

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

**PORTAKAL KABUĞU TOZUNUN BİSKÜVİ HAMURU
VE BİSKÜVİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

FATİH CAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

MART 2015

Tezin Başlığı: **Portakal kabuğu tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi**

Tezi Hazırlayan: Fatih CAN

Sınav Tarihi: 2 Mart 2015

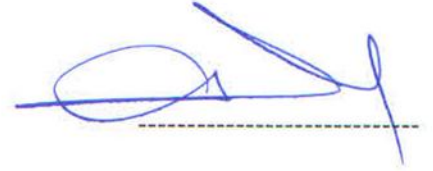
Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 'Yüksek Lisans Tezi' olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jürisi Üyeleri :

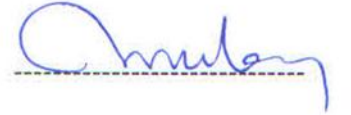
Prof. Dr. İhsan KARABULUT
İnönü Üniversitesi



Doç. Dr. Gökhan DURMAZ
İnönü Üniversitesi



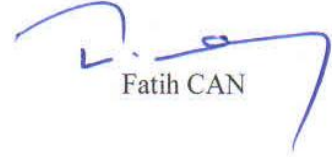
Yrd.Doç.Dr. İncilay GÖKBULUT
Tez Danışmanı
İnönü Üniversitesi



Prof. Dr. Alaattin ESEN
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum '**Portakal kabuğu tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi**' başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım tüm kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.



Fatih CAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PORTAKAL KABUĞU TOZUNUN BİSKÜVİ HAMURU VE BİSKÜVİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Fatih CAN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

60 + x sayfa

2015

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İncilay GÖKBULUT

Bu çalışmada, lifçe zengin olduğu bilinen portakal kabukları dondurarak kurutulmuş, öğütülerek elde edilen tozun bisküvi formülasyonlarına % 1, %3, %5 ve %7 oranlarında ilave edilmesiyle bisküviler elde edilmiştir. Portakal kabuğu ilavesinin bisküvi hamurunun bazı reolojik özelliklerine ve pişmiş bisküvinin bazı kalite özelliklerine etkisinin araştırılması, portakal kabuğu içindeki besinsel lif ve diğer bileşenlerin bisküvilere çeşitli fonksiyonlar kazandırması amaçlanmıştır.

Farinograf analiz sonuçlarına göre; portakal kabuğu tozu ilavesiyle hamurların gelişme zamanı, su absorpsiyonu ve yumuşama derecesinin arttığı, stabilite değerinin %3 portakal kabuğu tozu oranına kadar arttıktan sonra azaldığı tespit edilmiştir. Ekstensograf sonuçlarına göre; hamurların enerji değeri ve uzama kabiliyetinin genel olarak azaldığı, direncinin önemli bir değişime uğramadığı belirlenmiştir.

İncelenen bisküvi örneklerinin antioksidan, toplam karotenoid, toplam fenolik madde ve besinsel lif miktarlarının portakal kabuğu tozu oranının artmasıyla arttığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç, portakal kabuğu tozu ilavesinin bisküvilerin besin değerine, beklenen katkıyı sağladığını göstermektedir. Bisküvilerin pH değerleri, kül, yağ, protein ve nem miktarları da belirlenmiştir. Portakal kabuğu ilavesinin nemi azaltarak bisküvinin serbest su miktarını düşürmek suretiyle bayatlamayı geciktireceği öngörülmektedir. pH ölçümlerinde portakal kabuğu tozu ilavesiyle ortamın asidik hale geldiği, %1 ve %3 oranlarındaki portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvilerin nötr tat eşliğinde olduğu tespit edilmiştir.

Portakal kabuğu tozu oranının artmasıyla, bisküvilerin çap, kalınlık, esneklik ve parlaklığının azaldığı, bisküvilerin giderek koyulaştığı ve sertleştiği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmeler sonucunda %1 ve %3 portakal kabuğu tozu oranlarındaki bisküvilere kabul edilebilir puanlar verildiği, %5 ve %7 oranlarında puanların giderek azaldığı belirlenmiştir. Fiziksel, kimyasal, reolojik ve duyusal analizler sonucunda, hammadde miktarları ve üretim şartlarında bazı değişiklikler yaparak, dondurarak kurutulmuş portakal kabuğu tozunun bisküvilere %3 hatta %5 oranında eklenmesinin mümkün olacağı söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: bisküvi kalitesi, portakal kabuğu tozu, besinsel lif, reolojik özellikler

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ORANGE PEEL POWDER ON BISCUIT DOUGH AND BISCUIT QUALITY

Fatih CAN

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

60 + x pages

2015

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İncilay GÖKBULUT

In this study, orange peel known as rich in dietary fiber was lyophilized and biscuits were obtained by incorporation of grinded orange powder to biscuit formulations at the rates of 1%, 3%, 5% and 7%. It was aimed to investigate of the effect of orange peel addition to some rheological properties of biscuit dough and some quality charactersitics of baked biscuits. It was also aimed to gain various functions to biscuits with dietary fiber and other components in orange peel.

According to the farinograph analysis, increase in development time, water absorption and degree of softening of doughs and decrease in stability after increasing to 3% orange peel was determined. According to the extensograf results, it was determined that increase in energy and extensibility generally and no significant difference in resistance.

Increase in antioxidant, total carotenoid, total phenolic compounds and dietary fiber amount of biscuit samples has been observed by increasing fiber rate. This result shows that addition of orange peel fiber provided expected contribution to nutritional value of biscuits. pH values, ash, fat, protein and moisture amounts of samples were also determined. Also, It is expected that additional fiber will retard rancidity of biscuit by reducing moisture and the amount of free water. At pH measurements, it has been determined that the medium becomes more acidic by the addition of orange peel powder, and 1% and % 3 is on the verge of the neutral taste.

It was determined that diameter, thickness, flexibility and brightness reduced and biscuits progressively darkened and hardened by increasing orange peel powder rate. As a result of the sensory evaluation, it was observed that acceptable scores given to %1 ve %3 rated biscuits, and scores gradually decreased at 5% and 7% rates. After physical, chemical, rheological and sensory analysis, it can be said to be possible that incorporation of lyophilized orange peel fiber at rate of 3% or even % 5 to biscuits by making some changes in raw materials and production conditions.

Keywords: biscuit quality, cookies, orange peel powder, dietary fiber, rheological properties

TEŞEKKÜR

Eğitimim ve tez çalışmam süresince bana bilgi ve deneyimleri ile yardımcı olan, öneri ve desteğini esirgemeyen, çalışmaya filli olarak önemli katkılar sunan, beni yönlendiren danışman hocam Sayın Yrd. Doç.Dr. İncilay GÖKBULUT’a,

Değerli fikirleriyle çalışmaya katkı sağlayan hocam Prof. Dr. İhsan KARABULUT’a,

Protein analizlerinde bana yardımcı olan Arş. Grv. Hacer GÜRKAN’a,

Duyusal analiz konusunda görüşleriyle yardımcı olan bölüm hocalarıma,

Çalışmanın reolojik analizler kısmını fabrikalarının laboratuvarında yapmama imkân sağlayan Diyarbakır Özkılıçlar Un Fabrikası yönetimine ve tecrübesiyle farinograf ve ekstensograf analizlerini yapmamı sağlayan, gerekli özveriyi gösteren İşletme ve Laboratuvar Sorumlusu Sayın Erkan BAYAZİT’e,

Çalışmalarım için Diyarbakır’dan Malatya’ya gelirken işyerinde her türlü kolaylığı gösteren Dicle Üniversitesi Tarım Meslek Yüksekokulu Bölüm Başkanı Sayın Yrd. Doç. Dr. Ömer Faruk YEŞİL’e,

Üzerimde emekleri ve hakları bulunan anne ve babama,

Desteğini her zaman yanımda hissettiğim eşim Sezgi’ye ve çocuklarıma,

En içten duygularıyla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
EKLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	3
2.1. Bisküvi	3
2.2. Temel Hammaddelerin Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkileri	3
2.2.1 Buğday unu	4
2.2.2 Yağlar (Şortening).....	4
2.2.3 Şeker.....	5
2.2.4 Su	5
2.2.5. Kabartıcılar	6
2.3. Besinsel Lifler	6
2.4. Besinsel Liflerin Teknolojik Özellikleri.....	7
2.4.1. Hidrasyon özellikleri	7
2.4.2. Yağ absorblama kapasitesi	7
2.4.3. Tekstürel özellikleri.....	8
2.4.4. Kristalize olmama özellikleri	8
2.5. Besinsel Liflerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Yararlı Etkileri	8
2.5.1. Karbonhidrat metabolizmasındaki rolü	9
2.5.2. Mineral absorpsiyonu ile arasındaki ilişki	10
2.6. Portakal kabuğundaki besinsel lif oranları.....	10
2.7. Besinsel Liflerinin Gıdalarda Kullanım Alanları	10
2.8. Besinsel Liflerin Tahıl Ürünlerinde Kullanımı	12
2.9. Besinsel Liflerin Bisküvilerde Kullanımı	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Kullanılan Kimyasallar.....	16

3.3.	Kullanılan Alet Ekipman ve Cihazlar.....	16
3.4.	Yöntem	16
3.4.1.	Örnek hazırlama	16
3.4.2.	Bisküvinin hazırlanması	17
3.4.3.	Bisküvi hamurlarının pişirilmesi.....	18
3.5.	Bileşim Analizleri	18
3.5.1.	Nem analizi.....	18
3.5.2.	Kül analizi.....	18
3.5.3.	Yağ tayini	18
3.5.4.	Protein tayini.....	19
3.5.5.	Besinsel lif tayini	20
3.5.6.	Toplam karotenoid miktarı	20
3.6.	Ekstrakt hazırlama.....	21
3.7.	Toplam fenolik madde miktarı.....	21
3.8.	Antioksidan kapasite testi	21
3.8.1.	DPPH radikal süpürme testi.....	21
3.9.	pH.....	22
3.10.	Hamur Reolojisi Analizleri.....	22
3.10.1.	Farinograf özelliklerinin belirlenmesi	22
3.10.2.	Ekstensograf özelliklerinin belirlenmesi	23
3.11.	Renk analizleri	23
3.12.	Çap ve kalınlık ölçümleri	23
3.13.	Tekstür ölçümleri	23
3.14.	Duyusal Analiz	24
3.15.	İstatistiksel Analiz	24
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	25
4.1.	Bileşim Analizleri	25
4.1.1.	Nem.....	25
4.1.2.	Örneklerin bazı bileşimleri	26
4.1.3.	Toplam karotenoid	27
4.1.4.	Toplam fenolik madde miktarı.....	28
4.2.	DPPH radikal süpürme gücü.....	29
4.3.	pH.....	30
4.4.	Reolojik Özellikler	31
4.4.1.	Farinograf özellikleri.....	31
4.4.2.	Ekstensograf özellikleri	34

4.5.	Bisküvi kalınlık ve çapı	36
4.6.	Tekstür ölçümleri	37
4.7.	Renk analizleri	39
4.8.	Duyusal Değerlendirme.....	40
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	45
6.	KAYNAKLAR	47
7.	EKLER	54
8.	ÖZGEÇMİŞ	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Dondurarak kurutma ile elde edilen portakal kabuğu tozu.....	17
Şekil 3.2.	Çalışmada kullanılan bisküvinin hamur formülasyonu ve akış şeması	17
Şekil 4.1.	DPPH radikal süpürme gücü.....	30
Şekil 4.2.	Bisküvi hamurlarının su absorpsiyonu	33
Şekil 4.3.	Bisküvi hamurlarının stabilitesi	33
Şekil 4.4.	Bisküvi hamurlarının enerjisi (cm ²)	34
Şekil 4.5.	Bisküvi hamurlarının direnci (BU)	35
Şekil 4.6.	Bisküvi hamurlarının uzayabilirlik (mm) değerleri.....	36
Şekil 4.7.	Bisküvilerin kırılması için gereken kuvvet (N) ölçümleri	38
Şekil 4.8.	Bisküvilerin esneme (mm) ölçümleri	39
Şekil 4.9.	Bisküvi örneklerinin renk ölçümleri.....	40
Şekil 4.10.	Kontrol ve portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvi örnekleri	41
Şekil 4.11.	Bisküvilerin dış görünüşü ile ilgili duyuşal değerlendirme puanları.....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Örneklerin nemleri	26
Çizelge 4.2. Bisküvi örneklerinin bazı bileşimsel özellikleri.....	27
Çizelge 4.3. Bisküvi örneklerinin toplam karotenoid miktarları	28
Çizelge 4.4. Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarları	29
Çizelge 4.5. Örneklerinin DPPH radikal süpürme gücü	30
Çizelge 4.6. Bisküvi örneklerin pH'ı.....	31
Çizelge 4.7. Bisküvi hamurlarının farinograf özellikleri	32
Çizelge 4.8. Bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranları	37
Çizelge 4.9. Bisküvi örneklerinin tekstür ölçümleri.....	38
Çizelge 4.10 Bisküvi örneklerinin renk ölçümleri.....	40
Çizelge 4.11 Bisküvilerin dış görünüşü ile ilgili duyuşal değerdendirme puanları.....	42
Çizelge 4.12 Bisküvilerin ısıırma özellikleri ile ilgili duyuşal değerdendirme puanları	43
Çizelge 4.13 Bisküvilerin kesit özellikleri ile ilgili duyuşal değerdendirme puanları.....	44

SİMGELER VE KISALTMLAR

a	Kırmızılık (+)
α	alfa
b	Sarılık (+)
β	beta
BHT	Bütillenmiş Hidroksi Toluen
BU	Brabender Unit (Brabender birimi)
DPPH	2,2-difenil-2-pikril-hidrazil
DS	Yumuşama derecesi (Degree of softening)
GAE	Gallik asit eşdeğeri
k	Kontrol örneği
L	Parlaklık (Rengin açık olması)
MES/TRİS	2-(N-morfolin) etansülfonik asit
μ l	mikrolitre
PKT	Portakal kabuğu tozu
P	Olasılık (Probability); istatistiksel anlamlılık
sd	Standart sapma (standart deviation)
rpm	Dakikadaki devir sayısı (Revolution per minute)
TE	Trolox Eşdeğeri
TFM	Toplam fenolik madde miktarı
Trolox	6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkrom-2-karboksilik asit
UV	UltraViyole

EKLER DİZİNİ

Ek.1.	Örnek farinogram.....	57
Ek.2.	Örnek ekstensogram.....	58
Ek.3.a.	Bisküvi kalite değerlendirme kriterleri.....	59
Ek.3.b.	Bisküvi duyusal analiz formu	62

1. GİRİŞ

Bisküvi, hem ülkemizde, hem de dünya üzerinde tüketimi oldukça yüksek olan ayaküstü yenilebilen ve tüketici açısından çikolataya oranla daha sağlıklı bulunan lezzetli unlu mamullerden birisidir. Besin kalitesinin iyi, doyurucu ve ucuz olması tüketimini arttırmaktadır [1,2].

Tarihte Romalıların keşfettiği bisküvi, Latince’de “bi costus” ile Fransızca ‘da “bescoit” sözcüklerinden türetilmiş olup, “iki defa pişirilmiş” anlamına gelmektedir. Ortaçağda denizciler için hazırlanmış olan bisküviler, hamur parçalarının pişirilip, ardından kurutulması ile elde edilmiştir. Kurutma işleminin uygulanması nedeniyle bisküviler, ilk uzun ömürlü hazır gıdalar olarak rapor edilmişlerdir [3]. 18.yüzyıldan itibaren bisküvi içerikleri giderek zenginleşmiş, yağ, şeker, kabartıcılar, süt ve aroma maddelerinin ilavesiyle, daha lezzetli hale gelerek, geniş kitlelere ulaşmayı başarmıştır. Bisküvi, bayatlamadan uzun süre saklanması, dolayısıyla raf ömrünün uzun olması, tüketiciye farklı ve değişik lezzetlerde sunulması nedeniyle ülkemizde de son yıllarda günlük olarak sıkça tüketilen gıda maddeleri arasına girmiştir [4].

En basit ifade ile bisküvi “ tahıl ürünlerinin kimyasal yollardan fermente edilip kabartılarak pişirilmesiyle elde edilen hububat ürünü” olarak tanımlanmaktadır. Bisküviler ve krakerler, ekmek ve kek gibi diğer pişmiş tahıl ürünleriyle kıyaslandıklarında, sahip olduğu düşük nem içeriği (%1-5) nedeniyle farklı bir yere sahiptirler. Bu düşük nem içeriği bisküvileri genel olarak mikrobiyolojik bozulmalardan korumakta ve atmosfer veya çevreden nem almamak şartıyla uzun raf ömrü sağlamaktadır [5].

Günümüzde, daha sağlıklı bir hayat için tüketicilerin tercihleri düşük kalorili, yüksek lifli, düşük şeker ve tuz içerikli ve daha az katkılı gıdalar yönünde olmaktadır [6]. Besinsel lifler, sindirim enzimlerine dirençli, başlıca tahıl, meyve ve sebzelerde bulunan gıda bileşenleridir. Besinsel lif tüketiminin, su tutma kapasitesi nedeniyle midenin boşalmasını geciktirdiği, tokluk hissini arttırdığı, fekal hacmi arttırarak kabızlığın önlenmesine yardımcı olduğu, böylece kolon-rektum kanserlerinin önlenmesinde etkili olduğu, kandaki kolesterol seviyesini %20’den fazla düşürdüğü ve bu nedenle kalp-damar hastalıkları riskini azalttığı rapor edilmiştir [7-8]. Besinsel lifler, bağırsak kanseri ve kardiyovasküler rahatsızlıklara karşı yararlı etkileri yanı sıra gıda formülasyonlarında kullanılabilen teknolojik özelliklere de sahip olan bileşenlerdir. Farklı besinsel lif tipleri, özellikleri bakımından farklılık göstermekte olup, düşük enerji değerine sahip ürünlerin temel bileşenini oluşturmaktadır. Bu nedenle, diyet lifi ile zenginleştirilmiş gıdalar giderek önem kazanmaktadır.

Besinsel liflerin, bisküvi, pişmiş et ürünleri, içecek, sos, tatlı ve yoğurt gibi ürünlerde hacmi arttırdığı ve bu ürünlerin kalori değerlerini azalttığı tespit edilmiştir. Diyet lifleri,

pişmiş et ürünlerinde, kıyma, sucuk, çikolata ve keklerde yağ yerine kullanıldığında, formülasyonda yer alan yağ miktarının azalmasını sağladığı, yüksek su tutma kapasitesi sayesinde sos ve çorbalarda topaklaşmayı önlediği için toz karışımlara ilave edildiği belirtilmektedir [9]. Makarnalarda su ve yağ tutma özellikleri nedeniyle pişme verimini arttırdıkları bildirilmektedir [10].

Arpa, yulaf, buğday, mısır gibi tahıllardan elde edilen liflerin ekmek, kek, bisküvi gibi ürünlere ilavesinin hacim, renk, tat, aroma, ve tekstür özellikleri üzerinde olumlu etkileri gözlenmiştir. Tahıl ve havuç, kabak, elma, limon, mango gibi meyve-sebze kaynaklı besinsel liflerin bisküviye ilavesiyle ilgili yapılan çalışmalarda ise; lif ilavesinin bisküvinin bileşimi, duysal kalitesi ve bisküvi hamur reolojisi üzerindeki olumlu katkılar sağladığı belirlenmiştir. Portakal kabuğunun bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar, portakal kabuğunun önemli bir besinsel lif kaynağı olduğunu ortaya koymuştur [11-13].

Önerilen bu çalışmada, ülkemizde özellikle kış aylarında yoğun olarak tüketilen ve değerlendirilmeden atılan Washington tipi portakal kabuklarının dondurarak kurutulmasıyla (liyofilizasyon) elde edilen portakal kabuğu tozunun (PKT), farklı oranlarda (%1, 3, 5, 7) ilavesi ile bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine oluşturdıkları etkiler incelenmiştir. Farklı oranlarda PKT ilave edilmesiyle elde edilen bisküvilerin bileşimsel özellikleri, besinsel değeri ile ilgili özellikler, antioksidan kapasiteleri, fiziksel ve duysal özellikleri belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Bisküvi

Bisküvi kelimesi Latince’de “bis coctus” veya eski Fransızca’da “bescoit” kelimelerinden türetilmiştir. İki kez pişirilmiş (önce sıcak fırında pişirilip, sonra kurumayı tamamlaması için daha soğuk bir fırında bekletilmiş) ürün anlamına gelmektedir. Bu teknik 1930’lu yıllardan beri kullanılmaktadır [14]. Bisküvi gibi düşük nem (%1-5) içeren ürünler [5], önceleri gezginler, askerler ve denizcilerin temel besin kaynağı olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise hastaların ve belirli gelir düzeyindeki insanların tükettiği bir gıda maddesi olmaktan çıkarak geniş halk kitlelerinin tüketimine sunulan bir gıda niteliği kazanmıştır. Bunun sonucu olarak da diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de çeşit ve bileşimi birbirinden farklı birçok bisküvi çeşidi üretilmeye başlamıştır [15].

Türk Standartları Enstitüsünün hazırladığı TS 2383 Bisküvi Standardına göre bisküvi; “Tahıl unu veya unları içine kabartmayı sağlayıcı maddeler, şeker, tuz, yağ ve Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği’nde kullanılmasına izin verilen maddelerden biri veya birkaçı katıldıktan sonra su ile yoğrularak tekniğine uygun bir biçimde işlenmesi, şekil verilmesi sonucunda elde olunan unlu mamul” olarak tanımlanmaktadır [16]. Tanımda bahsedilen temel maddelerin dışında bisküvi çeşidine bağlı olarak pek çok farklı bileşen de formülasyonda yer alabilmektedir. Bisküvi adı altında toplanan ürünler çok çeşitli olmakla birlikte, içlerindeki tuz ve şeker içeriklerine göre çeşitlere, sade ve katkılı oluşlarına göre de tiplere ayrılmaktadır [17]. Bisküvinin başlıca bileşenleri un, şeker, yağ, glikoz, süt veya süt tozu olsa da, bunlara ilaveten pek çok aroma, tat ve koku maddelerini içerdiği de bilinmektedir. Bu nedenle her yaştaki insan beslenmesi için önemli bir gıda maddesidir [18]. Bazı bisküvi çeşitlerinin kimyasal özellikleri ile mineral ve vitamin içeriklerini belirlemek için yapılan bir araştırmada, bisküvilerin ortalama protein miktarı %6.9, ortalama selüloz miktarı %0.93, ortalama yağ miktarı %16.1, ortalama tuz miktarı %1.10 ve ortalama nem miktarı %4.3 olarak tespit edilmiştir [15].

