

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAĞ İKAMESİ OLARAK İNÜLİN KULLANIMININ BİSKÜVİ KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Selin ŞİMŞEK ŞENERKEK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN

TEKİRDAĞ-2019

Her Hakkı Saklıdır

Prof. Dr. Murat TAŞAN danışmanlığında, Selin ŞİMŞEK ŞENERKEK tarafından hazırlanan “Yağ İkamesi Olarak İnülin Kullanımının Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkileri” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

İmza :

Üye : Prof. Dr. Murat TAŞAN

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Salih KARASU

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAĞ İKAMESİ OLARAK İNÜLİN KULLANIMININ BİSKÜVİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Selin ŞİMŞEK ŞENERKEK

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN

Bu çalışmada, hindiba (*Taraxacum officinale*) bitkisinden elde edilen inülinin bisküvi üretiminde yağ ikame maddesi olarak kullanımının, bisküvi hamurunun reolojik özelliklerine ve bisküvi kalitesine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada tel keski bisküvi metodu kullanılmıştır. Bisküvi örneklerinin yağ miktarı sırasıyla %10, %20, %30, %40 ve %50 oranlarında azaltılmıştır. Su-inülin karışımı ön denemelerle belirlenerek azalan yağ oranlarında bisküvi formülasyonuna ilave edilmiştir. Azalan yağ oranlarına karşılık artan inülin miktarının bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri ile bisküvi örneklerinin nem oranı, renk, tekstür, çap, kalınlık ve duyuşal özellikler gibi kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca, bisküvi örneklerinin üç ay boyunca raf ömrü takip edilmiştir. Formülasyonda inülin miktarı arttıkça farinogramda gelişme süresi, su absorpsiyonu ve stabilite değerleri artmış, yumuşama derecesi ise azalmıştır. Ekstensogramda ise hamurların enerji değeri, uzama kabiliyeti ve uzamaya karşı direncinin genel olarak arttığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda azalan yağ miktarına karşın formülasyonda artan inülin miktarının nem oranı, toplam diyet lif ve tekstür değerlerinde artış yaşattığı saptanmıştır. Bununla birlikte inülin miktarı arttıkça pişme sonrası bisküvilerin çap ve yayılma oranı değerlerinde düşüş, kalınlık ve fırın kaybı değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Karbonhidrat bazlı yağ ikame maddesi olan inülin, başta unu mamuller olmak üzere gıda sektöründe çeşitli gıda maddelerinin üretiminde kullanılmaktadır. İnülin çözünür diyet lifi bileşeni olarak da fonksiyonel etkiye sahiptir. Kalite analizleri ve duyuşal değerlendirmeler sonucunda, inülin ilavesiyle yağ oranı %20 düzeyinde azalan bisküvilerin özellikleri kontrol örneğine göre olumsuz yönde etkilenmemiş ve tel keski bisküvide inülin ilavesiyle yağ oranının %20 oranında azaltılabilceği tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında, formülasyon ve fırın sıcaklıklarında yapılacak bazı değişikliklerle yağ oranının %30'a kadar azaltılması mümkün görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bisküvi, Bisküvi Hamuru, İnülin, Yağ ikamesi, Kalite, Tekstür

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE EFFECTS OF INULIN AS A FAT REPLACEMENT ON BISCUIT QUALITY

Selin ŞİMŞEK ŞENERKEK

Tekirdag Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Murat TAŞAN

In this study, it is aimed to determine inulin usage as fat substitution and its effects on rheological properties and quality of biscuits. Wire chisel biscuit method was used in this study. Fat content of biscuit samples were reduced as 10, 20, 30, 40 and 50%. Water-inulin mixture was determined by preworks and added instead of reduced fat amounts. It was examined how reducing fat and increasing inulin effects rheological properties of dough and moisture, colour, texture, dimension, thickness and sensorical properties of biscuits. Samples were kept for 3 months of shelf life. By adding inulin, in farinograph properties for flour-inulin mixes, when inulin amount is increase, it is seemed that water absorbtion and stability values are also increased yet softness degrees are decreased. According to extensograph results, it is determined that energy value, extensibility and resistance are generally increased. According to studies it's seen that increment of inulin also increase the moisture content, total diet fiber content and texture values. Along with this, increment of inulin decreased biscuits diameters and spread amounts, yet caused thickness and loose after baking. Carbohydrate based inulin, could be used in various food products, starting with baked products. It has also functional affects as soluble fiber component. As a result, it is acchived to get biscuits resonable sensoric properties and quality results with 20% fat reduced wire chisel biscuit methods. Also it can be said that with some formulation and oven temperature changes, it is possible to Increase fat reduction up to 30%.

Keywords: Biscuit, Biscuit Dough, Inulin, Fat Replacement, Quality, Texture

2019, 103 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanması ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli görüş ve katkılarıyla beni yönlendiren, değerli yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Murat TAŞAN'a

Araştırma sırasında üretim çalışmalarında tüm imkânlarından faydalandığım bana bu imkânları veren ve yardımlarını esirgemeyen POLEN Un ve Gıda Katkı Maddeleri San. Tic. A.Ş. Ailesine,

Her zaman her türlü destek ve yardımları ile yanımda olan çalışma arkadaşlarımdan; Faruk BİREN'e, Özer ATIL'a ve Serhat MİMARLAR'a,

Çalışma süresince desteklerini hiç esirgemeyen dostlarım Buket ALTINTAŞ YAĞIZ'a ve Ezginur ÖNER'e,

Hayatımın her anında olduğu gibi bu dönemde de maddi ve manevi sonsuz desteğini daima hissettiren annem Ayşe ŞİMŞEK'e, babam Kemal ŞİMŞEK'e, kardeşlerim Salih ve Selim ŞİMŞEK'e,

Çalışmalarım sırasında beni motive eden ve yardımlarını esirgemeyen değerli eşim Serdar ŞENERKEK'e

En içten duygularıyla teşekkür ederim.

Selin ŞİMŞEK ŞENERKEK

Tekirdağ - 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİL DİZİNİ	vii
ÇİZELGE DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	3
2.1. Bisküvi.....	3
2.1.1. Bisküvideki yağın fonksiyonu ve yağ azaltımı	5
2.1.2 Bisküvide yağ azaltılmasının önemi	8
2.2. İnülin	9
2.2.1. İnülinin sağlık üzerine etkileri	12
2.2.2 İnülinin gıdalarda kullanım amaçları	14
2.2.2.1. Gıdayı lifçe zenginleştirme	14
2.2.2.2. Gıdaya prebiyotik özellik kazandırma.....	18
2.2.2.3. Gıdalarda yağ ikamesi olarak kullanımı	19
3. MATERYAL ve YÖNTEM	23
3.1. Materyal.....	23
3.2. Yöntem	23
3.2.1 Buğday unu kimyasal ve fizikokimyasal analizleri	23
3.2.1.1. Nem miktarı tayini.....	23
3.2.1.2. Kül miktarı tayini	23
3.2.1.3. Protein miktarı tayini	23
3.2.1.4. Yaş gluten miktarı tayini	23
3.2.1.5. Kuru gluten miktarı tayini.....	24
3.2.1.6. Zeleny sedimentasyon ve gecikmeli zeleny sedimentasyon değeri tayini.....	24
3.2.1.7. Düşme sayısı (falling number) tayini	24
3.2.2. Buğday unu ve bisküvi hamurlarında reolojik analizler.....	24
3.2.2.1 Farinograf analizleri	24

3.2.2.2. Ekstensograf analizleri	25
3.2.3. Bisküvi üretim yöntemi	25
3.2.3.1. Deneme planı	25
3.2.3.2. Bisküvi formülasyonu ve üretimi	27
3.2.4. Bisküvi analizleri	30
3.2.4.1. Nem miktarı tayini.....	30
3.2.4.2. Kül miktarı tayini	30
3.2.4.3. Protein miktarı tayini	30
3.2.4.4. Yağ miktarı tayini.....	30
3.2.4.5. Toplam diyet lifi tayini	31
3.2.4.6. Renk analizi	31
3.2.4.7. Bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı tayini	31
3.2.4.8. Tekstür (sertlik) analizi.....	32
3.2.5. Fırın Kaybı.....	33
3.2.6. Raf ömrü analizleri.....	33
3.2.7. Duyusal analiz.....	34
3.2.8. İstatistiksel analiz	34
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Un Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	35
4.2. İnülinin Bazı Özellikleri	37
4.3. Un-İnülin Karışımlarının Reolojik Özellikleri	39
4.3.1. Farinograf özellikleri.....	39
4.3.2. Ekstensograf özellikleri	41
4.4. Bisküvi Hamurlarının Reolojik Özellikleri	44
4.4.1. Farinograf özelliklerinin belirlenmesi	45
4.4.2. Ekstensograf özelliklerinin belirlenmesi	46
4.5 Bisküvi Örneklerinde Yapılan Analizler	47
4.5.1. Bisküvilerin bazı kimyasal özellikleri	47
4.5.1.1. Nem içeriği.....	47
4.5.1.2. Kül içeriği	49
4.5.1.3. Yağ içeriği.....	50
4.5.1.4. Protein içeriği.....	52
4.5.1.5. Toplam diyet lif analizi.....	54

4.5.2. Bisküvilerin bazı fiziksel özellikleri	55
4.5.2.1. Bisküvi çap, kalınlık ve yayılma oranı	55
4.5.2.2. Renk analizi	59
4.5.3. Tekstür (sertlik) değerleri	61
4.5.4. Pişme sonrası bisküvilerde oluşan fırın kayıpları	63
4.5.5. Duyusal değerlendirme puanları	65
4.5.6. Raf ömrü sürecinde nem ve tekstür (sertlik) değerleri	70
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	74
6. KAYNAKLAR	77
EKLER.....	86
ÖZGEÇMİŞ	91

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

g	: Gram
N	: Newton
a	: Kırmızılık (+)
b	: Sarılık (+)
L	: Parlaklık (Renk Açıklığı)
HFCS	: Yüksek fruktozlu mısır şurubu
R ₅	: Hamurun sabit deformasyondaki direnci
R _m	: Hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç
BU	: Brabender ünitesi
ANOVA	: Varyans Analizi
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
CIE	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
AACC	: American Association for Clinical Chemistry
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists

ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. İnülin kimyasal formülü	10
Şekil 3.1. Bisküvi yapım aşamaları	29
Şekil 3.2. Bisküvinin pişirildiği konveksiyonel fırın	30
Şekil 3.3. Bisküvide renk analizi ölçüm cihazı	31
Şekil 3.4. Bisküvide çap/kalınlık ölçümü için kullanılan kumpas.....	32
Şekil 3.5. Bisküvide tekstür (sertlik) analizinin yapıldığı cihaz.....	33
Şekil 3.6. Bisküvi paketleme aşamaları	34
Şekil 4.1 Bisküvi örneklerinin nem (%) değerleri	48
Şekil 4.2 Bisküvi örneklerinin kül (%) değerleri.....	50
Şekil 4.3 Bisküvi örneklerinin yağ (%) değerleri	52
Şekil 4.4 Bisküvi örneklerinin protein (%) değerleri.....	53
Şekil 4.5 Bisküvi örneklerinin diyet lif (%) değerleri.....	54
Şekil 4.6. Bisküvi çalışmalarına ait çap görseli.....	58
Şekil 4.7. Bisküvi çalışmalarına ait kalınlık görseli	58

ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Bazı gıdaların inülin içerikleri	12
Çizelge 2.2. İnülinin farklı amaçlara yönelik kullanımı.	21
Çizelge 3.1 Bisküvi üretiminde kullanılan bileşenler ve miktarları	28
Çizelge 4.1. Bisküvi yapımında kullanılan una ait kimyasal ve fizikokimyasal analiz sonuçları	35
Çizelge 4.2. Bisküvi yapımında kullanılan una ait renk analiz sonuçları	36
Çizelge 4.3. Bisküvi yapımında kullanılan una ait farinograf analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.4. Bisküvi yapımında kullanılan una ait ekstensograf analiz sonuçları	37
Çizelge 4.5. Kullanılan inüline ait bazı özellikler	38
Çizelge 4.6. Un-inülin karışımlarının farinograf özellikleri.....	40
Çizelge 4.7. Un-inülin karışımlarının 45. dakikadaki ekstensograf özellikleri.....	42
Çizelge 4.8. Un-inülin karışımlarının 90. dakikadaki ekstensograf özellikleri.....	43
Çizelge 4.9. Un-inülin karışımlarının 135. dakikadaki ekstensograf özellikleri.....	43
Çizelge 4.10. Bisküvi hamurlarının farinograf özellikleri	45
Çizelge 4.11. Bisküvi hamurlarının 135. dakikadaki ekstensograf özellikleri.....	46
Çizelge 4.12. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal özellikleri	55
Çizelge 4.13. Bisküvilere ait çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri	56
Çizelge 4.14. Bisküvi örneklerinin renk değerleri.....	61
Çizelge 4.15. Bisküvi örneklerinin tekstür (sertlik) değerleri	62
Çizelge 4.16. Bisküvi örneklerinde fırın kayıpları değerleri.....	64
Çizelge 4.17. Bisküvi örneklerinin bazı duyu özelliklerine ait puanlamalar	65
Çizelge 4.18. Bisküvi örneklerinin bazı duyu özelliklerine ait puanlamalar (devamı)	67
Çizelge 4.19. Bisküvi örneklerinin satın alma eğilim puanları	69
Çizelge 4.20. Bisküvi örneklerinin raf ömrü sürecinde nem içerikleri.....	71
Çizelge 4.21. Bisküvi örneklerinin raf ömrü sürecinde tekstür değerleri	72

1. GİRİŞ

Günümüzde sağlık problemlerinin çok yaşanması, rahatsızlıkların ve kronik hastalıkların artması nedeni ile tüketiciler daha sağlıklı ürün tüketimine yönelme eğilimindedirler. Bilinçli tüketicilerin gün geçtikçe çoğalması piyasada fonksiyonelliği artmış, daha az yağ oranına sahip ve lif içeriği yüksek olan ürünlere talebi arttırmaktadır. Değişen yaşam koşulları ve bireylerin bu yaşam koşullarına uyum sağlaması hazır tüketim gıdalarına olan yönelimi arttırmış, bu artış beraberinde bu tarz gıdaları daha sağlıklı hale getirerek fonksiyonel özellik kazandırma ihtiyacını doğurmuştur. Bununla birlikte günümüzde kadınların iş hayatına katılması, zamandan tasarruf etme isteği toplumu hazır tüketim ürünlerine daha çok sevk etmiş ve bu ürünlerden biri de ucuz ve doyurucu bir ürün olan bisküvi olmuştur.

Bisküvi bayatlamadan uzun süre saklanması, dolayısıyla raf ömrünün uzun olması tüketiciye hoş ve değişik lezzetler sunması nedeniyle ülkemizde son yıllarda çokça tüketilen gıda maddeleri arasına girmiştir (Doğan ve Uğur 2004). Bu nedenle bisküvi konusundaki çalışmaların günümüzde hız kazandığını görmekteyiz. Bisküvilerde diyet lifi miktarının artırılması, yağ oranının düşürülerek kalorinin azaltılması ve böylelikle daha sağlıklı ürün elde edilemesi fonksiyonelliğini arttırmaya yönelik çalışmalar arasındadır.

Yağ oranı yüksek gıdalarda yağ miktarının azaltılması amacıyla yağ ikame maddeleri kullanılmaktadır. Yağ ikame ürünlerinin kullanımındaki temel amaç yağın ürünlere katmış olduğu özelliği sağlayarak mevcut ürüne yakın bir ürün elde etmektir. Böylece yapılan çalışmalar sonucunda daha sağlıklı ve kalorisini düşürülmüş ürünler elde edilebilir. Bu çalışmalar birbirinden farklı özelliklere sahip yağ ikame ürünleriyle yapılabilmekte olup bu alternatiflerden birisi de inulin hammaddesidir.

İnülin genellikle hindiba (*Taraxacum officinale*) bitkisinden doğal yollarla elde edilen fonksiyonel besin bileşeni olarak tanımlanabilmektedir (Roberfroid 2005). Çözünür, fermente edilen bitkisel bir lif olan inülin insan vücudunda sindirilemez. İnsan vücudunun bakteriyel mikroflorası aracılığıyla kalın bağırsaklarda fermente edilirler ve mikroorganizmaların sağlıklı büyümesini desteklerler. Bu yüzden de prebiyotiktir. İnülin sindirim enzimlerine karşı dirençli olan β -2-1 bağları ile fruktoza bağlandığı için, enerji değerleri bilinen diğer karbonhidratlara göre düşüktür. Diyet karbonhidratları 4 kcal/g enerji içerirken, inülin sindirime karşı dirençli olma ve ince bağırsaklarda emilime uğramaması nedeniyle diğer

karbonhidratlara göre daha düşük enerji içeriğine sahiptirler (Anonim 2017a). İnülin su ile karıştırıldığında mikrokristaller oluşturabilmektedir ve bu mikrokristaller ağızda hissedilebilir pütürlü bir yapı bırakmazken yağa benzeyen bir tat vererek yumuşak, kaygan, kremi bir hissiyat verirler. Bu neden ile inulin başta diyet ürünleri olmak üzere çeşitli ürünlerde yağ ikamesi olarak kullanımının uygun olabileceği düşünülmektedir (Niness 1999).

Yukarıda belirtilen tüm özelliklerinden dolayı inülinin bisküvilerde yağ ikame maddesi olarak kullanımının uygun olabileceği ve bisküviye fonksiyonel ürün özelliği kazandıracağı düşünülmektedir. Bisküvideki yağ ikame edici özelliğinin yanı sıra ürünlerdeki diyet lif miktarını arttırmaya yönelik katkısıyla birlikte bisküviyi daha sağlıklı bir forma sokmak için uygun bir yardımcı madde olarak gözükmektedir. Bu çalışmada, inülinin farklı oranlarda kullanımı ile toplam yağ miktarının azaltılması (%10-50 oranları aralığında) amaçlanmıştır. Azalan yağ miktarının bisküvi hamuru ve son ürün olan bisküvi üzerindeki fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Yağ miktarının azaltılarak kalorisinin düşürölmesi ve bisküvide diyet lifi miktarının arttırılması ile daha sağlıklı bir ürün elde edilmesi de hedeflenenler arasındadır. Bu çalışma ile bu alandaki literatür bilgilerine katkı sağlanması ve bisküvi sektörüne yönelik sağlık açısından daha faydalı olacağı düşünölün yeni bir ürünün geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Bisküvi

Bisküvi, dünyanın birçok ülkesinde gıda endüstrisinin çok önemli bir parçasıdır. Bisküvi kelimesi, Latince’de iki kez pişirilmiş anlamına gelen “*panis biscoctus*” kelimesinden türetilmiştir ve gevrek ekmek anlamına gelmektedir. Bu ekmekler Ortaçağ öncesinden beri gemiciler için yapıldı. Hamur parçaları pişirilmiş ve sonra başka bir soğutucu fırında kurutulmuştur (Anonim 2009). Bu teknik 1930’lu yıllardan beri kullanılmaktadır (Ünal ve ark. 1997).

Türk Standartları Enstitüsünün hazırladığı TSE 2383 (Anonim 2010) 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.

Bisküvi üretimi gıda endüstrisinde önemli sektörlerden birisidir. Gelişmiş ülkelerde oldukça önemli bir yerdedir ve gelişmekte olan ülkelerde ise hızlı bir gelişme eğilimindedir. Birçok çeşidinin üretiliyor olması bisküvinin en önemli sevilme nedenlerinden biridir. Bisküvi, bayatlamadan uzun süre saklanması, tüketiciye hoş ve değişik lezzetlerde sunulması nedeniyle öğün dışı beslenmede önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizde son on yılda günlük olarak tüketilen gıda maddeleri arasına girmiştir. Bu yüzden yüksek tüketim potansiyeline sahiptir. Ortalama kişi başına bisküvi tüketimi yılda 5-6 kg civarında olduğu belirtilmektedir (Doğan ve Uğur 2004).

Bisküviler diğer pişmiş tahıl ürünleriyle kıyaslandıklarında, sahip olduğu %1 ve %5 arasındaki düşük nem içeriği sayesinde farklı bir yere sahiptirler. Buradaki düşük nem içeriği bisküvileri genel olarak mikrobiyal açıdan bozulmalardan korumakta ve çevre şartlarından nem almamak şartıyla uzun raf ömrü sağlamaktadır (Wade 1988).

Teknik olarak ekmek ve bisküvi arasındaki fark, yağ ve şekerle zenginleştirme seviyesi ve nem içeriği şeklinde özetlenebilir. Kek ve bisküvi arasındaki fark ise hamurun kıvamı ve yine nem içeriğidir. Genel olarak, bisküviler düz bir yüzeyde şekillendirilerek pişirilebilirken kek hamurları daha yumuşak olduğundan kaplarda pişirilirler (Manley 2000).

Bisküvi çeşitleri son 20 yıldan beri hastaların ve belirli gelir düzeyindeki insanların tükettiği bir gıda maddesi olmaktan çok geniş halk kitlelerinin tüketimine başladığı bir gıda niteliği kazanmış ve böylece diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de bileşimi birbirinden farklı birçok çeşidi üretilmeye başlanmıştır (Özkaya ve ark. 1984).

Bisküvi adı altında toplanan ürünler çok çeşitli olmakla birlikte, içerdikleri tuz ve şeker durumlarına göre çeşitlere, sade ve katkılı oluşlarına göre de tiplere ayrılmaktadır. Buna göre bisküvi şekerli, tuzlu (kraker), kremalı, kepekli (diyet), vitamin ve mineral katkılı, kaplamalı (marshmallow-çikolata) vb. gruplara ayrılmaktadır. Bunların da kendi aralarında muhtelif şekil ve tipte olanları mevcuttur (Anonim 2018b).

Bisküviyi oluşturan temel ham maddelerin oluşan hamura ve son ürün özelliklerine olan etkilerinin çok fazla olduğu bilinmektedir. Bisküvi kalitesi genellikle iki temel özellik ile ifade edilmektedir. Birincisi, bisküvilerin hem genişlik hem de kalınlığını belirten “boyut”, ikincisi ise “gevrekliktir”. Gevreklik, yağ ve un miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bisküvilerde yağ ve yumuşak buğday unu kullanımı, istenilen özellikte gevrek bisküvi eldesini sağlamaya yardımcı olmaktadır (Hoseney 1998). Aranılan nitelikte ve kalitede bisküvi elde edebilmek için, üretilecek bisküvi çeşidine uygun un seçimi çok önemli olmaktadır (Öztürk 1993).

Bisküvide kullanılan unun yapısının buğdayın yetiştirme koşulları ve öğütülme teknolojisine bağlı olduğu bilinmektedir. Bisküvi üretiminde genellikle beyazlatılmamış sarımtırak un rengi istenmektedir. Bunun nedeni ise çok beyazlatılmış un bisküvide; gri, kül rengi bir görüntü oluşturmastır (Türker 2008). Gevrek ve lezzetli bir bisküvi için ise ince un kullanılmalıdır. Bisküvi için genel olarak zayıf un kullanılır. Yüksek yağ ve şeker içeriğine sahip bisküvi formüllerinde daha yüksek ve güçlü glutenli un kullanılırken, fermantasyon işlemi uygulanan çeşitlerde de yine aynı un kullanılabilir. Bunun tersine daha az kabarma daha fazla yayılma istenen çeşitlerde, düşük ve zayıf glutenli un uygun olmaktadır (Öztürk 1998). Bisküvi yapımında yüksek glutenli ve gluteni sıkı olan unlar kullanıldığında, bisküvide gereksiz bir kabarma ve yeterince yayılmama problemleri meydana gelmekte, bu da şekil bozuklukları ile birlikte gramaj sorunlarına sebep olmaktadır (Gündoğdu 1997).

Unun protein miktarı da bu dengeye etki eden önemli bir faktördür. Bisküviler genellikle protein miktarı az olan unlardan imal edilir. Değişik bisküvi çeşitleri incelendiğinde oluşan gluten miktarının algılanan doku ile yakından ilgili olduğu görülmüştür (Çeltek 2000).

Gevrekliğin diğer etkeni olan yağlar bisküvi ürünlerinde % 15-60 oranlarında kullanılırlar. Yağların cinsi ve miktarı bisküvilerin doku ve yapısını önemli ölçüde etkiler yapılan araştırmalarla da kanıtlanmıştır. Araştırmaya göre yağlar fırın ürünlerinde kritik fonksiyonlara sahiptir. Bu fonksiyonlardan bazıları bayatlamayı önleme, yumuşaklık kazandırma, hacim artışı, ısı transferi, aromaya katkıda bulunma, emülsiyona yardımcı olma, gevreklik sağlama olarak ifade edilebilir. Yağların özelliklerinde meydana gelecek küçük değişiklikler ürün kalitesinde büyük farklılıklar oluşmasına sebep olabilir. İstenilen fonksiyonel özelliklere (plastisite, stabilite, tat-koku, renk vb.) sahip oldukları için shorteningler fırın ürünleri endüstrisinde geniş kullanım alanı bulmaktadır (Kadioğlu 2009). Yeterli miktarda yağ kullanımı, pişme süresini azaltarak ürüne güzel bir renk verirken, fazla miktarda yağ kullanımı ise kabarmayı olumsuz yönde etkilemekte ve üründe kırılabilirliği arttırmaktadır (Aydın 2014).

2.1.1. Bisküvideki yağın fonksiyonu ve yağ azaltımı

Yağlar, karbonhidratlar ve proteinler gibi insan beslenmesindeki ana bileşenlerden biridir. Yetişkinler ve gelişme çağındakiler için önemli kalori kaynağıdır. Yağlar; nişasta, şeker ve proteinler gibi esas bileşenlerin verdiği enerjinin iki katından daha fazla enerji sağlarlar (Çeltek 2000). Yağlar gramında yaklaşık 9 kalori sağlarken protein ve karbonhidratlar 4 kalori sağlamaktadırlar. Aynı zamanda yağların tokluk hissine de katkı sağladığı bilinmektedir (Roller ve Jones 1996). Bununla birlikte, diyetisyenler yağların sadece orta düzeyde tüketilmesini önermektedirler (Drewnowski ve ark. 1998).

Yağlar gıdaların hazırlanması ve tüketiminde oldukça önemlidir. Yağlar farklı ürünlerde nem, gevreklik, kırılabilirlik, elastikiyet, kesilebilirlik gibi özellikler vermektedir. Aynı zamanda gıdalarda tat-aroma ve rengi geliştirir, tekstür ve stabilite verir. Özellikle pişirilen gıdalarda ısı transferlerinde rolleri vardır (Özat 2003). Yağ, nem tutma özelliğiyle, fırıncılık ürünlerine tazelik ve nemlilik hissi vermektedir. Yağların ilk sırada yer alan duyu özellikleri, yağda çözünen uçucu aroma bileşenlerinin ağız ve burun yoluyla algılanmasıdır. Bu bileşenler, birçok gıdaya tat ve aroma karakteristiklerini kazandırmaktadır (Serin 2012).

Bisküvilerin en önemli karakteristik özellikleri; düşük nem içeriğine sahip olması ile yüksek oranda yağ ve şeker içeriyor olmasıdır (Lee ve Inglett 2006). Yağ bisküvilerde undan sonra en yüksek oranda kullanılan hammaddelerden biri olmasından dolayı bisküvinin yapı ve lezzetini büyük oranda etkileyen bileşenlerin başında gelir (Manohar ve Rao 1999, Ünal 1986).

Bisküvi üretiminde kullanılacak yağ, yağlama özelliğinin fazla olmasını sağlayacak ölçüde yumuşak, bozulmaya direnç gösterebilecek kadar da katı olmalıdır. Hamurun kabarcıklı olmasında yağın rolü çok büyüktür. Yağ, gluten ve nişastanın topaklanarak kitle oluşturmamasını engeller, ürünü yağsız ürünlere göre daha yumuşak ve hazmedilir hale getirir. Az su kullanılan hamurlarda gluten ve nişastanın topaklanmasını önlemek için genellikle fazla yağ kullanılır (Ünal 1986).

Gluten dayanıklı ve esnek bir yapıya sahiptir; ince, uzayabilen bileşenlere ayrılabilir. Pişme sırasında bu şeritler bisküvinin mekanik dayanıklılığına önemli ölçüde katkıda bulunur ve bisküvi yeme kalitesini arttıracak şekilde bir sertlik verir. Eğer un zerrecikleri su yerine önce yağ ile temas ederse, gluten hidrasyonuna karşı korunmuş olur ve bisküvi yapısına katkı sağlayamaz. Ufalanan ve ağızda dağılan bir yapı oluşur. Gluten oluşmayan bir hamura şekil verilemeyeceği için, gluten oluşumunu dengeleyecek bir sisteme gerek duyulur. Kısacası, una eklenecek yağ ve su oranı, karıştırma işleminin yoğunluğu, bu dengeyi sağlamada önemli rol oynar (Çelteç 2000).

Yağlar bisküvi ürünlerinde % 15-60 oranlarında kullanılırlar. Yağların cinsi ve miktarı bisküvilerin doku ve yapısını önemli ölçüde etkiler yapılan araştırmalarla da kanıtlanmıştır. Araştırmaya göre yağlar fırın ürünlerinde kritik fonksiyonlara sahiptir (Aydın 2014). Genel olarak bisküvide kullanılan hidrojene yağların işlevleri; yumuşak bir yeme hissi vermek, çiğneme sırasında ağızda oluşacak kuruluk hissini önleyerek nemliliği arttırmak, kolay bir paketlenme için ürünün istenilen boyutlarda (çap-kalınlık) kalmasına katkıda bulunmak, hamur karıştırılması ve inceltmesi sırasında gluten ağı oluşumunu önleyerek sürtünmeyi azaltmak, hamur karışımında üründe pişme sırasında ısı transferini kolaylaştırmak olarak belirtilmektedir (Kadioğlu 2009). Yağlar aynı zamanda hamur içindeki hava kabarcıklarının tutulmasını sağlar ve pişme sırasında ürünün yapı oluşumunu etki eder (Çelteç 2000).

