

**KEÇİBOYNUZU MEYVESİNDEN SÜRÜLEBİLİR
BİR ÜRÜN ÜRETİMİ**

SEMA AYDIN

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
HAZİRAN – 2011**

**KEÇİBOYNUZU MEYVESİNDEN SÜRÜLEBİLİR
BİR ÜRÜN ÜRETİMİ**

SEMA AYDIN

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman
Prof. Dr. Yüksel ÖZDEMİR**

**MERSİN
HAZİRAN – 2011**

Sema AYDIN tarafından Prof. Dr. Yüksel ÖZDEMİR danışmanlığında hazırlanan "Keçiboynuzu Meyvesinden Sürülebilir Bir Ürün Üretimi" başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

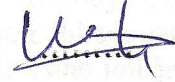
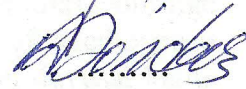
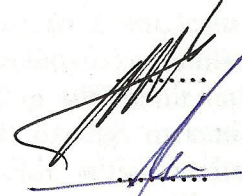
Prof. Dr. Yüksel ÖZDEMİR

Prof. Dr. Ayhan ATLI

Prof. Dr. Mahir TURHAN

Prof. Dr. H. Ali DÖNDAŞ

Doç. Dr. Ferruh ERDOĞDU



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08/09/2011 tarih ve 2011.19/343 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. A. Murat GİZİR
Enstitü Müdürü



Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

KEÇİBOYNUZU MEYVESİNDEN SÜRÜLEBİLİR TATLI BİR ÜRÜN ÜRETİMİ

Sema AYDIN

ÖZ

Keçiboynuzu meyvesi (*Ceratonia siliqua* L.), yüksek oranda karbonhidrat, mineral ve antioksidan aktiviteye sahip bileşenleri içermesi nedeniyle önemli bir besin kaynağıdır. Ülkemizde Akdeniz Bölgesinde bolca yetişen bu meyve, çok çeşitli kullanım alanları olmasına rağmen, yeterince tüketilmemektedir. Bu çalışmada, keçiboynuzu tüketiminin arttırılması amacıyla keçiboynuzu tatlısı üretilmiştir. Üretim aşamasında keçiboynuzu pekmezi veya keçiboynuzu unu ana bileşen olmak üzere, yardımcı katkı maddeleri olarak dolgu kreması yağı, süt tozu, soya unu, lesitin kullanılarak 17 farklı formülasyonlarda ekmeğe sürülebilir keçiboynuzu tatlıları üretilmiştir. Tüketiciler tarafından yüksek beğeni derecesine sahip sürülebilir tatlı formülasyonlarının belirlenmesi amacıyla, sürülebilirlik dokusal özelliği mekanik test cihazı ve duyuşal test tekniği kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen veriler referans örnek olan fındık ezmesi sütlü çikolata ile karşılaştırılmıştır. Sürülebilirliğe ait duyuşal beğeni derecesi en yüksek olan % 42 krema yağı + % 38 keçiboynuzu unu + % 20 yardımcı katkı maddeleri içeren keçiboynuzu tatlısının duyuşal kalite karakteristiklerinin beğeni dereceleri ölçülmüştür. Üretilen ürünün keçiboynuzu pekmesine göre; belirgin buruk tadının olmaması, HMF gibi zararlı bileşenler içermemesinden dolayı kahvaltılık olarak daha yaygın bir şekilde tüketilmesine imkân sağlamaktadır. Üretilen keçiboynuzu tatlısı yüksek miktarda mineral (kalsiyum, potasyum, fosfor, demir vb.), karbonhidrat (glikoz, früktoz ve sakaroz), antioksidan aktivite gösteren polifenolik maddeler gibi yararlı bileşenleri içermektedir. Günlük diyetle alınması önem arz eden besin maddelerinin çoğunu içeren ürün, başta çocuklar için kahvaltılık sürülebilir tatlı olma özelliğini taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Keçiboynuzu, sürülebilirlik, duyuşal ve aletsel verilerin bağdaştırılması, keçiboynuzu tatlısı

Danışman: Prof. Dr. Yüksel ÖZDEMİR, Mersin Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

PRODUCTION OF SPREADABLE CAROB (LOCUST BEAN) DESSERT

Sema AYDIN

ABSTRACT

Carob fruit (*Ceratonia siliqua* L.) has high nutritional value due to having high amounts of carbohydrates, minerals and compounds that has an antioxidant activity. In our country the fruit grows in Mediterranean Region abundantly and have wide variety of application areas, however the fruit is not consumed enough. In this study, spreadable carob dessert was produced in order to increase the consumption of carob. In process, the desserts were produced in 17 different formulations with carob molasses, carob flour as basic materials and with cream butter, milk powder, soy flour, lecithin, hazelnut puree as ingredients. To determine texture data of acceptable spreadability, sensory and texture analysis were done to reference samples that is spreadable milk cholate. Texture analysis were done to carob dessert formulations and the formulations that have similar texture data of acceptable spreadability were determined. The formulation that containing % 42 cream butter, % 38 carob flour and % 20 ingredient, had higher spreadability likely degree. Sensory characteristics and likely degree's of the formulation was established in the study. Spreadable carob dessert, contains high amounts of substantial components such as minerals (calcium, potassium, phosphorus, iron, etc.), carbohydrates (glucose, fructose and sucrose), polyphenolic compounds (that indicates antioxidant activity), and etc. In addition, the dessert doesn't have bitter taste and harmful substances like HMF. Considering the nutritional value of carob; the production was developed for especially children as a dessert for breakfast .

Key Words: Carob, spreadability, correlating sensory with instrumental texture data, carob dessert

Advisor: Prof. Dr. Yüksel ÖZDEMİR, Department of Food Engineering, University of Mersin

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun belirlenmesinde ve çalışmaların yönlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyerek bana destek olan değerli tez hocam Prof. Dr. Yüksel ÖZDEMİR'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bölüm imkânlarından yararlanmamı sağlayarak yardımlarını esirgemeyen bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Mahir TURHAN'a, yüksek lisans çalışmamın yapılması sırasında beni yönlendiren ve yardımlarını hiçbir zaman eksik etmeyen sevgili hocam Doç. Dr. K. Nazan TURHAN'a, katkılarından dolayı Doç. Dr. Nüzhet TÜRKER'e, bana her konuda bıkmadan, sabırla yardımcı olup yol gösteren Arş. Gör. Özge ERDOHAN'a, sevgisini ve desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Berker Kaan GÜLTEKİN'e, her konuda yardımlarını gördüğüm bölüm hocalarım ve iş arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın en zor anlarında bıkmadan usanmadan her zaman yanımda ve benimle tek yürek olan, teşekkürlerin en büyüğünü hak eden biricik anneme sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca desteklerini hiç esirgemeyerek her zaman yanımda olan biricik kardeşlerime ve babama teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
EKLER DİZİNİ	viii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	3
2.1. KEÇİBOYNUZU MEYVESİ ve ÖZELLİKLERİ	3
2.1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Keçiboynuzu Dağılımı.....	4
2.1.2. Keçiboynuzu Meyvesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	7
2.1.3. Keçiboynuzu Meyvesinin Kullanım Alanları	8
2.1.4. Keçiboynuzu Pekmezi	11
2.2. ÇİKOLATA ÜRETİMİ ve KULLANILAN HAMMADDELER	13
2.2.1. Çikolata Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	13
2.2.1.1. Kakao.....	13
2.2.1.2. Kakao Yağı	16
2.2.1.3. Şeker	17
2.2.1.4. Lesitin	17
2.2.1.5. Vanilin	18
2.2.1.6. Süt tozu	18
2.2.1.7. Tuz.....	18
2.2.2. Çikolata Üretimi.....	19
2.2.2.1. Karıştırma.	19
2.2.2.2. İnceltme (Boyut Küçültme)	19
2.2.2.3. Yoğurma (Konçlama).....	19
2.2.2.4. Tavlama	20
2.3. GIDALARIN DOKUSAL ÖZELLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ	21
2.3.1. Gıdaların Dokusal Özelliklerinin Subjektif Olarak Ölçülmesi.....	21
2.3.2. Gıdaların Dokusal Özelliklerinin Objektif Olarak Ölçülmesi	21
3. MATERYAL ve YÖNTEM	23
3.1. MATERYAL	23

3.2.YÖNTEM.....	25
3.2.1. Sürülebilirliğin Duyusal Test İle Belirlenmesi	25
3.2.2. Sürülebilirliğin Mekanik Test Cihazı İle Ölçülmesi	25
3.2.3. Farklı Yöntemlerle Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlısının Üretimi.....	25
3.2.4. Farklı Yöntemlerle Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlı Örneklerinin Duyusal Kalite Karakteristiklerinin Puanlama Testi İle Belirlenmesi	26
3.2.5. Toplam Fenolik Madde Tayini	26
3.2.6. Renk tayini.....	26
3.2.7. Toplam Antioksidan Aktivitesi Tayini.....	27
3.2.8. Hidroksimetilfurfural (HMF) Tayini.....	27
3.2.9. Şeker Tayini.....	27
3.2.10. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı	28
3.2.11. İstatistiksel Analiz	28
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	29
4.1. REFERANS ÖRNEĞİN SÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ	29
4.1.1. Referans Örneğin Sürülebilirliğinin Duyusal Test İle Belirlenmesi	29
4.1.2. Referans Örneğin Sürülebilirliğinin Mekanik Test Cihazı (Texture Analyzer) İle Ölçülmesi	30
4.2. SÜRÜLEBİLİR KEÇİBOYNUZU TATLISI ÜRETİMİ	32
4.2.1. Tanecik Boyutunun Sürülebilirliğe Etkisi	32
4.2.2. Keçiboynuzu unu ve Krema Yağı Karışımı İle Elde Edilen Farklı Formülasyonlarda Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlısı Üretimi.....	33
4.2.3. Keçiboynuzu Unu ve Keçiboynuzu Pekmezinin Karışımı İle Elde Edilen Farklı Formülasyonlarda Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlısı Üretimi.....	35
4.2.4. Uygun Sürülebilirliğe Sahip Formülasyonların Duyusal Test Tekniğiyle Karşılaştırılması	37
4.3. SÜRÜLEBİLİR KEÇİBOYNUZU TATLISININ BAZI MİKROBİYOLOJİK ve KİMYASAL ÖZELLİKLERİ.....	40
4.3.1. Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlısının Bazı Kimyasal Özellikleri.....	40
4.3.2. Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlısının Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri	43
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR.....	47
EKLER.....	54
ÖZGEÇMİŞ	57

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Dünyada ülkelere göre keçiboynuzu dikili alanı ve üretimi	5
Çizelge 2.2. Yıllara göre Dünya’da ve Türkiye’de keçiboynuzu üretim alanı ve miktarı	6
Çizelge 2.3. Dünya’da keçiboynuzu ithalat ve ihracatı	6
Çizelge 2.4. Keçiboynuzunun endüstriyel olarak kullanım alanları	8
Çizelge 3.1. Deneysel aşamada kullanılan kimyasal çözeltiler ve hazırlanışları	24
Çizelge 4.1. Referans örneklerin oda sıcaklığındaki (20 ± 2 °C) sürülebilirlik puanları	29
Çizelge 4.2. Mekanik test cihazı ile elde edilen sürülebilirlik verileri (21 ± 2 °C)	31
Çizelge 4.3. Tanecik boyutunun sürülebilirlik üzerine etkisi (21 ± 3 °C)	32
Çizelge 4.4. Farklı formülasyonlara sahip keçiboynuzu tatlılarının maksimum kuvvet ve alan değerleri (oda sıcaklığı 19 ± 3 °C)	33
Çizelge 4.5. Keçiboynuzu pekmezi ve unu ile üretilen tatlılarının maksimum kuvvet ve alan değerleri (oda sıcaklığı 20 ± 3 °C)	35
Çizelge 4.6. Sürülebilir keçiboynuzu tatlılarına ait L^* , a^* ve b^* değerleri	38
Çizelge 4.7. Keçiboynuzu tatlısının bazı kimyasal özellikleri	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Keçiboynuzu ağacı ve meyvesi.....	4
Şekil 2.2. Keçiboynuzu pekmezi üretim akım şeması	11
Şekil 2.3. Kakao çekirdeklerini çikolata ve diğer kakao ürünlerine dönüştürme sürecini gösteren akım şeması	16
Şekil 4.1. Mekanik test cihazı (texture analyzer) cihazı, sürülebilirlik ucu ve örnek kapları.....	30
Şekil 4.2. Mekanik test cihazı ile elde edilen sürülebilirlik verileri ($21 \pm 2^{\circ}\text{C}$)	31
Şekil 4.3. % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiboynuzu unu ile üretilen formülasyon	34
Şekil 4.4. % 70 keçiboynuzu pekmezi + % 30 keçiboynuzu unu içeren formülasyon	36
Şekil 4.5. İki farklı formülasyon ile üretilen tatlı örneklerinin duyusal analiz sonuçları	37
Şekil 4.6. Benzer sürülebilirliğe sahip tatlı formülasyonları, a: % 42 krema yağı + % 38 keçiboynuzu unu içeren formülasyon, b: % 70 keçiboynuzu pekmezi + % 30 keçiboynuzu unu	38
Şekil 4.7. Tatlı örneklerinin TFM ve antioksidan aktivitesinin zamanla değişimi	41

EKLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Ek-1. Sürülebilirlik sınırlarının duyuusal yöntemle belirlenmesi için kullanılan duyuusal analiz formu	54
Ek-2. Uygun tanecik boyutunun belirlenmesi için kullanılan duyuusal analiz formu	54
Ek-3. Duyuusal analiz ile son ürünün belirlenmesi için kullanılan duyuusal analiz formu	55

SİMGELER ve KISALTMALAR

Abs	:	Absorbans
FAO	:	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
HMF	:	Hidroksimetilfurfural
HPLC	:	Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
TFM	:	Toplam Fenolik Madde
KU	:	Keçiboynuzu Unu
KP	:	Keçiboynuzu Pekmezi
DKY	:	Dolgu Kreması Yağı
BSS	:	Bağıl Standart Sapma

1. GİRİŞ

Son yıllarda beslenme alışkanlıklarının değişmesi ve tüketime hazır ürünlere olan ilginin artması, tüketicilerin yeni ürünlere yönelmesini de beraberinde getirmektedir. Günlük diyetle en önemli yeri tutan fakat genellikle kısıtlı zamanda yapılan kahvaltıda, tatlı olarak çoğunlukla sürülebilir çikolata ve benzeri şekerli ürünler tüketilmektedir.

Çikolata ve benzeri ürünlerin temel hammaddesini oluşturan kakao çekirdekleri tropik kakao ağacından elde edilmektedir. Kakaonun yanında fıstık, fındık ve süt gibi yardımcı maddeler de ilave edilmektedir. Kakaonun migrene sebep olan kafein ve teobromine içermesi, kakao çekirdeği maliyetinin yüksek oluşu vb. sebepler ürünün sahip olduğu önemli dezavantajları oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalarla, teobromine ve kafein türü sağlık açısından problem oluşturabilecek maddeleri içermeyen ve kakaoya göre daha ucuz olan keçiboynuzu ununun kakao ikamesi olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir. Ayrıca, keçiboynuzu kakaoya alerjisi olanlar ve çocuklar için katkı maddesi içermeyen doğal bir tatlandırıcı olarak nitelendirilebilir.

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.), Akdeniz iklim tipinin görüldüğü bölgelerde doğal olarak yetişmekte olup, meyvenin etli kısmı yüksek miktarda mineral madde (Ca, Mg, P, Fe, Zn, vb.), karbonhidrat (glikoz, früktoz, sakaroz, vb.) ve antioksidan aktiviteye sahip bileşenleri içermektedir.

Ülkemizde, keçiboynuzu meyvesinden sınırlı sayıda ürün elde edilmektedir. Genel olarak meyvenin etli kısmı, keçiboynuzu pekmezi üretimi hariç çoğunlukla hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Keçiboynuzu pekmezinin buruk tat ve düşük kıvama sahip olması, keçiboynuzu unu vb. ürünlerin yeterince bilinmemesi veya her yerde bulunmaması gibi dezavantajlar sebebiyle bu ürünler yeterince tüketilmemektedir. Buna karşın, gelişmiş ülkelerde keçiboynuzu meyvesinin gıda endüstrisinden matbaacılığa kadar birçok kullanım alanı bulunmaktadır.

