

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

**BAZI KATKI MADDELERİNİN DİYABETİK YULAF KEPEĞİ
BİSKÜVİSİNİN KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SELİN ÖZAYDIN

DENİZLİ, 2014

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



**BAZI KATKI MADDELERİNİN DİYABETİK YULAF KEPEĞİ
BİSKÜVİSİNİN KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SELİN ÖZAYDIN

DENİZLİ, 2014

KABUL VE ONAY SAYFASI

Selin ÖZAYDIN tarafından hazırlanan “**Bazı Katkı Maddelerinin Diyabetik Yulaf Kepeği Bisküvisinin Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 26.06.2014 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Danışman
Doç. Dr. Emine Nur HERKEN
(PAÜ)

İmza



Üye
Prof. Dr. Sebahattin NAS
(PAÜ)



Üye
Yrd. Doç. Dr. Hülya GÜL
(SDÜ)



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 16.07.2014 tarih ve ...3011..... sayılı kararıyla onaylanmıştır..



Prof. Dr. Orhan KARABULUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez alışması PAÜ BAP tarafından 2012FBE062 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

**BAZI KATKI MADDELERİNİN DİYABETİK YULAF KEPEĞİ
BİSKÜVİSİNİN KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SELİN ÖZAYDIN
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. EMİNE NUR HERKEN)
DENİZLİ, 2014**

Diyet lifi, düşük enerji değerine sahip temel bir gıda bileşenidir. Diyet lifi terimi, sindirim enzimlerine dirençli bir grup gıda bileşenine verilen isimdir ve başlıca tahıl, meyve ve sebzelerde bulunmaktadır. Bu kategoride yer alan beta glukanlar ise, sindirilemeyen, nişasta olmayan polisakkaritler olarak tanımlanmakta olup, en önemli diyet liflerinden biri olarak nitelendirilmektedir. Diyet lifi bileşenlerinin kalın bağırsak fonksiyonlarını düzenleme etkisi, glukoz ve lipid metabolizması ile mineral absorpsiyonu üzerinde fizyolojik etkileri nedeniyle diyet lifi ile zenginleştirilmiş gıdalar fonksiyonel gıda olarak giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, günlük diyetle değişken sıklıklarda yeri olan bisküvi, beta glukanları en fazla içeren tahıl kaynaklarından biri olan yulaf ile zenginleştirilmiştir. Buğday ununun yanı sıra yulaf unu ve yulaf kepeğinin kullanıldığı diyabetik bisküvide karboksi metilselüloz ve gliserol monostearatın son ürünün kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, gliserol monostearat ve karboksi metilselüloz bisküvi formülasyonlarında değişik oranlarda kullanılmıştır. Gliserol monostearat ve karboksi metilselülozun bisküvi yapısını olumlu etkileyerek, tekstür oluşumunu desteklediği görülmüştür. Sadece gliserol monostearat ile katkılanan örneklerde fiziksel ve duyuşsal özellikler bakımından daha olumlu sonuçlar alınmıştır. Lifli yapıda olan karboksi metilselülozun kullanılması ise, fenolik ve antioksidan madde içeriğine, diyet lifi ve beta glukan miktarına katkıda bulunmuştur. Buğday ununun beta glukan içeriği oldukça düşük bulunmuş, yulaf kepeğinin protein, diyet lifi ve beta glukan içeriği bakımından en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Üretilen bisküvilerin beta glukan içeriklerien fazla 0.8 g/100 g olarak tesbit edilmiştir. Bisküviler arasında mineral madde içerikleri açısından fark bulunmamıştır. Bisküvi örneklerinde diyet lifi miktarları %2,13- %2,39 aralığında ve β -glukan oranları %0,39-%0,82 aralığında belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, diyet lifi bakımından zenginleştirilmiş fonksiyonel özellikli bisküvilerin tüketicilerin beklentilerini karşılayabileceği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Diyet lifi, yulaf kepeği, yulaf unu, beta glukan, karboksi metilselüloz, gliserol monostearat

ABSTRACT

EFFECT OF SOME ADDITIVES ON QUALITY PARAMETERS OF DIABETIC OAT BRAN BISCUITS

MSC THESIS

SELİN ÖZAYDIN

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. EMİNE NUR HERKEN)

DENİZLİ, 2014

Dietary fiber, with a lower energy value is a major nutrient component. The term dietary fiber is the name given to a group of food components resistant to digestive enzymes and found in the major cereals, fruit and vegetables. The beta-glucans found in this category are defined as non-digestible, non-starch polysaccharides, and are considered as one of the most important dietary fibers. Due to the regulating action of dietary fiber components on large intestine function, glucose and lipid metabolism, and their physiological effects on mineral absorption; foods enriched with dietary fiber are of increasing importance as functional food. In this study, biscuit which takes place in our daily diet with variable frequency, is enriched with oat that is one of the cereals containing the highest amount of beta-glucans. The diabetic biscuits where in addition to wheat flour, oat flour and oat bran are used, the effect of carboxy methylcellulose and glycerol monostearate on the quality features of the final product were investigated. For this purpose, glycerol monostearate and carboxy methylcellulose were used in various amounts in the formulations of the biscuits. Glycerol monostearate and carboxy methylcellulose was found to favor the development of the texture by positively affecting the structure of the biscuits. The samples supplemented only with glycerol monostearate had more positive results in terms of physical and sensory properties. Use of carboxy methylcellulose which has a fibrous structure have contributed to the phenolic and antioxidant content, dietary fiber, and beta-glucan amounts. Beta glucan content of the wheat flour was quite low, while oat bran was found to have the highest values of protein, dietary fiber and beta glucan content. The beta glucan content of the biscuits were 0.8 g/100 g at most. Biscuits were not different in terms of mineral content. The amounts of dietary fiber and β -glucan in biscuits were determined as % 2.13- 2.39 and % 0.39- 0.82 respectively. According to sensory analysis, dietary fiber enriched functional biscuits have concluded that they can meet the expectations of consumers.

KEYWORDS: Dietary fiber, oat bran, oat flour, beta glucan, carboxy methylcellulose, glycerol monostearate

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1.GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Literatür Özeti	2
1.2.1 Bisküvinin Tanımı.....	2
1.2.2 Bisküvide Kullanılan Hammaddelerin Özellikleri.....	4
1.2.3 Bisküvi Üretim Teknolojisi ve Bisküvinin Kalite Kriterleri.....	6
1.2.4 Bisküvi Yapımında Kullanılan Katkı Maddelerinin Özellikleri	8
1.2.4.1 Tatlandırıcılar	8
1.2.4.1.1 Stevya ve Özellikleri	9
1.2.4.1.2 Eritrol ve Özellikleri	11
1.2.4.1.3 Sorbitol ve Özellikleri	11
1.2.4.2 Emülgatörler.....	12
1.2.4.2.1 Gliserol MonoStearat ve Özellikleri	13
1.2.4.3 Hidrokolloidler	14
1.2.4.3.1 Guar Gum ve Karboksi Metil Selüloz.....	15
1.2.5 Fonksiyonel Bileşenler ve Tahıllar	19
1.2.5.1 Fonksiyonel Bileşenler	19
1.2.5.2 Tahıllar ve Önemi	22
1.2.6 Diyet Lifi	23
1.2.6.1 Diyet Lifinin Tanımı	23
1.2.6.2 Diyet Lifinin Özellikleri.....	25
1.2.6.3 Diyet Lifinin Fonksiyonel Özellikleri	27
1.2.6.4 Diyet Lifinin Gıdalar Üzerindeki Etkileri	30
1.2.6.5 Yulaf Unu ve Kepeği	32
1.2.6.6 Beta Glukan ve Özellikleri.....	35
1.2.7 Katkı Maddelerinin Bisküvilerde Kullanılması İle İlgili Yapılan Çalışmalar ..	37
2. MATERYAL VE METOD	49
2.1 Materyal.....	49
2.2.1 Bisküvilerin Üretimi	49
2.2.2 Analitik Analizler.....	50
2.2.2.1 Kül Miktarı Tayini	50
2.2.2.2 Rutubet Miktarı Tayini.....	51
2.2.2.3 Protein Tayini.....	51
2.2.2.4 Yağ Tayini ve Yağ Ekstraksiyonu	51
2.2.3 Çap, Yükseklik, Hacim ve Yayılma Faktörü Ölçümü	51
2.2.4 Renk Analizi.....	51

2.2.5 Duyusal Analizler.....	52
2.2.7 Toplam Fenolik Madde İçeriği	52
2.2.8 Toplam Antioksidan Kapasite Tayini	53
2.2.9 Diyet Lifi Analizi	54
2.2.10Beta Glukan Analizi.....	54
2.2.11 Mineral Analizi	54
2.2.12 İstatistiksel Değerlendirme.....	55
3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	56
3.1 Bisküvilerin Kimyasal Özellikleri.....	56
3.2 Bisküvilerin Fiziksel Özellikleri	58
3.3Bisküvilerin Renk Özellikleri.....	60
3.4Bisküvilerin Duyusal Özellikleri.....	61
3.5 Bisküvilerin Tekstürel Özellikleri	62
3.6 Bisküvilerin Toplam Fenolik Madde içerikleri	66
3.7Bisküvilerin Toplam Antioksidan Kapasiteleri	68
3.8 Toplam Diyet Lifi Miktarları	70
3.9Beta Glukan Miktarları.....	70
3.10Mineral Analizi Sonuçları	72
4. SONUÇ.....	74
5. KAYNAKLAR	76
6. ÖZGEÇMİŞ.....	84

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Diyet Liflerinin Suda Çözünürlük Özelliklerine Göre Sınıflandırılması...	26
---	----

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: Çözünür β -glukan (g/100 g kuru ağırlık).....	36
Tablo 2.1: Bisküvi formülasyonları (100 g buğday unu, yulaf kepeği, yulaf unu ve pirinç unu karışımı esaslı üzerinden)	50
Tablo 2.2: Bisküvi örneklerinin tekstür parametreleri	52
Tablo 3.1: Bisküvilerin nem, kül, protein ve yağ değerleri (kuru maddede,%).....	56
Tablo 3.2: Unların protein değerleri (kuru maddede, %).....	57
Tablo 3.3: Bisküvilerin çap, yükseklik ve yayılma faktörü değerleri	58
Tablo 3.4: Bisküvilerin renk değerleri (L, a, b)	60
Tablo 3.5: Bisküvilerin duyu özellikleri değerleri.....	61
Tablo 3.6: Bisküvilerin sertlik değerleri	63
Tablo 3.7: Bisküvilerin toplam yük döngüsü değerleri.....	64
Tablo 3.8: Bisküvilerin kırılma değeri.....	65
Tablo 3.9: Bisküvilerin toplam yük değerleri	66
Tablo 3.10: Bisküvilerin toplam fenolik içerikleri (mg GAE/kg bisküvi KM)	67
Tablo 3.11: Bisküvilerin toplam antioksidan kapasiteleri (μ mol TE/kg bisküvi KM).....	69
Tablo 3.12: Bisküvi örnekleri, yulaf unu ve kepeğine ait diyet lifi miktarları (%)....	70
Tablo 3.13: Unlarda beta glukan miktarları	72
Tablo 3.14: Bisküvilerde beta glukan miktarları.....	72
Tablo 3.15: Bisküvi örneklerinin mineral miktarları (%-ppm).....	73

SEMBOL LİSTESİ

ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
CMC	:	Karboksi Metil Selüloz
EFSA	:	Avrupa Gıda Güvenliği İdaresi
FDA	:	Gıda ve İlaç Organizasyonu
GI	:	Glisemik İndeks
GMS	:	Gliserol Monostearat
HPMC	:	Hidroksi Propil Metil Selüloz
LDL	:	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
M.Ö.	:	Milattan Önce
SDF	:	Çözünür Diyet Lifi
TDF	:	Toplam Diyet Lifi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tez aşamasında beni yönlendiren ve deneyimlerimden yararlandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. Emine Nur HERKEN'e, tezimin analiz bölümünde beni yalnız bırakmayan, emeğini ve bilgisini esirgemeyen arkadaşlarım Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi Mehmet GÜLDANE ve Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi Aysun YURDUNUSEVEN'e, hoşgörü ve tecrübelerini esirgemeyen bütün bölüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Projemi destekleyen Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne, mineral analizinde yardımlarını gördüğümüz Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı hocalarından Doç. Dr. Tamer KORALAY'ateşekkür ederim.

Sosyal yaşantım ve tez aşamam boyunca bana hep destek olup, analizlerimi istatistiksel olarak yorumlayan, tecrübesini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen Eğirdir Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü'nde görev yapan Ziraat Yüksek Mühendisi Alamettin BAYAV'a, literatür çalışmalarımda bana yardımcı olan mesai arkadaşım Veteriner Hekim Dr. Zeliha KOPLAY'a, başta İlçe Müdürüm Uğur TURGUT olmak üzere Eğirdir İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'ndeki bütün çalışma arkadaşlarıma bana göstermiş oldukları hoşgöründen dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bana göre en büyük teşekkürü hak eden, bugüne kadar beni hiç yalnız bırakmayıp destek olan hayatımdaki en önemli kişi ANNEM'e sonsuz teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Besin kalitesinin yüksek olması yaşam kalitesinin de yüksek olmasının bir çeşit ön şartıdır (Özer ve Güven, 2008). Son yıllarda tüketicilerin hayat beklentilerinin artması, sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi, obezite ve kalp damar hastalıklarında meydana gelen artışlar nedeniyle, tüketicilerin aldıkları gıdalardan besleyici özelliğinin yanı sıra çeşitli yararlar sağlamayı beklemesi fonksiyonel gıda üretimi ve tüketimini artırmıştır. Fonksiyonel gıdalar temel beslenmenin ötesinde sağlık üzerine olumlu etkilere sahip olan bileşenleri içeren gıdalardır. Değişik şekillerde tüketilen, fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin günlük diyetimizde önemli oranda yer alan tahıl ürünlerinin üretiminde kullanımı üzerinde durulmaya başlanmıştır (Meral ve Doğan 2008).

Gelişmiş ülkelerde sık rastlanan bazı hastalıklar ile diyet lifi tüketimi arasında ilişki olduğunu öne süren hipotezler bu konuda yapılan çalışmaları artırmış ve bu ilişkiyi destekler doğrultuda sonuçlar elde edilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin diyetlerinde besinsel lif bakımından zengin olan gıdalar daha fazla yer aldığından besinsel lif tüketimi de gelişmiş ülkelere kıyasla daha fazla olmaktadır. Besinsel lif tüketimini etkileyen faktörlerin başında gelir düzeyi, meyve ve sebzelerin fiyat ve piyasada bulunma durumları, cinsiyet ve yaş gelmektedir. Yirminci yüzyılda batı ülkelerinde diyetle alınan başlıca besinsel lif kaynaklarından olan tahıl, meyve ve sebzelerin tüketiminde büyük azalma, et ve süt ürünlerinde ise artış görülmüştür (Köksel ve Özboy 1993). Dengesiz beslenme, insanlığın en önemli sorunu olma özelliğini korumaktadır. Gıdaların çeşitlendirilmesi, duyuşal, teknolojik ve sağlık açısından niteliklerinin geliştirilmesine çalışılmakta, tek kaynağa dayalı aşırı rafine ürünlerin tüketiminden uzaklaşılması tavsiye edilmektedir (Duran ve diğ., 2004).

Lif kullanımı, özellikle düşük kalorili gıda teknolojisindeşeker kullanılmadığı zaman oluşan lezzet kaybının düzeltilmesine, gıda sistemlerindeki su fazının tekstür ve yoğunluğunun geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, düşük kalorili ürünlerde diyet lifi kullanımı, kan şekerinin, vücut ağırlığının ve enerji dengesinin kontrolünü sağlamaktadır(Manisha ve diğ. 2012). Besinsel lif içeriği zengin olan yulaf unuprotein miktarı yanında içerdiği esansiyel aminoasitler bakımından da önemli bir tahıldır. Aminoasit kompozisyonu diğ er tahıllarla kıyaslanabilir ve daha iyi durumdadır. Buğdayda en az bulunan aminoasit lizin olmasına karşılık yulaf

önemli oranda lizin, arginin, lösinve izolosin, aynı zamanda diğer tahıllarla aynı oranda treonin, metionin ve histidin içermektedir (Duran ve diğ. 2004). Bu nedenle günümüzde diyet lifi açısından özel bir konuma sahip olan yulafın tahıl ürünlerinde kullanımı hız kazanmıştır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada, öteden beri diyetimizde değişken sıklıklarda yer alan bisküvinin, diyabetik özellikte ve buğday ununun yanısıra yulaf unu ve yulaf kepeği ile desteklenerek üretilmesi, böylece diyet lifi içeriği bakımından zengin, fonksiyonel ve özel bir ürünün elde edilmesi ve bu ürünün besinsel, fiziksel, fonksiyonel ve duyuşal özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, kullanımı bir emülgatör oğangliserol monostearat ve ayrıca karboksi metil selülozun farklı oranlarda kullanımıyla elde edilen yulaf kepekli bisküvilerin belirlenen kalite özelliklerine ve renk, tekstür, lezzet ve genel beğeni gibi duyuşal özelliklerinde iyileşmenin olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2 Literatür Özeti

1.2.1 Bisküvinin Tanımı

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) bisküviyi, TS 2383 Nolu standardında “tahıl unu veya unları içine kabarmayı sağlayıcı maddeler, beyaz şeker, yemeklik tuz, yemeklik nebati yağ ve gerektiğinde glikoz, invert şeker, süt tozu, yumurta, peynir altı suyu tozu, nişasta gibi yenilebilen maddeler, katkı ve çeşni maddeleri katıldıktan sonra, içilebilir nitelikte su ile yoğrularak ve tekniğine uygun olarak işlenmesi, şekil verilmesi ve pişirilmesi sonucunda elde edilen unlu mamul” şeklinde tanımlamıştır (Anonim 2014e).

Bisküvi kelimesi Latince “bis coctus” veya eski Fransızca “bescoit” kelimelerinden türetilmiştir. İki kez pişirilmiş (önce sıcak fırında pişirilip, sonra kurumayı tamamlaması için daha soğuk bir fırında bekletilmiş) ürün anlamına gelmektedir. Bu teknik 1930’lu yıllardan beri kullanılmaktadır. Bisküvi gibi düşük nem (%1-5) içeren ürünleri, önceleri gezginler, askerler ve denizciler temel besin

kaynağı olarak kullanılıyorlardı (Yaralı 2014).Günümüzde ise hastaların ve belirli gelir düzeyindeki insanların tükettiği lüks bir gıda maddesi olmaktan çıkarak geniş halk kitlelerinin tükettiği bir gıda niteliğindedir (Özkaya ve diğ. 1984).Bisküvi nicelik olarak da, gıda endüstrisinde çok önemli bir üründür.Bunun sonucu olarak da diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de çeşit ve bileşimi birbirinden farklı birçok bisküvi çeşidi üretilmektedir. Bu amaçla da yapılan çalışmalar da hız kazanmıştır (Özkaya ve diğ. 1984).Türkiye Odalar ve Borsalar Birliğine kayıtlı yaklaşık 266 firmanın toplam 850 bin ton kapasite ve % 70'i aşan kapasiteyle çalıştığı (Anonim, 2014) düşünüldüğünde endüstrinin büyüklüğü daha iyi anlaşılacaktır.

Bisküvi, rutubet oranı genellikle %5'den daha az olan ve temel olarak yumuşak buğdaydan elde edilen un ile su, şeker ve yağdan mamul bir gıda ürünüdür. Bu temel girdilere ek olarak tiplerine göre bisküviler çeşitli vitamin ve mineral gibi katkı maddeleri ile pek çok aroma, tat ve koku maddelerini de içerebilmektedir. Bisküvi adı altında toplanan ürünler çok çeşitli olmakla birlikte, içlerindeki 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-çikolatalı) vb. gruplara ayrılmaktadır. Ayrıca teknolojik açıdan bisküviye benzemese de bisküvi fabrikaları tarafından oldukça fazla üretilen gofretler de bu gruba dahil edilmektedir (Tosun 1999).

Türkiye'de bisküvi üretimine, 1924 yılında küçük imalathanelerde ve el zımbası ile şekil verilmek suretiyle başlanılmıştır. Daha sonra, çeşitli aşamalar kaydetmekle birlikte bisküvi üretiminin sanayi faaliyet olarak kabul edilmesi, 1956 yılında İngiltere'den bantlı tünel sisteminin getirilmesini takiben gerçekleşmiştir. Günümüzde sektör, büyük ve modern kuruluşlar ile orta büyüklükteki yöresel tesislerin bir arada faaliyet gösterdiği, ikili bir yapı niteliğindedir. Sektördeki firmaların büyük bir bölümü, un üretiminin de yoğun olduğu Konya, Karaman, Eskişehir ve Ankara'da bulunmaktadır (Tosun 1999).

Bayatlamadan uzun süre saklanabilen, tüketiciye hoş ve değişik lezzetlerde sunabilen bisküvi, öğün dışı beslenmede önemli bir yer tutmakta ve ülkemizde son on yılda günlük olarak tüketilen gıda maddeleri arasına girmiştir. Bu yüzden yüksek tüketim potansiyeline sahiptir. Ancak, Türkiye'de tüketim batılı devletlere oranla

daha düşük olup, AB'de kişi başına ortalama tüketim 7 - 8 kg iken, ülkemizde yılda 5-6 kg civarındadır (Doğan ve Uğur 2005).

1.2.2 Bisküvide Kullanılan Hammaddelerin Özellikleri

Bisküvi hammaddelerinin başında olan unun yapısı buğdaya bağlıdır, buğdayın yapısı da çeşit, yetiştirme koşulları, öğütme teknolojisinden etkilenmekte ve bisküvilik unlar ince taneli, düşük glutenli (%7.5-12), zayıf, olgunlaşmış, rutubet dengesi sağlanmış, kül oranı yüksek olmayan unlardan seçilmesi gerekmektedir (Sertakan 2006). Yumuşak buğdaylar ve kışlık kırmızı buğdaylar bisküvi üretimi için tercih edilir. Ancak, bütün yumuşak buğdayların bisküvilik kalitesinin iyi olduğu söylenemez. Değişik bisküvi çeşitlerinde farklı duyu özelliklerinin sağlanması için kaliteleri farklı un kullanılması zorunluluğu vardır (Doğan ve Uğur 2005).

Yumuşak buğdaylarda protein oranı düşük, nişasta oranı yüksektir. Bisküvinin ağızda erimesi un taneciklerinin inceliğine bağlıdır. Un gluteninin (gliadin+glutenin kompleksi) miktar ve özelliği, yapısı ise unun kullanılacağı ürünü belirleyen en önemli faktördür. Ancak bisküvi üretiminde kullanılan katkı maddelerinin yardımıyla değişik miktarda ve yapıda glutene sahip un kullanımı da mümkün olabilmektedir. Yüksek yağ ve şeker içeriğine sahip bisküvi formüllerinde daha yüksek ve güçlü glutenli un kullanılırken, fermentasyon işlemi uygulanan çeşitlerde de yine benzer özellikte un kullanılabilir. Bunun tersine daha az kabarma daha fazla yayılma istenen çeşitlerde, düşük ve zayıf glutenli un uygun olmaktadır (Yaralı 2014).

Şeker, bisküviye tat vermektten başka yüzeyine güzel bir renk ve bisküviye gevreklik verir. Bisküvi sektöründe şeker, çoğu zaman öğütülmüş, ince pudra şeker formunda kullanılır. Çok özel çeşitlerde yapının açılması, yayılması istendiğinde veya yüzey süslemesinde iri kristal şeker kullanılmaktadır. Kuru halin dışında bazı durumlarda çözünmüş şeker (şurup) de kullanılmaktadır (Herken 1998).

Bisküvi imalatında kullanılan yağlar, hamurda gluten ve nişastanın kitle oluşumunu parçalayıp, hava kabarcıkları ile hamura yayılarak hamurun kabarmasına yardımcı olmakta, bazı formüllerde ise yüksek yağ kullanılması bisküvinin pişme süresini kısaltarak, güzel bir kızarma sağlamaktadır. Bisküvi imalatında kullanılan

yağların yağlama özelliğinin fazla olmasını sağlayacak şekilde yumuşak, bozulmaya direnç gösterecek kadar katı olması gerekmektedir (Sertakan 2006).

Yağ, bisküvide, ürünü yumuşak ve hazmedilir hale getirir. Az miktarda su kullanılan hamurlarda gluten ve nişastanın topaklanmaması için nisbeten daha fazla yağ kullanılır (Yaralı 2014).

Yağların yanı sıra çeşitli emülgatörler, hamur özelliklerine olumlu etkilerinden dolayı kullanılmaktadır. Genellikle bisküvi hamurları, şekillendirmeyi kolaylaştırmak için daha yumuşak ve daha az yapışkan bir yapıya sahiptir (Çeltek 2000). Yağ üretilecek ürünün özelliklerine göre sıvı veya çoğunlukla şortening olarak kullanılmaktadır. Hidrojene katı yağlar, hamur içinde homojen dağılımlarını sağlamak için hamur karıştırma cihazında veya özel hazırlanmış bir cihazda krem haline getirilerek kullanılmaktadır (Yaralı 2014).

Bisküvi üretiminde kullanılan suyuntaşdığı organik maddeler, çözünen minerallerin cinsi, miktarı, hamurun işlenebilirliği kadar son ürünün renk, tat ve fiziksel özelliklerini de etkilemektedir. Su, hamurda diğer bileşenlerin karışmasını sağlayan, hamura arzu edilen visko-elastik yapıyı kazandıran, fermentasyonun devamını sağlayan ve son ürün kalitesi üzerinde etkili olan temel bir bileşendir. Birçok organik ve inorganik madde için çözücü olan su, hamurda, tuz, şeker ve çözünen proteinler gibi hidrofilik bileşenleri çözen ve suda çözünmeyen proteinleri hidrate ederek gluten ağı oluşturan bir maddedir. Bisküvi üretiminde kullanılacak suyun normal pH değeri 6.5-6.8 ve mineralmadde miktarı 150-500 ppm aralığındadır(Yaralı 2014).

Kabartıcılar, hamur fırın içinde iken gaz oluşturan maddelerdir. Bisküvi üretiminde kimyasal kabartıcı olarak genellikle amonyum bikarbonat ve sodyum bikarbonat ile asit dengesini sağlamak için bir fosfat bileşiği kullanılırken biyolojik kabartıcı olarak da mayalar kullanılmaktadır (Yaralı 2014).

Tuz, üründe lezzeti belirler ancak fazla kullanılması halinde gluteni sertleştirerek hacmin azalmasına neden olur. Taze maya aktivitesini de olumsuz yönde etkiler ve hamurun lipitleri bağlama kapasitesini önemli oranda azaltır. Bu nedenle tuzlu bisküvilerde tuzun ürünün üzerinde olması tercih edilir (Yaralı 2014).

1.2.3 Bisküvi Üretim Teknolojisi ve Bisküvinin Kalite Kriterleri

Bisküvi üretim teknolojisi, hammadde hazırlama, karıştırma, yoğurma, şekil verme, pişirme, ambalajlama ve depolama aşamalarından oluşur.

Bu aşamada bisküvi yapımında kullanılan maddeler bir karıştırıcı içine alınarak karıştırılır. Hamurun kalitesini, bileşenlerin kalitesi ve birbirleri ile ne oranda karıştırılacağını belirten reçeteler belirlemektedir.

Pişme, üç temel aşamada incelenir. Birinci aşamada hamurdaki kabarma reaksiyonu sonucu çıkan gazlar ürünün kabarmasını sağlar. İkinci aşama, rutubetin atılıp hamurun piştiği kısımdır. Son aşamada ise ürün istenilen renge ulaşır. Bu işlemleri kesin sınırlara ayırmak imkansızdır. Pişme ve renk alma ilk kısımdan başlamakla beraber belirtilen aşamalarda yoğunluk kazanmaktadır. Bisküvi çeşitlerine göre pişme süresi 3-15 dakika arasında değişmektedir. Bisküviler fırından çıktıktan hemen sonra yumuşaktır ve ambalajlamadan önce soğutulması gerekmektedir. Bisküvide soğutma şekli çok önem taşımaktadır. Doğal soğutma sistemi bisküviyi çatlatmamaktadır. Tepsili fırınlarda pişirilen bisküviler, tepsilerin raflara dizilmesiyle soğutulabilirler. Daha sonra ambalaj makineleri ile küçük gramajlarda el değmeden paketlenerek kolilere doldurulur.

Bisküvi ambalajında kullanılan materyal; taşıma ve saklama süresince kırılmadan iyi bir durumda tutacak, yağ emmeyen, nem çekmeyen nitelikte selofan kağıt, polietilen, polivinilklorür, alüminyum folyo, karton, teneke gibi uygun malzemeden yapılmaktadır. Yağlı bisküvilerde ambalaj materyali daha önemlidir. Bisküvilerin toplam yağ içeriklerinin % 8.5 ile % 26 arasında değiştiğini, en yüksek yağ içeriğinin ortalama % 24.4 ile susamlı bisküvilerde, en düşük yağ içeriğinin ise % 13.5 ile pötibör bisküvilerde belirlenmiştir. Bisküvide genel olarak rutubet en çok %6 olup, marmelatlı, jöleli, kremalı ve benzeri bisküvilerde aranmamaktadır ve % 10'luk hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktarı (kuru maddede) % 0.2 sınırlarını aşmamalıdır (Yaralı 2014). Toplam 38 bisküvi örneği üzerinde yapılan bir çalışmada bisküvilerin ortalama nem içerikleri % 5.5, yağ oranları %19.6, kül oranları % 1.1, E vitamini miktarları 3.2 mg/100g olarak bulunmuştur (Mazahreh 1999).

