

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

**AHLAT VE KOZALAK MEYVELERİNİN
YÜKSEK LİFLİ TAHIL ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Müh. Elif KARTAL

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Serpil ÖZTÜRK

Ocak 2013

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AHLAT VE KOZALAK MEYVELERİNİN
YÜKSEK LİFLİ TAHIL ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Müh. Elif KARTAL

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 18/01/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Serpil ÖZTÜRK
.....
Jüri Başkanı

Doç.Dr. Osman KOLA
.....
Üye

Yrd.Doç.Dr. Ayşe ÖZBEY
.....
Üye

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında yardım, öneri ve desteğini esirgmeden beni yönlendiren danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Serpil ÖZTÜRK'e;

Çalışmamda kullandığım armut ve kozalakları elde etmeme yardımcı olan, her zaman yanımda olan annem Şahinder NURAL, teyzelerim Gülsüm NURAL ve Hanife NURAL'a, yaşam kaynağım kardeşim Ece Elvan KARTAL'a;

Tez çalışmama maddi destek sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje no.2012-50-01-040);

Bisküvi örneklerinde tekstür analizi çalışmalarında yardımcı olan Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü personeli Uzm. Yelda ZENCİR'e,

En derin şükranlarımı sunarım.

Elif KARTAL

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1. Besinsel Lif Bileşenleri.....	3
2.1.1. Selüloz.....	3
2.1.2. Pektin.....	3
2.1.3. Hemiselüloz.....	3
2.1.4. Lignin, suberin ve kitin.....	4
2.1.5. Oligofruktoz ve inülin.....	5
2.1.6. Enzime dirençli nişasta.....	7
2.1.7. Gum maddeleri.....	9
2.2. Besinsel Liflerin Teknojik Özellikleri.....	9
2.2.1. Hidrasyon özellikleri.....	9
2.2.2. Yağ absorblama kapasitesi.....	10
2.2.3. Tekstürel özellikler.....	11
2.2.4. Kristalizasyon özellikleri.....	11
2.2.5. Prosesin besinsel lif üzerine etkisi	11

2.3. Besinsel Liflerin Sağlık Üzerine Etkisi.....	12
2.3.1. Besinsel liflerin mide ve bağırsak metabolizması üzerine etkisi.....	12
2.3.2. Besinsel liflerin lipit metabolizması üzerine etkisi.....	14
2.3.3. Besinsel liflerin karbonhidrat metabolizması üzerine etkisi...	15
2.3.4. Besinsel liflerin metabolizmada olumsuz etkileri.....	15
2.4. Çeşitli Besinsel Lif Kaynakları ve Gıdalarda Kullanımı.....	17
2.4.1. Buğday.....	20
2.4.2. Arpa.....	20
2.4.3. Yulaf.....	23
2.4.4. Pirinç.....	23
2.4.5. Şeker pancarı.....	24
2.4.6. Biracılık artığı.....	27
2.4.7. Bambu.....	29
2.4.8. Enzime dirençli nişasta.....	30
2.4.9. Meyve lifleri.....	31
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE METOT.....	35
3.1. Materyal.....	35
3.2. Ahlat Lifi Üretimi.....	35
3.3. Kozalak Lifi Üretimi.....	35
3.4. Lif Örneklerinde Yapılan Analizler.....	36
3.4.1. Rutubet miktarı.....	36
3.4.2. Kül miktarı.....	36
3.4.3. Direk yoğunluk ve kitle yoğunluğu.....	36
3.4.4. Besinsel lif miktarı.....	36
3.4.5. Su bağlama ve çözünürlük.....	37
3.4.6. Şişme derecesi.....	37
3.4.7. Yağ bağlama.....	38
3.5. Kek Üretimi.....	38
3.6. Bisküvi Üretimi.....	40
3.7. Kek ve Bisküvi Üretiminde Yapılan Analizler.....	41

3.7.1. Rutubet miktarı.....	41
3.7.2. Kekte ağırlık kaybı.....	41
3.7.3. Kekte hacim, simetri ve homojenlik indeksi.....	41
3.7.4. Bisküvide çap, kalınlık ve yayılma oranı.....	42
3.7.5. Renk analizi.....	42
3.7.6. Tekstür analizi.....	43
3.7.7. Besinsel lif analizi.....	43
3.7.8. Duyusal analiz.....	44
3.7.9. İstatistiksel analiz.....	44
BÖLÜM 4.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	45
4.1. Ahlat ve Kozalak Lifi Örneklerinin Özellikleri.....	45
4.2. Ahlat Lifi İlave Edilerek Üretilen Keklerin Özellikleri.....	46
4.3. Kozalak Lifi İlave Edilerek Üretilen Keklerin Özellikleri.....	51
4.4. Ahlat Lifi İlave Edilerek Üretilen Bisküvilerin Özellikleri.....	55
4.5. Kozalak Lifi İlave Edilerek Üretilen Bisküvilerin Özellikleri.....	59
KAYNAKLAR.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	73

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AACC	: American Association of Cereal Chemists
BL	: Besinsel lif
EDN	: Enzime dirençli nişasta
FOS	: Fruktooligosakkaritler
LDL	: Low density lypoprotein
ŞPL	: Şeker pancarı lifi
TBL	: Toplam besinsel lif
VLDL	: Very low density lypoprotein

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Bitki hücresi.....	4
Şekil 2.2.	Ligninin kimyasal yapısı.....	5
Şekil 3.1.	Standart kek ölçüm şablonu.....	42
Şekil 4.1.	Ahlat ilave edilerek üretilen kek örnekleri.....	50
Şekil 4.2.	Kozalak ilave edilerek üretilen kek örnekleri.....	55
Şekil 4.3.	Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvi örnekleri.....	58
Şekil 4.4.	Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvi örnekleri.....	61

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Bazı gıdaların enzime dirençli nişasta (EDN) miktarları.....	8
Tablo 2.2.	Çeşitli besinsel lif (BL) kaynakları ve BL içerikleri.....	18
Tablo 2.3.	Bazı ürünlerde bambu lifi kullanım oranları.....	29
Tablo 2.4.	Bazı meyvelerdeki besinsel lif miktarları (%)......	31
Tablo 3.1.	Kek formülasyonu.....	39
Tablo 3.2.	Farklı lif çeşidi ve oranına göre kek formülasyonuna ilave edilen su miktarı.....	39
Tablo 3.3.	Bisküvi formülasyonu.....	40
Tablo 4.1.	Ahlat ve kozalak lifi örneklerinin özellikleri.....	45
Tablo 4.2.	Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin hacim, simetri ve homojenlik indeks değerleri.....	47
Tablo 4.3.	Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin rutubet, ağırlık kaybı ve sertlik değerleri	47
Tablo 4.4.	Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin yüzey renk değerleri....	48
Tablo 4.5.	Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin iç renk değerleri	48
Tablo 4.6.	Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin besinsel lif içerikleri....	49
Tablo 4.7.	Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin duyuşal özellikleri.....	49
Tablo 4.8.	Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin hacim, simetri ve homojenlik indeks değerleri.....	51
Tablo 4.9.	Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin rutubet, ağırlık kaybı ve sertlik değerleri.....	52
Tablo 4.10.	Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin yüzey renk değerleri.	52
Tablo 4.11.	Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin iç renk değerleri.....	53
Tablo 4.12.	Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin besinsel lif içerikleri.	53
Tablo 4.13.	Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin duyuşal özellikleri...	54
Tablo 4.14.	Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin çap, kalınlık ve	

yayılma oranı değerleri.....	55
Tablo 4.15. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin rutubet ve sertlik değerleri.....	56
Tablo 4.16. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin yüzey renk değerleri.....	57
Tablo 4.17. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin besinsel lif içerikleri.....	57
Tablo 4.18. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin duyuşal özellikleri...	58
Tablo 4.19. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri.....	59
Tablo 4.20. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin rutubet ve sertlik değerleri.....	60
Tablo 4.21. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin yüzey renk değerleri.....	60
Tablo 4.22. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin besinsel lif içerikleri.....	61
Tablo 4.23. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin duyuşal özellikleri.....	61

ÖZET

Anahtar kelimeler: Besinsel lifler, Ahlat, Kozalak, Kek kalitesi, Bisküvi kalitesi

Besinsel lifler, insan ince bağırsağında sindirime ve absorpsiyona dirençli, kalın bağırsakta kısmen yada tamamen fermente olabilen bitkisel maddelerdir. Besinsel lifler polisakkaritler, oligosakkaritler, lignin ve ilgili bileşenleri içermektedir. Besinsel liflerin sağlık üzerine olan etkileri birçok araştırmacı tarafından belirlenmiştir. Yetersiz lif tüketimi ile divertikülit, kalp-damar hastalıkları, hemoroid, diyabet, obesite, safra taşı oluşumu, ülser ve kolon kanseri gibi çeşitli hastalıkların görülme sıklığı arasında ilişki olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, günlük beslenmede besinsel lif tüketiminin artırılması önerilmektedir (25-30 g/gün). Yüksek miktarda besinsel lif içeren gıdaların üretimi giderek artmaktadır. Çeşitli tahıl ürünlerinin lif içeriğini arttırmak amacıyla tahıl kepekleri, baklagil kabukları ve meyve lifleri gibi farklı bitkisel lif kaynakları kullanılmaktadır. Gıdanın lif içeriğinin artırılmasının sağlık açısından faydalı etkisi olmasına rağmen, ürünlerin duyuşal ve tekstürel kaliteleri genellikle olumsuz etkilenmektedir.

Bu çalışmada, lifçe zengin ahlat ve çam kozalağının kek ve bisküvi formülasyonlarında %0-30 oranlarında kullanımı araştırılmış ve hem ürün kalitesi hem de besinsel lif miktarına etkileri belirlenmiştir. Ahlat ve kozalak örneklerinin toplam besinsel lif (TBL) içerikleri sırasıyla %46,6 ve %56,6 olarak bulunmuştur. Lif katkılı kek ve bisküvilerin TBL içerikleri artan ilave oranıyla birlikte artmıştır. Lif katkılı kek ve bisküvilerin fiziksel özellikleri kontrol örnekleri ile benzer bulunmuştur. Kek ve bisküvi renklerinde artan lif ilavesi ile birlikte koyulaşma gözlenmiş ancak kabul edilebilir renk olarak değerlendirilmiştir. Yüksek oranda (%30) lif ilavesi ürünlerin sertlik değerlerinin yüksek çıkmasına neden olmuştur. Ahlat ilave edilen kek ve bisküvilerin duyuşal değerlendirilmesinde en az kontrol örneği kadar iyi sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, sadece düşük oranda (%10) kozalak lifi ilavesi ile üretilen ürünler duyuşal açıdan kabul edilebilir bulunmuştur. Araştırma sonuçları yüksek lif içeriğine sahip ahlat ve kozalak örneklerinin gıdalar için iyi birer besinsel lif kaynağı olabileceğini göstermektedir.

UTILIZATION OF WILD PEAR AND PINE CONE FRUITS IN HIGH FIBER CEREAL PRODUCTS

SUMMARY

Key words: Dietary fiber, Wild pear, Pine cone, Cake quality, Cookie quality

Dietary fiber is the edible parts of plants that are resistant to digestion and absorption in the human small intestine with complete or partial fermentation in the large intestine. Dietary fiber includes polysaccharides, oligosaccharides, lignin, and associated plant substances. The health benefits of dietary fibers were reported by many researchers. Inadequate fiber intake has been found to be associated with diseases like diverticulitis, atherosclerosis, varicose veins, hemorrhoids, diabetes, obesity, gallstones, ulcer and colonic cancer. Therefore, an increase in level of dietary fiber in daily diet has been recommended (25-30 g/day). There is a growing demand for food products with high dietary fiber content. Different plant fibers such as cereal brans, hulls of legumes and fruits fibers are added to various baked food products in order to increase their fiber content. Although increasing dietary fiber content in food products confers benefits to health, the sensory and textural properties of these foods generally deteriorate.

In this study, the incorporation of fiber-rich wild pear and pine cone into cake and cookie formulation at 0-30% flour replacement levels was investigated, and their effects both on the quality and dietary fiber content of the products were evaluated. Total dietary fiber (TDF) contents of wild pear and pine cone samples were found as 46.6% and 56.6%, respectively. TDF contents of the supplemented cakes and cookies increased with increasing fiber addition levels. Physical properties of the fiber supplemented cakes and cookies were comparable with their respective control samples. Color of cakes and cookies became darker but still in acceptable range. High levels (30%) of fiber addition caused higher hardness values in product. Sensory evaluations indicated that the wild pear supplemented cakes and cookies rated as being at least as good as the control one. However, just low level (10%) of cone fiber substituted cakes and cookies were acceptable according to sensory scores. The results show that fiber-rich wild pear and pine cone have potential a source of dietary fiber for foods.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Uluslararası platformda besinsel lif (BL)' ler için çok karmaşık bir terminoloji kullanılmıştır. Plantix, complantix, bitkisel hücre duvarı kalıntısı, besleyici değeri olmayan lif, sindirilemeyen veya elverişsiz karbonhidratlar, kısmen sindirilebilen bitki polimerleri gibi terimler bunlardan bazılarıdır. İngilizce'de yaygın olarak kullanılmaya başlanan terim "dietary fiber" dır (Wisker et al., 1985). Türkçe'de ise "besinsel lif" uygun bir terim olarak kabul görmektedir (Köksel ve Özboy, 1993a).

Besinsel lif, ince bağırsakta sindirilemeyen (Thebaudin et al., 1997; Vasanthan et al., 2002), buna karşılık kalın bağırsakta fermente olan (Guillon and Champ, 2000) ve sağlık için gerekli bir grup gıda bileşenidir. Bitki hücre duvarında bulunan lignin, kutin, mum, suberin gibi lignin türevleri (Vasanthan et al., 2002), selüloz, hemiselüloz, pektin gibi yapı polisakkaritleri, inülin ve oligofruktoz gibi oligosakkaritler (Idouraine et al., 1996; Thebaudin et al., 1997; Grigelmo-Miguel et al., 1999a; Vasanthan et al., 2002) besinsel lif olarak tanımlanmaktadır. Bunun yanında, yapı bileşikleri olmayan gum arabik ve guar gum gibi gum maddeleri ve karragenan, agar, aljinat gibi deniz yosunu polisakkaritlerinin de besinsel lif olduğu bildirilmektedir (Thebaudin et al., 1997; Jiménez-Escrig and Sánchez-Muniz, 2000). Besinsel lif, nişasta olmayan polisakkarit olarak da ifade edilmektedir (Harris and Ferguson, 1999). Bu durumda sindirime dirençli nişasta bu tanımın dışında kalmaktadır (Guillon and Champ, 2000). Ancak nişasta kaynaklı ürünlerin ince bağırsakta sindirilebildiği, diğer polisakkaritlerin sindirilemediği, retrograde olmuş amilozun yani dirençli nişastanın ise kısmen hidrolize edildiği bilinmektedir (BeMiller and Whistler, 1996).

Besinsel lifler çözünürlükleri esas alındığında çözünür ve çözünmeyen lifler olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedir. Çözünür besinsel lifler, suyu bağlayarak jel ve sıkı yapı oluşturmaktadır. Çözünmeyen besinsel lifler ise ağırlığının 20 katı kadar suyu absorblamakta ancak viskoz yapı oluşturmamaktadır (Thebaudin et al., 1997).

Besinsel lif, fekal hacmin artmasını sağlayarak bağırsak transit süresini kısaltmakta ve kabızlığın önlenmesine yardımcı olmaktadır (BeMiller and Whistler, 1996). Bu etkiyi daha çok çözünmeyen besinsel liflerin sağladığı düşünülmektedir. Çünkü çözünmeyen besinsel lif, doğrudan posa maddesi olarak dışkı kütlelerinde artışa neden olmaktadır. Buna karşılık, çözünür besinsel lif fermentasyona uğrayarak kısa zincirli yağ asitleri ile gaz oluşturmakta ve bu bileşikler bağırsak içeriğinin pH'sını değiştirerek bağırsakta bulunan bakteri kütlelerinde artışa neden olmaktadır. Ancak, çözünür besinsel lifin, su tutma kapasitesi ve gaz oluşumundaki rolü dikkate alındığında dışkı hacminde artışa neden olabileceği aktarılmaktadır (Roberfroid, 1993). Diğer taraftan, çözünür besinsel lifin kandaki kolesterolün düşürülmesinde ve glukozun bağırsaktaki absorpsiyonunun azaltılmasında daha etkili olduğu bilinmektedir (Schneeman, 1987; Baker, 1994; Grigelmo-Migel et al., 1999a).

Genellikle besinsel lif bakımından zengin olan gıdalar her iki lif bileşenini de farklı oranlarda içermektedir. Meyve, sebze, sert kabuklu yemişler ve yulaf kepeğinde çözünür lif miktarının, buğday kepeğinde ise çözünmeyen lif içeriğinin daha fazla olduğu bildirilmektedir (Schneeman, 1987). Çözünür besinsel life örnek olarak gum maddeleri, pektin ile diğer jel benzeri polisakkaritler (Jiménez-Escrig and Sánchez-Muniz, 2000), β -glukan (BeMiller and Whistler, 1996), inülin (Causey et al. 2000); çözünmeyen besinsel life ise bitki hücre duvarındaki selüloz, hemiselüloz ve lignin verilmektedir (Thebaudin et al., 1997).

Bu çalışmada, farklı ve alternatif besinsel lif kaynakları olarak ahlat (yabani armut) ve çam kozalağı kullanarak lif içeriği yüksek toz ürün üretimi ve bunların belli oranlarda kek ve bisküvi formülünde kullanım olanakları araştırılmıştır.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Besinsel Lif Bileşenleri

2.1.1. Selüloz

Selüloz, bitki hücrelerinin duvarlarında, miyofibriller halinde bulunan β -1,4 bağlı glukoz ünitelerinden meydana gelen lineer yapıda bir moleküldür. Selüloz, birçok meyve ve sebzenin hücre duvarında %30-40 oranında bulunmaktayken, tahıl tanelerinin bazı hücre duvarlarında sadece %2-4 oranında yer almaktadır (Harris and Ferguson, 1999).

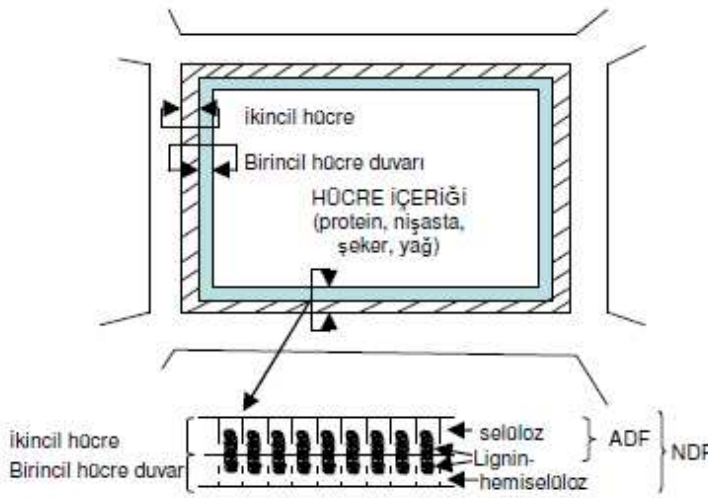
2.1.2. Pektin

Pektin veya pektik polimerler, oldukça kompleks polisakkaritler olup metille esterleşmiş galakturonik asit zincirinden oluşan bileşiklerdir. Bu zincirde bazen galakturonik asit ve ramnoz monomerlerinden oluşan ramnogalakturanlar yer alabilmektedir. Ramnoz monomerlerine de arabinoz veya galaktoz ile nötral pektik polisakkaritler içeren oligosakkaritler (arabınanlar, galaktanlar ve arabinogalaktanlar) bağlanmakta ve dallı yapının oluşmasına neden olmaktadır. Pektin, meyve ve sebzelerde yüksek, tahıllarda ise düşük miktarda bulunmaktadır. Ticari pektin preparatları genellikle turunçgil meyve kabuklarından veya elma posasından ekstrakte edilmektedir. Bu preparatlar, gıda endüstrisinde başta jel maddesi olmak üzere geniş alanda kullanılmaktadır (Harris and Ferguson, 1999).