Bu çalışmada; üretim aşamasında keçiboynuzu pekmezi veya keçiboynuzu unu ana bileşen olmak üzere, yardımcı katkı maddeleri olarak dolgu kreması yağı, süt tozu, soya unu, lesitin kullanılarak 17 farklı formülasyonlarda ekmeğe sürülebilir keçiboynuzu tatlıları üretilmiştir. Tüketiciler tarafından yüksek beğeni derecesine sahip sürülebilir tatlı formülasyonlarının belirlenmesi amacıyla, sürülebilirlik dokusal özelliği (mekanik test cihazı ve duyuşal test tekniğı kullanılarak) ölçülmüştür. Elde edilen veriler referans örnek olan fındık ezmeşli sütlü çikolata ile karşılaştırılmıştır. Sürülebilirliğı duyuşal olarak beğenilen keçiboynuzu tatlısının duyuşal kalite karakteristikleri ve bunların beğeni dereceleri ile bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

2.1. KEÇİBOYNUZU MEYVESİ ve ÖZELLİKLERİ

Yeryüzünün en eski bitkilerinden olan keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.), Leguminoseae familyasının Ceesalpinaceae alt familyasına ait, çok yıllık bir bitkidir. Türkiye’de harnup, harup, boynuz; kutsal kitaplarda yaban balı olarak adlandırılan bu meyve, yabancı ülkelerde “Yahya Peygamberin Ekmeği” anlamına gelen isimleri ile kullanılmaktadır. Yahya Peygamberin, çölde bu meyveyi tüketerek hayatta kaldığı çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir [1, 2].

Keçiboynuzu ağacı, Akdeniz ikliminin görüldüğü 30° – 45° kuzey enlemleri ile 30° - 40° güney enlemlerini kapsayan bölgelerde yetişmektedir. Düşük sıcaklıklara duyarlı olan bitki, - 4 °C’nin altındaki sıcaklıklarda zarar görmektedir. Keçiboynuzu ağacı, 10 m uzunluğunda geniş enli, koyu renkli ve dayanıklı dalları olan bir bitkidir. Güçlü kök yapısına sahip olması sebebiyle çok az suya gereksinim duymakta ve kuraklıkta bile meyve verebilmektedir. Keçiboynuzu ağacının yaprakları; 4-5 cm büyüklüğünde, oval, açık yeşil renkte olup kışın dökülmemektedir [3].

Keçiboynuzu ağacı, ekonomik ömre 10 – 15 yaşında ulaşmakta ve sonraki her yıl meyve miktarı ve kalitesi artmaktadır. Olgun bir ağacın yıllık meyve veriminin 90 – 115 kilo arasında değiştiği bilinmektedir [2]

TS 2907’e göre “*Ceratonia siliqua* L. türüne giren ağaçların bakla biçimindeki meyvesidir” şeklinde tanımlanan keçiboynuzu meyveleri, mayıs ayında büyümeye, haziran – temmuz aylarında olgunlaşmaya başlamaktadır. Meyve olgunlaştıkça yeşilden kahve - siyah rengine dönüşmektedir. Olgun meyvelerin hasadı eylül ayında başlayıp mevsim koşullarına bağlı olarak kasım - aralık aylarına kadar devam etmektedir. Hasat edildiğinde uçları hafif yeşil olan meyveler depolanmadan önce güneşte kurutulmaktadır [3, 4].



Şekil 2.1. Keçiboynuzu ağacı ve meyvesi

2.1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Keçiboynuzu Dağılımı

Keçiboynuzu, Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgelerde yetişmekte olup bu bitkinin anavatanı sınırları içinde Anadolu’nun da bulunduğu bilinmektedir. Ülkemizde Urla’dan Samandağ’a kadar olan 1750 km’lik sahil şeridinde (genellikle kıyıda 1-2 km’ye kadar olan iç kısımda) doğal olarak yetişmektedir. Bununla birlikte keçiboynuzunun, Kozan’da (Çukurova) kıyıda 90 km ve Mersin dolayında 25 km kadar iç kısımda yetiştirme alanı bulunduğu bilinmektedir [3].

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’nün (FAO) 1998 – 2008 yılları istatistik verilerine göre; dünyada keçiboynuzu yetiştirilen toplam 112085,8 hektar alanın % 50’den fazlasına Avrupa’nın Akdeniz kıyı şeridinde bulunan ülkelerin sahip olduğu bilinmektedir. Türkiye 2993,6 ha üretim alanı ile dünyada 6. sırada yer almaktadır. Bununla birlikte, Dünyada keçiboynuzu meyvesinin yıllık üretimi ortalama 197461 ton olup Türkiye’nin ise 13,2 bin ton üretimle 6. Sırada yer aldığı bilinmektedir (Çizelge 2.1.) [5].

Çizelge 2.1. Dünyada ülkelere göre keçiboynuzu dikili alanı ve üretimi [5].

ÜLKE	Dikili Alan		Üretim	
	ha	%	Ton	%
İspanya	62809,3	56,0	78708,8	39,9
Fas	11454,5	10,2	24272,7	12,3
İtalya	10982,0	9,8	29048,4	14,7
Portekiz	9436,4	8,4	20727,3	10,5
Yunanistan	8105,7	7,2	16134,6	8,2
Türkiye	2993,6	2,7	13213,5	6,7
Kıbrıs	1991,8	1,8	5522,4	2,8
Diğer	4312,5	3,8	9833,9	5,0
Dünya	112085,8	100,0	197461,6	100,0

Dünyada ve Türkiye'deki keçiboynuzu dikili alan ve üretiminin yıllara göre değişimi incelendiğinde hem üretim alanının hem de üretim miktarının zamanla azaldığı görülmektedir (Çizelge 2.2.) [5]. Yapılan bir çalışmada 1961 -2004 yılları arasında dünya meyve üretimindeki en fazla azalma % 70,52 ile keçiboynuzunda olmuştur. Türkiye meyve üretiminde ise keçiboynuzu % 0,43'le en az artış gösteren meyvelerdendir [6]. Dünya meyve verimindeki gelişmeler değerlendirildiğinde keçiboynuzu veriminde dünya genelinde azalma olurken, Türkiye'de meyve üretimindeki en düşük artışa sahip olsa da verim artışı olduğu bilinmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2008 verilerine göre Türkiye'de yetişen 326229 adet keçiboynuzu ağacının 284789 adedi meyve vermektedir [7].

Çizelge 2.2. Yıllara göre Dünya’da ve Türkiye’de keçiboynuzu üretim alanı ve miktarı [5]

Yıllar	Üretim Alanı, 1000 ha		Üretim Miktarı, 1000 ton	
	Türkiye	Dünya	Türkiye	Dünya
1998	3,1	127,2	13,7	240,6
1999	3,1	126,7	14,0	227,5
2000	3,1	125,9	14,0	226,8
2001	3,0	114,7	13,5	177,8
2002	3,1	115,6	13,5	188,1
2003	3,2	102,5	14,0	174,4
2004	3,2	112,7	14,0	186,6
2005	2,8	99,5	12,0	181,8
2006	2,8	102,2	12,4	184,1
2007	2,8	103,1	12,2	193,3
2008	2,8	102,9	12,1	191,2

Çizelge 2.3.’te İspanya ve İtalya gibi keçiboynuzu meyvesini en fazla yetiştiren ülkelerin, aynı zamanda en önemli ihracatçı ve ithalatçı ülke oldukları görülmektedir. Bu ülkeler keçiboynuzunu, hem endüstriyel ürün olarak ihraç etmekte hem de hammadde olarak kullanmak için ithal etmektedirler. Çizelge 2.3’ te görüldüğü üzere üretimde olduğu gibi, ihracat ve ithalatta da İspanya ilk sırada yer almaktadır [5].

Çizelge 2.3. Dünya’da keçiboynuzu ithalat ve ihracatı [5]

ÜLKE	İhracat, ton	İhracat, %	ÜLKE	İthalat, ton	İthalat, %
İspanya	35896	48	İspanya	18820	28,9
Fas	11734	15,7	İtalya	12129	18,6
Cezayir	6802	9,1	Tayland	6784	10,4
Portekiz	6701	9	İsviçre	4743	7,3
İtalya	3426	4,6	Fransa	4390	6,7
Kıbrıs	2884	3,9	ABD	3890	6
Türkiye	2705	3,6	Hollanda	3068	4,7
Yunanistan	918	1,2	Türkiye	945	1,5
Diğer	3640	4,9	Diğerleri	10377	15,9
Dünya	74706	100	Dünya	65146	100

Türkiye dünya keçiboynuzu ihracatında ilk yedi ülke arasında yer alırken ithalatta son sıralarda yer almaktadır. Bunun sebebi ise, yeterince tüketilmeyen keçiboynuzu meyvelerinin, çoğunlukla işlenmeden ihraç edilmesidir ve yine bu sebeple yeterince endüstriyel ürün üretilmediği için, bu ürünler ithal edilmektedir [2].

2.1.2. Keçiboynuzu Meyvesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Dünyanın birçok yerinde yetişen keçiboynuzu meyvesi tüketim olgunluğuna ulaştığında; cins, bölge ve iklime bağlı olarak 6 – 32 g ağırlığında, 85 – 177 mm uzunluğunda, 6 – 24 mm genişliğinde (eninde) ve 4 -10 mm kalınlığında, 7 – 14 adet çekirdek (tohum) içermekte olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir [13, 14, 15, 16, 1, 17, 18].

Uluslararası standartlara göre keçiboynuzu meyvesi, keçiboynuzu ağacının (*Ceratonia siliqua* L.) olgun ve kuru meyvesi olup kendine özgü şekilde, uzunluğu en az 12 cm, bozuk meyve oranı en fazla % 9,5, küflü ya da çürük oranı en fazla % 0,5, kırık oranı en fazla % 25, gelişmemiş meyve oranı en fazla % 3,0 ve yabancı madde oranı en fazla % 1,0 olmalıdır [8].

Keçiboynuzu meyvesinin genel özellikleri TS 2907 Keçiboynuzu (Harnup) Standardı' na göre en az 5 cm uzunluğunda, koyu kahverenginde, kendine özgü biçim, tat ve kokuda olmalıdır. İçerisinde kırık keçiboynuzu miktarı ağırlıkça % 25'den, gelişmemiş meyve oranı % 3'ten, yabancı madde oranı %1'den, bozuk meyve oranı % 10'dan, küflü ya da çürük oranı % 0,5'ten fazla olmamalı ve içerisinde canlı ya da cansız böcek bulunmamalıdır [4].

Keçiboynuzu meyvesinin kimyasal bileşimi incelendiğinde meyvenin cinsi, yetiştirildiği bölge, hasat zamanı (olgunluk), yetiştiği toprak ve iklim özelliği ile kültürel tekniklere bağlı olarak kimyasal bileşimin oldukça değişken olduğu bildirilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda, keçiboynuzu meyvesinin kuru madde (% 84 – 94), şeker (% 45 – 77), mineral madde (% 2,2 – 3,4), yağ (%0,2 – 1,2) ve protein (% 0,3 – 7,6) içerdiği saptanmıştır [1, 10, 13, 14, 19 - 26].

Yapılan çalışmalarla keçiboynuzu meyvesinin fenolik asitleri içinde en baskın olanın gallik asit olduğu bildirilmiştir. Owen vd. (2003), keçiboynuzu meyvesinde bulunan 24 adet fenolik bileşiği izole ederek toplam polifenolün % 41,8'inin gallik asitten oluştuğunu tespit etmişlerdir [9]. Ayrıca keçiboynuzu meyvesinde 3270 mg/kg, keçiboynuzu diyet lifinde 1647 mg/kg ve keçiboynuzu ununda ise 264,1 – 685,6 mg/kg ve 2675 mg/kg gallik asit olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir [9, 10, 11, 12].

2.1.3. Keçiboynuzu Meyvesinin Kullanım Alanları

Keçiboynuzu meyvesi, çekirdeklerinde bulunan galaktomannan sebebiyle gam (locust bean gum) olarak kullanılmaktadır. Böylece önemli bir endüstriyel hammadde haline gelen meyve, gıda endüstrisinden eczacılığa kadar birçok alanda değerlendirilebilmektedir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Keçiboynuzunun endüstriyel olarak kullanım alanları [2, 5]

Eczacılık	Çeşitli İlaçlar, diş macunu
Kozmetik	Emülsiyonlar, traş köpüğü ve briyantın
Kimya	Tutkal, boya, parlaticı, kumaş boyası, kibrit, pestisit
İnşaat	Beton sağlamlaştırmak amacıyla katılaştırma, duvar kuvvetlendirici, nem çekici madde
Kâğıt	Koyulaştırıcı, parlaticı
Yem	Hayvan yemi
Tekstil ve Deri	Deri ürünlerinin tabaklanması ve parlatılması
Gıda	Pekmez, kıvam arttırıcı (locust bean gum), un ve bunlardan üretilen mamuller

Keçiboynuzu çekirdeklerinden elde edilen locust bean gum'ın, büyük oranda ticari öneme sahip olmasından dolayı keçiboynuzu ile ilgili literatürdeki çalışmaların çoğu, gamın özelliklerinin araştırılmasına yöneliktir.

Keçiboynuzu çekirdeğinin % 30 – 33'ünün kabuk, % 20 – 25'inin embriyo ve % 40-50 endosperm olduğu tespit edilmiştir. Keçiboynuzu gamı (locust bean gum) üretiminde; mekanik veya kimyasal yöntemlerle aşamalı olarak elde edilen endosperm, öğütülerek ticari keçiboynuzu gamı (locust bean gum) elde edilmektedir [27].

Keçiboynuzu meyvesinden; şurup üretimi [19, 28, 29], sitrik asit üretimi [65, 66], laktik asit üretimi [30], alkol üretimi [31, 32], mikrobiyal protein üretimi [33, 34] ve substrat olarak kullanımı hakkında [35, 36] yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır.

Olgun ve ham (yeşil) keçiboynuzu meyve özütünün Akdeniz ülkelerinde ve Anadolu'da diyare tedavisinde bitkisel ilaç olarak kullanıldığı bilinmektedir. Keçiboynuzu özütünün diyare etkisi 4-48 aylık bebekler üzerinde klinik koşullarda araştırılmış ve keçiboynuzunun diyareyi tedavi edici etkisinin olduğunu bildirilmiştir [37, 38]. Gönüllü hastalarda yapılan bir çalışma sonucunda günlük 15g keçiboynuzu tüketmenin kolesterolü %10,5, kandaki trigliserid miktarını ise %11,3 oranında düşürdüğü ve bu etkinin kadınlarda erkeklere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir [39].

TS 9273'ye göre, keçiboynuzu unu, "baklagiller familyasından *Ceratonia siliqua* ağacının koyu kahve renkli, yassı uzun ve keçinin boynuzuna benzer, nişasta ve şekerce zengin, bakla şeklindeki meyvesinin tohumu çıkarıldıktan sonra öğütülmüş halidir" şeklinde tanımlanmaktadır [40]. Çekirdeklerinden ayrılan meyvenin etli kısmı, kavruarak istenilen renk ve aroma kazandırıldıktan sonra özel değirmenlerde öğütülmektedir. Daha sonra elenerek, kakaonun alternatifi olarak kullanılabilen saf keçiboynuzu unu elde edilmektedir. Toz şeklindeki ürün kakao gibi şekerleme, pasta, unlu mamuller üretiminin dışında bazı içeceklerde ve dondurma üretiminde de kullanılmaktadır.

Keçiboynuzu ununun kakao ikame edici olarak kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, keçiboynuzu ununun (keçiboynuzu meyvesine kendine has kokusunu

veren izobutirik asidin kavurma işlemiyle uzaklaştırılmasından sonra) %25-30'a kadar eklendiğinde kakaodan farkının anlaşılmadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple, keçiboynuzunun çikolata ve şekerleme kaplamasında formüle eklenebileceği bildirilmiştir [41]. Keçiboynuzunda yüksek oranda bulunan izobutirik asidin (6,3-9,4 g izobutirik asit/kg KM), meyvenin kullanım potansiyelini azaltan kötü kokuya neden olduğu saptanmıştır [42].