Birçok bisküvi çeşidi; farklı formül, yoğurma metodu ve pişirme şartları gerektirir. Arzu edilen özelliklerin sağlanması için formül ve üretim aşamaları, özellikle pişirme sıcaklık ve süresi önemlidir.

Bisküvilerde pişme kaybının yüksek olması, ambalajlamada gerçek gramajın tutturulamamasına, kırılabilirliğin artmasına ve albenisinin azalmasına neden olmaktadır. Bisküvi genişliğinin (çapının) bisküvi kalınlığına oranı, yayılma oranını verir. Bir çok bisküvi çeşidinde pişme sırasında bisküvinin yayılması arzu edilir (Doğan ve Uğur 2005) ve yayılma oranı kalite kriteri olarak kabul edilir. Yumuşak buğday unundan yapılan hamur, sert buğday unundan yapılan hamurla karşılaştırıldığında, pişme esnasında daha fazla kabarır ve yayılma daha uzun sürer. Sert buğdaylar, öğütülme sırasında daha fazla zedelendiği için, nişasta zedelenmesi ve unların partikül büyüklüğü fazladır (Yaralı 2014). Yumuşak buğday unlarından elde edilen bisküvilerde yayılma daha fazladır. Bunun nedeni yumuşak buğday glutenin daha yüksek sıcaklıkta camsı yapıya dönmesiyle açıklanmıştır. Ancak, sert buğdaylarda gluten sert ve dayanıklı olduğundan bisküvilerin yayılması daha azdır. Sonuçta, yüksek su tutma kapasitesi nedeniyle üretilecek bisküviler sert olur. Protein oranının yüksek olması da pişme sırasında bisküvilerin fazla miktarda kabarıp, daha az yayılmasına neden olur. Bisküvilerin yayılma oranı ile su kaldırma kapasitesi arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. Yumuşama derecesinin de bisküvi yayılma oranını önemli oranda etkilediği tespit edilmiştir. Bisküvi yüzeyinde mümkün olduğunca homojen ve fazla miktarda ince çatlamanın olması istenir (Doğan ve Uğur 2005).Tritikale unu içeren kepekli bisküvilerde yapılan bir çalışmada; yayılma faktörü 6.38 oranında bulunup kontrol örneği olan buğday unlu formülasyonlu örneklerin yayılma faktörü değerlerinden (5.59) daha yüksek bulunmuştur (Sertakan 2006).

Unlu mamullerde sıkça kullanılan renk parametresi olan L değeri ürünün renginin açıklık ve koyuluğunun bir ifadesidir (Doğan ve Uğur 2005).

1.2.4 Bisküvi Yapımında Kullanılan Katkı Maddelerinin Özellikleri

1.2.4.1 Tatlandırıcılar

Gıda maddelerine tatlılık vermek amacı ile katılan her türlü maddeye tatlandırıcı denir. Bu maddeler doğal ve yapay tatlılaştırıcı maddeler olmak üzere iki ana sınıf altında toplanabilir. Tatlılaştırılmak istenen ürüne yapılan doğal ve yapay şeker ilavesi ürünün işleme tekniğine göre değişik biçimlerde uygulanır. Bu maddeler ya hiç şeker tadı olmayan bir gıda maddesini tatlandırmak veya az olan şeker tadını kuvvetlendirmek ya da işlemler sırasında kaybolan şeker tadını yapıya tekrar kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır (Yaralı 2014).

Karbonhidrat grubu içinde yer alan doğal tatlandırıcılar enerji sağlarlar. Daha çok şekerli ürünler, pasta ve bisküvi endüstrisi gibi imalat alanlarında kullanılırlar. Üretilen gıdanın türüne göre konması gereken miktarlarda, toksikolojik açıdan herhangi bir sınırlama tanınmamaktadır.

Düşük kalorili yiyecek ve içeceklere karşı tüketici talepleri gün geçtikçe artmaktadır. Beslenme ilkelerinde yer alan düşük kalorili gıda ve içecek tüketme konularının ve koşullarını güncellik kazanması, yapay tatlandırıcıların da gelişmesine yol açmıştır (Yaralı 2014).

Günümüzde şeker yerine kullanılan birçok tatlandırıcı mevcuttur. Fakat, daha güvenli ürün geliştirmek ve tüketicilerin beklentilerine cevap vermek için gıda ürünlerinin duyu kalitesini iyileştirme çalışmalarına sürekli olarak devam edilmektedir. Geçmiş yıllarda özellikle diyabet ve şişmanlık gibi hastalıkları olanlar için düşük kalorili ürünler üretilmiş olmakla birlikte ürün çeşidinin azlığı ve yüksek fiyatlarda satılması gibi olumsuzlukların yanında ürünlerin tat ve aromalarının yeteri kadar iyi olmayışı diğer bir olumsuzluk olarak görülmekteydi, bugün ise bu ürünler daha makul fiyata satın alınabilmekte ve tat ve aromaları önceki ürünlerle kıyaslandığında daha gelişmiş durumdadır. Asesülfam K, aspartam, neotam, sakkarin ve sukraloz FDA'nın güvenli olarak kabul ettiği yapay tatlandırıcılardır (İnanç ve Çınar 2009).

Fakat yapay tatlandırıcıların birçoğunun ağızda acımsı ve metalimsi bir tat bıraktığı bilinmektedir. Bunun yanında fenil-ke-tonurya (phenly-ke-tonuria)

metabolikhastalığı olan kişilerin aspartam alımından kaçınmaları gerektiği ve yüksek miktarlarda sakkarin kullanımının da mesane kanser riskini artırabileceği bildirilmiştir. Birçok yapay tatlandırıcı halen sektörde kullanılmaktadır ancak bunların sağlığa olumsuz etkileriyle ilgili veriler de artmaktadır. Diğer yandan tatlı ve düşük kalorili birçokbileşik doğada bulunmaktadır. Ksilitol ve stevya bu ürünlerden bazılarıdır (İnanç ve Çınar 2009).

1.2.4.1.1 Stevya ve Özellikleri

Ana kaynağı şeker pancarı ile daha az oranda şeker kamışı olan şeker, obezite, diabetes mellitus (şeker hastalığı), hipertansiyon ve kalp-damar hastalıkları gibi bazı kronik hastalıklar için risk faktörü oluşturmaktadır. Bu nedenle tatlılık ihtiyacı, kalori içermeyen alternatif yoğun tatlandırıcıların çeşitli formlarını araştırmayayol açmıştır(Savita ve diğ. 2004).

Stevya bitkisinden elde edilen ürünler Japonya ve Paraguay gibi bazı ülkelerde uzun yıllardan beri gıda ve ilaç olarak tüketilmektedir. Bugün de hala ticari olarak ilgi odağı durumundadır. *Stevia rebaudiana*, Paraguay ve Brezilya'da yetişen Chrysanthemum ailesinden, yabani, küçük bir çalı türüdür. Nemli ortamları seven, 60-90 cm boyunda, ortalama 25 °C'de ve bazı türleri 2300- 2900 m yüksekliklerde yetişebilen bir bitki türüdür. *Stevia rebaudiana*'nın anavatanı Güney Amerika'dır. Paraguay, Brezilya, Kolombiya, Meksiko, Uruguay, Guatemala, Peru, Japonya ve Güney Kore'de yetiştirilmektedir(İnanç ve Çınar 2009).

Ayrıca Kaliforniya ve İngiltere'de de yetiştirilmektedir. Kuzey Amerika'da tespit edilebilen 80'den fazla çeşidi, Güney Amerika'da ise 200'den fazla yerli türü olduğu tahmin edilmektedir (İnanç ve Çınar 2009).

Stevya üretimi üç şekilde gerçekleşmektedir; birincisi doğrudan stevya yapraklarının kurutulup öğütülmesi ve paketlenmesi ile elde edilen toz stevyadır, diğer ikisi konsantre stevya ekstraktı ve toz stevya ekstraktıdır. Bugün stevya ekstrakt üretimi için birçok patentli metot mevcut olmakla birlikte üretimin akış diyagramları temel olarak birbirlerine çok yakındır (İnanç ve Çınar 2009).

Stevya tatlandırıcısı; sakkarozaya göre 250-300 kat daha fazla tatlı olması, ısı ve pH stabilitesinin yüksek olması, pişirme sırasında stabil olması, alkol içerisinde çözünmesi, ağızda metalimsi tat oluşturmaması gibi özelliklerinin yanında en büyük özelliği doğal olarak elde edilmesidir. Bugün tüm sıcak-soğuk içeceklerde, reçel, komposto, muhallebi gibi kaynatılarak pişirilen yiyeceklerde, pasta, kek, kurabiye gibi fırında yüksek ısıda pişirilen tüm unlu gıdaların içerisinde, deniz ürünlerinde, şekerleme sanayinde, bazı sebzelerde, çay şekeri yerine ve suşi, soya sosu, yoğurt gibi birçok gıda üretiminde kullanılmaktadır (İnanç ve Çınar 2009).

ABD’de resmi bir kuruluş olan Gıda ve İlaç Organizasyonu (FDA) 23/02/2008 tarihinde stevya hakkında bir uyarı raporu yayınlamıştır. Stevya ile ilgili olarak daha önceki raporları yeniden düzenleyen bu rapora göre, ham stevya bitkisinin kabul edilebilir bir gıda katkı maddesi olmadığı ve ABD içerisinde “GRAS (güvenli)” olarak kabul edilmediği bildirilmiş, gerekçe olarak da bir gıda katkı maddesi olarak ya da GRAS statüsünde olması için üzerinde yeterli toksikolojik bilginin mevcut olmadığı gösterilmiştir. Fakat stevyadan elde edilen saf tatlandırıcı ekstraktların bir gıda maddesinin bileşenlerinden biri olmasının herhangi bir sakınca yaratmayacağı da rapor edilmiştir. Stevya ekstraktlarının insan sağlığı üzerine olumlu etki yaptığı tahmin edilmektedir. Bazı araştırmacılara göre antihipertansiyon, antihiperglisemik ve anti-human rotavirus hastalıklarının iyileşmesinde olumlu etkilerinin bulunduğu bildirilmiştir. Stevya yapraklarının ve stevyadan elde edilen ürünlerin kuvvetli antioksidant özelliği olduğu belirlenmiştir. Stevyanın toksikolojisi üzerine yapılan önceki çalışmalarda stevyanın mutajenik olmadığı bildirilmiş ve kanserojenik olabileceği ile ilgili bir bulguya rastlanmamıştır (İnanç ve Çınar 2009).

Yapılan bir çalışmada tatlandırıcı olarak farklı seviyelerde şeker (% 0, 5, 10, 15, 20, 25) ve stevya ekstratı (% 0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5) kullanılarak üretilen keklerde üretimden 24 saat sonra stevya oranı arttıkça sertlik, yapışkanlık ve çıgnenebilirlik değerlerinin artmış, elastikiyet değerleri ise azalmıştır (Karaoğlu ve Serçe 2013).

Doğal tatlandırıcılara olan talep, stevya ekimini ve üretimini teşvik edebilir ve diyetlerinde karbonhidratı (şekeri) kısıtlamak zorunda olanlar için minimum kalorisi ile kabul edilirliliği artacaktır (Savita ve diğ. 2004).

1.2.4.1.2 Eritrol ve Özellikleri

Eritrol, dört karbonlu bir şeker alkolüdür. Sakkarozla kıyaslandığında tatlılık oranı % 60-80'dir. Düşük kalorili bir tatlandırıcı olarak gıdalarda kullanılmaktadır. Buğday veya mısır nişastasından enzimatik hidroliz ile üretilmektedir. Ozmofilik mayalar tarafından fermente edilirler. Eritrol, fermantasyon ortamından ayrıldıktan sonra tatlandırıcı (karbonhidrat) ve şeker alkolleri için tipik işlemler ile (karbon filtrasyonu gibi) saflaştırılır. Elde edilen son kristalli ürün % 99'dan daha fazla saftır.

Eritrol çeşitli gıdalarda % 0,13 w/v (ağırlık/hacim)'e kadarki seviyelerde doğada yaygın olarak bulunur. Şarap, bira, mantar, karpuz, armut, üzüm ve soya sosu bu gıdalara örnek verilebilir. Amerika Birleşik Devletlerinde eritrolün gıdalarla alımı en çok peynir ve şarap tüketimi ile olmaktadır. ABD'de eritrolün kişi başına tüketimi 80 mg/kişi/gün ya da yaklaşık 1,3 mg/kg vücut ağırlığı/gün olarak tahmin edilmektedir.

Eritrol, lezzet artırıcı, formülasyona yardımcı, tatlandırıcı, stabilizatör, kıvamlaştırıcı, tekstür oluşumuna yardımcı olacak şekilde şeker yerine kullanılır. Sert şekerlemelerde % 50, yumuşak şekerlerde % 40, düşük kalorili içeceklerde % 1.5, bisküvi, kek ve hamur işlerinde yağ bazlı kremalarda % 60, diyet bisküvi ve gofretlerde % 7, sakızlarda % 60 oranlarında katkılanarak şeker yerine görev alırlar (Bernt ve diğ. 1996).

1.2.4.1.3 Sorbitol ve Özellikleri

Sorbitol, 6 değerlikli bir alkol olup glikozun hidrojene olmuş formudur. Sorbitol ilk kez 1872 yılında Fransız kimyacı Boussingault tarafından, kiraz ağacından ekstrakte edilmiştir. Endüstriyel olarak, glikozun katalitik hidrojenasyonu ile elde edilmektedir. D-sorbitol, şeker alkol ya da poliyol denilen bileşik grubunda yer alan bir bileşiktir. Suda oldukça iyi çözünmekte, etanolde ise az çözünmektedir. Molekül ağırlığı 182.17 g' dir. Çözelti ısısı -110.89 kJ/kg'dır ve bu nedenle ağızda serinletici etki bırakmaktadır (Karav 2009). Tatlandırma gücü sakkarozun yarısı kadardır ve kalorisi sofr şekerinin kalorisine eştir (Anonim 2014a). Kana yavaşı

karıştığı için diyabetik gıdalarda dolgu olarak kullanılmaktadır. Gıda sektöründe tatlandırıcı ve nem tutucu gibi uygulama alanları bulmaktadır.

Sorbitol özellikle şeftali, armut, elma gibi meyveleri içeren *Rosaceae* familyasında fazla miktarda bulunmaktadır. Ayrıca bu bitkilerin yapraklarında da sorbitol bulunduğu bilinmektedir (Karav 2009).

Sorbitol, vücut tarafından kısmen emilir ve fruktoz gibi metabolize edilir; kalan bölümü ise kalın bağırsakta fermente edilir. Fermantasyon boyunca üretilen gazlar, midede gaz toplanmasına ve şişmeye neden olur. Bu nedenle sorbitolü tolere edemeyen insanlarda müshil etkisi görülebilir. Normal olarak kullanılan konsantrasyonlarında herhangi bir yan etkisi yoktur. Yan etkiler normal olarak tek bir dozda 25- 30 gram sorbitol alımından sonra meydana gelir. Bu miktar, gıdalarda (unlu mamüller, şekerleme) kullanılan normal miktardan çok yüksektir (Anonim 2014a).

1.2.4.2 Emülgatörler

Emülgatörler, yağ ile suyun iyi bir şekilde birbirine karışmasını sağlayarak kararlı, homojen ve topaksız bir emülsiyon oluştururlar. Eski Yunanlılar, balmumunun emülgatör etkisini kozmetik ürünlerde kullanmışlardır. Yumurta sarısı da 19. yüzyıl başlarında muhtemelen gıda üretiminde kullanılan ilk emülgatör olmuştur. Ardından üreticiler 1920'lerden bu yana önemli bir gıda ürünü olan soya fasulyesinden elde edilen lesitini daha çok tercih etmişlerdir. Fakat emülgatörler için önemli gelişme bundan 10 yıl sonra yağ asit türevleri (mono ve digliseritler) ortaya çıkarıldığında yaşanmıştır. 1936 yılında emülgatörlerin dondurma üretiminde kullanımı ise patent almıştır (Anonim 2013).

Yüzey aktif maddeler olarak da bilinen emülgatörler, içerisinde düşük konsantrasyonlarda buldukları sıvıların yüzey davranışlarını değiştiren katkı maddeleridir. Bu maddelerin bilinen en iyi özellikleri birbiriyle karışım teşkil etmeyen, ayrı fazlar oluşturan iki sıvı arasındaki (su ve yağ gibi) yüzey gerilimini azaltmak ve dispers sistemlerden olan emülsiyonlarda emülsiyon stabilitesini artırmaktır. Emülgatörlerin etkileri sonucunda normalde birbiri içerisinde

dağılmayan ve karışım oluşturmeyen iki sıvı birbiri içerisinde dağılarak emülsiyonu oluşturur (Özdemir 1999).

Günümüzde emülgatörler gıda katkı maddeleri, margarin, mayonez, kremalı soslar, şeker (bonbon), işlenmiş paketli gıdalar, şekerlemeler ve fırın ürünleri gibi birçok gıda ürününün imalatında önemli rol oynarlar (Anonim 2013).

1.2.4.2.1 Gliserol MonoStearat ve Özellikleri

Gliserol monostearat (GMS) hem suda hem de yağda kısmen çözünmektedir. Yağ/su ara yüzeyinde kuvvetli derece de absorbe edilmekte ve su ile birlikte kolayca sıvı kristal faz oluşturabilmektedir. GMS, ara yüzey gerilimini azaltıcı ve emülsiyonlarını stabilize edici olarak hareket etmektedirler (Anonim 2014b).

Emülgasyon, dispersiyon, köpüklenme, köpüklenmeme, yağ aglomerasyonu gibi faaliyetleri kontrol eden GMS, gıda endüstrisinde kullanılan en yaygın emülgatör olup, fırıncılık ürünlerini taze tutup, un kalitesini geliştirmekte ve tüketime hazır gıdalarda emülsiyon edici ajan olarak kullanılmaktadır (Anonim 2014b).

Dondurma, nişastalı ürünler, süt ürünleri, sakız, çikolata ve diğer gıda ürünlerinin formülasyonlarına katılmaktadır. Dondurmada emülgatör olarak kullanılan GMS, kaba buz kristallerinin gelişimini önlemekte ve pürüzsüz bir tekstür vermektedir. Ekmek, kek gibi fırıncılık ürünlerinde GMS; yumuşak, nemli iyi gözenek yapısına sahip ürün içi oluşumuna neden olmakta, ürünlere beyaz parlaklık ve hacim kazandırmakta, nemi alıkoymakta, süngerimsi yapı ve bayatlamayı geciktirmekte ve ürünün raf ömrünü artırmaktadır. GMS, kullanımı ile ürünlerde kullanılan yumurta sarısı miktarı azalmakta ve böylece maliyeti azaltmaktadır. Çikolata ürünlerinde GMS, yüksek sıcaklıkta bile iyi bir yağ dispersiyonu sağlamakta, üretim ve depolama sırasında yapışkanlık ve ayrışmayı azaltmakta, şekerin kristalizasyonunu azaltmakta, çiçeklenme ve ürüne özgü parlaklığın kaybını azaltmakta, karamel ve nugat gibi ürünlerin dişe yapışmasını önlemekte, aroma maddelerinin daha iyi bir şekilde disper ve stabilize olmasını sağlamakta, sakızlarda plastikleştirici görevi görmektedir. Margarinli ürünlerde ise stabil emülsiyon oluşumuna yol açan yağ ve su ara yüzeylerindeki gerilimi azaltmaktadır (Anonim 2014b).

GMS, sodyum stearoil-2-laktilat, polisorbit-60, lesitin, monogliseritlerin diasetil tartarik asit esterleri gibi emülgatörler fırın ürünlerinin üretiminde kullanılır. Örneğin kek yapımında emülgatörler sıvı faz içindeki havanın alt kısımlara iletilmesine yardımcı olarak köpük oluşumunu teşvik eder ve hava hücrelerinde yağın muntazam bir şekilde dağılmasını sağlar. Gazın genişlemesi için daha çok ortam oluştururlar. Böylece, hacimde artış ve yumuşak tekstür oluşumu sağlanmış olur (Manisha ve diğ. 2012).

Yapılan bir çalışmada, mısır nişastasından erişte üretiminde (GMS) kullanımının etkisi araştırılmıştır. Erişte üretimi için mısır nişastası (%95) ile pişmiş mısır nişastası (%5) karıştırılmıştır. Pişmiş nişasta, nişastaya 1/7 oranında su katılarak hazırlanmıştır. Elde edilen hamur ekstrüderden geçirilerek erişte üretilmiş, erişterler kaynar suda bekletildikten sonra akan su altında tutularak soğutulmuş ve kurutucuda 40°C'de kurutulmuştur. Analizler sonucunda GMS katılarak yapılan eriştenin pişme süresinin fazla olduğu, su absorpsiyonu ve pişme kaybının düşük olduğu belirlenmiştir. Bu erişterlerin tekstür özellikleri incelendiğinde GMS ilavesinin eriştenin sertliğini biraz, kohesifliğini, yapışkanlığını, elastikiyetini ve çignenebilirliğini ise önemli derecede düşürdüğü gözlenmiştir (Kaur ve diğ. 2005).

1.2.4.3 Hidrokolloidler

Tahıl ürünlerinde kalitenin düzeltilmesi, besin değerinin artırılması ve bayatlamının geciktirilmesi amacıyla bazı katkı maddelerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu katkı maddelerinin arasında suda çözünebilir gamlar olarak bilinen hidrokolloidler ve yüzey aktif maddeler yer almaktadır (Sungur ve Ercan 2003).

Gamın teknik olarak kabul edilen tanımı, kıvam artırıcı ve / veya jelleştirici etki vermek için suda dağılabilen veya çözünebilen polimerik karbonhidratlar olarak açıklanmaktadır. Bu tip maddeler kolloidal yapıda ve hidrofilik kolloid özellikte olduklarından 'hidrokolloidler' olarak da adlandırılırlar (Sungur ve Ercan 2003).

Katkı maddesi olarak kullanılan suda çözünen gamlara; guar gamı, CMC (karboksi metil selüloz), karragenan ve keçiyoynuzu gamı örnek verilebilir.

Hidrokolloidler yani suda çözünebilir gamlar, kalınlaştırıcı, film ve jel olusturucu, emülsiyonları stabilize edici, tekstürel özellikleri ve su tutma kapasitesini artırıcı ve genellikle gıda kalitesini artırıcı ve muhafaza edici ajanlar olarak kullanılmaktadırlar (Sungur ve Ercan 2003).

Hidrokolloidler çeşitli biyolojik kaynaklardan elde edilirler ve değişik arıtma işlemlerine tabii tutulurlar. CMC'nin kaynağı selüloz pulpu, guar gamın ise tohumlar olup, en önemli görevleri ise kalınlaştırıcılığıdır. CMC, guar gam, keçiyoynuzu gamı ve ksantan fırıncılık ürünlerinde % 0,1-0,3 düzeylerinde kullanılırlar. En belirgin etkileri üründe su tutma gücünü geliştirirler (Sungur, 2009).

Çalışmalar ekmekte lif içeriğini artırmak için diyet lifleri ile birlikte karboksimetil selüloz, keçiyoynuzu çekirdeği gamı, inulin ve glukooligosakkaritlerin kullanılabileceğini göstermiştir (Ktenioudakive Gallagher2012).

Hamur güçlendirici ve stabilize edici ajanlar olarak kullanılan hidrokolloidlerin yararlı etkileri, yüzey aktif maddeler ile birlikte kullanıldıkları zaman daha da güçlenebilmektedir. Yapılan çalışmalar hidrokolloidler ve yüzey aktif maddelerin tam buğday unu ekmeğinin optimum fonksiyonel özelliklerine katkıda bulunmak için pişirme iyileştiricisi olarak kullanılabileceklerini ortaya koymuştur (Sungur, 2009).

1.2.4.3.1 Guar Gum ve Karboksi Metil Selüloz

Gamlar yapısında önemli ölçüde karbonhidrat içeren uzun molekülü polimerlerdir. Normal olarak metabolize edilemediklerinden dolayı kalorik değeri yoktur. Pek çoğu soğuk suda çözünebilen, kolayca dağılabilen özelliğe sahiptir. % 1 veya daha az konsantrasyonlarda ortamda çözünüp şişerek kayganlık verir ve kıvamı artırır. Bu yüzden kimyasal olarak modifiye edilmiş nişastaya benzerler, emülsiyonlaştırıcı ve stabilize edici özelliğe sahiptirler. Gamların fonksiyonel özellikleri molekül ağırlığına ve yapısına, hidrojen ve iyonik bağ durumuna, partikül büyüklüğüne, konsantrasyonuna ve kullanılan sıcaklığa bağlı olarak değişir. Çok çeşitli gamlar kalorisiz ve kalorisiz azaltılmış gıdalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılanlar arasında guar, ksantan, gam arabik, alginat ve pektin sayılabilir (Doğan ve Küçüköner 1999).

Glutenin ve gliadin protein fraksiyonlarından oluşan gluten buğdayda bir depo proteinidir. Undan nişasta ve küçük bileşenlerin yıkanarak uzaklaştırılmasının

ardından ayrılabilen gluten, protein yapısında bir bileşendir ve % 65 oranında su içerir. Gluten kuru temelde % 75-86 oranında proteinden oluşurken, geri kalan kısımda bulunan karbonhidrat ve lipid, gluten-protein matriksi içinde sıkıca tutulmaktadır. Hamurun yapışkan, viskoelastik özelliklerinin yanı sıra hamurun fermantasyon süresince gaz tutabilme yeteneğinden de sorumludur ve çoğu fırıncılık ürününde görünüş ve ekmek içi yapısına katkıda bulunur (İşleroğlu ve diğ. 2009).

Gluten eksikliğinin fırıncılık ürünlerinde sebep olduğu hamurun elastikiyet ve gaz tutabilme özelliklerinin azalmasına bağlı kalite kusurlarının ortadan kaldırılması amacıyla, özellikle ekmekçilik açısından yapılan çalışmalarda, gluten içermeyen ekmeklerde hamurun gaz tutabilme özelliğinin ancak başka bir jelin gluten ile yer değiştirdiği takdirde korunabildiği belirtilmiştir. Bisküvilerde ise tekstür protein/nişasta yapısından çok nişasta jelatinizasyonu ve kristal şekerle ilişkili olduğundan gluten içermeyen bisküvi üretiminde gluten eksikliğinden kaynaklanan kusurlarla nadiren karşılaşmaktadır. Son yıllarda gluten içermeyen gıdalarla ilgili yapısı, lezzeti, kabul edilebilirliği ve raf ömrünün geliştirilmesi amacıyla nişasta, süt ürünleri, gumlar ve hidrokolloidler, gluten olmayan diğer proteinleri de kapsayan farklı yaklaşımlarda araştırmalar yapılmaktadır (İşleroğlu ve diğ. 2009).

Nişasta ve hidrokolloidler hububat esaslı gıdaların tekstür ve görünüş özelliklerini geliştirmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunların içinde en yaygın bulunan pirinç nişastası glutensiz fırıncılık ürünlerinin formülasyonlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Gluten içermemesi, düşük sodyum miktarı ve kolayca sindirilebilen karbonhidratlarının yüksek olması, pirincin özel diyetler için arzu edilen özellikleridir (İşleroğlu ve diğ. 2009).

CMC gıdalarda kıvam arttırıcı katkı maddesi olarak kullanılırlar. Beyaz ile sarımsı arası renkte ve lifli yapıdadır. Karboksimetil selüloz sıcak ve soğuk suda çözünebilir, organik çözücülerde çözünmez, su/alkol ile uyumludur. CMC'nin fonksiyonel özellikleri selülozun yapısal özelliklerine bağlıdır. Kullanıldığı ürünlerde viskoziteyi jelleştirmeden arttırır. Koyulaştırıcı, su tutucu, sabitleyici, kolloit engelleyici, süspansiyon hali koruyucu, acıcılığı kontrol edici olarak gıdalarda ve diğer endüstrilerde kullanılır. Yağlara ve organik çözücülere karşı dayanıklıdır (Anonim 2014c).

Unlu mamüllerde kıvamı attırmak, su kaybını indirmek ve yapıyı geliştirmek için kullanılır. Makarna gibi ürünlerde kırılabilirliği indirmek için tercih

edilir ve unlu mamüllerde ortalama % 0.25-0.4 oranında kullanılır. Tatlılarda koyulaştırıcı, şeker kristallerinin oluşumunu kontrol edici, yapıyı geliştirici, topaklanmayı engelleyici olarak kullanılır. Tatlılarda CMC % 0.3-0.8 oranında kullanılır, kokusuz ve tatsız özellikte olması nedeniyle, tatlıların kendilerine has tadını bozamaz. Düşük kalorili ürünlerde kalorisi olmadığı için kıvam arttırıcı olarak tercih edilir (Anonim 2014c).