2.2. Temel Hammaddelerin Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkileri

Birçok bisküvi çeşidi, farklı formülasyon, yoğurma tekniği ve pişirme koşulları gerektirmektedir. Fakat tüm bisküvi çeşitlerinde ana bileşenler yumuşak buğday unu, şeker, şortening, tuz, kabartma tozu ve sudur. Bisküvi formülasyonuna giren bileşenler üretim sonunda elde edilecek bisküvinin yayılma oranını, rengini, tekstürünü ve tüketim kalitesini önemli ölçüde etkilemektedirler [19]. Arzu edilen özelliklerin sağlanması için formül ve proses aşamalarına, özellikle pişirme sıcaklık ve süresine dikkat edilmelidir.

2.2.1. Buğday unu

Unun fiziksel ve tekstürel yapısı, elde edildiği buğday çeşidine bağlıdır. Buğdayın çeşidi, yetiştirme koşulları ve öğütülme teknolojisi, unun yapısını belirlemektedir. Bisküvinin yapısı da çok büyük oranda una bağlı olduğundan unun özelliklerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Öncelikle unun tane inceliği oldukça önemli bir özelliktir. Gevrek ve lezzetli bir bisküvi elde etmek için ince nitelikte un kullanılmalıdır. Bisküvinin ağızda eriyerek dağılması un taneciklerinin inceliğine bağlıdır. Un yapısı ince olduğunda daha fazla miktarda suyu absorbe etmektedir. Un gluteninin (gliadin-glutenin kompleksi) miktar ve özelliği, yapısı, unun kullanılacağı son ürünü belirleyen en önemli faktördür. Bisküvi için genel olarak düşük glutenli zayıf un kullanılmaktadır. Ancak bisküvi üretiminde kullanılan katkı maddeleri miktarı ve çeşitliliği artış gösterdikçe, değişik miktarda ve yapıda glutene sahip un kullanımı da mümkün olabilmektedir. Yine bisküvinin çeşidine göre de gluten miktar ve kalitesinin değişik tutulması söz konusudur. Miktar olarak %7.5-12 arasında gluten içeriğine sahip unlar çeşitli bisküviler için kullanılmaktadır. Yüksek yağ ve şeker içeriğine sahip bisküvi formülasyonlarında daha yüksek ve daha güçlü glutenli un kullanılırken, fermantasyon işlemi uygulanan bisküvi çeşitlerinde de yine aynı un kullanılabilmektedir. Bunun aksine daha az kabarma ve daha fazla yayılma arzu edilen çeşitlerde, düşük ve zayıf glutenli un kullanımı uygun olmaktadır [20].

Bisküvi yapımında kullanılan unun yapısı yumuşak taneli, protein miktarı düşük, glütene zayıf buğdaylardan sağlanmaktadır. Yumuşak buğdaylar ve kışlık kırmızı buğdaylar bisküvi üretimi için en çok tercih edilse de, tüm yumuşak buğdayların bisküvilik kalitesinin iyi olduğunu söylemek yanlış bir ifadedir [21]. Bisküvi yapımında kullanılan unlar, genellikle Topbaş (*Triticum compactum*) buğdayların %70-72 randımanla öğütülmesiyle elde edilen, kalitesi düşük ve protein miktarı %7.5-12 arasında değişen, düşük kül oranına sahip ince unlardır [22]. Bisküvi unları genellikle yaklaşık %14 civarında nem, %7-9 civarında protein ve %70-75 nişasta içeriğine sahiptirler [5].

2.2.2. Yağlar (Şortening)

Bisküvi üretiminde en önemli bileşenlerden bir diğeri de yağlardır. Ekmek, bisküvi, kek ve diğer fırın ürünlerinde “şortening” adı verilen katı ve sıvı yağlar kullanılmaktadır. Bu tip ürünlerde şorteningler, kalitatif özelliklerin kazandırılmasında, ürünlerin muhafaza kalitesinin ve kalori değerinin artırılmasında, uniform ve stabil bir yapı ile birlikte arzu edilen aromanın oluşmasında etkili olmaktadır [23]. “Şortening” kelimesinin sözlük anlamı kısaltıcı demektir. Bu yağlar, hamur işlerinde kullanıldıklarında birbirlerini sararak uzun bir diziliş gösteren gluten ve nişasta yapısının hücre duvarlarını kırarak, hamura uzun

lifler yerine kısa ve yağlı lif parçaları içeren yumuşak bir yapı kazandırır. Tarihte domuz yağı ilk kullanılan şortening olarak rapor edilmektedir [24]. Günümüzde şorteningler kullanılacağı ürün ve kullanım tekniğine göre farklı formüllerde yağların harmanlanması ile üretilmektedir [25]. Palm, pamuk tohumu, yer fıstığı, ayçiçeği ve mısır yağları tüm şortening formülasyonlarında kullanılabilmektedirler [24]. Genellikle tropikal bölgelerde yetişen kakao, Hindistan cevizi, palm ağaçlarının meyvelerinden elde edilen tropikal yağlar oda sıcaklığında katı halde bulunurlar. Tropikal yağlar daha çok çikolata, pasta ve bisküvi yapımında kullanılmaktadırlar [26].

Yağlar, bisküvilerin yapı ve lezzetini büyük oranda etkileyen bileşenlerdir. Bisküvi üretiminde kullanılacak yağ, yağlama özelliğinin fazla olmasını sağlayacak ölçüde yumuşak, bozulmaya direnç gösterebilecek kadar katı olmalıdır. Hamurun kabarcıklı olmasında yağın rolü çok büyüktür. Yağ, gluten ve nişastanın kitle oluşumunu parçalamakta, ürünü yumuşak ve hazmedilir hale getirmektedir. Su miktarının az olduğu hamurlarda gluten ve nişastanın toplanmamaları için fazla yağ kullanılmaktadır [18].

Yağ zerrecikleri yoğurma sırasında içlerine aldıkları hava kabarcıkları ile hamura yayılmaktadırlar. Bu durum hamurun kabarmasına yardımcı olmakta ve bunun sonucu daha az miktarda kabartıcı madde kullanılmaktadır. Bazı formüllerde yüksek oranda yağ kullanılması, pişirme süresini kısaltmakta ve ekmek yüzeyinde daha hoş bir görüntü (kızarma) oluşturmaktadır [20].

2.2.3. Şeker

Şeker ürüne tat vermenin yanı sıra yapı oluşumunda etkili olup, renk oluşumu ve yayılmayı kontrol etmekte, bayatlamayı geciktirerek, raf ömrünü uzatıcı bir rol oynamaktadır. Aşırı miktarda kullanılan şeker, üründe arzu edilmeyen sert ve kırılğan bir yapının oluşmasına yol açmaktadır [17]. Şeker miktarı fazlalığının ve ince tane büyüklüğünün bisküvide önemli düzeyde yayılma sağladığı belirtilmiştir [27]. Bisküvi soğurken kristallendiğinde sukroz sertleştirici bir etki yapmakta ve ürünü gevrekletirmektedir. Bununla birlikte, uygun miktarlarda kullanıldığında sukrozun su tutma özelliği nedeniyle yumuşatıcı özellik göstermektedir.

2.2.4. Su

Su, hamurda diğer bileşenlerin karışmasını sağlayan, hamura arzu edilen viskoelastik yapıyı kazandıran, fermentasyonunun oluşmasına etki eden ve son ürün kalitesi üzerinde etkili olan temel bir bileşendir. Su olmadan hamur oluşumu mümkün değildir. Birçok organik ve inorganik madde için çözücü olan su, hamurda, tuz, şeker ve çözünen proteinler gibi hidrofilik bileşenleri çözen ve suda çözünmeyen proteinleri hidrote ederek gluten

oluşturan bir maddedir [28]. Bisküvi üretiminde kullanılacak suyun normal pH limitleri 6.5-6.8 ve çözünebilir katı miktarı limitleri ise 150-500 ppm'dir [29].

2.2.5. Kabartıcılar

Kabartıcılar, hamur fırın içinde plastik haldeyken gaz oluşturan maddelerdir. Bu gaz CO₂ ve amonyak olabilir. Bisküvi üretiminde kimyasal kabartıcı olarak genellikle amonyum bikarbonat ve sodyum bikarbonat ile asit dengesini sağlamak için bir fosfat bileşiği kullanılırken biyolojik kabartıcı olarak da mayalar kullanılmaktadır. Sodyum bikarbonatın tek başına kullanılması, genellikle bisküvileri sertleştirmekte, renkleri sarartmakta ve acı bir tat meydana getirmektedir. Kabartıcılar gazını kaybedebilme ihtimali göz önünde bulundurularak, kullanılmadan önce hiçbir bileşenle karıştırılmamalı ve doğrudan hamura ilave edilmelidir. Amonyum bikarbonat, yüksek fırın ısısında amonyak ve CO₂ gazı çıkarmaktadır. Bisküvide kullanılan asit ve alkali kabartıcıların miktarının dengeli olması önemli olup, aksi takdirde alkali fazlalık renk sararmasına ve sabun lezzetine, asit fazlalığı ise üründe ekşi, asidik bir tada sebep olmaktadır [18].

2.3. Besinsel Lifler

Besinsel lif, ince bağırsakta sindirilemeyen [9, 30] buna karşılık kalın bağırsakta fermente olan [31] sağlık için gerekli bir grup gıda bileşenidir. Bitki hücre duvarında bulunan lignin, kitin, mum, suberin gibi lignin türevleri [30], selüloz, hemi-selüloz, pektin gibi yapı polisakkaritleri, inülin ve oligofruktoz gibi oligosakkaritler [9, 30, 32, 33] besinsel lif olarak tanımlanmaktadır.

Besinsel lifler, çözünürlükleri esas alındığında çözünür ve çözünmeyen lifler olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedir. Çözünür olmayan (çözünmeyen) diyet lifi bağırsak sağlığı ile ilgiliyken, çözünür besinsel lif, temel olarak kandaki kolesterolün düşürülmesi ve glikozun bağırsaktaki absorpsiyonunun azaltılması ile ilişkilidir. Çözünür besinsel lif, suyu bağlayarak jel ve sıkı yapı oluşturmaktadır. Çözünmeyen besinsel lif ise ağırlığının 20 katı kadar suyu absorblamakta, ancak viskoz yapı oluşturmamaktadır [9]. Besinsel lif, fekal hacmin artmasını sağlayarak bağırsak transit süresini kısaltmakta ve kabızlığın önlenmesine yardımcı olmaktadır [34]. Bu etkinin daha çok çözünmeyen besinsel liften kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü çözünmeyen besinsel lif, doğrudan posa maddesi olarak dışkı kütlelerinde artışa neden olmaktadır. Buna karşılık, çözünür besinsel lif fermentasyona uğratarak kısa zincirli yağ asitleri ile gaz oluşturmakta ve bu bileşikler bağırsak içeriğinin pH'sını değiştirerek bağırsakta bulunan bakteri kütlelerinde artışa neden olmaktadır.

2.4. Besinsel Lifin Teknolojik Özellikleri

2.4.1. Hidrasyon özellikleri

Diyet lifinin hidrasyon özellikleri su tutma, su bağlama kapasitesi, şişme ve çözünürlük olmak üzere 4 farklı şekilde tanımlanmaktadır.

Su tutma kapasitesi, herhangi bir dış kuvvet uygulanmaksızın (yer çekimi kuvveti ve atmosfer basıncı dışında) life bağlanan su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Su tutma kapasitesi, belirli bir buhar basıncı altında, numunenin gözeneklerinde absorbe edilen su miktarının ölçülmesiyle belirlenebilmektedir [9]. Su tutma kapasitesi fazla olan besinsel lifçe zengin ürünler, gıdalarda sineresisin önlenmesinde, gıdaların viskozitesinin ve yapısının modifiye edilmesinde kullanılabilmektedir [33]. Elma, portakal, şeker pancarı ve soya lifi ile buğday kepeğinin su tutma kapasitelerinin yüksek olduğu bildirilmektedir [35]. Ayrıca partikül iriliğinin su tutma kapasitesini etkilediği, partikül iriliği arttıkça su tutma kapasitesinin de arttığı bildirilmektedir [36] .

Su bağlama kapasitesi, genelde santrifüj olmak üzere bir dış kuvvet uygulandıktan sonra life bağlı kalan su miktarı olarak ifade edilmektedir. Çözünürlük ve şişme özellikleri ise birbiriyle bağlantılıdır. Suyun gıdadaki katı yapıya doğru hareket ederken polisakkaritler gibi makromoleküllerin tamamen disperse olana kadar yayılması, gıdanın şişmesi anlamına gelmektedir. Bu durum, moleküllerin çözünürlüğü şeklinde ifade edilmektedir. Selüloz gibi bazı polisakkaritlerin ise yapılarından dolayı çözünürlükleri yoktur [9].

2.4.2. Yağ absorplama kapasitesi

Çözünmeyen lifler, ağırlıklarının 5 katı kadar yağı tutabilmektedirler. Bu özellik, et ürünlerinde olduğu gibi gıdaların pişirilmesi sırasında normalde kaybolan yağın tutulmasını sağlamaktadır. Bu durum, gıdadaki lezzetin korunması ve gıdanın teknolojik özelliğinin artırılması için önem taşımaktadır [9]. Yüksek yağ absorplama kapasitesi, yağ ve su emülsiyonlarında stabilitenin sağlanması açısından önem taşımaktadır [33]. Besinsel lifin yağ absorplama kapasitesinin partikül iriliğine göre değiştiği, iri partiküllü olanların yağı daha fazla absorbe ettiği belirlenmiştir [10]. Partiküllerinin büyük olması nedeniyle buğday kepeği ve şeker pancarı liflerinin yağ tutma kapasitelerinin yüksek olduğu aktarılmaktadır [9].

2.4.3. Tekstürel özellikleri

Besinsel lifin, gıdaların yapısını ve stabilitesini değiştirmesi üzerine etkisi suyu bağlama özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Ksantan ve keçi boynuzu gamları yapıyı sıkılaştırarak, karragenan ve pektin ise jel oluşturarak gıdanın yapısının stabil kalmasını sağlamaktadırlar. Gıdadaki stabil yapı, dispersiyon, emülsiyon ve köpük gibi oluşumların devamının sağlanması şeklinde açıklanabilmektedir. Örneğin, aljinatların meyveli içeceklerde meyve pulunu askıda tutarak çökmesini engellediği; propilen glikol aljinatın ise bira köpüğünün stabilitesini sağladığı, dondurmalara pürüzsüz ve kıvamlı yapı kazandırdığı bildirilmektedir [37]. Diyet lifi kaynağı ve partikül iriliğinin de sıkı yapının oluşmasında etkili olduğu, elma ve şeker pancarı liflerinin, buğday lifine kıyasla daha sıkı bir yapı meydana getirdiği bildirilmektedir [9].

2.4.4. Kristalize olmama özellikleri

Buğday ve çavdardan saflaştırılmış arabinoksilanlar gibi bazı hücre duvarı polisakkaritleri, suyun sıcaklığı donma noktasının altına düştüğünde kristal oluşumunu sınırlamaktadır [9].

2.5. Besinsel Liflerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Yararlı Etkileri

Besinsel liflerin kolon kanseri, obezite, kalp-damar hastalıkları gibi bazı rahatsızlıklar üzerine olumlu etkisi yapılan çalışmalarla ortaya çıktıktan sonra diyet lifi tüketiminin önemi artmıştır. Ayrıca, diyet liflerinin, tansiyon, hemoroit, diyare, bazı bağırsak rahatsızlıkları, hipertansiyon bağırsaklık hastalıkları üzerine etkileri olduğu belirtilmektedir [38].

Gıdalar genellikle sindirim enzimleri yardımı ile parçalanırken, besinsel lifler sindirim enzimlerinden etkilenmeyerek sadece bağırsak içerisinde bulunan yararlı bakteriler tarafından parçalanmaktadır. Bu olaya kolonda fermentasyon denilmektedir. Kolonda fermentasyona uğrama yüzdesine göre diyet lifinin bağırsak sağlığını daha iyi koruduğu bildirilmektedir. Toplam diyet lifinin yaklaşık yarısı bağırsakta fermentasyona uğramaktadır. Çözünür lifler daha çok fermente olmaktadır. Örneğin; kuru baklagiller %100 fermente olurken, kepek ve buğday % 20–80 arasında fermente olmaktadır. Bu nedenle kuru baklagillerin düzenli tüketilmesi bağırsak sağlığı açısından oldukça olumlu olduğu bildirilmiştir [39]. Besinsel liflerin enerji değerinin düşük olması ve su absorplama özelliğinin olması nedeniyle mide içeriğinin viskozitesi artmakta ve midenin boşalması gecikmektedir. Mide boşalmadığı için bireyin yeme isteği azalmaktadır. Ayrıca diyet lif

içeren gıdaların çiğnenerek yutulmasının uzun süre alması, tokluk hissi yaratmaktadır. Besinsel lif içeriği yüksek bir diyet, bol su içimi ile desteklendiğinde daha uzun süre tokluk hissi yaratılacağı bilinmektedir [7]. Besinsel lifler, kalın bağırsak ile ilişkili bazı hastalıkların nedeni olarak bilinen organik bileşikler bağlama veya seyreltme yeteneklerinden dolayı kalın bağırsak sağlığı ile ilişkilendirilmiştir. Suda çözünmeyen lifler bağırsak hareketleri ve bağırsak geçiş süresi üzerinde olumlu etkilerde bulunmaktadır. Diyet lif alımının artışı ile fekal hacmin arttığı ve bağırsak geçiş süresinin kısaldığı belirtilmiştir. Dışkı miktarındaki artış, esas olarak diyet liflerin su bağlama özelliklerinden kaynaklanmakta, bu durum kabızlığın önlenmesine yardımcı olmaktadır [40,41]. Diyet lifinin kolon-rektum kanserlerini önlemede etkili faktörlerden biri olduğu ifade edilmektedir. Bu etkisini kolon bakteri florasını değiştirerek, toksik metabolitlerin oluşumunu azaltarak ve dışkı atımını hızlandırarak ve toksik metabolitlerin bağırsak hücreleriyle temas sürelerini kısaltmasıyla sağladığı ifade edilmektedir [42].

Yağ metabolizmasında yer alan safra asitleri, karaciğerde kolesterolden sentezlenmekte olup, sindirim sistemindeki işlevini tamamladıktan sonra portal kan dolaşım sistemi ile yeniden karaciğere dönmektedir. Yüksek lif içeren diyetlerde, safra asitleri lifler tarafından absorbe edilmekte, dolayısıyla geriye dönmeyip dışkı ile atılmaktadır. Bu kayıp kandaki kolesterolün karaciğerde safra asitlerine dönüştürülmesi ile karşılanmakta ve böylece serum kolesterol seviyesinde düşme görüldüğü belirtilmektedir. Yapılan çalışmalar diyet lif tüketiminin kandaki kolesterol seviyesini %20'den fazla düşürdüğünü ortaya koymaktadır [43]. Bu nedenle besinsel lif tüketimi özellikle kalp-damar hastalıkları riskinin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır [8,40,41].

2.5.1. Karbonhidrat metabolizmasındaki rolü

Besinsel lif eksikliği ile ilişkili olduğu düşünülen rahatsızlıklardan biri de diyabettir. Yüksek oranda besinsel lif tüketiminin serum glukoz düzeyini ve insülin gereksinimini düşürerek diyabetli bireylerde yarar sağladığı bilinmektedir [41]. Kompleks karbonhidratlarla birlikte bulunan çözünebilir lifler glikozun çok yavaş bir şekilde kan dolaşımına verilmesini sağlayarak, kan şekerinin vücut tarafından absorpsiyonunu modifiye etmekte ve kandaki şeker düzeyini ayarlamaktadır [8, 43]. Stevens et al. [44] tarafından yapılan klinik çalışmalarda yüksek lifli diyetlerin, diyabet üzerine etkisi araştırılmıştır. Özellikle suda çözünebilir lif tüketiminin yemek sonrası glikoz ve insülin konsantrasyonunu hem diyabeti olan hem de olmayanlar bireylerde düşürdüğü belirlenmiştir. Ayrıca diyet liflerin karbonhidrat emilimini ve tokluk serum glikoz düzeyini azalttıkları rapor edilmektedir [45]. Diyabetliler için günde 25-50 g/gün besinsel lif sağlayan besinlerin tüketilmesi önerilmektedir [46].

2.5.2. Mineral absorpsiyonu ile arasındaki ilişki

Tahıl kepeği gibi besinsel lif içeriği yüksek gıdalar rafine gıdalara göre genellikle daha yüksek düzeyde mineral madde içerdikleri için vücuda alınan mineral madde miktarını arttırmaktadırlar. 100 g buğday kepeği insan vücudunun günlük potasyum, fosfor, bakır, çinko, kükürt ve magnezyum ihtiyacının hemen hemen tamamını karşılamaktadır [47-49]. Ayrıca, besinsel liflerin minerallerin biyoyararlılığı üzerine de olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir [41]. Lopez et al. [50] ve Younes et al. [51] tarafından yapılan çalışmalarda enzime dirençli nişasta içeriği artırılmış gıdalarla beslenen farelerde kalsiyum, magnezyum, çinko, demir ve bakırın absorpsiyonunda bir artış olduğu rapor edilmektedir. Dünyadaki birçok sağlık kuruluşu tarafından besinsel lif tüketiminin arttırılması ve bu tüketimin günde 25-30 g arasında olması tavsiye edilmektedir. Özellikle alınması önerilen 25-30 g diyet lifinin 5-7 g'ını, suda çözünebilir liflerin teşkil etmesi gerektiği ifade edilmektedir [52]. Özellikle bebek mamalarında toplam diyet lif içeriğinin günlük 19 g olması gerektiği ve bu miktarın sindirime yardımcı olduğu belirtilmektedir [53].