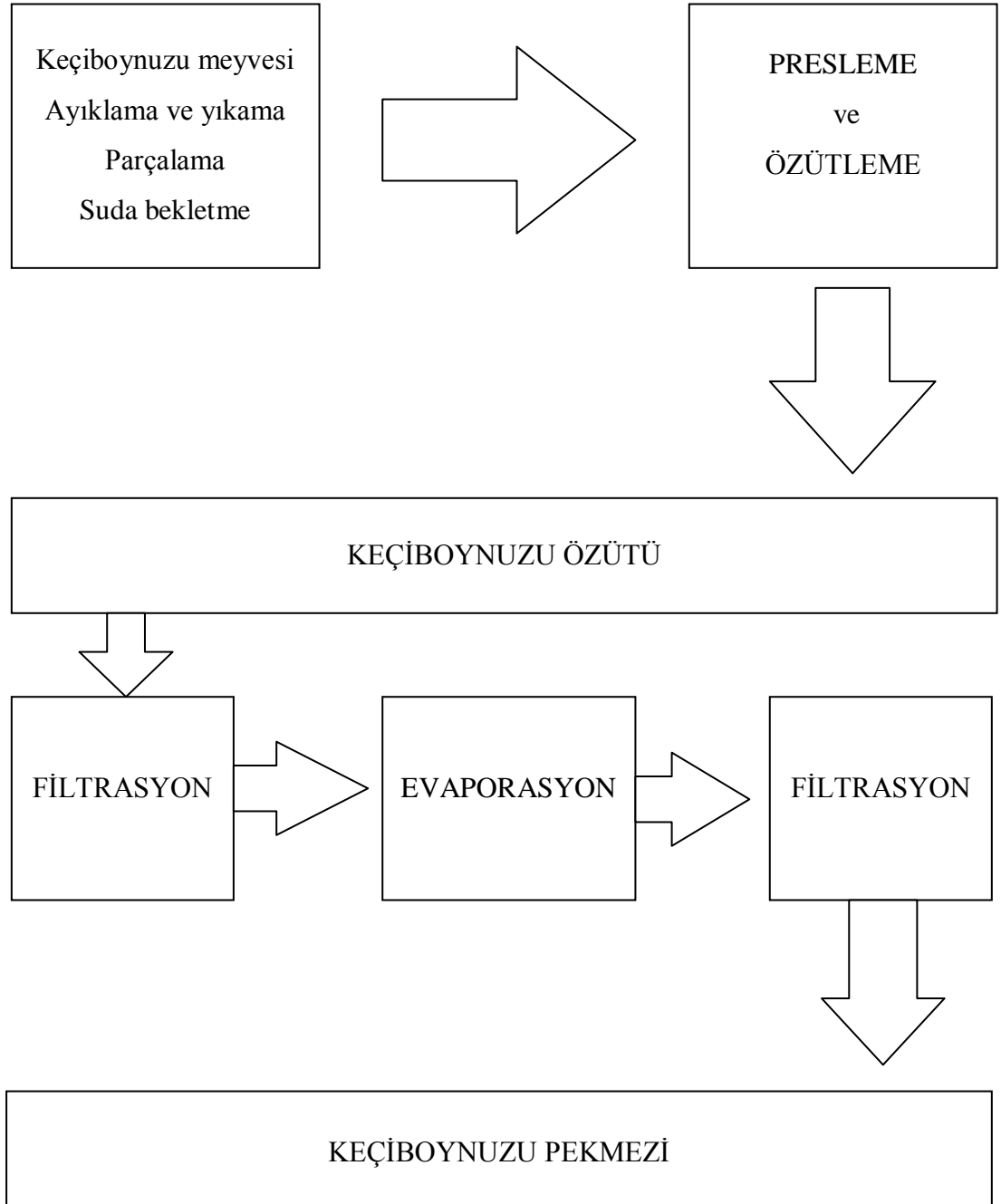
Kakao ve keçiboynuzu ununun karşılaştırıldığı bir çalışmada ise keçiboynuzunun kafein ve theobromine içermemesinin yanında yüksek früktoz ve düşük yağ içeriğinin kakaoya göre oldukça iyi bir avantaj olduğu belirlenmiştir [43]. Kakao ve keçiboynuzu ürünlerinde kafein ve theobromine seviyesinin incelendiği bir çalışmada, kafein ve theobromine, kakao örneklerinde sırasıyla 0,695 ve 0,071 mg/g; keçiboynuzu ürünlerinde ise sırasıyla 0-0,504 ve 0-0,067 mg/g olarak tespit edilmiştir [44].

Keçiboynuzu unu kakaoya göre daha fazla diyet lifi [14], daha az miktarda yağ (maksimum %2,3) içermektedir [15]. Kafeine, tiyobromin, okzalik asite alerjisi olan kişiler, çikolata benzeri bir aromaya sahip olan keçiboynuzu ununu tüketebilmektedirler. Bununla birlikte kakaoya göre daha fazla şeker içeren keçiboynuzu ununu tüketenlerin, ilave şeker ihtiyacı da düşmektedir. [14, 9, 45].

Keçiboynuzu meyvesi kahve çekirdeği, kakao ve benzer diğer meyveler gibi toz haline getirilmekte [29] kavrulmuş ya da kavrulmamış haldeki keçiboynuzu unu doğrudan gıda katkısı olarak kullanıldığı gibi sakaroz ve keçiboynuzu lifi gibi ürünlerin üretilmesi için özütlenilmektedir [46, 47]. Kavurma işlemi meyvenin şeker, protein ve yağ derişimini azaltmaktadır [14]. Kavurma sırasında; maillard tepkimesi ve karamelizasyonun protein ve şekerde; oksijen varlığında sıcaklığın artması sonucunda oluşabilecek oksidasyon ile de yağın azaldığı varsayılmaktadır [48, 14]. Ayrıca kavurma işleminden kısa zincirli yağlar gibi uçucu bileşenlerinde etkilendiği; keçiboynuzu ununun karakteristik kokusunu veren izobütirik asidin keçiboynuzunun 160 °C de 30 dk kavrulduğunda %9,3 ten 6,9g/kg a düştüğü bildirilmektedir [49].

2.1.4. Keçiboynuzu Pekmezi

Türkiye'de geleneksel pekmez üretimi binlerce yıllık bir geçmişe sahip olup keçiboynuzu pekmezinin üretim akım şeması Şekil 2.2.' de görülmektedir. Doğal haliyle preslenmesi mümkün olmayan keçiboynuzu meyvesi su ile özütlenmekte ve elde edilen özüt doğrudan evapore edilerek pekmez üretilmektedir [50].



Şekil 2.2. Keçiboynuzu pekmezi üretim akım şeması [50].

Ülkemizde uzun yıllardan beri keçiboynuzu meyvesinden geleneksel metotlarla pekmez üretilmesine rağmen, özütleme sıcaklığı ve süresi gibi ürün kalitesini doğrudan etkileyen faktörler göz önüne alınmamaktadır. Şekerli ürünlerin özellikle yüksek sıcaklıklarda ısıtılması sonucu 5-Hidroksimetil-2-furaldehit (5-HMF) oluşumu artmakta ve elde edilen ürün kalitesi düşmektedir [64].

Yüksek şeker ve aminoasit içeren birçok gıdada, ısı işlem ve depolama sonucu enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları meydana gelmektedir. Böylece arzu edilmeyen bileşikler oluşmakta, gıdanın rengi değişerek doğal yapısı bozulmaktadır. Esmerleşme reaksiyonları sonucunda oluşan HMF bileşiğinin üretim ve depolama süresince kontrol edilmesi gerekmektedir [51].

Vakum yöntemi ile üretilen keçiboynuzu pekmezi 6 ay süre ile 5 ve 20 °C sıcaklıkta depolanarak, depolama süresi ve koşullarının pekmezin kalitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada; depolama süresince keçiboynuzu pekmezinin HMF değerinde önemli bir değişimin olmadığı ve soğuk oda koşullarında muhafaza edilen pekmezlerin daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir [52].

Yapılan bir çalışmada keçiboynuzu pekmezi 5, 25, 35 ve 45 °C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta depolanmış ve depolama süresince en önemli kimyasal esmerleşme reaksiyonu olan Maillard reaksiyonu ve HMF oluşumu incelenmiştir. Başlangıç değeri 19,6 mg/kg olan HMF değeri, sıcaklık ve süreye bağlı olarak lineer bir artış göstermiş, 5, 25, 35 ve 45 °C 'de sırasıyla 20,8 mg/kg, 32,3 mg/kg, 111,9mg/kg ve 179,8mg/kg değerlerine ulaştığı bildirilmiştir [53].

2.2. ÇİKOLATA ÜRETİMİ ve KULLANILAN HAMMADDELER

TS 7800'e göre çikolata, "Kakao ürünleri ile şeker ve/veya tatlandırıcı; gerektiğinde süt yağı dışındaki hayvansal yağlar hariç olmak üzere diğer gıda bileşenleri ile süt ve/veya süt ürünleri ve katılmasına izin verilen katkı ve/veya aroma maddelerinin ilâvesi ile tekniğine uygun şekilde hazırlanan mamuldür" şeklinde tanımlanmıştır [54].

Çikolatanın yapımında kullanılan hammaddeler, çoğunlukla çikolatanın çeşidine bağlı olarak farklılık göstermesine rağmen temelde aynıdır. Üretimde genelde, kakao likörü, kakao yağı, şeker, süt tozu, lesitin ve aroma maddeleri kullanılmaktadır.

İstanbul Ticaret Odası tarafından hazırlanan Çikolata Sektör Profili'ne göre, Ülkemizde tüketilen çikolata ve çikolatalı ürünler arasında % 80 paya sahip sütlü çikolatalarda genel olarak; % 44,5 şeker, % 32 toplam yağ, % 15 kakao kitlesi, % 22 süt tozu, % 18 kakao yağı, %0,47 lesitin ve % 0,03 Etil vanilin bulunmaktadır [55].

2.2.1. Çikolata Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

2.2.1.1. Kakao

Çikolata üretiminde kullanılan kakao, kakao ağacının meyvelerinden elde edilen önemli bir ticari üründür. Kakao ağacı, *Sterculiaceae* familyasına ait "*Theobroma cacao*" adı verilen tohumlu bir bitkidir. Ekvatorun 15 derecelik kuzey ve güney enlemleri arasında kalan sıcak yağışlı ve tropik bölgelerde yetişmektedir. Yaklaşık 10 metreye ulaşabilen kakao ağaçları, genellikle 4 – 8 m uzunluğuna sahip küçük ağaçlardır. Kakao ağacının meyveleri genellikle kalın kabuklu, kavuna benzeyen, 20 cm uzunluğunda, 10 cm genişliğindeki meyvelerdir [57].

Bu meyvelerin içinde, beyaz ve pembe renkli 30-40 adet çekirdek bulunmakta ve kakao bu çekirdeklerden elde edilmektedir. Ticari kakao üretiminde, kakao ağaçlarının özellikle iki tipi (*Forestero* ve *Criollo*) daha çok tercih edilmektedir. Bunların içinde en yaygın olanı (dünyada kakao çekirdeği üretiminin % 90'ını oluşturan) *Forastero* olduğu bilinmektedir. Yaygın olarak Batı Afrika ve Brezilya'da bulunmaktadır [57].

Kakao çiçeklerinin sadece % 0,4 - 0,6'sı tohumlanarak ortalama olarak 25-50 adet meyve vermektedir. Yılda iki kez hasat olmakta ve olgunlaşma 4 - 8 ay sürmektedir. Dört yıllık bir ağacın verimi 2 kg kuru çekirdek / yıldır. Daha yüksek ticari verim ancak 10-12 sene sonra mümkün olmaktadır [56].

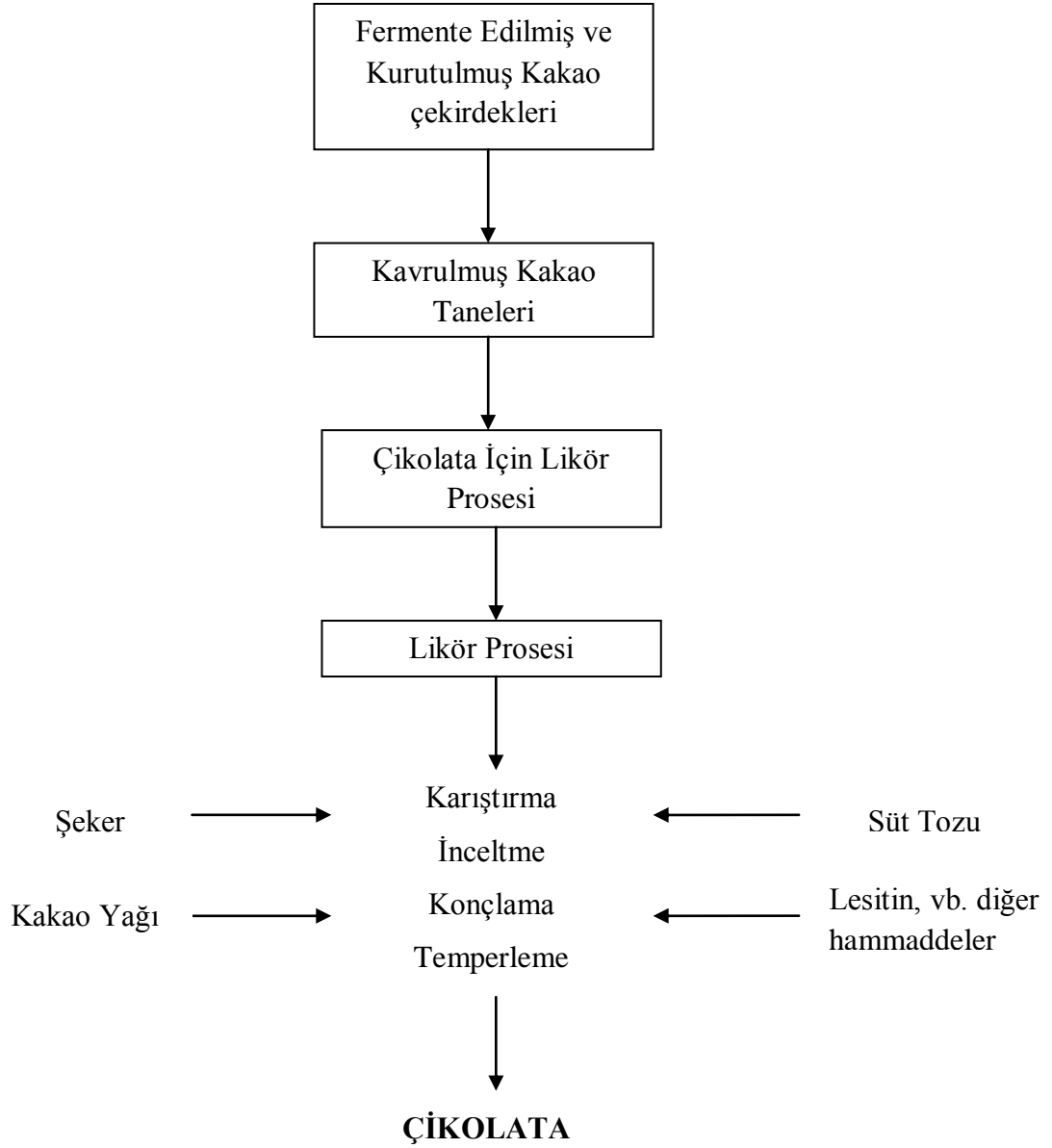
Kakao meyveleri, özel hazırlanmış kutulara yerleştirilerek 5-7 gün süreyle fermentasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Fermentasyon sırasında sıcaklık, (bakteri, maya ve enzimlerinde etkisi ile) 45 – 55 °C' ye kadar yükselmekte ve buna bağlı olarak çekirdeklere yapışık olan etli kısım gevşemektedir. Fermentasyon sırasında oluşan biyokimyasal olaylar sonucunda istenen renk ve aroma oluşmaktadır. Daha sonra fermente olmuş çekirdekler temizlenerek (açık havada, rutubeti %7'nin altına inecek şekilde) kurutulur. Aroma gelişimi kurutma esnasında da devam etmekte ve kuruyan çekirdekler çuvallara doldurularak (yaklaşık 16 °C'de) 9-12 ay boyunca depolanabilmektedir [56].

Kurutulan ve temizlenen kakao çekirdekleri daha sonra kavurma işlemine tabi tutulmaktadır. Kavurma işlemi sırasında, kakao çekirdeklerinin tat ve aroması gelişmektedir. Kavurma kesikli ısıtma (açık alevde) veya sürekli ısıtma (gaz, elektrik, sıcak hava infrared ışınlarla ısıtma) metotlarından biriyle yapılmaktadır. Kavurma sıcaklığı; istenen son ürünün özelliklerine, çekirdek çeşidine ve uygulanacak kavurma metoduna göre değişmektedir. Kavurma işlemi 115 – 140 °C' de 40 - 60 dakika ya da 200 °C'de 15-20 dakikada yapılmaktadır. Kavurma esnasında %4-7 oranında nem kaybı olmaktadır [60].

