştir. 4 °C’de depolanan örnekler depolama süresince 1. ay örnekleri en düşük, 6. ay örnekleri ise en yüksek değeri alarak farklı gruplarda yer almıştır. 25 °C’de depolanan pekmezlerde 2. ay örneklerinden elde edilen 71.05 değeri ile farklı grupta yer almıştır ve istatistiksel olarak başlangıç örnekleri haricinde farklı bulunmuştur. 37 °C’de depolanan örneklerde 6. ay örneği aynı sıcaklıkta depolanan 3. ay örneklerinden istatistiksel olarak bir farklı bulunmuştur (Çizelge 4.12).

4.1.3. Kül analiz sonuçları

% Kül değeri değeri pekmezler için oldukça önemli bir diğer parametredir. TS 3792 nolu Üzüm Pekmezi Standardı’na göre pekmezlerin kül değeri en fazla %2 olarak belirtilmişken bu değer, Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Anonymous, 2018d)’nde sıvı pekmezler için % 2.5 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan üç pekmez örneğinden sadece C pekmezi her iki standartı karşılamış ve depolama süresi ve

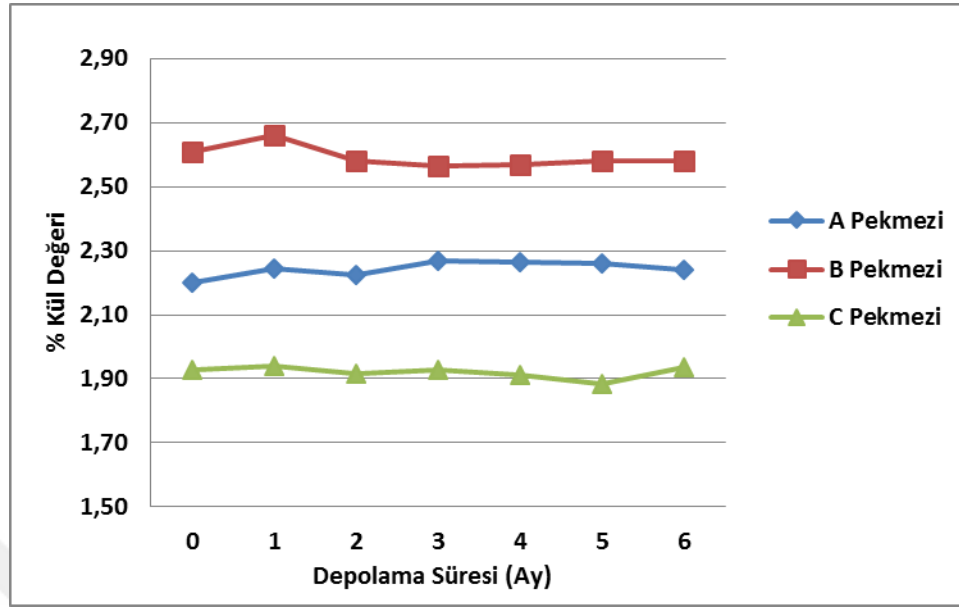
sıcaklığına bağlı olmaksızın depolama boyunca pekmez örneklerinin kül değerlerinde bazı dalgalanmalar olmasına rağmen çok büyük bir değişim meydana gelmemiştir. A pekmezi Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Anonymous, 2018 d)’nde belirtilen sınırları sağlarken TS 3792 (TS 1989)’nin gerekliliklerini sağlayamamıştır. B pekmezi ise her iki standartın gerekliliklerini sağlayamamıştır. Pekmez örneklerinin temin edildiği fabrika ürünleri piyasaya sürmeden önce düşük kül içerikli partilerle yüksek kül içeren partileri paçal yaparak piyasaya sunmaktadır. Kaya vd. (2012) yaptıkları çalışmada 10 ticari ve 2 ev yapımı üzüm pekmezi örneklerini analiz etmişler ve % kül değerlerini 0.91 ile 3.69 arasında belirlemişlerdir.

Çizelge 4.13. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin Kül Değerleri (%)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	2.20±0.01 A,b	2.25±0.01 A,b	2.23±0.02 A,b	2.27±0.07 A,b	2.27±0.06 A,b	2.26±0.03 A,b	2.24±0 A,b
B	2.61±0.01 B,a	2.66±0.01 A,a	2.58±0.02 BC,a	2.57±0 C,a	2.57±0.01 C,a	2.58±0.02 BC,a	2.58±0 BC,a
C	1.93±0.01 A,c	1.94±0.04 A,c	1.92±0.02 A,c	1.93±0.03 A,c	1.91±0.03 A,c	1.89±0.01 A,c	1.94±0.02 A,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 4 °C’de depolanmaları sonucu kül değerlerinde depolama süresince doğrusal bir artış ve azalış tespit edilememiştir. Üç pekmez çeşidinde de depolama süresince kül değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmemiştir. Tüm çeşitlerde başlangıç kül değerleri depolama sonundaki değerlerden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Üç pekmez çeşidinin başlangıç kül değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. En yüksek kül değeri B pekmezinin 2. ay numunesinde % 2.66 değeri ile elde edilirken en düşük kül değeri ise C pekmezinin 5. ay numunesinde % 1.89 değeri ile elde edilmiştir. A ve C pekmezinin % kül değerleri depolama süresince istatistiksel bir farklılık sergilemezken B pekmezinde depolama süresince bir artış ve azalış yönünde değişim belirlenmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.7).



Şekil 4.7. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin Kül Değerleri

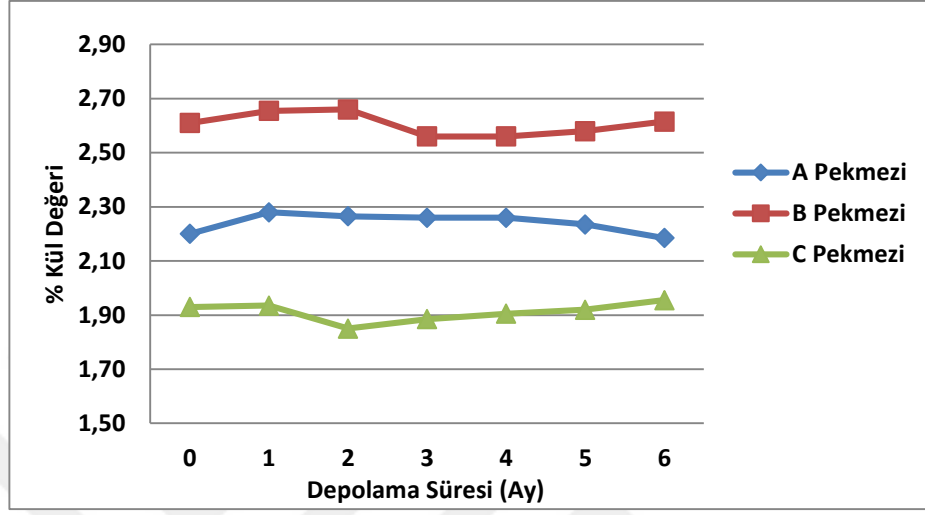
Çizelge 4.14. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin Kül Değerleri (%)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	2.20±0.01 BC,b	2.28±0.01 A,b	2.27±0.03 AB,b	2.26±0.04 AB,b	2.26±0.01 AB,b	2.24±0.02 ABC,b	2.19±0.04 C,b
B	2.61±0.01 ABC,a	2.65±0.05 AB,a	2.66±0 A,a	2.56±0.02 C,a	2.56±0.02 C,a	2.58±0.04 BC,a	2.62±0.01 ABC,a
C	1.93±0.01 A,c	1.94±0.02 A,c	1.85±0.08 A,c	1.89±0.04 A,c	1.91±0.02 A,c	1.92±0.04 A,c	1.96±0.01 A,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 25 °C’de depolanmaları sonucu kül değerlerinde depolama süresince doğrusal bir artış ve azalış tespit edilememiştir. Üç pekmez çeşidinde de depolama süresince kül değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmemiştir. Depolama süresince A ve B pekmezinin % kül değerlerinde artış ve azalmalar belirlenmiştir. C pekmezi ise depolama boyunca istatistiksel olarak fark oluşturacak bir değişim sergilememiştir. Üç pekmez çeşidinin başlangıç kül değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. En yüksek kül değeri B pekmezinin 2. ay numunesinde % 2.66 değeri ile elde edilirken en düşük kül değeri ise C

pekmezinin 2. ay numunesinde % 1.85 değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.14, Şekil 4.8).



Şekil 4.8. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin Kül Değerleri

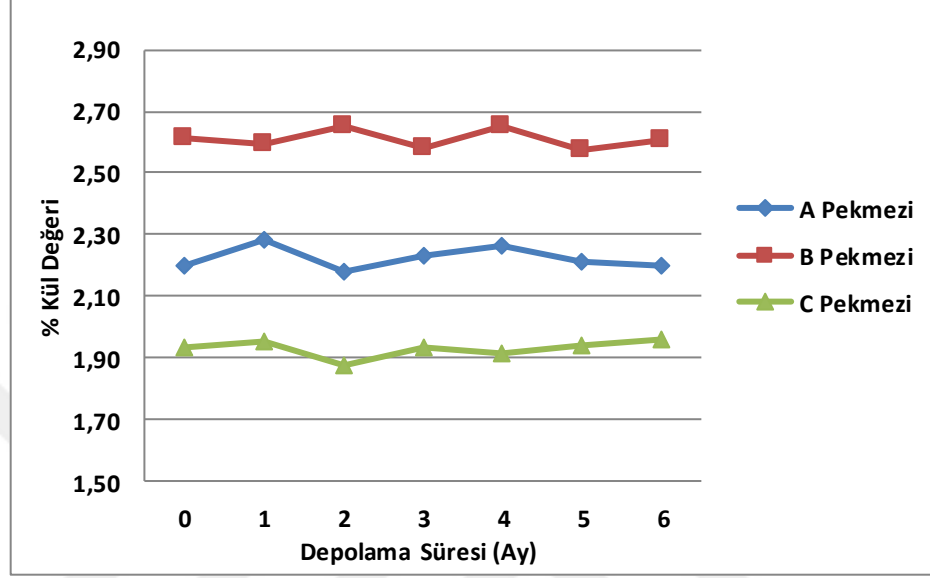
Çizelge 4.15. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin Kül Değerleri (%)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	2.20±0.01 C,b	2.29±0.01 A,b	2.18±0.03 C,b	2.23±0.03 ABC,b	2.26±0.01 AB,b	2.21±0.01 BC,b	2.20±0.03 C,b
B	2.61±0.01 AB,a	2.60±0.01 B,a	2.65±0.02 A,a	2.58±0 B,a	2.65±0.04 A,a	2.58±0.01 B,a	2.61±0.02 AB,a
C	1.93±0.01 A,c	1.96±0.02 A,c	1.88±0.03 B,c	1.93±0.02 A,c	1.92±0.02 AB,c	1.94±0.01 A,c	1.96±0.01 A,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 37 °C’de depolanmaları sonucu kül değerlerinde depolama süresince doğrusal bir artış ve azalış tespit edilememiştir. Üç pekmez çeşidinde de depolama süresince kül değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmemiştir. Depolama süresince A , B ve C pekmezinin % kül değerlerinde artış ve azalmalar belirlenmiştir. Üç pekmez çeşidinin başlangıç kül değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. En yüksek kül değeri B pekmezinin 2. ay

numunesinde % 2.65 değeri ile elde edilirken en düşük kül değeri ise C pekmezinin 2. ay numunesinde % 1.88 değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.15, Şekil 4.9).



Şekil 4.9. 37 °C'de Depolanan Pekmezlerin Kül Değerleri

Çizelge 4.16. A Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Kül Değerleri (%)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	2.20±0.01 A,a	2.25±0.01 A,b	2.23±0.02 A,a	2.27±0.07 A,a	2.27±0.06 A,a	2.26±0.03 A,a	2.24±0 A,a
25 °C	2.20±0.01 BC,a	2.28±0.01 A,a	2.27±0.03 AB,ab	2.26±0.04 AB,a	2.26±0.01 AB,a	2.24±0.02 ABC,a	2.19±0.04 C,a
37 °C	2.20±0.01 C,a	2.29±0.01 A,a	2.18±0.03 C,b	2.23±0.03 ABC,a	2.26±0.01 AB,a	2.21±0.01 BC,a	2.20±0.03 C,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

A pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C'de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu kül değerlerinde depolama süresince çok büyük bir değişim sergilenmemiştir. 4 °C'de depolanan örnekler depolama boyunca istatistiksel bir fark oluşturacak değişim sergilememiştir. 25 °C ve 37°C'de depolanan örneklerde örnekler arasında ise istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Tüm sıcaklık derecelerinde depolama süresince % kül değerlerinde artış ve azalışlar belirlenmiş olsa da depolama

başlangıçlarıyla depolama sonuçları arasında istatistiksel bir farklılık belirlenememiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.17. B Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Kül Değerleri(%)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	2.61±0.01 B,a	2.66±0.01 A,a	2.58±0.02 BC,b	2.57±0 C,a	2.57±0.01 C,b	2.58±0.02 BC,a	2.58±0 BC,b
25 °C	2.61±0.01 ABC,a	2.65±0.05 AB,a	2.66±0 A,a	2.56±0.02 C,a	2.56±0.02 C,b	2.58±0.04 BC,a	2.62±0.01 ABC,a
37 °C	2.61±0.01 AB,a	2.60±0.01 B,a	2.65±0.02 A,a	2.58±0 B,a	2.65±0.04 A,a	2.58±0.01 B,a	2.61±0.02 AB,ab

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

B pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu kül değerlerinde depolama süresince çok büyük bir değişim sergilenmemiştir. Depolama süresince çeşitli artış ve azalış meydana gelse de tüm sıcaklıklarda depolama başlangıcı ile depolamanın sonunda elde edilen kül değerleri aynı grupta yer alarak istatistiksel bir farklılık oluşturmamışlardır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.18. C Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Kül Değerleri (%)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	1.93±0.01 A,a	1.94±0.04 A,a	1.92±0.02 A,a	1.93±0.03 A,a	1.91±0.03 A,a	1.89±0.01 A,a	1.94±0.02 A,a
25 °C	1.93±0.01 A,a	1.94±0.02 A,a	1.85±0.08 A,a	1.89±0.04 A,a	1.91±0.02 A,a	1.92±0.04 A,a	1.96±0.01 A,a
37 °C	1.93±0.01 A,a	1.96±0.02 A,a	1.88±0.03 B,a	1.93±0.02 A,a	1.92±0.02 AB,a	1.94±0.01 A,a	1.96±0.01 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

C pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu kül değerlerinde depolama süresince çok büyük bir değişim sergilenmemiştir. Depolama süresince çeşitli artış ve azalış meydana gelmekle birlikte

tüm sıcaklıklarda depolama başlangıcı ile depolamanın sonunda elde edilen kül değerleri aynı grupta yer alarak istatistiksel bir farklılık oluşturmamışlardır (Çizelge 4.18).

4.1.4. HMF analiz sonuçları

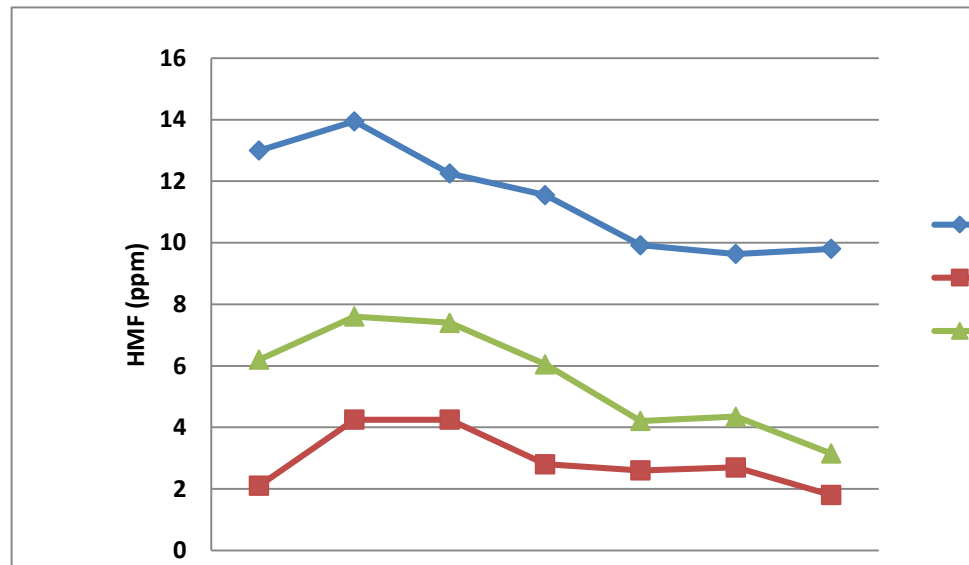
HMF miktarı pekmez gibi ısıtıl işlem gören gıdalar açısından oldukça önemli bir parametredir. Ürüne uygulanan ısıtıl işlem derecesi ve depolama koşulları hakkında bilgi verir ve insan sağlığı için potansiyel risk taşımaktadır. TS 3792 nolu Üzüm Pekmezi Standardı (TS 1989)'na göre 1. sınıf pekmezlerde en çok 25 mg/kg, 2. sınıf pekmezlerde ise en çok 50 mg/kg HMF miktarına müsaade edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Anonymous, 2018d)'ne göre; sıvı üzüm pekmezi için HMF değeri en çok 75 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan üzüm örneklerinin başlangıç HMF değerleri vakum altında düşük sıcaklık koşullarında üretildiği için oldukça düşük değerler almıştır. 4 °C'de depolanan pekmezlerin HMF değerlerinde depolama süresince genellikle bir azalma eğilimi belirlenmesine karşın 25°C ve 37 °C'de depolanan pekmezlerde depolama süresi ve sıcaklığı arttıkça HMF değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Özellikle 37 °C'de depolanan A ve C pekmez örnekleri depolama sonucunda oldukça yüksek HMF değerlerine ulaştıkları belirlenmiştir. (Aslanova, 2005) yaptığı çalışmada farklı sıcaklıklarda (10 °C, 20 °C ve 37 °C) 6 ay depolanan çilek, kayısı, vişne ve gül reçellerindeki HMF oluşumu incelenmiştir. 10 °C'de depolanan reçellerde HMF miktarında önemli bir değişim olmazken, 20°C'deki depolamada az bir artış olduğu belirlenmiştir. 37 °C sıcaklıkta depolanan tüm reçel çeşitlerindeki HMF miktarlarında ise çok büyük artışlar belirlenmiştir. Mertoğlu (2015) Portakal sularını 4 °C ve 25 °C'de depolamış ve 25 °C'de daha yüksek HMF oluştuğunu belirlemiştir. Güngör (2007) başlangıçta miktarı az olan HMF'nin sıcaklık ve depolamanın etkisiyle glikoz ve fruktozun dehidratasyonu ile miktarının arttığını bildirmiştir. Özhan (2008) keçiboynuzu pekmezini 5 °C, 25 °C, 35 °C ve 45 °C sıcaklıklarda 32 hafta süresince depolamış ve depolama boyunca 5 °C örneklerinin HMF değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmediğini fakat diğer sıcaklıklarda depolanan örneklerin HMF değerlerinde önemli bir artışın olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 4.19. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin HMF Değerleri (ppm)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	13.00±0.10 A,a	13.95±0.75 A,a	12.25±2.05 AB,a	11.55±0.15 AB,a	9.92±1.28 B,a	9.64±0.73 B,a	9.80±0.10 B,a
B	2.10±0.05 CD,c	4.25±0.35 A,c	4.25±0.35 A,b	2.80±0.10 B,c	2.60±0.30 BC,b	2.70±0.20 BC,c	1.80±0.10 D,c
C	6.20±0.20 AB,b	7.60±1.50 A,b	7.20±0.95 A,b	6.05±0.50 ABC,b	4.21±0.19 CD,b	4.35±0.35 BCD,b	3.15±0.05 D,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 4 °C’de depolanmaları sonucu HMF değerlerinde depolama süresince doğrusal olmasada bir miktar azalma tespit edilmiştir. Bu azalma A ve C pekmez örneklerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. B pekmez çeşidi örneklerinde ise çeşitli dalgalanmalar belirlenmesine karşın depolama başlangıcı ile depolama sonucundaki HMF değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Başlangıç değeri olarak üç pekmez örneği farklı gruplarda yer almıştır. En yüksek HMF değeri A pekmezinin 2. ay numunesinde 13.95 ppm değeri ile elde edilirken en düşük HMF değeri ise B pekmezinin 6. ay numunesinde 1.80 ppm değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.19, Şekil 4.10).