2.1.3. Hemiselüloz

Hemiselüloz, genelde hücre duvarlarından alkali ile ekstrakte edilen polisakkarit olarak tanımlanmaktadır. Bu terim, aynı şekilde ekstrakte edilen polisakkaritler için genel bir tanım olarak kullanılmaktadır. Çünkü meyve ve sebzelerin hücre

duvarlarında selüloz yapısında olmayan en yaygın polimerler ksiloglukanlar olarak bilinmektedir. Bu moleküllerin yapısı selüloza benzemektedir ancak çoğu glukoz monomeri ksiloz monomeriyle yer değiştirmektedir. Tahıl tanelerinin paranzima hücre duvarları da yapı bakımından farklı iki polisakkarit (arabinoksilan ve β -glukan) içermektedir. Arabinoksilan, çoğunluğu arabinoz ile yer değiştirmiş olan ksiloz zincirinden oluşmaktadır. Bazı arabinoz ünitelerinde ester bağlı ferulik asit de bulunmaktadır. β -glukanlar ise %30'u 1-3, β -glukoz ve %70'i 1-4, β -glukoz zincirinden oluşmaktadır (Harris and Ferguson, 1999).



Şekil 2.1. Bitki hücresi

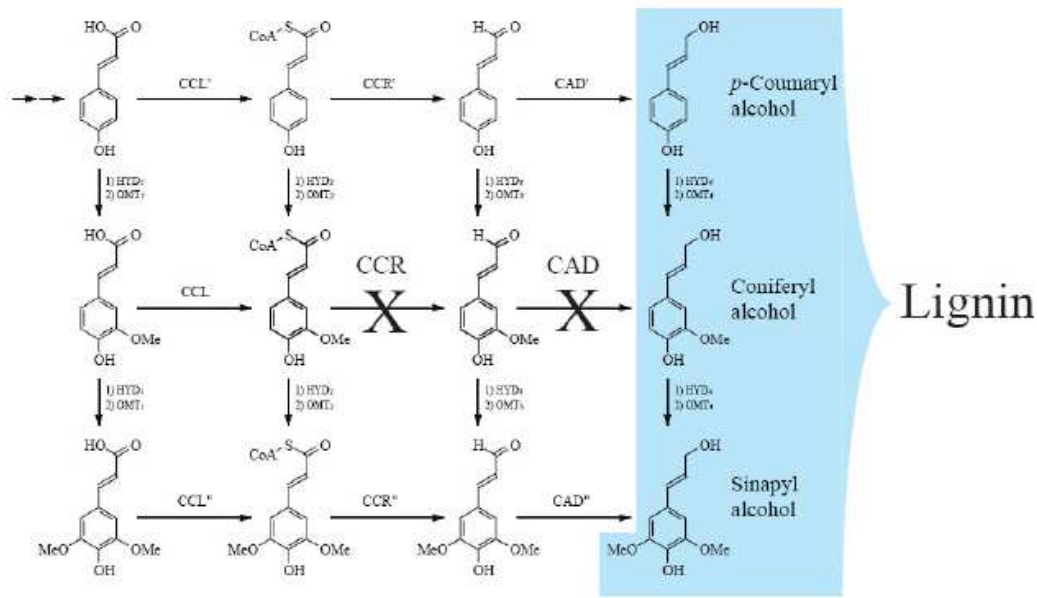
2.1.4. Lignin, suberin ve kutin

Bu bileşikler, sadece bazı hücre türlerinde bulunan kompleks yapıdaki polimerlerdir. Bitkilerde oldukça düşük oranda bulunmalarına rağmen, kalın bağırsakta kanser oluşumuna karşı koruyucu olmaları nedeniyle önem taşımaktadırlar.

Lignin, bitki hücre duvarlarında polisakkaritlerle birlikte oluşan fenilpropanoid ünitelerinden meydana gelen bir polimerdir ve bitkinin olgunlaşmasını sağlamaktadır. Lignin, armutlarda kumsu yapıyı oluşturmaktadır. Suberin, lignine benzer bir yapı ve bu yapıya kovalent bağlı ikinci bir hidrofobik poliester kısımdan meydana gelmektedir. Patates yumrusunu da içine alan kök sebzelerinin kabuklarını

oluşturan hücre duvarlarında mum bileşiklerine bağlı bir şekilde oluşmaktadır. Kutin ise, mum bileşikleriyle bağlanmış bir poliestere olup bitkinin yaprak ve meyveleri gibi toprak üstü organlarının dış epiderm tabakasını oluşturmaktadır.

Lignin, suberin veya kutinin hücre duvarı polisakaritlerini bağırsak bakteri enzimlerine karşı koruduğu ve ayrıca hücre duvarına hidrofobik özellik kazandırdığı bilinmektedir (Harris and Ferguson, 1999).



Şekil 2.2. Ligninin kimyasal yapısı

2.1.5. Oligofruktoz ve inülin

Oligofruktoz ve inülin, polimerizasyon derecesi 2-20 ve 2-60 arasında değişen β -2,1 bağlı fruktoz monomerlerinden oluşmaktadır. Kalın bağırsakta sadece bifidobakteriler tarafından fermente edilmektedir. İnülin ve oligofruktozun sakkaritlerin sindirimini yavaşlattığı, kan şekeri seviyesini dengede tuttuğu belirtilmektedir (Roberfroid, 1993). İnülin başlıca hindiba, sarımsak, soğan ve pırasada bulunmaktadır (Causey et al., 2000).

Oligofruktoz ya da oligofruktan olarak da adlandırılan fruktooligosakkaritler (FOS), yapay ya da alternatif tatlandırıcı olarak kullanılan oligosakkarit sınıfındadırlar. Oligosakkarit terimi şeker moleküllerinin kısa zincirleridir. Oligo az anlamında ve sakkarit şeker anlamındadır.

İnülin, fruktoz birimlerini kapsayan polimerlerdir ve tipik olarak bir terminal glukoza sahiptir. İnülindeki fruktoz birimleri β , (2-1)-glikosidik bağıyla bağlanırlar. Bitki inülinleri, genelde en az 20 fruktoz birimi içerir. Bazıları binlercesini içerir. Daha küçük bileşiklere fruktooligosakkaritler denir.

Üretilen iki farklı FOS sınıfı vardır. Bunlardan biri inülin degradasyonuna, diğeri ise transfruktosilasyon prosesine dayanır. İnülin degradasyonu ile üretilen FOS ya da diğeri bir deyişle polifruktoz D-fruktoz polimeridir. D-fruktoz β , (2-1) bağıyla terminal α , (1-2)'yle bağlı olan D-glukoza bağlanır. İnülinin polimerleşme derecesi 10 ile 60 arasında değişir. İnülin enzimatik ya da kimyasal olarak $\text{Glu}-(\text{Fru})_n$ (GF_n) and Fru_m , (F_m) yapısındaki oligosakkarit karışımlarına parçalanabilir (n,m 1 ile 7 arasında değişir). Bu proses doğada gerçekleşir ve özellikle de yer elması ve hindiba olmak üzere, bitkilerin çoğunda görülebilir. FOS'un bu tipi oligofruktoz pazarlarının gelişmiş olduğu ülkelerde ticari olarak büyük önem taşır. Bu sınıfın en önemli bileşenleri kestoz, nistoz, fruktozilnistoz, bifurkoz, inülobiyoz, inülotrioz, inülotetraozdur. Diğeri bir FOS da sakkarozdaki *Aspergillus niger*' in β -fruktosidazının transfruktosilasyonu ile hazırlanır. Elde edilen karışımın genel formülü GF_n'dir (n 1 ile 5 arasındadır). İnülinde elde edilen FOS'un tersine β , (1-2) bağıyla bağlanmamıştır.

Osidik bağlarının düzeninden dolayı, fruktooligosakkaritler tükürük ve bağırsak enzimleriyle gerçekleşen hidrozile karşı dayanıklıdırlar. Bağırsaklarda, anaerobik bakteriler tarafından fermente olurlar. Başka bir ifadeyle, besinsel lif oranına katkıda bulunurken kalori değerleri düşüktür. Fruktooligosakkaritler inülinlerden daha çözünürler ve bu yüzden yoğurt ve diğeri süt ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılırlar. Yüksek yoğunluktaki yapay tatlandırıcılarla birlikte kullanılırlar.

2.1.6. Enzime dirençli nişasta

Nişastalar, enzim inkübasyonu sonrasındaki davranışlarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadırlar (Berry, 1986).

1. Hızlı sindirilebilen nişasta (Rapidly digestible starch): Amorf ve dispers haldeki nişasta olup pişirilmiş ekmek ve patates gibi nişastalı gıdalarda yüksek miktarda bulunur.

2. Yavaş sindirilebilen nişasta (Slowly digestible starch): Tamamen ancak çok yavaş sindirilebilen nişastadır. Hububat nişastaları gibi pişmiş gıdalarda granüler ya da retrograde halde bulunan, fiziksel olarak erişilemez amorf nişastaları kapsar.

3. Enzime dirençli nişasta (Enzyme resistant starch): İlk olarak Englist et al. (1982) tarafından *in vitro* koşullarda amilaz ve pullulanaz enzimleri ile hidrolize dirençli nişasta fraksiyonunu tanımlamak için dirençli nişasta terimi kullanılmıştır. Nişasta kalın bağırsaklara ulaşabilmekte ve bağırsak mikroflorası tarafından fermente edilmektedir. Bu nedenle ince bağırsakta sindirilemeyen besinsel lifin bir fraksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Toplam nişasta miktarından hızlı ve yavaş sindirilebilen nişasta miktarları çıkarılarak hesaplanabilmektedir.

Enzime dirençli nişasta (EDN) EURESTA (European Food-Linked Agro-Industrial Research–Concerted Action on Resistant Starch) tarafından “sağlıklı bireylerin ince bağırsağında sindirilemeyen nişasta ve nişasta parçalanma ürünleridir” şeklinde tanımlanmaktadır (Jiang and Liu, 2002).

Enzime dirençli nişasta 4 grup altında toplanmaktadır:

- a. Tip1 EDN; sindirilemeyen bir matriks içinde tutuklu halde bulunan nişasta (örnek; kısmen öğütülmüş taneler, baklagil nişastaları)
- b. Tip2 EDN; granül formdaki jelatinize olmamış nişasta (örnek; yeşil muz, çiğ patates ve yüksek amiloz içeren nişasta)
- c. Tip3 EDN; retrograde nişasta (örnek: kahvaltılık hububat ürünleri, pişirilip soğutulmuş patates, ekmek)

- d. Tip4 EDN; kimyasal olarak modifiye edilmiş nişasta (örnek: asetat nişastaları, fosfat nişastaları, sitrat nişastaları ve çapraz bağlı nişastalar)

Kalın bağırsaktaki bakteriler dirençli nişastadan kısa zincirli yağ asidi üretir ki bu kolon hücrelerinin iç yüzeyinin sağlığını koruyabilir ve bağırsak kanserini önler. Bu yağ asitleri aynı zamanda kana emilir ve kan kolesterol seviyesini düşürücü bir rol oynayabilir. Yeni yapılan çalışmalarda dirençli nişastanın kilo kaybına da yardım edebileceği ileri sürülmektedir (Higgins, 2004) .

Tahıllarda, sebze ve meyvelerde ve işlenmiş gıdalarda farklı miktarlarda EDN bulunmaktadır. Bunun yanı sıra gıdaya uygulanan bazı işlemler ile EDN miktarı değişebilmektedir. Bazı gıdaların ve ticari ürünlerin EDN içerikleri Tablo 2.1' de verilmiştir.

Tablo 2.1. Bazı gıdaların enzime dirençli nişasta (EDN) miktarları

Gıda	EDN miktarı (%)
Ekmek (beyaz ekmek)	1.2
Çavdar ekmeği	3.2
Pizza hamuru (pişmiş)	2.8
Mısır gevreği	3.2
Patlamış pirinç	2.3
Bisküvi-Kraker	0.5-2.8
Kek	0.5-1.8
Muz	4.0
Makarna (pişmiş)	1.1-1.4
Pirinç (pişmiş)	1.2-1.7
Baklagiller (pişmiş)	1.0-4.2
Patates (pişmiş)	0.5-2.8
Hylon VII	54
Novelose	45
CrystaLean	40
ActiStar	58

Genel olarak EDN; ısıtma işlemleri, asit hidrolizi, enzim modifikasyonu, asit ya da enzim modifikasyonu ile birlikte ısıtma işlem uygulaması, ekstrüzyon ya da kimyasal yöntemlerle oluşturulmaktadır. Tip3 EDN oluşturmak için nişasta önce jelatinize daha sonra retrograde edilmelidir (Escarpa et al., 1997). Granüler yapı, aşırı su varlığında ısıtma ile jelatinizasyon sonucu dağılmaktadır (Farhat et al., 2001). Nişastanın jelatinizasyonundan sonra hareketli haldeki düz amiloz molekülleri hidrojen bağları ile kuvvetlenerek ikili sarmal yapı şeklinde yeniden dizilirler. Nişastanın ikili sarmal yapısının düzenlenmesi ile oluşan kristal yapı nişastayı hidrolize eden enzimlere dirençli hale gelir (Vasanthan and Bhatti, 1998). EDN, AACC' nin toplam besinsel yöntemi ya da AOAC' nin dirençli nişasta yöntemi ile belirlenebilmektedir.

2.1.7. Gum maddeleri

Bitki salgıları olarak bilinen gum maddeleri yüksek viskozite ve jel oluşturma özellikleri nedeniyle gıdalarda tekstürün korunması amacıyla kullanılmaktadır. Guar gum, gum bitkisinden, karragenan ve agar kırmızı deniz yosunundan (Jiménez-Escrig and Sánchez-Muniz, 2000), aljinat ise kahverengi deniz yosunundan elde edilmektedir (Nussinovitch, 1997).

2.2. Besinsel Liflerin Teknolojik Özellikleri

2.2.1. Hidrasyon özellikleri

Besinsel lifin hidrasyon özellikleri su tutma, su bağlama kapasitesi, şişme ve çözünürlük olmak üzere 4 farklı şekilde tanımlanmaktadır. Şişme, su tutma ve su bağlama kapasitesinin çözünmeyen besinsel lif ile ilgili olduğu bilinmektedir.

Su tutma kapasitesi, herhangi bir dış kuvvet uygulanmaksızın (yer çekimi kuvveti ve atmosfer basıncı dışında) life bağlanan su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Su tutma kapasitesi, belirli bir buhar basıncı altında, numunenin gözeneklerinde absorbe edilen su miktarının ölçülmesiyle belirlenebilmektedir (Thebaudin et al., 1997). Su tutma kapasitesi fazla olan besinsel lifçe zengin ürünler, gıdalarda sineresinin

önlenmesinde, gıdaların viskozitesinin ve yapısının modifiye edilmesinde kullanılabilir (Grigelmo-Miguel et al., 1999a). Elma, portakal, şeker pancarı ve soya lifi ile buğday kepeğinin su tutma kapasitelerinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Weber et al., 1993).

Su bağlama kapasitesi, genelde santrifüj olmak üzere bir dış kuvvet uygulandıktan sonra lifte bağlı kalan su miktarı olarak ifade edilmektedir (Thebaudin et al., 1997). Partikül iriliğinin su tutma kapasitesini etkilediği, partikül iriliği arttıkça su tutma kapasitesinin de arttığı bildirilmektedir. Sosulski and Cadden (1982), kaba partiküllü buğday kepeğinin 3.15 g/g su; ince partiküllü buğday kepeğinin ise 1.35 g/g su bağladığını saptamışlardır.

Çözünürlük ve şişme özellikleri ise birbiriyle bağlantılıdır. Polisakkaritlerin ilk aşamadaki çözünürlüğü şişmedir. Su, katı yapıya doğru hareket etmekte, makromoleküller de tamamen disperse olana kadar yayılmakta yani şişmektedir. Bu durum, moleküllerin çözünürlüğü şeklinde ifade edilmektedir. Buna karşılık, selüloz gibi bazı polisakkaritler ise yapılarından dolayı disperse olamamaktadır (Thebaudin et al., 1997).

2.2.2. Yağ absorblama kapasitesi

Çözünmeyen lifler, ağırlıklarının 5 katı kadar yağı tutabilmektedirler. Bu özellik, et ürünlerinde olduğu gibi gıdaların pişirilmesi sırasında normalde kaybolan yağın tutulmasını sağlamaktadır. Bu durum, gıdadaki lezzetin korunması ve gıdanın teknolojik özelliğinin artırılması için önem taşımaktadır. Yüksek yağ absorblama kapasitesi, yağ ve su emülsiyonlarında stabilitenin sağlanması açısından önem taşımaktadır (Grigelmo-Miguel et al., 1999a). Besinsel lifin yağ absorblama kapasitesinin partikül iriliğine göre değiştiği, iri partiküllü olanların yağı daha fazla absorbe ettiği belirlenmiştir (Prakongpan et al., 2002). Partiküllerinin büyük olması nedeniyle buğday kepeği ve şeker pancarı liflerinin yağ tutma kapasitelerinin yüksek olduğu belirtilmektedir (Thebaudin et al., 1997).

2.2.3. Tekstürel özellikler

Besinsel lifin, gıdaların yapısını ve stabilitesini değiştirmesi üzerine etkisi suyu bağlama özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Ksantan gam ve keçiyoynuzu gamı yapıyı sıkılaştırarak, karragenan ve pektin ise jel oluşturarak gıdanın yapısının stabil kalmasını sağlamaktadır. Gıdadaki stabil yapı dispersiyon, emülsiyon ve köpük gibi oluşumların devamının sağlanması şeklinde açıklanabilmektedir. Örneğin, aljinatların meyveli içeceklerde meyve pulpunu askıda tutarak çökmesini engellediği, propilen glikol aljinatın ise bira köpüğünün stabilitesini sağladığı ve dondurmalara pürüzsüz ve kıvamlı yapı kazandırdığı bildirilmektedir (Soyer ve Karadeniz, 2003). Besinsel lif kaynağı ve partikül iriliğinin de sıkı yapının oluşmasında etkili olduğu, elma ve şeker pancarı liflerinin, buğday lifine kıyasla daha sıkı bir yapı meydana getirdiği bildirilmektedir (Thebaudin et al., 1997).

2.2.4. Kristalizasyon özellikleri

Buğday ve çavdardan saflaştırılmış arabinoksilanlar gibi bazı hücre duvarı polisakkaritleri, suyun sıcaklığı donma noktasının altına düştüğünde kristal oluşumunu sınırlamaktadır (Thebaudin et al., 1997).