Yağ içeriğini azaltmak ve kabul edilebilir özelliklere sahip bisküvi elde etmek için yağ ikame ediciler kullanılmaktadır (Laguna ve ark. 2012). Yağ ikame ediciler gıdalarda yağ yerine kullanıldığında gıdadaki yağı kısmen veya tamamen azaltabilirler (Rothwell 1997). Böylece yağın verdiği enerjinin en aza inmesi sağlanabilmektedir

Yağ benzeri maddeler, düşük kalori veren ya da hiç kalori vermeyen katı ve sıvı yağların fiziksel ve fonksiyonel özelliklerini gösteren hammaddelerdir. Yağ oranı düşürülmüş ürünlerde kullanıldığında orijinal üründe yağın gösterdiği ağızda hissedilen yapı ve lezzet maddelerinin taşınması gibi özellikleri gösterebilirler ve buna karşın enerji düzeyleri yağa göre daha düşüktür (Drake ve Swanson 1995).

Bisküvi ve benzeri olan fırıncılık ürünlerinde sıklıkla, suyu bağlayarak yağı taklit eden, yağlı ve hoş bir ağız hissiyatı sağlayan, diyet lif vb. gibi karbonhidrat bazlı yağ ikame edicileri kullanılırken, yağın gıdalardan uzaklaştırılması sonucu ortaya çıkabilecek olan problemleri çözmek ve arzu edilen karakteristik özellikleri sağlamak amacıyla; birden fazla yağ ikamesinin uygun kombinasyonlarının oluşturulması, formüle ilave edilecek maddelerin ve işlem basamaklarının da buna uygun olarak ayarlanması gerekmektedir. Çok sayıda maddenin, yağ ikamesi olarak kullanılabilme özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yağ ikamelerinin kullanıldığı sistemleri formüle etmede en büyük problem, yağın standart üründe verdiği gevreklik, nemlilik ve yağlayıcılık özelliğinin sağlanmasıdır (Bath ve ark. 1992, Nonaka 1997, Doğan ve Küçüköner 1999).

Bisküvi gibi karmaşık bir gıda sistemi içindeki yağ, kolayca ikame edilememektedir (Laguna ve ark. 2012). Bisküvideki yağın azaltılması, oldukça zor bir işlem olup, önemli kalite kayıplarına neden olabilmektedir (Lee ve Inglett 2006). Yağ ikame maddeleri ile standart ürünlere en yakın ürün elde etmenin en zor yanı ağız hissi, tekstür, tat ve kayganlığa ulaşmaya çalışmaktır (Basman ve ark. 2008).

Yağ içeren standart ürünlerdeki yağ oranı azaltılırken, standart ürünün özelliklerinin korunması gerekmektedir. Yağın gıdalardan tamamen uzaklaştırılması veya azaltılmasıyla birlikte meydana gelecek problemleri azaltmak ve arzu edilen karakteristik özelliklerini sağlamak için yağ ikamelerinin en iyi şekilde kombinasyonunun yapılması, formüle ilave edilecek maddelerin ve işlem basamaklarının da ona göre ayarlanması gerekmektedir (Doğan ve Küçüköner 1999).

Hahn (1997), gıdalarda yağın verdiği özellikleri koruyarak yağı azaltmanın, formülasyonlarda sistem değişikliği yapılmasına neden olduğu ve bunun sonucu olarakta bileşenlerin ve üretim tekniklerinin değişik kombinasyonlarının yapılması gerektiğini bildirmiştir.

2.1.2 Bisküvide yağ azaltılmasının önemi

Günümüzde değişen yaşam koşulları ve bireylerin bu yaşam koşullarına uyum sağlaması, beraberinde yaşanan fiziksel aktivitelerdeki azalma hazır tüketim gıdalarına olan yönelimi arttırmıştır. Hazır gıdaların çokça tüketimi sonucu ortaya çıkan sağlık problemlerinin yaşanması, rahatsızlıkların ve kronik hastalıkların artması nedeni ile tüketiciler daha sağlıklı ürün tüketimine yönelme eğilimindedirler. Bilinçli tüketicilerin gün geçtikçe çoğalması piyasada fonksiyonelliği artmış, daha az yağ oranına sahip ürünlere olan talebi arttırmaktadır.

Tüketiciler günümüzde gıda ürünlerinin içinde bulunan renklendiriciler, koruyucu ve tatlandırıcı katkı maddeleri, yüksek oranlı tuz, yağ ve kolesterol yerine doğal, katkısız ve besleyici ürünleri tüketmeyi tercih etmektedirler (Aksulu 2001). Sağlıklı beslenme bilincinin artışıyla birlikte, günümüzdeki temel beslenme problemlerinin çoğunun, yüksek miktarda yağ tüketimi ile ilişkili ciddi sağlık sorunları olduğu anlaşılmıştır. ABD ve Avrupa'da yağ tüketimi toplam günlük kaloringin yaklaşık % 40'ını oluştururken, sağlık uzmanları % 30'u aşmamasını tavsiye etmektedir (Zoulias ve ark. 2002a). Bu tavsiyenin nedeni, yüksek yağ alımının obezite, kanser, yüksek kan kolesterolü ve koroner kalp hastalığı gibi çeşitli sağlık bozukluklarıyla ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır (Akok 1998). Dünya Sağlık Örgütü, gıda endüstrisinin, dünyadaki yüksek obezite oranını azaltmak için, işlenmiş gıdaların yağ içeriğini azaltması gerektiğini belirtmiştir (Laguna ve ark. 2012).

Düşük kalorili gıda ürünleri pazarının toplam pazar içindeki payı her geçen gün artmaktadır. İngiltere'de düşük kalorili gıda ürünleri pazarı toplam pazarın % 30'unu oluşturmakta ve pazarın büyüme oranından % 50 oranda daha hızlı büyümektedir (Bartlam ve Mike 1993). Ülkemizde ise düşük kalorili gıda ürünleri pazarı her yıl % 25 oranında büyümektedir. Gıda üreticisi firmaların, tüketicilerin formlarını koruma ve kilo almama düşüncelerinin yanı sıra, düşük kalorili ürün çeşitlerini arttırmalarına etki eden faktörlerden biri de aşırı kilolu insan sayısının artmasıdır (Yılmaz ve Ünal 2007).

Gelişmiş ülkelerde en sık rastlanan beslenme sorunu fazla enerji alımıdır bu sorun aşırı kilo artısına ve obeziteye neden olmaktadır. Araştırmalara göre kadınların % 39'u ve erkeklerin % 37'si fazla kiloludur (Demirci 2003). Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre 2000 yılında dünyada 300 milyonun üzerinde obez yetişkin bulunmaktadır. Ülkeler bazında aşırı kilolu insan sayısı incelendiğinde ise nüfusunun % 61'i aşırı kilolu olan ABD ilk sırada yer almaktadır (Yılmaz ve Ünal 2007). Son yıllarda yüksek enerji içeren yiyecek ve içeceklerle beslenme ve artan porsiyonlar enerji dengesini bozabilmektedir.

Diyetteki toplam yağ alımı azaltıldığı takdirde, hipertansiyon, kalp ve damar hastalıkları ile şeker hastalığı kontrol edilebilir. Özellikle doymuş yağ alımı azaltıldığında, kandaki toplam ve düşük yoğunluklu lipoprotein düzeyi de azaltılabilmektedir (Vatanseven 2015).

Ürünlerde toplam yağ miktarı azaltılması ve kalori düşüşü amacıyla yağ ikame maddeleri kullanılmaktadır. Bu kullanılan yağ ikame ürünlerindeki temel amaç yağın ürünlere katmış olduğu özellikleri sağlayarak mevcut ürüne yakın bir ürün elde etmektir. Böylece yapılan çalışmalar sonucunda daha sağlıklı ve kalorisi düşürülmüş ürünler elde edilebilir.

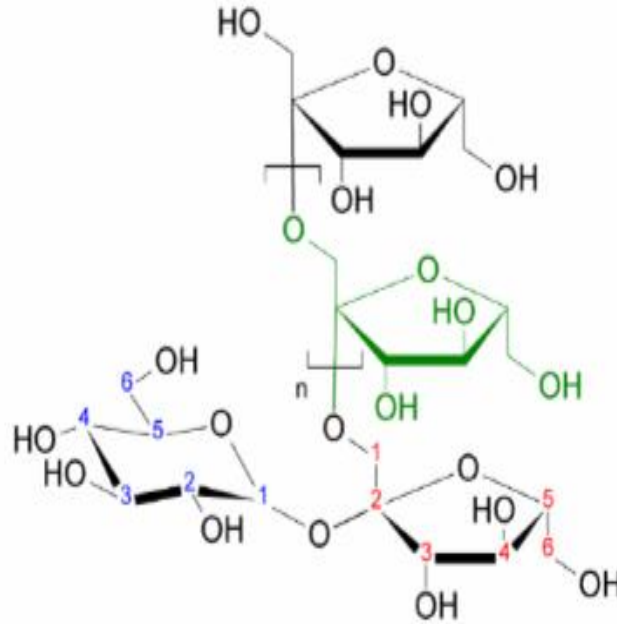
Kalp-damar hastalıklarına yakalanma riskini arttırdığı bilinen doymuş yağ asitlerinin meme kanseriyle bağlantısı üzerine çalışılan bir araştırmada 25 bin kadından alınan kan örneklerinden yararlanılmış, ileri derecede meme kanseri olan 363 kadının kanındaki yağ asidi oranının meme kanseri olmayan kadınlarınkiyle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak kanında yüksek oranda doymuş yağ asidi bulunan kadınların meme kanserine yakalanma riskinin diğerlerine oranla 2 kat fazla olduğunu belirtmişlerdir (Köprülü 2009).

2.2. İnülin

İnülin 1804 yılında Inula helenium'dan izole edilmiştir. Yeni bir bileşik olan inülin, ilk kez inülin adıyla 1818 yılında kullanılmış ve inülinin yapısını aydınlatmak 1950 yılına kadar sürmüştür. Temel olarak polidispers polisakkaritten oluşur (Stevens ve ark. 2001). Genelde β , 1-2 fruktosil fruktoz ünitelerinden oluşur ve polimerizasyon derecesi 2-60 arasında değişir (Stevens ve ark. 2001, Coussement 1999). Bu değişim inülinin izole edildiği bitkinin tipine, yetiştiği iklim koşullarına ve fizyolojik yaşına bağlıdır (Stevens ve ark. 2001). Ortalama polimerizasyon derecesi 15'in altındadır. Bu nedenle doygunluk seviyesi düşüktür ve dolayısı

ile kristalize olur. Çözünmeyen küçük inülin partikülleri jelimsi bir tekstür yapısına sahiptir (Ronkart ve ark. 2010). Şekil 2.1’de inülinin kimyasal formülü verilmiştir.

İnülin, başlıca hindiba, sarımsak, soğan ve pırasada bulunmaktadır (Causey ve ark. 2000). Ticari olarak inülin hindiba bitkisinden elde edilir. Bu bitki bünyesinde yüksek oranda (%15-17) inülin içermekte ve yüksek verim vermektedir. Yaprakları salata olarak da değerlendirilen hindiba bitkisinin anayurdunun Hindistan, Endonezya ve Mısır olduğu bildirilmektedir. Geçmişe kadar yabancılarından yararlanılırken, son zamanlarda kültüre alınmış ve daha nitelikli hindibalar yetiştirilmeye başlanmıştır (Hung 2003). Bu maddelerin günlük ortalama tüketim miktarları Amerika Birleşik Devletleri’nde 1-4 g, Avrupa ülkelerinde de 3-10g olarak belirlenmiştir (Gutierrez Gomes ve ark. 2005).



Şekil 2.1. İnülin kimyasal formülü (Niness 1999)

İnülin, karbonhidratlar sınıfına ait olup fruktan olarak bilinir (Anonim 2017b). İnülin hindiba kökünden tamamen doğal yolla sıcak su ekstraksiyonuyla elde edilir (Anonim 2018a). İnülin üretimi, şeker pancarından şeker elde edilmesi ile benzerdir, kökler toplanır, temizlenir ve yıkanır. İnülin tozu ortalama 10-12°C’de polimerize edilir ve 2-60 ünitelik zincir uzunluğuna sahip moleküllerdir. Oluşan inülin tozu % 6-10 oranında glikoz, fruktoz ve sukroz

içeren şekerlerden oluşmaktadır (Coussement 1999). Ekstrakte edilen inulin sprey kurutucuda kurutularak toz hale getirilir (Ronkart ve ark. 2010). İnülin beyaz, tatsız bir maddedir ve soğuk suda çok az, sıcak tuzlu su içinde iyi çözünmektedir. Asitlerle hızla hidrolize olmaktadır. İnülin nişastadan farklı olarak iyot ile sarı renk vermektedir (Bilişli 2009).

Hindiba; lif, protein, vitamin A, C, E, K, tiamin (B₁), riboflavin (B₂), niacin (B₃), folat, pantotenik asit, mangan, demir, bakır, çinko, potasyum, fosfor, magnezyum, kalsiyum için iyi bir besin kaynağıdır (Anonim 2019). Hindiba bitkisinden doğal olarak elde edilen inülin fonksiyonel besin bileşeni olarak tanımlanabilir (Roberfroid 2005). Fonksiyonel özellikleri, düşük kalori değeri, besinsel lif ve prebiyotik etkilerinden dolayı inülin gıda endüstrisinde kullanılmaktadır (Anonim 2017b). İnülin bazı sistemik ve fizyolojik özellikleri ile kalın bağırsak işlevini etkilerler, kalın bağırsakta bulunan bifidobakterilerin gelişmesini uyardığı için birer prebiyotiktir (Gutierrez Gomez 2005). Diyet karbonhidratları 4 kcal/g enerji içerirken, inülin sindirime karşı dirençli olması, ince bağırsaklarda emilime uğramaması nedeniyle, diğer karbonhidratlara göre daha düşük enerji içeriğine sahiptir (Anonim 2017a).

İnülin, diyet lifi özelliği sebebiyle birçok gıdada yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıdalara ilave olarak kullanıldığında midede çok küçük miktarlarda hidrolize edilir ve monosakkaritlere dönüşmeden ince bağırsağa gelir. Sonuç olarak kanda glisemi ya da insülin artışı gözlenmez. Kalın bağırsakta, bağırsak mikroflorası tarafından fermente edilir ve kısa zincirli yağ asitlerine metabolize olur. Üretilen bu yağ asitleri kalın bağırsak tarafından absorbe edilir. Bu yol, ince bağırsakta karbonhidratların absorpsiyonu ile kıyaslandığında glisemik indeks üzerine çok daha az etkilidir. Bu özellikler inülini diyabetik gıdalar için faydalı bir bileşen yapar (Zahn ve ark. 2010).

İnülin suda orta düzeyde çözünür ve yüksek konsantrasyonlarda jel formu oluşturur. Ürün içinde yayılmasıyla yağ ikame olarak kullanılma potansiyeline sahiptir (Zahn ve ark. 2010). Sulu sistemde tekstür yapısı kremsi ve jelimsidir ve bu özelliği ile gıdada yağın verdiği kaygan ağız hissini verir (Stevens ve ark. 2001). Bu nedenle inülin başta diyet ürünleri olmak üzere birçok besinde, yağ ikamesi olarak kullanılabilir. Genelde 0,25g inülin, 1 g yağ yerine geçer. Yağ yerine inülin kullanılan besinlerin bir porsiyonunda yaklaşık 2-6g inülin vardır (Niness 1999).

İnülin, standart, az şekerli ve yüksek performanslı olmak üzere üçe ayrılır. Standart inülin en fazla % 10 şeker içeren ve hindiba köklerinden elde edilen inülinidir. Az şekerli inülin ve yüksek performanslı inülin ise, mono, di ve oligosakkarit fraksiyonlarının fiziksel olarak kaldırılması ile oluşur (Coussement 1999). Yüksek performanslı inülinde, şeker molekülleri ortadan kaldırıldığı için, inülin yağ benzeri bir yapı kazanır (Niness 1999). Uzun zincirli ve yüksek molekül ağırlıklı inülin yağ ikame olarak daha fazla tercih edilmektedir. Zincir uzunluğu çözünürlüğü azaltır, su veya sütle karışan inülinin mikrokristaller şeklini almasını sağlayarak ağızda krem hissi oluşturmalarını sağlar (Anonim 2017b). Bazı gıdaların inülin içerikleri (Moshfegh 1999) Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bazı gıdaların inülin içerikleri (g/100g) (Moshfegh 1999)

Besinler	Ortalama	Alt-Üst Sınır
Hindiba Kökü	41,6	35,7 - 47,6
Enginar	4,4	2 - 6,8
Pırasa	6,5	3 - 10
Buğday Kepeği	2,5	1 - 4
Çavdar Unu	0,7	0,5 - 0,9
Sarımsak Çiğ	12,5	9 - 16
Sarımsak Kurutulmuş	28,2	20,3 - 36
Soğan Çiğ	4,3	1,1 - 7,5
Soğan Pişmiş	3,0	0,8 - 5,3
Taze Kara Hindiba Çiğ	13,5	12 - 15
Taze Kara Hindiba Pişmiş	9,1	8,1 - 10,1
Muz	0,5	0,3 - 0,7

2.2.1. İnülinin sağlık üzerine etkileri

Bugün dünyada yaşam koşullarının değişmesiyle bireylerin hazır besin tüketimlerinin ve enerji alımlarının yükselmesi, fiziksel aktivitelerin azalması, sağlık harcamalarının artması kronik hastalıklarla mücadele etme zorunluluğunu getirmektedir. Tüketicilerin sağlık ve

beslenme ilişkisini öğrenmeye başlamaları doğrultusunda, gıda sanayisinde sağlıklı beslenme ürünleri geliştirebilmek için çeşitli teknolojilerden faydalanmaktadır. Gıda sanayisinde, etkili yöntemler ve bilimsel donanımı ile besinlerin kimyasal bileşimi ve fiziksel yapısını kontrol edebilmekte, bununla birlikte geliştirebilmektedir (Richardson 1999).

İnülin bazı sistemik ve fizyolojik özellikleriyle kalın bağırsak işlevini etkiler, kalın bağırsakta bulunan bifidobakterilerin gelişmesini uyardıkları için birer prebiyotiktir. Başta kalsiyum olmak üzere birçok mineralin emilimini etkileyerek, kemik mineral yoğunluğunu artırır ve osteoporoz riskini azaltır. Bağışıklık sistemi uyarır, karaciğerde yağ yapımını azaltır, hiperinsülinemiyi önleyerek kardiyovasküler hastalık riskini düşürür. Bağırsak hareketlerini arttırarak kabızlığı, bifidobakterilerin gram negatif ve pozitif bakterilerin çoğalmasını önleyici özellikleri nedeniyle de ishal oluşumunu önler. Kötü huylu tümörlerin gelişmesini engelleyerek veya azaltarak, kalın bağırsak kanseri riskini düşürür (Roberfroid 1999).

İnülinin sakkaritlerin sindirimini yavaşlattığı ve böylece kan şekeri seviyesini dengede tuttuğu belirtilmektedir (Causey ve ark. 2000). İnülin sindirilemeyen bir karbonhidrat olduğundan glisemik indeks (GI) değerleri hemen hemen sıfırdır. FAO tarafından belirtildiği üzere hastalıkların, diyabet ve obezitenin önlenmesine yardımcı olan düşük GI ve Glisemik Yük (GL)'e dayanan diyetlerde rahatlıkla kullanılabilir.

Çözünür diyet liflerinden olan inülin mide ve ince bağırsakta sindirilmediği ve doğrudan kalın bağırsağa ulaştığından, diğer liflerden farklı olarak, bağırsak florası tarafından selektif olarak fermente edilir. Böylelikle optimal bağırsak fonksiyonlarının oluşumuna, düzenli çalışmalarına katkıda bulunur ve kabızlık azaltmaya yardımcı olurlar. İnsanlar günlük beslenmede tüketmeleri gereken miktarın çok daha altında lif tüketmektedirler. Üreticiler gıda endüstrisinde formülasyonlara kolaylıkla katılabilen inülinde oluşan ürünler sayesinde, tüketicilerin lif alımını artıran gıdalar üretebilmektedirler (Anonim 2018a).

İnülin hindiba kökünden tamamen doğal yol olan sıcak su ekstraksiyonuyla elde edildiğinden doğal bir hammadde olarak kabul edilir ve bu nedenle E kodu bulunmamaktadır. Tüm bu bilgiler, üreticilerin inülin katkı maddesi kullanarak, bilimsel verilere dayanan prebiyotik ürünler üretmelerini teşvik edici olmaktadır. İnülin suyu stabilize ederek yağa

benzer kremamsı bir yapı oluşturur. Bu sayede tatta herhangi bir değişikliğe neden olmadan yağ kısmen ikame edilebilir ve kalori oranı düşürülebilir (Anonim 2018a).

2.2.2 İnülinin gıdalarda kullanım amaçları

2.2.2.1. Gıdayı lifçe zenginleştirme

Bitki hücre duvarını oluşturan sindirilemeyen bileşenleri diyet lif olarak adlandırılması ilk kez Hispley tarafından 1953 yılında gerçekleştirilmiştir. (Bach Knudsen 2001). Diyet lifleri ile sağlık arasındaki ilişkinin varlığı ise 1960 yılında Trowell tarafından ileri sürüldüğü bilinmektedir. Çalışmalar ise 1970’li yıllarda diyet lifinin sindirimi kolaylaştırıcı, düzenleyici etkileri, kandaki glukoz düzeyi, diabet, kan lipidleri, kolesterol düzeyi üzerinde düzenleyici ve kardiyovasküler rahatsızlıkları önleyici etkileri üzerine gerçekleştirilmiştir (Niba 2012).

Diyet lifi tüketiminin önemi, diyet lifinin kolon kanseri, obezite, kalp-damar hastalıkları gibi bazı rahatsızlıklar üzerine olumlu etkisi yapılan çalışmalarla ortaya çıktıktan sonra daha da artmıştır. Ayrıca, yapılan araştırmalar sonucunda diyet liflerinin obezite, tansiyon, hemoroit, bazı bağırsak rahatsızlıkları, hipertansiyon, damar ve bağışıklık hastalıkları üzerine etkileri olduğu belirtilmektedir (Fernandez Gines ve ark. 2004).

Diyet liflerini glukoz ünitelerine parçalayan sindirim enzimleri insanlarda bulunmadığından bu bileşenler tamamen sindirilememekte ve dolayısı ile de emilememektedir. Diyet lifleri ince bağırsakta sindirilemediğinden besin değerleri yoktur. Ancak, bağırsakta fermentasyona uğradıktan sonra bir miktar enerji vermektedir (Ralapati ve La Course 2002). Diyet lifinin enerji değeri düşük olması ve su çekici özelliğinden dolayı mide içeriğinin viskozitesini arttırarak midenin boşalmasını geciktirmektedir. Mide boşalmadığı için bireyin yeme isteği azalmaktadır. Ayrıca diyet lif içeren gıdaların çiğnenerek yutulmasının uzun süre alması, tokluk hissi yaratmaktadır. Diyet lifi yüksek bir diyetin, bol su içimi ile desteklenmesiyle daha uzun süre tokluk hissi yaratacağı belirtilmektedir (Thompson ve Manore 2005).

Diyet 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 (Kahlon ve ark. 2001). Çözünür diyet liflerinden olan inülin mide ve ince bağırsakta sindirilmez ve doğrudan kalın bağırsağa ulaşır (Anonim 2018a). Gıda sanayinde en çok kullanım oranına sahip diyet liflerinden biri olan inülin kalın bağırsakta yararlı etkileri olan bifidobakterilerin gelişimini arttırdığı bilinmektedir (Katy 1999).

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 (Saldamlı 2007). 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 (Villanueva Suarez ve ark. 2003, Gül 2007).

İnsanlar günlük beslenmede tüketmeleri gereken miktarın çok daha altında lif tüketmektedirler (Anonim 2018a). Günlük enerji tüketimi kadınlarda yaklaşık olarak 2000 kcal/gün iken diyet lifi alımı günde 28 g olması gerektiği; erkeklerde ise günlük enerji tüketimi yaklaşık 2600 kcal/gün olup diyet lifi alımının 36 g/gün olması gerektiği belirtilmektedir. Ancak Amerika Birleşik Devletleri'nde birçok bireyin, günlük diyet lifi tüketiminin, belirlenen düzeyin yarısından düşük olduğu belirlenmiştir (Chong ve ark. 2002, Anderson ve ark. 2009). Diyetle önemli yeri olan gıdalara diyet lifi ilavesinin gerçekleştirilmesi bu noktada gündeme gelmektedir. Bu nedenle diyet liflerinin fırın ürünleri vasıtasıyla diyetle dahil edilmesi önerilmektedir (Lebesi ve Tzia 2012). Üreticiler gıda endüstrisinde formülasyonlara kolaylıkla katılabilen inülinde oluşan ürünler sayesinde, tüketicilerin lif alımını artıran gıdalar üretebilmektedirler (Anonim 2018a).

Diyet lifinin su tutma, su bağlama, şişme ve çözünürlülük olmak üzere 4 farklı hidrasyon özelliği bulunmaktadır. Su tutma kapasitesi fazla olan besinsel lifçe zengin ürünler, gıdalarda sineresisin önlenmesinde, gıdaların viskozitesinin ve yapılarının modifiye edilmesinde kullanılabilir (Griguelmo Miguel ve ark. 1999). Ayrıca parçacık iriliğinin su tutma kapasitesini etkilediği, partikül iriliği arttıkça su tutma kapasitesinin de arttığı bildirilmektedir (Sosulski ve Cadden 1982).

Fırın ürünlerine diyet lifi ilavesinin kazandırdığı fonksiyonel özellikler şu şekilde sıralanabilmektedir (Rahaie ve ark. 2012);

- Su ve yağ kaldırma kapasitesini arttırma,
- Tekstürel özelliklerde değişim,
- Sineresis oluşumunda azalma,
- Lipid oksidasyonunun önlenmesi,
- Emülsifikasyon/ jel oluşturma,
- Yüksek yağ içeriği olan gıdalarda veya emülsiyonlarda stabiliteyi arttırma,
- Nişasta retrogradasyonunu yavaşlatma (dolayısı ile bayatlamayı geciktirme),
- Raf ömrünü geliştirme

Diyet lifi fonksiyonel gıda bileşenlerinden biri olarak kabul edilir. (Nilüfer ve Boyacıoğlu 2003). Besleyici özelliklerine ek olarak sahip oldukları teknolojik özellikleri nedeniyle de çeşitli kaynaklardan elde edilen diyet lif bileşikleri gıda formülasyonlarında kullanılabilmektedir. Gıdaların tekstürel yapılarının modifikasyonu ile üretim ve depolama süresince stabilitenin sağlanması diyet liflerin teknolojik özelliklerinin bir sonucudur. Çözünür özellikteki lifler (ksantan gam, karragenan ve guar gam, selüloz türevleri ve inülin gibi) genellikle fonksiyonel özellikleri nedeniyle tercih edilmekte ve gıdalarda düşük miktarlarda kullanılmaktadırlar (% 0,2-1) (Thebauidin ve ark. 1997). Diyet lifleri üzerine yapılan birçok araştırmada farklı diyet liflerinin kullanımı ve son ürün üzerine etkileri incelenmiştir.

Farklı tahıllardan elde edilen liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerini ve hamurun reolojik özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada buğday kepeği, pirinç kepeği, arpa kepeği ve yulaf kepeği kullanılmış ve bunların 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 incelenmiş. Son ürün olan bisküvilerin, kalınlık, çap, yayılma oranı, renk gibi fiziksel parametreleri ve duyu özellikleri belirlenmiştir. 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 (Sudha ve ark. 2007a).

Can (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, bisküvinin lifçe zenginleştirilmesi için portakal kabuğu tozu kullanılmıştır. Bisküvi formülasyonlarına % 1, % 3, % 5 ve % 7 oranlarında ilave edilen portakal tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. İncelenen bisküvi örneklerinin antioksidan, toplam karotenoid, toplam fenolik madde ve besinsel lif miktarlarının portakal kabuğu tozu oranının artmasıyla arttığı gözlemlendiği belirtilmiştir. Portakal kabuğu tozu oranının artmasıyla, bisküvilerin çap, kalınlık, esneklik ve parlaklığının azaldığı, bisküvilerin giderek koyulaştığı ve sertleştiği tespit edildiği belirlenmiş ve duyusal değerlendirmeler sonucunda % 1 ve % 3 portakal kabuğu tozu oranlarındaki bisküvilere kabul edilebilir puanlar verildiği belirtilmiştir.

Türksoy (2011), meyve ve sebze lif konsantreleri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkilerini incelediği bir çalışmada elma, kayısı, portakal, limon, greyfurt, havuç ve balkabağı gibi meyve ve sebzelerden elde edilen lif konsantreleri kullanılmıştır. Bu lif konsantreleri iki farklı buğday çeşidinden elde edilen Gerek79 ve Guadalupe unlarına, %0, % 10, % 15, % 20 ve % 25 oranlarında katılarak hamur reolojisi ve bisküvi kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Sebze lif konsantrelerinin diyet lif içeriği bakımından meyve lif konsantrelerine kıyasla daha zengin olduğu görülmüştür. Kayısı lifi hariç diğer meyve ve sebze lif konsantrelerinin hamurun uzama kabiliyeti ve enerji değerlerini düzenli bir şekilde düşürdüğü görülmüştür. Lif konsantresi ilave edilerek yapılan bisküvi örneklerinin fiziksel özellikleri (genişlik, kalınlık, yayılma oranı) incelendiğinde, genel olarak Gerek-79 çeşidine ait örneklerden daha geniş, Guadalupe çeşidine ait örneklerden ise daha kalın bisküviler elde edilmiştir. Yayılma oranı değerleri artan lif konsantrasyonlarına bağlı olarak azalmıştır. Her iki un çeşidinden yapılan bisküvilerde artan lif katma oranlarına bağlı olarak toplam, çözünür ve çözünmez diyet lif miktarlarında artış gözlenmiştir. Guadalupe unundan hazırlanan lif katkılı bisküvi örneklerinin toplam diyet lif miktarları, Gerek-79 unundan hazırlananlara kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Lif konsantresi katkılı bisküvi örnekleri içerisinde en yüksek toplam diyet lif miktarları balkabağı lifi katkısıyla elde edilmiştir. Bisküvi örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçlarından, özellikle elma ve kayısı lif konsantresi ilavesi ile yapılan bisküvilerin genel kabul edilebilirlik değerlerinin yüksek olduğu, diğerlerinin ise ancak düşük oranlarda katıldıkları takdirde (en fazla % 15) kabul edilebilir nitelikte bisküvilerin elde edilebileceği belirtilmiştir.