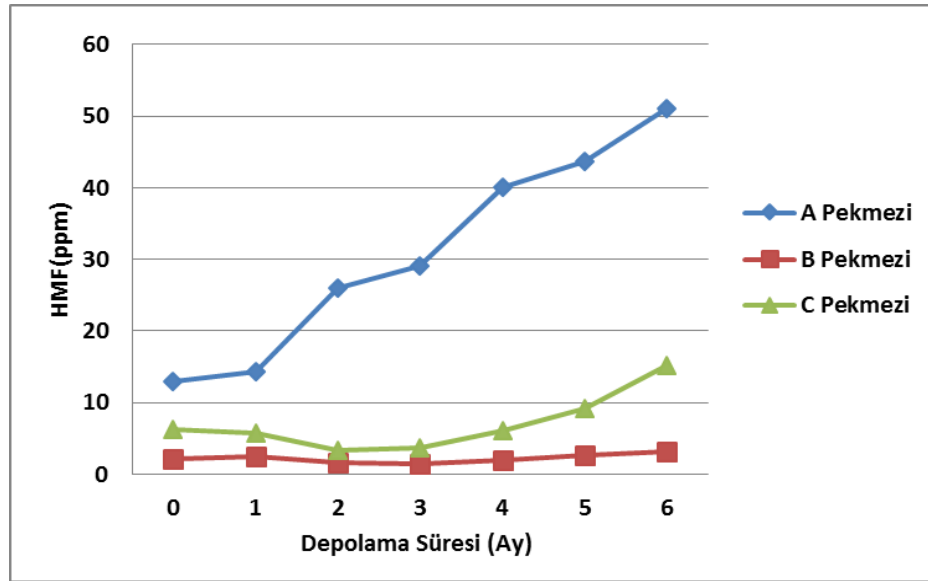
Şekil 4.10. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin HMF Değerleri

Çizelge 4.20. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin HMF Değerleri (ppm)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	13.00±0.10 D,a	14.30±1.30 D,a	26.00±2.20 C,a	29.15±2.35 C,a	40.05±5.45 B,a	43.75±4.15 AB,a	51.00±5.20 A,a
B	2.10±0.05 CD,c	2.52±0.12 BC,c	1.60±0.10 EF,b	1.50±0.20 F,b	2.02±0.22 DE,b	2.60±0.10 B,c	3.15±0.25 A,c
C	6.20±0.20 C,b	5.80±0.20 C,b	3.35±0.05 D,b	3.70±0.10 D,b	6.15±0.65 C,b	9.15±0.35 B,b	15.17±0.27 A,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 25 °C’de depolanmaları sonucu HMF değerlerinde depolama süresince üç pekmez çeşidinde bazı örneklerde artış ve azalma yönünde değişimler olsa da genellikle bir artış eğilimi belirlenmiştir. Üç pekmez çeşidinde de depolama süresince HMF değerlerinde başlangıç değerlerine göre depolama sonrasında bir artış belirlenmiştir. Üç pekmez çeşidinin başlangıç HMF değerleri açısından tüm pekmez çeşitleri istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almıştır. En yüksek HMF değeri A pekmezinin 6. ay numunesinde 51.00 ppm değeri ile elde edilirken en düşük HMF değeri ise B pekmezinin 3. ay numunesinde 1.50 ppm değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.11).



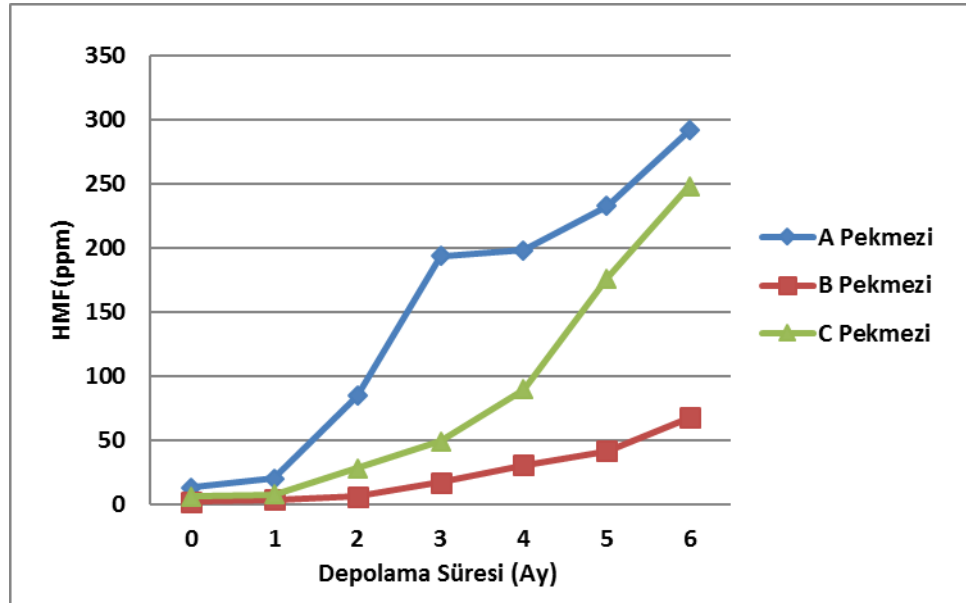
Şekil 4.11. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin HMF Değerleri

Çizelge 4.21. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin HMF Değerleri (ppm)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	13.00± 0.10 E,a	19.85± 0.45 E,a	84.55± 0.85 D,a	193.65± 4.15 C,a	198.16± 11.05 C,a	232.93± 11.17 B,a	291.75± 10.95 A,a
B	2.10± 0.05 E,c	3.35± 0.35 E,c	5.85± 0.55 E,c	17.00± 1.00 D,c	30.50± 3.50 C,c	41.70± 1.70 B,c	67.85± 1.55 A,c
C	6.20± 0.20 F,b	7.40± 0.10 F,b	28.00± 3.00 E,b	49.00± 4.00 D,b	89.90± 2.90 C,b	176.25± 6.25 B,b	248.55± 8.15 A,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 37 °C’de depolanmaları sonucu HMF değerlerinde depolama süresince üç pekmez çeşidinde de zaman ve sıcaklığın artmasıyla bir artış belirlenmiştir. Üç pekmez çeşidinde de depolama süresince HMF değerlerinde çok büyük oranlarda bir değişim meydana gelmiştir. Üç pekmez çeşidinin başlangıç HMF değerleri açısından A, B ve C pekmezi farklı grupta yer almış olup istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. En yüksek HMF değeri A pekmezinin 6. ay numunesinde 291.75 ppm değeri ile elde edilirken en düşük HMF değeri ise B pekmezinin başlangıç numunesinde 2.10 ppm değeri ile elde edilmiştir (Çizelge 4.21, Şekil 4.12).



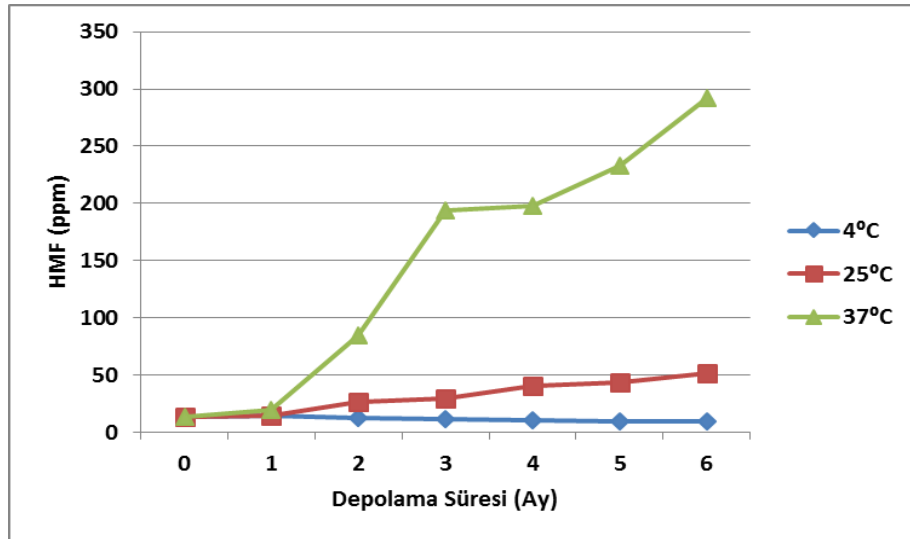
Şekil 4.12. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin HMF Değerleri

Çizelge 4.22. A Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki HMF Değerleri (ppm)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	13.00± 0.10A,a	13.95± 0.75A,b	12.25± 2.05AB,c	11.55± 0.15AB,c	9.92± 1.28B,c	9.64± 0.73B,c	9.80± 0.10B,c
25 °C	13.00± 0.10D,a	14.30± 1.30D,b	26.00± 2.20C,b	29.15± 2.35C,b	40.05± 5.45B,b	43.75± 4.15AB,b	51.00± 5.20A,b
37 °C	13.00± 0.10E,a	19.85± 0.45E,a	84.55± 0.85D,a	193.65± 4.15C,a	198.16± 11.05C,a	232.93± 11.17B,a	291.75± 10.95A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

A pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu HMF değerlerinde depolama süresince sıcaklığa bağlı olarak büyük değişiklikler meydana gelmiştir. 4 °C’de depolanan örneklerin depolama boyunca HMF değerleri düşüş göstermiştir ve bu değişim istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. 25°C ve 37 °C’de depolanan örneklerde ise depolama süresi arttıkça HMF değerlerinde bir artış belirlenmiştir. 25 °C’de depolanan örneklerde en yüksek HMF değeri 51.00 ppm değeri ile 6. ay örneklerinde belirlenirken, 37 °C’de depolanan örneklerdeki en yüksek HMF değeri yine 6. ayda 291.75 ppm olarak tespit edilmiştir. Tüm depolama boyunca HMF miktarındaki en büyük artış 37 °C’de depolanan örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.22, Şekil 4.13).



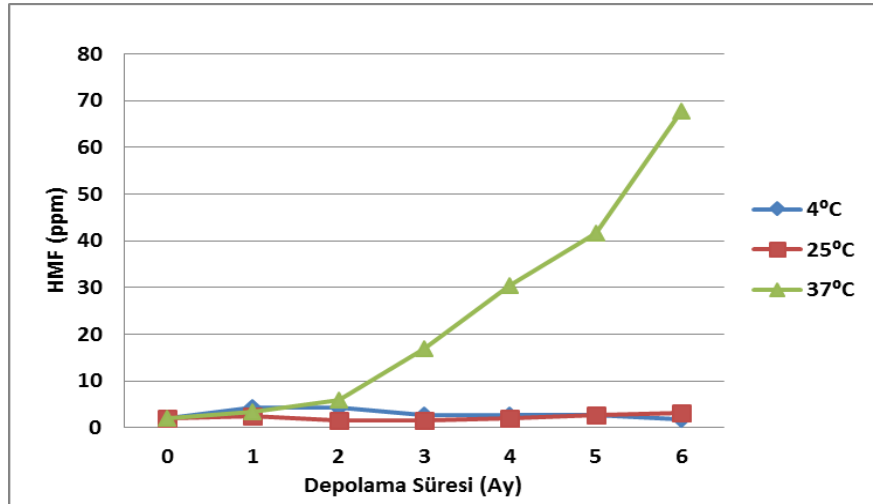
Şekil 4.13. A Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki HMF Değerleri

Çizelge 4.23. B Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki HMF Değerleri (ppm)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	2.10± 0.05 CD,a	4.25± 0.35 A,a	4.25± 0.35 A,b	2.80± 0.10 B,b	2.60± 0.30 BC,b	2.70± 0.20 BC,b	1.80± 0.10 D,b
25 °C	2.10± 0.05 CD,a	2.52± 0.12 BC,c	1.60± 0.10 EF,c	1.50± 0.20 F,b	2.02± 0.22 DE,b	2.60± 0.10 B,b	3.15± 0.25 A,b
37 °C	2.10± 0.05 E,a	3.35± 0.35 E,b	5.85± 0.55 E,a	17.00± 1.00 D,a	30.50± 3.50 C,a	41.70± 1.70 B,a	67.85± 1.55 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

B pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu HMF değerlerinde depolama süresince sıcaklığa bağlı olarak özellikle 37 °C’de büyük değişiklikler meydana gelmiştir. 4 °C depolanan örneklerin depolama boyunca HMF değerleri artış ve azalışlar göstermesine rağmen depolama başlangıcıyla sonu arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. 25 °C depolanan örneklerin depolama boyunca HMF değerleri artış ve azalışlar göstermesine rağmen genellikle bir artış eğilimi sergileyerek depolama başlangıcıyla istatistiksel fark oluşturmuştur. 37 °C’de depolanan örneklerdeki HMF değeri depolama süresince düzenli bir artış sergilemiştir ve en yüksek HMF değeri 6. ayda 67.85 ppm olarak tespit edilmiştir. Tüm depolama boyunca HMF miktarındaki en büyük artış 37 °C’de depolanan örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.23, Şekil 4.14).



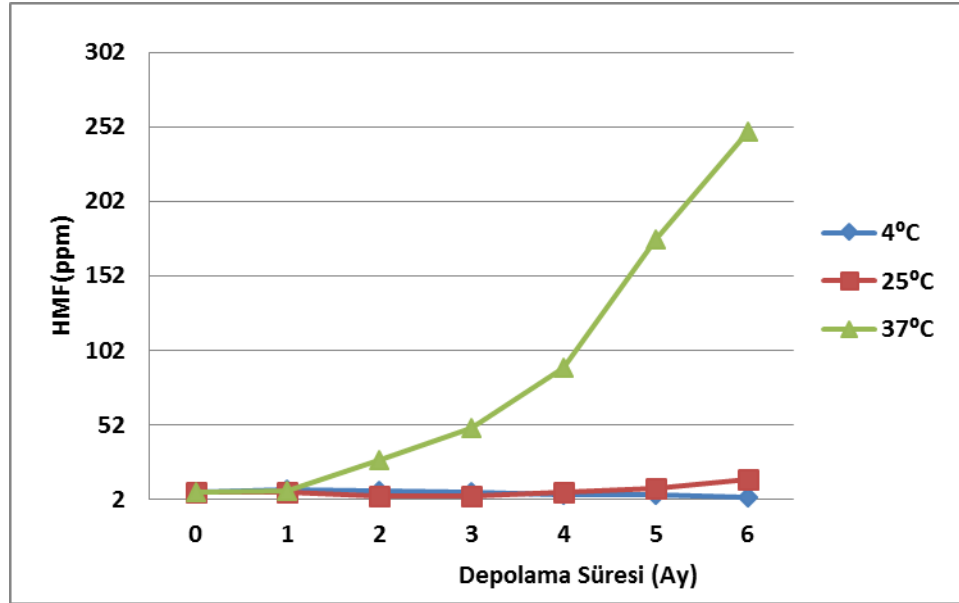
Şekil 4.14. B pekmezinin farklı depolama sıcaklıklarındaki HMF değerleri

Çizelge 4.24. C Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki HMF Değerleri (ppm)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	6.20± 0.20 AB,a	7.60± 1.50 A,a	7.20± 0.95A,b	6.05± 0.05ABC,b	4.21± 0.19 CD,b	4.35± 0.35BCD,b	3.15± 0.05 D,c
25 °C	6.20± 0.20 C,a	5.80± 0.20 C,a	3.35± 0.05D,b	3.70± 0.10 D,b	6.15± 0.65 C,b	9.15± 0.35 B,b	15.17± 0.27 A,b
37 °C	6.20± 0.20 F,a	7.40± 0.200 F,a	28.00± 3.00 E,a	49.00± 4.00 D,a	89.90± 2.90 C,a	176.25± 6.25 B,a	248.55± 8.15 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

C pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de üç farklı sıcaklık derecesinde depolanmaları sonucu HMF değerlerinde depolama süresince sıcaklığa bağlı olarak özellikle 37 °C’de büyük değişiklikler meydana gelmiştir. 4 °C ve 25 °C’de depolanan örneklerin depolama boyuncaki HMF değerleri düzenli olmayan artış ve azalışlar sergilemişlerdir. 37 °C’de depolanan örneklerde ise depolama süresi arttıkça HMF değerlerinde bir artış belirlenmiştir. 37 °C’de depolanan örneklerdeki HMF değeri depolama süresince düzenli bir artış sergilemiştir ve en yüksek HMF değeri 6. ayda 248.55 ppm olarak tespit edilmiştir. Tüm depolama boyunca HMF miktarındaki en büyük artış 37 °C’de depolanan örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.24, Şekil 4.15).