2.2.5. Prosesin besinsel lif üzerine etkisi

Proses sırasında, besinsel lif polisakkaritlerindeki glikozidik bağların parçalanabileceği ve bu nedenle fiziksel özelliklerinin değişebileceği ileri sürülmektedir. Glikozidik bağların kopması, besinsel liflerin çözünürlüğünü arttırmakta ve besinsel lifte kayba neden olmaktadır. Haşlanmış ve dondurulmuş havuçların NaCl ile birlikte kaynar suda pişirilmesi sonucunda çözünmeyen besinsel lifin azaldığı saptanmıştır. Bu sonuç, lifteki bağların NaCl tarafından katalize edilerek kırılması şeklinde açıklanmaktadır. Çözünmeyen besinsel lifin çözünür besinsel life kıyasla ısı işleme daha duyarlı olduğu bildirilmektedir (Nyman et al., 1987). Düşük konsantrasyondaki CaCl_2 ' ün ise pektin zincirindeki bağlanmayı artırdığı ve daha stabil yapı oluşturduğu belirtilmektedir. Stabil hücre yapısından karbonhidratların ayrılması güçleşeceği için besinsel lif miktarında değişiklik

saptanmamıştır. Ancak, yüksek konsantrasyonlardaki CaCl_2 ' ün havuçtaki toplam besinsel lifte ve lifin viskozitesinde azalmaya neden olduğu bildirilmektedir (Nyman and Svanberg, 2002). Ayrıca, havuçlardaki besinsel lifin fasulye ve armuttaki besinsel life kıyasla ısıtma ve depolamaya daha duyarlı olduğu saptanmıştır (Nyman et al., 1987).

2.3. Besinsel Liflerin Sağlık Üzerine Etkisi

2.3.1. Besinsel liflerin mide ve bağırsak metabolizması üzerine etkisi

Besinsel lif bileşikleri gastrointestinal sistemin normal fonksiyonunun devamını sağlaması, fekal hacmini arttırarak bağırsaktaki gıdaların transit süresini kısaltması ve kabızlığı önlemesi nedeniyle oldukça önem taşımaktadır. Başta pektin ve guar gum olmak üzere çözünür besinsel lif bileşenlerinin midenin boşalmasını geciktirdiği bildirilmektedir. Besinsel lifin bu etkiyi, viskoz ve jel yapı oluşturarak sağladığı düşünülmektedir (Roberfroid, 1993). Bu nedenle lifçe zengin gıdaların doygunluk sağladığı ve günde 25-50 g besinsel lifin tüketilmesinin yararlı olduğu bildirilmektedir (BeMiller and Whistler, 1996).

İnülin ve oligofruktoz gibi besinsel lif oligosakkaritleri prebiyotiklere örnek olarak verilebilir (Roberfroid, 1993). Prebiyotikler, bağırsakta bulunan bakteri türlerinin aktivitesini teşvik eden ve dolayısıyla sağlığın devamı için gerekli olan gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Brauns et al., 2002). Ayrıca, 4 g fruktan tüketiminin probiyotik olarak bilinen bağırsak bifidobakterilerinde önemli bir artışa neden olabileceği aktarılmaktadır (Causey et al., 2000). Probiyotikler, benzoik asit ve hidrojen peroksit gibi antimikrobiyel bileşikler oluşturarak yararlı mikrofloraya uygun ortam yaratmakta ve bağırsak bakteri popülasyonunun düzenlenmesini sağlamaktadır.

Besinsel lifin bağırsak kanserine karşı koruyucu olduğu, bu etkiyi bileşiklerin bağırsaktan geçişini kısaltıp bağırsak mukozasının potansiyel karsinojenlere maruz kalma süresini kısaltarak ve fekal hacmi arttırıp kansere neden olabilecek bileşikleri seyrelterek sağladığı düşünülmektedir (Harris and Ferguson, 1999; Levi et al., 2001;

Reddy, 1999). Farklı kaynaktan elde edilen besinsel lifin kanseri önleme derecesi de farklılık göstermekte, buğday kepeğinin koruyucu etkisinin selüloza kıyasla daha fazla olduğu bildirilmektedir (Kritchevsky and Klurfeld, 1997).

İnce bağırsakta sindirilemeyen besinsel lif, kalın bağırsaktaki bakteri popülasyonu tarafından fermente olmaktadır. Çözünür lif yüksek oranda fermente olurken, çözünmeyen bir lif olan selülozun spesifik bazı koşullarda kısmen fermente olduğu bildirilmektedir. Besinsel lifin fermentasyonu sonucu bağırsak mikroflorası artmakta, bağırsak mukozası ve ortam pH'ı değişime uğramaktadır. Besinsel lifin fermentasyonu ile CO₂, H₂, CH₄ gibi gazlar oluşmakta ve bu gazlar bağırsakta şişkinliğe neden olmaktadır (Roberfroid, 1993). Butirik asit ve propiyonik asit gibi kısa zincirli yağ asitleri ve laktik asit de fermentasyon ile meydana gelen bileşikler arasında yer almaktadır. Kısa zincirli yağ asitleri, ya bağırsak duvarından absorbe edilerek ya da kan dolaşımıyla karaciğere taşınarak metabolize olmakta ve enerji oluşumunda rol oynamaktadır. Vücuttaki enerjinin yaklaşık %7' sinin kalın bağırsaktaki mikroorganizmalar ile parçalanan polisakkaritlerden ortaya çıkan şekerlerden ve/veya bu polisakkaritlerin fermentasyonu ile oluşan asidik ürünlerden kaynaklandığı bildirilmektedir (BeMiller and Whistler, 1996). Bağırsak epitel hücreleri için gerekli olan butirik asidin ortamda artması ile bu hücrelerin çoğalmasını sağladığı (Roberfroid, 1993; Brauns et al., 2002), buna karşılık hastalıklı ve anormal hücrelerin oluşumunu inhibe ettiği, bu nedenle butirik asidin kolit ve bağırsak kanseri gibi bağırsak hastalıklarına karşı koruyucu olduğu düşünülmektedir (Nyman and Svanberg, 2002). Dirençli nişastanın fermentasyon sonunda fazla miktarda butirat oluşturmasından dolayı bağırsak kanseri riskini azalttığı öne sürülmektedir (Puupponen-Pimiä et al., 2002). Ayrıca bağırsak dokusunda kullanılan oksijenin %70' inden fazlasının butirat oksidasyonunda harcanması, butiratu bağırsak dokusunun temel enerji kaynağı haline getirmektedir. Oluşan laktik asit ise, bağırsak asitliğini artırmakta ve patojen mikroorganizmaların gelişimine antagonistik etkide bulunmaktadır (Asp, 1996; Brauns et al., 2002).

2.3.2. Besinsel liflerin lipit metabolizması üzerine etkisi

Çözünür lifin lipit metabolizmasına etki ettiği, toplam kolesterol ve LDL kolesterolü düşürme potansiyeline sahip olduğu aktarılmaktadır. Çözünür lifin kolesterol birikimine engel olduğu, VLDL (Very Low Density Lypoprotein)'yi azalttığı, VLDL'nin LDL (Low Density Lypoprotein)'ye dönüşümünü inhibe ettiği bildirilmektedir (Guillon and Champ, 2000). Leontowicz et al. (2001) kolesterol ilaveli diyetle beslenen farelerde toplam kolesterol ve plazma lipitlerinin arttığını belirlerken, elma posası veya şeker pancarıyla verilen kolesterol ilaveli diyetin LDL kolesterol, trigliserit ve toplam kolesterolü arttırmadığını saptamıştır. Ayrıca kolesterolü yüksek kadın ve erkeklerin diyetlerine günde 15 g çözünür besinsel lif karışımı (pektin, guar ve locust bean gum) verilmiş ve 8 hafta sonunda toplam kolesterol ile LDL'yi sırasıyla %6.4 ve %10.5 oranında düşürdüğü belirlenmiştir (Jensen et al., 1997). Kolesterolü yüksek erkeklerde günde 20 g hindiba inülinin 3 hafta boyunca tüketilmesinin de, serum trigliserit miktarını önemli oranda azalttığı saptanmıştır (Causey et al., 2000). Orta yaşlı, sağlıklı kadınlarda 6 yıl boyunca yapılan bir araştırmada da besinsel lif alımıyla kardiyovasküler rahatsızlıklar arasında ters bir ilişki olduğu saptanmış ve yüksek oranda lifçe zengin tahıl, meyve ve sebze tüketiminin kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olduğu kanıtlanmıştır (Liu et al., 2002).

Besinsel lifin kolesterol miktarını azaltıcı etkisinin yağ ve kolesterol absorpsiyonunu sağlayan misellerin oluşumu için gerekli safra tuzlarının lifle bağlanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Roberfroid, 1993; Thebaudin et al., 1997). Kolesterol, çeşitli gıdalarla vücuda alınabildiği gibi vücutta karaciğer tarafından da sentezlenmektedir. Karaciğer, diyetle alınan kolesterol miktarına göre sentezi azaltarak ya da mevcut kolesterolü safra asidine çevirerek kolesterol miktarını azaltmaktadır. Diyetle alınan kolesterol ve vücutta yapılan kolesterol ile safra olarak bağırsaklara dökülen kolesterol arasında denge bulunmaktadır (Baysal, 1997). Bağırsakta bulunan safra asidinin bir kısmı atılmakta, bir kısmı da tekrar karaciğere taşınmaktadır. Besinsel lifin safra tuzlarıyla bağlanması vücuttaki dengeyi bozmakta, karaciğerden yeniden safra asidinin salgılanmasına neden olmakta ve kolesterol miktarının azalmasını sağlamaktadır (Schneeman, 1998; Guillon and Champ, 2000).

Ancak, besinsel lifin bu etkisinin daha çok karaciğerde sentezlenen kolesterol üzerine olduğu ileri sürülmektedir (Roberfroid, 1993). Çözünür özellikteki besinsel lifin viskoz yapı oluşturması nedeniyle bağırsaktaki yağ emilim hızını yavaşlatması da kandaki kolesterolün azalmasında etkili olduğu düşünülen diğer bir özelliğidir (Schneeman, 1998).

2.3.3. Besinsel liflerin karbonhidrat metabolizması üzerine etkisi

Bilindiği gibi kolay sindirilebilir karbonhidratlar, glukoz absorpsiyonunu hızlandırmakta ve kan şekerinin artmasına neden olmaktadır. Lifçe zengin gıdalar, glukozun absorpsiyonunu azaltması nedeniyle karbonhidrat metabolizmasına etki etmekte, bu nedenle kandaki şeker seviyesini dengede tutmaktadır. Gıdadaki lif, hazırlanma ya da çiğnenme sırasında zarar görmemişse, nişastayı midedeki fiziksel aktiviteye ve kalın bağırsaktaki mikrobiyel aktiviteye kadar korumaktadır. Bu nedenle fasulye, mercimek ve bezelye gibi en dirençli hücre duvarına sahip gıdaların glisemik indeksinin düşük olması beklenmektedir (Guillon and Champ, 2000).

Gıdaların kandaki glukoz seviyesini beyaz ekmek gibi referans olarak alınan bir gıdaya kıyasla hangi oranda arttırdığının göstergesi olan glisemik indeksin gıdaların sindirilme hızıyla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Jenkins et al., 1990). β -glukanların da kan şekerinin düzenlenmesi üzerine pozitif etkide bulunduğu ve bu etkinin artan viskozite ile doğru orantılı olduğu bildirilmektedir (BeMiller and Whistler, 1996). Besinsel lifin viskoz yapıda olması nedeniyle midenin boşalmasını yavaşlattığı, α -amilazın aktivitesini düşürdüğü, nişastanın hidrolizi ile oluşan glukozun absorpsiyonunu azalttığı ve böylece kan şekerinin düşmesini sağladığı düşünülmektedir (Roberfroid, 1993).

2.3.4. Besinsel liflerin metabolizmada olumsuz etkileri

İnsanlarda artan besinsel lif alımı ile kalsiyum, magnezyum, çinko ve fosfor miktarları arasında ters bir ilişki olduğu aktarılmaktadır. Besinsel lifin mineral absorpsiyonunu engellediği ve bu etkinin daha çok kendisine bağlı fitik ve oksalik asitler ile proteinlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle tahıl ürünlerinde

ve soya gibi gıdalarda bulunan fitatın insan ve farelerde Ca absorpsiyonunu inhibe ettiği bilinmektedir. Harrington et al. (2001) elma, portakal, armut, şeker pancarı, arpa ve buğday lifinin Ca absorpsiyonunu araştırmış ve sadece fitat içermesi nedeniyle buğday kepeğinin Ca absorpsiyonunu azalttığını belirlemişlerdir.

Besinsel lif, vücuttaki mineralleri bağlayarak veya bağırsaktaki transit süresini kısaltarak mineral yararlılığı sınırlayabilmektedir. Besinsel lifin mineralleri bağlama kapasitesinin, ortamın pH değerine göre değiştiği, buğday kepeği ve elma lifinin çinkoyu en fazla pH 7.2' de bağladığı bildirilmektedir (Casterline and Ku, 1993).

Farklı besinsel lif 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 (Idouraine et al., 1996). Hücre dışı yapılan bir çalışmada ligninin kalsiyumu tutma kapasitesinin yüksek, buna karşılık selüloz ve pektinin kalsiyumla bağlanmasının zayıf olduğu belirlenmiştir (Torre et al., 1992). Ayrıca, selülozun çinko bağlama kapasitesinin en düşük; gum maddelerinin düşük; pektinin yüksek; ligninin ise en yüksek olduğu belirlenmiştir (Casterline and Ku, 1993).

Lifin partikül iriliğinin de mineralleri bağlama kapasitesi üzerine etkili olduğu, azalan partikül boyutuyla minerallerin lif tarafından tutulmasının da azaldığı saptanmıştır (Sangrark and Noomhorm, 2003). Diğer taraftan, Luccia and Kunkel (2002) hücre dışı yaptığı bir çalışmada selüloz, metilselüloz ve pisilyumun kalsiyumu bağlamadığını saptamıştır. Ayrıca, inülin ve guar gum hidrolizatlarının kalsiyum (Harrington et al., 2001), dirençli nişastanın da kalsiyumla beraber magnezyumun absorpsiyonunu artırdığı aktarılmaktadır (Brauns et al., 2002).

Besinsel liflerin başta E ve D vitamini olmak üzere bazı vitaminlerin de vücuttaki yararlılığı üzerine olumsuz etkisi bulunduğu bildirilmektedir. Buğday kepeğinin, α - tokoferolün vücuttaki yararlılığını azalttığı aktarılmaktadır. Bu etkinin, lifin partikül iriliğine ve lif kaynağına göre değiştiği, kaba partiküllü buğday kepeği ile beslenen

farelerde α -tokoferol miktarının ince partiküllü buğday kepeği veya selüloz ile beslenenlere kıyasla daha düşük olduğu aktarılmaktadır. Ayrıca, lif içeriği zengin diyetle beslenmenin D vitamini atılımını arttırdığı, bu nedenle vejeteryanlarda D vitamini eksikliği görülebildiği belirtilmektedir (Thebaudin et al., 1997).

2.4. Çeşitli Besinsel Lif Kaynakları ve Gıdalarda Kullanımı

Teknolojik ve tekstürel özelliklerinin belirlenmesiyle besinsel lifler, gıda üreticileri tarafından dikkat çekmiş ve gıda üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Gıda ürünlerinin lifler ile zenginleştirilmesi 1970'li yıllarda başlamıştır. İlk başta bu işlem kilo vermeye bağlı olarak sağlık yararı için yapılmıştır. O zamanlardan günümüze kadar geçen sürede, besinsel liflerin başka fonksiyonel yönleri saptanarak geliştirilmiş, hatta sağlanan birçok ilerleme ile geniş bir ürün yelpazesinde kullanılabilir hale gelmiştir. Gıda sanayinin birçok alanı için lif, değerli bir bileşen haline gelmiştir. Gıda içerisine katılan lifler sayesinde son ürünün dokusu, yoğunluğu ve duyu özellikleri değiştirilebilmektedir. Yeni lif kaynaklarının ortaya çıkışı, lif fonksiyonelliğinin (gıda ürününe uygulanan işlemler ve tüketiciler tarafından daha kabul edilebilir yapan tüm parametreler) geliştirilmesi ve daha anlaşılır hale gelmesi liflerin kullanım alanları konusunda gıda endüstrisinde birçok yeni olanaklar tanımaktadır (<http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-28.pdf>).

Toplumların gelir düzeyi arttıkça hayvansal gıdaların tüketimi artmış bu da diyetdeki bitkisel lif oranının düşmesine neden olmuştur. Günlük alınan besinsel lif oranının yetersizliği ile sindirim sistemi, kalp-damar ve şeker hastalıkları arasında birtakım ilişkilerin bulunduğu (Burkitt, 1971; Stephen and Cummings, 1980; Liebman et al., 1983; Schweizer and Wursch, 1991) anlaşıldıktan sonra bilinçli beslenen toplumlarda bitkisel liflere karşı büyük bir ilgi belirmiştir. Bunun üzerine gıda üreticileri son yıllarda bitkisel lifçe zengin gıda maddeleri üretimi için yoğun bir şekilde çalışmışlar ve gıdalara lifçe zengin katkıları ilave etmeye başlamışlardır.

Ayrıca, diğer karbonhidratlara kıyasla daha düşük enerji içermesi, günümüzde diyet ürünleri olarak bilinen lifli gıdaların yaygınlaşmasına neden olmuştur. Besinsel liflerin hepsi bakteriler tarafından parçalanamadığından 1 g besinsel lifin kalori

değerinin ortalama 2 kcal olduğu öne sürülmektedir. Gerçek değer 0-3 kcal/g arasında değiştiği, fermente olmayan besinsel liflerin enerji değerinin 0 kcal/g; fazla miktarda fermente olan besinsel liflerin enerji değerinin ise 3 kcal/g olduğu bildirilmektedir (Stark and Madar, 1994).

Besinsel lifler birçok tahıldan veya meyve ve sebzelerden sağlanmaktadır. Günlük alınması gereken lif miktarı Dünya Sağlık Örgütüne göre 25 gramdır. Bu miktarda lif alımını sağlamak için işlenmemiş unlu mamülleri tercih etmek ve buna ek olarak da salata ve meyve tüketimini arttırmak gerekir. Tablo 2.2' de çeşitli besinsel lif (BL) kaynakları ve bunların çözünür, çözünmeyen ve toplam BL içerikleri verilmiştir.

Tablo 2.2. Çeşitli besinsel lif (BL) kaynakları ve BL içerikleri

Ürün	Çözünür Lif Miktarı (%)	Çözünmeyen Lif Miktarı (%)	Toplam Lif Miktarı (%)
Buğday unu	-	-	1.5
Tam buğday unu	-	-	7
Buğday kepeği	45	10	55
Yulaf kepeği	-	-	25
Pirinç kepeği	-	-	27
Bezelye	22	8	30
Elma	11	6	17
Havuç	16	14	40
Elma lifi	-	-	70
Şeker pancarı lifi	65	20	85
Arpa kavuzu	72	3	75
Biracılık artığı lif	-	-	35

Nötral lifler olarak tanımlanan armut, yulaf, pirinç ve mısır lifleri hiçbir değişime uğramadan gıdalara katılmaktadır. Nötral olmayan kakao, elma ve turuncu lifleri ise lifteki diğer moleküllere bağlı olarak gıdaya renk ve lezzet kazandırmaktadır. Besinsel liflerin gıdalara ilave edilmesi içeriğin değişimine neden olabilmektedir.

Örneğin, keklere besinsel lif katılması halinde daha fazla suya gereksinim duyulmaktadır (Thebaudin et al. 1997).

Bisküvi, pişmiş et ürünleri, içecek, sos, tatlı ve yoğurtlarda, şekerlemelerde kullanılan çözünmeyen besinsel lifler hacmi arttırmakta ve bu ürünlerin kalori değerini azaltmaktadır. Ayrıca pişmiş et ürünlerinde, kıyma, sucuk, çikolata ve keklerde yağ yerine kullanılarak yağ miktarının azalmasını sağlamaktadır. Selüloz, soya, bezelye, şeker pancarı lifleri; balık ve tavuk kızartmalarında olduğu gibi kızartılmış ürünlerde de tutulan yağ miktarının azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca, selüloz içerikli kızarmış hamurun yağ içeriğinin azalması dışında, hacminin arttığı, daha hafif, daha esnek ve daha üniform bir yapıya dönüştüğü aktarılmaktadır (Thebaudin et al., 1997). Bunun yanında, pektin, guar gum, ksantan gum, karragenan, gum arabik gibi besinsel liflerin yağ taklitleri olarak kullanıldığı da bildirilmektedir. Besinsel lifler, pişmiş et ürünlerinde ve makarnalarda yağ ve su tutma kapasitesi nedeniyle pişme verimini de arttırmaktadır (Akoh, 1998).