Guar gam, siyam baklasının (*Cyamopsis tetragonolobus*, *Cyamopsis psoralides*) besidokusundan elde edilen bir kıvam arttırıcıdır. Toz formunda suda çok iyi hidratlanabilmekte ve gıda sanayisinde birçok uygulama alanı bulan koloidal çözeltiler vermektedir.

Suda dağıtıldığında hidratlaşan guar gam, katıldığı ürünün viskozitesini hızla artırmaktadır. Nötral yapıda olan guar gam; diğer gıda bileşenleriyle uyumlu olup, nişasta, selüloz, agar, K-karegenan ve ksantan gamla etkileşime girmektedir. Bu etkileşim, selüloz ile bağlanma şeklinde olurken, suda çözünen proteinlerle ise viskozitede artış olarak kendini göstermektedir. Örneğin guar gam ve ksantan gam karışımında görülen viskozite; her bir gam ayrı ayrı kullanıldığında elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında oldukça yüksek kalmaktadır. Guar gamla ile selüloz arasındaki moleküller arası etkileşim, özellikle yağların yerine kullanılabilen maddelerin üretiminde kullanılmaktadır. Unlu mamüllerde yapıyı geliştirerek, raf ömrünü uzatır ve kıtırılığı artırır (İşleroğlu ve diğ. 2009).

Keçi boynuzu ve guar gam kombinasyonlarının ekmek yapımında kullanıldığı bir çalışmada, guar gum kullanımının daha düzgün hücre boyutu dağılımı veren ekmek içi yapısı sağladığı, keçi boynuzu gamının ise ekmek somunu yüksekliğini artırdığı, optimum oranın ise % 2 keçi boynuzu gamı ve % 4 guar gam olduğu bulgulanmıştır (İşleroğlu ve diğ. 2009).

Hidroksipropilmetilselüloz (HPMC), keçi boynuzu gumu, guar gum, karregen, ksantan gum ve agarı da kapsayan çoğu gum tipinin pirinç ekmeklerinde kullanıldığında başarılı sonuç verdiği görülmüştür. Beyaz ve iyi öğütülmüş pirinç unu % 0.8 CMC ve % 3.3 HPMC ile kullanıldığında yüksek kaliteli, glutensiz ekmekler üretilmiştir (İşleroğlu ve diğ. 2009).

Yapılan bir çalışmada da pirinç unu, mısır nişastası ve sodyum kazeinat (kontrol) ile yapılan glutensiz formülasyonlarda, hamur reolojisi ve ekmeğin kalite parametreleri üzerine hidrokolloidlerin etkisi incelenmiştir. % 1 ve % 2 oranlarında

(pirinç unu bazlı) pektin, CMC, agaroz, ksantan ve yulaf β -glukan gibi hidrokolloidler ilave edilmiştir. Hidrokolloidler hamurların reolojik davranışları üzerine olan etkisinde ksantan tipik bir farinograf eğrisi sağlayarak viskoelastik özellikleri üzerinde en belirgin etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Böylece güçlendirilmiş hamurlar elde edilmiştir. Hidrokolloidler elastikiyet ve hamur deformasyonuna karşı gösterdiği direnç bakımından takviye preparasyonlar arasında ksantanı şu sıra takip etmiştir: Ksantan > CMC > Pektin > Agaroz > β -glukan. Bunun yanı sıra ürün kalitesine etki düzeyleri de kullanılan hidrokolloidler takviye seviyesine bağlıdır. Ekmek hacminin ksantan hariç olmak üzere hidrokolloidler ilavesi ile arttığı görülmüştür. Ancak, hidrokolloid düzeyinin % 1'den % 2'ye artması pektin haricinde ekmek hacminde azalmaya sebep olmuştur (Lazaridou ve diğ. 2007).

Aynı çalışmada; % 1 konsantrasyonundaki CMC ve β -glukan ve % 2 oranında pektin ile desteklenen ekmeklerde yapılan analizlerde gözenek yapısında yüksek değerler bulunmuştur. % 2 pektin, CMC ve ksantan ilavesinde de, hamur içi elastikiyetinde artış gözlenmiştir. % 1 β -glukan ilavesi ile kabuk renginde (L değerinde) hafif bir artış görülmüştür. Ksantan ayrıca, gözenek renginin beyazlığını geliştirmiştir. % 2 CMC ile desteklenmiş glutensiz formülasyon, tüketici panelinde duyuşal değerlendirmede genel kabul edilebilirlik bakımından yüksek puan almıştır. Genel olarak, hidrokolloidler ilavesi ekmekteki su aktivitesini anlamlı bir şekilde etkilememiştir. Ancak, ekmeklerin depolanması sırasında su aktivitesinde azalma, ekmek içi sıklığında ise artış olmuştur. % 1 oranında β -glukan, % 1-2 oranlarında pektin, CMC ve agaroz ilavesinde ekmek içi (kıvrıntı) sıklığında önemli ölçüde değişiklik gözlenmemişken, % 1-2 oranlarında ksantan ve % 2 oranında β -glukan kullanıldığı takdirde ekmek içinde sertleşme olduğu görülmüştür (Lazaridou ve diğ. 2007).

Çözülebilir liflerden olan CMC ve guar gam nişastanın sindirim oranında önemli ölçüde azalmaya yol açtığı görülmüştür. İndirgenen şeker miktarında üç yüz dakikada % 1.5 CMC ile % 18 oranında, % 20 guar gam ilavesiyle % 24 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Ancak sindirim oranını azaltmak için kullanılan guar gamın ürünün duyuşal ve teknolojik özellikleri üzerine olumsuz etkilerinin olduğu görülmüştür. Sindirim oranında önemli değişikliklere neden olan CMC' nin ise makarnanın özellikleri üzerinde olumsuz etkisi gözlenmemiştir. Önerilen sindirim

oranında eşit indirgemeyi meydana getirmek için gerekli olan çözünebilir lif miktarındaki büyük farklılıkları içeren farklı mekanizmalar bu iki durumda görülmüştür (Aravind ve Sissons 2012).

Yapılan bir başka çalışmada da % 22 oranında β -glukan ile zenginleştirilen mısır unu ve yulaf kepeği ile gluten içermeyen fonksiyonel spagetti üretilmiştir. Çalışmanın hedefi, sade makarnanın duyuşal özelliklerine yakın yulaf kepekli mısır spagetti üretmek olmuştur. Makarnada genel duyuşal kaliteye erişmek amacıyla spagettiye eklenen yulaf kepeği miktarı artırılarak değiştirilmiştir. Duyusal kaliteyi geliştirmek için spagettiye % 20 oranında yulaf kepeği ilave edilmiştir. Ayrıca, hidrokolloidlerin etkileri de incelenmiştir. Taze ve kuru spagetti eldesinde en iyi genel kalite % 2 konsantrasyonda CMC ve kitosan eklenmesiyle oluşturulmuştur (Padalino ve diğ. 2011).

Yapılan bir başka çalışma gamları tatlılık ve lezzet yoğunluğu bakımından aynı viskoziteler için incelemiş, ksantan gum > CMC > guar gam şeklinde bir sıralama elde etmiştir. Yine aynı çalışmada CMC'de lezzet bileşenlerinin guar gumdan daha iyi yayıldığını göstermiştir (Roberts ve diğ. 1996).

Az yağlı kek üretiminde yağ ikamelerinden guar gam ve emülgatör karışımı, CMC formülü (CMC, mono-digliseritler ve propilen glikol monoesterleri karışımı) değişik oranlarda kullanılarak keklerin fiziksel ve duyuşal özellikleri karşılaştırılmıştır. Standartta en yakın kekler, guar gam ve emülgatör karışımının % 8-10, CMC'nin % 1 seviyelerinde kullanılmasıyla üretilmiştir. Bütün kek özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, standart kek ile az yağlı kekler arasında istatistiksel fark görülmemiştir. Formüldeki yağ % 50'den daha fazla azaltıldığında kekin hamur yoğunluğunda, hacminde, iç ve dış özelliklerinde görünür farklılıklar oluşmuştur. Bundan dolayı, tüm kek özellikleri dikkate alındığında formüldeki yağın % 50'den daha fazla azaltılması uygun görülmemiştir (Yıldız 2002).

1.2.5 Fonksiyonel Bileşenler ve Tahıllar

1.2.5.1 Fonksiyonel Bileşenler

Son yıllarda, tüm dünyada görülen sağlık problemleri nedeniyle sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi ve hayat beklentilerindeki değişmeler tüketicilerin eğilimlerinde de büyük ölçüde değişime yol açmıştır (Özcan 2013). İnsanların doğal

gıdalara yönelmesi, fonksiyonel gıda sektörünü ortaya çıkarmış ve çok hızlı bir büyüme eğilimi göstermiştir. Konu ile ilgili yapılan araştırmalar, Japonya, ABD ve Avrupa ülkelerinde fonksiyonel gıda sektörünün 30-60 milyar dolar gibi bir büyüklüğe ulaştığını ve bu sektörün her yıl ortalama % 10'luk bir artış gerçekleştirdiğini göstermektedir(Yetim ve diğ. 2010).

Fonksiyonel gıda, temel besleyiciliğinin ötesinde sağlığa fayda sağlayan gıdalar olarak tanımlanmıştır. Türk Gıda Kodeksinde: “Besleyici etkilerinin yanı sıra bir ya da daha fazla etkili bileşene bağlı olarak sağlığı koruyucu, düzeltici ve/veya hastalık riskini azaltıcı etkiye sahip ve bu etkileri bilimsel ve klinik olarak ispatlanmış gıda” tanımı yapılmıştır. Örneğin gıdalarda bulunan fenolik maddeler, diyet lifi, vitamin ve mineraller gibi bazı bileşenler sağlığa olumlu etkilerinden dolayı o gıdaya fonksiyonel özellik kazandırmaktadır (Yetim ve diğ. 2010).

Geçtiğimiz yüzyılda, beslenme ve gıda konusunda geliştirilen yanlış yaklaşımlar, görünüm açısından çekiciliği yüksek ama besin değeri düşük ürünlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu nedenle üretim esnasında ön işlemden geçirilen gıdalar, o gün için önemi tam olarak anlaşılmamış olan bazı önemli özelliklerini yitirmişlerdir. Bu durum, toplumda yanlış beslenme alışkanlıklarını geliştirmiş ve eksik beslenmenin getirdiği sonuçlar birçok sağlık sorununu ortaya çıkarmıştır (Meral ve Doğan 2009).

Son yıllarda, Farmakognozi ve gıda biliminde ortaya çıkan gelişmeler ve yapılan buluşlar gıda ürünlerine, vücudumuz için yararlı bazı doğal maddelerin ve ekstraktların katılmasıyla bu eksikliklerin giderilmesi ve eksiklikten kaynaklanan rahatsızlıkların önlenmesi fikrini doğurmuş, 90'lı yıllarda meydana gelen lezzet çılgınlığı ve fast-food rüzgârı, artan obezite ve kalp-damar hastalıkları nedeniyle tahtını sağlığa bırakmıştır. Dünya çapında fonksiyonel gıda pazarları hızlı bir şekilde büyümektedir. Gıda bütünüyleyiciler adıyla anılan geniş bir ürün yelpazesi bugün dünyada 50.6 milyar dolarlık bir pazarın doğmasına yol açmıştır. Bu, 60 milyar dolarlık bitkisel pazarının % 80'inden fazlasını oluşturmaktadır. Bu tip ürünlerin tüketicilere cazip görünmesinin başlıca nedenleri:

- Bir hastalığı iyileştirmektense o hastalığın oluşumunu engelleme isteği,
- Tıbbi maliyetlerdeki artış,
- Tüketicilerin sağlık ve beslenme arasındaki bağlantının daha çok farkına varmaları,

- Tüketicilerin su, hava ve gıdalardaki kirlilikten, mikroplardan ve kimyasallardan kaynaklanan çevresel zararları önleme isteği,
 - Fonksiyonel gıdaların faydası hakkındaki bilimsel kanıtların artması,
- şeklinde sıralanabilir (Meral ve Doğan 2009).

Fonksiyonel gıda terimi gıdanın sağlık ile ilişkisi olduğunu vurgulayan bir terimdir. Fonksiyonel gıda düşüncesi, aslında yeni bir kavram değildir. İnsanoğlu yüzyıllardan beri, bazı gıdaların özelliklerini kullanarak hastalıkları tedavi etmeye, yatıştırmaya ya da önlemeye çalışmıştır. Fonksiyonel gıdalar, temel besin değerlerine ilaveten hastalıklardan korunmada ya da hastalık tedavisinde doğrudan yardımcı olan, yaşam kalitesini yükseltmek için gerekli bileşenleri içeren gıdalardır (Özcan ve diğ. 2013).

Söz konusu gıda işlenerek fonksiyonel özellik kazanmışsa besleyici özelliğinde kayıp olmamalı, seyrek olarak tüketilen değil, günlük beslenmede sıkça kullanılan bir gıda olmalıdır. Bu gıda doğal olarak tüketildiği şekilde olmalı, gıda bileşeni ilaç olarak kullanılan bir madde olmamalıdır (Özcan ve diğ. 2013).

Son yıllarda, fonksiyonel gıdaların üretimi amacıyla süt ürünlerinde tahıllar, sebze, meyve ve çeşitli bitkisel katkıların kullanımı ile diyet lifi ile zenginleştirilmiş gıdalar üretilmektedir. Fonksiyonel nitelik taşıyan diyet liflerinin sağlık üzerine olumlu etkilerinin ortaya çıkmasıyla bu ürünlerin tüketimine olan eğilim her geçen gün artmaktadır. Tahılların, diyet liflerinin önemli bir kaynağını oluşturduğu ve % 50 oranında lif içerdikleri belirtilmektedir. Tahıl bazlı ürünler, probiyotik ve prebiyotik içeren fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılan temel besin maddeleri olmakla beraber yapılan çalışmalarda, yulaf ve arpa bazlı temel bileşiklerin fermente süt ürünlerinin fonksiyonel gıda içeriğinin geliştirilmesinde önemli bir bileşen olarak kullanılabileceği belirtilmektedir. Ayrıca, kurabiye, ekmek gibi fırıncılık ürünlerinde ve kızarmış gıdaların üretiminde, düşük kalorili içerik elde edilmesi amacıyla da β -glukan kullanılabilmektedir (Özcan ve diğ. 2013).

Unlu mamullerin üretiminde fonksiyonel özelliğe sahip olan bileşenler kullanılarak, bu gıdaların tüketimi sırasında insan sağlığı üzerine faydalı olan bileşenlerin de vücuda alınmasını sağlanmış olur. En yaygın olarak kullanılan fonksiyonel bileşendiyet lifleridir. Diyet lifi, ekmek, kek, bisküvi gibi ürünlerde uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Diyet lifi ilavesiyle ürünün fonksiyonel özelliği arttırılmakta, bağırsak sistemi düzenlenerek sağlık üzerine olumlu katkılar sağlanmaktadır (Meral ve Doğan 2009).

1.2.5.2 Tahıllar ve Önemi

Tahıl terimi “Graminae” familyasının tohumları olan buğday, mısır, çavdar, pirinç, arpa, yulaf, kuş yemi ve darı gibi tanelerin tümünü ifade etmek için kullanılır. Buğday, birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de ekim alanı ve üretim miktarı bakımından tahıllar içerisinde ilk sırada yer almaktadır. Buğday değişik şekillerde işlenmekte ve özellikle ekmek hammaddesi olarak büyük önem taşımaktadır (Gül 2007).

Tahıl tanelerinde liflerin büyük çoğunluğu dış tabakadan endosperme doğru azalan bir oranda bulunur. Öğütme işleminde ortak tahıl fraksiyonlarından lif izole etmek için nicel ve yapısal analiz teknikleri, izolasyon ve saflaştırma metotları geliştirilmiştir. Hububatların işlenmesi tane yapısından ürünlerin eldesi için mümkün kılınır (Mercanlıgil ve Samur 2012).

Günümüzde öğütme teknolojisinde meydana gelen gelişmelerin bir sonucu olarak, protein, selüloz, hemiselüloz, mineral madde, B grubu vitaminler ve özellikle diyet lif (suda çözünen ve suda çözünmeyen) bakımından bir hayli zengin olan başta buğday ve yulaf kepeği olmak üzere diğer tahılların kepekleri taneden ayrılarak daha düşük randımanlı unlar elde edilmektedir (Gül ve Dizlek 2008).

Son yıllarda tüketicilerin bilinçlenmesi ile başta buğday ve yulaf kepeği olmak üzere diğer tahılların kepeklerinin kullanıldığı değişik tip ve nitelikteki ürünlere olan ilgi artış göstermiş ve bununla birlikte gıda endüstrisinde yan ürün olarak açığa çıkan, genellikle hayvan yemi olarak değerlendirilen, ekonomik anlamda düşük katma değere sahip ve önemli düzeyde lif içeren kaynakların insan beslenmesinde kullanılabilme olanakları ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır (Gül 2007).

Tahılların bir diğer özelliği, tüm tane tahıllarda bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteye katkı sağlamasıdır. Tahıllar, dünyada beslenmede en büyük paya sahip olmasına rağmen antioksidan özelliklerinin geçmişte fazla önemsenmediği belirtilmektedir. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarda; bağlı fenolik bileşiklerin incelenmesi, tahılların da yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu gündeme getirmiştir. Bazı tahıllardaki bağlı fenolik bileşik miktarına bakıldığında, toplam fenolik madde üzerinden mısırdaki % 85, buğdayda % 76, yulafda % 75 ve pirinçte % 62 kadar olduğu bildirilmiştir. Tahılların ortalama antioksidan kapasitesi birçok meyve ve sebzeyle eş ya da daha fazla olup, bunun

çeşit, proses koşulları ve mevsim gibi faktörlere de bağlı olabileceği düşünülmektedir (Güvendi 2011).

1.2.6 Diyet Lifi

1.2.6.1 Diyet Lifinin Tanımı

Günümüzde sağlık ve beslenme arasındaki ilişkinin anlaşılmasıyla, bilinçli tüketiciler sadece besinsel ihtiyaçlarını karşılamak için değil aynı zamanda sağlıklarına da katkıda bulunmak için yağı azaltılmış, kolesterolü, kalori değeri düşük gıdalarla ilgilenmeye başlamışlardır. Diğer taraftan büyük bir tüketici kitlesi de yoğun iş temposunun içinde hazırlanışı kolay, doyurucu, ekonomik, lezzet yönünden de beğenilen gıdaların tüketimine yönelmişlerdir. Ancak bu gibi gıdaların sıklıkla tüketilmesi genellikle yüksek kalorili olmaları nedeniyle başta obezite olmak üzere birçok sağlık problemini de beraberinde getirmiştir (Gül 2007).

Zamanla diyet sağlık arasındaki ilişkinin farkına varan tüketici, alışkanlıklarını hızlıca değiştirmektedir. Yüksek yağlı gıda tüketimiyle sağlığın riske girmesi konusunda endişelerin artmasıyla gıda endüstrisi, düşük yağlı yeni formülasyonlar geliştirmekte ya da geleneksel gıda ürünlerinde değişiklik yapmaktadır.

Diyet lifleri de sağlığımıza katkıda bulunan fonksiyonel gıda bileşenlerinden bir tanesidir (Thebaudin ve diğ. 1997).Günümüzde diyet lif içeriği yüksek ürünlerin tüketimin arttırılmasının sağlık üzerindeki yararlarının tamamen açığa kavuşturulması, toplumda diyet lif içeriği yüksek gıdalara olan talebi arttırmıştır. Diyet lif alımının arttırılmasında birinci yol doğal olarak diyet lif içeriği yüksek olan gıdaların, örneğin, tam tahıl tanelerinin, baklagillerin, meyve ve sebzelerin tüketilmesidir. Diğer bir yol ise diyet lif içeriği arttırılmış ürünlerin tüketilmesidir (Gül 2007).

Diyet lifi ince bağırsakta sindirilemeyen, enzimatik hidrolizlere karşı dirençli, buna karşın kalın bağırsakta fermentasyona uğrayabilen sağlık için gerekli bir grup gıda bileşenidir (Thebaudin ve diğ. 1997).Bu konuya duyulan ilgi çok eski dönemlere hatta M.Ö. 5. Yüzyılda Hipokrat'a kadar uzanmaktadır. Bitki hücre

duvarını oluşturan sindirilemeyen bileşenler ilk kez 1953 yılında Hispley tarafından ‘diyet lif’ olarak adlandırılmıştır (Dülger ve Şahan 2011).

Lignin, kutin, mumsu bileşikler, suberin gibi lignin türevleri; selüloz, hemiselüloz (glukanlar, arabinoksilanlar), pektin gibi yapı polisakkaritleri; inülin oligofruktoz gibi oligosakkaritler; yapı bileşikleri olmayan gam maddeleri (guar gam, gam arabik); karragenan, agar, aljinat gibi deniz yosunu polisakkaritleri diyet lif bileşiklerine örnek olarak verilebilir. Bununla birlikte diyet lifi, nişasta olmayan polisakkarit olarak da tanımlanmaktadır. Ancak, bazı araştırmacılar kısmen hidrolize olduğundan dirençli nişastayı da diyet lif bileşiklerinden kabul etmektedirler (Thebaudin ve diğ. 1997).

Liflerin elde edildiği kaynağa çözünürlüğüne göre değişiklik gösteren fizyolojik fonksiyonel özellikleri göz önüne alındığında ürün formülasyonuna katılacak diyet liflerinin % 50-70 oranında çözünmeyen, %30-50 oranında çözünen bileşenleri içermesi idealdir (Thebaudin ve diğ. 1997).

Diyet lifleri, su tutma kapasitesi, su bağlama kapasitesi, şişme çözünürlük gibi hidrasyon özellikleri, yağ tutma kapasitesi, tekstürü iyileştirici kristalize olmama özellikleri gibi birçok fonksiyonel özelliklere sahiptir (Thebaudin ve diğ. 1997).

Diyet liflerinin gıdalardaki en ideal kullanımını belirleyen fonksiyonel özellikleri su tutma kapasitesi, su bağlama kapasitesi, şişme, çözünürlük gibi hidrasyon özellikleridir (Thebaudin ve diğ. 1997).

Diyet lifi, geçmiş yıllarda çeşitli tanımları yapılarak, analitik yöntemleri geliştirilen bir grup heterojen bileşenlerden oluşur. Bu durum, gıda bileşimindeki diyet lifi üreticileri ve kullanıcıları arasında karışıklığa neden olmaktadır (Westenbrink ve diğ. 2013).

Yeni geliştirilen yöntemler ve modifikasyonlar sayesinde düşük molekül ağırlıklı diyet lifi ve dirençli nişastanın dahil edilmesi nedeniyle diyet lifi değerlerinde daha yüksek verimler elde edilmeye başlanmıştır (Westenbrink ve diğ. 2013).

Diyet lifi, on veya daha fazla monomerik birimlerden oluşan karbonhidrat polimeri anlamına gelir. Tanıma 3’den 9’a kadar olan monomerik birimden oluşan karbonhidratları ekleme kararı, ulusal birimlere bırakılmıştır. Avrupa Komisyonu

diyet lifinin 3 veya daha fazla monomerik birim ile tüm polimerleri içerdiği tanımını kabul etmiştir (Westenbrink ve diğ. 2013).

En son AB tanımına göre lif terimi insan ince bağırsağında ne sindirilebilen ne de emilebilen üçlü karbonhidrat polimerleri veya daha fazla monomer üniteleri olarak tanımlanır ve 3 kategoride incelenirler:

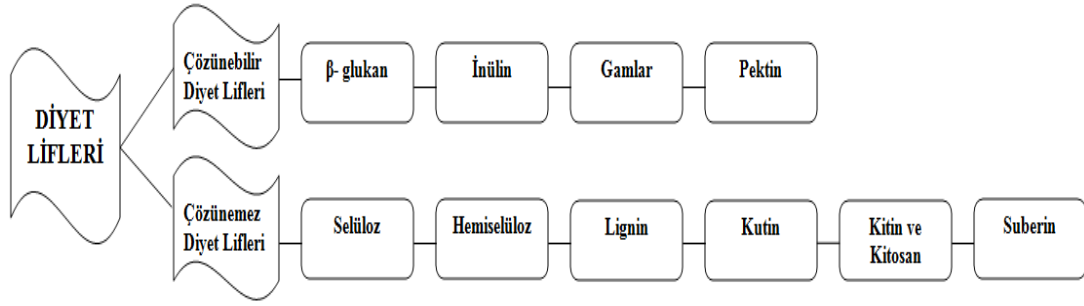
1. Tüketilen gıdalarda doğal olarak oluşan yenilebilir karbonhidrat polimerleri
2. Yararlı fizyolojik etkiye sahip olduğu bilimsel kanıtlarla kabul görmüş olan gıda hammaddelerinden fiziksel, kimyasal ve enzimatik yollarla elde edilen yenilebilir karbonhidrat polimerleri
3. Yararlı fizyolojik etkiye sahip olduğu bilimsel çalışmalar tarafından kabul edilen yenilebilir sentetik karbonhidrat polimerleri (Ktenioudaki ve Gallagher 2012).

Gıdalarda diyet lifin kompozisyonu elde edildiği bitkiye, doku tipine ve olgunluk derecesine göre farklılık göstermektedir. Bitkinin tüketilen kısmının niteliği, olgunlaşma düzeyi, depolama koşulları ve gıda işleme teknikleri de bitkisel gıdaların diyet lif kompozisyonunu etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Bitki hücre duvarı bileşiminde bulunan selüloz, lignin ve kül miktarı bitkinin olgunlaşması süresince artarken; selülozik olmayan polisakkaritler, mumlar ve protein yüzdesi ise azalma eğilimi göstermektedir (Dülger ve Şahan 2011).

1.2.6.2 Diyet Lifinin Özellikleri

Diyet lifleri suda çözünebilirlikleri bakımından iki kategoride incelenmekte ve her iki şekilde de farklı tedavi edici etkiler sağlamaktadır. Suda çözünebilir lifler, β -glukan, arabinoksilan, gamlar, pektin ve inülin gibi nişasta olmayan polisakkaritlerden; suda çözünür olmayan lifler ise selüloz, hemiselüloz, lignin,

kutin, suberin, kitin ve kitosandan oluşmaktadır (Ktenioudaki ve Gallagher 2012).



Şekil 1.1: Diyet liflerinin suda çözünübilirlik özelliklerine göre sınıflandırılması (Özcan ve diğ. 2013)

Ticari olarak mevcut olan liflere hidroksipropilmetilselüloz (HPMC), selüloz, gamlar (guar gam, keçiyoynuzu çekirdeği gamı, ksantan gam) gibi hidrokolloidler, polidekstroz, maltodekstrin ve inulin gibi oligosakkaritler de dahildir (Ktenioudaki ve Gallagher 2012).

Diyet lif içeren gıdalarda çözünür ve çözünmez lifler de değişik oranlarda bulunmaktadır. Çözünür lif grubundan pektin, elma, ayva gibi besinlerde; gamlar, reçinede; β-glukan, yulaf gibi besinlerde; musilajlar, bitkilerde; dirençli nişasta, kuru baklagillerde bulunmaktadır. Çözünmez diyet lif grubundan selüloz, kepekte; hemiselüloz, tahıllarda ve lignin ise buğdayda bol miktarda yer almaktadır. Buğday ve birçok tahıl ürünü ile sebzelerde fazla miktarda bulunan selüloz, lignin ve hemiselüloz suda çözünmeyen özellikteki diyet lif bileşenlerini; arpa, yulaf, baklagiller ve meyvelerde yoğun olarak bulunan pektin ve gum maddeleri ise başlıca suda çözünen diyet lif bileşiklerini oluşturmaktadır (Dülger ve Şahan 2011).

Çoğu bitkisel ürünler, çözünen çözünmeyen liflerin her ikisini de yaklaşık 1:3 oranında içermektedir. Bütün gıdalar hem çözünen hem de çözünmeyen lif bileşenleri içermekle birlikte buğday kepeği, tam tahıllı ekmekler daha çok çözünmeyen lifçe zengin; yulaf (özellikle yulaf kepeği), arpa, baklagiller, kabuklu yemişler, narenciye meyveleri yüksek miktarlarda çözünen diyet lif içermektedirler.

Çözünür diyet lifi, suyu bağlayarak jel ve sıkı yapı oluşturmaktadır. Çözünmeyen diyet lifi ise ağırlığının 20 katı kadar suyu absorblamakta, ancak viskoz yapı oluşturmamaktadır. Çözünmeyen lifler, ağırlıklarının 5 katı kadar yağı

tutabilmektedirler. Bu özellik, gıdaların pişirilmesi sırasında normalde kaybolan yağın tutulmasını sağlamaktadır. Bu durum, gıdadaki lezzetin korunması ve gıdanın teknolojik özelliğinin artırılması için önem taşımaktadır. Diyet lifinin, gıdaların yapısını ve stabilitesini değiştirmesi üzerine etkisi suyu bağlama özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz).