Şekil 4.15. C Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki HMF Değerleri

4.1.5. Glikoz analiz sonuçları

Glikoz, fruktozla birlikte üzüm meyvesinin dolayısıyla da üzüm pekmezinin en önemli karbonhidratlarından biridir. TS 3792 nolu Üzüm Pekmezi Standardı (TS 1989)'na göre üzüm pekmezlerinin içereceği glikoz miktarları ile ilgili herhangi bir ifade bulunmamaktadır. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Anonymous, 2018d)'ne göre ise fruktoz/glikoz oranı 0.9-1.1 arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan üzüm pekmezleri bu bağlamda tebliğ (Anonymous, 2018d)'de belirtilen hususları karşılamaktadır. Çalışma boyunca glikoz miktarlarında depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça bir azalma olduğu belirlenmiştir. Bu durumun sebebi olarak, şekerlerin enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına katılarak miktarlarında bir miktar azalmaya neden olduğu düşünülmektedir. Kaya vd. (2012) yaptıkları çalışmada 10 ticari ve 2 ev yapımı üzüm pekmezi örneklerini analiz etmişler ve glikoz değerlerini 26.70 ile 41.97 g/100g arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çoklar (2012) yaptığı çalışmada kırmızı üzüm ve beyaz üzümlerden 50, 60 ve 70 °briks değerlerinde pekmezler üretmiş ve bu pekmezleri 50°C, 65°C ve 75 °C'de 10 gün süreyle depolamıştır. Tüm sıcaklık ve konsantrasyonlarda indirgen şekerlerin miktarının azaldığını belirlemiştir. Bu durumun sebebi olarak indirgen şekerlerin Maillard reaksiyonlarında karbonil kaynağı olarak reaksiyona katılması olarak bildirmiştir.

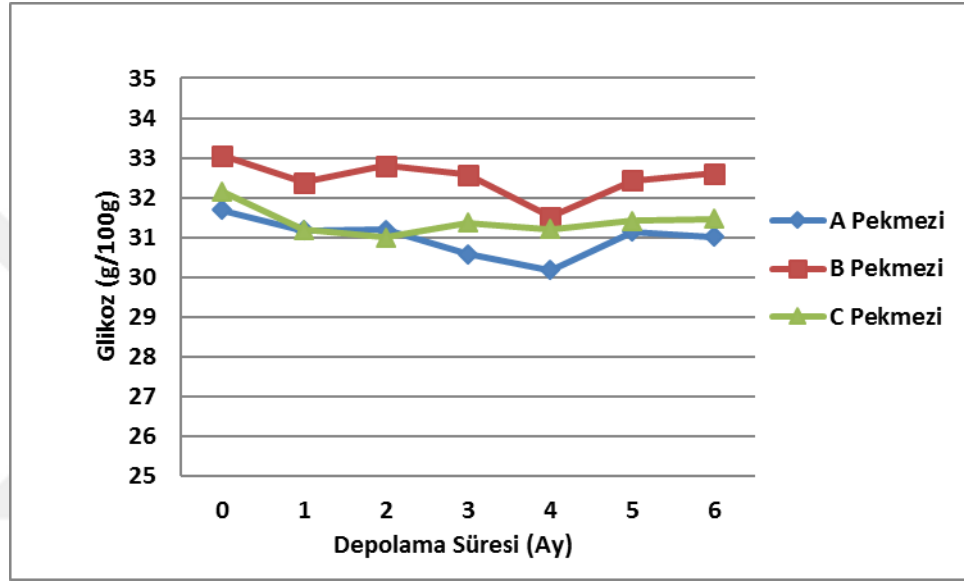
Çizelge 4.25. 4 °C'de Depolanan Pekmezlerin Glikoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	31.69±0.10 A,c	31.17±0.40 AB,b	31.18±0.24 AB,b	30.57±0.31 AB,b	30.17±1.23 B,a	31.15±0.30 AB,b	31.01±0.08 AB,b
B	33.06±0.03 A,a	32.38±0.11 AB,a	32.80±0.05 A,a	32.57±0.22 A,a	31.52±0.81 B,a	32.43±0.18 AB,a	32.60±0.10 A,a
C	32.15±0.10 A,b	31.19±0.48 A,b	30.99±0.87 A,b	31.36±0.83 A,ab	31.21±0.12 A,a	31.42±0.14 A,b	31.46±0.37 A,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 4 °C'de depolanmaları sonucu glikoz değerlerinde depolama süresince üç pekmez çeşidinde de depolama süresince çok bir değişim

meydana gelmemiştir. A pekmez çeşidinde 4. ay örnekleri ile 1. ay örnekleri, B pekmez çeşidinde ise 4. ay örnekleri, başlangıç, 2., 3., ve 6. ay istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. En yüksek glikoz miktarları genellikle B pekmez çeşidinde elde edilirken glikoz miktarları depolama boyunca artış ya da azalış yönünde bir eğilim sergilemeyerek dalgalı değişimler göstermiştir (Çizelge 4.25, Şekil 4.16).



Şekil 4.16. 4 °C'de Depolanan Pekmezlerin Glikoz Değerleri

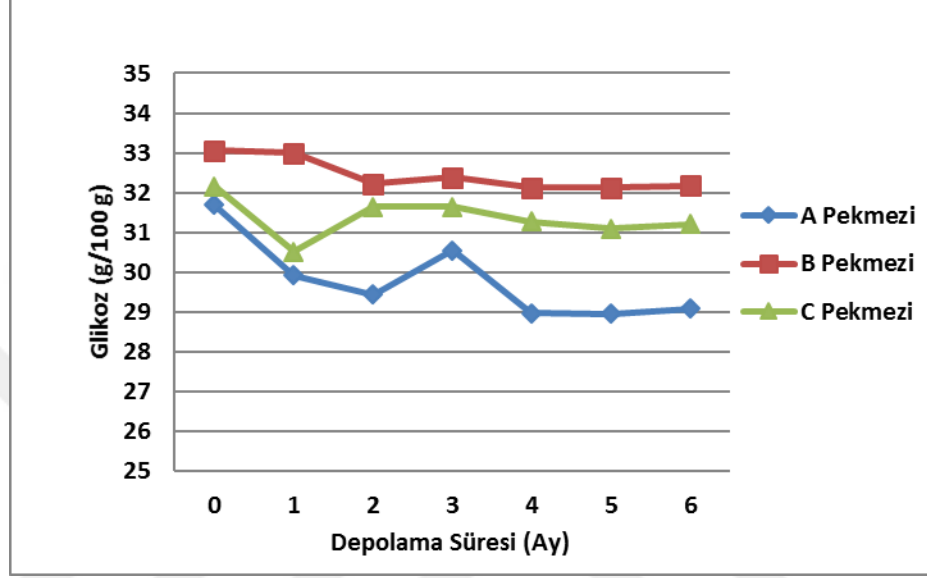
Çizelge 4.26. 25 °C'de Depolanan Pekmezlerin Glikoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	31.69±0.10 A,c	29.91±0.66 BC,b	29.42±0.13 BC,b	30.55±1.31 AB,a	28.95±0.02 BC,b	28.95±0.12 C,c	29.08±0.32 BC,b
B	33.06±0.03 A,a	33.00±0.45 A,a	32.21±0.66 A,a	32.38±0.19 A,a	32.12±0.63 A,a	32.12±0.20 A,a	32.16±0.40 A,a
C	32.15±0.10 A,b	30.51±0.19 C,b	31.64±0.07 AB,a	31.64±0.04 AB,a	31.27±0.21 BC,a	31.09±0.13 BC,b	31.20±0.66 BC,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 25 °C'de depolanmaları sonucu glikoz değerlerinde depolama süresince A ve C pekmez çeşitlerinde depolama süresi arttıkça glikoz miktarlarında genellikle azalmalar tespit edilmiştir ve bu azalmalar istatistiksel açıdan

önemli bulunmuştur. B pekmezinde meydana gelen değişimler istatistiksel fark oluşturmamıştır. En yüksek glikoz miktarları B pekmez çeşidi örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.26, Şekil 4.17).



Şekil 4.17. 25 °C'de Depolanan Pekmezlerin Glikoz Değerleri

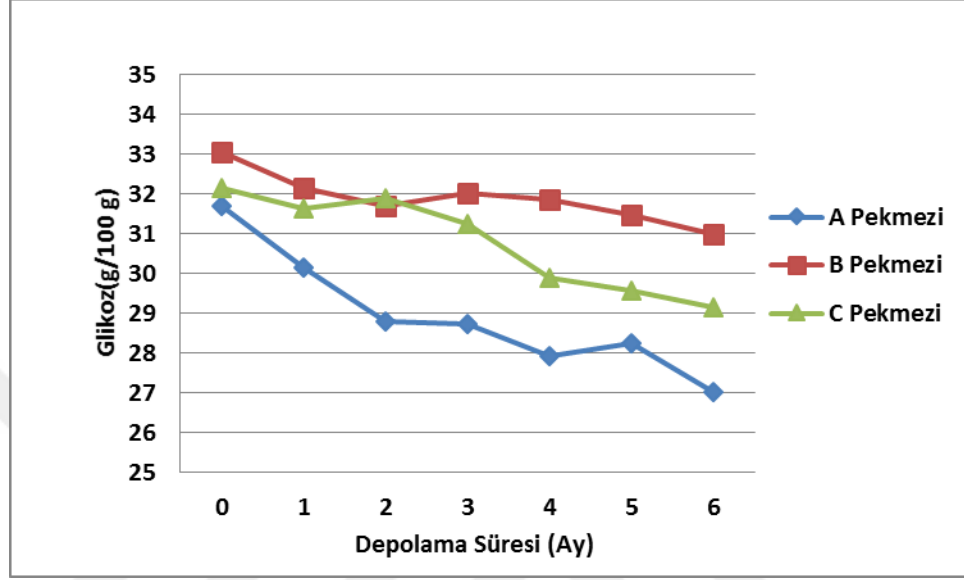
Çizelge 4.27. 37 °C'de Depolanan Pekmezlerin Glikoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	31.69±0.10 A,c	30.16±0.05 B,b	28.80±0.11 C,b	28.73±0.45 C,c	27.92±0.14 CD,c	28.24±0.63 C,c	27.03±0.61 D,c
B	33.06±0.03 A,a	32.16±0.42 B,a	31.70±0.33 BC,a	32.03±0.16 B,a	31.86±0.46 BC,a	31.46±0.21 BC,a	30.97±0.38 C,a
C	32.15±0.10 A,b	31.63±0.07 B,a	31.88±0.15 AB,a	31.23±0.21 C,b	29.90±0.15 D,b	29.56±0.06 D,b	29.14±0.09 E,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 37 °C'de depolanmaları sonucu glikoz değerlerinde depolama süresince depolama süresi arttıkça glikoz miktarlarında azalmalar tespit edilmiştir ve bu azalmalar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. En yüksek glikoz miktarları genellikle B pekmez çeşidi örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek değer 33.06

değeriyle B pekmezinin başlangıç örneklerinde belirlenirken en düşük değer 27.03 değeri ile A pekmezinin 6. Ay örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.27, Şekil 4.18).



Şekil 4.18. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin Glikoz Değerleri

Çizelge 4.28. A Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Glikoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	31.69±0.10 A,a	31.17±0.40 AB,a	31.18±0.24 AB,a	30.57±0.31 AB,a	30.17±1.23 B,a	31.15±0.30 AB,a	31.01±0.08 AB,a
25 °C	31.69±0.10 A,a	29.91±0.66 BC,c	29.42±0.13 BC,b	30.55±1.31 AB,a	28.95±0.02 BC,ab	28.95±0.12 C,b	29.08±0.32 BC,b
37 °C	31.69±0.10 A,a	30.16±0.05 B,b	28.80±0.11 C,c	28.73±0.45 C,a	27.92±0.14 CD,b	28.24±0.63 C,b	27.03±0.61 D,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

A pekmez çeşidinin 4 °C’de depolanması boyunca glikoz miktarlarında çok büyük bir değişim meydana gelmezken, 25 °C ve 37 °C’de depolanmaları sonucu glikoz değerlerinde depolama süresince genellikle sıcaklığa ve depolama süresine bağlı olarak azalmalar tespit edilmiştir. Glikoz miktarındaki azalma en çok 37 °C’de depolanan örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.29. B Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Glikoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	33.06±0.03 A,a	32.38±0.11 AB,a	32.80±0.05 A,a	32.57±0.22 A,a	31.52±0.81 B,a	32.43±0.18 AB,a	32.60±0.10 A,a
25 °C	33.06±0.03 A,a	33.00±0.45 A,a	32.21±0.66 A,ab	32.38±0.19 A,ab	32.12±0.63 A,a	32.12±0.20 A,a	32.16±0.40 A,a
37 °C	33.06±0.03 A,a	32.16±0.42 B,a	31.70±0.33 BC,b	32.03±0.16 B,b	31.86±0.46 BC,a	31.46±0.21 BC,b	30.97±0.38 C,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

B pekmez çeşidinin 4 °C ve 25 °C’ de depolanması boyunca glikoz miktarlarında çok büyük bir değişim meydana gelmezken, 37 °C’de depolanmaları sonucu glikoz değerlerinde depolama süresince genellikle sıcaklığa ve depolama süresine bağlı olarak azalmalar tespit edilmiştir. Bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.30. C Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Glikoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	32.15±0.10 A,a	31.19±0.48 A,ab	30.99±0.87 A,a	31.36±0.83 A,a	31.21±0.12 A,a	31.42±0.14 A,a	31.46±0.37 A,a
25 °C	32.15±0.10 A,a	30.51±0.19 C,b	31.64±0.07 AB,a	31.64±0.04 AB,a	31.27±0.21 BC,a	31.09±0.13 BC,b	31.20±0.66 BC,a
37 °C	32.15±0.10 A,a	31.63±0.07 B,a	31.88±0.15 AB,a	31.23±0.21 C,a	29.90±0.15 D,b	29.56±0.06 D,c	29.14±0.09 E,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

C pekmez çeşidinin 4 °C depolanması boyunca glikoz miktarlarında çok büyük bir değişim meydana gelmezken 25 °C, ve 37 °C’de depolanmaları sonucu glikoz değerlerinde depolama süresince genellikle sıcaklığa ve depolama süresine bağlı olarak azalmalar tespit edilmiştir. Glikoz miktarındaki azalma en çok 37 °C’de depolanmış örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.30).

4.1.6. Fruktoz analiz sonuçları

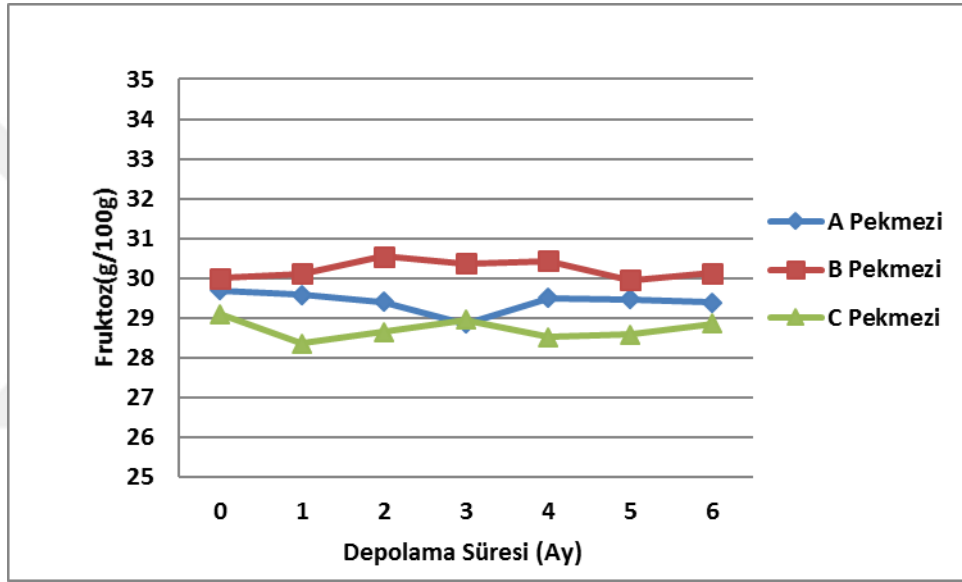
Fruktoz, glikoz gibi üzüm pekmezlerinin çok önemli bileşen grubunu oluşturmaktadır. TS 3792 nolu Üzüm Pekmezi Standardı (TS 1989)'na göre üzüm pekmezlerinin içereceği fruktoz miktarları ile ilgili herhangi bir ifade bulunmamaktadır. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Anonymous, 2018d)'ne göre ise fruktoz/glikoz oranı 0.9-1.1 arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan üzüm pekmezleri bu bağlamda tebliğ (Anonymous, 2018d)'de belirtilen hususları karşılamaktadır. Çalışma boyunca üzüm pekmezi örneklerinin fruktoz miktarlarında depolama boyunca bazı dalgalanmalar yaşansa da çok büyük değişimler meydana gelmemiştir. Kaya vd. (2012) yaptıkları çalışmada 10 ticari ve 2 ev yapımı üzüm pekmezi örneklerini analiz etmişler ve fruktoz değerlerinin 14.17 ile 30.98 g/100g arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Reyes vd. (1982) yılında yaptıkları çalışmada glikoz, fruktoz ve glisin model çalışmasında pH 3.5 değerinde 60 °C'de 280 saat süreyle incelemişlerdir. Fruktoz ilk 60 saatlik sürede daha hızlı esmerleşme reaksiyonuna girerken 80 saatin sonunda glikoz daha yüksek oranda esmerleşme reaksiyonuna katılmıştır. Esmerleşme reaksiyonları oldukça karmaşık mekanizmalar içerdiğinden pekmez örneklerinin glikoz miktarlarında belirlenen azalma fruktoz miktarlarına aynı derecede yansımamıştır. Pekmez örneklerinin içerisindeki aminoasitler gibi diğer bazı bileşenlerin enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonuna oldukça büyük etkileri olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.31. 4 °C'de Depolanan Pekmezlerin Fruktoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	29.68±0.10 A,b	29.58±0.15 A,a	29.40±0.06 AB,b	28.85±0.47 B,b	29.50±0.01 A,a	29.46±0.12 A,b	29.38±0.05 AB,b
B	30.00±0.10 A,a	30.10±0.10 A,a	30.55±0.03 A,a	30.36±0.20 A,a	30.42±0.65 A,a	29.95±0.26 A,a	30.13±0.29 A,a
C	29.09±0.10 A,c	28.35±0.44 B,b	28.64±0.24 AB,c	28.95±0.24 AB,b	28.52±0.10 AB,b	28.57±0.16 AB,c	28.85±0.14 AB,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 4 °C’de depolanmaları sonucu fruktoz değerlerinde depolama süresince üç pekmez çeşidinde de depolama süresince çok önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Depolama süresince bazı dalgalanmalar meydana gelmesine rağmen depolama başlangıcı ile depolama sonuçları arasında istatistiksel bir fark belirlenememiştir. En yüksek fruktoz miktarları genellikle B pekmez çeşidinde elde edilirken; fruktoz miktarları depolama boyunca artış ya da azalış yönünde bir eğilim sergilemeyerek dalgalı değişimler göstermiştir (Çizelge 4.31, Şekil 4.19).