Kavurma işleminin ardından çekirdek kırma ve kabuk ayırma işlemleri uygulanmaktadır. Kabuklarından ayrılmış çekirdekler çelik silindirler aracılığıyla istenilen tanecik boyutuna getirilmektedir. Yaklaşık olarak %54 kakao yağı içeren taneler ilk olarak macun kıvamına daha sonra, silindirlerin sürtünme sıcaklığının etkisiyle akışkan bir kütleye dönüşmektedir. Elde edilen akışkan kütleye, kakao likörü veya kakao yığını denmektedir. Kakao likörü tüm kakao ürünlerinin temelini oluşturmaktadır. Üretim süreci, kakaoya karakteristik rengini ve lezzetini vermektedir [60].

Kakao çekirdeklerinin bileşimi incelendiğinde, tanenin yüksek oranda yağ içerdiği görülmektedir. Kakao çekirdekleri çoğunlukla, % 54 yağ, % 12 protein, % 5 nem, % 1,46 kül, %1,09 teobromin ve % 0,44 kafein içermektedir [62].

Olgunlaşmış kakao çekirdekleri uygun şekilde fermente edildiğinde, bileşimlerdeki değişikliğin (varyasyon) az olduğu bilinmektedir. Ayrıca, iyi fermente olmamış veya orta büyüklükteki tanelerin yüksek miktarda kabuk yağı ve düşük miktarda kakao yağı içerebilmektedir [56].



Şekil 2.3. Kakao çekirdeklerinin çikolataya dönüşüm sürecini gösteren akım şeması [56].

2.2.1.2. Kakao yağı

Kakao yağı soluk sarı, 20 °C’de kolay kırılan 35 °C’ de eriyen, altın sarısı bir rengi olan ve kendine has tat ve koku içeren bir yağ olup çikolatanın temel hammaddelerinden biridir. Elde edilme şekillerine göre, pres, ekspeller (sıkılmış) ve solventle ekstre edilmiş olmak üzere sınıflara ayrılmaktadır. Elde edilen bu yağlara

daha sonra süzme, santrifüjleme, çöktürme ve koku giderme işlemleri uygulanmaktadır. Kakao yağı yüksek konsantrasyonlu antioksidan maddeler içerdiği için, oksidasyon diğer yağlara nispeten daha geç gözlenmektedir [57].

2.2.1.3. Şeker

Çikolata hammaddelerinden olan şeker; şeker kamışı ve şeker pancarından elde edilmektedir. Ticari şekerin, içinde kirlilik oluşturan maddeler bulunmamalı, sakaroz miktarı en az % 90 ve rengi de beyaz olmalıdır. Çikolata üretiminde genelde pudra şekeri kullanılmakta fakat son yıllarda doğrudan kristal şeker kullanımında yaygınlaşma görülmektedir. Üretimde kristal şeker tercih ediliyorsa, öğütülerek partikül büyüklüğü 10-100 mikron olan pudra şekeri elde edilmektedir [56, 57].

2.2.1.4. Lesitin

Fosfolipidler içinde yer alan lesitin, bir gliserol molekülüne iki molekül yağ asidi ve bir molekül fosfokolin grubu gelmesi sonucunda oluşmaktadır. Fosfokolin grubu (polar özellikte olması sebebiyle) suya geçmekte ve yağ asitleri grubu ise su yüzeyinde kalmaktadır. Bu nedenle lesitin, yağın su içine geçmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Çikolata üretiminde (yaklaşık olarak, % 0,5 oranında) kullanılan lesitin; viskoziteye olumlu yönde etki ederek kullanılan yağ miktarının %5 azalmasını sağlamaktadır. Ticari lesitin genelde soya fasulyesinden elde edilirken, bunun yanında pamuk çiğidi, yer fıstığı, aspir ve kolza tohumlarından da elde edilmektedir [59].

2.2.1.5. Vanilin

Vanilin, çikolatalara güzel koku ve tat vermek için (% 0,03 - 0,05 oranında) kullanılan bir aromadır. Sentetik olarak yapılabilen vanilin, kuvvetli aromalı, beyazdan krembeyaza kadar değişen renklerde olan ticari bir üründür. Kakao içeren bir ürüne vanilin ilavesinin daha tok bir kakao lezzeti verdiği söylenmektedir [56, 57].

2.2.1.6. Süt tozu

Çikolatalarda lezzetin artırılması amacıyla kullanılan en yaygın hammaddelerden biri olan süt tozu, değişik yöntemlerle süt bileşimindeki suyun uçurulması ile elde edilmektedir. Süt tozu üretiminde en yaygın olarak kullanılan yöntemler, vals ve püskürtme yöntemleridir. Püskürtme yöntemi ile edilen süt tozu duyuşal yönden daha kalitelidir. Vals yöntemi kullanıldığında ise, elde edilen süt tozunun hem toplam bakteri miktarı daha düşük hem de muhafazası daha kolaydır. Yağlı süt tozlarındaki süt yağı oranı % 1,5 – 26, yağsız süt tozlarında ise % 1,5, asitlik derecesi ise (laktik asit cinsinden) % 17' yi geçmemelidir [58].

2.2.1.7. Tuz

Tuz, tadın algılanmasını arttırdığından lezzet için önemli bir faktördür. Ayrıca karışımın su aktivitesini düşürürken, tadı tamamlamaktadır. Çikolata üretiminde genelde %0,01 -0,1 oranında kullanılmaktadır [56].

2.2.2. Çikolata Üretimi

2.2.2.1. Karıştırma

Çikolatanın yapısını oluşturan bileşenlerin karıştırılarak homojen hale getirildiği bir işlemdir. Ham maddeler, (lesitin ve yağın bir kısmı hariç, %22-26 yağ içeriğine sahip olacak şekilde) 55–60 °C’de karıştırılmakta ve inceltme işlemi için hazır bir hamur haline getirilmektedir [56, 61].

2.2.2.2. İnceltme (Boyut Küçültme)

Çikolata yenildiğinde ağızda kum gibi bir his bırakmaması için, çikolata içinde bulunan taneciklerin yeterince küçük olması gerekmektedir. Çikolata üretiminde partikül büyüklüğü 15-50 µm aralığında olmaktadır Elde edilen karışımın silindirden geçirilmesiyle yapılan işlem temelde taneciklerin belli boyuta getirilmesi amacıyla yapılır. Yapılan işlemle aynı zamanda, kırık kakao ve keskin şeker parçaları düzeltilmekte ve karışımın yüzey alanı arttırılmaktadır [56, 57, 61].

2.2.2.3. Yoğurma (Konçlama)

İnceltmeden sonra uygulanan bir işlem olup, karışımın belli sıcaklık ve sürede havalandırılarak yoğrulmasıdır. Konçlama işleminin yapılmasındaki amaç, rutubetin düşürülmesi, istenmeyen kokuların atılması, uçucu asitlerin uzaklaştırılması, istenen aromanın oluşturulması, topaklanmanın ayrıştırılması, partiküllerin yağ ile kaplanması, viskozitenin ayarlanmasıdır [56, 57].

Yoğurma işleminin ısı ve zaman değerleri ile ilgili literatürde farklı değerler bulunmakla beraber, Minifie sütlü çikolatalar için 46-52 °C' de 10-24 saat, sade çikolatalar için ise 60-70 °C'de 24-96 saat önermiştir. Sütlü çikolatalarda 60 °C'nin üzerindeki ısı uygulamaları karamelize tat ve koku oluşumuna, sade çikolatalarda 80 °C' nin üzerindeki ısı uygulamaları ise hafif yanık veya kuvvetli kavrulmuş kakao tat ve koku oluşumuna sebep olmaktadır [59, 60].

2.2.2.4. Tavlama

Tavlama, çikolatanın depolama tanklarından alınarak temperleme aletinde önce soğutulup 27 - 28 °C sonra tekrar 31 – 32 °C 'ye ısıtılmasıdır. Yapılan işlem ile çikolatalara parlaklık, homojen yapı, kolay katılaşabilme, kırılabilme, vb. özellikler kazandırılır. Kakao yağı uygulanan işlem esnasında dört formda kristalize olmasına rağmen, bu formlardan yalnızca β formunun kararlı olduğu bilinmektedir. Diğer kararsız formları içeren çikolatalarda ise parlaklık, görünüş, dayanıklılık zayıftır ve beyazlama olarak bilinen kusur ortaya çıkar Çikolata teknolojisinde uygulanan temperleme işlemi ile tüm kararsız formlar, kararlı olan β formuna dönüştürülmektedir [57, 61].

2.3. GIDALARIN DOKUSAL ÖZELLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

Gıdaların duyu kalite karakteristiklerini; görünüş (renk, şekil, ebat), kinestetik (dokusal özellikler) ve lezzet (tat ve koku) oluşturmaktadır. Gıdaların dokusal özellikleri; kırılabilirlik, elastikiyet, çiğneme, ısırma, vb. gibi duyu parametreleri içermektedir. Dokusal özelliklerin saptanmasında objektif ve subjektif yöntemler sıkça kullanılmaktadır.

2.3.1. Gıdaların Dokusal Özelliklerinin Subjektif Olarak Ölçülmesi

Gıdalardaki dokusal özelliklerin değerlendirilmesi; parmakla, ağızla, dil ve diş kullanılarak yapılmaktadır. Bu sebeple, duyu test tekniklerinin saptanması ve değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilerin güvenilirliğine birçok parametre etki etmektedir. Güvenilir sonuçların elde edilmesi ve yeni ürünlerin üretimi sırasında eğitimli panelistler tercih edilmektedir. Ancak eğitimli panelist sayısının son derece sınırlı olması, test tekniklerinin uzun zaman alması, fiziksel koşulların yeterince belirlenmemesi gibi farklı faktörler duyu test tekniklerinin önemli dezavantajlarını oluşturmaktadır. Bu dezavantajlara rağmen objektif yöntemlerin korelasyonunda ve nihai olarak tüketicinin beğeni derecelerinin ölçülmesinde bu yöntemlerin kullanılması kaçınılmazdır [63].

2.3.2. Gıdaların Dokusal Özelliklerinin Objektif Olarak Ölçülmesi

Objektif yöntemler; gıdaların dokusal özelliklerinin doğru ve tekrarlanabilir olarak ölçülmesine olanak sağlamaktadırlar. Bu amaçla kullanılan test cihazlarının temel ilkeleri; kuvvet, zaman, yol, vb. fiziksel değerler ölçülmektedir. Böylece gıdaların dokusal özellikleri sayısal olarak ifade edilebilmektedir. Bu şekilde elde edilen sayısal veriler; kırılabilirlik, yapışkanlık, elastikiyet ve sürülebilirlik gibi duyu kalite karakteristiklerini ifade etmektedir [63].

Sürülebilirlik, fındık ezmeli çikolata, kahvaltılık margarin ve tereyağı gibi özellikle kahvaltıda tüketilen gıdalarda kalite açısından önemli bir kalite kriteri olup, ürünün yayılma özellikleri tanımlanarak belirlenmektedir. Bu amaçla örneğe uygulanan sürülebilirlik testi, penetrasyon ilkesine dayanmakta ve tekstür analiz cihazına takılan uygun ucun örnek içine girmesi için gereken maksimum kuvvet ve alan ölçülmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Çalışmada kullanılan keçiboynuzu unu (KU), keçiboynuzu pekmezi (KP), dolgu kreması yağı (DKY), soya unu, süt tozu, lesitin, fındık püresi ve referans örnek (fındık ezme sütlü çikolata) ticari halde piyasadan temin edilmiştir. Hammaddeler soğuk hava deposunda (+ 4 °C de) nem almayacak şekilde depolanmıştır.

Tatlı üretiminde temel hammadde olan keçiboynuzu unu, öğütücü yardımıyla öğütülerek farklı gözenek çapına sahip eleklerden (125, 100, 63, 32 µm) geçirilmiş ve elde edilen örnekler 125 – 100, 100 – 63 ve 63 – 32 µm tanecik boyutlarına göre sınıflandırılarak soğuk hava deposunda (+ 4 °C de) nem almayacak şekilde depolanmıştır.

Çalışmada; mekanik test cihazı (Texture Analyzer, TA-XT2 model, Stable Micro Systems, Surrey, UK), UV/VIS spektrofotometre (Lambda EZ 201 Perkin Elmer), Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (Agilent, Model 1200), ayırıcı kolon olarak C₁₈ (Zorbax, 4.6 x 250 mm) ve karbonhidrat kolonu (Zorbax Carbonhydrate Analysis, 4,6 mm ID x 150 mm (5 µm)), UV-visible dedektör (284 nm dalga boyu) kullanılmıştır. Hareketli faz olarak su-asetonitril (95:5) kullanılıp, hareketli fazın akış hızı 1 mL/dk olarak ayarlanmıştır.), Renk Ölçüm Cihazı (HunterLab Colorimetre, Color Quest XE Modeli, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, Virginia, USA), hassas terazi (Sartorius BP221S, Goettingen, Germany), homojenizatör (IKA Yellowline DI 25, USA) ve diğer yardımcı ekipmanlar kullanılmıştır.

Deneysel aşamada kullanılan kimyasal maddelerin tümü analitik saflıkta olup, Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Bu kimyasallar ile hazırlanan çözeltiler, hazırlanışları ile birlikte Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneysel aşamada kullanılan kimyasal çözeltiler ve hazırlanışları

Kullanılan Çözelti	Hazırlanışı
Sodyum bikarbonat çözeltisi (% 7, 5' luk)	7,5 g sodyumbikarbonat tartılıp 100 mL' lik balon jojede saf su ile hacmine tamamlanmıştır.
Folin-Ciocalteu çözeltisi (% 10' luk)	10 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi 100 mL' lik balon jojede saf su ile hacmine tamamlanmıştır.
Gallik Asit Standardı (250 ppm)	0,025 g gallik asit tartılıp 100 mL' lik balon jojede saf su ile hacmine tamamlanmıştır.
HCl çözeltisi (40 mmol/L)	8,25 mL HCl 250 mL' lik balon jojede saf su ile hacmine tamamlanmıştır.
TPTZ çözeltisi (10 mmol/L)	0,3123 g TPTZ (2,4,6-tripirydy-s-triazine) 100 mL' lik balon jojede 40 mmol/L HCl ile hacmine tamamlanmıştır.
FeCl ₃ çözeltisi (20 mmol/L)	1,3515 g FeCl ₃ .6H ₂ O tartılıp 250 mL' lik balon jojede saf su ile hacmine tamamlanmıştır.
FRAP reaktifi	25 mL asetat tamponu, 2,5 mL TPTZ ve 2,5 mL FeCl ₃ çözeltileri balon jojeye konulup manyetik karıştırıcıda karıştırılarak hazırlanmıştır.
Asetat tamponu (0,3 mol/L)	4,205 mL asetik asit ve 0,6748 g sodyum asetat alınıp 250 mL' lik balon jojede saf su ile hacmine tamamlanmıştır
Carez – I (%15'lik)	150 g potasyum ferrosiyandır (K ₄ Fe(CN) ₆ .3H ₂ O) 1 litreye ultra saf su ile tamamlanmıştır.
Carez – II (% 30'luk)	300 g çinko asetat(Zn(CH ₃ COO) ₂ .H ₂ O) 1 litreye ultra saf su ile tamamlanmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Farklı Yöntemlerle Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlısının Üretimi

I. Yöntem: Farklı miktarlarda keçiboynuzu unu (ürün bileşiminin % 32 – 42 oranında) üzerine, farklı miktarlarda dolgu kreması yağı (ürün bileşiminin % 38 – 48 oranında), süt tozu (% 10), soya unu (% 5), lesitin (% 1), fındık püresi (% 4) eklendikten sonra homojen hale gelinceye kadar homojenizatörde karıştırılmıştır.

II. Yöntem: Farklı miktarlarda keçiboynuzu pekmezi üzerine (ürün bileşiminin % 60 – 80 oranında), farklı miktarlarda keçiboynuzu unu (ürün bileşiminin % 20 – 40 oranında), eklendikten sonra homojen hale gelinceye kadar homojenizatörde karıştırılmıştır.

3.2.2. Sürülebilirliğin Duyusal Test İle Belirlenmesi

Deneysel aşamada I. ve II. yöntem ile üretilen tatlı ürünlerinin (n=34) ve referans örneklerin (n=36), sürülebilirliği eğitimsiz panelist gruplar ile, puanlama testi yapılarak belirlenmiştir. Kullanılan duyusal analiz formu Ek -1 de verilmiştir.