2.6. Portakal kabuğundaki besinsel lif oranları

Portakal kabuğu kalsiyum, demir, magnezyum, potasyum, bakır gibi mineraller ve C vitamini başta olmak üzere önemli vitaminler içermektedir. Portakal kabuğunda kuru maddeye göre %3 protein, % 8 toplam karbonhidrat ve % 42 toplam besinsel lif bulunduğu belirtilmektedir [11], Larrauri ve ark [12] yüksek lif kaynaklarında yaptıkları çalışmalarında Valensia portakal kabuğu ve Persa limon kabuklarının %61-69 toplam besinsel lif ve çözünür besinsel lif oranlarının %19-22 olduğunu tespit etmişlerdir. Ghanem ve ark [13] çalışmalarında Thompson navel cinsi bir portakalın kabuğunda %64.3 besinsel lif tespit etmişlerdir.

2.7. Besinsel Liflerinin Gıdalarda Kullanım Alanları

Teknolojik ve tekstürel özelliklerinin belirlenmesiyle diyet lifi gıda üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca, diğer karbonhidratlara kıyasla daha düşük enerji içermesi, günümüzde diyet ürünler olarak bilinen lif içerikli gıdaların yaygınlaşmasına neden olmuştur. Besinsel liflerin hepsi bakteriler tarafından parçalanamadığından 1g diyet lifinin kalori değerinin ortalama 2 kcal olduğu öne sürülmektedir. Gerçek değer 0-3 kcal/g arasında değiştiği, fermente olmayan diyet liflerinin enerji değerinin 0 kcal/g iken, fazla miktarda fermente olan diyet liflerinin enerji değerinin ise 3 kcal/g olduğu bildirilmektedir [54].

Nötrallifler olarak tanımlanan armut, yulaf, pirinç ve mısır lifleri hiçbir değişime uğramadan gıdalara katılmaktadır. Nötrall olmayan kakao, elma ve turunçgil lifleri ise lifteki diğer moleküllere bağlı olarak gıdaya renk ve lezzet kazandırmaktadır. Besinsel liflerin gıdalara ilave edilmesi içeriğinin değişimine neden olabilmektedir. Örneğinin, keklere diyet lifi katılması halinde daha fazla suya gereksinim duyulmaktadır [9]. Şeftali diyet lifinin pandispanya tadındaki küçük ekmeklere (muffin) ilave edildiğinin bir çalışmada ekmeklerin nem içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada muffinlere %2-5 arasındaki oranlarda ilave edilen şeftali diyet lifi, aromayı geliştirmiş, ürüne yumuşak bir yapı kazandırmış ve kalori değerini düşürerek sağlıklı bir ürün haline getirmiştir. Ancak şeftali lifi miktarı %10 oranına yükseltildiğinde ürün sert bir hal almış ve duyusal olarak çiğnemede zorluğuna neden olmuştur. Buğday kepeğinden yapılan muffinlerde, buğday kepeğinin %50'si yerine kullanılan elma posası lifinin daha iyi bir yapı ve aroma oluşturduğunu, muffinlerin daha tatlı, daha yumuşak ve daha nemli olduğu belirlenmiş ve elma posası katılan muffinlerin panelistlerce daha çok tercih edildiğinin saptanmıştır [55]. Bir başka çalışmada, kurabiye yapımında kullanılan un ve yulafın %40'ı oranında elma posası ilave edilmesi sonucu kurabiyelerin daha çok tercih edildiğinin belirtilmektedir [56].

Bisküvi, pişmiş et ürünleri, içecek, sos, tatlı ve yoğurtlarda, şekerlemelerde kullanılan çözünmeyen besinsel lif, hacmi artırmakta ve bu ürünlerin kalori değerini azaltmaktadır. Diyet lifi, pişmiş et ürünlerinde, kıyma, sucuk, çikolata ve keklerde yağ yerine kullanılarak yağ miktarının azalmasını sağlamaktadır. Selüloz, soya, bezelye, şeker pancarı lifleri, balık ve tavuk kızartmalarında olduğu gibi kızartılmış ürünlerde de tutulan yağ miktarının azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca, selüloz içerikli kızarmış hamurun yağ içeriğinin azalması dışında, hacminin arttığı, daha hafif, daha esnek ve daha uniform bir yapıya kavuştuğinin bildirilmektedir [9].

Besinsel lif, pişmiş et ürünlerinde ve makarnalarda yağ ve su tutma kapasitesi nedeniyle pişme verimini artırmaktadır. Nitekim sığır etine katılan ananas lifinin pişme sonunda etin çapını artırdığı yani pişme kaybını azalttığı belirlenmiştir [10]. Makarna üretiminde de buğday ununun bir kısmı yerine guar gamının kullanıldığı, guar gamının, pişme verimini buğday unundan elde edilen makarnalara kıyasla artırdığı ve bu etkiyi nişasta granüllerini sararak ve pişme sırasında nişasta granüllerini çevreleyerek sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca guar gamının yüksek su tutma kapasitesinden dolayı makarnaların daha fazla şişmesini sağladığı bildirilmektedir [57].

Selüloz ve buğday kepeğinin kurabiye, bisküvi ve kızarmış ürünlerde un ve yağ yerine kullanılması, sıkı yapının oluşmasını sağlamaktadır. Kek ve bisküvilerde bir kısım unla yer değiştiren lif (meyve, şeker pancarı, buğday kepeğinin, selüloz veya patates kabuğinin) sıkı yapının depolama boyunca korunmasını sağlamaktadır [9]. Ekmeğinin ilave edilen diyet

lifinin de ekmeğin bayatlamasını geciktirdiği rapor edilmektedir [58]. Keklere ilave edilen selülozun, hacmi arttırdığı, yumuşak hamur yapısını geliştirdiği ve raf ömrünü uzattığı bildirilmektedir [10]. Çerez gıdalar ile ekstrüde ürünlere ilave edilen diyet lifleri, stabilite ve teknolojik verimi artırmaları ve kurutma süresini kısaltmaları nedeniyle önem taşımaktadır. Kahvaltılık tahıl ürünleri, gofret, meyve ürünleri ve yoğurtlarda toplam diyet lifi içeriğinin artırılması amacıyla kullanılan diyet lifi ayrıca, su tutma kapasiteleri sebebiyle sos ve çorbalarda, topaklaşmayı önlemesi nedeniyle de toz karışımlarında kullanılmaktadırlar [9].

Probiyotik bakteri içeren fermente süte turuncgil liflerinin ilave edilmesine ilişkin yapılan bir çalışmada *Lactobacillus acidophilus* CECT 903, *Lactobacillus casei* CECT 475 ve *Bifidobacterium bifidum* CECT 870 mikroorganizmaları ile meyvelerin suyundan elde edilen limon ve portakal lifleri birlikte analiz edilmiştir. Turuncgil liflerinin probiyotik bakterilerin gelişimini ve canlılığını arttırdığı, ayrıca turuncgil lifleriyle zenginleştirilmiş fermente sütün duysal olarak daha yüksek oranda kabul gördüğü belirlenmiştir [59].

Fermente sosislere %1.5-3 oranında katılan tahıl (buğday ve yulaf) ve meyve (şeftali, elma ve portakal) liflerinin etkisinin incelendiği bir çalışmada, ürünlerin kalori değerlerinin %35 oranında azaldığı ve kuruma sonucunda ürünlerdeki lif oranlarının sırasıyla %2 ve %4'e yükseldiği belirlenmiştir. %3 oranında lif ilave edilen fermente sosislerde sıklık ve sertlik gibi duysal özelliklerin olumsuz etkilendiği görülmüştür. Buna karşın %1.5 oranında portakal lifi katılan fermente sosislerin duysal özelliklerinin, yüksek oranda yağ içeren geleneksel ürünlerle benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Sonuçlar, besinsel lif ilavesi ile duysal özellikleri tatmin edici ürün eldesinin mümkün olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak ürüne katılan lifin elde edildiği kaynak ve lif miktarının, ürünün duysal özellikleri üzerine oldukça etkili olduğu belirtilmektedir [60].

Hurma şurubundan elde edilen hurma lifi ile zenginleştirilmiş yoğurtlarda asitlik, pH, renk (L , a , b), tekstür profili, duysal özellikler ve tüketici kabul edilebilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada; %3'e kadar hurma lifiyle zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin, kontrol yoğurduna benzer ekşilik, tatlılık, sertlik, acıcılık ve tüketici tarafından kabul edilme oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir. %3 oranında hurma lifiyle zenginleştirilmiş yoğurt, önemli derecede sağladığı olumlu sağlık etkileriyle kabul edilebilir yoğurt olarak önem kazanmıştır [61].

2.8. Besinsel Liflerin Tahıl Ürünlerinde Kullanımı

Besinsel liflerin tahıl ürünlerine uygulandığı bir çalışmada, buğday ununa farklı miktarlarda yulaf unu ilave edilmesi ile elde edilen karışımların nem içeriği ve Zeleny sedimantasyon değerlerinin azaldığı, eter ekstraktı ve kül içeriklerinin arttığı ve protein

içeriğinde bir değişikliğin olmadığı belirlenmiştir [62]. Yine aynı çalışmada; yulaf unu ilavesinin renk parametrelerinden olan *L* değerini kontrole göre düşürerek ekmeğin iç kabuk renginin beyazlığının azalmasına, *a* değerini arttırarak ekmeğin içi ve kabuğunun kırmızılığının artmasına ve *b* değerini düşürerek ekmeğin içi ve kabuk sarılığının azalmasına neden olduğu bildirilmektedir.

Başka bir çalışmada, buğday unu yerine yulaf kepeği kullanıldığında hamurun gelişme süresinin düşük (63 rpm) ve yüksek hızlarda (126 rpm) önemli düzeyde arttığı görülmüştür. Buğday unu yerine arpa unu ya da yulaf kepeği kullanıldığında hamur stabilite süresinin 8.6-9.8 dakikaya kadar düştüğü gözlenmiştir. Aynı çalışmada yulaf kepeğinden yapılmış ekmekler en yüksek ekmeğin hacim ve en düşük ekmeğin içi sertliği değerini göstermişlerdir [63].

Yulaf ununun hamurun fiziksel özellikleri ve ekmeğin kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, yulaf unu ilavesinin hamurun stabilitesini, gelişme süresini, uzamaya karşı direncini olumsuz yönde etkilediği, hamurun uzama kabiliyetini ise arttırdığı belirtilmiştir [64].

Sabanis et al. [65] buğday, mısır, yulaf ve arpa olmak üzere 4 çeşit tahıl lifini glutensiz ekmeğin lif yönünden geliştirmek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, mısır ve yulaf lifinin, glutensiz ekmeğin beslenme değeri ve duyu özellikleri üzerinde olumlu etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Lif içermeyen örneklerle karşılaştırıldığında arpa lifi içeren formülasyonların daha yüksek hacimli, daha yumuşak yapıda, ince kabuklu ve daha yoğun renkli somunlar ürettiği gözlenmiştir. 3 g, 6 g ve 9 g/100 g olarak eklenen liflerin tüm lif çeşitlerinde %9 için kontrol numuneye göre toplam lif miktarını %218 arttırdığı belirtilmiştir.

Ekmeğin ile ilgili bir başka çalışmada şeker kamışı posasından elde edilen diyet lifinin partikül büyüklüğünün ekmeğin fiziksel özellikleri üzerine etkileri incelenmiş, objektif ve sübjektif testler sonucunda partikül büyüklüğünün azalmasıyla hacim, renk, tat, aroma, tekstür gibi özelliklerinin tümünün olumlu yönde iyileştiği tespit edilmiştir [66].

2.9. Besinsel Liflerinin Bisküvilerde Kullanımı

Hindistan'da yaygın olarak bulunan, *Plantago*'nun 200 türünden biri olan *Psyllium husk* bitkisinden elde edilen diyet lifinin bisküvinin yapısal ve reolojik karakteristiğine etkileri üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çözünür diyet lif oranı yüksek olan (%67) bu bitkiden elde edilen *Psyllium husk* lifi, bisküvi ununa % 3 den % 15'e varan oranlarda ilave edilmiş ve bisküvi örneklerindeki fizikokimyasal, reolojik ve tekstürel etkileri incelenmiştir. Bisküvilerin tekstürel özellikleri gibi hamurların reolojik özelliklerinin de lif miktarına çok

fazla bağılı olduğu tespit edilmiştir. Bisküviye ilave edilen maksimum *Psyllium* lif oranı %9 olup, daha yüksek oranların, hamurların işlenebilme ve kalıplanabilme kapasitelerini engellediği belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada lif miktarı arttıkça nem oranının (% 4.32’den % 1.88’ e) düştüğü ve bunun bisküvinin raf ömrüne olumlu katkı yapabileceği belirtilmiştir [67].

Yulaf unu kullanılarak yapılan bir bisküvi çalışmasında araştırmacılar, buğday ununa %15 oranında yulaf unu ilave ettiklerinde, bisküvilerde bayatlamayı geciktirici etki tespit etmişlerdir. Bu etkinin yulafın su ve hava seven içeriklerinden kaynaklandığı belirtilmektedir [68,69]. Hanan et al. [70] çalışmalarında meyve suyu fabrikalarının atıklarından elde edilen portakal, limon, mandalina kabuklarını, bisküviye ilave edilen buğday ununun %10’u kadar eklemişler, elde ettikleri ürünlerin yağ, kül, protein, besinsel lif, karbonhidrat, kalori değerleri, içerdikleri mineral miktarları ve nem oranlarını belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada bisküviler, fiziksel ve duyuşsal olarak değerlendirilmiş ve kalori değerinin düşürülmesi için %10 limon kabuğu tozu ilaveli bisküvileri ve diyabet hastaları için düşük karbonhidrat içeriği ile %10 PKT ilaveli bisküvi tüketilmesini tavsiye etmişlerdir.

Chau et al. [71] çalışmalarında, Tayvan’da kültüre alınan bir çeşit olan *Citrus sinensis* L. cv. Liucheng (Liucheng sweet orange) portakal kabuklarının çözünür, çözünmez lif, toplam lif miktarları, kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerini tespit etmişlerdir. Özellikle çözünmez diyet liflerinin yağ tutma, su tutma kapasiteleri, katyon değişme ve şişme kapasitelerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine bisküvilerle ilgili yapılan bir başka çalışmada, %0, %15, %20 ve %30 oranlarında elma kabuğu, limon kabuğu ve buğday kepeği ilave edilerek hazırlanan bisküvilerin fitik asit, toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik bileşik ve % protein sindirilebilirlik değerleri belirlenmiş, sonuç olarak değişik oranlarda katılan farklı besinsel lif kaynaklarının bisküvilerin enerji miktarının düşürülmesine neden olacağı vurgulanmıştır [72].

Sudha et al. [1], farklı tahıllardan elde edilen liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerini ve hamurun reolojik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada öncelikle buğday kepeği, pirinç kepeği, arpa kepeği ve yulaf kepeğinin nem, kül, yağ, protein, çözünür ve toplam diyet lif miktarları belirlenmiştir. Her bir tür için % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranında buğday unu ile karıştırılarak elde edilen hamurların reolojik özellikleri incelendiğinde tüm kepek türleri için oran arttıkça, hamur gelişme zamanı ve su absorpsiyonunun arttığı, stabilite ve ekstensibilitenin (uzayabilirlik) doğrusal olarak azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca bisküvilerin, kalınlık, çap, yayılma oranı, renk gibi fiziksel parametreleri ve duyuşsal özellikleri belirlenerek, kepeklerin ve oranların ürün üzerindeki etkileri incelenmiştir. Buğday ve arpa kepeği için %20, yulaf kepeği için %30 oranı en kabul edilebilir oranlar

olarak belirtilmiş ve günlük alınması gereken lif miktarını karşılamak için bisküviye eklenerek tüketimi tavsiye edilmiştir.

Türksoy et al. [73] yayınlanan çalışmalarında kabak ve havucun ezilmesiyle elde edilen besinsel liflerin bisküvi ununa katılması ile hamur reolojisini ve bisküvi kalitesini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. İki tip bisküvilik yumuşak una (Gerek-79 ve Guadalupe) kabak ve havuç tozları %10, %15, %20 ve %25 oranlarında katılarak buğday unundan elde edilen hamurun farinogram özellikleri, fiziksel, yapısal ve duysal özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Unlara katılan liflerin oranları arttıkça, hamurların su absorpsiyonunu yaklaşık 1.5 kat olmak üzere, stabilite ve gelişme zamanlarını arttırdığı, renklerinin kremsi sarıdan portakal sarısına doğru dönüştürdüğü ve renklerinin koyulaştığı, yayılma oranı düşerken kırılma mukavemetinin arttığı tespit edilmiştir. Lifle zenginleştirilen bisküvilerin kırılmaya karşı direncinin, kontrol numunesine göre 1.5-2 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda her iki lifin oranı arttıkça bisküvilerin kabul edilebilirliğinin azaldığı her ikisinin birlikte kullanıldığı bisküvilerin daha iyi sonuçlar verebileceği vurgulanmıştır.

Ajila et al. [74], üretim sonrası atık olarak değerlendirilen, ancak lifçe zengin olduğu bilinen ve ters akım kurutucuda kurutulup öğütüldükten sonra elde ettikleri mango kabuğu tozunu, yumuşak tip bisküvilere ilave ederek incelemişlerdir. Öncelikle mango kabuğunun %51.2 oranında toplam besinsel lif, 96 mg GAE/g miktarında fenolik madde ve 3092 µg/g miktarında karotenoid içerdiğini tespit etmişlerdir. Mango kabuğu tozu bisküviye %5, %7,5, %10, %15 ve %20 oranlarında ilave edilerek bisküvilerin farinograf özellikleri, kimyasal fiziksel ve duysal özellikleri değerlendirilmiştir. Mango kabuğu ilaveli bisküvi hamurlarının su absorpsiyonlarının kademeli olarak %60'dan %68'e çıktığı gözlenmiştir. %20 mango lifi ilaveli bisküvilerde toplam besinsel lif %6,5'dan %20,7'ye, fenolik madde miktarı 0.54 mg/g'dan 4.5 mg/g'a, karotenoid miktarı da 17 µg/g'dan 247 µg/g'a yükselmiştir. Fiziksel değerlendirmede oran arttıkça çap ve kalınlığının azaldığı gözlenirken duysal değerlendirme sonuçları diğer verilerle karşılaştırıldığında bisküviye katılması için en uygun oran %10 olarak belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan Washington türü portakal kabukları marketlerden temin edilerek laboratuara getirilmiştir. Portakal kabukları kullanılıncaya kadar -20 °C’de muhafaza edilmiştir. Bisküvi yapımında Selva marka özel amaçlı un tercih edilmiştir. Bisküvide kullanılan yağ, şeker, tuz, amonyum bikarbonat, sodyum bikarbonat marketten temin edilmiştir. Kullanılmadan önce +5 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiş ve kullanılmadan 1 saat önce çıkarılarak istenilen hamur sıcaklığına ulaşması sağlanmıştır.

3.2. Kullanılan Kimyasallar

Kullanılan bütün kimyasallar Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Bu tez çalışmasında; etanol, metanol, 2-(N-morfolin) etansülfonil asit (MES/TRİS), Hidroklorik Asit (HCl), Sodyum Hidroksit (NaOH), Sülfürik asit (H₂SO₄), 2,2 difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), Butil Hidroksi Toluen (BHT), Hegzan, gallik asit, folin reaktifi, aseton kullanılmıştır.

3.3. Kullanılan Alet Ekipman ve Cihazlar

Hamur mikseri, pişirme fırını, elektrikli kül fırını, çift ışın yollu UV-VIS spektrofotometre, ultrasonik su banyosu, vorteks karıştırıcı, blender, santrifuj cihazı, etüv, otomatik pipet seti, sokshelet yağ tayini cihazı, desikatör, Kjehldahl protein tayin cihazı, infrared ısıtıcılı nem ölçer, pHmetre, tekstür cihazı, kumpas, renk ölçer, dondurarak kurutucu, rotari evaporatör, farinograf ve ekstensograf bu tez kapsamında laboratuarda kullanılan cihaz ve ekipmanlardır.

3.4. Yöntem

3.4.1. Örnek hazırlama

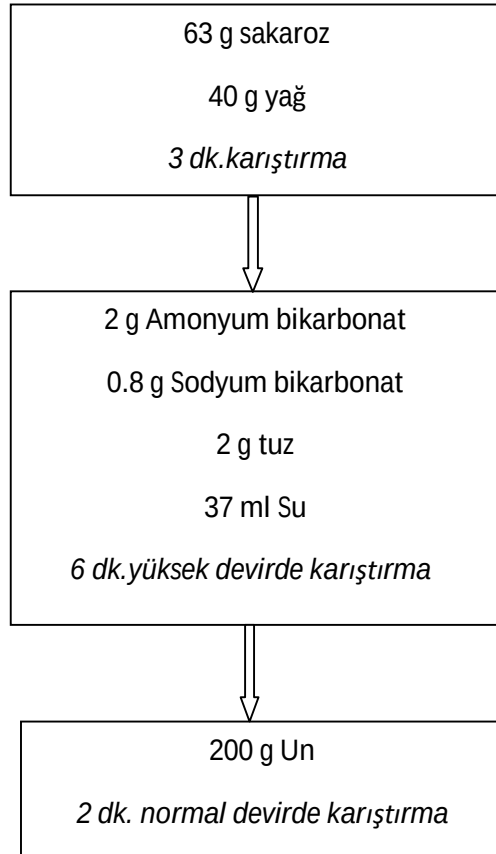
Çalışmada kullanılacak portakal kabukları dondurarak kurutulmuştur. Numuneler blenderda (Waring) parçalanarak alüminyum tepsilere dökülmüştür. Yaklaşık -18 °C’de dondurulmuş olan kabuklar dondurarak kurutucuda (Armfield, İngiltere) 5 mm Hg basınçta -50 °C şartlarında kurutulmuştur. Kurutma işlemi yaklaşık 24 saat sürmüştür. Tamamen kuruyan kabuklar blenderdan geçirilerek toz haline getirilmiş ve kullanılıncaya kadar -18 °C’de bekletilmiştir.