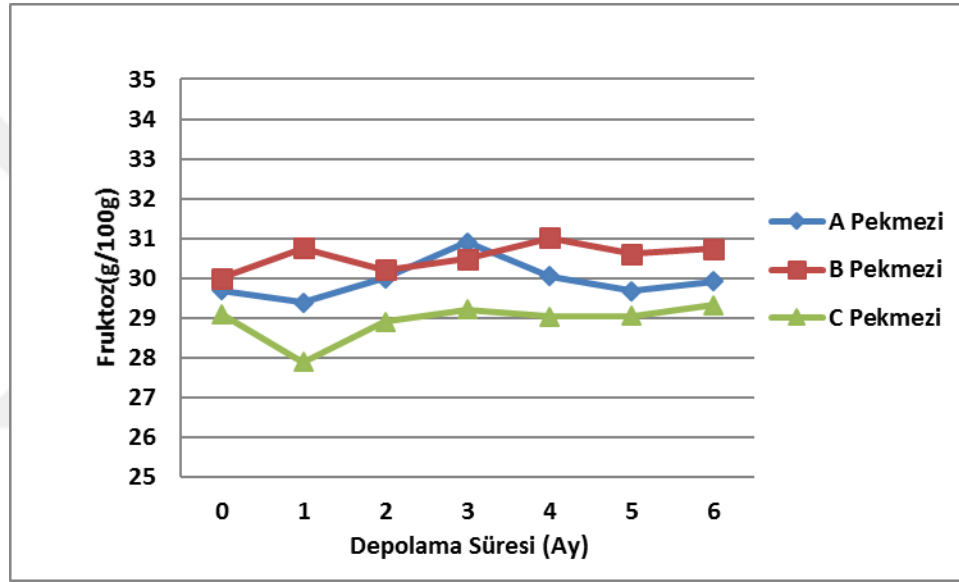
Şekil 4.19. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin Fruktoz Değerleri

Çizelge 4.32. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin Fruktoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	29.68±0.10 AB,b	29.38±0.55 B,b	29.99±0.13 AB,a	30.90±0.70 A,a	30.04±0.05 AB,b	29.68±0.69 AB,ab	29.91±0.84 AB,a
B	30.00±0.10 B,a	30.76±0.37 AB,a	30.21±0.55 AB,a	30.47±0.16 AB,ab	31.02±0.06 A,a	30.61±0.32 AB,a	30.74±0.40 AB,a
C	29.10±0.10 A,c	27.88±0.21 B,c	28.89±0 A,b	29.21±0.62 A,b	29.02±0.06 A,c	29.05±0.08 A,b	29.32±0.57 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 25 °C’de depolanmaları sonucu fruktoz değerlerinde depolama süresince üç pekmez çeşidinde de çok büyük değişimler tespit edilmemiştir. Depolama süresince bazı dalgalanmalar meydana gelmesine rağmen depolama başlangıcı ile depolama sonuçları arasında istatistiksel bir fark belirlenememiştir. En yüksek fruktoz değeri 31.02 g/100 g değeri ile B pekmez örneğinin 4. ay numunelerinde belirlenmiştir. En düşük fruktoz miktarı 27.88 g/100g değeri ile C pekmez çeşidinde 1. ay örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.32, Şekil 4.20).



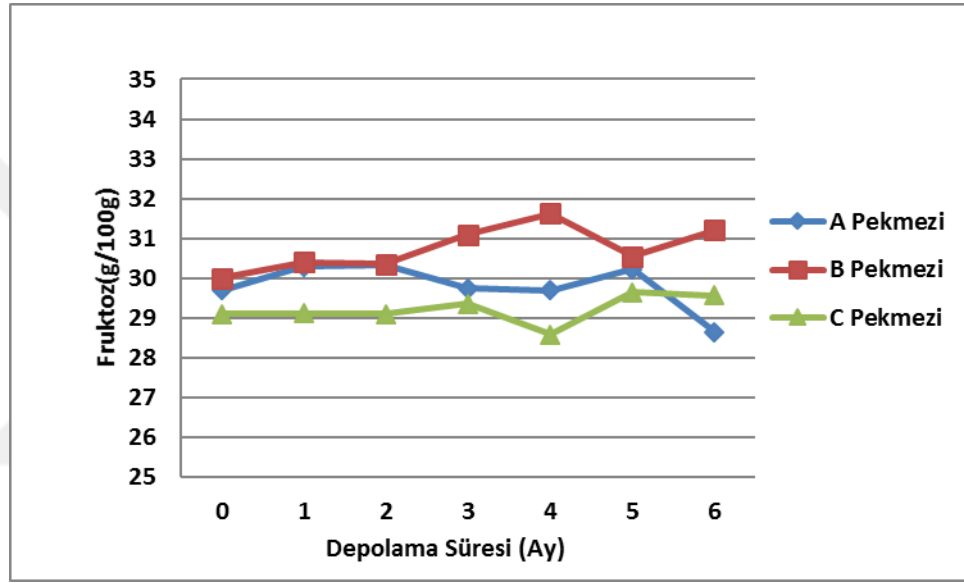
Şekil 4.20. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin Fruktoz Değerleri

Çizelge 4.33. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin Fruktoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	29.68±0.10 AB,b	30.29±0.05 A,a	30.33±0.10 A,a	29.74±0.48 AB,b	29.69±0.70 AB,b	30.23±1.14 AB,a	28.63±0.56 B,c
B	30.00±0.10 D,a	30.40±0.40 BCD,a	30.34±0.32 CD,a	31.10±0.14 ABC,a	31.63±0.38 A,a	30.55±0.37 BCD,a	31.20±0.07 AB,a
C	29.10±0.10 C,c	29.10±0.01 C,b	29.09±0 C,b	29.36±0.07 B,b	28.58±0.16 D,b	29.64±0.03 A,a	29.56±0.10 AB,b

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 37 °C’de depolanmaları sonucu fruktoz değerlerinde depolama süresince üç pekmez çeşidinde de farklı değişimler meydana gelmiştir. Üç pekmez çeşidinde artış ve azalış yönünde eğilimler sergilemişlerdir. En yüksek fruktoz değeri 31.63 g/100 g değeri ile B pekmez örneğinin 4. ay numunelerinde belirlenmiştir. En düşük fruktoz miktarı 28.58 g/100g değeri ile C pekmez çeşidinde 4. ay örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.33, Şekil 4.21).



Şekil 4.21. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin Fruktoz Değerleri

Çizelge 4.34. A Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Fruktoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	29.68±0.10 A,a	29.58±0.15 A,ab	29.40±0.06 AB,c	28.85±0.47 B,b	29.50±0.01 A,a	29.46±0.12 A,a	29.38±0.05 AB,a
25 °C	29.68±0.10 AB,a	29.38±0.55 B,b	29.99±0.13 AB,b	30.90±0.70 A,a	30.04±0.05 AB,a	29.68±0.69 AB,a	29.91±0.84 AB,a
37 °C	29.68±0.10 AB,a	30.29±0.05 A,a	30.33±0.10 A,a	29.74±0.48 AB,ab	29.69±0.70 AB,a	30.23±1.14 AB,a	28.63±0.56 B,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

A pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de depolanmaları depolanması boyunca fruktoz miktarındaki değişimler bir eğilim göstermemiştir ve dalgalı değişim sergilemiştir. Depolama başlangıcındaki değerlerle depolama sonrası elde edilen değerler arasında istatistiksel bir fark belirlenmemiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.35. B Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Fruktoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	30.00±0.10 A,a	30.10±0.10 A,a	30.55±0.03 A,a	30.36±0.20 A,b	30.42±0.65 A,b	29.95±0.26 A,a	30.13±0.29 A,b
25 °C	30.00±0.10 B,a	30.76±0.37 AB,a	30.21±0.55 AB,a	30.47±0.16 AB,b	31.02±0.06 A,ab	30.61±0.32 AB,a	30.74±0.40 AB,ab
37 °C	30.00±0.10 D,a	30.40±0.40 BCD,a	30.34±0.32 CD,a	31.10±0.14 ABC,a	31.63±0.38 A,a	30.55±0.37 BCD,a	31.20±0.07 AB,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

B pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de depolanmaları depolanması boyunca fruktoz miktarındaki değişimler doğrusal bir artış ya da azalış yönünde eğilim göstermemiştir ve dalgalı değişim sergilemiştir (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.36. C Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Fruktoz Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	29.09±0.10 A,a	28.35±0.44 B,b	28.64±0.24 AB,b	28.95±0.24 AB,a	28.52±0.10 AB,b	28.57±0.16 AB,c	28.85±0.14 AB,a
25 °C	29.10±0.10 A,a	27.88±0.21 B,b	28.89±0 A,ab	29.21±0.62 A,a	29.02±0.06 A,a	29.05±0.08 A,b	29.32±0.57 A,a
37 °C	29.10±0.10 C,a	29.10±0.01 C,a	29.09±0 C,a	29.36±0.07 B,a	28.58±0.16 D,b	29.64±0.03 A,a	29.56±0.10 AB,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

C pekmez çeşidinin 4 °C, 25 °C ve 37 °C’de depolanmaları boyunca fruktoz miktarındaki değişimler bir artış veya azalış yönünde bir eğilim göstermemiştir ve dalgalı değişim sergilemiştir (Çizelge 4.36).

4.1.7. Tartarik asit analiz sonuçları

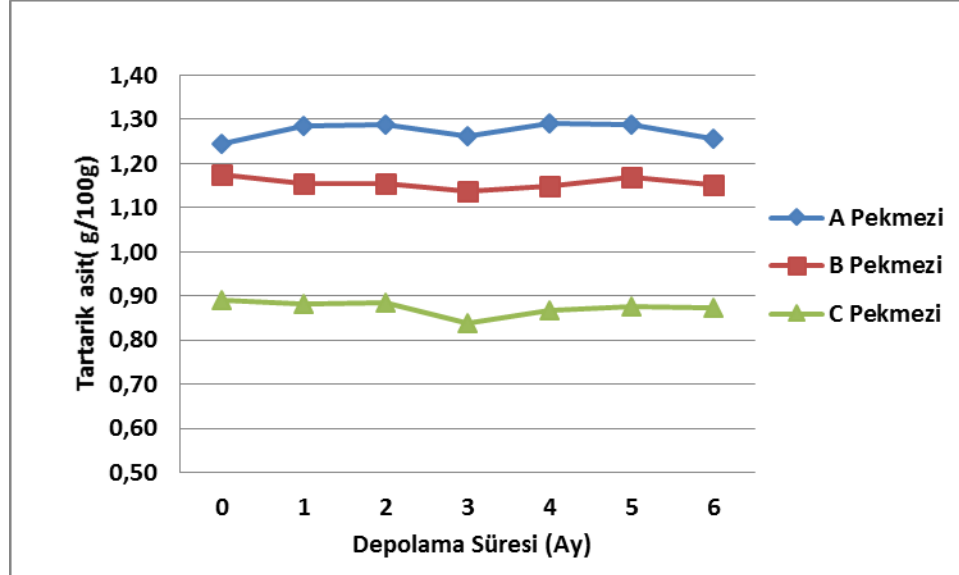
Tartarik asit üzümle özdeşleşmiş bir organik asittir. Üzüm pekmezlerinin en önemli asit bileşen grubunu oluşturmaktadır. TS 3792 nolu Üzüm Pekmezi Standardı (TS 1989)’na göre üzüm pekmezlerinin içereceği tartarik asit miktarları ile ilgili herhangi bir ifade bulunmamaktadır. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Anonymous, 2018d)’ne göre ise tartarik asit/malik asit oranı ≥ 1 olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan üzüm pekmezleri bu bağlamda tebliğ’de (Anonymous, 2018d) belirtilen hususları karşılamaktadır. Çalışma boyunca üzüm pekmezi örneklerinin tartarik asit miktarlarında depolama boyunca 4 °C örneklerinde çok büyük bir değişim meydana gelmezken özellikle 25 °C ve 37 °C ‘de depolanan örneklerin tartarik asit miktarlarında önemli derecelerde artışlar belirlenmiştir. Yapılan literatür taramalarında bu artış ile ilgili bir gerekçe bulunamamıştır. Bu artışın HMF miktarındaki artışla aynı doğrultuda olması, bazı esmerleşme reaksiyonu ürünlerinin analiz sonuçlarına girişim yaparak elde edilen asit miktarlarının göreceli olarak yüksek çıkmasına sebep olabileceği düşünülmektedir. Kaya vd. (2012) yaptıkları çalışmada 10 ticari ve 2 ev yapımı üzüm pekmezi örneklerini analiz etmişler ve tartarik asit değerlerini 0.34 ile 0.98 g/100g arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan bazı pekmezlerin bu değerler arasında olmamasının sebebi olarak, uygulanan proses farklılıkları ve kullanılan hammaddelerin bileşimsel farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.37. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin Tartarik Asit Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	1.25±0.01 A,a	1.28±0.01 A,a	1.29±0.01 A,a	1.26±0.03 A,a	1.29±0 A,a	1.29±0.01 A,a	1.26±0.04 A,a
B	1.18±0.01 A,b	1.16±0.01 A,b	1.16±0 A,b	1.14±0.02 A,b	1.15±0.04 A,b	1.17±0.01 A,b	1.15±0 A,b
C	0.89±0 A,c	0.88±0.01 A,c	0.89±0.01 A,c	0.84±0.04 B,c	0.87±0.01 AB,c	0.88±0.01 AB,c	0.87±0.01 AB,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

A ve B pekmez çeşidinin 4 °C’de depolanmaları sonucu TA değerlerinde istatistiksel bir değişim gerçekleşmemiştir. C pekmezinde ise istatistiksel olarak farklı değişimler belirlenmiştir. En yüksek TA miktarı A pekmez çeşidinde elde edilirken en düşük TA miktarı ise C pekmez çeşidi numunelerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.37, Şekil 4.22).



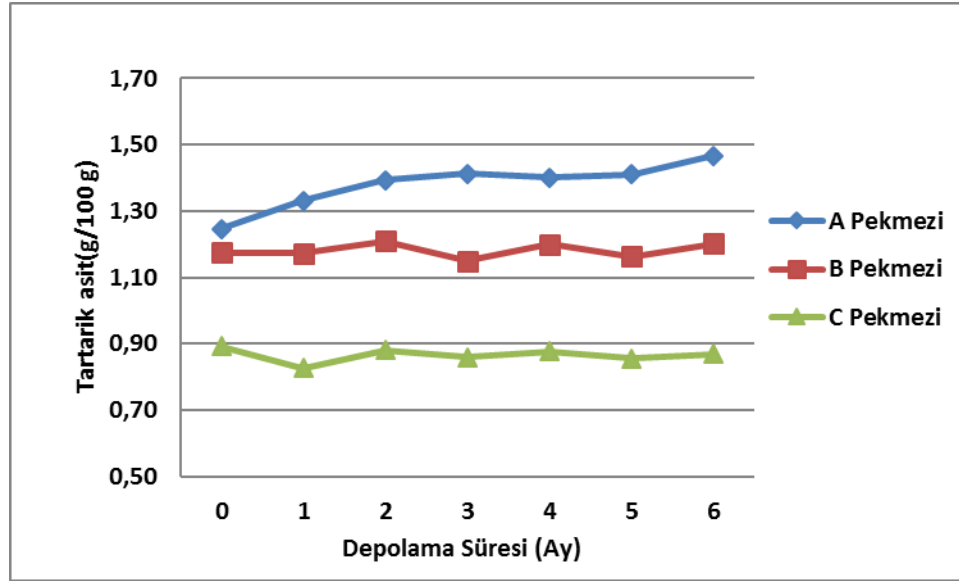
Şekil 4.22. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin Tartarik Asit Değerleri

Çizelge 4.38. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin Tartarik Asit Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	1.25±0.01 D,a	1.33±0.02 C,a	1.39±0 BC,a	1.41±0.02 AB,a	1.40±0 AB,a	1.41±0 AB,a	1.47±0.06 A,a
B	1.18±0.01 AB,b	1.17±0.02 AB,b	1.21±0.04 A,b	1.15±0 B,b	1.20±0.02 AB,b	1.16±0.01 AB,b	1.20±0.01 AB,b
C	0.89±0 A,c	0.83±0.03 B,c	0.88±0.01 AB,c	0.86±0.01 AB,c	0.88±0.01 AB,c	0.86±0.03 AB,c	0.87±0.04 AB,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 25 °C’de depolanmaları sonucu TA değerlerinde depolama süresince A pekmezinde depolama süresi arttıkça TA miktarında artışlar belirlenirken B ve C pekmezinde ise çok büyük bir değişim meydana gelmeyerek depolama boyunca dalgalanmalar belirlenmiş olmasına rağmen, başlangıç TA değerleri ile depolama sonrası TA değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. En yüksek TA miktarı A pekmez çeşidinde 6. ay numunelerinde 1.47 g/100g değeri ile elde edilirken en düşük TA miktarı ise C pekmez çeşidi numunelerinde 0.83 g/ 100g değeri ile 1. ay örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.38, Şekil 4.23).