Bisküvinin besleyici değeri ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla yürütölen bir çalışmada, inölin ve değışik katkılardan (soya unu, horozibiğı çiçeğı, keğıboynuzu, elma lifi ve yulaf lifi) hazırlanan kombinasyonlar buğday ununa katılmıştır. İnölin ilavesinin bisküvilerde enerji değeri azalttığı, soya unu ilavesinin son üründeki protein miktarı ile sindirilebilirliğini arttırdığı, diyet lif içeriğı bakımından ise tüm ürünlerde yaklaşık % 27 ile % 48 oranları arasında bir artış gözleendiğı belirtilmiştir (Vitali ve ark. 2009).

Acun (2011), şarap işletmeleri atığı olan üzüm posasının ve üzüm çekirdeğinin bisküvi kalitesi üzerine etkisini incelediğı bir çalışmada bisküvilerin toplam diyet lif içerikleri artan posa ilavesi ile artış gösterdiğini tespit etmiştir. En yüksek diyet lif içeriğine sahip olan bisküvi grubu ise % 15 oranında çekirdeksiz posa ilave edilen bisküviler olduğunu belirtmiştir.

Çiftçi (2018), yağı azaltılmış bisküvi üretiminde karbonhidrat bazlı yağ ikamesi olarak kestane ve keğıboynuzu unlarını şortening ile yer değıştirme esasına göre % 25 ve % 50 (ağırlık/ağırlık) oranlarında kullanılmıştır. Yüksek lif içeriğine sahip olan kestane ve keğıboynuzu unu kullanarak, bisküvide yağının azaltılmasından kaynaklanan kalite kayıplarının giderilmesi amaçlanmıştır. Şortening miktarının % 25 ve % 50 oranına kadar düşürüldüğü formölasyonlarda, kestane ve keğıboynuzu unları ilavelerinin, önemli ölçüde kalite kaybı olmaksızın, kabul edilebilir duysal özelliklere sahip bisküvi eldesi sağladığını belirtmiştir.

2.2.2.2. Gıdaya prebiyotik özellik kazandırma

Prebiyotikler mide ve ince bağırsakta sindirilemeyen ve kalın bağırsakta mevcut yararlı bakteriler için potansiyel substrat vazifesi görerek, kolonda mevcut bu bakterilerin aktivitesini ve/veya gelişimini teşvik eden gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid 1995).

Prebiyotikler bağırsaklardaki bakterilerin gelişmesini ve/veya aktivitesini selektif (seçici) olarak teşvik eden ve böylelikle bağırsak florasını olumlu yönde etkileyen sindirilmeyen karbonhidratlardır. Testler Bifidobakteriler (faydalı bakteriler) için inölinin mükemmel selektif büyüme aracı ve enerji substratı olduğunu göstermektedir. Çalışmalarda,

bifidobakterilerin zararlı bakterilerin gelişmesini engellediği belirtilirken, insanlar üzerinde yapılan çalışmalarca sonuçlar onaylanmıştır (Anonim 2018a).

Kalın bağırsakta 500'den fazla bakteri çeşidi vardır ve bu bakteriler vücudumuzda gerçekleşen pek çok biyolojik fonksiyondan sorumludur. Bağırsaklarımızda dengeli bir floranın oluşumu için faydalı bakterilerin patojen bakterilerden daha fazla olması gereklidir. Bu nedenle “iyi bakteriler” in gelişiminin desteklenmesi çok önemlidir (Anonim 2018a).

Karbonhidratların birçoğu potansiyel prebiyotik olup kalın bağırsakta fermente olabilirler. Kalın bağırsakta meydana gelen fermentasyon ile çeşitli gazlar oluşur ve bu gazlar bağırsak hacmini arttırmırlar. Bu durumda, bağırsaklarda transit geçiş zamanını kısaltarak kabızlık oluşumunu azaltma ve bağırsaklarda rahatlatma etkisi gösterir. Düşük bağırsak pH'sı ile patojen bakterilere karşı koruma sağlarlar. Bağırsak bakteriyel dengesini yenileyerek antibiyotiklerden, ishalden, stresten veya diğer ilaçlardan kaynaklanan rahatsızlıklardan sonra, prebiyotikler bağırsak dengesini yenileyebilirler. Özel bakteri gruplarının seçici olarak uyarılmasıyla denge yenilenebilir. (Gibson ve Roberfroid 1995).

Prebiyotik ürünler insan sindirim sistemi ve sağlık üzerine pek çok olumlu etkilere sahiptir. Prebiyotik bileşenlerin insan sağlığına olumlu etkilerini özetleyecek olursak (Yerlikaya ve Karagözlü 2009);

- Mikrofloranın kompozisyonunu ve aktivitesini olumlu yönde etkiler.
- Bağırsak hareketlerini düzenler.
- Minerallerin emilimini ve biyoyararlıklarını arttırır.
- Kolan kanseri gelişim riskini azaltır.
- Patojen mikroorganizmaların çoğalmasını önler.
- Vitamin sentezini geliştirir.
- Bağışıklı sistemini güçlendirir.
- Osteoporoza karşı etkilidir

2.2.2.3. Gıdalarda yağ ikamesi olarak kullanımı

Yağ bisküvilerin yapı ve lezzetini büyük oranda etkileyen bileşendir (Ünal 1986). Undan sonra en yüksek oranda kullanılan hammaddedir (Manohar ve Rao 1999). Yeterli

miktarda yağ kullanımı, pişme süresini azaltarak ürüne güzel bir renk verirken, fazla miktarda yağ kullanımı ise kabarmayı olumsuz yönde etkilemekte ve üründe kırılabilirliği arttırmaktadır (Aydın 2014).

Yağ içeriğini azaltmak ve kabul edilebilir özelliklere sahip bisküvi elde etmek için yağ ikame ediciler kullanılmalıdır (Laguna ve ark. 2012). Fırıncılık ürünlerinde sıklıkla, su bağlamak suretiyle yağı taklit eden, yağlı ve hoş bir ağız hissi sağlayan, diyet lif ve modifiye nişasta gibi karbonhidrat bazlı yağ ikameleri kullanılmaktadır (Bath ve ark. 1992, Nonaka 1997).

Yağ ikame ediciler, fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından yağa benzeyen gıda ingrediyeentleridir. Bir yağ ikame edici yağın verdiği ağız hissi, zenginlik, yumuşaklık ve yağlılığı sağlamalı, duyuusal bir denge için tat bileşenleriyle yağa benzer ilişkide olmalıdır (Yapar 2004).

Yağ ikamelerinin çoğu karbonhidrat bazlıdır. Karbonhidrat bazlı yağ ikame ediciler çoğunlukla tahıllardan ve diğer bitkilerden elde edilirler. Sindirilebilen ve sindirilemeyen kompleks karbonhidratları içerir. 1 gramda 0'dan 4 kaloriye kadar enerji sağlayabilirler. Birçok karbonhidrat bazlı yağ ikamesi GRAS olarak onaylanmıştır (Anonymous 1995).

Karbonhidratların yağ taklit özelliklerinin partikül yapısı ile su arasında oluşan bir etkileşim sonucu ortaya çıktığı kanıtlanmıştır. Karbonhidrat bazlı yağ ikame ediciler suyu yapısına sıkıca bağlayarak jel yapı oluştururlar ve bunun sonucunda gıdaların yağın ağızdaki oluşturduğu hissiyata benzer kaygan ve akıcı özellikler verirler (Sanchez ve ark. 1995). Bu yapıdaki karbonhidratların yağ ile hemen hemen aynı zaman sürecinde damaktan temizlendiği belirtilmektedir (Yackel ve Cox 1992).

Bir karbonhidrat türevi olan inülin su ile karıştırıldığında mikrokristaller oluşturabilir. Bu mikrokristaller ağızda hissedilebilir pütürlü bir yapı bırakmazken yağa benzeyen bir tat vererek yumusak, kaygan, kremsi bir his verirler. Bu nedenledir ki inulin başta diyet ürünleri olmak üzere birçok üründe yağ ikamesi olarak kullanımı uygun olabilir (Niness 1999). İnülinin farklı amaçlarına yönelik kullanımı Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Yağsız yoğurt üretiminde inülin kullanımına yönelik bir çalışmada, % 0,1 yağ içeren sütte % 1, % 2 ve % 3 düzeylerinde inülin katkısı ile standart yoğurt üretilmiştir. % 3 yağ

içeren kontrol örneğine en yakın fiziksel benzerliğe ve en az seviyede duyuusal kalite düşüşü % 1'lik inülin katkılı yoğurtta gözlemlenmiştir. Daha yüksek oranlarda inülin ilavesinin düşük yağlı yoğurt üretiminde olumlu sonuçlar vermediğini belirtmişlerdir (Güven ve ark. 2005).

İnülin eklenen peynirlerin tekstürel, reolojik ve mikroyapısal özelliklerini belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada inülin ilavesinin peynir yumuşaklığını etkilemediği ve inülinin % 63 oranında yağlı ikame edebileceği tespit edilmiştir (Hennelly ve ark. 2006).

Çizelge 2.2. İnülinin farklı amaçlara yönelik kullanımı (Anonim 2018a).

Yağ Azaltımı	Lifçe Zenginleştirme	Sağlık Üzerine Etkileri
➤ Kalitenin Geliştirilmesi ➤ Yağ Fazının Stabilizasyonu	➤ Kalitenin Geliştirilmesi	➤ Prebiyotik ➤ Bifidojenik ➤ Kalsiyum Emilimi
Etiket Bilgisi		Yapı ve Tadın Geliştirilmesi
➤ Doğal ➤ Bitkisel ➤ Katkı Değil ➤ E Kodu yok ➤ Dengeli Beslenme		➤ Düşük Yağlı Sistemler ➤ Tatlandırıcı Sistemler ➤ Stabilitenin Geliştirilmesi ➤ Kalsiyum Emilimi ➤ Lif Etkisi

Yapılan çalışmalar sonucunda dondurma formülasyonlarında kullanılan inülinin ürünün yumuşaklığını ve kremsiliğini korumanın ve depolama sırasında buz kristallerinin büyümesini önlemelerinin yanı sıra yağlı % 100 ikame edebileceği belirlenmiştir (Bath ve ark. 1992).

Zahn ve ark. (2010), yaptığı çalışmada muffin formülasyonunda yağlı % 50, %75 ve % 100 oranlarında azaltıp, inülin ile ikame etmişlerdir. İnülinin, muffinin fırıncılık, tekstür ve duyuusal karakteristikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Muffin formülasyonunda inülin miktarı arttıkça, ürün nemi ve iç kısım yoğunluğu önemli bir şekilde artmış olup, ürün hacmi

ise azalmıştır. Yapılan analizler göstermiştir ki, muffin formülasyonunda yağın inülin ile ikame edilmesi, ürün görünüşünü, tekstürünü, duyuşal karakteristiklerini, tat ve kokusunu önemli ölçüde etkilemiştir. Yağın azalması, üründe oluşan hava kabarcığı miktarını azaltmıştır. Dolayısı ile hacimde azalma görölmüştür ve yine buna bağılı olarak ürünün iç kısım yoğunluğu artmıştır. Gözenek boyutunda ve gözenek dağılımında önemli bir makroskopik etki gözlenmemiştir. Sonuç olarak muffin için, yağın % 50 oranında azaltılıp, inülin ile ikame edilmesiyle elde edilen formülasyon uygun bulunmuştur.

Meyer ve ark. (2011), yaptığı çalışmada süt ürünlerinde inülin kullanılarak tekstürel özelliklerin iyileştirilmesi sağılanmıştır, inülinin yağ ikame edici olarak kremsi dokuyu geliştirdiğı ifade edilmiştir.

Köprölü (2009), farklı oranlarda inülin ilave edilerek üretilen salamların kalite özelliklerini incelediğı bir araştırmada karbonhidrat bazlı yağ ikamesi olan inülinin farklı oranlarda (% 2, % 4, % 6, % 8 ve % 10) kullanımının salamların kalitesi üzerine etkileri incelemiştir. Çalışmada üretilen salam örneklerine merkez sıcaklığı 72°C olana dek ısıtıl işlem uygulanmış ve 15 gün süreyle 0-4°C’de depolanmıştır. Depolama süresince bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri saptanmıştır. Sonuçlar inülin ilavesiyle salamların % su, yağ ve protein miktarlarının azaldığını; kül miktarının arttığını göstermektedir. Salamların duyuşal özellikleri ise inülin ilavesiyle azalmıştır. Genel kabul edilebilirlik bakımından en yüksek puanı kontrol grubu alırken, % 8 oranında inülin ilave edilen salam örneğinin renk, koku, tat, sululuk ve tekstür bakımından da diğeri inülin ilave edilen gruplara göre daha yüksek puan aldığını belirtmiştir.

Düşük yağlı yoğurtların duyuşal ve dokusal özelliklerinin polimerleşme derecelerine bağılı olarak farklı zincir uzunluğu yapısına sahip inülin çeşitleri ile farklı konsantrasyonlarında (% 0-4) katkısı ile geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmanın analizleri göstermiştir ki inülinlerin önemli derecede etkide bulunduğı, yoğurdun kremsi ağız hissi yapısında yapışkanlık, sadelik ve kıvamlılık açısından olumlu katkılar sağlamıştır. Hafifliğe katkısı bakımından kısa zincirli inülinlerin uzun zincirli inüline göre az etkili olduğı, uzun zincirli inülinin ise % 3 oranında kullanımının optimum derecede katkı sağladığı belirtilmiştir. Sonuçlar inülinlerin düşük yağlı yoğurtların kremsi ağız hissi geliştirilmesinde başarılı bir şekilde kullanılabilir olduklarını ortaya koymuştur (Katy 1999).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada bisküvi yapımında yumuşak buğday unu kullanılmıştır. Kullanılan buğday unu Ulusoy Un A.Ş.'den temin edilmiştir. Yağ ikamesi olarak kullanılan inülin Fibruline XL (Cosucra SA, Warcoing, Belçika) marka üründür. Besler Gıda ve Kimya San. ve Tic. A.Ş.'den temin edilen bitkisel yağ (lipid shortening) bisküvi yağı olarak kullanılan bitkisel susuz yağ olup *trans* yağ asidi içermemektedir. Bisküvi yapımında kullanılan diğer hammaddeler pudra şekeri, yağsız süt tozu, tuz, sodyum bikarbonat, amonyum bikarbonat, deiyonize su, HFCS (yüksek fruktozlu mısır şurubu) yerel firmalardan temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1 Buğday unu kimyasal ve fizikokimyasal analizleri

3.2.1.1. Nem miktarı tayini

Buğday unu örneğinin nem miktarı, AACCI Metot No: 44.01'e (AACCI 1990) göre belirlenmiştir.

3.2.1.2. Kül miktarı tayini

Buğday unu örneğinin kül miktarı, AACCI Metot No: 08.01'e (AACCI 1990) göre belirlenmiştir.

3.2.1.3. Protein miktarı tayini

Buğday unu örneğinin protein miktarı tayininde AACCI Metot No: 46.12 (AACCI 1990) kullanılmıştır.

3.2.1.4. Yaş gluten miktarı tayini

Yaş gluten analizi; buğdayın gluten kalitesi ve miktarı hakkında bilgi verir. Buğday unu örneğinde yaş gluten miktarı, AACC 38-12'e (AACC 1990) göre belirlenmiştir.

3.2.1.5. Kuru gluten miktarı tayini

Bisküvilik un örneklerinin kuru gluten değerleri AACC 38-12'e (AACC 1990) göre belirlenmiştir.

3.2.1.6. Zeleny sedimentasyon ve gecikmeli zeleny sedimentasyon değeri tayini

Sedimentasyon analizi, undaki öz olarak bilinen gluten kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Unda süne tahribatı tespiti de sedimentasyon testiyle belirlenmektedir. Gecikmeli sedimentasyon ise farklı olarak sonuçun 1,5-2 saat daha uzun sürede değerlendirilmesidir. Buğday unu örneğinde zeleny sedimentasyon değeri ve gecikmeli zeleny sedimentasyon, AACCI Metot No: 56.60'a (AACCI 1990) göre belirlenmiştir.

3.2.1.7. Düşme sayısı (falling number) tayini

Falling number analizi, undaki amilaz aktivitesinin tespiti için yapılmaktadır. Un örneklerinde düşme sayısı tayini, FN 1900 (Perten, İsveç) ile AACC Standart Metot No: 56-81B'ye (AACC 2002) göre yapılmıştır.

3.2.2. Buğday unu ve bisküvi hamurlarında reolojik analizler

3.2.2.1 Farinograf analizleri

Farinograf, hamurun yoğurmaya karşı direnci, gelişme süresi, stabilitesi ve yumuşama derecesi hakkında bilgi vermektedir. Hamur örneklerinin farinogram özellikleri, Farinograph-E cihazında (Brabender, Duisburg, Germany) AACC Standart Metot No: 54-21'e (AACC 2002) göre tayin edilmiştir.

Su kaldırma oranı; % 13 nem esasına dayalı olarak standart 500 Brabender birimi (BU) çizgisini ortalaması için gerekli olan su miktarı olarak hesaplanır. Su kaldırma oranını bilmediğimiz bir un numunesi ile çalışıyorsak ilk aşamada farinografda unun su kaldırma %'sini belirlemek gerekir. Bunun için büretten saf su verilerek beş yüz konsistens çizgisi ortalanacak şekilde % su kaldırma oranı belirlenir. Çizginin ortalandığı anda su verme işlemine son verilir. Okunan değer % su kaldırma değeri olarak belirlenir.

Gelişme süresi hamurun yoğrulmaya başlamasından direnç 500 BU değerine yükselmesine kadar geçen süre olarak tanımlanabilmektedir. Stabilite süresi hamurun 500 BU

çizgisinin ortalamasından yumuşamaya geçene kadar geçen zamandır. Yumuşama derecesi; eğrinin düşmesinden itibaren 12 dakika sonunda eğrinin ortası ile 500 BU çizgisi arasında düşmüş olan miktardır.

Farinograf grafiğinin başlangıçtan 500 konsistens çizgisini ortaladığı ve maksimum yüksekliği aldığı noktaya kadar geçen süre (dk) gelişme süresi olarak nitelendirilmektedir.

3.2.2.2. Ekstensograf analizleri

Extensograf, hamurun uzamaya karşı direnci ve elastikiyeti hakkında bilgi vermektedir. Hamur örneklerinin ekstensogram özellikleri, Extensograph-E cihazında (Brabender, Duisburg, Germany) AACC Standart Metot No: 54-10'a (AACC 2002) göre tayin edilmiştir.

Her 45 dakikada bir süreyle üç kere ekstensograf çizilir. Sonuçta bir numune için 2 saat 15 dakikalık bu dinlenme süresi yapılmış olmaktadır. Her 45 dakikalık dilimler hamurun gelişmesi hakkında bilgi vermektedir. Fakat ekstensograf sonuçlarında baz alınan değerler son 45 dakika değerleridir. Ekstensograf eğrisinin altında kalan alanın cm^2 olarak belirtilen kısım enerji ölçümü, olarak adlandırılır.

3.2.3. Bisküvi üretim yöntemi

3.2.3.1. Deneme planı

Bisküvi üretimi, AACC standart yönteminde (Metot No: 10-54) belirtilen tel keski bisküvi üretim esaslarına göre gerçekleştirilmiştir (AACC 2002). Kontrol bisküvi formülasyonunun oluşturulması için ön çalışmalar yapılmıştır. Gerçekleştirilen ön denemeler ile azaltılması öngörülen yağ oranı, su-inülin oranı, uygun pişirme sıcaklığı ve pişirme süreleri, uygun fırın tipi ile birlikte en uygun bisküvi formülasyonu hazırlanmıştır

Bisküvideki yağ azaltma çalışmaları toplam yağ miktarının % 10'u, % 20'si, % 30'u, % 40'ı ve % 50'si oranlarında planlanmıştır. Yapılan literatür araştırmaları ve laboratuvar ön çalışmaları sonucunda en iyi formülasyonun azaltılan yağ miktarının yerine 2,5-1,5 oranında sırasıyla su ve inülin arasında paylaştırılmasıyla elde edildiği saptanmıştır. Bu nedenle yapılan denemelerin hepsinde azaltılan yağ miktarı oranına göre su ve inülin arasında yapılan paylaşım bisküvi formülasyonuna ilave edilmiştir. Toplam formül miktarı sabit bırakılmıştır.

Böylece yağın maksimum düzeyde azaldığı formül elde edilmiştir. Çizelge 3.1’de yapılan deneme çalışmalarının formülleri verilmiştir.

Farklı su-inülin oranlarında yaptığımız ön çalışmalarda, yağdan azaltılan kısmın paylaşım oranı 3-1 (sırasıyla su-inülin) olan formüle fazla su girilmesinden dolayı hamurda gluten-matriks bağı oluşumunun fazlaca arttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda hamur açma makinasında hamur açıldıktan sonra geri toplaması, istenilen hamur formunun yakalanamaması gibi problemlerle karşılaşılmıştır. Yine ön denemelerde 2-2 paylaşım oranı da (su-inülin) kullanılan formülde de % 30 yağ ikame çalışmasından sonra çok sert hamurlar elde edilmiş ve hamur makinesinde açarken istenilen formun oluşmasında zorluk yaşandığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle bisküvi formülasyonu 2,5-1,5 oranlarında su-inülin paylaşım esasına göre düzenlenmiştir.

Aynı zamanda ön çalışmalarda farklı fırın sıcaklıkları ve süreleri denenerek bisküvi üretimi için optimum değerler belirlenmiştir. Fırın tiplerinde ortaya çıkan farklılığı gözlemek için konveksiyonel ve taş tabanlı fırın denemelerinde yapılan bisküvilerde, en iyi ürün konveksiyonel fırında elde edilmiş olup fırın tercihi bu yönde yapılmıştır. Konveksiyonel fırında bisküvilerin daha homojen bir pişirme işlemine tabi tutulduğu gözlemlenmiştir. En uygun sıcaklık ve sürenin literatürde yer alan çalışmalar tarafından da desteklendiği üzere 205°C’de 11 dakika olduğu belirlenmiştir.

Bunların dışında, yine inülinin yağ ikamesi olarak kullanımının uygunluğunun belirlenmesi için ön çalışmalar da gerçekleştirilmiştir. Kontrol formulasyonuna karşı yağ % 10 ve % 20 oranında azaltılmış fakat azaltılan yağ yerine herhangi bir ikame madde kullanılmamıştır. Yapılan bu çalışmalar ile inülin kullanılarak yapılan % 10 ve % 20 yağ ikame çalışmaları karşılaştırılmış ve aralarında büyük farklılıklar belirlenmiştir. Karşılaştırmalı yapılan duyusal testlerle inülin kullanımı bisküvilere yağ efekti verdiğini ve ürün iç nemliliğini sağladığı gözlemlenmiştir. İnülin kullanılmayan ürünlerin oldukça yağsız ve kuru hissedildiği, ağızdaki gevrekliğinin oldukça azaldığı ve yine çiğneme esnasında ağızda hamurumsu-yapışkan bir yapıya dönüştüğü tespit edilmiştir. Yapılan bu ön çalışmalar ile inülinin yağ ikame maddesi olarak kullanımının uygunluğu sonucuna varılmıştır.

3.2.3.2. Bisküvi formülasyonu ve üretimi

Bisküvilerdeki yağ oranı % 10, % 20, % 30, % 40 ve % 50 oranlarında azaltılarak AACC Standart Metot No: 10-54 (AACC 2002) standart yönteminde belirtilen tel keski bisküvi esaslara göre yapılmıştır. Bisküvi üretiminde kullanılan bileşenler ve miktarları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Deneme desenindeki her bir fomulasyon iki tekerrürlü olarak çalışılmıştır.

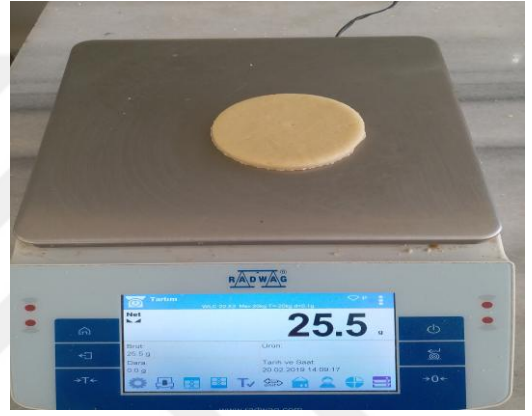
Laboratuvar şartlarında gerçekleştirilen hamur yapım aşamasında hamur mikseri (Kitchen Aid, Amerikan) kullanılmıştır. Bisküvi üretimi için buğday unu ve amonyum bikarbonat dışındaki diğer kuru bileşenler bir kapta homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Hazırlanan bu karışım ile yağ, mikser haznesine aktarılıp, her 1 dakikada bir sıyırma işlemi yapılmış ve toplamda 3 dakika karıştırılarak krema görünümünde homojen bir karışım elde edilmiştir. Bir başka kapta HFCS (yüksek fruktozlu mısır şurubu) ve amonyum bikarbonat ile hazırlanan sıvı karışım, kremaya eklenmiş ve her 15 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 1 dakika karıştırılmıştır. Bu karışıma daha sonra, un veya un-inülin karışımları eklenerek her 10 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 30 saniye karıştırma işlemi sonucunda, bisküvi hamuru elde edilmiştir. Hamurun toplanmaması durumunda bu işlem 30 saniye daha uzatılarak hamurun toplanması sağlanmıştır. Elde edilen bisküvi hamuru 4 eşit parçaya bölünerek hamur açma makinasında kalınlığı 5 mm ve çapı 68 mm olacak şekilde açılmıştır. İstenilen boyutlarda açılan hamurlar kalıplarla kesilerek disk şeklinde bisküviler hazırlanıp ürünlerin tartımları (26 ± 1 g) yapılmış ve daha sonra fırın tepsilerine dizilmiştir. İstenilen gramajlarda çıkmayan ürünler tekrardan hamura karıştırılarak şekillendirilmiş ve tekrardan uygun gramajlarda çıkması sağlanmıştır. Bisküvi yapım aşamalarında izlenen adımlar Şekil 3.1’ de görülebilmektedir.

Çizelge 3.1 Bisküvi üretiminde kullanılan bileşenler ve miktarları (g)

Bileşenler¹	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Formülasyonda şortening azalma oranı (%)	0	10	20	30	40	50
Un ² (g)	40	40	40	40	40	40
Pudra Şekeri (g)	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
Şortening (g)	16	14,4	12,8	11,2	9,6	8,0
Deiyonize Su (g)	8,8	9,8	10,8	11,8	12,8	13,8
HFCS ³ (g)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Tuz (g)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Yağsız Süt Tozu (g)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Sodyum bikarbonat (g)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Amonyum bikarbonat (g)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
İnulin (g)	0	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0
Toplam (g)	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7

¹ Bileşenler 21±2°C, ²% 13 rutubet esasına göre, ³Yüksek fruktozlu mısır şurubu

Tartım işlemi yapıldıktan sonra fırın tepsisine alınan bisküvi hamurları Şekil 3.2.'deki Fimak marka konveksiyonel fırında, 205°C'de 11 dakika pişirilmiştir. Fırından çıkarıldıktan sonra 30 dakika tepside dinlendirilen bisküviler, tepside alınmış ve 2 saat sonra gerekli ölçümler yapılmıştır. Çalışmada farklı formülasyonlarda bisküvi üretimi iki defa gerçekleştirilmiş olup, bu denemelere ait analiz sonuçlarının açıklandığı çizelgelerdeki değerler ortalama değerler olarak verilmiştir.



Şekil 3.1. Bisküvi yapım aşamaları



Şekil 3.2. Biskivinin pişirildiği konveksiyonel fırın

3.2.4. Bisküvi analizleri

3.2.4.1. Nem miktarı tayini

Bisküvilerin nem miktarı, AACCI Metot No: 44.01'e (AACCI 1990) göre belirlenmiştir. Depolamanın etkisini incelemek amacıyla, bu analiz raf ömrü boyunca (1., 2., ve 3. aylarda) iki tekerrür ve üç paralel olarak yapılmıştır.

3.2.4.2. Kül miktarı tayini

Örneklerin kül miktarı, AACCI Metot No: 08.01'e (AACCI 1990) göre belirlenmiştir.

3.2.4.3. Protein miktarı tayini

Bisküvilerin protein miktarı tayininde AACCI Metot No: 46.12 (AACCI 1990) kullanılmıştır.

3.2.4.4. Yağ miktarı tayini

Bisküvilerin yağ miktarı, Soxhlet sistemi kullanılarak AOAC Metot No:948.22'e (AOAC 2000) göre belirlenmiştir.

3.2.4.5. Toplam diyet lifi tayini

Toplam diyet lifi miktarı, AACC 32-05, AOAC 985.29 'e (AACC 1990, AOAC 2000) göre belirlenmiştir.