Şekil 3.1. Dondurarak kurutma ile elde edilen portakal kabuğu tozu

3.4.2. Bisküvinin hazırlanması

Yumuşak bisküvi hamuru Leelavathi ve Rao (1993) metodu geliştirilerek yapılmıştır. Kullanılan formül ve karıştırma süreleri aşağıda belirtilmiştir. Hamur yapımında hamur mikseri (Kitchen Aid, Amerikan) kullanılmıştır. Hamur formülasyonu ve akış şeması Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan bisküvinin hamur formülasyonu ve akış şeması

Bütün denemelerde hamur sıcaklığı 28 ± 2 °C olarak çalışılmıştır. Bisküvi hamurlarına, bir adet kontrol numunesi olmak üzere, kullanılan unun %1, %3, %5 ve %7 oranlarında PKT katılarak örnekler hazırlanmıştır. Standart şekle sahip bisküvi elde edebilmek için, 2,86 mm kalınlığındaki eşit iki plaka arasında silindir merdane ile açılan hamur 35 mm çapında dairesel bir kalıpla kesilerek standart hamurlar elde edilmiştir.

3.4.3. Bisküvi hamurlarının pişirilmesi

Bisküviler, yağlı kâğıt üzerinde şekil verilen hamurların tepsilere konularak pişirme fırınında (Şimşek Lab. Tek. Model DF-150) 235 °C’de 15 dk. pişirilmesiyle elde edilmiştir.

3.5. Bileşim Analizleri

3.5.1. Nem analizi

Hazırlanan bisküvi örneklerin nemi, infrared ısıtıcılı nem ölçüm cihazında (Ohaus MB-200) 104 °C’de 20 dk’lık sürelerde belirlenmiştir.

3.5.2. Kül analizi

Elektrikli kül fırınında (Protherm. PLF120/7) 900 °C’de 4 saat yakılıp desikatörde sabit daraya getirilen porselen krezelere her bir bisküvi örneğinden yaklaşık 3 g tartıldıktan sonra üzerlerine 2 ml etanol damlatılarak yanmaları sağlanmış, ardından 550 °C’de 8 saat kül fırınında yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Porselen krezeler desikatörde soğutulduktan sonra ikinci tartımları alınarak, kül değerleri aşağıda belirtilen formüle göre belirlenmiştir [75].

$$\% \text{ Kül} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

A: Başlangıç ağırlığı

B: Son ağırlık

3.5.3. Yağ tayini

Bisküvi örneklerindeki yağ oranı, sokshelet ekstraktörü kullanılarak belirlenmiş ve kuru madde üzerinden % olarak hesaplanmıştır. Öğütülmüş bisküvi örnekleri, ekstraksiyon kartuşlarında 5 ± 0.005 g hassasiyetle tartılmıştır. Daha sonra, ağızları yağsız pamuk ile kapatılarak ekstraktöre yerleştirilmiştir. Sabit tartıma getirilmiş ekstraksiyon balonları (m_1) Sokshelet düzeneğine bağlanmış ve balona 1 kere sifon yapacak ve tekrar yarıya kadar dolduracak miktarda n-Hegzan konulmuştur. Yaklaşık 8 saatlik ekstraksiyon sonrasında içinde çözücü bulunan balonlar rotari evaporatöre (Buchi Rotavator R-210) bağlanarak

40°C'de ve 335 mbar basınçta içindeki çözücünün uzaklaşması sağlanmıştır. Elde edilen yağ ekstraktının ağırlığı belirlenerek (m_2) yağ yüzdesi hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Yağ} = (m_2 - m_1) \times 100 / \text{örnek miktarı}$$

m_1 : Başlangıç ağırlığı

m_2 : Son ağırlık

3.5.4. Protein tayini

Bu çalışmada protein analizleri Kjeldahl protein tayin cihazı kullanılarak International Association For Cereal Chemistry (ICC) standart no:105-1'e göre yapılmıştır (Anon., 1980). Protein tayininde Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır. Yöntemin prensibi kısaca; materyali derişik sülfürik asit ile sıcakta tahrip etmek ve içerisinde bulunan azotu $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ halinde bağlamak ve ardından derişik NaOH çözeltisi ile muamele etmek suretiyle oluşan NH_4OH 'den azotlu madde miktarını hesaplamaktır. Bu yöntemle belirlenen azot miktarı un ve unlu mamullere özgü faktör olan 5.7 sabit katsayısı ile çarpılarak bisküvilerdeki protein miktarları hesaplanmıştır.

Yaklaşık 0.5 g granül halinde tartılan örnekler 2 gr katalizör eklendikten sonra üzerlerine 10 ml derişik sülfürik asit (H_2SO_4) ilave edilmiştir. Yakma ünitesinde 430 °C sabit sıcaklıkta 30 dakika örnekler açık yeşil renge dönene kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Yakma sonrası soğutulan tüpler distillasyon ünitesine bağlanmıştır. Distilat toplama kabının olduğu kısma 25 ml %4'lük borik asit bulunan 0.20 ml indikatör çözeltisi damlatılmış (gül kurusu renk) 100 ml'lik erlen yerleştirilmiştir. Balon içerisine yaklaşık 20 - 25 ml 10 M NaOH ilavesi yapıldıktan sonra (balon içeriği siyah renk aldıktan sonra) distillasyon ünitesi açılmış ve borik asit çözeltisi renk değiştirdikten (camgöbeği mavi renk) sonra, erlen içeriği 55–60 ml oluncaya kadar titrasyon edilmiştir. Toplanan distilat, faktörü bilinen (0.9569) 0.1 N HCl ile başlangıçtaki gül kurusu renk oluşana kadar titre edilmiştir. Titrasyon sonucu kaydedilerek örnekteki toplam azot miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Azot} = \frac{1.4 \times (V_1 - V_0) \times m \times F}{m} \quad \% \text{ Protein} = \% \text{ Azot} \times 5.7$$

V_1 : Örnek için harcanan 0.1 N HCl miktarı, ml

V_0 : Tanık denemede harcanan 0.1 N HCl miktarı, ml

m: tartılan örnek miktarı, g

F: 0.1 N HCl çözeltisinin faktörü

3.5.5. Besinsel lif tayini

Besinsel lif miktarları AACC toplam besinsel lif metodu ve AACC çözünür/çözünmez besinsel lif metodunda bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir [76]. Bu yöntemin temel prensibi; örneklerin birbirini takip eden enzimatik parçalanmaya uğratılması, belirlenmiş kül ve protein miktarının düşülerek filtrasyondan sonraki kalıntının tartılmasıyla toplam besinsel lif değerinin belirlenmesidir.

Yaklaşık 0.5 gr tartılan örneklerin üzerine 2 ml MES/TRİS çözeltisi eklenerek çözelti iyice (vorteksle) karıştırılmıştır. Ardından 50 µl ısıya dirençli α-amilaz enzimi eklenmiş ve çözelti 95–100 °C’de 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Sürenin sonunda 60 °C’ye soğutulan çözelti üzerine 50 µl proteaz enzimi ilave edilerek 60 °C’de 30 dakika süre ile beklenilmiştir. 2.5 µl 0.561 N HCl ilavesiyle çözelti pH’ı 4.1-4.8 aralığına getirilmiştir. 150 µl amiloglukozidaz enzimi ilave edilip 60 °C’de 30 dakika bekleme süresi sonunda örneklerle 112.5 ml etanol ilave edilmiş, tekrar 60 °C’de 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Filtre edilerek alınan örnekler suyu uzaklaştırılmak üzere 1 gece 104 °C’ye ayarlanmış etüvde bekletilmiş ve ardından tartımları alınmıştır. Örneklerdeki toplam besinsel lif miktarları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Toplam besinsel lif} = [(m_2 - m_1) - (k+p)] / m_1 \times 100$$

m₁:Başlangıç tartımı

m₂: Son tartım

p: Protein miktarı

k: Kül miktarı

3.5.6. Toplam karotenoid miktarı

PKT ve granül haline getirilen bisküvi örneklerinden 0.5 g örnekler cam tüplere tartılıp üzerlerine 2 ml %1’lik bütillenmiş hidroksi tolüen (BHT) içeren Hegzan eklenmiştir. İki dakika vortekslenerek 4000 rpm’de 5 dk. santrifuj (Heraeus Spatech Labofuge 200) edilmiştir. Daha sonra üstte kalan berrak faz başka bir tüpe alınmış ve bu işlem 3 kez tekrarlandıktan sonra son hacim 10 ml’ye tamamlanmıştır. Çift ışın yollu UV-VIS spektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, Tokyo, Japon) 450 nm’de kuvartz küvet kullanılarak absorbans değerleri okunmuştur. β-karoten ile oluşturulan kalibrasyon eğrisi

(y= - 0.1768x- 0.0005; R²=1) kullanılarak elde edilen sonuçlar toplam karotenoid olarak β-karoten cinsinden µg/g olarak ifade edilmiştir.

3.6. Ekstrakt hazırlama

Yaklaşık 0.5 g örnek cam kapaklı tüplere tartılıp, üzerine 10 ml metanol eklenmiştir. Ultrasonik su banyosunda (Bandelin Sonorex RK514H) 1 saat ekstarkte edildikten sonra 1600 devirde 2-3 dakika santrifüj edilmiş ve süzgeç kağıdında (Whatman No:1) süzölmüştür. Üstte kalan katı kısmın üzerine %70'lik 5 ml metanol ilave edilerek ikinci bir ekstraksiyon yapılmıştır. Ultrasonik su banyosunda 1 saat daha bekletildikten sonra ekstraksiyon işlemi bir kez daha tekrarlanmıştır. Daha sonra birleştirilen ekstraktlar 25 ml'ye tamamlanmıştır. Bu kısımda hazırlanan ekstraktlar toplam fenolik madde miktarı (TFM) ve antioksidan kapasite analizlerinde kullanılmıştır.

3.7.Toplam fenolik madde miktarı

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde Folin & Ciocalteu [77] yönteminde öngörölen prosedür uygulanmıştır. Bölüm 3.6.'da belirtildiğı şekilde hazırlanmış ekstraktlardan 100 µl alınarak suyla 1 ml'ye tamamlanmıştır. Test tüplerine 3 g tartılmış örneklerin üzerine 1 ml on kat seyreltilmiş folin reaktifi eklenmiş, 3 dakika sonra 1 ml % 7'lik Sodyum karbonat (Na_2CO_3) ilave edilerek homojen şekilde karışmaları sağlanmıştır. Örnekler, oda sıcaklığında 2 saat bekletildikten sonra absorbansları çift ışın yollu UV-VIS spektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, Japon) belirlenmiştir.

Örneklerle uygulanan işlemlerin 100, 250, 500 ve 750 mg/l konsantrasyonlarındaki gallik asit çözeltilerine de uygulanması ve 720 nm'de absorbans değeri lerinin ölçölmesiyle gallik asit standart eğrisi elde edilmiştir. Ekstraktlardaki TFM, gallik asit standart grafiğı kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar Gallik asit eşdeğeri (GAE/g) olarak verilmiştir.

3.8. Antioksidan Kapasite Testi

3.8.1. DPPH radikal süpürme testi

Örneklerin 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) üzerindeki serbest radikal süpürücü etkileri, Brand-Williams et al.'nın [78] uyguladığı yöntem e göre belirlenmiştir. DPPH çözeltilisi, metanolde hazırlanmış ve çözelti absorbansı 520 nm'de 0.700 ± 0.020 olacak şekilde seyreltilmiştir. Ekstraktların çözücüsü rotari evaporatörde uzaklaştırıldıktan sonra yeniden metanolde çözdürölmüştür. Ekstraktlardan 100 µl tüplere konularak üzerlerine 25 mg/l metanolde hazırlanmış 2.4 ml DPPH çözeltisi eklenmiştir. Oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika bekletilen örneklerin absorbansı çift ışın yollu UV-Vis spektrofotometrede 520 nm'de metanole karşı okunmuştur. Standart antoksidan olarak 6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkrom-2-karboksilik asit (trolox) kullanılmıştır. Örneklerin antiradikal aktivitesi trolox cinsinden ifade edilmiştir.

Örneklerin DPPH radikal süpürme gücünün belirlenmesinde kullanılan trolox standart çalışma eğrisi aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Metanolde hazırlanmış 100 mg/ 100 ml Trolox stok çözeltisinden alınan 100, 200, 300, 400 ve 500 µl çözeltiler metanolla 10 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözeltilerden 100 µl alındıktan sonra üzerlerine 2.4 ml DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Karanlıkta 30 dakika bekletildikten sonra çift ışın yollu UV-Vis spektrofotometre ile absorbansları belirlenmiştir. Örneklerin ölçülen absorbans değerleri troloxun standart eğrisindeki denklemde yerine konularak antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Antioksidan kapasite, trolox eşdeğeri (TE) µg/g olarak ifade edilmiştir.

3.9. pH

pH analizi için 150 ml'lik bir erlene 10 gr granül numune tartılmış ve üzerine 90 ml 40 °C saf su eklenmiştir. İyice karıştırılan örneklerin pH' ı, dijital pH metre (Mettler Toledo) ile belirlenmiştir.

3.10. Hamur Reolojisi Analizleri

Bu analizler öncesinde kullanılacak un miktarının tam olarak tespit edilmesi için Infrared Un Analiz cihazında (İnframatik) nem miktarı belirlenmiştir. Belirlenen 11.2 nem oranı değeri, Farinograf (Brabender S 300 N, Model 827505, Almanya) cihazına girildiğinde analizlerde kullanılması gereken un miktarı 290.5 g ve başlangıçta verilmesi gereken su miktarı 61.6 ml olarak tespit edilmiştir. Belirlenen un miktarına farklı oranlarda PKT katılarak hamur karışımları hazırlanmıştır.

3.10.1. Farinograf özelliklerinin belirlenmesi

Kontrol ve PKT ilaveli hamurların farinograf özellikleri International Association For Cereal Chemistry (ICC) standart no:115'e göre belirlenmiştir [79]. Elde edilen karışımlar, sırasıyla farinograf cihazının karıştırma mikserine döküldükten sonra 26.8 °C'deki 61.6 ml su verilmiştir. Karıştırma mikserine verilen su miktarı, çizilecek grafiğin 500 Brabender Unit (BU) çizgisini ortalaması açısından önemlidir. Hamurun karıştırma paletlerine gösterdiği dirençle bağlantılı olarak bir grafik (farinogram) çizilmeye başlamış ve karıştırma işlemi kurve'ün düşmeye başlamasından 12 dakika sonrasına kadar devam etmiştir. Örnek farinogram Ek.1.'de verilmiştir. Elde edilen farinogramlara göre, hamurların gelişme süresi, stabilitesi, su absorpsiyonu ve yumuşama derecesi belirlenmiştir.

3.10.2. Ekstensograf özelliklerinin belirlenmesi

Kontrol ve PKT ilaveli hamurların ekstensograf özellikleri International Association For Cereal Chemistry (ICC) standart no:114'e göre belirlenmiştir [79]. Hamurlar %2'si tuz olacak şekilde farinograf cihazının mikserinde aynı koşullarda karıştırılarak hazırlanmıştır. 150 g'lık parçalara ayrılan hamurlar ekstensograf cihazında (Brabender Model 860703, Almanya), 30 °C sıcaklıkta 45 dakika, 90 dakika ve 135 dakika bekletilmiştir. Bu sürelerin sonunda hamur parçaları makine yardımıyla silindir haline getirildikten sonra cihazın kancasına takılmıştır. Hareketli mekanizma hamuru uzatırken kopana kadar geçen sürede hamurlara ait ekstensograf grafikleri (ekstensogram) çizilmiş, hamurların uzama kabiliyetleri, grafik altında kalan alanı ifade eden Enerji değerleri ve uzamaya karşı gösterdikleri dirençler tespit edilmiştir. Örnek ekstensogram Ek.2.'de verilmiştir.

3.11. Renk Ölçümleri

Örneklerin renk ölçümlerinde renk ölçüm cihazı (Konica Minolta, Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400, Japon) kullanılarak L değeri [(0) siyah-(100) beyaz], a değeri [(+) kırmızı - (-) yeşil] ve b değeri [(+) sarı-(-) mavi] cinsinden ölçülmüştür [80]. Ölçümler farklı renk noktaları üzerinden 8 ölçümün ortalaması olacak şekilde yapılmıştır.

3.12. Çap ve kalınlık Ölçümleri

Farklı oranlarda ilave edilen PKT'nun, kabarma ve yayılma üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla bisküvi örneklerinin çap ve kalınlıkları AACC Standart Metot No: 10-54.01 [81]'de belirtildiği şekilde dijital kumpas (0.001 mm, Mitutoyo, Tokyo, Japon) kullanılarak ölçülmüştür. Bisküvilerin çap (mm) ve kalınlık (mm) değerleri belirlendikten sonra, yayılma oranı; bisküvi çaplarının (mm) kalınlıklarına (mm) oranlanmasıyla elde edilmiştir. Sonuçlar 8 ölçümün ortalaması olacak şekilde verilmiştir.

3.13. Tekstür Ölçümleri

Örneklerin tekstürel özellikleri (kırılgenlik, esneme) Tekstür analiz cihazı (Lloyd, TAPlus Series) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, örneklere ön test hızı 1mm/s test hızı 2 mm/s triger kuvveti 50 g uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar 8 ölçümün ortalaması olacak şekilde verilmiştir.

3.14. Duyusal Analiz

Duyusal değerlendirme, İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları, yüksek lisans ve lisans öğrencilerinden oluşturulan, yaşları 18–50 arasında değişen 10 kişilik (5 kız, 5 erkek) panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler, değerlendirme kriterleriyle ilgili tanımlar ve kaliteli bir bisküviden beklenen özelliklerin yer aldığı bir belge [82] ile yazılı ve sözlü olarak bilgilendirilmiştir. Ek.3.a’da yer alan ‘Bisküvi kalite değerlendirme kriterleri’ kullanılarak oluşturulan ‘Bisküvi duyusal analiz formu’ Ek.3.b’de verilmiştir. Formda kontrol ve farklı oranlarda PKT ilaveli bisküvi örnekleri A, B, C, D ve E harfleriyle kodlanmıştır.

Örneklerin duyusal analizinde ‘yüzey görünüm özellikleri’ ‘kesit özellikleri’ ve ‘tat ile ilgili özellikler’ bakımından değerlendirme yapılmıştır. Tat ile ilgili özelliklerin değerlendirilmesinde; örnekler arasında panelistlerin ağızlarında nötr tadı oluşturmak için galeta yemeleri ve su içmeleri istenmiştir. Panelistlerden kendilerine sorulan özelliklere 1 (kötü) – 5 (çok iyi) arası puan vermeleri istenmiştir. Sonuçlar verilen puanların ortalaması olarak belirtilmiştir.

3.15. İstatistiksel Analiz

Araştırma sonuçları One-Way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) ile incelenmiştir. Örneklerin ortalamalarının birbirine göre farklı olup olmadıkları, Tukey çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir. Sonuçlar ($P < 0.05$) önem seviyesinde değerlendirilmiştir. Sonuçlar, analizlerdeki paralellerin ortalaması $\pm$ Standart sapma (sd) olarak verilmiştir. Farklı grupların istatistiksel olarak önem düzeyleri a, b, c... şeklinde indislerle gösterilmiştir. Tüm istatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde SPSS paket programı (sürüm 16.0) kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Önemli miktarda besinsel lif içerdiği bilinen [11-13] portakal kabuğunun bisküvi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışma, kullanılan unun %2.5, %5, %7.5 ve %10'u oranında PKT ilave edilmesi şeklinde planlanmıştır. Yapılan ön denemelerde PKT oranı %5'e ulaştığında bisküvi örneklerinin renginin koyulaştığı gözlenmiştir. Sonraki oranlarla üretilen bisküvilerin ve özellikle % 10 oranındaki ilavenin örneklerde fiziksel ve duyuşsal olarak olumsuz özellikler göstereceğı ön görüsü ile ilave edilecek PKT oranları %1, %3, %5 ve %7 olarak revize edilmiştir. Tüm analiz ve çalışmalar belirtilen oranlarda gerçekleştirilmiştir.

4.1. Bileşim Analizleri

4.1.1. Nem

Genel olarak bisküvi, düşük nem içeriğine sahip (%1-5) ve % 6'yı geçmesi arzu edilmeyen bir üründür [4,83]. Bisküvilerin pişme sıcaklık ve süreleri, nemi ifade edilen aralıkta olacak şekilde üretilmiş ve üretimden 30 dakika sonra yapılan nem ölçümleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çizelgeye göre en yüksek nem, kontrol örneğinde ölçülürken, en düşük nem miktarları %7 oranında PKT ilave edilen örnekte gözlenmiştir. Nem ölçümünde; %3 ve %5 oranında PKT katkılı örnekler arasında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı ($P>0.05$), diğer örnekler arasında ise ($P<0.05$) seviyesinde fark olduğu tespit edilmiştir.

PKT oranı arttıkça, nem miktarlarının (%4.0'den %2.4'e) azaldığı gözlenmektedir. Su tutma kapasitesi yüksek olan portakal kabuğu lifinin serbest suyu bağlayarak nem göçünü önlemek suretiyle serbest su (nem) miktarını düşürdüğü düşünülmektedir [35]. Psyllium husk bitkisinden elde edilen lifin bisküviye farklı oranlarda katıldığı çalışmada; kontrol örneğinin nemi %4.3 ve su aktivitesi (aw) 0.37 olarak belirlenmiştir. Lif oranı arttıkça nem miktarı ve su aktivitesi azaldığı ve %15 lif oranında neminin %2.0 ve su aktivitesinin 0.13'e düştüğü belirlenerek bu durumun bisküvinin raf ömrünü uzatacağı belirtilmiştir [67]. Bu çalışmada da portakal kabuğu tozunun %7 oranına kadar ilavesinin nem miktarını düşürerek bisküvinin raf ömrünü uzatmasına katkıda bulunacağını söylemek mümkündür.

Çizelge 4.1. Örneklerin nemleri

Portakal kabuğu tozu (%)	Toplam nem
0	4.0 ± 0,28 ^{bc}
1	4.2 ± 0,0 ^c
3	3.1 ± 0,28 ^{ab}
5	3.0 ± 0,42 ^{ab}
7	2.4 ± 0,14 ^a

*Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı (P>0.05) düzeyinde göstermektedir.