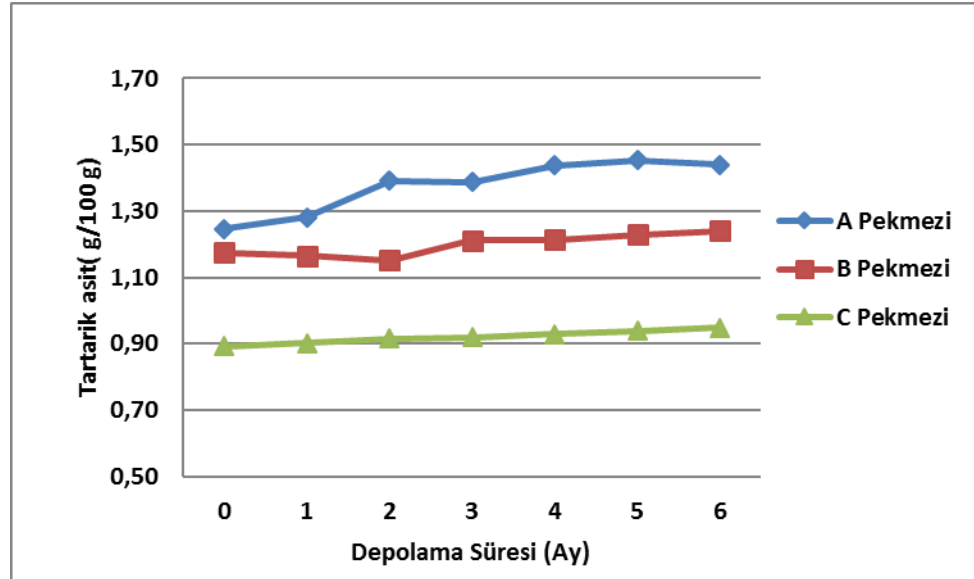
Şekil 4.23. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin Tartarik Asit Değerleri

Çizelge 4.39. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin Tartarik Asit Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	1.25±0.01 C,a	1.28±0.04 C,a	1.39±0 B,a	1.39±0.03 B,a	1.44±0.01 A,a	1.45±0.02 A,a	1.44±0 A,a
B	1.18±0.01 BC,b	1.17±0.02 C,ab	1.15±0.02 C,b	1.21±0 AB,b	1.21±0.01 AB,b	1.23±0 A,b	1.24±0.01 A,b
C	0.89±0 D,c	0.90±0.01 D,b	0.91±0 C,c	0.92±0.01 BC,c	0.93±0 B,c	0.94±0 A,c	0.95±0 A,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 37 °C’de depolanmaları sonucu TA değerlerinde depolama süresince önemli derecede artışlar tespit edilmiştir. Bu artışlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. En yüksek TA miktarı A pekmez çeşidinde 5. ay numunelerinde 1.45 g/100g değeri ile elde edilirken en düşük TA miktarı ise C pekmez çeşidi numunelerinde 0.89 g/ 100g değeri ile başlangıç örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.39, Şekil 4.24).



Şekil 4.24. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin Tartarik Asit Değerleri

Çizelge 4.40. A Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Tartarik Asit Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	1.25±0.01 A,a	1.28±0.01 A,a	1.29±0.01 A,b	1.26±0.03 A,b	1.29±0 A,c	1.29±0.01 A,c	1.26±0.04 A,b
25 °C	1.25±0.01 D,a	1.33±0.02 C,a	1.39±0 BC,a	1.41±0.02 AB,a	1.40±0 AB,b	1.41±0 AB,b	1.47±0.06 A,a
37 °C	1.25±0.01 C,a	1.28±0.04 C,a	1.39±0 B,a	1.39±0.03 B,a	1.44±0.01 A,a	1.45±0.02 A,a	1.44±0 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

A pekmez çeşidinin 4 °C depolanması boyunca TA değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmezken, 25 °C ve 37 °C’de depolanmaları sonucu TA değerlerinde depolama süresince genellikle sıcaklığa bağlı olarak artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.40).

Çizelge 4.41. B Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Tartarik Asit Değerleri (g/100 g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	1.18±0.01 A,a	1.16±0.01 A,a	1.16±0 A,a	1.14±0.02 A,b	1.15±0.04 A,b	1.17±0.01 A,b	1.15±0 A,c
25 °C	1.18±0.01 AB,a	1.17±0.02 AB,a	1.21±0.04 A,a	1.15±0 B,b	1.20±0.02 AB,ab	1.16±0.01 AB,b	1.20±0.01 AB,b
37 °C	1.18±0.01 BC,a	1.17±0.02 C,a	1.15±0.02 C,a	1.21±0 AB,a	1.21±0.01 AB,a	1.23±0 A,a	1.24±0.01 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

B pekmez çeşidinin 4 °C ve 25 °C depolanması boyunca TA değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmezken, 37 °C’de depolanmaları sonucu TA değerlerinde depolama süresince genellikle sıcaklığa bağlı olarak artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.42. C Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Tartarik Asit Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	0.89±0 A,a	0.88±0.01 A,a	0.89±0.01 A,b	0.84±0.04 B,b	0.87±0.01 AB,b	0.88±0.01 AB,b	0.87±0.01 AB,b
25 °C	0.89±0 A,a	0.83±0.03 B,b	0.88±0.01 AB,b	0.86±0.01 AB,b	0.88±0.01 AB,b	0.86±0.03 AB,b	0.87±0.04 AB,b
37 °C	0.89±0 D,a	0.90±0.01 D,a	0.91±0 C,a	0.92±0.01 BC,a	0.93±0 B,a	0.94±0 A,a	0.95±0 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

C pekmez çeşidinin 4 °C ve 25 °C depolanması boyunca TA değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmezken, 37 °C’de depolanmaları sonucu TA değerlerinde depolama süresince genellikle sıcaklığa bağlı olarak artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.42).

4.1.8. Malik asit analiz sonuçları

Üzümün yapısında bulunan malik asit; üzümle özdeşleşmiş bir asit olan tartarik asitten sonraki en önemli organik asittir. Üzüm pekmezlerinin çok önemli asit bileşen grubunu oluşturmaktadır. TS 3792 nolu Üzüm Pekmezi Standardı (TS 1989)’na göre üzüm pekmezlerinin içereceği malik asit miktarları ile ilgili herhangi bir ifade bulunmamaktadır. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Anonymous, 2018d)’ne göre ise tartarik asit/malik asit oranı ≥ 1 olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan üzüm pekmezleri bu bağlamda tebliğ (Anonymous, 2018d)’de belirtilen hususları karşılamaktadır. Çalışma boyunca üzüm pekmezi örneklerinin malik asit miktarlarında depolama boyunca 4 °C örneklerinde çok büyük bir değişim meydana gelmezken özellikle 25° ve 37 °C ‘de depolanan örneklerin malik asit miktarlarında önemli derecelerde artışlar belirlenmiştir. Yapılan literatür taramalarında bu artışın gerekçesi ile ilgili bir ifade bulunamamıştır. Bu artışın HMF miktarındaki artışla aynı doğrultuda olması bazı esmerleşme reaksiyonu ürünlerinin analiz sonuçlarına girişim yaparak elde edilen asit miktarlarının görece olarak yüksek çıkmasına sebep olabileceği

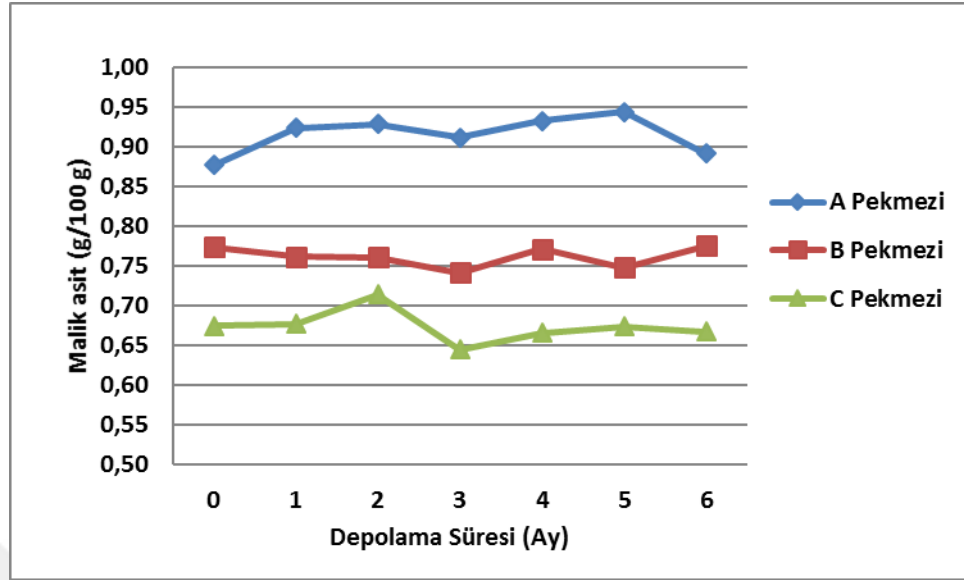
düşünülmektedir. Kaya vd. (2012) yaptıkları çalışmada 10 ticari ve 2 ev yapımı üzüm pekmezi örneklerini analiz etmişler ve malik asit değerlerini 0.08 ile 0.61 g/100g arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan bazı pekmezlerin bu değerler arasında olmamasının sebebi olarak uygulanan proses farklılıkları ve kullanılan hammaddelerin bileşimsel farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.43. 4 °C’de Depolanan Pekmezlerin Malik Asit Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	0.88±0 A,a	0.92±0.01 A,a	0.93±0.02 A,a	0.91±0.04 A,a	0.93±0.02 A,a	0.94±0.01 A,a	0.89±0.07 A,a
B	0.77±0 A,b	0.76±0.01 A,b	0.76±0 A,b	0.74±0.02 A,b	0.77±0.01 A,b	0.75±0.02 A,b	0.78±0.01 A,b
C	0.68±0 AB,c	0.68±0 AB,c	0.71±0.05 A,b	0.65±0.03 B,c	0.67±0.01 AB,c	0.67±0 AB,c	0.67±0.01 AB,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 4 °C’de depolanmaları sonucu MA değerlerinde depolama süresince A ve B pekmez örneklerinde önemli bir değişim gerçekleşmemiştir. C pekmez örneklerinde bazı dalgalanmalar meydana gelmesine rağmen depolama başlangıcı ile depolama sonuçları arasında istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. En yüksek MA miktarı A pekmez çeşidinde elde edilirken en düşük MA miktarı ise C pekmez çeşidi numunelerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.43, Şekil 4.25).



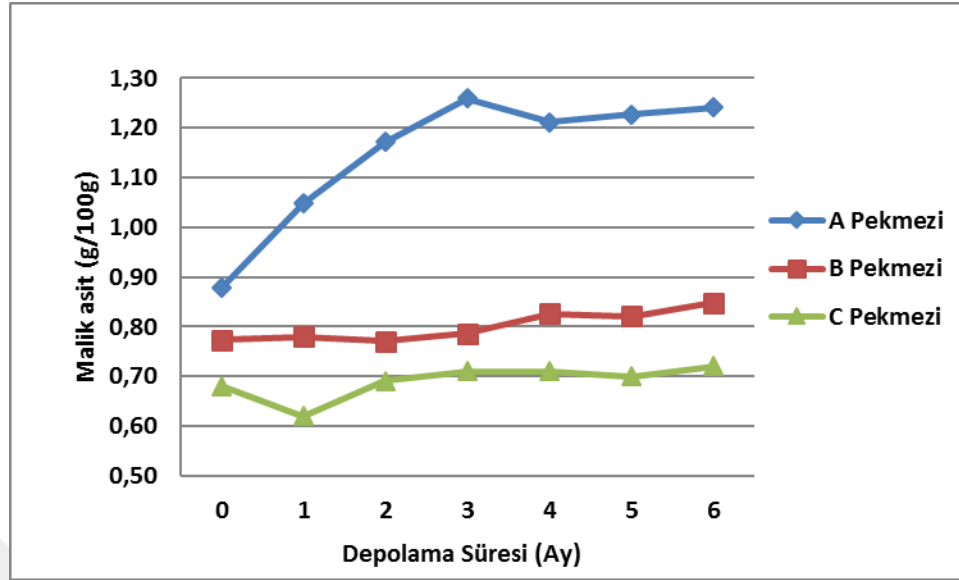
Şekil 4.25. 4°C’de Depolanan Pekmezlerin Malik Asit Değerleri

Çizelge 4.44. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin Malik Asit Değerleri(g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	0.88±0 D,a	1.05±0.01 C,a	1.17±0 B,a	1.26±0.05 A,a	1.21±0 AB,a	1.23±0.01 AB,a	1.24±0.01 A,a
B	0.77±0 C,b	0.78±0.01 C,b	0.77±0.01 C,b	0.79±0 C,b	0.83±0 AB,b	0.82±0 B,b	0.85±0.02 A,b
C	0.68±0 AB,c	0.62±0.04 B,c	0.69±0.01 AB,c	0.71±0.01 A,c	0.71±0.01 A,c	0.70±0.04 AB,c	0.72±0.05 A,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 25 °C’de depolanmaları sonucu MA değerlerinde depolama süresince A ve B pekmezlerinde genellikle depolama süresi arttıkça MA miktarında artışlar belirlenirken C pekmezinde ise çok büyük bir değişim meydana gelmeyerek depolama başlangıcı ile depolama sonrası MA değerleri istatistiksel bir fark göstermemiştir. En yüksek MA miktarı A pekmez çeşidinde 3. ay numunelerinde 1.26 g/100g değeri ile elde edilirken en düşük MA miktarı ise C pekmez çeşidi numunelerinde 0.62 g/ 100g değeri ile 1. ay örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.44, Şekil 4.26).



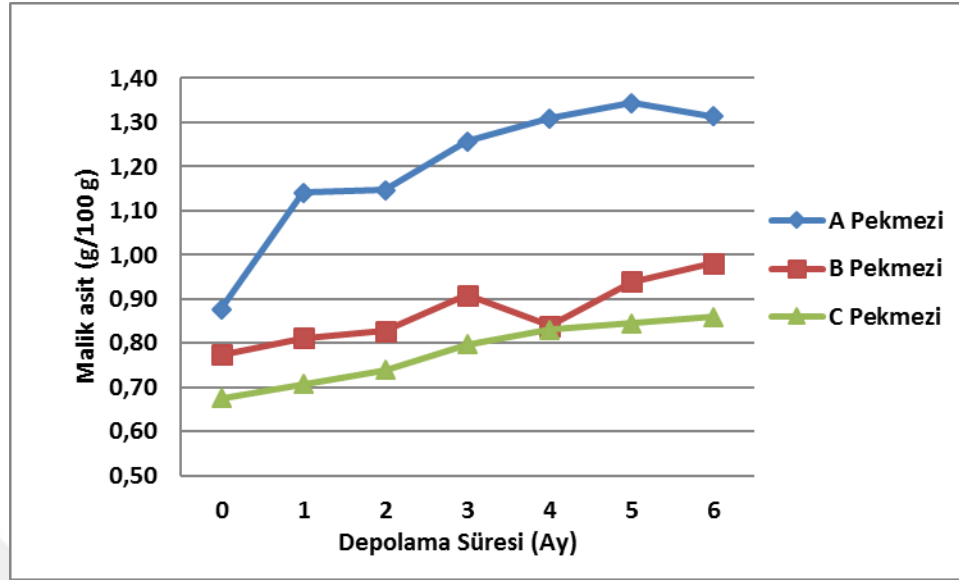
Şekil 4.26. 25 °C’de Depolanan Pekmezlerin Malik Asit Değerleri (g/100g)

Çizelge 4.45. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin Malik Asit Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
A	0,88±0 D,a	1,14±0 C,a	1,15±0,02 C,a	1,26±0 B,a	1,31±0,02 A,a	1,34±0,05 A,a	1,31±0,02 A,a
B	0,77±0 F,b	0,81±0,02 E,b	0,83±0,02 b	0,91±0 C,b	0,84±0,01 D,b	0,94±0 B,b	0,98±0,01 A,b
C	0,68±0 D,c	0,71±0,03 CD,c	0,74±0,03 C,b	0,80±0,01 B,c	0,83±0,01 AB,b	0,84±0 AB,c	0,86±0,01 A,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0,05$ düzeyinde farklıdır.

Üç farklı pekmez çeşidinin 37 °C’de depolanmaları sonucu MA değerlerinde depolama süresince üç pekmez çeşidinde de depolama süresi arttıkça genellikle MA miktarında artışlar belirlenmiştir. En yüksek MA miktarı A pekmez çeşidinde 5. ay örneklerinde 1,34 g/100g değeri ile elde edilirken en düşük MA miktarı ise C pekmez çeşidi numunelerinde 0,68 g/ 100g değeri ile 0. ay örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.45, Şekil 4.27).



Şekil 4.27. 37 °C’de Depolanan Pekmezlerin Malik Asit Değerleri

Çizelge 4.46. A Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Malik Asit Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	0.88±0 A,a	0.92±0.01 A,c	0.93±0.02 A,a	0.91±0.04 A,b	0.93±0.02 A,c	0.94±0.01 A,c	0.89±0.07 A,b
25 °C	0.88±0 D,a	1.05±0.01 C,b	1.17±0 B,a	1.26±0.05 A,a	1.21±0 AB,b	1.23±0.01 AB,b	1.24±0.01 A,a
37 °C	0.88±0 D,a	1.14±0 C,a	1.15±0.02 C,a	1.26±0 B,a	1.31±0.02 A,a	1.34±0.05 A,a	1.31±0.02 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

A pekmez çeşidinin 4 °C depolanması boyunca MA değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmezken, 25 °C ve 37 °C’de depolanmaları sonucu MA değerlerinde depolama süresince genellikle sıcaklığa bağlı olarak artışlar meydana gelmiştir. En yüksek değer 1.34 g/100 g değeri ile 37 °C de 5. ay örneğinde belirlenirken en düşük değer başlangıçta 0.88 g/100 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.47. B Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Malik Asit Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4 °C	0.77±0 A,a	0.76±0.01 A,b	0.76±0 A,b	0.74±0.02 A,c	0.77±0.01 A,b	0.75±0.02 A,c	0.78±0.01 A,c
25 °C	0.77±0 C,a	0.78±0.01 C,ab	0.77±0.01 C,b	0.79±0 C,b	0.83±0 AB,a	0.82±0 B,b	0.85±0.02 A,b
37 °C	0.77±0 F,a	0.81±0.02 E,a	0.83±0 DE,a	0.91±0 C,a	0.84±0.01 D,a	0.94±0 B,a	0.98±0.01 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

B pekmez çeşidinin 4 °C depolanması boyunca MA değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmezken, 25 °C ve 37 °C’de depolanmaları sonucu MA değerlerinde depolama süresince genellikle sıcaklığa bağlı olarak artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.48. C Pekmezinin Farklı Depolama Sıcaklıklarındaki Malik Asit Değerleri (g/100g)

Pekmez adı	Başlangıç	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
4°C	0.68±0 AB,a	0.68±0 AB,ab	0.71±0.05 A,a	0.65±0.03 B,c	0.67±0.01 AB,c	0.67±0 AB,b	0.67±0.01 AB,b
25°C	0.68±0 AB,a	0.62±0.04 B,b	0.69±0.01 AB,a	0.71±0.01 A,b	0.71±0.01 A,b	0.70±0.04 AB,b	0.72±0.05 A,b
37°C	0.68±0 D,a	0.71±0.03 CD,a	0.74±0.03 C,a	0.80±0.01 B,a	0.83±0.01 AB,a	0.84±0 AB,a	0.86±0.01 A,a

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

C pekmez çeşidinin 4 °C ve 25 °C depolanması boyunca MA değerlerinde çok büyük bir değişim meydana gelmezken, 37 °C’de depolanmaları sonucu MA değerlerinde depolama süresince genellikle sıcaklığa bağlı olarak artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.48).