3.2.3. Sürülebilirliğin Mekanik Test Cihazı İle Ölçülmesi

Deneysel aşamada I. ve II. yöntemle üretilen keçiboynuzu tatlılarının ve referans örneklerin sürülebilirliği, mekanik test cihazı ile oda sıcaklığında (21 ± 2 °C) ölçülmüştür.

Yöntemde, mekanik test cihazına bağlı uygun ucun, örnek kabında ilerlerken karşılaştığı pozitif ve negatif yönlü kuvvetler ölçülerek kuvvet zaman eğrileri çizilmiş ve bu eğrilerin pozitif yöndeki maksimum kuvvet ve alan değerleri mekanik test cihazına bağlı bilgisayar programı (Texture Expert Exceed 2.3., Stable Micro System, Survey, England) yardımıyla hesaplanmıştır.

3.2.4. Farklı Yöntemlerle Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlı Örneklerinin Duyusal Kalite Karakteristiklerinin Puanlama Testi İle Belirlenmesi

Deneysel aşamada I. ve II: yöntemle elde edilen tatlı örneklerinin duyusal kalite karakteristikleri (görünüş, tanelilik ve pürüklülük, sürülebilirlik, ağızda yapışkanlık, yağlılık, koku, burukluk, tatlılık, genel beğeni), 36 kişilik eğitimsiz panelist grubuyla, puanlama testi yapılarak belirlenmiştir. Kullanılan duyusal analiz formu Ek -2 de verilmiştir.

3.2.5. Toplam Fenolik Madde Tayini

Tatlı örneklerinin toplam fenolik madde tayininde , Folin – Ciocalteu (FC) yöntemi kullanılmıştır [67]. Bu amaçla; 1 g tartılan örnek saf suda çözülerek 25 mL'ye tamamlanmıştır. Bu çözeltilerden 1 mL üzerine 5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi eklendikten sonra çözelti iyice karıştırılmış ve sonrasında 5 dk oda sıcaklığında (21 ± 2 °C) bekletilmiştir. Daha sonra bu çözeltilere, 4 mL sodyum bikarbonat çözeltisi eklenmiş ve iyice karıştırılmıştır. Elde edilen çözelti oda sıcaklığında 30 dk tutulduktan sonra, çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 760 nm'de ölçülmüştür.

Standart kalibrasyon eğrisinin elde edilmesinde saf gallik asitle hazırlanan standart çözeltiler (20, 40, 60, 80, 100 ppm) kullanılarak örnekteki toplam fenolik madde miktarı gallik asit cinsinden hesaplanmıştır [9].

3.2.6. Renk tayini

HunterLab Color Quest XE kullanılarak L (parlaklık, beyazlık / siyahlık), a (kırmızılık / yeşillik) ve b (sarılık / mavilik) tatlı örneğinin renk değerleri doğrudan ölçülmüştür. Ölçümlerden önce cihazın kalibrasyonu yeşil referans plaka ile yapılmıştır.

3.2.7. Toplam Antioksidan Aktivitesi Tayini

Tatlı örneklerin toplam antioksidan aktiviteleri FRAP (The ferric reducing/antioxidant power assay) yöntemi kullanılarak yapılmıştır [68]. Bu amaçla; 1 g tartılan örnek saf suda çözülerek 50 mL'ye tamamlanmıştır. Bu çözeltilerden 40 µL alınıp, üzerine 0,2 mL distile su ve 1,8 mL FRAP ajanı konulduktan sonra iyice karıştırılmıştır. Sonrasında, çözelti 37 °C' de 10 dakika bekletilmiş ve çözeltinin absorbanansı 593 nm' de ölçülmüştür.

Standart kalibrasyon eğrisinin elde edilmesinde FeSO₄.7 H₂O ile hazırlanan standart çözeltiler (125, 250, 500, 750, 1000 µmol.L) kullanılmıştır. Tatlı örneklerinin antioksidan aktiviteleri bu kalibrasyon grafiği kullanılarak FeSO₄.7 H₂O cinsinden hesaplanmıştır [68].

3.2.8. HMF (Hidroksimetilfurfural) Tayini

0,4 g tatlı örneğinden alınıp 10 mL' lik santrifüj tüpüne konulmuştur. Üzerine 7 mL ultra saf su konulup 1 dk çalkalanmış ve daha sonra 10 dk boyunca 5000 rpm hızda santrifüj edilmiştir. Üzerine 0,5 mL Carez-I ve 0,5 mL Carez II çözeltileri konularak tekrar 10 dk 5000 rpm' de santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen çözelti 25 mL' lik balon jöjeye konularak hacmine ultra saf suyla tamamlanmıştır. Örnekler 0,45 µm'lik filtreden geçirilerek HPLC'ye verilmiştir [70].

Standart kalibrasyon eğrisinin elde edilmesinde HMF ile hazırlanan standart çözeltiler (10, 25, 50, 75, 100, 200 ppm) kullanılmıştır. Tatlı örneklerindeki HMF miktarı bu kalibrasyon grafiği kullanılarak HMF cinsinden hesaplanmıştır [70].

3.2.9. Şeker Tayini

Keçiboynuzu unu örneklerinden 1 g alınarak 25 ml'ye asetonitril – su karışımı (50:50) ile tamamlanmıştır. Örnekler 0.45 µm membran filtreden süzülerek vial tüplere yerleştirilmiştir ve HPLC' ye enjekte edilmiştir [69].

Standart kalibrasyon eğrisinin elde edilmesinde saf sakaroz, glikoz ve früktozla hazırlanan standart çözeltiler (10, 25, 50, 75, 100, 200 ppm) kullanılmıştır. Keçiboynuzu unu örneklerindeki toplam şeker miktarı, bu kalibrasyon grafiği kullanılarak sakaroz, glikoz ve früktoz miktarlarının toplanmasıyla hesaplanmıştır.

3.2.10. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı

Tatlı örneklerinden hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL örnek alınarak içerisinde steril Plate Count Agar (Oxoid, CM325, Hampshire, England) bulunan besiyeri üzerine drigalski özesi ile yayılmış ve 35 °C 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda kolonilerin sayılmasıyla toplam mezofilik aerobik canlı sayısı kob /g olarak hesaplanmıştır.

3.2.11. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen veriler varyans analizi ile incelenmiş ve ortalamalar arasındaki farkların önemli ($p < 0,05$) olup olmadığı ANOVA testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel analiz, (Statistica[®] 8.0, StatSoft Inc., 1984 – 2007) paket programı ile yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. REFERANS ÖRNEĞİN SÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ

4.1.1. Referans Örneğin Sürülebilirliğinin Duyusal Test İle Belirlenmesi

Piyasadan temin edilen 5 farklı referans örneğine ait duyusal test tekniği ile elde edilen sürülebilirlik puanlama sonuçları Çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Referans örneklerin oda sıcaklığındaki (20 ± 2 °C) sürülebilirlik puanları

Örnek No	Puan	% BSS
R1	$7,64 \pm 0,76^{*a}$	9,97
R2	$7,69 \pm 1,04^a$	13,48
R3	$7,83 \pm 1,00^a$	12,77
R4	$7,94 \pm 0,79^a$	9,95
R5	$7,89 \pm 0,78^a$	9,95

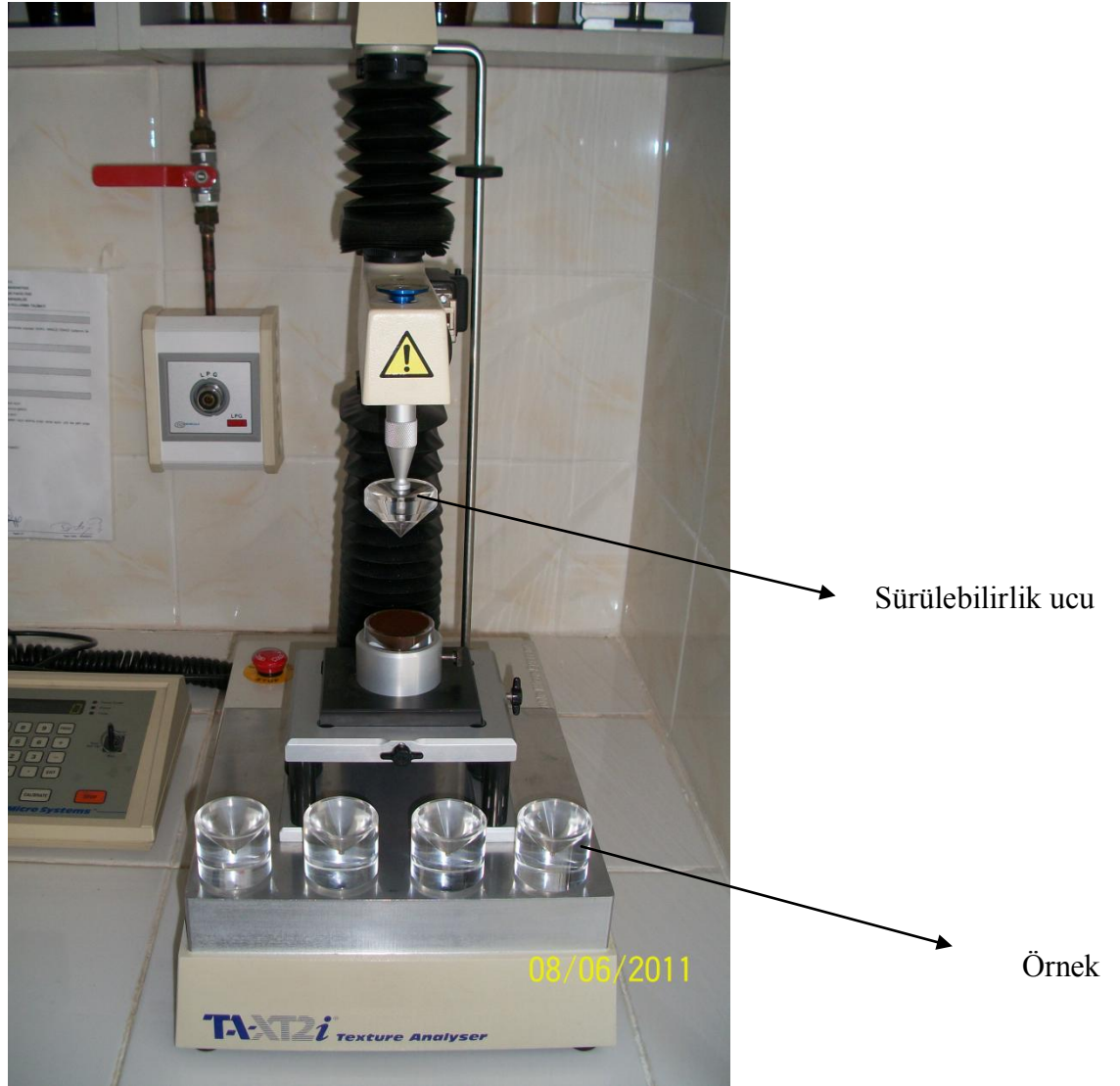
*: Ortalamadan standart sapma (n=36), BSS: Bağıl standart sapma

Çizelge 4.1.de görüldüğü gibi, 9 puanlık skalada örneklerin sürülebilirlik puanları 7,64 - 7,94 aralığındadır. Duyusal test formunda 9 puan çok iyi olarak tanımlanırken, örneklerin 7,64 - 7,94 aralığında puan alması sürülebilirliğin beğenildiğini ifade etmektedir. Elde edilen sonuçların standart sapma ve % BSS (% BSS= (standart sapma*100)/ortalama)) değerleri sırasıyla 0,76 – 1,04 ve 9,95 – 13,48 aralığında olup, verilerin tekrarlanabilirliğinin iyi olduğu söylenebilir. Ayrıca 5 farklı referans örneği için elde edilen puanlama sonuçlarının her bir örnek arasındaki farklılığın istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli olmadığı saptanmıştır.

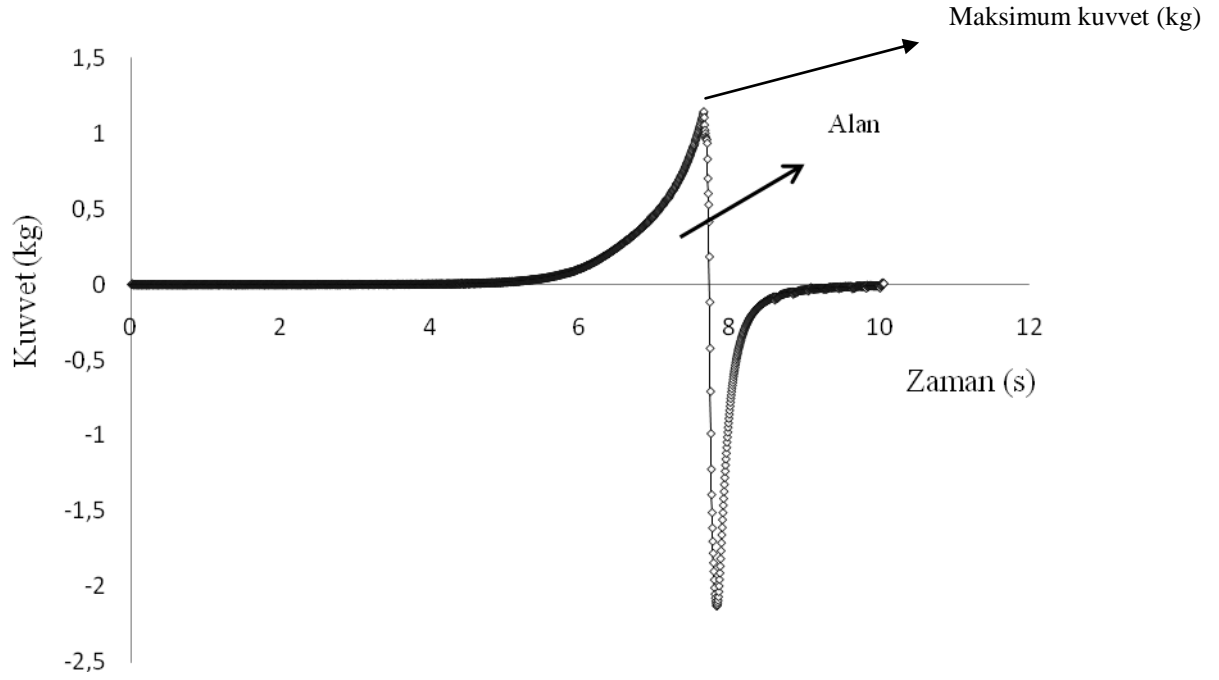
Referans örneklerin tam puan olan 9'dan daha düşük almaları; panelistlerin ekmeğin üstüne aynı açı ve hızla sürememeleri, panelistlerin eğitimsiz olması gibi nedenlerle açıklanabilir.

4.1.2. Referans Örneğin Sürülebilirliğinin Mekanik Test Cihazı (Texture Analyzer) İle Ölçülmesi

Mekanik test cihazı kullanılarak yapılan sürülebilirlik ölçümlerinde, zamanla (s) sürülebilirlik ucu üzerindeki artan kuvvet (kg) ölçülmekte ve zamana (s) karşı kuvvet (kg) grafiği çizilmekte ve her ikisi birlikte değerlendirilmektedir. Sonrasında ise grafik üzerinden, sürülebilirlik ölçüsü olan, pozitif maksimum kuvvet (kg) ve kuvvet – zaman eğrisinin altında kalan pozitif alan (kg.s) değerleri belirlenmektedir. Mekanik test cihazı (texture analyzer) ve referans örneğe ait mekanik test cihazı ile ölçülen kuvvet zaman eğrisi Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.' de verilmiştir.