3.2.4.6. Renk analizi

Bisküvilerin renkleri HunterLab ColorFlex EZ model renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.3). CIE renk değerlerinden (L, a, b) oluşan üçlü skalada L=100 beyaz, L=0 siyah; yüksek pozitif a kırmızı, yüksek negatif a yeşil; yüksek pozitif b sarı ve yüksek negatif b mavi olarak değerlendirilmiştir. Cihaz her kullanımdan önce beyaz seramik plakaya karşı (L= 97,26, a= +0,13 ve b= +1,71) standardize edilmiş, L (aydınlık derecesi), a (kırmızı-yeşil) ve b (sarı-mavi) değerleri saptanmıştır.

Depolamanın etkisini incelemek amacıyla, bu analiz raf ömrü boyunca (1., 2., ve 3. aylarda) üç paralel ve iki tekrar olarak yapılmıştır.



Şekil 3.3. Bisküvide renk analizi ölçüm cihazı

3.2.4.7. Bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı tayini

Üretilen bisküvilerde çap ve kalınlık, AACCI Metot No.10.54 (AACCI 1995)'e göre standart ekipman (kumpas) kullanılarak belirlenmiştir. Bisküvilerin yayılma oranı ise çap/kalınlık oranı şeklinde hesaplanmıştır.

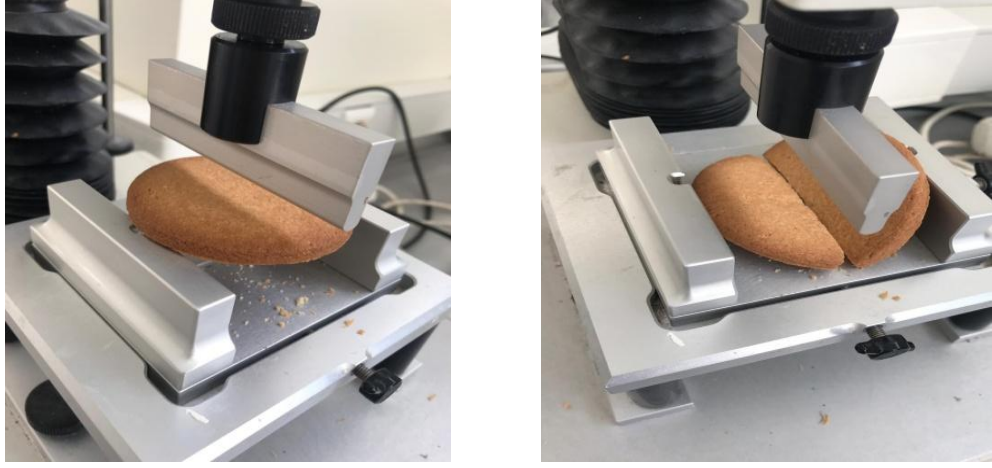


Şekil 3.4. Bisküvide çap/kalınlık ölçümü için kullanılan kumpas

3.2.4.8. Tekstür (sertlik) analizi

Bisküvilerin sertlik değerleri tekstür analiz cihazı Stable Micro Systems Tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus, İngiltere) ile belirlenmiştir. Bu amaçla 3 noktalı bükme probu (three point bend rig) kullanılmıştır. 3 nokta kırılma testi (three point bend rig) tekniğine göre kırılma kuvveti değeri (F, g) olarak tespit edilmiştir (ön-test hızı: 1 mm/s, test hızı: 3 mm/s, son-test hızı: 10 mm/s, uzaklık: 5 mm, trigger kuvveti: 50 g). Sertlik özellikleri belirlenen bisküvilerin depolama süresince değişimini incelemek amacıyla analiz raf ömrü boyunca (1., 2., ve 3. aylarda) iki tekrar ve üç paralel olarak yapılmıştır.





Şekil 3.5. Bisküvide tekstür (sertlik) analizlerinin yapıldığı tekstür cihazı

3.2.5. Fırın Kaybı

26±1 g aralığında tartılan bisküvi örneklerinin fırın öncesi tartımları yapılmış, fırın çıkışı iki saat ortam koşullarında soğuduktan sonra gramajları ölçülmüş ve başlangıçtaki ağırlığına göre fırın aşamasındaki kayıp hesaplanmıştır.

3.2.6. Raf ömrü analizleri

Bisküvideki yağ miktarı belirli oranlarda (% 10, % 20, % 30, % 40 ve % 50) azaltılarak yapılan çalışmalarda üç ay boyunca değişimleri gözlemlemek amaçlı ürünler raf ömrü analizine tabi tutulmuştur. Ürünlerin raf ömrü analizleri üç aylık süre içerisinde birer ay aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Ürünlerdeki değişimlerin tespiti amacıyla tekstür ve nem analizleri yapılmış olup çıkan sonuçlar elde edilen ilk gün ölçümleriyle karşılaştırılmıştır. Şekil 3.6'da çalışmanın paketleme aşamalarının görselleri verilmiştir.

Raf ömrü boyunca ürünlerin açık ortamdaki nemden etkilenmemesi için ürünler kilitli metalize polietilen torbalarda saklanmıştır. Ambalajların kilit kısımlarından sıkıca kapatılmış buna ilaveten hava geçirgenliğini azaltmak için bir ısıtıcı yardımıyla ağzı tamamen mühürlenmiştir.



Şekil 3.6. Bisküvi paketleme aşamaları

3.2.7. Duyusal analiz

Bisküvilerin duyusal analizi 12 panelist tarafından (yarı eğitimli panel ekibi gıda mühendisleri ve teknikerlerden oluşan bir gruptur) yapılmıştır. Bisküviler, rastgele 3 haneli rakamlarla numaralandırılmış ve değerlendirme, aydınlık oda koşullarında gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme öncesinde panelistlere bisküvilerin duyusal değerlendirme kriterleri hakkında bilgi verilmiş ve bir bisküvi örneğinden diğerine geçerken panelistlere içme suyu verilmiştir. Örneklerin duyusal özellikleri 5'lik hedonik skala ile değerlendirilmiştir. Tüketici beğeni testi Land ve Shepherd (1984)'e göre modifiye edilerek hazırlanmıştır.

Duyusal kalite kriterleri 1'den 5'e kadar puanlama sistemine göre yapılmıştır (5 puan: çok iyi, 4 puan: iyi, 3 puan: kabul edilebilir, 2 puan: yeterli değil, 1 puan: kötü). Bisküviler; renk, lezzet, gevreklik görünüş, genel beğeni ve satın alınabilirlik özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Panelistlerin genel beğeni sonucuna göre bisküvilerin satın alınabilirliklerinin aynı puan sistemine göre puanlandırılması istenmiştir. Sonuçlar verilen puanların istatistiksel değerlendirmesi yapılarak belirlenmiştir.

3.2.8. İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler Minitab (Minitab Release 18.0) programı yardımıyla yapılmıştır. Veriler arasındaki farklılığın test edilebilmesi için $\alpha=0,05$ önem düzeyinde varyans analiz (ANOVA) kullanılmış ve ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Un Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bisküvi yapımında zayıf - yumuşak buğdaydan elde edilen % 12,8 nem, % 0,64 kül ve %9,1 protein içeriğine sahip bisküvilik un kullanılmıştır. Bisküvi yapımında kullanılan unun kuru gluten değeri % 10,8, yaş gluten değeri % 24,8, gluten indeks değeri % 90, zeleny sedimantasyon değeri 33 cc, gecikmeli zeleny sedimantasyon değeri 18 cc, düşme sayısı 300 saniyedir. Bisküvi yapımında kullanılan una ait kimyasal ve fizikokimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmektedir.

Bisküviyi oluşturan temel hammaddelerin oluşan hamura ve son ürün özelliklerine olan etkisi çok fazladır (Hoseney 1998). Aranılan nitelikte ve kalitede bisküvi elde edebilmek için üretilcek bisküvi çeşidine uygun un seçimi çok önemli olmaktadır (Öztürk 1993). Bisküvide kullanılan unun yapısının buğdayın yetiştirme koşulları ve öğütülme teknolojisine bağlı olduğu bilinmektedir (Öztürk 1998). Protein oranı düşük, nişasta oranı yüksek yumuşak buğdaylardan elde edilen unların bisküvi sanayisi için istenilen özellikte olduğunu belirtilmektedir (Gündoğdu 1997).

Çizelge 4.1. Bisküvi yapımında kullanılan una ait kimyasal ve fizikokimyasal analiz sonuçları

Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikler	Analiz Sonuçları
Nem (%)	12,8
Kül (%) ¹	0,64
Protein (%) ³	9,1
Düşme sayısı (sn) ²	300
Yaş gluten (%)	24,8
Kuru Gluten (%)	10,8
Gluten indeks (%)	90
Zeleny sedimantasyon (cc) ²	33
Gecikmeli zeleny sedimantasyon (cc) ²	18

¹Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir.

²%13 nem esasına göre bakılmıştır.

³%N*5,7

Bisküvi üretiminde genellikle beyazlatılmamış sarımtırak un rengi istenmektedir. Bisküvi yapımında kullanılan unun L, a ve b değerleri sırasıyla 91,47; 0,46 ve 10,41 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Bisküvi yapımında kullanılan una ait renk analiz sonuçları

Renk Kriteri	Analiz Sonuçları
L	91,47
a	0,46
b	10,41

Bisküvi yapımında kullanılan unun farinograf özellikleri; su absorpsiyonu % 60,1, gelişme süresi 1,7 dk, stabilitesi 2,2 dk, yumuşama değeri 102 B.U.'dir. Ektensograf özellikleri ise 45. dk da; hamurun sabit deformasyon direnci 150 B.U., hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç 150 B.U., enerji 26 cm², uzama kabiliyeti 114 mm ve oran sayısı 1,3'dir. 90. dk deki değerleri hamurun sabit deformasyon direnci 102 B.U., hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç 107 B.U., enerji 17 cm², uzama kabiliyeti 109 mm ve oran sayısı 0,9 olup 135. dk ise sabit deformasyon direnci 121 B.U., hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç 144 B.U., enerji 129 cm², uzama kabiliyeti 107 mm ve oran sayısı 1,1'dir. Analiz sonuçları Çizelge 4.3 ve 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Bisküvi yapımında kullanılan una ait farinograf analiz sonuçları

Farinograf Özellikler	Analiz Sonuçları
Su absorpsiyonu (%) ¹	60,1
Gelişme süresi (dk)	1,7
Stabilite (dk)	2,2
Yumuşama derecesi (B.U.)	102

¹%13 nem esasına göre bakılmıştır.

Çizelge 4.4. Bisküvi yapımında kullanılan una ait ekstensograf analiz sonuçları

Reolojik Özellikler	Analiz Sonuçları		
Ekstensograf ¹	45. dk	90. dk	135. dk
R5 ² (B.U.)	150	102	121
Rm ³ (B.U.) ⁴	150	107	144
Uzama kabiliyeti (mm)	114	109	107
Enerji (cm ²)	26	17	19
Oran sayısı	1,3	0,9	1,1

¹%13 nem esasına göre bakılmıştır, ²R5:Hamurun sabit deformasyondaki direnci,

³Rm: Hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç, ⁴B.U: Brabender ünitesi

4.2. İnülinin Bazı Özellikleri

İnülin, karbonhidratlar sınıfına ait olup fruktanlar olarak bilinir (Anonim 2017b). İnülin hindiba kökünden tamamen doğal bir yol olan sıcak su ekstraksiyonuyla elde edilir (Anonim 2018a). İnülin üretiminde kökler toplanır, temizlenir ve yıkanır. İnülin tozu ortalama 10-12°C’de polimerize edilir ve 2-60 ünitelik zincir uzunluğuna sahip moleküllerdir. Oluşan inülin tozu %6-10 oranında glikoz, fruktoz ve sukroz içeren şekerlerden oluşur (Coussement 1999). Ekstrakte edilen inulin sprey kurutucuda kurutularak toz hale getirilir (Ronkart ve ark. 2010). İnülin beyaz, tatsız bir maddedir ve soğuk suda çok az, sıcak tuzlu su içinde iyi çözünmektedir. Asitlerle hızla hidrolize olmaktadır. İnülin nişastadan farklı olarak iyot ile sarı renk vermektedir (Bilişli 2009).

İnülin doğal bir hammadde olarak kabul edilir ve bu nedenle E kodu bulunmamaktadır (Anonim 2018a). İnülin suda orta düzeyde çözünür. Yüksek konsantrasyonlarda jel formu oluşturur. Ürün içinde yayılmasıyla yağ ikame olarak kullanılma potansiyeline sahiptir (Zahn ve ark. 2010). Sulu sistemde tekstür yapısı kremsi ve jelimsidir ve bu özelliği ile gıdada yağın verdiği kaygan ağız hissini verir (Stevens ve ark. 2001).

İnülin, çok basit bir kimyasal yapıya sahip değildir. Fruktoz ünitelerinin β -2-1 bağları ile bağlanması ile oluşur; bu bağlar inülinin sindirimini zorlaştırırlar. İnülin su veya süt ile karıştırıldığında mikrokristaller oluşturabilirler. Fakat bu mikrokristaller, ağızda hissedilebilir bir pütürlü bir yapı bırakmazlar, fakat yağa benzer bir tat vererek ağızda yumuşak, kremsi, kaygan bir his oluştururlar. Bu nedenle inülin başta diyet ürünleri olmak üzere birçok besinde,

yağ ikamesi olarak kullanılabilir. Genelde 0,25g inülin, 1 gr yağ yerine geçer. Yağ yerine inülin kullanılan besinlerin bir porsiyonunda yaklaşık 2-6g inülin vardır (Niness 1999).

Yağ ikamesi olarak kullanılan inülin Fibruline XL (Cosucra SA, Warcoing, Belçika) marka ürünüdür. İnüline ait bazı özellikler Çizelge 4.5’de verilmiştir. Ürün analizleri AOAC (2000) 997.08 metoduna göre yapılmıştır.

Çizelge 4.5. Kullanılan inüline ait bazı özellikler

Kriterler	Değerler
Nem	% 9,7
Kül	max. % 0,2
PH (%15 su içinde)	~ 7
Kuru Madde	min. % 94
İnülin Miktarı	% 98,50
Toplam Karbonhidrat	min. %99,8
Polimerizasyon Derecesi	min. 20
Diyet Lif	% 94,50
Enerji (100 gr üründe)	191 kcal-765 kJ
Serbest Fruktöz, Glikoz ve Sakkaroz	max. %1
Yoğunluk	~0,55 kg/l
Tat	Doğal
Renk	Beyaz
Ağır Metaller (Pb, Cd, Hg, As)	max. 0,5 ppm
Teknik Özellikler	Yağ ikamesi için yüksek performans inülin (düşük sıcaklıkta)

İnülin, standart, az şekerli ve yüksek performanslı olmak üzere üçe ayrılır. Standart inülin en fazla %10 şeker içeren hindiba köklerinden elde edilir. Az şekerli inülin ve yüksek performanslı inülin ise, mono, di ve oligosakkarit fraksiyonlarının fiziksel olarak kaldırılması ile oluşur (Coussement 1999). Yüksek performanslı inülinde, şeker molekülleri ortadan kaldırıldığı için, inülin yağ benzeri bir yapı kazanır (Niness 1999). Uzun zincirli ve yüksek molekül ağırlıklı inülin yağ ikame olarak daha fazla tercih edilmektedir. Zincir uzunluğu

           azaltır, su veya sütle karışan inülinin mikrokristaller şeklini almasını sağlayarak ağızda krem hissi oluşturmasına yol açar (Anonim 2017b).

4.3. Un-    lin Karışımının Reolojik   zellikleri

Çizelge 3.1'deki çalışmalarda belirlenen miktarlardaki un ve inülin karışımıları hazırlanarak farinograf ve ekstensagraf analizine tabi tutulmuştur.

4.3.1. Farinograf   zellikleri

Bisküvi hamurunun reolojik özelliklerinin formülde belirlenen inülin ilavesiyle hangi değişimlere uğradığının belirlenmesi için farinograf     mleri yapılmıştır. Yapılan     mlerden elde edilen farinogramların yorumlanmasıyla tespit edilen değerler   izelge 4.6'da verilmiştir.

Farinograf; hamurun yoğurmaya karşı direnci, gelişme süresi, stabilitesi ve yumuşama derecesi hakkında bilgi verir. Bu test ile un ve inülin karışımının su absorpsiyonu, hamur yoğurma sırasındaki reolojik özellikleri (gelişme süresi, stabilite, yumuşama derecesi ve gluten proteinlerinin hamur oluşturma özellikleri) hakkında bilgi edinilir.

Gelişme süresi 2,4 g inülin ilavesine kadar birbirine yakın çıkarken, 3 g inülin ilavesiyle formülasyondaki belirlenen inülinin eklenmesi gelişme süresini 2,5 dakikaya çıkarmıştır. Belirlenen değerler istatiksel olarak farklılık ($P < 0,05$) göstermiştir.

Bisküvi yapımında kullanılan buğdayların yumuşak olması istenmektedir. Yumuşak buğday unlarının su absorpsiyonu sert buğdaylara göre az olmaktadır (Yamazaki 1961). Unun hamur haline gelmesi için verilmesi gereken su miktarı olarak ifade edilen su absorpsiyonu, bisküvi gibi yumuşak tipteki hamurlar için  onemli bir kriterdir. Su absorpsiyonunun inülin ilavesiyle sürekli yükselmesi hamur olması için daha fazla suya ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Formülasyon çalışmalarında, su absorpsiyonundaki artış baz alınarak orantılı bir şekilde su oranı arttırılmıştır. Formüller elde edilen sonuçlara göre revize edilmiştir.

Yoğurma sırasında unun kalitesine bağlı olarak hamurun paletlere karşı gösterdiği direnç stabilite değerini (dakika) ifade etmektedir. Kontrol hamurunun stabilite ortalamaları 2,16 dk çıkarken, 3 g eklenen inülin miktarıyla stabilite ortalaması 2,93 dk çıkmıştır. 2,4 g

inülin değerine kadar stabilite ortalamaları yakın değerlerde çıkarken, 3 g inülin değerinde birden fazlalaştığı görülmüştür. Belirlenen değerler istatistiksel açıdan da farklılıklar ($P < 0,05$) göstermektedir.

Eğrinin düşmesinden itibaren 12 dk sonunda eğrinin ortası ile 500 BU çizgisi arasında düşmüş olan miktar yumuşama derecesi olarak ifade edilir ve yumuşama derecesinde 101,6'dan 60'a düşüş gözlemlenmiştir. Kontrol numunesinde 101,6 çıkan yumuşama derecesinin, 3 g eklenen inülin miktarıyla 60'a inmesi hamurun inülin artışıyla sertleştiğini göstermektedir. İnülin miktarının artmasıyla kademeli olarak sertleşen hamurun bisküvi yapımında yoğrulma ve şekil verme aşamasında zorluk çıkardığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.6 belirtildiği üzere istatistiksel açıdan her bir değer farklı harflerle ifade edilmesi farklı ünilin içeriklerine sahip örneklerin yumuşama derecelerinin kendi aralarında oldukça farklı değerlere sahip olduğunu ($P < 0,05$) göstergesi olmuştur.

Çizelge 4.6. Un-inülin karışımlarının farinograf özellikleri*

Eklenen inülin miktarı (g)	Gelişme süresi (dk)	Su absorpsiyonu (%)	Stabilite (dk)	Yumuşama derecesi (DS)
Kontrol	1,70±0,1 ^d	60,1±0,1 ^c	2,16±0,1 ^d	101,6±1,5 ^a
0,6	1,63±0,1 ^d	61,0±0,2 ^b	2,30±0,1 ^{cd}	96,6±1,2 ^b
1,2	1,73±0,1 ^{cd}	61,2±0,2 ^b	2,46±0,1 ^{cd}	92,0±2,0 ^c
1,8	1,93±0,1 ^{bc}	61,8±0,2 ^a	2,60±0,1 ^{bc}	75,7±0,6 ^d
2,4	2,13±0,1 ^b	61,9±0,1 ^a	2,80±0,0 ^b	64,7±1,5 ^e
3,0	2,50±0,1 ^a	62,03±0,2 ^a	2,93±0,1 ^a	60,0±2,0 ^f

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$)

Türksoy (2011), meyve ve sebze lif konsantreleri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkilerini incelediği bir araştırmada elma, kayısı, portakal, limon, greyfurt, havuç ve balkabağı gibi meyve ve sebzelerden elde edilen lif konsantreleri kullanmıştır. Bu lif konsantreleri iki farklı buğday çeşidinden elde edilen Gerek79 ve Guadalupe unlarına, % 0, % 10, % 15, % 20 ve % 25 oranlarında katılarak hamur reolojisi ve bisküvi kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Sebze lif konsantrelerinin diyet lif içeriği bakımından meyve lif konsantrelerine kıyasla daha zengin olduğu görülmüştür. Farklı

oranlarda meyve ve sebze lif konsantreleri içeren un karışımlarının farinogram özellikleri incelendiğinde kayısı lifi hariç diğerlerinin katıldıkları orana bağlı olarak farinografda her iki unda da su absorpsiyonunu önemli derecede arttırdığı ve bu artışın Gerek-79 çeşidinde daha belirgin olduğu görülmüştür. Meyve lifleri içerisinde su absorpsiyonunu en fazla arttıran limon lifi olmuştur. Hamurun gelişme süresi üzerine meyve ve sebze liflerinin etkisi katıldıkları oranlardaki artış ile orantılı olarak arttırıcı yönde olmuştur. Farinogramda hamur gelişme süresinde olduğu gibi hamurun stabilite değeri üzerinde de havuç ve balkabağı gibi sebzelerden elde edilen liflerin önemli derecede arttırıcı etkileri görülmüştür. Bu örneklerin stabilite değeri üzerindeki etkilerinin unun gluten özelliklerini iyileştirmesinden ziyade hamurdaki suyu yoğurma sırasında daha uzun süre tutmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Konsantre meyve lifi katkılı örneklerin farinogramlarında yumuşama değeri katkısız örneklerin yumuşama değerlerinden genelde yüksek çıkmış ancak karışımdaki lif katkısı oranı yükseldikçe elma lifi katkılı örnekler hariç bu değer giderek azaldığını belirtmiştir. Bu çalışma sonucuna göre bazı lif konsantrelerinin inülin ile benzer özellikler gösterdiği ve farinograf değerlerinden de benzer sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir.

4.3.2. Ekstensograf özellikleri

İnülinin yağ ikamesi olarak kullanımının hamur reolojisi üzerine etkilerini incelemek amacı ile yapılan analizlerden biridir. Hamurun uzamaya karşı maksimum direnç ve hamurun uzama kabiliyeti hakkında bilgi vermektedir. Çizelge 4.7 incelendiğinde kontrol numunesinden 3 g inülin içeren un-inülin karışımına kadar enerji değerinin artarak devam ettiği belirlenmiştir. İnülin miktarının artmasıyla hamurun enerjisinde belirli miktarda artış gözlemlenmiştir. En fazla enerji ölçümü 3 g inülin içeren un-inülin karışımında görülürken, kontrol numunesine en yakın enerji ölçümü 0,6 g inülin içeren un-inülin karışımında gözlemlenmiştir.

Hamurun sabit deformasyondaki dayanma derecesini gösteren direnç, diyagramın başlangıcından 5 cm (50 mm) sonraki yüksekliğini Brabender birimi olarak ifade etmektedir. 45. dakikadaki ekstensograf grafiklerinde kontrol numunesinden 3 g inülin içeren un-inülin karışımlarında genellikle direncin artarak devam ettiği gözlemlenmiştir.

Hamurun çekilmeye başladığı andan koptuğu ana kadar geçen sürede oluşan eğrinin taban uzunluğu (mm) uzama kabiliyeti olarak ifade edilmektedir. 45. dakikadaki ekstensograf

grafiklerinde genel olarak uzama kabiliyeti 2,4 g inülin içeren un-inülin karışıma kadar giderek artarken 2,4 g inülin içeren miktarından sonra uzama kabiliyetinde azalma gözlemlenmiştir. Oluşan farklılıkların inülin ilavesi sonucu kademeli olarak sertleşen bisküvi hamurundan kaynaklandığı düşünülmektedir. İstatiksel olarak yapılan değerlendirmelerdeki farklılıklar ise farklı harflerle ($P < 0,05$) Çizelge 4.7’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.7. Un-inülin karışımlarının 45. dakikadaki ekstensograf özellikleri*

Eklenen inülin miktarı (g)	R₅ (BU)	R_m (BU)	Enerji (cm²)	Uzama Kabiliyeti (mm)
Kontrol	150±8,0 ^d	150±8,0 ^c	26±2,0 ^e	114±4,0 ^d
0,6	171±3,0 ^c	182±2,1 ^b	33±1,5 ^d	123±1,5 ^c
1,2	186±6,0 ^c	193±3,0 ^b	37±2,5 ^{cd}	128±3,5 ^{bc}
1,8	184±5,3 ^c	187±4,2 ^b	40±1,5 ^{bc}	139±4,0 ^a
2,4	202±7,2 ^b	215±5,0 ^a	46±2,1 ^{ab}	138±3,1 ^a
3,0	222±3,5 ^a	226±2,1 ^a	49±4,0 ^a	135±3,0 ^{ab}

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

90. dakikadaki ekstensograf grafikleri incelendiğinde enerji değerlerinin kontrol numunesinden 3 g inülin eklenen un-inülin karışımına kadar enerji değerinin artarak devam ettiği belirlenmiştir. Enerjideki en fazla artış 3 g inülin eklenen un-inülin karışımında görülmüş olup, 45. dk ile aynı değerler elde edilmese de benzer bir oransal artma saptanmıştır.

Çizelge 4.8’de de görülebildiği üzere, kontrol numunesinden 3 g inülin eklenen miktara kadar olan un-inülin karışımlarında farklı direnç değerleri gözlemlenmiştir. 2,4 g inülin eklenen un-inülin karışımında büyük bir artış gözlemlenmiş olup, bunu takip eden 3 g inülin eklenen un-inülin karışımında da bir önceki çalışma ile benzer nitelikte sonuç alınmıştır.

90. dakikadaki ekstensograf grafiklerinde genel olarak uzama kabiliyeti 2,4 g inülin eklenen un-inülin miktarına kadar giderek artarken, 2,4 g inülin eklenen un-inülin miktarından sonra uzama kabiliyetinin aynı kaldığı gözlemlenmiştir. Farklı ünilin içeriklerine sahip örnekler arasındaki farklılıklar istatistiksel değerlendirmelere tabi tutulmuş ve sonuçlardaki değişim değerleri farklı harflerle ($P < 0,05$) belirtilmiştir.

Çizelge 4.8. Un-inülin karışımlarının 90. dakikadaki ekstensograf özellikleri*

Eklenen inülin miktarı (g)	R₅ (BU)	R_m (BU)	Enerji (cm²)	Uzama Kabiliyeti (mm)
Kontrol	102±2,5 ^d	108±10,0 ^c	17±3,0 ^e	109±1,0 ^c
0,6	144±4,0 ^c	145±5,0 ^b	22±2,1 ^{de}	121±3,2 ^b
1,2	155±5,0 ^{bc}	156±2,1 ^b	29±1,0 ^{cd}	126±6,2 ^{ab}
1,8	168±3,5 ^b	166±7,1 ^b	37±5,5 ^{bc}	127±2,0 ^{ab}
2,4	211±10,0 ^a	215±15,0 ^a	42±3,0 ^{ab}	132±2,5 ^{ab}
3,0	213±5,1 ^a	217±10,2 ^a	50±5,2 ^a	133±7,1 ^a

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P < 0,05)

Çizelge 4.9’da verilen değerlerden de görülebildiği üzere, 135. dakikadaki ekstensograf grafiklerine göre, enerji değerlerinin artış ve azalışında oransal bir değişiklik tespit edilememiştir. Enerji değerindeki en fazla artış 2,4 g inülin eklenen un-inülin miktarında görülmüştür. Kontrol numunesinden 3 g inülin eklenen un-inülin karışımlarında dirençlerde genellikle artış ve azalışında oransal bir değişiklik tespit edilememiştir. 2,4 g inülin eklenen un-inülin miktarında büyük bir artış gözlemlenmiş, 3 g inülin eklenen un-inülin miktarında çıkan sonuçta bir önceki değeri artarak takip etmiştir. 135. dakikadaki ekstensograf grafiklerinde genel olarak uzama kabiliyeti 1,2 g inülin eklenen un-inülin miktarına kadar giderek artmış, sonrasındaki oranlarda değişken değerler gözlemlenmiştir. En yüksek değer de 2,4 g inülin eklenen un-inülin miktarında görülen uzama kabiliyetidir. Oluşan farklılıkların inülin ilavesi sonucu kademeli olarak sertleşen bisküvi hamurundan kaynaklandığı düşünülmektedir. İnülin miktarının artışı ile genel olarak ekstensograf değerlerin hemen hemen hepsinde yükselme görülmektedir. Ayrıca uzama kabiliyetindeki artışın inülinin hamura kazandırdığı elastikiyetten kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Öyle ki hamur açma makinasında hamurlar açılırken bu yapı gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmelerdeki farklılıklar ise farklı harflerle (P<0,05) Çizelge 4.9’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.9. Un-inülin karışımlarının 135. dakikadaki ekstensograf özellikleri*

Eklenen inülin miktarı (g)	R₅ (BU)	R_m (BU)	Enerji (cm²)	Uzama Kabiliyeti (mm)
Kontrol	121±9,0 ^b	145±5,3 ^a	19±1,0 ^b	107±2,5 ^d
0,6	122±2,0 ^b	134±14,1 ^{ab}	18±0,6 ^b	114±1,0 ^{cd}
1,2	105±5,1 ^b	112±8,0 ^c	19±0,5 ^b	120±5,1 ^{bc}
1,8	111±1,0 ^b	123±2,0 ^{bc}	19±0,6 ^b	119±4,0 ^{bc}
2,4	144±9,02 ^a	145±7,2 ^a	30±5,3 ^a	130±3,0 ^{ab}
3,0	150±8,3 ^a	155±5,0 ^a	27±2,5 ^a	124±3,5 ^a

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P <0,05)

Türksoy (2011), meyve ve sebze lif konsantreleri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkilerini incelediği bir araştırmada elma, kayısı, portakal, limon, greyfurt, havuç ve balkabağı gibi meyve ve sebzelerden elde edilen lif konsantreleri kullanmıştır. Bu lif konsantreleri iki farklı buğday çeşidinden elde edilen Gerek79 ve Guadalupe unlarına, % 0, % 10, % 15, % 20 ve % 25 oranlarında katılarak hamur reolojisi ve bisküvi kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Sebze lif konsantrelerinin diyet lif içeriği bakımından meyve lif konsantrelerine kıyasla daha zengin olduğu görülmüştür. Kayısı lifi hariç diğer meyve ve sebze lif konsantrelerinin hamurun uzama kabiliyeti ve enerji değerlerini düzenli bir şekilde düşürdüğü görülmüştür. Bu çalışma sonucunda kayısı lifinin artışının çalışmamızla benzer sonuçlar gösterdiği gözlemlenirken diğer lif çeşitlerinin tam tersi sonuç verdiğini görmekteyiz.