Farklı kepek çeşitlerinin toplam, çözüner ve çözünmez diyet lif içerikleri araştırılmış; toplam diyet lif içeriği bakımından mısır kepeğinin (%88) ilk sırada yer aldığı, onu sırasıyla arpa (%70), buğday (%46), pirinç (%28,3) ve yulaf kepeğinin (%26) takip ettiği saptanmıştır. Yulaf kepeği haricinde diğer kepek çeşitlerinin toplam diyet lif içeriklerinin hemen hemen tamamının çözünmez formda olduğu, yulaf kepeğinin ise yaklaşık % 70'lik bir bölümünün çözüner formda bulunduğu açığa çıkarılmıştır (Gül 2007).

1.2.6.3 Diyet Lifinin Fonksiyonel Özellikleri

Son çeyrek yüzyılda diyet liflere karşı duyulan ilgi bir hayli artmıştır. Bunun başlıca nedeni, gelişmiş ülkelerin besinlerdeki diyet lif eksikliğinin yol açtığı ve Burkitt ve Trowell'in 'medeniyet hastalıkları' (kabızlık, hemoroit, kalın bağırsak kanseri, şişmanlık) şeklinde tanımladığı bazı hastalıkların ortaya çıkmasıdır. Günümüzde bu tür hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde yüksek lifli besinler kullanılmaktadır (Dülger ve Şahan 2011).

Diyette lifin bulunması besin emilimini, sterol, karbonhidrat ve yağ metabolizmasını, dışkı hacmini ve ağırlığını, kolon fermantasyonunu, bağırsak yapısını, bariyer fonksiyonunu ve immun fonksiyonunu etkiler. Liflerin bu fizyolojik etkilerini gösterebilmesi fiziksel özelliklerine bağlıdır. Diyet lifinin iki yönlü yararı vardır: Birincisi, sağlıklı yaşamın sürdürülmesi ve bazı hastalıklardan (kanser, diyabet, kalp damar hastalıkları gibi) koruma için önemlidir. İkincisi ise, hastalıkların (diyabet, metabolik sendrom, kalp damar hastalıkları gibi) tıbbi beslenme tedavilerinde önemlidir. Günlük lif gereksinimi, yetişkinler için günlük 25-30 g veya günlük diyetin her 1000 kkalorisi için 10-13 g olarak önerilmektedir (Mercanlıgil ve Samur 2012).

Gıdalar genellikle sindirim enzimleri yardımı ile parçalanırken, diyet lif sindirim enzimlerinden etkilenmeyerek sadece bağırsak içerisinde bulunan yararlı bakteriler tarafından parçalanmaktadır. Bu olaya kolonda fermantasyon denilmektedir. Bağırsakta fermantasyona uğradıktan sonra bir miktar enerji vermektedir. Kolonda fermantasyona uğrama yüzdesine göre diyet lifinin bağırsak sağlığını daha iyi koruduğu bildirilmektedir. Fermantasyon oranı metabolizma, bitki çeşidi, olgunluğu, günlük diyet miktarı ve bileşimine bağlı olarak değişmektedir (Dülger ve Şahan 2011).

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 diyet, bol su içimi ile desteklendiğinde daha uzun süre tokluk hissi yaratılacağı bilinmektedir (Dülger ve Şahan 2011).

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. Kompleks karbonhidratlarla birlikte bulunan çözünebilen lifler glikozun çok yavaş bir şekilde kan dolaşımına verilmesini sağlayarak, kan şekerinin vücut tarafından absorpsiyonunu modifiye etmekte ve kandaki şeker düzeyini ayarlamaktadır (Dülger ve Şahan 2011).

Besinlerin aşırı rafine edilerek alınması birçok sindirim ve metabolik hastalıkların ortaya çıkmasını kolaylaştırmaktadır. Özellikle, rafine karbonhidratlar (şeker gibi) küçük moleküller olduğundan kompleks karbonhidratlardan daha hızlı sindirilip emildiği için kan şekerini yükseltmektedir. Yüksek posa içeren besinler (özellikle suda çözünür posa) midenin boşalmasını yavaşlatmakta, glikoz ve diğer besin öğelerinin emilimini geciktirmekte, böylece kan glikoz düzeyinin ani ve hızlı yükselişini önlemektedir (Sürücüoğlu 2003). Gıdaların kandaki glukoz seviyesini beyaz ekmek gibi referans olarak alınan bir gıdaya kıyasla hangi oranda artırdığının göstergesi olan glisemik indeksin gıdaların sindirilme hızıyla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Burdurlu ve Karadeniz 2003). Günlük tüketilen 1g diyet lifinin glisemik indeksi % 0,25 oranında düşürdüğü bildirilmektedir.

Diyet lif içeriği yüksek olan gıdalar rafine gıdalar göre daha fazla miktarda mineral madde içerir. Diğer taraftan diyetteki diyet lif miktarının artması ile dışkı ile atılan mineral madde miktarı da artmaktadır (Gül 2007). Ayrıca, diyet lifi vücuttaki mineralleri bağlayarak veya bağırsaktaki transit süresini kısaltarak mineral yararlılığı sınırlayabilmektedir. Diyet lifinin mineralleri bağlama kapasitesinin, ortamın pH değerine göre değiştiği, buğday kepeği ve elma lifinin çinkoyu en fazla pH 7,2'de bağladığı bildirilmektedir (Burdurlu ve Karadeniz 2003).

Farklı diyet lifi kaynakları da ortamda bulunan mineraller üzerine farklı etki göstermektedir. Örneğin, buğday kepeğinin pirinç kepeği ve yulaf lifine kıyasla daha fazla kalsiyum ve magnezyum, yulaf lifinin de buğday ve pirinç kepeğine kıyasla daha fazla bakır bağladığı bildirilmektedir. Ayrıca buğday ve pirinç lifiyle magnezyum arasındaki bağın yulaf lifine kıyasla daha güçlü olduğu saptanmıştır. Hücre dışı yapılan bir çalışmada ligninin kalsiyumu tutma kapasitesinin yüksek, buna karşılık selüloz ve pektinin kalsiyumla bağlanmasının zayıf olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, selülozun çinko bağlama kapasitesinin en az; gam maddelerinin az; pektinin fazla; ligninin ise en yüksek olduğu belirlenmiştir. Lifin partikül iriliğinin de lifin mineralleri bağlama kapasitesi üzerine etkili olduğu, azalan partikül boyutuyla minerallerin lif tarafından tutulmasının da azaldığı saptanmıştır. Ayrıca, inülin ve guar gam hidrolizatlarının kalsiyum, dirençli nişastanın da kalsiyumla beraber magnezyumun absorpsiyonunu artırdığı aktarılmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz 2003).

Diyet lifinin başta E ve D vitamini olmak üzere bazı vitaminlerin vücuttaki yararlılığı üzerine olumsuz etkisi bulunduğu bildirilmektedir. Buğday kepeğinin, α - tokoferolün vücuttaki yararlılığını azalttığı aktarılmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz 2003).

Sonuç olarak, bazı hastalıkları önlediği ve insan sağlığı için faydalı olduğu belgelenmeye başlanan diyet liflerinin besin değerinin yüksek olduğu kabul edilmiştir.

2009 yılındaki Avrupa beslenme ve sağlık raporuna göre, yirmi bir katılımcı Avrupa ülkelerinin çoğunda diyet lifi alımı önerilenden daha düşük çıkmıştır. Tüketici bilincinin artması lif açısından zengin gıda ürünlerinin gelişmesine yol açmış, araştırmacılar da fonksiyonel bileşenler olarak lifler üzerine odaklanmıştır. Bu

değerlendirme fonksiyonel gıdaların formülasyonunda diyet lifinin önemli bir madde olduğunu göstermiştir. Bu durum diyet lifi için son derece rekabetçi bir pazar oluşturmuştur (Ktenioudaki ve Gallagher 2012).

Lifli maddeler sağlık açısından faydalı kabul edildiği için son zamanlarda tüketicilerin ilgisini çekmeye başlamıştır. Lifli maddelerin daha yüksek konsantrasyonlarını içeren gıdalar daha popüler hale gelmektedir. Bu kategorinin içinde tahıllı kahvaltılıklar, makarna, ekme çeşitleri (örneğin tortilla; Meksika’da mısır unuyla yapılan ekmeğe verilen ad), pudingler, yulafli yoğurtlar ve süt ürünleri sayılabilir (Havrlentova ve diğ. 2011).

1.2.6.4 Diyet Lifinin Gıdalar Üzerindeki Etkileri

Tahıl ürünleri nüfusun çoğunluğu tarafından günlük olarak tüketilir. Bu tahıl ürünleri hakkındaki yaygın inanç, karbonhidrat bakımından zengin oldukları, yüksek bir glisemik yanıt ürettikleri ve dünyadaki obezite salgınına katkıda bulunan bir faktör olabileceğidir. Bu nedenle, son zamanlarda gıda endüstrisi karbonhidrat bakımından zengin gıdaların genel beslenme dengesini iyileştirmenin yollarını araştırmaktadır. Kolayca tüketilebilir karbonhidratların kendi diyet lifi içeriklerini yükseltmeye odaklanmıştır. Diyet lifi katılmasının hastalıkları önlediği ve tüketicilerin sağlığını geliştirdiği iyice belgelendirilmiştir. Ayrıca, gıda endüstrisi ürünlerin, raf ömrünün ve viskozite, tekstür ve duysal özelliklerinin geliştirilmesinde (artırılmasında) lifin fizikokimyasal özelliklerinden yararlanmayı sağlar. Böylece, insan diyetinde diyet lifinin önemi yaygın olarak kabul edilmiş ve lif ile gıda ürünlerinin zenginleştirilmesi ile ilgili kapsamlı araştırmalara girilmiştir. Makarna, ekme, bisküvi, sıkıştırılmış (preslenmiş) çerez, kek ve çörek halkın büyük bir çoğunluğu tarafından fazlaca tüketilirler ve insanların diyetine diyet lifini katmak için uygun bir araç olarak sunulabilir (Foschia ve diğ. 2013).

Diyet lifleri fırıncılık ürünleri, et ürünleri, çerezler ve diyabetik içecekler gibi birçok alanda kullanılabilir. Yan ürünler antioksidan aktiviteye sahip de olabilirler. Ayrıca, diyet lifi konsantreleri pıhtılaşmayı önlemek, yüksek yağ içeren ürünleri stabilize etmek ve onların yüksek su ve yağ tutma kapasitesi üstünlükleri ve reolojik özellikleri ile formüle edilmiş ürünlerin tekstür ve viskozitesini modifiye etmek için fonksiyonel katkı maddeleri olarak kullanılabilirler (Foschia ve diğ. 2013).

Günümüzde tarımsal olarak değerli ürünlerden diyet lifi yeni kaynaklarını oluşturmaktadır. Ekmek ürünleri günlük büyük miktarlarda tüketildiği için tüketicilere diyet lifi ve diğer sağlıklı bileşiklerin verilmesi için uygun bir ortam sağlamış olurlar. Bugüne kadar pişirilmiş ürünlerde en yaygın diyet lifi kaynağı çeşitli tahıllardan elde edilen kepek olmuştur. Meyve ve sebze gibi diğer kaynakların ise son zamanlarda popülaritesi artmıştır (Ktenioudaki ve Gallagher 2012). Nötral lifler olarak tanımlanan yulaf, pirinç, mısır lifleri gibi bu lifler hiçbir değişime uğramadan gıdalara katılmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz). Pişirilmiş ürünlere lif ilavesindeki ana zorluk ise, nihai ürün kalitesine yapmış olduğu ters etkiler ve bu yüzden tüketiciler tarafından oluşan düşük kabul edilebilirliktir (Ktenioudaki ve Gallagher 2012). Diyet liflerinin gıdalara ilave edilmesi içeriğinin değişmesine neden olmaktadır.

Örneğin, keklere diyet lifi katılması halinde daha fazla suya gereksinim duyulmaktadır. Bisküvi, pişmiş et ürünleri, içecek, sos, tatlı ve yoğurtlarda, şekerlemelerde kullanılan çözünmeyen diyet lifi, hacmi artırmakta ve bu ürünlerin kalori değerini azaltmaktadır. Pektin, guar gam, ksantan gam, karragenan, gam arabik gibi diyet liflerinin yağ taklitleri olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Kek ve bisküvilerde bir kısım unla yer değiştiren lif (meyve, şeker pancarı, buğday kepeği, selüloz veya patates kabuğu) sıkı yapının depolama boyunca korunmasını sağlamaktadır (Burdurlu ve Karadeniz 2003).

Lif açısından zengin fırında pişirilmiş ürünlerde hacim azalması, sert kıvrıntı oluşumu, acı lezzet ve koyu renk gibi özellikler görülebilir. Bu etkilerin nasıl azaltılabileceğinin incelenmesi yeni lif kaynaklarının ve potansiyel sağlık faydalarının araştırılmasıyla birlikte devam etmektedir.

Diyet lifi bakımından zengin maddeler hamur ve pişirilme özelliklerini önemli ölçüde etkiler.

Her ne kadar değişkenlik gösterse de ana etkileri şu şekilde özetleyebiliriz:

Hamurdaki değişiklikler:

- Hamurun yoğrulması sırasında su absorpsiyonundaki artış,
- Yoğrulma istikrarında azalma ve gelişim zamanında artış,
- Hamur gelişiminde azalış,

- Gerilme özelliklerinde değişiklikler (Hamurun genişletilebilirliğinde azalma gibi)
 - Viskoz ve elastik yapısında değişim (Hamur daha sert hale gelebileceği gibi bazı durumlarda da yapışkanlığı artar.)
- Pişmiş ürünlerdeki değişiklikler:
- Ekmek hacmi / yayılma oranı / yükseklik azalır.
 - Tekstürünü etkiler. (Kırıntı sertliği artar ve gevreklik kaybolabilir)
 - Görünümünde değişiklikler olur. (Renk, yüzey özellikleri, yoğunluk gibi)
 - Tadı etkiler (Ktenioudaki ve Gallagher 2012).

1.2.6.5 Yulaf Unu ve Kepeği

Hububatların genelde insan organizmasının genel durumu üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu bilinir. Bu konuda özellikle yulaf ve arpa beslenme uzmanlarının dikkatini çeken maddeler arasındadır (Mercanlıgil ve Samur 2012).

Yulaf, genellikle çeşitli tahıl ürünlerinin hazırlanmasında katkı maddesi olarak kullanılır. Kahvaltılık tahıllar, kahveli, kakaolu, çikolatalı ürünler arasında piyasada büyük başarılar elde etmeye başlamıştır. Bilindiği üzere gıdaların su aktivitesinin azalması muhafaza sürelerini artırmaktadır. Bu ilke yulafli tahıl ürünlerinin üretiminde de kullanılır (Havrlentova ve diğ. 2011).

Son yıllarda yulafın; protein kalitesi, yağ, mineral maddeler ve B1 vitamini bakımından diğer hububatlara göre daha zengin olduğu vurgulanmıştır (Güvendi 2011). Aynı zamanda İyi bir demir, magnezyum, fosfor ve manganezkaynağıdır. Bunun yanında, tiamin, folat ve pantotenik asit içerir. Yulafın besin değerleri; % 35 mineral ve vitaminler, % 33 protein, % 22 karbonhidrat ve % 10 yağ şeklindedir (Anonim 2014d). Yulafın insan beslenmesinde fonksiyonel bir ürün olarak kullanılabilmesi ortaya çıktıktan sonra, kavuzu ayrılan yulafın ezilerek tam tane veya normal un şeklinde kahvaltılık karışımlarda ve bebek mamalarında kullanılabilmesi ifade edilmiştir. Yulaf yüksek kalori değeri, düşük fiyat, yararlı protein fraksiyonları ve arzulanan lezzete sahip olması ile önemli bir gıda zenginleştiricisi durumuna gelmiştir (Güvendi 2011).

Zayıf pişme özellikleri, tat ve görünüşteki olumsuzluklar, yulafın gıdalarda kullanımını sınırlandırmıştır (Güvendi 2011).

Tahıllar arasında yulaf önemli bir çözünebilir antioksidan kaynağı olup; flavonoid, tokoferol, tokotrienol ve avenantramides gibi antioksidanlarca zengindir. Bu bileşiklerin, kollajende, tirosinin prooksinitrit dönüşümüne engel olarak doku zedelenmesinin korunmasında etkin rol aldığı bildirilmiştir. Ayrıca, tüm tane yulaf tüketiminin antihipertansiyon etkisinin bulunduğu, kandaki LDL-kolesterolü düşürdüğü ve kan glukoz seviyesini düzenlediği ifade edilmiştir (Güvendi 2011).

Bir araştırmada sabah kahvaltısında ekmek yerine yulaf ezmesi verilmesinin tip II diabetes mellituslu hastaların açlık ve tokluk kan şekeri ile kolesterol ve trigliserid düzeylerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla yaş ortalaması 56,5 + 7,1 olan 10'u kadın 5'i erkek toplam 15 kişi çalışmaya alınmıştır. Kahvaltıda ekmek yerine tüketmeleri için günlük olarak uygun miktarlarda tartılıp, paketlenmiş 1 aylık yulaf ezmesi verilmiştir. Deneklerin öğle ve akşam yemekleri değişmemiştir. Sonuç olarak çalışmada diyetle çözümlü posadan zengin yulaf ürünü eklemenin diyabetlilerde kan şekeri ve kolesterolün denetiminde etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Doğanay 1994).

Yulaf unu içeren hamurun fermantasyon özelliklerinde değişiklikler görülür. Yulaf unu miktarının artmasıyla hamur yüksekliği olumsuz etkilenmiş ve kabarmada % 40'lık bir azalma meydana gelmiştir. Hamur gelişimi için gerekli olan sürede azalmıştır. Yulaf unu miktarının artmasıyla hamurdan gaz kaçış zamanı, hamurda gaz geçirgenliğinin artmasına bağlı olarak azalmıştır. Bu sonuçlar kısa süreli fermantasyonun, hamurdan aşırı derecede gaz kaçışının engellenmesine yardımcı olabileceğini göstermiştir (Meral ve Doğan 2008).

Yulafın çıplak çeşitlerinde diyet lifi seviyesinin % 10,6, soyulmuş çeşitlerinde ise % 18,5-23,4 arasında olduğu bilinmektedir. Bu çeşitlerde β -glukan bileşeni % 4,5-5,6 arasında değişmektedir. Benzer şekilde yulaf kepeğindeki toplam diyet lifi % 20,4-26,4 arasında değişmektedir (Ktenioudaki ve Gallagher 2012).

Bir araştırmada yulaf unu kullanımının eriştinin kalite kriterleri üzerine olan etkisi incelenmiştir. Erişte üretiminde yulaf unu 4 farklı oranda (% 10, 20, 30 ve 40) kullanılmıştır. Erişte formülasyonunda yulaf unu kullanımı, eriştinin nem miktarını düşürürken, kül, protein, yağ ve mineral madde miktarını yükseltmiştir. Buna karşın renk üzerine olumsuz etki göstermiş, parlaklık değerini düşürürken, kırmızılık

vesarılık değerini artırmıştır. Duyusal analizde genel beğeni açısından en yüksek puanı kontrol rneği alırken, en dşk puanı % 40 yulaf unu içeren örnek almıştır. % 10 yulaf unu katkılı örnek, kontrol örneğine yakın duyusal analiz puanı almıştır. Sonuç olarak % 10 oranına kadar yulaf unu ilavesi, eriştenin teknolojik özelliklerini fazla bozmadan zenginleştirilmeleri açısından optimum değer olarak belirlenmiştir (Aydın 2009).

Diğer tahıllarla karşılaştırıldığında yulaf yüksek oranda çözünür β -glukan içermektedir. Bu oran yulafta % 2-4 arasındadır (Güvendi 2011).

Yulaf kepeği, buğday kepeği gibi tanenin dış kısmıdır fakat kabuğu değildir. Ancak, buğday kepeğinden çok farklı niteliktedir. Taneden bariz olarak ayrılmaz. Bu nedenle, nişastalı endospermin büyük bir kısmını içerir. Ayrıca, yulaf kepeği buğday kepeğine göre daha değişken bir bileşim gösterir. Bileşimi ğtme işlemine bağlıdır ve değirmenden değirmene hatta yığından yığına değişir. Yulaf kepeği buğday kepeğinden daha çok nişasta ve daha az diyet lifi içerir. Ancak, yulaf kepeği daha yüksek oranda suda çözünen lif içermektedir. Bu durum, yulaf kepeğinin fonksiyonel önem kazanmasına neden olmaktadır (Oakenfull 1991).

Kabuksuz yulafın dış tabakasından oluşan yulaf kepeği diyet lifinin büyük bir kısmını içerir. Kabuksuz yulaf tanelerinin içindeki toplam diyet lifi içeriği çeşidin türüne, yetiştirme konumuna, hava koşullarına ve gübrelemeye bağlı olarak 60-90 g/kg arasında değişmektedir. Yaklaşık toplamın yarısı çözünür lif iken diğer yarısı çözünmeyen liftir. Ticari amaçlı kabuğu çıkarılmış yulafın β -glukan içeriği Avrupa ve Kuzey Amerika'da 35-50 g/kg arasında iken, Yeni Zelanda da ise önemli lde dşk bir seviyededir. Çözünmeyen lif ağırlıklı olarak kabuksuz yulafın dış katmanlarında yer alır, diğer tahılların bileşimindeki diyet liflerine benzer olup temel olarak selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşurlar. Yulaf diyet lifine eşlik eden antioksidan özellikte ve fitoöstrojenlerin öncüleri olan minör bileşenler; fitik asit, mineral ve fenolik bileşenlerdir (Malkki ve Virtanen 2001).

Yulaf kepeği kabuksuz yulafın dış tabakasının nişasta içeren endospermden mekanik öğütme ve ayırma işlemleri ile ayrılmasıyla hazırlanır. β -glukan içeriği genellikle bu şekilde 55-90 g/kg'a kadar yükselir. Yulaf kepeği konsantreleri kuru öğütme ile hazırlanırsa 115-170 g/kg, yağsız kabuksuz yulaftan hazırlanırsa 250 g/kg'a kadar β -glukan içerebilir (Malkki ve Virtanen 2001).

Yulaf kabuklarından lif ürünleri elde edilir. Onlarda esasen ağırlıklı olarak su bağlama özelliklerine göre pazarlanırlar. Aralarında ABD'nin de bulunduğu birçok ülkede bu ürünler vardır ve yaygın olarak yulaf lifi şeklinde adlandırılır. Diğer ülkelerde de 'yulaf kabuğu lifi' ya da eşdeğer başka bir isimle adlandırılır (Malkki ve Virtanen 2001).

1.2.6.6 Beta Glukan ve Özellikleri

Diyet liflerinin en önemli kaynağını tahıllar oluşturmaktadır. Yulaf ve arpa, tahıl bazlı fonksiyonel gıdalar için doğal ve ideal kaynaklar olarak gösterilmektedir. Buğday ve çavdardaki hemiselülozik polisakkaritler pentozanların, yulaf ve arpanın ise esasen β -glukanların kaynağını oluşturduğu kabul edilmektedir.

β -glukan, en önemli diyet liflerinden birisidir. Yulaf, arpa, çavdar ve buğdayın β -glukan içeriklerinin sırası ile %3-7, %3-11, %1-2 ve %1 olduğu belirtilmektedir. Nişasta olmayan polisakkaritlerin sınıflandırılmamış bir kolunu oluşturan β -glukan, sırası ile yaklaşık %30 oranında β -(1 \rightarrow 3) ve %70 oranında β -(1 \rightarrow 4) bağlarını içeren β -D-glukopirasinolden meydana gelmektedir (Özcan ve diğ. 2013).

Düşük konsantrasyonda β -glukan yüksek viskoziteye ilişkin mükemmel reolojik özellikleri sayesinde hidrokolloit formunda veya mikropartiküllü toz şeklinde kullanılan polisakkarit türünde gıda katkı maddesidir(Havrlentova ve diğ. 2011).Bu nedenle β -glukan; dondurma formülasyonlarında, yemek ve salata soslarında kalınlaştırıcı ajan olarak kullanılabilceği belirtilmektedir. Bunun yanı sıra, tahıl kaynaklı olan makarna ve çeşitli fırıncılık ürünlerinde de β -glukan kullanıldığı görülmektedir. Yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan ve "Oatrim" ve "Barleytrim" dekstrinlerini içeren hidrokolloidler birçok üründe, yağ ikamesi şeklinde kalori miktarını düşürme amacı ile kullanılmaktadır (Özcan ve diğ. 2013).

Beta(β)-Glukanlar, β -glikozidik bağlarla birbirine bağlanmış D-glukoz monomerlerinden oluşan polisakkaritlerdir. β -Glukanlar, moleküler kütleleri, çözünürlükleri, viskoziteleri ve üç boyutlu şekilleri bakımından büyük çeşitlilik gösterirler. Yaygın olarak bitkilerde selüloz, tahıl tohumlarında kepek, ekmek mayasının hücre duvarı, bazı fungus, mantar ve bakterilerde bulunurlar. β -glukan, yulaf ve ekmek mayasından elde edilebilir. Tahıl temelli β -glukanlar suda çözünme

özelliklerinden dolayı insan beslenmesinde çözünür lif desteği olarak önemli rol oynarlar (İstek ve diğ. 2013).

Yulaf β -glukanı, suda çözünür bir lifdir, yulaf hücrelerinin iç kısmındaki duvarlarından elde edilir. Sindirim sisteminde oluşturdukları bal kıvamındaki jel yapısından dolayı kolesterol ve kan şekerini olumlu yönde etkileyerek kalp damar hastalıkları riskini azaltırlar. Mide ve bağırsak çalışmasını düzenlemeye olumlu etkileri bulunmaktadır (İstek ve diğ. 2013). Ekmek mayasından elde edilen β -glukanların ise bağışıklık sistemini güçlendirdiği belirtilmektedir (Havrlentova ve diğ. 2011). Suda çözünmeyen, ekmek mayası veya mantardan elde edilen β -glukanların molekül yapıları suda çözünenlerden farklıdır. Bu nedenle kullanım alanları, etki mekanizmaları ve genel biyolojik aktiviteleri arasında da büyük farklılık vardır. β -Glukan'ın sağlık üzerindeki olumlu etkileri Gıda İlaç İdaresi (FDA) ve Avrupa'da Avrupa Gıda Güvenliği İdaresi (EFSA) gibi gıda denetim kuruluşları tarafından onaylanmıştır (İstek ve diğ. 2013). Yapılan bu yorumlar sonucunda gıda endüstrisinde tahıl ürünlerinin geliştirilmesinde fonksiyonel bileşen olarak β -glukan üzerinde odaklanılmıştır (Havrlentova ve diğ. 2011).

β -Glukan tahıllarda (1 \rightarrow 4) β -D-glukopiranoz ve (1 \rightarrow 3) glikozidik bağlardan, mantar kaynaklarında ise (1 \rightarrow 6) glikozidik bağlardan oluşurlar. β -Glukanın bu yapısının suda çözünürlüğü üzerine etkisi vardır. Çözünür ve çözünmez fraksiyonlar arasında genel bir ayrım olup, çözünebilir lif oranı ekstraksiyon koşullarına bağlıdır. Glukanlar genellikle iç endosperm hücre duvarları içinde konsantre edilirler (Havrlentova ve diğ.2011).

Tahıl bazlı yiyecek kaynaklarında β -glukan oranı araştırmacılar tarafından incelenmiş ve aşağıdaki tablo elde edilmiştir:

Tablo1.1: Çözünür β -glukan (g/100 g kuru ağırlık)

Tahıl	Bütün Kısmı	Kabuksuz	Kepek
Buğday	0,39	0,42	1,38
Arpa	3,95	4,14	5,28
Yulaf	2,66	3,16	7,48

Yulaf kepeğinden elde edilen konsantre β -glukandan oluşan yoğurt ve müsli kombinasyonu İsveç'te ilk fonksiyonel gıda olarak etiketlenmiştir (Havrlentova ve diğ.2011).

β -glukanın fırın ürünleri, kek ve pastalar, makarna, erişte, müsli, süt ürünleri, çorbalar, salata sosları, içecekler, düşük yağlı süt ve et ürünleri gibi çeşitli ürünlerde birleşmesi ürünlerin niteliklerinde değişikliklere neden olur. Ekmek yapım performansı, su bağlama, emülsiyon, stabilizasyon kapasitesi, kabarma yeteneği, tekstür, konsantrasyon, molekül ağırlığı ve polisakkarit yapısı ile ilişkili olduğu görülmektedir (Havrlentova ve diğ. 2011).

Besin değerini artırmanın yanı sıra β -glukanlar ürünün duyuusal ve tat özelliklerini geliştirirler. Ayrıca, β -glukan gıda endüstrisinde gıda yüzeylerinde geçirgen olmayan kaplama amacıyla da kullanılabilir. Mevcut araştırma dondurulmuş süt ürünlerinde kristalizasyonu ve rekristalizasyonu düzenleyici olarak lif kaynaklarının uygulanmasını teyit etmektedir (Havrlentova ve diğ. 2011).