Şekil 4.1. Mekanik test cihazı (texture analyzer), sürülebilirlik ucu ve örnek kapları



Şekil 4.2. Mekanik test cihazı ile ölçülen kuvvet zaman eğrisi

Piyasadan temin edilen 5 farklı referans örneğine ait mekanik test cihazı ile elde edilen sürülebilirlik sonuçları Çizelge 4.2.de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Mekanik test cihazı ile elde edilen sürülebilirlik verileri (21 ± 2 °C)

Örnek No	Maksimum Kuvvet (kg)	% BSS	Alan (kg.s)	% BSS
R1	$6,21 \pm 0,01^{*a}$	0,13	$8,31 \pm 0,01^a$	0,06
R2	$6,91 \pm 0,01^b$	0,08	$8,71 \pm 0,01^b$	0,09
R3	$5,71 \pm 0,01^c$	0,10	$7,82 \pm 0,01^c$	0,17
R4	$5,13 \pm 0,01^d$	0,20	$7,17 \pm 0,03^d$	0,41
R5	$4,51 \pm 0,01^e$	0,17	$5,52 \pm 0,01^e$	0,14

*: Ortalamadan standart sapma (n=5), %BSS: Bağıl standart sapma

Çizelge 4.2.'de referans örneklere ait maksimum kuvvet ve alan değerleri sırasıyla 4,51 – 6,21 ve 5,52 – 8,71 aralığındadır. Elde edilen sonuçların standart sapma ve % BSS değerleri maksimum kuvvet ve alan için 0,01 ve 0,01 – 0,03 olduğu saptanmıştır. Buna göre, elde edilen verilerin tekrarlanabilirliğinin iyi olduğu

söylenbilir. Ayrıca referans örneklere ait maksimum kuvvet ve alan sonuçları arasındaki farkın istatistiksel olarak ($p<0,05$) önemli olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal olarak sürülebilirliği beğenilen referans örneklerin mekanik test cihazı ile elde edilen sürülebilirlik verilerinin maksimum kuvvet ve alan değerleri için sırasıyla 4,51 – 6,91 ve 5,52 – 8,71 aralığında olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

4.2. SÜRÜLEBİLİR KEÇİBOYNUZU TATLISI ÜRETİMİ

4.2.1. Tanecik Boyutunun Sürülebilirliğe Etkisi

Tanecik boyutunun sürülebilirliğe etkisinin belirlenmesi amacıyla; farklı tanecik boyutlarındaki keçiyoynuzu unu örnekleri (125 – 100, 100 – 63, 63 – 32 μm) ile, aynı formülasyona (% 42 dolgu kreması yağı, % 38 keçiyoynuzu unu) sahip, keçiyoynuzu tatlıları üretilmiş ve sürülebilirlikleri ölçülmüştür. Tatlı örneklerinin duyusal test, maksimum kuvvet ve alan sonuçları Çizelge 4.3. de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Tanecik boyutunun sürülebilirlik üzerine etkisi (21 ± 3 °C)

Tanecik Boyutu	Puan	Maksimum Kuvvet (kg)	Alan (kg.s)
125 - 100 μm	$5,76 \pm 1,42^{*a}$	$7,89 \pm 0,13^{**a}$	$8,76 \pm 0,11^a$
100 - 63 μm	$6,65 \pm 1,04^b$	$6,53 \pm 0,29^b$	$7,27 \pm 0,07^b$
63 - 32 μm	$7,82 \pm 0,67^c$	$5,71 \pm 0,20^c$	$6,78 \pm 0,07^c$

*: Ortalamadan standart sapma (n=5) ,**(n=36)

Çizelge 4.3. deki sonuçlar değerlendirildiğinde, tanecik boyutu küçüldükçe puanların artış gösterirken maksimum kuvvet ve alan değerlerinin ise azaldığı görülmektedir. Ayrıca farklı tanecik boyutuna sahip keçiyoynuzu unu ile elde edilen puanlama, maksimum kuvvet ve alan sonuçlarının arasındaki farklılığın istatistiksel olarak ($p<0,05$) önemli olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar referans örnek ile karşılaştırıldığında en küçük tanecik boyutundaki (63 - 32 μm) ürünün, en iyi sürülebilirliğe sahip olduğu saptanmıştır.

Referans olarak kullanılan fındık ezmesi sütü çikolata üretiminde tanecik boyutu 15-20 µm aralığında olmaktadır [48]. Bazı çalışmalarda ise tanecik boyutu 30-50 µm olarak belirlenmiştir [40].

4.2.2. Keçiboynuzu Unu ve Dolgu Kreması Yağı Karışımı İle Elde Edilen Farklı Formülasyonlarda Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlısı Üretimi

Keçiboynuzu meyvesinden tatlı üretimi amacıyla, 63 – 32 µm tanecik boyutuna sahip farklı oranlardaki keçiboynuzu unu ve dolgu kreması yağı kullanılarak; farklı formülasyonlara sahip sürülebilir keçiboynuzu tatlı ürünleri elde edilmiştir. Bütün formülasyonlarda süt tozu, soya unu, lesitin, fındık püresi % 20 oranında kullanılmış olup miktarları sabit tutulmuştur. Farklı formülasyonlarda üretilen ürünlerin mekanik test cihazı ile elde edilen maksimum kuvvet ve alan değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

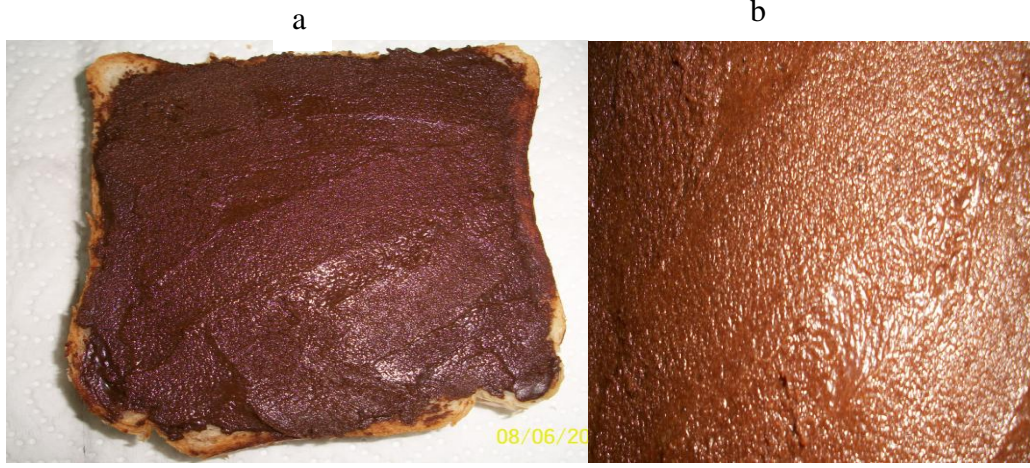
Çizelge 4.4. Farklı formülasyonlara sahip keçiboynuzu tatlılarının maksimum kuvvet ve alan değerleri* (oda sıcaklığı 19±3 °C)

Formülasyon (% a/a)	Maksimum Kuvvet (kg)	Alan (kg.s)
% 38 DKY + %42 KU	16,67 ± 0,13 ^a	18,68 ± 0,25 ^a
%40 DKY + %40 KU	10,74 ± 0,10 ^b	12,26 ± 0,07 ^b
%42 DKY + %38 KU	5,78 ± 0,07 ^c	6,71 ± 0,20 ^c
%44 DKY + %36 KU	3,78 ± 0,07 ^d	4,71 ± 0,20 ^d
%46 DKY + %34 KU	2,17 ± 0,07 ^e	3,16 ± 0,03 ^e
%48 DKY + %32 KU	1,22 ± 0,09 ^f	1,56 ± 0,04 ^f

*: Aynı sütündeki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05), DKY: Dolgu Kreması Yağı, KU: Keçiboynuzu Unu

Çizelge 4.4. deki sonuçlar değerlendirildiğinde, dolgu kreması yağı miktarı arttıkça maksimum kuvvet ve alan değerlerinin azaldığı görülmektedir. Çizelgedeki farklı formülasyonlardaki tatlı örneklerine ait maksimum kuvvet ve alan sonuçları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak (p<0,05) önemli olduğu saptanmıştır. Elde edilen kuvvet ve alan değerlerinin referans örnek ile karşılaştırıldığında % 42 dolgu

kremaı yağı + % 38 keçiboynuzu unu içeren formülasyonun, en iyi sürülebilirliğe sahip olduğu saptanmıştır. Şekil 4.3.'te örneğin, ekmeğe sürülmüş hali görülmekte ve buna göre ekmeğe sürülebilirliğin homojen dağılım gösterdiği söylenebilmektedir.



Şekil 4.3. % 42 dolgu kremaı yağı + % 38 keçiboynuzu unu ile üretilen formülasyon
a: %42 dolgu kremaı yağı + %38 keçiboynuzu unu ile üretilen formülasyonun ekmeğe sürülmüş bütün hali b: Örneğin ekmeğe sürülmüş halinin yakından ekimi

4.2.3. Keçiboynuzu Unu ve Keçiboynuzu Pekmezinin Karışımı İle Elde Edilen Farklı Formülasyonlarda Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlısı Üretimi

Keçiboynuzu meyvesinden tatlı üretimi amacıyla, 63 – 32 µm tanecik boyutuna sahip farklı oranlardaki keçiboynuzu unu ve keçiboynuzu pekmezi kullanılarak; farklı formülasyonlara sahip sürülebilir keçiboynuzu tatlı ürünleri elde edilmiştir. Farklı formülasyonlarda üretilen ürünlerin mekanik test cihazı ile elde edilen maksimum kuvvet ve alan değerleri Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Keçiboynuzu pekmezi ve unu ile üretilen tatlılarının maksimum kuvvet ve alan değerleri* (oda sıcaklığı 20 ±3 °C)

Formülasyon (% a/a)	Maksimum Kuvvet (kg)	Alan (kg.s)
%80 KP + % 20 KU	0,576 ± 0,027 ^a	0,663 ± 0,018 ^a
%78 KP + %22 KU	1,528 ± 0,018 ^b	1,76 ± 0,003 ^b
%76 KP + %24 KU	2,122 ± 0,003 ^c	2,264 ± 0,006 ^c
%74 KP + % 26 KU	3,126 ± 0,007 ^d	3,356 ± 0,006 ^d
%72 KP + %28 KU	4,13 ± 0,013 ^e	5,545 ± 0,009 ^e
%70 KP + % 30 KU	6,508 ± 0,030 ^f	7,737 ± 0,095 ^f
%68 KP + % 32 KU	7,307 ± 0,104 ^g	8,774 ± 0,185 ^g
%66 KP + % 34 KU	8,134 ± 0,013 ^h	9,301 ± 0,012 ^h
%64 KP + % 36 KU	9,219 ± 0,021 ⁱ	10,473 ± 0,048 ⁱ
%62 KP + %38 KU	10,534 ± 0,016 ^j	11,82 ± 0,042 ^j
%60 KP + % 40 KU	12,593 ± 0,029 ^k	14,129 ± 0,098 ^k

*: KP: Keçiboynuzu Pekmezi, KU: Keçiboynuzu unu, Aynı sütündeki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05).

Çizelge 4.5. deki sonuçlar değerlendirildiğinde, formülasyonlarda % pekmez miktarının artması veya % keçiboynuzu ununun azalması durumunda, maksimum kuvvet ve alan değerlerinin azaldığı görülmektedir. Çizelgedeki farklı formülasyonlardaki tatlı örneklerine ait maksimum kuvvet ve alan sonuçları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak (p<0,05) önemli olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde; referans örneğin sürülebilirliğine karşılık gelen

maksimum kuvvet ve alan aralık değerlerinin, % 70 keçiboynuzu pekmezi + % 30 keçiboynuzu unu içeren formülasyon ile uyum gösterdiği ve bu formülasyonun en iyi sürülebilirliğe sahip olduğu saptanmıştır.

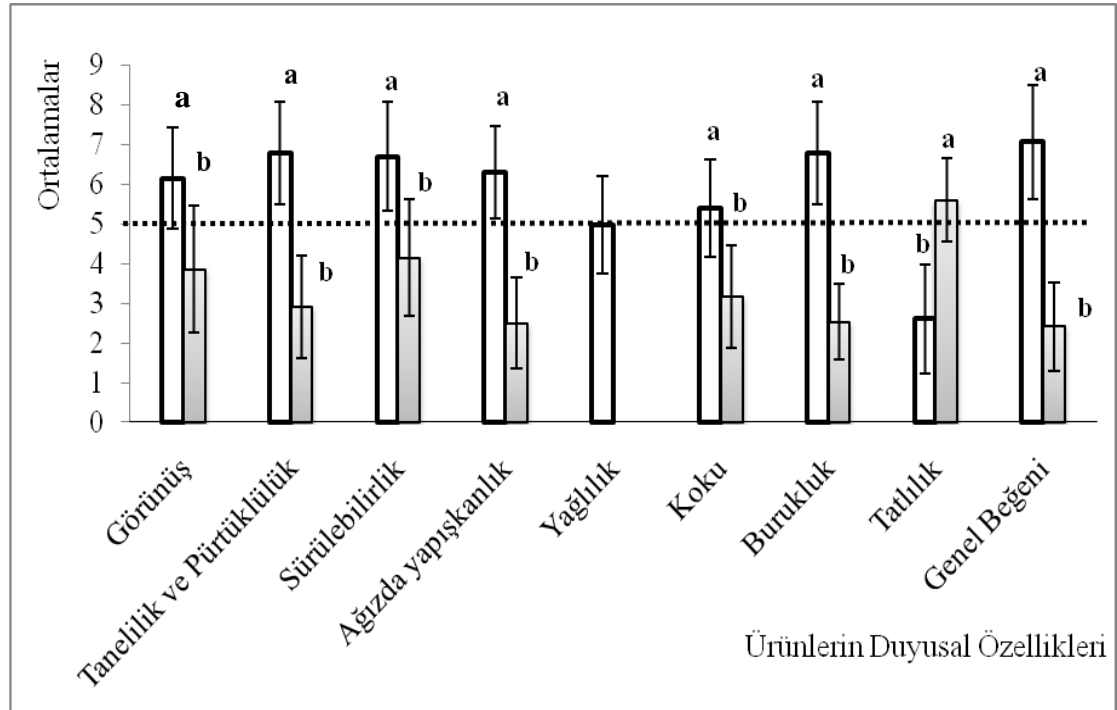


Şekil 4.4. % 70 keçiboynuzu pekmezi + % 30 keçiboynuzu unu içeren formülasyon

Şekil 4.4.'te örneğin, ekmeğe sürülmüş hali görülmekte ve buna göre ekmeğe sürülebilir ve homojen dağılım gösterdiği söylenebilmektedir.

4.2.4. Uygun Sürülebilirliğe Sahip Formülasyonların Duyusal Test Tekniğiyle Karşılaştırılması

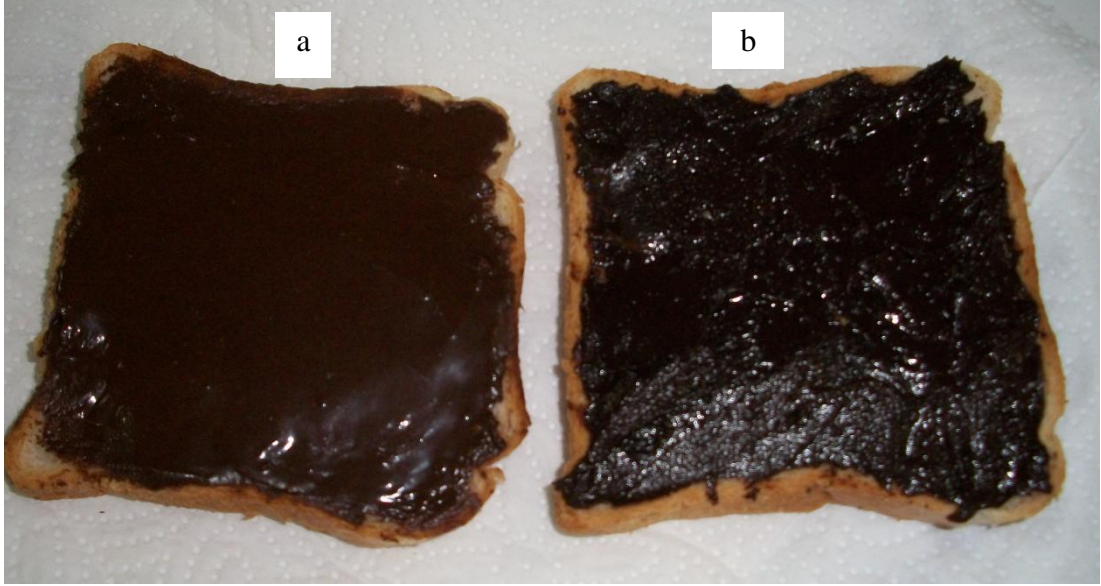
İki farklı yöntemle üretilen ve sürülebilirlikleri benzer olan tatlı örneklerinin kalite karakteristiklerine göre duysal teste tabi tutulmuştur. Panel 34 kişilik eğitimsiz panelist grubuyla oda koşullarında sıcaklığı dengeye getirilen örnekler ile yapılmıştır. Elde edilen puan değerleri Şekil 4.2. de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. İki farklı formülasyon ile üretilen tatlı örneklerinin duysal analiz sonuçları (□ : % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiboynuzu unu, ■: % 70 keçiboynuzu pekmezi + % 30 keçiboynuzu unu)

Şekil 4.5. incelendiğinde; % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiboynuzu unu ile üretilen tatlı formülasyonuna ait çoğu kalite karakteristiğinin ortalama puan değeri 5 ve 5'in üstünde iken % 70 keçiboynuzu pekmezi + % 30 keçiboynuzu unu içeren tatlının ortalama puanları ise çoğunlukla 5'in altında bulunmaktadır. Aynı durum, genel beğeni puanında da görülmektedir.