4.4. Bisküvi Hamurlarının Reolojik Özellikleri

Çizelge 3.1’de verilen bisküvi formülasyonlarının hamur formuna getirilmiş halleri üzerinde reolojik analizler yapılmıştır. Oluşturulan bisküvi hamurlarının özelliklerinin belirlenmesi amacıyla farinograf ve ekstensograf cihazına alınmıştır. Bu çalışmada amaçlanan oluşturulan hamurun farklı oranlardaki inülin ilavesiyle değişkenlerinin belirlenmesidir. Belirlenen değişkenler Çizelge 4.10 ve 4.11’de verilmiştir.

4.4.1. Farinograf özelliklerinin belirlenmesi

Belirli aşamalardan geçerek hamur formunu alan çalışmalarda farinograf özelliklerine bakılarak hamur özellikleri hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Kontrol çalışması hamurundan 3 g inülin içeren diğer bir ifade ile % 50 oranında şortening içeriği azaltılan formülasyonların hamuruna kadar giderek artan bir sertlik hamur yapım aşamasında hissedilmiştir. Farinograf analizindeki sonuçlar da bunu destekler nitelikte çıkmıştır.

Yumuşama derecesinin % 10, % 20 ve % 30 oranlarında şortening içeriklerinin azaltıldığı formülasyonların hamurlarında sıfır değerinde kalması hamurun oldukça yumuşak olduğunu ve farinografteki hamurun farinograf haznesindeki bıçaklara karşı bir tepki uygulayamadığının göstergesidir.

2,4 g inülin içeren diğer bir ifade ile % 40 oranında şortening içeriğinin azaltıldığı formülasyonun hamurunda artan yumuşama derecesi hamurun sertleşerek bıçaklara tepki uygulamasıyla 237 değerini vermiştir. % 40 ve % 50 oranlarında şortening içeriğinin azaltıldığı formülasyonların hamurlarının farinograf sonuçlarına göre sertleştiğini göstermektedir. İstatiksel olarak yapılan değerlendirmelerdeki farklılıklar ise farklı harflerle Çizelge 4.10’da belirtilmiştir. Yumuşama derecesinde kontrol çalışmasından 1,8 g inülin ilave çalışmasına kadar olan istatistiksel değerlendirmede çalışmalar aynı gruplar içinde yer alırken, 2,4 g ve 3 g inülin içeren çalışmalardaki değişiklikler farklı harfler ile ($P<0,05$) gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Bisküvi hamurlarının farinograf özellikleri*

Formülasyonda eklenen inülin miktarı (g)	Formülasyonda azaltılan şortening oranı (%)	Yumuşama Derecesi (DS)
Kontrol	Kontrol	0 ± 0^c
0,6	10	0 ± 0^c
1,2	20	0 ± 0^c
1,8	30	0 ± 0^c
2,4	40	$237\pm 7,5^b$
3,0	50	$288\pm 25,5^a$

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

4.4.2. Ekstensograf özelliklerinin belirlenmesi

Bisküvi hamurlarında dirençlerde artış ve azalışta belirli bir düzen sağlanamamış olup, enerji ve uzama kabiliyetlerinde 1,2 g inülin içeren diğer bir ifade ile % 20 oranında şortening içeriğinin azaltıldığı formülasyonun hamurunda ve sonraki oranlara ait hamurlarda düzenli bir artış yaşanmıştır. Enerji ve uzama kabiliyetlerinde 3 g inülin içeren diğer bir ifade ile % 50 oranında şortening içeriği azaltılan formülasyonun hamurunda maksimum değerlere ulaşılmıştır. Bu durum formülasyonda yağ oranının azalmasına bağlı olarak hamurun sertleştiğini ve kısa tekstür formundan uzaklaştığını göstermektedir. % 40 ve % 50 oranlarında şortening içeriğinin azaltıldığı formülasyonların hamurlarında ekstensograf özelliklerine göre ve ayrıca duyusal kontrollere göre de sertleşme belirlenirken, oluşan gluten matriks bağı sayesinde uzama kabiliyetinin arttığı düşünülmektedir. Yağ miktarının azaltılması ve su - inülin miktarındaki artışın bisküvi hamurundaki gluten-matriks bağının olması gerektiğinden daha fazla olmasına neden olduğu ve bu nedenle uzama kabiliyetinde bu sayısal verilere ulaşıldığı düşünülmektedir. Çalışmalar arasındaki farklılıklar istatistiksel değerlendirmelere tabi tutulmuş ve sonuçlardaki değişim değerleri farklı harflerle belirtilmiştir. Genellikle % 20 oranında yağ içeriği azaltılan örneğe kadar benzer niteliklerde değişimler gözlenip aynı harf gruplarıyla belirtilirken, % 20 oranından sonraki yağ içeriğinin azaltıldığı örneklerde farklılaşmanın arttığı ve farklı harf gruplarıyla belirtildiği ($P < 0,05$) gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.11. Bisküvi hamurlarının 135. dakikadaki ekstensograf özellikleri*

Formülasyonda eklenen inülin miktarı (g)	Formülasyonda azaltılan şortening oranı (%)	R ₅ (BU)	R _m (BU)	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)
Kontrol	Kontrol	32±5,5 ^{ab}	265±5,0 ^c	5±0,6 ^c	19±0,6 ^c
0,6	10	22±10,0 ^b	279±4,5 ^c	5±0,0 ^c	18±2,0 ^c
1,2	20	45±5,0 ^a	321±6,5 ^b	7±1,0 ^c	20±0,6 ^c
1,8	30	35±3,0 ^{ab}	388±7,0 ^a	13±0,6 ^b	29±4,5 ^b
2,4	40	29±6,2 ^b	244±5,0 ^d	11±1,0 ^b	35±3,0 ^b
3,0	50	36±1,5 ^{ab}	390±10,0 ^a	21±1,5 ^a	44±4,4 ^a

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$)

4.5 Bisküvi Örneklerinde Yapılan Analizler

4.5.1. Bisküvilerin bazı kimyasal özellikleri

4.5.1.1. Nem içeriği

Bisküviler 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 çevreden nem almamak şartıyla uzun raf ömrü sağlamaktadır (Wade 1988).

Karbonhidrat bazlı yağ ikameleri ile hazırlanan ürünlerde, yağın işlevselliğini taklit edilebilmek için nem içeriğinde bir artış gereklidir. Karbonhidrat bazlı yağ ikame maddelerinin kullanıldığı daha önceki çalışmalarda da nem içeriğindeki artışlar bildirilmektedir (Sanchez ve ark. 1995, Swanson ve ark. 1999, Lee ve Inglett 2006).

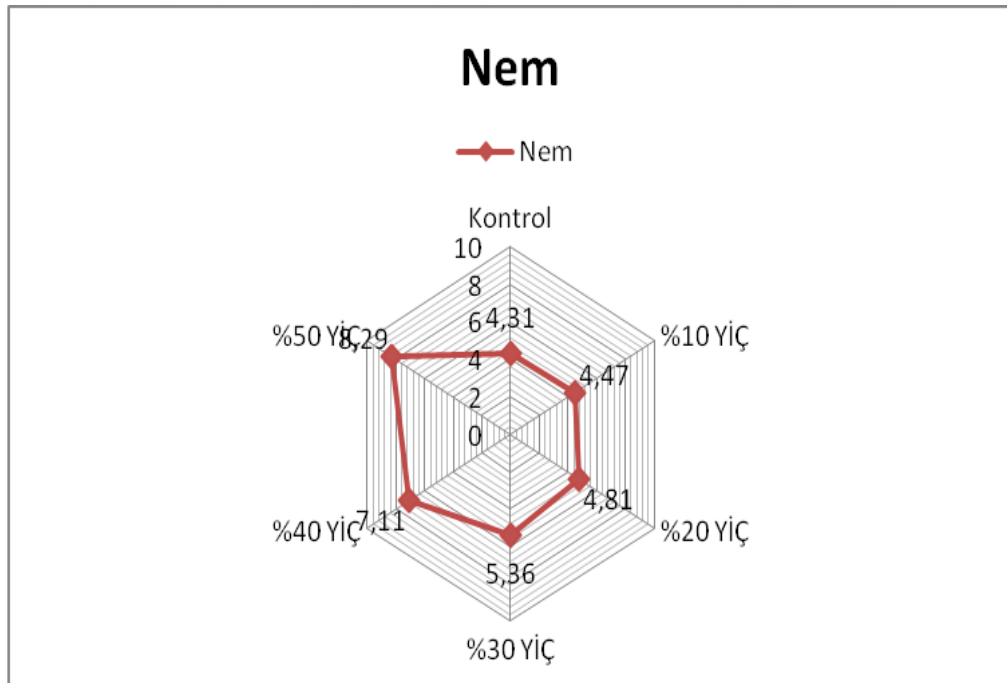
Çalışmada üretilen bisküvilerde üretimden 2 saat sonra yapılan nem ölçümleri Şekil 4.1 ve Çizelge 4.12’de verilmiştir. İlgili Çizelgeden yapılan çalışmalarda elde edilen bisküvilerin nem içerikleri kontrol bisküvi örneğinden % 50 oranında şortening içeriği azaltılan bisküvi örneğine kadar artarak devam ettiği görülmektedir. En düşük nem içeriği % 4,31 ile kontrol bisküvi örneğinde gözlemlenirken, en yüksek nem ise % 8,28 ile % 50 oranında şortening içeriği azaltılan bisküvi örneğinde görülmüştür. Yağın azaltılması ve buna bağlı olarak formülasyonda su ve inülin miktarlarının artması doğru orantılı bir şekilde nem içeriklerinde de artışa neden olmuştur.

Bisküvi ürünlerinde genel olarak tercih edilen nem içeriği % 1-5 aralığındadır. Nem içeriği % 30 oranında şortening içeriği azaltılan bisküvi örneğinde % 5,35 değerinde belirlenmiştir. % 40 ve % 50 oranlarında şortening içerikleri azaltılan bisküvi örneklerinde nem değeri sırasıyla % 7,10 ve % 8,28 olarak belirlenmiştir. Nem miktarının artışı duyusal tadım testlerinde de % 40 ve % 50 oranlarında şortening içerikleri azaltılan bisküvi örneklerinde fark edilir özellikte olup bisküvi içlerinin % 10 ve % 20 oranlarında şortening içerikleri azaltılan bisküvi örneklerine göre daha nemli ve yumuşak kaldığı gözlemlenmiştir. İstatiksel olarak yapılan değerlendirmelerde de çalışmaların nem değerlerinin birbirinden farklı oldukları Çizelge 4.12’de belirtilmiştir.

% 40 ve % 50 oranlarında şortening içerikleri azaltılan bisküvi örneklerinde nem içeriklerinin % 5 değerinden yüksek çıkması raf ömrü sürecinde çeşitli kalite özelliklerinde sorun oluşturma olasılığı bulunmaktadır. Raf ömrü sürecinde tüketici beğenisini olumsuz etkileyecek olumsuzluklarla birlikte mikrobiyal açıdan olumsuz gelişmeler görülebilir.

Uysal (2005) besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerini incelediği çalışmada % 30'a kadar besinsel lif bisküvilerin nem değerleri dağılımını % 3,10 - 9,20 olduğunu tespit etmiştir. Özkaya ve ark. (1984) yaptıkları çalışmada bisküvi çeşitlerinin nem oranlarının % 2,1 ile % 7,7 arasında değiştiğini ve ortalama nem oranının % 4,3 olduğunu bildirmişlerdir.

Çiftçi (2018), yağı azaltılmış bisküvi üretimi üzerine yapmış olduğu bir araştırmada yağ azaltmak için keçiyoynuzu ve kestane unu kullanılmıştır. Bisküvilerin nem oranları % 3,78-4,92 arasında değişmiştir. En yüksek nem içeriği (% 4,92), yağ oranı % 50 oranında azaltılmış keçiyoynuzu ikameli örnekte saptanırken, en düşük nem içeriği (% 3,78) ise kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Keçiyoynuzu ve kestane unu oranı artıp, şortening oranı düştükçe, bisküvilerin nem içeriği, kontrole göre artış göstermiştir. keçiyoynuzu ilaveli bisküvilerin nem içerikleri, kestane unu ilavelilerden önemli oranda ($P \leq 0,05$) yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.1 Bisküvi örneklerinin nem içerikleri (%)

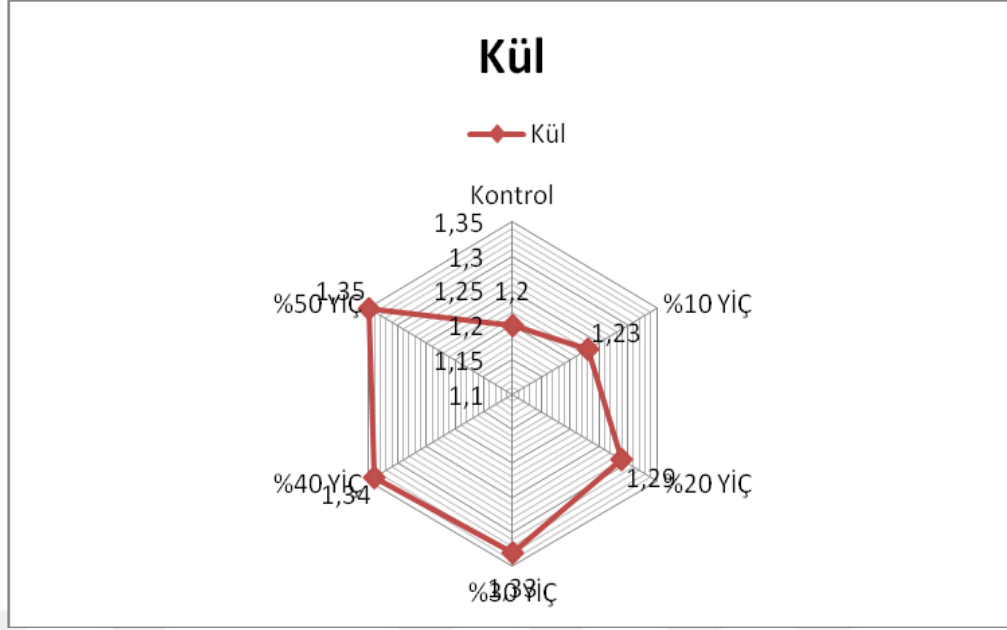
Aydın (2012) besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerini incelediği çalışmada bisküvilerin nem değerleri dağılımını % 2,82-4,94 arasında olduğunu bildirmiştir. Lee ve Inglett (2006), yaptıkları bir çalışmada, bisküvide yağ ikamesi olarak yulaf kepeği kullanmış ve yağ oranı düşüp yulaf kepeği oranı arttıkça, bisküvilerin nem miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Ünal ve ark. (1997) ise farklı tipteki bisküvilerin bazı kalite nitelikleri isimli çalışmalarında, piyasadaki bisküvi örneklerinde nem içeriğinin % 3,22-9,15 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlarla bu literatür bilgileri örtüşmektedir.

4.5.1.2. Kül içeriği

Bisküvi örneklerinin kül içeriklerine ait değerler Şekil 4.2 ve Çizelge 4.12’de verilmiştir. Bisküvi örneklerinin kül içerikleri % 1,2-1,35 arasında değişim göstermektedir. Kontrol bisküvi örneğinde kül içeriği % 1,20 olarak belirlenirken, formülasyonlarında şortening oranının azaltıldığı bisküvi örneklerinde kül oranları düzenli artışlar göstererek en son % 50 oranında şortening içerikleri azaltılan bisküvi örneğinde % 1,35 değeri belirlenmiştir. Şortening miktarının azaltılması ve buna bağlı olarak formülasyonda artan inülin miktarlarına bağlı olarak doğru orantılı bir şekilde kül değerlerinde de artışlar olmuştur.

Özkaya ve ark. (1984), bisküvi çeşitlerinde kül değerlerinin % 0,40 ile % 1,54 arasında değiştiğini ve ortalama kül değerinin % 0,74 olduğunu tespit etmişlerdir. Portakal kabuğu tozlarının farklı oranlarını bisküvi üretiminde deneyen Can (2015), kontrol örneğinde kül oranını % 1,44 olarak belirlerken, % 7 portakal kabuğu tozu (maksimum denenen oran) ilave edilen bisküvi örneğinde % 1,55 belirlemiştir. Çalışmada % 2,64 oranında kül içeren portakal kabuğu tozu miktarı arttıkça kül değerlerinin yükselme eğiliminde olduğu belirlenmiştir. İstatiksel olarak yapılan değerlendirmelerde 4,12’de belirtilmiştir.

Uysal (2005) besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerini incelediği çalışmada bisküvilerin kül değerleri dağılımını % 1,26-1,79 arasında bildirmiştir. Demirel (2017), farklı turuncgillerden elde edilen lifçe zengin albedoların bisküvi üretiminde kullanım imkânlarını incelediği çalışmada bisküvilerin kül değerleri % 1,22-1,70 arasında değişim göstermiştir. Elde ettiğimiz sonuçlarla literatür bilgileri örtüşmektedir.



Şekil 4.2 Bisküvi örneklerinin kül içerikleri (%)

4.5.1.3. Yağ içeriği

Bisküvi örneklerinin yağ içeriklerine ait değerler Şekil 4.3 ve Çizelge 4.12’de verilmiştir. Bisküvi örneklerinin yağ içerikleri % 11,78-22,11 arasında değişim göstermektedir.

Kontrol bisküvi örneğinde % 22,11 civarında yağ içeriği belirlenirken formülasyonlarda kullanılan şortening miktarlarının sırasıyla % 10, % 20, % 30, % 40 ve % 50 oranlarında azaltılması ile üretilen bisküvilerde yağ miktarları sırasıyla % 20,24; % 18,13; % 15,67; % 13,66 ve % 11,78 düzeylerine indirilmiştir. Gerçekleştirilen formülasyon çalışmalarında, inülin yağ ikamesinin kullanıldığı bisküvi örneklerinde inülin oranı arttırıldıkça kullanılan şortening miktarı da azaltılmıştır. Bununla birlikte, bilhassa % 40 ve % 50 oranlarında şortening içeriği azaltılan bisküvi örneklerinde istenilen düzeyde yayılma olmamış ve kalınlıkları kontrol bisküvi örneğine göre oldukça fazladır. Yeterli düzeyde yayılamayan ve kalınlığı fazla olan bisküvi ürünlerinde pişme sonrası yeterli gevreklik yakalanamamış olup, bu bisküvilerin dış kısımları oldukça sert ve iç kısımları ise kontrol bisküvi örneklerine göre oldukça yumuşak kalmıştır. Bisküvi örneklerinde şortening miktarının azalması belirli bir miktardan sonra bisküvi özelliklerini olumsuz yönde

etkilemektedir. İstatiksel olarak yapılan değerlendirmelerde de örneklerin yağ miktarlarının birbirinden farklı oldukları Çizelge 4,12’de görülebilmektedir.

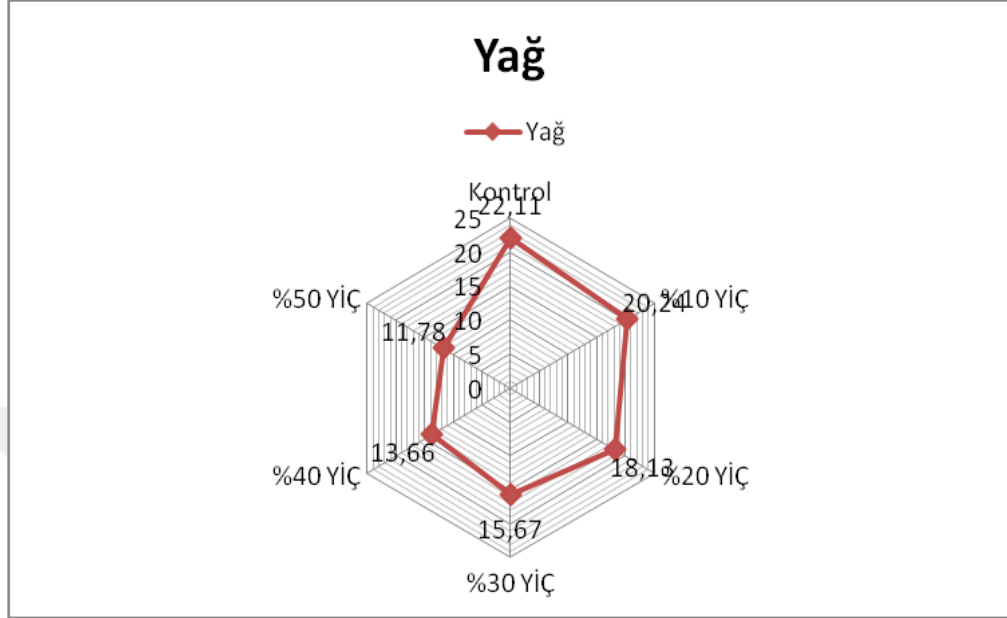
Sudha ve ark. (2007b), yağ miktarının azalmasıyla bisküvi kalınlığının önemli ölçüde arttığı (6,3 mm-6,9 mm) belirlemiştir. Özkaya ve ark. (1984), bisküvi çeşitlerinde yağ değerlerinin % 4,4 ile % 30,5 arasında değiştiğini ve ortalama yağ değerinin % 16,1 olduğunu tespit etmişlerdir. Dağlıoğlu ve ark. (2000), bisküvi çeşitlerinde yağ içerikleri ortalama % 8,5-%26 olarak belirlemişlerdir.

Zoulas ve ark. (2002b), bisküvilerde yağ oranını % 50 oranında azaltmak üzere, karbonhidrat veya protein bazlı yağ ikameleri kullanmışlar olup, bisküvilerin sertliğinin yağ ikame oranının artışı ile paralel olarak arttığını, ancak bazı yağ ikamelerinde orta derecede bir artış elde edildiğini belirlemişlerdir. Bununla birlikte bu artışın düşük yağlı ve ikame içermeyen eşdeğerlerinden daha iyi tekstür sağladığını tespit etmişlerdir.

Bisküvi üretimlerinde formülasyonlarda undan sonra en yüksek oranda kullanılan bileşen yağlardır (Manohar ve Rao 1999). Endüstriyel bitkisel yağlar bisküvi ürünlerinde genel olarak % 15-60 düzeylerinde kullanılmaktadır. Yağların çeşidi ve miktarı bisküvilerin doku ve yapısını önemli ölçüde etkilemektedir. Şorteningler fırın ürünlerinde kritik fonksiyonlara sahiptir. Bu fonksiyonlardan bazıları bayatlamayı önleme, yumuşaklık kazandırma, hacim artışı, ısı transferi, aromaya katkıda bulunma, emülsiyona yardımcı olma, gevreklik sağlama olarak ifade edilebilir. Yağların özelliklerinde meydana gelecek küçük değişiklikler ürün kalitesinde büyük farklılıklar oluşturmaktadır (Kadioğlu 2009). Yeterli miktarda yağ kullanımı, pişirme süresini azaltarak ürüne güzel bir renk verirken, fazla miktarda yağ kullanımı ise kabarmayı olumsuz yönde etkiler, üründe kırılabilirliği arttırmaktadır (Aydın 2014).

Un zerrecikleri su yerine önce yağ ile temas ederse, gluten hidrasyonuna karşı korunmuş olur ve bisküvi yapısına katkı sağlayamaz. Gluten oluşmayan bir hamura şekil verilemeyeceği için, gluten oluşumunu dengeleyecek bir sisteme gerek duyulur. Üretimde una eklenecek yağ ve su miktarı, karıştırma işleminin yoğunluğu, bu dengeyi sağlamada önemli rol oynamaktadır. Yağlar hamur içindeki hava kabarcıklarının tutulmasını sağlamakta ve pişirme sırasında ürünün yapı oluşumunu etki etmektedir (Çeltekin 2000). Genel olarak bisküvide kullanılan yağların işlevleri yumuşak bir yeme hissi vermek, çiğneme sırasında ağızda oluşacak kuruluk hissini önlemek, hamur karıştırılması ve inceltmesi sırasında gluten

ağı oluşumunu önleyerek sürtünmeyi azaltmak, hamur karışımında üründe gerekli olan hava kabarcıklarının oluşmasını sağlamak, pişme sırasında ısı transferini kolaylaştırmak olarak belirtilmektedir (Kadıoğlu 2009).



Şekil 4.3. Bisküvi örneklerinin yağ içerikleri (%)

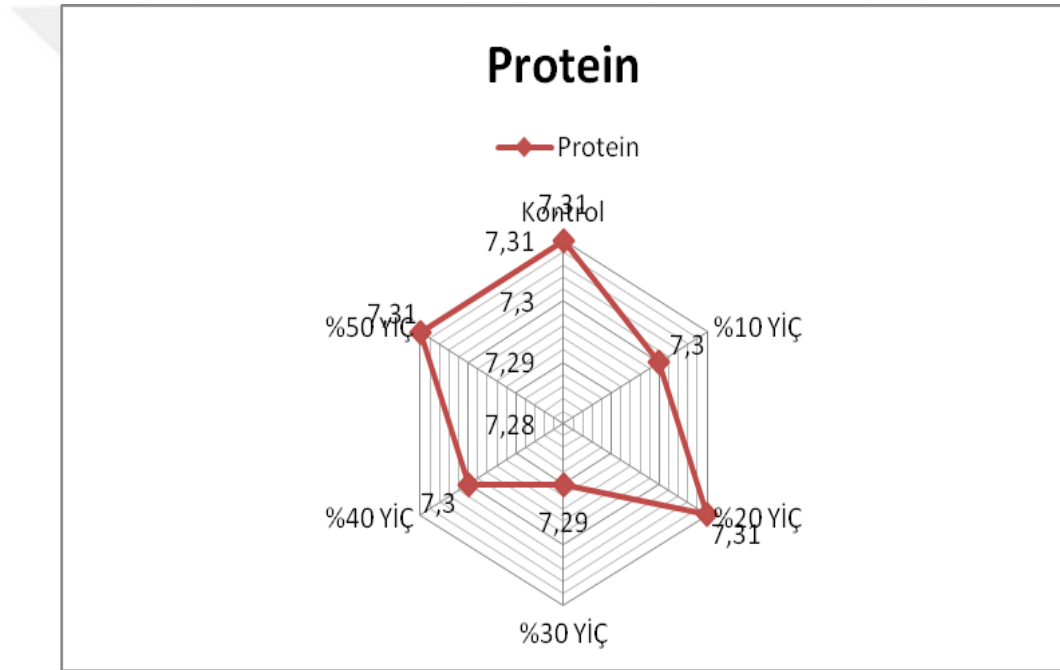
Krystyan ve ark. (2015) inülinin yağ ikamesi olarak kullanımının hamurun ve bisküvi üzerine olan etkilerinin incelediği bir araştırmada da yağ miktarları % 21,60-11,75 arasında değişmiştir. En yüksek miktar kontrol numunesinde çıkarken, en düşük miktar % 50 yağ azaltımı yapılan çalışmada çıkmış ve neredeyse yağın yarı yarıya azaldığı yapılan analizlerle de tespit edilmiştir. Çiftçi (2018), yağı azaltılmış bisküvi üretimi üzerine yapmış olduğu bir araştırmada yağ azaltmak için keçiyoynuzu ve kestane unu kullanılmıştır. Üretilen bisküvilerin yağ miktarı % 11,49-21,80 arasında değişmektedir. Yağ ikameli bisküvi örneklerinde keçiyoynuzu ve kestane unu oranı arttıkça, yağ miktarlarının, kontrole (% 21,80) göre önemli düzeyde ($P \leq 0,05$) düştüğü belirlenmiştir.

4.5.1.4. Protein içeriği

Bisküvi örneklerinin protein içeriklerine ait değerler Şekil 4.4 ve Çizelge 4.12'de verilmiştir. Bisküvi örneklerinin protein içerikleri % 7,29-7,31 arasında çok fazla fark olmaksızın birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Formülasyonda değişen yağ, su ve inülin miktarlarına bağlı olarak dar bir aralıkta değişim elde edilmiştir. Azalan yağ miktarı yerine su

ve inülin miktarının ilave edilmesi ve protein içerikli herhangi bir bileşenin formülasyona ilave edilmemesi de bu sonuca neden olmuştur. İstatiksel olarak yapılan değerlendirmelerde de çok fazla farklılaşma gözlemlenmemiş olup gruplandırma benzer harflerle verilmiştir.

Özkaya ve ark. (1984) çeşitli bisküvilerde protein değerlerini % 5,3-% 10,4 arasında (ortalama % 6,9) değiştiğini belirlemişlerdir. Can (2015) yaptığı bir çalışmada portakal kabuğu tozlarının farklı oranları bisküvide denemiş, kontrol örneğinde protein oranı % 8,24 iken % 7 portakal kabuğu tozu (maksimum denenen oran) ilave edilen bisküvi örneğinde % 7,86 çıkmıştır.