1.2.7 Katkı Maddelerinin Bisküvilerde Kullanılması İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bisküviyi lif bakımından zenginleştirmek için farklı lif türleri ile örneğin buğday, yulaf, pirinç ve arpa kepeği, dirençli nişasta, sebze ve meyve lifleri gibi çözünebilir lifler olmak kaydıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak, tokluk hissi veren ürün geliştirmek için ise yüksek viskoziteli çözünebilir lifler sağlamak gerekir. Bunlara ise tahıl lifleri (yulaf ve arpa beta glukanı) ve guar gum örnek verilebilir. Tek başına guar gum ve beta glukan kullanılarak zenginleştirilmiş bisküvi üzerine yapılan çalışma sayısı daha az bulunmaktadır. Yüksek viskoziteli çözünebilir lifler suya karşı yüksek bir afiniteye sahiptir. Hamurun yoğrulması sırasında bu lifler suyu hızlı bir şekilde emerek uygun karakterde hamurun oluşması için gerekli olan suyu da kullanmış olurlar. Oluşan gluten ağı bisküvi sertliğinde artışa neden olup bisküvi kalitesi üzerinde olumsuz etkiye yol açtığı için lifle zenginleştirilmiş hamurun su içeriğini artırmak gerekir. Ancak, ürün kalitesinin değişmesini önlemek amacıyla gerekli olan suyun minimum miktarını belirlemek bu nedenle önemlidir. Bisküvi yapımına dahil edilen liflerin eşsiz su tutma kapasitesi hamur özelliklerinde büyük değişikliklere yol açmaktadır. Bunların başında da proses koşulları ve ürün kalitesi gelmektedir. Yüksek lif içerikli bisküvi hamurlarında şekillendirme önemli bir adım olarak görülür. İşlenebilen bir hamurun eldesi için hidrasyon düzeyinin anlaşılması gerekli görülmüştür. Ayrıca, lif düzeyi yüksek olduğunda bisküvi hamurlarının hidrasyon düzeyinin tahmin edilmesinde sadece liflerin su tutma kapasitelerinin

bulunması yeterli gelmeyebilmektedir. Su tutma kapasitesini de etkileyen diğer parametrelerin tahmini de yararlı görünmektedir (Villemejeane ve diğ. 2013).

Diyet lifleri gıdalardaki fizikokimyasal değişimlere aracılık ederek, mide bağırsak sisteminden geçiş yaparlar. Bu değişikliklerle gıdaların su tutma kapasitelerini etkileyerek, onların hacmini ve viskozitesini geliştirirler (Brennan ve Samyue 2004).

Bisküvi tahıl bazlı basit bir gıda ürünü olarak kabul edilir. Bisküvinin kalitesi hamurunun fizikokimyasal özelliklerine bağlıdır denilebilir. Nişasta, bisküvide ve hamurunda önemli bir yapısal unsurdur. Granüller genel yapı içinde önemli bir yer işgal ederler. Pişirme sırasında meydana gelen biyokimyasal ve fizikokimyasal reaksiyonlar (suyun buharlaşması, protein denatürasyonu ve maillard reaksiyonları dahil) nişastanın jelatinleşme özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle çoğu çalışmalar nişastanın jelatinleşmesini etkileyen, nişasta bileşenleri ve nişastanın bozulması üzerine odaklanmıştır (Brennan ve Samyue 2004).

Yapılan bir çalışmada, diyet liflerinin bisküvi üzerindeki etkileri, tekstür, pişirme özellikleri ve serbest şeker durumu incelenmiştir. İnulin, β -glukan ile zenginleştirilmiş fraksiyon, patates lifleri ve dirençli nişasta kullanılmıştır. Kontrol numuneler ile diyet lifi ile zenginleştirilmiş bisküviler karşılaştırıldığında, şeker içeriği bakımından önemli bir düşüş görülmüştür. Bu tür gıdalar, glisemik indeksin azaltılmasında yararlı bir etkiye sahip olmuştur(Brennan ve Samyue 2004).

Diyet liflerini içeren gıdalardaki önemli sorunlardan biri, diyet liflerinin gıdanın içeriğindeki diğer bileşenlerin fonksiyonel özelliklerine olan negatif etkisidir. Diyet lifleri ile zenginleştirilen ürünler renk, tekstür ve lezzet kalitesi bakımından tüketicilerin beklentilerini karşılamalıdır. Beslenme açısından yararları ne olursa olsun imal edilen ürün iyi duyuşsal özelliklere sahipse liflerin gıdalara eklenmesi kabul edilebilir (Brennan ve Samyue 2004).

Aynı çalışmada çeşitli lif örnekleriyle zenginleştirilen bisküviler karşılaştırıldığında pişirme sonrasında bisküvi çaplarında çok önemsenmeyecek şekilde bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bisküvi çaplarındaki bu azalma sadece β -glukan ile zenginleştirilmiş örneklerde dikkat çekici olmuştur. Dirençli nişasta, inulin ve patates lifi ile zenginleştirilen bisküvilerde çap bakımından anlamlı bir azalmanın görülmemesi, bu liflerin pişme sırasında bisküvi hamurunun çapının korunması amacıyla hamurda stabilizatör görevinde kullanılabileceklerini ortaya çıkarmıştır. Bisküvi yükseklikleri ölçüldüğünde de sonuçlar kontrol örneğine göre yine β -glukan

ile zenginleştirilmiş bisküviler hariç olmak üzere anlamsız bulunmuştur (Brennan ve Samyue 2004).

Piştirilmiş ürünlerde tüketici beğenisinin oluşumunda bisküvi tekstürü önemli bir faktör oluşturmaktadır. Bu nedenle, araştırmalar yağın yerine ikame oluşturabilecek protein ve karbonhidrat kullanımı üzerine odaklanmıştır. Çeşitli liflerin bisküvilerde kullanıldığı aynı çalışmada patates lifi hariç olmak üzere, bisküvi sertliğinin kontrol örneğine göre azaldığı görülmüştür. Patates lifinin kullanıldığı örneklerde ise kullanılan oranla doğru orantılı olacak şekilde sertlikte artış olduğu izlenmiştir. Lif ile zenginleştirilen bisküvilerde tekstür bakımından kontrol numunesine göre farklılıklar görülse de kullanılan bu liflerin % 10 oranına kadar bisküvilere eklenmesinin bisküvilerin kırılma özelliklerinde herhangi bir olumsuzluk oluşturmadığı görülmüştür (Brennan ve Samyue 2004).

Brighenti çalışmasında diyet liflerinin dahil edilmesiyle gıda matrisi içindeki nişastanın α -amilaz erişilebilirliğini azaltarak, bir bireyin glikemik cevabının azaltılabileceğini savunmuştur (Brighenti ve diğ.1995). Brennan, Huth ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada nişastanın sindiriminin ve böylece gıdalardaki serbest şeker oluşumunun, diyet liflerinin nişasta granüllerine yapışması ve viskoziteyi artırmasıyla geciktiğini ortaya koymuşlardır (Huth ve diğ. 2000).

Brennan ve Samyue'nun yaptıkları çalışmada da inulin, patates lifi ve dirençli nişastanın ilavelerinde benzer etkiler görülmüş olup, nişastanın parçalanmasıyla oluşan serbest şekerin miktarında azalma görülmüştür. Böylece diyet liflerinin bazı formlarının nişasta bozulmasını inhibe etme özelliğine sahip olduğu görülmüştür. Diğer liflere göre β -glukan eklenen örneklerdeki bisküvi sindirimi sırasında oluşan serbest şeker oranındaki artış, β -glukanın % 60 oranında nişasta ihtiva etmesinden kaynaklanmaktadır. Ancak, β -glukan ile zenginleştirilmiş örneklerde bile kontrol örneğine kıyasla nişastanın bozulmasında oluşan serbest şeker oranında azalma olduğu görülmüştür. Artan lif konsantrasyonu ile serbest şeker oranında hafif de olsa şaşırtıcı bir yükselme kaydedilmiştir. Bu tür sonuçlar da bisküvideki nişasta parçalanmasını düzenleyen liflerin kullanım miktarlarının optimum seviyelerinin olması gerektiğini düşündürmektedir (Brennan ve Samyue 2004).

Brennan ve Samyue'nun çalışmalarının sonuçları diyet lifinin potansiyel yararlarının, ekmek ve makarna gibi tahıl ürünleri dahil olmak üzere bisküvi çeşitlerine transfer edilebileceğini göstermektedir. Bisküvi bileşimine diyet liflerinin dahil edilmesi sindirim sırasında ortaya çıkan serbest şeker miktarının önemli ölçüde

azalmasını sağlar. Düşük seviyelerdeki lif ilavesinin bile şeker düzenlenmesinde yararı olmuştur. Sonuç olarak yazar bu çalışmada nişasta degradasyonunun ve glisemik cevabın düzenlenmesinde bisküvi tekstürünü etkilemeden liflerin katkı maddesi olarak kullanılabileceklerini kanıtlamıştır (Brennan ve Samyue 2004).

Bisküvinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla çeşitli diyet liflerinin bisküviye ilavesi kepekli hammadde oranı artırmıştır. Protein içeriği ve kalitesini, mineral miktarı ve kullanılabilirliğini, diyet lifi içeriğini artırmak ve prebiyotik özellikleri iyileştirmek için yeni ürünler elde edilmektedir (Vitali ve diğ. 2009).

Besinsel ve işlevsel açıdan bisküvi geliştirmek amacıyla çalışan Vitali ve arkadaşları standart buğday unu ile yapılan bisküviye inulin (% 10,5), soya unu, horozibiği, harnup (%24,5), elma lifi ve yulaf lifi (%16,5) gibi çeşitli katkıları değişik oranlarda ilave etmişlerdir.

Yapılan çalışma sonucunda protein içeriği ve sindirilebilirliğinde soya unu ilaveli örnekte önemli bir artış gözlenmiştir. Horozibiği ve yulaf lifi ile zenginleştirilmiş örneklerde toplam diyet lifi içeriği artış göstermiştir. Keçiboynuzu ve elma lifi ilavesinde de fenolik madde içeriğinde ve antioksidan aktivitesinde artış kaydedilmiştir. İnulin takviyesi ise bisküvide toplam enerjide önemli bir azalmaya neden olmuştur (Vitali ve diğ. 2009).

Zenginleştirilmiş örneklerde Ca, Mg, Fe, Mn ve Cu gibi mineraller içeriklerinde de önemli artışlar sağlanmış olup, bisküvilerde diyet lifinin önemli bir ilave kaynak olduğu kabul edilmiştir. Yulaf lifi ilavesinde en belirgin artış demir içeriğinde gözlenmiştir (Vitali ve diğ. 2009).

Buğday unu hamurunun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada buğday, pirinç, yulaf ve arpa lif kaynakları kullanılmıştır (Sudha ve diğ. 2007).

Sudha ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, % 10 ile % 40 arasındaki kepek ilavesinin hamurun su absorpsiyon özelliklerinde % 60,3 ile % 76,3 arasında artışa neden olduğu görülmüştür. Hamurdaki kepek düzeyinin artışıyla uzamaya karşı direnç artmış, uzayabilirlik azalmıştır (Sudha ve diğ. 2007).

Buğday, pirinç ve yulaf kepeği ile hazırlanan bisküvilerde yayılma oranı 8,38'den 7,52'ye düşmüşken, arpa kepeği karışımından hazırlanan bisküvi için 9,3'e yükselmiştir. Bisküvilerin kırılma mukavemeti değerleri 1,34 ile 3,83 arasında değişmiştir. Çıkan sonuçlarda % 30 oranında yulaf kepeğinin % 20 oranında ise arpa

kepeğinin formülasyona ilavesi kabul edilebilir düzeyde bir bisküvi oluşturmuştur. Kepek seviyesindeki artış bisküvi renginde ve yüzey düzgünlüğünde azalmaya neden olmuştur. Pirinç kepeğinin % 30'dan fazla bisküvi formülasyonuna dahil edilmesi kırıntı rengini koyulaştırmış ve çok sert bir tekstür oluşturmuştur. Bisküvinin tat ve lezzetini % 20 seviyesinde etkilemiştir. Yapılan bisküvilerin ağızda bıraktığı tat bakımından % 20 seviyesinde bir düşüş olmuştur. Ağızda kuru bir tat bıraktığı hissedilmiştir. Yapılan bu çalışmada buğday ve yulaf kepeğinin duyusal özellikler bakımından benzer sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Arpa kepeğinin % 30 ve fazlasının ilavesinde yüzey düzgünlüğünde azalma fark edilmiştir. % 20 ve fazlasının ilavesinde de kırıntı renginin koyulaştığı görülmüştür. Bütün kepek örneklerinde % 10 oranında ilave bisküvinin kalitesini etkilememiştir. Bisküvi kalitesi duyusal özellikleri bakımından buğday ve arpa kepeği için % 20, yulaf kepeği için % 30 oranındaki ilavenin kabul edilebilir olduğu görülmüştür (Sudha ve diğ. 2007).

Diyet lifi analizleri kabul edilebilir en uygun formülasyonlar için yapılmıştır. Kontrol bisküvi örneği % 100 buğday unu ile, diğer bisküvi örnekleri ise buğday ve arpa kepeği % 20, yulaf kepeği % 30, pirinç kepeği ise % 10 oranında ilave edilerek yapılmıştır. Bütün kepekli örneklerde toplam diyet lifi (TDF) içeriği kontrol grubuna göre yüksek çıkmıştır. Toplam diyet lifi içeriği % 20 arpa kepeğini içeren örnekte % 1,6-9,3 arasında, yulaf kepeği ve buğday kepeği katkılı örneklerde ise % 6,3-6,9 arasında değişmektedir. % 10 oranında pirinç kepeği içeren örnekte toplam diyet lifi artış derecesi diğer örneklerle göre düşük görülmüştür. Bulunan bu sonuçların Abdul Hamid ve Siew Luan (2000)'ın yaptıkları yağsız pirinç kepeği ve şeker pancarı lifi ile hazırlanan ekmek çalışmasıyla uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Buğday ve arpa kepekli bisküvi örneklerinde çözünür diyet lifi (SDF) miktarındaki artış oranı % 2-2,4 arasında değişirken, yulaf kepekli örnek % 2,8 ile maksimum değere ulaşmıştır. % 1,9 ile en az SDF içeriği yine diğer analizlerde olduğu gibi pirinç kepekli bisküvide görülmüştür. Çözünmeyen diyet lifi oranı ise % 6,9 ile arpa kepekli örnekte maksimum değere ulaşmışken pirinç kepekli bisküvide ise % 1,6 ile minimum değer almıştır. Bisküvide lif içeriğini zenginleştirmek amacıyla diyet liflerinin önemli rol oynadığı ortaya konmuştur(Sudha ve diğ. 2007).

İngiliz Sağlık Eğitim Konseyi ulusal diyet anlayışının değiştirilmesi ve diyet lifinde % 50 artış sağlanması gerektiğini 1983 yılında yaptığı çalışmayla önermiştir. Böylece yüksek lifli gıdalar ABD'de daha kullanılabilir hale gelmiştir. Geleneksel diyet lifi kaynağı olan buğday ve yulaf kepeği ve diğer lif kaynakları ekmek ve tahıl

ürünlerine eklenmeye başlamıştır. Elma lifi de bu konuda çalışılan diyet liflerinin başında gelmektedir. Elma püresinin suyunu çıkarttıktan sonra elma lifi tozu üretmek için yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilmiş mekanik filtre sistemi kullanılarak elma suyu posasından ayrılmıştır. Püskürtmeli kurutucu ile dehidrasyona tabi tutulur. Chen ve arkadaşlarının yaptıkları bu çalışmada da elma lifinin ekmek, bisküvi ve kekler üzerinde kimyasal ve fiziksel etkileri incelenmiştir. Karşılaştırma yapmak amacıyla da buğday ve yulaf kepeği kullanılmıştır. Ekmek pişirme deneylerinin tümünde lif malzemesinin konsantrasyonu arttıkça su absorpsiyonu, karıştırma süresi ve ekmek ağırlığı artmış ekmek hacmi ise azalmıştır (Chen ve diğ. 1988).

Su absorpsiyonunun artması liflerin güçlü su bağlama kabiliyetinden kaynaklanmaktadır. Daha uzun karıştırma süresi glutenin seyreltilmesinden, lif ve buğday ununun homojen olarak karıştırılma zorluğundan kaynaklanmaktadır. Artan ekmek ağırlığına ise yüksek su tutma kabiliyeti, azalan ekmek hacmine ise glutenin seyreltilmesi ve gluten ve lif arasındaki etkileşim neden olmaktadır (Chen ve diğ. 1988).

Kurutulmuş elma liflerinin % 4, 8 ve 12 oranlarında ekmeğe ilavesiyle sırasıyla % 17, 38 ve 57 oranlarında ekmek hacminde azalma görülmüştür. % 4 ve 8 oranlarında ilave edilen buğday ve yulaf kepeği ile elma lifi karşılaştırıldığında buğday kepeği ekmeğinde % 8 ve 15, yulaf kepeği ekmeğinde ise % 5 ve 6 oranlarında hacim azalması kaydedilmiştir. Nemli elma lifinin kuru elma lifine kıyasla ekmek hacmine daha az zarar ettiği görülmüştür. % 4 ve 8 oranlarında nemli elma lifinin ekmeğe ilavesinde ekmek hacminde sırasıyla % 14 ve 30 oranlarında azalma izlenmiştir. Nemli yulaf kepeğinin % 4 ve 8 oranlarında ilavesiyle, ekmek hacminde % 6 ve 8 oranında azalma olmuştur. Kuru yulaf kepeğinin neden olduğu azalma ile yaklaşık aynı olduğu görülmüştür. Nemli buğday kepeğinin ekmeğe % 4 ve 8 oranlarında ilavesi ekmek hacminde % 10 ve 21 oranında azalmaya neden olmuş, kuru buğday kepeğine göre daha fazla etki ettiği görülmüştür (Chen ve diğ. 1988).

Genel olarak, buğday ve yulaf kepeğinin aynı konsantrasyonlardaki elma lifine göre ekmek kalitesine daha az zararlı etki gösterdiği görülmüştür. Ancak, buğday ve yulaf kepeğinin toplam diyet lifi miktarı elma lifine göre düşüktür. Karşılaştırma yapıldığında elma lifinin ekmek hacmi üzerinde zararlı etkisi yulaf ve buğday kepeğine göre daha fazladır. Yine de yapılan bu çalışma elma lifini ekmek

yapımında alternatif bir diyet lifi kaynağı olarak kabul etmektedir (Chen ve diğ. 1988).

Chen ve arkadaşlarının kurabiye üzerinde yapmış oldukları çalışmada elma lif konsantrasyonu arttıkça kurabiye çapı azalmış kalınlığı ise artmıştır. Kurabiyelere % 4, 8 ve 12 oranlarında elma lifinin ilavesiyle çaplarında neden olduğu azalma sırasıyla % 12, 18 ve 23 şeklinde olmuştur. Aynı oranlardaki elma lifinin ilaveleriyle kurabiyelerin kalınlığında % 20, 78 ve 116 oranlarında artış gözlenmiştir. Güçlü su bağlayıcı özelliklerinden dolayı elma lifi ile işlenen kurabiye hamuru buğday ve yulaf kepeğini içeren hamurdan daha kuru bir görünüme sahip olmuştur. Hamurun kuru olmasından dolayı hamur iyi yayılmamış, kurabiyeler de küçük ve kalın olmuştur(Chen ve diğ. 1988).

İrlanda da bir araştırma ekibi mayalanmış beyaz ve kepekli ekmeğe kalite etkisini incelemek amacıyla yulaf unu eklemiştir. Buğday ununa ikame olarak, % 2, 4, 6, 8 ve 10 oranlarında yulaf unu örneklerle ilave edilmiştir. Kepekli ekmeğin kalitesi için en uygun miktar hem ekmeğin kabuk rengi ve yumuşaklığı hem de tadı bakımından % 10 yulaf unu ilaveli örnek olarak görülmüştür. Olumlu etkide sadece duyu özellikleri ve kuvvetli tadı değil, ürünün aynı zamanda yapısı ve sağlık bakımından yararı da etkili olmuştur(Havrlentova ve diğ. 2011).

Başka bir çalışmada da yulaf bisküvideki β -glukanın bisküvinin duyu özellikleri üzerinde pozitif bir etkisi olduğu görülmüştür. % 10 ve % 20 oranındaki β -glukan ilavesi ise bisküvideki nem içeriğini ve yapışkanlığı artırmış, tat bakımından da geliştirdiği tespit edilmiştir (Havrlentova ve diğ. 2011).

Amerikan ve Tayland bilim adamları makarnanın dayanıklılığının artırılmasında yulaf bileşeninin uygun olduğunu savunmuşlardır. Yulaf ununa ısı işlem uygulanarak hidrokolloid formunda β -glukan üretilmiştir. Yapılan çalışmada da makarna üretimi için β -glukan, pirinç, buğday unu, tuz ve yumurta karışımı kullanılmıştır. Makarna için β -glukan ilave edilmeyen örneklerle kıyas edildiğinde duyu özelliklerinin kalitesini olumsuz etkilemeden β -glukanın katkı oranı toplam makarna ağırlığının % 10'u olduğu uygun görülmüştür(Havrlentova ve diğ. 2011).

Arpa ve yulaf, fonksiyonel gıda ürünleri için iyi bir temel oluştururlar. Tahıllar batı ülkelerinde lif alımının yaklaşık % 50'si ile diyet lifinin önemli bir kaynağıdır. Çavdar ve buğdayın hemiselülozik (yarı selüloz) polisakkaritleri ağırlıklı olarak pentozanlardan (arabinoksilanlar) oluşur, oysa yulaf ve arpa ağırlıklı olarak β -glukanlardan oluşur. Arpa ve yulafın her ikisinin β -glukanların içeriğine bağlı olarak

insan ve hayvanlarda toplam serum ve LDL kolesterolün düşürülmesinde etkili olduğu rapor edilmiştir. Dahası yüksek kolesterollü erkekler üzerinde yapılan 5 haftalık bir çalışmada 3,8 g/gün ile yulaf β -glukanlarının katıldığı süt benzeri bir yulaf ürünü % 6 oranında toplam serum ve LDL kolesterolde belirgin bir azalma göstermiştir. Benzer olarak başka bir çalışmada 4 hafta 8 g/gün düzeyinde arpa β -glukanları tüketen hafif yüksek kolesterollü erkeklerde plazma LDL kolesterol konsantrasyonlarının % 7 oranında düştüğü gösterilmiştir (Lambo ve diğ. 2005).

Yulaf lif konsantrasyonlarında çözünebilir β -glukanların miktarı, bu polimerlerin kayda değer bir bozulmasını gösteren, fermantasyondan sonra belirgin olarak azalmıştır. Bununla birlikte konsantrasyondaki bu azalma çözünebilir β -glukanların moleküler ağırlığını etkilememiştir. Tahıllar laktik asit bakterileri için uygun büyüme ortamı sağlarlar. Fermantasyon sonrası bütün örneklerin toplam lif konsantrasyonları ve yulaf örneğinin maksimum viskozitesi azalmasına rağmen moleküler ağırlıkları önemli ölçüde etkilenmemiştir (Lambo ve diğ. 2005).

Bir çalışmada besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla tarhanaya dört farklı oranda (% 10, 20, 30 ve 40) yulaf kırmısı ilavesi yapılmıştır. Kontrol örneği ise yulaf kırmısı içermemektedir. En yüksek diyet lif ve β -glukan değerleri % 40 yulaf kırmalı tarhana örneğinde tespit edilmiş ve bu değerler sırasıyla kontrolden yaklaşık 4 ve 8 kat fazla bulunmuştur. Yulaf kırmısının artan oranları tarhanaların fenolik madde içeriklerini de kontrole göre artırmıştır. Antioksidan kapasite üzerine de yulaf kırmısının pozitif yönde etkisi saptanmıştır. Artan yulaf kırmısı oranları ile fenolik asit miktarlarında da önemli artışlar kaydedilmiştir. Duyusal analiz bulgularında ise en yüksek genel beğeni puanını % 10 yulaf kırmısı ilaveli örnek alırken, tüm katkı oranlarında kontrole yakın değerler elde edilmiştir. Yulaf kırmısı katkısının kabul edilebilirlik açısından tarhananın duyusal özellikleri üzerine olumsuz bir etkisi olmadığı görülmüştür. Yulaf kırmısı katkısının tarhananın diyet lif, β -glukan ve fenolik madde içeriğini ve antioksidan kapasitesini artırıp, beslenme açısından yüksek bir katkı sağladığı ve fonksiyonel özellikler kazandırdığı tespit edilmiştir (Kilci ve Göçmen 2013).

Buğday unu içerdiği gliadin ve glutenin proteinlerinden oluşan glutenin fiziksel özellikleri nedeniyle ekmek yapmaya en uygundur. Buğday ununda 18 farklı aminoasidin bulunmasına rağmen proteinlerin yaklaşık 2/3'ü glutamin, prolin ve sistein aminoasitlerinden oluşmaktadır. Buğday unu esansiyel aminoasitlerden lisince fakirdir. Kavuzsuz yulaf unu protein miktarı yanında aminoasitlerce de zengindir.

Aminoasit kompozisyonu diğer tahıllara nazaran daha iyi durumdadır. Buğdayda en az bulunan aminoasit lisin olmasına karşılık yulaf önemli oranda lisin, arginin, lösin, izolösin aminoasitlerini aynı zamanda diğer tahıllarla aynı oranda treonin, metionin ve histidin içerir (Duran ve diğ. 2004).

Duran ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ekmek yapımında % 10, 20 ve 30 oranlarında yulaf unu kullanılmış ve etkileri incelenmiştir. Yulaf unu ile katılanmayan sadece buğday unu ile yapılan ekmek örneği de kontrol örneği olarak kabul edilmiştir.

Yulaf unu düşük kaliteli çok az gluten içerdiği için yulaf ununun buğday ununa katılmasıyla elde edilen deneme ekmeklerinin yapımında kullanılan un karışımlarının gluten miktar ve kalitesinin bir göstergesi olan zeleny sedimentasyon değerleri oldukça düşük çıktığı görülmüştür. Yulaf unu katılması karışımların nem içeriğini azaltırken, kül içeriklerini artırmış ve protein içeriğinde ise bir değişikliğe sebep olmamıştır. Yulafta çok az ve düşük kalitede öz oluşturan proteinlerin var olmasından dolayı ekmek yapımına uygun olmadığı görülmüştür. Yulaf ununun artan ilavesi ile kontrol örneğine göre gluten elastikiyeti hamurun gaz tutma kapasitesi azalmış gluten direnci ise artmıştır. Yulaf proteini yapısında kükürtlü aminoasitleri içeren çok az ve esnek olmayan gluten içerir, bu nedenle ilave edilen yulaf unu hamurun direncini artırırken elastikiyetini azaltır. Ayrıca yulaf ununun içerdiği pentozanlar yüksek su tutma kapasiteleri ile suyu tutarak sıkı hamur oluşmasına neden olmaktadır(Duran ve diğ. 2004).

Yulaf unu miktarı arttıkça hamurun elastikiyeti azalmıştır. Yulaf unu katılmış ekmeklerde ekmek içi sertlik değeri yüksek bulunmuştur. 24. saatte yapılan ölçümde değerlerde genel olarak azalış gözlenmiş 48. saatte artış ve 72. saatte büyük oranda azalış gerçekleşmiştir (Duran 2001).

Yulaf çeşitlere göre değişmekle birlikte % 5-6 oranlarında lifli (pentozan, β -glukan) materyal içerir. Hamur elastikiyetinin ve gaz tutma kapasitesinin azalmasına seyrelen gluten fazı da neden olmuştur. Yulaf unu buğday unu ile karıştırıldığında buğday gluteninin zayıflamasına neden olmaktadır. Duran ve arkadaşlarının yaptıkları bu çalışmada yulaf ununun en fazla % 10 oranında katılmasıyla hamurlar ekmek yapımı için uygun kabul edilmiştir. Artan yulaf unu ilavesiyle, hacim verimi, spesifik hacim ve kabuk/iç oranının kontrol örneğine göre azaldığını tespit etmişlerdir. Yulaf unu içerdiği proteinler ve lifli materyal nedeniyle hamur verimini artırmıştır. Ayrıca yulaf unu içerdiği lifli materyali nedeniyle hamurda tuttuğu suyu

kontrol örneğine göre daha çok muhafaza ettiği için ekmeklerin su içeriğini arttırmıştır. Ekmek hamurunda yarı sürekli bir faz olan gluten fraksiyonunun oranını ve elastikiyetini azalttığı için hamurun gaz tutma yeteneği azalarak hacim verimi ve spesifik hacim değerleri azalmıştır (Duran ve diğ. 2004).

Oomah (1983) araştırmasında yulaf ve buğday unu karışımlarından yapılan ekmeklerdeki hacim azalmasının zayıflayan glutenin gazı etkin olarak tutamamasından kaynaklandığını bildirmektedir. Ancak, bu çalışmada % 10'luk yulaf unu glutende çok fazla bir seyrelmeye neden olmamış, yulaf ununun içerdiği liflerin glutene yardımcı olmasından dolayı hacim artışı olduğu görülmüştür. Yulaf unu ilavesi, hacim verimini azalttığı için küçülen ekmeğin yüzey alanı da azalmış, ekmeğin su oranı artmış bu da ekmeğin daha ince kabuklu olmasına neden olduğu için katkılama düzeyine paralel olarak kabuk/iç oranı azalmıştır (Duran ve diğ. 2004).