4.2. Glikoz, Fruktöz, Tartarik Asit ve Malik Asit Model Sistemi Analiz Sonuçları

HMF oluşumu üzerine organik asit türümü yoksa pH değerininmi etkili olduğunun incelendiği model sistemde, ilave edilen tartarik asit oranı arttıkça örneklerin pH değerinin daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir. Bu durum ısıtma işlem sonrası elde edilen HMF miktarına yansımıştır. Tartarik asit oranı arttıkça örneklerin pH değerleri düşmüş ve HMF oluşumu daha yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Aynı oranlarda asit içeren ve pH değerleri 4.50 olarak ayarlanan örneklerde ise ısıtma işlem sonrası elde edilen HMF değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilmemiştir. Oral vd. (2013) yaptıkları çalışmada bazı fenolik maddelerin, fruktozun farklı organik asitler ile ısıtılmasıyla oluşan HMF seviyesine etkileri incelenmiştir. Tartarik asit içeren model sistemde oluşan HMF miktarını sitrik ve malik asit içeren sisteme göre daha yüksek oranlarda olduğunu belirlemiştir. Bu durumun nedeni olarak birinci iyonlaşma değerleri açısından tartarik asidin malik aside oranla daha yüksek olması olmasından kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir. Buna sebep olarak tartarik asidin iyonlaşma sabitinin yüksek olması asidin daha kuvvetli olmasını sağlamakta ve dolayısıyla da fruktozun asit ile ısıtılmasından ortaya çıkan HMF miktarını artırdığını düşündüklerini ifade etmişlerdir. Toker (2012) yaptığı çalışmada sıcaklık ve sürenin artmasıyla karamel ortamındaki şekerin HMF'ye dönüşümünün hızlandığını belirlemiştir. Özhan (2008) pH değeri düştükçe HMF oluşumunun artacağını bildirmektedir.

Çizelge 4.49. Glikoz, Fruktöz, Tartarik Asit ve Malik Asit Model Sistemi Sonucu Oluşan HMF Değerleri (ppm)

Tartarik Asit / Malik Asit	3. saat HMF (2. Grup)	3. saat (pH)*** HMF (1. Grup)	6. saat HMF (2. Grup)	6. saat (pH)*** HMF (1. Grup)
TA*	18.02±0.27 g	17.45±0.26 gh	81.99±1.23 a	80.31±1.21 bc
MA**	14.53±0.22 ı	17.15±0.26 gh	67.78±1.02 f	79.69±1.20 c
1	16.10±0.24 h	17.79±0.27 g	74.85±1.13 e	80.31±1.24 bc
2	16.90±0.26 gh	17.61±0.26 gh	77.63±1.17 d	80.35±1.21 bc
3	17.13±0.25 gh	17.16±0.26 gh	79.02±1.19 cd	78.87±1.19 cd

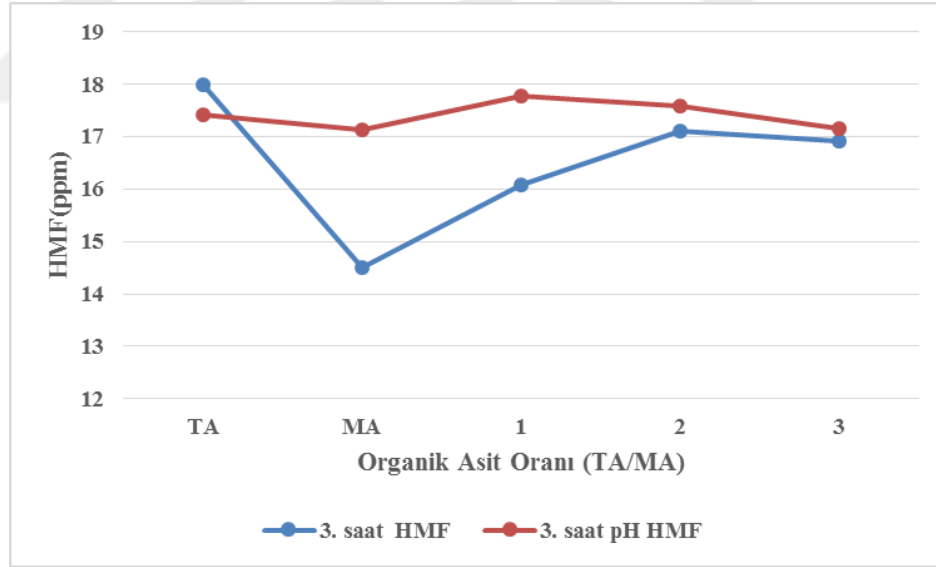
Farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

*Sadece Tartarik asit içermektedir

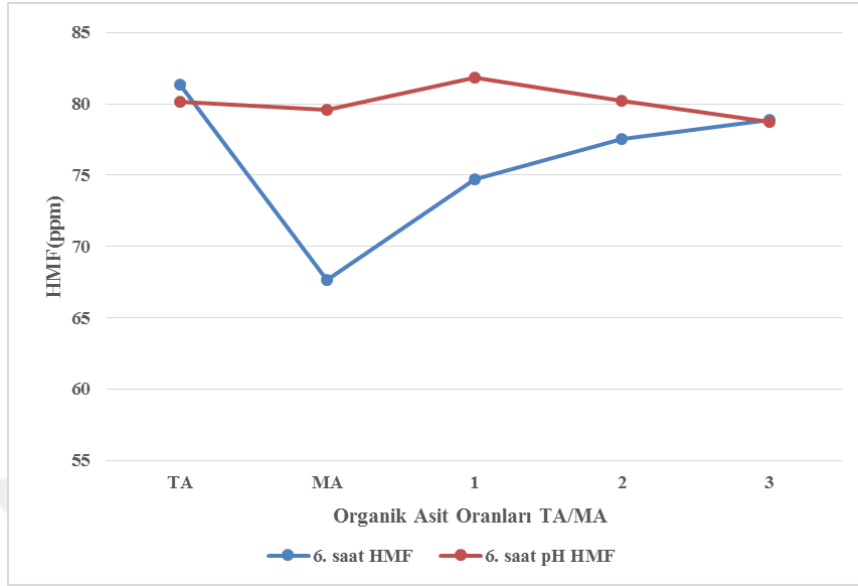
**Sadece Malik asit içermektedir

*** pH değeri 4.50 olarak ayarlanmış

Farklı oranlarda TA ve MA içeren model sistemlerde pH değerleri 4.500 olarak ayarlanan ve 1. grup örneklerini oluşturan (3. saat pH (HMF), 6. saat pH (HMF), model sistem koşullarında HMF miktarları içerisine eklenen organik asit oranlarından bağımsız olarak aynı grupta yer almış ve istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. pH değeri ayarlanmayan ve 2. grup örneklerini oluşturan (3. saat HMF ve 6. saat HMF), model sistem koşullarında çözeltideki tartarik asit miktarı arttıkça oluşan HMF miktarında arttığı belirlenmiştir. Buradaki artışın sebebi aynı miktardaki TA'nın pH değerini MA'ye göre daha fazla düşürmesi olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.49, , Şekil 4.28, Şekil 4.29). Yapılan model çalışmasında TA ve MA oranları birbirinden oldukça farklı olmasına rağmen pH değerleri eşitlendiği zaman ısı işlem etkisiyle oluşan HMF miktarları arasında istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Model sistem koşullarında pH değerinin HMF oluşumu üzerine oldukça etkili olduğu , organik asit türünün ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.28. Glikoz, Fruktöz, Tartarik Asit ve Malik Asit Model Sistemi 3. Saat HMF Değerleri



Şekil 4.29. Glikoz, Fruktöz, Tartarik Asit ve Malik Asit Model Sistemi 6. Saat HMF Değerleri

4.3. Başlangıç HMF Değerleri Farklı Model Sistemi Analiz Sonuçları

Bu model sistem çalışması kapsamında hammaddenin başlangıç HMF değerinin proses ve depolama boyunca oluşacak HMF değeri üzerine herhangi bir etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Fabrika koşullarında genellikle başlangıç HMF değeri yüksek hammaddelerden ısıtma işlemi sonrasında HMF oranı daha yüksek ürünler elde edilmektedir. Bu duruma ortamda bulunan HMF'nin sonradan oluşacak HMF'yi katalizleyebileceği düşünülerek bu model sistem çalışması yapılmıştır. Çalışma sonunda aynı özelliklere sahip model ortamlarına farklı oranlarda HMF eklenerek bu HMF'nin herhangi bir etkisinin olup olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.50. Başlangıç HMF Değerleri Farklı Model Sistemi Analiz Sonuçları (ppm)

Eklenen HMF	2. saat HMF	6. Saat HMF	(6. Saat - 2. Saat HMF)
0.00	0.52±0.10	4.14±0.10	3.62±0.13a
2.00	2.52±0.35	6.16±0.70	3.64±0.35a
4.00	4.85±0.35	8.45±0.40	3.60±0.16a
8.00	9.34±0.56	13.17±0.35	3.83±0.23a
16.00	17.81±0.56	21.48±0.48	3.67±0.17a

Farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Farklı başlangıç HMF değerlerine sahip model sistemler oluşturularak başlangıç HMF değerinin sonradan oluşacak HMF üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada 6. saat ve 2. saatlerde oluşan HMF miktarları arasındaki fark kullanılarak yapılan hesaplamalarda model sistem şartlarında başlangıç HMF miktarının sonradan oluşacak HMF miktarına çok büyük bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.50). Başlangıç HMF değeri yüksek hammaddelerden ısıtılma işlem sonrasında elde edilen ürünlerin genellikle daha yüksek HMF içermektedir. Bu durumun sebebi, ürün içerisindeki başlangıç HMF'nin değil, ürünün kimyasal yapısının daha kolay HMF oluşturabilmesinden dolayı hem başlangıç HMF değerinin yüksek hemde ısıtılma işlem sonrasında oluşan HMF değerinin yüksek olduğu düşünülmektedir.

4.4. Farklı üzüm şıralarında ısıtılma işlem denemeleri analiz sonuçları

Çizelge 4.51. Isıtılma İşlemin Üzüm Şıralarının Tartarik Asit Miktarı Üzerine Etkisi (g/100g)

	Üzüm çeşidi	Başlangıç (0. saat)	Sonuç (6. saat)
Kuru üzüm	İzmir çekidesiz /küçük	0.269±0.003 A,ef	0.277±0.003 A,de
	Siyah çekirdeksiz	0.238±0.003 B,h	0.270±0.003 A,e
	Besni	0.272±0.003 A,ef	0.279±0.004 A,de
	Antep	0.342±0.004 B,b	0.358±0.005 A,b
	Konya yeşil	0.239±0.003 A,h	0.245±0.003 A,g
	Banazı	0.287±0.004 A,d	0.288±0.004 A,d
	İzmir çekidesiz /büyük	0.392± 0.005 B,a	0.416±0.005 A,a
Taze üzüm	Kureyş	0.263±0.003 A,fg	0.268±0.003 A,e
	Pütürge	0.222±0.003 B,ı	0.233±0.003 A,h
	Köhnü	0.252±0.003 A,g	0.259±0.003 A,f
	İzmir	0.274±0.003A,ef	0.279±0.004 A,de
	Şilfoni	0.264±0.003 B,fg	0.279±0.004 A,de
	Red Gobe	0.289±0.004 B,d	0.273±0.003 A,e
	Mevlana	0.319±0.004 A,c	0.326±0.004 A,c

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden P< 0,05 düzeyinde farklıdır.

°Briks ve pH değerleri eşitlenen üzüm şıralarının başlangıç ve 6 saatlik ısıtılma işlem sonunda elde edilen tartarik asit analiz sonuçları Çizelge 4.51'de verilmiştir. Uygulanan ısıtılma işlem sonrası genellikle TA miktarında artışlar belirlenmiştir. Başlangıç

numunelerinde en yüksek TA değeri 0.392 g/100g ile (İzmir çekirdeksiz (büyük) üzümünde tespit edilirken en düşük TA değeri 0.222 g/100g değeri Pütürge üzüm çeşidinde tespit edilmiştir. Uygulanan ısıl işlem sonrası başlangıç numuneleriyle uygun biçimde en yüksek TA 0.416 g/100g değeri ile (İzmir çekirdeksiz (büyük) üzümünde tespit edilirken en düşük TA değeri 0.233 g/100g değeri Pütürge üzüm çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.51). Üzüm pekmezi örneklerinin depolanması sırasında TA değerlerinde meydana gelen artışlar farklı üzüm şıralarına uygulanan ısıl işlem sonrasında da belirlenmiştir. Bu artışın nedeniyle ilgili bir literatür çalışmasına raslanılmamış olup enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu ürünlerinin analiz değerlerini etkilediği düşünülmektedir.

Çizelge 4.52. Isıl İşlemin Üzüm Şıralarının Malik Asit Miktarı Üzerine Etkisi (g/100g)

	Üzüm çeşidi	Başlangıç (0. saat)	Sonuç (6. saat)
Kuru üzüm	İzmir çekirdeksiz /küçük	0.145±0.002 B,b	0.150±0.002 A,bc
	Siyah çekirdeksiz	0.073±0.001 B,g	0.095±0.001 A,e
	Besni	0.041±0.001 B,ı	0.051±0.001 A,ı
	Antep	0.099±0.001 B,e	0.110±0.001 A,d
	Konya yeşil	0.054±0.001 B,h	0.067±0.001 A,g
	Banazı	0.053±0.001 B,h	0.061±0.001 A,h
	İzmir çekirdeksiz /büyük	0.122±0.001 B,d	0.147±0.001 A,bc
Taze üzüm	Kureyş	0.099±0.001 B,e	0.106±0.001 A,d
	Pütürge	0.024±0 B,j	0.036±0 A,j
	Köhnü	0.055±0.001 B,h	0.061±0.001 A,h
	İzmir	0.089±0.001 A,f	0.090±0.001 A,f
	Şilfoni	0.076±0.001 B,g	0.110±0.001 A,d
	Red Gobe	0.163±0.002 A,a	0.163±0.002 A,a
	Mevlana	0.130±0.001 B,c	0.155±0.002 A,bc

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0,05$ düzeyinde farklıdır.

°Briks ve pH değerleri eşitlenen üzüm şıralarının başlangıç ve 6 saatlik ısıl işlem sonunda elde edilen malik asit analiz sonuçları Çizelge 4.52’de verilmiştir. Uygulanan ısıl işlem sonrası genellikle MA miktarında artışlar belirlenmiştir. Başlangıç numunelerinde en yüksek MA 0.163 g/100g değeri ile Red globe üzümünde tespit edilirken en düşük MA değeri 0.024 g/100g değeri Pütürge üzüm çeşidinde tespit

edilmiştir. Uygulanan ısıt işlem sonrası başlangıç numuneleriyle uygun biçimde en yüksek MA 0.163 g/100g değeri ile Red globe üzümünde tespit edilirken en düşük MA değeri 0.036 g/100g değeri Pütürge üzüm çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.52). Farklı üzüm şıralarına uygulanan ısıt işlem sonrasında aynı TA değerlerinde olduğu gibi MA değerlerinde meydana gelen artışlar da belirlenmiştir. Bu artışın nedeniyle ilgili bir literatür çalışmasına raslanılmamış olup enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu ürünlerinin analiz değerlerini etkilediği düşünülmektedir.

Çizelge 4.53. Isıt İşlemin Üzüm Şıralarının Glikoz Miktarı Üzerine Etkisi (g/100g)

	Üzüm çeşidi	Başlangıç (0. saat)	Sonuç (6. saat)
Kuru üzüm	İzmir çekidesiz /küçük	6.08±0.07 A,fg	5.98±0.07 A,fg
	Siyah çekirdeksiz	6.10±0.07 A,fg	5.59±0.06 B,h
	Besni	6.85±0.08 A,b	6.49±0.07 B,bc
	Antep	6.47±0.07 A,d	6.21±0.07 B,de
	Konya yeşil	7.52±0.08 A,a	6.30±0.07 B,cde
	Banazı	6.39±0.07 A,de	6.10±0.07 B,ef
	İzmir çekidesiz /büyük	6.05±0.07 A,fg	5.81±0.06 B,g
Taze üzüm	Kureyş	6.76±0.07 A,bc	6.93±0.08 A,a
	Pütürge	6.44±0.07 A,d	6.22±0.07 B,de
	Köhnü	6.59±0.07 A,cd	6.53±0.07 A,b
	İzmir	5.94±0.07 A,g	5.98±0.07 A,fg
	Şilfoni	6.74±0.07 A,bc	6.34±0.07 B,bcd
	Red Gobe	5.21±0.06 A,h	5.21±0.06 A,ı
	Mevlana	6.21±0.07 A,ef	5.94±0.07 B,fg

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0,05$ düzeyinde farklıdır.

°Briks ve pH değerleri eşitlenen üzüm şıralarının başlangıç ve 6 saatlik ısıt işlem sonunda elde edilen glikoz analiz sonuçları Çizelge 4.53'te verilmiştir. Uygulanan ısıt işlem sonrası genellikle glikoz miktarında bir miktar azalış belirlenmiştir. Başlangıç numunelerinde en yüksek glikoz değeri 7.52 g/100g değeri ile Konya yeşil üzümünde tespit edilirken en düşük glikoz değeri 5.21 g/100g değeri Red globe üzüm çeşidinde tespit edilmiştir. Uygulanan ısıt işlem sonrası en yüksek glikoz değeri 6.93 g/100g değeri ile Kureyş üzümünde tespit edilirken en düşük glikoz değeri 5.21 g/100g değeri Red globe üzüm çeşidinde tespit edilmiştir. Isıt işlem sonucu şekerlerin miktarında

meydana gelen azalmalar; şekerlerin degradasyona uğramaları ve Maillard reaksiyonuna katılmalarından dolayı olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.53).