Şekil 4.4 Bisküvi örneklerinin protein içerikleri (%)

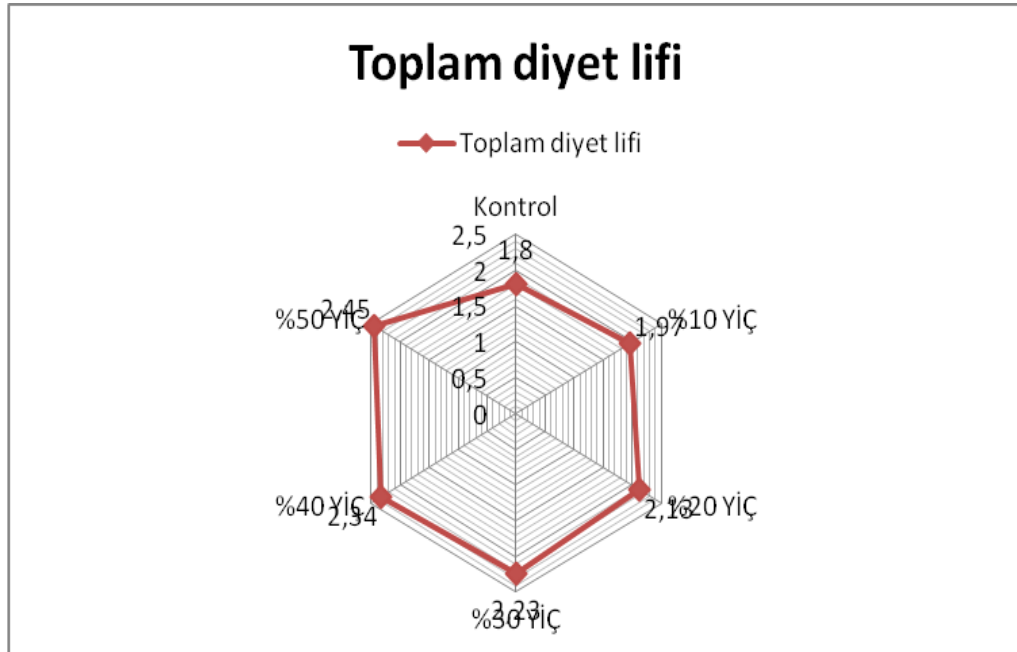
Krystyan ve ark. (2015) inülinin yağ ikamesi olarak kullanımının hamurun ve bisküvi üzerine olan etkilerinin incelediği araştırmada protein miktarları % 6,84 - 6,97 arasında değişmiştir. Kontrol, % 20, % 30, % 40 % 50 yağ ikame çalışmaları şeklinde yapılan çalışmada protein miktarları sırasıyla % 6,96; 6,97; 6,88; 6,95 ve 6,84 çıkmıştır.

4.5.1.5. Toplam diyet lif analizi

Bisküvi örneklerinin diyet lif miktarları Şekil 4.5 ve Çizelge 4.12’de verilmiştir. Bisküvi örneklerinin diyet lif miktarları %1,80-2,45 arasında değişim göstermektedir.

Diyet lif miktarları formülasyonda değişen yağ, su ve inülin miktarlarına bağlı olarak değişimler göstermiştir. Azalan yağ miktarı yerine su ve inülin miktarının ilave edilmesi farklılıkların oluştuğu anlaşılmaktadır. Kontrol bisküvi örneğinde diyet lif miktarı % 1,8 iken, 3 g inülin içeren ve % 50 oranında şortening içeriği azaltılan bisküvi örneğinde bu değer % 2,44’e ulaşmıştır. Formülasyonda artan inülin miktarına bağlı olarak diyet lif miktarı da düzenli olarak artış göstermektedir. Toplam diyet lif miktarının istatistiksel değerlendirmesi sonucu ise her bir örnek için farklı gruplandırılmış ve bu farklılıklar harflerle belirtilmiştir.

Şahin ve ark. (2009), iğde unu ilaveli bisküvilerin diyet lif içeriklerini % 3,91-9,34 aralığında belirlemişlerdir. Çiftçi (2018), yağı azaltılmış bisküvi üretiminde keçiyoynuzu ve kestane unu kullanmışlar olup, kontrol bisküvi örneğinde diyet lif içeriği % 1,9 iken, kestane unu kullanılan bisküvilerde % 3,65-%5,85 arasında ve keçiyoynuzu unu kullanılan bisküvilerde % 11,09- %16,60 arasında değerler bildirmektedir.



Şekil 4.5 Bisküvi örneklerinin diyet lif içerikleri (%)

Krystyan ve ark. (2015) inülinin yağ ikamesi olarak kullanımının hamurun ve bisküvi üzerine olan etkilerinin incelediği araştırmada diyet lif analizleri çözülebilir ve çözilemeyen diyet lif olarak bakılmış, toplam diyet lif miktarları % 0,89-1,67 arasında değişmiştir. En düşük diyet lif miktarı kontrol numunesinde sonuçlanmışken, en yüksek miktar % 50 yağ ikame çalışmalarında çıkmıştır. Sonuçlar neticesinde inülin miktarı arttıkça toplam diyet lif miktarı artmış ve yapmış olduğumuz çalışmalarla paralellik göstermiştir. Şeker ve ark. (2006) enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımı üzerine yaptıkları bir çalışmada, enzime dirençli nişasta ilave edilerek üretilen bisküvilere ait toplam besinsel lif içerikleri, ilave edilen oran arttıkça arttığı belirtilmiştir. Çıkan sonuçlar % 1,86-6,69 aralığında değişirken, sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal özellikleri (%)*

Formülasyonda eklenen inülin miktarı (g)	Formülasyonda azaltılan şortening oranı (%)	Nem	Kül	Yağ	Protein	Toplam diyet lifi
Kontrol	Kontrol	4,31±0,19 ^e	1,20±0,03 ^c	22,11±0,19 ^a	7,31±0,06 ^a	1,80±0,01 ^e
0,6	10	4,47±0,22 ^{de}	1,23±0,04 ^{bc}	20,24±0,10 ^b	7,30±0,01 ^{ab}	1,97±0,01 ^d
1,2	20	4,81±0,19 ^d	1,29±0,04 ^{ab}	18,13±0,02 ^c	7,31±0,01 ^{ab}	2,13±0,05 ^c
1,8	30	5,36±0,08 ^c	1,33±0,02 ^a	15,67±0,01 ^d	7,29±0,01 ^b	2,23±0,03 ^{bc}
2,4	40	7,11±0,11 ^b	1,34±0,06 ^a	13,66±0,11 ^e	7,30±0,01 ^{ab}	2,34±0,01 ^{ab}
3,0	50	8,29±0,09 ^a	1,35±0,06 ^a	11,78±0,18 ^f	7,31±0,01 ^{ab}	2,45±0,05 ^a

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P < 0,05)

4.5.2. Bisküvilerin bazı fiziksel özellikleri

4.5.2.1. Bisküvi çap, kalınlık ve yayılma oranı

Bisküvi örneklerine ait çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir. Denemelerde 6,8 cm çaplı ve 0,5 cm kalınlıktaki hamurdan üretilen bisküvilerin çap değerleri 6,68-7,37 cm arasında değişirken, kalınlık değerleri 0,9-1,4 cm arasında değişmektedir.

Bisküvilerde formülasyonda kullanılan inülin miktarı artışına bağlı olarak pişme sonrası çap değerlerinde azalma ve kalınlık değerlerinde düzenli artışlar belirlenmiştir. Kontrol bisküvi örneğinde çap değeri 7,37 cm iken, 3 g inülin içeren ve % 50 oranında şortening içeriği azaltılan bisküvi örneğinde bu değer 6,68 cm olarak belirlenmiştir. Kalınlık değeri ise kontrol bisküvi örneğinde çap değeri 0,90 cm iken, 3 g inülin içeren ve % 50 oranında şortening içeriği azaltılan bisküvi örneğinde bu değer 1,40 cm olarak belirlenmiştir.

Bisküvi çapının kalınlık değerine bölünmesi ile elde edilen yayılma oranı değerleri ise 4,76-8,14 olarak tespit edilmiştir. Yayılma oranı kontrol bisküvi örneğinde 8,14 iken, 3 g inülin içeren ve % 50 oranında şortening içeriği azaltılan bisküvi örneğinde ise 4,76 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Bisküvilere ait çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri*

Formülasyonda eklenen inülin miktarı (g)	Formülasyonda azaltılan şortening oranı (%)	Çap (cm)	Kalınlık (cm)	Yayılma Oranı (Çap/Kalınlık)
Kontrol	Kontrol	7,37±0,09 ^a	0,90±0,037 ^d	8,14±0,27 ^a
0,6	10	7,35±0,12 ^{ab}	0,94±0,027 ^{cd}	7,83±0,33 ^{ab}
1,2	20	7,20±0,10 ^{bc}	0,97±0,018 ^{cd}	7,41±0,14 ^{bc}
1,8	30	7,12±0,07 ^c	1,01±0,033 ^c	7,03±0,25 ^c
2,4	40	6,76±0,06 ^d	1,19±0,062 ^b	5,66±0,31 ^d
3,0	50	6,68±0,10 ^d	1,40±0,077 ^a	4,76±0,32 ^e

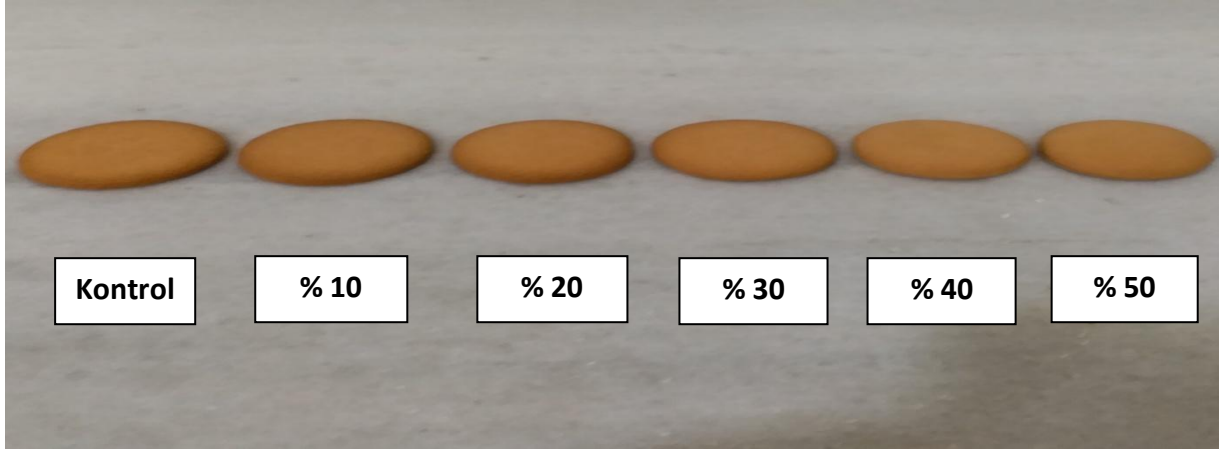
*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P < 0,05)

Çizelge 4.13’de verilen sonuçlar değerlendirildiğinde, formülasyonda yağ, su ve inülin oranlarının değişmesiyle bisküvi örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerlerinin istatistiksel olarak farklılıklar (P < 0,05) gösterdiği anlaşılmaktadır. Bisküvi örnekleri çap ve kalınlık değerleri bakımından 4’er gruba ve yayılma oranı bakımından ise 5 gruba ayrılmaktadır. Bisküvi örneklerine ait çap ve kalınlık görselleri sırasıyla Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

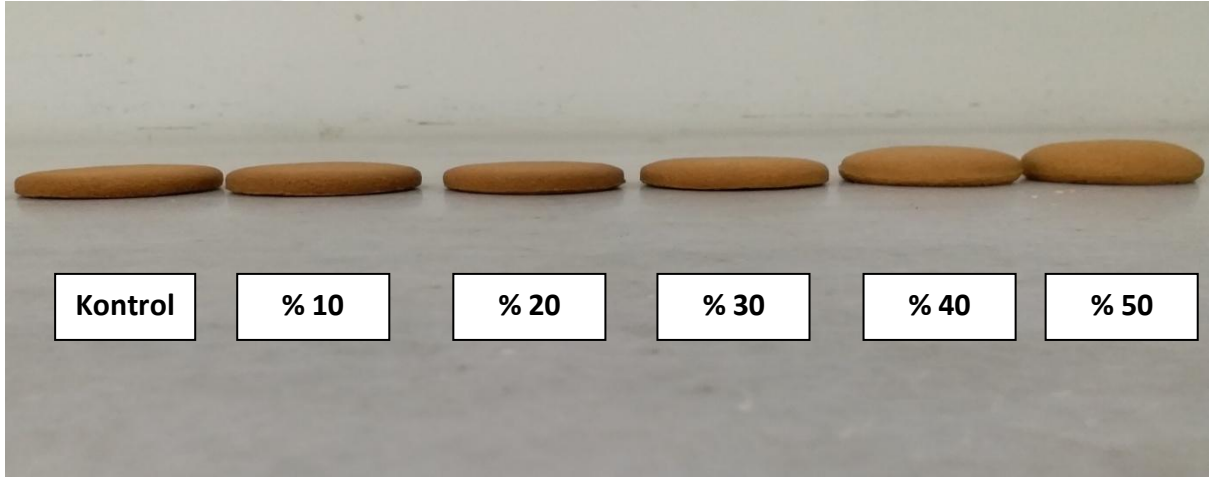
Çap, kalınlık ve yayılma oranı bisküvinin teknolojik kalitesinin belirlenmesi açısından önemli kriterler olup, genellikle çapın büyük, yayılma oranının yüksek, kalınlığın ise düşük olması istenmektedir (Kissell ve ark. 1971). Bisküvilerde kullanılan lipid şortening miktarının ve çeşidinin hamurun reolojik özellikleri üzerinde etkili olduğu ve lipid şortening ilavesinin bisküvilerin ağırlık ve uzunluk artışına katkıda bulunduğu bilinmektedir (Caponio ve ark. 2008).

Türksoy (2011), meyve ve sebze lif konsantreleri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkilerini incelediği bir araştırmada elma, kayısı, portakal, limon, greyfurt, havuç ve balkabağı gibi meyve ve sebzelerden elde edilen lif konsantreleri kullanılmıştır. Bu lif konsantreleri iki farklı buğday çeşidinden elde edilen Gerek79 ve Guadalupe unlarına, % 0, 10, 15, 20 ve 25 oranlarında katılarak hamur reolojisi ve bisküvi kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Gerek79 ununda en düşük çap/kalınlık oranı % 25 oranında elma lifi katkılı bisküvilerde (4,73), en yüksek değer ise % 10 oranında kayısı lifi katkılı bisküvilerde (10,58) saptanmıştır. Guadalupe ununda ise en düşük değer % 25 oranında elma lifi katkılı örneklerde (4,53), en yüksek ise % 25 oranında kayısı lifi katkılı örneklerde (7,47) görülmüştür. Şeker ve ark. (2006) enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımı üzerine yaptıkları bir çalışmada, enzime dirençli nişasta ilave edilerek üretilen bisküvilerde ilave oranı arttıkça bisküvilerin yayılma oranı değerleri azalmış ve istatistiksel açıdan bu azalma önemli bulunmuştur. Literatür bilgileri elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstermiştir.

Lourencetti ve ark. (2013), cookie tipi bisküvilerde yağın inülin tarafından ikame edilerek geliştirilmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada, yağı % 25, % 50 ve % 75 oranlarında azaltarak ikame çalışmaları yapmışlardır. Yapılan bu çalışmalar sonucunda yağ miktarı azalıp inülin miktarı arttıkça standart ve % 25 yağ ikame çalışmasının çap oranları birbirine yakın çıkarken, % 50 ve % 75 yağ ikame çalışmalarında çap ölçümleri standart ürün çapının yarısından daha az çıkmıştır.



Şekil 4.6. Bisküvi örneklerinin çap görseli



Şekil 4.7. Bisküvi örneklerinin kalınlık görseli

Çiftçi (2018), yağ oranının azaltılması amacıyla bisküvi formülasyonunda keçiyoynuzu ve kestane unu kullanılmış olup, bisküvi örneklerinde çap değerlerinin azalması ve kalınlık değerlerinin artmasının doğal bir sonucu olarak, yayılma oranlarının kontrol örneğine göre önemsiz de olsa düşük bulmuştur. Hamur reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkilerinin belirlendiği çalışmada (Türksoy 2011), elma, kayısı, portakal, limon, greyfurt, havuç ve balkabağı gibi meyve ve sebzelerden elde edilen lif konsantreleri farklı oranlarda kullanılmış olup, çap/kalınlık oranı % 25 oranında elma lifli bisküvilerde 4,73 iken, % 10 oranında kayısı lifli bisküvilerde 10,58 olarak belirlenmiştir.

Uysal (2005), farklı lif kaynaklarının bisküvi kalite kriterlerinden yayılma oranını önemli oranda etkilediği bildirilmektedir. Bu çalışmada elma, limon, buğday ve buğday kepeği liflerinin yayılma oranlarını sırasıyla 7,49; 658; 5,56 ve 8,74 olarak belirlenmiştir. Yine bu çalışmada % 20 oranına kadar yapılan lif ilavelerinde yayılma oranlarının arttığı, bu oranın üzerinde yapılan ilavelerde ise yayılma oranlarının düştüğüne bildirilmektedir.

4.5.2.2. Renk analizi

Tüketici kabul edilebilirliğini etkileyen önemli kalite kriterlerinden biri de renktir. Karamelizasyon işlemi ve şeker ile protein arasında gerçekleşen maillard reaksiyonlarının bir sonucu olarak fırın ürünlerindeki renk değişimi gerçekleşmektedir (Mamat ve ark. 2010).

Renk analizinin temel prensibi referans bir renk (kontrol) etrafında farklı örneklerin L, a, b değerlerinin birbiri arasında karşılaştırılması amacına dayanmaktadır. Her bir bisküvi formülasyonu için üçer adet bisküvi örneği kullanılarak iki paralel şekilde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümleri örnekler fırından çıktıktan sonra bir süre soğutulduktan sonra gerçekleştirilmiştir. Bisküvi örneklerinin renkleri referans renge göre (L, a, b) karşılaştırılmıştır. Renk değerleri (L, a, b) üçlü skalada L=100 beyaz, L=0 siyah; yüksek pozitif a- kırmızı, yüksek negatif a-yeşil; yüksek pozitif b-sarı ve yüksek negatif b-mavi olarak değerlendirilmiştir. Renk ölçüm cihazı her kullanımdan önce beyaz seramik plakaya karşı (L= 97,26, a= +0,13, b= +1,71) standardize edilmiş olup, L (aydınlık derecesi), a (kırmızı-yeşil) ve b (sarı-mavi) değerleri belirlenmiştir.

Bisküvi örneklerine ait renk analiz sonuçları değerleri Çizelge 4.14’de verilmiştir. Bisküvi örneklerinin L değerinin renk skalası 46,577-50,847 arasında değişim göstermiştir. L değerine ait sonuçların istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında bisküvi örneklerinin iki gruba ($P < 0,05$) ayrıldıkları görülebilmektedir. Bu bağlamda, kontrol bisküvi örneği ile % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri aynı grupta yer almaktadır. İkinci grubu ise % 30, % 40 ve % 50 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri oluşturmaktadır.

Bisküvi örneklerinin a değerleri 15,02-17,19 aralığında değişim göstermiştir. Formülasyonda eklenen inülin miktarı arttıkça a değerinin düzenli azalma gösterdiği anlaşılmaktadır. a değerine ait sonuçların istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında bisküvi örneklerinin üç gruba ayrıldıkları ($P < 0,05$) görülebilmektedir. Bu bağlamda, kontrol bisküvi

örneği ile % 10 ve % 20 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri aynı grupta yer almıştır. % 20 ve %30 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri ise diğer bir grubu oluşturmaktadır. Üçüncü grubu ise % 30, % 40 ve % 50 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri oluşturmaktadır.

Bisküvi örneklerinin b değerleri 30,90-33,32 aralığında değişim göstermiştir. Formülasyonda eklenen inülin miktarı bağlı olarak b değerlerinde değişimlerin meydana geldiği, bununla birlikte değerlerin düzensizlik gösterdiği anlaşılmaktadır. b değerine ait sonuçların istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında bisküvi örnekleri arasında herhangi bir farklılık ($P > 0,05$) bulunmadığı anlaşılmaktadır. Renklerin; yağ miktarının azalması ve inülin miktarının artışıyla birlikte değiştiğini, buna bağlı olarak renk değerlerinde daha açık renklerin gözlemlendiği görülmüştür. Yağ azalmasının bisküvilerde böyle bir etki oluşturmamasının literatür bilgilerinde de görüldüğü üzere normal olduğu düşünülmekle birlikte inülin artışında bu kısmı desteklediği düşünülmektedir.

Lourencetti ve ark. (2013), cookie tipi bisküvilerde yağın inülin tarafından ikame edilerek geliştirilmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada, yağı % 25, % 50 ve % 75 oranlarında azaltarak ikame çalışmaları yapmışlardır. Yapılan renk analizlerinde L değeri en düşük 61,03 ile kontrol numunesinde gözlemlenmişken, en yüksek 64,83 ile % 75 yağ ikamesi çalışmasında gözlemlenmiştir. Yağ miktarının azalması ve inülin miktarındaki artışa bağlı olarak renklerde açılma belirlenmiştir. Çalışmaların a değerleri kendi içlerinde değişkenlik göstermiş ve en yüksek a değeri 6,33 ile kontrol çalışmasında, en düşük ise % 25 yağ ikame çalışmasında saptanmıştır. Çalışmaların b değerleri ise kontrol ve % 75 yağ ikame çalışmasında 30,47 olarak çıkmış, en düşük değer % 25 yağ ikame çalışmasında 25,53 çıkarken, en yüksek değer % 50 oranında yağ içeriği azaltılan örnekte 38,20 çıktığı tespit edilmiştir.

Serinyel (2013) enzime dirençli nişastanın yağ ikame edici özelliğinin araştırılması üzerine yapmış olduğu bir çalışmada kontrol bisküvilerinde yağ oranı azaltıldığında “L*” değeri yükseldiğini, “a*” ve “b*” değerlerinin düştüğünü belirtmiştir. Nişasta ilave edildiğinde elde edilen L*, a* ve b* değerleri kontrol bisküvilerinde elde edilen değerlerden çok farklı olmamıştır.

Çizelge 4.14. Bisküvi örneklerinin renk değerleri*

Formülasyonda eklenen inülin miktarı (g)	Formülasyonda azaltılan şortening oranı (%)	L	a	b
Kontrol	Kontrol	46,763±0,491 ^b	17,19±0,01 ^a	33,32±0,402 ^a
0,6	10	46,577±0,704 ^b	16,70±0,25 ^a	31,48±0,182 ^a
1,2	20	47,413±1,164 ^b	16,36±0,14 ^{ab}	30,90±2,020 ^a
1,8	30	48,000±1,376 ^{ab}	15,78±0,56 ^{bc}	31,94±0,618 ^a
2,4	40	48,833±0,996 ^{ab}	15,26±0,24 ^c	31,24±0,615 ^a
3,0	50	50,847±1,661 ^a	15,02±0,31 ^c	31,30±1,614 ^a

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P < 0,05)

4.5.3. Tekstür (sertlik) değerleri

Bisküvi örneklerinin kırılma kuvveti tayininde tekstür analiz cihazı (TA-XT plus, Stable Mikrosistemleri, İngiltere) kullanılarak 3 farklı nokta kırılma testi tekniğine göre kırılma kuvveti değeri olarak (ön-test hızı: 1 mm/s, test hızı: 3 mm/s, son-test hızı: 10 mm/s, uzaklık: 5 mm, trigger kuvveti: 50 g) tespit edilmiştir.

Bisküvi örneklerine ait tekstür (sertlik) değerleri Çizelge 4.15’de verilmiştir. İlgili Çizelge incelendiğinde bisküvi örneklerinin tekstür (sertlik) değerlerinin 2643,2-5821 F/g aralığında değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Kontrol bisküvi örneğinde 2643,2 F/g iken, formülasyona ilave edilen inülin miktarı arttıkça ve yağ oranı azaldıkça bu değer düzenli bir şekilde artarak 3 g inülin ilave edilen ve % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde 5821 F/g düzeyine ulaşmıştır. Elde edilen tekstür (sertlik) değerlerinin istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında bisküvi örneklerinin üç gruba ayrıldıkları (P < 0,05) görülebilmektedir. Bu bağlamda, kontrol bisküvi örneği ile % 10 ve % 20 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri aynı grupta yer almıştır. Diğer taraftan, % 10, % 20 ve % 30 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri ikinci grubu oluşturmuştur. Üçüncü gruba ise, % 40 ve % 50 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri oluşturmuştur. % 40 ve % 50 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örneklerine tekstür (sertlik) analizi

uygulanırken oldukça zorlanılmıştır. % 40 ve % 50 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma değerleri de göz önünde bulundurulduğunda tekstür (sertlik) analzi sonuçlarını da doğrulamaktadır.

Bisküvinin deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanan sertlik ve dayanıklılık gibi tekstürel özellikler fırın ürünlerinde oldukça önem taşımaktadır. Çünkü tüketicinin tazelik algısıyla bisküvinin tekstürel özellikleri arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır (Ahlborn ve ark. 2007). Formülasyonda düşük düzeyde veya hiç lipid şortening bulunmaması fırın ürünlerinde, gluten ile nişasta tanecikleri arasındaki etkileşimin daha fazla olmasına neden olmaktadır. Bu neden ile ürünün daha sert ve kaba bir tekstüre sahip olması sonucu çiğnenebilirlik zorlaşmaktadır. Formülasyon lipid şortening açısından zengin olursa lipid şortening sürekli bir faz oluşumuna katkı sağlamaktadır (Baltsavias ve ark. 1999). Bisküvilerin tekstürel özelliklerinin büyük ölçüde formülasyondaki yağ miktarına bağlı olduğu iyi bilinmektedir. Yağın bisküvilerin tekstürel özellikleri açısından diğer bileşenler ile interaksiyona girdiği belirtilmiştir (Sudha ve ark. 2007a). Kırılma kuvveti (sertlik) değeri, ürün kalitesine olan katkısı dolayısıyla bisküvi için önemli bir parametredir.

Çizelge 4.15. Bisküvi örneklerinin tekstür (sertlik) değerleri*

Formülasyonda eklenen inülin miktarı (g)	Formülasyonda azaltılan şortening oranı (%)	Tekstür Sertlik (F/g)
Kontrol	Kontrol	2643,2±48 ^c
0,6	10	3054±131 ^{bc}
1,2	20	3605±481 ^{bc}
1,8	30	3997±352 ^b
2,4	40	5253±784 ^a
3,0	50	5821±281 ^a

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P < 0,05)

Aydın (2012), bisküvi hamurundaki keçiyoynuzu unu oranının artışının, bisküvi kalite kriterlerinden, sertlik değerlerinin artışına neden olduğunu bildirmektedir. Şeker pancarı

lifinin bisküvi formülasyonunda %3-15 arasında değişken oranlarda kullanımının (Özboy ve Köksel 1997) bisküvide sertlik değerini önemli miktarda arttığı belirlenmiştir. Farklı turuncgillerden elde edilen lifçe zengin albedoların bisküvi üretiminde kullanımı ile (Demirel 2017) bisküvi sertlik değerlerinin (2315,48-4362,92 g) arasında değişim gösterdiği ve lifçe zengin albedoların miktarlarında artış oldukça sertlik değerinin artış gösterdiği belirtilmektedir. Beğen (2012), lüpen kepeği ilaveli bisküvi çalışmasında sertlik değerlerini 2700-7526 F/g olarak belirlemiştir. Elde ettiğimiz sonuçlarla bu literatür bilgileri benzerlik göstermektedir.

Krystyan ve ark. (2015) inülinin yağ ikamesi olarak kullanımının hamurun ve bisküvi üzerine olan etkilerinin incelediği çalışmada, tekstür analizleri sonuçları inülin ilavesi ile artmış, kontrol numunesiyle karşılaştırıldığında en belirgin değişikliğin en yüksek inülin oranına sahip bisküvilerde görüldüğü belirtilmiştir. Standart formülasyona kıyasla sertlik derecesi % 60'dan daha fazla çıkmıştır.

4.5.4. Pişme sonrası bisküvilerde oluşan fırın kayıpları

Bisküvi formülasyon denemelerinde 6,8 cm çaplı ve 0,5 cm kalınlıktaki hamurdan üretilen bisküvi örneklerinin her biri tepsiye dizilmeden önce terazide tartılarak uygun gramajdaki bisküvi örnekleri fırında pişirilmeye alınmıştır. Bisküvi örnekleri gramajları 26 ± 1 g olarak planlanmış ve bu aralıkta ölçülen bisküvi örnekleri fırına verilmiştir. Fırında pişirme işlemi sonrası her bir bisküvi örneğine ait gramaj ölçümleri yapılmış ve bu doğrultuda pişme sonrası meydana gelen fırın kayıpları hesaplanmıştır.

Bisküvi örneklerine ait fırın kaybı değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. İlgili Çizelge incelendiğinde bisküvi örneklerinin fırın kaybı değerlerinin % 13,14-17,13 aralığında değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Kontrol bisküvi örneğine ait fırın kaybı değeri 13,14 g olup, bu değer % 10 ve % 20 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örneklerinde artışlar göstererek 13,78 g ve 15,62 g değerlerine ulaşmıştır. Fırın kaybı değeri, % 30 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde 15,25 g değerine düşerken, % 40 ve % 50 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örneklerinde tekrar artışlar göstererek sırasıyla 16,43 g ve 17,13 g değerlerine yükselmiştir. Kontrol bisküvi örneği ve yağ oranı azaltılan bisküvi örneklerinin fırın kaybı değerlerinin istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında, değişimlerin istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu ve bisküvi örneklerinin üç gruba ayrıldıkları görülebilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre en fazla fırın kaybı % 50 oranında yağ içeriği

azaltılan bisküvi örneğinde belirlenmiştir. Buna karşılık, en düşük fırın kaybı ise kontrol bisküvi örneğinde belirlenmiştir. Bu farkın oluşumunda kontrol bisküvi örneğinden % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğine kadar olan tüm formülasyonlarda toplam su miktarının giderek artması ve fırında pişme sırasında suyun öncelikli olarak uzaklaşmasının büyük etken olduğu düşünülmektedir. Çizgelge 3.1’de verilen bisküvi üretiminde kullanılan formülasyonlara göre, kontrol bisküvi örneği formülasyonunda su içeriği 8,8 g iken, bu değer % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde ise 13,8 g’dır.