Yulaf unu ilavesi L değerini kontrol örneğine göre düşürerek ekmeğin iç ve kabuk renginin beyazlığının azalmasına, a değerini artırarak ekmek içi ve kabuğunun kırmızılığının artmasına ve b değerini düşürerek ekmek içi ve kabuğunun sarılığının azalmasına neden olmuştur. Panelistler yulaf unu ilavesinin kontrole göre ekmeğin iç ve dış özelliklerini bozduğunu tespit etmişlerdir (Duran ve diğ. 2004).

Başka bir çalışmada, buğday ununa farklı oranlarda katılan yulaf unu, tam buğday unu, ince kepeğin hamburger ekmek özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Buğday unlarına yulaf unu, tam buğday unu, ince kepek ilavesi ile elde edilen hamburger ekmeklerinin hacim verimlerinin düştüğü, ekmek içi gözenek yapılarının hızla bozulduğu ve bunun sonucu olarak ekmek içlerinin sertleşmeye başladığı görülmüştür. Ancak bu katkıların ekmek tat ve kokusu üzerine kabul edilmemesine neden olacak etkileri de belirlenmemiştir. Lifli katkıların olumsuz etkilerini gidermek amacıyla %4 oranında gluten ilave edilmiş, glutenin % 4 oranı baz alınarak yulaf unu, tam buğday unu, ince kepek ile yapılan kombinasyonlar buğday unu örneklerinde genellikle gluten katılmayanlara kıyasla olumlu sonuçlar vermiştir. Bu kombinasyonlardan % 8 ince kepek + % 4 gluten ve % 7 yulaf unu + % 4 gluten katkıları ile tat ve koku bakımından da beğenilen ve daha yumuşak hamburger ekmeği üretilebileceği belirlenmiştir (Uzunkaya 1999).

Marangoni ve Poli (2008) ekmek ve bisküvi üzerinde çalışmışlardır. Test edilen kontrol (geleneksel) bisküvi ve kontrol (geleneksel) ekmek dışındaki ürünleri yavaş ekmek (slow bread) ve yavaş bisküvi (slow biscuits) olarak

adlandırmışlardır.Yavaş ürünler sadece yüksek lif içeriğinden dolayı kontrol örneklerden farklılık göstermiştir. Duyusal teste katılan gönüllü tüketiciler, bisküvi veya ekmeğin çeşidi ve kontrol ile yavaş ürünler arasında hiçbir farklılık görememişlerdir. Farklıürünlerde, karbonhidratlardan 75 g tüketildiğinde 15 kişide ortalama glisemik değerler ölçülmüştür. Özellikle, lifçe zenginleştirilmiş ekmeğin glisemik eğrisi kontrol ürününe göre daha düşük bir tepe ortaya koymuştur ve 15., 30. ve 75. dakikada düzeyler belirgin olarak daha düşük çıkmıştır (Marangoni ve Poli 2008).

Kontrol ve lifçe zenginleştirilmiş her iki bisküvinin alımıyla ilgili olarak 0. ve 15. dakikada oldukça benzer glikoz düzeyleri ortaya çıkmıştır. Fakat yavaş ürün tüketimden sonraki 45., 60. ve 90. dakikada belirgin olarak daha düşük konsantrasyonlar görülmüştür.

Farklı gıda maddelerindeki glisemik yanıtları daha iyi karşılaştırabilmek amacıyla, temel değerlerden glikoz konsantrasyonlarındaki değişim oranları test edilen bütün ürünler için hesaplanmıştır. Glikoz ile karşılaştırıldığında, bütün ekmek ve bisküvi eğrileri altındaki alanlar karbonhidrat yüklendikten sonra 15. dakikadan 90 dakikaya azalmış olduğu görülmektedir. Özellikle, lifçe zenginleştirilmiş her bir üründen elde edilen kan glukoz konsantrasyonlarındaki artışlar, kontrolü olan eşdeğerinden elde edilene göre daha düşüktür (Marangoni ve Poli2008).

Dört ürünün her biri için eğrinin altındaki alan ve glikoz eğrisinin altındaki alan arasındaki oran olarak hesaplanan düşük glisemik indeks (GI) kontrol ekmeği için 76, lifçe zenginleştirilmiş ekmek için 60, kontrol bisküvi için 44 ve lifçe zenginleştirilmiş bisküvi için 26'dır. Her iki modifiye üründeki liflerin varlığı düşük glisemik indeksi ekmek için % 21 ve bisküvi için % 41 oranında belirgin bir azalmayla sonuçlandırmıştır (Marangoni ve Poli2008).

Bu sonuçlar göstermiştir ki bu çalışmada test edilen lifçe zenginleştirilmiş gıdaların her ikisi de geleneksel olan ürünlerdekenden daha düşük glisemik indekse sahiptir. Bu etki, aynı karbonhidrat miktarlarının tüketimini takiben özel lif karışımı ile başlatılan glikoz konsantrasyonlarındaki indirgenmiş değişimleri yansıtır. Bisküvi ve ekmeğin her ikisi için de ulaşılan düşük glisemik indeks uluslar arası düşük glisemik indeks veri tabanı ve literatürlerde rapor edilen benzer ürünlerinkiyle karşılaştırıldığında mutlak olarak çok düşüktür. Aslında henüz tanımlanmamış olsa da, bisküvi 40'dan daha az bir düşük glisemik indekse sahipken, beyaz ekmek sadece

kepekli buğday ununun ilavesiyle 87'den 69'a azalan bir düşük glisemik indekse sahiptir (Marangoni ve Poli2008).

Bisküviler, yağlarca zenginleştirilmiş az bir düşük glisemik indekse sahipken, esas olarak mayalı un ile oluşturulan beyaz ekmeğe yüksek bir düşük glisemik indeks olarak ortaya çıkan göreceli düşük glisemik indeks açısından fırında pişirilen ürünlerin 'aşırı' olarak tarif edebilmek için vurgulamanın altını çizilmeye ihtiyaç vardır. (Başlangıç hamurunun % 20'den fazlasını temsil eden)

Bu gözlemler, geleneksel olanlarıyla aynı özelliklere sahip, fakat glikoz metabolizması üzerinde daha olumlu etkilere sahip ürünlerin elde edilmesi için yararlı olabilen diğer gıda maddelerinin hazırlanmasında da ana maddesinin rafine edilmiş buğday unu olduğu, yavaş lifle zenginleştirilmiş çeşidi ile geleneksel unun yerini alması şeklindeki hipotezine imkan verir (Marangoni ve Poli2008).

Sonuç olarak, bisküvi veya ekmeğin hazırlanmasında kullanılan un için bu çalışmada test edilen lif karışımının ilavesi onların düşük glisemik indeksini belirgin şekilde azaltır. Aynı lif katkılarını kullanarak üretilen, ara madde karakteristikleri ile diğer fırında pişirilen gıdalarda olabileceği de beklenen, glisemik indeks, içerik ve besin bileşenleriyle ilişkili çok farklı iki rafine edilmiş buğday esaslı ürünün her ikisinde de benzer bir etki gözleneceği düşünülmektedir (Marangoni ve Poli2008).

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

Çalışmada kullanılan hammaddelerden buğday unu, pirinç unu, kabartma tozu (sodyum bikarbonat) ve tuz Denizli’de bulunan marketlerden; emülgatör (Gliseril mono stearat, GMS 90), Huzur Kimya Ltd. (İstanbul); sorbitol (pure powder), Bereket Kimya Tıp Teknik Ltd. Şti. (İstanbul); karboksi metilselüloz (CMC), bisküvi yağı, yulaf kepeği ve yulaf unu, Sesim Sağlık Ürünleri Ltd. Şti. (Ankara); stevya ve guar gum hammaddeler.com internet satış sitesinden, eritrol ise homestead market, (Monticello, WI 53570 USA)’den temin edilmiştir.

Analizlerde; Folin Ciocalteu reagent (Merck, Almanya), sodyum karbonat (Riedel-de Haen, Almanya), gallik asit (Sigma-Aldrich, Almanya), HCl (Riedel-de Haen, Almanya), TroloxTM (Sigma-Aldrich, Almanya), DPPH (Fluka, Sigma Aldrich, USA), kimyasalları kullanılmıştır. Solvent olarak HPLC saflıktaki etanol ve metanol kullanılmıştır.

2.2.1 Bisküvilerin Üretimi

Bisküvi üretiminde un olarak; buğday unu, yulaf unu, yulaf kepeği ve pirinç unu, şeker yerine de stevya, sorbitol ve eritrol kullanılmıştır. CMC ve emülgatör de farklı miktar ve karışımlarda kullanılmıştır. Ayrıca, guar gum, yağ, kabartma tozu, tuz ve su temel bileşenlerdir. Tablo 2.1’de verildiği gibi dokuz farklı formülasyon uygulanarak dokuz çeşit bisküvi hazırlanmıştır.

Bisküvi üretiminde bütün örnekler için formülasyonda bulunan buğday unu, yulaf unu, yulaf kepeği, pirinç unu, stevya, sorbitol, eritrol, guar gum, yağ, kabartma tozu, tuz ve su miktarları aynıdır. Bisküviler CMC (karboksi metil selüloz) ve emülgatörün (gliseril mono stearat (GMS 90)) farklı oranlarda katılmasıyla hazırlanmıştır.

Bisküvi yapımında; yağ ile diğer malzemelerin birbirine homojen olarak karışması sağlanmış, suyun da ilavesiyle oluşan hamur yoğrulmuştur. Hamur şekil alacak kıvama gelinceye kadar yaklaşık 3 dakika yoğrulmaya devam edilmiştir. Ardından hamurun kurumasına fırsat vermeden şekil verme aşamasına geçilmiştir. Hamura 3 cm çapında ve 4.2 mm kalınlığında olacak şekilde dairesel şekil verilerek

180°C’de 8 dakika fırında (ASL makine, Türkiye) pişirilmiştir. Bisküviler soğumaları için oda sıcaklığında 15 dk bekletilmiş soğutulmuş bisküviler kilitli polietilen poşetlerde oda sıcaklığında depolanmıştır.

Tablo 2.1: Bisküvi Formülasyonları (100 g buğday unu, yulaf kepeği, yulaf unu ve pirinç unu karışımı esaslı üzerinden)

Bileşenler	Bisküvi Formülasyonları								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Buğday Unu	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Yulaf Kepeği	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Yulaf Unu	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Pirinç Unu	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Stevya	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Sorbitol	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Eritrol	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Yağ	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Kabartma Tozu	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Su	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tuz	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Guar Gum	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Emülgatör	-	-	-	1	1	1	2	2	2
CMC	-	0,5	1	-	0,5	1	-	0,5	1

2.2.2 Analitik Analizler

2.2.2.1 Kül Miktarı Tayini

Kül miktarı, AACC Method No: 08-01 (AACC, 1990)’a göre ve 2 değer in ortalaması olarak belirlenmiştir.

2.2.2.2 Rutubet Miktarı Tayini

Rutubet miktarı, AACC Method No: 44-15.02 (AACC, 1990)'a göre ve 2 değerin ortalaması olarak belirlenmiştir.

2.2.2.3 Protein Tayini

Protein miktarı, Kjeldahl metodu kullanılarak AACC Method No: 46-11A (AACC, 1990)'a göre belirlenmiştir. Protein değerleri 2 değerin ortalaması olarak verilmiş ve tüm örneklerde azot çeviri faktörü 6,25 olarak alınmıştır.

2.2.2.4 Yağ Tayini ve Yağ Ekstraksiyonu

Yağ tayini Soxhlet yöntemi kullanılarak AACC Method 30-25.01 (AACC, 1990)'a göre yapılmıştır. Sonuçlar 2 değerin ortalaması olarak verilmiştir.

2.2.3 Çap, Yükseklik, Hacim ve Yayılma Faktörü Ölçümü

Bisküvi çapları farklı yerlerden 2 defa ölçülmüş ve çap değerleri 4 örneğin ortalaması olarak verilmiştir. Yükseklik; 5 adet bisküvinin üst üste konularak ölçülmesiyle belirlenmiş ve bu değerler 2 değerin ortalaması olarak verilmiştir. Bisküvilerde yayılma faktörü bisküvi çapının bisküvi yüksekliğine bölünmesiyle elde edilmiştir.

2.2.4 Renk Analizi

Tüm örneklerin renkleri Hunter Lab Color Miniscan XE kullanılarak belirlenmiştir. Hunter L,a,b değerlerinden oluşan üçlü skalada L=100 beyaz, L=0 siyah; yüksek pozitif a renk değeri kırmızı, yüksek negatif a renk değeri yeşil; yüksek pozitif b renk değeri sarı ve yüksek negatif b renk değeri mavi olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar bisküvide 3 değerin ortalaması olarak verilmiştir.

2.2.5 Duyusal Analizler

Bisküvi örneklerinin duyusal analizi hedonik skala kullanılarak (1: Çok beğendim, 2: Beğendim, 3: Orta derecede beğendim, 4: Beğenmedim, 5: Hiç beğenmedim) mühendislik fakültesi öğrenci ve akademik personelinden oluşan yirmi yedi panalist tarafından yapılmıştır. Bisküviler “renk”, “koku”, “lezzet”, “yapısal özellik” ve “genel beğenilirlik” özellikleri bakımından değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Puanlama testi ile bisküvilerin farklılıkları ve önem derecesinin saptanması amaçlanmıştır.

2.2.6 Tekstür Analizi

Tekstür analizi, Brookfield markalı olan (CT3) tekstür analizörde gerçekleştirilmiştir. Tekstür analizi sürecinde örnekler kilitli polietilen poşetlerde, + 4 °C’de buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir. Bisküvi örneklerinde üretimin 1, 7, 15, 30. ve 60. günlerinde tekstür analizi yapılmış olup sonuçlardan sertlik döngüsü, toplam yük döngüsü, kırılgenlik ve ortalama yük değerleri değerlendirilmiştir. Örneklerin tekstür analizlerinde kullanılan parametreler Tablo 2.2’de verilmektedir.

Tablo 2.2: Bisküvi örneklerinin tekstür parametreleri

Tekstür Koşulları				
Örnekler	Kullanılan Başlık	Uygulanan Kuvvet (N)	İniş / Çıkış Hızı (mm/s)	Analiz Tipi
Bisküvi	Aparat (Tree point bend)	0,006	2	TPA

2.2.7 Toplam Fenolik Madde İçeriği

Toplam fenolik madde tayininde Folin Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Folin Ciocalteu ajanı, hacmen 1:10 oranında distile su kullanılarak seyreltilmiştir. Sodyum karbonat çözeltisi (%7.5) hazırlamak amacıyla 75 g/L olacak şekilde sodyum karbonat tartılıp ölçü balonunda distile suyla hacim çizgisine tamamlanmıştır. Gallik asit kalibrasyon eğrisi hazırlamak için 500mg/L

konsantrasyonda stok çözelti hazırlanmış ve lineer bölgede son konsantrasyon 5-100 mg/L olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. 300 µl örnek veya standart alınıp üzerine 1500 mL seyreltilmiş FC ajanı ilave edilmiştir. Reaksiyon başladıktan 5 dakika sonra 1200 mL %7.5 sodyum karbonat ilave edilmiş ve karışım 2 saat karanlık bir ortamda bırakılmıştır. Süre sonunda absorbanslar 760 nm dalga boyunda okunmuştur.

2.2.8 Toplam Antioksidan Kapasite Tayini

Bisküvi örneklerinin toplam antioksidan kapasite analizleri DPPH yöntemi ve ABTS kitleri (Mega Tıp, Gaziantep) kullanılarak yapılmıştır.

DPPH yöntemi, Thaipong ve diğ. (2006) tarafından önerilen yöntemin kısmen modifiye edilmesiyle kullanılmıştır. Bu amaçla DPPH stok çözeltisi metanol içerisinde son konsantrasyonu 24mg/100mL olacak şekilde hazırlanmış ve kullanım öncesinde -20 °C'de depolanmıştır. Çalışma çözeltisi, stok çözelti seyreltilerek hazırlanmış ve bu amaçla stok çözelti metanol ile son absorbans 1.2 ± 0.02 olacak şekilde seyreltilmiştir. Trolox kalibrasyon eğrisi için spektrofotometre küvetindeki son konsantrasyon 50µM'dan düşük olacak şekilde Trolox çözeltisi hazırlanmıştır. Deneyleerde 150 µL örnek veya standart 2850 µL DPPH çalışma çözeltisi ile karıştırılarak test tüplerinde karıştırılıp reaksiyona karanlık bir ortamda 60 dakika devam edilmiştir. Bu süre sonunda örnek absorbansları 515 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur.

Kontrol örneğinde ekstrakt yerine aynı hacimde %99.5 saflıkta metanol kullanılmıştır. DPPH toplam antioksidan değer standart kurveden yararlanılarak µmol TE/kg bisküvi KM olarak ifade edilmiştir. DPPH radikalinin inhibisyon oranı ise aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{İnhibisyon} = (\text{Abs}_{\text{kontrol}} - \text{Abs}_{\text{örnek}}) / \text{Abs}_{\text{kontrol}} \times 100$$

ABTS kitlerinin kullanımında, 500 µl Reagent 1 ve 30 µl standart/su/örnek ile mikroküvetin içinde karıştırılmış, 660 nm dalga boyunda ilk okuma yapılmıştır. Her bir mikroküvetin üzerine 75 µl Reagent 2 eklenmiştir ve oda koşullarında 10 dakika beklendikten sonra 660 nm'de son okuma gerçekleştirilmiştir. Standart, su, reagent 1 ve reagent 2 spektrofotometrenin okuma yapabilmesi amacıyla metanol:su (1:1) ile 11 kat seyreltilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki eşitliğe göre verilmiştir.

$$\text{[} (\Delta\text{Abs su}) - (\Delta\text{Abs örnek}) \text{]}$$
$$\text{Sonuç} = \frac{\text{[} (\Delta\text{Abs su}) - (\Delta\text{Abs örnek}) \text{]}}{\text{[} (\Delta\text{Abs su}) - (\Delta\text{Abs std}) \text{]}}$$

Δ Abs su = (suyun ilk absorbans değeri – suyun son absorbans değeri)

Δ Abs std = (standardın ilk absorbans değeri – standardın son absorbans değeri)

Δ Abs örnek = (örneğin ilk absorbans değeri – örneğin son absorbans değeri)

Toplam antioksidan kapasite bu iki yöntemin sonuçları değerlendirilerek tespit edilmiştir.

2.2.9 Diyet Lifi Analizi

Toplam diyet lifi içeriği, AOAC 993.21/NMKL 129/AOAC 992.16 analiz yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir.

2.2.10 Beta Glukan Analizi

Beta glukan analizi ticari kit (Megazyme) kullanılarak, bisküvi örneklerinde ve yulaf ununda, yulaf kepeğinde enzimatik ve spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Standart olarak kite dahil olarak verilen ve beta glukan miktarları bilinen yulaf kepeği ve buğday kepeği kullanılmıştır.

2.2.11 Mineral Analizi

Bisküvi örneklerinin mineral içeriklerini belirlemek amacıyla X-ışınları Floresans (XRF) tekniği kullanılmıştır. Bu analiz için belirlenen 9 adet bisküvi örnekleri halkalı değirmende 150-200 mesh boyutuna kadar öğütülmüştür. Daha sonra her bir bisküvi tozundan 6.25 gr alınarak, 1.4 gr bağlayıcı wax ile homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Karışım halindeki örnek tozu 15-20 N/m basınç altında, 40 mm çapında bir tablet şeklinde sıkıştırılmış ve analize hazır hale getirilmiştir. XRF analizleri Pamukkale Üniversitesi XRF Laboratuvarında “Spectro XEPOS-II PEDXRF” (Polarized Energy Dispersive XRF) cihazı kullanılarak yapılmıştır.

2.2.12 İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin JMP 8.0 İstatistik Paket Programında varyans analizleri yapılmış olup, LSD çoklu karşılaştırmaları $P < 0,05$ önemlilik düzeyinde yapılmıştır.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1 Bisküvilerin Kimyasal Özellikleri

Bisküvilerin nem, kül, protein ve yağ değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Bisküvilerin nem, kül, protein ve yağ değerleri (kuru maddede, %)

Formül kodu*	Nem	Kül	Protein	Yağ
1	3,10±0,40 ^(bc)	0,99±0,005 ^(b)	6,85±0,15 ^(c)	20,38±0,79 ^(ab)
2	2,87±0,10 ^(c)	1,04±0,015 ^(a)	7,10±0,60 ^(c)	21,16±0,28 ^(ab)
3	2,90±0,22 ^(c)	0,98±0,005 ^(bc)	6,50±0,30 ^(c)	20,65±0,33 ^(ab)
4	3,01±0,41 ^(c)	0,92±0,015 ^(de)	6,70±0,00 ^(c)	18,90±0,07 ^(b)
5	3,30±0,30 ^(bc)	0,90±0,015 ^(de)	7,35±0,35 ^(c)	18,72±0,75 ^(b)
6	4,20±0,20 ^(a)	1,04±0,020 ^(a)	6,00±0,20 ^(c)	18,22±2,21 ^(b)
7	3,95±0,35 ^(ab)	0,88±0,010 ^(e)	6,25±0,25 ^(c)	23,15±0,56 ^(a)
8	3,70±0,20 ^(abc)	0,94±0,025 ^(cd)	7,00±1,00 ^(c)	23,44±1,56 ^(a)
9	3,65±0,15 ^(abc)	0,94±0,005 ^(cd)	6,30±0,005 ^(c)	21,00±1,00 ^(ab)

(^{*} 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

Bisküvinin nem içeriği fırındaki sıcaklık dalgalanmalarına karşı duyarlıdır. Nem düzeyi, bisküvinin ilk başta raf ömrünü etkilemektedir. Pişirme işlemi, viskoelastik hamurun katı pişmiş ürün haline dönüştürülmesidir. Bu süreç, bisküvi boyutları (çap ve kalınlık), bisküvi ağırlığı ve bisküvinin nem içeriği dahil olmak üzere nihai bisküvinin fiziksel özelliklerini belirlemektedir (Cronin ve Preis 2000).

Analizlerde sıcaklık etkisini bertaraf edebilmek amacıyla bisküviler aynı sıcaklık derecesinde ve sürelerde pişirilmiştir. Nem içerikleri bakımından örnekler, birbirinden istatistiksel olarak çok farklı çıkmamış, GMS ve CMC’nin yüksek oranda kullanıldığı bisküvilerde nem içeriği artış göstermiştir. Lifli yapıda olan CMC’nin ilave edildiği örneklerde nem tutmasının bu duruma yol açabileceği düşünülmüştür. Hidrokolloidlerin su tutma kapasitesini artırıcı olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Yapılan başka çalışmada yulafli bisküviye % 10 ve % 20 oranında beta-glukan ilave edilmiş, bu durum bisküvinin nem içeriğini ve yapışkanlığını artırmış, tat bakımından da geliştirmiştir (Havrlentova ve diğ. 2011).

Ekmek yapımına ilave edilen yulaf unu içerdiği lifli materyali nedeniyle, hamurda tuttuğu suyu kontrol örneğine göre daha çok muhafaza ettiği için ekmeklerin su içeriğini artırmıştır (Duran ve diğ. 2004).

Yine CMC'nin ilave edildiği örneklerde kül miktarında artış anlamlı bulunmuş bu durumun katkılanan CMC'nin kül içeriğinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

Bisküvinin kalitesi hamurunun fizikokimyasal özelliklerine bağlıdır. Un, yağ ve su seviyeleri ile pişirme parametreleri, protein bileşimini de etkilemektedir. Pişirme sırasında meydana gelen biyokimyasal ve fizikokimyasal reaksiyonlar (suyun buharlaşması, protein denatürasyonu ve maillard reaksiyonu gibi) bisküvi kalitesini etkilemektedir (Brennan ve Samyue 2004).

Yağ sonuçları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamış, bunun da nedeni örneklerde aynı oranlarda yağın kullanılması ve farklı oranda kullanılan GMS ve CMC'nin yağ içeriğine etki etmemesi olmuştur.

Örnekler arasında protein miktarlarında da istatistiksel olarak fark görülmemiştir. Bisküvi üretiminde kullanılan unların protein içerikleri incelenmiş olup, yulaf kepeğinin protein bakımından zengin olduğu görülmüştür.

Kavuzsuz yulaf unu protein miktarı yanında aminoasitlerce de zengindir. Aminoasit kompozisyonu diğer tahıllara nazaran daha iyi durumdadır. Buğdayda en az bulunan aminoasit lizin olmasına karşılık yulaf önemli oranda lizin, arginin, lösin, izolösin aminoasitlerini aynı zamanda diğer tahıllarla aynı oranda treonin, metionin ve histidin içermektedir (Duran 2001).

Unların protein değerleri de Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Unların Protein Değeri (kuru maddede, %)

Un Çeşidi	Protein
Buğday Unu	12,55±0,15 ^(b)
Yulaf Unu	13,55±0,05 ^(b)
Yulaf Kepeği	17,00±0,40 ^(a)
Pirinç Unu	7,10±0,70 ^(c)

Kullanılan unların protein miktarlarını birbirleriyle kıyasladığımızda, pirinç ununun protein değerinin mamül bisküvilerle yakın sonuçlar verdiği, yulaf ununda daha yüksek oranda protein görülmekle beraber buğday unuyla aralarında bu bakımdan anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Bu sınıfta protein miktarı en fazla olan yulaf kepeğinin protein içeriği ise anlamlı olarak farklı bulunmuştur.

3.2 Bisküvilerin Fiziksel Özellikleri

Emülgatörlerin (gliserol mono stearat ve lesitin gibi) herhangi birinin bisküvi formülasyonuna eklenmesi, glutene etki ederek hamurun stabilitesinde ve sertliğinde azalmaya neden olur. Hamur daha uyumlu bir yapı kazanır. Yağ formülasyonlarında kullanıldığında ise bisküvi kalınlığında önemli derecede yükselme görülür. Bisküvide daha iyi yüzey özellikleri oluşur. Yapılan bir çalışmada gliserol mono stearat ve lesitin, sodyum stearol laktolata kıyasla bisküvi kalitesinde büyük bir gelişime neden olduğu görülmüştür. Kullanılan yüzey aktif maddenin bisküvi kalitesine büyük bir fayda sağladığını göstermiştir (Manohar ve Rao, 1999).

Bisküvilerin çap, yükseklik ve ağırlık değerleri Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3: Bisküvilerin çap, yükseklik veyayıma faktörü değerleri

Formül kodu *	Çap (mm)	Yükseklik (mm)	Yayıma faktörü
1	31,85±0,22 ^(bc)	6,67±0,01 ^(cd)	4,75±0,05 ^(b)
2	32,00±0,00 ^(bc)	6,91±0,01 ^(b)	4,64±0,01 ^(cd)
3	31,75±0,25 ^(bc)	6,91±0,01 ^(b)	4,57±0,07 ^(de)
4	32,65±0,10 ^(a)	6,92±0,01 ^(b)	4,72±0,03 ^(bc)
5	32,15±0,10 ^(ab)	6,72±0,02 ^(c)	4,79±0,02 ^(b)
6	32,05±0,05 ^(b)	6,93±0,03 ^(b)	4,64±0,01 ^(cd)
7	32,60±0,08 ^(a)	6,63±0,03 ^(d)	4,90±0,01 ^(a)
8	32,20±0,08 ^(ab)	6,94±0,04 ^(b)	4,65±0,01 ^(cd)
9	31,50±0,38 ^(c)	7,11±0,01 ^(a)	4,47±0,03 ^(e)

(* 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

Bisküvi üretiminde protein oranı yüksek olan unların kullanılması, bisküvilerin fazla miktarda kabarmasını sağlayarak yükseklik değerlerini artırmaktadır. β glukana ise genelde bisküvide çap değerlerinde azalmaya yol açmaktadır. Bisküvilerde yağ oranı arttıkça yayılma miktarı azalırken, yükseklik artmaktadır (Pareyt ve diğ. 2009). Çalışmada örnekler arasında yağ miktarı sabit tutulduğu için, yayılma miktarını etkileyen GMS ve CMC oranlarının değişmesi olmuştur.

Yapılan analizlerde bisküvilerin çap değerlerinde azalma olmamışken, çok belirgin bir artış da görülmemiştir. Emülgatör ilavesi, çaptaki ve yayılma faktörünü her zaman anlamlı bulunmasa da artırmış CMC kullanımı ise azaltmıştır. Yayılma faktörünün yüksek olması ile bisküvi kalitesi arasında pozitif ilişki olduğu ileri sürülmektedir. En yüksek yayılma faktörü 7 numaralı örnekte görülmüş, kullanılan emülgatörün hacimde artışı desteklediği anlaşılmıştır.