4.1.2. Örneklerin bazı bileşimleri

Bisküvi örneklerinin kül, yağ ve besinsel lif miktarlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. Çizelgeye göre PKT önemli miktarda (%2.64) kül içermektedir. Kontrol örneğinde kül oranı 1,44 iken %7 PKT ilave edilen bisküvi örneğinde 1.55'e yükselmiştir. Kül miktarı PKT oranı arttıkça yavaşça yükselme eğiliminde olup örnekler arasında (P<0.05) düzeyinde istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir. PKT'nun yağ oranı %2.24 olarak belirlenirken, en düşük değeri %11.03 olarak %3 PKT oranında en yüksek değeri ise 12.5 değeri ile %7 örnekte belirlenmiştir. Farklı oranlardaki PKT ilaveli bisküvi örnekleri arasında yağ oranı ölçümlerinde PKT ilavesinin istatistiksel açıdan önemli bir farka neden olmadığı (P>0.05) gözlenmiştir. Protein miktarının en yüksek değeri %8.24 olarak kontrol örneğinde görülürken, en düşük oran %7.86 değeri ile %7 PKT ilaveli bisküvi örneğinde tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda PKT ilavesinin protein miktarı üzerinde istatistiksel açıdan önemli olmadığı (P>0.05) belirlenmiştir. Besinsel lif miktarı incelendiğinde PKT'nun toplam besinsel lif oranı %48.1 olarak belirlenmiştir. En düşük toplam lif oranı %1 PKT katkılı bisküvi örneği için % 8.91 olarak belirlenirken, en yüksek değer %7 PKT ilave edilen örnekte %16.75 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde, PKT ilavesinin bisküvi örneklerinin besinsel lif miktarlarını (P<0.05) seviyesinde etkilediği gözlenmiştir.

Baladi portakal, Baladi limon, mandalina kabuğu gibi değişik portakal çeşitlerinin kabuklarından elde edilen liflerin %10 oranında ilave edilmesiyle zenginleştirilen bisküvilerin ham protein yüzdeleri %7 ve %7,69 arasında değişmektedir [70]. Bu çalışmada elde edilen protein oranları da %8.24 ile %7.86 arasında değişmektedir. Aynı çalışmada kontrol örneğinde %1,5 oranında kül miktarı tespit edilirken, bizim çalışmamızda kontrol örneği için kül oranı %1.44 olarak tespit edilmiştir. Bahsedilen çalışmada %100 buğday unu

ile yapılan bisküvinin yağ oranı %11.98 olarak tespit edilmiş, bizim çalışmamızda elde edilen kontrol bisküvisi için yağ oranı %11.51 olarak belirlenmiştir. Fiquerola et al. [84] çalışmalarında Valencia türü portakal kabuğunun yağ oranını %0.89, kül oranını %2.71 olarak belirlemişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda; portakal kabuğunda besinsel lif oranları %35- %74 arasında tespit edilmiştir [11-13]. Bu çalışmada benzer şekilde portakal kabuğundan elde edilen lif oranı da ifade edilen aralıkta (%48.1) belirlenmiştir. Yapılan bazı analizlerdeki istatistiksel olarak anlamlı olan değişikliklerin besinsel lif miktarından etkilendiğini söylemek mümkündür.

Çizelge 4.2. Bisküvi örneklerinin bazı bileşimsel özellikleri

PKT oranları (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Toplam besinsel lif (%)
PKT	2.6393 ± 0.07 ^e	2.24 ± 1.4 ^b		48.105 ± 1.57 ^d
0	1.4382 ± 0.09 ^a	11.51 ± 2.81 ^a	8.2453 ± 0.65 ^a	8.917 ± 1.56a ^b
1	1.4898 ± 0.06 ^{bc}	11.3 ± 2.12 ^a	8.094 ± 0.00 ^a	9.218 ± 0.03 ^a
3	1.4679 ± 0.06 ^b	11.07 ± 0.99 ^a	7.7883 ± 0.00 ^a	9.546 ± 0.75 ^b
5	1.495 ± 0.05 ^c	11.88 ± 1.80 ^a	7.7853 ± 0.21 ^a	12.014 ± 1.38 ^c
7	1.5482 ± 0.05 ^d	12.5 ± 0.01 ^a	7.8649 ± 0.10 ^a	16.750 ± 0.38 ^c

*Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı P>0.05 düzeyinde göstermektedir.

*PKT: Portakal kabuğu tozu

4.1.3. Toplam karotenoid miktarı

Toplam karotenoid miktarları, örnek ekstraktlarının 450 nm'de absorbanslarının okunmasıyla saf β-karoten kullanılarak hazırlanan kalibrasyon eğrisi yardımıyla belirlenmiş, µg β-karoten/g örnek cinsinden ifade edilmiştir. Kontrol ve PKT ilaveli örneklerin toplam karotenoid içerikleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Çizelgeye göre portakal kabuğunun toplam karotenoid miktarı 24.81 µg/g, kontrol örneğinin toplam karotenoid miktarı ise 3.09 µg/g olarak belirlenmiştir. Karotenoid miktarı, PKT miktarı arttıkça sürekli olarak artış göstermiş ve %7 PKT oranında 4.89 µg/g olarak belirlenmiştir. PKT ilavesinin bisküvi örneklerindeki toplam karotenoid içerikleri üzerinde (P<0.05) seviyesinde etkili olduğu gözlenmektedir.

Çizelge 4.3. Bisküvi örneklerinin toplam karotenoid miktarları

Portakal kabuğu tozu (%)	µg β-karoten/g örnek
0	3.097 ± 0.001 ^a
1	4.386 ± 0.005 ^b
3	4.533 ± 0.009 ^b
5	4.618 ± 0.001 ^{bc}
7	4.895 ± 0.163 ^c
PKT	24.841 ± 0.121 ^d

*Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı P>0.05 düzeyinde göstermektedir.

*PKT: Portakal kabuğu tozu

Portakal kabuğunda en fazla bulunan karotenoidlerin α- karoten, β- karoten, Apo-8' karotenol, β- kriptoksantin, Lutein ve Violaksantin olduğu portakal kabuğundaki toplam karotenoid miktarının 12-35 µg/g, turunçlarda ise 2-6 µg/g arasında değiştiği bildirilmiştir [85,86]. Çalışmamızda portakal kabuğu için belirlenen toplam karotenoid miktarı 24.84 µg/g olup literatürde belirtilen aralıklarda olduğu görülmüştür. Lessin et al. [87] tarafından yapılan bir çalışmada, portakal suyu üretiminde ısı işlemin etkisiyle provitamin A etkinliğine sahip karotenoidlerde (β-karoten, α-karoten ve β-kriptoksantin) %36'lık bir kayıp olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda 15 dakika 235 °C ısıya maruz kalan bisküvi örneklerindeki portakal kabuğunda bulunan karotenoidlerin benzer bir etkiyle kayıplara uğramış olabileceği mümkün görünmektedir.

4.1.4. Toplam fenolik madde

Farklı oranlarda PKT ilave edilen bisküvi örneklerindeki TFM, metanol kullanılarak elde edilmiş ekstraktların folin reaktifi ile reaksiyonundan sonra UV-Vis spektrofotometrede belirlenmiş ve gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır. Örneklerdeki fenolik madde miktarları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelgeye göre kontrol örneğinde TFM 447 µg GAE/g olarak belirlenirken, %7 PKT ilavesinde yaklaşık % 99'luk bir artışla 889 µg GAE/g olarak tespit edilmiştir. PKT ilavesinin TFM üzerinde istatistiksel açıdan etkili (P<0.05) olduğu görülmektedir. Dağdelen [88], otlu peynire katılan bazı ot türlerinin antimikrobiyal, antioksidan ve bazı kimyasal etkilerini incelediği tez çalışmasında TFM miktarlarını belirlemeden önce ekstraksiyon için su, etanol, metanol ve etil asetat olarak dört farklı çözücü kullanmış ve en yüksek TFM değerlerini metanol ekstraksiyonu ile elde ettiği örneklerde tespit etmiştir. Ajila et al.'ın [74] mango kabuğunu belirli oranlarda ilave ederek

ürettikleri bisküvi çalışmalarında, TFM kontrol bisküvisinde 540 µg GAE/g olarak belirlenirken, %7.5 oranında ilave edildiğinde 1800 µg GAE/g ve %20 oranında ilave yapıldığında ise 4500 µg GAE/g olarak tespit edilmiştir. Bahsedilen çalışmada % 7.5 oran ile kontrol bisküvisi arasında yaklaşık %300 artış belirlenirken, bu çalışmada %7 oranında TFM % 100 civarında artış olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda elde edilen kontrol bisküvisindeki TFM değeri (447 µg GAE/g) bahsedilen çalışmayla uyum göstermektedir.

Çizelge 4.4. Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarları

Portakal kabuğu tozu (%)	TFM (µg GAE/g örnek)
PKT	2098 ± 35 ^e
0	447 ± 29 ^{ab}
1	346 ± 26 ^a
3	532 ± 17 ^{bc}
5	574 ± 52 ^c
7	889 ± 12 ^d

*Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı P>0.05 düzeyinde göstermektedir.

*PKT: Portakal kabuğu tozu

4.2. DPPH radikal süpürme gücü

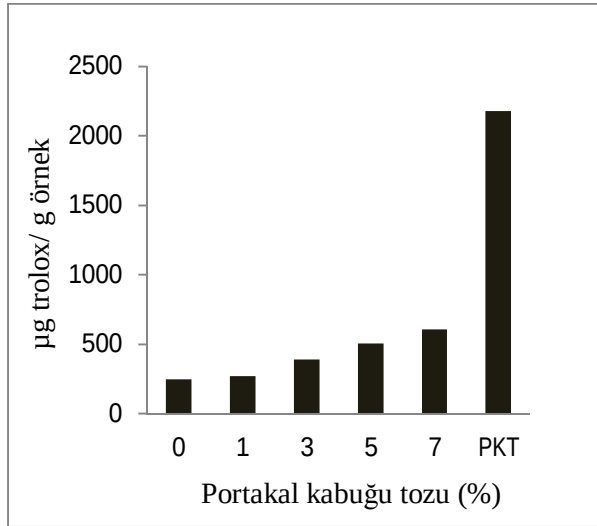
PKT ve bisküvi örneklerinin antioksidan kapasiteleri, yaygın olarak kullanılan DPPH metoduyla belirlenmiştir. Örneklerin 2,2 difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme güçleri standart antioksidan olarak kullanılan troloxun eşdeğeri olarak (µg trolox/ g örnek) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5. ve Şekil 4.1.'de verilmiştir. Çizelgeye göre portakal kabuğunun DPPH indirgeme gücü 2179 µg trolox/g olarak belirlenmiştir. DPPH indirgeme gücünün en düşük değeri kontrol örneğinde (250.3 µg trolox/ g) tespit edilmiş ve sürekli artış göstererek en yüksek değeri %7 PKT ilaveli bisküvi örneğinde (606.4 µg trolox/g) ölçülmüştür. PKT ilavesinin antioksidan aktivite üzerindeki etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu (P<0.05) gözlenmektedir. Turunçgil meyvelerinin askorbik asidin yanı sıra hesperidin, narirutin ve naringin gibi suda çözünabilir özelliğe sahip önemli flavonoidler olan flavanon glikozitleri de içerdiği [89] ve portakal suyundaki antioksidan aktivitenin hesperidin ve narirutinden kaynaklandığı [90] belirtilmektedir. Literatürde portakalın DPPH radikal süpürme gücü 6000 µg trolox/g olarak [91] belirtilmiştir. Portakal kabuğunda da portakaldaki kadar olmasa da önemli derecede antioksidan aktivite tespit edilmiştir. PKT ilavesinin diğer bileşimlerinin yanında bisküvinin antioksidan kapasitesini artırarak besinsel değerini arttıracakları öngörülmektedir.

Çizelge 4.5. Örneklerin DPPH radikal süpürme gücü

Portakal kabuğu tozu (%)	µg trolox /g örnek
PKT	2179.642 ± 71.78 ^d
0	250.384 ± 71.63 ^a
1	271.176 ± 20.40 ^a
3	392.227 ± 30.47 ^{ab}
5	507.888 ± 46.10 ^{bc}
7	606.419 ± 0.00 ^c

* Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı P>0.05 düzeyinde göstermektedir.

* PKT: Portakal kabuğu tozu



Şekil 4.1. Örneklerin DPPH radikal süpürme gücü

4.3. pH

Örneklerin ölçülen pH sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Çizelgeye göre kontrol bisküvisinin pH'ı 8.21 olarak, portakal kabuğunun pH'ı 4.94 olarak belirlenmiştir. PKT ilavesinin pH seviyesi üzerinde istatistiksel olarak ($P<0.05$) düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. pH sonuçları incelendiğinde %1 PKT içeren bisküvi örneği 7.29 olarak ölçülmüş ve PKT miktarı arttıkça azalmış %7 oranlı bisküvide 4.94 olarak ölçülmüştür. Citrus aurantium V. adlı portakal türünün kabuklarında yapılan ölçümde pH 4.06 olarak belirlenmiştir [92]. Bahsedilen çalışmada ve bu çalışmada portakal kabuğunun katıldığı ortamı asidik hale getirdiğini söylemek mümkündür. Portakal kabuğunda bulunan sitrik,

asetik, kaprilik, desiklik ve formik asit gibi bileşikler [93] nedeniyle ortam asidik hale dönüşmüştür.

İşletmelerde üretilen bisküviler, standart pH'ı 7.1-7.3 arasında olacak şekilde üretilmektedir [94]. pH ölçümlerinde % 1 PKT ilaveli bisküvi örneğinin nötr tat eşliğinde (7.29) olduğu görülmektedir. Çalışmamızda üretilen kontrol bisküvisinin pH'ının 8.21 olarak ölçülmesi başlangıçta ortamın alkali olduğunu göstermektedir. Bisküvi üreticileri, asitliği dengelemek için hamura bu çalışmada kullanılmamış olan sodyum asit pirofosfat (SAPP) ilave etmektedir. 100 gr Sodyum bikarbonatı 132 gr SAPP'ın nötralize ettiği [86] bilinmektedir. Bisküvi üretiminde formülasyon düzenlenirken hamura ilave edilen kabartıcıların ortamı alkali, PKT ve SAPP'ın ortamı asidik hale getirdiği dikkate alınarak nötr tat aralığında bisküvi üretmek mümkündür. Belirli oranda portakal kabuğu ilavesinin neden olduğu asidik ortam da kabartıcılarla normal seviyesine getirilebilir.

Çizelge 4.6. Bisküvi örneklerinin pH'ı

Portakal kabuğu tozu (%)	pH
0	8.213 ± 0.47 ^a
1	7.293 ± 0.00 ^b
3	6.880 ± 0.03 ^b
5	6.406 ± 0.01 ^{bc}
7	6.076 ± 0.00 ^c
PKT	4.939 ± 0.02 ^d

*Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı P>0.05 düzeyinde göstermektedir.

*PKT: Portakal kabuğu tozu

4.4. Reolojik Özellikler

4.4.1. Farinograf özellikleri

Bisküvi hamurunun reolojik özelliklerinin PKT ilavesiyle nasıl değişimlere uğradığının belirlenmesi için Farinograf ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümlerden elde edilen farinogramların yorumlanmasıyla tespit edilen değerler Çizelge 4.7'de verilmiştir.

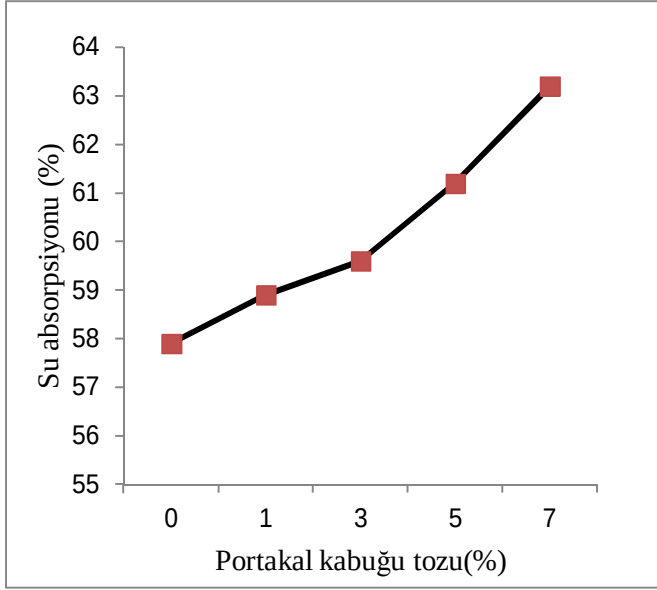
Çizelge 4.7. Bisküvi hamurlarının farinograf özellikleri

	Gelişme zamanı (sn)	Su absorpsiyonu %	Yumuşama derecesi (DS)	Stabilite (sn)
0	132	57,9	61	508
1	90	58,9	71	504
3	118	59,6	73	564
5	112	61,2	94	509
7	270	63,2	160	407

Çizilen farinograf grafiğinin (kurve) başlangıcından kurve'un 500 konsistens çizgisini ortaladığı ve maksimum yüksekliği aldığı noktaya kadar geçen süreyi belirten gelişme zamanı sonuçları lif ilavesi ile özellikle % 5'den sonra önemli bir artış göstermiştir. Normalde bu değer, protein miktarı ve kalitesi yüksek unlarda yüksek çıkmaktadır. Bu artış, lif ilavesinin undaki protein miktarındaki artışa benzer bir etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

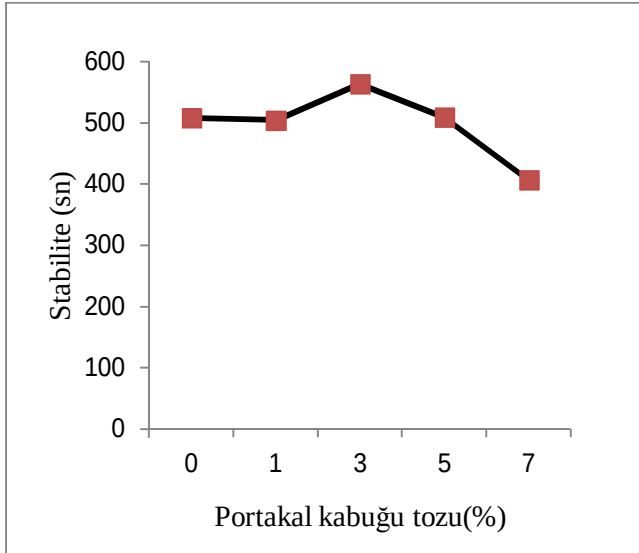
Bisküvi yapımında kullanılan buğdayların yumuşak olması istenir. Yumuşak buğday unlarının su absorpsiyonu sert buğdaylara göre azdır [95]. Unun hamur haline gelmesi için verilmesi gereken su miktarı olarak ifade edilen su absorpsiyonu, bisküvi gibi yumuşak tipteki hamurlar için önemli bir kriterdir. Çizelge 4.7. ve Şekil 4.2. incelendiğinde su absorpsiyonunun kontrol hamuru için 57.9 ve portakal kabuğu oranı %7 olduğunda 63.2 olarak ölçüldüğü görülmektedir. Su absorpsiyonunun PKT ilavesiyle sürekli yükselmesi hamur olması için daha fazla suya ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Yapılan bazı çalışmalarda [1,73,96] lif ilavesiyle su absorpsiyonu ve gelişme zamanı kriterlerinin arttığı gözlenmiştir. Çalışmamızda da aynı şekilde artış görülmektedir.

Un ve bisküvi üreticilerinin dikkate aldığı bir başka değer, farinograf mikserindeki karıştırma işleminin 12. dakikasından sonraki yumuşama derecesi (DS)'dir. Bu değer çizilen farinograf grafiğinin tepe noktasından itibaren 12 dk. sonra 500 Brabender birimi (BU) çizgisine olan dikey uzaklığını belirtir. Çalışmamızda bu değer, PKT ilavesiyle önemli bir artış göstermiştir. DS değerinin kontrol numunede 61 iken %7 lif ilavesiyle 160'ı bulması, lif ilavesinin hamuru oldukça yumuşattığını göstermektedir. Bu durum düşük oranlarda önemli bir sorun oluşturmazken yüksek oranlarda şekil vermek için dikkate alınmalıdır.



Şekil 4.2. Bisküvi hamurlarının su absorpsiyonu

Yoğurma sırasında unun kalitesine bağlı olarak hamurun paletlere karşı gösterdiği direnç bir süre değişmeden kalır. Bu süre ‘Stabilite’ değerini (sn) ifade etmektedir. Şekil4.3’de bisküvi hamurlarının stabilite değerleri verilmiştir. Burada hamurun stabilitesinin kontrol hamurunda 509 olarak tespit edildiği, PKT ilavesiyle %3’orana kadar arttığı %3’den sonra tekrar azalarak kontrol hamuru seviyesine geldiği(508) ve %7 oranında ise oldukça azaldığı gözlenmektedir.



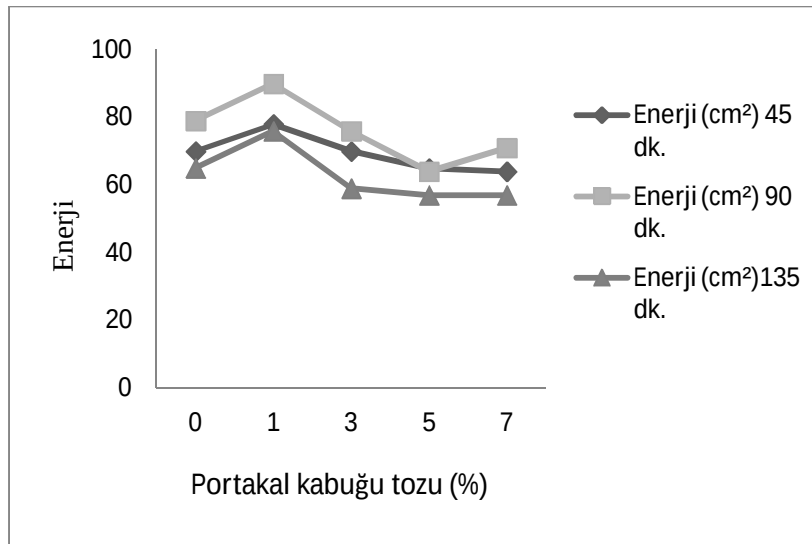
Şekil 4.3. Bisküvi hamurlarının stabilitesi

Tahıl lifleriyle yapılan çalışmada [1], lif oranı arttıkça yumuşama derecesi düşerken, kabak ve havuç lifleriyle yapılan çalışmada [73] lif oranı arttıkça, yumuşama derecesi önce yükselmiş sonra düşmüştür. İncelediğimiz çalışmalarda, lif oranlarının % 25'lere kadar çıktığını da göz önünde bulundurmak gerekir. Çalışmamızda ise yumuşama derecesi %7 oranına kadar sürekli artış göstermiştir. Yapılan bazı çalışmalarda lif oranı artırıldıkça stabilite artmış [73,96], buğday, arpa, yulaf ve pirinç lifleriyle yapılan çalışmada ise azalmıştır [1]. Bu çalışmada, stabilite değeri % 3'e kadar artmış daha sonra azalmaya başlamıştır. Kontrol ve %5 orana kadar PKT ilavesinin stabiliteyi keskin bir şekilde etkilemediğini söylemek mümkündür.