Makarna üretiminde buğday ununun bir kısmı yerine guar gum kullanıldığında pişme verimini arttırdığı ve bu etkiyi nişasta granüllerini sararak ve pişme sırasında nişasta granüllerini çevreleyerek sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca guar gumın yüksek su tutma kapasitesinden dolayı makarnaların daha fazla şişmesini sağladığı bildirilmektedir (Tudorica et al., 2002).

Ekmeğe ilave edilen besinsel lifin de ekmeğin bayatlamasını geciktirdiği aktarılmaktadır. Keklere katılan selülozun, hacim verdiği, yumuşak yapıyı geliştirdiği ve raf ömrünü uzattığı bildirilmektedir (Prakongpan et al., 2002). Besinsel lifler, çerez gıdalar ile ekstrüde ürünlerde stabiliteyi ve teknolojik verimi arttırmaları, kurutma süresini kısaltmaları nedeniyle önem taşımaktadır. Besinsel lifler, kahvaltılık tahıl ürünleri, gofret, meyve ürünleri ve yoğurtlarda toplam besinsel lif içeriğinin artırılması amacıyla kullanılmaktadır. Besinsel lif ayrıca, su tutma kapasiteleri sebebiyle sos ve çorbalarda, topaklaşmayı önlemesi nedeniyle de toz karışımlarında kullanılmaktadır. Kek ve bisküvilerde bir kısım unla yer değiştiren lif (meyve, şeker pancarı, buğday kepeği, selüloz veya patates kabuğu) sıkı yapının depolama boyunca korunmasını sağlamaktadır (Thebaudin et al., 1997).

2.4.1. Buğday

Buğday bütün dünyada ıslahı yapılmış tek yıllık otsu bir bitkidir. Her türlü iklim ve toprak koşullarında gelişebilen çok sayıda çeşidi olduğundan dünyanın hemen hemen her tarafında yetiştirilmektedir. Ayrıca besin değeri, saklama koşulları ve işlenmesindeki kolaylıklar nedeniyle de birçok ülkede temel besin maddesidir. Ülkemizde günlük enerji ihtiyacının %50' si ekmek ve tahıl ürünlerinden karşılanmaktadır (Anonim, 2001).

Buğday çoğunlukla öğütülerek un kaynağı olarak kullanılmaktadır. Öğütme sırasında buğdayın bazı kısımları ayrılarak kepek, razmol ve ruşeym gibi yan ürünler elde edilmektedir. Kepek, buğdayın alöron tabakası ile birlikte unu endospermi saran bütün dış tabakalarıdır ve tanenin yaklaşık %13' ünü oluşturur. Kepek, selüloz ve kül bakımından zengindir. Razmol ise kepeğin daha ince öğütülmüş ve alöronca zengin halidir. Ruşeym buğdayın skutellum ve embriyo kısımlarından oluşur. Buğdayın koruyucu dış kalkanı olan kepek, iyi bir besinsel lif kaynağı olması nedeniyle önemlidir. Buğday lifini yeterince alabilmek için, beyaz un yerine esmer un, işlenmiş ekmek yerine de tam buğday ya da tam tahıl ekmekleri tercih edilmelidir.

Kepeğin bileşimi buğdayın türüne ve öğütme sırasında uygulanan işlemlere göre farklılık göstermektedir. Prosky et al. (1984) buğday kepeğinin %42.3 oranında besinsel lif içerdiğini belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada buğday kepeğinde toplam besinsel lif miktarı %55.9 olarak bulunmuştur (Schweizer and Wursch, 1979).

Selülozun ve buğday kepeğinin kurabiye, bisküvi ve kızarmış ürünlerde un ve yağ yerine kullanılması sıkı yapının oluşmasını sağlamaktadır. Kek ve bisküvilerde bir kısım unla yer değiştiren buğday kepeği sıkı yapının depolama boyunca korunmasını sağlamaktadır (Thebaudin et al., 1997).

2.4.2. Arpa

Arpa, buğdayla beraber dünyanın en eski kültür bitkisidir. Tarih öncesi devirlerinde ilk kültür bitkisi olan arpayı insanlar gıda olarak kullanmışlardır. Bugün bile,

buğdayın ekilemediği kutup bölgeleri ve yüksek dağlık bölgelerde arpa ekilerek gıda maddesi olarak kullanılmaktadır. Arpa dünyada tahıllar içinde üretimde buğday ve mısırdan sonra 3. sırada, Türkiye'de ise buğdaydan sonra ikinci sırada yer almaktadır.

Arpanın bileşiminde kuru maddede yaklaşık %52-72 nişasta, %9-14 protein ve nişasta olmayan polisakkarit olmak üzere sırayla %4-6 selüloz/lignin, %3-6 β -glukan ve %4-7 arabinoksilan bulunmaktadır. Arpa, antioksidan olarak etki eden tokotrienol ve tokoferollerin bütün izomerlerini içermektedir. Ayrıca arpa B vitaminleri, özellikle tiamin, pridoksin, riboflavin ve pantotenik asit kaynağıdır.

Zayıf pişme kalitesiyle birlikte tat ve görünüşü, arpanın gıdalarda kullanımını sınırlamıştır. Fakat son yıllarda arpa, içerdiği protein, besinsel lif, özellikle β -glukan ve zengin nişasta miktarına sahip olması nedeniyle gıda uygulamalarında geniş çapta ilgi çekmektedir. Çözünebilir bir lif olan β -glukan kalp damar hastalıklarında önemli bir risk faktörü olan kandaki kolesterol seviyesini düşürerek, kalp damar hastalıkları riskini azaltabilmektedir. (Thebaudin et al., 1997).

Bir çalışmada, buğday unu farklı oranlarda (%5, 20, 40) arpa unu ile karıştırılarak besinsel lifçe (β -glukan) zengin ekmek ve erişte üretilmiştir. %20 oranında arpa unu içeren ekmek ve eriştelerin kabul edilebilir yeme kalitesine sahip oldukları ve artan lif ve porsiyon başına azaltılmış kalorilerinden dolayı potansiyel olarak sağlıklı oldukları belirtilmiştir (Knuckles et al., 1997).

Başka bir çalışmada, basınç ile pişirme ya da atmosferik basınç altında pişirme yöntemleri kullanılarak üç farklı arpa türünden arpa bulguru yapılarak, prosesin tiamin, riboflavin, mineraller (Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg) seviyesine, aynı zamanda fitik asit ve β -glukan üzerine etkisi araştırılmıştır. Bulgur prosesi boyunca kül, riboflavin ve tiamin miktarlarında önemli azalış gözlenirken β -glukan seviyesinin ham arpayla karşılaştırıldığında proses edilmiş arpada önemli şekilde arttığı gözlenmiştir (Köksel et al., 1999).

Arpadan ekstrüzyon teknolojisi ile elde edilen ürünlerde dirençli nişasta miktarının arttığı ve β -glukan miktarının makromoleküler yapıda korunabildiği ifade edilmiştir. Ayrıca, ekstrüde arpa ürünlerinin iyi tekstürel özelliklerinden dolayı direkt olarak tüketilebileceği ya da kahvaltılık hububat ve diğer gıda ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir (Huth et al., 2000).

Dhingra and Jood (2001) soya unu ve arpa ununun %5, 10, 15 ve 20 oranlarında buğday ununa ilavesiyle elde edilen ekmeğin besinsel ve duyuşal özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Arpa ununun ayrıca eklenmesi ve soya unu ve yağı alınmış soya unuyla %15 oranında birleştirilmesi protein, toplam lizin, besinsel lif ve β -glukan miktarlarını önemli bir şekilde arttırmıştır. %15 oranında arpa ve yağı alınmış soya ununun eklenmesiyle elde edilen ekmeklerin duyuşal ve besinsel olarak kabul edilebilir olduğu sonucuna varmışlardır.

Baik et al. (2004) farklı arpa unları kullanarak ekstrüde edilmiş kahvaltılık tahıl ürünlerini incelemiş, aynı zamanda arpa çeşidinin ve ekstrüzyon parametrelerinin ürün üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Kullanılan arpa çeşidinin elde edilen ekstrüde ürünün kalitesinde önemli rol oynadığı bunun da nişasta ve protein miktarlarındaki farklılıklardan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca, arpa ununun granül haline getirilmesi ve ekstrüzyon parametrelerinin kontrolü sayesinde kabul edilebilir ürün üretilebileceği saptanmıştır.

Diğer bir çalışmada, farklı arpa çeşitlerinden yüksek β -glukan içeren tarhana üretimi ve üretilen tarhana örneklerinin kimyasal ve duyuşal özelliklerinin araştırılarak geleneksel buğday tarhanası ile karşılaştırılması yapılmıştır. Bir miktar β -glukan fermentasyon sırasında zarar görmesine rağmen sonuçlar arpa ununun yüksek β -glukan içeren tarhana üretmek için kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Birçok duyuşal özelliklerin kabul edilebilir çorba özellikleri niteliğinde olması arpa unlarının tarhana formülasyonunda kullanılabilmesini göstermiştir (Erkan et al., 2006).

2.4.3. Yulaf

İnsan tüketiminde yulaf, yulaf unu ve yulaf ezmesi şeklinde kullanılırken diğer bir kullanım şekli de hayvan yemi olmasıdır. Özellikle at ve develeri beslemede kullanılır. Bazı köpek mamalarında ve tavuk yemlerinde bulunur. Yulaf, bol miktarda nişasta (%22), protein (%33), vitamin ve mineraller içerir. İyi bir demir, magnezyum, fosfor ve manganez kaynağıdır. Bunun yanında, tiamin, folat ve pantotenik asit içerir. Yulaf, mısırdan sonra en çok yağ (%10) içeren tahıldır.

Yulaf lifi, yulaf kepeğinde bulunur ve β -D-glukan olarak bilinir. β -D-glukanlar, β -glukan diye de adlandırılır ve sindirilemeyen polisakkarit sınıfındadırlar. Yulaf, arpa ve diğer tahıllarda endospermdede ve hücre duvarında bulunurlar. Yulaf β -glukanı, D-glukozlar tarafından oluşturulmuş çözünebilir ve kıvamlı bir polisakkarittir. Karmaşık bağlı polisakkaritlerden oluşur. Yani D-glukoz ya da D-glukopranosillerin β -1,3 bağlarıyla ya da β -1,4 bağlarıyla bağlanır. (1,3)-bağı β -D-glukanın düzgün yapısını bozar ve onu çözünebilir ve esnek hale getirir. Sindirilemeyen polisakkarit selülozları da beta-glukandır fakat çözünemezler. Çözünememelerinin nedeni selülozun (1,4)- β -D-bağı içermesidir. β -glukan miktarı, farklı yulaf ürünlerinde değişir. Kepekte %5.5-23.0, yulaf ezmesi ve tam yulaf ununda ise %4'tür (http://www.hamaddeler.com/index.php?option=com_content).

2.4.4. Pirinç

Türkiye önemli bir tarım potansiyeline sahip olması nedeniyle besinsel lif kaynakları bakımından zengin bir ülkedir. Bu tahıl ürünlerinden pirinç; kompleks karbonhidrat, lif, protein ve vitaminler açısından iyi bir kaynaktır. Pirincin kepek tabakaları esansiyel aminoasitler, kalsiyum, fosfor, potasyum, niasin, lif, B vitaminleri, E vitamini ve doğal yağlar açısından zengindir ve besinsel lif içermesiyle besleyici özelliği olan bir yan üründür.

Pirinç tanesinin kepek tabakaları yüksek besin içeriğine sahiptir. Pirinç kepeği protein ve diğer besin maddeleri için potansiyel bir kaynak olup ayrıca yağ da ekstrakte edilebilmektedir. Ticari pirinç kepeği %34-62 nişasta, %15-22 yağ, %11-15

protein, %24-29 besinsel lif ve %6-10 oranında mineral madde içermektedir. Pirinç kepeği başlıca çözünmez lif (selüloz) ve çözünür lif (hemiselüloz) içerir. Ayrıca pirinç kepeği, tokoferol, tokotrienol ve orizanol gibi doğal antioksidanlar açısından değerli bir kaynaktır (Anonim, 2008).

Bir çalışmada yağsız pirinç kepeğinden iki fraksiyon, hemiselüloz ve çözünmeyen besinsel lif elde edilmiş ve ekmek üretiminde kullanılmıştır. Hemiselülozun yüksek su bağlama ve şişme kapasitesine, çözünmeyen lif fraksiyonunun ise yüksek yağ bağlama kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. %1, 2 ve 3 oranlarında hemiselüloz fraksiyonu ilavesi ile ekmeklerin hacmi azalmış ve sertlik değerleri artmıştır. Duyusal özellikler açısından %1, 2 ve 3 hemiselüloz ile %2 ve 4 çözünmeyen lif fraksiyonlarının ilavesi ile kabul edilebilir ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir (Hu et al., 2009).

Başka bir çalışmada kızartılmış bir et ürünüde pirinç kepeği ve pirinç kepeği yağı doğal katkı olarak kullanılmıştır. Elde edilen ürünler 4°C' de depolama sırasında kontrol örneklerine (katkısız) göre oksidasyona karşı yüksek stabilite göstermiştir. 8 günlük depolama süresinde ürünlerdeki doymuş/doymamış yağ asidi oranı ve 7-ketokolesterol seviyesi kontrol örneklerine göre daha düşük, vitamin E miktarı ise daha yüksek bulunmuştur. Pirinç kepeği ve yağı ile üretilen örneklerin duyusal analiz sonuçları da tüketiciler tarafından kabul edilebilir olduklarını göstermiştir (Kim et al., 2000).

2.4.5. Şeker pancarı

Şeker pancarı yaş ağırlık üzerinden %16 sakaroz ve %5 lif içermektedir. Şeker pancarı lifi (ŞPL), şeker üretiminde yan ürün olarak elde edilen şeker pancarı posasından üretilmektedir (Christensen, 1989). Şeker pancarı posası, şeker pancarından sakarozun ayrılması işleminde, posanın preslenerek suyunun uzaklaştırılması basamağında elde edilen ham bir materyaldir ve genellikle hayvan yemi olarak kullanılır. Şeker pancarı posası %74-87 arasında besinsel lif içermektedir (Michel et al., 1988). Yüksek miktarda besinsel lif içermesi ve nişasta ve fitat içermemesi nedeniyle buğday kepeği ile kıyaslandığında önemli bir lif

kaynağı olarak düşünülmektedir. Ham şeker pancarı posası %20 selüloz, %25 hemiselüloz ve %25 pektin içermekle birlikte, bileşiminde düşük miktarlarda protein, kül ve lignin bulunmaktadır. Başta pektin olmak üzere bazı polisakkaritler, bir dizi kimyasal ekstraksiyonla uzaklaştırılarak farklı bileşimlerde kalıntı lif elde edilebilmektedir (Bertin et al., 1988).

Başka bir çalışmaya göre ŞPL'nin toplam besinsel lif (TBL) içeriği en az %80, çözünür lif içeriği ise en az %10'dur. Temel bileşen hemiselülozdur ve toplam lifin %28'ini oluşturur. Diğer bileşenler ise pektin (%25), selüloz (%24) ve lignin (%5)'dir. Protein ve kül miktarı ise sırasıyla %8 ve %3 olarak belirlenmiştir (Christensen, 1989).

Bir çalışmada ekmek hacmi, renk ve tekstür özellikleri bakımından ekmekte ŞPL kullanımı araştırılmıştır. Bu amaçla buğday ununa %2.5-7.5 oranlarında ve ince (<150 µm), orta (150-355 µm) ve kalın (355-600 µm) olmak üzere 3 ayrı partikül boyutunda ŞPL ilave edilmiş, ayrıca lifin ekmek kalitesine olumsuz etkilerini önlemek için %3 vital buğday gluteni kullanılmıştır. Kalın ve orta partikül iriliğine sahip lif ilavesi ile inceye göre daha iyi ekmek hacmi elde edilmiştir. Ekmek içi rengine etkisi incelendiğinde L (parlaklık) değerinin, partikül boyutundan etkilenmediği, her iki lif örneğinde de ilave oranının artmasıyla L değerinin azaldığı gözlenmiştir. ŞPL'nin tekstür üzerine etkisi incelendiğinde, sertlik değerinin partikül boyutundan etkilenmediği görülmüştür (Özboy and Koksel, 1999).

Başka bir çalışmada, tam buğday unu, %30 çavdar unu ve %30 çeşitli aroma zenginleştiriciler ilave edilmiş ekmeklerin üretiminde %1.5 oranında ŞPL kullanılmıştır. Lif ilavesi ile her üç ekmekte de su tutma kapasitesinin %4 oranında arttığı, bu artışın reolojik özellikleri olumsuz yönde etkilemediği ve hamur yoğurma özelliklerini iyileştirdiği gözlenmiştir. Lif ilavesi ile su absorpsiyonu arttığından ekmek verimi artmakta ancak ekmek hacmi azalmaktadır. ŞPL ilavesi ile ekmekte (özellikle çavdar ekmeğinde) ağırlık kaybının azaldığı görülmüştür. 48 saat sonunda nem kaybının az olması uzun süre tazeliğini muhafaza ettiğinin göstergesi sayılmaktadır. Ayrıca ekmeklerde herhangi bir tat değişmesi olmamıştır (Gyura et al., 1999).

Başka bir çalışmada, ince (<150 µm), orta (150-355 µm) ve kalın (355-600 µm) olmak üzere 3 farklı boyutta üretilen ŞPL'den %74 kalın ve %26 orta boyutta lif içeren bir karışım hazırlanmış ve %2-12 oranlarında irmik ile karıştırılarak makarna üretiminde kullanılmıştır. Lif miktarının artması, pişme suyuna geçen madde miktarı ve makarna yüzeyindeki toplam organik madde miktarını (TOM) arttırmıştır. %8 ŞPL ilavesine kadar üretilen makarnaların çok iyi kalitede olduğu belirlenmiştir. TOM ve pişme suyuna geçen madde miktarı değerlerindeki artış, ŞPL ilavesi ile zayıf gluten ağının gelişmesinden dolayıdır. Duyusal özelliklere göre ŞPL ilavesi önemli bir değişiklik yaratmazken, renk değerleri incelendiğinde, artan ŞPL ile "L" değerinin azaldığı, grileşmenin meydana geldiği gözlenmiştir (Özboy and Köksel, 2000).

Bir çalışmada, farklı boyutta (10, 40, 120 ve 200 mesh) ŞPL örnekleri %10, 20 ve 30 oranlarında mısıra ilave edilerek ekstrüde bir ürün üretilmiştir. ŞPL ilave oranı arttıkça üründe boyuna genişleme görülmüş, çap ve spesifik hacmi azalmıştır. ŞPL boyutunun küçülmesiyle ürün çapı, boyu ve spesifik hacmi artmış, sonuçta enine ve boyuna bir genişleme gözlenmiştir. Ekstrüzyon ile üründe çözünür lif miktarının arttığı, çözünmeyen lif ve toplam lif miktarının azaldığı görülmüş, lif partikül boyutunun lif miktarına belirgin bir etkisi olmamıştır (Lue et al., 1991).