Bisküvi üzerine yapılan bir çalışmada elma lif konsantrasyonu arttıkça, bisküvi çapı azalmış, kalınlığı ise artmıştır. Ayrıca, elma lifi işlenen bisküviler buğday ve yulaf kepeğini içeren hamurdan daha kuru bir görünüme sahip olmuştur. Hamur kuru olunca, yayılma azalmış, bisküviler küçük ve kalın olmuştur (Chen ve diğ. 1988).

Başka bir çalışmada da kekin fonksiyonel özelliklerini incelemek amacıyla, inulin, guar gum ve yulaf lifi tek başına ve kombinasyon halinde kek formülasyonuna % 20 oranında pirinç unu yerine ilave edilmiştir. Liflerin keke ilavesinde viskozitede artış görülmüş, hacimlerinde değişim meydana gelmiştir (Gularte ve diğ. 2012).

Yapılan bir başka çalışmada da çeşitli lif örnekleriyle zenginleştirilen bisküvilerin çaplarında çok önemsenmeyecek şekilde bir azalma olduğu görülmüş, bisküvi çapındaki azalma β -glukana ile zenginleştirilmiş örneklerde daha dikkat çekici olmuştur. Bisküvinin yüksekliğindeki değişiklikler de anlamsız bulunmuştur (Brennan ve Samyue 2004).

Lazaridou ve ark. (2007), ekmek hacminin CMC ve β -glukana ilavesi ile arttığını, ancak hidrokolloid düzeyinin % 1'den % 2'ye artması ekmek hacminde azalmaya sebep olmuştur (Lazaridou ve diğ. 2007).

3.3 Bisküvilerin Renk Özellikleri

Bisküvi yapımında kullanılan şekerler, seviyesine ve türüne bağlı olarak bisküvinin çeşitli reolojik özelliklerini etkilemektedir. Ayrıca, Manohar ve Rao (1997)'nin yapmış oldukları çalışmada kullanılan şeker çeşitlerinin hamurun yapışkanlık özelliklerine etki ettiği de görülmüştür. Şeker ve şeker şurupları normal bisküvi rengini geliştirmek için ilave edilmiştir (Manohar ve Rao 1997). Çalışmamızda, formülasyonlarda kullanılan şekerler çeşit ve miktar açısından sabit olduğundan bisküvilerin renk analiz sonuçları birbirine yakın bulunmuş, istatistiksel olarak fark görülmemiştir.

Genel bir değerlendirme olarak 100 gram un karışımında % 2 ye kadar emülgatör kullanımı ve % 1'e kadar olan CMC kullanımının bisküvilerin pişme sonunda renk değerlerinde herhangi bir etkisi olmamıştır.

Bisküvilerin renk değerleri Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4: Bisküvilerin renk değerleri (L, a, b)

Formül kodu*	L	a	b
1	66,53±0,59 ^(a)	6,42±0,49 ^(a)	21,19±0,40 ^(a)
2	65,09±1,83 ^(a)	7,00±1,05 ^(a)	21,34±0,31 ^(a)
3	66,11±0,77 ^(a)	6,54±0,49 ^(a)	21,16±0,25 ^(a)
4	66,54±0,21 ^(a)	6,24±0,22 ^(a)	21,17±0,23 ^(a)
5	66,55±1,45 ^(a)	6,56±0,83 ^(a)	21,29±0,27 ^(a)
6	67,23±1,69 ^(a)	6,24±1,17 ^(a)	21,11±0,62 ^(a)
7	67,47±1,02 ^(a)	5,92±0,75 ^(a)	21,01±0,42 ^(a)
8	66,10±1,36 ^(a)	6,83±0,92 ^(a)	21,48±0,45 ^(a)
9	67,91±1,53 ^(a)	5,42±1,04 ^(a)	20,54±0,59 ^(a)

(* 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

Yapılan bir çalışmada CMC ile katkılanan örneklerde ekmek içi ve kabuğunda L değerinde artış ve daha açık bir renk görülmüştür. “b” değeri ise çok az etkilenmiştir. Hidrokolloidlerin rengi açma etkisi su dağılımı etkisine ek olarak, maillard reaksiyonunu ve karamelizasyonunu etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Yüksek su içeriğinde materyallerin seyrelmesi esmerleşme reaksiyonunun azalmasına neden olmuştur (Mohammadi ve diğ. 2014).

3.4 Bisküvilerin Duyusal Özellikleri

Bisküvilerin duyusal özellik değerleri Tablo 3.5'te verilmiştir. Tad açısından beğenilen örneklerin, tekstür ve renk bakımından da kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. En yüksek genel beğeni gören örnek GMS'nin %1 oranında kullanıldığı 4 numaralı örnek olmuştur. Emülgatörün %2 oranında kullanıldığı 7 numaralı örnek bunu takip etmiştir. CMC ve emülgatörün birlikte ve daha farklı oranlarda kullanıldığı diğer örneklerin duyusal olarak belirli bir beğeni sırasına sokmak çok mümkün olmamış farklı oranlarda skorlar almışlardır. Karboksimetil selüloz lifli yapısı nedeniyle yüksek su tutma kapasitesine sahiptir. Bu nedenle kullanıldığı bisküvi örneklerinde nemi bünyesinde barındırdığı görülmüş, bu da tüketiciler tarafından arzu edilen bisküvi kıtırlığını olumsuz etkilemiştir.

Tablo 3.5: Bisküvilerin duyusal özellikleri değerleri

Formül kodu*	Renk	Koku	Tad	Tekstür	Genel Beğeni
1	2,96±0,08 ^(a)	2,89±0,04 ^(a)	3,08±0,04 ^(c)	3,23±0,04 ^(c)	3,21±0,06 ^(bc)
2	2,81±0,00 ^(ab)	2,76±0,02 ^(b)	3,87±0,02 ^(a)	4,26±0,07 ^(a)	3,74±0,07 ^(a)
3	2,63±0,00 ^(cd)	2,56±0,00 ^(de)	2,95±0,06 ^(d)	3,11±0,04 ^(cd)	3,04±0,08 ^(cd)
4	2,50±0,06 ^(de)	2,63±0,00 ^(cd)	2,60±0,04 ^(g)	2,78±0,04 ^(e)	2,62±0,06 ^(g)
5	2,69±0,06 ^(bc)	2,56±0,08 ^(de)	2,85±0,00 ^(e)	3,07±0,00 ^(d)	2,81±0,00 ^(ef)
6	2,93±0,04 ^(a)	2,69±0,02 ^(bc)	3,43±0,02 ^(b)	3,65±0,06 ^(b)	3,28±0,06 ^(b)
7	2,56±0,08 ^(cde)	2,37±0,04 ^(f)	2,95±0,02 ^(d)	2,69±0,02 ^(e)	2,69±0,06 ^(fg)
8	2,46±0,02 ^(e)	2,50±0,02 ^(e)	2,74±0,00 ^(f)	2,71±0,04 ^(e)	2,73±0,06 ^(fg)
9	2,69±0,02 ^(bc)	2,47±0,06 ^(ef)	3,06±0,02 ^(c)	3,00±0,04 ^(d)	2,97±0,04 ^(de)

(* 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

Karboksi metil selüloz gibi selüloz türevlerinin katkılındığı ürünlerde renge ve tada etkisi olmayıp, kalorisi yoktur. CMC ve bu şekilde hidrokolloid grubuna giren gam maddeleri de diyet lifi grubuna girmektedirler. Gamlar ile selüloz türevlerinin kalori değeri 1 kcal/g iken yulaf kaynaklı dekstrinlerin kalori değerleri 1 cal/g'dan daha düşüktür. Bu amaçla, Ognean ve ark. (2006), ekmek yapımında

buğday ununa % 1, 3, 5 ve 10 oranlarında karboksi metil selüloz eklemişler, % 1 ve % 3 ilaveli örneklerin kontrol numunesine göre daha iyi duyuusal özelleiklere sahip olduğunu görmüşlerdir. CMC'nin lifli yapısı nemi koruyarak yüksek su tutma kapasitesi sağlaması ekmek, simit, kek ve bisküvi gibi ürünlerin fiziksel formunu muhafaza etmesine yardımcı olur. Selülozun eklenmesi, önemli ölçüde lif içeriğini artırırken, toplam karbonhidrat ve kalori içeriğini azaltmaktadır (Ognean ve diğ. 2006). Yapılan bir çalışmada, tam buğday ununa katılan yulaf ununun hamburger ekmeğinin içlerini sertleştirmeye başladığı görülmüştür. (Uzunkaya 1999).

Buğday, pirinç, arpa ve yulaf kepeği ile hazırlanan bisküvilerde kepek seviyesindeki artış bisküvinin tat ve lezzetini % 20 seviyesinde etkilemiştir. Bisküvilerin ağızda bıraktığı tat bakımından % 20 seviyesinde düşüş olmuş ve ağızda kuru bir tat bırakmıştır (Sudha ve diğ. 2007).

3.5 Bisküvilerin Tekstürel Özellikleri

Bisküvinin tüketiciler açısından kabul görmesinde etkili olan faktörlerden bir diğeri de tekstürel özellikleridir. Bisküvi tekstürünün oluşumunda etkili olan faktörlerin başında kullanılan şeker miktarı gelmektedir. Şeker oranının azalması bisküvi sertliğinin de azalmasına neden olur. Sertliği azalan bisküvilerde ise yumuşama ve daha kolay parçalanma görülmektedir (Pareyt ve diğ. 2009).

Aşağıda bisküvi örneklerinde belirlenen tekstür sonuçları ayrı ayrı verilmiştir. Bisküvilerin tekstür değerleri Tablo 3.6'de bisküvilerin sertlik, Tablo 3.7'da toplam yük döngüsü, Tablo 3.8'de kırılgnalık ve Tablo 3.9'de toplam yük değerleri verilmiştir.

Sertlik bakımından en yüksek değerler, lifli yapıda olan CMC'nin kullanıldığı bisküvilerde kaydedilmiştir. GMS'nin de bu durumu pozitif yönde desteklediği görülmüştür. CMC ile katkılanmayan örneklerde sertlik ve kırılgnlıklarındaki düşüş istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. CMC ve GMS'nin yüksek oranlarda birlikte kullanıldıkları örneklerde, en yüksek sertlik değeri istatistiksel olarak anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca, bisküvilerde tekstürel özellikleri bakımından birinci gün ile diğeri günler arasında bazı örneklerde fark anlamlı olmamakla beraber rakamlara bakıldığında sertlikte diğeri günlerinde zamanla azalma gözlenirken özellikle kontrol

örneklerinde ve CMC'li örneklerde sertlik zamanla artmış daha sonra tedrici olarak azalmıştır.

Tablo 3.6: Bisküvilerin sertlik değerleri

Formül kodu *	Sertlik (N)				
	(1. gün)	(7. gün)	(15. gün)	(30. gün)	(60. gün)
1	6,47±0,67 ^(B,b)	6,33±0,49 ^(E,b)	10,82±2,41 ^(B,a)	5,95±0,60 ^(C,b)	6,68±0,23 ^(D,b)
2	9,47±0,56 ^(AB,a)	8,78±1,23 ^(BCD,a)	7,50±0,37 ^(CD,a)	7,18±0,30 ^(BC,a)	6,89±0,42 ^(D,a)
3	11,47±1,28 ^(A,a)	10,72±0,70 ^(AB,a)	10,38±0,32 ^(BC,a)	8,11±1,52 ^(BC,a)	9,06±0,33 ^(C,a)
4	7,00±1,50 ^(B,a)	6,17±0,85 ^(E,a)	6,41±0,17 ^(D,a)	5,92±0,95 ^(C,a)	6,01±0,20 ^(D,a)
5	8,73±1,83 ^(AB,a)	6,68±0,47 ^(DE,a)	7,97±0,21 ^(BCD,a)	6,30±0,16 ^(C,a)	9,94±0,77 ^(BC,a)
6	9,25±1,25 ^(AB,a)	10,38±0,77 ^(BC,a)	8,13±0,76 ^(BCD,a)	9,29±0,79 ^(B,a)	9,09±0,35 ^(C,a)
7	7,08±0,35 ^(B,b)	10,19±0,93 ^(BC,a)	7,42±1,03 ^(CD,b)	6,33±0,52 ^(C,b)	6,52±0,42 ^(D,b)
8	9,65±0,70 ^(AB,b)	8,38±0,51 ^(CDE,b)	11,03±1,00 ^(B,a)	9,02±1,05 ^(B,b)	11,61±1,00 ^(AB,a)
9	11,28±0,85 ^(A,c)	12,74±0,36 ^(A,b)	14,56±1,45 ^(A,a)	12,01±0,80 ^(A,b)	13,34±1,28 ^(A,b)

(^{*} 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

Not: Büyük harfler, örnekler arası farklılıkları; küçük harfler günler arası farklılıkları göstermektedir.

Gularte ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada keke katılan yulaf lifi sonucunda kekin kırıntı sertliğinde artış görülmüştür (Gularte ve diğ. 2012).

Gliserol monostearat fırın ürünlerinde sıvı faz içindeki havanın alt kısımlara iletilmesine yardımcı olarak köpük oluşumunu teşvik eder ve hava hücrelerinde yağın muntazam bir şekilde dağılmasını sağlar. Gazın genişlemesi için daha çok ortam oluşturur. Böylece, hacimde artış ve yumuşak tekstür oluşumu sağlanmış olur (Manisha ve diğ. 2012). Yapılan bir çalışmada, gliserol monostearatın eriştenin sertliğini biraz, elastikiyetini ve çiğnenebilirliğini önemli derecede düşürdüğü gözlemlenmiştir (Kaur ve diğ. 2005). Gliserol monostearatın çalışmamızda tek başına kullanıldığı örneklerde sertlik değerini düşürdüğü görülmüş, karboksi metilselüloz ile birlikte kullanıldığı zaman bu etkisi azalmıştır.

Tablo 3.7: Bisküvilerin toplam yük döngüsü değerleri

Formül kodu*	Toplam yük döngüsü (kj)				
	(1. gün)	(7. gün)	(15. gün)	(30. gün)	(60. gün)
1	5,98±0,90 ^(B,a)	4,43±0,57 ^(D,a)	5,09±0,60 ^(DE,a)	4,81±0,62 ^(E,a)	3,34±0,50 ^(E,a)
2	7,27±0,20 ^(B,a)	7,08±1,12 ^(BC,a)	6,28±0,87 ^(CDE,a)	6,54±0,23 ^(CD,a)	5,48±0,70 ^(CD,a)
3	15,12±0,33 ^(A,a)	8,81±0,36 ^(AB,b)	8,95±0,47 ^(AB,b)	7,69±0,86 ^(BC,bc)	6,34±0,51 ^(BC,c)
4	5,29±0,56 ^(B,a)	4,11±0,43 ^(D,a)	4,29±0,20 ^(E,a)	4,06±0,49 ^(E,a)	3,71±0,28 ^(DE,a)
5	7,67±1,18 ^(B,a)	5,43±0,24 ^(CD,a)	5,79±0,60 ^(CDE,a)	5,10±0,13 ^(DE,a)	5,18±0,59 ^(CDE,a)
6	7,55±0,78 ^(B,a)	8,22±0,94 ^(AB,a)	7,74±1,36 ^(ABC,a)	9,05±0,37 ^(AB,a)	6,94±0,32 ^(BC,a)
7	6,66±0,19 ^(B,ab)	7,11±0,86 ^(BC,a)	4,73±0,56 ^(E,c)	5,09±0,24 ^(DE,bc)	3,37±0,61 ^(E,c)
8	13,30±0,77 ^(A,a)	7,59±0,04 ^(B,b)	7,24±0,56 ^(BCD,b)	7,50±0,78 ^(BC,b)	7,57±0,34 ^(B,b)
9	14,55±1,39 ^(A,a)	9,99±1,08 ^(A,a)	10,16±1,45 ^(A,a)	9,59±0,53 ^(A,a)	10,32±1,32 ^(A,a)

(^a 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

Not: Büyük harfler, örnekler arası farklılıkları; küçük harfler günler arası farklılıkları göstermektedir.

Bisküvilerin toplam yük döngüleri ve kırılma değerlerinin de sertlik değerleri ile paralel olduğu tespit edilmiştir.

Karboksi metil selüloz fırıncılık ürünlerinde yapısal tutarlılığı sağlamaktadır. Yüksek su emici kapasiteleri ile gıdalar diğer stabilizatörler ile kombinasyon halinde kullanılırlar. CMC yüksek viskozite değerlerine neden olarak düşük kesme oranlarına sahiptir. Hidrokolloidlerin nişastanın yapısı üzerinde zayıflatıcı bir etkisi vardır. Suyun daha iyi dağılımını sağlayan gıdalar, aynı zamanda kırılmanın sertliğinde azalmaya neden olabilirler. Bazı çalışmalar hidrokolloidlerin konsantrasyonundaki artış ile birlikte hamurun yumuşaklığındaki artışın paralel olduğunu öne sürmüşlerdir.

Tablo 3.8: Bisküvilerin kırılmalık değerleri

Formül kodu *	Kırılmalık (N)				
	(1. gün)	(7. gün)	(15. gün)	(30. gün)	(60. gün)
1	6,47±0,67 ^(B,a)	6,33±0,49 ^(E,a)	10,82±2,41 ^(B,a)	5,95±0,60 ^(C,a)	6,68±0,23 ^(D,a)
2	9,47±0,56 ^(AB,a)	8,78±1,23 ^(BCD,a)	7,50±0,37 ^(CD,a)	7,18±0,30 ^(BC,a)	6,89±0,42 ^(D,a)
3	11,47±1,28 ^(A,a)	10,72±0,70 ^(AB,a)	10,38±0,32 ^(BC,a)	8,11±1,52 ^(BC,a)	9,06±0,33 ^(C,a)
4	7,00±1,50 ^(B,a)	6,17±0,85 ^(E,a)	6,41±0,17 ^(D,a)	5,92±0,95 ^(C,a)	6,01±0,20 ^(D,a)
5	8,73±1,83 ^(AB,a)	6,68±0,47 ^(DE,a)	7,97±0,21 ^(BCD,a)	6,30±0,16 ^(C,a)	9,94±0,77 ^(BC,a)
6	9,25±1,25 ^(AB,a)	10,38±0,77 ^(BC,a)	8,13±0,76 ^(BCD,a)	9,29±0,79 ^(B,a)	9,09±0,35 ^(C,a)
7	7,08±0,35 ^(B,b)	10,19±0,93 ^(BC,a)	7,42±1,03 ^(CD,b)	6,33±0,52 ^(C,b)	6,52±0,42 ^(D,b)
8	9,65±0,70 ^(AB,a)	8,38±0,51 ^(CDE,a)	11,03±1,00 ^(B,a)	9,02±1,05 ^(B,a)	11,61±1,00 ^(AB,a)
9	11,28±0,85 ^(A,a)	12,74±0,36 ^(A,a)	14,56±1,45 ^(A,a)	12,01±0,80 ^(A,a)	13,34±1,28 ^(A,a)

(* 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

Not: Byk harfler, rnekler arası farklılıkları; kk harfler gnler arası farklılıkları gstermektedir.

Pişirilmiş rnlerde tketiciler beğenilerinin oluşumunda bisküvi tekstürü önemli bir faktör oluşurmaktadır. Çeşitli liflerin bisküvide kullanıldığı çalışmada bisküvi sertliği patates lifi hariç olmak üzere azalmıştır. Kullanılan lifler % 10 oranına kadar bisküvilere eklendiğinde kırılmalık özelliklerinde herhangi bir olumsuzluk oluşurmamış, β -glukan ile zenginleştirilen örneklerde ise düşük seviyelerdeki lif ilavesinin bisküvi tekstürünü çok fazla etkilemediği grlmştir (Brennan ve Samyue 2004).

Kullanılan hidrokolloidler genellikle yapı geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Yüksek viskoziteli çözünebilir lifler hamurun yoğrulması sırasında suyu hızlı bir Şekilde emerek uygun karakterde hamurun oluşması için gerekli olan suyu da kullanırlar. Oluşan gluten ağı bisküvi sertliğinde artışa neden olup bisküvi kalitesi üzerinde olumsuz etkiye yol açabilmektedir. Lifle zenginleştirilmiş hamurların su içeriğini artırmak bu açıdan önemlidir(Villemejeane ve diğ. 2013).

Tablo 3.9: Bisküvilerin toplam yük değerleri

Formül kodu*	Toplam Yük (N)				
	(1. gün)	(7. gün)	(15. gün)	(30. gün)	(60. gün)
1	0,07±0,023 ^(CD,a)	0,01±0,000 ^(D,b)	0,02±0,009 ^(BC,b)	0,017±0,007 ^(BC,b)	0,01±0,009 ^(B,b)
2	0,08±0,006 ^(CD,a)	0,06±0,017 ^(AB,a)	0,05±0,012 ^(ABC,a)	0,07±0,009 ^(BC,a)	0,05±0,017 ^(AB,a)
3	0,66±0,15 ^(A,a)	0,04±0,013 ^(BCD,b)	0,09±0,021 ^(A,b)	0,11±0,044 ^(AB,b)	0,03±0,020 ^(AB,b)
4	0,03±0,009 ^(D,a)	0,02±0,019 ^(CD,a)	0,01±0,013 ^(C,a)	0,003±0,003 ^(C,a)	0,03±0,018 ^(AB,a)
5	0,08±0,027 ^(CD,a)	0,05±0,015 ^(BC,a)	0,02±0,003 ^(BC,a)	0,05±0,027 ^(BC,a)	0,03±0,012 ^(AB,a)
6	0,07±0,023 ^(CD,a)	0,08±0,015 ^(A,a)	0,09±0,031 ^(A,a)	0,17±0,081 ^(A,a)	0,04±0,010 ^(AB,a)
7	0,11±0,021 ^(CD,a)	0,03±0,006 ^(BCD,b)	0,05±0,012 ^(ABC,b)	0,01±0,003 ^(C,b)	0,02±0,006 ^(B,b)
8	0,31±0,023 ^(BC,a)	0,06±0,003 ^(ABC,bc)	0,08±0,031 ^(A,b)	0,03±0,003 ^(BC,c)	0,05±0,012 ^(AB,bc)
9	0,53±0,191 ^(AB,a)	0,04±0,003 ^(BCD,b)	0,07±0,000 ^(AB,b)	0,06±0,018 ^(BC,b)	0,07±0,020 ^(A,b)

(* 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

Not: Büyük harfler, örnekler arası farklılıkları; küçük harfler günler arası farklılıkları göstermektedir.

3.6 Bisküvilerin Toplam Fenolik Madde içerikleri

Fenolik bileşikler bitkisel kaynaklı gıdalarda ve içeceklerde sağlığı destekleyen bileşenler olarak kabul edilmiştir. Bunların antikarsinojenik, antimutajen ve antimikrobiyel etkiler sergilediği bildirilmiştir.

Tahıl taneleri fenolik asitler, saponinler, fito ve flavonoidleri içermektedir. Ferulik, vanilik ve kumarik asitlerden olan serbest fenolik asitler, buğdayda antioksidan aktiviteyi oluşturmuşlardır. Buğdaydaki en önemli antioksidanlardan biri fenolik antioksidanlardır ve protein veya polisakkaritler ile kompleksler oluşturabilirler. Bunun üzerine yapılan çalışmada elma, limon ve buğdaydan türetilen lifler bisküvilere eklenmiş, bu doğal liflerin ilavesi de fenolik ve toplam diyet lifi gibi yararlı biyolojik bileşenlerin yüksek içeriklerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Sivam ve diğ. 2010).

Fenol içeriği bakımından örneklerin birbirlerinden farklı oldukları ve bu farklılıkların anlamlı olduğu görülmüştür. Genel olarak aynı hammadde kullanılarak üretilmiş bisküvilerde emülgatör ve CMC oranlarında yapılan değişikliklerin fenolik madde oranını etkilememesi beklenirken işlem gören bisküvilerin sonuçlarındaki bu farklılıklar, ancak ölçüm metodunun pişme sonucu oluşan Maillard reaksiyonu ürünlerinde ve karamelizasyon sonucu oluşan ürünlerde fenolik karakterdeki ürünlerdeki farklılıkları tesbitinden kaynaklanıyor olabileceğini akla getirmiştir. Bulunan sonuçlara göre CMC'nin kullanımı fenolik madde içeriğini pozitif etkilemiş, ancak % 1 oranındaki etkisi % 0,5 oranındaki kadar olmamıştır. Emülgatör oranının artması da daha homojen bir karışım sağlayarak pozitif etki sağlamıştır.

Bisküvilerin toplam fenolik içerikleri Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10: Bisküvilerin toplam fenolik içerikleri (mg GAE/kg bisküvi KM).

Formül kodu*	Fenol İçeriği
1	661,37±47,47 ^(bc)
2	804,86±27,46 ^(a)
3	720,90±7,54 ^(b)
4	459,93±2,36 ^(f)
5	591,23±3,92 ^(cde)
6	634,76±28,23 ^(cd)
7	543,72±14,93 ^(e)
8	636,67±32,13 ^(cd)
9	565,17±23,51 ^(de)

(* 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

Hidrokolloidler su dağılımına etki ederek, maillard reaksiyonunu ve karamelizasyonu etkilemektedir. Yüksek su içeriğinde materyallerin seyrelmesi, esmerleşme reaksiyonlarının azalmasına neden olmaktadır (Mohammadi ve diğ. 2014). Suyu bağlayan karboksil metilselülozda da bu etki açıkça görülmüştür. Çünkü, CMC'nin temel görevi su tutma gücünü geliştirmektir.

Pirinç, buğday, mısır, yulaf ve arpa unundan yapılan keklerde, örneklerin fenolik madde içerikleri incelenmiş, fenolik içerik bakımından arpa ve mısır ununu yulaf unundan ürettiği örnekler takip etmiştir. Arpanın fenolik bileşikleri büyük miktarda içerdiğini yapmış oldukları çalışmada tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada yulaf içerdiği flavonoidler bakımından buğday tanelerine kıyasla daha zengin bulunmuştur (Soong ve diğ. 2014).

Diyet lifi özelliği gösteren gıda ürünlerinin fenolik ve antioksidan madde açısından zengin olduğu yapılan çalışmalar tarafından da desteklenmiştir. Diyet lifi katkısı ile bisküvinin polifenol ve karotenoid içeriğinde kontrol örneğine göre yükselme olduğu, kullanılan meyve lifine bağlı olarak lezzet bakımından kabul edilebilirliğinin arttığı bulunmuştur (Ajila ve diğ. 2008).

Yapılan bir başka çalışmada da, tarhanayadört farklı oranda yulaf kırmacı ilavesi yapılmıştır. Yulaf kırmalarının artan oranları tarhanaların fenolik madde içeriklerini de kontrole göre artırmıştır. Antioksidan kapasite üzerine de yulaf kırmasının pozitif yönde etkisi saptanmıştır (Kilci ve Göçmen 2013).

3.7 Bisküvilerin Toplam Antioksidan Kapasiteleri

Bisküviler antioksidan kapasite bakımından incelendiğinde (Tablo 3.11) DPPH ve ABTS yönteminde istatistiksel olarak en yüksek değerler katkısız örnekte görülmüştür. Fenolik madde sonuçlarıyla beraber değerlendirme yapıldığında, pişme ve kızarma sonucu oluşan fenolik karakterdeki bazı maddelerin antioksidan özellik taşıdıkları ve bunun da sonuçlara bu şekilde yansıdığı düşünülmektedir. Emülgatör kullanımı bileşenlerin daha homojen ve kararlı dağılımını sağladığı için emülgatör katkısı yüzeyde oluşan reaksiyonlarda substrat geçişinde muhtemel bir yavaşlamaya neden olmuş olabileceği de düşünülmüştür. DPPH ve ABTS yöntemlerinin sonuçları birbirine paralel çıkmıştır ve elde edilen sonuçlardaki farklılıklar ise beklenmektedir. Antioksidan özellik taşıyan maddelerin birbirlerinden çok farklı karakterde oluşları ve DPPH ve ABTS radikalleriyle reaksiyona giren antioksidan maddelerin tamamının örtüşmemesi de bunun bir nedeni olabilmektedir.

Tablo 3.11: Bisküvilerin toplam antioksidan kapasiteleri ($\mu\text{mol TE/kg}$ bisküvi KM).

Formül kodu*	DPPH	ABTS
1	93,81 \pm 2,77 ^(a)	96,77 \pm 1,75 ^(a)
2	78,41 \pm 7,66 ^(b)	83,80 \pm 1,37 ^(b)
3	64,75 \pm 1,01 ^(c)	66,35 \pm 0,83 ^(d)
4	69,48 \pm 4,40 ^(b)	72,28 \pm 3,15 ^(cd)
5	82,92 \pm 1,26 ^(b)	84,62 \pm 1,08 ^(b)
6	83,06 \pm 3,18 ^(b)	84,16 \pm 1,51 ^(b)
7	82,97 \pm 7,86 ^(b)	84,19 \pm 3,98 ^(b)
8	80,86 \pm 7,21 ^(b)	81,72 \pm 3,36 ^(b)
9	77,91 \pm 5,83 ^(b)	79,33 \pm 1,26 ^(bc)

(* 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

Soong ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada çeşitli unlar kullanarak hazırladıkları kek örneklerinde toplam antioksidan kapasite açısından yulaf unlu örnek, buğday örneğine göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışmalarında DPPH ve ABTS yöntemlerini kullanmışlar, maillard reaksiyonu yoluyla oluşan çözünür ve çözünmez fraksiyonların DPPH radikaline daha duyarlı olduğu görülmüştür (Soong ve diğ. 2014). Benzer şekilde diyet lifi özelliği olan mango kabuğu tozu ile zenginleştirilen bisküvide geliştirilmiş antioksidan özellikler sergilenmiştir (Ajila ve diğ. 2008).

