



**“KEÇİBOYNUZU ÖZÜ” ADI ALTINDA
SATIŞA SUNULAN ÜRÜNÜN BAZI
KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ VE KEÇİBOYNUZU
PEKMEZİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

Alev YAVUZ KÜÇÜK

Yüksek Lisans Tezi

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Serap DURAKLI
VELİOĞLU
2021**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**“KEÇİBOYNUZU ÖZÜ” ADI ALTINDA SATIŞA SUNULAN ÜRÜNÜN
BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE
KEÇİBOYNUZU PEKMEZİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

Alev YAVUZ KÜÇÜK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

TEKİRDAĞ-2021

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

“KEÇİBOYNUZU ÖZÜ” ADI ALTINDA SATIŞA SUNULAN ÜRÜNÜN BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE KEÇİBOYNUZU PEKMEZİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Alev YAVUZ KÜÇÜK

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

Keçiboynuzu meyvesi besin içeriği yüksek ve çok çeşitli faydaları olan bir gıdadır. Ülkemizde keçiboynuzu meyvesi en yaygın olarak pekmez halinde tüketilmektedir. Keçiboynuzu pekmezi, meyvenin tekniğine uygun olarak işlenmesi, ekstraksiyonu ve berraklaştırılması ile elde edilen şıranın, açık kazan veya vakum altında koyulaştırılmasıyla elde edilen şeker içeriği yüksek bir temel gıda maddesidir. Keçiboynuzu özü ise son yıllarda düşük sıcaklıklar kullanılarak, soğuk ekstraksiyon ve soğuk pres vakumlama ile üretildiği ifade edilen yeni bir ürün olarak piyasaya sunulmuştur. Piyasada keçiboynuzu pekmezine alternatif olarak bulunan ve “Keçiboynuzu Özü” adı ile pazarlanan bu ürün, üreticileri tarafından, “keçiboynuzu meyvesinden soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen şıranın düşük sıcaklıklarda evaporasyon yöntemleri ile elde edilmiş özü” olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada piyasada bulunan “Keçiboynuzu Özü” adı ile pazarlanan ürünün, renk, asitlik, protein miktarı, kül miktarı gibi genel özelliklerine ek olarak, HMF, şeker ve toplam fenolik bileşik (TFB) içeriklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin keçiboynuzu pekmezleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Piyasada bulunan 12 farklı markaya ait keçiboynuzu özü ve keçiboynuzu pekmezi numuneleri alınmış ve bu numunelerin renk, suda çözünür kuru madde (°Briks), pH, kül, asitlik, protein miktarı, formol sayısı, toplam fenolik bileşik, HMF miktarı, şeker içerikleri ve mineral madde analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak bu iki gruba ait örneklerin renk, suda çözünür kuru madde (°Briks), pH, kül, asitlik, protein miktarı, formol sayısı, toplam fenolik bileşik (TFB), HMF miktarı, şeker içerikleri ve mineral madde ortalamalarının arasında istatistiki olarak ($P>0,05$) önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: keçiboynuzu, keçiboynuzu pekmezi, keçiboynuzu özü

2021, 125 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINING SOME CHEMICAL PROPERTIES OF THE PRODUCT MARKETED UNDER THE NAME OF “CAROB EXTRACT” AND COMPARISON WITH CAROB MOLASSES

Alev YAVUZ KÜÇÜK

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

Carob fruit is a food with a high nutritional content and a wide variety of benefits. The most common form of carob fruit in our country is consumed as molasses. Carob molasses is a basic food item with a high sugar content, obtained by thickening the must obtained by processing, extracting and clarifying the fruit in accordance with the technique of the fruit, in an open cauldron or under vacuum. Carob extract has been introduced to the market in recent years as a new product produced by cold extraction and cold press vacuuming using low temperatures. This product, which is available in the market as an alternative to carob molasses and marketed under the name of "Carob Extract", is defined by its producers as "the extract of syrup obtained by cold extraction method from carob fruit by evaporation methods at low temperatures". In this study, it was aimed to determine the HMF, sugar and total phenolic compound contents in addition to the general properties such as colour, acidity, protein amount, ash content of the product marketed under the name of "carob extract" and to compare these properties with carob molasses. Samples of carob extract and carob molasses of 12 different brands on the market were taken and the colour, total soluble solids (°Brix), pH, ash, acidity, protein amount, formol number, total phenolic compounds, HMF amount, sugar content and mineral analyses of these samples were made. As a result, it was determined that there was no significant difference ($P>0.05$) between the color, total soluble solids (°Brix), pH, ash, acidity, protein amount, formol number, total phenolic compound, HMF amount, sugar and mineral content of the samples belonging to these two groups.

Keywords: carob, carob molasses, carob extract

2021, 125 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Keçiboynuzu Meyvesi (<i>Ceratonia siliqua L.</i>) ve Ağacı.....	4
2.2. Keçiboynuzu Meyvesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	5
2.3. Keçiboynuzu Meyvesinin Dünyada ve Türkiye’de Üretimi.....	10
2.4. Pekmez.....	12
2.5. Keçiboynuzu Pekmezi	15
2.6. Keçiboynuzu Pekmezinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Yöntem	22
3.2.1. pH Ölçümü.....	22
3.2.2. Suda Çözünen Kuru Madde (°Briks) Tayini	22
3.2.3. Renk Ölçümü.....	22
3.2.4. Titrasyon Asitliği Tayini.....	23
3.2.5. Formol Sayısı Tayini	23
3.2.6. Toplam Kül Tayini	23

3.2.7. Protein Tayini	24
3.2.8. Toplam Fenolik Bileşik (TFB) Analizi.....	24
3.2.9. HMF (5-hidroksimetilfurfural) Tayini.....	25
3.2.10. HPLC ile Şeker Analizi	26
3.2.11. ICP-MS ile Element Analizi.....	27
3.3. İstatiksel Analiz	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	29
4.1. Örneklerin pH Analiz Sonuçları	29
4.2. Suda Çözünen Kuru Madde (°Briks) Sonuçları.....	31
4.3. Renk Analiz Sonuçları.....	33
4.4. Titrasyon Asitliği Sonuçları.....	38
4.5. Formol Sayısı Sonuçları	40
4.6. Toplam Kül Sonuçları.....	42
4.7. Protein Sonuçları	44
4.8. Toplam Fenolik Bileşik (TFB) Sonuçları	46
4.9. HMF (5-hidroksimetilfurfural) Sonuçları.....	50
4.10. Sakkaroz Analizi Sonuçları.....	54
4.11. Mineral Madde Analizi Sonuçları.....	57
5. SONUÇ	80
KAYNAKLAR.....	84
EKLER.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	116

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.1. Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi	6
Çizelge 2.2. Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi	7
Çizelge 2.3. Keçiboynuzu meyvesinde bulunan vitamin ve mineraller	8
Çizelge 2.4. 2017 Senesi illere göre keçiboynuzu ağacı ve meyvesi üretim miktarları	12
Çizelge 2.5. Kimyasal özellikler.....	16
Çizelge 2.6. Keçiboynuzu pekmesinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	19
Çizelge 2.7. Keçiboynuzu pekmesinin mineral madde içeriği.....	20
Çizelge 3.1. ICP-MS Cihazının kullanım parametrelerinin tipik değerleri ve ayar aralıkları..	28
Çizelge 4.1. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin pH değerleri	29
Çizelge 4.2. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin °Briks değerleri	31
Çizelge 4.3. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin L* değerleri.....	33
Çizelge 4.4. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin a*değerleri.....	35
Çizelge 4.5. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin b*değerleri	37
Çizelge 4.6. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin asitlik değerleri.....	38
Çizelge 4.7. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin formol sayısı değerleri	40
Çizelge 4.8. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin toplam kül değerleri ..	42
Çizelge 4.9. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin protein değerleri	44
Çizelge 4.10. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin TFB değerleri.....	47
Çizelge 4.11. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin HMF değerleri.....	51
Çizelge 4.12. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin sakkaroz değerleri	55
Çizelge 4.13. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin Hg, As, Pb, Sn, Cd ve Cr değerleri.....	57
Çizelge 4.14. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin Se, B, Co, Cu ve Zn değerleri.....	64
Çizelge 4.15. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin Na, Ca, Fe, Mg, P ve K değerleri.....	72

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1. Keçiboynuzu meyvesi	5
Şekil 2.2. Geleneksel yöntemle tatlı sıvı pekmez üretim aşamaları	13
Şekil 2.3. Modern yöntemle tatlı sıvı pekmez üretim aşamaları	15
Şekil 2.4. Keçiboynuzu pekmezi üretim aşamaları	16
Şekil 4.1. Toplam fenolik bileşik standartı kalibrasyon grafiği	46
Şekil 4.2. HMF standartına ait kalibrasyon grafiği	50
Şekil 4.3. Sakkaroz standartına ait kalibrasyon grafiği.....	54



SİMGELER VE KISALTMALAR

As	: Arsenik
a*	: Pekmez Örneklerinin Renk Değerleri (Kırmızı / Yeşil)
B	: Bor
b*	: Pekmez Örneklerinin Renk Değerleri (Sarı / Mavi)
Ca	: Kalsiyum
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
EDTA	: Etilendiamin tetra asetik asit
FAO	: The Food and Agriculture Organization – Gıda ve Tarım Örgütü
Fe	: Demir
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
ha	: Hektar
HDL	: High Density Lipoprotein- Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
hl	: Hektolitire
Hg	: Civa
HMF	: Hidroksimetilfurfural
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography – Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi
ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer- Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi
ISO	: Uluslararası standartlar örgütü
K	: Potasyum
Kg	: Kilogram
LDL	: Low Density Lipoprotein
L*	: Pekmez Örneklerinin Parlaklık Değerleri
ml	: Mililitre
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum

Min	:Minimum
Max	:Maksimum
Mn	: Manganez
N	: Normalite
Na	: Sodyum
Na ₂ CO ₃	: Sodyum karbonat
NaOH	: Sodyum hidroksit
nm	: Nanometre
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
R ²	: Belirleme Katsayısı
Se	: Selenyum
Sn	: Kalay
SO ₂	: Kükürt dioksit
TGK	: Türk Gıda kodeksi
TS	: Türk Standartı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UV-Vis	: Ultraviyole Visible Spektrofotometre – Ultraviyole ve Görünür Işık
WHO	: World Health Organization – Dünya Sağlık Örgütü
Zn	: Çinko
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde tavsiye ve yardımlarını eksik etmeyen hocam Sayın Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU'na teőekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen İstanbul İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde görevli çalışma arkadaşlarıma ve manevi desteklerini esirgemeyen annem, abim ve eşim başta olmak üzere tüm aileme kocaman bir teőekkürü borç bilirim.

Şubat, 2021

Alev YAVUZ KÜÇÜK
Gıda Mühendisi

1. GİRİŞ

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*) şeker içeriği yüksek olan ve genel olarak Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgelerde yetişen bir meyvedir. Çocuk ve yetişkin beslenmesi konusunda önemli bir yere sahip olan keçiboynuzu, yüksek şekeri içeriği ile birlikte mineral ve fenolik bileşiklerce de zengindir ve bu özelliklerinden dolayı doğal olarak enerji verme özelliği de yüksektir (Pazır ve Alper, 2016). Dünya’da keçiboynuzu İtalya, Fas, Portekiz, İspanya, Türkiye ve Kıbrıs gibi Akdeniz ikliminin görüldüğü ülkelerde daha çok yetişmektedir ve toplam keçiboynuzu üretiminin Dünya’da 315.000 ton olduğu tahmin edilmektedir (Pazır ve Alper, 2016; Turhan, Tetik ve Karhan, 2007). Türkiye’de ise başta Akdeniz ve Ege bölgesi yoğun olmakla birlikte, yıllık ortalama 14.000 bin ton üretilmektedir (Batu, Kırmacı ve Akbulut, 2007).

Keçiboynuzunun kimyasal bileşimi türüne, yetiştiği bölgeye, iklime, hasat zamanına göre değişir (Owen vd. 2003; İpumbu, 2008). Keçiboynuzu meyvesi ve pekmezi enerji içeriği yüksek bir gıdadır. %52-%62 toplam şeker miktarının yanında oldukça yüksek oranda mineral madde içeriğine de sahiptir. Özellikle potasyum (843- 1215 mg/kg) ve kalsiyum (251 mg/kg-361 mg/kg) bakımından zengindir. Ayrıca toplam fenolik bileşik içeriği 3944,7 mg/kg ve lif içeriği de 258,3 mg/kg’dır (Pazır ve Alper, 2016).

Keçiboynuzu bileşimi nedeniyle çok çeşitli faydaları olan bir meyvedir. Fenolik bileşikler bakımından zengin olan keçiboynuzunda en çok yer alan fenolik bileşik türü gallik asittir. Doğal bir fenolik bileşik özelliğine sahip bulunan gallik asit, bitkilerde yer alır ve etkili bir antioksidandır. Özellikle de yağların oksidasyonunu yavaşlatma konusunda oldukça etkilidir (Owen vd, 2003; Kumazawa vd, 2002). D-pinitol, insan metabolizmasında insülin gibi hareket ederek kan plazmasındaki glukozu dengeleme ve düşürme özelliğine sahiptir ve keçiboynuzu meyvesinde doğal olarak bulunan biyoaktif bir bileşendir (Camero ve Merino, 2004). Keçiboynuzu demir ve kalsiyum bakımından da zengin olmasından dolayı osteoporoz hastalığı bulunanlarda kalsiyum ihtiyaçlarının karşılanması için yararlı bir destekleyici özelliğe sahiptir (Batu, 2011). Ayrıca yapılan çalışmalarda keçiboynuzu ekstraktının, antidepresan etkisi gösterebileceği de belirtilmiştir (Agrawal vd., 2011).

Keçiboynuzunun birçok kullanım alanı vardır. Ülkemizde keçiboynuzu meyvesinin en yaygın kullanım şekli pekmez haline getirilerek tüketimidir. Keçiboynuzu pekmezi; keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*) meyvesinden tekniğine uygun olarak özütlenen ve berraklaştırılan şıranın açıkta veya vakum altında konsantre edilmesiyle elde edilir (Tarım ve Orman Bakanlığı [TOB], 2017).

Geçmiş yıllarda insanların fazla tükettiği temel gıda maddelerinden biri olan pekmez, ülke koşullarının değişmesiyle birlikte daha az tüketilen bir gıda haline gelmiştir (Batu ve Yurdagel, 1993). Pekmezin insan sağlığı bakımından pek çok faydasının bulunmasının yanı sıra, üretim ve depolama aşamalarında yapılan hatalar nedeniyle pekmezde insan sağlığı açısından zararlı bazı bileşikler oluşabilmektedir. Her şeyden önce oldukça yüksek ısıda ve çok uzun süre kaynatılarak pişirilen pekmezde toksik bileşiklerden bir tanesi olan 5-hidroksimetilfurfural (HMF) oluşmakta ve bu bileşik insan vücudu ve sağlığı açısından çok ciddi bir risk taşımaktadır. HMF, gıdalara uygulanan ısı işlem sonucu aminoasitler ve şekerler arasında ortaya çıkan tepkime ile oluşur ve bu yüzden birçok gıdada aşırı sıcaklık uygulamasını önlemek amacıyla miktarı kısıtlanan bir bileşiktir (Yıldız vd., 2010).

Amerika Birleşik Devletleri Sağlık Bakanlığı Ulusal Çevre Sağlığı Bilimleri Enstitüsü birçok gıdanın içeriğinde olduğundan ve bu sınıftaki diğer ürünlerin karsinojenik etkilerine dair kanıtların var olmasından dolayı HMF toksite testlerine tabi tutmuştur. Sonuç olarak çoğu ülkede gıdalarda ve içeceklerde bulunabilecek HMF miktarına kısıtlama getirilmiştir (Zappala, Fablico, Arena ve Verzana, 2005). HMF'nin sulfotransferaz SULT1A1 ile bioaktif edildikten (sulfonasyon) sonra oluşan sulfoksimetilfurfuralın (SMF) genotoksik etki gösterdiği düşünülmektedir. Bu maddenin fare cildinde kanser başlattığı gösterilmiştir (Janowski vd. 2000; Durling vd., 2009).

Yeni gıda ürünü işlev ve fayda bakımından eski üründen daha iyi olup onun yerini alabilen, belirli ihtiyaçları karşılayacak şekilde hazırlanmış, yeni bir prosesle üretilen fakat tüketici için yeni olmayan ürünlerdir (Stanton, Etzel ve Walker, 1994). Günümüzdeki pazar dinamikleri hızlı bir şekilde değişmektedir. Bu yüzden avantaj ve başarı bu gelişmelere en hızlı ayak uyduranların olmaktadır. Bu da oluşan yeni pazarlara veya mevcut pazarlara farklı ve orijinal ürünler sürmekle mümkündür (Karakavuk, 2014). Son yıllarda düşük sıcaklıklar kullanarak, soğuk ekstraksiyon ve soğuk pres vakumlama ile "Keçiboynuzu Özü" adı altında yeni bir ürün elde edilmiş ve piyasaya sürülmüştür. Doğal yaşama, geleneksel ürünlere ve

doğal meyveli farklı gıdalara olan ilgi ve talebin giderek artması piyasada bu tür ürünlerin artışına neden olmuştur (Karakavuk, 2014).

Piyasada keçiboynuzu pekmezine alternatif olarak bulunan ve “Keçiboynuzu Özü” adı ile pazarlanan bu ürün, üreticileri tarafından, “keçiboynuzu meyvesinden soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen şıranın düşük sıcaklıklarda evaporasyon yöntemleri ile elde edilmiş özü” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2019).

Ülkemiz Gıda Mevzuatında, “keçiboynuzu özü” adı ile tanımlı bir ürün bulunmamaktadır; dolayısı ile bu ürün ile ilgili herhangi bir standart veya tebliğ bulunmaması, bu ürünü taklit ve tağşışe açık hale getirmektedir. Ayrıca üretim proseslerinde belirli bir standardizasyon oluşturulmamış olması denetim eksikliğini de beraberinde getirmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı; keçiboynuzu pekmezine alternatif olarak piyasada bulunan “keçiboynuzu özü” adı ile pazarlanan bu ürünün, renk, asitlik, protein miktarı, kül miktarı gibi genel özelliklerine ek olarak, HMF, şeker ve toplam fenolik bileşik (TFB) içeriklerinin belirlenmesi, bu özelliklerin keçiboynuzu pekmezleri ile karşılaştırılması ve keçiboynuzu özünün beslenme açısından öneminin değerlendirilmesidir.

Bu çalışmayla piyasada mevcut keçiboynuzu özlerinin bazı kimyasal kalite özellikleri tespit edilmiş ve yerine alternatif olarak üretilen keçiboynuzu pekmezlerinin özellikleriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Yapılan bu çalışma, keçiboynuzu özü ile ilgili yapılacak çalışmalara kaynak teşkil edebilecektir. Ayrıca, piyasada yer bulan bu ürün ile ilgili yasal düzenlemelere de zemin hazırlayabilecektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Keçiboynuzu Meyvesi (*Ceratonia siliqua L.*) ve Ağacı

Leguminosae familyası içinde bulunan keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*), toprak bakımından seçici olmayan, kurağa ve yangına dayanıklı, her daim yeşil olan bir türdür (Battle ve Tous 1997; Gübbük vd., 2010). Keçiboynuzu ağacının, meyvesinin, tohumunun ve tozunun endüstrinin birçok farklı alanında kullanılma potansiyelinin olması, diğer birçok meyve türünün yetiştirilme olanağının olmadığı aykırı alanlarda yetiştirilebilme olanağına sahip olması, keçiboynuzuna olan ilgiyi gün geçtikçe artırmıştır (Gübbük, Güler, Etili, Çetinay ve Başaran, 2016b).

Keçiboynuzu ağacı *Fabaceae* (*Leguminosae*) familyasının *Caesalpinioideae* alt familyasına ait herdemyeşil, baklaları yenen, geniş yapraklı çalı ya da ağaç formunda bir bitkidir. Halk arasında, keçiboynuzu, harnup, harıp, ballı boynuz gibi yöresel adlarla bilinen *Ceratonia siliqua L.* Akdeniz maki örtüsünün bir üyesidir ve çok sayıda çeşidi bulunur. Keçiboynuzu ağacı, geniş enli, koyu renkli ve dayanıklı dalları olan 10 m uzunluğunda bir bitkidir. Sapının her iki tarafında 10-20 cm uzunluğunda damla yaprakları vardır ve 3-7 cm arasında karşılıklı dizilmiş çiftler olarak ortalama 4-10 adet yaprakçığa sahiptir (Battle ve Tous, 1997).

Keçiboynuzu ağacının aşıllı tipi ve yabani tipi bulunmaktadır. Keçiboynuzunun fiziksel özelliklerinin ve içeriğinin uzun yıllardan bu yana pek çok araştırmacı tarafından incelendiği bilinmektedir (Battle ve Tous, 1997; Karababa ve Coşkuner, 2013). Keçiboynuzunun kimyasal bileşiminin bitkinin türüne, hasat zamanına ve yetiştiği bölgeye bağlı olarak değişim gösterdiği bilinmekle birlikte ağırlık olarak %90 meyve eti, %10 çekirdekten meydana gelmektedir (Battle ve Tous, 1997).

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*) *Leguminosae* (*Fabaceae*-Baklagiller) familyasından *Caesalpinaceae* alt familyasında yer alan ve eski çağlardan günümüze kadar var olan, ekonomik ve çevresel açılarından önemli bir bitkidir (Pazır vd., 2016). Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*) şeker içeriği yüksek olan ve genel olarak Akdeniz iklimin görüldüğü bölgelerde yetişen bir meyvedir. İnsanların beslenmesinde önemli bir yere sahip olan

keçiboynuzu, yüksek şekeri içeriği ile birlikte mineral ve fenolik bileşiklerce de zengindir ve bu özelliklerinden dolayı doğal olarak enerji verme özelliği de yüksektir (Pazır vd., 2016).

Bir Akdeniz iklim meyvesi olan keçiboynuzu, TS 2907 Keçiboynuzu Standart'ında "Keçiboynuzu, *Ceratonia siliqua L.* türüne giren ağaçların bakla şeklindeki meyvesidir" şeklinde tanımlanmaktadır (Türk Standartları Enstitüsü, 1977).



Şekil 2.1. Keçiboynuzu meyvesi

Keçiboynuzu meyvesi uzun bir bakla şeklinde olup, meyvenin eni 16-31 mm, boyu 80-190 mm, kalınlığı 7-16 mm arasında değişmekte; meyvenin ağırlığı 13,5-26,4 g, çekirdeğin ağırlığı 0,85-2,15 g, çekirdek sayısı 61-112 adet/10 meyve ve çekirdek oranı %8-%18 arasındadır (Karababa ve Coşkun, 2013).

Keçiboynuzu meyvesi pulp (%90) ve çekirdek (%10) olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Pulp, %48-56 oranında toplam şeker içermekte ve bu şekerleri başlıca sakkaroz (%30), fruktoz (%5-%7), glukoz (%5-%7), ve maltoz (%5-%6) meydana getirmektedir. Keçiboynuzunun şeker pancarı ve şeker kamışından daha fazla şeker içerdiği belirtilmektedir (Pazır ve Alper, 2018).

2.2. Keçiboynuzu Meyvesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Keçiboynuzunun birçok kullanım alanı mevcuttur. Bununla birlikte keçiboynuzu, genellikle meyve ve tohumu için yetiştirilip üretimi yapılan bir bitkidir. Keçiboynuzu meyvesinin %90'ını etli kısım %10'unu tohum oluşturur. Yoğun olarak sakkaroz, glukoz, fruktoz ve maltozdan oluşan toplam şekeri %48-%56 oranında ihtiva eden meyvenin etli

kısmı, aynı zamanda %18 selüloz ve hemiselüloz da içermektedir. Endüstriyel anlamda keçiboynuzunun tohumu da meyvesi kadar önemli bir yere sahiptir. Tohumun bileşimi (%23-%25) embriyo, (%42-%46) endosperm ve (%30-%33) tohum kabuğundan meydana gelmektedir. Tohum kabuğu antioksidan özelliğe sahiptir. Tohumların endosperminin öğütülmesi ile elde edilen keçiboynuzu gamı (galaktomannan), gıda maddeleri üretiminde sertleştirici ve kıvamlaştırıcı olarak da kullanılmaktadır (Battle ve Tous, 1997). Çekirdekleri alınan keçiboynuzunun fırınlanması ve öğütülmesiyle elde edilen keçiboynuzu unu, gıda endüstrisinde kakao yerine kullanılmaktadır. Keçiboynuzu aynı zamanda bir takım ticari ürünlerin üretiminde de hammadde olarak kullanılır. Bu ürünlere örnek olarak pekmez, gam, keçiboynuzu unu ve d-pinitol gösterilebilir (Pazır ve Alper, 2018). Çizelge 2.1.' de keçiboynuzu meyvesinin bileşimi verilmiştir.

Çizelge 2.1. Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi (Anonim, 2020)

Keçiboynuzu Bileşimi	100 g'daki değeri
Enerji	293 kcal
Su	12,22 g
Kül	2,47
Protein	4,18 g
Toplam yağ	0,69 g
Toplam diyet lifi	25,83 g
Sakkaroz	16,40g
Toplam Şeker	36,89 g
Karbonhidrat	54,61 g
Tuz	12 mg
Vitaminler (mg)	100 g'daki değeri
Niasin	1,897
Vitamin E	0,63
Riboflavin	0,461
Vitamin C	0,2

Çizelge 2.1. (devam).

Mineraller (mg)	100 g'daki değeri
Potasyum	992
Kalsiyum	311
Fosfor	211
Magnezyum	119
Sodyum	5
Selenyum	2,5
Demir	2,20

Keçiboynuzunun kimyasal bileşimi türüne, yetiştiği bölgeye, iklime, hasat zamanına göre farklılık gösterir (Owen vd. 2003; İpumbu, 2008). Karkacıer ve Artık (1995), tarafından yapılan ve 22 farklı bölgeden topladıkları keçiboynuzu örneklerinde yaptıkları çalışma sonuçları Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi (Karkacıer ve Artık, 1995)

Bileşim Ögesi	Değer %
Toplam Kuru Madde	91- 92
Toplam Şeker	62- 67
Sakaroz	34- 42
Fruktoz	10- 12
Glukoz	7- 10
Protein	4-6
Ham Selüloz	4,6- 6,2
Ham Yağ	0,2- 0,4
Toplam Kül	2- 3

Karkacıer ve Artık (1995) tarafından yapılan çalışmanın mineral madde içeriği sonuçları ise Çizelge 2.3.'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Keçiboynuzu meyvesinde bulunan vitamin ve mineraller (Karkacier ve Artık, 1995)

Vitamin / Mineral	Miktar
E (mg/kg)	5,00
B1 (mg/kg)	1,90
B2 (mg/kg)	0,60
B6 (mg/kg)	2,35
Nikotinik Asit (mg/kg)	31,00
C Vitamini (mg/kg)	60,00
Folik Asit (mg/kg)	0,18
Kalsiyum Pentotanat (mg/kg)	10,50
Potasyum (mg/100 g)	2650,00
Sodyum (mg/100 g)	113,00
Kalsiyum (mg/100 g)	75,90
Magnezyum (mg/100 g)	90,40
Demir (mg/100 g)	33,00

Keçiboynuzu meyvesi, lif içeriğinin yüksek olmasından dolayı glisemik indeksi (GI= 15) ve glisemik yükü (GY= 4,3) düşük gıda olarak tanımlanmaktadır. Düşük glisemik indeksli gıdaların diyabet, obezite, kalp damar ve kanser hastalıkları tedavisinde olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda keçiboynuzu yapısında bulunan d-pinitol ve miyo-inositol gibi siklitol bileşikler sayesinde plazmada kan şekeri oranını düşürmektedir. Bu bileşikler vücutta insülin benzeri etki göstererek insüline duyarlılığı artırmaktadırlar (Goulas vd., 2016).

Diyet lifi, polifenol ve tanin içeriği bakımından oldukça zengin bir bileşendir. Keçiboynuzu yapısındaki diyet lifleri ve fenolik bileşenler sayesinde antihiperlipidemik etki göstererek plazmada LDL kolesterol ve toplam kolesterol seviyesini düşürmektedir (Goulas vd., 2016). Genetik bir hastalık olan hiperkolesterolemi, plazmada yüksek kolesterol oluşmasına neden olur. Yapılan klinik bir araştırmada, 34-70 yaş aralığında yer alan hiperkolesterolemi hastalarına 6 hafta süreyle günlük 15 g/gün keçiboynuzu verilmiş, bunun

sonucunda hastalarda LDL kolesterolün %10,5 ve LDL/HDL oranının %7,9 azaldığı tespit edilmiştir (Zunft vd., 2003).

Keçiboynuzu, başta kalsiyum, potasyum, fosfor ve magnezyum olmak üzere mineral madde bakımından da zengin bir gıdadır (WHO, 2012). Kalsiyum büyüme, diş, alyuvar, kemik ve kas gibi organların oluşmasında ve gelişmesinde kullanılır. Kalsiyum eksikliğinde ise diş ağrıları, kemiklerde kolay kırılma, zayıflama ve çatlama meydana gelmektedir (Karadeniz, 2004; Gerer ve Kreş, 2006). Potasyum minerali ise vücutta sıvı elektrolit dengesini sağlar. Ayrıca kan basıncını düşürerek sistolik ve diastolik basıncın dengelenmesine katkıda bulunur ve böylece inme tehlikesini de önler (WHO, 2012).

Keçiboynuzu meyvesi fenolik bileşikler açısından da zengin bir meyve olup en çok bulunan fenolik bileşik gallik asittir. Olgunlaşmamış meyvede bulunan suda çözünen tanenler enzimatik tepkimeler sonucu gallik asite dönüşmektedir. Meyve yeşil haldeyken eser miktarda bulunan gallik asit meyve olgunlaştıkça miktar olarak artmaktadır. Yapılan bir araştırmada meyvede 3270 mg/kg, ununda 2675 mg/kg ve keçiboynuzuna ait diyet lifinde 1647 mg/kg gallik asit bulunduğu tespit edilmiştir (Yalım Kaya, 2010).

Ülkemizde yabani, etli ve sisam tipleri olmak üzere 3 farklı tipte keçiboynuzu olduğu Vardar vd., (1974) tarafından gerçekleştirilen çalışmayla belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada keçiboynuzlarının tohum ve meyvelerinde protein, şeker, yağ asidi, aminoasit, galaktomannan ve mineral madde analizleri yapılmış, en yüksek toplam protein ve şeker meyvelerin endosperm kısmında bulunmuştur. Toplam protein oranı ve şeker miktarının en yüksek olduğu tip sisam olarak belirlenmiştir. Çalışmada sisam tipinde %43,84, etli tipinde %38,71, yabani tipinde de %32,01 oranında toplam şeker saptanmış ve aynı zamanda protein oranı sisam tipinde %4,76, etli tipinde %3,01, yabani tipinde %2,48 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca her üç tipte de glisin, fenilalanin, tirozin, valin, lösin ve prolin gibi aminoasitlerin de olduğu saptanmıştır (Pekmezci vd., 2005; Pekmezci vd., 2008).

Turhan (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, keçiboynuzu meyvesinin protein oranı %4,45 olarak bulunmuş ve meyvenin aminoasit dağılımında en çok glutamik asit (12,14 g/100g), alanin (11,15-11,39 g/100g) ve aspartik asit (10,76-10,96 g/100g) bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca keçiboynuzu meyvesinin bileşiminin büyük çoğunluğunun şeker olduğu

ve bu şekerin de sukroz, glukoz ve fruktozdan oluştuğu; başlıca fenolik bileşik olarak da gallik asit içerdiği belirlenmiştir (Ayaz vd., 2007).

Başka bir çalışmada, keçiboynuzu meyvesinin toplam kuru madde değeri %93,1, suda çözünebilen madde değeri %64,6, toplam asitlik (sitrik asit cinsinden) %0,24, protein değeri %4,36, toplam lif değeri %7,71, toplam fenolik bileşimi 17,50 mg/g ve pH değeri de 5,15 olarak belirlenmiştir (Turhan vd., 2006). Bir diğer çalışma da Aydın (2011) tarafından yapılmış ve keçiboynuzu meyvesinin %84–%94 rutubet, %45–%77 şeker, %2,2–%3,4 mineral madde, %0,2–%1,2 yağ ve %0,3–%7,6 protein içerdiğini saptamıştır.

2.3. Keçiboynuzu Meyvesinin Dünyada ve Türkiye’de Üretimi

Keçiboynuzu meyvesi ışık ve sıcaklık isteği yüksek, dona hassas, kuraklığa dayanıklı bir maki elemanıdır. Bu özellikleri nedeniyle sıcaklık, keçiboynuzunun yayılmasını düzenleyen önemli bir ekolojik etkidir. Sıcaklık açısından gerekli bu özelliklere Akdeniz iklimi sahip olduğu için keçiboynuzu, Akdeniz ikliminin tipik biçimde etkili olduğu sahaları kendine yayılma alanı olarak seçmiştir (Günel, 2011). Bu durum Akdeniz bölgesinin nemli, daha sıcak ve özellikle yaz döneminde Ege bölgesine göre daha uygun olmasıyla da doğrudan ilişkilidir.

Toros dağlarının Akdeniz’e dönük yamaçlarında, bilhassa sert kalker ana kayalar üzerinde bulunan kırmızı Akdeniz topraklarında oldukça iyi gelişim gösteren keçiboynuzları, İçel ve Fethiye arasında, Torosların denize dönük, nisbi nem ve yağış oranının yüksek olduğu nemli yamaçlarında kızılçam ormanlarının ağaççık adı verilen katında bulunur. Çeşitli maki türleriyle birbirine karışır ve tahrip alanlarında kinin tipik diğer çeşitleriyle, bilhassa mersin, kocayemiş, sakız, defne, kermes meşesi, delice ve akça çeşme ile bazı yerlerde birlikler meydana getirir (Günel, 2011).

Keçiboynuzu dünyada genellikle Akdeniz ikliminin hâkim olduğu İspanya, Portekiz, Fas, İtalya, Kıbrıs, Yunanistan ve Türkiye gibi ülkelerde yetişir (Pazır vd., 2016). Dünyada toplam keçiboynuzu üretiminin 315.000 ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu üretimin %42’ si İspanya, %16’sı İtalya, %8’ i Fas, %6,5’ i Yunanistan, %6’sı Portekiz, %5,5’i Kıbrıs ve %4,8’ i Türkiye’ de gerçekleştiği tahmin edilmektedir (Turhan vd., 2007).

İlk sıraları İspanya, İtalya, Fas, Portekiz ve Yunanistan alırken, Türkiye ise yaklaşık 14.000 ton üretim ile dünyada altıncı sırada yer almaktadır. Dünya genelinde keçiboynuzu üretimi 2013 yılında 145.424 ton olmuş. İspanya bu üretimde 40.000 ton ile ilk sırayı alırken onu 23.000 ton üretim ile Portekiz, 22.000 ton üretim ile Yunanistan, 20.500 ton üretim ile Fas ve 14.261 ton üretim ile Türkiye takip etmiştir (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2013). 2016 yılına ait verilere göre ise, dünyada toplam 158.609 ton keçiboynuzu üretimi gerçekleşmiş. Portekiz 40.385 ton ile birinci sırada yer almış ve bunu sırasıyla İtalya (28.925 ton), İspanya (26.185 ton), Fas (22.032 ton), Türkiye (13.405 ton) ve Yunanistan (12.150 ton) izlemiştir (FAO, 2018).

Keçiboynuzu toplam alanı Dünya genelinde 82.261 ha'dır. Bu alanın 43.000 ha'nı İspanya, 9.800 ha'nı Portekiz, 9.750 ha'nı Fas ve 5.768 ha'nı da İtalya gerçekleştirmektedir. Aynı zamanda Türkiye, Kıbrıs, Yunanistan, Hırvatistan, Lübnan, İsrail, Ukrayna, Meksika ve Cezayir gibi ülkelerde de keçiboynuzu üretimi yapılmaktadır (Gübbük vd., 2016).

Dünya ortalamasına göre hektara verim 1,95 ton olarak saptanmış, en yüksek hektar başına verim ise 10,14 ton ile Lübnan'da belirlenmiştir. Türkiye ise 4,33 ton ile beşinci sırada yer almaktadır (FAO, 2013).

Keçiboynuzu, daha çok Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgelerde yetişmekte olup, ülkemizde Urla'dan Samandağ'a kadar olan 1750 km'lik sahil bandında (genellikle kıyıda 1-2 km' ye kadar olan iç kısımda) doğal olarak yetişmektedir. Aynı zamanda Kozan (Çukurova) kıyısından 90 km içerde ve Mersin çevresinde 25 km kadar iç kısımda da üretim alanı bulunmaktadır (Yalım Kaya, 2010). Temmuz ayında olgunlaşmaya başlayan meyveler için Eylül ortasında başlayan hasat Kasım ayı sonuna dek devam etmektedir (Taşlıgil, 2011).

Çizelge 2.4.' de 2017 senesi illere göre keçiboynuzu ağacı ve üretim miktarları verilmiştir.

Tablodaki TÜİK verilerine bakıldığında keçiboynuzu üretiminin %44' ünün Mersin'de gerçekleştiği görülmektedir (Ersan, 2018).

Çizelge 2.4. 2017 yılı illere göre keçiboynuzu ağacı ve meyvesi üretim miktarları (Ersan, 2018)

İl	Toplu meyveliklerin alanı (dekar)	Üretim (ton)	Ağaç başına ortalama verim (kg)	Meyve veren yaşta ağaç sayısı	Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı	Toplam ağaç sayısı
Muğla	640	918	33	28193	2492	30695
Antalya	2019	5206	46	112063	32295	144358
Adana	2567	2043	28	73136	6034	79710
Mersin	959	6626	57	115895	7627	123522
Osmaniye	550	160	32	5000	495	5495
Türkiye	6735	15016	45	335687	48983	384670

2.4. Pekmez

Pekmez genel olarak şekerli meyvelerin usulüne uygun olarak kaynatılıp şeker oranının artırılmasıyla elde edilen koyu kıvamlı ve koyu renkli bir gıda maddesidir. TSE'nin konuyla ilgili standartında “dut ve incir pekmezi, taze veya kuru üzüm, dut ve incir ekstraktının asitliğini azaltmaksızın veya kalsiyum karbonat veya sodyum karbonat ile asitliğini azaltarak, tanen jelatin veya uygun enzimlerle durultulduktan sonra tekniğine uygun olarak vakum altında veya açıkta koyulaştırılması ile elde edilen koyu kıvamlı; bal, çöven, süt, süt tozu, yumurta akı gibi maddeler ilavesiyle karıştırılarak üretilen bir gıda maddesidir” şeklinde tanımlanmaktadır (Karagöz, 2007).

Pekmez; yüksek oranda şeker içerir ve pekmezin yetişkin ve çocuk beslenmesi bakımından önemi de en çok içeriğindeki bu şekerden kaynaklanır. Aynı zamanda organik asit, mineral madde ve az miktarda da vitamin içeren zengin bir gıdadır. Pekmez sindirim sisteminde parçalanmaya gerek duymadan kolayca emilmekte ve hücre dışından hücre içine geçmesi basit difüzyon yoluyla gerçekleşmektedir. Bunun nedeni ise yapısındaki şekerin

büyük kısmının glukoz ve fruktoz gibi monosakkaritlerden oluşmasıdır (Şengül, Ertugay, Şengül ve Yüksel, 2007)

Yine kalori bakımından oldukça zengin olan pekmezin 200 gramı 300 g ekmeğe, 390 g ete ve 1150 g süte eşdeğerdir (Karagöz, 2007).

Türkiye’de pekmez genellikle modern yöntem (vakum altında) ve geleneksel yöntem (açık kazan) olarak iki şekilde üretilmektedir. Şekil 2.2.’de geleneksel yöntemle tatlı sıvı pekmezin üretim aşamaları verilmiştir



Şekil 2.2. Geleneksel yöntemle tatlı sıvı pekmez üretim aşamaları (Kaya, Yıldız, Hayoğlu ve Kola, 2005)

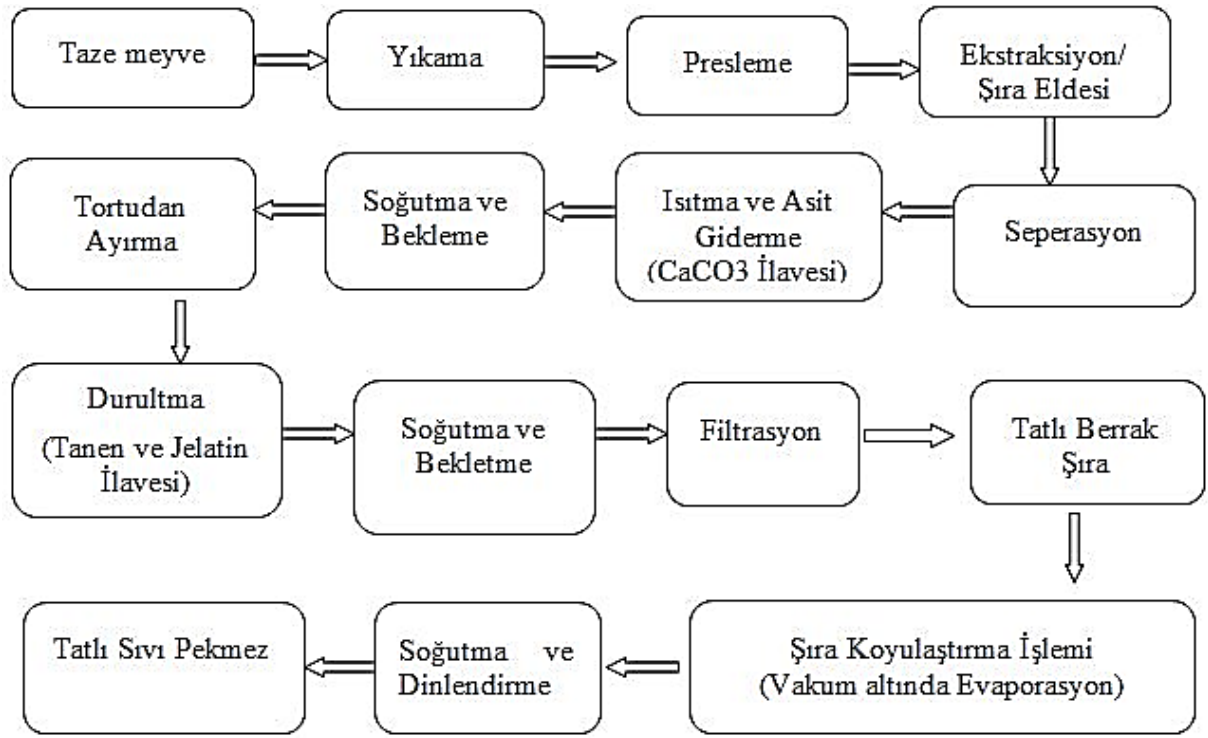
Hasat edilen taze meyveler yıkanarak üzerlerindeki tarımsal ilaç kalınları, toz ve topraktan uzaklaştırılır. Yıkama işlemi ile aynı zamanda çürükler ve sap parçacıkları da ayıklanmış olur. Temizlenen meyveler şıra eldesi için çuvallara doldurulup teknelere taşınır. Şıraları, teknelerde ayakla çiğnenmek suretiyle çıkarılır. Çıkarılan şıra, bulanık renkli ve asit karakterlidir. Asitlik seviyesini belirli seviyenin altına indirmek için asit giderici olarak, rengi beyaz veya beyaza yakın, kireci fazla pekmez toprağı olarak bilinen toprak kullanılır. Pekmez toprağı aynı zamanda şıranın durultulmasına da yardımcı olur. Bundan sonra şıra şıranın kestirilmesine gelmektedir. Pekmez toprağı ilave edildikten sonra şıra kuvvetli bir şekilde yanan ocak üzerinde bir taşım kadar kaynatılır. Bu işlem ile toprak şıraya daha kolay etki eder ve aynı zamanda durultma da hızlanır. Kestirme işlemi sonrasında çıkarılan şıra artık dinlenmeye bırakılır ve 5-6 saat geçtikten sonra tortunun dibe çöktüğü görülür. Uygulamada ise genelde bir gece beklenir (Gökçe ve Çizmeçi, 1965).

Koyulaştırma işlemi için berrak olan kısım tortudan ayrılır, daha sonra berrak şıra bakır leğenlere aktarılarak ocağa yerleştirilir. Şıra kaynarken dipte yanıkların oluşmaması için devamlı karıştırılır ve savrulur. Bu işlem aynı zamanda buharlaştırma işlemine yardımcı olur. Karıştırma esnasında şıra yüzeyinde meydana gelen kirli köpükler alınır. Koyulaşan bu pekmezden tahta kaşıkla alınan numunenin yavaş yavaş akıtılmasıyla damlaların iki ayrı yerden yan yana damlamaları pekmezin artık yeteri kadar koyulaştığının göstergesidir. İstenilen koyuluğa ulaşan pekmez ambalajlanmak üzere soğumaya bırakılır (Gökçe ve Çizmeci, 1965).

Koyulaştırma işlemi bazı bölgelerde güneş enerjisinden yararlanarak da yapılmaktadır. Bu işlem leğenlerde ocak üzerinde kaynatılarak değil de tepsilerde ve güneşte bekletilerek gerçekleştirilir. Pekmezler içinde en kaliteli olarak bilinen bu pekmeze “günbalı” denir (Nas ve Nas, 1987).

Şekil 2.3.’ te modern yöntemle tatlı sıvı pekmez üretim aşamaları verilmiştir. Modern yöntemde taze meyveler toz, toprak ve tarımsal ilaç kalıntılarında uzaklaştırılmak için yıkanılır. Preslenmeye hazır duruma gelen meyveler şıra elde etmek amacıyla presten (Horizontal, pnömatik, paketli) geçirilirler. Preslemenin sonucunda elde edilen bu şıraya renk kararmasını önlemek için 50 mg/kg kadar kükürt dioksit (SO₂) eklenebilir (Batu, 1991). Presleme sonunda şıra kaba maddelerinden ayrılmak üzere separasyona tabi tutulur. Daha sonra şıraya asitlik özelliğini gidermek için pekmez toprağı eklenir. Toprak ilave edilir edilmez şıra 70°C’ ye kadar ısıtılır ki şıranın etkisini kolaylaştırıp durultma hızlansın ve maya faaliyeti engellensin (Batu, 1991). Tortunun ayrılabilmesi için şıra soğutulur ve 5-6 saat dinlenmeye bırakılır. Bu dinlenme sonunda berrak kısım dibe çöken tortu kısmından ayrılırken, tamamen berraklaştırma ve buruk tatların yok edilebilmesi amacıyla şıraya durultma adı verilen işlem uygulanır. Durultma işlemi ısıyla beraber, tanen-jelatin uygulaması veya enzimatik yolla elde edilebilir (Cemeroğlu ve Acar, 1986). Berrak şıra durultma sonunda şıranın filtre edilmesiyle ortaya çıkar (Kaya vd., 2005).

Koyulaştırma işlemi vakum ya da açık kazan yöntemiyle suyun buharlaştırılması esasına dayanır. Açık kazanda yüksek ısıda konsantrasyon uygulamasında pekmezdeki şeker oranının %5-10 kadarı karamelize olmaktadır. Pekmezin koyu rengi bu karamelizasyon olayından gelmektedir (Batu ve Aktan, 1992)



Şekil 2.3. Modern Yöntemle Tatlı Sıvı Pekmez Üretim Aşamaları (Kaya vd., 2005)

Yapılan bir araştırmada açık kazan yöntemiyle üretilen pekmezlerin, renginin daha koyu, pH 'sının daha düşük, asit içeriğinin ve HMF miktarının çok daha yüksek olduğu tespit edilmişken, şeker miktarının ise %12,46 oranında daha düşük olduğu bulunmuştur (Batu, 1991).

2.5. Keçiboynuzu Pekmezi

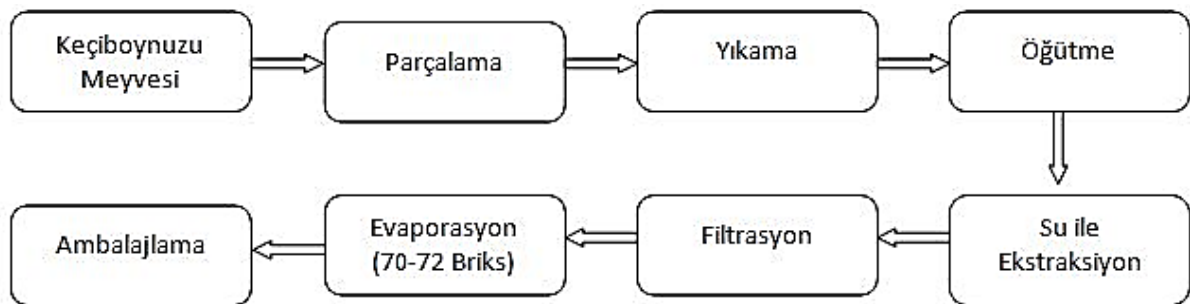
Keçiboynuzu (harnup) pekmezi TS 13717' ye göre "Keçiboynuzu meyvesinden tekniğine uygun olarak özütlenen ve berraklaştırılan şıranın açıkta veya vakum altında konsantre edilmesiyle üretilen mamul" şeklinde tanımlanmaktadır (TSE, 2016).

Aynı standarta göre çizelge 2.5.' te keçiboynuzu pekmezinin olması gereken kimyasal özellikleri belirtilmiştir.

Çizelge 2.5. Kimyasal özellikler (TSE, 2016)

Özellik	Değer
Suda çözünür katı madde (Briks), % (mm), en az	70
pH	4,5–6
Sakaroz, % (m/m)	20- 40
Toplam kül, % (m/m) en çok	3,5
Hidroksimetilfurfural, (mg/kg), en çok	30
Titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden), m/m	0,9-0,12
Formol sayısı, (100 ml için Ml 0,1 M NaOH), en az	50
C13 binde, en çok	-23,5

Şekil 2.4.'te keçiyoynuzu pekmezi üretim aşamaları verilmiştir. Genel olarak durultma, ekstraksiyon ve konsantre etme gibi 3 temel aşamadan meydana gelmektedir. Doğal haliyle bütün olarak işlenmesi zor olan keçiyoynuzu ilk önce küçük parçalara ayrılır ve yıkanır. Yıkama işlemi ardından yumuşamış olan meyveler öğütülür ve ekstraksiyon işlemine tabi tutulur. Elde edilen ekstrak filtre edildikten sonra 70-72 °Briks'e kadar evapore edilir ve satışa sunulmak üzere ambalajlanır (Şimşek ve Artık, 2002).



Şekil 2.4. Keçiyoynuzu pekmezi üretim aşamaları (Şimşek ve Artık, 2002)

Birçok işletmede konsantrasyon işlemi geleneksel yöntemlerdeki açık kazanlarda yapılan kaynatmanın aksine, vakum altında yaklaşık olarak 550 mm Hg gibi düşük basınç ve sıcaklık altında (80- 85°C) yapılmaktadır (Batu vd., 2007).

Geleneksel olarak üretilen doğal keçiboynuzu pekmez yapımında olgunlaşan meyveler toplanıp bir gün önceden yıkanır ki hem yumuşasın hem de tozu toprağı gitsin. Yumuşayan meyveler küçük parçalar halinde parçalanır ve büyük kazan gibi kapların içlerine koyularak üzerleri su ile doldurulur. En az 10 saat bekletilen meyveler önce büyük parçalar için kevgirlerden sonra küçük partiküllerden arındırmak için keselerden süzülür. Buynuz suyu denilen sütlü kahverenginde bir süzüntü suyu elde edilir. Kazanlara alınan buynuz suyu kıvam alıncaya kadar kaynatılmaya başlanır. Kaynama esnasında üst tabakada birikmeye başlayan kef (köpük) atılır. Koyulaştırma işlemi esnasında sürekli karıştırma ve havaya savurma yapılır. Yapışkan bir tabakanın meydana gelmesiyle pekmezin istenilen kıvama geldiğı kabul edilir ve tüketime sunulmak üzere pekmez soğumaya bırakılır (Yıldırım ve Kargioğlu, 2015).

2.6. Keçiboynuzu Pekmezinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Geleneksel bir ürün olan keçiboynuzu pekmezi *Ceratonia siliqua L.* meyvelerinden elde edilir ve uzun yıllardır insan beslenmesi için kullanılır. Pekmez üretimi esnasında renk esmerleşmesinde rol oynayan 5-hidroksimetilfurfural (HMF), gıda maddelerinin doğal yapılarında yer almayan, ancak şekerlerin parçalanma ürünleri arasında bulunan önemli bir ara maddedir (Cemeroğlu ve Acar 1986; Altan ve Fenercioğlu 1989). HMF keçiboynuzu pekmezi ve diğer konsantre gıda maddelerinde bir kalite parametresi olmasının yanında insan metabolizması üzerinde de kansinojenik etkiye sahiptir. Bu yüzden bu bileşimin konsantrasyonunun belli seviyenin altında olması istenir (Tetik, Turhan, Karhan ve Öziyci, 2010).

HMF miktarını, ortamın şeker konsantrasyonu, ısıl işlem süre ve sıcaklığı, pH derecesi, ürünün depolanma süresi ve sıcaklığının etki ettiğı belirlenmiştir. Yapılan bir araştırmada pH seviyesi düştükçe HMF miktarının artmaya başladığı tespit edilmiş ve pH=5 iken 75°C'de HMF oluşmadığı, pH 4 iken 1mg/lt HMF oluştuğı ve pH=3 olduğunda ise ısıl işlem süresine bağlı olarak HMF miktarının arttığı tespit edilmiştir (Kayahan, 1982).

Tetik vd. (2010) keiboyuzunu pekmezinde insan metabolizması üzerinde mutajenik etkisi olan HMF' nin içeriği ile ilgili yaptıkları araştırmada HMF değerini 12,25 mg/kg olarak bulmuşlardır. şimşek ve Artık, (2002), HMF(mg/kg) 4,1-7.0; şengül vd. (2007) ise yaptıkları çalışmada HMF değerini 21,32 mg/kg bulmuşlardır.

HMF' nin oluşumu pH değerine de büyük oranda bağlıdır (Morales, 2008). Aksu ve Nas (1996) yapmış oldukları bir çalışmada keiboyuzunu pekmezinin pH değerini 5,05 bulmuşlardır. şimşek (2000) tarafından yapılan başka bir çalışmada pH değeri 5,31–5,40 bulunmuş iken şengül vd. (2007) 'nin yapmış olduğu çalışmada ise pH 5,09 bulunmuştur. Bir diğer alışma Turhan vd. (2007) tarafından yapılmış ve keiboyuzunu pekmezinin pH değeri 5,10 olarak bulunmuştur.

Pekmezlerde su aktivitesi (aw) nemli bir parametredir. Su aktivitesinin esmerleşme reaksiyonu olan Maillardı etkilediği bildirilmiş ve genel olarak su aktivitesi (aw) nin, düşük ve yüksek olduğu değerlerde tepkimenin azaldığı tespit edilmiştir (Toker, 2012; Akkaya, 2016).

Pekmez için önemli bir kalite parametresi olan ve inan sağlığı için de risk oluşturan HMF oluşumu üründeki şeker içeriği ve konsantrasyonuna da bağlıdır.

Tetik vd. (2010)'nin yapmış oldukları çalışmada keiboyuzunu pekmezinin sakkaroz değerini 45 g/100g olarak bulmuşlardır ve izelge 2.6.'da pekmez için buldukları diğer değerler verilmiştir.

Çizelge 2.6. Keçiboynuzu pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Tetik vd., 2010)

Bileşim ögesi	Değer
Toplam kuru madde (g/100g)	72,18
Briks (g/100g)	71,50
pH	5,18
Toplam asitlik (g/100 g)	0,87
Formol sayısı	84,01
Toplam şeker (g/100g)	62,80
Sakkaroz (g/100g)	45,00
İnvert şeker (glukoz ve fruktoz) (g/100g)	17,05
Toplam fenolik bileşen (mg GAE/g)	1,62
Protein (g/100g)	1,18
HMF (mg/kg)	1,53
Renk	L* 16,33 a* 1,29 b* 1,21

*L, (Parlaklık; 100: beyaz, 0: siyah), a (+: kırmızı, -: yeşil) ve b (+: sarı,-: mavi)

Ekşi ve Artık (1984) tarafından yapılan bir çalışmada keçiboynuzu pekmezi bileşiminde %70,1 oranında toplam şeker bulunmuş ve bu oranın %46,7' sini sakkarozun oluşturduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda çözünür kuru madde %79,4, indirgen şeker %23,4, protein miktarı % 2,3, toplam kül %1,57 ve pH 5,3 olarak belirlenmiştir.

Başka bir çalışma Şimşek (2000) tarafından yapılmış ve keçiboynuzu pekmezinin bileşimi, °Briks %71,2-72,3; toplam kuru madde %74,48-75,75; pH 5,31-4,40; titrasyon asitliği (g/100) 0,55-0,6; toplam şeker % 62,16-68,79; sakkaroz %40,36-44,38; HMF (mg/kg) 4,1-7,0; toplam kül %1,33-1,62 ve renk L*16,45-19,25; a* 0,58-0,68; b* 0,46-0,55 olarak bildirilmiştir.

Şengül vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada ise keçiboynuzu pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve bu çalışmaya göre; toplam kuru madde (%), °Briks, pH, sakkaroz (%), toplam kül (%), toplam şeker (%), HMF (mg/L), titrasyon asitliği

(sitrik asit cinsinden) ve renk değerleri sırasıyla; 75,90; 72; 5,09; 22,11; 2,48; 71,20; 21,32; 0,60 ve L:19,35; a:+4,35; b:-6,01 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezinin mineral madde dağılımı incelendiğinde, düşük sodyum ve yüksek potasyum içeriği ile kan basıncını düzenlemesi açısından önem taşıdığı görülmektedir. Meyve, içerdiği potasyum ile vücuttaki sıvı elektrolit dengesini de sağlamaktadır. Aynı zamanda kan basıncını etkili şekilde düzenleyerek sistolik ve diastolik basıncın düşürülmesine yardımcı olmakta ve inme tehlikesini engellemektedir (WHO, 2012).

Şimşek (2000) tarafından yapılan çalışmada; keçiboynuzu pekmezinin mineral madde bileşimi bulunmuş ve kalsiyum değerinin diğerlerine göre daha yüksek oranda olduğu görülmüştür. Bu çalışmaya göre; fosfor (mg/100 g) 52-60; demir (mg/100 g) 0,31-0,38; bakır (mg/100 g) 0,30-0,42; çinko (mg/100 g) 0,10-0,14; potasyum (mg/100 g) 410-447; sodyum (mg/100 g) 12-16; magnezyum (mg/100 g) 47-54; kalsiyum (mg/100 g) 130-144 olarak bulunmuştur. Tetik vd. (2010)' nin keçiboynuzu pekmezine dair yapmış oldukları çalışma ise Çizelge 2.7.' de verilmiştir.

Çizelge 2.7. Keçiboynuzu pekmezinin mineral madde içeriği (Tetik vd., 2010)

Mineraller	(mg / 100 g)
Potasyum	1057
Kalsiyum	314,9
Fosfor	77,8
Magnezyum	55,6
Sodyum	17,1
Demir	1,4
Bakır	0,5
Çinko	0,4
Manganez	0,3

Keçiboynuzu meyvesinin antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bu niteliğinin özellikle de proantosiyanidinlerden kaynaklandığı bildirilmektedir (Karakaya ve Artık, 1990). Keçiboynuzunda yer alan flavan-3-ol, flavonol ve fenolik bileşenler vücutta inflamasyona karşı tedavi edici ve koruyucu etki gösterir (Theophilou, Neophytou, Kakas ve Constantinou, 2017). Meyvenin yapısında bulunan taninler, besinlerdeki proteinlerin çökmesini sağlayarak sindirim sistemi mukozası üstünde ek bir tabaka meydana getirir ve bu yolla mukozanın yıpranmasını önleyerek vücutta ülser gelişimini engelleyebilmektedir. Ancak, taninlerin büzüştürme ve mukoza salgısını azaltma etkileri bulunduğu için keçiboynuzu günlük diyetle aşırı tüketilmemelidir (Rtıbı vd., 2015).

Keçiboynuzu yapısında bulunan fenolik bileşenler ve diyet lifleri plazmada toplam kolesterol ve LDL kolesterol seviyesini düşürerek antihiperlipidemik etki gösterir (Goulas vd., 2016). Yapılan klinik araştırmada, 34-70 yaş aralığında bulunan hiperkolesterolemi hastası erkek ve kadınlara 6 hafta süresince 15 g/gün keçiboynuzu verilmiş, bunun sonucunda LDL kolesterolün %10,5 ve LDL/HDL değerinin %7,9 azaldığı tespit edilmiştir (Zunft vd., 2003).

Keçiboynuzu, fenolik asit (gallik asit), flavonol (kuersetin, mirisetin) ve flavan-3-ol ((+) kateşin) fitokimyasallarına bağlı olarak bazı hepatosellüler, servikal, göğüs, prostat ve kolon kanseri hücrelerinde, hücre proliferasyonunu baskılayarak, DNA sentezini engeller ve apoptozise neden olarak antikanserojen etki göstermektedir (Goulas vd., 2016).

Ayaz vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada; keçiboynuzunun toplam fenolik bileşik (13,51 mg GAE /g), proantosiyanidin (0,36 mg GAE/g), gallotanin (0,41 mg kateşin eşdeğeri/g) ve flavonol (3,21 mg kateşin eşdeğeri/g) içerdiği saptanmıştır.

Keçiboynuzundan d-pinitol eldesi ile ilgili yapılan bir çalışmada ise toplam polifenol miktarının 38,82 mg GAE/100 g düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin miktarları sırasıyla; gallik asit 17,41 mg/100g; hidrolize edilebilir tanenler 2,63 mg/100g; kondanse tanenler 1,48 mg/100g; mirisetin türevleri 11,11 mg/100g; kuersetin türevleri 5,33 mg/100g; kaempferol türevleri 0,86 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Kroh, 1994).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada ülkemizde satışa sunulan 12 farklı markaya ait keçiyoynuzu özü kullanılmıştır. 12 farklı keçiyoynuzu pekmezi de temin edilerek, örneklerin özellikleri belirlenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır.

Örnekler analiz edilinceye kadar 4°C’de karanlıkta muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. pH Ölçümü

Pekmez numunelerinin pH değerleri TS 3792 ’ye göre belirlenmiştir. pH değeri belirlenirken pekmez numuneleri saf su ile (1:2) oranında karıştırıldıktan sonra homojen duruma getirilerek ölçüm yapılmıştır. Çalışmada, 20 ml pekmez numunesine 40 ml saf su ilave edilerek homojenize edilmiş ve daha sonra pH- metre ile pH ölçümü yapılmıştır.

3.2.2. Suda Çözünen Kuru Madde (°Briks) Tayini

Örneklerin °Briks değerleri AOAC (Association of Official Analytical Chemists – Resmi Analitik Kimyacılar Birliği) 1984 yöntemi kullanılarak tayin edilmiştir. Refraktometre, saf su ile kalibre edildikten sonra örnekler konularak değerler okunmuştur. Okumalar 25°C’de gerçekleştirilmiş ve sonuçlar, °Briks olarak ifade edilmiştir. Her örnek için üç ölçüm gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalamaları alınarak % olarak verilmiştir.

3.2.3. Renk Ölçümü

Örneklerin rengi Konica Minolta renk tayin cihazı (Chroma meter CR- 5, Konica Minolta, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. L^* (100: beyaz, 0: siyah), a^* (+ kırmızı, - yeşil) ve b^* (+ sarı, - mavi) değerleri ölçülmüştür (Rommel, Heatherbell, ve Wrolstad, 1990).

3.2.4. Titrasyon Asitliği Tayini

Örneklerin titrasyon asitliği değerleri, TS 1125 ISO 750'ye göre yapılmıştır. Bu yöntem titre edilebilir asitliğin tespit edilmesi için hazırlanmış örneklerin belli oranda sulandırıldıktan sonra fenol fitaleyn indikatörü eşliğinde 0,1 N NaOH çözeltilisi ile titre edilmesi ilkesine dayanır.

Örneklerin titrasyon asitliğini belirlemek için 5 g numune tartılmış ve 250 ml' ye seyreltilmiştir. Seyreltilmiş deney numunesinden 50 ml alınmış ve erlene aktarılmıştır. Erlen içine 1 ml fenol fitaleyn çözeltilisi ilave edilmiş ve 0,1 N ayarlı sodyum hidroksit çözeltilisi ile 30 sn. süreyle kalıcı pembe renk elde edilene kadar çalkalayarak titre edilmiştir. Sonuçlar ortalama alınarak % asitlik, sitrik asit cinsinden (sitrik a. c) olarak verilmiştir.

3.2.5. Formol Sayısı Tayini

Örneklerin formol sayıları TS EN 1133'e göre yapılmıştır. Bu yöntemde formaldehit çözeltilisinin örneklere katılmasıyla mevcut olan aminoasit moleküllerinin her birinden bir H⁺ iyonu serbest kalması ve bu iyonun potansiyometrik olarak NaOH çözeltilisi ile titre edilmesi ilkesine dayanır.

Formol sayısı 100 ml numune için harcanan 0,1 mol/L konsantrasyonundaki NaOH çözeltilisinin mililitre olarak miktarıdır. Örneklerden 5 ml alınmış ve 250 ml ye seyreltilmiştir. Seyreltilmiş numuneden 25 ml alınmış ve içine 10 ml formaldehit çözeltilisi eklenmiştir. pH=8,1 oluncaya kadar 0,1 N NaOH çözeltilisiyle titre edilmiş ve titrasyonda harcanan NaOH çözeltilisinin miktarı kaydedilmiştir. Formol sayısı, denklem 3.1.'e göre hesaplanmıştır. Formol sayısı, deney numunesinin 100 ml'sinde hesaplanmış ve virgülden sonra bir basamakla verilmiştir.

$$\text{Formol Sayısı} = 10 \times n \quad (3.1)$$

Burada; n = Titrasyonda harcanan NaOH çözeltilisinin miktarı (ml) dır.

3.2.6. Toplam Kül Tayini

Örneklerin toplam kül miktarları TS 3792' ye göre yapılmıştır. Krozeler 550°C'de ayarlanmış kül fırınında 1 saat ısıtılıp desikatörde 0,5 mg hassasiyetle tartılmış ve yaklaşık 2 g

civarı örnek krozelere tartılmıştır. Suyu iyice uçana kadar 103°C’de bekletilmiş ve örnekler tamamen karbonlaşınca kadar 550°C’de kül fırınında yakılmıştır. Yanma tam olmamış ise kül nemlendirilip karıştırılmış ve yeniden yakma işlemine tabi tutulmuştur. Yakma işlemi bittikten sonra desikatörde soğutulmuş ve 0,0001 g hassasiyetle tartılmıştır. Sonuçlar ortalama alınarak % olarak verilmiştir.

3.2.7. Protein Tayini

Örneklerin protein miktarları AOAC 992.15-1992 yöntemi kullanılarak tayin edilmiştir. Bu yöntem, örnekler herhangi bir kimyasal işleminden geçirilmeden doğrudan Dumas Yakma Tekniği ile çalışan otomatik Azot/Protein cihazının yakma ünitesinde oksijen gazı ile yüksek sıcaklıklarda yakılması, yanma gazları termal konduktivite dedektörde tayin edilerek azot değeri bulunması ilkesine dayanır. Ürün çeşidine göre tespit edilen azot gazı miktarı ilgili faktör ile çarpılarak proteine çevrilir.

Protein analizinde Leco FP- 528 marka azot/protein cihazı kullanılmıştır. Analiz için öncelikle 2 blank analizi yapılmıştır. Cihazın nitrojen standartı (EDTA) ile örnekler verilmeden önce 2 çalışma yapılmış ve cihaz kalibre edilmiştir. Çalışmada kullanılan EDTA’nın azot miktarı 9,57’dir. Daha sonra homojen edilmiş örnekten 0,1 mg hassasiyetle 0,5 g civarı tartılmış ve numune bilgileri cihaza girilmiştir. Tartılan örnekler cihazın yanma ünitesine alınmış ve cihaz başlatılmıştır.

Analiz süresi sonunda cihaz ekranında okunan değer % azot cinsindedir ve protein faktörü ile çarpılarak sonuç % protein cinsinden verilmiştir. Ham protein denklem 3.2.’ye göre hesaplanmış ve protein faktörü olarak 6,25 kullanmıştır.

$$\text{Ham protein \%} = \% \text{ nitrojen} \times \text{numunenin protein faktörü} \quad (3.2)$$

3.2.8. Toplam Fenolik bileşik Analizi

Örneklerin toplam fenolik bileşik miktarlarının belirlenmesinde, Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965). 0,1 g örnek hassas olarak tartılmış, balon jode 10 ml’ ye saf su ile tamamlanarak seyreltilmiştir. Seyreltilmiş örnekler, Whatman No 1 filtre kâğıdı ile filtre edildikten sonra, kullanılmıştır. 20 µL örnek ekstraktı veya standart çözelti 1580 µL saf su ile bir cam tüpte karıştırılmış, 100 µL Folin–Ciocalteu reaktifi

eklendikten sonra vortekslenmiştir (Matic ve ark. 2017). 300 µL Na₂CO₃ (200 g/L) çözeltisi eklenip karıştırıldıktan sonra deney tüpleri 40°C’de 30 dakika inkübe edilmiştir. Oluşan mavi renkli kompleksin absorbansı 765 nm’ de su ile hazırlanmış köre karşı Beckman Coulter DU730 marka UV-Vis spektrofotometrede okunmuştur. Gallik asit standartı ile standart çözeltiler hazırlanmış ve kalibrasyon grafiği oluşturularak hesaplamalar buna göre yapılmıştır.

Kalibrasyon grafiğinin hazırlanması

İçerisinde 0,13 - 0,06 - 0,03 ve 0,02 mg/ml fenolik bileşik bulunan gallik asit stok standart çözeltiler hazırlanır. Absorbans değerlerine karşılık gelen fenolik bileşik içeriği miligram cinsinden bir grafiğe geçirilir.

Toplam fenolik bileşik içeriği, miligram gallik asit eşdeğeri/g olarak denklem 3.3.’e göre hesaplanmıştır:

$$\text{Toplam Fenolik bileşik} = (m_1 \times \text{çözelti hacmi}) / m_0 \quad (3.3)$$

Burada; m_0 : Deney numunesinin gram cinsinden kütlesi

m_1 : Kalibrasyon grafiğinden okunan, ölçülen absorbansa karşılık gelen fenolik bileşiknin miligram cinsinden kütlesi

3.2.9. HMF (5-hidroksimetilfurfural) Tayini

Örneklerin HMF miktarlarının tespitinde TS 6178 ISO7466 Nisan 2002 metodundan yararlanılmıştır. Bu metodun amacı ısıl işlem uygulanmış meyve sebze mamül ürünlerinde HMF miktarını spektrofotometrik olarak belirlemektir. Prensipte analiz örneklerine su ilave edilerek hazırlanan deney çözeltisine litresinde 10 mg’ dan daha çok serbest kükürt dioksit ihtiva eden ürünlerde asetaldehit ilavesinden sonra, litresinde 10 mg’ dan daha az serbest kükürt dioksit ihtiva eden ürünlerde ise doğrudan p-toluidin ve barbitürik asit çözeltisi ilave edilerek mevcut HMF ile reaksiyon sonunda oluşan kırmızı rengin 550 nm dalga boyunda spektrofotometrik ölçümü esasına dayanır.

Örneklerden 20 g deney numunesi alınmış ve 100 ml’lik ölçülü balona aktarılmıştır. Üzerine 50 ml su ilâve edildikten sonra 2 ml Carrez (I) (potasyum ferrosiyaniid; K₄Fe(CN)₆·3H₂O) çözeltisi ve 2 ml Carrez (II) (çinko asetat; Zn (CH₃CO₂)₂·2H₂O) çözeltisi ilâve

edilmiştir. İşaretine kadar su ile seyreltilip karıştırılmıştır. Süzölmeye başlanmış ve süzöntünün ilk 20 ml' si atılmıştır. İki deney tüpünün (A ve B) her birine 2 ml deney çözeltisi alınmış üzerine 5 ml p-toluidin reaktifi ilâve edilmiştir. Çalkalanıp 1-2 dakika bekletildikten sonra A tüpünün içeriğine 1 ml su ilâve edilip çalkalanmış, B tüpünün içeriğine ise 1 ml barbitürik asit çözeltisi eklenip çalkalanmıştır. Cam küvetlere bu çözeltiler doldurulmuş 3–4 dakika içerisinde referans çözeltisine karşı Beckman Coulter DU730 marka UV-Vis spektrometre cihazı ile 550 nm' de absorbanı ölçölmüştür.

Kalibrasyon grafiğinin hazırlanması

Standart HMF çalışma çözeltisinin sırasıyla 0,05 - 0,075 - 0,1 - 0,25 - 0,50 - 0,75 -1,00 - 1,8 - 2,650 ve 4,1 ml'lik serisi on ayrı tüpe aktarılmıştır. Her bir tüp için (sonuncu tüp dışında) toplam hacim 2 ml oluncaya kadar su ilâve edilmiştir. Bu çözeltiler sırasıyla 0,50 - 0,75 - 1,00 - 2,50 - 5,00 - 7,50 - 10,00 - 18,00 - 26,50 ve 41,00 mikrogram HMF içerir. Absorbans değerlerine karşılık gelen HMF içeriği mikrogram cinsinden bir grafiğe geçirilir.

5–HMF içeriği; H, miligram/kilogram olarak denklem 3.4.'e göre hesaplanmıştır:

$$H = V_1 \times m_1 / V_2 \times m_0 \quad (3.4)$$

Burada; m_0 : Deney numunesinin gram cinsinden kütlesi,

m_1 : Kalibrasyon grafiğinden okunan, ölçölen absorbanı karşılık gelen 5–HMF'nin mikrogram cinsinden kütlesi,

V_1 : Deney çözeltisinin mililitre olarak hacmi (örneğin 100 ml),

V_2 : Tayin için alınan deney numunesi kısmının mililitre olarak hacmidir (örneğin 2 ml).

3.2.10. HPLC ile Şeker Analizi

Örneklerin glukoz, fruktoz ve sakkaroz miktarları AOAC 980.13-1980 metodundan yararlanılarak tayin edilmiştir (1984). Bu metotta Agilent 1260 Infinity marka HPLC cihazı kullanılarak örneklerin sakkaroz miktarlarının kantitatif olarak saptanması amaçlanmıştır. Örnekler iyice karıştırılarak homojen hale getirilmiş ve kalibrasyon eğrisinin okuma aralığına girecek şekilde 2 gr tartılmış ve 40 ml'lik ölçölü balona seyreltilmesi yapılarak örnek

hazırlanmıştır. Örnek ultrasonik banyoda 15-20 dakika tutulup, balon jojelerde saf su ile tamamlanmış ve 0,45 mikrometrelik enjektör ucu filtresinden süzülerek viallenmiştir. Viallenen örnekler HPLC cihazına verilmiştir. Cihaz sonuçları % olarak verilmiştir.

Kromatografik şartlar:

- Dedektör: RID - Refraktif İndex Dedektör (Analize başlamadan önce 6 saat şartlanmaya bırakılmalıdır.)
- HPLC Kolonu: Karbonhidrat kolonu (Waters μ - Bondapak carbohydrate column, 300 x 4 (id)mm)
- Akış hızı (flow): 1 ml/dk
- Enjeksiyon hacmi: 20 mikrolitre
- Mobil faz: %20 ultra saf su + %80 asetonitril

Kalibrasyon grafiğinin hazırlanması

Ana stok standartın hazırlanması; rutubetinden arındırılmış saf sakkaroz standartından 0,0001 g hassasiyetle tartımla %2 lik standart hazırlanmıştır. Çalışma standartlarının hazırlanması; ana stok standarttan seyreltilerek %; 0,05 – 0,1 – 0,5 – 1 ve 2'lik çalışma standartları hazırlanmış ve her standart 3' er enjeksiyon yapılarak kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur.

3.2.11. ICP-MS ile Element Analizi

ICP- MS'te analiz öncesi 0,5 g pekmez örneği teflon kaplara alınmıştır. Üzerine 0,1 mol/L nitrik asitten 8 ml eklenerek organik içerikler mikrodalga fırında yakılmıştır. Ultra saf su ile 25 ml' ye (1' e 50) seyreltildikten sonra Agilent 7700 ICP- MS cihazına verilmiştir.

ICP-MS cihazının kullanım parametrelerinin tipik değerleri ve ayar aralıkları Çizelge 3.1.' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. ICP-MS Cihazının kullanım parametrelerinin tipik değerleri ve ayar aralıkları

Parametreler	Birim	Tipik değer	Ayar aralığı
RF Power	W	1300	1200 - 1600
Sampling Depth	mm	8	4 - 8
Carrier Gas	L/min	1,2	0.8 - 1,3
Peri-pump 1	rps	0,1	0,06 - 0,15
S/C Temp.	°C	2	2 - 2
Extraction 1	V	-150	(-200) – (-100)
Extraction 2	V	-70	(-150) – (-10)
Einzel1,3	V	-100	(-130) – (-40)
Einzel 2	V	+7	(-20) – (+70)
Omega Bias	V	-35	(-40) – (-30)
Omega (+)	V	+5	0 – (+30)
Omega (-)	V	-5	(-30) – (+10)
QP Focus	V	+3	0 – (+10)
Plate Bias	V	0	0 – (+6)
QP Bias	V	0	0 – (+6)

3.3. İstatiksel Analiz

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özünde pH, toplam fenolik, kül vb. parametrelerin farklılaşmasını incelemek amacıyla uygun analiz türüne karar vermek için öncelikle normal dağılım varsayımı incelenmiştir. Parametrelerin normal dağılım incelenmesinde Kolmogorov Smirnov, Shapiro-Wilks testleri ve çarpıklık-basıklık istatistikleri ile bu istatistiklere ait standart hata değerleri birlikte incelenmiştir. Normal dağılımın sağlandığı durumlarda bağımsız örneklem t testi, sağlanmadığı durumlarda ise Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Parametrelerin normal dağılım incelemesi EK 1’de verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Örneklerin pH Analiz Sonuçları

Keçiboynuzu pekmezi keçiboynuzu özü örneklerinin pH değerleri Çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin pH değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	pH	Örnek Tipi	Örnek No	pH
Pekmez	1	5,23 ± 0,00	Öz	13	5,15 ± 0,00
Pekmez	2	5,12 ± 0,00	Öz	14	5,15 ± 0,01
Pekmez	3	5,01 ± 0,01	Öz	15	5,18 ± 0,00
Pekmez	4	4,90 ± 0,01	Öz	16	5,01 ± 0,00
Pekmez	5	5,28 ± 0,00	Öz	17	5,25 ± 0,00
Pekmez	6	5,15 ± 0,00	Öz	18	4,95 ± 0,01
Pekmez	7	5,12 ± 0,00	Öz	19	5,11 ± 0,00
Pekmez	8	5,16 ± 0,00	Öz	20	5,07 ± 0,00
Pekmez	9	4,98 ± 0,00	Öz	21	5,00 ± 0,00
Pekmez	10	5,17 ± 0,01	Öz	22	5,39 ± 0,00
Pekmez	11	5,15 ± 0,00	Öz	23	4,87 ± 0,00
Pekmez	12	5,15 ± 0,00	Öz	24	4,97 ± 0,00
ORTALAMA ¹		5,12 ± 0,03			5,11 ± 0,04

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin pH değerleri 4,90 ile 5,28 aralığında ortalama 5,12±0,03 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin pH değerleri 4,87 ile 5,39 aralığında ortalama 5,11±0,04 olarak bulunmuştur. Aksu ve Nas (1996) yapmış oldukları bir çalışmada keçiboynuzu pekmezinin pH değerini 5,05 bulmuşlardır. Şengül vd. (2007) ise

yapmış oldukları çalışmada pH 5,09 bulmuş iken, Turhan vd. (2007) pH değerini 5,10 olarak bulmuşlardır. Bulunan değerler Şengül vd. (2007) ile Turhan vd. (2007) ile uyumludur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama pH değerleri t-testi ile karşılaştırılmış ve iki gruba ait pH değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

pH değerini etkileyen çeşitli faktörler vardır. Tür, çeşit, mevsimsel özellikler, meyvelerin olgunlaşma durumu ve üretim yöntemi önemli ölçüde pH'yı değiştirmektedir. Buna rağmen bu çalışmada iki örnek gurubunun ortalama pH değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

2016 yılında yayımlanan 'TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standart'ında pH aralığı 4,5-6 olarak belirlenmiştir. Keçiboynuzu özü için ise yürürlükte olan herhangi bir mevzuat bulunmamaktadır. Bulunan değerler pekmez örnekleri için mevcut standarta uygundur.

Alpar (2011) tarafından yapılan bir çalışmada pekmez üretiminde pH değerinin kaynatma boyunca düştüğü bildirilmiştir. Karakavuk (2014) yaptığı bir çalışmada 65 °C, 75 °C ve 85 °C'de vakum altında, 100 °C'de ise açık kazan yöntemiyle üzüm özü üretimi gerçekleştirmiş ve 100 °C'de yapılmış olan üzüm özlerinin pH'sının diğer sıcaklıklarda üretilen üzüm özlerinin pH'sından daha düşük olduğunu bulmuştur. Batu (1991) yapmış olduğu çalışmada ürettiği vakum ve açık kazan pekmezlerini pH açısından kıyaslamış ve vakum yöntemi ile üretilen pekmezlerin pH'sının açık kazan yöntemi ile üretilen pekmezlerin pH'sından daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

4.2. Suda Çözünen Kuru Madde (°Briks) Sonuçları

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin °Briks değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin °Briks değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	°Briks	Örnek Tipi	Örnek No	°Briks
Pekmez	1	79,4 ± 0,00	Öz	13	72,8 ± 0,06
Pekmez	2	73,4 ± 0,06	Öz	14	81,2 ± 0,00
Pekmez	2	73,4 ± 0,06	Öz	14	81,2 ± 0,00
Pekmez	3	74,5 ± 0,06	Öz	15	75,8 ± 0,06
Pekmez	4	76,9 ± 0,03	Öz	16	79,4 ± 0,07
Pekmez	5	73,3 ± 0,07	Öz	17	78,3 ± 0,03
Pekmez	6	73,4 ± 0,03	Öz	18	78,5 ± 0,03
Pekmez	7	78,0 ± 0,06	Öz	19	77,9 ± 0,00
Pekmez	8	69,0 ± 0,00	Öz	20	69,0 ± 0,00
Pekmez	9	72,6 ± 0,00	Öz	21	76,9 ± 0,03
Pekmez	10	76,7 ± 0,03	Öz	22	76,8 ± 0,03
Pekmez	11	72,8 ± 0,00	Öz	23	74,2 ± 0,03
Pekmez	12	73,8 ± 0,07	Öz	24	81,2 ± 0,00
ORTALAMA ¹		74,5 ± 0,81			76,8 ± 1,02

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin °Briks değerleri %; 69,0 ile 79,4 aralığında ortalama %74,5±0,81 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin °Briks değerleri %, 69,0 ile 81,2 aralığında ortalama %76,8±1,02 olarak bulunmuştur. Şimşek (2000) tarafından yapılmış olan bir çalışmada keçiboynuzu pekmezinin °Briks değeri %71,2-72,3 bulunmuştur. Tetik vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada ise keçiboynuzu pekmezinin °Briks değerini %71,50 olarak bulmuşlardır. Şengül vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada da °Briks değeri

%72 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada bulunan değerler Şimşek (2000) ve Şengül vd. (2007) bulduğu değerlerle uyumludur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama °Briks değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait °Briks değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$).

2016 yılında yayımlanan ‘TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standart’ında suda çözünür katı madde (°Briks), %(mm), en az 70 olarak belirlenmiştir. Bulunan değerlerin standarta uygun olduğu görülmüştür. Keçiboynuzu özü için ise yürürlükte olan herhangi bir mevzuat bulunmadığı için değerlendirme yapılamamıştır. Fakat °Briks değerlerinin iki ürün grubu için benzer olması iki prosesin evaporasyon şartlarının benzer olduğunu düşündürmektedir.

4.3. Renk Analiz Sonuçları

Keçiboynuzu özü ve keçiboynuzu pekmezi örneklerin L* değerleri Çizelge 4.3.' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin L* değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	L*	Örnek Tipi	Örnek No	L*
Pekmez	1	0,01 ± 0,01	Öz	13	0,07 ± 0,01
Pekmez	2	0,11 ± 0,01	Öz	14	0,02 ± 0,01
Pekmez	3	0,10 ± 0,01	Öz	15	0,05 ± 0,00
Pekmez	4	0,47 ± 0,01	Öz	16	0,04 ± 0,01
Pekmez	5	3,60 ± 0,04	Öz	17	4,26 ± 0,01
Pekmez	6	0,11 ± 0,02	Öz	18	0,02 ± 0,01
Pekmez	7	0,02 ± 0,00	Öz	19	0,03 ± 0,00
Pekmez	8	0,32 ± 0,00	Öz	20	0,02 ± 0,01
Pekmez	9	0,13 ± 0,01	Öz	21	0,03 ± 0,01
Pekmez	10	0,02 ± 0,00	Öz	22	0,88 ± 0,01
Pekmez	11	0,08 ± 0,01	Öz	23	0,04 ± 0,01
Pekmez	12	0,11 ± 0,01	Öz	24	0,05 ± 0,01
ORTALAMA ¹		0,42 ± 0,29			0,46 ± 0,35

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin L* değerleri 0,01 ile 3,60 aralığında ortalama 0,42 ±0,29 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin L* değerleri 0,02 ile 4,26 aralığında ortalama 0,46±0,35 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama L* değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait L* değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur (P>0,05).

Keçiboynuzu pekmezi ile ilgili yapılan çalışmalarda Şengül vd. (2007) L* değerini 19,35; Tetik vd. (2010), 16,33 ve Şimşek (2000) ise L* değerini 16,45-19.25 olarak bildirmişlerdir.

L* değeri, pekmez rengindeki beyazlığı (parlaklığı) simgeler ve şıranın konsantrasyonu sürecinde, suda çözünür kuru maddenin artışına paralel olarak azalmaktadır. Meydana gelen bu azlama, üretim aşamasında pekmezlerin maruz kaldığı sıcaklığa ve süreye bağlı olarak değişmektedir (Batu, 1991). Batu (1991) yapmış olduğu çalışma ile bu durumu desteklemiş ve vakum pekmezinin renginin açık kazan pekmezine göre %100 oranında daha parlak olduğunu saptamıştır. Bir başka çalışma Karakavuk (2014) tarafından yapılmış ve çalışmasında 65 °C, 75 °C ve 85 °C' ve 100 °C' de üzüm özü üretimi gerçekleştirmiştir. Çalışmasının sonucunda ise L* değerinin sıcaklık artıkça önemli ölçüde düştüğünü bildirmiştir.

Renk analizlerinde pozitif (+) a* değeri kırmızılık, negatif a* (-) değeri ise yeşillik oranını vermektedir (Dobrzansk ve Rybczyznsk, 2002). Örneklerin a* değerleri Çizelge 4.4.' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin a*değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	a*	Örnek Tipi	Örnek No	a*
Pekmez	1	0,02 ± 0,01	Öz	13	0,10 ± 0,02
Pekmez	2	0,25 ± 0,02	Öz	14	0,06 ± 0,01
Pekmez	3	0,13 ± 0,01	Öz	15	0,13 ± 0,01
Pekmez	4	2,35 ± 0,01	Öz	16	0,04 ± 0,01
Pekmez	5	2,30 ± 0,03	Öz	17	23,5 ± 0,03
Pekmez	6	0,14 ± 0,01	Öz	18	-0,07 ± 0,02
Pekmez	7	-0,04 ± 0,01	Öz	19	-0,05 ± 0,01
Pekmez	8	1,33 ± 0,01	Öz	20	-0,05 ± 0,01
Pekmez	9	0,26 ± 0,01	Öz	21	-0,05 ± 0,02
Pekmez	10	0,02 ± 0,01	Öz	22	5,08 ± 0,04
Pekmez	11	0,09 ± 0,03	Öz	23	-0,04 ± 0,02
Pekmez	12	0,07 ± 0,01	Öz	24	0,05 ± 0,01
ORTALAMA ¹		0,58 ± 0,26			2,39 ± 1,97

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin a* değerleri -0,04 ile 2,35 aralığında ortalama 0,58 ±0,26 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin a*değerleri -0,07 ile 23,51 aralığında ortalama 2,39±1,97 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama a*değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı bulunmuştur (P>0,05).

Keçiboynuzu pekmezinin a^* değerini yaptıkları çalışmalar sonucunda, Şengül vd. (2007), +4,35; Tetik vd. (2010), 1,29; Köylü (1997), 6,08 olarak bildirmişlerdir. Şimşek (2000) ise yapmış olduğu çalışmada a^* değerini 0,58-0,68 aralığında bulmuştur. Bulunan değerlerin, Şimşek (2000)'in bildirdiği değerlerle uyumlu olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada iki grup arasında a^* değerleri arasında istatistiksel fark olmamasına rağmen keçiboynuzu özlerine ait a^* değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Gruplar içerisinde örneklerin a^* değerlerindeki farkın nedenleri arasında, meyvenin çeşidi, olgunluk derecesi, sıcaklık, ısıya maruz kalma süresi, depolama süresi gibi çeşitli etkenler sayılabilir.

Karakavuk (2014) yaptığı çalışmada çeşitli sıcaklıklara üzüm özü üretmiş ve üzüm özlerinde a^* değerinin sıcaklığa, üzüm çeşidine ve çekirdekli olup olmasına göre değiştiğini gözlemlemiştir. Aynı çalışmada kırmızı üzüm özlerinin a^* değerinin beyaz üzüm özlerine göre oldukça yüksek bulmuş ve bu durumunun antisiyonin varlığı ile paralel olduğunu görmüştür. Bu nedenle 85 °C ve 100 °C'de üretilen kırmızı çekirdeksiz üzüm özünde yüksek sıcaklıktan ve antosiyanin miktarının az olmasından dolayı 65 °C ve 75 °C de üretilen üzüm özlerinin a^* değerine göre önemli miktarda düşme olduğunu bildirmiştir.

Renk analizlerinde pozitif (+) b* değeri sarılık, negatif (-) b* değeri ise mavilik oranını vermektedir (Dobrzansk ve Rybczynsk, 2002). Örneklerin b* değerleri Çizelge 4.5.' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin b*değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	b*	Örnek Tipi	Örnek No	b*
Pekmez	1	-0,23 ± 0,02	Öz	13	-0,22 ± 0,02
Pekmez	2	-0,18 ± 0,01	Öz	14	-0,23 ± 0,01
Pekmez	3	-0,25 ± 0,02	Öz	15	-0,22 ± 0,02
Pekmez	4	0,41 ± 0,01	Öz	16	-0,23 ± 0,01
Pekmez	5	2,66 ± 0,01	Öz	17	7,05 ± 0,01
Pekmez	6	-0,22 ± 0,02	Öz	18	-0,18 ± 0,00
Pekmez	7	-0,18 ± 0,01	Öz	19	-0,23 ± 0,01
Pekmez	8	0,16 ± 0,01	Öz	20	-0,14 ± 0,06
Pekmez	9	-0,15 ± 0,02	Öz	21	-0,20 ± 0,01
Pekmez	10	-0,19 ± 0,02	Öz	22	1,11 ± 0,05
Pekmez	11	-0,18 ± 0,01	Öz	23	-0,17 ± 0,03
Pekmez	12	-0,22 ± 0,01	Öz	24	-0,14 ± 0,01
ORTALAMA ¹		0,12 ± 0,24			0,52 ± 0,60

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin b*değerleri -0,25 ile 2,66 aralığında ortalama 0,12±0,24; keçiboynuzu özü örneklerinin b*değerleri ise -0,23 ile 7,05 aralığında ortalama 0,52±0,60 olarak bulunmuştur. Şengül vd. (2007) yapmış oldukları bir çalışmada keçiboynuzu pekmezinin b* değerini -6,01 bulmuşlardır. Tetik vd. (2010) ise yaptıkları çalışma sonucu b* değerini 1,21 olarak bildirirken Şimşek (2000) ise çalışmasının sonucunda b* değerini 0,46-0,55 aralığında bulmuştur. Bu çalışmada bulunan değerler Şimşek (2000) tarafından bildirilen değerlerle uyumludur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama b*değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait b*değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($P>0,05$).

Karakavuk (2014) yaptığı çalışmada farklı sıcaklıklarda ve çeşitli üzümler kullanarak üzüm özü üretmiş ve b* değerlerinde belli bir standart yakalayamamıştır. b* değerinin tür, çeşit, olgunluk derecesi gibi faktörlere göre oldukça fazla değiştiğini bildirmiştir.

4.4. Titrasyon Asitliği Sonuçları

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin asitlik değerleri Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin asitlik değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	Asitlik (%sitrik a.c.)	Örnek Tipi	Örnek No	Asitlik (%sitrik a.c.)
Pekmez	1	0,90 ± 0,00	Öz	13	0,89 ± 0,00
Pekmez	2	0,39 ± 0,00	Öz	14	0,50 ± 0,00
Pekmez	3	0,80 ± 0,00	Öz	15	0,90 ± 0,00
Pekmez	4	0,60 ± 0,00	Öz	16	0,90 ± 0,00
Pekmez	5	0,80 ± 0,00	Öz	17	0,70 ± 0,00
Pekmez	6	0,80 ± 0,01	Öz	18	0,91 ± 0,00
Pekmez	7	0,60 ± 0,01	Öz	19	0,60 ± 0,00
Pekmez	8	0,50 ± 0,00	Öz	20	0,39 ± 0,00
Pekmez	9	0,50 ± 0,00	Öz	21	0,60 ± 0,01
Pekmez	10	0,51 ± 0,00	Öz	22	0,31 ± 0,00
Pekmez	11	0,51 ± 0,00	Öz	23	0,80 ± 0,00
Pekmez	12	0,41 ± 0,00	Öz	24	0,40 ± 0,00
ORTALAMA ¹		0,61 ± 0,05			0,66 ± 0,64

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin asitlik değerleri % (sitrik a.c.); 0,39 ile 0,90 aralığında ortalama $0,61 \pm 0,05$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin asitlik değerleri % (sitrik a.c.); 0,31 ile 0,91 aralığında ortalama $0,66 \pm 1,02$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama asitlik değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait asitlik değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P > 0,05$)

2016 yılında yayımlanan 'TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standart'ında titrasyon asitliği % (sitrik a.c.); 0,9-0,12 olarak belirlenmiştir Şengül vd. (2007) yapmış oldukları çalışmada asitlik değerini % (sitrik a.c.) 0,60 olarak bulmuşlardır. Şimşek (2000) ise titrasyon asitliğini % (sitrik a.c.) 0,55-0,6 aralığında bildirmiştir. Bulunan değerler mevzuata uygun olmakla beraber, Şimşek (2000) ve Şengül vd. (2007) bulduğu değerlerle uyumludur.

Aksu ve Nas (1996)'ın pekmez çeşitlerinde yapmış oldukları çalışmada titrasyon asitliğini karpuz pekmezi için %0,90, pancar pekmezi için %0,45, keçiboynuzu pekmezi için %0,98, şeker kamışı pekmezi için %1,24, elma pekmezi için %0,90 olarak bulmuşlardır.

Karakavuk (2014), yapmış olduğu bir çalışmada 65°C 75 °C, 85 °C ve 100 °C 'üzüm özü üretimi gerçekleştirmiş ve pH değeri azalırken % titrasyon asitliği değerinde artma meydana geldiğini tespit etmiştir. En düşük pH değerini 100 °C'de üretilen kırmızı çekirdekli üzüm özünde bulmuştur. Yaptığı çalışmada titrasyon asitliğinin, üzüm çeşidine ve olgunlaşma seviyesine bağlı olduğunu bildirmiş ve pH'ın düşmesiyle titrasyon asitliğinin arttığını gözlemlemiştir.

Batu ve Aktan (1993) tarafından yapılan başka bir çalışmada açık kazan yöntemiyle üretilen pekmezler ile vakum altında üretilen pekmezler karşılaştırılmıştır. Çalışmada pekmez üretiminde koyulaştırma işlemi sırasında ürünün °Briksinin artması ile pekmezin asit içeriğinin de oransal olarak arttığı belirtilmiştir. Yapılan çalışmada %76 kuru madde içeren pekmez örneklerinde titrasyon asitliğini açık kazanda yapılan pekmezde %1,15; vakum altında yapılan pekmezde ise %0,68 olarak belirlenmiştir.

Bir başka çalışma ise pekmezlerin asitlik değerinin depolama koşullarıyla olan değişimiyle ilgili olarak yapılmıştır. Batu, Kırmacı, Yıldırım ve Akbulut (2007a) tarafından yapılan bu çalışmada harnup pekmezinin oda koşullarında depolanması süresince ölçülen

titrasyon asitliği %1,13-%1,02 arasında bulunmuşken, soğuk oda koşullarında depolanması sırasında ölçülen titrasyon asitliğinin %1,19 ile başlayıp ve %1,00 'e kadar düştüğü tespit edilmiştir.

4.5. Formol Sayısı Sonuçları

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin formol sayısı değerleri Çizelge 4.7.' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin formol sayısı değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	Formol sayısı (100 ml/0,1 M NaOH)	Örnek Tipi	Örnek No	Formol sayısı (100 ml/0,1 M NaOH)
Pekmez	1	198,3 ± 4,41	Öz	13	226,7 ± 6,67
Pekmez	2	146,7 ± 3,33	Öz	14	153,3 ± 3,33
Pekmez	3	98,3 ± 4,41	Öz	15	106,7 ± 3,33
Pekmez	4	175,0 ± 2,89	Öz	16	186,7 ± 4,41
Pekmez	5	261,7 ± 1,67	Öz	17	263,3 ± 3,33
Pekmez	6	123,3 ± 3,33	Öz	18	141,7 ± 1,67
Pekmez	7	206,7 ± 3,33	Öz	19	201,7 ± 1,67
Pekmez	8	86,7 ± 3,33	Öz	20	176,7 ± 3,33
Pekmez	9	123,3 ± 3,33	Öz	21	105,0 ± 2,89
Pekmez	10	131,7 ± 1,67	Öz	22	86,7 ± 3,33
Pekmez	11	158,3 ± 4,41	Öz	23	178,3 ± 4,41
Pekmez	12	163,3 ± 3,33	Öz	24	163,3 ± 3,33
ORTALAMA ¹		156,1 ± 14,28			165,8 ± 14,93

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin formol sayısı değerleri (100 ml/0,1 M NaOH) 86,7 ile 261,7 aralığında ortalama 156,1±14,28 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin

formol değerleri (100 ml/0,1 M NaOH) 86,7 ile 263,3 aralığında ortalama $165,8 \pm 14,93$ olarak bulunmuştur. Tetik vd. (2010)' nin yapmış oldukları çalışmada keçiboynuzu pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve pekmezin formol sayısı değeri 84,01 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama formol değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait formol değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P > 0,05$).

2016 yılında yayımlanan 'TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standart'ında formol sayısı (100 ml için 0,1 M NaOH) en az 50 olarak belirlenmiştir. Bulunan değerlerin standarta uygun olduğu görülmüştür.



4.6. Toplam Kül Sonuçları

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin toplam kül değerleri Çizelge 4.8.' de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin toplam kül değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	Kül (%)	Örnek Tipi	Örnek No	Kül (%)
Pekmez	1	3,0 ± 0,03	Öz	13	3,0 ± 0,06
Pekmez	2	3,1 ± 0,01	Öz	14	1,9 ± 0,02
Pekmez	3	2,8 ± 0,02	Öz	15	1,9 ± 0,05
Pekmez	4	1,7 ± 0,01	Öz	16	3,1 ± 0,01
Pekmez	5	2,5 ± 0,02	Öz	17	2,7 ± 0,04
Pekmez	6	2,7 ± 0,04	Öz	18	2,5 ± 0,03
Pekmez	7	3,4 ± 0,02	Öz	19	3,5 ± 0,06
Pekmez	8	2,9 ± 0,05	Öz	20	2,8 ± 0,04
Pekmez	9	3,1 ± 0,03	Öz	21	3,4 ± 0,02
Pekmez	10	3,3 ± 0,03	Öz	22	3,1 ± 0,10
Pekmez	11	3,2 ± 0,02	Öz	23	2,9 ± 0,03
Pekmez	12	2,8 ± 0,03	Öz	24	0,7 ± 0,00
ORTALAMA ¹		2,9 ± 0,13			2,6 ± 0,23

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin % toplam kül değerleri 1,7 ile 3,4 aralığında ortalama 2,9±0,13 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin % toplam kül değerleri 0,7 ile 3,5 aralığında ortalama 2,6±0,23 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama toplam kül değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait toplam kül değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak

önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$). Ortalama kül değerlerinin benzer olması kullanılan hammadde ve uygulanan ısıl işlem şartlarının da benzer olabileceğini göstermektedir.

Gıdalardaki madensel maddelere, mineral madde veya yakma sonucu arta kalan inorganik maddelere kül denilir. 2016 yılında yayımlanan 'TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standart' ında toplam kül, %(m/m), en çok 3,5 olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada bulunan değerler standartta uygun çıkmıştır.

Şenay (2009), 3 farklı keçiboynuzu çeşidinin kimyasal bileşimlerine dair yapmış olduğu çalışmada sisam, etli ve yabani cinsi keçiboynuzlarının % kül içeriklerini sırasıyla 2,91; 3,11 ve 3,28 olarak bulmuştur. Karkacier ve Artık (1995), yirmi iki farklı bölgeden aldıkları keçiboynuzu meyveleri üzerine yaptıkları araştırmada toplam kül değerini %2-%3 arası bildirmiştir. Çalışmada bulunan değerler Şenay (2009) ve Karkacier ve Artık (1995)' in değerleriyle uyumlu olduğu görülmüştür.

Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi meyvenin çeşidi, olgunluk derecesi, yetiştirildiği bölgenin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Bu etkenler kül oranını da etkilemektedir. Ekşi ve Artık (1984) yapmış oldukları bir çalışmada keçiboynuzu pekmezinde kül değerini %1,57 olarak bulmuşlardır. Şengül vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada toplam kül değeri %2,48 olarak belirlenmiş, Şimşek (2000)' in yapmış olduğu çalışmada ise toplam kül % 1,33 - % 1,62 aralığında bildirilmiştir.

Karakavuk (2014), yapmış olduğu bir çalışmada, çeşitli sıcaklıklarda üzüm özü üretimi gerçekleştirmiş ve üzüm pekmezleri ile bunları karşılaştırmıştır. Elde edilen değerlerde üzüm özü üretimi bir konsantre etme işlemi olduğu için % kül değerlerinin arttığını tespit etmiştir. Karakavuk (2014), çalışmasında 65°C-75°C-85°C ve 100°C sıcaklıklarında üzüm özü üretimi gerçekleştirmiş ve tüm üzüm çeşitlerinde 100°C'de yapılan üzüm özlerinde daha yüksek kül oranı tespit etmiştir.

Batu (1991) tarafından yapılan bir çalışmada, açık kazanda yapılan pekmezin kül içeriğinin %2,02; vakum pekmezin ise %1,86 olduğu bildirmiştir. Kayışoğlu (2001) tarafından yapılan çalışmada da kül oranı, açık kazanda yapılan pekmezlerde %2,101; modern yöntemle üretilen örneklerde ise %1,89 olarak bulunmuştur. Bu çalışmalar kül oranının üretim yöntemine göre de değişebildiğini göstermektedir. Buna rağmen bu çalışmada kullanılan iki

grup arasında kül oranları birbirine yakın çıkmış olduğundan üretim yöntemlerinin pek farklı olmadığı düşünülebilir.

4.7. Protein Sonuçları

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin protein değerleri Çizelge 4.9.' da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin protein değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	Protein (%)	Örnek Tipi	Örnek No	Protein (%)
Pekmez	1	1,62 ± 0,01	Öz	13	0,91 ± 0,04
Pekmez	2	0,17 ± 0,03	Öz	14	0,65 ± 0,03
Pekmez	3	1,27 ± 0,02	Öz	15	1,37 ± 0,04
Pekmez	4	0,74 ± 0,03	Öz	16	1,78 ± 0,02
Pekmez	5	0,89 ± 0,10	Öz	17	1,44 ± 0,01
Pekmez	6	0,98 ± 0,03	Öz	18	1,96 ± 0,13
Pekmez	7	1,80 ± 0,02	Öz	19	1,78 ± 0,02
Pekmez	8	1,54 ± 0,02	Öz	20	2,13 ± 0,03
Pekmez	9	1,56 ± 0,01	Öz	21	1,83 ± 0,00
Pekmez	10	1,81 ± 0,00	Öz	22	1,61 ± 0,01
Pekmez	11	1,63 ± 0,13	Öz	23	1,26 ± 0,01
Pekmez	12	1,18 ± 0,00	Öz	24	0,37 ± 0,02
ORTALAMA ¹		1,27 ± 0,14			1,42 ± 0,16

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin % protein değerleri 0,74 ile 1,81 aralığında ortalama 1,27±0,14 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin % protein değerleri 0,37 ile 2,13 aralığında ortalama 1,42±0,16 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu pekmezi ve

keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama protein değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait protein değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı gözlemlenmiştir ($P>0,05$).

Turhan ve Karhan (2004), yapmış olduğu bir çalışmada keçiboynuzu pekmezinin protein oranını %1,2 bulmuşlardır. Tetik vd. (2010), tarafından yapılan bir çalışmada keçiboynuzu pekmezinin protein değeri %1,18 olarak bildirilmiştir. Bir başka çalışma ise Ekşi ve Artık (1984) tarafından yapılmış ve keçiboynuzu pekmezinin protein oranı %2,3 olarak tespit edilmiştir. Bulunan değerler Turhan ve Karhan (2004) ile uyumludur.

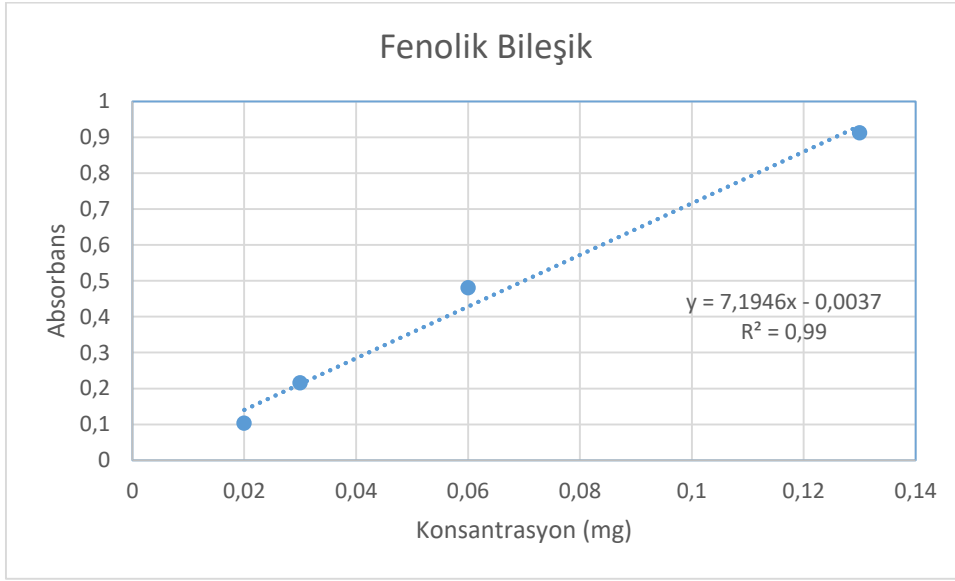
Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi meyvenin çeşidi, olgunluk derecesi, yetiştirildiği bölgenin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Şenay (2009), 3 farklı keçiboynuzu çeşidinin kimyasal bileşimlerine dair yapmış olduğu çalışmada sisam, etli ve yabancı cinsi keçiboynuzu meyvelerinin % protein içeriklerini sırasıyla 4,76; 3,01 ve 2,48 olarak bulmuştur.

Karkacier ve Artık (1995), 22 farklı bölgeden topladıkları keçiboynuzu meyvesi örneklerinde yaptıkları çalışmada % protein değerini, 4,0-6,0 olarak bildirmişlerdir. Aydın (2011), keçiboynuzu meyvesinde yapmış olduğu çalışmada % protein değerini 0,3-7,6 arası; Turhan, Tetik, Aksu, Karhan ve Certel (2006) ise yapmış oldukları çalışmada keçiboynuzu meyvesinin protein değerini %4,36 olarak tespit etmişlerdir. Ayaz vd. (2007), tarafından yapılan başka bir çalışmada, keçiboynuzu meyvesinin protein oranı %4,45 olarak bulunmuştur.

4.8. Toplam Fenolik Bileşik Sonuçları

Örneklerin toplam fenolik bileşik (TFB) miktarlarının belirlenmesi için gallik asit standartı ile standart çözeltiler hazırlanmış ve kalibrasyon grafiği oluşturularak hesaplamalar buna göre yapılmıştır.

TFB standartına ait kalibrasyon grafiği Şekil 4.1.' de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Toplam fenolik bileşik kalibrasyon grafiği

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin TFB miktarı değerleri Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin toplam fenolik bileşik miktarı değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	TFB (mg gallik asit eşdeğeri/g)	Örnek Tipi	Örnek No	TFB (mg gallik asit eşdeğeri/g)
Pekmez	1	9,83 ± 0,07	Öz	13	13,33 ± 0,18
Pekmez	2	7,36 ± 0,03	Öz	14	9,10 ± 0,01
Pekmez	3	10,43 ± 0,23	Öz	15	13,97 ± 0,09
Pekmez	4	5,80 ± 0,15	Öz	16	14,70 ± 0,12
Pekmez	5	18,00 ± 0,06	Öz	17	4,20 ± 0,12
Pekmez	6	14,27 ± 0,13	Öz	18	18,40 ± 0,12
Pekmez	7	15,37 ± 0,03	Öz	19	15,10 ± 0,06
Pekmez	8	7,07 ± 0,04	Öz	20	5,18 ± 0,04
Pekmez	9	11,14 ± 0,03	Öz	21	15,35 ± 0,03
Pekmez	10	14,70 ± 0,12	Öz	22	6,31 ± 0,02
Pekmez	11	13,03 ± 0,06	Öz	23	8,49 ± 0,01
Pekmez	12	15,07 ± 0,06	Öz	24	0,10 ± 0,00
ORTALAMA ¹		11,84 ± 1,11			10,35 ± 1,61

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin TFB değerleri (mg gallik asit eşdeğeri/g); 5,80 ile 18,00 aralığında ortalama 11,84±1,11 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin TFB değerleri (mg gallik asit eşdeğeri/g); 0,10 ile 18,40 aralığında ortalama 10,35±1,61 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama TFB değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait toplam fenolik bileşik değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$).

Ayaz vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada; keçiboynuzu pekmezinin TFB miktarı 13,51 mg GAE (Gallik asit eşdeğeri) /g, olarak bulunmuştur. Tetik vd. (2010)' nin yapmış oldukları çalışma da ise keçiboynuzu pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve TFB (mg GAE/g) miktarını 1,62 olarak bulmuşlardır. Bulunan değerler Ayaz vd. (2007) değerleri ile uyumludur.

TFB içeriği üretim sıcaklığına, üretim süresine, ekstraksiyon yöntemlerine, meyvenin yapısına ve yetiştirilme şartları başta olmak üzere genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Yılmaz, 2020). Bu çalışmada, iki grup arasındaki sonuçlarda önemli bir farkın olmaması, bu iki ürün grubunun üretim proseslerinde anlamlı farklılıkların olmadığına göstergesi olarak kabul edilebilir.

Öziyici (2014) yapmış olduğu bir çalışmada keçiboynuzu meyvesinin bazı polifenolik bileşiklerinin miktarını sırasıyla; gallik asit 17,41 mg/100g; hidrolize edilebilir tanenler 2,63; kondanse tanenler 1,48; mirisetin türevleri 11,11; kuersetin türevleri 5,33; kaempferol türevleri 0,86 olarak bildirmiştir

Çapanoğlu vd. (2013) yaptıkları bir çalışmada beyaz üzüm çeşidi olan patlak üzümünden üzüm suyu konsantresi yapımı sırasında TFB miktarındaki değişimleri incelemiş ve proses sürecinde TFB miktarının azaldığını tespit etmiştir. İlk başta taze üzümün toplam fenolik bileşik miktarı 1619 mg GAE/100 g kuru maddede iken, pastörizasyondan sonra TFB miktarı 323 mg GAE/100 g km, klarifikasyondan sonra 276 mg GAE/100 g km, filtrasyondan sonra 259 mg GAE/100 g km, konsantrasyon işleminden sonra ise 252 mg GAE/100 g km olarak bildirmişlerdir. Çapanoğlu yaptığı bu çalışmada farklı proses aşamalarında fenolik bileşik miktarlarının değiştiğini gözlemlemiştir..

Keçiboynuzu 20' den fazla fenolik bileşik içermektedir. Keçiboynuzu meyvesinin kabuk kısımları fenolik bileşikler, özellikle kondanse tanenleri içerir (Malkoç, 2015). Keçiboynuzu meyvesindeki polifenollerin araştırıldığı ve miktarının belirlendiği bir çalışmada, keçiboynuzu meyvesinin 44,82 mg GAE/100 g düzeyinde ekstrakte edilebilir TFB içerdiği ve bu maddelerin genel olarak gallik asit, hidrolize edilebilir tanenler, kondanse

tanenler, flavonol glukozidler ve iz miktarda da izoflavonoidlerden oluştuğu tespit edilmiştir (Yılmaz, 2020).

Turhan vd. (2006) yapmış oldukları bir çalışmada keçiboynuzu meyvesinin toplam fenolik bileşimini 17,50 mg/g olarak bildirmişlerdir. Papagiannopoulos vd. (2004) keçiboynuzu meyvesinin 44,82 mg/100g düzeyinde ekstrakte edilebilir TFB içerdiğini ve bu maddelerin genel olarak gallik asit, hidrolize edilebilir tanenler, kondanse tanenler, flavonol-glukozidler ve iz miktarda da izoflavonoidlerden oluştuğunu bildirmiştir.

Karakavuk (2014), laboratuvar ortamında farklı sıcaklıklarda ve iki farklı hammadde kullanarak ürettiği üzüm özlerinde toplam fenolik bileşik miktarının; işlem sıcaklığı, süre, üzüm çeşidi ve çekirdekli olup olmamasına göre önemli miktarda değiştiğini tespit etmiştir. Üzüm çeşidinin ve çekirdekli olup olmamasının, tüm sıcaklıklarda üretilen üzüm özlerinin TFB miktarlarını önemli bir miktarda değiştirdiğini belirlemiştir. TFB miktarındaki en fazla azalmanın kırmızı çekirdekli üzümde üretilen özde gerçekleştiğini, bunu sırasıyla beyaz çekirdekli, kırmızı çekirdeksiz, beyaz çekirdeksiz üzümlerin takip ettiğini tespit etmiştir. Beyaz çekirdeksiz üzümlerden farklı sıcaklıklarda üretilen üzüm özlerinde (65°C-75°C-85°C-100°C) ısıya bağlı olarak TFB miktarının önemli miktarda azaldığını görmüş ve en fazla azalmanın 100 °C’ de olduğunu belirlemiştir.

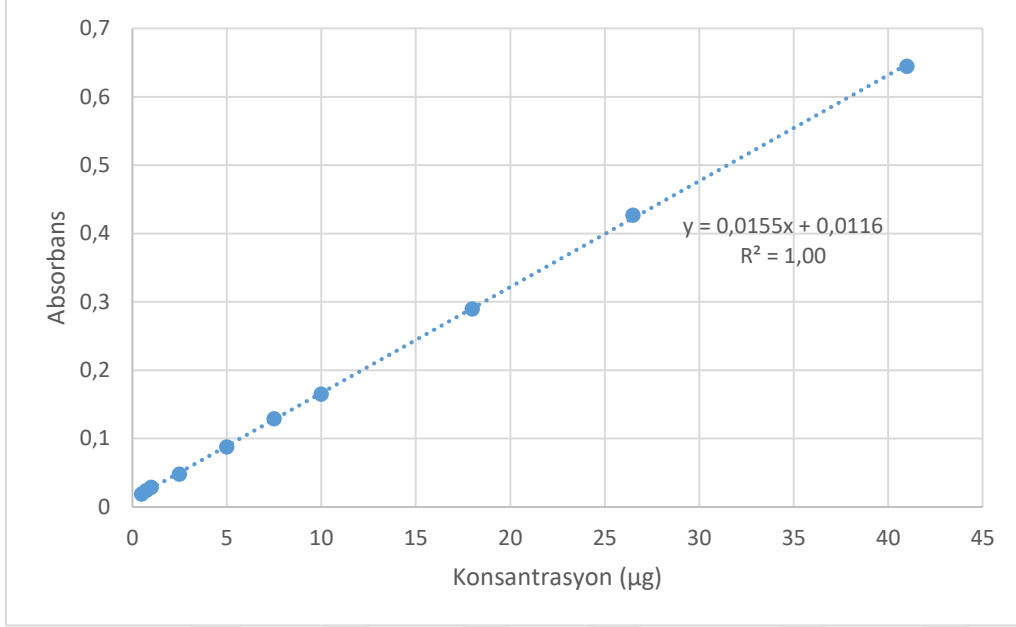
Karakavuk (2014) aynı çalışmasında kırmızı ve beyaz olmak üzere iki farklı çeşit üzüm kullanmış ve hammaddeden kaynaklı olarak, kırmızı üzüm özünün TFB miktarının beyaz üzüm özüne göre daha yüksek olduğunu bulmuştur. Aynı zamanda çekirdekli üzüm özlerinin çekirdeksiz üzüm özlerinden daha yüksek TFB’ e sahip olduğunu bildirmiştir.

Santos vd. (2011) 4 farklı üzüm çeşidinin kabuk, pulp ve çekirdeklerin toplam fenolik bileşik miktarını incelemiş ve kabuk kısmında 1,43-2,46 mg GAE/g arasında, pulp kısmında 0,04-0,11 mg GAE/g ve çekirdek kısmında 89,83-122,35 mg GAE/g arasında bulduklarını belirtmişlerdir.

4.9. HMF (5-hidroksimetilfurfural) Sonuçları

Örneklerin HMF miktarlarının belirlenmesi için HMF standardı ile standart çözeltiler hazırlanmış ve kalibrasyon grafiği oluşturularak hesaplamalar buna göre yapılmıştır.

Hidroksimetilfurfural standartına ait kalibrasyon grafiği Şekil 4.2' de gösterilmektedir.



Şekil 4.2. HMF standartına ait kalibrasyon grafiği

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin HMF değerleri Çizelge 4.11’ de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin HMF değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	HMF (mg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	HMF (mg/kg)
Pekmez	1	0,79 ± 0,02	Öz	13	4,98 ± 0,02
Pekmez	2	30,10 ± 1,18	Öz	14	4,23 ± 0,06
Pekmez	3	1,30 ± 0,03	Öz	15	12,37 ± 0,24
Pekmez	4	8,58 ± 0,07	Öz	16	8,38 ± 0,04
Pekmez	5	5,40 ± 0,03	Öz	17	1,25 ± 0,03
Pekmez	6	6,03 ± 0,04	Öz	18	23,84 ± 0,42
Pekmez	7	50,25 ± 0,08	Öz	19	10,61 ± 0,04
Pekmez	8	6,00 ± 0,06	Öz	20	14,67 ± 0,07
Pekmez	9	5,82 ± 0,04	Öz	21	7,27 ± 0,03
Pekmez	10	7,35 ± 0,05	Öz	22	2,23 ± 0,07
Pekmez	11	6,67 ± 0,03	Öz	23	68,77 ± 0,84
Pekmezi	12	7,67 ± 0,03	Öz	24	11,53 ± 0,06
ORTALAMA ¹		11,33 ± 4,14			14,18 ± 5,27

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin HMF değerleri (mg/kg), 0,79 ile 50,25 aralığında ortalama 11,33±4,14 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin HMF değerleri (mg/kg); 1,25 ile 68,77 aralığında ortalama 14,18±5,27 olarak bulunmuştur. Tetik vd. (2010) keçiboynuzu pekmezinde insan metabolizması üzerinde mutajenik etkisi olan HMF’ nin içeriği ile ilgili yaptıkları araştırmada HMF değerini 12,25 mg/kg olarak bulmuşlardır. Şimşek ve Artık (2002), HMF (mg/kg) 4,1-7,0; Şengül vd. (2007) ise yaptıkları çalışmada HMF değerini 21,32 mg/kg olarak bulmuşlardır. Turhan vd. (2007) ise keçiboynuzu pekmezinin

HMF içeriğini $1,53 \pm 0,4$ mg/kg olarak analiz etmiştir. Bulunan değerler Tetik vd. (2010) ile Şimşek ve Artık (2002) değerleri ile uyumludur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama toplam HMF değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait HMF değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$)

2016 yılında yayımlanan 'TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standart'ında HMF, en çok 30 (mg/kg), olarak sınırlandırılmıştır. Bu çalışmada 2 tane keçiboynuzu pekmezi ve 1 tane keçiboynuzu özü örnekleri dışındaki diğer örneklerin mevzuata uygun olduğu görülmüştür. Bu çalışmadaki mevzuata uygunsuzluk nedeni olarak üretim yöntemleri (vakum/açık kazan), depolama süreleri ve depolama koşulları düşünülebilmektedir. Ayrıca kullanılan hammaddenin çeşidi, olgunluk durumu, yetiştirildiği şartlar, meyvenin bileşimini etkilediğinden dolayı HMF miktarında da etkili olmaktadır.

Meyvelerinin doğal bileşim unsurları içerisinde Telatar (1985) ve ısıtma işlem uygulanmamış ürünlerde Aksar (1984) HMF bulunmamaktadır. HMF miktarını, ortamın şeker konsantrasyonu, uygulanan ısıtma işlem süre ve sıcaklığı, pH derecesi, ürünün depolanma süresi ve sıcaklığının etki ettiği belirlenmiştir (Kayahan, 1982).

HMF' nin oluşumu pH değerine büyük oranda bağlıdır (Morales, 2008). Yapılan bir araştırmada pH seviyesi düşüldükçe HMF miktarının artmaya başladığı tespit edilmiş ve pH=5 iken $75 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de HMF oluşmadığı, pH 4 iken 1 mg/lt HMF oluştuğu ve pH=3 olduğunda ise ısıtma işlem süresine bağlı olarak HMF miktarının arttığı tespit edilmiştir (Kayahan, 1982). Yiğit (2016) marketlerden almış olduğu pekmezler üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada keçiboynuzu pekmezlerinin HMF içerikleri ile pH miktarları arasında çok kuvvetli negatif ilişki olduğunu bulmuştur.

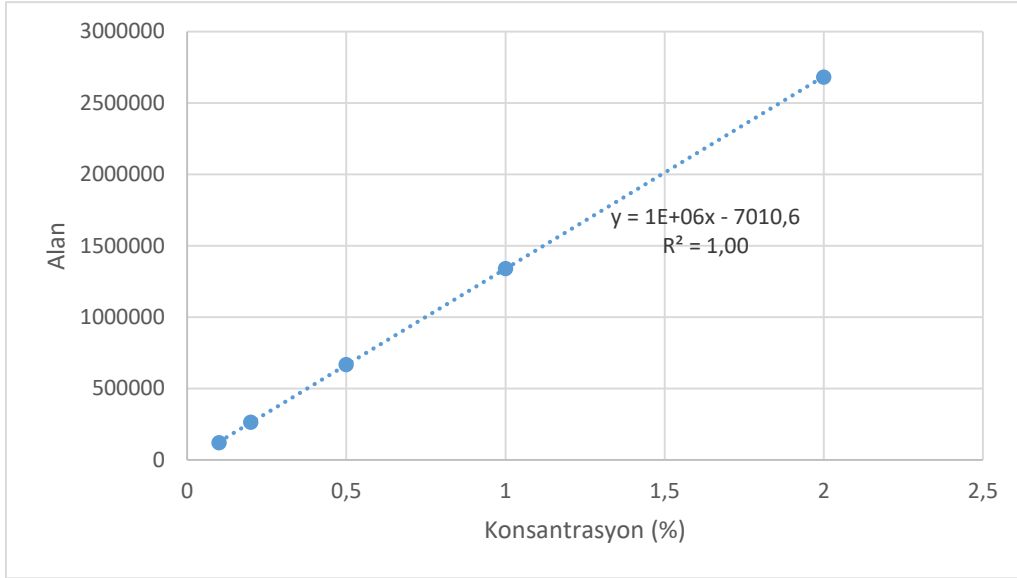
Üretim sıcaklığının yükselmesi HMF miktarını önemli ölçüde değiştirmektedir. Batu (1991) yaptığı çalışmada açık kazan pekmezinde HMF miktarını 681,4 mg/kg, vakum pekmezinde ise 35,3 mg/kg olarak bulmuştur. Kayahan (1992) tarafından yapılan başka bir çalışmada açık kazanda üretilen pekmezlerin HMF miktarını 458,8 mg/kg, vakum pekmezini ise 21,7 mg/kg olarak belirtmiştir. Kayışoğlu (2001) yaptığı çalışmada açık kazan pekmezinin HMF miktarını 61,93 mg/kg, vakum pekmezini ise 29,53 mg/kg olarak bulmuştur

Depolama süresinin ve sıcaklığının HMF üzerinde etkisini değerlendirmek için Batu vd. (2007a) tarafından yapılan bir çalışmada dut ve keçiboynuzu pekmezleri 6 ay boyunca iki farklı sıcaklıkta depolanmış ve depolama süresinin ve koşullarının pekmezlerin kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yaptıkları çalışmada keçiboynuzu pekmezinin oda koşullarında depolanması sırasında HMF (mg/kg) değerleri 124,57 ile 65,80 arasında ölçülmüştür. İlk 45 gün boyunca HMF değerlerinde önemli bir değişikliğin olmadığını fakat 90. gün sonunda analiz edilen HMF değerinin 124,57 mg/kg ile depolanma sürecindeki en yüksek değeri aldığını tespit etmişlerdir. Soğuk oda koşullarında ise depolama süresinin 90. ve 135. günlerinde HMF değerinde önemli bir farkın olmadığını bildirmişlerdir.

Alpar (2011) yaptığı çalışmada kırmızı, siyah ve beyaz olmak üzere 3 farklı çeşit üzüm kullanarak pekmez üretimi gerçekleştirmiş ve üzüm çeşitlerinin HMF üzerinde etkili olduğunu belirlemiştir. Kırmızı üzüm pekmezinin HMF miktarını 2,078 mg/kg, siyah üzüm pekmezinin HMF miktarını, 4,566 mg/kg ve beyaz üzüm pekmezinin HMF miktarını 4,77 mg/kg olarak bulmuştur. Artık, Poyrazoğlu ve Şimşek (2007) yaptıkları bir çalışmada da bunu destekler sonuçlar elde etmişlerdir. Kırmızı ve beyaz üzüm konsantrelerinde HMF oluşumu üzerine çalışmış ve HMF oluşumunun beyaz üzüm konsantresinde daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

4.10. Sakkaroz Analizi Sonuçları

Örneklerin sakkaroz miktarlarının belirlenmesinde öncelikle kalibrasyon grafiği oluşturmak için standart çözeltiler hazırlanmış ve kalibrasyon grafiği oluşturularak hesaplamalar buna göre yapılmıştır. Sakkaroz standartına ait kalibrasyon grafiği Şekil 4.3’de gösterilmektedir.



Şekil 4.3 Sakkaroz standartına ait kalibrasyon grafiği

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin sakkaroz değerleri Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin sakkaroz değerleri

Örnek Tipi	Örnek No	Sakkaroz (%)	Örnek Tipi	Örnek No	Sakkaroz (%)
Pekmez	1	37,15 ± 0,34	Öz	13	14,06 ± 0,16
Pekmez	2	4,31 ± 0,02	Öz	14	3,79 ± 0,14
Pekmez	3	23,96 ± 0,12	Öz	15	26,47 ± 0,19
Pekmez	4	13,38 ± 0,52	Öz	16	25,57 ± 0,62
Pekmez	5	22,02 ± 0,32	Öz	17	39,71 ± 0,47
Pekmez	6	20,39 ± 0,12	Öz	18	19,21 ± 0,10
Pekmez	7	14,29 ± 0,45	Öz	19	14,89 ± 0,25
Pekmez	8	25,80 ± 0,61	Öz	20	31,25 ± 0,26
Pekmez	9	22,31 ± 0,50	Öz	21	12,35 ± 0,32
Pekmez	10	21,36 ± 0,64	Öz	22	31,33 ± 0,20
Pekmez	11	19,89 ± 0,42	Öz	23	21,95 ± 1,46
Pekmez	12	20,51 ± 0,26	Öz	24	0,69 ± 0,34
ORTALAMA ¹		20,45 ± 2,26			20,11 ± 3,34

¹ Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin % sakkaroz değerleri 4,31 ile 37,15 aralığında ortalama 20,45±2,26 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin % sakkaroz değerleri 0,69 ile 39,71 aralığında ortalama 20,11±3,34 olarak bulunmuştur.

Şengül vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada sakkaroz değeri %22,11 olarak bulunmuştur. Tetik vd. (2010)' nin yapmış oldukları çalışmada ise keçiboynuzu pekmezinin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve pekmezin sakkaroz değeri 45 g/100g olarak bildirilmiştir. Başka bir çalışma Şimşek (2000) tarafından yapılmış ve keçiboynuzu

pekmezinin % sakkaroz değeri 40,36-44,38 olarak belirtilmiştir. Bulduğumuz değerler şengül vd. (2007) bulduğu değerler ile uyumludur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama sakkaroz değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait sakkaroz değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$).

2016 yılında yayımlanan ‘TS 13717 Keçiboynuzu Pekmezi Standart’ında sakkaroz %20-%40 olarak belirlenmiştir. Bulunan değerlerin büyük bir kısmının standarta uygun olduğu tespit edilmiş iken, diğerlerinin standarttaki değerden daha düşük olduğu görölmüştür. Ürünlerde sakkarozun olması gerekenden daha az çıkması, üretim proseslerindeki yanlış uygulamalardan kaynaklanabileceği gibi ürünlere tatlandırmak amacıyla dışarıdan glukoz ve maltoz kaynaklı şurupların katılarak ürünlere tağiş yapıldığı anlamına da gelebilmektedir.

Pekmezlerdeki sakkaroz değeri üretim yöntemine, uygulanan ısıl işlem ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Pekmez üretimi prosesinde koyulaştırma işlemi vakum ya da açık kazan yöntemiyle suyun buharlaştırılması esasına dayanır. Açık kazanda yüksek ısıda konsantrasyon uygulamasında pekmezdeki şeker oranının %5-%10 kadarı karamelize olmaktadır. Pekmezin koyu rengi bu karamelizasyon olayından gelmektedir (Batu ve Aktan, 1992).

Pekmezlerdeki sakkaroz değeri üretim yöntemi yanında hammadde olarak kullanılan meyvenin kimyasal bileşimine de bağlıdır. Keçiboynuzu meyvesinin kimyasal bileşimi ise türüne, yetiştiği bölgeye, iklime, hasat zamanına göre farklılık gösterir (Owen vd. 2003; İpumbu, 2008). Karkacier ve Artık (1995), 22 farklı bölgeden topladıkları keçiboynuzu örneklerinde yaptıkları çalışma sonucunda sakkaroz değerini %34-%42 olarak bulmuşlardır. Pazır ve Alper (2018) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise keçiboynuzu meyvesinde sakkaroz değeri 16,40g/100g olarak bildirilmiştir.

Yapılan bir araştırmada açık kazan yöntemiyle üretilen pekmezlerin, renginin daha koyu, pH’sının daha düşük, asit içeriğinin ve HMF miktarının çok daha yüksek olduğu tespit edilmişken, şeker miktarının ise %12,46 oranında daha düşük olduğu bulunmuştur (Batu, 1991)

Ekşi ve Artık (1984) tarafından yapılan bir başka çalışma da keçiyoynuzu pekmezi bileşiminde %70,1 oranında toplam şeker bulunmuş ve bu oranın %46,7' sini sakkarozun oluşturduğu tespit edilmiştir. İzgi (2011) ise yaptığı çalışmada keçiyoynuzu pekmezi sakkaroz değerini %41,3 olarak bulmuştur.

4.11. Mineral Madde Analizi Sonuçları

Örneklerin mineral madde sonuçları EK 2’de verilmiştir.

Keçiyoynuzu pekmezi ve keçiyoynuzu özü örneklerinin Hg, As, Pb, Sn, Cd ve Cr değerleri Çizelge 4.13’ de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Keçiyoynuzu pekmezi ve keçiyoynuzu özü örneklerinin Hg, As, Pb, Sn, Cd ve Cr değerleri

Örnek		Mineraller (µg/kg)					
		Hg	As	Pb	Sn	Cd	Cr
Pekmez	Ortalama	4,45	30,56	51,91	18,03	1,40	40,85
	Standart Sapma	1,19	61,77	36,81	8,41	0,39	21,47
	Min-Max	2,81-6,49	2,98-210,17	28,95-163,16	7,63-33,55	0,75-1,94	23,80-103,59
Öz	Ortalama	4,59	24,27	53,37	22,53	1,75	46,54
	Standart Sapma	1,81	46,71	29,97	15,34	0,84	43,10
	Min-Max	2,82-8,16	1,81-131,85	25,94-131,96	4,77-52,84	0,39-3,80	17,28-175,94

Keçiyoynuzu pekmezi örneklerinin Hg (µg/kg) değerleri 2,81 ile 6,49 aralığında ortalama $4,45 \pm 1,19$ olarak bulunmuştur. Keçiyoynuzu özü örneklerinin Hg (µg/kg) değerleri 2,82 ile 8,16 aralığında ortalama $4,59 \pm 1,81$ olarak bulunmuştur.

Keçiyoynuzu pekmezi ve keçiyoynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Hg değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Hg değerleri arasında farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

TGK Bulaşanlar Yönetmeliği'nde civa, ağır metal olarak kabul görmekte ve gıda takviyelerinde bulunmasına izin verilen maksimum miktarı 0,10 mg/kg'dır (TOB, 2011). Keçiboynuzu özü olarak piyasaya sürülen bazı örneklerin etiket incelemeleri yapıldığında gıda takviyesi olarak tanımlandıkları görülmüştür. Bu açıdan bakılınca, çalışmamızda bulunan değerler takviye gıdalar için konulan sınır değerden çok daha düşüktür.

Civa toksik bir metaldir ve civanın toksitesi kimyasal formuna bağlı olarak değişim gösterir. Civa, metalik ya da elementel, inorganik ve organik olmak üzere 3 formda bulunur. Metalik civa, suda çözünmez fakat oda sıcaklığında oldukça toksik miktarlarda buharlaşabilir ve civa buharı monoatomik yapıda olup lipitte çözünebilir. Bu nedenle organizmada %80 oranında birikir ve kana karışarak beyin dâhil tüm dokulara kolayca ulaşır. Öldürücü doz (LD50: Lethal Dose) 10-60 mg/kg'dır. Ayrıca metil civa plasentayı geçebilir ve anne sütünü etkileyebilir (Akcan ve Dursun 2008; Harada 1995; Clarkson 1994; Şen 2012). Uzun süre günde 0,3 mg ve üzerinde civa alımı zehirlenmeye sonucunda kas koordinasyon bozukluğu, titreme, kekeleme, görme ve işitme kaybı ve ölüme neden olmaktadır. Dolayısıyla 2012 yılında Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) metilcivanın haftalık tolere edilebilir alım seviyesinin 1,3 µg/kg olduğunu bildirmiştir.

Organik civa insanlar için en toksik formdur. Sulardaki mikro ve makroorganizmalar metalik (inorganik) civayı, daha tehlikeli olan organik civa bileşiği olan metil merküre dönüştürürler (Tayar, 2010).

Civa, pek çok yiyecek ve içecekte <1 ile 50 µg arasındaki konsantrasyonlarda bulunmaktadır (WHO, 2009). Oluşan civalı bileşikler; su ürünlerinde özellikle suyu filtre ederek beslenen midye ve istiridye gibi kabukluların vücutlarında birikmektedir. Dolayısıyla diyetteki en önemli civa kaynağını kontamine sulardan avlanan su ürünleri oluşturmaktadır. Ayrıca sakatatlarda civalı fungusidlerle muamele görmüş tahıl ve diğer bitkisel ürünlerde de toksik düzeylerde civa kalıntılarına rastlanabilmektedir. Kirli sulardaki balıklar 1,61 µg/kg, atık su ile sulanmış topraklarda yetişen marul ise 40 µg/kg kadar Hg içerebilir (Reilly, 2007).

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin As (µg/kg) değerleri 2,98 ile 210,17 aralığında ortalama 30,56±61,77 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin As (µg/kg) değerleri 1,81 ile 131,85 aralığında ortalama 24,27±46,71 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama As değerleri Mann Whitley U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait As değerleri arasında farkın istatistikî olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$).

Arsenik inorganik ve organik olmak üzere iki şekilde doğal olarak bulunur. Ancak besinlere ve çevreye bulaşması, başlıca tarım ilaçları ve endüstriyel uygulamalar ile olmaktadır (Dipankar vd., 2010). Buna bağlı olarak bölgenin iklim koşulları (sıcaklık, yağış miktarı vb.), toprak yapısı, toprak kirliliği ve coğrafi konumu (yükseklik vb.) arsenik bulaşmasını etkilemektedir. Bitki kökleri toprakla direk temasta olduklarından havuç vb. köklü bitkiler daha yüksek miktarda arsenikle kontamine olurlar.

Bazı toksik metal iyonlarının biyolojik birikime sahip oldukları bilinmektedir. Bu sebeplerle birikime neden olan söz konusu toksik metallerin gıda maddelerinde ya hiç bulunmaması ya da standartlarla belirlenen düzeylerde bulunması ve bunun üzerine çıkmaması önem taşımaktadır. (Cortes vd., 1994).

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (The International Agency for Research on Cancer - IARC), kimyasal maddeleri insandaki etkilerine göre 5 grup altında toplamış ve arsenik ve bileşiklerini Grup 1 (İnsanda Karsinojenik Etkililer)'e dahil etmiştir (Anonim, 2015). TGK Üzüm Pekmezi Tebliği'nde As değerine en çok 0,2 mg/kg olarak sınır getirilmiştir. Bu çalışmadaki örneklerden bir tane pekmez hariç hepsi bu sınıra uymaktadır.

Arsenik birçok yeraltı kayalarında ve toprakta bulunmaktadır ve gıdalarda sadece kontamine kaynaklı olarak tespit edilmektedir. Kronik arsenik zehirlenmesi, uzun süre içme suyu yoluyla arseniğe maruz kalınması sonucu ortaya çıkmaktadır. Ağız ve boğazda yanma, mide bulantısı, kusma ve şiddetli karın ağrısı zehirlenmenin başlıca belirtileridir. Bunu izleyen birkaç saat içinde dolaşım ve kalp yetmezliği ölüme neden olabilmektedir (Calderon, 2000).

Biçer (2018), yapmış olduğu bir çalışmada 51 farklı pekmez örneğinde bazı elementlerin konsantrasyonlarını belirlemiş ve literatürdeki verilere göre pekmezlerde As içeriğini yüksek olduğunu tespit etmiştir. Çalışmasında 7 farklı keçiboynuzu pekmezini incelemiş ve As değerini 0–2,460 mg/L aralığında tespit ettiğini bildirmiştir.

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Pb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 28,95 ile 163,16 aralığında ortalama $51,91 \pm 36,81$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Pb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 25,94 ile 131,96 aralığında ortalama $53,37 \pm 29,97$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Pb değerleri Mann Whitley U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Pb değerleri arasında farkın istatistikî olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$)

IARC, kimyasal maddeleri insandaki etkilerine göre 5 grup altında toplamıştır ve kurşun ve anorganik bileşiklerini Grup 2B (İnsanda Muhtemelen Karsinojenik Etkili Olanlar Grubu)' ye dahil etmiştir (Anonim, 2015).

TGK Üzüm Pekmezi Tebliği'nde kurşun değeri en çok $0,3 \text{ mg}/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir (TOB, 2017). Ayrıca TGK Bulaşanlar Yönetmeliği'nde üzüm meyvesinde bu değer en çok $0,2 \text{ mg}/\text{kg}$ olarak sınırlandırılmıştır (TOB, 2011). Çalışmamızda bulunan değerler bu sınırlar altındadır fakat keçiboynuzu pekmezi ve özüne ait kurşun değeri ile ilgili olarak herhangi bir yasal düzenleme bulunmayışı bu ürünlerde denetim eksikliğine neden olmaktadır.

İnsanlarda günlük kurşun alımı $20-400 \text{ mg}$ arasında değişmektedir. Kurşun için geçici olarak tolare edilebilen haftalık alım miktarı, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü ile Dünya Sağlık Örgütü'nün iş birliği ile oluşturulan uzmanlar komitesi tarafından 3000 mg olarak belirlenmiştir. Çocuklar için ise bu miktarının yarısı güvenli sınır olarak kabul edilmiştir (Rickson ve Thompson, 2005).

Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik düzene en önemli zararı veren ilk metal olma özelliğini taşır. Vücut için elzem bir metal değildir ve toksik özelliğinden dolayı en ufak konsantrasyonda bile sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Vücutta kurşun birikimi ile iştahsızlık, karın ağrıları, kabızlık, duyu ve motor sinir iletim hızında yavaşlama, zeka geriliği, hafıza kaybı, yüksek tansiyon gibi rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır. Kurşun anne kanından plasentaya geçebilen toksik bir metaldir ve fetüse kolaylıkla geçerek kemiklerde birikir. Bu birikim embriyonik organ gelişimini etkiler ve bilişsel gelişimde de geriliğe neden olmaktadır (Yılmaz, 2016; Civelek, 2001). Kandaki kurşun seviyesinin $100 \mu\text{g}/\text{dL}$ 'yi aştığı durumlarda; kronik kurşun zehirlenmeleri görülmektedir (Piomelli, 2002).

Konserveye işleme, besinlerin kurşun içeriklerini önemli derecede arttıran bir etkidir. Özellikle meyveler, sebzeler, et, deniz ürünleri, su, şarap, meşrubat ve tahıllar kurşun içerebilmektedir (Gülçin, 2003; Tayfur, 2009). Kurşun içeren suyu kullanarak yemek pişirmek besinlerin kurşunla kontaminasyonuna yol açmaktadır (Reilly, 2007; Kozisek, 2005; Hışıl, 1989).

Biçer (2018) yapmış olduğu bir çalışmada 51 farklı pekmez örneğinde Pb aralığını 0-5,993 mg/L olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada dokuz farklı köyden alınan pekmez toprağı numunelerinde de Pb elementlerinin konsantrasyonlarına bakmış ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda toprak numunelerindeki Pb içeriğini 21.83-35,3 mg/L olarak belirlemiştir.

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Sn ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 7,63 ile 33,55 aralığında ortalama $18,03 \pm 8,41$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Sn ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 4,77 ile 52,84 aralığında ortalama $22,53 \pm 15,34$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Sn değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Sn değerleri arasında farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

TGK Bulaşanlar Yönetmeliği'nde Sn için sadece teneke kutularda satışa sunulan gıdalar için sınır düzenlenmiştir. Bu sınırlama teneke kutularda satışa sunulan alkolsüz içecekler için max 100 mg/kg, konserve için 200 mg/kg olarak belirlenmiştir (TOB, 2011). Bu çalışmada Sn değeri tespit edilemeyen düzeydedir.

İnorganik Sn genelde zehirsiz veya belirtileri daha hafif iken, organik Sn (Organotin) bileşikler oldukça zehirlidir. Gıda endüstrisinde kullanılan çelik kutulardan Sn bulaşmasını engellemek için korozyona karşı çelik kutular kalay ile kaplanmakta veya laklama yapılmaktadır. Kalay kaplamanın hasar görmesi halinde ortaya çıkan kalay bileşikler kutu içindeki besine geçmektedir (Reilly, 1985). Fransa'da taze besinlerdeki kalay miktarı $0,03 \pm 0,03$ mg/kg olarak rapor edilmişken, kutulanmış besinlerde ise Sn miktarı $76,6 \pm 36,5$ mg/kg olarak bildirilmiştir (Booth ve Reilly, 1996). Kutulanmış etler nadir olarak eser miktarlarda kalay içerirken, domateslerdeki miktarı 50 mg/kg seviyesine kadar çıkabilmektedir. Aynı şekilde; antosiyanin içeren meyve ve sebzeler kalayı yüksek oranda çözücü etki göstermektedirler. Kutulanmış Frenk üzümünde 100 mg Sn/kg olduğu bildirilmiştir (Reilly, 2007).

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Cd ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 0,75 ile 1,94 aralığında ortalama $1,40\pm 0,39$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Cd ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 0,39 ile 3,80 aralığında ortalama $1,75\pm 0,84$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Cd değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Cd değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$)

Kadmiyumun vücut tarafından atılması kolay olmamakta ve vücutta birikmektedir. Cd alımı akut olarak; mide bulantısına, kusmaya ve karın kramplarına neden olup kronik olarak karaciğer ve böbrek yetmezliğine, hipertansiyon, kemiklerde tahribat, demir metabolizmasında bozukluk gibi belirtilere neden olmaktadır (Anonim, 2010 a)

IARC, kimyasal maddeleri insandaki etkilerine göre 5 grup altında toplamış ve kadmiyumu Grup 1 (İnsanda Karsinojenik Etkililer Grubu) 'e dahil etmiştir. (Anonim, 2015) TGK Bulaşanlar Yönetmeliği'nde Cd değeri sebze ve meyveler için 0,050 mg/kg, saplı sebzeler ve köklü yumru sebzeler için 0,10 mg/kg, yapraklı sebzeler ve taze otlar için ise 0,20 mg/kg olarak sınırlandırılmıştır (TOB, 2011). Bu çalışmada bulunan tüm değerlerin ilgili yönetmeliğe uygun olduğu görülmüştür.

Biçer (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, 51 farklı pekmez örneğinde bazı elementlerin konsantrasyonları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda pekmez çeşitlerindeki Cd aralığı; 0–0,889 mg/L olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada pekmez toprakları da incelenmiş ve dokuz farklı köyden alınan pekmez toprağı numunelerinde Cd 1,162-2,633 mg/L aralığında değiştiğini tespit etmiştir.

Maden ocağı ve endüstriyel artıkların, kadmiyum içeren fosforlu gübrelerin kullanımının ve toprağın lağım sularıyla kontaminasyonunun sonucu gıdalar kadmiyumla kirlenmektedir (Shimbo vd., 2001). Yapılan çalışmalar; hububat, patates, yapraklı ve köklü sebzeler, meyveler, sıvı-katı yağlar, et ve süt ürünlerinin kadmiyumla kontamine olabildiğini göstermektedir. Özellikle sanayi bölgelerinde su kaynaklarına bırakılan atıklardan dolayı kadmiyum suda çözünmekte ve burada yaşayan canlılara kontamine olmaktadır. Kadmiyum suda dibe çöktüğünden özellikle su dibinde beslenen yumuşakçalar ve kabuklularda varlığı tespit edilmiştir (Cortes vd., 1994).

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Cr ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 23,80 ile 103,59 aralığında ortalama $40,85 \pm 21,47$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Cr ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 17,28 ile 175,94 aralığında ortalama $46,54 \pm 43,10$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Cr değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Cr değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

IARC, kimyasal maddeleri insandaki etkilerine göre 5 grup altında toplamış ve Cr (6 değerli)'yi Grup 1 (İnsanda Karsinogenik Etkililer Grubu)' e dahil etmiştir (Anonim, 2015).

Cr' nin fazla miktarda insan vücuduna girmesi ile birlikte oluşan akut zehirlenme; gastrointestinal bulgular, kanama bozukluğu, nöbetler, kalp damar sisteminde şoka bağlı ölüm görülebilmektedir (WHO, 1996; Tayfur, 2009).

Biçer (2018) yapmış olduğu bir çalışmada 51 farklı pekmez örneğinde bazı elementlerin konsantrasyonlarını ölçmüş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda pekmez çeşitlerindeki Cr içeriği aralığını; 0–1,338 mg/L olarak bulmuştur. Çalışmasında en yüksek Cr değerini 1,338 mg/L ev yapımı keçiboynuzu pekmezi numunesinde gözlemlediğini bildirmiştir.

Alpar (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, geleneksel yöntemle kıvıll üzüm pekmezi üretilmiş ve üretim aşamalarının pekmezin kalite kriterlerine etkisi incelenmiştir. Proses süresince Cr değerinin arttığını gözlemlemiş ve sırada Cr miktarının 13,781 mg/kg, son pekmezde ise 33,991 mg/kg olarak olduğunu tespit etmiştir.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin Se, B, Co, Cu ve Zn değerleri Çizelge 4.14.' te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin Se, B, Co, Cu ve Zn değerleri

Örnek		Mineraller ($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
		Se	B	Co	Cu	Zn
Pekmez	Ortalama	9,95	442,92	52,85	475,11	3102,07
	Standart Sapma	5,09	149,49	11,58	144,69	860,42
	Min-Max	5,59-21,15	231,93-728,79	30,00-67,34	334,69-734,44	1990,65-4879,56
Öz	Ortalama	8,34	458,25	43,27	495,91	2752,33
	Standart Sapma	3,70	139,83	14,77	192,01	791,94
	Min-Max	2,75-13,12	146,21-694,94	19,72-66,48	253,75-805,24	683,78-3446,99

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Se ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 5,59 ile 21,15 aralığında ortalama $9,95 \pm 5,09$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Se ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 2,75 ile 13,12 aralığında ortalama $8,34 \pm 3,70$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Se değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Se değerleri arasında farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

Biçer (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, Karaman ili merkez ve köylerinden toplanan üzüm, dut, harnup ve elma pekmezleri numunelerinin içerisinde ağır metal seviyeleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda pekmez çeşitlerindeki Se aralığı 0-33,82 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çalışmada 35 üzüm pekmezi, 3 elma pekmezi, 6 dut pekmezi ve 7 keçiboynuzu pekmezi kullanılmış ve bunların Se değerleri sırasıyla; 33,82-0,0 mg/L; 20,01-8,258 mg/L; 1,604-12,53 mg/L ve 4,60-9,76 mg/L aralığında bulunmuştur.

Alpar (2011) tarafından yapılan bir çalışmada geleneksel yöntemle kıvıllı, beyaz ve siyah üzüm pekmezi üretmiş ve hem prosesin her aşamasında hem de son üründe mineral değerlerine bakmıştır. Sonuç olarak geleneksel yöntemle üretilen kıvıllı üzüm pekmezinde Se

minerali miktarı sırasında 4,207 mg/kg bulunurken son pekmez aşamasında 2,038 mg/kg olarak; siyah üzüm pekmezinde Se minerali miktarı sırasında 6,661 mg/kg bulunurken son pekmez aşamasında 4,873 mg/kg olarak; beyaz üzüm pekmezinde ise Se minerali miktarı sırasında 5,568 mg/kg bulunurken, son pekmez aşamasında 4,238 mg/kg olarak bulmuştur. Selenyum değerleri bakımından en yüksek değere sahip üzüm pekmezi, kıvı üzüm pekmezi olduğunu bildirmiştir.

Yaptığı çalışmada Alpar (2011), geleneksel yöntemle üretilen üzüm pekmezlerinin Se (mg/kg) değerlerinin üzüm tipleri ve proses aşamaları açısından istatistiksel değerlendirmesini yapmış ve kıvı, siyah ve beyaz üzüm tiplerine ait pekmezlerin proses aşamaları arasında selenyum değerlerinde dalgalanmalar mevcut olduğunu, topraklama öncesi aşamalar ile topraklama sonrası aşamalarda selenyum değerlerinde büyük bir artış olmamakla beraber siyah üzüm için selenyum değerinde düşme olduğunu gözlemlemiştir.

Eser element olarak fonksiyonları yeni tanımlanmaya başlayan ve vücut için esansiyel bir element olan selenyumun yüksek konsantrasyonları toksik etki göstermektedir (Şimşir ve Özgen, 2010). Selenyum, proteinlere bağlanarak önemli antioksidan enzimler olan selen proteinlerinin yapımında büyük rol oynar. Selen proteinlerin antioksidan özellikleri serbest radikaller tarafından verilen hücresel zararı önlemeye yardımcı olur. Selenyum tiroid hormonunun fonksiyonlarının düzenlenmesinde esansiyel olan iz minerallerdir (Rayman, 2000).

Selenyum ve bor zehirlenmesi ile bulantı, kusma karın ağrısı, titreme, tırnaklarda değişiklikler, saç dökülmesi, deride renk değişikliği, dermatit, dişlerde çürüme gözlenebilmektedir. Uzun süreli maruz kalımda ise optik sinir hasarı ve retinada kanama görülmektedir (WHO,1996; Tayfur, 2009).

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin B ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 231,93 ile 728,79 aralığında ortalama $442,92 \pm 149,49$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin B ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 146,21 ile 694,94 aralığında ortalama $458,25 \pm 139,83$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama B değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait B değerleri arasında farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

Biçer (2018) tarafından yapılan bir çalışmada çeşitli pekmezlerdeki bazı elementlerin konsantrasyonları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda pekmez çeşitlerindeki B aralığı 0,216–45,98 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmada 35 üzüm pekmezi, 3 elma pekmezi, 6 dut pekmezi ve 7 keçiyoynuzu pekmezi kullanılmış ve bunların B değerleri sırasıyla; 14,64-45,98 mg/L; 15,85-16,53 mg/L; 0,53-12,64 mg/L ve 0,216-13,53 mg/L aralığında bulunmuştur. Pekmez numuneleri içerisinde B içeriği en düşük market harnup pekmezinde ölçülmüşken iken (0,216 mg/L), en yüksek ise ev yapımı üzüm pekmezinde (45,98 mg/L) olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada bulunan değerler Biçer (2018)' in bulunduğu değerler ile uyumludur.

Bor, doğada düşük miktarlarda bulunabilen bir elementtir. Çeşitli bileşikleri mevcuttur ve bu bileşiklerinin (borat minerallerinin) suda çözünürlüklerinin değişiklik göstermesi sebebiyle belli yerlerde yüksek yoğunlukta bulunabilir. Bu bileşikler boraks ve kernit olarak topraktan çıkarılır. Bor günümüzde birçok sektörde kullanım alanına sahiptir. Sağlık sektöründe; BNCT (Boron Neutron Capture Therapy-Bor Nötron Yakalama Tedavisi) kanser tedavisinde kullanılmaktadır (Biçer (2018)).

Alpar (2011) yaptığı bir çalışmada geleneksel yöntemle kıvı, beyaz ve siyah üzüm pekmezi üretmiş ve hem prosesin her aşamasında hem de son üründe pekmezlerin mineral değerlerine bakmıştır. Sonuç olarak geleneksel yöntemle üretilen kıvı üzüm pekmezinde B minerali miktarı sırasında 6,653 mg/kg, son pekmez aşamasında 24,380 mg/kg olarak; siyah üzüm pekmezinde B minerali miktarı sırasında 3,942 mg/kg, son pekmez aşamasında 11,806 mg/kg olarak; beyaz üzüm pekmezinde ise B minerali miktarı sırasında 2,835 mg/kg, son pekmez aşamasında 11,567 mg/kg olarak bulmuştur. Bor değerleri bakımından en yüksek değere sahip üzüm pekmezi, kıvı üzüm pekmezinin olduğunu tespit etmiştir. Çalışmasında proses süresince B değerinin arttığını tespit etmiştir.

Yaptığı çalışmasında Alpar (2011), geleneksel yöntemle üretilen üzüm pekmezlerinin Bor (mg/kg) değerlerinin üzüm tipleri ve proses aşamaları açısından istatistiksel değerlendirmesini yapmış ve kıvı, siyah ve beyaz üzümlere ait pekmezlerin hem bor değerlerinin ortalamaları arasında hem de proses aşamalarında fark olmadığını gözlemlemiştir.

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Co ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 30,00 ile 67,34 aralığında ortalama $52,85 \pm 11,58$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Co ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 19,72 ile 66,48 aralığında ortalama $43,27 \pm 14,77$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Co değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Co değerleri arasında istatistiki olarak farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

Canlıların beslenmesinde önemli bir yer teşkil eden kobalt B12 vitamininin merkez yapı taşıdır. Bu güne kadar bilinen en etkili biyokatalizördür. Günlük kobalt ihtiyacı 5 μg kadardır. Kobalt eksikliğinde anemi riski artar (Tezcan ve Tezcan, 2007).

Kobalt ve kobalt bileşiklerinin insanlar üzerinde kansere neden olduğuna dair henüz kesin bulgular olmamasına rağmen, kobalt bileşikleri risk teşkil etmektedirler ve kanserojen madde gibi muamele görürler. Ancak hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, kobalt metalinin, suda çözünür kobalt bileşiklerinin kansere yol açtığı kanıtlanmıştır (Anonim, 2020a). Kobalt-oksitler (CoO , Co_3O_4), Kobaltkarbonat (CoCO_3), kobalt klorür hegzahidrat ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kobalt nitrat hegzahidrat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$) ve kobalt asetat tetrahidrat ($\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) için akut oral zehirlenme sınırları sırasıyla; 1750, 630, 766, 691 ve 821 mg/kg 'dır (Habashi, 1997).

Kobalt gıdalarda az fakat yaygın bulunur. Toprak ve gıdadaki bulunma miktarı çevresel şartlara göre değişmektedir. Kobaltın vücuttaki normal miktarı 80-300 mg 'dır ve kırmızı kan hücrelerinde, karaciğerde, dalakta, böbrekte, pankreasta depolanır. Kobalt başlıca karaciğer ve sakatatlar, kırmızı et, istiridye ve balıkta bulunur (Anonim, 2020a; Doğan, 2002).

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Cu ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 334,69 ile 734,44 aralığında ortalama $475,11 \pm 144,69$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Cu ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 253,75 ile 805,24 aralığında ortalama $495,91 \pm 192,01$ olarak bulunmuştur.

Toprak yapısı, keçiboynuzu çeşidi, proses aşamalarının etkisi ve keçiboynuzu sırasına karıştırılan pekmez toprağının kimyasal bileşimi ve toprağın ilave miktarı gibi faktörler, analiz sonuçlarını etkileyebilmektedir. Buna rağmen yaptığımız çalışmada keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Cu değerleri t-testi ile

karşılaştırılmış ve iki gruba ait Cu değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$).

Yiğit (2016) yapmış olduğu bir çalışmada Ankara'da marketlerde satılan, 10 farklı markaya ait, üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmezlerini incelemiş ve farklı seriden olmak koşulu ile her bir pekmez örneğinden 3'er adet, toplamda 90 adet pekmez örneği kullanmıştır. Üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmezlerinin bakır içeriklerini kilogramda sırasıyla $0,86\pm 0,36$ mg, $0,59\pm 0,2$ mg, $0,6 \pm 0,32$ mg olarak bulmuştur. Bu çalışmada bulunan değerler Yiğit (2016) değerleriyle uyumludur.

Bakır aslında konsantrasyonu çoğunlukla 0.05-2 mg/kg arasında değişmek üzere neredeyse birçok gıdada mevcuttur. Elmada ortalama 0,1-2,3 mg/kg bakır mevcutken, kuru erikte bu değer 3,7-5,0 mg/kg' a çıkar, ay çekirdeğinde ise 14,3-19 mg/kg bakır bulunur. Anne sütü ortalama 200-400 µg/L bakır içerir ve bebek ağırlığı başına 50 µg bakır alır (WHO, 1996; Anonim, 2020a). TKG Üzüm Pekmezi Tebliği'nde bakır değeri max 5 mg/kg olarak sınırlandırılmıştır (TOB, 2017). Şimşek (2000) tarafından yapılan bir çalışmada Cu (mg/100g) değerleri üzüm pekmezi için 0,35-0,44; keçiyoynuzu pekmezi için 0,30-0,42; dut pekmezi için 0,39-0,49 ve incir pekmezi için ise 0,32-0,42 olarak bulunmuştur. Tetik vd. (2010) yapmış olduğu bir çalışmada Cu değerini 0,5 mg/100g olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada bulunan değerler, Şimşek (2000) ve Tetik vd. (2010)'nin bulduğu değerlerle paralellik göstermektedir.

Bakır insanlar ve hayvanlar için gerekli mikro besin maddesidir. İnsanlarda kan hemeoglobin üretimine yardımcı olarak, demirin korunması ve bağırsaklardan emiliminde etkili olan eser bir elementtir. Bakır karaciğerde depolanır ve kalp çalışmasının yanında karbonhidrat ve yağ metabolizmasını da düzenler. Ayrıca bağışıklık sistemini de güçlendirmektedir. Bitkilerin büyümesi üzerine olumlu etkisi vardır. Bakır birçok enzim faaliyetini düzenler ve vücutta yeterli miktarda bulunmaması 60-70 kadar enzimin etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır (Yıldız, Genç ve Bektaş, 1997; Baysal, 2007).

Normal bir diyetle günde ortalama 2-4 mg bakır alınmaktadır. Fazla alınan bakır ise vücutta toksik etki yapmakta olup bazı enzimlerin çalışmasını da engeller (Yıldız, Genç ve Bektaş, 1997; Baysal, 2007). Akut bakır zehirlenmesi sık görülmemekle beraber genelde yiyecek ve içeceklere bakır ihtiva eden maddelerin kazayla karışmasıyla veya kasten bakır tuzlarının yutulması sonucu gerçekleşmektedir (Mertz, 1987). Ağız yoluyla alındığında akut

zehirlenme insanlarda 100 mg/kg' dır, ancak 600 mg/kg' a kadar emilim olduğunda dahi tedavisi mümkündür. Fakat alınan doza bağlı koma durumuna ve ölümlere sebebiyet verebilir. İçme sularında Dünya Sağlık Örgütü tarafından açıklanan sınır değeri 2 mg/L'dir. Gün içinde alınabilen maksimum bakır değeri kadınlarda 12 mg/gün, erkeklerde 10 mg/gün, 6-10 yaş grubu çocuklarda ise 3 mg/gündür (WHO, 1996; Habashi, 1997). Bakır kaplardan yiyeceklere, özellikle karbonatlı ve asidik olanlara önemli miktarda Cu geçişi olmaktadır. Bakır tavada pişirilen yemeklerin paslanmaz çelik ya da Al kaplarda pişirilen yemeklere oranla yaklaşık iki kat daha fazla Cu içerdiği bildirilmiştir (Şanlıer ve Türközü, 2014).

Alpar (2011) yapmış olduğu bir çalışmada geleneksel yöntemle kıvılcık, siyah ve beyaz üzüm pekmezi üretimi gerçekleştirmiş ve Cu (mg/kg) değerlerini sırasıyla 1,621 mg/kg, 16,530 mg/kg ve 0,647 mg/kg olarak bildirmiştir. Çalışmasında proses aşamaları arasında farkın olmadığını fakat ısıl işlemin etkisine göre bakır değerlerinde özellikle siyah üzüm için giderek artışın olduğunu gözlemlemiştir.

Biçer (2018) tarafından yapılan bir çalışmada Karaman ili köy ve marketlerinden temin edilen pekmez çeşitleri ile Karaman iline bağlı bazı köylerden toplanan pekmez topraklarının ağır metal içerikleri araştırılmıştır. Çalışmasında 51 farklı pekmez örneğinde bazı elementlerin konsantrasyonlarını ölçmüş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda Cu değerini 0–9,985 mg/L aralığında bulmuştur. Toprak numunelerine baktığında ise 9,985 mg/L olarak en yüksek Cu değerine sahip olan üzüm pekmezin üretiminde kullanılan toprağın en yüksek Cu değerini içerdiğini gözlemlemiştir.

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Zn ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 1990,65 ile 4879,56 aralığında ortalama $3102,07 \pm 860,42$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Zn ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri 683,78 ile 3446,99 aralığında ortalama $2752,33 \pm 791,94$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Zn değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Zn değerleri arasında farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

TGK Üzüm Pekmezi Tebliği'nde, çinko için yasal max limit 5 mg/kg olarak belirlenmiştir (TOB, 2017) fakat keçiboynuzu pekmezi ve özü ile ilgili bir düzenleme mevcut değildir.

Turhan vd. (2007) yapmış oldukları bir çalışmada, keçiyoynuzu pekmezinin çinko değerini 0,7 (mg/100g) bulmuşlardır. Tetik vd. (2010) ise çalışmasında keçiyoynuzu pekmezinin çinko değerini 4 mg/kg olarak tespit etmiştir. Şimşek ve Artık (2002), üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmezlerinin çinko içeriklerini kilogramda sırasıyla 1,2 mg, 4,8 mg, 1,2 mg olarak belirlemişlerdir. Şimşek (2000) yapmış olduğu başka bir çalışmada, üzüm pekmezinin çinko değerini 0,11-0,14 mg/100g, keçiyoynuzu pekmezinkini 0,10-0,14 mg/100g, dut pekmezinin çinko değerini 0,41-0,57 mg/100g ve incir pekmezinkini ise 0,47-0,63 mg/100g olarak bulmuştur. Bu çalışmada bulduğumuz değerler yapılan çalışmalar ile uyumludur.

Biçer (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, Karaman ili merkez ve köylerinden toplanan üzüm, dut, harnup ve elma pekmezleri numunelerinin ağır metal seviyeleri belirlenmek üzere 51 farklı pekmez örneğinde bazı elementlerin konsantrasyonları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda pekmez çeşitlerindeki Zn aralığı 0,216–45,98 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmasında 35 üzüm pekmezi, 3 elma pekmezi, 6 dut pekmezi ve 7 keçiyoynuzu pekmezi kullanmış ve bunların Zn değerlerini sırasıyla; 1,029-23,39 mg/L; 1,186-1,645mg/L; 0,900-2,774 mg/L ve 0,683-3,186 mg/L aralığında bulmuştur. En yüksek Zn içeriğine sahip olanın ise 11,13 mg/L ev yapımı üzüm pekmezi olduğunu bildirmiştir.

Yiğit (2016), Ankara'daki marketlerde ambalajlı olarak satılan üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmezlerinden alınan örneklerde bazı mineral içerikleri analizi yapılmasını amaçlamış ve analiz için on farklı markaya ait, farklı seriden olmak koşuluyla üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmezi örneklerinden 3'er adet olmak üzere, toplamda 90 adet, sıvı pekmez örnekleri kullanmıştır. Çalışmasında üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmezlerinin çinko içeriklerini kilogramda sırasıyla 1,86±0,9 mg, 2,2±0,6 mg, 1,85±0,8 mg olarak tespit etmiştir.

Çinko tüm canlı yaşamları için önemli ve elzem elementtir. Gelişme, bağışıklık direnci, yumurta olgunlaşması, karbonhidrat, yağ ve protein metabolizması gibi çeşitli metabolik olaylar ve nükleik asit sentezi için gereklidir. Alkol dehidrojenazı, karbonik anhidrit ve karboksipeptidaz gibi 70' den fazla metaloenzim fonksiyonu için koenzim bileşeni olarak görev yapmaktadır. Fizyolojik miktarlardaki çinko; Cd, Hg, Pb ve Sn gibi diğer ağır metal iyonlarının zehirleyici etkilerini azaltmaktadır (Habashi,1997).

Çinko yetersizliği, gelişim bozuklukları, cinsiyet ve iskeletin gelişmemesi, kol ve bacak gibi uzuvlarda ve açık yerlerde deri iltihabı, ishal, kellik, iştah azalması ve

davranışlarda değişikliklere yol açmaktadır (WHO, 1996). Çinko kan harici dokularda ve vücut sıvılarında rastlanan en yaygın metal iyonudur. 70 kg ağırlığında bir insanın kanında 2,3 g çinko bulunmaktadır (WHO, 1996; Habashi 1997; Küchler 1986).

Çinko metali ve birçok bileşii diğer ağır metallere karşılaştırıldığında düşük zehirlilik etkisi gösterirler. Çinko tuzlarının toksikliği çinkodan daha fazla, yapısında bulunduğu bileşinin anyonik kısmının toksikliğine bağlıdır (Habashi 1997).

Alpar (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel yöntemle kızıl, beyaz ve siyah üzüm pekmezi üretilmiş ve hem prosesin her aşamasında hem de son üründe mineral değerlerine bakılmıştır. Sonuç olarak geleneksel yöntemle üretilen kızıl üzüm pekmezinde Zn minerali miktarı sırasında 0,061 mg/kg bulunurken son pekmez aşamasında 6,416 mg/kg olarak; siyah üzüm pekmezinde Zn minerali miktarı sırasında 0,088 mg/kg bulunurken son pekmez aşamasında 1,273 mg/kg olarak; beyaz üzüm pekmezinde ise Se minerali miktarı sırasında 0,581 mg/kg bulunurken, son pekmez aşamasında 1,560 mg/kg olarak bulunmuştur. Çinko değerleri bakımından en yüksek değere sahip üzüm pekmezinin, kızıl üzüm pekmezi olduğu bildirilmiştir. Kızıl üzüm pekmezinin Zn mineral miktarının proses aşamalarına bağlı olarak konsantrasyon arttıkça mineral miktarının da arttığını tespit etmiştir.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin Na, Ca, Fe, Mg, P ve K değerleri Çizelge 4.15.' de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örneklerinin Na, Ca, Fe, Mg, P ve K değerleri

Örnek		Mineraller (mg/kg)					
		Na	Ca	Fe	Mg	P	K
Pekmez	Ortalama	1246,11	818,92	10,20	431,78	588,82	9616,34
	Standart Sapma	556,02	198,64	21,57	107,61	176,65	2366,45
	Min-Max	180,2 - 2121,72	380,55 - 1093,46	2,20 - 78,54	205,80- 582,83	297,62 - 780,74	4600,53 - 12357,24
Öz	Ortalama	1385,29	873,57	5,14	429,72	579,02	9172,44
	Standart Sapma	1424,19	283,71	3,66	141,71	220,93	3128,15
	Min-Max	15,90 - 5302,09	145,56 - 1213,68	1,81 - 15,16	29,65- 580,23	40,74 - 807,27	481,62 - 11975,54

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Na (mg/kg) değerleri 180,20 ile 2121,72 aralığında ortalama $1246,11 \pm 556,02$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Na (mg/kg) değerleri 15,90 ile 5302,09 aralığında ortalama $1385,29 \pm 1424,19$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Na değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Na değerleri arasında farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$). İki ürün grubu arasında fark olmamasına rağmen bazı örnekler arasında büyük farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu farklılıkların ise kullanılan hammaddenin çeşiti, yetiştiği toprağın yapısı, proses aşamaları ve kullanılan pekmez toprağı gibi etkenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tetik vd. (2010) yapmış oldukları bir çalışmada, Na (mg/kg) değerini 17,1 olarak bulmuşlardır. İzgi (2011) yapmış olduğu bir çalışmada andız, üzüm, dut ve harnup pekmezlerini incelemiş ve Na değerini (mg/kg) sırasıyla 33,50-33,00-52,00 ve 14,00 olarak bulmuştur. Şimşek (2000) ise üzüm, keçiboynuzu, dut ve incir pekmezini incelemiş ve bulduğu Na (mg/100g) değerlerini sırasıyla; 30-37; 12-16; 45-57 ve 72-88 olarak bildirmiştir. Turhan vd. (2007) keçiboynuzu pekmezinde 1713 mg/kg sodyum tespit etmişlerdir. Biçer

(2018) yapmış olduğu çalışmasında 7 adet keçiboynuzu pekmezini incelemiş ve Na değerini 180,3-539,5 mg/L aralığında bulmuştur.

Yiğit (2016) yaptığı çalışmada, Ankara'daki marketlerde ambalajlı olarak satılan üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinden alınan örneklerde mineral analizi yapmış ve kilogramındaki mineral içeriğini sodyum için sırasıyla 259±720 mg, 2188±785 mg, 1026±922 mg olarak bulmuştur. Şimşek ve Artık (2002), üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinin sodyum içeriğini kilogramında sırasıyla 330 mg, 520 mg, 140 mg olarak tespit etmişlerdir. Bulunan değerler yapılan çalışmalar ile uyumludur.

Alpar (2011) yapmış olduğu bir çalışmada, geleneksel yöntemle kıvı, beyaz ve siyah üzüm pekmezi üretmiş ve kıvı üzüm pekmezinde; Na değerini şırada 146,034 mg/kg, son pekmezde 248,860 mg/kg; beyaz üzüm pekmezinde Na için şırada 132,618 mg/kg, son pekmezde 153,731 mg/kg; siyah üzüm pekmezinde Na için şırada 144,981 mg/kg, son pekmez 153,141 mg/kg olarak bulmuştur, Kıvı, siyah ve beyaz üzümlere ait pekmezlerinn sodyum değerlerini ortalamaları bakımından incelediğinde, sodyum değerleri bakımından en yüksek değere sahip üzüm pekmezi, kıvı üzüm pekmezi olduğunu bildirmiştir. Kıvı üzüm pekmezinde proses aşamaları ilerledikçe sodyum değerinin arttığını, siyah ve beyaz üzüm tiplerine ait pekmezler için ise durumun böyle olmadığını ve proses aşamaları arasında sodyum değerlerinde iniş çıkışlar olduğunu bildirmiştir.

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Ca (mg/kg) değerleri 380,55 ile 1093,46 aralığında ortalama 818,92±198,64 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Ca (mg/kg) değerleri 145,56 ile 1213,67 aralığında ortalama 873,57±283,71 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Ca değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Ca değerleri arasında farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$).

Yiğit (2016) Ankara'daki marketlerde ambalajlı olarak satılan üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinden alınan örneklerde bazı mineral içerikleri analizi yapmış üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinin kilogramındaki Ca içeriğini sırasıyla; 803±398 mg, 1347±773 mg ve 861±259 mg olarak bulmuştur. Yapılan çalışma bulduğumuz değerlerle uyumludur.

İzgi (2011) yapmış olduğu bir çalışmada andız, üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerini incelemiş ve Ca değerini (mg/kg) sırasıyla; 1499,00-132,00-96,00-135,00 olarak belirtilmiştir. Şimşek (2000) ise üzüm, keçiboynuzu, dut ve incir pekmezinde çalışmalar yapmış ve bunların Ca (mg/100g) değerlerini sırasıyla; 124-139; 130-144; 89-103; 496-562 olarak bulmuştur. Tetik vd. (2010) yapmış olduğu çalışmada keçiboynuzu pekmezinin Ca (mg/kg) değerini 3149 olarak bulmuştur. Şimşek ve Artık (2002) üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinin kalsiyum içeriğini kilogramında sırasıyla 1320 mg, 960 mg, 1350 mg olarak belirlemiştir. Biçer (2018) yapmış olduğu çalışmasında 7 adet keçiboynuzu pekmezini incelemiş ve Ca değerini 136,5-239,8 mg/L aralığında bulmuştur.

Kalsiyum büyüme, diş, alyuvar, kemik ve kas gibi organların oluşmasında ve gelişmesinde kullanılır. Kalsiyum eksikliğinde ise diş ağrıları, kemiklerde kolay kırılma, zayıflama ve çatlama meydana gelmektedir (Karadeniz, 2004; Gerer ve Kreş, 2006).

Alpar (2011) yapmış olduğu bir çalışmada geleneksel yöntemle kızıl, beyaz ve siyah üzüm pekmezleri üretmiş ve bunların mineral madde dağılımlarını incelemiştir. Ca mineralini sıra ve topraklama öncesi aşamalarda tespit edememiştir. Fakat topraklama sonrası proses işlemlerinde bu miktarın artarak devam ettiğini belirtmiştir. Pekmezin içine atılan beyaz toprağın Ca içermesi sebebiyle elde edilen pekmezde de Ca bulmuştur. Kaya (2002) pekmez toprağı katılması ve uygulanan ısı işlemin şıraların kalsiyum içeriklerini belirgin bir şekilde arttırdığını belirtmiştir. Yaptığı çalışmanın sonunda kızıl üzüm pekmezinde Ca değerini mg/kg, sırasında 0,0, son pekmezde 1491,654; beyaz üzüm pekmezinde Ca değerini mg/kg sırasında 0,0, son pekmezde 940,013; siyah üzüm pekmezinde Ca değerini mg/kg sırasında 0,0 son pekmezde 1,555 olarak bulmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Fe (mg/kg) değerleri 2,20 ile 78,54 aralığında ortalama $10,20 \pm 21,57$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Fe (mg/kg) değerleri 1,81 ile 15,16 aralığında ortalama $5,14 \pm 3,66$ olarak bulunmuştur

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Fe değerleri Mann Whitley U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Fe değerleri arasında farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

Biçer (2018) yapmış olduğu çalışmasında, 7 adet keçiboynuzu pekmezini incelemiş ve Fe değerini 1,941-16,15 mg/L aralığında bulmuştur. İzgi (2011), andız, üzüm, dut ve harnup

pekmezlerinde yapmış olduğu bir çalışmada Fe içeriğini sırasıyla mg/kg 6,91-1,45-0,93-0,34 olarak bildirmiştir. Bir başka çalışmada şimşek (2000), üzüm, keçiboynuzu, dut ve incir pekmezlerini incelemiş ve Fe içeriğini sırasıyla mg/100g; 1,36-1,58;0,31-0,38;0,86-1,01;1,60-1,86 olarak bildirmiştir. Tetik vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada keçiboynuzu pekmezinin Fe değerini 14 mg/kg olarak bulmuştur. şimşek ve Artık (2002), zm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinin demir içeriğini kilogramında sırasıyla 14,5 mg, 9,3 mg, 3,4 mg olarak belirlemiştir. Turhan vd. (2007) ise yaptıkları çalışmada keçiboynuzu pekmezinin demir içeriğini 141,9 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Bulduğumuz değerler Biçer (2018) ve Tetik vd. (2010) değerleriyle uyumludur.

Yiğit (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, Ankara'daki marketlerde ambalajlı olarak satılan üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinden alınan örneklere bazı mineral içerikleri analizi yapılmış ve üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinin kilogramındaki demir içeriklerini belirlemiştir. Bu değerler sırasıyla 28,7±5,6 mg; 46,0±12,8 mg ve 20,9±5,8 mg olarak belirlenmiştir. En düşük demir içeriğini keçiboynuzu pekmezinde tespit etmiştir.

Demir minör elementler arasında sayılmakla beraber, yer kabuğunda en fazla bulunan elementler arasında dördüncü sıradadır. İnsanlar pek çok kaynaktan çeşitli gıdalar vasıtasıyla demiri alabilmektedir. Demir, vücutta hemoglobin, myoglobin ve enzim üretimi için esansiyel bir elementtir. Hemoglobin ve myoglobin demir içeren moleküllerdir. Bileşiminde demir bulunan hemoglobin, vücuttaki oksijenin akciğerden dokulara taşınmasını sağlar. Myoglobin ise lokal oksijen kaynağıdır ve oksijen taşıyabilme kabiliyeti molekülünde bulunan ferröz, Fe+2 demire bağlıdır. Büyüme ve gelişme döneminde elzem bir elementtir ve bağışıklık sisteminin güçlenmesinde rol oynamaktadır. Demir eksikliğinde ise anemi, kaşık tırnak, nöropsikolojik etkiler ve mental performansta azalma durumları gerçekleşir (Biber, 1983).

Altı yaş ve daha küçük çocuklarda, yanlışlıkla aşırı dozda alınmış demir içeren ürünler lme neden olmaktadır. Buna rağmen ağız yolu ile alınan demirin öldürücü dozu yaklaşık olarak vücut ağırlığının 200-250 mg/kg kadardır. Akut zehirlenmenin belirtileri vücut ağırlığının 20-60 mg/kg değerinde gözlenmektedir (zkan, 2009).

TGK zm Pekmezi Tebliği'nde demir içeriği max 25 mg/kg olarak sınırlandırılmıştır (TOB, 2017). Çalışmada 1 tane pekmez örneğinin bu yasal limiti aştığı

görülmüştür. Fakat keçiboynuzu pekmezi ve özü için mevcut düzenleme olmadığından ürünler hakkında değerlendirme yapılamamaktadır.

Velioğlu ve Artık (1993), bazı üzüm pekmez örneklerinin TS 3792'ye uygunluğunun belirlenmesi üzerine yaptıkları araştırmada 20 adet üzüm pekmezinin Fe içeriklerinin 17–125 mg/kg aralığında değişim gösterdiğini belirlemiş ve bu araştırma bulgularına göre pekmezlerde ciddi bir denetimsizlik sorununun bulunduğunu vurgulamıştır. Üstün ve Tosun (1997) üzüm pekmezlerinin demir içeriğini 72,5 mg/kg olarak belirlemiştir. Akbulut ve Özcan (2009) dut pekmezinin demir içeriğini farklı dut cinslerine göre 41,8 mg/kg ve 54,8 mg/kg olarak saptamıştır.

Alpar (2011) geleneksel yöntemlerle kıvı, beyaz ve siyah üzüm pekmezleri üretmiş ve bunların Fe dağılımlarını incelemiştir. Elde ettiği veriler doğrultusunda; kıvı üzüm pekmezinde 132,30 mg/kg; beyaz üzüm pekmezinde 49,53 mg/kg; siyah üzüm pekmezinde 53,42 mg/kg olarak bulmuştur. Kıvı, siyah ve beyaz üzümlere ait pekmezlerin demir değerlerinin ortalamaları bakımından en yüksek değere sahip üzüm pekmezi, kıvı üzüm pekmezi olduğunu bildirmiş ve ısıt işlemin etkisine göre demir değerlerinde iniş ve çıkışların olduğunu tespit etmiştir.

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin Mg (mg/kg) değerleri 205,80 ile 582,83 aralığında ortalama $431,78 \pm 107,61$ olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin Mg (mg/kg) değerleri 29,65 ile 580,23 aralığında ortalama $429,72 \pm 141,71$ olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama Mg değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait Mg değerleri arasında farkın istatistikî olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

Biçer (2018) yapmış olduğu çalışmada, 7 adet keçiboynuzu pekmezini incelemiş ve Mg değerini 79,88-280,54 mg/L aralığında bulmuştur. İzgi (2011) tarafından yapılan bir çalışmada andız, üzüm, dut ve harnup pekmezlerine ait bir çalışma yapmış ve sırasıyla Mg (mg/kg) içeriklerini 843,80; 73,00; 67,00 ve 50,00 olarak bulmuştur. Şimşek (2000) ise bir başka çalışmada üzüm pekmezinin Mg değerini 67-81 mg/100g; keçiboynuzu pekmezini 47-54; dut pekmezini 59-72 ve incir pekmezini de 76-94 mg/100g aralığında tespit etmiştir. Tetik vd. (2010) yapmış olduğu bir çalışmada keçiboynuzu pekmezinin Mg değerini 556 mg/kg olarak bulmuştur. Yiğit (2016) Ankara'daki marketlerde ambalajlı olarak satılan

üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinden alınan örneklerde Mg içeriğini incelemiş ve magnezyum (mg/kg) değerlerini sırasıyla; 500,4±201,2; 558,8±168,9; 503,2±141,9 olarak bildirmiştir. Bulduğumuz sonuçlar Yiğit (2016) ve Tetik vd. (2010) ile uyumludur.

Magnezyum kalp rahatsızlıklarını ve ödemi önlemede, kan damarlarının esnekliğinde, ve kemiklerin büyümesinde büyük rol oynayan önemli bir mineraldir (New vd., 2000; Wang, Chang, Jeng, Liu and Liu L. Y., 2005). Anti-stres minerali olarak bilinen magnezyum, kasların gevşemesinde ve sinir sistemi üzerinde etkilidir. Eksikliğinde; kas ve sinir sistemi uyumsuzluğunun yanı sıra kas zayıflığı, yağ ve protein hasarı, osteoporoz gelmektedir (İnan ve Gül, 2001; Dominguez vd., 2006; New vd., 2000).

Alpar (2011) yaptığı bir çalışmada geleneksel yöntemle kıvı, beyaz ve siyah üzüm pekmezleri üretmiş ve kıvı üzüm pekmezinde Mg değerini şırada 42,0176 mg/kg, son pekmezde 332,327 mg/kg; beyaz üzüm pekmezinde Mg değeri şırada 39,035 mg/kg, son pekmezde 195,988 mg/kg; siyah üzüm pekmezinde Mg şırada 40,975 mg/kg, son pekmezde 187,340 mg/kg olarak bulmuştur. Topraklamanın etkisi ile konsantrasyonun artışına bağlı olarak Mg mineral miktarının arttığını gözlemlemiş ve kıvı üzüm pekmezinde, proses aşamaları ilerledikçe magnezyum değerinin arttığını bildirmiştir.

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin P (mg/kg) değerleri 297,62 ile 780,74 aralığında ortalama 588,82±176,65 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin P (mg/kg) değerleri 40,74 ile 807,27 aralığında ortalama 579,02±220,93 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama P değerleri Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait P değerleri arasında farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (P>0,05).

İzgi (2011) yapmış olduğu bir çalışmada, andız, üzüm, dut ve harnup pekmezlerini incelemiş P değerini (mg/kg) sırasıyla 1445,00-78,00-54,00-55,00 olarak tespit etmiştir. Şimşek (2000) yaptığı bir çalışmada üzüm, keçiboynuzu, dut ve incir pekmezlerini incelemiş P değerini (mg/100g) sırasıyla; 74-87; 52-60; 49-60; 42-52 olarak bulmuştur. Tetik vd. 2010 yapmış olduğu bir çalışmada keçiboynuzu pekmezinin P (mg/kg) değerini 778 olarak bildirmiştir. Şimşek ve Artık (2002) üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinin fosfor içeriklerini kilogramda sırasıyla 780 mg, 540 mg, 550 mg olarak belirlemiştir. Yiğit (2016) tarafından yapılan bir çalışmada üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinin P içeriği

kilogramında sırasıyla 41,9±26,9 mg, 327±189,3 mg, 577±237,4 mg olarak bulunmuştur. Bu çalışmada bulunan değerler yapılan çalışmalarla uyumludur.

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin K (mg/kg) değerleri 4600,53 ile 12357,24 aralığında ortalama 9616,34±2366,45 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özü örneklerinin K (mg/kg) değerleri 481,62 ile 11975,54 aralığında ortalama 9172,44±3128,15 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezi ve keçiboynuzu özü örnek gruplarına ait ortalama K değerleri Mann Whitley U-testi ile karşılaştırılmıştır. İki gruba ait K değerleri arasında farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (P>0,05).

Biçer (2018) yapmış olduğu çalışmasında keçiboynuzu pekmezinin K değerini 3392,1-764,7 mg/L aralığında bulmuştur. İzgi (2011) yapmış olduğu bir çalışmada andız, üzüm, dut ve harnup pekmezlerini incelemiş ve K değerini sırasıyla mg/kg; 18,44-929-438-423 olarak bulmuştur. Şimşek (2000) üzüm, keçiboynuzu, dut ve incir pekmezlerinde yapmış olduğu bir çalışmada K değerlerini mg/100g sırasıyla; 885-978; 410-447; 412-458; 535-596 aralığında bildirmiştir. Tetik vd. (2010) ise keçiboynuzu pekmezi üzerinde yapmış olduğu çalışmada K değerini mg/kg 10573 olarak bulmuştur. Bulduğumuz değerler yapılan çalışmalarla uyumludur.

Yiğit (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, marketlerde ambalajlı olarak satılan üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinden alınan örneklerde mineral içerikleri incelenmiş ve üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinin kilogramındaki mineral içeriği potasyum için sırasıyla 6350 ± 2405 mg, 8297 ± 2722 mg, 11271 ± 3033 mg olarak bulunmuştur.

Potasyum, insan vücudu için hayati önem taşıyan bir elementtir. Hücre duvarlarının %98'i K içermektedir ve sodyumla birlikte vücuttaki su dengesini kurarak gıdaların hücre içine kolayca geçişini sağlamaktadır (Karadeniz, 2004; İnan ve Gül, 2001; Cashman, 2006). Eksikliğinde; halsizlik, hipertansiyon ve kalp ritim bozukluğu gibi durumlar görülmektedir (Tapiero, Townsend ve Tew, 2003).

Alpar (2011) yapmış olduğu bir çalışmada geleneksel yöntemle kıvılcık, beyaz ve siyah üzüm pekmezleri üretmiş ve K içeriğini kıvılcık üzüm pekmezinde mg/kg; şıradaki 125,450 son

pekmezde 9581,336; beyaz üzüm pekmezinde şırada 96,866 mg/kg, son pekmezde 1899,354; siyah üzümde ise şırada 154,565 mg/kg, son pekmezde 1811,792 mg/kg olarak bulmuştur.



5. SONUÇ

Bu tez kapsamında piyasada bulunan “Keçiboynuzu Özü” adı ile satışa sunulan ürünlerin, renk, asitlik, protein miktarı, kül miktarı gibi genel özelliklerine ek olarak, HMF, şeker, TFB ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin keçiboynuzu pekmezleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Tez çalışmasının ilk aşamasında piyasada bulunan 12 farklı markaya ait keçiboynuzu özü ve keçiboynuzu pekmezi numuneleri alınmış ve toplam 24 numunede her biri 3'er paralelli olmak üzere renk, °Briks, pH, kül, asitlik, protein miktarı, formol sayısı, TFB, HMF miktarı, şeker içerikleri ve mineral madde analizleri yapılmıştır.

Keçiboynuzu pekmez örneklerinin pH değerleri 4,90 ile 5,28 aralığında ortalama 5,12; keçiboynuzu özlerinin pH değerleri 4,87 ile 5,39 aralığında ortalama 5,11 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezlerine ait titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden, %) sonuçları 0,39-0,90 aralığında ortalama 0,61; keçiboynuzu özlerine ait sonuçlar ise 0,31-0,91 aralığında ortalama 0,66 olarak bulunmuştur. Çalışılan iki ürün gurubu arasında pH ve titrasyon asitliği açısından fark olmadığı görülmüştür.

Keçiboynuzu pekmezlerine ait °Briks değerleri 69,0-79,4 aralığında ortalama 74,5; keçiboynuzu özlerine ait °Briks değerleri ise 69,0-81,2 aralığında ortalama 76,8 olarak bulunmuştur.

Formol sayısı (100 ml/0,1 M NaOH), analiz değerleri keçiboynuzu pekmezlerinde 86,7-261,7 aralığında ortalama 156,1; keçiboynuzu özlerinde ise 86,7-263,3 aralığında ortalama 165,8 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezlerine ait toplam kül (%) sonuçları 1,7-3,4 aralığında ortalama 2,9; keçiboynuzu özlerinde ise bu değer 0,7-3,5 aralığında ortalama 2,6 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezlerine ait protein (%) sonuçları 0,74-1,81 aralığında ortalama 1,27; keçiboynuzu özlerine ait sonuçlar ise 0,37-2,13 aralığında ortalama 1,42 olarak bulunmuştur.

Keçiboynuzu pekmezleri ve özlerinin ortalama pH, asitlik, kül, °Briks, formol sayısı ve protein sonuçlarının benzer olduğu görülmüştür. Bu durumda iki örnek grubununun hammaddelerin ve üretim proseslerinin de benzer özelliklerde olduğu söylenebilir. Farklılıkların ise keçiboynuzu meyvesinin çeşidi, olgunluk derecesi, yetiştirildiği bölgenin özellikleri ve üretim şartları olarak gösterilebilir.

Keçiboynuzu pekmezlerine ait ölçülen renk değerleri L* 0,01 ile 3,60 aralığında ortalama 0,42; a* -0,04 ile 2,35 aralığında ortalama 0,58 ve b* -0,25 ile 2,66 aralığında ortalama 0,12 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özlerinde ise L* 0,02 ile 4,26 aralığında ortalama 0,46; a* -0,07 ile 23,51 aralığında ortalama 2,39 ve b* -0,23 ile 7,05 aralığında bulunmuştur. Renk sonuçlarında iki ürün grubu arasındaki farkın önemsiz olması da uygulanan ısı işlem süre ve sıcaklığı ile kullanılan hammaddenin de aynı özelliklerde olduğunu düşündürmektedir. Elde edilen sonuçların yapılan çalışmalarla farklılık göstermesinin nedeni olarak pekmezlerin ve özlerin standart koşullarda üretilmemiş olması gösterilebilir.

TFB (mg GAE/g) sonuçları, keçiboynuzu pekmezi örnekleri için 5,80-15,36 aralığında ortalama 11,849; keçiboynuzu özlerinde ise 0,10-18,40 aralığında 10,35 olarak bulunmuştur. TFB içeriği üretim sıcaklığına, üretim süresine, meyvenin yapısına ve yetiştirilme şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Yapılan çalışma sonuçları iki farklı proses için de fenolik bileşik kayıplarının eşdeğer olduğunu göstermektedir.

Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin HMF (mg/kg) sonuçları 0,79-50,25 aralığında 11,33; keçiboynuzu özlerinde ise 1,25-68,77 aralığında ortalama 14,18 olarak bulunmuştur. HMF ve TFB değerlerinin benzer olması, uygulanan ısı işlem sıcaklık ve süresi arasında da önemli farklılıkların olmadığını göstermektedir.

Pekmez için önemli bir kalite parametresi olan ve insan sağlığı için de risk oluşturan HMF oluşumu, ürünlerdeki şeker içeriği ve konsantrasyonuna da bağlıdır. Bu çalışmada sakkaroz (%) analiz sonuçları keçiboynuzu pekmezi numuneleri için 4,31-37,15 aralığında ortalama 20,45; keçiboynuzu özlerinde ise 0,69-39,71 aralığında ortalama 20,11 olarak bulunmuştur. Her iki grup içinde bulunan sakkaroz değerlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde ve keçiboynuzu özleri de pekmez ile aynı standarta göre değerlendirilecek olursa; 8 numaralı keçiboynuzu pekmezi ve 20 numaralı keçiboynuzu

özü örneklerinin °Briks değerleri; 18 numaralı keçiyoynuzu özünün asitlik değeri; 2 ve 7 numaralı keçiyoynuzu pekmezi ile 23 numaralı keçiyoynuzu özü örneklerinin HMF değerleri; 2, 4, 7 ve 11 numaralı keçiyoynuzu pekmezi örnekleri ile 13, 14, 18, 19, 21 ve 24 numaralı keçiyoynuzu özü örneklerinin sakkaroz değerlerinin TS 13717, Keçiyoynuzu Pekmezi Standart'ına uygun olmadığı görülmüştür. Fakat keçiyoynuzu özü için herhangi bir mevzat bulunmadığından öz örneklerini bu mevzuata göre değerlendirme yapmakta uygun olmamaktadır.

Elde edilen sonuçların mevzuata uygunsuzluk nedenleri olarak pekmezlerin standart koşullarda üretilmemiş olması veya pekmezlerde yapılan taklit ve tağşiş düşünülebilir. Özellikle sakkaroz içeriklerinde fazla olan uygunsuzluklar ya bu ürünlerde proses kaynaklı hataların olduğunu ya da bu ürünlere dışarıdan tatlandırmak amaçlı maltoz gibi şurupların katılarak tağşiş yapıldığı düşüncesini ortaya çıkarabilmektedir.

Elde edilen bulgulara göre; keçiyoynuzu özleri ile keçiyoynuzu pekmezlerinin fiziksel ve kimyasal değerleri arasında farkın olmadığı görülmüştür. İki grup arasındaki sonuçlarda önemli bir farkın olmaması, bu iki ürün grubunun üretim proseslerinde de anlamlı farklılıkların olmadığına göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu yüzden ikisinin de aynı tarz ürün olduğu düşünülebilir. Fakat keçiyoynuzu özleri piyasaya sürülürken, sanki keçiyoynuzu pekmezlerinden farklı bir şekilde üretilmiş ve ondan üstün özelliklere sahipmiş gibi algısı oluşturularak raflarda yerini bulmuştur. Ancak bu durum Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliğinde (2017/8) "Bu Tebliğ kapsamındaki ürünlerin adlandırılmasında 'özü, özütü, konsantresi, ekstraktı' gibi ifadeler kullanılamaz" maddesi ile kesin bir şekilde yasaklanmıştır.

Mineral madde dağılımı incelendiğinde, keçiyoynuzu pekmezlerinin ve özlerinin yüksek oranda potasyum ve sodyum içerdiği tespit edilmiştir. Keçiyoynuzu pekmezlerinin As, Cd, Cr, Pb, Co, Cu, Sn, B, Se, Hg ve Zn analiz sonuçları sırasıyla ($\mu\text{g}/\text{kg}$) 2,98-210,17; 0,75-1,94; 23,80-103,59; 28,95-163,16; 30,00-65,71; 334,69-734,44; 7,63-33,55; 231,93-728,79; 6,0-21,15; 2,81-6,49 ve 1990,65-4879,56 olarak bulunmuştur. Keçiyoynuzu özlerinde ise bu değerler sırasıyla ($\mu\text{g}/\text{kg}$); 1,81-131,85; 0,39-3,80; 17,28-175,94; 25,94-131,96; 19,72-66,48; 253,75-805,24; 4,77-52,84; 146,21-694,94; 2,75-13,12; 2,82-8,16 ve 683,78-3446,99 olarak bulunmuştur.

TGK Bulaşanlar Yönetmeliği'nde toksik metal olarak kabul gören Pb; meyveler için en çok 0,10 mg/kg olarak sınırlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, 1 numaralı keçiboynuzu pekmezi örneği dışındaki bütün örneklerin bu yönetmeliğe uygun olduğu görülmüştür. Uygunsuzluğun nedeni ve mineral madde analizi sonuçlarının farklı değerlerde bulunmasının nedeni olarak, keçiboynuzu meyvesinin yetiştiği toprakların element içeriği, meyvelerin tipi, proses aşamalarının etkisi ve şıraya karıştırılan pekmez toprağının kimyasal bileşimi ve ilave edilen toprağın miktarı gibi faktörler sıralanabilir.

Makro elementlerden Na, Ca, Fe, Mg, K ve P değerleri keçiboynuzu pekmezlerinde sırasıyla (mg/kg); 180,20-2121,72; 486,78-1093,46; 2,20-78,54; 205,80-582,83; 4600,53-12357,24 ve 297,62-780,74 olarak bulunmuştur. Keçiboynuzu özlerinde ise bu değerler sırasıyla; 15,90-5302,09; 145,56-1213,67; 1,81-15,16; 29,65-580,230; 481,62-11975,54 ve 40,74-807,27 (mg/kg) olarak tespit edilmiştir.

Ülkemiz Gıda Mevzuatında, “Keçiboynuzu Özü” adı ile tanımlı bir ürün bulunmamaktadır; dolayısı ile bu ürün ile ilgili herhangi bir standart veya tebliğin bulunmaması, ciddi bir denetim eksikliğine neden olduğu gibi bu ürünü taklit ve tağşişlere de açık hale getirmektedir. Ne yediğini bilmek her tüketicinin hakkıdır ve bu nedenle “Keçiboynuzu Özü” ismiyle piyasaya sürülen ürünler ile ilgili bir an önce yasal düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Mevzuattaki bu boşluk giderilerek üretim prosesleri standartlaştırılmalı ve ürün özellikleri belirlenmelidir. Buna istinaden denetimler sıklaştırılmalı ve uygun olmayan işletmelere ve ürünlere gerekli işlemler yapılmalıdır.

Bu çalışmayla piyasada bulunan keçiboynuzu özlerinin bazı kimyasal kalite özellikleri ve besin değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların, keçiboynuzu özü ile ilgili yapılacak çalışmalara kaynak teşkil edebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, piyasada yer bulan bu ürün ile ilgili yasal düzenlemelere de zemin hazırlayabilecektir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2010). *Veteriner hizmetleri, bitki sağlığı, gıda ve yem kanunu*. 13 Haziran 2010. Resmi gazete: 27610
- Anonim, (2010a). *Tin and organotion compounds*. 10 Ağustos 2020. Erişim adresi <http://www.inchem.org>
- Anonim, (2015). *Kanserojeni etkileri bakımından kimyasal maddelerin sınıflandırılması*. 02 Mart 2020. Erişim adresi <http://www.iarc.fr>
- Anonim, (2019). *Organik keçiboyunuzu özü*. 28. Şubat 2020, Erişim adresi <Http://Www.Optinaturel.Com.Tr/Tr/Pagedetail/Naturpy-Organik-Keciboyunuzu-Ozu/1236>
- Anonim, (2020). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. *Keçiboyunuzu bileşimi*. 20 Şubat 2020. Erişim adresi www.turkomp.gov.tr/food/376
- Anonim, (2020a). 16 Nisan 2020. Erişim adresi <http://www.inchem.org>
- Agrawal, A., Mohan, M., Kasture, S., Foddis, C., Frau. Ma., Loi, Mc., Maxia, A. (2011). *Antidepressant activity of Ceratonia Siliqua L. fruit extract, a source of polyphenols. Natural Product Research, 25(4): 450-456.*
- Akkaya, D.E. (2016). *Piyasada satılan bazı elma sularında HPLC yöntemiyle HMF (Hidroksimetilfurfural) tayini* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aksu, M.İ., Nas S. (1996). *Dut pekmezi üretim tekniği ve çeşitli fiziksel-kimyasal özellikleri. Gıda Teknolojisi Derneği Dergisi, 21(2):83-88.*
- Alpar, Ş. (2011). *Geleneksel yöntemlerle üretilen üzüm pekmezinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Aras, Ö. (2006). *Üzüm ve üzüm ürünlerinin toplam karbonhidrat, protein, mineral madde ve fenolik bileşik içeriklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Artık, N., Poyrazoğlu, E. ve Şimşek, A. (2007). *Üzüm pekmezi, zile pekmezi ve pestil üretimi*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Yayın Seri No: Gıda Serisi; 9. Ankara
- Ayaz, F.A., Torun, H., Ayaz, S., Correia, P.J., Alaiz, M., Sanz, C., Gruz, J. and Strnad, M., (2007). *Determination of chemical composition of anatolian carob pod (Ceratonia siliqua L.): sugars, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds. Journal of Food Quality, 30: 1040-1055.*
- Aydın, S. (2011). *Keçiboynuzu meyvesinden sürülebilir bir ürün üretimi* (Yüksek Lisans Tezi), Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Battle, T. and Tous, J. (1997). *Carob Tree (Ceratonia Siliqua L.): Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 17*, International Plant Genetic Resources Institute, Via Delle Sette Chiese 142, 00145 Rome, Italy, 91p.
- Batu, A. (1991). *Farklı iki yöntemle elde edilen kuru üzüm pekmezinin kimyasal bileşiminde oluşan değişimler üzerinde bir araştırma. Cumhuriyet Üniversitesi Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi. 7(1); 171-178.*
- Batu A, (2011). *Üzüm pekmezi ve insan sağlığı. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6(2): 25-35.*
- Batu, A. ve Aktan, N. (1992). *Kuru üzümlerden pekmez yapılmasında şıraya uygulanan asit gidericilerin miktarı üzerine bir araştırma, Gıda, 17(2), 143-150.*
- Batu, A. ve Yurdagel, Ü. (1993). *Değişik katkıların kullanımı ile beyaz katı kuru üzüm pekmezi eldesi üzerine bir araştırma. Gıda 2:157-163.*
- Batu, A., Kırmacı, B. ve Akbulut, E. (2007). *Kayısı pekmezi üretim tekniği. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2: 53-57.*

- Batu, A., Kırmacı, B., Yıldırım, F. ve Akbulut, M. (2007a). *Üzüm pekmezi üretiminde yapılan taklit ve tağşişler ve belirleme yöntemleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2:* 17-24.
- Baysal, A. (2007). *Beslenme*, Yenilenmiş 11. Baskı, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara.
- Baysal, A. (2011). *Beslenme*. 11. Baskı. Hatiboğlu Basın ve Yayımlar San. Tic. Ltd. Şti, Ankara.
- Biber, S. (1983). *Pekmezin beslenmedeki yeri ve kullanılması. Beslenme ve Diyet Dergisi 12:* 107-114.
- Biçer, Ü. N.S. (2018). *Karaman'da üretilen bazı pekmez çeşitlerinin ağır metal içeriklerinin ICP-OES ve AAS metotlarıyla belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Booth, C.K., Reilly, C. and Farmakalidis, E. (1996). *Mineral composition of Australian ready-to-eat breakfast cereals. Journal of Food Composition and Analysis, 9(2):*135-147.
- Calderon, R.L. (2000). *The Epidemiology of chemical contaminants of drinking water. Food And Chemical Toxicology, 38, S13-S20.*
- Camero, B.M. and Merino, C.S. (2004). *Method of obtaining d-pinitol from carob extracts. U.S. Patent No. 6,699,511 B2.*
- Cashman, K.D. (2006). *Milk minerals (Including trace elements) and bone health Review. International Dairy Journal, 16, 1389-1398.*
- Cemeroglu, B. ve Acar, J. (1986). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6, 508 s, Ankara.*
- Civelek, E. (2001). *Kurşuna maruz akü fabrikası işçilerinde genotoksik hasarın challenge tekniği ile araştırılması* (Yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Cortes, T.E., Das, H.A., Fardy, J.J., bin Hamzah, Z., Iyer, R.K., Sun, L., Leelhaphunt, N., Muramatsu, Y., Parr, R.M. and Qureshi, I.H. (1994). *Toxic heavy metals and other*

*trace elements in foodstuffs from 12 different countries. An IAEA coordinated research program. Biological Trace Element Research.*43- 45:415-22.

Çapanoğlu, E., de Vos, R.C.H., Hall R.D., Boyacioglu, D. and Beekwilder, J. (2013). *Changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. Food Chemistry, Volume 139, Issues 1–4, 521-526*

Dobrzanski, B. and Rybczynski, R. (2002). *Colour change of apple as a result of storage. Shelf-life and bruising. Int. Agrophysics. 16 261-268.*

Doğan, M. (2002). *Sağlıklı yaşamın kimyası. Popüler Bilim Dergisi 2002; s: 32-34*

Dominguez, L.J., Barbagallo, M., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bos, A., Corsi, A. M. and Ferrucci, L. (2006). *Magnesium and muscle performance in older persons: The InChianti Study–. The American Journal Of Clinical Nutrition, 84(2), 419-426*

Durling, L. J. K., Busk, L. and 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.*

Ekşi, A. ve Artık, N. (1984). *Pestil nasıl yapılır. Bilim ve Teknik Dergisi, 17 (198), 32- 34.*

Ersan, P. (2018). *Keçiboynuzu meyvesinden d-pinitol ekstraksiyonu (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.*

Habashi, F. (1997). *Handbook of extractive metallurgy, Vol. 2, Wiley-Vch, Germany.*

Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO). 2013. 17 Şubat 2020. Erişim adresi <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>

Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO). 2018. 11 Haziran 2020. Erişim adresi <http://Www.Fao.Org/Faostat/En/#Data/Qc>

Goulas, V., Stylos, E., Chatziathanasiadou, M.V., Mavromoustakos, T. and Tzakos, A.G. (2016). *Functional components of carob fruit: linking the chemical and biological space. Int. J. Mol. Sci., 17(1875): 1-20.*

- Gökçe, K. ve Çizmeçi, M. (1965). *Pekmez A-109*. Ankara: Tarım Bak. Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Gübbük, H., Erkan, M., Pekmezci, M., Akgül, H., Yaşın, D., Güneş, E., Adak, N., Kardeşahin, I. ve Uçgun, K. (2010). *Ekonomik önem arz eden bazı yabancı ve kültür formundaki keçiboynuzu tip ve çeşitleri ile kapama bahçe tesisi, meyve ve tohumlarının bitki besin maddesi, bazı fiziksel, pomolojik ve biyokimyasal özellikler yönünden karşılaştırılması*. Ankara: Tübitak Proje Sonuç Raporu (COST 866- 106O832). 144s.
- Gübbük, H., Tozlu, İ., Doğan, A. ve Balkıç, R. (2016a). *Çevre, endüstriyel kullanım ve insan sağlığı yönleriyle keçiboynuzu*. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 21 (2): 207-215
- Gübbük, H., Güler, S., Etili, T., Çetinay, Ş. ve Başaran, S.(2016b). *Keçiboynuzu yetiştiriciliğinin geliştirilmesi ve sürdürülebilir faydalanma*. Ankara: Tübitak Projesi Sonuç Raporu (Proje Kodu: 2515; Proje No: 113O785). 126s.
- Gülçin, Y., Can, G. ve Şahin, Ü. (2002). *Çocuklarda asemptomatik kurşun zehirlenmesi*. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*.33:197-204.
- Günel, B. (2011). *Keçiboynuzu pekmezinin püskürtmeli kurutucu ile kurutulması ve elde edilen tozların ekmek üretiminde kullanılması* (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Hışıl, Y. (1989). *Metalik kontaminasyon ve mineral madde korunumu yönünden çift tabanlı çelik tencerelerin diğer tencerelerle kıyaslanması*. *Gıda*.14:363-9
- Iıpumbu, L. (2008). *Composition analysis of locally cultivated carob (Ceratonia siliqua) cultivars and development of nutritional food products for a range of market sectors*. (PhD Thesis), Stellenbosch University The Department of Food Science, Western Cape Winelands.
- İnan, Y.ve Gül, M. (2001). *Biyokimya*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım,

- İzgi, N. (2011). *Ev yapımı andız pekmezinin bileşimi, reolojik özellikleri, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ.
- Janzowski, C., Glaab, V., Samimi, E., Schlatter, J. and Eisenbrand, G. (2000). *5-Hydroxymethylfurfural: assesment of mutagenicity, dna-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione*. Food And Chemical Toxicology, 38: 801-809.
- Karababa, E. ve Coşkun, Y. (2013). *Physical properties of carob bean (Ceratonia siliqua L.): An industrial gum yielding crop*. Industrial Crops and Products 42: 440-446.
- Karadeniz, T. (2004). *Şifalı meyveler (Meyvelerle beslenme ve tedavi Şekilleri)* (208 s). Ordu: Burcan Ofset. Matbaacılık.
- Karagöz, D.D. (2007). *Farklı meyvelerden üretilmiş pekmezlerin depolanma sürecinde biyokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler* (Yüksek Lisans Tezi), Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Karakavuk, E. (2014). *Üzümden 'Üzüm Özü' adında yeni bir ürün eldesi üzerine bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), Tunceli Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tunceli.
- Karakaya, M. ve Artık, N. (1990). *Zile pekmezi üretim tekniği ve bileşim unsurlarının belirlenmesi*. Gıda 15 (3), 151-154.
- Karkacı, M. Ve Artık, N. (1995). *Keçiboynuzunun (Ceratonia siliqua L.) fiziksel özellikleri, kimyasal bileşimi ve ekstraksiyon koşulları*. Gıda Dergisi, 20 (3), 131-136.
- Kaya, C. (2002). *Hardallı vakum pekmezi üretim olanaklarının araştırılması ve hardal'ın ürün nitelikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi* (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Kaya, C., Yıldız, M., Hayoğlu, İ. ve Kola, O. (2005). *Pekmez üretim teknikleri*. GAP 6. Tarım Kongresi, Şanlıurfa.
- Kayahan, M. (1982). *Üzüm şirasının pekmeze islenmesinde meydana gelen terkip değişimleri üzerinde araştırmalar*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayınları: 797, Bilimsel Araştırma ve incelemeler: 472,

- Kayışoğlu, S. (2001). *Tekirdağ ilinde farklı yöntemlerle üretilen üzüm pekmezlerinin bazı özelliklerine depolanma sürelerinin etkisinin Saptanması üzerine bir araştırma* (Doktora Tezi), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ.
- Kozisek, F. (2005). *Health risks from drinking demineralised water. In: Nutrients in drinking water (WHO)*, Geneva.
- Köylü, M.E. (1997). *Pekmez yapımında kullanılan farklı tekniklerin karşılaştırılması üzerinde araştırmalar*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Yayın no:64. Proje no: TAGEM/GY/96/07/01/003
- Kroh, L.W. (1994). *Caramelisation in food and beverages. Food Chemistry*, 51 (4), 373-379.
- Kumazawa, S., Taniguchi, M., Suzuki, Y., Shimura, M., Kwon, M. ve Nakayama, T, (2002). *Antioxidant activity of polyphenols in carob. Journal Of Agriculture And Food Chemistry* 50: 373- 377
- M.J. Kendrick., M.T. May., M.J. Plishka. and K.D. Robinson. (1992). *Metals in Biological Systems*.
- Malkoç, İ. (2015). *Meslek Hastalıkları*. 01 Ocak 2020. Erişim adresi <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/lead/leadexp.pdf>
- Morales, F.J. (2008). *Hydroxymethylfurfural (HMF) and related compounds. Process-induced food toxicants: Occurrence, formation, mitigation, and health risks*. s: 135-174.
- Nas, S. ve Nas, M. (1987). *Pekmez ve pestilin yapılışı, bileşimi ve önemi. Gıda*, 12 (16), 347-352.
- New, S.A., Robins, S.P., Campbell, M.K., Martin, J.C., Garton, M.J., Bolton-Smith, C.ve Reid, D.M. (2000). *Dietary influences on bone mass and bone metabolism: further evidence of a positive link between fruit and vegetable consumption and bone health?. The American Journal Of Clinical Nutrition*, 71(1), 142-151.
- Owen, R.W., Haubner, R., Hull, W.E., Erben, G., Spiegelhalder, B. and Bartsch, H. (2003). *Isolation and elucidation of the major individual polyphenols in carob fiber. Food And Chemical Toxicology* 41: 1727-1738.

- Öziyici, H.R. (2014). *Keçiboynuzu (Ceratonia siliqua L.) meyvesinden d-pinitol ekstraksiyonu üzerine araştırmalar* (Doktora Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Antalya.
- Özkan, G. (2009), *Endüstriyel bölge komşuluğunda kırsal kırsal alandaki hava kalitesi; Muallimköy’de partikül maddede ve topraktaki ağır metal kirliliği* (Yüksek Lisans Tezi), Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Papagiannopoulos, M., Wollseifen, H.R., Mellenthin, A., Haber, B. and Galensa, R. (2004). *Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (Ceratonia siliqua L.) and derived products by HPLC-UV-ESI/MSn*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(12): 3784-3791
- Pazır, F ve Alper, Y. (2016). *Keçiboynuzu meyvesi (Ceratonia Siliqua L.) ve sağılık*. *Akademik Gıda*, 14 (3): 302-306.
- Pazır, F. ve Alper, Y. (2018). *Carob bean (Ceratonia Siliqua L.) and its products*. *Anadolu, J. Of Aarı*, 28(1). 108-112.
- Pekmezci, M., Erkan, M., Adak, N., Gübbük, H., Onus, N., Karaşahin, I., Eti, S., ve Biner, B. (2005). *Doğıu Akdeniz Bölgesinde yabani ve kültür formunda yetişen keçiboynuzu tiplerinin seleksiyonu*, *Bahçe Dergisi*, 2: 73-82.
- Pekmezci, M., Gübbük, H., Eti, S., Erkan, M., Onus, N., Karaşahin, I., Biner, B. ve Adak, N. (2008). *Batı Akdeniz ve Ege Bölgesi’nde yabani ve kültür formunda yetişen keçiboynuzu tiplerinin seleksiyonu*. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2:145-153.
- Rayman, M.P. (2000). *The importance of selenium to human*. *Experimental Pharmacology & Physiology*, 30: health. *The Lancet*, 356 (9225):233 241
- Reilly, C. (1985). *The dietary significance of adventitious iron, zinc, copper and lead indomestically- prepared food*. *Food Additives and Contaminants*.2(3):209-215.
- Reilly, C. (2007). *Heavy metals. Pollutants in food-metals and metalloids*. Taylor&Francis Group: LLC:364-367

- Rommel, A., Heatherbell, D.A. ve Wrolstad, R.E. (1990). *Red raspberry juice and wine: Effect of processing and storage on anthocyanin pigment composition, colour and appearance*. Journal of Food Science, 55: 1011-1017.
- Rtıbı, K., Jabrı, M.A., Selmı, S., Soulı, A., Sebaı, H., El-Benna, J., Amrı, M. And Marzoukı, L.(2015). *Gastroprotective effect of carob (Ceratonia Siliqua L.) against ethanol-induced oxidative stress in rat*, BMC Complement. Altern. Med., 15(292) : 1-8.
- Santos, L. P., Morais, D. R., Souza N. E., Cottica, S. M., Boroski M. and Visentainer, J. V. (2011). *Phenolic compounds and fatty acids in different parts of Vitis labrusca and V. vinifera grapes*. Food Research International 44: 1414–1418
- Sarıtepe, Y. (2018). *Farklı bileşim özelliklere sahip üzümlerden elde edilen pekmezlerin kalite kriterlerinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Shimbo, S., Zhang, Z.W., Watanabe, T., Nakatsuka, H., Matsuda-Inoguchi, N., Higashikawa, K. and Ikeda, M. (2001). *Cadmium and lead contents in rice and other cereal products in Japan in 1998-2000*. Science of the Total Environment. 281:165-175.
- Stanton, W.J., Etzel M.J, and Walker B.J, (1994). *Fundamentals of marketing*, 10 Th Ed. Mcgraw Hill, Inc, New York.
- Şenay, F. (2009). *Keçiboynuzundan sıvı şeker üretimi* (Yüksek Lisans tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şengül, M., Ertugay, M.F., Şengül, M. ve Yüksel, Y. (2007). *Rheological characteristic of carob molasses*, International Journal Of Food Properties,10,39-46.
- Şimşek, A. (2000). *Farklı hammaddelerden üretilen pekmezlerin bileşimi üzerine araştırma* (Yüksek lisans Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şimşek, A. ve Artık, N. (2002). *Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma*. Gıda, 27(6): 459-467.
- Şimşir, I. Y. ve Özgen, A.G. (2010). *Tiroid ve selenyum-olgu sunumu*. Turkish Journal of Endocrinology and Metabolism, 14(3), 76-79.

- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2002). *Türk gıda kodeksi, gıda maddelerinde kullanılan renklendiriciler ve tatlandırıcılar dışındaki katkı maddelerinin saflık kriterleri tebliği*. Ankara, Türkiye.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2011). *Türk gıda kodeksi, bulaşanlar yönetmeliği*. Ankara, Türkiye
- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2017). *Türk gıda kodeksi, üzüm pekmezi tebliği*. Ankara, Türkiye.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2018). *Takviye edici gıdaların onay işlemleri uygulama talimatı*. Erişim adresi https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Mevzuat/Talimat/TEG_Onay_Talimat.pdf
- Tapiero, H., Townsend, D.M. ve Tew, K.D. (2003). *Trace Elements in human physiology and pathology copper*. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 57, 386- 398.
- Taşlıgil, N. (2011). *Keçiboynuzu (Ceratonia Siliqua L.)'nun coğrafi yayılışı ve ekonomik özellikleri*. *Ödö Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*.
- Tayar, M. (2010). *Ağır Metaller*. T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını: 90-95.
- Tayfur, M. (2009). *Zehirli ağır metaller. Gıda kaynaklı enfeksiyonlar ve zehirlenmeler*. (I. Baskı). (243-277). Ankara: Kuban Matbaacılık:
- Telatar, Y. (1985). *Elma suyu ve konsantrelerinde hidroksimetilfurfural (HMF). Farklı elma çeşitlerinin elma suyu ve konsantresine işlenmesi sürecinde HMF oluşumu*. *Gıda*, Yıl: 10. Sayı:4; 195-201.
- Tetik, N., Turhan, İ., Karhan, M. ve Öziyci, R. (2010). *Characterization of, and 5-Hydroxymethylfurfural concentration in carob pekmez*. *Gıda* 35 (6): 417-422.
- Tezcan, R. Ve Tezcan, H. (2007). *Metaller kimyası*. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara, 288P.

- Theophilou, I.C., Neophytou, C.M., Kakas, A. and Constantinou, A.I. (2017). *Carob and its components in the management of gastrointestinal disorders. Journal Of Hepatology & Gastroenterology. 1(1) : 1-5.*
- Toker, Ö.S. (2012). *Farklı gıdalarda HMF düzeyinin belirlenmesi ve riskli bulunan gıdaların HMF içeriğinin farklı yöntemler kullanılarak azaltılma olanaklarının araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Tosun, İ. ve Üstün, N.Ş. (1997). *Pekmezlerin bileşimi. Gıda Dergisi, 22 (6), 417-423.*
- Türk Standartları Enstitüsü. (1977). *Keçiboynuzu standardı (TS 2907)*. Ankara, Türkiye.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2016). *Keçiboynuzu pekmezi standardı (TS 13717)*. Ankara, Türkiye.
- Turan, F. (2017). *Keçiboynuzundan sıvı şeker eldesi ile adsorpsiyon kinetiği ve mekanizması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., İzmir.
- Turhan, İ. (2005). *Sürekli sistemde keçiboynuzu ekstraksiyonu üzerine araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Antalya.
- Turhan, İ., Tetik, N., Aksu, M., Karhan, M. ve Certel, M. (2006). *Liquid–solid extraction of soluble solids and total phenolic compounds of carob bean (Ceratonia siliqua L.)*. Journal of Food Process Engineering, 29, 498-507.
- Turhan, İ., Tetik, N. Ve Karhan, M. (2007). *Keçiboynuzu pekmezinin bileşimi ve üretim aşamaları. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2: 39-44.*
- Turhan, İ. Ve Karhan, M. (2004). *Doğal bir ürün; keçiboynuzu. Dünya Gıda, 12, 76-79*
- Türközü, D. ve Şanlıer, N. (2014). *Gıdalardaki ağır metal kontaminasyonları: bulaşma kaynakları, sağlık riskleri ve ulusal/uluslararası standartlar, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9, 29-46.*
- Velioğlu, S. ve Artık, N. (1993). *Bazı pekmez örneklerinin standarta (TS 3792) uygunluğunun belirlenmesi üzerine araştırma. Standart 32(376) 51-54*

- W, Küchler. And C. H. Verlag, (1986). Chemische Technology, Band 4, Wien 1986, ISBN 3-446-13182-5
- W. Mertz. (1987). Trace Elements In Human and Anamal Nutrition-Fifth Edition, Vol. 1, Academic Pres.
- World Health Organization (WHO). (1996). *Trace elements in human nutrition and health. 04 Nisan 2020, Erişim adresi http://whqlibdoc.who.int/publications/1996/9241561734_eng.pdf*
- World Health Organization (WHO). (2009). *Global environment monitoring system – food contamination monitoring and assessment programme (GEMS/Food) contaminants 20 Mart 2020, Erişim adresi <http://www.who.int/ipcs/features/cadmium.pdf>*
- World Health Organization (WHO). (2010b). *Preventing disease through healthy environments exposure to cadmium: A Major public health concern. 20 Mart 2020, Erişim adresi <http://www.who.int/ipcs/features/cadmium.pdf>*
- World Health Organization. (2012). *Guideline: potassium intake for adults and children. 15 Şubat 2020, Erişim adresi http://Www.Who.Int/Nutrition/Publications/Guidelines/Potassium_Intake_Printversion.Pdf*
- Yalım Kaya, S. (2010). *Keçiboynuzu meyvesinden yüksek saflıkta Şeker Őurubu  retimi (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.*
- Yıldırım, İ.H ve Kargioğlu, M. (2015). *Alanya ve Gazipaşa (Antalya)'da doğal keçiboynuzu (Ceratania Siliqua L.) pekmezinin üretimi ve kullanımı. Ak fem bid Dergisi, 15(2015),021002,10-16.*
- Yıldız, O., Şahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan,  . ve Kolaylı, S. (2010). *Maillard reaksiyonları ve reaksiyon ürünlerinin gıdalardaki  nemi. Akademik Gıda 8(6), 44-51.*
- Yıldız, A., Genç,  . ve Bektaş, S. (1997). *Enstrümantal analiz yöntemleri. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara, A64.*

Yılmaz, H. *Ağır Metal Zehirlenmesi ile İlişkili nörolojik vaka örnekleri*. 01 Ocak 2020, erişim adresi <http://www.hisam.hacettepe.edu.tr/isvemeslekhastaliklarisemp/11.pdf> (01.01.2020)

Yiğit, M. (2016). *Üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezlerinin 5-Hidroksimetilfurfural ve bazı mineral içeriklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Zappala, M., Fallico. B., Arena. E. ve Verzera, A. (2005). *Methods for the determination of HMF in honey: a comparison*. *Food Control*, 16 (3): 273-277.

Zunft, F.J.H., Luder, W., Harde, B., Graubau, J.H., Koebnick, C. and Grunwald, J. (2003). *Carob pulp preparation rich in insoluble fibre lowers total and ldl cholesterol in hypercholesterolemic patients*. *European Journal Of Nutrition*. 42(5): 235-24

EKLER

EK-1: Normallik Testi Sonuçları ve Uygun Analiz Tekniği

	Grup	Kolmogorov-Smirnova		Shapiro-Wilk		Çarpıklık	Çarpıklık sh	Çarp/SH	Basıklık	Basıklık SH	Bas/SH	Test
		Statistic	Sig.	Statistic	Sig.							
pH	Pekmez	0,256	0,029	0,916	0,256	-0,761	0,637	-1,195	0,425	1,232	0,34	İlişkisiz Örneklemeler T testi
	Öz	0,131	,200*	0,973	0,943	0,537	0,637	0,843	0,268	1,232	0,22	
TFB (mg GAE/g)	Pekmez	0,153	,200*	0,953	0,686	-0,152	0,637	-0,239	-1,074	1,232	-0,87	İlişkisiz Örneklemeler T testi
	Öz	0,203	0,185	0,943	0,543	-0,383	0,637	-0,601	-0,91	1,232	-0,74	
HMF (mg/kg)	Pekmez	0,409	0	0,634	0	2,315	0,637	3,633	5,102	1,232	4,14	Mann Whitney U Testi
	Öz	0,323	0,001	0,634	0	2,815	0,637	4,418	8,639	1,232	7,01	
Kül (%)	Pekmez	0,184	,200*	0,865	0,056	-1,66	0,637	-2,605	3,747	1,232	3,04	Mann Whitney U Testi
	Öz	0,205	0,177	0,87	0,064	-1,438	0,637	-2,257	2,222	1,232	1,8	
Asitlik (%sitrik a.c.)	Pekmez	0,22	0,114	0,89	0,118	0,465	0,637	0,729	-1,254	1,232	-1,02	İlişkisiz Örneklemeler T testi
	Öz	0,184	,200*	0,892	0,125	-0,233	0,637	-0,365	-1,545	1,232	-1,25	
Formol sayısı (100ml/0,1M NaOH)	Pekmez	0,109	,200*	0,963	0,823	0,7	0,637	1,098	0,479	1,232	0,39	İlişkisiz Örneklemeler T testi
	Öz	0,124	,200*	0,975	0,954	0,21	0,637	0,329	-0,255	1,232	-0,21	
Protein (%)	Pekmez	0,21	0,152	0,909	0,205	-0,969	0,637	-1,521	0,542	1,232	0,44	İlişkisiz Örneklemeler T testi
	Öz	0,161	,200*	0,934	0,427	-0,755	0,637	-1,184	-0,306	1,232	-0,25	
Sakkaroz (%)	Pekmez	0,222	0,107	0,921	0,293	0,018	0,637	0,028	2,261	1,232	1,84	İlişkisiz Örneklemeler T testi
	Öz	0,098	,200*	0,978	0,974	-0,122	0,637	-0,191	-0,531	1,232	-0,43	
Briks	Pekmez	0,179	,200*	0,942	0,531	0,031	0,637	0,049	0,218	1,232	0,18	İlişkisiz Örneklemeler
	Öz	0,163	,200*	0,934	0,428	-0,932	0,637	-1,463	0,949	1,232	0,77	

												T testi
L	Pekmez	0,398	0	0,43	0	3,36	0,637	5,273	11,458	1,232	9,3	Mann Whitney U
	Öz	0,458	0	0,42	0	3,247	0,637	5,095	10,772	1,232	8,74	Testi
a	Pekmez	0,389	0	0,667	0	1,541	0,637	2,417	0,819	1,232	0,66	Mann Whitney U
	Öz	0,464	0	0,423	0	3,215	0,637	5,045	10,579	1,232	8,59	Testi
b	Pekmez	0,377	0	0,488	0	3,148	0,637	4,939	10,267	1,232	8,33	Mann Whitney U
	Öz	0,456	0	0,416	0	3,283	0,637	5,151	10,983	1,232	8,91	Testi
52 Cr (ppb)	Pekmez	0,302	0,003	0,672	0	2,629	0,637	4,126	2,629	0,637	4,13	Mann Whitney U
	Öz	0,362	0	0,584	0	7,624	1,232	6,187	7,624	1,232	6,19	Testi
56 Fe (ppb)	Pekmez	0,477	0	0,385	0	3,438	0,637	5,394	11,866	1,232	9,63	Mann Whitney U
	Öz	0,234	0,069	0,767	0,004	2,114	0,637	3,317	5,105	1,232	4,14	Testi
59 Co (ppb)	Pekmez	0,143	,200*	0,946	0,576	-0,59	0,637	-0,925	-0,379	1,232	-0,31	İlişkisiz Örneklemeler
	Öz	0,14	,200*	0,961	0,793	0,091	0,637	0,144	-0,813	1,232	-0,66	T testi
63 Cu (ppb)	Pekmez	0,261	0,024	0,847	0,034	0,841	0,637	1,32	-0,815	1,232	-0,66	İlişkisiz Örneklemeler
	Öz	0,232	0,075	0,889	0,114	0,509	0,637	0,798	-1,389	1,232	-1,13	T testi
66 Zn (ppb)	Pekmez	0,258	0,027	0,879	0,085	1,051	0,637	1,65	0,913	1,232	0,74	Mann Whitney U
	Öz	0,223	0,103	0,811	0,012	-1,759	0,637	-2,759	3,656	1,232	2,97	Testi
75 As (ppb)	Pekmez	0,436	0	0,508	0	2,722	0,637	4,271	7,428	1,232	6,03	Mann Whitney U
	Öz	0,467	0	0,518	0	2,07	0,637	3,248	2,795	1,232	2,27	Testi
78 Se (ppb)	Pekmez	0,253	0,033	0,802	0,01	1,322	0,637	2,075	0,646	1,232	0,52	İlişkisiz Örneklemeler
	Öz	0,205	0,173	0,918	0,268	-0,321	0,637	-0,504	-1,279	1,232	-1,04	T testi
111 Cd (ppb)	Pekmez	0,152	,200*	0,948	0,612	-0,231	0,637	-0,362	-1,188	1,232	-0,96	İlişkisiz Örneklemeler
	Öz	0,262	0,022	0,872	0,07	1,192	0,637	1,871	2,776	1,232	2,25	T testi
118 Sn (ppb)	Pekmez	0,162	,200*	0,939	0,48	0,51	0,637	0,8	-0,784	1,232	-0,64	İlişkisiz Örneklemeler
	Öz	0,244	0,047	0,877	0,08	0,933	0,637	1,464	-0,355	1,232	-0,29	T testi
137 B	Pekmez	0,172	,200*	0,954	0,703	0,482	0,637	0,756	-0,616	1,232	-0,5	İlişkisiz

(ppb)												Örneklemeler
202 Hg (ppb)	Öz	0,132	,200*	0,965	0,847	-0,644	0,637	-1,011	1,468	1,232	1,19	T testi
	Pekmez	0,112	,200*	0,96	0,785	0,286	0,637	0,449	-1,065	1,232	-0,86	İlişkısız Örneklemeler
208 Pb (ppb)	Öz	0,2	0,198	0,858	0,046	1,06	0,637	1,663	0,048	1,232	0,04	T testi
	Pekmez	0,323	0,001	0,599	0	2,927	0,637	4,592	9,203	1,232	7,47	Mann Whitney U Testi
23 Na (ppb)	Öz	0,262	0,023	0,791	0,007	1,876	0,637	2,944	3,787	1,232	3,07	Mann Whitney U Testi
	Pekmez	0,159	,200*	0,974	0,948	-0,429	0,637	-0,673	-0,263	1,232	-0,21	Mann Whitney U Testi
24 Mg (ppb)	Öz	0,225	0,096	0,79	0,007	1,998	0,637	3,135	5,366	1,232	4,35	Mann Whitney U Testi
	Pekmez	0,321	0,001	0,824	0,018	-1,271	0,637	-1,994	1,358	1,232	1,1	Mann Whitney U Testi
31 P (ppb)	Öz	0,244	0,046	0,751	0,003	-2,288	0,637	-3,59	6,259	1,232	5,08	Mann Whitney U Testi
	Pekmez	0,215	0,13	0,83	0,021	-0,915	0,637	-1,436	-0,746	1,232	-0,61	Mann Whitney U Testi
39 K (ppb)	Öz	0,328	0,001	0,792	0,008	-1,619	0,637	-2,54	2,195	1,232	1,78	Mann Whitney U Testi
	Pekmez	0,357	0	0,775	0,005	-1,463	0,637	-2,296	1,221	1,232	0,99	Mann Whitney U Testi
44 Ca (ppb)	Öz	0,266	0,019	0,744	0,002	-2,251	0,637	-3,532	5,658	1,232	4,59	Mann Whitney U Testi
	Pekmez	0,263	0,022	0,858	0,047	-1,061	0,637	-1,665	1,048	1,232	0,85	Mann Whitney U Testi
	Öz	0,182	,200*	0,878	0,082	-1,499	0,637	-2,353	3,443	1,232	2,79	Mann Whitney U Testi

EK-2: Mineral Madde Analiz Sonuçları

Örnek Tipi	Örnek No	As (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	As (µg/kg)
Pekmez	1	6,40 ± 0,06	Öz	13	8,36 ± 0,17
Pekmez	2	210,17 ± 4,56	Öz	14	131,85 ± 2,24
Pekmez	3	4,52 ± 0,04	Öz	15	2,31 ± 0,04
Pekmez	4	2,98 ± 0,05	Öz	16	3,31 ± 0,08
Pekmez	5	14,55 ± 0,25	Öz	17	7,36 ± 0,13
Pekmez	6	4,88 ± 0,10	Öz	18	4,8 ± 0,10
Pekmez	7	3,69 ± 0,09	Öz	19	3,06 ± 0,07
Pekmez	8	92,13 ± 1,48	Öz	20	3,67 ± 0,07
Pekmez	9	6,43 ± 0,12	Öz	21	6,77 ± 0,16
Pekmez	10	7,26 ± 0,12	Öz	22	115,98 ± 2,29
Pekmez	11	4,85 ± 0,11	Öz	23	2,00 ± 0,04
Pekmez	12	8,90 ± 0,15	Öz	24	1,81 ± 0,04
ORTALAMA ¹		30,56 ± 17,83			24,27 ± 13,49

Örnek Tipi	Örnek No	Cd (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Cd (µg/kg)
Pekmez	1	1,88 ± 0,02	Öz	13	1,47 ± 0,02
Pekmez	2	1,17 ± 0,02	Öz	14	2,64 ± 0,02
Pekmez	3	1,49 ± 0,00	Öz	15	1,49 ± 0,01
Pekmez	4	0,90 ± 0,00	Öz	16	1,50 ± 0,02
Pekmez	5	1,81 ± 0,02	Öz	17	1,20 ± 0,31
Pekmez	6	1,59 ± 0,01	Öz	18	1,85 ± 0,02
Pekmez	7	1,47 ± 0,02	Öz	19	1,54 ± 0,03
Pekmez	8	0,75 ± 0,01	Öz	20	1,55 ± 0,02
Pekmez	9	1,02 ± 0,02	Öz	21	1,39 ± 0,02
Pekmez	10	1,17 ± 0,02	Öz	22	2,23 ± 0,04
Pekmez	11	1,63 ± 0,02	Öz	23	3,80 ± 0,04
Pekmez	12	1,94 ± 0,04	Öz	24	0,39 ± 0,02
ORTALAMA¹		1,40 ± 0,11			1,75 ± 0,24

Örnek Tipi	Örnek No	Cr (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Cr (µg/kg)
Pekmez	1	103,59 ± 1,04	Öz	13	29,39 ± 0,30
Pekmez	2	39,69 ± 0,72	Öz	14	175,94 ± 1,81
Pekmez	3	34,63 ± 0,63	Öz	15	17,28 ± 0,21
Pekmez	4	33,41 ± 0,39	Öz	16	32,31 ± 0,43
Pekmez	5	37,59 ± 0,48	Öz	17	40,33 ± 0,50
Pekmez	6	30,82 ± 0,48	Öz	18	33,59 ± 0,47
Pekmez	7	23,8 ± 0,40	Öz	19	32,25 ± 0,37
Pekmez	8	55,77 ± 0,76	Öz	20	73,57 ± 0,92
Pekmez	9	31,54 ± 0,30	Öz	21	24,91 ± 0,53
Pekmez	10	25,72 ± 0,35	Öz	22	43,43 ± 0,47
Pekmez	11	42,51 ± 0,68	Öz	23	26,04 ± 0,38
Pekmez	12	31,08 ± 0,36	Öz	24	29,41 ± 0,51
ORTALAMA ¹		40,85 ± 6,20			46,54 ± 12,44

Örnek Tipi	Örnek No	Pb (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Pb (µg/kg)
Pekmez	1	163,16 ± 6,65	Öz	13	76,69 ± 3,23
Pekmez	2	42,46 ± 1,87	Öz	14	57,55 ± 2,45
Pekmez	3	36,73 ± 1,67	Öz	15	131,96 ± 5,12
Pekmez	4	52,82 ± 1,94	Öz	16	40,27 ± 1,93
Pekmez	5	47,13 ± 1,90	Öz	17	33,82 ± 1,26
Pekmez	6	35,81 ± 2,03	Öz	18	44,63 ± 2,27
Pekmez	7	28,95 ± 1,47	Öz	19	25,94 ± 1,16
Pekmez	8	29,04 ± 1,07	Öz	20	46,16 ± 2,34
Pekmez	9	68,57 ± 3,26	Öz	21	30,78 ± 1,46
Pekmez	10	30,34 ± 1,48	Öz	22	78,89 ± 3,79
Pekmez	11	42,57 ± 1,72	Öz	23	36,17 ± 1,81
Pekmez	12	45,29 ± 2,00	Öz	24	37,58 ± 0,50
ORTALAMA¹		51,91 ± 10,63			53,37 ± 8,65

Örnek Tipi	Örnek No	Co (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Co (µg/kg)
Pekmez	1	51,37 ± 0,77	Öz	13	52,18 ± 0,77
Pekmez	2	30,00 ± 0,78	Öz	14	66,48 ± 1,01
Pekmez	3	58,75 ± 1,52	Öz	15	37,01 ± 0,70
Pekmez	4	45,56 ± 0,84	Öz	16	32,70 ± 0,69
Pekmez	5	47,31 ± 0,88	Öz	17	19,72 ± 0,50
Pekmez	6	38,12 ± 0,93	Öz	18	41,23 ± 0,88
Pekmez	7	47,63 ± 1,13	Öz	19	52,05 ± 0,85
Pekmez	8	65,71 ± 1,14	Öz	20	24,25 ± 0,55
Pekmez	9	67,34 ± 0,92	Öz	21	53,84 ± 0,06
Pekmez	10	61,42 ± 1,11	Öz	22	64,48 ± 0,96
Pekmez	11	63,88 ± 1,51	Öz	23	39,87 ± 0,90
Pekmez	12	57,09 ± 0,93	Öz	24	35,45 ± 0,96
ORTALAMA¹		52,85 ± 3,34			43,27 ± 4,26

Örnek Tipi	Örnek No	Cu (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Cu (µg/kg)
Pekmez	1	500,16 ± 6,81	Öz	13	377,29 ± 5,34
Pekmez	2	517,46 ± 8,91	Öz	14	563,61 ± 7,71
Pekmez	3	402,13 ± 2,74	Öz	15	374,01 ± 5,08
Pekmez	4	336,66 ± 4,76	Öz	16	323,91 ± 6,88
Pekmez	5	660,85 ± 13,80	Öz	17	699,13 ± 14,60
Pekmez	6	338,07 ± 8,43	Öz	18	329,47 ± 8,11
Pekmez	7	379,59 ± 10,56	Öz	19	372,09 ± 10,72
Pekmez	8	734,44 ± 15,03	Öz	20	653,78 ± 17,57
Pekmez	9	685,74 ± 15,92	Öz	21	429,74 ± 12,89
Pekmez	10	408,56 ± 9,72	Öz	22	768,86 ± 20,35
Pekmez	11	403,00 ± 10,89	Öz	23	805,24 ± 18,87
Pekmez	12	334,69 ± 9,08	Öz	24	253,75 ± 4,39
ORTALAMA ¹		475,11 ± 41,77			495,91 ± 55,43

Örnek Tipi	Örnek No	Sn (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Sn (µg/kg)
Pekmez	1	33,55 ± 0,33	Öz	13	52,84 ± 0,75
Pekmez	2	28,94 ± 0,50	Öz	14	39,77 ± 0,38
Pekmez	3	19,17 ± 0,19	Öz	15	28,25 ± 0,19
Pekmez	4	17,67 ± 0,10	Öz	16	14,45 ± 0,19
Pekmez	5	24,98 ± 0,25	Öz	17	12,91 ± 0,14
Pekmez	6	14,52 ± 0,16	Öz	18	23,81 ± 0,27
Pekmez	7	9,15 ± 0,13	Öz	19	10,31 ± 0,21
Pekmez	8	13,19 ± 0,14	Öz	20	4,77 ± 0,07
Pekmez	9	14,41 ± 0,23	Öz	21	11,58 ± 0,13
Pekmez	10	8,59 ± 0,13	Öz	22	11,89 ± 0,23
Pekmez	11	7,63 ± 0,10	Öz	23	43,57 ± 0,45
Pekmez	12	24,60 ± 0,40	Öz	24	16,17 ± 0,14
ORTALAMA¹		18,03 ± 2,43			22,53 ± 4,43

Örnek Tipi	Örnek No	B (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	B (µg/kg)
Pekmez	1	728,79 ± 16,45	Öz	13	547,61 ± 13,98
Pekmez	2	469,66 ± 5,50	Öz	14	592,66 ± 14,66
Pekmez	3	339,53 ± 7,00	Öz	15	503,22 ± 10,33
Pekmez	4	231,93 ± 5,13	Öz	16	331,81 ± 6,36
Pekmez	5	332,20 ± 7,78	Öz	17	533,94 ± 11,72
Pekmez	6	476,40 ± 40,02	Öz	18	694,94 ± 14,49
Pekmez	7	391,88 ± 8,01	Öz	19	405,54 ± 8,69
Pekmez	8	313,97 ± 7,53	Öz	20	405,41 ± 2,00
Pekmez	9	534,08 ± 11,41	Öz	21	466,18 ± 8,46
Pekmez	10	303,03 ± 6,95	Öz	22	384,48 ± 8,40
Pekmez	11	583,65 ± 12,07	Öz	23	486,97 ± 10,19
Pekmez	12	609,94 ± 15,32	Öz	24	146,21 ± 2,54
ORTALAMA¹		442,92 ± 43,16			458,25 ± 40,37

Örnek Tipi	Örnek No	Se (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Se (µg/kg)
Pekmez	1	10,60 ± 0,16	Öz	13	10,61 ± 0,14
Pekmez	2	6,43 ± 0,16	Öz	14	9,60 ± 0,16
Pekmez	3	7,18 ± 0,21	Öz	15	2,75 ± 0,10
Pekmez	4	6,00 ± 0,12	Öz	16	4,80 ± 0,12
Pekmez	5	16,71 ± 0,30	Öz	17	2,76 ± 0,11
Pekmez	6	6,34 ± 0,17	Öz	18	9,87 ± 0,23
Pekmez	7	5,59 ± 0,17	Öz	19	6,01 ± 0,14
Pekmez	8	7,00 ± 0,18	Öz	20	12,83 ± 0,24
Pekmez	9	15,53 ± 0,23	Öz	21	11,91 ± 0,39
Pekmez	10	21,15 ± 0,35	Öz	22	13,12 ± 0,24
Pekmez	11	7,72 ± 0,22	Öz	23	6,32 ± 0,17
Pekmez	12	9,11 ± 0,17	Öz	24	9,49 ± 0,27
ORTALAMA¹		9,95 ± 1,47			8,34 ± 1,07

Örnek Tipi	Örnek No	Hg (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Hg (µg/kg)
Pekmez	1	5,89 ± 0,40	Öz	13	8,16 ± 0,00
Pekmez	2	6,49 ± 0,43	Öz	14	5,17 ± 0,37
Pekmez	3	5,70 ± 0,41	Öz	15	7,61 ± 0,47
Pekmez	4	5,10 ± 0,36	Öz	16	5,73 ± 0,43
Pekmez	5	3,85 ± 0,31	Öz	17	5,04 ± 0,33
Pekmez	6	4,93 ± 0,43	Öz	18	4,05 ± 0,35
Pekmez	7	3,41 ± 0,32	Öz	19	3,15 ± 0,29
Pekmez	8	3,02 ± 0,27	Öz	20	2,82 ± 0,30
Pekmez	9	4,53 ± 0,37	Öz	21	3,72 ± 0,33
Pekmez	10	2,81 ± 0,28	Öz	22	3,40 ± 0,33
Pekmez	11	3,55 ± 0,33	Öz	23	3,26 ± 0,32
Pekmez	12	4,11 ± 0,34	Öz	24	2,94 ± 0,20
ORTALAMA¹		4,45 ± 0,34			4,59 ± 0,52

Örnek Tipi	Örnek No	Zn (µg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Zn (µg/kg)
Pekmez	1	4565,76 ± 61,25	Öz	13	3415,11 ± 46,88
Pekmez	2	2751,44 ± 47,49	Öz	14	2196,57 ± 29,27
Pekmez	3	3265,57 ± 63,48	Öz	15	3247,09 ± 41,50
Pekmez	4	1990,65 ± 26,80	Öz	16	3034,91 ± 61,48
Pekmez	5	4879,56 ± 98,31	Öz	17	2442,2 ± 49,64
Pekmez	6	3033,92 ± 71,04	Öz	18	3415,9 ± 77,51
Pekmez	7	3175,07 ± 81,85	Öz	19	3138,5 ± 84,08
Pekmez	8	2104,74 ± 41,51	Öz	20	2262,94 ± 50,74
Pekmez	9	2599,79 ± 58,22	Öz	21	3107,48 ± 87,69
Pekmez	10	2666,44 ± 59,75	Öz	22	3446,99 ± 88,32
Pekmez	11	3025,22 ± 76,44	Öz	23	2636,43 ± 60,00
Pekmez	12	3166,73 ± 78,99	Öz	24	683,78 ± 10,71
ORTALAMA¹		3102,07 ± 248,38			2752,33±228,61

Örnek Tipi	Örnek No	Na (mg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Na (mg/kg)
Pekmez	1	180,20 ± 3,29	Öz	13	1689,04 ± 30,27
Pekmez	2	1805,03 ± 45,51	Öz	14	5302,09 ± 110,86
Pekmez	3	1067,11 ± 26,97	Öz	15	1011,10 ± 19,67
Pekmez	4	630,13 ± 18,47	Öz	16	1196,17 ± 27,30
Pekmez	5	1006,22 ± 24,45	Öz	17	486,24 ± 13,33
Pekmez	6	1446,46 ± 39,32	Öz	18	1431,45 ± 66,33
Pekmez	7	2121,72 ± 86,52	Öz	19	2100,11 ± 85,23
Pekmez	8	1352,91 ± 53,87	Öz	20	75,32 ± 4,23
Pekmez	9	668,58 ± 18,25	Öz	21	1401,27 ± 37,58
Pekmez	10	1593,08 ± 54,02	Öz	22	1800,89 ± 72,40
Pekmez	11	1404,63 ± 46,26	Öz	23	113,89 ± 4,81
Pekmez	12	1677,27 ± 110,04	Öz	24	15,90 ± 0,63
ORTALAMA ¹		1246,11 ± 90,86			1385,29 ± 230,82

Örnek Tipi	Örnek No	Ca (mg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Ca (mg/kg)
Pekmez	1	1093,46 ± 19,83	Öz	13	870,28 ± 15,81
Pekmez	2	486,78 ± 12,28	Öz	14	665,44 ± 12,60
Pekmez	3	828,55 ± 21,39	Öz	15	884,38 ± 17,33
Pekmez	4	380,55 ± 7,56	Öz	16	762,86 ± 15,86
Pekmez	5	932,52 ± 19,29	Öz	17	831,48 ± 17,04
Pekmez	6	795,35 ± 18,41	Öz	18	1098,61 ± 24,05
Pekmez	7	823,49 ± 19,86	Öz	19	814,94 ± 15,94
Pekmez	8	983,48 ± 21,54	Öz	20	1167,09 ± 24,24
Pekmez	9	880,78 ± 15,58	Öz	21	1049,08 ± 29,58
Pekmez	10	836,69 ± 18,06	Öz	22	1213,67 ± 23,03
Pekmez	11	876,75 ± 30,99	Öz	23	979,45 ± 21,53
Pekmez	12	908,59 ± 17,62	Öz	24	145,56 ± 3,70
ORTALAMA ¹		818,92 ± 57,34			873,57 ± 81,90

Örnek Tipi	Örnek No	Fe (mg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Fe (mg/kg)
Pekmez	1	78,54 ± 1,06	Öz	13	5,68 ± 0,08
Pekmez	2	5,94 ± 0,10	Öz	14	15,16 ± 0,20
Pekmez	3	4,00 ± 0,08	Öz	15	1,81 ± 0,03
Pekmez	4	3,09 ± 0,04	Öz	16	3,56 ± 0,07
Pekmez	5	3,41 ± 0,07	Öz	17	2,45 ± 0,05
Pekmez	6	4,27 ± 0,10	Öz	18	7,31 ± 0,17
Pekmez	7	3,03 ± 0,08	Öz	19	2,77 ± 0,08
Pekmez	8	3,25 ± 0,07	Öz	20	7,80 ± 0,18
Pekmez	9	2,20 ± 0,05	Öz	21	3,44 ± 0,10
Pekmez	10	2,53 ± 0,06	Öz	22	3,34 ± 0,09
Pekmez	11	5,24 ± 0,14	Öz	23	3,72 ± 0,09
Pekmez	12	6,91 ± 0,18	Öz	24	4,58 ± 0,07
ORTALAMA ¹		10,20 ± 6,23			5,14 ± 1,06

Örnek Tipi	Örnek No	Mg (mg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	Mg (mg/kg)
Pekmez	1	582,83 ± 10,42	Öz	13	482,09 ± 8,63
Pekmez	2	238,26 ± 6,00	Öz	14	372,59 ± 7,77
Pekmez	3	451,13 ± 11,36	Öz	15	475,51 ± 9,23
Pekmez	4	205,80 ± 6,00	Öz	16	412,96 ± 9,40
Pekmez	5	505,63 ± 12,21	Öz	17	487,86 ± 13,37
Pekmez	6	457,15 ± 12,36	Öz	18	513,77 ± 23,74
Pekmez	7	458,85 ± 18,66	Öz	19	457,50 ± 18,49
Pekmez	8	451,03 ± 17,89	Öz	20	492,88 ± 26,48
Pekmez	9	396,36 ± 10,75	Öz	21	511,10 ± 13,69
Pekmez	10	462,37 ± 15,60	Öz	22	580,23 ± 23,23
Pekmez	11	471,48 ± 15,50	Öz	23	340,47 ± 13,95
Pekmez	12	500,43 ± 32,69	Öz	24	29,65 ± 1,00
ORTALAMA ¹		431,78 ± 17,81			429,72 ± 23,24

Örnek Tipi	Örnek No	K (mg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	K (mg/kg)
Pekmez	1	10655,47 ± 159,48	Öz	13	9956,18 ± 154,03
Pekmez	2	4600,53 ± 83,75	Öz	14	6279,91 ± 99,64
Pekmez	3	10376,17 ± 224,57	Öz	15	10422,12 ± 166,78
Pekmez	4	5319,78 ± 88,13	Öz	16	10188,50 ± 213,07
Pekmez	5	12357,24 ± 267,54	Öz	17	10220,28 ± 218,66
Pekmez	6	10470,37 ± 253,50	Öz	18	11975,54 ± 287,83
Pekmez	7	11087,79 ± 300,42	Öz	19	11073,63 ± 298,36
Pekmez	8	8230,93 ± 186,41	Öz	20	8540,66 ± 197,41
Pekmez	9	10320,83 ± 231,97	Öz	21	11526,41 ± 342,67
Pekmez	10	10258,22 ± 246,97	Öz	22	8847,32 ± 229,52
Pekmez	11	10862,01 ± 276,76	Öz	23	10557,15 ± 250,42
Pekmez	12	10856,73 ± 274,52	Öz	24	481,62 ± 9,94
ORTALAMA¹		9616,34 ± 386,80			9172,44 ± 509,05

Örnek Tipi	Örnek No	P (mg/kg)	Örnek Tipi	Örnek No	P (mg/kg)
Pekmez	1	780,74 ± 13,99	Öz	13	637,61 ± 11,34
Pekmez	2	301,82 ± 7,59	Öz	14	325,54 ± 6,73
Pekmez	3	679,86 ± 17,11	Öz	15	705,99 ± 13,75
Pekmez	4	342,68 ± 10,01	Öz	16	656,70 ± 14,95
Pekmez	5	640,66 ± 15,48	Öz	17	622,65 ± 16,99
Pekmez	6	711,90 ± 19,18	Öz	18	735,67 ± 33,91
Pekmez	7	686,15 ± 27,81	Öz	19	691,37 ± 27,84
Pekmez	8	297,62 ± 11,73	Öz	20	686,76 ± 36,78
Pekmez	9	580,82 ± 15,65	Öz	21	672,86 ± 18,06
Pekmez	10	573,52 ± 19,23	Öz	22	365,12 ± 14,67
Pekmez	11	736,85 ± 24,19	Öz	23	807,27 ± 33,29
Pekmez	12	733,25 ± 47,86	Öz	24	40,74 ± 1,39
ORTALAMA¹		588,82 ± 29,06			579,02 ± 36,14