Çizelge 4.54. Isıl İşlemin Üzüm Şıralarının Fruktoz Miktarı Üzerine Etkisi (g/100g)

	Üzüm çeşidi	Başlangıç (0. saat)	Sonuç (6. saat)
Kuru üzüm	İzmir çekidesiz /küçük	6.40±0.07 A,fg	6.35±0.07 A,efg
	Siyah çekirdeksiz	6.18±0.07 A,g	5.64±0.06 B, ₁
	Besni	6.52±0.07 A,ef	6.23±0.07 B, fgh
	Antep	6.35±0.07 A,fg	6.02±0.07 B,h
	Konya yeşil	7.62±0.08 A,a	6.39±0.07 B,def
	Banazı	6.20±0.07 A,g	5.77±0.06 B, ₁
	İzmir çekidesiz /büyük	6.36±0.07 A,fg	6.04±0.07 B,h
Taze üzüm	Kureyş	6.83±0.08 A,cd	6.71±0.07 A,bc
	Pütürge	7.16±0.08 A,b	6.89±0.08 B,ab
	Köhnü	6.71±0.07 A,de	6.57±0.07 A,cd
	İzmir	7.00±0.08 A,bc	6.95±0.08 A,a
	Şilfoni	6.93±0.08 A,cd	6.46±0.07 B,de
	Red Gobe	6.31±0.07A,fg	6.16±0.07 A,gh
	Mevlana	7.03±0.08 A,bc	6.47±0.07 B,de

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0,05$ düzeyinde farklıdır.

°Briks ve pH değerleri eşitlenen üzüm şıralarının başlangıç ve 6 saatlik ısıtıl işlem sonunda elde edilen fruktoz analiz sonuçları Çizelge 4.54'te verilmiştir. Uygulanan ısıtıl işlem sonrası genellikle fruktoz miktarında bir miktar azalış belirlenmiştir. Başlangıç numunelerinde en yüksek fruktoz değeri 7.62 g/100g değeri ile Konya yeşil üzümünde tespit edilirken en düşük fruktoz değeri 6.18 g/100g değeri siyah çekirdeksiz üzüm çeşidinde tespit edilmiştir. Uygulanan ısıtıl işlem sonrası en yüksek fruktoz değeri 6.95 g/100g değeri ile İzmir üzümünde tespit edilirken en düşük fruktoz değeri 5.64 g/100g değeri siyah çekirdeksiz üzüm çeşidinde tespit edilmiştir. Isıl işlem sonucu şekerlerin miktarında meydana gelen azalmalar; şekerlerin degradasyona uğramaları ve Maillard reaksiyonuna katılmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.55. Isıl İşlemin Üzüm Şıralarının HMF Miktarı Üzerine Etkisi (ppm)

	Üzüm çeşidi	Başlangıç	1. saat	2. saat	3. saat	4. saat	5. saat	6. saat
Kuru üzüm	İzmir çekidesiz /küçük	3.18± 0.03 G,c	4.74± 0.05 F,c	6.21± 0.07 E,c	8.57± 0.09 D,d	10.83± 0.12 C,d	13.85± 0.15 B,d	16.70± 0.18 A,d
	Siyah çekirdeksiz	30.31± 0.33 G,a	41.55± 0.46 F,a	46.68± 0.51 E,a	56.23± 0.62 D,a	82.26± 0.90 C,a	98.24± 1.08 B,a	109.17± 1.20 A,a
	Besni	1.45± 0.00 G,d	1.90± 0.02 F,f	2.89±0.03 E,e	4.44± 0.05 D,f	6.79± 0.07 C,f	9.07± 0.10 B,f	11.16± 0.12 A,f
	Antep	1.53± 0.02 G,d	3.07± 0.03 F,d	5.92± 0.07 E,c	10.22± 0.11 D,c	15.09± 0.17 C,c	18.83± 0.21 B,c	22.23± 0.24 A,c
	Konya yeşil	1.00± 0.02 G,e	1.24± 0.01 F,g	1.84± 0.02 E,f	2.78± 0.03 D,g	4.18± 0.05 C,g	6.40± 0.07 B,g	7.35± 0.08 A,g
	Banazı	1.69± 0.01 G,d	2.36± 0.03 F,e	3.70± 0.04 E,d	6.33± 0.07 D,e	9.06± 0.10 C,e	12.82± 0.14 B,e	13.89± 0.15 A,e
	İzmir çekidesiz /büyük	7.21± 0.02 G,b	9.23± 0.10 F,b	12.92± 0.14 E,b	18.21± 0.20 D,b	24.13± 0.27 C,b	31.20± 0.34 B,b	34.18± 0.38 A,b
	Kureyş	t.e.	0.40± 0 F,h	0.66± 0.01 E,g	1.26± 0.01 D,h	1.89± 0.02 C,h	3.10± 0.03 B,h	4.50± 0.05 A,h
	Pütürge	t.e.	0.62± 0.01 F,h	0.86± 0.01 E,g	1.47± 0.02 D,h	2.15± 0.02 C,h	3.31± 0.04 B,h	4.80± 0.05 A,h
	Köhnü	t.e.	0.41± 0 F,h	0.66± 0.01 E,g	1.23± 0.01 D,h	1.80± 0.02 C,h	3.08± 0.03 B,h	4.33± 0.05 A,h
Yaş üzüm	İzmir	t.e.	0.29±0 F,h	0.64± 0.01 E,g	1.36± 0.02 D,h	2.17± 0.02 C,h	3.57± 0.04 B,h	5.34± 0.06 A,h
	Şilfoni	t.e.	0.33± 0 F,h	0.56± 0.01 E,g	1.10± 0.01 D,h	1.75± 0.02 C,h	3.14± 0.03 B,h	4.54± 0.05 A,h
	Red Gobe	t.e.	0.27± 0 F,h	0.56± 0.01 E,g	1.14± 0.01 D,h	1.86± 0.02 C,h	3.05± 0.03 B,h	4.97± 0.05 A,h
	Mevlana	t.e.	0.30± 0 F,h	0.57± 0.01 E,g	1.12± 0.01 D,h	2.03± 0.02 C,h	3.35± 0.04 B,h	5.05± 0.06 A,h

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0,05$ düzeyinde farklıdır.

t.e. Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

°Briks ve pH değerleri eşitlenen üzüm şıralarının başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saatlik ısıtma işlem sonunda elde edilen HMF analiz sonuçları Çizelge 4.55'te verilmiştir. Bu artış oranı kuru üzümünden hazırlanan üzüm şıralarında çok daha büyük oranlarda meydana gelmiştir. 30.31 ppm başlangıç değeriyle en yüksek HMF değeri Siyah çekirdeksiz üzümde tespit edilirken en düşük HMF değeri ise 0.24 ppm değeri ile Red globe üzüm çeşidinde belirlenmiştir. Uygulanan ısıtma işlem sonrası ısıtma işlem süresi arttıkça oluşan HMF miktarıda büyük oranda artmıştır. 6 saatlik ısıtma işlem sonrası en yüksek HMF değeri 109.17 ppm değeri ile Siyah çekirdeksiz üzüm çeşidinde tespit edilirken en düşük HMF değeri ise 4.33 ppm değeri ile Köhnü üzüm çeşidinde belirlenmiştir. Uygulanan ısıtma işlemleri boyunca kuru üzümlerden elde edilen sularda daha yüksek oranlarda HMF oluştuğu belirlenmiştir. Taze üzümünden elde edilen üzüm şıralarında ise HMF oluşumu düşük oranlarda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.55).

Aynı °briks değeri ve pH değerlerine sahip üzüm şıralarında, çok farklı oranlarda HMF oluştuğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında pekmeze işlenecek hammaddenin içeriğinin HMF oluşumu açısından oldukça etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.56. Isıl İşlemin Üzüm Şıralarının Furfural Miktarı Üzerine Etkisi (ppm)

	Üzüm çeşidi	Başlangıç	1. saat	2. saat	3. saat	4. saat	5. saat	6. saat
Kuru üzüm	İzmir çekidesiz /küçük	0.14±0 G,d	0.42± 0 F,c	0.51± 0.01 E,f	0.73±0.01 D,f	1.07±0.01 C,g	1.53±0.02 B,g	2.01±0.02 A,h
	Siyah çekirdeksiz	1.64± 0.02 G,a	1.77± 0.02 F,a	2.01± 0.02 E,a	2.80±0.03 D,a	4.78±0.05 C,a	5.91±0.07 A,a	5.67±0.06 B,a
	Besni	t.e.	0.14± 0 F,d	0.55± 0.01 E,e	0.98±0.01 D,e	1.56±0.02 C,e	2.18±0.02 B,e	2.78±0.03 A,e
	Antep	t.e.	0.41± 0 F,c	1.03±0.01 E,c	2.07±0.02 D,c	3.30±0.04 B,c	3.21±0.04 C,d	4.82±0.05 A,c
	Konya yeşil	t.e.	0.14± 0 F,d	0.36±0 E,g	0.71±0.01 D,fg	1.21±0.01 C,f	1.75±0.02 B,f	2.05±0.02 A,gh
	Banazı	0.28±0 G,c	0.41± 0 F,c	0.77±0.01 E,d	1.36±0.01 D,d	2.03±0.02 C,d	3.43±0.04 A,c	3.22±0.04 B,d
	İzmir çekidesiz /büyük	0.65±0.01 G,b	1.02± 0.01 F,b	1.65±0.02 E,b	2.62±0.03 D,b	3.57±0.04 C,b	4.88±0.05 B,b	5.24±0.06 A,b
	Kureyş	t.e.	t.e.	t.e.	0.56±0.01 D,h	0.87±0.01 C,ı	1.44±0.02 B,gh	2.12±0.02 A,g
Yaş üzüm	Pütürge	t.e.	t.e.	t.e.	0.41±0 D,j	0.70±0.01 C,j	1.09±0.01 B,j	1.50±0.02 A,j
	Köhnü	t.e.	t.e.	t.e.	0.47±0.01 D,ı	0.74±0.01 C,j	1.22±0.01 B,ı	1.67±0.02 A,ı
	İzmir	t.e.	t.e.	0.33±0 E,g	0.67±0.01 D,g	1.10±0.01 C,g	1.69±0.02 B,f	2.25±0.02 A,f
	Şilfoni	t.e.	t.e.	t.e.	0.49±0.01 D,ı	0.83±0.01 C,ı	1.38±0.02 B,h	1.99±0.02 A,h
	Red Gobe	t.e.	t.e.	t.e.	0.57±0.01 D,h	0.83±0.01 C,ı	1.08±0.01 B,j	1.69±0.02 A,ı
	Mevlana	t.e.	t.e.	t.e.	0.60±0.01 D,h	0.97±0.01 C,h	1.52±0.02 B,g	2.07±0.02 A,gh

Aynı satırlardaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $P < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

t.e. Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

°Briks ve pH değerleri eşitlenen üzüm şıralarının başlangıç. 1. 2. 3. 4. 5 ve 6 saatlik ısıtım sonunda elde edilen furfural analiz sonuçları Çizelge 4.56’da verilmiştir. Bu artış oranı kuru üzümde hazırlanan üzüm şıralarında çok daha büyük oranlarda meydana gelmiştir. 1.64 ppm başlangıç değeriyle en yüksek furfural değeri siyah çekirdeksiz üzümde tespit edilirken bir çok üzüm çeşidinde başlangıçta furfural tespit edilememiştir. Uygulanan ısıtım sonrası ısıtım süresi arttıkça oluşan furfural miktarında belirli bir ölçüde artmıştır. 6 saatlik ısıtım sonrası en yüksek furfural değeri 5.67 ppm değeri ile Siyah çekirdeksiz üzüm çeşidinde tespit edilirken en

düşük furfural değeri ise 1.50 ppm değeri ile Pütürge üzüm çeşidinde belirlenmiştir. Uygulanan ısıt işlemler boyunca kuru üzümlerden elde edilen sularda daha yüksek oranlarda furfural oluştuğu belirlenmiştir. Taze üzümden elde edilen üzüm şıralarında ise furfural oluşumu düşük oranlarda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.56).



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemizde uzun yıllardır geleneksel yöntemlerle üretilen ve geleneksel gıdalarımız arasında olan üzüm pekmezi, üzümün yetiştirildiği tüm bölgelerde üretilmektedir. Geleneksel olarak üzümlerin pekmeze işlenmesinde uygulanan yüksek ısı işlemlerin pekmezin besleyici değerini düşürmesinin yanında yüksek oranda HMF oluşumuna da neden olacağı bilinmektedir. Son yıllarda tüketicilerin sağlık bilincinin artmasıyla sağlıklı gıdaya olan eğilim günden güne artmaktadır. Bu duruma bağlı olarak gıdaların daha uygun koşullarda besleyici değerini koruyarak daha sağlıklı şartlarda üretilmesi; insan sağlığının korunması ve yasal bazı zorunluluklar nedeniyle oldukça önem kazanmaktadır. Son yıllarda gıda sanayiinde teknolojik gelişmelerin proses aşamalarına dahil edilmesiyle daha sağlıklı gıda maddeleri üretilmektedir. Pekmez üretiminde de bu modern teknolojik üretim imkanları büyük ölçüde kullanılmaktadır. Modern yöntemlerle teknolojinin prosese dahil edildiği üzüm pekmezi üretiminde genellikle çerezlik olarak tüketilmeyen kuru üzüm kullanılmaktadır. Bu nedenle hammadde olarak fabrikalar ülkemizin değişik yörelerinde yetiştirilen üzüm çeşitlerini kullanabilmektedirler. Kullanılan bu üzüm çeşitlerinin kimyasal yapılarının birbirinden oldukça farklı olmasından dolayı fabrika koşullarında aynı proses işlemleri uygulansa bile gerek proses sonrası nihai üründe gerekse de bu ürünlerin pazara sunulduktan sonraki raf ömrü boyunca meydana gelen kimyasal değişiklikler büyük farklılıklar göstermektedir.

Çalışmada üç farklı yöreden elde edilen pekmezler 4°C, 25 °C ve 37 °C' lik sıcaklıklarda 6 ay süresince depolanmışlardır. Depolama süresince 3 farklı pekmez çeşidinde depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça üzümlerde meydana gelen HMF miktarlarında genellikle önemli derecede artışlar olmuştur. HMF değerlerinde en büyük artış 37 °C'de depolanan pekmezlerde meydana gelmiştir. Depolama süresi ve sıcaklığı arttıkça genellikle pekmez örneklerinin pH değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. pH değerlerindeki en büyük düşüşler 37 °C'de depolanan pekmezlerde meydana gelmiştir. Depolama süresi ve farklı sıcaklıklarda depolanan örneklerin kül ve °briks değerleri üzerine çok büyük bir etkisi gözlenmemiş, depolama boyunca genellikle sabit kaldıkları belirlenmiştir. Depolama süresince pekmez örneklerinin glikoz değerlerinde özellikle 37 °C'de azalmalar belirlenmiş fruktoz değerlerinde ise çok büyük bir değişim

belirlenmemiştir. Pekmez örneklerinin TA ve MA değerleri depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça artış gösterdiği belirlenmiştir. Üç pekmez örneği depolama boyunca HMF değerinin değişmesi açısından büyük farklılıklar sergilemişlerdir. Bu nedenle pekmezlerin üretim sonrası depolama koşullarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Üretildiği zaman HMF değerleri açısından, Türk Gıda Kodeksi'ne ve TSE değerlerine uygun şekilde üretilen pekmezlerin depolama koşullarına bağlı olarak bu değerleri aşabileceği belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında 7 yaş 7 kuru olmak üzere 14 farklı üzüm şirasına uygulanan ısıtma işlemi sonrası kimyasal değerlerinde farklı değişimlerin meydana geldiği belirlenmiştir. Kuru üzümlerden elde edilen üzüm şıralarından taze üzüm şıralarına göre genellikle daha yüksek oranlarda HMF ve furfural oluştuğu belirlenmiştir. Üzüm şıralarına uygulanan ısıtma işlemi süresi arttıkça HMF, furfural, tartarik ve malik asit oranları artarken glikoz ve fruktoz değerlerinde azalmalar belirlenmiştir. Üzüm çeşidinin oluşacak HMF üzerine oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada ayrıca farklı oranlarda TA ve MA içeren model sistemlerde eğer sistemin pH değerleri eşitlenmezse TA'nın MA'ya göre pH değerini daha çok düşürdüğünden oluşan HMF değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Farklı başlangıç HMF değerinin HMF oluşumuna etkisinin araştırıldığı model sistemde HMF oluşumu üzerine başlangıç HMF miktarının model sistem koşullarında herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak pekmez üretiminde hammadde olarak kullanılacak üzüm çeşidinin elde edilen pekmezin üretim ve depolama boyunca kimyasal özellikleri üzerine önemli derecede etkileri olduğu düşünülmektedir. Pekmez üretileceği zaman bu parametrelerin göz önünde bulundurulmasının yararı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abraham, K., Gurtler, R., Berg, K., Heinemeyer, G., Lampen, A. and Appel, K. E., (2011), Toxicology and risk assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in food, *Mol. Nutr. Food Res.*, **55**, 667–678.
- Akaydın (İyibil), M. D. (2009). *Ticari olarak üretilen bazı sıvı ve katı üzüm pekmezlerinin özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Akkaya, D. E. (2016). *Piyasada satılan bazı elma sularında HPLC yöntemiyle HMF (Hidroksimetilfurfural) tayini*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.
- Akkaya, Z. (2010). *Pekmezin kurutulması sonucunda elde edilen ürünün karakterizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Akpınar, K. (2000). *Maillard reaksiyonunun model çalışmaları*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Alais, C. , Linden, G. (1991). Non-enzymatic browning-the Maillard reaction. In “*Food Biochemistry*”. I. D. Morton (Ed.), Ellis Horwood Limited, p. 222, England.
- Alpar, Ş.(2011). *Geleneksel yöntemle üretilen üzüm pekmezinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Anonymous. (2018a). <http://www.fao.org/faostat/> (on-line access on 02, May, 2018).
- Anonymous. (2018b). <http://www.usda.gov> (on-line access on 02, May, 2018).
- Anonymous. (2018c). <http://www.tuik.gov.tr> (on-line access on 02, May, 2018).
- Anonymous. (2018d). <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/06/20170930-24.htm> (on-line access on 02, May, 2018).
- Anonymous. (2018e) <http://lclane.net/text/bufftab2.html> (on-line access on 02, May,2018).
- Aras, Ö. (2006). *Üzüm ve üzüm ürünlerinin toplam karbonhidrat, protein, mineral madde ve fenolik bileşik içeriklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Arpa T. E., Cabaroğlu T. (2018) Elazığ yöresinde yetiştirilen kösetevек üzüm çeşidinin kalite kırmızı şarap üretim potansiyelinin belirlenmesi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. Cilt: 35-6
- Aslanova, D. (2005). *Reçel üretimi ve depolanması sürecinde HMF oluşum kinetiği*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Aydınlık, Z. (2012). *Niğde ilinde üretilen üzüm pekmezi örneklerinin fenolik madde içeriğinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Boranbayeva Togzhan (2011). *Karadut suyunda biyoaktif bileşikler ve antioksidan aktivitenin depolamada değişimi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

- Bozkurt, H. (1996). *Kinetics of color changes due to maillard reactions in model food systems*. A Master Thesis, University of Gaziantep, Gaziantep.
- Bozkurt, H., Göğüş, F., Eren, S. (1998). Pekmezde Maillard Esmerleşme Reaksiyonlarının Kinetik Modellenmesi. *Tr. J. of Engineering and Environmental Science*. **22**, 455 - 460.
- Buhurcu, H. (2004). *Bazı şaraplık üzüm çeşitlerinde farklı gelişme dönemlerinde tanelerdeki organik asit dağılımı*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Burdurlu, H. S. and Karadeniz, F., 2003, Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates, *Food Chem.*, **80**, 91–97.
- Burdurlu, H.S., Koca, N. , Karadeniz, F., (2006). Degradation of Vitamin C in Citrus Juice Concentrates During Storage. *Journal of Food Engineering*, **74**: 211-216.
- Cabaroğlu, T. ve Yılmaztekin, M. (2006). *Üzümün Bileşimi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri*.(pp:999-1004) Buldan Sempozyumu, 999-1004, 23-24 Kasım, Denizli.
- 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** 79-810.
- Carolina, P. L., 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** 6717-6723.
- Cemeroğlu, B. (2004). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi I. Cilt*. Başkent Kışe Matbaacılık, Ankara, 670 p.
- Cemeroğlu, B., (1982). *Meyve Suyu Üretim Teknolojisi*. Teknik Basım Matbaası, Ankara.
- Çelik, H., Çelik, S., Marasalı Kunter, B., Söylemezoglu, G., Boz, Y., Özer, C., Atak, A. (2005). Bağcılıkta Gelişme ve Üretim Hedefleri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi*. Cilt II. 565-588.
- Çoklar, H. (2007). Aktif kömür uygulamasının ticari elma suyu konsantresindeki Hidroksimetilfurfural (HMF) ve toplam fenolik madde düzeyi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Çoklar, H. (2012). *İyon değiştirici ve adsorban uygulaması ile beyaz ve kırmızı üzüm sularından üretilen pekmezlerde Maillard reaksiyonunun kontrol altına alınması ve depolamadaki değişimin belirlenmesi*, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Duran, Z. (2014). *Malatya ve Elazığ illerinde yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin organik asit, şeker ve fenolik madde bileşikleri ile antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Durling L. J. K., Busk L., Hellman B. E. (2009) Evaluation of the DNA damaging effect of the heat-induced food toxicant 5-hydroxymethylfurfural (HMF) in various cell lines with different activities of sulfotransferases. *Food and Chemical Toxicology*. **47** 880–884.