Çeşitli diyet liflerinin ilavesi kepekli hammadde oranını artırmaktadır. Protein içeriği ve kalitesini, mineral miktarı ve kullanılabilirliğini, diyet lifi içeriğini artırarak yeni ürünler elde edilebilmektedir. İnulin, soya unu, horozibiği, harnup, elma lifi ve yulaf lifi ile katkılanan bisküvilerde protein içeriğinde, toplam diyet lifinde, fenolik madde miktarında ve antioksidan aktivitesinde artış kaydedilmiştir (Vitali ve diğ. 2009).

3.8 Toplam Diyet Lifi Miktarları

Bisküvi örnekleri, yulaf unu ve kepeğine ait diyet lifi oranları Tablo 3.12’de verilmiştir.

Diyet lifi miktarlarında örnekler arasında çok büyük farklılık görülmemiş olup, CMC katkısının bu miktarları çok fazla etkilemediği sonucuna varılmıştır. Yapılan analiz sonucunda da en önemli diyet lifi kaynağının yulaf kepeği olduğu görülmüş, β -glukan analizindeki sonuçlar da bu durumu desteklemiştir.

Tablo 3.12:Bisküvi Örnekleri, Yulaf Unu ve Kepeğine Ait Diyet Lifi Miktarları (%)

Formül kodu*	Diyet Lifi Miktarı (%)
1	2,29 ^(c)
2	2,25 ^(c)
3	2,27 ^(c)
4	2,18 ^(c)
5	2,31 ^(c)
6	2,13 ^(c)
7	2,33 ^(c)
8	2,38 ^(c)
9	2,39 ^(c)
Yulaf Unu	2,95 ^(b)
Yulaf Kepeği	13,35 ^(a)

(* 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

İnulin, guar gum ve yulaf lifini kekta kullanılarak, fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla yapılmış bir çalışmada ürünün diyet lifi içeriğinin önemli ölçüde arttığı kaydedilmiştir (Gularte ve diğ. 2012). Bisküvide, diyet lifini artırmak amacıyla arpa kepeği, yulaf kepeği ve pirinç kepeği birlikte de kullanılmıştır (Sudha ve diğ. 2007).

3.9 Beta Glukan Miktarları

β -glukan, yakın zamanda gösterdiği etkiler üzerinde en çok durulan, dengeli beslenmenin parçası olarak kabul edilen bir diyet lifidir. Ürünlere özellikle fırıncılık sektöründe gıdaların işlenmesi sırasında dahil edilebilmektedir. Viskozite artırma özelliği ile koyultucu ajan olarak, yağ ikamesi şeklinde, diyet lifi kaynağı olarak ve reolojik özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla katkılama yapılmaktadır. Sütü ekmeğın hacmi, tekstürel ve duyuşal özellikleri β -glukan eklenerek geliştirildiğı bir çalışmada β -glukanların viskozite geliştirmesi, gıda matrisinden çözünen polisakkarit miktarına ve moleköl ağırlığına bağılı olarak değıştığı ifade dilmektedir(Ahmad ve diğ. 2012).

Hammaddelerde yapılan analizlerde yulaf unu ve kepeğı ile buğday ununda β -glukan miktarları bulunmuş, literatür çalışmalarında da tesbit edildiğı gibi en yüksek beta glukan içeriğı yulaf kepeğinde bulunurken, buğday ununun ise beta glukan miktarı yulaf kepeğine kıyasla oldukça düşük bulunmuştur. Unların β -glukan miktarları Tablo 3.13’de verilmiştir.

Bu çalışmada, β -glukan miktarları bisküvi örneklerinde yüzde nemli ve kuru ağırlık üzerinden hesaplanmıştır. Beta glukan miktarları, kontrol örneğinde ve 6 numaralı örnekte en düşük çıkmış, CMC kullanımıyla β -glukan arasında ise çoğunlukla pozitif bir ilişki görölmüştür. Bisküvilerin beta glukan miktarları Tablo 3.14’de verilmiştir.

Havrlentova ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada β -glukanın en yüksek miktarları arpa ve yulaf tanelerinde bulunmuştur. Yulafın bütün kısmında çözüner β -glukan içeriğı 2.66 g/100 g kuru ağırlık, kabuksuz kısmında 3.16 g/100 g kuru ağırlık, kepek kısmında 7.48 g/100 g kuru ağırlık şeklinde bulunarak en yüksek değıeri almıştır. Yapmış oldukları çalışmada β -glukanın ürünlerde su bağılama, emülsiyon, stabilizasyon kapasitesi, kabarma yeteneğı ve tekstür özellikleriyle ilişkili olduğı görölmüştür (Havrlentova ve diğ. 2011).

Yapılan başka bir çalışmada da çavdar, arpa ve yulaf taneleri incelenmiş ve bu tahıl taneleri farklı çevre koşulları altında yetiştirilmiştir. Ancak, β -glukan içeriğini çevresel faktörlerin etkilemediğı sonucuna varılmıştır. Arpa ve yulaf tanelerinde çavdara göre daha yüksek β -glukan içeriğı bulunmuştur (Demirbaş 2005).

Tablo 3.13: Unlarda β -glukan miktarları

Un Çeşidi	Beta Glukan (mg/l)	Beta Glukan (g/100 g nemli ağırlık)
Yulaf Unu	74,29	0,69
Yulaf Kepeği	506,90	4,76
Buğday Unu	8,62	0,08

Tablo 3.14: Bisküvilerde Beta Glukan Miktarları

Formül kodu*	Beta Glukan (g/100 g nemli ağırlık)	Beta Glukan (g/100 g kuru ağırlık)
1	0,38	0,39
2	0,78	0,80
3	0,79	0,82
4	0,38	0,39
5	0,50	0,52
6	0,64	0,66
7	0,39	0,41
8	0,50	0,52
9	0,62	0,65

(* 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

3.10 Mineral Analizi Sonuçları

Bisküvi örneklerine ait bazı mineral içerikleri Tablo 3.15’de verilmiştir.

Farklı diyet lifi kaynakları ortamda bulunan mineraller üzerine farklı etki göstermektedir. Buğday kepeği, pirinç kepeği ve yulaf lifine kıyasla daha fazla

kalsiyum ve magnezyum, yulaf lifinin de buğday ve pirinç kepeğine kıyasla daha fazla bakır bağladığı bildirilmiştir (Burdurlu ve Karadeniz 2003).

Yulaf mineral maddeler bakımından diğer hububatlarla göre daha zengindir. İyi bir demir ve fosfor kaynağıdır (Güvendi 2011). Yapılan başka bir çalışmada erişte üretiminde yulaf unu 4 farklı oranda kullanılmış, yulaf unu eriştenin mineral madde miktarını yükseltmiştir (Aydın 2009).

Tablo 3.15:Bisküvi ÖrneklerininMineral miktarları (%-ppm)

Formül kodu *	Sodyum Na (%)	Fosfor P (%)	Kalsiyum Ca (%)	Demir Fe (%)	Bakır Cu (ppm)	Çinko Zn (ppm)
1	0,188	0,082	0,018	0,001	2,1	10,7
2	0,169	0,068	0,010	0,00	2,1	8,8
3	0,207	0,079	0,011	0,001	2,3	10,9
4	0,212	0,078	0,008	0,001	2,6	11,9
5	0,192	0,076	0,01	0,001	2,1	9,6
6	0,199	0,076	0,01	0,001	2,3	10,3
7	0,152	0,076	0,007	0,001	2,2	9,7
8	0,177	0,065	0,005	0,001	2	9,3
9	0,151	0,064	0,005	0,001	2	9,2

(* 2: % 0,5 CMC; 3: % 1 CMC; 4: % 1 GMS; 5: % 1 GMS, % 0,5 CMC; 6: % 1 GMS, % 1 CMC; 7: % 2 GMS; 8: % 2 GMS, % 0,5 CMC; 9: % 2 GMS, % 1 CMC)

İnulin, soya unu, horoz ibiği, harnup, elma lifi ve yulaf lifi ile katkılanan bisküvilerde Ca, Mg, Fe, Mn ve Cu gibi mineral içeriklerinde önemli artışlar sağlanmış olup, diyet lifinin önemli bir ilave kaynak olduğu kabul edilmiştir. Yulaf lifi ilavesinde en belirgin artışı demir içeriğinde kaydetmişlerdir (Vitali ve diğ. 2009).

Çavdar, arpa ve yulaf tanelerinde K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn gibi makro ve mikroelementlerin varlığının incelendiği bir çalışmada, tahıllar arasında mineral madde içerikleri açısından farklı sonuçlar elde edilmemiştir (Demirbaş 2005).

Çalışmamızda örnekler arasında beklenildiği gibi mineral içeriği açısından belirgin bir fark oluşmamış, bisküviler ortalama olarak %0.065 fosfor, %0.0093 kalsiyum, %0.001 demir, 2.18 ppm bakır ve 10.04 ppm çinko içermektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, günlük diyetle, giderek artan oranlarda yerini alan bisküvi, farklı bir formda özel bir ürün olarak üretilmiştir. Diyet lifi ile zenginleştirme yulaf unu ve yulaf kepeği kullanılarak doğal yollayılmış, diyabetik olması amacıyla daşeker yerine tatlandırıcılar kullanılmıştır. Hammadede yapılan analizler, yulaf kepeğien yüksek protein oranına sahip olarak tesbit edilmiş; yulaf unu ve buğday unu sırasıyla azalan protein oranlarına sahip olarak belirlenmiştir. En yüksek diyet lifi, en yüksek β -glukan içeriğine sahip yulaf kepeğinde bulunmuştur

Çalışmada buğday ununun yanı sıra kullanılan yulaf unu ve yulaf kepeği ve tatlandırıcı kullanılarak üretilen diyabetik bisküviye karboksil metilselüloz (CMC) ve sanayide sıkça kullanılan gliserol monostearat (GMS) emülgatörlerinin etkileri araştırılmıştır. GMS ve CMC'nin kullanıldığı örneklerde nem tutma özelliklerinden dolayı nem içeriklerinde artış görülmüştür. Örneklerin protein değerleri arasında fark bulunmazken, bisküvilerin çap değerlerinde belirgin bir azalma olmamış, en yüksek yayılma faktörü sadece GMS ile desteklenen örneklerde görülmüştür. Kullanılan katkı maddeleri bisküvi örneklerinin renk özelliklerini etkilememiştir. Örneklerin mineral içerikleri arasında belirgin bir farklılık bulunmamış; bisküvilerin ortalama olarak %0.065 fosfor, %0.0093 kalsiyum, %0.001 demir, 2.18 ppm bakır ve 10.04 ppm çinko içerdiği tesbit edilmiştir. Bisküvi örneklerinde diyet lifi miktarları %2,13-%2,39 aralığında ve β -glukan oranları %0,39-%0,82 aralığında belirlenmiştir. Duyusal açıdan en çok beğenilen örnekler GMS'nin tek başına kullanıldığı örnekler olmuştur. CMC'nin kullanımı bisküvileri genel beğenilirlik açısından olumsuz etkilemiştir. GMS ve CMC bisküvilerin sertlik ve kırılabilirlik değerlerini artırmıştır. Fenolik ve antioksidan kapasite açısından GMS ve CMC'nin kullanımı genel olarak olumlu etkilemiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada, duyusal açıdan kabul gören nitelikte β -glukan ve diyet lifi bakımından oldukça zengin, yüksek antioksidan özellikte diyabetik ve fonksiyonel bisküviler üretilmiştir. Yulaf unu ve yulaf kepeğinin bisküvi üzerinde oluşturabileceği negatif etkiler karboksil metilselüloz ve gliserol monostearat ile kısmen bertaraf edilmiştir. Gliserol monostearat kullanımı genel olarak her parametrede olumlu netice vermiş, karboksil metilselüloz kullanımı ise her zaman olumlu sonuç vermemiştir. Böylece, sağlık açısından faydalı ve duyusal açıdan

kabul edilebilir düzeyde bisküvilerin üretimi sağlanmış bu ürünlerin besinsel, duyuşal ve fonksiyonel özellikleri literatüre katkı sağlayacak şekilde ortaya konmuştur.

5. KAYNAKLAR

Ahmad, A., Anjum, F., Zahoor, T., Nawaz, H., Dilshad, S., “Beta Glucan: A Valuable Functional Ingredient In Foods”, *Critical Reviews In Food Science and Nutrition*, 52, 201-212, doi: 10.1080/10408398.2010.499806, (2012).

Ajila, C., Leelavathi, K., Rao, P., “Improvement Of Dietary Fiber Content And Antioxidant Properties In Soft Dough Biscuits With The Incorporation Of Mango Peel Powder”, *Journal Of Cereal Science*, 48 (2), 319-326, doi: 10.1016/j.jcs.2007.10.001, (2008).

Anonim 2013, 3 Nisan 2014, <http://www.food-info.net/tr/qa/qa-fi63.htm#top>, (2013).

Anonim 2014, Türkiyede Bisküvi Sanayinin Durumu, 4 Mayıs 2014
<http://tr.magazinebbm.com/?p=278>

Anonim 2014a, Sorbitol, 4 Nisan 2014,
http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2770&Itemid=280, (2014).

Anonim 2014b, 4 Nisan 2014,
<http://kimyasalfiyatlari.com/index.asp?git=d&d=gms&id=699>, (2014).

Anonim2014c, Karboksi metilselüloz, 4 Nisan 2014,
http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5149&Itemid=437, (2014).

Anonim2014d, Yulaf lifleri, 4 Nisan 2014,
http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3944&Itemid=330, (2014).

Anonim 2014e, Bisküvinin Tanımı, 20 Haziran 2014, www.tse.org.tr

Aravind, N., Sissons, M., “Effect Of Soluble Fibre (Guar Gum and Carboxymethylcellulose) Addition On Technological, Sensory and Structural Properties of Durum Wheat Spaghetti”, *Food Chemistry*, 131, 893-900, (2012).

Atalay, D., Yalçın, E., “Tam Tahıl Unlarının Çözünür Besinsel Lifleri ve Fonksiyonları”, 8. *Gıda Mühendisliği Kongresi*, 121, (2013).

Aydın, E., “Yulaf Katkısının Eriştenin Kalite Kriterlerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı, (2009).

Bernt, W., Borzelleca, J., Flamm, G., Munros, I., “Erythritol: A Review of Biological and Toxicological Studies”, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 24 (98),191–197, (1996).

Brennan, C., Samyue, E., “Evaluation of Starch Degradation and Textural Characteristics of Dietary Fiber Enriched Biscuits”, *International Journal Of Food Properties*, 7 (3), 647-657, doi: 10.1081/JFP-120040217, (2004).

Brennan, C., Blake, D., Ellis, P., Schofield, J., “Effects Of Guar Galactomannan On Wheat Bread Microstructure and On The In Vitro and In Vivo Digestibility Of Starch In Bread”, *Journal of Cereal Science*, 24, 151-160, (1996).

Brighenti, F., Pellegrini, N., Casiraghi, M., Tetolin, G., “In Vitro Studies to Predict Physiological Effects of Dietary Fiber”, *Europ. J. Clin. Nutr.*, 49, 81-88, (1995).

Burdurlu, H., Karadeniz, F., “Gıdalarda Diyet Lifinin Önemi”, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, (2003).

Chen, H., Rubenthaler, G., Leung, H., Baranowski, J., “Chemical, Physical and Baking Properties of Apple Fiber Compared With Wheat and Oat Bran”, *Cereal Chemistry*, 65 (3), 244-247, (1988).

Cingöz, A., Akpınar, Ö., “Beta Glukanların İnsan Sağlığı Açısından Önemi, Elde Edilmesi ve Kullanım Alanları”, *8. Gıda Mühendisliği Kongresi*, Ankara, 42, (2013).

Cronin, K., Preis, C., “A Statistical Analysis Of Biscuit Physical Properties As Affected By Baking”, *Journal Of Food Engineering*, 46 (4), 217-225, doi: 10.1016/S0260-8774(00)00053-4, (2000).

Çeltek, E., “Yağların Bisküvilerde Kullanımı”, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, (2000).

Demirbaş, A., “β-Glucan and Mineral Nutrient Contents of Cereals Grown in Turkey”, *Food Chemistry*, 90, 773-777, doi: 10.1016/j.foodchem.2004.06.003, (2005).

Doğan, İ., Küçüköner, E., “Düşük Yağ ve Kalori İçeren Gıdaların Hazırlanmasında Yağ İkamelerinin Rolü”, *Gıda Dergisi*, 24 (6), 417-424, (1999).

Doğan, İ., Uğur, T., “Van ve Çevresinde Yetiştirilen Bazı Buğdayların Bisküvilik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma” Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (2), 139-148, (2005).

Doğanay, E., “Kahvaltıda Ekmek Yerine Yulaf Ezmesi Verilmesinin İnsüline Bağımlı Olmayan Diyabetlilerde Kan Şekeri ve Lipitlere Etkisi Üzerine Bir Çalışma”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, (1994).

Duran, M., Özçelik, S., Certel, M., Erbaş, M., “Ticari Şartlarda Ekmek Üretiminde Patates ve Yulaf Unu Kullanmanın Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkileri”, *Gıda Teknolojisi Derneği*, 29 (2), 139-147, (2004).

Duran, M., “Ticari Şartlarda Ekmek Yapımında Patates ve Yulaf Ununun Kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2001).

Dülger, D., Şahan, Y., “Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri”, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 147-157, (2011).

Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., Brennan, C., “The Effects Of Dietary Fibre Addition On The Quality Of Common Cereal Products”, *Journal Of Cereal Science*, 58, 216-227, doi:10.1016/j.jcs.2013.05.010, (2013).

Gularte, M., Hera, E., Gomez, M., Rosell, C., “Effect Of Different Fibers On Batter And Gluten-Free Layer Cake Properties”, *Food Science And Technology*, 48 (2), 209-214, doi: 10.1016/j.lwt.2012.03.015, (2012).

Gül, H., Dizlek, H., “Ekmek Üretiminde Kepek Kullanılmasının Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi”, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, (2008).

Gül, H., “Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (2007).

Güvendi, Ö., “Besinsel Lif ve Antioksidanca Zengin Tahıllardan Geleneksel Yöntem İle Erişte Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (2011).

Havrlentova, M., Petrulakova, Z., Burgarova, A., Gago, F., Hlinkova, A., Sturdik, E., “Cereal β -glucans and their Significance for the Preparation of Functional Foods-A Review”, *Czech Journal of Food Sciences*, 29 (1), 1-14, (2011).

Herken, E.N., “Bisküvi Üretim Teknolojisi ve Türkiye’de Bisküvi Sanayinin Problemleri ile Çözüm Önerileri”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1998).

Huth, M., Dongowski, G., Gebhardt, E., Flamme, W., “Functional Properties of Dietary Fiber Enriched Extrudates From Barley”, *J. Cereal Sci.*, 32, 115-128, (2000).

İnanç, A., Çınar, İ., “Alternatif Doğal Tatlandırıcı: Stevya”, *Gıda Teknolojisi Derneği*, 34 (6), 411-415, (2009).

İstek, D., İşlerer, M., Ertop, M., “Beta Glukanların Biyoaktif Bileşen Özellikleri ve Fonksiyonel Olarak Kullanım İmkanları”, 8. *Gıda Mühendisliği Kongresi*, Ankara, 191, (2013)

İşleroğlu, H., Dirim, S., Ertekin, F., “Gluten İçermeyen Hububat Esaslı Alternatif Ürün Formülasyonları ve Üretim Teknolojileri”, *Gıda Derneği*, 34 (1), 29-36, (2009).

Karaoğlu, M., Serçe, İ., “Tatlandırıcı Olarak Kullanılan Stevya Ekstraktının Keklerde Tekstürel Özellikler Üzerine Etkisi”, 8. *Gıda Mühendisliği Kongresi*, Ankara, 181, (2013).

Karav, S., “Farklı Türden Meyve Sularının Doğal Sorbitol İçeriği”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (2009).

Kaur, L., Singh, J., Singh, N., “Effect Of Glycerol Monostearate On The Physicochemical, Thermal, Rheological And Noodle Making Properties Of Corn And Potato Starches”, *Food Hydrocolloids*, 19, 839-849, (2005).

Kilci, A., Göçmen, D., “Yulaf Kırmacı İlavasının Tarhananın Antioksidan Kapasite, Diyet Lif, β -Glukan ve Fenolik Asit İçeriği Üzerine Etkisi”, 8. *Gıda Mühendisliği Kongresi*, 38, Ankara, (2013).

Köksel, H., Özboy, Ö., “Besinsel Liflerin İnsan Sağlığındaki Rolü”, *Gıda Teknolojisi Derneği*, 18 (5), 309-314, (1993).

Ktenioudaki, A. and Gallagher, E., “Recent advances in the development of high-fibre baked products”, *Trends in Food Science and Technology*, 28, 4-14, doi: 10.1016/j.tifs.2012.06.004, (2012).

Lambo, A., Öste, R., Nyman, M., “Dietary fibre in fermented oat and barley β -Glucan rich concentrates”, *Food Chemistry*, 89, 283-293, doi:10.1016/j.foodchem.2004.02.035, (2005).

Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C., “Effects Of Hydrocolloids On Dough Rheology And Bread Quality Parameters In Gluten-Free Formulations”, *Science Direct, Journal Of Food Engineering*, 79, 1033-1047, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032, (2007).

Malkki, Y., Virtanen, E., “Gastrointestinal Effects of Oat Bran and Oat Gum A Review”, *Lebensm-Wiss. U.-Technol*, 34, 337-347, doi: 10.1006/fstl.2001.0795, (2001).

Manisha, G., Soumya, C., Indrani, D., “Studies on Interaction Between Stevioside, Liquid Sorbitol, Hydrocolloids and Emulsifiers for Replacement Of Sugar In Cakes”, *Food Hydrocolloids*, 29, 363-373, doi:10.1016/j.foodhyd.2012.04.011, (2012).

Manohar, R., Rao, P., “Effect Of Sugars On The Rheological Characteristics Of Biscuit Dough And Quality Of Biscuits”, *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 75 (3), 383-390, (1997).

Manohar, R., Rao, P., “Effect Of Emulsifiers, Fat Level And Type On The Rheological Characteristics Of Biscuit Dough And Quality Of Biscuits”, *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 79 (10), 1223-1231, (1999).

Marangoni, F., Poli, A., “The glycemic index of bread and biscuits is markedly reduced by the addition of a proprietary fiber mixture to the ingredients”, *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 18, 602-605, doi:10.1016/j.numecd.2007.11.003, (2008).

Mazahreh, A., “Türkiye’de Üretilen Bazı Bisküvi Çeşitlerinin E Vitamini İçerikleri ve Depolama ile Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişmelerin Araştırılması”, *Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, (1999).

Meral, R., Doğan, İ., “Fonksiyonel Öneme Sahip Doğal Bileşenlerin Unlu Mamullerin Üretiminde Kullanımı”, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, Mayıs, (2008).

Mercanlıgil, M., Samur, G., “Diyet Posası ve Beslenme”, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, (2012).

Mohammadi, M., Sadeghnia, N., Azizi, M., Neyestani, T., Mortazavian, A., “Development of Gluten-Free Flat Bread Using Hydrocolloids: Xanthan and CMC”, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 20, 1812-1818, doi: 10.1016/j.jiec.2013.08.035, (2014).

Oakenfull, D., *Yulaf Kepeği Kanın Kolesterolunu Nasıl Azaltır*, (Çev: Tamerler, T.), Gıda Teknolojisi Derneği, 16 (4), 265-268, (1991).

Ognean, C., Darie, N., Ognean, M., “Nutritional and Technological Studies About Using Carboxyl-methyl-cellulose in Low Calories Bakery Products”, Acta Universitatis Cibiniensis Seria F Chemia, 9, 89-101, (2006).

Özcan, T., Kurtuldu, O., Delikanlı, B., “Tahıl İçerikli Süt Ürünlerinin Geliştirilmesinde β -Glukan Kullanımı”, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27 (1), 87-96, (2013).

Özdemir, H., “Et Ürünlerinde Kullanılan Emülgatörlerin Etkileri ve Yararları”, Gıda Teknolojisi Derneği, 24 (5), 355-361, (1999).

Özer, E., Güven, A., “Fonksiyonel Gıdalar ve Nutrasötikler”, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, Mayıs, (2008).

Özkaya, H., Seçkin, R., Ercan, R., “Bazı Bisküvi Çeşitlerinin Kimyasal Özellikleri İle Mineral ve Vitamin İçerikleri Üzerinde Araştırmalar”, Gıda Teknolojisi Derneği, 9 (5), 245-251, (1984).

Padalino, L., Mastromatteo, M., Sepielli, G., Nobile, M., “Formulation optimization of gluten-free functional spaghetti based on maize flour and oat bran enriched in β -glucans”, Materials, 4, 2119-2135, (2011).

Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M., “The Role Of Sugar and Fat In Sugar-Snap Cookies: Structural and Textural Properties”, Journal Of Food Engineering, 90, 400-408, (2009).

Roberts, D., Elmore, S., Langley, K., Bakker, J., “Effects of Sucrose, Guar Gum, and Carboxymethylcellulose on the Release of Volatile Flavor Compounds under Dynamic Conditions”, Food Chemistry, 44, 1321-1326, (1996).

Savita, S., Sheela, K., Sunanda, S., Shankar, A., Ramakrishna, P., “Stevia Rebaudiana – A Functional Component for Food Industry”, *Journal of Human Ecology*, 15 (4), 261-264, (2004).

Sertakan, S., “Bisküvi ve Kraker Üretiminde Tritikale Ununun Kullanım Olanakları”, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, (2006).

Sivam, A., Sun-Waterhouse, D., Quek, S., Perera, C., “Properties Of Bread Dough With Added Fiber Polysaccharides And Phenolic Antioxidants: A Review, *Journal Of Food Science*, 75 (8), 163-174, (2010).

Soong, Y., Tan, S., Leong, L., Henry, J., “Total Antioxidant Capacity and Starch Digestibility of Muffins Baked With Rice, Wheat, Oat, Corn and Barley Flour”, *Food Chemistry*, 164, 462-469, doi: 10.1016/j.foodchem.2014.05.041, (2014).

Sudha, M., Vetrmani, R., Leelavathi, K., “Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality”, *Food Chemistry*, 100, 1365-1370, doi:10.1016/j.foodchem.2005.12.013, (2007).

Sungur, B., Ercan, R., “Tam Buğday Unu Ekmeklerinde Suda Çözünebilir Gamların Kullanım Olanakları”, *Gıda Teknolojisi Derneği*, 28 (5), 453-460, (2003).

Sungur, B., “Bazı Hidrokolloidler ve Yüzey Aktif Maddenin Hamurun Reolojik Özellikleri İle Dondurulmuş Hamurun Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri”, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (2009).

Thebaudin, J., Lefebvre, A., Harrington, M. and Bourgeois, C., “Dietary Fibres: Nutritional and technological interest”, *Trends in Food Science and technology*, 8, 41-48, (1997).

Tosun, M., “Bisküvi-Gofret ve Şekerli Mamuller”, *Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Sektörel Araştırmalar*, Araştırma Müdürlüğü, Ankara, (1999).

Uzunkaya, D., “Hamburger ekmeklerinde yüksek lifli katkıların kullanım olanakları”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü, (1999).

Villemejjane, C., Roussel, P. et al., “Technological and Sensory Tools to Characterize The Consistency and Performance of Fibre-Enriched Biscuit Doughs”, Journal of Cereal Science, 57, 551-559, (2013).

Vitali, D., Dragojevic, I., Sebecic, B., “Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits”, Food Chemistry, 114, 1462-1469, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.11.032, (2009).

Westenbrink, S., Brunt, K. and Kamp, J., “Dietary fibre: Challenges in production and use of food composition data”, Food Chemistry, 140, 562-567, doi:10.1016/2012.09.029, (2013).

Yaralı, E., “*Bisküvi Üretimi*”, Tahıl Teknolojisi 2, (2014).

Yaralı, E., “*Gıda Katkı Maddeleri*”, (2014).

Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O., Hayta, M., “Yenilebilir Bitki ve Tohum Filizlerinin Fonksiyonel Özellikleri”, Gıda Teknolojisi Derneği, 35 (3), 205-210, (2010).

Yıldız, Ö., “Düşük Kalorili Kek Üretimi Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (2002).

6. ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad

:Selin ÖZAYDIN

Doğum Yeri ve Tarihi

:Tokat- 22.09.1984

Lisans Üniversite

:Pamukkale Üniversitesi Mühendislik

Fakültesi Gıda Mühendisliği

Elektronik Posta

:selin_ozaydin@mynet.com

İletişim Adresi

:Eğirdir İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık

Müdürlüğü Eğirdir - Isparta