4.4.2. Ekstensograf özellikleri

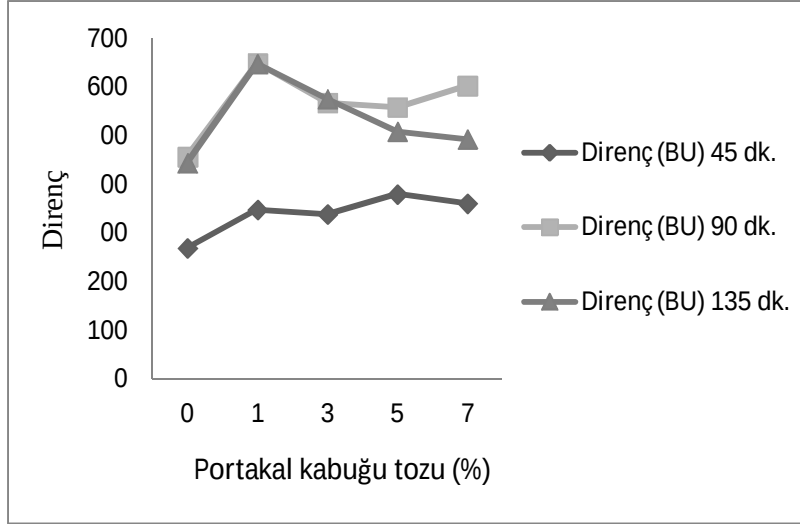
Farklı oranlarda PKT ilave edilen bisküvi hamurlarının ekstensograf özellikleri belirlenmiş olup Şekil 4.4., Şekil 4.5., ve Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.

Enerji ölçümü, ekstensograf eğrisinin altında kalan alanın cm^2 olarak belirtilmesidir. Bu değerin yüksek olması hamurun gaz tutma kapasitesi, fermentasyon toleransının ve hacminin yüksek olması anlamına gelmektedir. Şekil incelendiğinde portakal lifi eklendikçe hamurun enerjisi %1'e kadar artmakta %3'de kontrol seviyesine gelmekte ve sonraki oranlarda giderek azalmaktadır. Ekmek için bu özellik hacimli ekmek üretmesi açısından önem arz eder. Buradan hareketle; çalışmamızdaki çap ve kalınlığın pk ilavesiyle azalması, yüksek oranlardaki PKT değerlerinde hamurların 'Enerji' değerinin düşmesiyle de açıklanabilir.



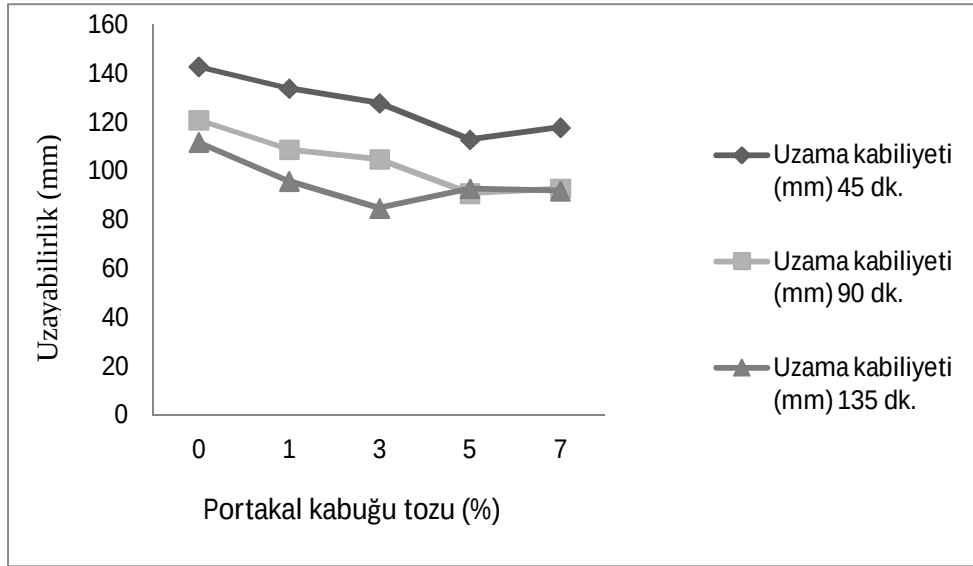
Şekil 4.4. Bisküvi hamurlarının enerjisi (cm^2)

Hamurun sabit deformasyondaki dayanma derecesini gösteren ‘Direnç’, diyagramın başlangıcından 5 dakika (50 mm) sonraki yüksekliğini Brabender birimi olarak ifade eder. Şekil 4.5'deki grafik hamurların 135 dakikadaki direncinin % 1'de yükseldiğini daha sonra %5 ve %7 oranlarında, kontrol seviyelerine düştüğü göstermektedir. Burada, PKT'nun %3 gibi oranlarda ilave edildiğinde direnç değerinin korunduğu söylenebilir.



Şekil 4.5. Bisküvi hamurlarının direnci (BU)

Uzama kabiliyeti eğrinin taban uzunluğu (mm) yani, hamurun çekilmeye başladığı andan koptuğu ana kadar geçen süreyi ifade etmektedir. Bu değer ile ekmeklik hamurun kalitesi ve uzama direnci arasında bir orantı vardır. Şekil 4.8.'deki tablo ve değerlere göre hamurların uzayabilirliği, lif miktarı arttıkça azalma eğilimi göstermiştir. Bu sonuçlara göre lif içeren portakal kabuğu ilavesi ekmek hamuru için gittikçe kötüleşen bir durumu ifade etse de yumuşak bisküvi hamurları için %1, %3 civarındaki lif ilaveleri tolere edilebilir.



Şekil 4.6. Bisküvi hamurlarının uzayabilirlik (mm) değerleri

4.5. Bisküvi kalınlığı ve çapı

Bisküviler, başlangıçta 5 mm kalınlığında iki tahta plaka arasında üretilmiş daha sonra bisküvilerin yeterli pişmediği ve görsel kalitesinin düşük olduğu düşünülerek 2.86 mm kalınlığındaki yeni plakalarla üretim gerçekleştirilmiştir. Farklı oranlardaki PKT ilavesiyle hazırlanan örneklerin çap, kalınlık ve yayılma oranı (Çap/Kalınlık) ölçüm sonuçları Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Çizelgeye göre en yüksek çap ölçümü 48.56 mm ile kontrol numuneye aiten en düşük çap ölçümü ise 46.62 mm ile %5 PKT ilaveli numuneye aittir. Kalınlık ölçüm sonuçlarına bakıldığında en yüksek değer 8.41 mm ile kontrol numunede ölçülürken en düşük değer ise 6.81 mm ile %7 PKT ilaveli numuneye aittir. PKT ilavesi çap ve kalınlık ve yayılma oranı üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). PKT ilavesi %3, % 5 ve %7 PKT ilaveli örneklerin kalınlıkları üzerinde $P > 0.05$ seviyesinde etkisiz olduğu gözlenmiştir.

Çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri, bisküvinin teknolojik kalitesinin belirlenmesi açısından önemli parametreler olup, genellikle çapın geniş, yayılma oranının yüksek, kalınlığın ise düşük olması istenir [97]. Çizelge 4.8.’deki sonuçlara göre bu çalışmadaki çap ve kalınlık değerlerinin azalma, yayılma oranının artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Farklı partikül büyüklüğüne sahip biracılık artığı liflerinin ilave edildiği bisküvilerinin yayılma oranını azalttığı [98], bir başka çalışmada kabak ve havuçtan elde edilen liflerin benzer şekilde yayılma oranını azalttığı [73] rapor edilmektedir. Farklı tahıl tiplerinden elde edilen liflerin bisküvilere ilavesiyle takip edilen çalışmada [1] mango kabuğunun bisküviye katılmasıyla takip edilen çalışmada [74] ve yukarıda belirtilen çalışmalarda lif ilavesiyle çapın azaldığı görülmektedir. Türksoy et al.’ın [73] yaptığı

çalışmada lif ilavesiyle kalınlık artarken mango lifi ilavesiyle yapılan bir diğer çalışmada [74] kalınlıkta küçük bir miktar azalma meydana gelmiştir. Sudha et al.'ın çalışmasında [1] ise buğday ve pirinç lifi ilavesi ile kalınlık azalırken, arpa ve yulaf lifi ilavesiyle kalınlık artmıştır. Demir [99], tam buğday unu ve paçallarının bisküvi üretiminde kullandığı çalışmada çapın azaldığını kalınlık ve yayılma oranının arttığını tespit etmiştir. Çalışmamızda %7 PKT oranında çapın kontrol örneğine göre 1.29 mm, kalınlığın 1.61 mm azaldığı yayılma oranının ise arttığı görülmektedir. Yukarıda bahsedilen çalışmalarda lif ilavesinin bisküvi ebatlarıyla ilgili özellikler üzerinde etkili olduğu fakat artma veya azalma şeklinde farklı etkiler gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durum farklı besinsel lif tiplerinin hidrasyon ve yağ tutma gibi farklı teknolojik özelliklere sahip olduğunu ve bu nedenle katıldığı gıdaların ebatlarını değişik şekillerde etkilediğini göstermektedir. pk ilavesiyle çapın azalması besinsel lifin yağ absorplama özelliği sayesinde bisküvinin yayılması üzerinde çok etkili olan yağın etkisini azaltmış olabileceği şeklinde açıklanabilir. Yine PKT ilavesiyle kalınlığın azalması; PKT içerisindeki bazı bileşenlerin gluten bağını zayıflattığını, ortam pH'ını düşürerek karbondioksit gazı oluşumunu sağlayan kabartıcıların etkilerini kırdığını ve bu nedenle hacim artışı sağlanmadığını düşündürmektedir.

Çizelge 4.8. Bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranları

Portakal kabuğu tozu (%)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı
0	48.56 ± 0.56 ^c	8.414 ± 0.42 ^b	5.771 ^a
1	48.755 ± 0.46 ^c	7.397 ± 0.79 ^{ab}	6.590 ^{bc}
3	47.883 ± 0.65 ^{bc}	7.126 ± 0.47 ^a	6.719 ^c
5	46.621 ± 0.87 ^a	7.200 ± 0.99 ^a	6.475 ^b
7	47.273 ± 0.48 ^{ab}	6.816 ± 0.68 ^a	6.935 ^c

* Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı P>0.05 düzeyinde göstermektedir.

4.6. Tekstür ölçümleri

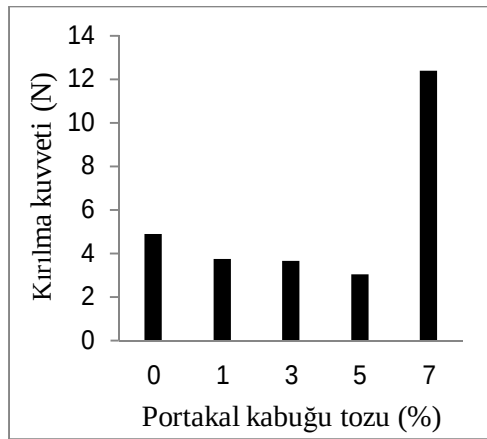
Bisküvinin deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanan sertlik ve dayanıklılık gibi tekstürel özelliklerinin, fırın ürünlerinde oldukça önemli parametreler olduğu belirtilmiştir [100]. Bisküvilerin kırılma ve esneme değerleri Çizelge 4.9, Şekil 4.7. ve Şekil 4.8'de verilmiştir. Bisküvinin kırılması için gereken kırılma kuvveti değerleri %5 PKT oranına kadar istatistiksel olarak anlamlı değilken (P>0.05), %7 PKT oranında 12.38 değerine ulaşmıştır. Bisküvinin uygulanan kuvvet karşısında (mm) olarak esnemesini

belirten esneme değeri, PKT oranı arttıkça azalma eğilimindedir. Oran %7'ye ulaştığında kırılma kuvvetinin aniden yükselmesi ve esneme değerinin azalması bisküvilerin sertleştiğini göstermektedir. Duyusal değerlendirmenin sertlik kriterine verilen puanlar bu durumu doğrulamaktadır. Ajila et al. [74] mango kabuğundan elde edilen lifin ilavesiyle yapının sertleştiğini belirtmişlerdir. Bisküvideki sertliğe su absorpsiyonu kapasitesinin artmasının neden olabileceği belirtilmiştir [101]. Bu çalışmadaki farinograf ölçümlerinde bisküvi hamurlarının PKT ilavesiyle su absorpsiyonlarının düzenli olarak arttığı belirlenmiştir. Bu durum lifin su tutması nedeniyle bisküvideki serbest su miktarının azalarak yapının sıkışması ve esnekliğini kaybetmesi olarak açıklanabilir.

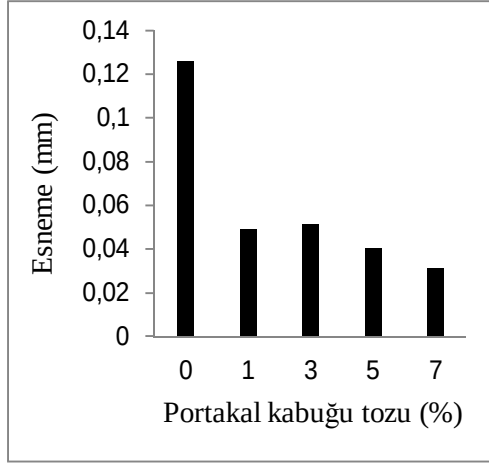
Çizelge 4.9 Bisküvi örneklerinin tekstür ölçümleri

Portakal kabuğu tozu (%)	Kırılma kuvveti (N)	Esneme (mm)
0	4.8963 ± 1.74 ^a	0.1256 ± 0.14 ^b
1	3.7474 ± 2.21 ^a	0.0491 ± 0.13 ^a
3	3.6592 ± 1.72 ^a	0.0514 ± 0.12 ^a
5	3.0532 ± 1.98 ^a	0.0403 ± 0.56 ^a
7	12.386 ± 1.6 ^b	0.311 0.71 ^a

*Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı P>0.05 düzeyinde göstermektedir.



Şekil 4.7. Bisküvilerin kırılması için gereken kuvvet (N) ölçümleri



Şekil 4.8. Bisküvilerin esneme (mm) ölçümleri

4.7. Renk analizleri

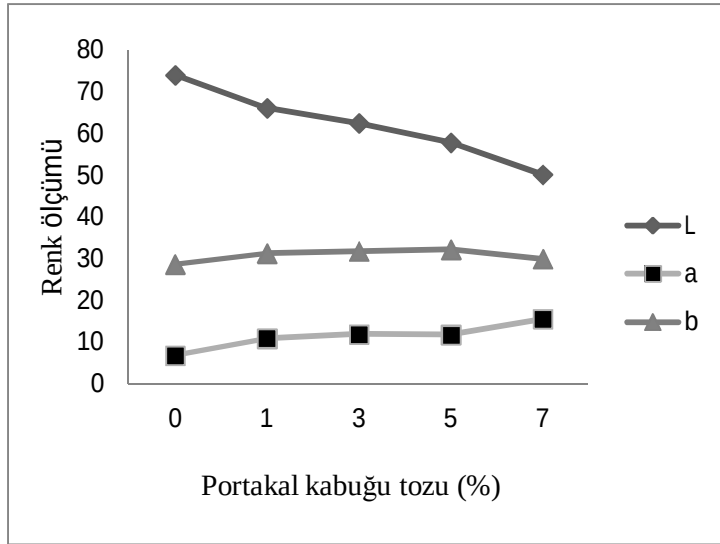
Bisküvi örneklerinin parlaklık (L), kırmızılık (a) ve sarılık (b) değerleri, farklı noktalarından ölçümler almak suretiyle renk ölçüm cihazında belirlenmiştir. Tespit edilen değerler Çizelge 4.10. ve Şekil 4.9.'da verilmiştir. Çizelgeye göre L değeri kontrol örneği için 74.08 olarak ölçülürken PKT ilavesiyle sürekli azalarak %7 PKT oranında 50.25 olarak ölçülmüştür. a ve b değerlerinin ise artış gösterdiği gözlenmiştir. PKT ilavesi renk ölçüm sonuçları üzerinde istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Tablo incelendiğinde; PKT ilavesinin a değeri üzerindeki etkisinin %1, %3 ve %5 oranlarında b değerinin ise %3 ve %5 oranlarında istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$) olduğu görülmektedir.

Lif içeren PKT'nun eklenmesiyle parlaklığın azalması, kırmızılık ve sarılık değerlerinin artış göstermesi; havuç ve kabak lifi ile yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar [73] ve mango lifiyle yapılan çalışmadaki sonuçlarla [74] uyum göstermektedir. Belirtilen çalışmalarda ve çalışmamızdaki bisküviye katılan lifler β -karoten gibi renk verici bileşenler içerdikleri için parlaklığın azalması ve portakal renginin artarak bisküvinin koyulaşması beklenen bir sonuçtur. B-karoten ve fenolik bileşikler açısından zengin olduğu tespit edilen mango kabuğunun ilavesiyle enzimatik esmerleşmenin bisküvi yüzeyindeki koyulaşmaya neden olduğu belirtilmiştir [74]. Benzer şekilde karotenoid ve fenolik bileşikler içeren portakal kabuğunun bisküvi yüzey renginin koyulaşmasına enzimatik esmerleşme reaksiyonunu arttırarak neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.10. Bisküvi örneklerinin renk ölçümleri

Portakal kabuğu tozu (%)	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
0	74.08 ± 1.59 ^a	6.84 ± 2.09 ^a	28.72 ± 1.14 ^a
1	66.17 ± 1.52 ^b	10.95 ± 0.72 ^b	31.33 ± 0.73 ^{bc}
3	62.55 ± 1.02 ^c	11.96 ± 0.70 ^b	31.92 ± 0.74 ^c
5	57.92 ± 1.95 ^d	11.83 ± 0.50 ^b	32.26 ± 1.2 ^c
7	50.25 ± 2.82 ^e	15.62 ± 1.08 ^c	30.02 ± 2.9 ^{ab}

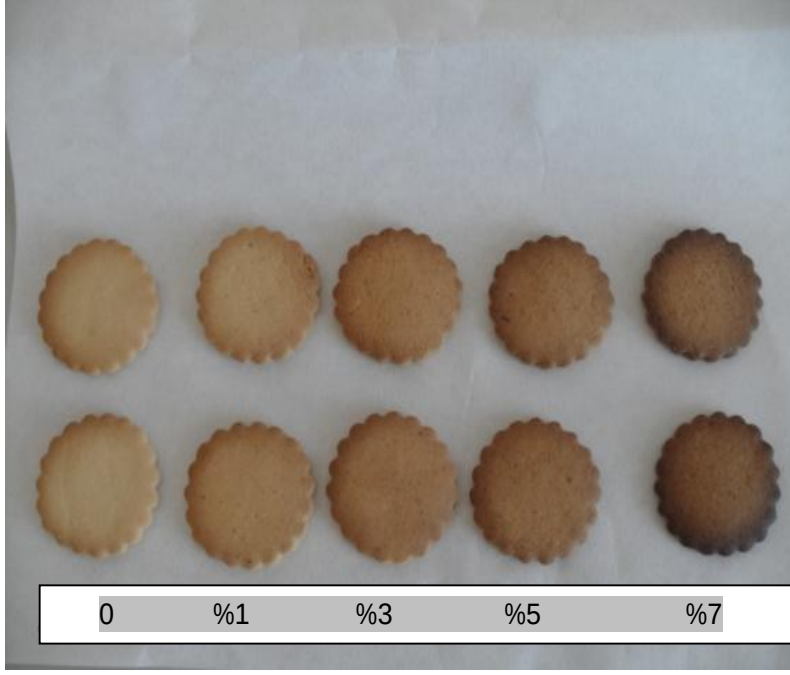
*Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı P>0.05 düzeyinde göstermektedir.



Şekil 4.9. Bisküvi örneklerinin renk ölçümleri

4.8. Duyusal Değerlendirme

Bisküvi örnekleri, panelistler tarafından dış görünüş, ısırma ve kesit özellikleri olarak üç ana başlıkta değerlendirilmiştir. Tüm analizler ve duyusal değerlendirmeler için üretilmiş olan farklı oranlarda PKT ilaveli örnekler Şekil 4.10.'da gösterilmiştir.