Başka bir çalışmada, ince (<150 µm), orta (150-355 µm) ve kalın (355-600 µm) olmak üzere üç farklı boyutta ŞPL üretilmiş ve bisküvi üretiminde %3-18 oranlarında kullanılarak bisküvi kalitesine etkisi araştırılmıştır. Bisküvilerin yayılma oranları (çap/kalınlık) incelendiğinde, ince boyutlu lif ilavesinin en kötü sonucu verdiği görülmüş, %3 lif ilavesi ile yayılma belirgin şekilde azalmıştır. Orta boyutlu lif ile %12 düzeyine kadar iyi sonuç alınırken, %12'nin üzerinde kalın boyutlu lif ile orta boyutlu life göre daha iyi yayılma gözlenmiştir. Tekstürel özellikler incelendiğinde, sertlik değerinin artan ŞPL ile arttığı tespit edilmiştir. Renk değerlerine bakıldığında, lif miktarı arttıkça bisküvilerde L değerinin azaldığı görülmüştür. Duyusal özelliklere göre düşük oranlarda lif ilavesi ile en az kontrol grubu kadar iyi özelliklere sahip bisküvi üretilmiştir (Köksel and Özboy, 1999).

Başka bir çalışmada, şeker pancarı posasından $>425\mu\text{m}$ partikül boyutunda ŞPL üretilmiş ve bisküvi formülünde %5-25 oranlarında kullanılarak kaliteye etkisi araştırılmıştır. Üretilen ŞPL'nin toplam lif içeriği %71.1 olarak belirlenmiştir. Artan miktarda lif ilavesi ile bisküvilerin toplam besinsel lif içeriklerinde önemli derecede artış olmuştur. Lif ilave oranı arttıkça bisküvilerin yayılma oranında artış, renk değerlerinde ise azalma gözlenmiştir. Duyusal özellikler bakımından, %15 lif ilavesine kadar kabul edilir bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir (Öztürk et al., 2008).

2.4.6. Biracılık artığı

Biracılık endüstrisi yan ürünü olan biracılık artığı küspe, genellikle fermentasyon sonrası malt, şerbetçiotu ve karbonhidrat kaynağı olarak kullanılan mısır ve pirinç gibi yardımcı maddelerin kalıntılarını içerir ve önemli bir artık olarak yüksek miktarda elde edilir (Finley and Hanamoto, 1980). Küspe ve şıra ayrıldıktan sonra küspe yıkayıp preslenerek su ve çözünen maddelerin bir kısmı uzaklaştırılır ve ardından kurutulur. Elde edilen bu küspe başlıca hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Biracılık artığı küspe, arpa tanesine göre protein ve lif içeriği bakımından daha zengindir. Biracılık artığı küspenin kuru madde içeriği %20 ve kuru maddedeki kül, protein, karbonhidrat ve yağ içeriği sırasıyla %3.5, 33.0, 43.4 ve 6.0 olarak belirlenmiştir (Wang et al., 1994). Ucuz olması ve besleyici değerinin yüksek olması nedeniyle insan beslenmesinde kullanılabileceği düşünülmüş ve bu küspeden biracılık artığı lif üretimine gidilmiştir (Kissell and Prentice, 1979). Biracılık artığı lifin temel bileşenleri, hemiselüloz (%14.2), selüloz (%10.4) ve lignin (%5.6)'dir (Salama et al., 1995).

Bir çalışmada, ekmek üretiminde farklı oranlarda biracılık artığı lif kullanarak çeşitli fonksiyonel özellikler ve ekmeklerin kalitesi incelenmiştir. Hazırlanan lif örnekleri beyaz una %5, 10 ve 15 oranlarında ilave edilmiş, kontrol grubu olarak ise %30 tam buğday unu ilave edilen ekmek üretilmiştir. Unların kimyasal bileşimine bakıldığında, kontrol grubuna göre %5, 10 ve 15 lif içeren unların protein miktarları sırasıyla %4.3, 9.8 ve 15.2 oranında artmıştır. Un karışımlarının su absorpsiyonu artan lif miktarı ile artmıştır. Ekmeklerin hacmi ölçüldüğünde, %5 oranında lif ilave edildiğinde ekmek hacminde azalma görülmemiş, %10 ve 15 ilavede ise sırasıyla

%11.4 ve 17.0 oranında azalma görülmüştür. Ekmek içi yapısı her oranda lif ile kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur. Duyusal özellikler açısından %5 ve 10 oranında lif ilave edilen ekmekler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında aynı kabul edilebilirliğe sahip bulunmuş, toplam kabul edilebilirlik %15 ilave oranında önemli ölçüde düşmüştür (Prentice and D'Appolonia, 1977).

Hassona (1993) ekmek üretiminde %10, 20 ve 25 oranında biracılık artışı lif kullanımını araştırmıştır. Genel olarak artan lif ilavesi ile ekmeklerde protein ve lif miktarının arttığı, yağ miktarının değişmediği görülmüştür. Lif ilave edilmeyen kontrol grubu ekmekte lif miktarı %2.6 iken, %10, 20 ve 25 oranında lif ilavesi ile üretilen ekmeklerde lif miktarları sırasıyla %4.9, 6.4 ve 7.5 olarak belirlenmiştir. Ekmeklerde renk, tekstür, görünüş ve tat-koku açısından yapılan değerlendirmede lif miktarının artmasıyla toplam kalitenin azaldığı görülmüştür. Ancak, düşük oranda (%10) lif ilavesi kabul edilebilir nitelikte ekmek üretimine olanak sağlanmıştır.

Bir çalışmada, farklı sıcaklıklarda (45, 100 ve 150°C) kurutulmuş elde edilen biracılık artışı lif örnekleri bisküvi üretiminde %10-40 oranlarında kullanılarak kurutma sıcaklığı, ilave oranı ve partikül boyutunun (32-100 mesh) bisküvi kalitesine etkisi incelenmiştir. Liflerde partikül boyutunun azalmasıyla kül miktarı ve BL miktarının azaldığı görülmüştür. Bisküvilerde 45 ve 100°C'de kurutulmuş lif ilavesi ile %10 düzeyine kadar kabul edilir özelliklere sahip ürün elde edilmiştir. %20 lif (45°C) ilavesi ile %55 protein, %90 lizin ve %220 toplam lif artışı olmuş ve bisküvilerde duyusal özellikler korunmuştur (Kissell and Prentice, 1979).

Başka bir çalışmada, ince (<212µm), orta (212-425µm) ve kalın (>425µm) partikül boyutlarında biracık artışı lif örnekleri üretilmiş ve bisküvi üretiminde %5-25 oranlarında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Lif partikül boyutunun artmasıyla protein içeriğinin azaldığı, toplam besinsel lif içeriğinin ise arttığı gözlenmiştir. Bisküvi formülünde artan lif miktarı ile bisküvilerin lif içerikleri artmıştır. Orta ve kalın boyuttaki lif ilavesi ile % 15 lif oranına kadar yayılma oranı, renk değerleri ve duyusal özellikleri bakımından kabul edilir ürünler üretilmiştir (Ozturk et al., 2002).

2.4.7. Bambu

Bambudan üretilen bambu lifinin %90'ından fazlası çözünmeyen liflerdir. Bambu lifinin meyve sularında, içeceklerde, baharatlarda, fırıncılık ürünlerinde, makarnada, sos yapımında ve ketçaplarda kullanılabileceği belirtilmiştir.

Bambu lifi fırıncılık ürünlerinde kullanıldığında ürün bayatlamaya karşı daha dayanıklı hale gelirken, kopmalara karşı esnek bir biçim alır. Cips, kurabiye, turta, kraker ve diğer çerezlerde bambu liflerinin bu özelliğinden yararlanır. Bambu lifinin, bazı fırınlanmış ürünlerin hacmini arttırdığı, keklerde soğumadan sonra büzülme oranını azalttığı ve çikolatanın dış buğulanma eğilimini azalttığı bildirilmiştir.

Bambu lifi, topaklanmayı önleyici özelliklerinden dolayı, ekstra life ihtiyaç duyulan toz karışımlarda da çok kullanışlıdır. Lifler kendi ağırlığının 3-5 katı kadar su taşıyabilir. Baharatlar ve esanslar, raf ömürlerini uzatan liflere bağlanır. Bambu lifi suda kolayca dağılır ve sıvıların fiziksel bağlarından dolayı emilim kapasiteleri yüksektir. Lifler içeceklerde viskoziteyi artırır. Tablo 2.3' de bambu lifinin kullanıldığı bazı ürünler ve kullanım oranları verilmiştir (http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3148&Itemid=298).

Tablo 2.3. Bazı ürünlerde bambu lifi kullanım oranları

Ürün	İlave Oranı (%)
Cips, kraker, vb.	1-4
Makarna, pizza, turta ve tortilla	2-4
Ekmek, pide, kek ve kurabiye	1-4
Dondurma, yoğurt	1-4
Baharatlar, çeşni ve peynirler	2-5
İçecekler	5-10

2.4.8. Enzime dirençli nişasta

Son zamanlarda yüksek amiloz içeren nişastalar ekmek, kahvaltılık hububat ürünleri ve çeşitli ekstrüde ürünlere katılabilen besinsel lif kaynakları arasında yer almakta ve bu tür ürünlerde kullanıldığında EDN miktarını arttırılabileceği belirtilmektedir (Sievert and Pomeranz, 1989; Haralampu, 2000; Thompson, 2000; Dimantov et al., 2004). EDN' nin bir gıda bileşeni olarak kullanılmasına yönelik çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Örneğin, EDN' nin bazı gıdalarda gevrekliği ve kabarmayı arttırdığı ve lif içeren bazı gıdalara göre renk, tat-koku ve tekstür gibi özellikleri iyileştirdiği tespit edilmiştir (Yue and Waring, 1998).

Fonksiyonel lif niteliği, özellikle beyaz renkli, kabul edilebilir tat-koku ve boyut özelliği ile pek çok besinsel lif kaynağına göre rahatlıkla kullanılabilir (Charalampopoulos et al., 2002). Proses koşullarına daha fazla uyumlu olduğu için EDN kullanıldığında üretim koşulları ve ürün formülasyonunda daha az modifikasyon yapılmaktadır (Sakharam, 2004).

EDN ile ilgili pratiğe yönelik uygulamalar daha çok kahvaltılık hububat, yüksek lifli ekmek ve kepekli kekler gibi bazı hububat ürünlerinde gerçekleştirilmiştir. Bu ürünlerde EDN' nin diğer geleneksel besinsel lif kaynaklarına kıyasla daha duyuşal özellik verdiği tespit edilmiştir. Ekmek üretiminde kepek ve benzeri ticari lifler kullanıldığında koyu renkli ve düşük hacimli bir ürün elde edilmektedir. Ayrıca bu besinsel lifler kullanıldığında hamurun su absorpsiyonu artmakta, reolojik özellikleri değişmekte ve hamurun işlenebilirliği zorlaşmaktadır (Sakharam, 2004). EDN kullanımı ile bu sorunun önüne geçilebilmektedir. Ekstrüde ürünlerde de olumlu değişiklikler gözlenmiştir. Gaz hücrelerinin genişlemesinin oldukça önemli olduğu ekstrüde ürünlerde kullanılan ticari besinsel lifler gıdanın fiziksel yapısını kuvvetlendirerek genişlemesini (expansion) sınırlandırmaktadırlar. Bu ürünlerin formülasyonlarına EDN katılabilmekte ve herhangi bir olumsuz etki yaratmamaktadır (Haralampu, 2000).

Öztürk et al. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, ekmek üretiminde %10, 20 ve 30 oranlarında ticari EDN (Hylon VII, Novelose330 ve CrystaLean) kullanımı ile

ekmeğin EDN miktarı %1.21' den %4.10-12.7' e çıkmıştır. Ekmeklerin duyuşal özellikleri (renk, gözenek, dış görünüş ve simetri) EDN ilavesi ile değişmemiş, ekmeğin hacimleri ise %20 ilave oranının üzerine çıkıldığında azalmıştır.

2.4.9. Meyve lifleri

Meyve ve sebzelerin ve bunlardan elde edilen ürünlerin bileşimini, nitelik ve nicelik olarak kesin değer ve sınırlarla belirleyip tanımlamak çok zor ve hatta imkânsızdır. Zira, meyve ve sebzelerin bileşimi, türlerine, yetiştirildiği yörenin ekolojik şartlarına, toprağın niteliğine, yetiştirme tekniği ve kültürel önlemlere, olgunluk düzeyi, taşıma ve depolama gibi sayısız faktöre bağlı olarak değişim göstermektedir. Ancak, meyvelerde genellikle %80-85 su, %3-18 karbonhidrat, %0,2-1,0 azotlu maddeler, %0,1-0,3 yağ ve %0,3-0,8 mineral maddeler bulunur (Cemeroglu and Acar, 1986).

Bazı meyvelerdeki besinsel lif oranları Tablo 2.4'de verilmiştir (Nawirska and Kwasniewska, 2005).

Tablo 2.4. Bazı meyvelerdeki besinsel lif miktarları (%)

Lif (%)	Elma	Kiraz	Kuş üzümü	Armut	Havuç
Pektin	11,7	1,51	2,73	13,4	3,88
Hemiselüloz	24,4	10,7	25,3	18,6	12,3
Selüloz	43,6	18,4	12,0	34,5	51,6
Lignin	20,4	69,4	59,3	33,5	32,3

Elma (*Malus domestica*) gülgiller familyasına ait bir bitkidir. Ilık ve serin iklimi seven elma -35°C gibi soğuklara dayanıklı bir meyvedir. Ekolojik şartların uygunluğu ve gen merkezi olması nedeniyle, elma yurdumuzun hemen her yerinde çok eski yıllardan beri yetiştirilmektedir. Ülkemizdeki elma üretimi, sadece Türkiye'nin meyve üretiminde önemli yer almakla kalmayıp, dünya elma üretiminde de Çin, ABD ve Fransa'dan sonra dördüncü sırada gelmektedir (Yapıcı, 2008). Elma üzerine yapılan araştırmalarda değişken sonuçlar bulunmakla beraber elmanın

yaklaşık %85,3'ünün sudan, %11,8'inin glukoz, fruktoz gibi şekerleri içeren karbonhidratlardan ve %2,3'ünün selüloz içeren liflerden oluştuğu belirtilmektedir (Vieths et al., 1993).

Elma posası üzerine yapılan araştırmalarda, kaynaklara göre içeriğin miktarları değişiklik göstermekle birlikte %36,8'i besinsel lif (selüloz, lignin ve hemiselüloz), %54,4'ü karbonhidratlar, kalan %8,8'lik kısım da kül, yağ ve proteinden oluşmaktadır (Carson et al., 1994). Masoodi and Chauhan'ın (1998) yaptığı bir çalışmada ise elma posasının %29 nötral detarjan lif ve %13 pektin içerdiği belirtilmiştir. Farklı kaynaklarda farklı sonuçlar görülmesinin sebebi, daha önce de vurgulandığı gibi, içerik miktarlarının meyvenin türü, yetiştirildiği bölge, olgunlaşma süresi, toprağının özelliği gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmesidir.

Elma ile ilgili çalışmaların daha çok elmadan pektin eldesi üzerine olduğu görülmektedir (Grohmann and Bothast,1994; Kim et al., 2005). Elmayla ilgili olarak incelenen diğer bir alan da besinsel liflerle ilgilidir. Elma liflerinin unla karışımının, ekmek yapımında kullanıldığında fırınlama kalitesinin düşük olduğu görülmüştür (Chen et al, 1988). Benzeri başka bir çalışmada (Masoodi et al., 2002) farklı oranlarda karıştırılmış elma posası ve un karışımları lif zenginleştirici olarak kek yapımında kullanılmıştır. Yine bir başka ekip (Fernando et al., 2005) bazı fonksiyonel özelliklerini değerlendirdikleri elma posası ve narenciye ürünleri kabuklarının lif zenginleştirmede potansiyel kaynak olarak ele alınabileceğini belirtmişlerdir.

Buğday kepeğinden yapılan keklerde, buğday kepeğinin %50'si yerine kullanılan elma posası lifinin daha iyi bir yapı ve tat-koku oluşturduğu, daha yumuşak ve daha nemli olduğu belirlenmiş ve elma posası katılan keklerin panelistlerce tercih edildiği saptanmıştır. Yine, kurabiye yapımında kullanılan un ve yulafın %40'ı oranında elma posası katılması sonucu kurabiyelerin daha çok beğenildiği belirtilmektedir (Wang and Thomas, 1989).

Keskin ve Erkmek (1987) armut, ayva, çilek, elma, incir, kayısı, kiraz, limon, siyah üzüm ve şeftali gibi bazı meyvelerde bulunan ham lif miktarlarını sırasıyla %2.58,

1.86, 0.40, 1.32, 1.50, 0.80, 0.32, 2.24, 1.23 ve 0.95 olarak bulmuşlardır. Ayrıca ham selülozun çekirdekli meyvelerde %0.2-4.4 (kirazda %0.2-0.4, kayısıda %0.6-0.9, elmada %0.9-1.9, eriklerde %1.3-4.4), çilek, boğürtlen, dut, üzüm vb. de %0.5-6.0, limon ve portakalda %0.4-2.5 bulunduğunu belirtmişlerdir. Çileğin toplam besinsel lif içeriği farklı çalışmalarda %18.2 (Nishimune et al., 1991), %23.3 (Lintan and Capelloni, 1992) ve %23.0 (Rosado et al., 1993) olarak bulunmuştur.

Wardlaw et al. (1993) yaptıkları çalışmada beyaz üzüm, siyah üzüm, çekirdeksiz şeftali, çekirdeksiz kiraz, çekirdeksiz kayısı, kavun, karpuz, incir, çilek, çekirdeksiz ve kabuksuz armudun besinsel lif içeriklerini (g/100g) araştırmışlar ve sırasıyla 1.06, 1.30, 2.6, 1.47, 1.98, 0.80, 0.38, 9.3, 2.62, 0.64 sonuçlarını bulmuşlardır. Aynı çalışmada kabuklu elmanın besinsel lif içeriği 2.18 g/100 g bulunurken, kabuksuz ve çekirdeksiz elmanın besinsel lif içeriği 1.88 g/100 g olarak tespit edilmiştir. Gopalan et al. (2000)'ın yaptıkları bir çalışmaya göre de armut, çilek, elma, incir, karpuz, kavun, kiraz ve şeftalinin meyvelerinin ham lif miktarları sırasıyla %1.0, 1.1, 1.0, 2.2, 0.2, 0.4, 0.4, 1.2 şeklinde saptanmıştır.

Grigelmo-Miguel et al. (1999a) bir çalışmada, şeftali meyvesindeki lifin karakteristik özelliklerini araştırmışlar ve çözünür ve çözünmez lif parçalarından enzimatik-kimyasal yöntemle nötral şeker, üronik asit ve klason lignin elde etmişlerdir. Aynı zamanda bileşimin enerji değeri, renk, su ve yağ tutma kapasitesi de araştırılmıştır. Şeftalideki lifi oluşturan toplam kuru madde yoğunluğu %31-36 arasında bulunmaktadır. Bunun %20-24' ünü çözünmez lifler, %11-12' sini ise çözünür lifler oluşturmaktadır. Buradaki sonuçlarda şeftalinin lif açısından zengin bir meyve olduğu gösterilmektedir.

Başka bir çalışmada şeftali lifinin küçük keklere (muffin) katıldığı ve nem içeriğini arttırdığı belirlenmiştir. %2-5 oranında katılan şeftali lifinin muffinlerde flavoru geliştirdiği, yumuşak bir yapı kazandırdığı ve kalori değerini düşürerek sağlıklı bir ürün oluşturduğu saptanmıştır. Ancak %10 oranında katılan lifin, sert yapıya ve çiğneme zorluğuna neden olduğu bildirilmiştir (Grigelmo-Miguel et al., 1999b).