Lourencetti ve ark. (2013), cookie tipi bisküvilerde yağ içeriğinin % 25, % 50 ve % 75 oranlarında azaltılmasına yönelik çalışmalarında, kullanılan inülin ve su miktarlarının artmasıyla fırın kayıplarında yükselme belirlemiş olup, bu sonuçlar elde ettiğimiz veriler ile benzerlik göstermiştir.

Çizgelge 4.16. Bisküvi örneklerinde fırın kayıpları değerleri*

Formülasyonda eklenen inülin miktarı (g)	Formülasyonda azaltılan şortening oranı (%)	Fırın kayıpları (%)
Kontrol	Kontrol	13,147±1,143 ^c
0,6	10	13,780±0,399 ^{bc}
1,2	20	15,620±3,810 ^{abc}
1,8	30	15,259±0,695 ^{ab}
2,4	40	16,437±1,222 ^a
3,0	50	17,135±0,507 ^a

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P < 0,05)

Rodríguez-García ve ark. (2013), inülinin yağ ikamesi olarak kullanımı üzerine yaptıkları bir çalışmada (kontrol, % 10, % 20, % 30, % 40 yağ oranı azaltılan) fırın kayıplarının % 7,04 ile % 9,35 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Doğan ve Uğur (2004), Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine yaptıkları araştırmada, üretilen bisküvilerde pişme kayıpları % 13,3-21,4 arasında değişmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlarla bu literatür bilgileri örtüşmektedir.

4.5.5. Duyusal değerlendirme puanları

Bisküvi örneklerinin duyusal özelliklerine ait puanlama Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18’de verilmiştir. Çizelge 4.17’de renk, lezzet, ağızda dağılma, gevreklik ve sertlik duyusal özelliklere ait puanlar verilirken, Çizelge 4.18’de ise gözenek dağılımı, kesit yapısı, kesit iç rengi, yüzey düzgünlüğü ve genel beğeni puanları verilmiştir.

Çizelge 4.17. Bisküvi örneklerinin bazı duyusal özelliklerine ait puanlamalar*

Eklenen inülin miktarı (g)	Azaltılan şortening oranı (%)	Renk	Lezzet	Ağızda Dağılma	Gevreklik	Sertlik
Kontrol	Kontrol	4,01±0,95 ^a	4,16±0,93 ^a	4,41±0,66 ^a	4,58±0,51 ^a	3,58±0,90 ^{ab}
0,6	10	3,83±0,71 ^a	3,91±0,90 ^a	4,08±0,66 ^{ab}	4,41±0,99 ^a	3,91±0,99 ^a
1,2	20	3,91±0,99 ^a	4,08±0,79 ^a	4,33±0,65 ^a	4,58±0,51 ^a	3,75±1,13 ^a
1,8	30	3,41±1,08 ^{ab}	3,25±0,86 ^{ab}	3,41±0,90 ^b	3,33±0,65 ^b	3,33±0,90 ^{abc}
2,4	40	2,41±0,79 ^{bc}	2,66±0,88 ^{bc}	2,33 ±0,88 ^c	2,16±0,71 ^c	2,50±0,90 ^{bc}
3,0	50	1,75 ± 0,75 ^c	2,01±0,73 ^c	1,66±0,65 ^c	1,75±0,62 ^c	2,33±1,07 ^c

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P < 0,05)

Çizelge 4.17’de verilen renk, lezzet, ağızda dağılma, gevreklik ve sertlik duyusal değerlendirme puanlarına bakıldığında, bisküvi örneklerinin formülasyonlarında inülin miktarı arttıkça ve şortening miktarı azaldıkça puanlamanın genel olarak düştüğü tespit edilmiştir. Bununla birlikte, renk, lezzet, ağızda dağılma ve gevreklik puanları % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde artış belirlenirken, bunlardan ağızda dağılma ve gevreklik kriterlerine ait puanlar % 10 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğine ait puandan yüksek belirlenmiştir. İlave olarak da, % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinin gevreklik kriterine ait puan kontrol bisküvi örneğinin puanı ile aynı değerdedir. Sertlik kriterine ait puanlama değerlendirildiğinde ise % 10 ve % 20 oranlarında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinde puanlar kontrol bisküvi örneğinden yüksektir. Renk, lezzet, ağızda dağılma, gevreklik ve sertlik duyusal değerlendirme puanlarının istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında, puanlar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli (P <

0,05) olduğu anlaşılmakta ve her bir duyusal kriterde bisküvi örneklerinin üç gruba ayrıldıkları da görülebilmektedir.

Kontrol bisküvi örneği ve % 10, % 20, %30 oranlarında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinin renk, sertlik ve lezzet puanları arasındaki farklılıkların istatistiksel ($P > 0,05$) olarak önemli olmadığı anlaşılmıştır. Ağızda dağılma ve gevreklik puanlarında ise bu durum kontrol bisküvi örneği ve % 10, % 20 oranlarında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinde görülmüştür. Renk analiz sonuçlarına (L, a, b) göre de değerlendirme yapıldığında, renk duyusal değerlendirme puanları ile örtüşmektedir. Formülasyonda azalan yağ oranı ve artan inülin miktarlarına bağlı olarak bisküvi örneklerinin açık renk görüntüsünün oluşumu duyusal değerlendirme de daha düşük puanlama ile sonuçlanmıştır. Bu bağlamda, en düşük renk puanlama değerine % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneği sahiptir. Benzer bir durum da duyusal özellikleri değerlendirme kriterlerinden lezzet puanlamasında görülmektedir. Bilhassa % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde görülmektedir. Ağız içinde dağılma puanları ise bilhassa % 40 ve % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvilerde yağın diğer örneklerle nazaran yüksek oranlarda azalması sözkonusu bisküvilerin ağızda dağılım profillerini değiştirmiş, sözkonusu bisküvilerin yutma ve ve çiğneme aşamalarında dişe yapışma oranında artış olduğuna gözlemlenmiştir. İlave olarak gevreklik puanları ile ağızda dağılma arasında doğrusal bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. % 40 ve % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinin renk, lezzet, ağızda dağılma, ve gevreklik duyusal değerlendirme puanlarının diğer bisküvi örneklerinden istatistiksel olarak da ayrıştığı belirlenmiştir. İlave olarak bisküvi örneklerinin tekstür değerleri (F/g) ile sertlik puanlama sonuçlarının paralellik gösterdiği, yağ oranının azalması ve inülin miktarının da artmasıyla bisküvi örneklerinde sertlik özelliğinin önemli miktarda arttığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.18'de verilen gözenek dağılımı, kesit yapısı, kesit iç rengi, yüzey düzgünlüğü ve genel beğeni puanlarına bakıldığında, bisküvi örneklerinin formülasyonlarında inülin miktarı arttıkça ve şortening miktarı azaldıkça puanlamanın bazı istisnalar haricinde genel olarak düştüğü saptanmıştır. Bununla birlikte, gözenek dağılımı, kesit yapısı, kesit iç rengi, yüzey düzgünlüğü ve genel beğeni puanlarının istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında, puanlar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu anlaşılmakta ve her bir duyusal kriterde, kesit iç rengi kriteri puanlaması hariç, bisküvi

örneklerinin dört gruba ayrıldıkları da görülebilmektedir. Kesit iç rengi kriteri puanlamasına göre bisküvi örnekleri üç gruba ayrılmışlardır.

Çizelge 4.18. Bisküvi örneklerinin bazı duyuşsal özelliklerine ait puanlamalar (devamı)

Eklenen inülin miktarı (g)	Azaltılan şortening oranı (%)	Gözenek Dağılımı	Kesit Yapısı	Kesit İç Rengi	Yüzey Düzgünlüğü	Genel Beğeni
Kontrol	Kontrol	4,08±0,66 ^a	4,01±0,73 ^{abc}	3,75±0,75 ^a	4,25±0,75 ^a	4,25±0,62 ^a
0,6	10	3,75±0,75 ^{ab}	4,33±0,77 ^a	3,58±0,79 ^{ab}	4,25±0,86 ^a	4,08±0,66 ^{ab}
1,2	20	3,66±0,77 ^{ab}	4,16±0,83 ^{ab}	3,75±0,45 ^a	4,16±0,71 ^{ab}	4,33±0,65 ^a
1,8	30	3,16±0,83 ^{bc}	3,25±0,96 ^{bcd}	2,75±0,75 ^{bc}	3,33±0,65 ^{bc}	3,33±0,77 ^{bc}
2,4	40	2,41±0,51 ^{cd}	3,08±0,66 ^{cd}	2,66±1,07 ^{bc}	2,50±0,52 ^{cd}	2,66±0,65 ^{cd}
3,0	50	2,16±0,71 ^d	2,41±0,79 ^d	2,33±0,77 ^c	1,91±0,79 ^d	2,16±0,71 ^d

*Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P < 0,05)

Gözenek dağılımı kriterine ait puanlamanın kontrol bisküvü örneğinden % 50 oranında yağ oranı azaltılan bisküvi örneğine kadar düzenli olarak azalma gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu puanlama kontrol bisküvi örneğinde 4,08 iken, % 50 oranında yağ oranı azaltılan bisküvi örneğinde ise puanlama 2,16 olmuştur. Gözenek dağılımının düzgün oluşu ve homojenliği yağ içeriği fazla olan bisküvi örneklerinde görülmektedir. Bisküvi örneklerinin kesit yapısı puanlaması 2,41-4,33 arasında değişmekte olup en yüksek puanı % 10 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneği almıştır. Bununla birlikte, beklenildiği gibi en düşük puanlama % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde görülmektedir. Kesit yapısı puanlama sonuçlarına istatistiksel açıdan değerlendirme yapıldığında, kontrol bisküvi örneği ile % 10 ve % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinin aynı grupta yer aldıkları anlaşılmaktadır. Formülasyonda yağ içeriğinin azalması ve eklenen inülin miktarının artması bisküvi kesit yapısında kalınlığın artmasına ve çapın küçülmesine neden olmuştur. Bilhassa % 40 ve % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinde oluşan üst kabuk kısmının diğer formülasyonlara ait bisküvi örneklerine göre daha kalın olduğu gözlemlenmiştir.

Bisküvi örneklerinin kesit iç rengi puanları 2,33-3,75 arasında değişim gösterirken, sadece % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneği hariç, bu puanlamalar kontrol bisküvi örneğine göre azalmalar göstermiştir. En düşük puanlama % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde görülmektedir. Buna karşılık, kontrol bisküvi örneği ile % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneği aynı puana sahiptir. İlave olarak, kesit iç rengi puanlama sonuçlarına istatistiksel açıdan değerlendirme yapıldığında, kontrol bisküvi örneği ile % 10 ve % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinin aynı grupta yer aldıkları anlaşılmaktadır.

Bisküvi örneklerinin yüzey düzgünlüğü puanları, 1,91-4,25 arasında değişim göstermekte olup, sadece % 10 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneği hariç, bu puanlamalar kontrol bisküvi örneğine göre azalmalar göstermiştir. En düşük puanlama % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde görülmektedir. Buna karşılık, kontrol bisküvi örneği ile % 10 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneği aynı puana sahiptir. İlave olarak, yüzey düzgünlüğü puanlama sonuçlarına istatistiksel açıdan değerlendirme yapıldığında, kontrol bisküvi örneği ile % 10 ve % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinin aynı grupta yer aldıkları anlaşılmaktadır. Formülasyonda yağ içeriğinin azalması ve inülin miktarının artışına bağlı olarak oluşan çap küçülmesi ve kalınlık fazlalığı sonucu, bilhassa % 40 ve % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinde kubbemsi bir yapı ile oluşmuş ve düz bir yüzey gözlemlenememiştir.

Genel beğeni değerlendirmesine ait puanlar 2,16-4,33 arasında değişim göstermektedir. Bu değerlendirmeye göre en yüksek puan % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde görülmekte olup, istatistiksel açıdan kontrol bisküvi örneği ile % 10 ve % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinin aynı grupta yer aldıkları da anlaşılmaktadır. % 40 ve % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örnekleri en düşük puanlar olmak üzere sırasıyla 2,66 ve 2,16 puanları verilmiş olup, istatistiksel olarak da aynı grupta yer almışlardır.

Bisküvi örneklerinin satın alma eğilimlerine ait puanlama Çizelge 4.19'da verilmiştir. Satın alma eğilimi puanlaması 2,50-4,25 arasında değişim göstermekte olup, en yüksek puanı kontrol bisküvi örneği alırken, en düşük puanı % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneği almıştır. Formülasyonda yağ içeriğinin azalması ve inülin miktarının artışına paralel olarak satın alma eğilim puanlarının düzenli olarak azalma gösterdiği anlaşılmaktadır.

Elde edilen puanların istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında, puanlar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu görölmekte ve bisküvi örneklerinin üç gruba ayrıldıkları anlaşılmaktadır. İstatistiksel açıdan kontrol bisküvi örneği ile % 10, % 20, % 30 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinin aynı grupta yer aldıkları görölmektedir.

Çizelge 4.19. Bisküvi örneklerinin satın alma eğilim puanları

Eklenen inülin miktarı (g)	Azaltılan şortening oranı (%)	Satın Alma Eğilim puanları
Kontrol	Kontrol	4,25±0,62 ^a
0,6	10	4,16±0,83 ^a
1,2	20	4,08±0,66 ^a
1,8	30	3,50±0,52 ^{ab}
2,4	40	2,83±0,57 ^{bc}
3,0	50	2,50±0,52 ^c

*Sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$)

Yağ içeriğini azaltmak için keçiboynuzu ve kestane unu kullanılan çalışmada (Çiftçi 2018), % 25 ve % 50 oranında yağ içeriğinin azaltılmasına rağmen bu bisküvi örneklerinin duyusal analiz puanlamasına göre kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu belirtilmektedir. Uysal ve ark. (2007), elma, limon, buğday lifi ve buğday kepeği kullanılan bisküvi örneklerinin duyusal özelliklerinden renk, tat, yapı ve toplam kabul edilebilirlik puanlarının lif oranlarının (% 15-%30) arttıkça düştüğünü belirlemişlerdir. Dirençli nişasta ve kayısı çekirdeği ununun bisküvi vb. gibi ürünlerde yağ ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada (Özboy-Özbaş ve ark. 2010), dirençli nişasta-kayısı çekirdeği ununun kombinasyonunun % 20 oranlarında yağ ikamesi olarak kullanılmasıyla kontrol örneği ile benzer duyusal özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Cookie tipi bisküvilerde yağın inülin tarafından ikame edilerek üretiminin gerçekleştirildiği bir çalışmada (Lourencetti ve ark. 2013), yağın % 25, % 50 ve % 75 oranlarında azaltılmasıyla inülin ve su miktarı arttırılmış ve doğru orantılı olarak da bisküvilerin sertliklerinde artış belirlenmiştir. Rodríguez-García ve ark. (2013), inülinin yağ

ikamesi olarak kullanımı üzerine yaptıkları bir çalışmada, % 20 inülin kullanılan örnek ile kontrol örneğinin ile benzer duyuşal özellikler gösterdiği bildirilmiştir.

Krystyan ve ark. (2015) inülinin yağ ikamesi olarak kullanımının hamurun ve bisküvi üzerine olan etkilerini incelediği araştırmada % 20 oranında yağ azaltılmış bisküvilerin duyuşal olarak kabul edilebilir nitelikte olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, % 20 yağ ikame çalışması yapılan bisküvilerde protein, kül, çözünmez diyet lif oranları kontrolle kıyaslandığında içeriğinin değişmediği gözlemlenmiştir. Sudha ve ark. (2007b) farklı tahıllardan elde edilen liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerini ve hamurun reolojik özelliklerini inceledikleri çalışmada, her bir tür için % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranında buğday unu ile karıştırılarak elde edilen bisküvilerin, kalınlık, çap, yayılma oranı, renk gibi fiziksel parametreleri ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. 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.

4.5.6. Raf ömrü sürecinde nem ve tekstür (sertlik) değerleri

Bisküvi örneklerinin raf ömrü sürecinde nem içerikleri (%) değişimleri Çizelge 4.20’de ve tekstür (sertlik) değerlerindeki değişimler Çizelge 4.21’de verilmiştir. Raf ömrü boyunca bisküvi örneklerinin dış ortamdaki nemden etkilenmemesi için kilitli polietilen torbalar kullanılmıştır. Ambalajlar kilit kısımlarından sıkıca kapatılmış ve buna ilave olarak hava geçirgenliğini azaltmak için bir ısıtıcı yardımıyla polietilen torba ağzı tamamen mühürlenmiştir.

Üç aylık raf ömrü sürecinde tüm bisküvi örneklerinin nem değerleri düzensiz değişimler göstermekle birlikte, istatistiksel olarak bu değişimler önemli bulunmamıştır. Kontrol bisküvi örneğinde başlangıç % 4,33 olan nem değeri, 1. ayda % 4,50’e yükselirken, 2. ve 3. aylarda sırasıyla % 4,26 ve % 4,23 değerlerine düşmüştür. % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde başlangıçta % 4,84 olan nem içeriği, raf ömrü sürecinde artışlar göstererek % 5,03-5,06 aralığında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.20. Bisküvi örneklerinin raf ömrü sürecinde nem içerikleri (%)

Eklenen inülin miktarı (g)	Azaltılan şortening oranı (%)	Başlangıç	1. ay	2. ay	3.ay
Kontrol	Kontrol	4,33±0,05 ^{eA}	4,50±0,02 ^{eA}	4,26±0,07 ^{dA}	4,23±0,33 ^{dA}
0,6	10	4,48±0,10 ^{eA}	4,59±0,08 ^{eA}	4,45±0,11 ^{dA}	4,42±0,06 ^{dA}
1,2	20	4,84±0,07 ^{dA}	5,06±0,05 ^{dA}	5,03±0,10 ^{cA}	5,05±0,11 ^{cA}
1,8	30	5,36±0,07 ^{cA}	5,52±0,10 ^{cA}	5,27±0,09 ^{cA}	5,21±0,04 ^{cA}
2,4	40	7,10±0,09 ^{bA}	6,91±0,07 ^{bA}	7,04±0,08 ^{bA}	6,96±0,06 ^{bA}
3,0	50	8,29±0,05 ^{aA}	8,12±0,06 ^{aA}	8,15±0,08 ^{aA}	8,16±0,07 ^{aA}

¹Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05).

²Her satırdaki farklı büyük harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05).

Raf ömrü sürecinde % nem değerleri kontrol bisküvi ile farklı yağ oranlarına sahip bisküvi örnekleri arasında istatistikî olarak değerlendirildiğinde ise hem başlangıçta hem de raf ömrü sürecinde örnekler arasındaki farklılıkların önemli olduğu (P<0,05) anlaşılmaktadır. Raf ömrü sürecinde, başlangıçta bisküvi örnekleri istatistikî açıdan 5 grup oluşturmuşlardır. Kontrol bisküvi örneği ve % 10 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneği aynı grubu oluşturmaktadır. Bu durum raf ömrü sonuna kadar benzer şekilde devam etmiştir. % 20, % 30, % 40 ve % 50 oranında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örneklerin başlangıçta içerdikleri farklı nem değerlerinden dolayı oluşturdukları 4 grup 1. ayda da aynen devam ederken, 2. ve 3. aylarda ise % 20 ve % 30 oranında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri aynı grupta yer almışlardır.

Çizelge 4.21’de verilen bisküvi örneklerinin üç aylık raf ömrü sürecinde tekstür (sertlik) değerleri düzensiz değişimler göstermekle birlikte genelde azalma eğilimindedir. Kontrol bisküvi örneğinde başlangıçta belirlenen değer 2643 F/g iken, raf ömrü sürecinde 1. ve 2. aylarda azalarak 2493 F/g ve 2240 F/g ve 3. ayda artış göstererek 2329 F/g olarak belirlenmiştir. Benzer durum % 10 ve % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinde de görülmektedir. % 30 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde ise tekstür değeri 1. ayda azalırken, 2. ayda tekrar artış göstermiştir. % 50 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde 1. ve 2. aylarda artışlar göze çarpmaktadır. Farklı olarak % 40 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneğinde 2. ve 3. aylarda belirlenen tekstür değerleri

başlangıçta belirlenen tekstür değerinden daha yüksektir. Üç aylık raf ömrü sürecinde tüm bisküvi örneklerinin tekstür (sertlik) değerleri düzensiz değişimler göstermekle birlikte, istatistiksel olarak bu değişimler önemli bulunmamıştır. Buna karşılık, raf ömrü sürecinde belirlenen tekstür (sertlik) değerleri kontrol bisküvi ile farklı yağ oranlarına sahip bisküvi örnekleri arasında istatistikî olarak değerlendirildiğinde ise hem başlangıçta hem de raf ömrü sürecinde örnekler arasındaki farklılıkların önemli olduğu ($P<0,05$) anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.21. Bisküvi örneklerinin raf ömrü sürecinde tekstür (sertlik) değerleri (F/g)

Eklenen inülin miktarı (g)	Azaltılan şortening oranı (%)	Başlangıç	1. ay	2. ay	3.ay
Kontrol	Kontrol	2643±148 ^{ca}	2493±412 ^{ba}	2240±210 ^{da}	2329±299 ^{ca}
0,6	10	3054±131 ^{bcA}	2952±244 ^{ba}	2651±122 ^{cdA}	2792±310 ^{bcA}
1,2	20	3605±481 ^{bcA}	3305±459 ^{ba}	3209±206 ^{bcA}	3266±305 ^{bcA}
1,8	30	3997±352 ^{ba}	3556±168 ^{ba}	3860±146 ^{ba}	3673±750 ^{ba}
2,4	40	5253±784 ^{aa}	5233±847 ^{aa}	5413±526 ^{aa}	5414±423 ^{aa}
3,0	50	5821±281 ^{aa}	5965±144 ^{aa}	5825±287 ^{aa}	5753±124 ^{aa}

¹ Her sütundaki farklı harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

²Her satırdaki farklı büyük harfler, değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

Raf ömrü sürecinde, başlangıçta bisküvi örnekleri istatistikî açıdan 3 grup oluşturmuşlardır. Kontrol bisküvi örneği ve % 10 ve % 20 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örnekleri aynı grubu oluşturmaktadır. % 40 ve % 50 oranında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri ise aynı grupta yer almıştır. 1. ayda sadece iki grup oluşurken, yine % 40 ve % 50 oranında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri ayrı bir grupta yer almışlardır. 3. Ayda ise 4 grubun oluştuğu ve yine % 40 ve % 50 oranında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri ayrı bir grupta yer alırken, kontrol bisküvi örneği ve % 10 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örnekleri ayrı grubu oluşturmuşlardır. Raf ömrü sonunda ise yine başlangıçta olduğu gibi 3 ayrı grup göze çarpmaktadır.

Krystyan ve ark. (2015) inülinin yağ ikamesi olarak kullanımının hamurun ve bisküvi üzerine olan etkilerinin incelediği araştırmada, tekstür analizleri sonuçları inülin ilavesi ile artmış, kontrol numunesiyle karşılaştırıldığında en belirgin değişikliğin en yüksek inülin oranına sahip bisküvilerde görüldüğü belirtilmiştir. 2 aylık raf ömrüne alınan ürünlerde en yüksek sertlik değerlerinin 1 ay saklandıktan sonra ölçüldüğü belirtilmiş, raf ömrünün 2. ay sonucunda % 50 oranında yağ içeriği azaltılan örnekte sertlik değeri kontrol numunesinin yaklaşık iki katı çıkmıştır.



5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Günümüzde tüketicilerin genel olarak daha sağlıklı beslenme istekleri, birçok yaş grubu tarafından sevilerek tüketilmekte olan bisküvi vb. ürünlerin bulunduğu alandaki çalışmalara daha fazla hız kazandırmıştır. Bu çalışmada oluşturulan inülin içerikli formülasyonlarla bisküvilerde daha az lipid şortening kullanımıyla yağ içeriğinin düşmesi, dolayısıyla tüketici tarafından daha az kalori ve daha az doymuş yağ asidi ile *trans* yağ asidi alınması, prebiyotik özelliği ve lif içeriği sayesinde inülin bileşeninin sağlığa olan olumlu etkilerinden faydalanılması hedeflenmiştir. Bu bağlamda, çalışma ile bisküvi kalitesini ve tüketici tarafından kabul edilebilirlik özelliklerini olumsuz yönde etkilemeden, karbonhidrat bazlı yağ ikame maddesi olarak inülin kullanım imkânları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda, inülin bileşeni içerikli olarak oluşturulan formülasyonlarla yağ içerikleri sırasıyla % 10, % 20, % 30, % 40, % 50 oranlarında azaltılmış ve buna karşılık olarak da azaltılan yağ miktarı yerine inülin ve su kombinasyonu ön çalışmalarla belirlenen miktarlar neticesinde ilave edilmiştir. Kontrol bisküvi örneği ise inülin ilave edilmeksizin üretilmiştir.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile elde edilen sonuçlar şöyle ifade edilebilir;

- Un-inülin karışımlarının farinograf özelliklerinin belirlenmesi amacıyla sabit miktardaki una farklı oranlarda (0-3g aralığında) eklenen inülin ile hazırlanan hamurlarda gelişme zamanı, su absorpsiyonu ve stabilite değeri inülin miktarının artmasına bağlı olarak sürekli artmıştır. Yumuşama derecesi ise inülin miktarının artışına bağlı olarak azalma göstermiştir. Böylece inülin artışına bağlı olarak ihtiyaç duyulan su miktarının arttığını ve aynı artışa bağlı olarak daha sert hamurların elde edildiği görülmüştür.

- Un-inülin karışımlarının ekstensograf özelliklerinin belirlenmesi amacıyla sabit miktardaki una farklı oranlarda (0-3g aralığında) eklenen inülin ile hazırlanan hamurlarda 135. dakikadaki ekstensograf grafiklerinde uzama kabiliyeti 1,2 g inülin eklenen un-inülin miktarına kadar düzenli olarak artmış, sonrasındaki oranlarda artış yaşansada oransal bir değişiklik tespit edilememiştir. Uzama kabiliyetindeki değersel artışın eklenen inülin miktarının artmasıyla hamurun daha fazla uzayarak kopmasına neden olduğunu söyleyebiliriz.

- Bisküvi formülasyonları kullanılarak elde edilen hamurlarda, stabilite değerlerinde düzenli bir değişim görülmezken, kontrol örneği hamurundan 3 g inülin içeren diğer bir ifade ile % 50 oranında yağ içeriği azaltılan formülasyonların hamuruna kadar giderek artan bir

sertlik hamur yapım aşamasında belirlenmiş olup, fariograf özellikler bu sonucu destekler nitelikte oluşmuştur. % 10, % 20 ve % 30 oranlarında yağ içeriklerinin azaltıldığı formülasyonların hamurları yumuşama derecelerine göre benzerdir. % 40 ve % 50 oranlarında yağ içeriğinin azaltıldığı formülasyonların hamurlarının ise tamamen ayrıştığı görülmüştür. 135. dakikadaki ekstensograf grafiklerinde uzama kabiliyeti değerleri kontrol hamuru ile % 10 ve % 20 yağ içeriği azaltılan formülasyonların hamurlarıyla benzerlik göstermiştir.

- Bisküvi üretiminde kullanılan formülasyonda farklı oranlarda yağ, su ve inülin miktarlarına bağlı olarak bisküvi örneklerinin bilhassa nem, yağ ve diyet lif oranları farklılıklar göstermiştir. Protein ve kül değerleri dar aralıkta değişim göstermiştir. Formülasyona bağlı olarak kullanılan yağ miktarı azalırken, inülin ve nem miktarları artış göstermiştir. İlave olarak, inülin miktarının artmasıyla toplam diyet lif miktarı da artış göstermiştir.

- Formülasyonda nem miktarlarının artışı üç aylık raf ömrü sürecinde tekstür değerinde sorun oluşturmazken, ilerleyen süreçlerde bisküvi örneklerinin raf ömrünün uzatılmasında nem içeriklerinin sorun oluşturabileceği düşünülmektedir.

- Bisküvi üretiminde kullanılan formülasyonda, inülin miktarının artışı ve yağ miktarı azalışı bisküvi kalite kriterlerinden çap, kalınlık ve yayılma oranı değerlerini önemli oranda etkilediği belirlenmiştir. Buna göre, bisküvi çapları kontrol bisküvi örneğine göre azalma göstermiş olup, kalınlık değerlerinde ise artışlar belirlenmiştir. Yayılma oranları ise bunlara bağlı olarak düşüş göstermiştir. Bu değerler bakımından, % 40 ve % 50 oranlarında yağ içeriğinin azaltıldığı formülasyonların bisküvi örneklerinin tamamen ayrıştığı görülmüştür.

- L (aydınlık derecesi), değerine göre, kontrol bisküvi örneği ile % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri aynı grupta yer almıştır. Formülasyonda eklenen inülin miktarı arttıkça a (kırmızı-yeşil) değerinin düzenli azalma gösterdiği belirlenmiş olup, kontrol bisküvi örneği ile % 10 ve % 20 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örnekleri aynı grupta yer almıştır. Formülasyonda eklenen inülin miktarı bağlı olarak b (sarı-mavi) değerlerinde düzensiz değişimlerin meydana geldiği belirlenmiş olup, bu değerde istatistikî açıdan farklılık ($P>0,05$) belirlenmemiştir.