Görünüş puanları değerlendirildiğinde % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiboynuzu ununa sahip formülasyonun daha yüksek aldığı görülmektedir. Şekil 4.6.'de tatlı örnekleri ekmeğe sürülmüş halde görülmektedir.



Şekil 4.6. Benzer sürülebilirliğe sahip tatlı formülasyonları, a: % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiboynuzu unu içeren formülasyon, b: % 70 keçiboynuzu pekmezi + % 30 keçiboynuzu unu

Panelistlerin, % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiboynuzu unu içeren formülasyonu görünüş açısından beğenilmesi, referans olarak kullanılan fındık ezmesi sütlü çikolata ile benzer olmasından kaynaklanabilir. Çizelge 4.6.'da iki farklı formülasyon ve referans örneğe ait L*, a* ve b* değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.6. Sürülebilir keçiboynuzu tatlılarına ait L*, a* ve b* değerleri

Formülasyon İçerikleri	L*	a*	b*
% 70 KP + % 30 KU	26,88±0,02	2,85±0,04	2,05±0,03
% 42 DKY + % 38 KU	34,36±0,09	7,64 ±0,11	9,06 ± 0,16
Referans Örnek	37,88±0,15	5,26±0,17	7,26±0,05

** KP: Keçiboynuzu Pekmezi, KU: Keçiboynuzu Unu, DKY: Dolgu kreması yağı

Çizelge 4.6. incelendiğinde; % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiyoynuzu unu içeren formülasyonun L* (parlaklık, beyazlık/siyahlık), a* (kırmızılık/yeşillik) ve b* (sarılık/ mavilik) değerleri referans örneğe daha yakın olarak saptanmıştır. Bu sebeple, söz konusu ürünün görünüş için aldığı puanların yüksekliği bu benzerlikten kaynaklanabileceği söylenebilir.

Şekil 4.5. incelendiğinde; % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiyoynuzu unu içeren formülasyonun tanelilik ve pürüklülük ile sürülebilirlik açısından diğer ürüne göre daha çok beğenildiği görülmektedir. Her iki formülasyonda da aynı partikül büyüklüğüne sahip keçiyoynuzu unu kullanılmasına rağmen % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiyoynuzu unu formülasyonunun yüksek puan alması dolgu kreması yağının kullanılmasından dolayı kaynaklanabilir. Tanelilik ve pürüklülük çiğneme sırasında kum veya sert sıkışmış materyal gibi küçük sert parçacıkların varlığı ile algılanmaktadır. Sürülebilirlik ise, ürünün ekmeğe homojen ve kolay bir şekilde yayılmasını ifade etmektedir.

Şekil 4.5. incelendiğinde; % 70 keçiyoynuzu pekmezi + % 30 keçiyoynuzu unu içeren formülasyonun pekmez miktarı fazla olduğu için ürünün; koku, burukluk ve tatlılık bakımından beğenilmediği düşünülmektedir. Buna karşın; % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiyoynuzu unu içeren formülasyon pekmez içermediği için koku ve burukluk bakımından beğenilmiş olabilir. Fakat ürünlerin tatlılığı yetersiz bulunmuştur. Keçiyoynuzu pekmezi üretiminde ekstraksiyon ve ardından evaporasyon işlemi yapıldığından dolayı pekmezdeki polifenolik madde ve şeker miktarları keçiyoynuzu ununa göre daha fazla bulunmaktadır. Yüksek sıcaklık ile oluşan esmerleşme reaksiyonları; pekmezi kötü kokulu, buruk, çok şekerli ve yanık tadı olan bir ürüne dönüştürmektedir [51, 64].

Şekil 4.5. incelendiğinde; % 70 keçiyoynuzu pekmezi + % 30 keçiyoynuzu unu içeren formülasyonun özellikle burukluk ve tatlılıktan dolayı genel beğeni derecesinin düşük çıktığı görülmektedir.

Genel olarak, % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiboynuzu unu içeren formülasyonun görünüş, sürülebilirlik, koku, genel beğeni, vb. puanlarının daha yüksek olduğu ve daha çok beğenildiği görülmüştür. Sonuçlar istatistiksel olarak incelenmiş ve her bir kalite karakteristiği için elde edilen puanların birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

4.3. SÜRÜLEBİLİR KEÇİBOYNUZU TATLISININ BAZI MİKROBİYOLOJİK ve KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

4.3.1. Sürülebilir Keçiboynuzu Tatlısının Bazı Kimyasal Özellikleri

Duyusal Değerlendirmeler sonucu her bir kalite karakteristiği ve genel izlenim açısından beğenilen % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiboynuzu unu içeren formülasyonu ile üretilen sürülebilir keçiboynuzu tatlısının kimyasal bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla 5 paralelli yürütülen deneylerde elde edilen ortalama miktarları Çizelge 4.7.'da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Keçiboynuzu tatlısının bazı kimyasal özellikleri

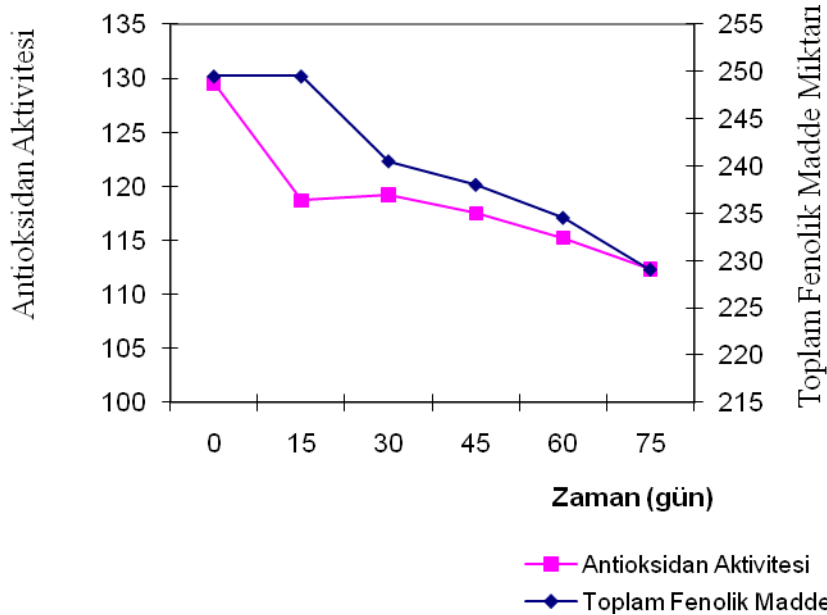
Kimyasal İçerik	Miktar
Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit/100 g)	93,9
Toplam Antioksidan Aktivitesi (mmol Fe /100 g)	124,6
HMF (Hidroksi- metil- furfural, mg/kg)	Tespit edilmemiştir
Toplam Şeker (%, a/a)	16,5
Yağ (%, a/a)	42

Çizelge 4.7.'da görüldüğü üzere, sürülebilir keçiboynuzu tatlısındaki toplam fenolik madde miktarı 93,9 mg/ 100g'dır. Yapılan bir çalışmada keçiboynuzu meyvesinde bulunan 24 adet fenolik madde tespit edilip, toplam fenolik madde miktarı (TFM) 3,14 g / kg kuru madde olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte, bu bileşikler içinde en fazla % 41,76 oranına sahip gallik asidin bulunduğu bildirilmiştir [9]. Yapılan diğer bir çalışmada ise, keçiboynuzu ununda 2675,6 mg/kg gallik asit tespit edilmiştir [11]. Bu çalışmada keçiboynuzu ununda saptanan miktar ile

literatürde bulunan değerler arasındaki farklılık, keçiboynuzu meyvesinin yetiştirildiği coğrafi koşulların farklı olmasından kaynaklanabilir.

Bu çalışmada, sürülebilir keçiboynuzu tatlısına ait antioksidan aktivite miktarının 124,6 mmol Fe/100 g olduğu tespit edilmiştir. Hajimahmoodi vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada 10 farklı nar çeşidinde antioksidan aktivitesi tayini (FRAP) yapılmış ve sonuçların 34,9 – 170,6 mmol Fe arasında değiştiği görülmüştür. [68]. Sürülebilir keçiboynuzu tatlısına ait antioksidan aktivite miktarının, yüksek antioksidan aktiviteye sahip bir gıda olarak bilinen nar meyvesinin antioksidan aktivite miktarına yakın olması ürüne sağlık açısından önemli bir avantaj kazandırmaktadır.

Antioksidan aktivite gıdalarda bulunan fenolik maddelerden kaynaklanabilmektedir. Genel olarak, antioksidan aktivitesi gıda örneğinin fenolik madde miktarı ile orantılı olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.7.' de tatlı örneklerine ait TFM ve antioksidan aktivitesinin zamanla değişimi verilmiştir.



Şekil 4.7. Tatlı örneklerinin TFM ve antioksidan aktivitesinin zamanla değişimi

Üretilen sürülebilir keçiboynuzu tatlısının TFM ve antioksidan aktivitesi miktarındaki zamanla değişimin birbirine paralel olduğu ve 75 günlük depolama süresince bu değerlerdeki azalmanın düşük oranda olduğu Şekil 4.7.'de görülmektedir.

Bu çalışmada üretilen örneklerde HMF'nin tespit edilememiş olup, üretim aşamasında herhangi bir ısıtma işlemi yapılmaması ile açıklanabilir. HMF (hidroksimetil furfurool) enzimatik olmayan esmerleşme ürünü olup, özellikle yüksek şeker ve aminoasit içeren ürünlerde ısıtma işlemi ve depolama sonucu oluşmaktadır. Keçiboynuzu pekmezinde HMF miktarının Sengül M. vd., 21,32 mg/L ve Şimşek ve Artık, ise 4.1–7.0 mg/kg olarak belirlemişlerdir [71, 72].

Sürülebilir keçiboynuzu tatlısı örneklerine doğrudan dolgu kreması yağı ilave edilmiştir ve yağ oranı % 42'dir. Türkiye'de tüketiciler tarafından en çok tercih edilen beş farklı çikolata firmasının ürettikleri sütü çikolata çeşitlerine ait yağ oranlarının % 26.10 ile % 37.94 arasında olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, fındık ezmesi bitter çikolata çeşitleri için ise yağ oranlarının % 27,35 ile % 39,01 arasında değiştiği görülmüştür [57]. TS 7800 çikolata standardında sütü çikolatadaki toplam yağ miktarı en az % 25 olarak belirtilmiş fakat üst limit verilmemiştir. Piyasadaki diğer fındık ezmesi sürülebilir ürünler incelendiğinde, yağ miktarının % 27 – 55 arasında olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre sürülebilir keçiboynuzu tatlısının yağ miktarı bakımından; çikolata standardına uygun olduğu ve diğer çikolata ürünleri ile paralel yağ miktarlarının olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.7.'de görüldüğü üzere, sürülebilir keçiboynuzu tatlısında toplam şeker miktarı % 16,5 olarak tespit edilmiş ve şeker keçiboynuzunun doğal yapısından gelmektedir. Değişik ülkelerde yapılan çalışmalar sonucunda, keçiboynuzu meyvesindeki toplam şeker miktarı sırasıyla % 45 – 87,5 olarak belirlenmiştir [55, 56, 85, 48]. İstanbul Ticaret Odasının hazırlamış olduğu çikolata sektörü profilinde, ülkemizde üretilen sütü çikolataların şeker miktarının % 44,5 civarında olduğu belirtilmiştir.

4.3.2. Sürülebilir Keçiyoynuzu Tatlısının Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri

Bu çalışmada, % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiyoynuzu unu formülasyonu ile üretilen 15 adet sürülebilir tatlı örneğinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı belirlenmiş ve toplam canlı sayısı 10^3 kob/g - 10^4 kob/g aralığında olup ortalama olarak $1,24 \times 10^3$ kob/g bulunmuştur. TS 7800' e göre, çikolata örneklerinde izin verilen en fazla toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, analize alınan 5 örnekten ikisi için 10^4 kob/g üçü için ise 10^3 kob/g'dır. Sonuç olarak, elde edilen toplam canlı sayısı verilerinin standartta belirtilen maksimum değerlerden küçük olduğu görülmüştür.

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının standartlardan yüksek olması üretim sonrası depolamanın uygun olmayan sanitasyon koşullarında yapıldığını, soğuk zincirin yeterince korunamadığını ve mikrobiyolojik olarak kalitesiz hammadde kullanıldığını göstermektedir. Genel olarak, uygun sanitasyon koşullarının sağlandığı ve kullanılan hammaddelerin mikrobiyolojik olarak kaliteli oldukları söylenebilir.

Ancak ürünün süt tozu, şeker, soya unu ve keçiyoynuzu unu içermesinden dolayı toplam aerobik mezofilik bakterilerin yanında osmofilik maya, toplam küf ve maya, Koliform, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Clostridium Perfringens* gibi mikroorganizmalar açısından da risk taşımaktadır. Söz konusu ürünün uygun depolanma koşullarında saklanmasıyla, bu risk en aza indirilebilir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

1. Onyeddi (17) farklı formülasyonda üretilen keçiboynuzu tatlılarından en uygun sürülebilirliğin mekanik test cihazı yardımıyla belirlenmesi için objektif bir yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemin doğruluğu referans olarak alınan fındık ezmeli sütlü çikolataya ait sürülebilirlik değerleri ve duyu test tekniği ile istatistiksel olarak uyum içerisinde olduğu saptanmıştır.

2. Üretim aşamasında, keçiboynuzu pekmezi veya keçiboynuzu unu ana bileşen olmak üzere, yardımcı katkı maddeleri olarak dolgu kreması yağı, süt tozu, soya unu, lesitin kullanılmasıyla sürülebilirliğinin uygun olduğu belirlenen % 42 dolgu kreması yağı, % süt tozu (% 10), soya unu (% 5), lesitin (% 1), fındık püresi (% 4) ve % 70 keçiboynuzu pekmezi + % 30 keçiboynuzu unu içeriğine sahip 2 yeni formülasyon geliştirilmiştir.

3. Üretilen sürülebilir keçiboynuzu tatlısı örnekleri çeşitli kalite kriterleri bakımından (görünüş, tanelilik ve pürüzlülük, sürülebilirlik, ağızda yapışkanlık, yağlılık, koku, burukluk, tatlılık, genel beğeni) duyu testine tabi tutulmuştur. % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiboynuzu unu ile üretilen tatlı formülasyonuna ait çoğu kalite karakteristiğinin ortalama puan değeri 5 ve 5'in üstünde iken % 70 keçiboynuzu pekmezi + % 30 keçiboynuzu unu içeren tatlının ortalama puanları ise çoğunlukla 5'in altında bulunmuştur. Aynı durum, genel beğeni puanında da görülmüş ve yapılan duyu test sonucunda % 42 dolgu kreması yağı + % 38 keçiboynuzu unu ile üretilen tatlının daha çok beğenildiği tespit edilmiştir.

4. Duyu test sonuçlarına göre yüksek beğeni derecesine sahip olan % 42 dolgu kreması yağı, % süt tozu (% 10), soya unu (% 5), lesitin (% 1), fındık püresi (% 4) formülasyonundaki ürünün bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Söz konusu ürünün HMF içermediği, antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu ve toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının TS 7800'e uygun olduğu

saptanmıştır. Ayrıca üründeki toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi miktarındaki depolanma süresince değişimin önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

5. Üretilen sürülebilir keçiboynuzu tatlısı % 42 oranında dolgu kreması yağı içermektedir. Söz konusu yağ miktarının piyasadaki sürülebilir tatlı ürünlerine benzer düzeyde olmasına rağmen, tüketiciler tarafından 5 puan yani orta yağlılıkta bulunmuştur. Aynı şekilde tatlılık düzeyi de 5 puanın altında yani az tatlı olarak belirlenmiştir. Üründeki bu kalite karakteristiklerinin düzeltilmesi amacıyla kakao yağı gibi diğer yağların kullanılması ve şeker miktarının arttırılması amacıyla ise şeker ilavesi veya keçiboynuzu pekmezini içeren yeni çalışmaların yapılması gerekmektedir.