Bu çalışmada, farklı besinsel lif kaynakları olarak ahlat ve kozalak kullanarak lif içeriği yüksek toz ürün üretimi ve bunların belli oranlarda kek ve bisküvi formülünde kullanım olanakları araştırılmıştır.

Ahlat (*Pirus eleagrifolia*; gülgiller familyası), Anadolu'da hemen yer yörede doğal olarak yetişen yabani armut ağacının meyvesidir. Bazı yörelerde çakal armudu, çördük gibi yöresel isimleri de vardır. Ahlat, Anadolu'nun hemen her yerinde bulunan, bir ağaç türüdür. Kuraklığa ve hava kirliliğine dayanıklı bir türdür. Kurak yerlerde, orman açıklıklarında, bozkırlarda, özellikle ormandan açılmış tarla içlerinde çeşitli alıç (*Crataegus*) türleriyle birlikte yaygın olarak bulunur. Yetiştirme koşullarına bağlı olarak 2-20 metre arasında boylanabilen bir ağaçtır. Derin verimli toprak isteyen türleri olduğu gibi kıraç topraklara adapte olmuş türleri de mevcuttur. Yaprakları dar, gri-yeşil yoğun tüylü ve tam kenarlıdır. Nisan ayında çiçek açar, meyvesi sonbaharda olgunlaşır (Keteoğlu ve ark., 2006a).

Çam ağaçları (*Pinus L.*) tüm dünyada yaygın şekilde bulunmaktadır. Çamlar derine inen kuvvetli bir kök sistemine sahip olduklarından, rüzgar ve fırtınalara dayanıklı olup yüksek kuşaklarda yaşayabilirler. Kozalak ağacın çiçeğidir. Erkek kozalaklar çok sayıda ve küçük olup genç sürgünlerin tabanında toplanmıştır. Dişi kozalaklar (gıda olarak kullanılanlar) 2-3 yılda olgunlaşırlar. Bir eksen etrafında spiral dizilmiş çok sayıda dişi çiçekten oluşur. Bu çiçekler kalın odunsu bir karpel şeklindedir. Çam ağacı kağıt üretimine uygun olup, kerestelik odun olarak tüketilir. Ayrıca terebentin, çam yağı, kolofan ve odun katranı gibi yan ürünleri vardır. Bazı türlerinin (*P. pinea*) tohumları ise gıda olarak tüketilir (Keteoğlu ve ark., 2006b).

Doğu Asya ülkelerinde çam yaprakları, kozalak ve polenler gibi çam ağacının çeşitli kısımları gıda ya da besin takviyesi olarak kullanılmaktadır. Çam ağacının bazı kısımlarının gastrointestinal ve sinir sistemi üzerine olumlu etkileri olduğu, hipertansiyon ve diyabet gibi hastalıklardan koruduğu düşünülmektedir. Çam yaprakları ya da kozalaklarından elde edilen ekstraktların serum lipid seviyesini düşürdüğü ve yaşlanmayı geciktirdiği bildirilmiştir. Ayrıca, çam kozalağı ekstraktında bulunan polisakkaritlerin gribal enfeksiyonları engellediği belirlenmiştir (Nagata et al., 1990; Kong et al., 1995; Satoh et al., 1999; Kwak et al., 2006).

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan un ile kek ve bisküvi formülasyonunda kullanılan diğer bileşenler (şeker, yağ, yumurta, kabartıcılar, süt tozu, HFCS, tuz) piyasadan temin edilmiştir.

Ahlat ve kozalak örnekleri yetiştiği mevsimde toplanıp kurutularak muhafaza edilmiştir. Ahlat olgunlaşma aşamasının sonunda, kozalak ise yeni oluşum evresinde, yaklaşık 20-25 mm boyutunda iken toplanmıştır.

3.2. Ahlat Lifi Üretimi

Ahlat lifi üretiminde kurutulmuş ahlat kullanılmıştır. Olgunlaşma aşamasının sonunda toplanan ahlat örnekleri önce su ile yıkanarak temizlenmiş ve ardından güneşte kurutulmuştur. Kuru meyveler buzdolabında muhafaza edilmiş ve kullanılmadan hemen önce öğütülmüştür. Kahve değirmeninde öğütölüp 425 µm gözenek çaplı elekten elenerek homojen partikül boyutunda toz ürün elde edilmiştir.

3.3. Kozalak Lifi Üretimi

Kozalak örnekleri yeni oluşum evresinde, yaklaşık 20-25 mm boyutunda iken toplanmıştır. Saf su ile yıkandıktan sonra etüvde 50°C'de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler buzdolabında muhafaza edilmiş ve kullanılmadan hemen önce öğütülmüştür. Kahve değirmeninde öğütölüp 425 µm gözenek çaplı elekten elenerek homojen partikül boyutunda toz ürün elde edilmiştir.

3.4. Lif Örneklerinde Yapılan Analizler

3.4.1. Rutubet miktarı

Ahlat ve kozalak lif örneklerinin rutubet miktarları AACC Metod No. 44-15A'a göre belirlenmiştir (AACCI, 2000).

3.4.2. Kül miktarı

Ahlat ve kozalak lif örneklerinin kül miktarları AACC Metod No. 08-01'e göre belirlenmiştir (AACCI, 2000).

3.4.3. Direk yoğunluk ve kitle yoğunluğu

Ahlat ve kozalak lif örneklerinin direk yoğunluk ve kitle yoğunluğu Michel et al. (1988)'a göre belirlenmiştir.

3.4.4. Besinsel lif miktarı

Üretilen ahlat ve kozalak lifi örneklerinin çözünür lif, çözünmeyen lif ve toplam besinsel lif miktarları AACC Metod No. 32.07'ye göre belirlenmiştir (AACCI, 2000). Yöntemin esası örnekteki protein ve nişasta gibi sindirilebilir kısımların uzaklaştırılarak geriye kalan sindirilemeyen kısımların hesaplanmasına dayanmaktadır.

Örnekler sırasıyla amilaz, proteaz ve amiloglukozidaz enzimleri ile muamele edilerek nişasta ve protein uzaklaştırılır. Toplam besinsel lif analizi için, enzimlerle hidrolize edilen örnekler çözünür lif bileşenlerinin çöktürülmesi amacıyla etil alkolle muamele edilip filtreden süzülür. Üste kalan kalıntı (enzimlerle parçalanmayan bileşenler) alkol ve asetonla yıkanıp, etüvde kurutulup, tartılır. Çözünmeyen lif analizi için ise, enzimlerle hidrolize edilen örnekler etil alkol ile çöktürme işlemi yapılmadan filtreden süzülür, alkol ve asetonla yıkanıp kurutulur ve tartılır.

Örneklerin çözünür lif içeriği, toplam lif ve çözünmeyen lif içerikleri arasındaki farktan hesaplanmıştır.

3.4.5. Su bağlama ve çözünürlük

Ahlat ve kozalak lifi örneklerinin su bağlama ve çözünürlük özelliklerinin belirlenmesi için Singh and Singh (2003) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilmiştir. Bu amaçla deney tüplerine 0,5 g örnek tartılıp üzerine 5 mL saf su ilave edilmiş ve 5 dakika aralıklarla 15 saniye vorteks ile karıştırılmıştır (8 kez). Karıştırma işlemi sonunda örnekler 2100 xg hızda 10 dakika santrifüj (Heitich Universal 320R, UK) uygulanmıştır. Süpernatant kurutma kabına aktararak tartılmış ve etüvde 100°C'de 1 gece bekletilerek kurutulmuştur. Çökelen kısım da tartılarak etüvde 100°C'de 1 gece bekletilerek kurutulmuştur. Çözünürlük ve su bağlama değerleri aşağıdaki formüllere göre % olarak hesaplanmıştır:

$$\text{Çözünürlük (\%)} = \frac{M_2}{M_1} \times 100$$

$$\text{Su bağlama (\%)} = \frac{M_3 - M_4}{M_1} \times 100$$

M_1 = örnek miktarı, g

M_2 = süpernatanttaki kuru çökelti, g

M_3 = tüpteki yaş çökelti, g

M_4 = tüpteki kuru çökelti, g

3.4.6. Şişme derecesi

Ahlat ve kozalak lif örneklerinin şişme derecesi özelliklerinin belirlenmesi için Crosbie (1991) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilmiştir. Bu amaçla deney tüplerine 0,5 g örnek tartılıp üzerine 10 mL saf su ilave edilmiş ve süspansiyon 95°C'de 30 dakika ısıtılmıştır. Isıtma sonrasında örnekler 2100 xg hızda 10 dakika santrifüj (Heitich Universal 320R, UK) uygulanmıştır. Çökelen kısım tartılıp şişme derecesi (g/g) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Şişme derecesi (g/g)} = \frac{M_2}{M_1}$$

M_1 = örnek miktarı, g

M_2 = tüpteki yağ çökelti, g

3.4.7. Yağ bağlama

Ahlat ve kozalak lif örneklerinin yağ bağlama özelliklerinin belirlenmesi için Lin et al. (1974) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilmiştir. Bu amaçla deney tüplerine 1 g örnek tartılıp üzerine 10 mL mısır özü yağı ilave edilmiş ve 1 dakika vortekslelendikten sonra 1600 xg hızda 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda serbest yağ mL olarak ölçülmüş ve yağ bağlama (mL yağ/100 g örnek) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ bağlama (mL yağ/100 g örnek)} = (V_1 / M_1) \times 100$$

$V_1 = 10$ – serbest yağ miktarı, mL

M_1 = örnek miktarı, g

3.5. Kek Üretimi

Kek üretiminde AACC tarafından önerilen standart metot (Method No. 10-90) kullanılmıştır (AACCI, 2000). Hamur karıştırma işlemi için standart mikser (KitchenAid, USA), pişirme işlemi için ev tipi mini fırın (Beko, Türkiye) ve pişirme kabı olarak 7 cm iç çaplı cam kaplar kullanılmıştır.

Kullanılan kek formülasyonu Tablo 3.1’de verilmiştir. Ahlat ve kozalak lifleri kek formülasyonuna % 10, 20 ve 30 (un bazında) şeklinde belirlenen 3 farklı oranda ilave edilerek kekler üretilmiştir. Ayrıca lif ilave edilmeyen kek üretilmiş ve kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Her formülasyon için iki pişirim, her pişirim için 2 kek hazırlanmıştır.

Tablo 3.1. Kek formülasyonu

Bileşenler	Gram	%
Un	45	100
Şeker	45	100
Yumurta	20	45
Yağ	10	25
Süt tozu	5,2	12
Tuz	0,8	2
Kabartma tozu	2,2	5
Su	40	90

Yapılan ön çalışmalarda, kek formülüne lif ilavesi ile, özellikle ahlat lifinde, hamur kıvamında önemli oranda azalma meydana gelmiş ve keklerde çökme gözlenmiştir. Bu nedenle formüldeki su miktarı değiştirilmiş ve her bir lif örneği ve farklı oranları için farklı su miktarları kullanılmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Farklı lif çeşidi ve oranına göre kek formülasyonuna ilave edilen su miktarı

Lif İlave Oranı (%)	Eklenen Su Miktarı (gram)	
	Ahlat	Kozalak
0 (Kontrol)	40	40
10	30	40
20	23	35
30	15	30

Yağ, şeker ve yumurta mikserin haznesine aktarılmış ve her 1 dakikada sıyırma işlemi yapılarak 4 hızında toplam 4 dakika karıştırılmıştır. Bu işlem bittikten sonra süt tozu, tuz ve su ilave edilerek 2 hızında 1 dakika karıştırılmıştır. Son aşamada un (lif ilave edilen bisküvilerde un-lif karışımı) ve kabartma tozu ilave edilerek ilk önce 4 hızında 1 dakika daha sonra 2 hızında 2 dakika karıştırılarak kek hamuru elde edilmiştir. Hazırlanan kek hamuru iki kaba 60 g olacak şekilde eşit ağırlıklarda

aktarılmıştır. 175°C'deki fırında 25 dakika pişirilmiştir. Kekler fırından çıktıktan 30 dakika sonra kaplardan çıkarılmış ve oda sıcaklığına ulaştıktan sonra (~2 saat) gerekli ölçümler yapılmıştır.

3.6. Bisküvi Üretimi

Bisküvi üretimi AACC Metot No. 10-54'e göre yapılmıştır (AACCI, 2000). Hamur karıştırma işlemi için standart mikser (KitchenAid, USA) ile pişirme işlemi için ev tipi mini fırın (Beko, Türkiye) kullanılmıştır.

Kullanılan bisküvi formülasyonu Tablo 3.2'de verilmiştir. Ahlat ve kozalak lifleri bisküvi formülasyonuna %10, 20 ve 30 (un bazında) şeklinde belirlenen 3 farklı oranda ilave edilmiştir. Ayrıca lif ilave edilmeyen bisküvi üretilmiş ve kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Her pişirim için 4 bisküvi hazırlanmıştır.

Tablo 3.3. Bisküvi formülasyonu

Bileşenler	Gram	%
Un	40.0	100
Yağ	16.0	40
Şeker	12.8	32
Kahverengi şeker	4.0	10
Tuz	0.5	1,3
HFCS	0.6	1,5
Yağsız süttozu	0.4	1
Sodyum bikarbonat	0.4	1
Amonyum bikarbonat	0.2	0,5
Su	17.5	44

Un ve amonyum bikarbonat dışındaki diğer kuru bileşenler bir kaptaki iyice karıştırılmış ve hazırlanan bu kuru karışım ile yağ mikserin haznesine aktarılıp her 1 dakikada bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 3 dakika karıştırılmış ve böylelikle

krema elde edilmiştir. Aynı bir kapta su, HFCS ve amonyum bikarbonat ile hazırlanan sıvı karışım kremaya eklenmiş ve her 15 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 1 dakika karıştırılmıştır. Karışıma un (lif ilave edilen bisküvilerde un-lif karışımı) ilave edilip her 10 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 30 saniye karıştırma sonucunda bisküvi hamuru elde edilmiştir. Hamur mikserin haznesinden alınarak 4 eşit parçaya bölünmüş ve her birine oblong şekil verilerek tepsiye yerleştirilmiştir. Hamur oklava ile kalınlığı 0,7 cm olacak şekilde üzerinden 2 kez geçilerek açılmış ve 6 cm çapındaki kalıpla şekil verilmiştir. 200°C'deki fırında 11 dakika pişirilmiştir. Fırından çıkarıldıktan 5 dakika sonra tepside alınmış ve oda sıcaklığına ulaştıktan sonra (~2 saat) paketlenmiştir.

3.7. Kek ve Bisküvi Örneklerinde Yapılan Analizler

3.7.1. Rutubet miktarı

Kek ve bisküvilerin rutubet miktarları AACC Metod No. 44-15A'a göre belirlenmiştir (AACCI, 2000).

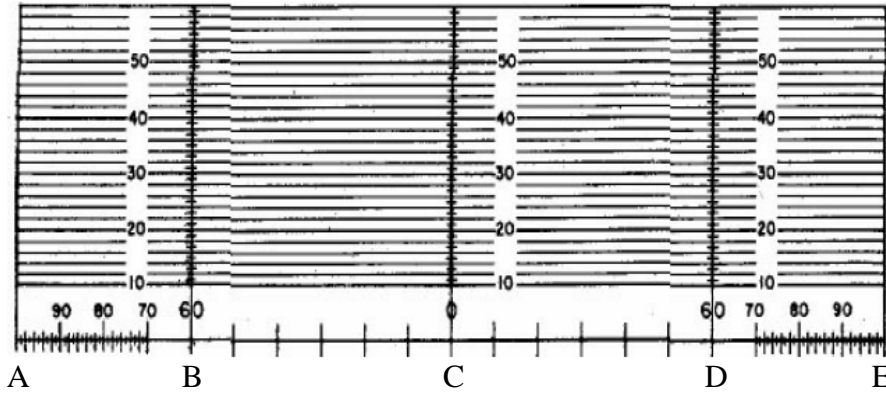
3.7.2. Kekte ağırlık kaybı

Keklerde ağırlık kaybı, pişme sonrası ürün ağırlığı ve hamur ağırlığı arasındaki farktan % olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ağırlık kaybı} = (\text{Hamur ağırlığı} - \text{Pişmiş kek ağırlığı}) \times 100 / \text{Hamur ağırlığı}$$

3.7.3. Kekte hacim, simetri ve homojenlik indeksi

Kekte hacim, simetri ve homojenlik indeks değerleri AACC Metod No.10-91D'de belirtilen ölçüm şablonuna göre hesaplanmıştır (AACCI, 2000). Standart yöntemde kek kalıbı 20 cm çapında olup ölçüm şablonu buna uygun olarak hazırlanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Standart kek ölçüm şablonu (AACCI, 2000)

Çalışmada kullanılan kek kalıpları 7 cm çapında olduğundan ölçüm şablonu yeniden ölçeklendirilerek kullanılmıştır. Pişirilen kekler oda sıcaklığına ulaştıktan sonra tam ortadan ikiye kesilerek ölçüm şablonu üzerine yerleştirilmiştir. Ortadan ikiye kesilen kekin orta kısmı şablonun C noktasına gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Ölçüm şablonundan yararlanılarak kekta A, B, C, D ve E olmak üzere 5 nokta belirlenmiştir. Aşağıdaki formüller kullanılarak hacim indeksi, simetri indeksi ve homojenlik indeksi değerleri elde edilmiştir.

$$\text{Hacim İndeksi} = B + C + D$$

$$\text{Simetri İndeksi} = 2C - B - D$$

$$\text{Homojenlik İndeksi} = B - D$$

3.7.4. Bisküvide çap, kalınlık ve yayılma oranı

Üretilen bisküvilerde çap ve kalınlık, AACC Metot No. 10-54'e göre belirlenmiştir (AACCI, 2000). Bisküvilerin yayılma oranı, her bisküvi için “çap/kalınlık” oranı hesaplanarak tespit edilmiştir.

3.7.5. Renk analizi

Kek ve bisküvi örneklerinin renkleri Lovibond RT300 (UK) renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Hunter Renk Değerleri (L, a, b)'nden oluşan üçlü skalada

L=100 beyaz, L=0 siyah; yüksek pozitif a kırmızı, yüksek negatif a yeşil, yüksek pozitif b sarı ve yüksek negatif b mavi olarak değerlendirilmiştir. Örnekler plastik torbalarda, oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra renk analizi yapılmıştır.

Kekte iç rengi ve kabuk rengi ayrı ayrı ölçülmüştür. Her pişirime ait iki kekte iki farklı noktadan renk okuması yapılmış ve sonuç bu değerlerin ortalaması olarak verilmiştir.

Bisküvide yüzey rengi ölçülmüştür. Her pişirime ait iki bisküvide renk ölçülmüş, bisküvi yüzeyinin orta ve kenar kısımlarından birer okuma yapılmış ve sonuç bu değerlerin ortalaması olarak verilmiştir.

3.7.6. Tekstür analizi

Kek örneklerinde Brookfield CT3 (USA) tekstür cihazı ile sertlik analizi yapılmıştır. Örnekler üretimden 1 gün sonra analize alınmıştır. Her bir kekin iç kısmından 20 mm x 20 mm x 15 mm boyutlarında 4 parça kesilerek tekstür cihazına yerleştirilmiştir. Cihazda ölçüm parametreleri olarak yük hücresi kuvveti 5 gf, hız 1 mm/s olarak ayarlanmıştır. Her bir parçanın %25 oranında sıkıştırılması için gerekli olan kuvvet ölçülüp sertlik değeri (g kuvvet) olarak verilmiştir.