- Bisküvi üretiminde kullanılan formülasyona ilave edilen inülin miktarı arttıkça ve yağ oranı azaldıkça tekstür sertlik değeri (F/g) düzenli bir şekilde artış göstermiş olup, kontrol

bisküvi örneği ile % 10 ve % 20 oranlarında yağ içerikleri azaltılan bisküvi örneklerinin bu değerleri benzerdir.

- Bisküvi üretiminde kullanılan formülasyonda su miktarının artmasıyla fırın kayıplarında yükselme belirlemiştir. Fırın kaybı değerleri, kontrol bisküvi örneği ile % 10 ve % 20 yağ içeriği azaltılan formülasyonların bisküvilerinde benzerdir.

- Duyusal değerlendirme puanlarının inülin miktarı arttıkça ve yağ miktarı azaldıkça genelde düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol bisküvi örneği ve % 10, % 20, % 30 oranlarında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinin renk, sertlik ve lezzet puanları bakımından benzer olduğu, bunların dışındaki duyusal değerlendirme kriterleri (ağızda dağılma, gevreklik, kesit iç rengi, genel beğeni vb.) bakımından ise kontrol bisküvi örneği ve % 10, % 20 oranlarında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinin benzer olduğu belirlenmiştir. Satın alma eğilim puanları bakımından kontrol bisküvi örneği ile % 10, % 20, % 30 oranında yağ içeriği azaltılan bisküvi örneklerinin aynı grupta yer aldıkları belirlenmiştir.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, inülin ilavesiyle yağ miktarının azaltılabildiği ve diyet lifi miktarının artırılabilirdiği, böylece prebiyotik özelliği olan, daha yüksek lif ve daha az yağ içeriğine sahip fonksiyonel bisküvi üretiminin mümkün olduğu ortaya çıkmıştır. İncelenen fizikokimyasal, reolojik ve duyusal özellikler bakımından önemli bir kalite kaybı olmadan, kontrol bisküvi örneğine göre yağ miktarının 1,2 g inülin ilavesi ile % 20 oranında azaltılabileceği belirlenmiştir. Formülasyonda yapılabilecek bazı modifikasyonlar ile yağ oranı % 30 oranında azaltılmış, duyusal olarak kabul edilebilir bisküvi üretilbileceği öngörülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- AACC (1990). American association of cereal chemists, Approved methods of the AACC: 8th edition, The association: Saint Paul, Minnesota
- AACC (2002). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists. The Association: St. Paul, MN.
- AACCI (1990). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International (AACCI), St. Paul, MN, USA.
- AACCI (1995). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International (AACCI), St. Paul, MN, USA.
- Acun S (2011). Şarap işletmeleri atığı olan üzüm posasının ve üzüm çekirdeğinin bisküvi kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Ahlborn GJ, Pike OA, Hendrix SB, Hess WM, Huber CS (2005). Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten free breads. Cereal Chemistry, 82 (3) 328-335.
- Akoh CC (1998). Fat replacers. Food Technology, 52:47-53.
- Aksulu İ (2001). Tüketicide Sağlığını Koruma Bilinci ve Satın Alma Noktasında Tüketici Tutumları: Ambalajlı Gıda Ürünleri Üzerine Bir Araştırma. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16 (1) 115-127.
- Anderson JW, Baird P, Davis RH. Jr, Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, Waters, V, Williams CL (2009). Health Benefits of Dietary Fiber. Nutrition Reviews 67 (4) 188-205.
- Anonim (2009). <https://biskuvininoykusu.wordpress.com/2009/12/02/biskuvi-tarihi-ve-konumlandirmasi/> (Erişim Tarihi: 08.12.2018).
- Anonim (2010). Türk Standartları Enstitüsü TS 2383 Bisküvi Standardı.
- Anonim (2017a). <https://tr.wikipedia.org/wiki/İnulin> (Erişim Tarihi: 02.02.2017).
- Anonim (2017b). <https://gaiadergi.com/inulin-saglik-uzerine-etkileri/> (Erişim Tarihi:10.10.2017).
- Anonim (2018a). <http://www.orafti.com> (Erişim Tarihi: 08.12.2018).
- Anonim (2018b). <https://www.foodelphi.com/tag/biskuvinin-tanimi/> (Erişim Tarihi: 08.12.2018).
- Anonim (2019). <https://www.diyetasistan.com/hindiba-kac-kalori.html> (Erişim Tarihi: 08.02.2019).

- Anonymous (1995). Food Additives US Products, Applications Markets, Technomic Publication, Technomic Publishing Company Inc., Switzerland.
- AOAC (2000). Official Methods of Analysis. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- Aydın E (2014). Balkabağı (*Cucurbita moschata*) unu katkısının bisküvinin antioksidan aktivite ve besinsel kalitesine etkileri. Doktora Tezi, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Aydın N (2012). Keçiboynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, PAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Bach Knudsen KE (2001). The Nutritional Significance of “Dietary Fibre” Analysis. Animal Feed Science and Technology, 90:3-20.
- Baltsavias A, Jurgens A, Van Vliet T (1999). Properties of short-dough biscuits in relation to structure. Journal Cereal Science, 29:242–255
- Bartlam MJ (1993). Healthy and Light Foods: Understanding the Consumer. British Food Journal, 95 (3) 3-9.
- Basman A, Öztürk S, Kahraman K, Köksel H (2008). Emulsion and pasting properties of resistant starch with locust bean gum and their utilization in low fat cookie formulations. International Journal of Food Properties, 11:762-772.
- Bath DE, Shelke K, Hoseney RC (1992). Fat replacers in high-ratio layer cakes. Cereal Food World, 37:495-500.
- Beğen F (2012). Yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde lüpen kepeği kullanımı üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Bilişli A (2009). Karbonhidratlar. Gıda Kimyası, s. 64-65. Sidas Medya Ltd. Şti, İzmir.
- Burdurlu HS, Karadeniz F (2003). Gıdalarda Diyet Lifin Önemi. Gıda Mühendisliği Dergisi, 7 (15) 18-25.
- Can F (2015). Portakal Kabuğu Tozunun Bisküvi Hamuru ve Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya.
- Caponio F, Summo C, Clodoveo ML, Pasqualone A (2008). Evaluation of the nutritional quality of the lipid fraction of gluten-free biscuits. Eur Food Res Technol., 227:135-139.
- Causey JL, Feirtag JM, Gallaher DD, Tungland BC, Slavin JL (2000). Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. Nutr Res, 20:191-201.

- Chong C, Emenaker N, Indorato D, Jones JM, Franlmann C, Magnuson L, Meddles JA, Pahl A (2002). Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. *Journal of American Dietetic Association*, 102 (7) 993-1000.
- Coussement PAA (1999). Inulin and oligofructose: Safe intakes and legal status. *Journal of Nutrition* 129:1412S-1417S.
- Çeltek GE (2000). Yağların Bisküvide Kullanımı. *Gıda Mühendisleri Dergisi*, 2000:32-34.
- Çiftçi S (2018). Yağı azaltılmış bisküvi üretimi. Yüksek Lisans Tezi, U.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Dağlıoğlu O, Taşan M, Tuncel B (2009). Determination of Fatty Acid Composition and Total *Trans* Fatty Acids of Turkish Biscuits By Capillary Gas-Liquid Chromotography. *Eur. Food Research Technol.*, 211:41-44
- Demirci M (2003). Beslenme. Rebel Yayıncılık. 286s. Tekirdağ
- Demirel H (2017). Farklı Turunçgillerden Elde Edilen Albedoların Bisküvi Üretiminde Kullanım İmkanları. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Doğan İS, Uğur T (2004). Van ve Çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 15:139-148.
- Doğan İS, Küçüköner F (1999). Düşük Yağ ve Kalori İçeren Gıdaların Hazırlanmasında Yağ İkamelerinin Rolü. *Gıda*, 24 (6) 417-424.
- Drake Ma, Swanson BG (1995). Reduced and Low Fat Cheese Technology, *Trends in Food Science and Technology*, 6:366-369.
- Drewnowski A, Nordenten K, Dwyer J (1998). Replacing sugar and fat in cookies: impact on product quality and preference. *Food Quality and Preference*, 9 (1/2) 13-20.
- FAO (1998). Carbohydrates Human Nutrition. *FAO Food and Nutrition Papers-66*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Fernandez-Gines JM, Fernandez-Lopez J, Sayas-Barbera E, Sendra E, Perez- Alvarez JA (2004). Lemon Albedo as a New Source of Dietary Fiber: Application to Bologna Sausages. *Meat Sci.* 67:7-13.
- Gibson GR, Roberfroid MB (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125:1401-1412.
- Grigelmo-Miguel N, Gorinstein S, Martin-Belloso O (1999). Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chem.*, 65,175-181.

- Gutierrez-Gomez V, Fournier C, Sauvage C, Vilain AC, Just N, Wallaert Revue B. (2005). Réactions anaphylactiques induites par l'inuline Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, 45 (6) 493-495.
- Gül H (2007). Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Gündoğdu H (1997). Bisküvi sanayisinde kullanılan unun özellikleri ve temin edilmesinde yaşanan problemler. 2. Un-Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu, Karaman, 195-196.
- Güven M, Yasar K, Karaca OB, Hayaloglu AA (2005). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. Int. J. Dairy Technol., 8, 180-184.
- Hahn NI (1997). Replacing fat with food technology: A brief review of new fat replacement ingredients. Journal of The American Dietetic Association, 97 (1) 15-16.
- Hennelly PJ, Dunne PG, O'Sullivan M, O'Riordan ED (2006). Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. J. Food Eng., 75 (3) 388-395.
- Hoseney RC (1998). Principles of cereal science and technology, American Association of Cereal Chemistry, Minnesota, USA, 275-305.
- Hung V (2003). Hindiba sebzeler daha fazla besin değeri ve enerji. <http://tvvn.org/forum/showthread.php> (Erişim Tarihi:08.12.2018)
- Kadioğlu Y (2009). Türkiye’de tüketilen bisküvi ve kek tipi ürünlerde kullanılan yağların bileşim, reolojik ve mikroskopik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Kahlon TS, Chow FI, Hoefer JL, Betschart AA (2001). Effect of wheat bran fiber and bran particle size on fat and fiber digestibility and gastrointestinal tract measurements in the rat. Cereal Chemistry. 78 (4) 481–484.
- Katy RN (1999). Inulin and oligofructose: What are they? J. Nutr., 129:1402-1405.
- Kissell L, Pomeranz Y, Yamazaki WT (1971). Effects of flour lipids on cookie quality. Cereal Chemistry, 48:655-662.
- Köprülü Ö (2009). Farklı oranlarda inülin ilave edilerek üretilen salamların kalite özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Krystyjan M, Gumul D, Ziabro R, Sikora M (2015). The effect of inulin as a fat replacement on dough and biscuit properties. Journal of Food Quality, 38:305-315.

- Laguna L, Varela P, Salvador A, Sanz. T, Fiszman SM (2012). Balancing texture and other sensory features in reduced fat short-dough biscuits. *Journal of Texture Studies*, 43:235–245.
- Land DG, Shepherd R (1984). Scaling and ranking methods. In: Piggott J.R. (ed.): *Sensory Analysis of Food*. Elsevier Applied Science, London, pp. 141-177.
- Lebesi DM, Tzia C (2012). Use of Endoxylanase Treated Cereal Brans for Development of Dietary Fiber Enriched Cakes”, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 13, 207-214.
- Lee S, Inglett GE (2006). Rheological and physical evaluation of jet-cooked oat bran in low calorie cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 41:553-559.
- Lourencetti RE, Benossi L, Rodrigues Marques D, Joia BM, Giriboni Monteiro AR (2013). Development of Biscuit Type Cookie with Partial Replacement of Fat by Inulin. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2 (5) 261-265.
- Mamat H, Hardan MOA, Hill SE (2010). Physicochemical properties of commercial semi-sweet biscuit. *Food Chemistry*, 121:1029-1038.
- Manley D (2000). *Technology of Biscuits Crackers and Cookies*. England, 478p. (Erişim Tarihi: 08.12.2018).
- Manohar RS, Rao P (1999). Effect of mixing method on the rheological characteristics of biscuit dough and the quality of biscuits. *Eur Food Res Technol.*, 210:43-48.
- Meyer D, Bayarri S, Tárrega A, Costell E (2011). Inulin as texture modifier in dairy products. *Food Hydrocolloids*. 25:1881-1890.
- Moshfegh JA, Friday EJ, Goldman JP, Ahuja JK (1999). Presence of inulin and oligofructose in the diets of Americans. *Journal of Nutrition* 129: 1407S-1411S.
- Niba L (2012). Progress in Fiber-enriched Foods. *Food Technology-Chicago*, 11:36-43.
- Nilüfer D, Boyacıoğlu D (2003). Süt ürünlerinde diyet liflerinin ingrediyen olarak kullanımı. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, İzmir.
- Niness KR (1999). İnulin and oligofructose: What are they? *Journal of Nutritional* 129:1402S-1406S.
- Nonaka HH (1997). Plant carbohydrate-derived products as fat replacers and calorie reducers. *Cereal Foods World*, 42:377–378.
- Özat E (2003). Yağ İkame Edicilerin Bisküvi Üretiminde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

- Özboy Ö, Köksel H (1997). Besinsel liflerin bisküvi üretiminde kullanımı. 2. Un, Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu, pp 183-193, 28-30 Mayıs, Karaman.
- Özboy-Özbaş Ö, Seker İT, Gökbulut İ (2010). Effects of resistant starch, apricot kernel flour, and fiber-rich fruit powders on low-fat cookie quality. Food Science Biotechnology, 19 (4) 979-986.
- Özkaya N, Seçkin R, Ercan R (1984). Bazı Bisküvi Çeşitlerinin Kimyasal Özellikleri ile Mineral ve Vitamin içerikleri Üzerinde Araştırmalar. Gıda, 9 (5) 245-251.
- Öztürk S (1993). Karaman İlindeki bisküvi üreticisinin sorunları, Un Mamulleri Dünyası, 2, 37-39.
- Öztürk S (1998). Bisküvi Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri. Un Mamulleri Dünyası, 7 (2) 76-78.
- Rahaie S, Gharibzahedi SMT, Razavi SH, Jafari SM (2012). Recent Developments on New Formulations Based on Nutrient-dense Ingredients for the Production of Healthy-functional Bread: A Review. Journal of Food Science and Technology, 51 (11) 2896-2906.
- Ralapati S, LaCourse W R (2002). Carbohydrates and Other Electrochemically Active Compounds in 'Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals'. Edt. by W. J. Hurst, CRC press, USA. pp.400.
- Ramulu P, Rao PU (2003). Total Insoluble and Soluble Dietary Fiber Contents of Indian Fruits. Journal of Food Composition Analysis, 16 (6) 677-688.
- Richardson DP (1999). The Role of the Food Industry in Developing and Communicating Better Nutrition. In For A Better Nutrition in the 21st Century, Edited by P. Leathwood, M. Horisberger, W.P.T. James, Nestec Ltd, Vevey/Raven Press, Ltd. New York, 188-189p.
- Roberfroid MB (1999). Concepts in functional foods: the case of inulin and oligofructose. Journal of Nutrition 129: 1398S-1398S.
- Roberfroid MB (2005). Introducing inulin-type fructans. British Journal of Nutrition, 93 (Suppl 1):S13-25.
- Rodríguez-García J, Laguna L, Puig A, Salvador A, Hernando I (2013). Effect of Fat Replacement by Inulin on Textural and Structural Properties of Short Dough Biscuits. Food Bioprocess Technol 6:2739-2750.
- Roller S, Jones SA (1996). Handbook of Fat Replacers. CRC Press, Boca Raton, Fla, 336 p.
- Ronkart SN, Paquot M, Deroanne C, Fougny C, Besbes S, Blecke SC (2010). Development of Gelling Properties of Inulin by Microfluidization. Food Hydrocolloids, 24:318-324.

- Rothwell J (1997). Sugars and Other Sweeteners for Ice Cream and Other Frozen Desserts. Ice Cream. IDF Symposium, Athens, 18-19 September, p203.
- Saldamlı İ (2007). Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, s: 119-123.
- Sanchez C, Klopfenstein CF, Walker CE (1995). Use of carbohydrate-based fat substitutes and emulsifying agents in reduced-fat shortbread cookies. *Cereal Chemistry*, 72:25-29
- Serin S (2012). Karbonhidrat bazlı yağ ikame maddelerinin poğaça üretiminde kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, MEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin.
- Sosulski FW, Cadden AM (1982). Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. *J Food Sci*, 47:1472-1477.
- Stevens CV, Meriggi A, Booten K (2001). Chemical Modification of Inulin, a Valuable Renewable Resource, and Its Industrial Applications. *Biomacromolecules*, 2:1-16.
- Sudha ML, Srivastava AK, Vetrmani R, Leelavathi K (2007a). Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. *Journal of Food Engineering*, 80:922-930.
- Sudha ML, Vetrmani R, Leelavathi K (2007b). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chem*.100:1365–1370.
- Swanson RB, Carden LA, Parks SS (1999). Effect of a carbohydrate-based fat substitute and emulsifying agents on reduced-fat peanut butter cookies. *Journal of Food Quality*, 22:19-29
- Şahin H, Topuz A, Pischetsrieder M, Özdemir F (2009). Effect of roasting process on phenolic, antioxidant and browning properties of carob powder. *European Food Research and Technology*, 230:155-161.
- Şeker T, Gökbulut İ, Öztürk S, Özbaş ÖÖ, Köksel H (2006). Enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 157-160.
- Tamer CE, Aydoğan N, Çopur U (2004). Besinsel Liflerin Sağlık Üzerine Etkileri. Türkiye 8. Gıda Kongresi, 26-28 Mayıs, Bursa.
- Thebaudin JY, Lefebvre AC, Harrington M, Bourgeois CM (1997). Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology*, 8:41-48.
- Thompson J, Manore M (2005). Fiber, Nutrition; an Applied Approach. Publishing at Benjamin Cummings, 1302 Sansome, St., San Francisco, p: 123-139.
- Türker S (2008). Yumuşak Buğday Ürünleri Ders Notları. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.

- Türksoy S (2011). Meyve ve sebze lif konsantreleri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkileri. Doktora Tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Uysal H (2005). Farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Uysal H, Bilgiçli N, Elgün A, İbanoğlu İ, Herken EN, Demir MK (2007). Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies. *Journal of Food Engineering*, 78:1074-1078.
- Ünal S (1986). Hububat Teknolojisi. E.Ü. Müh. Fak., Çoğalma Yay., No:29, İzmir,
- Ünal SS, Özer Ç, Olçay M (1997). Farklı tipteki bisküvilerin bazı kalite nitelikleri. 2. Un, Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu, Karaman Bildiri Kitapçığı, 197-206.
- Vatanseven H (2015). Yağ ikame maddesi olarak kullanılan olestranın fizikokimyasal özellikleri ile insan sağlığı ve çevre üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Villanueva-Suarez MJ, Redondo-Cuenca A, Rodriguez-Sevilla MD, De Las Waldron KW, Parker ML, Smith AC (2003). Plant cell walls and food quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2 (4) 128-146.
- Vitali D, Dragojević IV, Šebečić B (2009). Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fiber on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114:1462-1469.
- Wade P (1988). *Biscuits Cookies and Crackers*, 1:The Principle of the Craft, New York, 2-10pp, 85, 163
- Yackel WC, Cox C (1992). Application of Starch – Based Fat Replacers, *Food Technol.*, 46 (6) 146-148.
- Yamazaki WT, Lamb CA (1961). Effect of season and location on quality of cookies from several wheat varieties. *Agron J.*, 3:325-326.
- Yapar B (2004). Diyet Gıda Ürünleri Dış Ticaret Şubesi Araştırma Servisi. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-28.pdf>
- Yerlikaya O, Karagözlü C (2009). Prebiyotik Ürünler ve İnsan Sağlığına Etkileri. *Akademik Gıda* 7 (5) 51-55.
- Yılmaz MK, Ünal S (2007). Düşük Kalorili (Light) Gıda Kullanan Tüketicileri Kullanım Sıklığına Göre Ayırma. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Dergipark 10 (2) 455-472.

- Zahn S, Pepke F, Rohm H (2010). Effect of Inulin as a Fat Replacer on Texture and Sensory Properties of Muffins. *International Journal of Food Science and Technology*, 45:2531-2537.
- Zoulas EI, Oreopoulou V, Tzia C (2002a). Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. *J. Food Eng.*, 55:337-342.
- Zoulas EL, Oreopoulou V, Kounalaki E (2002b). Effect of fat and sugar replacement on cookie Properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82:1637-1644.



EKLER

Ek.1.a. Bisküvi kalite değerlendirme kriterleri

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

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

Isırış - Sertlik: Bisküvinin ilk ısırışta diye gösterdiği direnci ifade eder. Bisküvinin dile uyguladığı direncin çok veya az olması istenmez.

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

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

Kesit yapısı: İyi bir bisküvide içyapı özelliğinin gereğinden fazla sıkı olmaması gerekir.

Kesit Rengi - İç Renk: Bisküvilerin iç renklerinin standarda göre koyuluğunu ifade eder.

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

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

Ek.1.b. Bisküvi duyuusal analiz formu

Tüketici Beğeni Testi

Beğeni testine sunulan bisküvi numunelerinde yağ ikame çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar formülasyonun yeniden revize edilmesi ve revize edilen ürünlerde inülin hammadresi kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Aşağıda belirtilen özellikleri beğeninize göre değerlendiriniz.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: İyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü

Ürün Özellikleri	158	313	482	757	803	956
Renk						
Yüzey Düzgünlüğü						
Sertlik						
Gevreklik						
Gözenek Dağılımı						
Kesit iç rengi						
Kesit Yapısı						
Lezzet						
Ağızda Dağılıma						
Genel Beğeni						

Tadımını yapmış olduğunuz numuneler için satın alma yönündeki eğiliminizi değerlendiriniz.

5- Kesinlikle alırım

4- Alabilirim

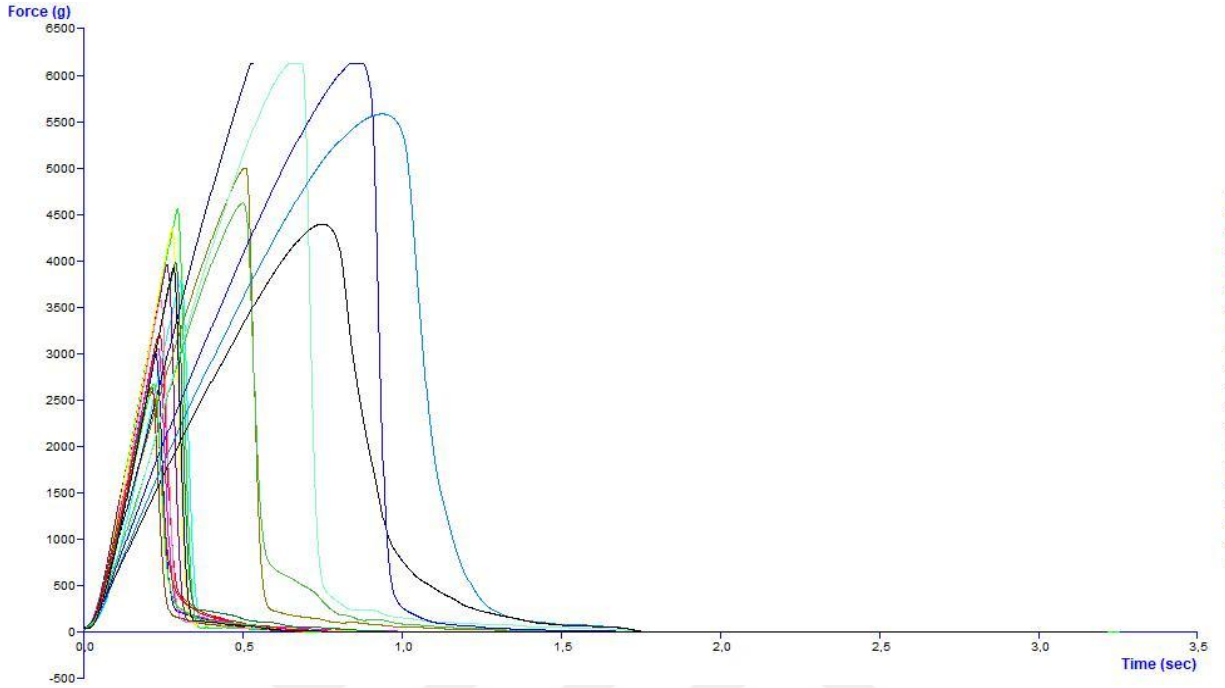
3- Belki alırım belki almam

2- Almayabilirim.

1- Kesinlikle almam

	158	313	482	757	803	956
Satın Alma Eğilimi						

Ek.2. Örnek Tekstür Sonuçları



TA.XTplus
Texture Analyser

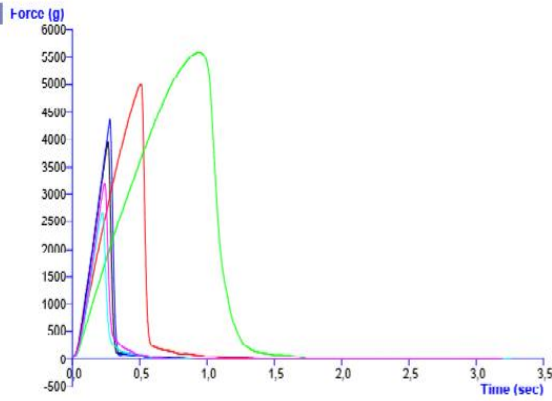
Stable Micro Systems

TA.HDplus
Texture Analyser

Project Title: Biscuit bending - BIS4_3PB
TEXTURE ANALYSIS REPORT

T.A. SETTINGS & PARAMETERS

Sequence Title: Return to Start (Set Dist)
Test Mode: Compression
Pre-Test Speed: 1,00 mm/sec
Test Speed: 3,00 mm/sec
Post-Test Speed: 10,00 mm/sec
T.A. Variable No. 5, 0,0 g
Target Mode: Distance
Distance: 5,000 mm
Strain: 10,0 %
Trigger Type: Auto (Force)
Trigger Force: 50,0 g
Probe: HDP/3PB ; THREE POINT
RFDN RIG
Batch: %10 ikame -
Points per second: 600
Test Run by: asd



NOTES

This space is to enter notes regarding the test data.

Windows'u etkinleştir
Windows'u etkinleştirmek için Ayar

Ek.3. Örnek Ekstensogram

Brabender® Extensograph

Brabender
Measurement &
Control Systems

Evaluation of sample:

Bisküvilik Un

Date:

1.10.2018

Operator:

Analitik Laboratuvar

Test after 45/90/135 Minutes

Waterabsorption:

58,7 %

Proving Time [min]:

45

90

135

Energy [cm²]:

26

17

19

Resistance to Extension [BU]:

150

102

121

Extensibility [mm]:

114

109

107

Maximum [BU]:

150

107

144

Ratio Number:

1,3

0,9

1,1

Ratio Number (Max.):

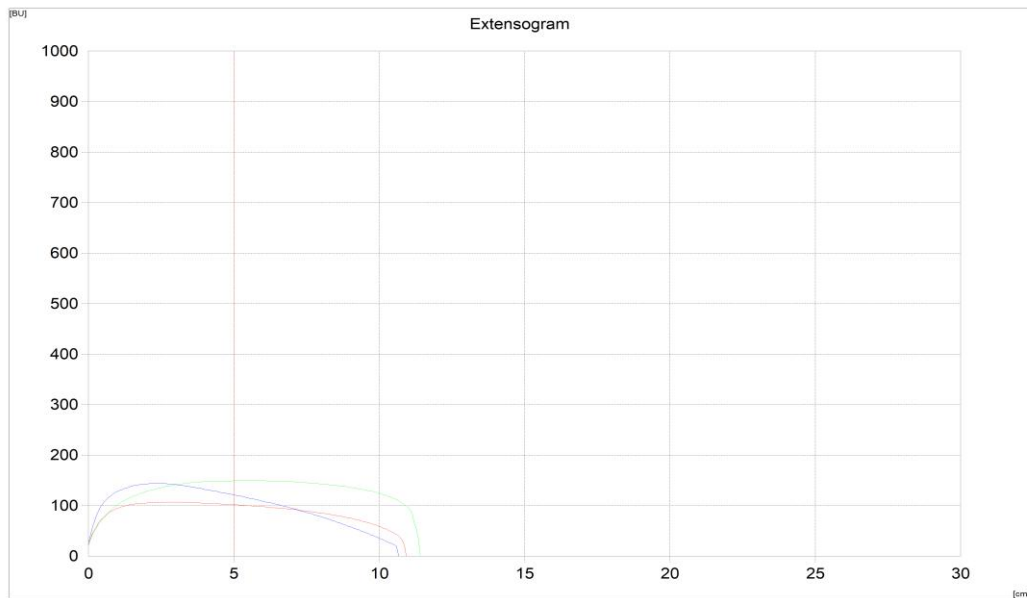
1,3

1,0

1,4

Remarks:

Y.Gluten:24,8 G.Index:90 N.Sdm:33 G.Sdm:18
FN:300 FFN:121



ÖZGEÇMİŞ

Selin ŞİMŞEK ŞENERKEK, 23.05.1990 tarihinde İstanbul'da doğmuştur. İlk ve ortaöğrenimini İstanbul'da tamamlamıştır. 2012 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü tamamlamış, yüksek lisans öğrenimine 2014 yılında başlamıştır.

Gıda alanında farklı deneyimlere sahip olmakla birlikte 2013-2018 seneleri arasında Polen Un ve Gıda Katkı Maddeleri A.Ş.'de 2 yıl Ar-Ge Uzmanı, yaklaşık 3 yılda Sıvı Ürün Grubu Ar-Ge Sorumlusu/ekip lideri olarak görev yapmıştır.