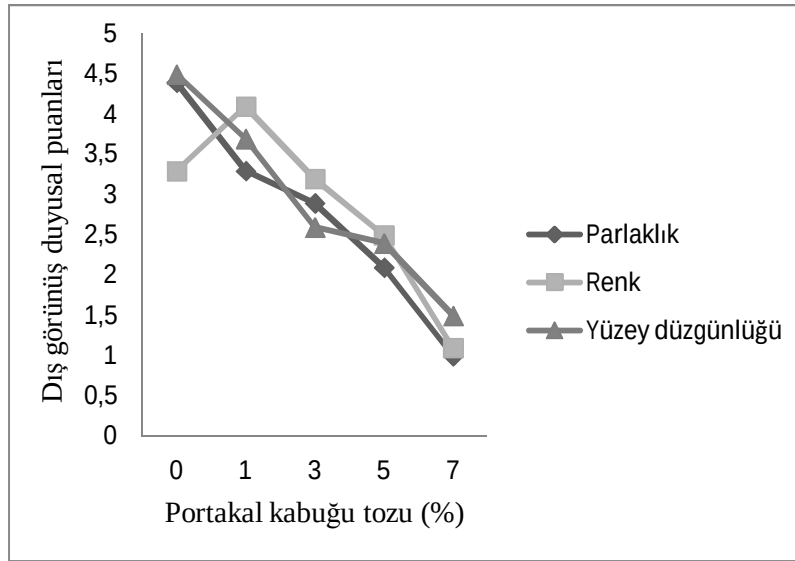
Şekil 4.10. Kontrol ve PKT ilaveli bisküvi örnekleri

Bisküvilerin dış görünüşü ile ilgili duyuşal değerdendirme puanları Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11.'de gösterilmiştir. İlk olarak yüzey görünüşü ve alt başlıklarına verilen puanlara bakıldığında en yüksek parlaklık puanının kontrol bisküvisine (4.4) en düşük puanın %7 oranlı bisküviye (1.0) verildiğı görölmektedir. Parlaklık, renk ve yüzey özelliklerine verilen en yüksek puanların kontrol örneğine verildiğı ve ilavesiyle sürekli olarak azaldığı görölmektedir. Verilen puanlara göre PKT ilavesi dış görünüş özelliklerinin alt kriterleri için istatistiksel açıdan anlamlı ($P<0.05$) bulunmuştur. Verilen puanların %3 oranına kadar kabul edilebilir olduğı %5'den sonra ise çok daha düşük olduğı göze çarpmaktadır. Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11.'de ifade edilen duyuşal değerdendirmeler renk ölçüm cihazı sonuçlarıyla karşılaştırıldığında birbirini teyit eden bir uyum ortaya çıkmaktadır. % 1'lik PKT ilavesinin renk olarak panelistleri tatmin ettiğı (4.1) göze çarpmaktadır. Yine PKT ilavesiyle yüzeyin homojenliğini giderek kaybettiğı görölmektedir. Bu durumun PKT'nun suda çözünmeyen bileşenlerinden ileri gelmesi muhtemeledir. Yapılan bazı çalışmalarda da [73,74] benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.11. Bisküvilerin dış görünüşü ile ilgili duyuşal değeriendirme puanları

Portakal kabuğu tozu (%)	Parlaklık	Renk	Yüzey düzgünlüğü
0	4.4 ± 0.70 ^d	3.3 ± 1.33 ^{bc}	4.5 ± 0.85 ^c
1	3.3 ± 0.94 ^c	4.1 ± 0.73 ^c	3.7 ± 0.82 ^{bc}
3	2.9 ± 1.19 ^{bc}	3.2 ± 1.47 ^{bc}	2.6 ± 1.07 ^{ab}
5	2.1 ± 0.56 ^b	2.5 ± 0.70 ^b	2.4 ± 0.51 ^a
7	1.0 ± 0.00 ^a	1.1 ± 0.31 ^a	1.5 ± 0.97 ^a

*Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı P>0.05 düzeyinde göstermektedir.



Şekil 4.11. Bisküvilerin dış görünüşü ile ilgili duyuşal değeriendirme puanları

Çizelge 4.12’de bisküvilerin ısırma ile ilgili duyuşal özelliklerinin değeriendirilmesi sonucunda aldığı puanlar verilmiştir. Sertlik özelliği, bisküvinin ilk ısırışta diş gösterdiği direnci gösterir ve bu değerin çok veya az olması istenmez. Çizelgeye göre sertlik için verilen puanlar kontrol ve %1 örnekler için tatmin edici iken sonraki oranlarda azalmıştır. Kırılma özelliği ile de yakından ilişkili olan gevreklik, iç yapının düzenliliğini ifade eden kumluluk ve bisküvinin fazla tükürük salgısı gerektirmeden erime ve yutulmasını ifade eden ağızda erime özelliğini için verilen puanlar, %1 örnekler için 3.2-3.9 arasında değışmektedir. Panelistler %1 PKT oranındaki örneğini kontrol örneğinden daha lezzetli bulmuşlardır. %3

oranında ise bu özellik 3.0 puanla korunmuş, sonraki oranlarda giderek azalmıştır. PKT ilavesinin bisküvi örneklerinin tüm kriterlerini istatistiksel olarak etkilediği ($P<0.05$) görülmektedir. Bu kısımdaki puanların nem, pH, yağ, kül, besinsel lif, toplam karotenoid, TFM, tekstür ölçüm sonuçlarıyla ilişkilendirilmeleri mümkündür. PKT ilavesinin istatistiksel olarak etkilediği her analiz sonucunun duyuşal özelliklerin ısıрма özelliklerini doğrudan etkilemiş olduğu düşünölebilir.

Çizelge 4.12. Bisküvilerin ısıрма özellikleri ile ilgili duyuşal değeriendirme puanları

Portakal kabuğu tozu (%)	Sertlik	Gevreklik	Kumluluk	Ağızda erime	Lezzet
0	3.5 ± 1.26^c	3.8 ± 1.03^c	4.0 ± 0.81^d	3.0 ± 0.94^{bc}	3.3 ± 1.25^{bc}
1	3.2 ± 0.78^{bc}	3.8 ± 1.03^c	3.3 ± 0.95^{cd}	3.5 ± 0.85^c	3.9 ± 1.10^c
3	1.8 ± 0.78^a	2.5 ± 0.85^b	2.2 ± 0.78^{ab}	2.3 ± 0.67^b	3.0 ± 1.15^{bc}
5	2.1 ± 1.10^{ab}	2.7 ± 1.15^{bc}	2.5 ± 0.85^{bc}	2.4 ± 1.07^b	2.4 ± 0.70^{ab}
7	1.0 ± 0.0^a	1.3 ± 0.48^a	1.3 ± 0.67^a	1.2 ± 0.42^a	1.4 ± 0.70^a

*Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı $P>0.05$ düzeyinde göstermektedir.

Çizelge 4.13.'de bisküvilerin kesit özellikleri ile ilgili duyuşal değeriendirme puanları verilmiştir. Bisküvi iç yapısındaki kabarmanın durumunu ifade eden sıkı yapı özelliği, iç yapıdaki gözeneklerin büyüklüğu ve homojenliğini ifade eden gözenek dağılımı ve bisküvi kabuğunun olabildiğince ince olmasını ifade eden kabuk inceliği kriterleri incelendiğinde %3 PKT oranına kadar kabul edilebilir puanlar verildiği görölmektedir. Kabuk inceliği ve kesit iç renginde %5 oranına kadar PKT oranları arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları ($P>0.05$) görölmektedir. Kabuk inceliği, kesit iç rengi ve kabuk rengi için verilen puanlar %5'e kadar tatmin edicidir. Çizelgedeki veriler, lif içeren PKT ilavesinin kesit özelliklerini diğer duyuşal kriterlere göre daha az olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Bisküviye lif ilave edilmesiyle ilgili yapılan duyuşal çalışmalarda [1,73,74] lif miktarı arttıkça duyuşal kalite puanları, belirli bir orana kadar korunmakta, yüksek lif oranlarında ise verilen duyuşal puanlar çalışmamızdaki gibi azalmaktadır.

Çizelge 4.13. Bisküvilerin kesit özellikleri ile ilgili duyusal değerlendirme puanları

Portakal kabuğu tozu (%)	Sıkı yapı	Gözenek dağ.	Kabuk inceliği	Kesit iç rengi	Kabuk rengi
0	3.8 ± 0.91 ^c	3.8 ± 0.92 ^d	3.7 ± 1.15 ^b	3.4 ± 1.07 ^b	3.4 ± 1.17 ^{bc}
1	3.5 ± 1.08 ^{ab}	3.7 ± 0.82 ^{cd}	2.7 ± 0.94 ^b	3.1 ± 1.72 ^b	4.3 ± 0.67 ^c
3	3.0 ± 1.15 ^b	2.7 ± 0.67 ^{bc}	2.7 ± 1.15 ^b	2.9 ± 1.28 ^b	3.8 ± 0.91 ^{bc}
5	2.6 ± 1.07 ^b	2.5 ± 0.97 ^{ab}	2.8 ± 0.78 ^b	3.1 ± 1.28 ^b	2.8 ± 1.22 ^b
7	1.4 ± 0.51 ^a	1.5 ± 0.52 ^a	1.3 ± 0.48 ^a	1.1 ± 0.31 ^a	1.2 ± 0.63 ^a

*Küçük harfler aynı sütunda örnekler arasındaki farklılığı P>0.05 düzeyinde göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Besinsel liflerin sağlık üzerinde olumlu etkileri bulunduğu bilinmektedir. Bu etkiden lif içeriğindeki bileşenlerin yapısında bulunan -OH gruplarının sorumlu olduğu ve bu gruplar sayesinde H_2O molekülünün besinsel life bağlandığı birçok çalışmada gösterilmiştir. Yaptığımız çalışmada bu olgu üzerinden hareketle; lifçe zengin olduğu bilinen portakal kabuğu dondurularak kurutulup öğütülerek bisküvi formülasyonlarına ilave edilmiştir. Portakal kabuğu ilavesinin bisküvi hamurunun bazı reolojik özelliklerine ve pişmiş bisküvinin bazı kalite özelliklerine etkisinin araştırılması ve portakal kabuğu içindeki besinsel lif ve diğer bileşenlerin bisküvilere çeşitli fonksiyonlar kazandırması amaçlanmıştır.

Bisküvilere şekil verilmesinde kullanılan plakaların kalınlığı, en uygun pişirme sıcaklık ve süresi yağ, şeker, su ve kabartıcı madde miktarları çeşitli denemeler sonucunda belirlenmiştir. İlk üretilen bisküvilerin sert ve duysal kalitelerinin düşük olduğu tespit edilmesiyle, hammaddelerin buzdolabından çıkarıldıktan hemen sonra kullanılmasıyla birlikte bisküvi kalitesi üzerinde çok etkili olan hamur sıcaklığını düşürdüğü anlaşılmıştır. Bu tespitle birlikte, hammaddeler oda sıcaklığında bekletilerek yumuşak tip bisküvi hamurları için uygun olan sıcaklık aralığındaki ($28 \pm 2^\circ C$) hamurlarla bisküviler üretilmiştir.

Kullanılan una farklı oranlarla eklenen portakal lifi ile hazırlanan hamurlarda yapılan farinograf analizlerine göre gelişme zamanı, su absorpsiyonu ve yumuşama derecesi artmış, stabilite değeri ise %3 PKT oranına kadar arttıktan sonra azalma göstermiştir. Lifli gıdaların su tutma özellikleri nedeniyle su absorpsiyonunu arttırması beklenen bir sonuç olup portakal lifi eklenen bir üretimde hamurun istenilen kıvama gelmesi ve işlenme özelliği kazanması için su miktarı arttırılmalıdır. Ekstensograf sonuçlarına göre; enerji değerinin %1 PKT oranından sonra azaldığı, direncinin önemli bir değişime uğramadığı, uzama kabiliyetinin ise azalma gösterse de yumuşak bisküvi hamurları için önemli bir sorun oluşturmadığı görülmektedir.

Bu çalışmada değişik oranlarda PKT katılan bisküvilerin nem, kül, yağ, protein ve besinsel lif oranları belirlenmiştir. Lif miktarı arttıkça nemin azalması, bisküvideki serbest su miktarının düştüğünün göstergesidir. Bu durumun bisküvinin raf ömrünün uzatılmasına katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Bisküvilerin pH seviyesinin, portakal lifi ilavesiyle lifin asidik içeriği sayesinde, beklenildiği gibi düştüğü gözlemlenmiştir. Ortam pH'ı %1 ve %3 oranlarında nötr tat eşiğinde görülmüştür. PKT ilavesiyle düşen pH'ı dengelemek için hamurlarda sodyum asit pirofosfat kullanılabilir.

Fiziksel özellikleri incelendiğinde, portakal lifi ilavesinin artan oranlarda çap ve kalınlıkta azalmaya neden olduğu, tekstürel olarak bisküvinin esnekliğini kaybederek giderek sertleştiği ve renk değerleri bakımından; parlaklığın (L) azaldığı, kırmızılık (a) ve sarılık (b) değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Duyusal analizlerde yüzey, ısırma, kesit özellikleri ve bunlara bağlı alt başlıklar incelendiğinde %3 civarında portakal kabuğu tozu ilavesinin kabul edilebilir sonuçlar ortaya çıkardığı gözlemlenmiştir. Sertlik, gevreklik, kumluluk, ağızda erime gibi özelliklerde diğerlerine nispeten daha düşük puanlar olması normal bir üretimde hammaddelerle, bu özelliklerin düzeltilmesi gerektiğini göstermektedir.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; PKT ilavesiyle birlikte bisküvinin antioksidan kapasite, toplam karotenoid, toplam fenolik madde ve besinsel lif açısından zenginleştirildiği ve böylece besleyicilik değerinin arttığı söylenebilir. Bununla birlikte, nem dengesine katkı sağlayarak kılcal çatlamalardan kaynaklanan kırılmaların önlenmesine ve raf ömrünün uzamasına katkı yapacağı öngörülmektedir. Fiziksel, kimyasal, reolojik ve duyusal analizler sonucunda, hamurdaki su, kabartıcı, yağ gibi hammaddeler, karıştırma süresi, hamur sıcaklığı gibi parametrelerde değişiklikler yaparak dondurarak kurutulmuş PKT'nun bisküvilik unun %3'ü hatta %5'i oranında eklenmesinin mümkün olacağı söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

- [1] M.L.Sudha, R.Vetrimani, K. Leelavathi, *Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality*. **Food Chem.**100 (2007) 1365–1370.
- [2] F. Beğen, *Yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde lüpen (Lupinus albus L.) kepeği kullanımı üzerine bir araştırma*. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2012)
- [3] D.J. Manley, *Manley's Technology of biscuits, crackers and cookies*, Fourth edition, (2011) Philadelphia p:2
- [4] İ. S. Doğan, T. Uğur, *Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma*, **J. Agric. Sci.**, (2005)15.2 :139-148.
- [5] P. Wade, *Biscuits Cookies and Crackers*, 1:The Principle of the Craft, New York, (1988).p: 2-10,85,163.
- [6] F. Meuser, J. M. Brummer, W. Seibel. *Bread varieties in central Europe*. **Cereal Food World**, (1994) 39(4) 222–230.
- [7] J. Thompson, M. Manore, *Fiber, nutrition; an applied approach*. Benjamin Cummings. San Francisco, (2005) p: 123-139
- [8] H. Gül, *Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2007).
- [9] J.Y. Thebaudin, A.C Lefebvre, M. Harrington, C.M. Bourgeois, *Dietary fibres: nutritional and technological interest*. **Trends Food Sci. Tech.**, 8 (1997) 41-48.
- [10] T.Prakongpan, A.Nitithamyong, P. Luangpituksa, *Extraction and Application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores*. **J Food Sci.**, 67(2002) 1308-1313
- [11] <http://nutritiondata.self.com/facts/fruits-and-fruit-juices/1976/2> E.T.:1.1.2015
- [12] P. R. Larrauri, B. Laura, C. S.Fulgencio, *High dietary fibre peels: associated powders from orange and lime polyphenols and antioxidant capacity*. **J Food Res.**, 29/8 (1996) 751-162.
- [13] N. Ghanema, D. Mihoubib, N. Kechaoua, N. B. Mihoubic, *Microwave dehydration of three citrus peel cultivars: Effect on water and oil retention capacities, color, shrinkage and total phenols content*. **Ind. Crop Prod.**, 40 (2012) 167– 177.
- [14] S.S. Ünal, Ç. Özer, M. Olçay, *Farklı tipteki bisküvilerin bazı kalite nitelikleri*. 2. Un, Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu, Karaman Bildiri Kitapçığı. (1997) 197-206.
- [15] N. Özkaya, R. Seçkin, R. Ercan, *Bazı Bisküvi Çeşitlerinin Kimyasal Özellikleri ile Mineral ve Vitamin İçerikleri Üzerinde Araştırmalar*. **Gıda**, 9.5 (1984) 245-251.
- [16] Anonymus., *TS 2383 Bisküvi Standardı*. Türk Standartları Enstitüsü (1991) Ankara.

- [17] A. B. Madenci, S. Türker, *Helal Bakış açısıyla bazı bisküvi formülasyonlarının incelenmesi* Ulusal Helâl ve Sağlıklı Gıda Kongresi Gıda Katkı Maddeleri: Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Ankara (2011) p-13.
- [18] S. Ünal, *Hububat Teknolojisi*, Ege.Üniv. Müh. Fak., Çoğalma Yay., No:29, (1986)
- [19] İ.S. Doğan, *Tahıl İşleme Teknolojisi Ders Notları*. Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (1999)
- [20] S. Öztürk, *Bisküvi Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri*. Un Mamulleri Dünyası, 7/2 (1998) 76-78.
- [21] E. Karababa, A. N. Ozan, *Çeşit ve çevrenin bisküvi kalitesi üzerine etkisi*. Un Mamulleri Dünyası, 4/1(1995) 26 35.
- [22] H. Gündoğdu, *Bisküvi sanayisinde kullanılan unun özellikleri ve temin edilmesindeki yaşanan problemler*. 2.Un Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu.(1996) 28-30.
- [23] S.Nas, H.Y. Gökarp, M. Ünsal, *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Pamukkale Üniversitesi Yayınları 5 (1998)
- [24] M.M. Chrysam, D.R. Erickson, H.W. Jackson, D.A Leo, G.R. List, F.A. Norris, R.T. Sleeter, A.E. Thomas, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. **Kraft Inc. R&D.**, 2 (1985) 41-111.
- [25] B.Başol, *Ülkemizde Üretilen Şorteninglerin Yağ Asidi Bileşimlerinin ve Trans Yağ Asidi İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. (2006)
- [26] H.E Onurlubaş, H. Kızılaslan, *Türkiye’de Bitkisel yağ sanayindeki gelişmeler ve geleceğe yönelik beklentiler*,Türkiye Ekonomik Araştırma Enstitüsü.(2007) s 9
- [27] M. S. Schanot, *Sweeteners: functionality in cookies and crackers*. **AIB Tech Bull.**, (1981)3- 4.
- [28] A. Elgün, Z. Ergutay,Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tahıl İşleme Teknolojisi, 718 (2002) 3765.
- [29] Y.Yaz, *Bisküvi Üretim Teknikleri*, Bitirme Tezi, YYÜ, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü (2001).
- [30] T. Vasanthan, J. Gaosong , J.Yeung, J. Li, *Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking*. **Food Chem.**, 77 (2002) 35-40.
- [31] F. Guillon, M. Champ, *Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology*. **Food Res. Int.**, 33 (2000) 233-245.
- [32] A. Idouraine, M.J. Khan, C.W. Weber, *In vitro binding capacity of wheat bran, rice bran, and oat fiber for Ca, Mg, Cu, and Zn alone and in different combinations*. **J Agric Food Chem.**, 44(1996) 2067-2072.
- [33] N.Grigelmo-Miguel, S. Gorinstein, O. Martin-Belloso, *Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient*. **Food Chem.**, 65(1999a) 175-181.

- [34] J.N. BeMiller, R.L Whistler, *Dietary fiber and carbohydrate digestibility*. **Food Chem.** Marcel Dekker (1996)157-224.
- [35] C.W. Weber, E.A. Kohlhepp, A. Idouraine, L.J. Ochoa, *Binding capacity of 18 fiber sources for calcium*. **J. Agric. Food Chem.**, 41 (1993)1931-1935.
- [36] F.W. Sosulski, A.M. Cadden, *Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber*. **J Food Sci**, 47(1982) 1472-1477.
- [37] Y. Soyer, F. Karadeniz, *Aljinatların Gıda Endüstrisinde kullanım alanları*. **Dünya Gıda** 10 (2003)71-76.
- [38] J.M. Fernandez-Gines, J. Fernandez-Lopez, E.Sayas-Barbera, E. Sendra, J.A.Perez-Alvarez, *Lemon Albedo as a New Source of Dietary Fiber: Application to Bologna Sausages*. **Meat Sci.** 67 (2004)7-13.
- [39] I. A Brownlee, *The physiological roles of dietary fibre*. **Food Hydrocolloid.**, 25 (2011) 238–250.
- [40] T.S. Kahlon, F.I, Chow J.L. Hoefler, A.A. Betschart, *Effect of wheat bran fiber and bran particle size on fat and fiber digestibility and gastrointestinal tract measurements in the rat*. **Cereal Chem.**, 78/4 (2001) 481–484.
- [41] İ. Saldamlı, *Gıda Kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara (2007) 119-123.
- [42] A.C. Logan, *Dietary fiber, mood, and behavior*. **Nutr.**, 22 (2006) 213-214.
- [43] M.J. Villanueva-Suarez, A. Redondo-Cuenca, M.D. Rodríguez-Sevilla, K.W. De Las Waldron, M.L.Parker, A.C. Smith, *Plant cell walls and food quality*. **Compr. Rev Food Sci.**, 2/4 (2003)128–146.
- [44] J. Stevens, A. Kyungml, H.D. Juhaeri, L. Steffan, D. Couper, *Dietary fiber intake and glycemic index and incidence of diabetes in African American and white adults*. **Diatebes Care.**, 25 (2002) 1715-1721.
- [45] S. Ou, K. Kwok, Y Li, L. Fu, *In Vitro Study of Possible Role of Dietary Fiber in Lowering Postprandial Serum Glucose*. **J Agric Food Chem.** 49 (2001)1026-1029.
- [46] J.W. Anderson, K.M. Randles, D.W. Kendall, D.J. Jenkins, *Carbonhydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta analysis of the evidence*. **JAM Coll. Nutr.**, 23 (2004) 5-7.
- [47] A. Kurucu, *Beslenme*. Milli Egitim Basımevi. 1987, s: 421
- [48] M.S. Özer, *Kepekli ekmeklerin bazı niteliklerinin incelenmesi ve kalitelerinin iyileştirilmesi olanakları*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (1998)
- [49] J.Zhang, Y. Li, M.E. Torres, *How does a suicide attempter eat differently from others? Comparison of macronutrient intakes*, **Nutr.**, 21(2005) 211 – 277.