- Durmaz, G., Gökmen, V., (2010), Determination of 5-hydroxymethyl-2-furfural and 2-furfural in oils as indicators of heat pre-treatment, *Food Chem.*, **123** (3), 912-916.
- Ekici, L. (2005). *Farklı polimer filmlerde ambalajlanan üzüm suyu konsantrlerinde HMF oluşumu*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara
- Ekici, L., Karacan, S., Velioglu, Y. S. (2008). Optimization of HMF formation in white and red grape juice concentrates stored in various laminated films using response surface methodology, *Journal of food processing and preservation*, **33**, 313-328.
- Ekşi, A., (1986). Konserve Endüstrisinde Kalite Kontrol Semineri. T.C. Sanayi ve Ticaret Bak. Sınai Eğ. ve Geliştirme Merkezi Gen. Müd. Ankara.
- Elma, C. (2015). *Siirt yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin morfolojik, biyokimyasal ve moleküler karakterizasyonlarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi, Siirt.
- Elmastaş, A. (2011). *Diyarbakır'da satışa sunulan bazı gıda ürünlerinde Hidroksimetilfurfural miktarının HPLC ile tayini*. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Ermurat Y. (2006). Formulation production and composition determination of pekmez soft drink. *EJEAFChe*, **5** (6), 1659-1663.
- Garza, S., Ibarz, A., Pagan, J., Giner, J. (1999) Non-enzymatic Browning in Peach Puree During Heating. *Food Research International*, **32** 335-343.
- Göğüş, F., Bozkurt, H., Eren, S. (1998). Kinetics of Maillard Reactions Between the Major Sugars and Amino Acids of Boiled Grape Juice. *Food Science and Technology (Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie)*. **31**, 196-200.
- Gökçe, K., ve Çizmecı, M., (1965). “Pekmez”. Tarım Bakanlığı Ziraat işleri Genel Müdürlüğü Yayınları A-109 Akın Matbaası Ankara, 19 s.
- Göktaş, A., “Üzüm Yetiştiriciliği”, Isparta: *Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Yayın No: 18*, (2008).
- Gülcü M., Demirci A. Ş., Güner K. G. (2008). Siyah Üzüm; Zengin Besin İçeriğı ve Sağlık Açısından Önemi(pp:17-182). *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Güngör N. (2007). *Dut pekmezinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine depolamanın etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Hadjikinova R., Petkova N., Hadjikinov D., Denev P., Hrusavov D. (2017). Development and Validation of HPLC-RID method for Determination of Sugars and Polyols, *J. Pharm. Sci. & Res.* **9** (8), 1263-1269.
- Hayoğlu, İ. ve Toker, A., (2003). Şanlıurfa Yöresi Gün Pekmezlerinin Üretim Tekniğı ve Bazı Fiziksel-Kimyasal Özellikleri. Harran Üniversitesi, *Ziraat Fakùltesi Dergisi Yayın No:2004*, **8**(2):67-73.

- Hodge J. E. Dehydrated Foods. (1953), Dehydrated Food Chemistry of Browning Reactions in Model Systems *J. Agric. Food Chem.*, **1** (15), 928-943
- Hofmann, T.(1998). Studies on the relationship between molecular weight and the color potency of fractions obtained by thermal treatment of glucose/amino acid and glucose/protein solutions by using ultracentrifugation and color dilution techniques. *J. Agric. Food Chem.* **46** 3891-3895.
- Hui Y.H. , Nip W. K., Nollet, L. M. L., Paliyath, G, Simpson, B. K. (2006). *Food Biochemistry and Food Processing*. Blackwell Publishing Professional, USA 761 p.
- Ibarz, A., Pagan, J. and Garza, S.(1999). Kinetic models for colour changes in pear puree during heating at relatively high temperatures. *Journal of Food Engineering*, **39**,415-422.
- Jackson, R.S., (2003). "Grapes", (pp: 2957-2967), (Ed: Trugo L, Finglas P.M.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Academic Press, London.
- Janzowski, C., Glaab,V., Samimi, E., Schlatter, J., Eisenbrand, G. (2000). 5-Hydroxymethylfurfural: assesment of mutagenicity, DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione. *Food and Chemical Toxicology*, **38** 801-809.
- Johnson, J. R., Braddock, R. J. and Chen, C. S. (1995). Kinetics of ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum: Experimental rate constants. *Journal of Food Science*, **60** (3); 502-505.
- Karababa, E. ,Develi Isikli N. (2005). Pekmez: A traditional concentrated fruit product, *Food Reviews International*. **21** 357-366.
- Karabat S. (2014). Dünya ve Türkiye bağıcılığı (*apelasyon.com*) E-dergi sayı 3.
- Karakaya, M. ve Artık, N. (1990). Zile Pekmezi Üretim Tekniği ve Bileşim Unsurlarının Belirlenmesi. *GIDA*, **15** (3) 151-154.
- Kaya C., Akaydın (İyibil), M. D., Esin Y.(2012) Bazı Ticari Sıvı ve Katı Üzüm Pekmezlerinin Özellikleri. *Akademik Gıda* **10** (3) 32-39.
- Kaya C.,Yıldız M, Hayoğlu İ. ,Kola O. (2005). Pekmez Üretim Teknikleri (pp;1482-1490). *GAP IV. Tarım Kongresi*, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Kayahan, M., (1982). Üzüm Şırasının Pekmeze İşlenmesinde Meydana Gelen Terkip Değişimleri Üzerine Araştırmalar. Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayınları 797, Ankara.
- Keskin, N., Yağcı A., Keskin S.,(2013). Sivas-Gemerek Yöresi Üzümlerinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, *YYÜ Tar Bil Dergisi (YYU J AGR SCI)*. **23**,(3): 271-278.
- Kırca, A., Cemeroğlu, B. (2001). Askorbik asitin degradasyon mekanizması. *Gıda*, **26** (4), 233-242
- Kiracı M. A., Şenol M. A. (2017) Türkiye Bağıcılığında Ekonomik Durum Analizi (pp:122-131). *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi* Cilt 6 (Kapadokya Ulusal Bağıcılık Çalıştayı Özel Sayı).
- Kiracı M.A. (2015). Sofralık üzüm. *Tarımsal Araştırmalardan Bakış*. TAGEM, Ankara.

- Kowalski. S., Lukasiewicz. M., Chodak. A. D. , Zięć G. (2013). 5-Hydroxymethyl-2-Furfural (HMF) – heat-induced formation, occurrence in food and biotransformation – a Review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, Vol. **63**, No. 4, 207-225.
- Kroh, L.W. (1994). Caramelisation in food and beverages. *Food Chemistry* **51** 373-379.
- Lee, G. C., Lee, C. Y., (1997). Inhibitory effect of caramelisation products on enzymic browning. *Food Chemistry*. **60**, 231-235
- Liu H.-F., Wu B.-H., Fan P.-G., Xu H.-Y., Li S.-H. (2007). Inheritance of sugars and acids in berries of grape (*Vitis vinifera* L.). *Euphytica*, 153:99–107
- Liu, H., Wu, B., Fan P., Li, S., Li, L.,(2006). Sugar and Acid Concentrations in 98 Grape Cultivars Analyzed by Principal Component Analysis. *J Sci Food Agric* **86** 1526–1536.
- Martinez M. V., Whitaker J.R. (1995)The biochemistry and control of enzymatic browning, *Trends in Food Science & Technology*. **6** 195-200.
- Martins, S.I.F.S., Jongen, W.M.F., Van Boekel M.A.J.S. (2001). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends Food Sci. Technol.* **11** 367-373.
- Mertoğlu, T.Ş.(2015). *Portakal suyunun bileşimi ve HMF oluşum kinetiği üzerine ısıtma işlem ve depolamanın etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana
- Moreno, J., Peinado, R. (2012). *Enological Chemistry*. Academic Press, San Diego, USA, 429 p.
- Namiki, M. (1988). Chemistry of Maillard reactions: Recent studies on the browning reaction mechanism and the development of antioxidants and mutagens. In ‘*Advances in Food Research*’, C. O. Chichester, B. S. Schweigert (Ed.), Academic Press,. 32, 116-184, London.
- Nas S., Nas M., 1987: Pekmez ve pestilin yapısı, bileşimi ve önemi, *Gıda*, **12** (16), 347-352.
- Nursten H. (2005). *The Maillard Reaction Chemistry, Biochemistry and Implications* The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 226 p.
- O'Brien, J., Morrissey, P. A. , Ames, J. M. (1989). Nutritional and toxicological aspects of the Maillard browning reaction in foods, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **28:3**, 211-248.
- Oğraşıcı, E., (2010). *Ayva nektarında biyoaktif bileşenler ve antioksidan aktivitenin depolamada değişimi*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Oral, R. A.(2006). *Bazı gıdalarda hidroksimetilfurfural (HMF) içeriğinin saptanması, depolanması esnasındaki değişimi ve biyolojik yöntemle azaltılması*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Oral, R. A.(2011). *Bitkisel kaynaklı fenolik bileşiklerin üretilmesi, bazı fenolik bileşiklerin ve ekstraktların maillard reaksiyon ürünleri üzerine etkilerinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

- Oral, R. A., Doğan M., Sarioğlu K.(2013). Organik Asit-fruktoz Model Sisteminde Bazı Fenolik Bileşiklerin HMF Oluşumu Üzerine Etkileri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **8** 2, 12-17.
- Otağ, R. (2015). *Denizli Çal yöresinde yetişen bazı üzüm çeşitlerinin farklı olgunlaşma evreleri ve kurutulması sonrasında bazı özellikleri ile resveratrol içeriğinin belirlenmesi*. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Özhan, B., Karadeniz, F., Erge, H. S. (2010). Effect of storage on nonenzymatic browning reactions in carob pekmez. *International Journal of Food Science and Technology* **45**, 751–757.
- Özhan, N.B. (2008). *Depolama sürecince keçiboynuzu pekmezinde enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları kinetiği*, Yüksek Lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Özşahin, A.D. (2010). *Malatya yöresine ait bazı üzüm ve kayısı çeşitlerinin fitokimyasal içeriklerine bağlı olarak antioksidan özelliklerinin araştırılması*. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Pereira,V., Albuquerque, F. M., Ferreira, A. C., Cacho, J., Marques, J.C., (2011). Evolution of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) and furfural (F) in fortified wines submitted to overheating conditions. *Food Res. Int.*, **44**, 71-76.
- Quintas, M.A.C., Branda, T.R.S. and Silva, C.L.M. (2007). Modelling colour changes during the caramelisation reaction. *Journal of Food Engineering*, **83**, 483-491.
- Ramirez-Jimenez, A., Villanova, B.G., Hernandez, E.G. (2000), Hydroxymethylfurfural and methylfurfural content of selected bakery products. *Food Research International.*, **33**, 833-838
- Rattanathanalerk, M., Chiewchan, N. and Scichumpoung, W., (2005), Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. *J. Food Eng.*, **66**, 259-265.
- Reyes, F.G.R.. Poocharoen, B., Wrolstad. R.E. (1982) Maillard browning reaction of sugar-glycine model systems: Changes in sugar concentration, color and appearance. *J. Food Sci.* **47**, 1376-1377.
- Ribereau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche, B., and Lonvaud, A. (2000). *Handbook of Enology, Volume 1, The Microbiology of Wine and Vinifications*. John Wiley & Sons Ltd. England 497 p.
- Ribereau-Gayon, P., Maujean, A. and Dubourdieu, D., “Organic Acids in Wine: The Handbook of Enology” Vol.2. Chichester: *John Wiley and Sons Ltd.*, 3-37, (2006).
- Robredo P. M., Robledo P. , Manríquez D., Molina R., Defilippi B. (2011) Characterization of sugars and organic acids in commercial varieties of table grapes. *Chilean Journal of Agricultural Research*. **71**, 3, pp. 452-458.
- Ruffner, H. P., (1982) Metabolism of tartaric and malic acids in Vitis: A review - Part A 1). *Vitis*, **21**, 247-259.
- Saltmarch, M., Labuza, T. P. (1982). Nonenzymatic Browning via the Maillard Reaction in foods. *Diabets* **31** 29-36.
- Simpson, B. K., Nollet, L. M.L. Toldr’a, F., Benjakul, S., Paliyath, G.n, Hui, Y.H. (2012). *Food Biochemistry and Food Processing*. John Wiley & Sons, Inc. United Kingdom, 891 p.

- Soleas, G.J., Diamandis, E.P. ve Goldberg, D.M., 1997. Wine as a Biological Fluid: History, Production, and Role in Disease Prevention. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, **11**, 287-313.
- Soyer, Y., Koca, N., Karadeniz, F., (2003). Organic Acid Profile of Turkish White Grapes and Grape Juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, **16**, 629-636
- Şen, H.F. (2016). *Ülkemizde üretilen önemli yerli ve yabancı şaraplık üzüm çeşitlerinin şeker ve organik asit içeriklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana
- Şimşek, A.ve Artık, N. (2002). Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma. *GIDA*, **27** (6): 459-467.
- Telatar, Y. K. (1985). Elma Suyu ve Konsantrelerinde Hidroksimetilfurfural (HMF), I. Farklı Elma Çeşitlerinin Elma Suyu ve Konsantresine İşlenmesi Süresinde HMF Oluşumu. *Gıda Dergisi*, **4**, 195-201.
- Toker Ö. S., DoğanM., 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.
- Toker, Ö. S. (2012). *Farklı gıdalarda 5-hmf düzeyinin belirlenmesi ve riskli bulunan gıdaların 5-hmf içeriğinin farklı yöntemler kullanılarak azaltılma olanaklarının araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Tosun, İ. (2004). *Color changes and 5-hydroxymethyl furfural formation in zile pekmezi during storage*, *Grasasy Aceties*. **55**, 254-263.
- Tosun, İ., Üstün, N. Ş. (2003). Nonenzymic browning during storage of white hard Grape pekmez (Zile pekmezi) *Food Chemistry* **80** 441–443.
- TS (1989). *Üzüm Pekmezi* .TS standard 3792. Ankara, Türkiye, Türk Standartları Enstitüsü.
- Waterhouse A. L., Sacks G. L., Jeffery D. W. (2016). *Understanding Wine Chemistry*. Wiley, United Kingdom, 443 p.
- Wong, H., Hu, X., Chen, F., Wu, J., Zhang, Z., Liao, X. and Wang, Z., (2005), Kinetic analysis of non-enzymatic browning in carrot juice concentrate during storage. *Eur. Food Res. Technol.* **223** (2), 282-289.
- Yang, L., Yuhuan L., Rongsheng, R., Yunpu, W., Wenwen, Zeng, Chengmei, L., Jinsheng, Z. (2010). Advances in Production of 5-Hydroxymethylfurfural from Starch (pp:332-337). *The Second China Energy Scientist Forum*, January, Xiandai Huagong/Modern Chemical Industry.
- Yazıcıoğlu, T. ve Gökçen, J. (1984). Pekmez imalat tekniğini geliştirme olanakları. 9.İzmir Gıda ve Tarım Fuarı, Gıda Sanayiinde Gelişmeler Sempozyumu, 16-18 Mayıs, İzmir, 141 –157.
- Yumlu, A. (2006). *Organik pekmez ürünü geliştirilmesi, raf ömrünün ve kalite parametrelerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Zengin, S.(2006), *Kahramanmaraş gün pekmezlerinin bazı fiziksel, kimyasal, organoleptik ve mikrobiyolojik özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi , Kahramanmaraş.

Zhao W., Li Y., Song C.a, Liu S., Li X., Long J. (2017). Intensified levulinic acid/ester production from cassava by one-pot cascade prehydrolysis and delignification Available online *Applied Energy*. **204**, 1094-1100.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Yüksel SARITEPE

Doğum Yeri ve Tarihi: Kangal – 02.09.1982

Adres: Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Aşağıbağlar Mh. İsmetpaşa Cad. No: 163
Yeşilyurt / MALATYA

E-Posta: yukselsaritepe@hotmail.com

Lisans: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2003)

Y. Lisans: İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
(2018)

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Malatya

Araştırmacı (2009- ...)

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

Sivas Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü

Kimyasal Analiz Lab. (2006-2009)

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

Tarım İl Müdürlüğü Bingöl

Gıda Kontrolörü (2004-2006)

Yayın listesi: