

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KEÇİBOYNUZU PEKMEZİ KULLANILARAK ŞEKER
İÇERİĞİ AZALTILAN BİSKÜVİLERİN BAZI
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Hazırlayan
Cansu İNANIR**

**Danışman
Dr. Öğretim Üyesi Oya SİPAHİOĞLU**

Yüksek Lisans Tezi

**Ağustos 2018
KAYSERİ**

**T.C
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KEÇİBOYNUZU PEKMEZİ KULLANILARAK ŞEKER
İÇERİĞİ AZALTILAN BİSKÜVİLERİN BAZI
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Hazırlayan
Cansu İNANIR**

**Danışman
Dr. Öğretim Üyesi Oya SİPAHİOĞLU**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
FYL-2017-7257 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Ağustos 2018
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Adı-Soyadı: Cansu İNANIR

İmza : 

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“Keçiboynuzu Pekmezi Kullanılarak Şeker İçeriği Azaltılan Bisküvilerin Bazı Özelliklerinin Araştırılması”adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

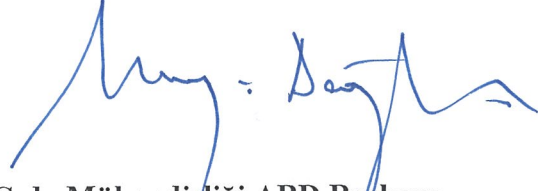
Hazırlayan

Cansu İNANIR



Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Oya SİPAHİOĞLU



Gıda Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

Dr. Öğr. Üyesi Oya SİPAHIOĞLU danışmanlığında **Cansu İNANIR** tarafından hazırlanan “**Keçiboynuzu Pekmezi Kullanılarak Şeker İçeriği Azaltılan Bisküvilerin Bazı Özelliklerinin Araştırılması**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

09/08/2018

JÜRİ:

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Oya SİPAHIOĞLU

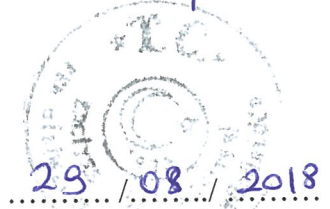
Üye : Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kevser KAHRAMAN

O. Sipaioğlu
L. Ekici
K. Kahrman

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 29/08/2018 tarih ve 2018/38-16 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

M. Akkurt

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca deneyimleri, fikirleri ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, bana yol gösteren ve yardımlarını hiç esirgemeyen ve danışmanlığında çalışmaktan mutluluk duyduğum değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Oya SİPAHİOĞLU'na,

Laboratuvar çalışmalarım boyunca bana yardımcı olan ve desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Arzu SADİ DÖNER, Fatma BİLGİLİ ve Zehra TÜLEK'e

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince üzerimde emeği olan, her türlü olağanı sağlayan ve hiçbir konuda yardımını esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine ve araştırma görevlilerine,

Bu tez çalışmasına maddi olarak destek veren Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (FYL-2017-7257)

Ayrıca çalışmalarım boyunca sabır göstererek manevi destek sağlayan, bana güvenen ve desteklerini hiç esirgemeyen canım aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Cansu İNANIR

Kayseri, Ağustos 2018

KEÇİBOYNUZU PEKMEZİ KULLANILARAK ŞEKER İÇERİĞİ AZALTILAN BİSKÜVİLERİN BAZI ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Cansu İNANIR

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2018
Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Oya SİPAHIOĞLU

ÖZET

Bu çalışmada keçiboynuzu pekmezi, bisküvi içeriğinde yer alan şekeri kısmen (%50) ya da tamamen (%100) ikame etmek amacıyla kullanılmıştır. Böylece hem bisküvi içeriği besinsel açıdan zenginleştirilmiş, hem de şekeri miktarı düşürülerek nispeten daha sağlıklı bir ürün elde edilmiştir. Üretilen bisküvilerin kompozisyonu (nem, kül, yağ, şekeri, protein ve mineral) tespit edilmiş; pH, a_w , renk özellikleri ve sertliği ölçülmüştür. Üretilen bisküvilerin antioksidan özellikleri toplam fenolik madde miktarı galik asit eşdeğeri olarak ve antioksidan kapasitesi Trolox eşdeğeri olarak saptanmıştır. Şeker yerine keçiboynuzu pekmezi kullanılan örneğin HMF miktarı HPLC metodu ile belirlenmiştir. Bisküvilerin koku, renk, yapı, lezzet kabul edilebilirlikleri tüketici testiyle ve tatlılık düzeyi ise tanımlayıcı duyu test ile tespit edilmiştir. Keçiboynuzu pekmezi miktarının artması L^* değerinde azalmaya, a^* ve b^* değerlerinde ise artışa sebep olmuştur. Şekerin tamamının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirildiği örneğin sertlik değeri kontrol örnekle kıyaslandığında 24,67 N'dan 16,70 N'a düşmüştür. Protein miktarı %6,33'ten, şekerin tamamının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirilmesiyle %7,61'e yükselmiştir. Kontrol örneğin şekeri içeriği %24,47 iken, şekerin tamamının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirilmesiyle %17,45'e düşmüştür. Kontrol örneğinin toplam fenolik madde miktarı 1,11 mg GAE/g iken, şekerin tamamının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirilmesi bisküvi örneğinin toplam fenolik madde miktarının 2,40 mg GAE/g'a yükselmesine sebep olmuştur. Duyusal analiz sonucunda, %50 seviyesinde keçiboynuzu pekmezi kullanılan bisküvilerin genel kabul edilebilirlik, lezzet ve renk skorları diğer bisküvilere göre belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda bu örneğin şekeri içeriği kontrolden daha az olmasına rağmen panelistler tarafından daha tatlı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Keçiboynuzu, bisküvi, keçiboynuzu pekmezi

INVESTIGATION OF SOME CHARACTERISTICS OF SUGAR REDUCED BISCUITS BY USING CAROB MOLASSES

Cansu İNANIR

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Thesis, August 2018

Supervisor: Dr. Oya SİPAHİOĞLU

ABSTRACT

In this study, carob molasses was used to partially (%50) or completely (%100) substitute sugar in the biscuits. Thus, both the biscuit contents were enriched from the nutritional point of view and the sugar content was reduced, resulting in a relatively healthier product. The composition (moisture, ash, fat, sugar, protein and mineral) of the biscuits produced was determined; pH, a_w , color properties and hardness were measured. The antioxidant properties of the biscuits were determined as the total amount of phenolic substance as the gallic acid equivalent and the antioxidant capacity as the Trolox equivalent. The amount of HMF in the sample which contained %100 carob molasses instead of sugar was determined by HPLC. The odor, color, structure, taste acceptability of biscuits were determined by consumer test and the sweetness level by descriptive sensory test. The increase in the amount of molasses resulted in a decrease in L^* and an increase in a^* and b^* values. When the %100 of sugar was replaced with carob molasses, the hardness value was reduced from 24,67 N to 16,70 N compared to the control sample. Protein content increased from %6,33 to %7,61 when sugar was completely replaced with carob molasses. While control contained %24,47 sugar, sugar content was reduced to % 17,45 by replacing sugar totally with carob molasses. The total phenolic content of the control sample was 1,11 mg GAE/g, whereas the replacement of sugar totally with carob molasses resulted in an increase in the total phenolic content of the biscuit sample to 2,40 mg GAE/g. As a result of sensory analysis, the overall acceptability, taste and color scores of the biscuits using carob molasses at 50% were significantly higher than those of the other biscuits. Also this sample was determined to be sweeter than the control although it contains less sugar.

Keywords: Carob, Biscuit, Carob Molasses

İÇİNDEKİLER

KEÇİBOYNUZU PEKMEZİ KULLANILARAK ŞEKER İÇERİĞİ AZALTILAN BİSKÜVİLERİN BAZI ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI.....	ii
ONAY	iii
ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu	4
1.2. Araştırmanın Amacı	4
1.3. Araştırmanın Önemi.....	5
1.4. Literatür Çalışması.....	5
1.4.1.Bisküvi.....	5
1.4.2. Keçiboynuzu	7
1.4.3. Keçiboynuzu Kullanım Alanları.....	16
1.4.4. Keçiboynuzu Pekmezi.....	18
1.4.5. Tarçın	22

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal.....	24
2.2. Kimyasallar.....	24
2.3. Yöntem	24

2.3.1. Bisküvi üretimi	24
2.3.2. Nem, kül, yağ, protein, su aktivitesi (a_w) ve pH analizleri.....	26
2.3.3. Renk analizi	27
2.3.4. Tekstür analizi.....	29
2.3.5. Şeker analizi.....	29
2.3.6. Mineral analizi.....	29
2.3.7. Toplam fenolik madde analizi.....	30
2.3.8. Toplam antioksidan aktivite analizi	30
2.3.9. HMF analizi	31
2.3.9.1. Spektrofotometrik metot	31
2.3.9.2. HPLC metodu.....	32
2.3.10. Duyusal analiz.....	32
2.3.11. İstatistiksel değerlendirme	33

3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bisküvilerin nem, su aktivitesi (a_w), kül, yağ, protein içeriği ve pH değerleri .	34
3.2. Bisküvilerin renk ve tekstür değerleri.....	37
3.3. Bisküvilerin şeker içeriği	40
3.4. Bisküvilerin mineral içeriği.....	42
3.5. Bisküvilerin toplam fenolik madde içeriği.....	43
3.6. Bisküvilerin troloks eş değeri antioksidan kapasiteleri (TEAC)	45
3.7. Bisküvilerin HMF değerleri	47
3.8. Bisküvilerin duyusal analiz sonuçları	49

4. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar	53
4.2. Öneriler	55
KAYNAKÇA	56
EKLER.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	66

KISALTMALAR

°C	: Santigrat derece
µl	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
AACC	: American Association for Cereal Chemists
a_w	: Su aktivitesi
g	: Gram
GAE	: Gallik asit eş değeri
GI	: Glisemik indeks
HDL	: High density lipoprotein (yüksek yoğunluklu lipoprotein)
HMF	: Hidroksimetilfurfural
HPLC	: Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (High Pressure Liquid Chromatography)
L	: Litre
LDL	: Low density lipoprotein (düşük yoğunluklu lipoprotein)
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
nm	: Nanometre
p	: İstatistiksel önem değeri
TE	: Troloks eşdeğeri
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
VLDL	: Very low density lipoprotein (çok düşük yoğunluklu lipoprotein)

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. 2013 yılı ÷lkelere göre keçiboynuzu üretim alanı, miktarı ve oranları.....	10
Tablo 1.2. Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi.....	12
Tablo 1.3. Keiboynuzunda bulunan bazı polifenolik bileşikler ve miktarları.....	14
Tablo 1.4. Keçiboynuzu pekmezinin bileşimi.....	21
Tablo 2.1. Bisküvi formülasyonları	26
Tablo 2.2. Spektrofotometrik metot ile HMF analizi planı.....	31
Tablo 3.1. Bisküvilerin fizikokimyasal değerleri.....	35
Tablo 3.2. Bisküvilerin renk ve tekstür değerleri.....	38
Tablo 3.3. Bisküvilerin şeker değerleri	42
Tablo 3.4. Bisküvilerin mineral değerleri	43
Tablo 3.5. Bisküvilerin duysal özellik değerleri	52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Keçiboynuzu ağacı.....	8
Şekil 1.2. Olgunlaşmadan önce ve sonra keçiboynuzu meyvesi.....	9
Şekil 1.3. Keçiboynuzu meyvesi ve çekirdeği	10
Şekil 1.4. Keçiboynuzu çekirdeğinin yapısı ve bileşimi	11
Şekil 1.5. Keçiboynuzu pekmezinin üretimine ait akış şeması.....	19
Şekil 1.6. Kabuk ve toz tarçın	22
Şekil 2.1. Yağ analizi için oluşturulan Soxhlet düzeneği	27
Şekil 2.2. CIELAB renk uzayı	28
Şekil 2.3. Duyusal analizde panelistlere sunulan örnekler ve form	33
Şekil 3.1. Üretilen bisküvi örnekleri	37
Şekil 3.2. Bisküvilerin toplam fenolik bileşik değerleri	44
Şekil 3.3. Depolama sonrası toplam fenolik bileşik değerleri	45
Şekil 3.4. Bisküvilerin Troloks eş değeri antioksidan kapasiteleri	46
Şekil 3.5. Depolama sonrası bisküvilerin Troloks eş değeri antioksidan kapasiteleri	47
Şekil 3.6. Bisküvi örneğine ait HMF kromotogramı	49

GİRİŞ

Bisküvi, toplumun her kesiminde tüketilen en popüler fırıncılık ürünlerinden biridir. Bu durumun nedenleri arasında tüketiminin pratik olması, hazırlanma gerektirmeden ayaküstü tüketilebilmesi ve uygun fiyatlı olması sayılabilir. Fırıncılık ürünlerinin çoğu, besleyicilik açısından zengin besin maddelerinin eklenmesiyle çeşitlendirilmeye uygun bir kaynak olarak gösterilir. Bisküvi uzun raf ömrüne sahip olması, değişik lezzet ve çeşitlerde tüketiciye sunulabilmesi sebebiyle tüketimi gittikçe artmaktadır. Ayrıca bu nedenlerden dolayı öğün dışı beslenmede çok önemli bir yere sahiptir [1, 2].

Şeker, un ve yağ ile birlikte bisküvideki temel bileşenlerdir. Şeker sadece tat vermekle kalmaz, ayrıca bisküvinin yapısal ve tekstürel özellikleri açısından da önemlidir [2]. Bilimsel çalışmalar fazla şeker tüketiminin bazı hastalık risklerine yol açtığını ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda fazla şeker tüketiminin genelde diyabet, obezite ve koroner kalp hastalığı risklerine yol açtığı gözlemlenmiştir [3]. Piyasadaki rekabet ve sağlıklı, doğal ve fonksiyonel ürünler için artan talep nedeniyle, kompozisyonunu değiştirerek bisküvilerin besleyici değerini ve işlevselliğini artırmaya yönelik girişimler yapılmaktadır [4]. Bu çalışmalarda amaç bisküvinin protein, mineral ve vitamin gibi besin öğelerini artırarak ürünün besinsel kalitesini ve yararlılığını artırmaktır [5].

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) *Leguminosae* (*Fabaceae*-Baklagiller) familyasından *Caesalpinaceae* alt familyasına ait ve antik çağlardan bugüne var olan, çevresel ve ekonomik olarak önem taşıyan bir bitkidir. Dünyada keçiboynuzu çoğunlukla Akdeniz ikliminin görüldüğü İspanya, İtalya, Fas, Portekiz, Yunanistan, Kıbrıs ve Türkiye gibi ülkelerde yetişmektedir [6]. Dünya keçiboynuzu üretimi 2013 yılı itibarıyla 145.424 ton olarak gerçekleşmiş ve bu üretimde, 40.000 ton ile İspanya ilk sırada yer almakta ve İspanya'yı 23.000 ton ile Portekiz, 22.000 ton ile Yunanistan, 20.500 ton ile Fas ve 14.261 ton ile Türkiye izlemektedir. Ülkemizin 2015 yılı bitkisel üretim rakamları temel alındığında, keçiboynuzu üretiminin 12.851 ton ile Akdeniz

Bölgesi ve Ege Bölgesi üretimin yoğun olduğu bölgelerdir. Ege Bölgesinde il olarak yetiştiricilik Muğla ve Akdeniz Bölgesi'nde ise Adana, Mersin, Antalya illerinde yoğunlaşmıştır [7].

Keçiboynuzu meyvesi yüksek şeker (%30-48), düşük protein (%3-4) ve yağ (%0,4-0,8) içeriğiyle karakterize edilir. Ayrıca keçiboynuzu yüksek diyet lifi, mineral (Fe, Ca, K ve P) ve vitamin (E, C, niacin) içeriği ile önemli bir besin olarak görülmektedir [8]. Keçiboynuzu 20'den fazla fenolik bileşen içermektedir. Fenolik maddelerden bazıları mirisetin ramnosit, kuersetin ramnosit, metil gallat, sinamik asit, mirisetin glikozit, gallik asit, ferulik asit, vanilik asit, prokateşik ve kafeik asittir. Toplam fenolik madde miktarının büyük bir çoğunluğunu gallik asit oluşturmaktadır [6, 9]. Keçiboynuzu ekstraktları önemli ölçüde antioksidan özellikler sergileyen lignanca zengindir. Keçiboynuzu unları çözünmez lif ve özellikle lignan gibi antioksidan aktiviteye sahip bileşenlerin kaynağıdır [10].

Keçiboynuzu zambkı üretmek amacıyla çekirdeği çıkarılan keçiboynuzu, pekmez üretimi için genellikle 1/5 ile 1/10 arasında su ile karıştırılarak ekstraksiyona tabi tutulmaktadır. Ekstrakte edildikten sonra elde edilen %10-12 çözünür kuru madde içeren ekstrakt, 70 brikse kadar evapore edilir. Keçiboynuzu meyvesinin ve son ürün olan pekmezinin dikkat çekici özelliklerinden birisi de içerdiği şeker içindeki (%62-63) sakkaroz oranının (%44-45) yüksek olmasıdır. Şeker içeriğinin önemli bir kısmının da monosakkaritlerden oluşması sindirim sisteminde kolaylıkla emilimini sağlamaktadır. Keçiboynuzu pekmezi beslenme açısından önemli öğeler içermektedir. Keçiboynuzu pekmezi potasyum başta olmak üzere diğer mineraller açısından da zengindir. Potasyumu sırasıyla kalsiyum, fosfor ve magnezyum takip etmektedir. Zengin mineral içeriği dolayısıyla da büyüme çağındaki çocuklar, sporcular ve hamileler için iyi bir besin olarak tanımlanmaktadır [11].

Keçiboynuzundan gelen farklı aromanın maskelenmesi amacıyla formülasyonda tarçın kullanılmıştır. Tarçın yaygın olarak Güney Asya, Avusturalya ve Güney Amerika'da yetişen *Lauraceae* familyasına ait *Cinnamomum* cinsi ağaçların iç kabuklarından elde edilir [12]. Tarçının kendine has kuvvetli ve keskin bir kokusu vardır ve tatlımsı yakıcı bir tada sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı genelde tatlılarda yaygın kullanılan bir baharattır [13]. Özellikle tarçın gibi aromatik bitkiler, protein, lif, uçucu bileşenler,

vitaminler (A, C ve B), mineraller (Ca, P, Na, K ve Fe) gibi sağlığın korunmasında önemli olduğu bilinen kimyasal bileşikler içerir. Tarçındaki tatlı tattan sorumlu olan sinnemaldehit, gıdalarda şekerin ve tarçının aromasını birleştirerek gıdanın tatlılık hissini arttıran sinerjik bir etkiye sahiptir [14]. Sinnamaldehitin, anti-tümöral ve anti-inflamatuar aktiviteler gibi çeşitli biyolojik etkiler sergilediği bilinmektedir [15]. Tarçının iyi antioksidan ve antibakteriyel özelliklere sahip olduğu yapılan çeşitli çalışmalar ile kanıtlanmıştır [16]. Çalışmalar tarçın yaprak ve kabuğunun sahip olduğu uçucu yağların ve oleoresinin antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri olduğunu ortaya çıkarmıştır [17].

Bu çalışmada ülkemizde yüksek miktarda üretilen keçiboynuzu pekmezinden faydalanılarak besinsel açıdan zengin ve duysal açıdan da tercih edilir bisküviler üretilmesi hedeflenmiştir. Böyle ürünlerin üretilmesi keçiboynuzunun katma değerinin artırılmasına katkıda bulunacaktır. Kontrol bisküvideki şeker içeriğinin yarısı ya da tamamı keçiboynuzu pekmezi ile değiştirilerek, örneklerin şeker miktarı düşürülse de algılanan tatlılığın aynı kalması amaçlanmıştır. Yapılan bu değişiklik, şeker seviyesini düşürmekle kalmayıp aynı zamanda keçiboynuzu pekmezinde bulunan vitamin, mineral ve fenolik bileşikler sayesinde bisküviyi besinsel açıdan zenginleştirecektir. Ancak keçiboynuzunun içerdiği polifenolik bileşiklerden dolayı acımsı (bitter) bir tada sahiptir ve kendine has bir aroması vardır [18]. Bu durum tüm tüketiciler tarafından tercih edilemeyebilir. Bu sebeple, keçiboynuzundan gelen farklı tat ve aromanın maskelenmesi amacıyla bisküvi formülasyonuna tarçın ilavesi yapılmıştır. Hazırlanan örneklerin fiziko-kimyasal ve duysal özellikleri belirlenmiş ve kontrol bisküviyle kıyaslanmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu

Keçiboynuzu sahip olduğu zengin besin içeriğiyle sağlık ve gıda endüstrisi için önem taşımaktadır. Fakat faydalı içeriğine rağmen tüketimi oldukça sınırlıdır. Son yıllardaki bilimsel araştırmalar ve insanların beslenme konusunda bilincinin artması keçiboynuzu tüketimin önemini ve bir bütün olarak meyvenin tüm kısımlarından faydalanılması gerektiğini ortaya koymaktadır [6]. Ülkemizde rahatlıkla yetişebilen ve yüksek miktarda üretilen keçiboynuzunun zengin içeriğine rağmen değerlendirilmesine yönelik fazla çalışma mevcut değildir. Meyveden endüstride keçiboynuzu unu ve pekmezi imalatında yararlanılmaktadır. Fakat sahip olduğu değerli bileşenlere rağmen, zenginleştirici ve faydalı içeriği artırmak amacıyla ürünlerin üretilmesinde kullanımı yok denecek kadar azdır. Keçiboynuzu meyvesinden üretilen bir ürün olan pekmezin ürün formülasyonlarına eklenerek gıda içeriğini olumlu yönde artıran çalışmalara literatürde pek rastlanmamaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Geleneksel bisküvi üretiminde şeker alternatifi olarak keçiboynuzu pekmezi kullanılarak faydalı ve duysal açıdan kabul edilebilir bisküviler üretilmesi amaçlanmaktadır. Şeker yerine keçiboynuzu pekmezi kullanılarak şeker içeriği azaltılan bisküvi üretmek hedeflenmektedir. Ayrıca keçiboynuzu pekmezi şeker yerine kullanıldığında vitamin, mineral ve antioksidan gibi besleyici maddeler açısından daha zengin bir bisküvi üretilebilecektir. Bisküvideki şekerin yarısının ve tamamının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirilerek bisküvilerin, fizikokimyasal özelliklerinin (nem, kül, yağ, protein, su aktivitesi, pH), renk, tekstür ve duysal özelliklerinin araştırılması amaçlanmaktadır. Keçiboynuzunun kendine has, hoşça gitmeyen karakteristik bir

aroması vardır. Bu farklı aromanın maskelenmesi amacıyla tarçın içeren bisküvi örnekleri hazırlanmıştır.

Bu çalışma sonucu ile; ülkemizde fazla miktarda üretilen keçiyoynuzu değerlendirebilme olanakları araştırılacak, keçiyoynuzu pekmezi kullanırken beslenme açısından zenginleştirilmiş bir ürün üretilmiş olacak ve keçiyoynuzu pekmezinin sahip olduğu bileşenler sayesinde doğal içerikli fonksiyonel bir gıda formülasyonu geliştirilmiş olacaktır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Ülkemizde yüksek miktarda üretilen keçiyoynuzu vitamin, mineral, lif ve fenolik bileşikler açısından yüksek besin değerlerine sahip olmasına rağmen beslenmemizde çok fazla yer bulamamaktadır. Son yıllarda keçiyoynuzu meyvesinin ve pekmezinin içeriklerinin araştırıldığı çalışmalar yapılsa da ürün formülasyonuna ekleyerek değerlendirmelere çok sık rastlanmamaktadır. Oysaki bu gibi yüksek besin içeriğine sahip ürünler önemli birer zenginleştirici olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptirler. Böylece ürün değerlendirilmiş ve katma değeri yüksek, fonksiyonel yeni ürünler elde edilmiş olacaktır. Bu gibi çalışmalar da ülke ekonomisi için önemli olup, gıda sektörü için de yol gösterici niteliktedir. Günümüzde gam üretimi amaçlı çekirdekleri ayrıştırılarak kullanılan keçiyoynuzu meyvesinin etli kısmı çoğu zaman hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Keçiyoynuzu ve türevlerinin insan gıdası olarak kullanımı, bu meyvenin katma değerini artıracaktır. Çalışmada üretilen bisküvilerin hedeflenen özellikler sağlaması ve duyuşal olarak da kabul görmesi ile gıda üretimi çalışmalarına fayda sağlayacak ve sektör için de yeni gelişmelere ışık tutacaktır.

1.4. Literatür Çalışması

1.4.1. Bisküvi

Bisküvi; temel olarak un, şeker ve yağdan oluşan ve isteğe bağlı olarak katkı maddesi ve çeşni içeren hamurun şekillendirilip pişirilmesiyle elde edilen gıda mamulüdür. Şeker ve yağ bisküvideki temel ingredientlerdendir. Bisküvi hamurunun hazırlanması ile pişirilmesi esnasında yapısal ve dokusal özellikleri hayati derecede etkileyerek nihai üründe tipik bir yapı sağlarlar. Ayrıca diğer duyuşal fonksiyonlar yönünden de önemli

rol oynarlar [19]. Bisküvi, neredeyse toplumun her katmanında tüketilen en popüler fırıncılık ürünüdür. Bunun nedeni, ayaküstü tüketilebilmesi, pratik olması, farklı çeşitlerde üretilmesi ve uygun fiyatlı olmasıdır. Bisküvinin uzun raf ömrüne sahip olması, değişik lezzet ve çeşitlerde tüketiciye sunulabilmesi sebebiyle tüketimi gittikçe artmaktadır. Ayrıca bu nedenlerden dolayı öğün dışı beslenmede çok önemli bir yere sahiptir [2, 20]. Bisküviler, ekmek gibi temel gıda maddesi olarak düşünülmez, ancak bisküvilerin uzun raf ömrü büyük ölçekli üretime ve yaygın dağıtıma olanak tanır [21]. İşlenmiş gıdalar arasında, fırın ürünleri, özellikle bisküvi, son yıllarda tüm yaş grupları arasında kırsal ve kentsel alanlarda yaygın olarak popülerlik kazanmaktadır [5]. Fırın ürünlerinin birçoğu yüksek besleyici değere sahip farklı maddelerin eklenebildiği bir kaynak olarak kullanılmaktadır.

Son yıllarda bilincin artması ve sağlıklı besinlere yönelim, bisküvi gibi yüksek miktarda şeker ve yağ içeren ürünlerin tüketimini kısıtlamaktadır. Çünkü yapılan birçok çalışma ile şeker ve yağın aşırı tüketiminin obezite, yüksek kolesterol ve koroner kalp hastalıkları gibi birçok hastalıkla ilişkilendirilmektedir. Günümüzde daha sağlıklı bir hayat için tüketicilerin tercihleri düşük kalorili, yüksek lifli, düşük şeker, tuz içerikli ve daha az katkılı gıdalar yönünde olmaktadır [22].

Son yıllarda, ürünlere belirli işlevler kazandıran maddelerin araştırılması önem kazanmıştır. Son zamanlarda piyasada, özellikle fırıncılık endüstrisinde ürünlere belirli işlevler kazandıran bileşenleri araştırmak ve gıdalara fonksiyonel özellikler eklemek piyasada bir rekabet avantajı sağlamıştır [5]. Geçtiğimiz yıllarda, beslenme ve gıda konusundaki yanlış yaklaşımlar, görünüm bakımından çekiciliği yüksek ama besin değeri düşük ürünlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu durumun sonucu olarak toplumda yanlış beslenme alışkanlıkları gelişmiş ve eksik besin alımının getirdiği sonuçlar birçok sağlık sorununu ortaya çıkarmıştır. Yanlış beslenme ile hastalıkların oluşması arasındaki yakın ilişki fark edildiğinden, gittikçe yaygınlaşan obezite ve kalp damar hastalıklarında meydana gelen artışlar nedeniyle tüketicilerin aldıkları ürünlerden çeşitli yararlar sağlamayı beklemesi, fonksiyonel gıda üretimi ve tüketimini arttırmıştır. Bu şekilde, sağlık için yararlı bileşenler içeren fonksiyonel gıdalar geliştirilmeye başlanmıştır. Fonksiyonel gıdalar, temel besin öğelerinin yanı sıra sağlık üzerinde faydalı etkilere sahip fonksiyonel bileşenleri içerir. Son yıllarda, beslenme ve gıda biliminde yapılan çalışmalar ile vücudumuza faydalı bazı doğal maddelerin ve

ekstraktların ürünlere katılmasıyla bazı eksikliklerin giderilmesi ve bu eksikliklerden dolayı meydana gelen rahatsızlıkların önlenmesi fikri ortaya atılmıştır. Dünya çapında fonksiyonel gıda pazarları hızlı bir şekilde büyümektedir [23]. Genellikle gıdaları daha besleyici ve sağlıklı yapma girişimleri yağ, şeker ve enerji seviyesini azaltmaya yönelik çalışmalar ile olmaktadır [10, 24]. Genellikle çocuklar tarafından çokça tüketilen ve öğün dışı beslenmede yetişkinlere de hitap eden bisküvi, yararlı fizyolojik maddelerin eklenmesi kolay kabul edilen önemli bir kaynak olarak görülmektedir. Bu sayede gıdanın fonksiyonel ürün haline getirilmesi, bu ürünlerin tüketimi ile bileşenlerin de vücuda alınmasını sağlanacağından önemlidir [25].

1.4.2. Keçiboynuzu

Keçiboynuzu ağacı (*Ceratonia siliqua* L.) *Leguminosae* (*Fabaceae*-Baklagiller) familyasından *Caesalpinaceae* alt familyasına ait ve antik çağlardan bugüne var olan, çevresel ve ekonomik olarak önem taşıyan bir bitkidir. Büyük ölçüde Akdeniz bölgesinde yetişir. Kabukları ve tohumları gıda, farmasötik ve kozmetik endüstrisinde ham madde olarak kullanılır [10]. Türkiye'de keçiboynuzu, harnup, boynuz isimleriyle de bilinmektedir. Birçok ülkede çeşitli isimlerle anılmaktadır. Yahya Peygamber'in (John the Baptist) çölde 40 gün boyunca keçiboynuzu yiyerek hayatta kaldığı rivayet edilip Avrupa'da "Yahya Peygamberin Ekmeği" (St. John's bread) olarak da bilinmektedir [26]. Keçiboynuzunun çekirdeklerinin ağırlıkları aynı olduğu için eskiden ağırlık ölçüsü olarak kullanılmıştır. 4 keçiboynuzu çekirdeği 1 dirheme karşılık geldiğinden kullanılan 'İki dirhem bir çekirdek' sözü buradan gelmektedir. Ayrıca keçiboynuzu Arapça 'da 'kirat' anlamına geldiğinden, kuyumculukta elmas gibi mücevherlerde birim olarak kullanılan 'karat' ya da 'kirat' adını keçiboynuzundan almıştır [27].

Şekil 1.1'de gösterilen keçiboynuzu ağacı fasulye benzeri bir meyveye sahip ve az bakım gerektiren, kuraklığa dayanıklı, uzun ömürlü baklagil ağacıdır. Aynı zamanda uç topraklarda erozyonun yönetilmesinde ağaçlandırma için değerli bir kaynaktır [28]. Keçiboynuzu ağaçlarına sıklıkla kıyı kesiminden 1-2 km mesafede rastlanmakta ve 600-700 m yükseklikteki iç bölgelerde de doğal olarak bu meyve türüne rastlanabilmektedir. Akdeniz ikliminde, diğer türlerin yetişemediği elverişsiz kurak, fakir ve kalkerli toprak koşullarına uyumlu olması, her daim yeşil olması sebebiyle peyzaj bakımından önemli

olması, yapraklarının yangına dayanıklı olması gibi nedenden dolayı orman alanlarında yangın koruma hattında set bitkisi olarak değerlendirilmesi, meyve ve tohumlarının ise sanayinin birçok dalında kullanılması keçiboynuzu ağacının önemini arttırmaktadır. Yapılan çalışmalar keçiboynuzu ağaçlarının sahip olduğu özelliklerinin yanısıra dayanıklı olmasından dolayı bozulmuş toprak yapısının geri kazandırılması ve çölleşmenin engellenmesinde etkili olduğunu göstermiştir. Küresel ısınmadan dolayı dünyadaki su miktarının her geçen gün azalması keçiboynuzu gibi kuraklığa dayanıklı türlerin öneminin gittikçe artacağı düşünülmektedir [7].



Şekil 1.1. Keçiboynuzu ağacı

Keçiboynuzu meyvesi Şekil 1.2’de görüldüğü üzere açık koyu kahverengi renkli, dikdörtgen, basık, düz veya hafif kavisli ve kalın kenarlıdır. Uzunluğu 10-20 cm, genişliği 1.5-2 cm arasında değişir. Olgunlaşmamış hali yeşil, nemli ve sıkıdır, ancak olgunlaşmış hali tatlıdır. Bir meyvede 10-15 adet çekirdek (tohum) vardır. Tohum, kahverengi dış kabuk, kabuğun hemen altında endosperm ve embriyo olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır [29]. Meyvenin etli kısmının karakteristik bir kokusu vardır, bunun nedeni %1,3'lük izobütirik asit içeriğidir [30]. Meyveler Mayıs ayında büyümeye başlar ve Haziran-Temmuz aylarında olgunlaşır. Meyve olgunlaştıktan sonra rengi yeşilden kahverengiye dönüşür. Olgunlaşan meyveler Eylül ayı gibi hasat edilmeye başlar ve hasat mevsiminin koşullarına göre Kasım- Aralık ayına kadar devam edebilir [26].



Şekil 1.2. Olgunlaşmadan önce ve sonra keçiboynuzu meyvesi

Tablo 1.1’de bazı ülkeler için keçiboynuzu meyvesinin üretim alanları ve miktarları belirtilmiştir. Dünyada keçiboynuzu çoğunlukla Akdeniz ikliminin görüldüğü İspanya, İtalya, Fas, Portekiz, Yunanistan, Kıbrıs ve Türkiye gibi ülkelerde yetişmektedir [6]. Dünya keçiboynuzu üretimi 2013 yılı itibariyle 145.424 ton olarak gerçekleşmiş ve bu üretimde, 40.000 ton ile İspanya ilk sırada yer almakta ve bunu 23.000 ton ile Portekiz, 22.000 ton ile Yunanistan, 20.500 ton ile Fas ve 14.261 ton ile Türkiye izlemektedir. Türkiye, yıllık ortalama üretimiyle dünya çapında keçiboynuzu üreten başlıca ülkelerden biridir ve dünya toplam üretiminin %10’unu oluşturmaktadır [31]. Kıtalar bazında incelendiğinde ise toplam keçiboynuzu üretiminin %16.8’i Afrika, %17.8’i Asya ve %65.4’ü Avrupa kıtasında üretilmektedir. Ülkemizin 2015 yılı bitkisel üretim rakamları temel alındığında, keçiboynuzu üretiminin 12.851 ton ile Akdeniz Bölgesi ve Ege Bölgesi üretimin yoğun olduğu bölgelerdir. Ege Bölgesinde il olarak yetiştiricilik Muğla ve Akdeniz Bölgesi’nde ise Adana, Mersin, Antalya illerinde yoğunlaşmıştır. Toplam üretim olarak İller bazında üretim alanı incelendiğinde, 281.2 ha ile Adana en yüksek alana sahip olurken, üretim miktarı bakımından 6.092 ton ile Mersin ilk sırada yer almaktadır [7].

Tablo 1.1. 2013 yılı ülkelere göre keçiboynuzu üretim alanı, miktarı ve oranları [7]

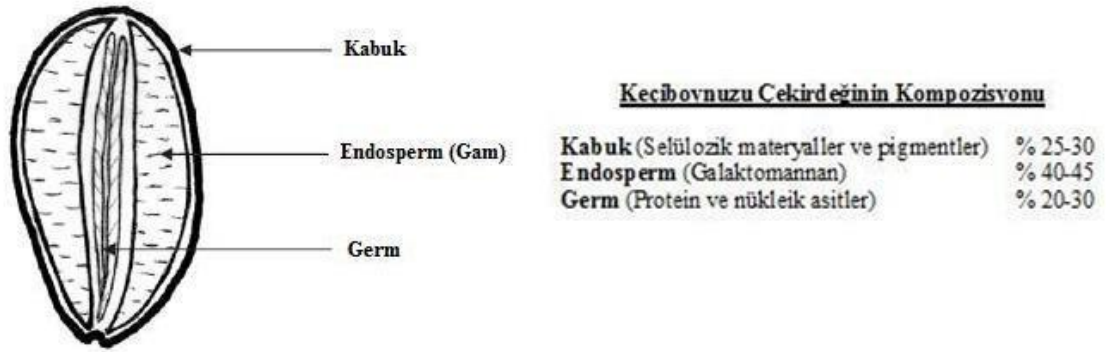
Ülkeler	Üretim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)	Oran(%)	
			Alan	Üretim
İspanya	43.000	40.000	52.27	27.51
Portekiz	9.800	23.000	11.91	15.82
Yunanistan	5.600	22.000	6.81	15.13
Fas	9.750	20.500	11.91	14.10
Türkiye	3.000	14.261	3.65	9.81
İtalya	5.768	9.445	7.01	6.49
Kıbrıs	1.637	9.120	1.99	6.27
Diğer*	3.656	7.098	4.44	4.88
Dünya	82.261	145.424	100	100

*Cezayir, Lübnan, Tunus, Hırvatistan, İsrail, Ukrayna, Meksika

Şekil 1.3'te görülen keçiboynuzu meyvesi, iki ana bölümden oluşur: kabuk (meyve et kısmı) ve tohumlar [10]. Meyve et kısmı ağırlıkça %90'ını ve çekirdek kısmı da ağırlıkça %10'unu oluşturur. Ayrıca keçiboynuzu çekirdeği ağırlıkça kabuk (%16-20), endosperm (%42-46) ve embriyodan (%23-25) oluşur. Keçiboynuzu tohumlarının yapısı ve bileşimi Şekil 1.4'de verilmiştir. Keçiboynuzu tohumları son derece serttir ve keçiboynuzu endospermi ağırlığının %30-40'ı kadar mannoz ve galaktoz şeker ünitelerinden oluşmuş bir polisakkarit olan galaktomannan içerir ve bu E 410 olarak bilinen keçiboynuzu gamı üretiminde kullanılır [32].



Şekil 1.3. Keçiboynuzu meyvesi ve çekirdeği



Şekil 1.4. Keçiboynuzu çekirdeğinin yapısı ve bileşimi [33]

Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi Tablo 1.2’de gösterilmektedir. Keçiboynuzu meyve eti sakkaroz, glikoz, fruktoz ve maltoz içeren yüksek toplam şeker içeriğine (%30-48) sahiptir. Ek olarak %18 selüloz ve hemiselüloz içerir [32]. Ayrıca düşük protein (%3-4) ve yağ (%0,4-0,8) içeriğiyle karakterize edilir [8]. Düşük protein miktarına rağmen keçiboynuzu meyvesi insan sağlığında önemli rol oynayan aspartik ve glutamik asitler, alanin, valin gibi besleyici olarak önemli amino asitleri içermektedir [30]. Keçiboynuzundaki çekirdeklerden elde edilecek protein izolatları sahip olduğu yüksek aminoasit içeriği sebebiyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olabilir ve protein içeriği yüksek fonksiyonel gıda üretiminde kullanılmak için de çok iyi bir alternatif oluşturabilir [33]. Kabuk kısımları yüksek şeker içeriğinden dolayı insan beslenmesinde tatlılarda, bisküvide, işlenmiş içeceklerde ve çiftlik hayvanlarının beslenmesinde uzun yıllardır kullanılmaktadır Kabuk kısmı ayrıca yüksek oranda diyet lifi ve polifenoller içerir [28]. Keçiboynuzu püresi endüstride önemli şeker kaynağı olarak kullanılabilir [30]. Tarihsel olarak şeker içeriği yüksek olduğu için kahverengi kabuk kısmı özellikle antik zamanlarda çocuklar için şeker olarak veya savaş gibi acil durumlarda yiyecek olarak tüketilmekteydi [34].

Yüksek glisemik indeksin (GI) kronik hastalık riskini arttırdığı belirlenmiştir. Glisemik indeksi yüksek gıda alımı yemek sonrası kan glikoz düzeylerini yükselterek yüksek insülin talebine sebep olabilir. Bazı çalışmalar, düşük glisemik indeksli gıda tüketiminin, kan şekerini kontrol ettiğini ve lipid profilini iyileştirdiğini göstermiştir. Yavaş sindirilen karbonhidratların beslenmede yer alması ile genelde şeker hastalığı ve hiperlipidemi gibi metabolik bozuklukların diyetle tedavisinde yararlı olduğu düşünülmektedir. GI kavramının benimsenmesi, yemek sonrası glisemi kontrolünü mümkün kılarak sağlığın korunması ve hastalıkların önlenmesinde yardımcı olabilir. Bu

sebeple son zamanlarda diyetlere olan ilginin artması ile yalnızca alınan besinlerin enerjisi ve besin değerleri değil aynı zamanda yemek sonrası insülin tepkisi üzerinde de durulmaktadır. Diyet liflerinin düzeylerini ve bu ürünlerin glisemik kontrol üzerindeki etkisini belirlemek büyük önem taşır. Yapılan çalışmalar keçiyoynuzunun düşük glisemik indeksli gıda sınıfında olduğunu göstermiştir. Ağırlıklı olarak yüksek düzeyde çözünmeyen lif içeren yüksek lifli bir gıda olarak sınıflandırılır. Yüksek diyet lifi içeriği (%20-25) keçiyoynuzunu faydalı bir besin haline getirir [35]. Diyet lifince zengin bir diyetin, kandaki kolesterol ve glikoz seviyelerini azaltan fizyolojik etkileri olduğu bilinmektedir [34].

Tablo 1.2. Keçiyoynuzu meyvesinin bileşimi [36]

Keçiyoynuzu Bileşimi	100 g'daki değeri
Enerji	293 kcal
Su	12,22 g
Karbonhidrat	54,61 g
Şeker	36,89 g
Toplam lif	25,83 g
Protein	4,18 g
Toplam yağ	0,69 g
Vitaminler (mg)	
Niasin	1,897
Vitamin E	0,63
Riboflavin	0,461
B6	0,366
Vitamin C	0,2
Thiamin	0,053
Mineraller (mg)	
K	992
Ca	311
P	211
Mg	119
Na	5
Fe	2,20

Ayrıca keçiyoynuzu yüksek diyet lifinin yanı sıra mineral (K, Ca, P) ve vitamin (E ve niasin) içeriği ile önemli bir besin olarak görülmektedir [8]. Toplam mineral madde miktarı 16-20 mg/g arasında olan keçiyoynuzu meyvesinde mineral maddelerin dağılımına bakıldığında en önemli payı Tablo 1.2'de görüldüğü gibi potasyum almaktadır. Daha sonra miktar olarak kalsiyum ve fosfor ön plana çıkmaktadır. Daha az oranlarda ise magnezyum, sodyum, demir içermektedir [27].

İnsan vücudunda ve gıda sistemlerinde serbest radikal reaksiyonları oluşur. Serbest radikaller, reaktif oksijen ve azot türleri şeklinde normal fizyolojinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bedensel antioksidan savunma sistemi dengesizliğinin ve serbest radikal oluşumunun getirdiği oksidatif stres yüzünden bu reaktif türler fazla üretilebilir. Bu reaktif türler biyomoleküllerle reaksiyona girerek hücrel hasarlanmalara ve ölüme neden olabilir [17]. Oksidatif stres, lipidler, proteinler ve nükleik asitler gibi biyolojik makromoleküllerin oksidatif alterasyonu ile sonuçlanır. Oksidatif stresin yaşlanma ve dejeneratif hastalıkların patogeneğinde önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir [37].

Antioksidanlar, düşük konsantrasyonlarda mevcut olduğunda, oksitlenebilir substratlar ile bağlantılı olarak oksidasyon süreçlerini önemli ölçüde inhibe eder veya geciktirirken, çoğunlukla kendileri okside olan bir grup maddedir. Son yıllarda, insan hastalıklarının gelişimini oksidatif stresle ilişkilendiren bilgiler arttığından, antioksidanların rolü konusunda çalışmalar önem kazanmışlardır [38]. Epidemiyolojik çalışmalar, insan diyetindeki antioksidan etkili bileşiklerin oksidatif strese sebebiyet veren reaktif oksijen ve azot türleri tarafından insan vücudunda oluşabilecek hasara karşı korumada yararlı olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, insan diyetinde antioksidan alımının artırılması önemlidir ve bunu başarmanın bir yolu, gıdayı antioksidanlarla zenginleştirmektir [39]. Antioksidan olarak işlev yapabilen, besleyici olmayan ancak biyolojik olarak aktif ikincil bitki metabolitleri olan fenolik bileşikler, bitkiler aleminde yaygın olarak bulunur ve bitki kökenli pek çok yiyecek ve içecekte yer alırlar [30]. Polifenoller çoğunlukla flavon izomerleri, izoflavonlar, flavonoller, kateşinler ve fenolik asit türevleridir. Polifenoller geniş biyolojik özellikler sergilemektedir ve bunlar arasında en iyi bilineni antioksidan aktivitesidir. Fenolik antioksidanlar kanser, inflamatuvar, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar gibi dejeneratif hastalıkların ortaya çıkmasına neden olan ana faktörlerden biri olarak kabul edilen DNA, protein ve lipid gibi bazı önemli biyomoleküllerin oksidatif hasarını önler [8].

Tanenler, çok çeşitli gıdalarda ve bitki kaynaklı yemlerde bulunan kompleks polifenolik bileşiklerdir. Hidrolize olabilen tanenler yaygın olarak kateşin gibi polifenol olan çekirdek moleküllerle esterleştirilmiş gallik asit ya da elajik asit polimerleridir. Kondanse tanenler ise flavonoid polimerlerdir. Tanenler, meyvenin acı tadına katkıda bulunurlar ve bazı proteinler ile reaksiyona girerek veya sindirim proteolitik enzimlerini inaktive ederek sindirim sürecine müdahale edebilirler [18]. Çalışmalar tanenlerin antioksidan özelliklerinin altını çizmektedir ve serbest radikal ilişkili dejeneratif hastalıkların riskini azaltan ajan olarak kullanımına dikkat çekmektedir [40]. Keçiboynuzu 20'den fazla fenolik madde içermektedir. Fenolik maddelerden bazıları mirisetin ramnosit, kuersetin ramnosit, metil gallat, sinamik asit, mirisetin glikozit, gallik asit, ferulik asit, vanilik asit, prokateşik ve kafeik asittir [6, 9]. Keçiboynuzu meyvesinin kabuk kısımları fenolik bileşikleri, özellikle kondanse tanenleri içerir [41]. Keçiboynuzu meyvesindeki polifenollerin araştırıldığı bir çalışmada, keçiboynuzu meyvesindeki toplam polifenollerin konsantrasyonunun genetik ve çevresel faktörlere ve ekstraksiyon yöntemlerine bağlı olduğu ve 40 ile 320 mg GAE/100 g kuru ağırlık arasında değiştiği tespit edilmiştir [42]. Keçiboynuzu meyvesindeki polifenollerin araştırıldığı ve miktarının belirlendiği bir çalışmada, keçiboynuzu meyvesinin 44.82 mg GAE/100 g düzeyinde ekstrakte edilebilir toplam fenolik madde içerdiği ve bu maddelerin genel olarak gallik asit, hidrolize edilebilir tanenler, kondanse tanenler, flavonol glikozidler ve iz miktarda da izoflavonoidlerden oluştuğu tespit edilmiştir [43]. Keçiboynuzu meyvesinden D-pinitol eldesi ile ilgili bir çalışmada ise toplam polifenol miktarının 38,82 mg GAE/ 100 g düzeyinde olduğu belirtilmiştir [33]. Çekirdekteki embriyo kısmı ise yüksek konsantrasyonda toplam polifenol (40,8 mg/g) ve tanen (16,2 mg kondanse tanen/g ve 2,98 mg hidrolize olabilen tanen/g) içerir [18].

Tablo 1.3. Keçiboynuzunda bulunan bazı polifenolik bileşikler ve miktarları [33]

Fenolik bileşik	Miktar (mg/100g)
Gallik asit	17,41
Hidrolize edilebilir tanenler	2,63
Kondanse tanenler	1,48
Mirisetin türevleri	11,11
Kuersetin türevleri	5,33
Kaempferol türevleri	0,86

Bitkilerde yaygın olarak bulunan doğal fenolik madde sınıfında olan gallik asit, özellikle yağ oksidasyonunu yavaşlatmada etkili bir antioksidandır [6]. Toplam fenolik madde miktarının büyük bir çoğunluğunu gallik asit oluşturmaktadır. Keçiboynuzu meyvesinin içerdiği fenolikler antioksidan kapasitesi açısından değerlendirilebilir. Doğası ve önemi yeterince araştırılmamış keçiboynuzu doğal fenolikler için ucuz bir kaynak olarak gösterilmektedir [30].

Doymamış yağ asitleri hayvan metabolizması tarafından sentezlenemediği için dışardan alınmak zorundadır. Doymamış yağ asitleri beynin gelişimi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi ve koroner kalp hastalıkları için önem arz eden esansiyel yağ asitleridir [44]. Keçiboynuzu meyvesi Tablo 1.2’de belirtildiği gibi 0,69 g/100 g gibi çok az miktarda toplam yağ içermesine rağmen, çekirdeklerinden elde edilen özün doymamış yağ asitleri açısından zengin olduğu belirlenmiştir. %38,5 oleik asit (omega-9) ve %43,6 oranında linoleik asit (omega-6) içerdiği yapılan çalışmalar sonucu elde edilmiştir [45].

Diyabet (*Diabetes mellitus*), diyabetik nöropati ve kardiyovasküler hastalıklar gibi büyük komplikasyonlara sebep olan anormal yüksek plazma glikoz seviyeleri ile karakterize edilen yaygın bir hastalıktır. Vücudun kan şekeri seviyesini düzenleme yeteneğini etkileyen ve çoğunlukla çevresel veya genetik faktörlerin rol oynadığı metabolik bir durumdur. Tip 1 ve Tip 2 olmak üzere iki tipi mevcuttur. Tip 1 diyabetteki sorun insülin hormonunun yeteri kadar salgılanmaması veya hiç salgılanmamasıdır. Tip 2 diyabette ise Tip 1’den farklı olarak insülin hormonu salgılanır fakat vücuttaki hücreler bu hormona karşı direnç gösterir. İnsülin hormonu, vücutta kandaki glikoz seviyesini düzenleme, hücre büyümesi ve elektrolit dengeyi sağlama ve yağ metabolizmasını düzenleme gibi hayati önem taşıyan fonksiyonlara sahiptir [6, 46].

D-pinitol farklı bitkisel kaynaklarda bulunan ve hayvansal dokularda sentezlenemeyen bir şeker alkolüdür. Son yıllarda yapılan çalışmalar keçiboynuzu meyvesinin yüksek oranda D-pinitol içerdiğini ortaya koymuştur [33]. Keçiboynuzu meyvesinin biyoaktif bileşen olan D-pinitolün önemli kaynaklarından biri olduğu bilinmektedir. Çalışmalar keçiboynuzu meyvesinden elde edilen ekstraktların 11,98 g/L D-pinitol içerdiğini göstermektedir [47]. Keçiboynuzu meyvesindeki biyoaktif bileşen olan D-pinitol, metabolizmada insülin gibi davranarak kandaki glikoz seviyesini düşürerek dengeleme

özelliğine sahiptir [6]. Keçiboynuzu meyvesinin şeker içeriği yüksek olmasına rağmen, sahip olduğu D-pinitol ile Tip 2 şeker hastalıklarının önlenmesinde kullanılabilceği fikrini oluşturmaktadır [7]. Keçiboynuzu içerdiği D-pinitol ile tüm dünyada yaygın bir hastalık olan diyabet için etkili ve fonksiyonel gıdalar üretilebilecek potansiyele sahiptir [6]. Yapılan çalışmalar ile D-pinitolün kandaki LDL ve VLDL seviyelerini düşürdüğü ve HDL seviyesini artırarak antihiperlipidemik etki gösterdiği belirtilmiştir [45].

Bütün bu sahip olduğu olumlu fonksiyonlarına rağmen keçiboynuzu, izobütirik asit (6,3-9,4 g/kg kuru madde) içerir. Bu bileşik bazı tüketiciler tarafından pek beğenilmeyen keçiboynuzunun kendine has aromasından sorumludur [32]. Dolayısıyla yüksek oranda keçiboynuzu türevlerinin ürünlerde kullanımı, ürünün kabul edilebilirliğini düşürebilir. Bu durumda karakteristik keçiboynuzu aroması ilave edilecek başka aromalarla maskelenebilir.

1.4.3. Keçiboynuzu Kullanım Alanları

Yapılan çalışmalar keçiboynuzu ağacının yaprağı, ağacı, meyvesi, çiçeği, kökü ve gövde kabuğu gibi neredeyse tüm kısımlarının insan ve hayvan beslenmesinde hammadde olarak kullanılabilceğini ayrıca peyzaj, mobilya endüstrisi, arıcılık ve sağlık alanlarında kullanılabilcek önemli bir bitki olduğunu göstermiştir [7]. Keçiboynuzu pulpundan şeker şurubu veya pekmezi, kakao yerine kullanılan kavrulmuş veya kavrulmamış keçiboynuzu tozu ya da özellikle tanen bakımından zengin antidiyaretik preparatlar gibi farklı insan gıdaları elde edilebilir [43].

Keçiboynuzu tohumlarından ve meyvesinden çeşitli ürünler üretilir ve keçiboynuzunun ekonomik önemi tohumlarından üretilen keçiboynuzu gamının endüstride kullanımından gelir. Meyveleri ise sofralık tüketimin yanı sıra, endüstride pekmez yapımında, öğütülmüş un hali ise dondurma, kek, bisküvi gibi şekerli gıdalarda tatlandırıcı ve kakao yerine kullanılabilmekte, kahve gibi de içilebilmektedir. Ayrıca keçiboynuzu meyvesi hayvan yemi karışımlarında kullanılan oldukça değerli bir besindir [48]. Gıda endüstrisinde en yaygın kullanılan keçiboynuzu ürünü doğal gıda katkı maddesi olarak yaygın kullanılan (E410), tohumun endosperm kısmından üretilen keçiboynuzu gamıdır [49]. Bu gam galaktomannan içerir ve dondurma, şekerleme ve çorbalarda doğal katkı maddesi olarak kullanılır [28]. Bu gam kıvamlaştırıcı, stabilizatör veya kaplama maddesi olarak çeşitli ürünlere eklenir ve gıda dışı sanayide artan ticari uygulamalar bulmuştur [10]. Son yıllara kadar keçiboynuzu genellikle

üretildiği bölgelerde tüketildiği için özellikle pekmez ve un olarak piyasaya sürüldükten sonra tüm ülkede tüketilir hale gelmiştir. Keçiboynuzu meyvesinin şeker içeriği şeker kamışından daha fazladır. Bu nedenle özellikle pekmez imalatı yapılabilen işletmelerde ürün olarak işlenmektedir. Gerek pekmez gerekse un formundaki ürünlerin insan sağlığı açısından birçok faydası ve beslenmede önemli bir yeri vardır [50].

İnsanlar her gün düzenli olarak tükettikleri kahve, çay, gazlı içecekler, çikolata ve çikolatalı ürünler, kakao ve sakız gibi yiyecek ve içeceklerden, metilksantin olarak bilinen kafein, teobromin ve teofilini almaktadır. Metilksantinlerin merkezi sinir sistemi, kardiyovasküler sistem, gastrointestinal sistem, solunum sistemi ve böbrek sistemleri dahil olmak üzere çeşitli vücut sistemlerine fizyolojik etkileri vardır [51]. Keçiboynuzu unu çikolata benzeri görünüşü olan doğal bir tatlandırıcıdır; bu nedenle genellikle kakao ikame maddesi olarak kullanılır. Keçiboynuzunu çikolatada kullanmanın avantajı, keçiboynuzunun, kafein ve teobromin içermeyen bir madde olmasıdır. Kakao yüksek oranda yağ (%23) ve düşük oranda lif (%5) içermektedir. Keçiboynuzunun çikolata ikamesi olarak birçok üründe kullanılabileceği ve kakaoya göre daha düşük oranda yağ içeriği ile kakaoya göre daha avantajlı olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir [7]. Keçiboynuzu unu diyetetik insan gıdası olarak veya çölyak hastaları için hububat türevi gıdalarda potansiyel bir bileşen olarak kullanılır. Keçiboynuzunun karakteristik olarak önemli olan başlıca ürünleri, sağlıklı ürünler üretiminde kullanılabilen keçiboynuzu unu ve pekmezdır [9]. Ayrıca yapılan araştırmalar özellikle çocuklarda, bakteri ve virüs kaynaklı diyarede, diyete keçiboynuzu unu veya pekmezinin eklenmesi ile diyare süresinin kısaldığı belirlenmiştir [6].

Keçiboynuzu meyvesinden elde edilen un veya pekmez kullanılarak, gıdaların bazı özelliklerinin iyileştirilmesi veya zenginleştirilmesi üzerine birçok çalışma vardır. Keçiboynuzu unu, yulaf ve elma lifleri gibi bileşenler eklenerek fonksiyonel hale getirilen bisküvilerin özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada keçiboynuzu unu eklenmiş bisküvilerin kül miktarı referans örneklerle kıyaslandığında daha fazla bulunmuştur [4]. Keçiboynuzu unu ilave edilmiş tarhana ile ilgili çalışmada keçiboynuzu oranı arttığında örneklerin protein miktarının arttığı saptanmıştır [52]. Keçiboynuzu unu kullanılarak üretilen makarnanın özelliklerinin incelendiği çalışmada örneklerdeki keçiboynuzu unu oranı arttıkça toplam fenolik madde miktarında artış saptanmıştır [8]. Keçiboynuzu unu

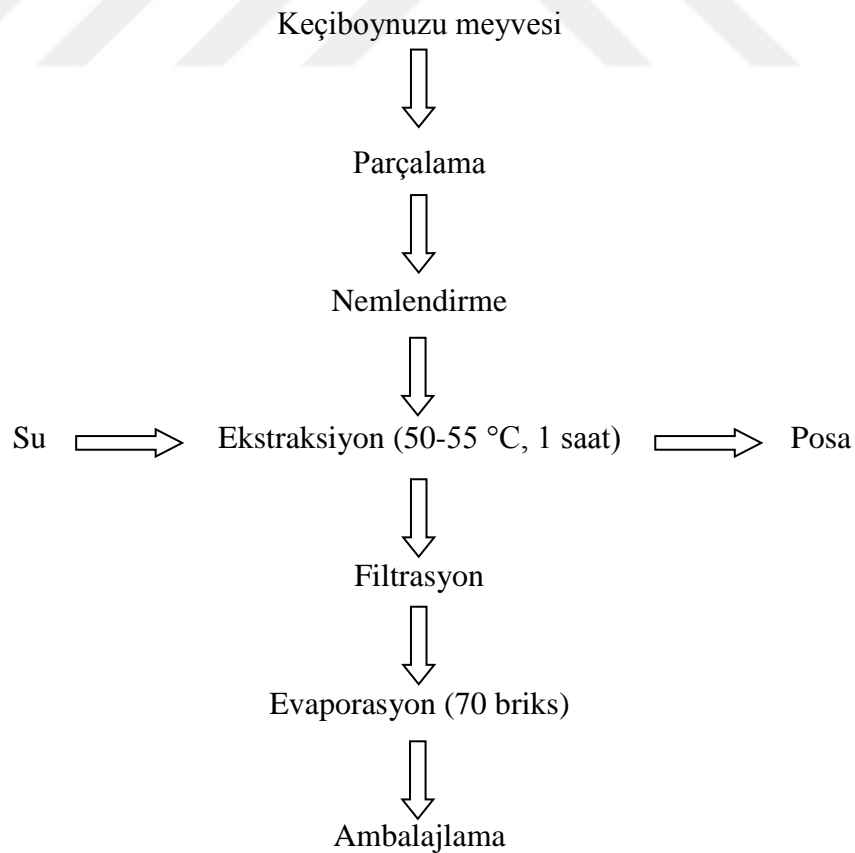
lifi ile zenginleştirilmiş makarnaların fiziksel ve antioksidan özelliklerinin araştırıldığı çalışmada keçiyoynuzu tozu eklenmesi örneklerin antioksidan değerlerinde artış sağlamıştır [41]. Keçiyoynuzu pekmezi kullanılarak pestil üretimi ile ilgili olan bir çalışmada keçiyoynuzu pekmezi oranı arttıkça pestil örneklerinin protein miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Yine aynı çalışmada %60 oranında keçiyoynuzu pekmezi eklenerek üretilen pestil örnekleri kontrolle kıyaslandığında K, Ca, Mg ve Na minerallerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca keçiyoynuzu pekmezi oranı arttıkça toplam fenolik madde miktarının arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarı ise %60 keçiyoynuzu pekmezi içeriğine sahip örnekte 11,22 mg gallik asit/g olarak tespit edilmiştir [53]. Farklı pekmez tiplerinin yoğurt formülasyonuna eklenmesini konu alan bir çalışmada eklenen keçiyoynuzu pekmezi oranının artması ile potasyum ve demir miktarlarında artış saptanmıştır [54]. Keçiyoynuzu unu kullanılarak yoğurt üretiminde kullanılacak süt zenginleştirilmiş ve bu ürünün kalite kriterleri incelenmiştir. Sonucunda, son ürünün antioksidan miktarının arttığı ve duyuşal açıdan kötü yönde bir değişim olmadığı saptanmıştır. Keçiyoynuzu özütünün, etil alkolün hücreleri üzerinde sebep olduğu oksidatif strese karşı etkisinin fareler üzerinde yapılan çeşitli deneyler ile araştırıldığı bir çalışmada, keçiyoynuzu ekstraktının karaciğer hücreleri üzerinde koruyucu etkisi olduğu saptanmıştır [55].

1.4.4. Keçiyoynuzu Pekmezi

Pekmez şeker veya diğer katkı maddeleri eklenmeden kaynatılarak üretilen, konsantre edilmiş ve raf ömrü uzatılmış meyve suyudur. Pekmez, Türkiye'de geleneksel gıda ürünlerinden biridir ve sıklıkla üzüm ve duttan, çözünür kuru madde içeriği 70-80 briks olana kadar konsantre edilerek üretilir [56]. Elma, keçiyoynuzu, erik, kayısı, şeker pancarı, incir ve üzüm gibi yüksek miktarda şeker içeren meyveler, pekmez üretiminde ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Pekmez, yüksek miktarlarda şeker, mineral ve organik asit içerdiğinden, insan beslenmesi için çok önemli bir gıda ürünüdür. Üzüm gibi çeşitli meyvelerin pekmezinin gıdalara eklenmesi uzun bir süredir fırıncılık endüstrisinde tatlandırıcı takviyesi ve renk, hacim ve raf ömrü arttırıcı olarak kullanılmaktadır [57].

Keçiyoynuzu pekmezi çikolataya benzer bir lezzet ve görünüme sahip doğal bir tatlandırıcı olması sebebiyle çoğunlukla çikolata veya kakao ikamesi olarak kullanılır [56]. Daha çok küçük işletmelerde geleneksel yöntemlerle üretilen keçiyoynuzu

pekmezi, son yıllarda endüstride teknoloji transferi ve iyileştirmeler konusunda bazı çalışmalar yapılarak büyük işletmelerde sanayiye yönelik üretimler artmıştır [58]. Keçiboynuzu pekmezinin geleneksel üretimi ekstraksiyon durultma ve konsantre etme gibi temel aşamalardan meydana gelir. Şekil 1.6'da keçiboynuzu meyvesinden pekmez üretim aşamaları gösterilmektedir. Doğal haliyle preslenmesi mümkün olmayan keçiboynuzu meyvesi su ile ekstrakte edilmekte ve elde edilen ekstrakt konsantre edilerek pekmeze işlenmektedir. Genellikle keçiboynuzu gamı üretiminde kullanılmak üzere çıkartılan çekirdeklerden sonra kalan keçiboynuzu kırmacı kullanılmakta ve çoğu kez 1/5 ile 1/10 arasında su ile karıştırılarak ekstraksiyon gerçekleştirilmektedir. Ekstrakte edildikten sonra elde edilen %10-12 çözünür kuru madde içeren ekstrakt 70 brikse kadar evapore edilir [11]. Birçok büyük işletmede konsantrasyon işlemi vakum altında yaklaşık 550 mmHg gibi düşük basınçta ve sıcaklıkta (80-85°C) gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde üretilen pekmezlerde yanma ve karamelizasyon daha düşük düzeyde veya tamamen ortadan kalktığından dolayı pekmezler sağlık açısından daha faydalı şekilde üretilebilmektedir [59].



Şekil 1.5. Keçiboynuzu pekmezinin üretimine ait akış şeması [11]

Keçiboynuzu pekmezinin bileşimi Tablo 1.4'te gösterilmektedir. Keçiboynuzu meyvesinde olduğu gibi pekmezinde de bulunan şekerler keçiboynuzu pekmezini beslenme açısından önemli bir besin haline getirmektedir [7]. Tablo 1.4'te görüldüğü gibi toplam şeker içeriği 62,80 g/100 g'dır. Şeker içeriğinin önemli bir kısmının da monosakkaritlerden oluşması sindirim sisteminde kolaylıkla emilimini sağlamaktadır. Monosakkaritler vücutta minimal sindirim gerektirir ve ince bağırsaktan kolaylıkla kan dolaşımına sokulur. Bu nedenle, pekmez yüzyıllar boyu soğuk havalarda ana enerji kaynağı olarak kullanılmıştır [58]. Glisemik indeksi yüksek besin tüketimiyle yemek sonrası kan glikoz seviyelerinde ani yükselmeler olabilir ve yüksek insülin talebine sebep olabilir. Bu sebeple diyetlerde düşük glisemik indeksli besinlerin yer alması tavsiye edilir. Pekmez diğer şeker içeren gıdalara ve bala göre daha düşük glisemik indeks değerine sahiptir. Keçiboynuzu pekmezinin glisemik indeksi 55 olup, bu değeri ile düşük glisemik indeks grubundadır. Basit şekerlerden fruktoz, sakkaroz ile kıyaslandığında daha düşük glisemik indekse sahiptir [60, 61].

Son yıllarda, keçiboynuzu pekmezinin içerdiği K, Ca, Fe, P ve Mg gibi yararlı mineraller, keçiboynuzu pekmezinin tercih edilirliğinde artışa sebep olmaktadır [56]. Zengin mineral kompozisyonu nedeniyle de büyüme çağındaki çocuklar, sporcular, hamileler ve emziren anneler için önemli ve besleyici bir gıda maddesi olarak tanımlanmaktadır. Mineral içeriğine bakıldığında özellikle potasyum en yüksek değere sahiptir. Potasyumu sırasıyla kalsiyum, fosfor ve magnezyum takip etmektedir [11]. Doğal besinleri içeren beslenme ile gelen potasyumun, insanlarda damar ve kalp hastalıkları gibi önemli sağlık sorunlarını önlediği ve azalttığı bilinmektedir [6]. Kalsiyum bakımından da zengin bir mineral kaynağı olması sebebiyle osteoporoz rahatsızlığı olan hastalarda kalsiyum ihtiyaçlarının karşılanması açısından çok önemli bir destekleyicidir [7]. Gözlemsel çalışmalarda, kalsiyum, potasyum ve magnezyum alımı, kan basıncıyla veya hipertansiyon riski ile ters orantılı olmuştur; klinik çalışmalarda potasyumun en güçlü hipotansif etkilere sahip olduğu bulunmuştur. Bu katyonların yüksek miktarda alınması inmeyi önleyebilir, çünkü hipertansiyon inme için güçlü bir risk faktörüdür [62].

Ayrıca, keçiyoynuzu pekmezi zengin fenolik içeriğinden dolayı fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilebilir [56]. Keçiyoynuzu pekmezi meyveden gelen polifenollerce zengin bir gıdadır. Çalışmalar bu polifenollerin antidepresan olarak etkili olabileceğini göstermiştir [7]. Fenoliklerin ve flavonoidlerin, antioksidan ve antimutajenik özelliklerine bağlı olarak sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir [58]. Yapılan çalışmalarda keçiyoynuzu tohumlarının kırmızı şaraptan daha etkili antioksidan kaynağı olduğu rapor edilmiştir. Öte yandan, keçiyoynuzu pekmezinin antioksidan potansiyeli nedeniyle lipid peroksidasyonunu geciktirerek ürün raf ömrünü uzatabileceği gösterilmiştir [57]. Sahip olduğu sağlıklı yaşama destek olan bileşenleri ve zengin besin değerleri göz önüne alındığında; keçiyoynuzu pekmezinin insanların beslenmesinde daha fazla yer alması gerektiği ve sağlıklı yaşam kalitesi üzerine önemli katkıda bulunma potansiyelinin söylenebilir [7].

Tablo 1.4. Keçiyoynuzu pekmezinin bileşimi [63]

Keçiyoynuzu Pekmezi Bileşimi	Değer
Toplam kuru madde (g/100g)	72,18
Toplam şeker (g/100g)	62,80
Sakkaroz (g/100g)	45,00
İnvert şeker (glikoz ve fruktoz) (g/100g)	17,05
Toplam fenolik bileşen (mg GAE/g)	1,62
Protein (g/100g)	1,18
HMF (mg/kg)	1,53
Mineraller (mg/100g)	
K	1057
Ca	324,9
P	77,8
Mg	55,6
Na	17,1
Fe	1,4

1.4.5. Tarçın

Tarçın yaygın olarak Güney Asya, Avusturalya ve Güney Amerika'da yetişen *Lauraceae* familyasına ait *Cinnamomum* cinsi ağaçların iç kabuklarından elde edilir [12]. Ormanlarda 400-1500 m arasındaki yüksekliklerde yetişen endemik bir ağaçtır [64]. En yaygın olarak incelenen çiçekli ailelerden biridir ve yaklaşık 250 tür içerir. Bu ailenin üyeleri, 10-17 m yüksekliğe kadar, daima yeşil olan ağaçlardır [65]. Tarçın, ağaçların dal ve gövdelerindeki kabukların dışı sıyrıldıktan sonra geriye kalan iç kabuğunun kurutulduktan sonra öğütülmesi ile elde edilir. Ayrıca Şekil 1.7'de görüldüğü üzere tarçın, piyasada sadece toz tarçın olarak değil kabuk tarçın olarak da yer alır. Kabuk kısımlarının rulo gibi kıvrılmasıyla da çubuk tarçın elde edilir. Tarçının kuvvetli, keskin ve uzun süre devam eden bir kokusu vardır ve tadı da tatlımsı yakıcıdır. Bu özelliklerinden dolayı genelde tatlılarda yaygın kullanılan bir baharattır [13].



Şekil 1.6. Kabuk ve toz tarçın

Tarçın pasta ve tatlı gibi fırın ve pastacılık ürünlerinde sentetik gıda koruyucularına alternatif olarak kullanılabilir. Ağızda ferahlatıcı etkisi ve ağız kokusunu giderme gibi özelliklerinden dolayı, bir lezzet maddesi olarak sakızlarda kullanılabilir. Aromatik bitkiler, özellikle tarçın, protein, lif, uçucu bileşenler, vitaminler (A, C ve B), mineraller (Ca, P, Na, K ve Fe) gibi hastalıkların önlenmesinde ve sağlığı geliştirmede önemli olduğu bilinen kimyasal bileşikler içerir [14].

Yaygın olarak Çin, Vietnam, Sri Lanka, Madagaskar, Hindistan, Orta Doğu ve Arap ülkelerinde kullanılan önemli geleneksel bir bitkisel ilaçtır. Tarçın, mutfak kullanımına ilaveten diğer hastalıkların yanı sıra mide ve gastrointestinal şikayetlerin tedavisinde kullanılmaktadır [66]. Geçmişte, bitkiden elde edilen uçucu yağların halk tıbbında,

gıdaları lezzetlendirmede ve parfümlerde yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir [64]. Tarçın kabuğu çok miktarda işlevli uçucu yağ içerir. Bu yağlar büyük miktarda terpen ve aromatik bileşiklerden oluşur. Uçucu yağ içeriğinin önemli bir kısmını (%45-65) sinnamaldehit oluşturur [65]. Sinnamaldehit tarçındaki tatlı tattan sorumludur. Tatlı gıdalarda şekerin ve tarçının tatlı aromasını birleştirirken, gıdanın tatlılık hissini arttıran sinerjik bir etkisi vardır [14]. Sinnamaldehit, anti-tümöral ve anti-inflamatuar aktiviteler gibi çeşitli biyolojik etkiler sergiler [15]. Sinnamaldehitin merkezi sinir sistemi depresyonuna ve yüksek kan basıncına karşı çeşitli biyolojik aktivitelerinin yanı sıra analjezik etkisi rapor edilmiştir [65]. Çalışmalar tarçın yaprağı ve kabuğunun uçucu yağları ve oleoresinlerinin potansiyel antimikrobiyal ve antioksidan özellikler gösterdiğini saptamıştır [17]. Tarçının, oldukça iyi antiinflamatuvar [64], antioksidan [67], antikanser ve antibakteriyel özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Tarçın polifenolleri, esasen yoğunlaştırılmış tanenler (oligomerik ve polimerik prosiyanidinler), flavonollar ve fenolik asitler gibi monomerik fenolik bileşiklerden oluşur. Tarçının kardiyovasküler, kolesterol düşürücü ve antioksidan aktiviteler gibi faydalı sağlık özellikleri gösterdiği belirlenmiştir [15]. Tarçın özlerinin fenolik bileşenlerinin, oksidatif stresi azalttığı ve hayvanlarda bilişsel işlevi geliştirdiği öne sürülmüştür. Polifenollerin önemli doğal bir kaynağı olan tarçın, insanlarda kan şekerinin düzenlenmesine yardımcı olduğu bulunmuştur [65]. Günümüzde tarçın, farmasötik preparat, baharat, kozmetik, yiyecek, içecek, esans ve kimya endüstrisinde yaygın olarak kullanılmakta olup, önemli doğal bitki kaynaklarından biri haline gelmiştir ve önemli bir ekonomik değere sahiptir [16]. Antibakteriyel ve antioksidan özellikler gibi farmakolojik yararlarından dolayı tarçın Çin tıbbında önemli bir baharattır [12].

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bisküvi formülasyonlarında kullanılan keçiyoynuzu pekmezi üretici firmadan (Atışeri Ltd., Mersin), kullanılan un (Hatap), bitkisel margarin (Teremyağı, %59 yağ), şeker (Pan kristal şeker), kabartma tozu ve toz vanilya (Dr. Oetker), toz tarçın (Bağdat) ve rafine sofrata tuzu (Billur) Kayseri’de bulunan marketlerden temin edilmiştir.

2.2. Kimyasallar

Bu çalışmada kullanılan kimyasal malzemeler ve standartlar olan; gallik asit (G7384 Sigma), Trolox (238813 Aldrich); sodyum hidroksit (106498 Merck), etil alkol (100983 Merck), Kjeldahl tableti (115348 Merck), sülfirik asit (100731 Merck), borik asit (100165 Merck), metanol (106009 Merck), Folin & Ciocalteau reaktifi (109001 Merck), sodyum karbonat (106392 Merck), DPPH (D9132 Aldrich), petrol eteri (101775 Merck), hekzan (104368 Merck), p-toluidin (236314 Aldrich), barbitürik asit (842116 Merck), izopropanol (24137 Sigma-Aldrich), Carez 1 çözeltisi (CB2260 ChemBio), Carez 2 çözeltisi (CB2261 ChemBio) analitik saflıkta aracı firmalar vasıtasıyla temin edilmiştir.

2.3. Yöntem

2.3.1. Bisküvi üretimi

Bisküviler AACC 10-54 metodunda bazı değişiklikler yapılarak üretilmiştir [68]. Kullanılan keçiyoynuzu pekmezi seviyesini belirlemek amacıyla bisküvi tatmaya alışkın 5 kişilik bir panelist grupta ön çalışmalar yapılmıştır. Keçiyoynuzu pekmezi kullanıldığında tatlılık seviyesinin kontrol bisküvi ile aynı düzeyde olması

hedeflenmiştir. Sonuç olarak formülasyondaki şekerin ağırlıkça %50'si ve %100'ü keçiboynuzu pekmezi ile değiştirilerek, sırasıyla K₁ ve K₂ örnekleri hazırlanmıştır. Formülasyonda kullanılan bileşen ve miktarları Tablo 2.1'de belirtilmiştir.

Keçiboynuzu meyvesinin sahip olduğu kendine has karakteristik aroması bazı tüketicilerce beğenilmemektedir. Örneklerin kabul edilebilirliklerini artırmak amacıyla K₁ ve K₂ formülasyonlarına tarçın eklenerek T₁ ve T₂ örnekleri hazırlanmıştır. Böylece keçiboynuzundan gelen farklı aroma baskılanarak örnekler daha kabul edilebilir hale getirilmesi hedeflenmiştir. Formülasyona eklenecek tarçın miktarı, tarçının hissedilebilir seviyede olmasına ve farklı aromayı maskeleyebilmesine bakılarak ön çalışmalar ile belirlenmiştir.

Bisküvi üretiminde öncelikle yağ ile şeker ve/veya pekmez laboratuvar tipi karıştırıcıda (KitchenAid, USA) önce 1. devirde 10 s, daha sonra 2. devirde 25 s karıştırıldıktan sonra diğer malzemeler eklenerek hamur kıvamı alana kadar 2 dk karıştırılmıştır. Daha sonra karıştırıcıdan alınan hamur 20-30 s elle yoğurulduktan sonra 2 mm kalınlığında açma makinesinde (Rondo Doge, Switzerland) açılıp 6 cm'lik daire şeklinde kalıplarla kesilerek şekil verilmiştir. Bisküviler fırında (Simfer M 4256 Turbo, Türkiye) 160 °C'de 15 dk pişirilmiştir. Fırından çıkarılan bisküviler oda sıcaklığında 30 dk boyunca tel üzerinde bekletilerek soğutulmuştur ve kilitli polietilen poşetlerde havası iyice alınmış bir şekilde oda sıcaklığında ve karanlık ortamda yapılan analizlere kadar depolanmıştır.

Her formülasyondan bir miktar örnek, depolamanın nem, renk, fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesindeki etkisini gözlemlemek amacıyla, kilitli polietilen poşetlere havası iyice alınmış şekilde yerleştirildikten sonra oda sıcaklığında ve karanlıkta kutularda 3 ay boyunca depolanmış ve analiz edilmiştir.

Tablo 2.1. Bisküvi formülasyonları

Bileşenler	Kontrol	K₁	K₂	T₁	T₂
Yağ	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g
Şeker	42 g	21 g	—	21 g	—
Keçiboynuzu pekmezi	—	21 g	42 g	21 g	42 g
Un	130 g	130 g	130 g	130 g	130 g
Su	50 g	32 g	32 g	32 g	32 g
Vanilya	5 g	5 g	5 g	5 g	5 g
Kabartma tozu	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
Tuz	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
Tarçın	—	—	—	1,5 g	1,5 g

2.3.2. Nem, kül, yağ, protein, su aktivitesi (a_w) ve pH analizleri

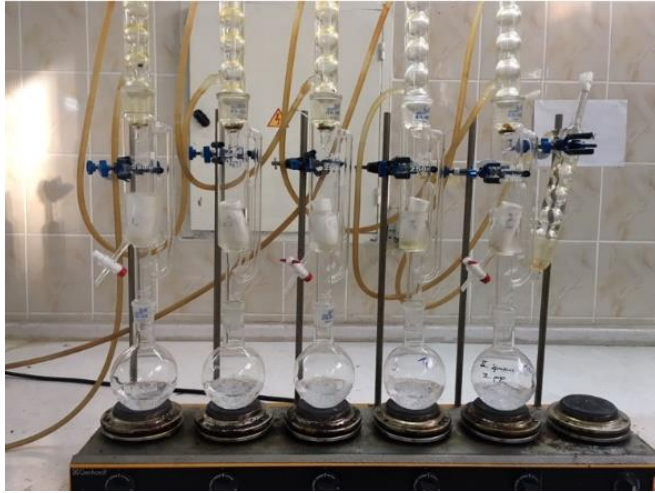
Bisküvilerde nem miktarı AACC 44-19 metoduna göre belirlenmiştir. Sabit tartıma getirilen krozelere 1 g örnek tartıldı ve 105°C’ de etüvde 6 saat bekletildi. Ağırlık değişimi olmayan örnekler desikatörde oda sıcaklığına geldikten sonra tartılarak nem miktarı % nem olarak hesaplanmıştır [68].

$$\text{Nem değeri (\%)} = \frac{\text{Son tartım} - \text{ilk tartım}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100$$

Kül miktarı AACC 08-01 metodu ile belirlenmiştir. Krozeler sabit tartıma getirildikten sonra 3 g örnek tartıldı ve 550 °C’de açık gri-beyaz kül rengi olana kadar bekletildi. Ağırlık değişimi kalmayan örnekler desikatörde soğutulduktan sonra kül miktarı % olarak hesaplanmıştır [68].

$$\text{Kül miktarı (\%)} = \frac{\text{Son ağırlık} - \text{dara}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100$$

Yağ miktarı Soxhlet yöntemi kullanılarak AACC 30-25 metodu ile belirlenmiştir. Analizde kullanılacak balonlar sabit tartıma getirildi. 5 g bisküvi örnekleri tartılarak kartuşlara yerleştirilmiştir. Şekil 2.3’teki Soxhlet düzeneği oluşturulmuştur. Çözücü olarak yaklaşık 1.5 sifon yapacak miktarda petrol eteri kullanılmıştır. 5 saat süren işlemde çözücü ile yağın alınması sağlanmıştır. 5 saatin sonunda balonlar etüvde ağırlık değişimi olmayana kadar bekletilmiştir. Yağ miktarı % olarak hesaplanmıştır [68].



Şekil 2.1. Yağ analizi için oluşturulan Soxhlet düzeneği

Protein miktarı Kjeldahl yöntemi ile ölçüme dayanan AACC 46-12 metodu kullanılarak belirlenmiştir. Protein analizinde azot çeviri faktörü olarak unlu ürünler için kullanılan 5,70 alınmıştır [68].

Su aktivitesi (a_w), gıda teknolojisinde önemli parametrelerden birisidir. Su aktivitesi nemden farklıdır ve gıdanın kalitesinde kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kararlılığı belirlemektedir [69]. Bisküvi örneklerini a_w 'si 24,5°C' de su aktivitesi cihazı (Aqua LAB, USA) kullanılarak ölçülmüştür.

Bisküvilerin pH değerleri için öncelikle öğütülmüş örneklerin su ile çözeltileri hazırlanmıştır. 250 ml'lik behere 25 g bisküvi tartılarak saf su ile 100 ml'ye tamamlandı. İyice karıştırılıp homojenize edildikten sonra pH metre elektrodu kullanılarak ölçüm yapılmıştır [70].

2.3.3. Renk analizi

Özellikle fırıncılık ürünlerinde renk, ürünlerin kabul edilebilirliği üzerinde etkili en önemli faktörlerden birisidir. Bu ürünlerde meydana gelen renk değişimi ürün formülasyonundaki şekerin karamelizasyonun ve mevcut şekerlerle proteinler arasında oluşan Maillard reaksiyonlarının sonucudur [27].

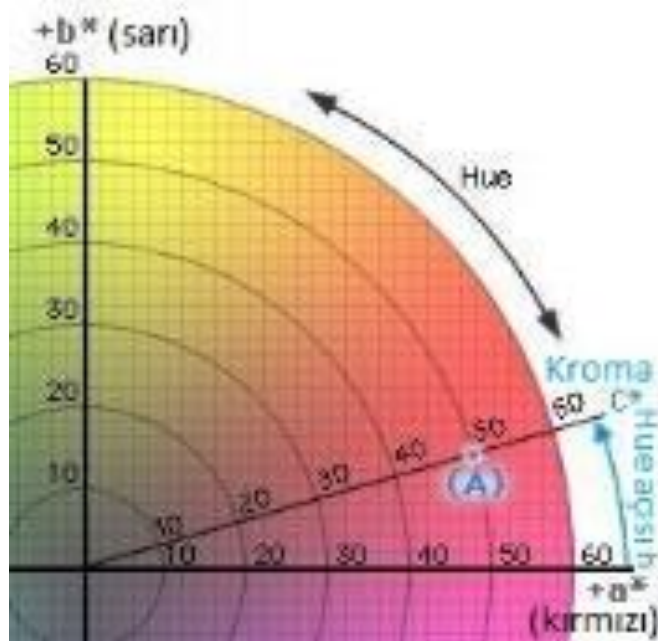
CIELAB renk sistemi, renkleri tanımlarken, insan gözündeki konik yapılı ışık algılama hücrelerinin üç tipte olduğu ve bunların mavi, yeşil ve kırmızı ışıklara hassas olduğu bilgisini temel alır. Sistem birbirinden bağımsız 3 eksen içerir: L^* , a^* ve b^* . Dikey L^*

ekseni renk koyuluk ve açıklığını ifade eder. 0 mükemmel siyahı temsil ederken, 100 ise beyazı temsil eder. Diğer iki eksenlerden, a^* değeri pozitif olduğunda kırmızı, negatif olduğunda ise yeşili ifade ederken; b^* değeri pozitif olduğunda sarıyı, negatif olduğunda ise maviyi temsil etmektedir [71]. Ayrıca a^* ve b^* eksenleri Şekil 2.3'te görüldüğü gibi kroma ve hue açısı hakkında bilgi verir. Kroma a^* ve b^* düzlemindeki bir noktanın merkeze uzaklığıdır. Kroma rengin matlığının ve canlılığının bir göstergesidir. Rengin griye veya saf renge ne kadar uzaklıkta olduğunu gösteren değerdir [72]. Kroma değeri arttıkça canlılık artar. Hue açısı ise a^* ve b^* düzleminde her bir noktanın azimut açısıdır. Hue açısı algılanan rengin hangi ana renge benzer olduğunu bir göstergesidir [73]. Örneğin $h = 0^\circ$ kırmızı bir renk tonunu, $h = 90^\circ$ sarı bir renk tonunu, $h = 270^\circ$ mavi bir renk tonuna karşılık gelmektedir [74].

$$\text{Kroma: } C^*_{ab} = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

$$\text{Hue açısı: } h_{ab} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

Bisküvi örneklerinin renkleri L^* , a^* ve b^* değerleri cinsinden Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-300 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak ölçülmüştür.



Şekil 2.2. CIELAB renk uzayı [74]

2.3.4 Tekstür analizi

Bisküvilerin sertlikleri tekstür analiz cihazı (TA-TX plus, Stable Microsystems, UK) kullanılarak ölçülmüştür. 3 nokta kırılma testi tetikleme kuvveti 25 g ve yük hücresi 50 kg'a ayarlanarak uygulanmıştır. Kullanılan başlık ölçüm öncesi ve sırasında 1,5 mm/s, ölçüm sonrasında 10 mm/s hızla hareket edecek şekilde ayarlanmıştır. Bisküvinin üzerinde durduğu destekler arasındaki mesafe 50 mm olarak ayarlanmıştır [75]. Ürün ilk kompresyon döngüsü sırasında tamamen kırıldığı için, tekstür profil analizi yapılamamıştır. Kırılma kuvvetinin en yüksek değeri (maksimum), bisküvilerin iki ana parçaya ayrıldığı bir noktada sertlik (N) olarak raporlanmıştır. Kullanılan başlık HDP/3PB'tir.

2.3.5. Şeker analizi

Şeker analizi Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi tarafından yapılmıştır. Bisküvi örneklerinde ve keçiboynuzu pekmezinde şeker miktarı basit şekerin HPLC metoduyla ölçümüne dayanan AACC 80-04 metodu kullanılarak belirlenmiştir [68]. 5 g öğütülmüş örnek üzerine 90 ml su eklenerek, manyetik karıştırıcıda 15 dk karıştırılmıştır. Daha sonra süzülerek hazır hale gelen sulu ekstraktan 10 ml alınarak üzerine 15 ml asetonitril eklenmiştir. Filtre edildikten sonra HPLC'ye (Agilent, USA) enjekte edilmiştir. C18 kolon kullanılmıştır. Mobil faz olarak asetonitril ve su (75:25 v/v) kullanılmıştır. Fruktoz, glikoz, sakkaroz ve maltoz miktarları tayin edilmiştir.

2.3.6. Mineral analizi

Bölümümüzde mineral analizi için gerekli cihaz bulunmadığından analiz Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi tarafından yapılmıştır. Analiz, tarçının mineral madde miktarında çok etkisi olmayacağı düşünüldüğünden yalnızca 3 bisküvi örneğinde (Kontrol, K₁ ve K₂) yapılmıştır ve Na, Mg, K, Ca ve Fe minerallerinin miktarları belirlenmiştir. ICP-MS analizi yapılmıştır. 0,20-0,30 g arasında örnek tartılarak üzerine 5 ml HNO₃ ve 5 ml H₂O₂ eklendi. Mikrodalga çözünürleştiricide (kapalı sistem) yaş yakma yöntemine göre sıcaklık ve basınç programı uygulandı. Elde edilen berrak çözeltiler alınarak saf su ile 25 ml'ye seyreltildi.

Analiz öncesinde analizi yapılacak elementleri içeren bilinen derişimlerde (0, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50 ppb) standartlar hazırlandı. Analizi yapılacak elementleri içeren metot seçilerek önce standartlar cihaza tanıtıldı, sonra çözünürleştirilerek seyreltilen numunelerin analizine geçildi.

2.3.7. Toplam fenolik madde analizi

Toplam fenolik madde tayininde Folin Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Ekstraktların hazırlanması için yağlı uzaklaştırılmış öğütölmüş bisküvi örneklerinden 2 g santrifüj tüplerine tartıldı ve üzerine 20 ml %80'lik metanol çözeltisi eklendi. 1 saat boyunca çalkalayıcıda karıştırılan tüpler daha sonra 7000 rpm'de 20 dk santrifüj edildi. Yapılan ön denemeler sonucu analiz için ekstrakta 3 kat seyreltme uygulanmasına karar verildi. Hazırlanan ve 3 kat seyreltilen ekstraktan deney tüplerine 0,2 ml alındı ve üzerlerine 1,5 ml saf su ile 10 kat seyreltilmiş Folin & Ciocalteu çözeltisinden ilave edildi. 5 dk bekletildikten sonra 1,5 ml % 6'lık sodyum karbonat çözeltisi eklendi. Deney tüpleri oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 2 saat bekletildikten sonra spektrofotometrede (Shimadzu UV-spektrofotometre UV-1800, Japonya) 765 nm dalga boyunda kör çözeltiye karşı okuma yapıldı. Standart olarak gallik asidin farklı konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltileri kullanılmıştır. Sonuçlar mg GAE/g olarak hesaplanmıştır [76].

2.3.8. Toplam antioksidan aktivite analizi

Bisküvi örneklerinin toplam antioksidan kapasite analizleri DPPH yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Antioksidan aktivite tayininde kullanılan ekstrakt toplam fenolik madde analizindeki gibi hazırlanmıştır. Hazırlanan ekstrakt analizde seyreltilmeden direkt kullanılmıştır. 0,2 ml ekstrakt deney tüplerine konuldu ve üzerlerine 2 ml %80'lik metanol çözeltisi ve 2,5 ml DPPH solüsyonundan ilave edildi. Karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dk bekletildi. Daha sonra spektrofotometrede (Shimadzu UV-spektrofotometre UV-1800, Japonya) saf metanole karşı 517 nm dalga boyunda okuma yapıldı. Yaygın bir standart olan Trolox kullanılarak kalibrasyon grafiği oluşturuldu ve sonuçlar Trolox eşdeğeri olarak hesaplandı [76].

2.3.9. HMF analizi

2.3.9.1. Spektrofotometrik metot

Ekstraktların hazırlanması için öğütülmüş bisküvi örneklerinden 2,5 g santrifüj tüplerine tartıldı ve hacim su ile 25 ml'ye tamamlandı. 1 dk boyunca vortekslendikten sonra 10 dk ultrasonik su banyosunda homojenize edildi. 7000 rpm'de 10 dk santrifüj edildikten sonra üstteki kısım kaba filtre kağıdından süzüldü. Elde edilen süzüntüden 15 ml alındı ve üzerine 1,5 ml Carez 1 ve 1,5 ml Carez 2 çözeltisinden ilave edildi. Daha sonra tekrar 7000 rpm'de santrifüj edildikten sonra üstteki berrak kısım alınarak analizde kullanıldı.

Analizde kullanılan barbütirik asit çözeltisi için 250 mg tartılan barbütirik asit 50 ml'lik balon jojeye alındı ve üzerine 40 ml saf su eklendi. Çözülene kadar sıcak suda bekletilip soğuduktan sonra saf su ile hacim çizgisine tamamlandı. P-toluidin çözeltisi için de 10 g tartılan p-toluidin 50 ml isopropanol ile bir ölçü balonuna aktarıldı. 10 ml glacial asetik asit eklenip çözündürüldükten sonra balon isopropanol ile hacim çizgisine kadar tamamlandı. Hazırlanan ekstraktan deney tüplerine 0,8 ml konuldu ve Tablo 2.3'teki çözeltilerden sırası ile konularak analize devam edildi. Her ekleden sonra tüpler iyice karıştırıldı. Barbütirik asidin eklenmesinden 5 dk sonra absorbans değerlerinin ölçümüne geçildi. Ölçüm spektrofotometre kuvvetlerinde 550 nm'de yapıldı [77].

Tablo 2.2. Spektrofotometrik metot ile HMF analizi planı

	Tanık	Test
Hazırlanan ekstrakt	0,8 ml	0,8 ml
p-toluidin çözeltisi	2 ml	2 ml
Barbütirik asit çözeltisi	–	0,8 ml
Saf su	0,8 ml	–

2.3.9.2. HPLC metodu

HMF miktarı, kullanılan spektrofotometrik yöntem ile ölçülebilecek seviyenin altında olduğundan dolayı, analiz Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde HPLC metodu ile yapılmıştır. Öğütülmüş bisküvi örneğinden 0,4 g tartılarak santrifüj tüpüne alındı ve üzerine 7 ml saf su eklenmiştir. 1dk boyunca çalkalandıktan sonra 5000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Toplanan süpernatanta 0,5 ml Carez 1 ve 0,5 ml Carez 2 çözeltisi ilave edildikten sonra hacim 25 ml'ye tamamlanmıştır. Santrifüj edildikten sonra ekstrakt 0,45 µm'lik filtreden geçirildikten sonra HPLC'ye (Agilent, USA) enjekte edilmiştir. Analiz için C18 kolon kullanılmıştır. Mobil faz olarak su/asetonitril (95:5) karışımı kullanılmıştır. Akış hızı olarak 0,5 ml/dk seçilmiştir. Enjeksiyon hacmi 20 µl'dir [78].

2.3.10. Duyusal analiz

Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğrencileri ile yapılan duyusal analizde 19-27 yaş aralığındaki 17'si erkek, 63'ü kadın 80 panelist değerlendirme yapmıştır. Panelistler bisküvilerin koku, renk, yapı, lezzet, genel beğeni kriterlerini ve tatlılık seviyesini hazırlanan forma (EK.1) göre değerlendirmiştir. Duyusal analiz taze olarak üretilen bisküviler ile yapılmıştır. Şekil 2.3'te görüldüğü üzere test örnekleri kontrol örneğe göre daha küçük üretilmişlerdir. Bisküvi örnekleri oluşacak herhangi bir yanlılığı önlemek için rastgele kodlanmış üç haneli kodlar ile beyaz tabaklarda servis edilmiştir. Değerlendirmeler arasında ağızlarını durulamaları için panelistlere su verilmiştir. Değerlendirme kontrol örneği baz alınarak yapılmıştır. Öncelikle bisküvilerin koku, renk, yapı, lezzet ve genel beğeni kriterleri için, panelistlere 7 noktalı hedonik skala (-3: çok daha az beğendim, -2: daha az beğendim, -1: az beğendim, 0: aynı derecede beğendim, 1: biraz daha beğendim, 2: daha fazla beğendim, 3: çok daha fazla beğendim) ile tüketici testi uygulanmıştır. Kontrol örneğinin puanı her kriter için sıfır sayılmıştır ve panelistler diğer örneklere puan vermiştir. Tatlılık seviyesini belirlemek için ise tanımlama testi kullanılmıştır. Kontrol örneğinin tatlılığı 0 kabul edilerek yine 7 noktadan oluşan (-3: çok daha az tatlı, -2: daha az tatlı, -1: biraz daha az tatlı, 0: aynı derecede tatlı, 1: biraz daha tatlı, 2: daha tatlı, 3: çok daha tatlı) bir skalaya göre panelistler örneklerin tatlılığını değerlendirmişlerdir.



Şekil 2.3. Duyusal analizde panelistlere sunulan örnekler ve form

2.3.11. İstatiksel değerlendirme

Tekstür ve renk analizleri altı tekrar, diğer analizler üç tekrar olarak yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler JMP IN 4 programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Karşılaştırma için varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Ortalamaların farkını belirlemek amacıyla örnekler arası farklılıklar $p < 0.05$ manidarlık düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak tespit edilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bisküvilerin nem, su aktivitesi (a_w), kül, yağ, protein içeriği ve pH değerleri

Bisküvilerin nem, su aktivitesi, kül, yağ, protein ve pH değerleri Tablo 3.1’de yer almaktadır. Bisküvi örneklerinin nem miktarı %3,35-5,28 aralığında bulunmuştur. Aynı oranda keçiyoynuzu pekmezi içeren örnek çiftlerinin (K_1 ile T_1 ve K_2 ile T_2) nem miktarları kendi içlerinde istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır ($p<0,05$). Yapılan ön çalışmalarla hamurların tatlılık seviyeleri aynı olacak şekilde kompozisyonlar hazırlanmıştır. Tablo 2.1’de belirtildiği üzere test örnekleri keçiyoynuzu pekmezinden gelecek su hesaba katılarak, kontrol örneğinin hamuruna nazaran daha az su kullanılarak hazırlanmıştır. Kontrol örneğinin nem miktarı %4,84 olarak bulunmuştur. Kontrol bisküvi örneğinin nem miktarının diğer bütün örneklerden farklı olmasının sebebi hamurunun içerdiği su miktarının farklı olmasıdır. Örneklerin nem miktarı TSE 2383 bisküvi standardında kabul edilmiş %6 sınırının altında bulunmuştur [79]. Farklı firmalara ait bisküvilerin bazı özelliklerinin incelendiği çalışmada piyasadaki bisküvi örneklerinin nem değerleri %2,1-7,6 arasında bulunmuştur [80]. Kabartıcı kombinasyonların bisküvi kalitesindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada bisküvilerin ortalama nem değerleri %3,75 bulunmuştur [71]. Farklı tatlandırıcıların bisküvi kalitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise bisküvi örneklerinin nem değerlerinin %2,38 ile %3,33 arasında olduğu belirlenmiştir [78]. Formülasyona tarçın ilavesi örneklerin nem değerlerinde belirgin bir farka sebep olmamıştır. Bu çalışmadaki bisküvi örneklerinin nem değerleri literatürdeki değerlerle benzerlik göstermektedir. 3 ay depolama sonrasında nem analizi tekrarlandığında bisküvi örneklerinin hiçbirinin %1’den fazla nem kazanmamış ya da kaybetmemiş olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.1. Bisküvilerin fizikokimyasal değerleri

Örnek	Nem (%)	Su aktivitesi (a _w)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	pH
Kontrol	4,84 ^a	0,186 ^a	1,02 ^a	10,19 ^a	6,33 ^a	6,58 ^a
K₁	3,35 ^b	0,163 ^b	1,42 ^b	11,43 ^b	6,81 ^b	6,01 ^b
K₂	5,28 ^c	0,196 ^c	1,77 ^c	11,89 ^b	7,61 ^c	5,77 ^c
T₁	3,59 ^b	0,172 ^d	1,45 ^b	11,55 ^b	7,05 ^b	5,74 ^d
T₂	5,10 ^c	0,195 ^c	1,80 ^c	11,45 ^b	7,37 ^c	5,33 ^e

Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler arasında istatistiksel açıdan önemli ölçüde fark bulunmaktadır (p<0,05).

[K₁:Şeker içeriğinin yarısı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, K₂:Şeker içeriğinin tamamı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, T₁:K₁'e tarçın eklenmiş örnek, T₂:K₂'ye tarçın eklenmiş örnek]

Su aktivitesi, aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncının ürün içerisindeki suyun buhar basıncına oranıdır. Başka bir deyişle dengede bulunan havanın bağıl nemi olarak tanımlanır. Bu denge noktasında ürün ile hava arasında bir nem alış verişi gerçekleşmemektedir. Nemden farklı olarak su aktivitesi mikrobiyal faaliyetlerde önemli bir parametredir. Su aktivitesi 0,60'dan düşük olan gıdalar düşük nemli gıda sınıfına girmektedir [69]. Bisküvilerin su aktivitesi değerleri 0,163-0,196 aralığında bulunmuş olup düşük nemli gıdalar sınıfına girmektedir. Su aktivitesi değerleri nem değerlerine paralel şekilde değişim göstermiştir. Nemin fazlalığına bağlı olarak şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği K₂ ve aynı formülasyona tarçın eklenen T₂ örneklerinin en yüksek su aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir (p<0,05) ve su aktiviteleri sırasıyla 0,196 ve 0,195 olarak bulunmuştur. Bazı gıdaların su aktivitesinin incelendiği bir çalışmada bisküvi örneklerinin su aktivitesi değerleri ortalama olarak 0,207 bulunmuştur [69]. Bizim çalışmamızdaki sonuçlar literatürdeki sonuçlara yakın bulunmuştur.

Gıdalardaki kül, mineral ve tuz içeriğinin bir göstergesidir. Bisküvilerin kül miktarları %1,02-1,80 aralığında bulunmuştur. Kontrol örneğinin kül miktarı %1,02, şekerin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği K₁ örneğinki %1,42 ve şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği K₂ örneğinki ise %1,77 olarak bulunmuştur. Bu değerlerin birbirinden istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Eklenen keçiyoynuzu miktarı arttıkça örneklerin kül miktarlarının arttığı

gözlemlenmiştir. Bisküvi örneklerine tarçın ilavesi kül miktarında istatistiksel bir farka sebep olmamıştır. Farklı pekmez çeşitlerinin özelliklerinin incelendiği bir çalışmada keçiyoynuzu pekmezinin kül miktarı %1,45 olarak bulunmuştur [61]. Keçiyoynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada örneklerin kül miktarları % 1,86-2,14 aralığında bulunmuştur. İlave edilen keçiyoynuzu unu oranı arttıkça kül miktarının da arttığı gözlemlenmiştir [27]. Keçiyoynuzu unu, yulaf ve elma lifleri gibi bileşenler eklenerek fonksiyonel hale getirilen bisküvilerin özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada keçiyoynuzu unu eklenmiş bisküvilerin kül miktarı referans örneklerle kıyaslandığında daha fazla bulunmuştur [4]. Keçiyoynuzundan pestil üretimi ile ilgili olan çalışmada pestil örneklerinin kül miktarı %2,37-2,61 aralığında bulunmuştur. Keçiyoynuzu pekmezinin kullanıldığı pestillerdeki pekmez oranı arttıkça kül miktarında artış olduğu saptanmıştır [53]. Bizim çalışmamızda da literatürdekilere paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Örneklerin yağ miktarları %10,19 ile %11,89 aralığında bulunmuştur. Kontrol örneğin yağ miktarı istatistiksel olarak diğer örneklerden daha az bulunmuştur ($p < 0,05$). Bisküvi hamurlarının yağ miktarları aynı seviyede olacak şekilde hamur formülasyonları hazırlanmıştır. Kontrol örneğinin yağ değerindeki farklılık içerdiği farklı su miktarıyla ilişkili olabilir. Nem miktarının fazla olması yağ miktarını az göstermiş olabilmektedir. Tarçın ilavesi yağ miktarı üzerinde istatistiksel bir farka sebep olmamıştır. Keçiyoynuzu unu ilavesinin bisküvi kalitesindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada bisküvilerin yağ miktarları %30 olarak belirlenmiştir [27]. Bizim çalışmamızdaki yağ miktarları ve literatür sonuçları farklıdır. Çünkü farklı ürün formülasyonları kullanılmıştır.

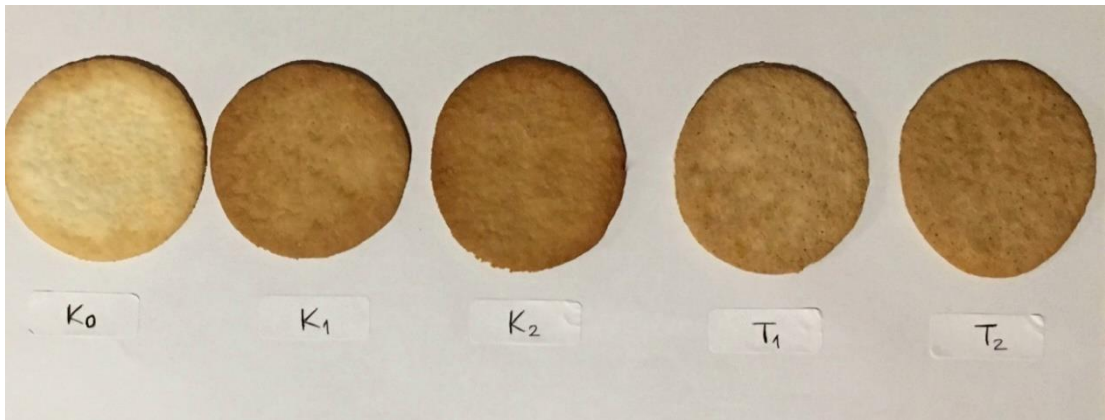
Örneklerin protein içerikleri %6,33 ile %7,37 aralığında bulunmuştur. Kontrol örneğinin protein miktarı %6,33 olarak bulunmuştur. Keçiyoynuzu pekmezi seviyesi arttıkça bisküvilerin protein miktarında istatistiki açıdan belirgin seviyede artış gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Bu artış keçiyoynuzunun ve pekmezinin sahip olduğu proteinden kaynaklanıyor olabilir. Keçiyoynuzu pekmezinin karakterizasyonu ile ilgili bir çalışmada keçiyoynuzu pekmezinin protein miktarının 1,18 g/100 g olduğu belirlenmiştir [63]. Bisküvi formülasyonuna tarçın eklenmesi protein miktarında belirgin bir farka sebep olmamıştır. Keçiyoynuzu unu ilave edilmiş tarhana ile ilgili çalışmada keçiyoynuzu oranı arttığında örneklerin protein miktarının arttığı saptanmıştır

[52]. Keçiboynuzundan pestil üretimi ile ilgili olan bir çalışmada keçiboynuzu pekmezi oranı arttıkça pestil örneklerinin protein miktarının arttığı gözlemlenmiştir [53].

Bisküvilerin pH değerleri 5,33 ile 6,58 arasında değişim göstermiştir. Örneklere eklenen keçiboynuzu pekmezi oranı arttıkça pH değerlerinde istatistiksel bir azalma gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Bisküvi formülasyonuna tarçın eklenmesi de pH değerlerinde belirgin bir azalmaya sebep olmuştur. Şekerin tamamının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirildiği örneğin pH değeri 5,77 iken, bu örneğe tarçın ilavesi ile örneğin pH değeri 5,33'e düşmüş olup istatistiksel bir farka sebep olmuştur. Keçiboynuzu pekmezinin ve tarçının sahip olduğu organik asitlerin pH değerindeki düşmeye sebep olduğu düşünülmektedir. Keçiboynuzu pekmezinin üretim aşaması ve bileşiminin araştırıldığı bir çalışmada keçiboynuzu pekmezinin pH değeri 5,18 olarak belirlenmiştir [11]. Farklı gıda türlerinde HMF düzeyinin belirlenmesi ile ilgili olan bir çalışmada piyasadan toplanan farklı çeşit bisküvi örneklerinin pH değerleri 6,84–7,63 arasında bulunmuştur [81]. Keçiboynuzu pekmezi içermeyen kontrol örneğinin pH değeri literatürdekine yakın bulunmuştur. Farklı pekmez çeşitlerinin doğal tatlandırıcı kaynağı olarak kek değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir [57].

3.2. Bisküvilerin renk ve tekstür değerleri

Üretilen bisküvi örnekleri ve renkleri Şekil 3.1.'de gösterilmiştir. Bisküvilere ait renk değerleri Tablo 3.2'de belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan keçiboynuzu pekmezi kıvılcı çalan koyu bir renge sahiptir.



Şekil 3.1. Üretilen bisküvi örnekleri

[K₀:Kontrol, K₁:Şeker içeriğinin yarısı keçiboynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, K₂:Şeker içeriğinin tamamı keçiboynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, T₁:K₁'e tarçın eklenmiş örnek, T₂:K₂'ye tarçın eklenmiş örnek]

Örneklerin keçiyoynuzu oranı arttıkça L* değerinde belirgin azalma gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Kontrol örneğinin L* değeri 87,90 iken şekerin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği K₁ örneği için 71,89 ve şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği K₂ örneği için 67,47'dir. L* değerinin azalması keçiyoynuzu pekmezi oranının artmasıyla örneklerin renk koyuluğunun arttığı bir göstergesidir. Formülasyona %0,6 oranında tarçın eklenmesi L* değerini belirgin şekilde düşürmüştür. K₁ örneğinin L* değeri 71,89 iken, aynı seviyede keçiyoynuzu pekmezi içeren örneğe tarçın ilave edilmiş T₁ örneğinin L* değeri 68,73'e düşmüştür. Keçiyoynuzu lifi eklenen makarnaların bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, keçiyoynuzu lifi oranının artmasının örneklerin L* değerinde azalmaya neden olduğunu göstermiştir [41]. Keçiyoynuzu pekmezi kullanılarak pestil üretilen çalışmada keçiyoynuzu pekmezi oranı arttıkça pestil örneklerinin L* değerinde azalma gözlemlenmiştir [53]. Keçiyoynuzu katkılı unlu mamullerin üretildiği bir çalışmada keçiyoynuzu posasından üretilen un kullanılarak hazırlanan keklerde, formülasyondaki keçiyoynuzu unu oranı arttıkça örneklerin L* değerinde düşüş gözlemlenmiştir [82].

Tablo 3.2. Bisküvilerin renk ve tekstür değerleri

Örnek	L*	a*	b*	Hue açısı	Chroma	Sertlik (N)
Kontrol	87,90 ^a	0,95 ^a	20,82 ^a	87,39 ^a	20,84 ^a	24,67 ^a
K₁	71,89 ^b	8,71 ^b	28,74 ^b	73,15 ^b	30,03 ^b	16,52 ^b
K₂	67,47 ^c	10,06 ^c	30,67 ^c	71,84 ^c	32,28 ^c	16,70 ^b
T₁	68,73 ^c	8,81 ^b	26,94 ^d	71,88 ^c	28,34 ^d	17,14 ^b
T₂	65,00 ^d	10,51 ^c	28,79 ^b	69,95 ^d	30,65 ^b	16,97 ^b

Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler istatistiksel açıdan önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir ($p<0,05$).

[K₁:Şeker içeriğinin yarısı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, K₂:Şeker içeriğinin tamamı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, T₁:K₁'e tarçın eklenmiş örnek, T₂:K₂'ye tarçın eklenmiş örnek]

Örneklerin keçiyoynuzu oranı arttıkça a* değerinde artış gözlemlenmiştir. a* değeri pozitif olduğunda kırmızılığın bir göstergesidir. Örneklerin a* değerleri 0,95 ile 10,51 arasında bulunmuştur. Keçiyoynuzu pekmezi ilavesi örneklerin kırmızılığını belirgin şekilde artırmıştır ($p<0,05$). Formülasyona tarçın ilavesi örneklerin kırmızılığını etkilememiştir. Keçiyoynuzu lifi eklenen makarnaların bazı özelliklerinin araştırıldığı çalışmada keçiyoynuzu lifi oranının artmasının örneklerin başlangıçta a* değerini

düşürse de daha sonra artışa sebep olmuştur [41]. Keçiboynuzu pekmezi kullanılarak pestil üretilen çalışmada keçiboynuzu pekmezi oranı arttıkça pestil örneklerinin a^* değerinde artış gözlenmiştir [53]. Bizim çalışmamızdaki bisküvi örneklerinin L^* ve a^* değerleri için bulunan sonuçlar literatürdeki çalışmalar ile paralellik göstermiştir.

Örneklerin b^* değeri 20,82 ile 30,67 arasında değişmiştir. b^* değeri pozitif olduğunda sarılığın bir göstergesidir. Kontrol örnekte b^* değeri 20,82 iken şeker yerine tamamen keçiboynuzu pekmezi eklenen K_2 örneğinde b^* değeri 30,67'ye çıkmıştır. Keçiboynuzu eklemesi b^* değerini belirgin şekilde artırmıştır ($p<0,05$). Keçiboynuzu miktarı arttıkça örneklerin sarılığında artış gözlemlenmiştir. Fakat aynı seviyede keçiboynuzu içeren örneklerde, tarçın ilavesinin sarılığı belirgin düşürdüğü belirlenmiştir. K_1 örneğinin b^* değeri 28,74 iken, aynı seviyede keçiboynuzu pekmezi içeren örneğe tarçın ilave edilmiş T_1 örneğinin b^* değeri 26,94 olarak bulunmuştur. Bu durum tarçının bisküvi rengini koyulaştırarak sarılığın görünmesini maskeleyerek açıklanabilir. Keçiboynuzu katkılı unlu mamullerin üretildiği bir çalışmada keçiboynuzu posasından üretilen un kullanılarak hazırlanan keklerde, formülasyondaki keçiboynuzu unu oranı arttıkça örneklerin b^* değerinde düşüş gözlemlenmiştir [82]. Depolama öncesi ve sonrası örneklerin renk değerlerinde (L^* , a^* ve b^*) istatistiksel olarak bir fark belirlenmemiştir ($p<0,05$).

Hue açısı algılanan rengin hangi ana renge benzer olduğunun bir göstergesidir. Hue açısının 90° 'ye yaklaşması örneğin sarı olarak algılandığını gösterir. Keçiboynuzu pekmezi içermeyen kontrol örneğinin Hue açısı 87,39 ile en yüksek bulunmuştur. Örneklerin Hue açısına bakıldığında, keçiboynuzu pekmezi ilavesiyle b^* değeri artsa da, aynı zamanda kırmızılık da arttığından dolayı sarı algısını temsil eden Hue açısı belirgin şekilde azalmıştır ($p<0,05$). Keçiboynuzu eklenmesi örneklerin renginin sarıya benzerliğini azaltmıştır. Tarçın eklenmesi de örneklerin Hue açısını dolayısıyla sarı olarak algılanmasını belirgin şekilde azaltmıştır. Tarçın bu duruma b^* değerini düşürerek sebep olmuştur. Kroma ise rengin matlığını ve canlılığını ifade eden bir değerdir. Değerin artması renk canlılığının arttığının bir göstergesidir. Kontrol örneğinin kroma değeri 20,84, şekerin yarısının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirildiği örneğinki 30,03 ve şekerin tamamının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirildiği örneğinki ise 32,28 bulunmuştur. Örneklerde keçiboynuzu pekmezi miktarının artması canlılığı artırırken, tarçın eklenmesi matlığı belirgin şekilde arttırmıştır ($p<0,05$).

Bisküvilerin sertlik değerleri Tablo 3.2’de belirtilmiştir. Örneklerin sertlik değerleri 16,52 ile 24,67 N aralığında bulunmuştur. Kontrol örneğinin sertlik değeri 24,67 N bulunmuş olup diğer örneklerden belirgin şekilde yüksektir ($p < 0,05$). Farklı oranlarda keçiyoynuzu pekmezi içeren bisküviler kontrol örneğiyle karşılaştırıldığında sertlik değerinde düşüş gözlemlenmiştir. Fakat keçiyoynuzu oranının değişmesi örneklerin tekstüründe istatistiksel bir farka sebep olmamıştır. Kontrol örneğinin nem miktarı, şeker içeriğinin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği örnekle kıyaslandığında nem miktarında artış gözlemlenmektedir. Bu sebeple de keçiyoynuzu pekmezi eklenmesi, formülasyondaki su oranını artırarak örneklerde yumuşamaya sebep olmuş olabilir. Bunun yanı sıra kontrol örnekte kristalleşmeye meyilli sakkaroz bulunurken, diğer örneklerde kristalleşme eğilimi düşük olan fruktoz ve glikoz bulunmaktadır. En yüksek sertlik değerine sahip örneğin kontrol örneği olmasının sebebi şeker içeriğinin %100 sakkarozdan oluşması olabilir. Formülasyondaki tarçın ilavesi örneklerin sertlik değerinde belirgin bir farka sebep olmamıştır. Keçiyoynuzu unu ilave edilen bisküvi ile ilgili çalışmada bisküvi örneklerinin sertlik değerinin keçiyoynuzu unu oranı arttıkça arttığını saptamıştır [27]. Keçiyoynuzu katkılı unlu mamullerin üretildiği çalışmada kontrol keklerin sertlik değeri 368,75 g iken, %15 keçiyoynuzu posası eklenmiş keklerin sertlik değeri 480,95 g bulunmuştur. Keçiyoynuzu posası eklenmesi kek örneklerinin sertlik değerinde artışa sebep olmuştur [82]. Bizim çalışmamızın literatürdeki çalışmalar ile farklılık göstermesi formülasyondaki pekmez ve unun farklı sertliklere sebep olması gösterilebilir. Unda bulunan lif su bağlayarak ürün sertliğini arttırmış olabilirken, pekmezde bulunan su ise ürüne yumuşaklık vermiş olabilir.

3.3. Bisküvilerin şeker içeriği

Şeker analizi Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde yaptırılmıştır. Şeker analizi hem kullanılan keçiyoynuzu pekmezinde hem de bisküvi örneklerinde yapılmıştır. Kullanılan keçiyoynuzu pekmezindeki şekerin %39,24’ü fruktoz, %8,02’si glikoz ve %52,73’ü sakkarozdan oluşmaktadır. Kullanılan keçiyoynuzu pekmezinde maltoz belirlenmemiştir. Keçiyoynuzu pekmezinin bileşimi ve üretimi hakkında yapılan bir çalışmada, pekmezin toplam şeker oranının %63,20, invert şeker oranının %17,40 ve sakkaroz oranının %45,40 olduğunu belirlenmiştir [11]. Bisküvi örneklerinin şeker içerikleri Tablo 3.3’te belirtilmiştir. Kontrol örneği %24,47 sakkaroz içermektedir. Kontrol örneğinin hazırlanmasında sadece sofr şeker kullanıldığı

için şeker içeriğinin tamamı sakkarozdan oluşmaktadır. Şeker yerine formülasyonda keçiyoynuzu pekmezi kullanılması bisküvi örneklerinin toplam şeker içeriğinde azalmaya sebep olmuştur. Şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği K₂ örneğinin toplam şeker içeriği %17,45'tir. Şeker içeriğinin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği K₁ örneğinin toplam şeker içeriği %21,57'dir. Bu örnekte hem sofr şeker hem de pekmezden gelen sakkaroz olduğundan dolayı, örneğin sakkaroz miktarı, şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilen örneğinkinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneğinde glikoz ve fruktoza rastlanmazken, örneklere keçiyoynuzu pekmezi eklenmesi ile pekmez içeriğinde bulunan glikoz ve fruktoz örneklerde tespit edilmiş olup, keçiyoynuzu pekmezi oranı arttıkça fruktoz ve glikoz miktarlarında artış gözlemlenmiştir. Şekerin içeriğinin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilen örnek %2,96 fruktoz içerirken, şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilmesiyle örneğin fruktoz miktarı %5,70'e yükselmiştir. Glikoz miktarına bakıldığında ise şekerin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilen örneğin glikoz miktarı %0,51 iken; şeker içeriğinin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilen örneğin glikoz miktarı %0,87'ye yükselmiştir. Kullanılan keçiyoynuzu pekmezinde maltoz bulunmadığından dolayı bisküvi örneklerinde de maltoza rastlanmamıştır. Glisemik indeksi yüksek besin tüketimiyle yemek sonrası kan glikoz seviyelerinde ani yükselmeler olabilir ve yüksek insülin talebine sebep olabilir. Basit şekerlerden fruktoz, sakkaroz ile kıyaslandığında daha düşük; glikoz ise daha yüksek glisemik indekse sahiptir [60]. Şeker yerine keçiyoynuzu pekmezinin kullanılması, üretilen bisküvi örneklerinde sakkaroz içeriğini azalırken, fruktoz ve glikoz içeriğinde artış sağlamıştır. Fruktozun artışı, glikozdan fazla olduğu düşünüldüğünde keçiyoynuzu pekmezli bisküvilerin glisemik indeksinde düşüş olmuş olabilir. Toz tarçın 2,17 g/100 g şeker içermektedir [83]. Bisküvilere tarçın ilavesi toplam şeker değerlerinde artışa sebep olmuştur. Şeker içeriğinin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilen örneğe tarçın eklenmesi ile toplam şeker miktarı %21,57'den %23,31'e yükselmiştir. Bu artış tarçının içerdiği şeker ile açıklanabilir. Şeker tipinin HMF oluşumu üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada HMF oluşumunda glikozun sakkarozla kıyasla önce kullanıldığı ve bu şekilde bisküvi formülasyonunda glikoz yerine sakkaroz kullanıldığı zaman HMF miktarında düşüş gözlemlendiği belirtilmiştir [84]. Bisküvilerdeki glikoz miktarlarının düşük olması var olan glikozun Maillard reaksiyonunda diğer şekerlere kıyasla öncelikle kullanılmasıyla ve bir kısmının HMF oluşumunda kullanılmış olması

ile açıklanabilir. Keçiyoynuzu unu içeren bozanın bazı kalitatif özelliklerinin incelendiği bir çalışmada kontrol bozanın şeker içeriği %14,55 iken, %9 oranında keçiyoynuzu unu eklenmesiyle şeker içeriğinin %17'ye yükseldiği tespit edilmiştir [45]. Keçiyoynuzu ununun yoğurt formülasyonuna eklendiği bir çalışmada %3 oranında keçiyoynuzu unu eklenen yoğurtlar kontrol örneklerle kıyaslandığında, glikoz miktarında artış olduğu saptanmıştır. Kontrol örneğin glikoz miktarı 1,92 g/100 g iken, keçiyoynuzu unu eklenmesiyle 2,10 g/100 g'a yükselmiştir [85].

Tablo 3.3. Bisküvilerin şeker değerleri

Örnek	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	Sakkaroz (%)	Maltoz (%)	Toplam şeker içeriği (%)
Kontrol	-	-	24,47	-	24,47
K₁	2,96	0,51	18,10	-	21,57
K₂	5,70	0,87	10,88	-	17,45
T₁	3,19	0,47	19,65	-	23,31
T₂	6,95	1,24	9,66	-	17,85

[K₁:Şeker içeriğinin yarısı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, K₂:Şeker içeriğinin tamamı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, T₁:K₁'e tarçın eklenmiş örnek, T₂:K₂'ye tarçın eklenmiş örnek]

3.4. Bisküvilerin mineral içeriği

Mineral analizi, formülasyonda kullanılan tarçının mineral madde miktarını fazla etkilemeyeceği düşünüldüğünden yalnızca tarçın içermeyen 3 örnekte yapılmıştır (Kontrol, K₁ ve K₂). Elde edilen sonuçlar Tablo 3.4'te belirtilmiştir. Keçiyoynuzu oranının artması ile magnezyum ve potasyum miktarında artış gözlemlenmiştir. Keçiyoynuzu pekmezinin içerdiği mineral madde miktarı bisküvilerdeki bu artışa sebep olmuştur. Sodyum miktarı keçiyoynuzu oranının artması ile artsa da keçiyoynuzu pekmezi içeren örneklerin sodyum miktarları kontrol örneğinkinden daha düşüktür. Kalsiyum miktarı keçiyoynuzu pekmezinin seviyesinin artması ile düşmüştür. Bu durum keçiyoynuzu pekmezinin içerdiği kalsiyum miktarı (324,9 mg/100 g) göz önüne alındığında beklenen bir sonuç değildir. Şeker içeriğinin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği örnek kontrol örneği ile kıyaslandığında demir miktarında artış gözlemlense de, keçiyoynuzu pekmezinin oranının artmasıyla düşüş gözlemlenmiştir. Bizim çalışmamızda kalsiyum, demir ve sodyum açısından beklenen sonuçlar elde edilememiştir.

Tablo 3.4. Bisküvilerin mineral değerleri

Örnek	Mg (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Fe (ppm)
Kontrol	20,8	64,8	121	6,4	0,3
K ₁	26,6	135	89,4	5,2	0,6
K ₂	26,7	171,1	115,4	3,4	0,2

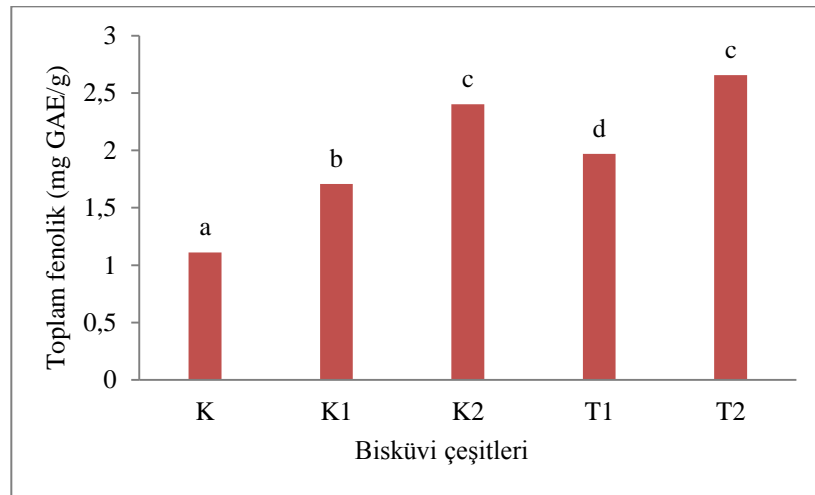
[K₁:Şeker içeriğinin yarısı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, K₂:Şeker içeriğinin tamamı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek]

Keçiyoynuzu pekmezinin içeriğinin karakterize edildiği bir çalışmada keçiyoynuzu pekmezinde en yüksek konsantrasyondaki mineralin 1057,3 mg/100 g miktarıyla potasyum olduğu belirlenmiştir. Potasyumu kalsiyum (314,9 mg/100g) ve magnezyum (55,6 mg/100 g) takip etmektedir [63]. Keçiyoynuzundan pestil üretimi ile ilgili çalışmada %60 oranında keçiyoynuzu pekmezi eklenerek üretilen örnekleri kontrolle kıyaslandığında K, Ca, Mg ve Na minerallerinde artış olduğu tespit edilmiştir [53]. Farklı pekmez tiplerinin yoğurt formülasyonuna eklenmesini konu alan bir çalışmada eklenen keçiyoynuzu pekmezi oranının artması ile potasyum ve demir miktarlarında artış saptanmıştır [54].

3.5. Bisküvilerin toplam fenolik madde içeriği

Bisküvilerin gallik asit eşdeğeri olarak toplam fenolik madde miktarları (TFMM) Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları 1,11 mg GAE/g ile 2,65 mg GAE/g arasında değişiklik göstermektedir. Örneklerdeki keçiyoynuzu pekmezi oranı arttıkça fenolik madde miktarında belirgin bir artış gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Kontrol örneğin fenolik madde miktarı, şekerin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilmesi ile 1,11 mg GAE/g'dan 1,70 mg GAE/g'a; şeker içeriğinin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiğinde de 2,40 mg GAE/g'a yükselmiştir. Şeker içeriğinin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği örneğe tarçın ilavesi fenolik madde miktarında istatistiksel bir farka sebep olurken, şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği örneğe tarçın ilavesi toplam fenolik madde miktarında istatistiksel açıdan önemli bir farka sebep olmamıştır ($p < 0,05$). Keçiyoynuzu unu kullanarak hazırlanan bisküvilerle ilgili çalışmada keçiyoynuzu ilavesi arttıkça fenolik madde miktarında belirgin şekilde artış belirlenmiştir [71]. Keçiyoynuzu unu, yulaf ve elma lifleri gibi bileşenler eklenerek fonksiyonel hale getirilen bisküvilerin özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada %24,5 oranında keçiyoynuzu unu eklenmiş

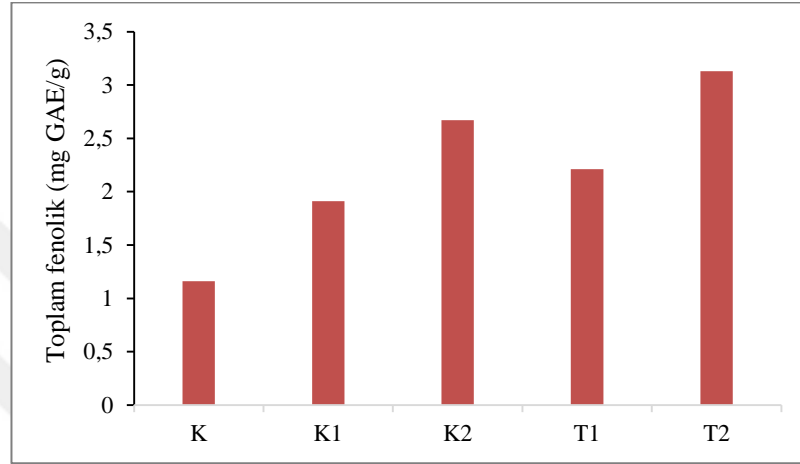
bisküviler referans örneklerle kıyaslandığında toplam fenol içeriğinin 561 mg ferulik asit eşdeğeri /100 g'dan 1395 mg ferulik asit eşdeğeri /100 g'a yükseldiği tespit edilmiştir [4]. Fenol kaynağı olarak çeşitli liflerin bisküvi formülasyonlarına eklendiği bir çalışmada ise %25 oranında keçiyoynuzu tozu eklenmiş bisküviler kontrol bisküviyle kıyaslandığında toplam fenolik madde miktarının 1,37 g/kg'dan 5,53 g/kg'a yükseldiği tespit edilmiştir [86]. Keçiyoynuzundan pestil üretimi çalışmasında formülasyonunda keçiyoynuzu pekmezi kullanılan pestil örneklerinde keçiyoynuzu oranı arttıkça toplam fenolik madde miktarının arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarı ise %60 keçiyoynuzu pekmezi içeriğine sahip örnekte 11,22 mg gallik asit eşdeğeri/g olarak tespit edilmiştir [53]. Keçiyoynuzu unu kullanılarak üretilen makarnanın özelliklerinin incelendiği çalışmada örneklerdeki keçiyoynuzu unu oranı arttıkça toplam fenolik madde miktarında artış saptanmıştır. En yüksek değerin ise %5 keçiyoynuzu unu içeren örnekte 12,12 mg GAE/g kuru madde olduğu belirlenmiştir [8]. Sürülebilir keçiyoynuzu tatlısı çalışmasında %38 keçiyoynuzu unu içeren örneğin toplam fenolik madde miktarını 93,9 mg gallik asit eşdeğeri/100 g olarak tespit etmiştir [87]. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında formülasyona keçiyoynuzu unu veya pekmezi eklenmesi ürünlerin toplam fenolik miktarlarını artırdığı görülmüştür. Bizim çalışmamız literatürdeki çalışmalara paralellik göstermiştir.



Şekil 3.2. Bisküvilerin toplam fenolik bileşik değerleri

Farklı küçük harfle belirtilen değerler istatistiksel açıdan önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir ($p < 0,05$). [K:Kontrol, K₁:Şeker içeriğinin yarısı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, K₂:Şeker içeriğinin tamamı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, T₁:K₁'e tarçın eklenmiş örnek, T₂:K₂'ye tarçın eklenmiş örnek]

Depolamanın toplam fenolik madde miktarındaki etkisine bakmak amacıyla 3 ay depolanan bisküvilerin depolama sonrası toplam fenolik madde miktarları Şekil 3.3'te belirtilmiştir. Depolama öncesi ve sonrası değerlerde istatistiksel bir fark belirlenememiştir ($p < 0,05$).



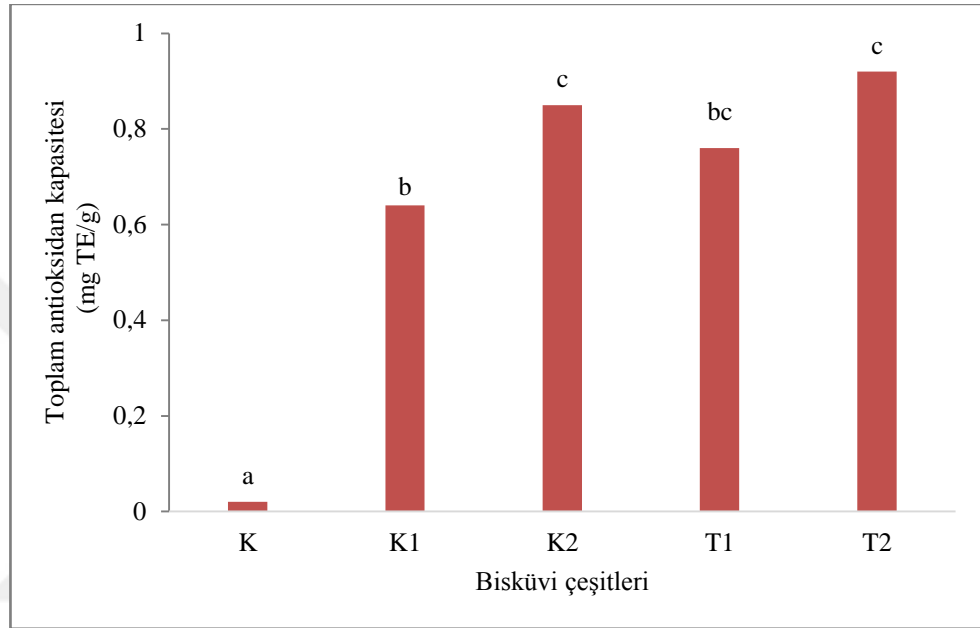
Şekil 3.3. Depolama sonrası toplam fenolik bileşik değerleri

Farklı küçük harfle belirtilen değerler istatistiksel açıdan önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir ($p < 0,05$). [K:Kontrol, K₁:Şeker içeriğinin yarısı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, K₂:Şeker içeriğinin tamamı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, T₁:K₁'e tarçın eklenmiş örnek, T₂:K₂'ye tarçın eklenmiş örnek]

3.6. Bisküvilerin troloks eş değeri antioksidan kapasiteleri (TEAC)

Bisküvilerin Troloks eşdeğeri olarak antioksidan kapasiteleri (TEAC) Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Örneklerin Troloks eşdeğeri antioksidan kapasiteleri 0,02 ile 0,92 mg TE/g arasında bulunmuştur. Keçiyoynuzu pekmezi ilavesi örneklerin antioksidan kapasitelerinde belirgin bir artışa sebep olmuştur ($p < 0,05$). Kontrol örneğinin antioksidan kapasitesi 0,02 mg TE/g iken, şeker içeriğinin yarısı keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiğinde 0,64 mg TE/g'a ve şeker içeriği tamamen keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiğinde antioksidan kapasitesi 0,85 mg TE/g'a yükselmiştir. Formülasyona tarçın eklenmesi TEAC değerlerinde istatistiksel bir farka sebep olmamıştır ($p < 0,05$). Keçiyoynuzu unu, yulaf ve elma lifleri gibi bileşenler eklenerek fonksiyonel hale getirilen bisküvilerin özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada %24 oranında keçiyoynuzu unu ilavesi ile örneklerin antioksidan içeriğinin 166,7 mg TE/100g'dan 503,3 mg TE/100 g'a yükseldiği tespit edilmiştir [4]. Keçiyoynuzu lifi ile zenginleştirilmiş makarnaların fiziksel ve antioksidan özelliklerinin araştırıldığı

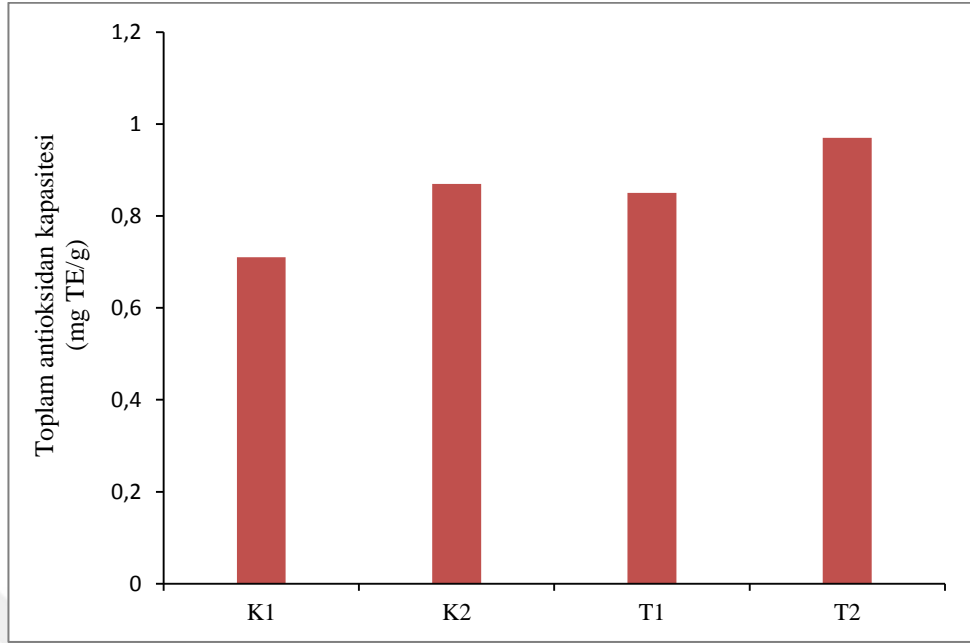
çalışmada keçiyoynuzu tozu eklenmesi örneklerin antioksidan değerlerinde artış sağlamıştır [41]. Keçiyoynuzu pekmezi içeren pestil çalışmasında keçiyoynuzu oranı arttıkça örneklerin radikal süpürme gücünün arttığını gözlemlenmiştir [53]. Sürülebilir keçiyoynuzu tatlısının araştırıldığı bir çalışmada ise %38 keçiyoynuzu unu içeren örneğin antioksidan aktivite miktarı 124,6 mmol Fe/100 g olarak tespit edilmiştir [87].



Şekil 3.4. Bisküvilerin Troloks eş değeri antioksidan kapasiteleri

Farklı küçük harfle belirtilen değerler istatistiksel açıdan önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir ($p < 0,05$). [K:Kontrol, K₁:Şeker içeriğinin yarısı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, K₂:Şeker içeriğinin tamamı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, T₁:K₁'e tarçın eklenmiş örnek, T₂:K₂'ye tarçın eklenmiş örnek]

Depolamanın toplam antioksidan kapasitesindeki etkisine bakmak amacıyla 3 ay depolanan bisküvilerin depolama sonrası toplam antioksidan kapasiteleri Şekil 3.5'te belirtilmiştir. Depolama öncesi ve sonrası değerlerde istatistiksel bir farka rastlanmamıştır ($p < 0,05$). Depolama sonrası kontrol örneğinin antioksidan miktarı belirlenemeyecek düzeyde düşük bulunmuştur.



Şekil 3.5. Depolama sonrası bisküvilerin Troloks eş değeri antioksidan kapasiteleri

Farklı küçük harfle belirtilen değerler istatistiksel açıdan önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir ($p < 0,05$). [K₁:Şeker içeriğinin yarısı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, K₂:Şeker içeriğinin tamamı keçiyoynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, T₁:K₁'e tarçın eklenmiş örnek, T₂:K₂'ye tarçın eklenmiş örnek]

3.7. Bisküvilerin HMF değerleri

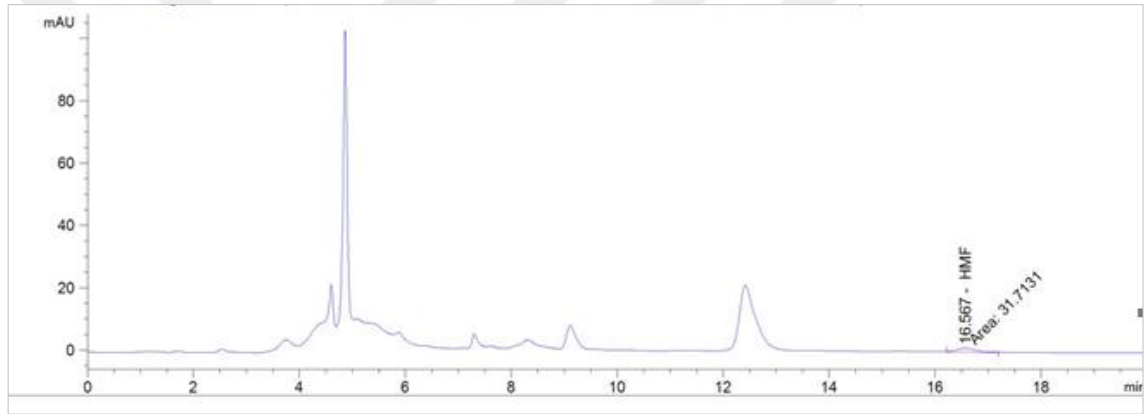
Maillard reaksiyonu proteinlerin amino grupları ile indirgen şekerlerin karboksil grupları arasında meydana gelir ve enzimatik esmerleşmeye sebep olur. Bisküvilerin pişirilmesi esnasında, kahverengi yüzeyin gelişmesine katkıda bulunan karamelizasyon ve Maillard reaksiyonu gibi birçok olay meydana gelmektedir. HMF taze, işlenmemiş gıdalarda mevcut değildir, fakat ürün yüksek sıcaklıklarda ısıtıldığında Maillard reaksiyonunun bir ara ürünü olarak, karamelizasyon sonucu şekerin degradasyonu ile veya depolama boyunca oluşabilmektedir. HMF'nin toksikolojik etkisi net olmayıp genotoksisite ve mutajenite ile ilgili in vitro çalışmalarda tartışmalı sonuçlar bulunmuştur [88]. Fakat buna rağmen yapılan birçok çalışma hem model sistemlerde, hem de gıdalardaki bu Maillard ürünlerinin antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmiştir. Maillard reaksiyonu ara ürünlerinden biri olan HMF'nin de antioksidan özellik taşıdığı yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir [78]. Çalışmalar niceliksel olarak Maillard reaksiyonunun serbest radikal süpürücü etkiye sahip moleküllerin artışına yol açtığına dair kanıtlar sunmaktadır. Bu şekilde Maillard reaksiyon ürünlerinin lipid oksidasyon ürünlerinin bilinen zararlı etkisi üzerinde antioksidanların sağladığı

koruyucu etkiyle, insan sağlığı üzerinde olumlu bir etkisi olabileceğini göstermektedir [89].

Keçiboynuzu pekmezi üretim prosesinde ısıl işlem görmektedir. Bisküvi formülasyonuna ilave edildiğinde pişme sırasında yeniden ısıl işleme maruz kalmaktadır. Bundan dolayı, bu çalışmada bisküvi örneklerinde HMF miktarı analiz edilmiştir. Bisküvide HMF miktarını belirlemek için öncelikle spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. HMF miktarı, kullanılan bu metot ile ölçülebilecek seviyenin altında bulunduğundan absorbans değerleri negatif çıkmış ve bundan dolayı HMF miktarı bu metot ile belirlenememiştir. Daha sonra Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde HPLC metodu kullanılarak analiz yapılmıştır. Analiz en çok HMF içeriğine sahip olması beklenen şekerin tamamının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirilen K₂ örneğinde yapılmıştır. K₂ örneğinin HMF miktarı 10,45 µg/g düzeyinde belirlenmiştir. Diğer örneklerin HMF içerikleri muhtemelen bu örnekten az veya yakındır.

Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşimlerinin incelendiği bir çalışmada keçiboynuzu pekmezi örneklerinde HMF'nin 4,1 ile 7,0 mg/kg arasında değiştiiği belirlenmiştir. Diğer pekmez çeşitleri (dut, üzüm ve incir) ile karşılaştırıldığında keçiboynuzu pekmezinin daha düşük HMF içeriğine sahip olduğu saptanmıştır [61]. Şeker alkollerini ve yeni nesil antioksidan etkili tatlandırıcıların bisküvi kalite özelliklerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada 170 °C' de 15 dk pişirilen ve %100 sakkaroz içeren örneğin HMF miktarı 9,64 mg/kg olarak bulunmuştur [78]. Bizim çalışmamızda da benzer sıcaklık-süre ikilisi (160°C'de 15 dk) kullanılmış olup HMF miktarı literatürdekine yakın bulunmuştur. Şeker tipinin ve pişirme koşullarının HMF üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada bisküvilerin 205 °C'de 11 dk pişirilmesi ile HMF oluşumu üzerinde glikozun etkisinin sakkarozun etkisinden çok daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada pişirme için farklı sıcaklık ve süre kombinasyonları denenmiştir. HMF konsantrasyonunun artması ile oluşacak esmerleşme artışının önüne geçilebilmesi için uygun sıcaklık/süre ikilisinin 160°C'de 25 dakika pişirme olduğu önerilmiştir [88]. Bisküvilerdeki HMF içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada piyasadan toplanan farklı bisküvilerin HMF miktarlarının 0,34-34,99 mg/kg aralığında olduğu saptanmıştır. En yüksek miktara sahip örneğin formülasyonunda tatlandırıcı olarak invert şeker şurubu olduğu ve bu sebepten dolayı HMF miktarının fazla olduğu

belirtilmiştir. Yapılan çalışmalar HMF'nin sukroza göre içerikteki glikoz ve fruktozdan daha hızlı yükseldiğini kanıtlamıştır [90]. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda günlük 80-100 mg/kg vücut ağırlığı miktarına maruz kalması ile akut ve subakut toksisite deneylerinde herhangi olumsuz bir sonuç elde edilmemiştir [91, 92]. Farklı sıcaklıklarda pişirilen bisküvilerde sakkaroz ve heksozun HMF oluşumuna etkisinin araştırıldığı bir çalışmada piyasadaki ticari bisküvilerin çoğunlukla şeker içeriği olarak sakkarozla ve 250 °C'nin altında pişirildiği ve ortalama olarak 25.97 mg/kg HMF içeriğine sahip olduğunu bildirilmiştir [93]. Bizim çalışmamızda daha düşük sıcaklık parametresi (160°C'de 15 dk) kullanıldığından şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilen örneğin HMF miktarı ticari bisküvilerinkinden daha düşük bulunmuştur.



Şekil 3.6. Bisküvi örneğine ait HMF kromatogramı

3.8. Bisküvilerin duyu analiz sonuçları

Bisküvilerin duyu özellikleri Tablo 3.5'te verilmiştir. Değerlendirme kontrol örneği baz alınarak yapılmıştır. Kontrol örneğinin puanı her kriter için sıfır sayılmıştır ve panelistler diğer örneklere -3 ile +3 arasında puan vermiştir. Pozitif değerler örneğin kontrolden daha çok, negatif değerler ise daha az beğenildiğini göstermektedir. Ayrıca panelistlerden örneklerin tatlılığını değerlendirmeleri istenmiştir. Tatlılık özelliğinde ise beğeni değil, örneğin kontrole göre ne derece tatlı olduğu sorulmuştur.

Şeker içeriğinin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği K₁ örneğinin koku beğenilirliği kontrol örneğe göre daha fazladır (p<0,05). Fakat en yüksek oranda keçiyoynuzu pekmezi içeren K₂ örneğinin puanı negatif olup istatistiksel açıdan kontrol örneğinden farklı değildir. Dolayısıyla düşük seviyede keçiyoynuzu pekmezi ilavesi koku beğenilirliği açısından daha tercih edilir bir sonuç vermiştir. En yüksek oranda

keçiboynuzu pekmezi içeren örneğe tarçın ilavesi ise koku beğenilirliğini arttırmış ve anlamlı bir farklılığa sebep olmuştur. Düşük seviyede pekmez içeren örneğe tarçın ilavesinde ise istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Tarçının genel olarak koku beğenilirliği puanını artırdığı ifade edilebilir.

Tüm örneklerin renk puanları pozitif ve kontrol örneğinkinden daha yüksek olarak belirlenmiştir. Keçiboynuzu pekmezi ilavesi renk beğenisini kontrole göre belirgin seviyede arttırmıştır ($p<0,05$). Farklı seviyede keçiboynuzu pekmezi ilavesi ile örneklerin renk puanlarında anlamlı fark bulunamamıştır. Tarçın ilavesi ise şekerin tamamının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirilen örnekte bir farka sebep olmazken, şeker içeriğinin yarısının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirildiği örneğe tarçın ilavesi renk beğenisini düşürmüştür. Fakat yine de bu örneğin bile rengi kontrole göre daha çok beğenilmiştir. Dolayısıyla keçiboynuzu pekmezinin ve tarçının renk beğenisi üzerinde pozitif bir etkisi olduğu söylenebilir.

Bisküvilerin tekstür beğenisine bakıldığında ise örneklerin puanları pozitif olup, kontrol örneğinkinden yüksek olarak belirlenmiştir. Fakat kontrol örneği hariç diğer örnekler aralarında istatistiksel bir fark bulunamamıştır ($p<0,05$). Keçiboynuzu pekmezi ilavesi bisküvilerin tekstür beğenilirliğini arttırmıştır. Tarçın ilavesi ise bisküvilerin tekstür puanlarında istatistiksel bir farka sebep olmamıştır.

En fazla oranda keçiboynuzu içeren örneğin lezzet beğeni puanı kontrol örneğinki ile aynı düzeyde bulunmuştur. Diğer örneklerin lezzet puanları ise pozitif olup, kontrol örneğinkinden yüksektir ($p<0,05$). Şekerin tamamının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirildiği örnek, şekerin yarısının keçiboynuzu pekmezi ile değiştirildiği örnekle kıyaslandığında lezzet beğenisi düşmüştür. En yüksek düzeyde keçiboynuzu pekmezi içeren örneğin tarçın ilave edilmiş hali tarçınınsız hali ile karşılaştırıldığında lezzet beğenilirliği artmıştır ve istatistiksel olarak farka sebep olmuştur. Düşük düzeyde pekmez içeren örneğe tarçın ilavesi ise belirgin bir farka sebep olmamıştır. Keçiboynuzu pekmezinin yüksek düzeylerde eklenmesi keçiboynuzunun sahip olduğu farklı aromadan dolayı bazı kişilerce beğenilmemektedir. O yüzden düşük düzeyde keçiboynuzu pekmezi ilavesi daha tercih edilebilir. Bisküvi örneklerine tarçın ilavesi bu istenmeyen tadı maskeleyerek lezzet beğenisinde artışa sebep olabilir.

Bisküvilerin genel beğenilirliklerine bakıldığında tüm örneklerin değerleri pozitifdir. Şeker içeriğinin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği örnekler, şekerin tamamının pekmez ile değiştirildiği örneklerle kıyaslandığında daha çok beğenilmişlerdir. Tarçın ilavesi ise genel beğenilirlikte istatistiksel bir farka sebep olmamıştır ($p<0,05$).

Beğeni açısından değerlendirdikten sonra, panelistlerin bisküvi örneklerinin tatlılık seviyelerini değerlendirmeleri istenmiştir. Bisküvi örneklerinin tatlılık değerlerine bakıldığında ise tüm örneklerin kontrol örneğe benzer seviyede tatlı ya da daha tatlı algılandıkları bulunmuştur ($p<0,05$). Değerinin negatif olmasına rağmen, şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilmesi kontrole kıyasla tatlılık anlamında farklı bulunmamıştır. Şekerin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği K_1 örneği hem kontrolden hem de şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği K_2 örneğinden daha tatlı bulunmuştur. Keçiyoynuzu seviyesi arttığında tatlılık algısının düşmesi, pekmez içeriğindeki tanenler gibi acı (bitter), buruk, büzücü tat veren bileşiklerin yüksek seviyelerde olduklarında tatlılığın algılanmasını maskeleyiş olabilir [83]. Kontrol örneğin şeker içeriği %24,5'ten, şeker içeriğinin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilmesiyle %21,5'e düşmüştür; buna rağmen şeker içeriğinin yarısının pekmeze değiştirildiği bisküvi örneği panelistler tarafından kontrol örneğe göre daha tatlı algılanmıştır. Pekmezdeki farklı şeker içeriği de (fruktoz, glikoz gibi) tatlılık algısında etkili olmuş olabilir. Aynı oranlarda pekmez içeren örnekler tarçın ilave edilmiş halleri ile karşılaştırıldığında ise istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Tarçın ilavesi panelistlerin tatlılık algısında bir değişikliğe sebep olmamıştır.

Makarnada keçiyoynuzu unu kullanımı ile ilgili çalışmada keçiyoynuzu unu seviyesinin artması ile koku ve genel kabul edilebilirlikte düşüş gözlemlenmiştir [41]. Keçiyoynuzu unu eklenmiş ekmek ile ilgili çalışmada ise, keçiyoynuzu unu eklenmiş örnekler kontrol örnekle kıyaslandığında lezzet ve genel beğenisinin düştüğü tespit edilmiştir [94].

Genel olarak bakıldığında şeker içeriğinin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği bisküvi örnekleri daha çok beğenilmiştir ve kontrol örneğinden daha az şeker içermesine rağmen tatlılık seviyesi daha yüksek algılanmıştır. Keçiyoynuzu pekmezinin yüksek oranda kullanılması pekmezden gelen farklı tatlar sebebiyle tercih edilirligi düşürdüğü tahmin edilmektedir.

Tablo 3.5. Bisküvilerin duyuşal özellik değerleri

Örnek	Koku	Renk	Yapı	Lezzet	Genel beğeni	Tatlılık
Kontrol	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
K₁	0,8 ^b	1,2 ^b	1,1 ^b	1,2 ^b	1,4 ^b	1,0 ^b
K₂	-0,2 ^a	0,9 ^{bc}	0,9 ^b	0,0 ^a	0,5 ^{ac}	-0,2 ^a
T₁	1,3 ^b	0,6 ^c	0,9 ^b	1,0 ^{bc}	1,1 ^b	0,8 ^{bc}
T₂	0,9 ^b	1,0 ^b	0,6 ^b	0,5 ^b	0,8 ^{bc}	0,3 ^{ac}

Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler istatistiksel açıdan önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir (p<0,05).

[K₁:Şeker içeriğinin yarısı keçiboynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, K₂:Şeker içeriğinin tamamı keçiboynuzu pekmeziyle değiştirilen örnek, T₁:K₁'e tarçın eklenmiş örnek, T₂:K₂'ye tarçın eklenmiş örnek]

4. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

Bisküviye şeker yerine farklı oranlarda keçiyoynuzu pekmezi ilave edilerek bisküvilerin fiziksel, kimyasal, tekstürel, fonksiyonel ve duyuşsal özelliklerinin belirlendiği bu çalışmada keçiyoynuzu pekmezi katkısının protein, mineral madde, antioksidan ve fenolik bileşik içeriklerinde belirgin bir artış sağladığı gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Farklı oranlarda keçiyoynuzu pekmezi ilavesine bağlı olarak fiziksel özelliklerden renk belirgin bir şekilde değişmiş ve keçiyoynuzu miktarının artması ile L^* değerinde azalmaya, a^* ve b^* değerlerinde ise artışa sebep olmuştur. Kontrol örneğinin Hue açısı 87,39 ile en yüksek düzeyde sarı olarak algılanan örnek olarak bulunmuştur. Örneklerin Hue açısına bakıldığında, keçiyoynuzu pekmezi ilavesiyle b^* değeri artsa da, aynı zamanda pekmez örneklere kırmızılık verdiğinden dolayı sarı algısını temsil eden Hue açısı belirgin şekilde azalmıştır ($p<0,05$). Örneklere tarçın eklenmesi de Hue açısını düşürerek sarı olarak algılanmasını azaltmıştır. Kontrol örneğinin kroma değeri 20,84, şekerin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği örneğinki 30,03 ve şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği örneğinki ise 32,28 bulunmuştur. Örneklere keçiyoynuzu pekmezi miktarının artması renk canlılığını artırırken, tarçın eklenmesi matlığı belirgin şekilde arttırmıştır ($p<0,05$). Ayrıca bisküvi sertliği değerinde azalma gözlenmiştir.

Formülasyona keçiyoynuzu pekmezi ilavesi ile örneklerin toplam şeker içeriğinde azalma sağlanmıştır. Kontrol örneğinin şeker içeriği % 24,47 iken, şekerin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilmesi ile %21,57'ye, şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilmesiyle de % 17,45'e düşmüştür. Aynı zamanda bisküvi örneklerinin tatlılık algısı korunarak veya arttırılarak şeker içeriği azaltılmıştır. Bu

sayede herkes tarafından sevilerek tüketilen bisküvinin şeker içeriği azaltılarak, vücutta zararlı etkilere sahip şeker tüketimi daha aza indirilmiş olacaktır.

Son yıllarda fenolik bileşikler üzerinde yapılan birçok çalışma fenolik bileşiklerin en önemli ve aktif antioksidanlar olduğunu göstermiştir. Antioksidanların vücutta bazı önemli biyomoleküllerin oksidatif hasarını önleyerek kanser ve koroner kalp hastalıkları gibi hastalıkların önlenmesinde çok önemli bir rolü olduğu bilindiğinden keçiyoynuzu pekmezi ilavesinin bisküviye fonksiyonel bir özellik kattığı düşünülmektedir. Kontrol örneğinin toplam fenolik madde miktarı 1,11 mg GAE/g iken, şekerin tamamının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirilmesi bisküvi örneğinin toplam fenolik madde miktarının 2,40 mg GAE/g'a yükselmesine sebep olmuştur. Ayrıca keçiyoynuzundan gelen farklı aromayı maskeleyerek amacıyla formülasyona ilave edilen tarçının sahip olduğu fenolik bileşikler de bu fonksiyonel özelliklere destek niteliğindedir. Bunun yanı sıra keçiyoynuzu pekmezi ilavesi bisküvinin protein ve mineral madde içeriğinde artışa sebep olduğundan bisküvilerin besleyici değerinin arttığı söylenebilir. Kontrol örneğin protein miktarı % 6,33 iken, % 100 keçiyoynuzu pekmezi ilavesi örneğin protein miktarının % 7,61'e yükselmesine sebep olmuştur.

Çalışma sonucunda elde edilen duyu analizi sonuçlarına göre şeker içeriğinin yarısının keçiyoynuzu pekmezi ile değiştirildiği örneğin tüm kriterler için kontrolden daha yüksek kabul edilebilirliğe sahip olduğu görülmüştür. Düşük seviyede keçiyoynuzu pekmezi ilavesi koku beğenilirliği açısından daha tercih edilir bir sonuç vermiştir. Renk değerlerine bakıldığında örneklerin değerleri kontrol örneğinkinden daha yüksek olarak belirlenmiştir. Keçiyoynuzu pekmezi ilavesi bisküvilerin tekstür beğenilirliğini arttırmıştır. Tarçın ilavesi K₁-T₁ ikilisi arasında önemli bir farka sebep olmamıştır. Fakat K₂-T₂ ikilisi arasında tarçın ilavesi koku ve lezzet beğenisi değerlerinde belirgin bir artışa sebep olmuştur (p<0,05).

Çalışma sonuçlarının, özellikle de ülkemizde yüksek miktarda yetişen ve üretilen fakat bilinen zengin içeriğine rağmen çok fazla ürün işlenmesinde kullanılmayan keçiyoynuzu meyvesinin kullanım alanının yaygınlaşmasına ve katma değerinin arttırmasına, ayrıca keçiyoynuzu pekmezinin piyasaya sunulacak gıdalarda kullanımının artmasına katkı sağlayacağı ve buna benzer çalışma eksikliğinden dolayı literatüre kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir.

4.2. Öneriler

- Keçiboynuzu pekmezi ilavesi formülasyona yapılacaksa yüksek seviyelerde değil de tüketici beğenisi açısından daha düşük seviyelerde yapılmalıdır.
- Keçiboynuzu pekmezi kullanılarak antioksidan maddelerce zengin bisküvi üretilebilir. Bu sayede doğal içerikli formülasyonlar geliştirilebilir.
- Toplumun her kesimine hitap eden bir atıştırma olan bisküvi, formülasyonunda keçiboynuzu pekmezi kullanılarak fonksiyonel bir gıda haline getirilebilir ve besin değerleri artırılabilir.
- Meyve olarak tüketimi az olan keçiboynuzunu, pekmez olarak gıda ürünlerinde kullanarak ülkemizde çokça yetişen keçiboynuzunun kullanım alanlarının artırılması sağlanabilir.
- Keçiboynuzu pekmezi ilavesi ile sadece besin değerleri açısından değil duyuşsal olarak da yeni bisküvi formülasyonu geliştirilebilir.
- Çalışmada üretilen bisküvilerin hedeflenen özellikleri sağlanması ve duyuşsal olarak da kabul görmesi ile gıda üretimi çalışmalarına fayda sağlayabilir ve sektör için de yeni gelişmelere ışık tutabilir.

KAYNAKÇA

1. Sudha, M. L., Srivastava, A. K & Leelavathik., 2007. İnfluence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. **Food Chemistry**, **100** (4): 1365-1370.
2. Beğen, F., 2012. Yüksek Lif İçerikli Bisküvi Üretiminde Lüpen (*Lupinus albus* L.) Kepeği Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Konya, 98 s.
3. Johnson, R.K., Yon, B.A., 2010. Weighing in on added sugars and health. **Journal of the American Dietetic Association**, **110** (9): 1296-1299.
4. Vitali, D., Dragojević, I. V., ve Šebečić, B., 2009. Effect of incorporation of integral raw material and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. **Food Chemistry**, **114**: 1462-1469.
5. Tyagi, S. K., Manikantan, M. R., Harinder, S. Oberoi., Kaur, G., 2007. Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. **Journal of Food Engineering**, **80**: 1043– 1050.
6. Pazır, F., Alper, Y., 2016. Keçiboynuzu meyvesi (*Ceratonia siliqua* L.) ve sağlık. **Akademik Gıda**, **14** (3): 302-306.
7. Gübbük, H., Tozlu, İ., Doğan, A., Balkıç, R., 2016. Çevre, endüstriyel kullanım ve insan sağlığı yönleriyle keçiboynuzu. **Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University**, **21** (3): 207-215.
8. Seczyk, L., Swieca, M., Gawlik-Dziki, U., 2016. Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. **Food Chemistry**, **194**: 637-642.
9. Youssef, M.K., El-Manfaloty, M.M., Ali, H.M., 2013. Assessment of proximate chemical composition, nutritional status, fatty acid composition and phenolic compounds of carob (*Ceratonia siliqua* L.). **Food and Public Health**, **3** (6): 304-308.
10. Durazzo, A., Turfani, V., Narducci, V., Azzini, E., Maiani, G., Carcea, M., 2014. Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carobs flours. **Food Chemistry**, **153**: 109-113.

11. Turhan, İ., Tetik, N., Karhan, M., 2007. Keçiboynuzu pekmezinin bileşimi ve üretim aşamaları. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, **2**: 39-44.
12. Maiorean, S.M., Serban, M., Sahebkar, A., Ursoniu, S., Serban, A., Penson, P., Maciej, B., 2017. The effects of cinnamon supplementation on blood lipid concentrations: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Clinical Lipidology**, **11**: 1393-1406.
13. Aydın, Ö., 2011. Tarçın, Kimyon ve Sumak Adlı Baharat Türlerinden Elde Edilen Su, Etanol-Su, Metanol ve Kloroform Ekstraktlarının in Vitro Antioksidant Özelliklerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 87 s.
14. Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., Madella, D., Martinazzo, A.P., Moura, L.A.G., Ramos de Melo, N., Sanches-Silva, A., 2017. Revisiting an ancient spice with medicinal purposes: Cinnamon. **Trends in Food Science & Technology**, **62**: 154-169.
15. Helal, A., Tagliacruzchi, D., 2018. Impact of in-vitro gastro-pancreatic digestion on polyphenols and cinnamaldehyde bioaccessibility and antioxidant activity in stirred cinnamon-fortified yoğurt. **Food Science and Technology**, **89**: 164-170.
16. Li, Y., Kong, D., Wu, H., 2013. Analysis and evaluation of essential oil components of cinnamon barks using GC-MS and FTIR spectroscopy. **Industrial Crops and Products**, **41**: 269-278.
17. Singh, G., Maurya, S., Lampasona, M. P., Catalan, A.N., 2007. A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. **Food and Chemical Toxicology**, **45**: 1650-1661.
18. Avallone, R., Plessi, M., Baraldi, M., Monzai, A., 1997. Determination of chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua*): protein, fat, carbohydrates, and tannins. **Journal and Food Composition and Analysis**, **10**: 166-172.
19. Biguzzi, C., Schlich, P., Lange, C., 2014. The impact of sugar and fat reduction on perception and liking of biscuits. **Food Quality and Preference**, **35**: 41-47.
20. Demir, K.M., 2015. Bisküvi üretiminde tam buğday unu ve paçallarının kullanımı. **Tarım Bilimleri Dergisi**, **21**: 100-107.

21. Noor Aziah, A. A., Mohamad Noor, A. Y., Ho, L.H., 2012. Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. **International Food Research Journal**, **19** (4): 1539-1543.
22. Saha, S., Gupta, A., Singh, S.R.K., Bharti, N., Singh, K.P., Mahajan, V., Gupta, H.S., 2011. Compositional and varietal influence of finger millet flour on rheological properties of dough and quality of biscuit. **Food Science and Technology**, **44**: 616-621.
23. Meral, R., Doğan, İ.S., 2009. Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamullerin üretiminde kullanımı. **Gıda**, **34** (3): 193-198.
24. Pasqualone, A., Bianco, A.M., Paradiso, V.M., Summoa, C., Gambacorta, G., Caponio, F., Blanco, A., 2015. Production and characterization of functional biscuits obtained from purple wheat. **Food Chemistry**, **180**: 64-70.
25. Doğan, H., Meral, R., 2016. Uşkun bitkisinin bisküvi üretiminde fonksiyonel bileşen olarak kullanımı. **Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, **6** (4): 91-99.
26. Tunalioglu, R., Özkaya, M. T., 2003. Keçiboynuzu. **Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Dergisi**, **5** (3): 1-4.
27. Aydın, N., 2012. Keçiboynuzu Unu İlavesinin Bisküvinin Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi. Pamukkale Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 42 s
28. Biner, B., Gubbuk, H., Karhan, M., Aksu, M., Pekmezci, M., 2007. Sugar profiles of the cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey. **Food Chemistry**, **100**: 1453-1455.
29. Dakia, P. A., Wathelet, B. Ve Paquot, M. 2006. Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germ. **Food Chemistry**, **102**: 1368-1374.
30. Ayaz, F.A., Torun, H., Ayaz, S., Correia, P.J., Alaiz, M., Sanz, C., Gruz, J., 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.

31. Aydın, S., Özdemir, Y., 2017. Development and characterization of carob flour based functional spread for increasing use as nutritious snack for children. **Journal of Food Quality**, **3**: 1-7.
32. Karababa, E., Coşkuner, Y., 2013. Physical properties of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): An industrial gum yielding crop. **Industrial Crops and Products**, **42**: 440-446.
33. Öziyici, H.R., 2014. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) Meyvesinden D-pinitol Ekstraksiyonu Üzerine Araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Antalya, 116 s.
34. Owen, R.W., Haubner, R., Hull, W.E., Erben, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H., Haber, B., 2003. Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. **Food and Chemical Toxicology**, **41**: 1727-1738.
35. Dos Santos, L.M., Tulio, L.T., Campos, L.F., Dorneles, M.R., Kruger, C.C.H., 2015. Glycemic response to carob (*Ceratonia siliqua* L.) in healthy subjects and with the in vitro hydrolysis index. **Nutricion Hospitalaria**, **31** (1): 482-487.
36. Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, <http://www.turkomp.gov.tr/> (29.06.2018).
37. Han, X. Z., Shen, T. and Lou, H. X., 2007. Dietary polyphenols and their biological significance. **International Journal of Molecular Science**, **8**: 950-988.
38. Vaya, J., Aviram, M., 2001. Nutritional antioxidants: Mechanisms of action, analyses of activities and medical applications. **Current Medicinal Chemistry - Immunology, Endocrine & Metabolic Agents**, **1**: 99-117.
39. Soong, Y.Y., Barlow, P.J., 2004. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. **Food Chemistry**, **88**: 411-417.
40. Espinoza, M.C., Zafimahova, A., Alvarado, P.G.M., Dubreucq, E., Legrand, C.P., 2015. Grape seed and apple tannins: Emulsifying and antioxidant properties. *Food Chemistry*, **178**: 38-44.
41. Biernacka, B., Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Rozylo, R., Siastala, M., 2017. Physical, sensorial, and antioxidant properties of common wheat pasta enriched with carob fiber. **Food Science and Technology**, **77**: 186-192.

42. Stavrou, I.J., Christou, A., Kapnissi-Christodoulou, C.P., 2018. Polyphenols in carobs: A review on their composition, antioxidant capacity and cytotoxic effects, and health impact. **Food Chemistry**, **269**: 355-374.
43. Papagiannopoulos, M., Wollseifen, H., Mellenthin, A., Haber, B., Galensa, R., 2004. Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (*Ceratonia siliqua* L.) and derived products by HPLC-UV. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **52**: 3784-3791.
44. Eseceli, H., Değirmencioğlu, A., Kahraman, R., 2006. Omega yağ asitlerinin insan sağlığı yönünden önemi, 403-406. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Mayıs 24-26, 2006, Bolu.
45. Balkan, N.D., 2011. Keçiboynuzlu Bozanın Bazı Kalitatif Özelliklerinin İncelenmesi. Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyon, 69 s.
46. Ravichandiran, V., Nirmala, S., Ahamed, N., 2012. Protective effect of tannins from *Ficus racemosa* in hypercholesterolemia and diabetes induced vascular tissue damage in rats. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, 367-373.
47. Tetik, N., Yüksel, E., 2014. Ultrasound-assisted extraction of D-pinitol from carob pods using response surface methodology. **Ultrasonics Sonochemistry**, **21**: 860-865.
48. Pekmezci, M., Gübbük, H., Eti, S., Erkan, M., Onus, N., Karaşahin, I., Biner, B., Adak, N., 2008. Batı Akdeniz ve Ege bölgesi'nde yabani ve kültür formunda yetişen keçiboynuzu tiplerinin seleksiyonu. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **21** (2): 145-153.
49. Barrocosa, P., Osorio, J., Cravador, A., 2007. Evaluation of fruit and seed diversity and characterization of carob (*Ceratonia siliqua* L.) cultivars in Algarve region. **Scientia Horticulturae**, **114**: 250-257.
50. Batu, A., Karagöz, D. D., Kaya, C., ve Yıldız, M., 2007. Dut ve harput pekmezlerinin depolanması süresince bazı kalite değerlerinde oluşan değişimler. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, **2**: 7-16.
51. Caudle, A.G., Gu, Y., Bell, L.N., 2001. Improved analysis of theobromine and caffeine in chocolate food products formulated with cocoa powder. **Food Research International**, **34**: 599-603.

52. Erol, N.I., 2010. Keçiboynuzlu Tarhana Üzerine Bir Araştırma. Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyon, 99 s.
53. Çakır, Ş., 2009. Keçiboynuzundan Pestil Üretimi ve Kalitesinin Belirlenmesi. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Malatya, 63 s.
54. Karaca, O.B., Saydam, İ.B., Güven, M., 2012. Physicochemical, mineral and sensory properties of set-type yoghurts produced by addition of grape, mulberry and carob molasses at different ratios. **International Journal of Dairy Technology**, **65** (1): 111-117.
55. Souli, A., Sebai, H., Chehimi, L., Rtibi, K., Tounsi, H., Baubaker, S., Sakly, M., El-Benna, J., Amri, M., 2015. Hepatoprotective effect of carob against acute ethanol- induced oxidative stress in rat. **Toxicology and Industrial Health**, **31** (9): 802-810.
56. Sengül, M., Ertugay, M.F., Sengül, M., Yüksel, Y., 2007. Rheological characteristics of carob pekmez. **International Journal of Food Properties**, **10** (1): 39-46.
57. Bilgiçli, N., Akbulut, M., 2010. Effects of different pekmez (fruit molasses) types used as a natural sugar source on the batter rheology and physical properties of cakes. **Journal of Food Process Engineering**, **33**: 272-286.
58. Karababa, E., Işıklı, N.D., 2005. Pekmez: A traditional concentrated fruit product. **Food Reviews International**, **21**: 357-366.
59. Batu, A., Kırmacı, B., Akbulut, E., 2007. Kayısı pekmezi üretim tekniği. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, **2**: 53-57.
60. Çiftçi, H., Akbulut, G., Yıldız, E., Mercanlıgil, S.M., 2008. Kan Şekerini Etkileyen Besinler. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, 12 s.
61. Şimşek, A., Artık, N., 2002. Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma. **Gıda**, **27** (6): 459-467.
62. İso, H., Stampfer, M., Manson, J.E., Rexrode, K., Hennekens, C., Colditz, G.A., Speizer, F.E., Willett, W.C., 2008. Prospective study of calcium, potassium, and magnesium intake and risk of stroke in women. **Stroke**, **30**: 1772-1779.

63. Tetik, N., Turhan, İ., Karhan, M., Öziyici, H.R., 2010. Characterization of, and 5-hydroxymethylfurfural concentration in carob pekmez. **Gıda**, **35** (6): 417-422.
64. Chao, L.K., Hua, K., Hsu, H., Cheng, S., Liu, J., Chang, S., 2005. Study on the antiinflammatory activity of essential oil from leaves of *Cinnamomum osmophloeum*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **53**: 7274-7278.
65. Shen, Y., Jia, L., Honma, N., Hosono, T., Ariga, T., Seki, T., 2012. Beneficial effects of cinnamon on the metabolic syndrome, inflammation, and pain, and mechanisms underlying these effects – A review. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, **2**: 27-32.
66. Gruenwald, J., Freder, J., Armbruester, N., 2010. Cinnamon and health. **Food Science and Nutrition**, **50**: 822-834.
67. Mancini-Filho, J., Van-Koij, A., Mancini, D.A., Cozzolino, F.F., Torres, R.P., 1998. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum verum*, Breyne) extracts. **Bollettino Chimico Farmaceutico** **137**: 443-447.
68. AACC, 2018, Approved Methods of Analysis, 11th ed, St. Paul, MN.
69. Özay, G., Pala, M., Saygı, B., 1993. Bazı gıdaları su aktivitesi (a_w) yönünden incelenmesi. **Gıda**, **18** (6): 377-383.
70. Sertakan, S.G., 2006. Bisküvi ve Kraker Üretiminde Tritikale Ununun Kullanım Olanakları, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trakya, 192 s.
71. Taş, E., 2011. Bisküvi Üretiminde Bazı Kabartıcı Kombinasyonlarının Bisküvinin Kalitatif Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Konya, 71 s.
72. Kuehni, R.G., 2002. The early development of the Munsell system. **Color Research and Application**, **27** (1): 20-27.
73. Lee, S., Lee, K., Lee, S., Song, J., 2013. Origin of human colour preference for food. **Journal of Food Engineering**, **119**: 508-515.
74. Yeşil, Y., 2010. Melanj Elyaf Karışımlarında Renk Değerlerinin Yeni Bir Algoritma Geliştirilerek Tahmin Edilmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 273 s.

75. Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B.S., 2017. Cookie texture, spread ratio and sensory acceptability of cookies as a function of soluble dietary fiber, baking time and different water levels. **Food Science and Technology**, **80**: 537-542.
76. Babacan, S., 2017. Fırınlanmış ve Kızartılmış Kırmızı Mercimek Cipsi Üretim Şartlarının Optimize Edilerek Fizikokimyasal, Duyusal ve Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 147 s.
77. Altınöz, D., 2002. Meyve Suyunda Spektrofotometrik ve Sıvı Kromatografik Hidroksimetilfurfural (Hmf) Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 50 s.
78. Güldane, M., 2014. Şeker Alkolleri ve Yeni Nesil Antioksidan Etkili Tatlandırıcıların Bisküvi Kalite Özelliklerine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 94 s.
79. Anonymous, 2017, TSE Bisküvi Standardı TS 2383. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
80. Özkaya, H., Seçkin, R., Ercan, R., 1984. Bazı bisküvi çeşitlerinin kimyasal özellikleri ile mineral ve vitamin içerikleri üzerinde araştırmalar. **Gıda**, **9** (5): 245-251.
81. Toker, Ö.S., 2012. Farklı Gıdalarda 5-HMF Düzeyinin Belirlenmesi ve Riskli Bulunan Gıdaların 5-HMF İçeriğinin Farklı Yöntemler Kullanılarak Azaltılma Olanaklarının Araştırılması, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 135 s.
82. İlhan, S., 2013. Keçiyoynuzu Katkılı Unlu Mamüller Üretimi. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Mersin, 68 s.
83. USDA, 2017. USDA Nutrient Database. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/> (02.02.2018).
84. Gökmen, V., Açar, Ö.Ç., Serpen, A., 2008. Effect of leavening agents and sugars on the formation of hydroxymethylfurfural in cookies during baking. **European Food Research and Technology**, **226**: 1031-1037.
85. Moreira, T.C., Silva, A.T., Fagundes, C., Ferreira, S.M., Candido, L.M.B., Passos, M., Krüger, C.C.H., 2017. Elaboration of yogurt with reduced level of

- lactose added of carob (*Ceratonia siliqua* L.). **Food Science and Technology**, **76**: 326-329.
86. Sebecic, B., Vedrına-Dragojavic, I., Vitali, D., Hecimovic, M., ve Dragicevic, I., 2007. Raw materials in fibre enriched biscuits production as source of total phenols. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, **3**: 265-270.
87. Aydın, S., 2011. Keçiboynuzu Meyvesinden Sürülebilir Bir Ürün Üretimi. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Mersin, 57 s.
88. Gökmen, V., Açar, Ö.Ç., Köksel, H., Acar., J., 2007. Effects of dough formula and baking conditions on acrylamide and hydroxymethylfurfural formation in cookies. **Food Chemistry**, **104**: 1136-1142.
89. Yu, M., He, S., Tang, M., Zhang, Z., Zhu, Y., Sun, H., 2018. Antioxidant activity and sensory characteristics of Maillard reaction products derived from different peptide fractions of soybean meal hydrolysate. **Food Chemistry**, **243**: 249-257.
90. Švecová, B., Mach, M., 2017. Content of 5-hydroxymethyl-2-furfural in biscuits for kids. **Interdiscip Toxicol**, **10** (2): 66-69.
91. Uzunlu, S., Herken, E.N., 2016. Bisküvilerde HMF ve akrilamid oluşumunun önemi. **Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi**, **3** (1): 138-142.
92. Abraham, K., Gürtler, R., Berg, K., Heinemeyer, G., Lampen, A., Appel, K., 2011. Toxicology and risk assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in food. **Molecular Nutrition and Food Research**, **55**: 667-678.
93. Ait Ameer, L., Mathieu, O., Lalanne, V., Trystram, G. and Birlouez - Aragon, I., 2007. Comparison of the effects of sucrose and hexose on furfural formation and browning in cookies baked at different temperatures. **Food Chemistry**, **101**: 1407-1416.
94. Wang, J., Rosell, C.M., Barber, C.B., 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. **Food Chemistry**, **79**: 221-226.

EKLER

EK 1. Panelistlere sunulan duyuşal analiz formu

TATLI KRAKER DUYUSAL ANALİZ FORMU

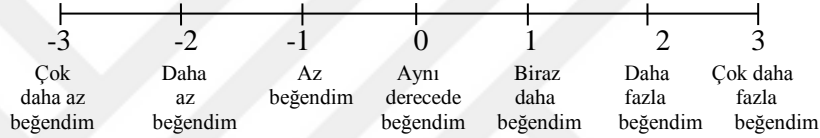
ADI SOYADI:

TARİH:

YAŞI:

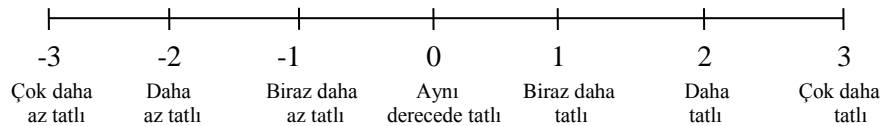
CİNSİYETİ:

AÇIKLAMA: 4 örneği referans örneğe kıyasla değerlendiriniz. Referans örneğini **0** varsayarak test örneklelerini daha çok beğenirsiniz artı, daha az beğenirsiniz eksi olarak değerlendiriniz.



ÖZELLİKLER	ÖRNEK KODLARI			
KOKU				
RENK				
YAPI				
LEZZET				
GENEL BEĒENİ				

AÇIKLAMA: 4 örneğin tatlılığını referans örneğe kıyasla değerlendiriniz. Referans örneğin tatlılığını **0** varsayarak test örneğini daha tatlı bulursanız artı, daha az tatlı bulursanız eksi olarak değerlendiriniz.



ÖRNEK KODU				
TATLILIK				

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Cansu İNANIR
Uyruğu: Türkiye (T.C)
Doğum Tarihi ve Yeri: 07.01.1993 - Kayseri
Medeni Durum: Bekar
e-mail: inanircansu0@gmail.com
Yazışma Adresi: Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Talas/KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniv. Müh. Fak. Gıda Müh.	2018
Lisans	Erciyes Üniv. Müh. Fak. Gıda Müh.	2015
Lise	Ted Kayseri Koleji, Kayseri	2011

YABANCI DİL

İngilizce