6. Sürülebilir keçiboynuzu tatlısı, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı bakımından TS 7800' e uygun bulunmuştur. Ancak ürünün süt tozu, şeker, soya unu ve keçiboynuzu unu içermesinden dolayı toplam aerobik mezofilik bakterilerin yanında osmofilik maya, toplam küf ve maya, *Koliform*, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Clostridium Perfringens* gibi mikroorganizmalar açısından da risk taşımaktadır. Söz konusu ürünün uygun depolanma koşullarında saklanmasıyla, bu risk en aza indirilebilir. Depolanma süresince söz konusu mikroorganizmaların miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir.

7. Çalışma ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, temel hammadde olan keçiboynuzu ununun çikolata ve benzeri ürünlerde kullanılan kakaodan çok daha ucuz olması ve ülkemizde değerlendirilmeyen keçiboynuzu meyvesinden katma değeri yüksek bir ürün elde edilmiştir.

Sonuç olarak, keçiboynuzu ununa çikolata ve benzeri ürünlerde yaygın olarak kullanılan katkı maddeleri (süt tozu, soya unu, lesitin,vb..) ilave edilerek; sürülebilir keçiboynuzu tatlısı üretilmiştir. Geliştirilen ürünün geleneksel olarak üretilen keçiboynuzu pekmezine göre, belirgin buruk tadının olmaması, HMF gibi zararlı bileşenler içermemesinden dolayı kahvaltılık olarak daha yaygın bir şekilde tüketilmesine imkan sağlamaktadır. Üretilen keçiboynuzu tatlısı yüksek miktarda

mineral (kalsiyum, potasyum, fosfor, demir vb.), karbonhidrat (glikoz, früktoz ve sakaroz), antioksidan aktivite gösteren polifenolik maddeler gibi yararlı bileşenleri içermektedir. Günlük diyetle alınması önem arz eden besin maddelerinin çoğunu içeren ürün, başta çocuklar için kahvaltılık sürülebilir tatlı olma özelliğini taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Karkacier, M. Artık. N. “Keçiboynuzunun (*Ceratonia siliqua* L.) fiziksel özellikleri, kimyasal bileşimi ve ekstraksiyon koşulları”, Gıda, 20(3): 131-136, (1995).
- [2] Tunalioglu, R. ve Özkaya, M. T. “Keçiboynuzu”, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, T.E.A.E-Bakış, 5(3):1- 4, (2003).
- [3] Yalın Kaya S., “ Keçiboynuzu Meyvesinden Yüksek Safılıkta Şeker Şurubu Üretimi”, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 1-8 s., (2010)
- [4] Anonim, TS 2907/Aralık 1977, Keçiboynuzu (Harnup). TSE. Ankara,(1977)
- [5] Anonim, FAO,
<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
(15.12.2010)
- [6] Gül, M. ve Akpınar, M. G. “Dünya ve Türkiye meyve üretimindeki gelişmelerin incelenmesi”, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 19(1):15-27, (2006)
- [7] Anonim, TÜİK, www.tuik.gov.tr/PresIstatikTablo.do?istab_id=1078
(10.12.2010)
- [8] Anonim, Carob Specification. International Organization for Standardization. International Standard. 1987; ISO 7907: 4 s.,(1987)
- [9] Qwen, R.W., Haubner, R., Hull, W.E., Erben, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H. And Haber, B. “Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre”, Food and Chemical Toxicology, 41 (12): 1727-1738,(2003).
- [10] Ayaz, F. A., Torun, H., Ayaz, S., Crreia, P. J., Alaız, M., Sanz, C., Gruz, J. and Strnad, M. “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,(2007).
- [11] Ortega, N., Macia, A., Romero, M.P., Trullols, E., Morello, J., Angle, N. And Mj., M. “Rapid determination of phenolic compounds and alkaloids of carob flour by improved liquid chromatography tandem mass spectrometry”, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(16):7239-7244,(2009).

- [12] Papagiannopoulos, M., Wollseifen, H.R., Mellenthin, A., Haber, B. And Galensa, R. "Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (*Ceratonia siliqua* L.) and derived products by HPLC – UV- ESI/MSn", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(12):3784 – 3791,(2004).
- [13] Shawakfen, K.Q and Ereifej, K.I "Pod characteristics of two *Ceratonia siliqua* L. varieties from Jordan", Italian Journal of Food Science, 17(2): 187-194, (2005)
- [14] Yousif, A.K. and Alghzawi, H.M. " Processing and characterization of carob powder ", Food Chemistry ,69:283-287,(2000).
- [15] Biner, B., Gubbuk, H., Karhan, M., Aksu, M.and Pekmezci, M. "Sugar profiles of the cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey", Food Chemistry, 100: 1453-1455, (2007).
- [16] Bouzouita, N., Khaldi, A., Zgoulli, S., Chebil, L., Chekki, R., Chaabouni, M.M. and Thonart, P. "The analysis of crude and purified locust bean gum: A comparison of samples from different carob tree populations in Tunisia", Food Chemistry 101: 1508 – 1515, (2007).
- [17] Sidina M.M., El Hansali, M., Wahid, N., Ouatmane, A., Boulli, A. and Haddioui, A. "Fruit and seed diversity of domesticated carob (*Ceratonia siliqua* L.) in Morocco", Scientia Horticulturae, 123(1): 110-116,(2009).
- [18] Barracosa, P., Osorio, J. and Cravador, A. "Evaluation of fruit and seed diversity and characterization of carob (*Ceratonia siliqua* L) cultivars in Algarve region", Scientia Horticulturae, 114: 250-257,(2007).
- [19] Şenay. F., 'Keçiboynuzundan sıvı şeker üretimi'. Yüksek Lisans tezi Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi, 63 s., (2009).
- [20] Karabulut, A., Canbolat, O. And Kamalak, A. " Evaluation of carob. *Ceratonia siliqua* pods as a feed for sheep", Livestock Research for Rural Development, 18 (7): (2006).
- [21] Avallone, R., Pless, , M., Baraldi, M. and Monzani, A. "Determination of chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua*): protein, fat, carbohydrates and tannins". Journal of Food Composition and Analysis 10: 166-172, (1997).

- [22] Ekşi, A. ve Artık, N. “ Harnup (Keçiboynuzu) Meyvesi ve Pekmezinin Kimyasal Bileşimi”, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 36(1): 77-82,(1986).
- [23] Özcan, M. M., Arslan, D. And Gökçalık, H. “ Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua*) fruit, flour and syrup”, International Journal of Food Sciences and Nutrition, 58(8): 652-658,(2007).
- [24] MacLead, G. and Forcen, M. “Analysis of volatile components derived from the carob bean *Ceratonia siliqua*”, Phytochemistry, 31(9):3113-3119, (1992).
- [25] İpumpu, L., "Compositional analysis of locally cultivated carob (*Ceratonia siliqua*) cultivars and development of nutritional food products for a range of market sectors”, , University of Stellenbosch Depertmant of Food Science, Yüksek Lisans Tezi, 117 s., (2008).
- [26] Yurdagel, Ü. Ve Teke, İ. “ Keçiboynuzu meyvesinin kavrulması ile oluşan renk değişimlerinin araştırılması”, Gıda, 1:39-42 (1985).
- [27] Demirtaş Ö., “Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) Çekirdeklerinden Gam Üretim Yollarının Araştırılması”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,48 s., (2007)
- [28] Karkacier, M., “Keçiboynuzu Meyvesinin Ekstraksiyon Koşulları ve Durultulması Üzerine Bir Araştırma”, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 52 s., (1994).
- [29] Roseiro, J.C., Girio, F.M. and Collaco, A. “Yield improvements in carob sugar extraction”, Process Biochemistry, 26:179 – 182, (1991).
- [30] Turhan, İ., Bialka, K. L., Demirci, A. and Karhan, M. “Enhanced lactic acid production from carob extrach by *Lactobacillus casei*”, American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) Annual International Meeting, Reno, Nevada, Paper Number: 095980,(2009).
- [31] Marakis, S.G. and Marakis, G.S. “Fructose syrup and ethanol from deseeded carob pod”, Journal of Food Science and Technology, India,33(2): 108-111, (1996)
- [32] Roukas, T. “Ethanol production from carob pod extrach by immobilized *Saccharomyces cerevisiae* cells on the mineral kissiris”, Food Biotechnology, 9(3): 175-188,(1995).

- [33] Macris, B., Drouliscos, N.J. and Kokke, R. ‘‘Microbial protein production by *Fusarium moniliforme*’’, International Congress of Food Science and Technology Abstracts. P.242.(1978).
- [34] Chanellas, J., Pou, J. And Mulet, A. ‘‘Protein enrichment of carob kibbles after sugar extraction’’, Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 22(2): 73-77, (1989).
- [35] Henis, Y., Tagari, H. and Volcani, R. ‘‘Effects of water extracts of carob pods, tannic acid and their derivatives on the morphology and growth of microorganisms’’, Applied Microbiology, 12: 204- 209, (1963).
- [36] Roukas, T.and Billiaderis, C.G. ‘‘Evaluation of carob pod as a substrate for pullulan production by *Aureobasidium pullulans*’’, Applied Biochemistry and Biotechnology, 55(1): 27-44, (1995).
- [37] Akşit, S., Çağlayan, S., Cukan, R., Yaprak, I. ‘‘Carob bean juice: a powerful adjunct to oral rehydration solution treatment in diarrhoea’’, Paediatric and Perinatal Epidemiology, 12(2): 176, (1998).
- [38] Loeb, H., Vandenplas, Y., Würsch, P. And Guesry, P. ‘‘Tannin-rich carob pod for the treatment of acute-onset diarrhea’’, Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 8:480-485,(1989).
- [39] Zunft, H.J.F., Lueder, W., Harde, A., Haber, B., Graubaum, H.J., Koebnick, C. And Gruenwald, J. ‘‘Carob pulp preparation rich in insoluble fibre lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic patients’’, European Journal of Nutrition, 42(5): 235-242, (2003).
- [40] Anonim, TS 9273/Nisan 1991, Hayvan Yemleri- Keçiboynuzu (Harnup) Unu. TSE, Ankara, (1977)
- [41] Meer, W.A. ‘‘Carob as a substitute or extender for cocoa’’. Manufacturing Confectioner, 59(3):41-42, (1979).
- [42] Berna, A., Perez-Gago, M.B., Guardiola, V.G., Salazar, D. and Mulet, A. ‘‘Effect of temperature on isobutyric acid loss during roasting of carob kibble’’, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(10): 4084-4087, (1997).
- [43] Roesiro, J.C., Girio, F.M and Collaco, A. ‘‘Yield improvements in carob sugar extraction’’, Process Biochemistry, 26: 179-182,(1991).

- [44] Graig, W.J. and Nguyen, T.T. "Caffeine and theobromine levels in cocoa and carob products", Journal of Food Science,49(1):302 – 303, (1984).
- [45] Kumazawa, S., Taniguchi, M., Suzuki, Y., Shimura, M., Kwon, M. and Nakayama, T. "Antioxidant activity of polyphenols in carob pods", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(2): 373-377,(2002).
- [46] Marakis , S.G. "Sucrose syrup from carob pod", Biotechnology Letters (Historical Archive), 14(11): 1075-1080,(1992).
- [47] Wang, J., Cristina, Carmen, M.R. and Barber, B. "Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality",Food Chemistry, 79: 221-226,(2002).
- [48] Saura-Calixto, F.S. and Canellas, J. "Components of nutritonal interest in carob pods (*Ceratonia siliqua*)", Journal of the Science of Food and Agriculture,33(12): 1319-1323,(1982)
- [49] Berna, A.İ Perez-Gago, M.B., Guardiola, V.G., Salazar, D. And Mulet, A."Effect of temperature on isobutyric acid loss during roasting of carob kibble", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(10): 4084-4087,(1997).
- [50] Karababa, E. And Isıklı, N.D. "Pekmez: A Traditional Concentrated Fruit Product", Food Reviews International, 21: 357-366,(2005).
- [51] Özhan,N. B., "Depolama Süresince Keçiboynuzu Pekmezinde Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonları Kinetiği", Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 58 s., (2008).
- [52] Batu, A., Karagoz, D.D., Kaya, C. ve Yıldız, M. "Dut ve harnup pekmezlerinin depolanması süresince bazı kalite değerlerinde oluşan değişimler", Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2: 7-16, (2007).
- [53] Özhan, B., Karadeniz, F., and Erge, H.S. "Effect of storage on nonenzymatic browning reactions in carob Pekmez", International Journal of Food Science and Technology,45: 751-757,(2010).
- [54] Anonim, TS 7800/Nisan 2008, Çikolata. TSE. Ankara, (2008)
- [55] Palacıoğlu, S., "Çikolata Sektör Profili", İstanbul Ticaret Odası, 8s., (2003).
- [56] Korkubilmez M., "Farklı Orjinli Kakao Çekirdeklerinden Elde Edilen Kakao Likörlerinin Çikolatanın Lezzetine Olan Etkisi", Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1 - 29 s., (2005).

- [57] Çetin Ö., “Sütlü Çikolata Üretiminde Uygulanan Teknolojik İşlemlerin, Mikrobiyolojik Kaliteye Etkisi Üzerine Araştırmalar”, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 4-28 s., (1993).
- [58] Minifie, B.W.,”Chocolate, cocoa and confectionary science and technology, third edition”, New York, U.S.A, 295 – 315 s., (1989).
- [59] Minifie, B.W., “Chocolate and confectionary”, London, 111- 135 s., (1975).
- [60] Minifie, B.W.,”Chocolate, cocoa and confectionary science and technology, third edition”, New York, U.S.A, 35 - 165 s., (1989).
- [61] Afoakwa E. O., “Chocolate science and technology”, Oxford, United Kingdom, 35 – 51 s., (2010)
- [62] Beckett, S. T., “Industrial Chocolate Manufacture and Use, fourth edition”, Oxford, United Kingdom, 76 – 142 s.(2009)
- [63] Caner C., Aday M. S., “Gıdalarda Tekstür ve Enstrümental Tekstür Analizi”, Akademik Gıda, 6(5):26-35, (2008)
- [64] Yalın Kaya S., “ Keçiyoynuzu Meyvesinden Yüksek Safılıkta Şeker Şurubu Üretimi”, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 38 s., (2010)
- [65] Roukas, T. “Citric acid production from carob pod by solid-state fermentation”, Enzyme and Microbial Technology, 24(1/2):54-59,(1999).
- [66] Roukas, T., “Carob pod: a new substrate for citric acid production by *Aspergillus niger*”, Applied Biochemistry and Biotechnology, 74(1):43-53, (1998).
- [67] Özdemir, Y. and Güçer, Ş. “Speciation of manganese in tea leaves and tea infusions”. Food Chemistry, 61(3):313-317, (1998).
- [68] HajiMahmoodi, M., Oveisi M.R., Sadeghi N., Jannat B., Hadjibabaie M., Farahani E., Akrami M.R. and Namdar R., “Antioxidant properties of peel and pulp hydro extract in ten persian pomegranate cultivars”, Pakistan Journal of Biological Sciences 11(12): 1600 - 1604, (2008).
- [69] Agilent Zorbax Carbonhydrate Analysis Column Datasheet, Agilent Technologies, USA, 7/21/03, Part No: 820629-008
- [70] Oliviero, T., Capuano, E., Cammerer, B. and Fogliano V., “Influence of roasting on the antioxidant activity and HMF formation of a cocoa bean

- model systems”, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 57: 147–152, (2009).
- [71] Sengül, M., Ertugay, M. F., Sengül M. and Yüksel Y., “Rheological characteristics of carob pekmez”, *International Journal of Food Properties*, 10: 39–46, (2007).
- [72] Şimşek, A.; Artik, N. Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma. *Gıda*, 27 (6):459–467, (2002).

ÖZGEÇMİŞ ve ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Sema AYDIN

Doğum Tarihi: 28/04/1986

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Gıda Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2004 - 2008
Yüksek Lisans	Gıda Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2008 -2011

Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Arş. Gör.	Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü	2008 -

ESERLER

1. Aydın, S., ve Özdemir Y., “Production of Spreadable Carob (Locust Bean) Sweet”, Novel Approaches in Food Industry International Food Congress 2011, 26 – 29 Mayıs 2011, İzmir (Poster sunumu)