Bisküvi örneklerinde tekstür analizi TAPlus Tekstür Analizörü (Lloyd Instruments, UK) ile 3 mesnet eğme aparatı kullanılarak yapılmıştır. Pişirme işleminden 48 saat sonra bisküviyi kırmak için gerekli olan maksimum kuvvet (N) ölçülmüş ve sertlik değeri olarak ifade edilmiştir.

3.7.7. Besinsel lif analizi

Kek ve bisküvi örneklerinin çözümlü lif, çözünmeyen lif ve toplam besinsel lif miktarları AACC Metot No. 32.07'ye göre belirlenmiştir (AACCI, 2000).

Kek ve bisküvi örneklerinde yağ içeriği yüksek olduğundan öncelikle Prosky et al. (1984)'a göre örneklerde yağ ekstraksiyonu yapılmıştır. Bu amaçla 25 gram örnek

tartılıp üzerine 75 mL hekzan ilave edilmiş ve 45 dk süre ile karıştırılmıştır. Örnek süzülüp 2 kez daha aynı işlem tekrarlandıktan sonra etüvde 100°C’de kurutulmuş ve öğütülmüştür. Öğütülen örneklerin besinsel lif miktarları, ahlat ve kozalak liflerindeki ile aynı şekilde belirlenmiştir (Bkz. Madde 3.4.4).

3.7.8. Duyusal analiz

Kek ve bisküvilerin duyusal analizlerinde 10 panelist yer almıştır. Her bir ürüne rasgele seçilmiş iki rakamlı bir kod verilmiş ve plastik kaplar içinde panelistlere sunulmuştur. Kekler gözenek yapısı, tekstür (yumuşaklık), tat-koku ve genel görünüş bakımından, bisküviler renk, tekstür (gevreklik), tat-koku ve genel görünüş bakımından değerlendirilmiştir. Puanlama 1-5 skalasında yapılmış, 5 en iyi, 1 en kötü olarak değerlendirilmiştir.

3.7.9. İstatistiksel analiz

Araştırma sonuçları SPSS 11.5 istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Farklar önemli bulunduğunda ortalamalar DUNCAN testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM 4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

4.1. Ahlat ve Kozalak Lifi Örneklerinin Özellikleri

Çalışma kapsamında üretilen ahlat ve kozalak lifi örneklerinin özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Ahlat ve kozalak lifi örneklerinin özellikleri

Özellik	Ahlat Lifi	Kozalak Lifi
Rutubet (%)	9,7	8,8
Kül (%)	3,20	3,45
Çözünür besinsel lif (%)	7,4	0,4
Çözünmeyen besinsel lif (%)	39,2	56,2
Toplam besinsel lif (%)	46,6	56,6
Çözünürlük (%)	26,2	16,7
Su bağlama (%)	272	335
Şişme derecesi (g/g)	3,42	4,48
Yağ bağlama (mL yağ/100 g örnek)	14,0	14,7
Direk yoğunluk (g/mL)	0,47	0,35
Kitle yoğunluğu (g/mL)	0,63	0,49

Ahlat ve kozalak liflerinin rutubet içerikleri sırasıyla %9,7 ve %8,8; kül içerikleri sırasıyla %3,20 ve %3,45 olarak belirlenmiştir.

Ahlat lifinin toplam besinsel lif içeriği %46,6 olup, bunun %39,2’sini çözünmeyen, %7,4’ünü ise çözünür besinsel lifler oluşturmaktadır. Ahlat ile yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmadığı için benzer olarak armut ile yapılan literatürdeki çalışma sonuçları ile kıyaslama yapılacak olursa; armutta ham lif miktarı farklı çalışmalarda

%2,6 (Keskin ve Erkmen, 1987) ve %1,0 (Gopalanet al., 2000) olarak tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada da armutun besinsel lif içeriği %0,64 olarak bulunmuştur (Wardlaw et al.,1993). Bu değerler taze meyve üzerinden verildiği için bu çalışmada bulunan değerlerden çok farklıdır.

Kozalak lifi %56,6 toplam besinsel lif içeriği ile ahlat lifine göre besinsel lifçe daha zengindir. Kozalak lifinin neredeyse tamamı çözünmeyen lif (%56,2) olup, çok az miktarda çözünür lif (%0,4) içermektedir. Genel olarak meyvelerin çözünür besinsel lif içeriklerinin yüksek olduğu bilinmektedir (Schneeman, 1987). Ahlat lifinin çözünür lif içeriğinin kozalak lifine göre yüksek olması bu durumu desteklemektedir.

Ahlat lifinin çözünürlük, su bağlama, şişme derecesi ve yağ bağlama değerleri sırasıyla %26,2, %272, 3,42 g/g ve 14,0 mL/100 g olarak tespit edilmiştir. Kozalak lifinin çözünürlük, su bağlama, şişme derecesi ve yağ bağlama değerleri sırasıyla %16,7, %335, 4,48 g/g ve 14,7 mL/g olarak belirlenmiştir. Yağ bağlama değerleri arasında lifler bakımından farklılık görülmemektedir. Kozalak lifinin su bağlama ve şişme derecesi ahlat lifine göre daha yüksektir.

Ahlat lifinin direk yoğunluk ve kitle yoğunluğu değerleri sırasıyla 0,47 g/mL ve 0,63 g/mL olarak tespit edilmiştir. Kozalak lifinin direk yoğunluk ve kitle yoğunluğu değerleri ise sırasıyla 0,35 g/mL ve 0,49 g/mL olarak belirlenmiştir.

4.2. Ahlat Lifi İlave Edilerek Üretilen Keklerin Özellikleri

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin hacim, simetri ve homojenlik indeks değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Ahlat lifi ilavesi ile üretilen keklerde hacim indeksi değerinde %10 ilave oranında artış gözlenmiş, %20 ilave oranında kontrole göre fazla değişmemiş, ancak %30 ilave oranında azalma olmuş ve bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Simetri indeksi değerlerinde ise, %10 ahlat lifi ilavesi ile değişim olmamış, %20 ve 30 ilave oranlarında ise keklerin ortasında çökme meydana geldiğinden simetri özelliği bozulmuş ve negatif değerler elde edilmiştir. Homojenlik indeksi değerininin “0” a yakın olması istenir. Bu durum, kekin tüm kenarlarında homojen kabarma olduğunun göstergesidir. Keklerde %10 ve

%20 ahlat lifi ilavesi ile homojenlik indeksi değerleri "0" olarak bulunmuştur. Ahlat lifi ilavesinin keklerde homojenlik indeksine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 4.2. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin hacim, simetri ve homojenlik indeks değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Hacim İndeksi	Simetri İndeksi	Homojenlik İndeksi
0 (Kontrol)	75,0 a	10,3 a	1,0 a
10	81,0 a	10,7 a	0 a
20	72,5 ab	-6,0 b	0 a
30	63,5 b	-13,8 c	-0,2 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0,05)

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin rutubet, ağırlık kaybı ve tekstür analizi ile elde edilen sertlik değerleri Tablo 4.3'de verilmiştir. Keklerin rutubet miktarları artan lif ilavesi ile azalmıştır (p<0,05). Bu azalmanın başlıca nedeni kek üretimi sırasında formülasyondaki su miktarının lif miktarlarına göre azaltılmasıdır (Bkz. Tablo 3.2). Keklere ilave edilen artan miktarda lif ile ağırlık kaybı değerlerinde de azalma olmuştur. Bu durum, lifin yapıda daha fazla suyu tutmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.3. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin rutubet, ağırlık kaybı ve sertlik değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Rutubet (%)	Ağırlık Kaybı (%)	Sertlik (g kuvvet)
0 (Kontrol)	23,5 a	19,0 a	240 a
10	20,7 b	17,0 b	204 a
20	18,0 b	16,0 b	199 a
30	14,2 c	14,1 c	298 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0,05)

Sertlik değerlerine bakıldığında; %10 ve 20 ahlat lifi ilavesi ile kekin sertlik değerinde kontrole göre azalma olmuş, %30 lif ilavesi ise kekin sertlik değerini

arttırmıştır. %30 lif ilave edilen keklerde formülasyondaki su miktarının fazla oranda azaltılmasının bu duruma neden olduğu düşünülmektedir. Ancak, sertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin yüzey renk değerleri Tablo 4.4’de, iç renk değerleri ise Tablo 4.5’de verilmiştir. Artan lif ilavesi ile keklerin yüzey ve iç renkleri “L” değerlerinde azalma görülmüş ve bazı oranlar için bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ahlat lifi ilavesi renkte önemli derecede koyulaşmaya neden olmuştur. Sarılık ifadesi olan “b” değerinde de yüksek miktarda lif ilavesi ile yüzey renginde azalma gözlenmiş, iç renk “b” değerleri ise ilave oranının artmasıyla çok fazla değişmemiştir.

Tablo 4.4. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin yüzey renk değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Kek Yüzeyi Renk Değerleri		
	L	a	b
0 (Kontrol)	50,5 a	14,1 a	38,6 a
10	47,4 a	12,2 ab	30,9 b
20	36,2 b	10,5 b	17,3 c
30	37,3 b	10,8 b	18,5 c

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0,05)

Tablo 4.5. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin iç renk değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Kek İçi Renk Değerleri		
	L	a	b
0 (Kontrol)	73,9 a	0,8 c	29,8 a
10	62,5 b	3,5 b	24,2 b
20	47,4 c	7,0 a	25,1 b
30	47,0 c	8,1 a	25,4 b

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0,05)

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin çözünür, çözünmeyen ve toplam besinsel lif içerikleri Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin besinsel lif içerikleri

Lif İlave Oranı (%)	Çözünür Besinsel Lif (%)	Çözünmeyen Besinsel Lif (%)	Toplam Besinsel Lif (%)
0 (Kontrol)	0,60 a	0,01 d	0,61 d
10	0,28 a	2,57 c	2,85 c
20	0,20 a	4,56 b	4,76 b
30	0,17 a	6,33 a	6,50 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0,05)

Lif ilave edilmeyen kontrol kek örneğinde %0,61 oranında toplam besinsel lif bulunmakta ve bunun neredeyse tamamını çözünür lifler oluşturmaktadır. Artan oranda ahlat ilavesi ile keklerin de lif içerikleri artmış ve %30 ilave oranı ile keklerde %6,5 oranında toplam besinsel lif içeriğine ulaşılmıştır. Lif ilavesi ile üretilen keklerdeki lif içeriğinin de büyük kısmını çözünmeyen lifler oluşturmaktadır. Toplam ve çözünmeyen besinsel lif içeriklerindeki artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Çözünür lifler arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin duyuşsal özellikleri Tablo 4.7’de verilmiştir.

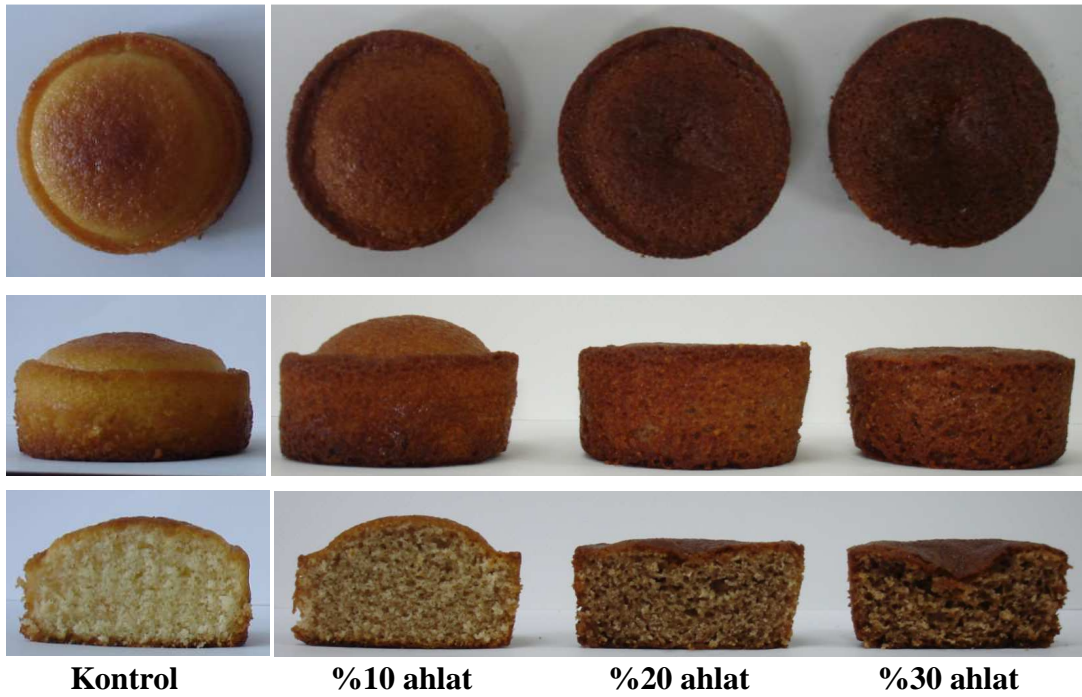
Tablo 4.7. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen keklerin duyuşsal özellikleri

Lif İlave Oranı (%)	Gözenek Yapısı	Tekstür (Yumuşaklık)	Tat-Koku	Genel Görünüş
0 (Kontrol)	4,1 b	4,3 a	4,2 b	4,3 a
10	4,7 a	4,3 a	4,8 a	4,7 a
20	3,1 c	3,1 b	4,2 b	3,3 b
30	2,7 c	2,6 c	3,8 b	2,3 c

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0,05)

Lif ilave edilmeyen kontrol kek örneğine kıyasla %10 ahlat lifi ilavesi ile üretilen kekler gözenek yapısı, tat-koku ve genel görünüş bakımından daha yüksek puanlar almıştır. %10 ahlat lifi ilavesi ile keklerde yumuşaklık özelliği de olumsuz etkilenmemiştir. %20 ve 30 ilave oranlarında ise gözenek yapısı, yumuşaklık ve genel görünüş bakımından duyu özelliklerinde azalma gözlenmiş ancak “kabul edilebilir” olarak değerlendirilmiştir. Tat-koku bakımından ise %10 ve 20 oranında ahlat lifi ile üretilen kekler en az kontrol kadar yüksek puan almıştır.

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen kek örneklerine ait fotoğraflar Şekil 4.1’de verilmiştir. Fotoğraflarda kek yüzeyi, hacim ve simetri özellikleri ile gözenek yapısındaki değişimler görülmektedir.



Şekil 4.1. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen kek örnekleri

4.3. Kozalak Lifi İlave Edilerek Üretilen Keklerin Özellikleri

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin hacim, simetri ve homojenlik indeks değerleri Tablo 4.8’de verilmiştir. Kozalak lifi ilavesi ile üretilen keklerde hacim indeksi değerinde az miktarda artış gözlenmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Simetri indeksi değerlerinde ise önemli değişim görülmemiş, ancak %20 ilave oranında elde edilen değer diğerlerine göre az da olsa yüksek bulunmuştur. Keklerde herhangi bir çökme gözlenmediği için simetri özelliklerinde de negaif değerler elde edilmemiştir. Artan kozalak lifi ilavesiyle keklerin homojenlik indeksi değerlerinde artış olmuştur. Bu durum kekin her kenarında kabarmanın eşit olmadığını göstergesidir.

Tablo 4.8. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin hacim, simetri ve homojenlik indeks değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Hacim İndeksi	Simetri İndeksi	Homojenlik İndeksi
0 (Kontrol)	75,0 a	10,3 a	1,0 c
10	78,0 a	10,8 a	2,6 b
20	79,5 a	11,0 a	2,6 b
30	78,5 a	10,0 a	4,4 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p < 0,05$)

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin rutubet, ağırlık kaybı ve tekstür analizi ile elde edilen sertlik değerleri Tablo 4.9’da verilmiştir. Keklerin rutubet miktarları lif ilavesi ile azalmıştır. Bu azalmanın başlıca nedeni kek üretimi sırasında formülasyondaki su miktarının lif miktarlarına göre azaltılmasıdır (Bkz. Tablo 3.2). Ancak lif ilave oranları arasında rutubet değerleri bakımından istatistiksel açıdan fark görülmemiştir.

Tablo 4.9. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin rutubet, ağırlık kaybı ve sertlik değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Rutubet (%)	Ağırlık Kaybı (%)	Sertlik (g kuvvet)
0 (Kontrol)	23,5 a	19,0 a	240 b
10	21,5 b	17,2 c	166 b
20	21,0 b	17,8 bc	178 b
30	20,7 b	18,1 b	355 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Keklere kozalak lifi ilavesi ile ağırlık kaybı değerinde kontrole göre azalma olmuş, ancak lif ilave oranı arttıkça ağırlık kaybı artmış ve bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Bu durum, lifin yapıda daha fazla suyu tutmasından kaynaklanmaktadır. Sertlik değerlerine göre, %10 ve 20 ahlat lifi ilavesi ile kekin sertlik değerinde kontrole göre azalma olmuş, ancak bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Kekin sertlik değeri %30 kozalak lifi ilavesi ile kontrole göre artmıştır ($p<0,05$). %30 lif ilave edilen keklerde formülasyondaki su miktarının fazla oranda azaltılmasının bu duruma neden olduğu düşünülmektedir.

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin yüzey renk değerleri Tablo 4.10'da, iç renk değerleri ise Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.10. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin yüzey renk değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Kek Yüzeyi Renk Değerleri		
	L	a	b
0 (Kontrol)	50,5 a	14,1 a	38,6 a
10	45,5 a	13,1 a	32,0 b
20	44,2 a	13,8 a	31,8 b
30	43,9 a	13,1 a	29,7 b

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Tablo 4.11. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin iç renk değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Kek İçi Renk Değerleri		
	L	a	b
0 (Kontrol)	73,9 a	0,8 c	29,8 b
10	54,9 b	7,9 b	31,9 b
20	54,3 b	11,1 a	35,4 a
30	54,4 b	11,4 a	35,8 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Kozalak lifi ilavesi ile kek renklerinde önemli derecede koyulaşma gözlenmiştir. Yüzey ve iç renkleri “L” değerlerinde kontrole göre azalma görülmüş, ancak farklı lif ilave oranlarının “L” değerine etkisi olmamıştır. Lif ilavesi ile kek yüzeyi “a” değeri değişmezken, kek içi “a” değerinde artış olmuştur ($p<0,05$). Lif ilavesi ile kek yüzeyi “b” değeri kontrole göre azalırken, kek içi “b” değerinde %20 ve 30 ilave oranlarında artış olmuştur ($p<0,05$).

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin çözünür, çözünmeyen ve toplam besinsel lif içerikleri Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin besinsel lif içerikleri

Lif İlave Oranı (%)	Çözünür	Çözünmeyen	Toplam
	Besinsel Lif (%)	Besinsel Lif (%)	Besinsel Lif (%)
0 (Kontrol)	0,60 a	0,01 d	0,61 d
10	0,32 a	3,46 c	3,78 c
20	0,64 a	5,61 b	6,25 b
30	0,60 a	7,80 a	8,29 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Lif ilave edilmeyen kontrol kek örneğinde %0,61 oranında toplam besinsel lif bulunmakta ve bunun neredeyse tamamını çözünür lifler oluşturmaktadır. Artan

oranda kozalak ilavesi ile keklerin de lif içerikleri artmış ve %30 ilave oranı ile kekte %8,29 oranında toplam besinsel lif içeriğine ulaşılmıştır. Lif ilavesi ile üretilen keklerdeki lif içeriğinin de büyük kısmını çözünmeyen lifler oluşturmaktadır. Toplam ve çözünmeyen besinsel lif içeriklerindeki artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Çözünür lifler arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin duysal özellikleri Tablo 4.13'de verilmiştir.