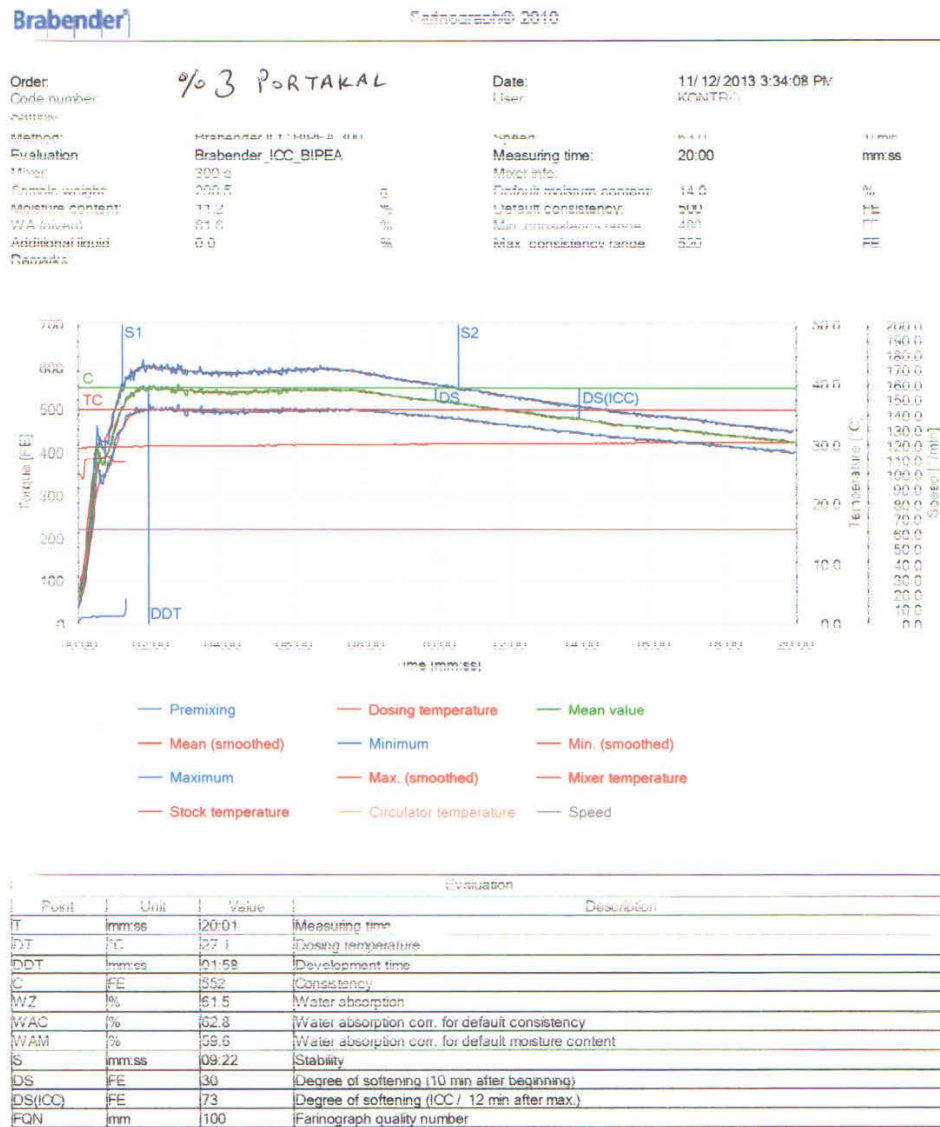
- [50] H.W. Lopez, M.A. Levrat-Verny, C. Coudray, C. Besson, V. Krespine, A. Messenger, M.J. Peña, C.E. Vergara, N.C. Carpita, *The structures and architectures of plant cell walls define dietary fibre composition and the textures of foods*. **Adv. Diet Fibr. Technol.**, (2001) 42–60.
- [51] H. Younes, M.A. Levrat, C. Demige, C. Rémésy, *Resistant starch is more effective than cholestyramine as a lipid-lowering agent in the rat*. **Lipids.**, 30 (1995) 847–853.
- [52] B. Dashti, F. Al-Awadi, M. S. Khalafawi, W. Sawaya, H. Al Amiri, *Soluble and insoluble dietary fibre in thirty-two Kuwaiti dishes*. **Food Chem.**, 83 (2003) 557–561.
- [53] D. Dülger, Y. Şahan, *Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri*, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 2522 (2011) 147-157.
- [54] A. Stark, Z. Madar, *Definition of dietary fiber*. In *‘Functional foods: designer foods, pharma foods, nutraceuticals*. **Chapman & Hall, Inc.**, New York (1994) 183-218.
- [55] N. Grigelmo-Miguel, E. Carreras-Boladeras, O. Martin-Belloso, *Development of high- dietary-fibre muffins*. **Eur. Food Res. Technol.**, 210(1999b) 123-128
- [56] H.J. Wang, R.L. Thomas, *Direct use of apple pomace in bakery products*. **J. Food Sci.**, 54(1989) 618- 620.
- [57] C.M. Tudorica, V. Kuri, C.S. Brennan, *Nutritional and pyhsicochemical of dietary fiber enriched pasta*. **J. Agr. Food Chem.**, 50(2002) 347-356.
- [58] H. S. Burdurlu, F. Karadeniz, *Gıdalarda diyet lifinin önemi*. Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Dergisi, 7.15 (2003) 18-25.
- [59] E. Sendra, P. Fayos, Y. Lario, J. Fernandez-Lopez, J.A. Perez-Alvarez, *Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria*. **Food Microbiol.**, 25.1 (2008) 13-21.
- [60] M.L. Garcia, R. Dominguez, M.D. Galvez, C. Casas, M.D. Selgas, *Utilization of Cereal and Fruit Fibres in Low Fat Dry Fermented Sausages*. **Meat Sci.**, 60(2002) 227-236.
- [61] I.B. Hashim, A.H. Khalil, H.S. Afifi, *Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber*. **J. Dairy Sci.**, 92.11 (2009) 5403-5407.
- [62] M.Ö. Duran, S. Özçelik, M. Certel, M. Erbaş, *Ticari şartlarda ekmek üretiminde patates ve yulaf unu kullanmanın hamur ve ekmek özelliklerine etkileri*, **Gıda**, 29.2 (2004) 139-147
- [63] A. Rieder, A. K. Holtekjolen, S. Sahlstrom, A. Moldestad, *Effect of barley and oat flour types and sourdoughs on dough rheology and bread quality of composite wheat bread*, **J. Cereal Sci.**, (2011) 44-52.
- [64] P. Ahmadkhani, *Ekmeklik una katılan yulaf ununun hamurun fiziksel özelliklerine ve ekmeğin kalitesine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, (1992)
- [65] D. Sabanis, D. Lebesi, C. Tzia, *Effect of dietary fibre enrichment an selected properties of gluten free bread*- **LWT Food Sci. Thecnol.**, 42 (2009) 1380-1389.

- [66] A. Sangnark, A. Noomhorm, *Effect of functional properties of dietary fibre prepared from sugar cane bagasse*, **Food Chem.**, 80 (2003) 221-229.
- [67] A. Raymundo, N. F. Patricia, M. Cristiana, N. Ceer, *Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough*, **Bioac. Carbohyd. Diet Fibr.**, 3 (2014) 96 – 105.
- [68] L. Dodok, E. Morova, M. Gallova- Adazsova, *Influence of inactivated oat flour on gluten dough and biscuit quality*, *potravinarskeho Vyskumu* 21 (1982) 49-52.
- [69] H. Gül, H. Dizlek, Ş. Alpaslan, *Yulafın bileşimi ve Gıda sanayinde kullanım olanakları*, *Hasad Gıda* 23.274 (2008) 38-43.
- [70] M. Hanan, K. E. Youssef, M. Rasha, A. Mousa, *Nutritional Assessment of Wheat Biscuits and Fortified Wheat Biscuits with Citrus Peels Powders* **Health.**, 2.1 (2012) 55-60.
- [71] C.F. Chau, Y.L. Huang, *Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of Citrus sinensis L. Cv. Liucheng*. **J. Agric. Food Chem.**, 51(2003) 2615-2618.
- [72] N. Bilgiçli, Ş. İbanoglu, E. N. Herken, *Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies*, **J. Food Eng.**, 78 (2007) 86–89.
- [73] S. Türksoy, B. Özkaya, *Pumpkin and Carrot Pomace powders as a Source of Dietary Fiber and Their effects on Mixing properties of wheat Flour dough and Cookie Quality*, **Food Sci. Technol. Res.**, 17.6 (2011) 545-553.
- [74] C.M Ajila, K. Leelavathi, *Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with incorporation of mango peel powder*, **J. Cereal Sci.**, 48 (2008) 319-326.
- [75] <http://www.gidacilar.net/kimyasal-analizler/gidalarda-kul-tayini-407.html>
E.T:18.5.2014
- [76] AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, (1990) 15th edition, S.Williams, Virginia
- [77] Y.S. Velioğlu, G. Mazza, L. Gao, B.D. Oomah, *Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products*. **J. Agric. Food Chem.**, 46(1998) 4113-4117.
- [78] W. Brand-Williams, M.E. Cuvelier, C. Berset, *Use of free radical method to evaluate antioxidant activity*. **LWT-Food Sci. Tech.**, 28 (1995) 25-30.
- [79] Anonymous Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry *Standard No. 114,115*. ICC, Detmold, Germany (1972)
- [80] F. J. Francis, *Colour Analysis*, **Food Anal.**, Gaithersnurg (1998) 599-612.
- [81] AACC American Association of Cereal Chemists, *Approved Methods of the AACC* The Association (2000) St. Paul

- [82] S. Sertakan, *Bisküvi ve Kraker Üretiminde Tritikale Ununun Kullanım Olanakları*, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi (2006)
- [83] Anonymous T.S. 5546, *Tarım Ürünleri-Gıda Madde ve Mamulleri-Duyusal Analizler-Metodoloji- Genel Kurallar*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (1988)
- [84] F. Fiquerola, M. L. Hurtado, A. M. Estevez, C. Italo, *Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment- Food Chem.*, 91(2005) 395-401.
- [85] S.V. Ting, R.L. Rousseff , *Citrus Fruits and Their Products*, **Anal Technol.**, Marcel Dekker, New York (1986) 293.
- [86] S.V.Ting, J.A. Attaway, *Citrus Fruits* , **Food Sci. Technol.**, A Series of Monographs. Chapter 3 (1985)
- [87] W.J. Lessin, G.L. Catıganı, S.J. Schwartz, *Quantification of cis-trans isomers of provitamin a carotenoids in fresh and processed fruits and vegetables. J. Agric. Food Chem.*, 45 (1997) 3728-3732.
- [88] S.Dağdelen, *Otlı peynire katılan önemli ot türlerinin antimikrobiyel, antioksidan etkileri, aroma profili ve bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi*, İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği (2010) 42-44.
- [89] A. Gil-Izquierdo, M.I. Gil, F. Ferreres, F. Tomas-Barberan, *In vitro availability of flavonoids and other phenolic in orange juice. J. Agric. Food Chem.*, 49 (2001) 1035-1041.
- [90] M.G.L.Hertog, P.C.H. Hollman, B.V.Putte,. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines, and fruit juices. **J. Agric. Food Chem.**, 41 (1993) 1242-1246.
- [91] http://www.gidamo.org.tr/resimler/ekler/058f544c737782d_ek.pdf?dergi=13, E.T. 12.1.2015
- [92] M. C. Garau, S. Simal, C. Rossello, A. Femenia, *Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (Citrus aurantium v. Canoneta) by-products*, **Food Chem.**, 104 (2007) 1015.
- [93] İ. Turhan, N. Tetik, M. Karhan, *Turunçgil Kabuk Yağlarının Elde Edilmesi Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 3 (2006) 73.
- [94] <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-962/FAPC-118web.pdf>, sa-118-7, E.T: 12.01. 2015
- [95] W.T. Yamazaki, C.A. Lamb *Effect of season and location on quality of cookies from several wheat varieties*, **Agron J.**, (1961) 325-326.
- [96] M.A. Larrea Y.K. Chang, F. Martinez -Bustos ,*Some functional properties of extruded orange pulp and its effect on the quality of cookies*, **LWT.**, 38 (2005) 213-220.

- [97] L. T. Kissell, Y. Pomeranz, W. T. Yamazaki, *Effects of flour lipids on cookie quality*. **Cereal Chem.**, 48(1971) 655-662.
- [98] S. Öztürk, O. Özboy, İ. Cavidoğlu, H.Köksel, *Effects of brewers spent grain on quality and dietary fiber content cookies*, **J. Inst. of Brew.**, 108.1 (2002) 23-27.
- [99] M. K. Demir, *Bisküvi Üretiminde Tam Buğday Unu ve Paçallarının Kullanımı* **Tar. Bil. Der.**, 21 (2015)100-107.
- [100] G. J. Ahlborn, O. A. Pike, S. B. Hendrix, W. M. Hess, C. S. Huber, *Sensory, mechanical and microscopicevaluation of staling in low-protein and gluten free breads*. **Cereal Chemistry**, 82.3 (2005) 328-335.
- [101] W.H. Smith, Hard semi-sweet biscuits. IN: Biscuits, Crackers and Cookies: Technology, 1.466-473

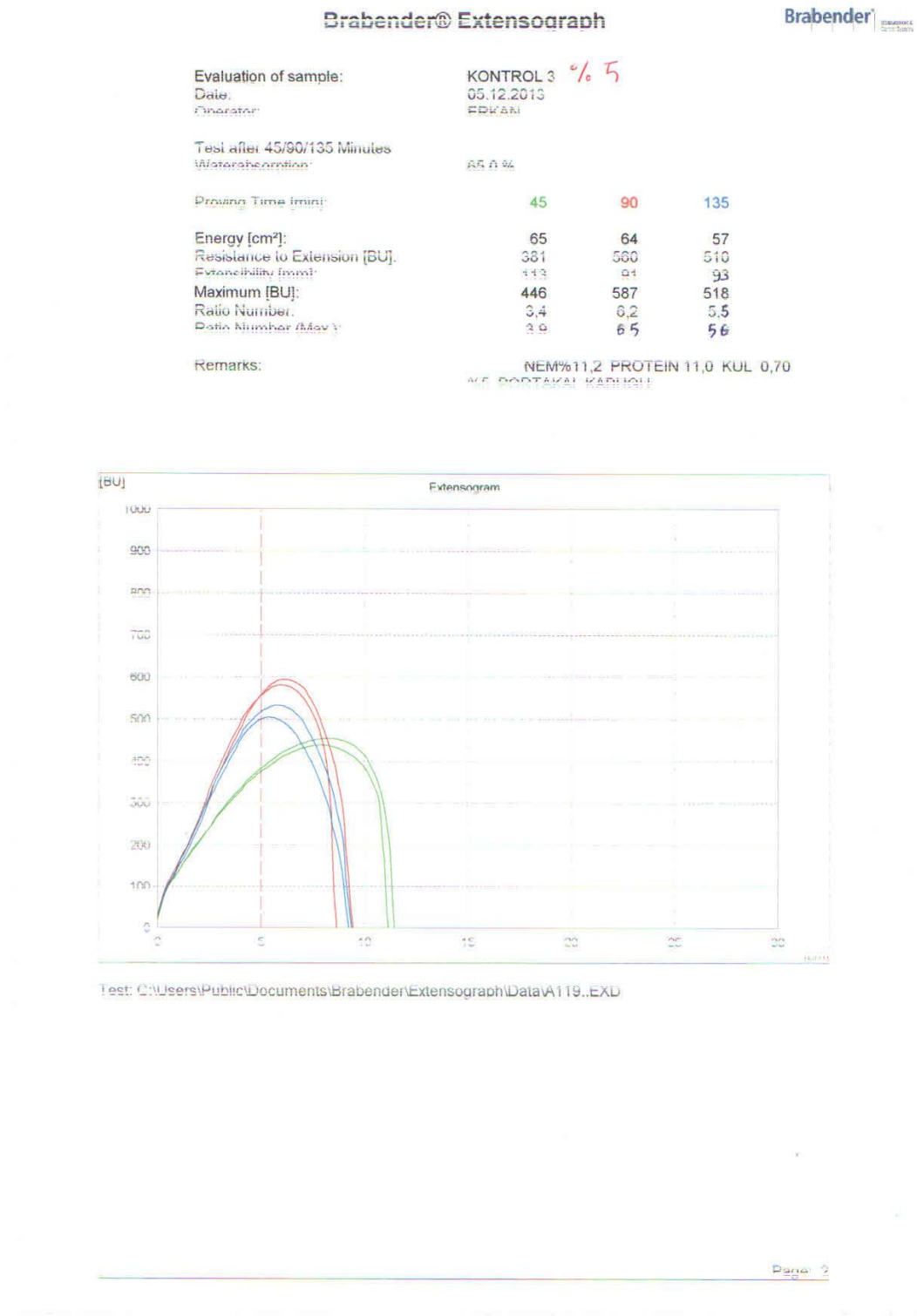
Ek.1. Örnek farinogram



Test: C:\Users\Public\Documents\Brabender\Farinograph 512\13-11-12-13-34-KONTR\KONTR-1.txt

1.1.2 1/1

Ek 2. Örnek ekstensogram



Ek.3.a. Bisküvi kalite değerlendirme kriterleri

Yüzey Görünüm Özellikleri:

a) Parlaklık-Matlık: Yüzeyin bisküvi çeşidine bağlı olarak arzu edilen (standarda göre) parlaklık ve matlık durumunu ifade eder.

5 Puan: ideal parlaklık

4 Puan: ideale yakın parlaklık

3 Puan: Kabul edilebilir parlaklık

2 Puan: yeterli değil

1 Puan: mat

b) Renk: Yüzeyin bisküvi çeşidine bağlı olarak arzu edilen (standarda göre) renk durumunu ifade eder.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü

c) Yüzey düzgünlüğü: Bisküvi yüzeyinin bisküvi çeşidine bağlı olarak arzu edilen yüzey özelliklerine sahip olup olmadığını ifade eder.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan : Kötü

Kesit özellikleri

a) Kesit yapısı:

Sıkı (Compact) yapı: Bisküvi içyapısında gerekli kabarmanın olmadığı ve gözeneklerin yeterli oluşmadığı durumlarda gözlenir. İyi bir bisküvide içyapı özelliğinin sıkı (compact) olmaması gerekir.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü (tıkız)

Gözenek dağılımı: Bisküvi içyapısında kabarma esnasında oluşan gözeneklerin büyüklük ve dağılımlarının yeknesaklığını ifade eder. İyi bir bisküvide gözenek büyüklüklerinin eşit ve dağılımlarının homojen olması gereklidir.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü (Gözenek dağılımı çok dengesiz)

Kabuk inceliği: Bisküvide kabuk oluşumunun arzu edilen incelikte olup olmadığını ifade eder. İyi bir bisküvide kabuğun kalın olmaması gereklidir.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü (kalın kabuklu)

b) Kesit Rengi

İç renk: Bisküvilerin iç renklerinin standarda göre koyuluğunu ifade eder.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü (iç renk koyu)

Kabuk iç renk farkı: Bisküvilerde kabuk ve iç rengin farkının fazla olup olmadığını ifade eder. Bisküvide kabuk ve iç renk arasında belirgin bir renk geçiş çizgisi (çok açık iç renk ve çok koyu bir kabuk) olmamalıdır.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü (Belirgin kabuk iç renk ayrım çizgisi)

Tat ile ilgili özellikler

a) Isırış

Sertlik: Bisküvinin ilk ısırışta dişe gösterdiği direnci ifade eder. Bisküvinin tatla ilgili özelliklerinin ilk aşamasıdır. Bisküvinin dişe uyguladığı direncin çok veya az olması istenmez.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü (çok sert)

Gevreklik: Bisküvinin kırılabilirliğini ifade eder. Bisküvi ambalajlama ve nakliyyede kırılmayacak kadar dayanıklı ancak ısırmaya esnasında da dağılacak bir kırılabilirlikte olmalıdır.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü

b) Çiğneme ve yutma

Kumlu-Kuru olmama: Ağızda küçük parçalara ayrılan bisküvinin ağızda kum tanecikleri gibi sert bir yapı göstermemesi. Dişlerle bisküvi ezildiğinde ağızda pütürlü kum taneciklerine benzer bir yapı hissedilmemelidir.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü

Ağızda dağılma: Bisküvinin çiğneme sırasında ağızda dağılma özelliklerini ifade eder. Bisküvinin ağızda kısa sürede fazla çiğneme gerektirmeden dağılabilmelidir.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü

Çözünürlük (erime): Bisküvinin fazla tükürük salgısı gerektirmeden erime ve yutulma özelliğini ifade eder.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü

d) Lezzet: Tatma sırasında algılanan, dokunma ısı, acı ve hatta kasla ilgili etkilenebilen tada ve kokuya ilişkin duyguların karmaşık bir bileşenidir.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: iyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü

Ek.3.b. Bisküvi duyuşal analiz formu

Değerlendiren

Yüzey	D	C	B	E	A
Parlaklık					
Renk					
Yüzey düzgünlüğü					

Isırış	D	C	B	E	A
Sertlik					
Gevreklik					

Çiğneme -yutma	D	C	B	E	A
Kumlu kuru olmama					

Ağızda dağılma	D	C	B	E	A
Erime					
Lezzet					

Kesit özellikleri	D	C	B	E	A
Sıkı yapı					
Gözenek dağılımı					
Kabuk inceliği					
Kesit iç rengi					
Kabuk rengi					

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Fatih CAN

Doğum Yeri ve Tarihi: 04.11.1976, Elazığ

Adres: Dicle Üniversitesi Tarım Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Programı /
Diyarbakır

E-Posta:fatih.can@dicle.edu.tr

Lisans: Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Mesleki deneyim:

Mis Bisküvi Gaziantep -Vardiya Mühendisi(1998)

Oba Makarna A.Ş. Gaziantep – Vardiya Şefi (1999)

Halk Ekmek Fabrikası/Elazığ – İşletme Şefi (1999-2000)

Ülker Bisküvi Fabrikası/Topkapı/İstanbul – Vardiya Şefi (2000-2010)

Fırat Üniversitesi Karakoçan Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Programı/Elazığ -
Öğretim Görevlisi (2012-2013)

Dicle Üniversitesi Tarım Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Programı/Diyarbakır -
Öğretim Görevlisi (2013- ...)