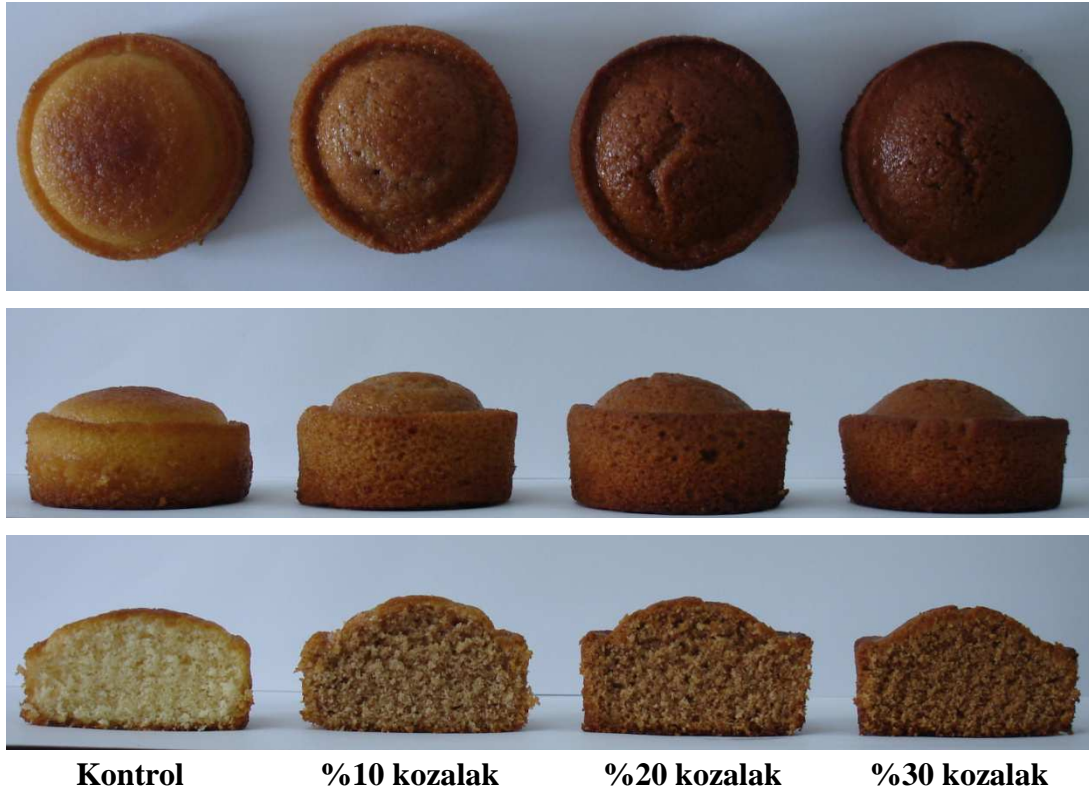
Tablo 4.13. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen keklerin duysal özellikleri

Lif İlave Oranı (%)	Gözenek Yapısı	Tekstür (Yumuşaklık)	Tat-Koku	Genel Görünüş
0 (Kontrol)	4,1 a	4,3 a	4,2 a	4,3 a
10	3,9 a	4,3 a	3,0 b	4,6 a
20	3,9 a	4,0 a	2,0 c	4,6 a
30	2,6 b	2,6 b	2,0 c	4,6 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0,05)

Lif ilave edilmeyen kontrol kek örneğine kozalak lifi ilavesi ile keklerin genel görünüş özelliklerinde olumsuz bir değişim gözlenmese de, diğer özellikleri, özellikle tat-koku değerlerinde önemli azalma gözlenmektedir. %10 ilave oranının üzerine çıktığında acı tat algılanmış ve panelistler tarafından kabul edilemez bulunmuştur. Bu nedenle, yüksek miktarda kozalak ilavesi ile diğer özellikler (fiziksel indeks değerleri, renk, tekstür) olumsuz etkilenmiş olmasına rağmen duysal olarak sadece %10 ilave oranı kabul edilebilir bulunmuştur.

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen kek örneklerine ait fotoğraflar Şekil 4.2'de verilmiştir. Fotoğraflarda kek yüzeyi, hacim ve simetri özellikleri ile gözenek yapısındaki değişimler görülmektedir.



Şekil 4.2. Kozalak ilave edilerek üretilen kek örnekleri

4.4. Ahlat Lifi İlave Edilerek Üretilen Bisküvilerin Özellikleri

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri Tablo 4.14’de verilmiştir.

Tablo 4.14. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı
0 (Kontrol)	71,0 a	7,5 a	9,52 a
10	68,5 ab	7,0 a	9,78 a
20	67,5 b	7,0 a	9,64 a
30	66,5 b	7,0 a	9,40 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p < 0,05$)

Ahlat lifi ilavesi ile üretilen bisküvilerin çap ve kalınlık değerlerinde %20 ve 30 ilave oranı ile kontrole göre azalma olmuş, ancak ilave oranının kalınlık üzerine istatistiksel olarak önemli etkisi olmamıştır. Yayılma oranı değerinde %10 ahlat lifi ilavesi ile kontrole göre artış sağlanmış, %20 ve 30 ilave oranlarında ise çok fazla değişmemiştir. Yayılma oranlarındaki değişimler istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Bu durumda, bu çalışma kapsamında üretilen bisküvilerde %30 oranına kadar ahlat lifi ilavesinin fiziksel kalite özelliklerine olumsuz etkisinin olmadığı söylenebilir.

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin rutubet ve sertlik değerleri Tablo 4.15’de verilmiştir. Yüksek miktarda lif ilavesi (%20 ve 30) ile bisküvi rutubet değerlerinde önemli artış olmuştur ($p<0,05$). Ancak tüm bisküvilerde nem miktarı normal değerlerdedir ($<5\%$). %10 ahlat lifi ilavesi bisküvinin sertlik değerini değiştirmezken, yüksek ilave oranlarında sertlikte artış gözlenmiştir.

Tablo 4.15. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin rutubet ve sertlik değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Rutubet (%)	Sertlik (N)
0 (Kontrol)	3,41 b	55,1 b
10	3,14 b	55,0 b
20	4,40 a	75,8 ab
30	4,38 a	85,5 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin yüzey renk değerleri Tablo 4.16’da verilmiştir. Lif ilavesi ile bisküvilerde esmer renk oluşmakta ve bu durum “L” değerindeki düşüşle gözlenmektedir. İlave oranı arttıkça “L” değerinde düşme devam etmektedir. Lif ilavesinin “a” değeri üzerine istatistiksel olarak önemli etkisi olmamıştır. Sarılık ifadesi olan “b” değerinde “L” değerine paralel olarak azalma gözlenmiştir.

Tablo 4.16. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin yüzey renk değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Bisküvi Yüzey Renk Değerleri		
	L	a	b
0 (Kontrol)	70,5 a	8,5 a	44,5 a
10	59,8 b	9,2 a	37,1 b
20	53,8 c	9,5 a	32,3 c
30	49,3 c	10,5 a	31,2 c

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin çözünür, çözünmeyen ve toplam besinsel lif değerleri Tablo 4.17’de verilmiştir. Lif ilave edilmeyen kontrol bisküvisi çok düşük miktarda (%0,75) toplam besinsel lif içermekte ve bunun neredeyse tamamını çözünür lifler oluşturmaktadır. Artan oranda ahlat lifi ilavesi ile bisküvilerin de lif içerikleri artmış ve %30 ilave oranı ile %10,5 oranında toplam besinsel lif içeriğine ulaşılmıştır. Lif ilavesi ile üretilen bisküvilerdeki lif içeriğinin de büyük kısmını çözünmeyen lifler oluşturmaktadır. Toplam ve çözünmeyen besinsel lif içeriklerindeki artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Çözünür lifler arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 4.17. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin besinsel lif içerikleri

Lif İlave Oranı (%)	Çözünür	Çözünmeyen	Toplam
	Besinsel Lif (%)	Besinsel Lif (%)	Besinsel Lif (%)
0 (Kontrol)	0,69 a	0,06 d	0,75 d
10	0,24 a	3,90 c	4,14 c
20	0,25 a	6,56 b	6,81 b
30	0,30 a	10,20 a	10,50 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

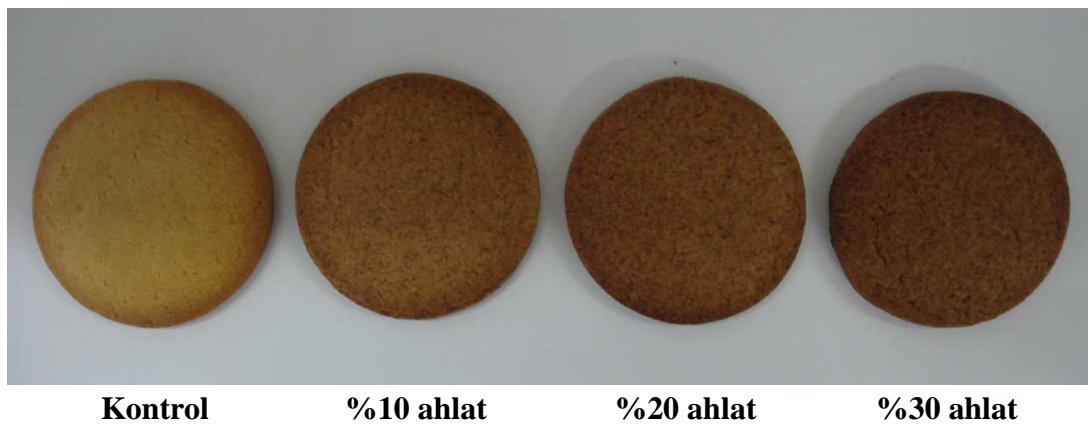
Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin duysal özellikleri Tablo 4.18’de verilmiştir. Lif ilavesi nedeniyle bisküvi renklerinde gözlenen koyulaşma yüksek ilave oranlarında duysal olarak renk değerlerinde düşüğe neden olmuştur. Bisküvilerde gevreklik olarak belirtilen tekstür değerleri lif ilavesinden etkilenmemiştir. Bisküvilerde tat-koku değerleri %30 lif ilavesine kadar değişmemiş, %30 ilave oranında ise azalmıştır. %10 ahlat lifi ile üretilen bisküviler genel görünüş olarak kontrol bisküvisine göre istatistiksel olarak da daha iyi bulunmuştur.

Tablo 4.18. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin duysal özellikleri

Lif İlave Oranı (%)	Renk	Tekstür (Gevreklik)	Tat-Koku	Genel Görünüş
0 (Kontrol)	4,7 a	4,7 a	4,7 a	4,6 b
10	4,7 a	4,6 a	4,6 a	4,9 a
20	4,0 ab	4,6 a	4,4 a	4,1 c
30	2,3 b	4,6 a	3,4 b	2,9 d

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvi örneklerine ait fotoğraflar Şekil 4.3’de verilmiştir. Fotoğraflarda bisküvilerin yüzey özellikleri, renkleri ve çaplarındaki değişimler gözlenmektedir.



Şekil 4.3. Ahlat lifi ilave edilerek üretilen bisküvi örnekleri

4.5. Kozalak Lifi İlave Edilerek Üretilen Bisküvilerin Özellikleri

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri Tablo 4.19’da verilmiştir.

Tablo 4.19. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı
0 (Kontrol)	71,0 a	7,5 ab	9,52 ab
10	66,5 b	6,5 b	10,29 a
20	64,5 bc	7,0 ab	9,21 ab
30	63,5 c	8,5 a	7,49 b

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p < 0,05$)

Kozalak lifi ilavesi ile üretilen bisküvilerin çap değerlerinde kontrole göre azalma olmuştur. Kalınlık değerlerinde ise, %10 ve 20 ilave oranlarında azalma gözlenirken %30 kozalak ilavesi ile bisküvi kalınlığı artmıştır. Yayılma oranı değerinde %10 kozalak lifi ilavesi ile artış sağlanmıştır. %20 ilave oranında yayılma oranı çok fazla değişmemiş ancak %30 ilave ile azalmıştır. Bu durumda, bu çalışma kapsamında üretilen bisküvilerde, %20 oranına kadar kozalak lifi ilavesinin bisküvide fiziksel kalite özelliklerine olumsuz etkisinin olmadığı söylenebilir.

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin rutubet ve sertlik değerleri Tablo 4.20’de verilmiştir. Kozalak lifi ilavesi bisküvilerde rutubet değerinde artışa neden olmuş, ancak istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Tüm bisküvilerin rutubet miktarı normal değerlerdedir ($< 5\%$). %10 kozalak lifi ilavesi bisküvinin sertlik değerinde istatistiksel olarak önemli değişikliğe neden olmazken, yüksek ilave oranlarında sertlikte artış gözlenmiştir.

Tablo 4.20. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin rutubet ve sertlik değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Rutubet (%)	Sertlik (N)
0 (Kontrol)	3,41 a	55,1 b
10	4,28 a	60,6 b
20	4,38 a	97,4 a
30	4,26 a	97,5 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin yüzey renk değerleri Tablo 4.21’de verilmiştir. Lif ilavesi ile bisküvilerde esmer renk oluşmakta ve bu durum “L” değerindeki düşüşle gözlenmektedir. İlave oranı arttıkça “L” değerinde düşme devam etmektedir ($p<0,05$). Sarılık ifadesi olan “b” değerinde de “L” değerine paralel olarak azalma olmuştur. Kozalak lifi ilavesi ile bisküvilerin “a” değerlerinde artış gözlenmiş, %20 ve 30 ilave oranlarında gözlenen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 4.21. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin yüzey renk değerleri

Lif İlave Oranı (%)	Bisküvi Yüzey Renk Değerleri		
	L	a	b
0 (Kontrol)	70,5 a	8,5 b	44,5 a
10	54,7 b	10,9 ab	36,3 b
20	49,9 bc	11,6 a	34,0 c
30	45,7 c	12,1 a	32,0 c

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin çözünür, çözünmeyen ve toplam besinsel lif değerleri Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.22. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin besinsel lif içerikleri

Lif İlave Oranı (%)	Çözünür Besinsel Lif (%)	Çözünmeyen Besinsel Lif (%)	Toplam Besinsel Lif (%)
0 (Kontrol)	0,69 a	0,06 d	0,75 d
10	0,20 a	4,14 c	4,34 c
20	0,30 a	8,35 b	8,65 b
30	0,28 a	11,52 a	11,80 a

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Lif ilave edilmeyen kontrol bisküvisi çok düşük miktarda (%0,75) toplam besinsel lif içermekte ve bunun neredeyse tamamını çözünür lifler oluşturmaktadır. Artan oranda kozalak lifi ilavesi ile bisküvilerin de lif içerikleri artmış ve %30 ilave oranı ile %11,80 oranında toplam besinsel lif içeriğine ulaşılmıştır. Lif ilavesi ile üretilen bisküvilerdeki lif içeriğinin de büyük kısmını çözünmeyen lifler oluşturmaktadır. Toplam ve çözünmeyen besinsel lif içeriklerindeki artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Çözünür lifler arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin duyuşsal özellikleri Tablo 4.23'de verilmiştir.

Tablo 4.23. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvilerin duyuşsal özellikleri

Lif İlave Oranı (%)	Renk	Tekstür (Gevreklik)	Tat-Koku	Genel Görünüş
0 (Kontrol)	4,7 a	4,7 a	4,7 a	4,6 a
10	4,0 b	4,0 b	2,6 b	4,1 b
20	3,4 c	4,0 b	1,9 c	3,9 b
30	2,3 d	3,4 c	1,2 d	2,6 c

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$)

Lif ilavesi nedeniyle bisküvi renklerinde gözlenen koyulaşma duyusal olarak da renk değerlerinde düşüğe neden olmuştur. Bisküvilerde gevreklik olarak belirtilen tekstür değerleri de %30 lif ilavesi ile birlikte önemli derecede azalmıştır. Kozalak lifi ilave edilen bisküvilerde en önemli olumsuz değişim tat-kokuda meydana gelmiştir. %10 kozalak lifi ilavesi ile tatta acılaşıma oluşmuştur. Bunun üzerindeki oranlar panelistler tarafından kabul edilemez bulunmuştur.

Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvi örneklerine ait fotoğraflar Şekil 4.4'de verilmiştir. Fotoğraflarda bisküvilerin yüzey özellikleri, renkleri ve çaplarındaki değişimler gözlenmektedir.



Şekil 4.4. Kozalak lifi ilave edilerek üretilen bisküvi örnekleri

Sonuç olarak, bu çalışmada ilk kez kozalak ve ahlat kullanılarak lifçe zengin toz ürün üretilmiş ve çeşitli kimyasal ve fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca üretilen bu ürünlerin, kek ve bisküvi formülasyonunda kullanım olanakları araştırılmıştır.

Kozalak ve ahlat liflerinin toplam besinsel lif içerikleri sırasıyla %56,6 ve %46,6 olarak belirlenmiştir. Diğer besinsel lif kaynaklarına göre oldukça yüksek değerlerdir. Lif katkılı kek ve bisküvilerin besinsel lif içerikleri de artan ilave oranıyla birlikte artmıştır.

Her iki lif örneği de yüksek çözünürlük, su bağlama ve şişme derecesine sahiptir.

Lifler, ürünlerin fiziksel kalite parametrelerinde değişikliklere neden olmuştur. Ahlat lifi fiziksel özellikleri, kozalak lifine göre daha fazla değiştirmiştir. Keklerde çok fazla çökme olmuştur. Bisküvilerin yayılma oranları lif ilavesinden çok fazla etkilenmemiştir.

Yüksek oranlarda (%30) lif kullanımı ürünlerde tekstürel özellikleri olumsuz etkilemiş, sertlik değerleri artmıştır.

Her iki lif örneği de kek ve bisküvilerin renginde koyulaşmaya neden olmuş ancak tercih edilebilirliğini etkilememiştir.

Kozalak lifli ürünlerde %20 ve 30 ilave oranlarında tatta acılaşma görülmüştür. Ahlat lifi ilavesi ile üretilen kek ve bisküvilerin tatları kontrole göre daha iyi olmuştur.

Araştırma sonuçları yüksek lif içeriğine sahip ahlat ve kozalak örneklerinin gıdalar için iyi birer besinsel lif kaynağı olabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

AACC International, Approved Methods of the AACC. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. 2000.

AKOH, C.C., Fat replacers. Food Tech. 1998; 52:47-53.

ANONİM, Ulusal gıda ve beslenme stratejisi çalışma grubu raporu. Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Ankara. 2001.

ANONİM, Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.

ASP, N.G., Dietary carbonhydrates: clasification by chemistry and physiology. Food Chem. 1996; 57:9-14.

BAIK, B.K., POWERS, J.T. and NGUYEN, L., Extrusion of regular and waxy barley flours for production of expanded cereals. Cereal Chem. 2004; 81:94-99.

BAKER, P.S., Citrus pectin and fiber. Food Technol. 1994; 13:134-139.

BAYSAL, A. Beslenme, Hatiboğlu Yayınevi, pp. 494, Ankara, 1997.

BE MILLER, J.N. and WHISTLER, R.L., Dietary fiber and carbohydrate digestibility. In 'Food Chemistry', O.R. Fennema (ed), Marcel Dekker pp 157-224, New York, 1996.

BERRY, C.S., Resistant starch: Formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fiber. Journal of Cereal Sci. 1986; 4:301-305.

BERTIN, C., ROUAU, X. and THIBAUT, J.F., Structure and properties of sugar beet fibres. J. Sci. Food Agric. 1988; 44:15-29.

BRAUNS, F., KETTLITZ, B. and ARRIGONI, E., Resistant starch and 'the butyrate revolution'. Trends in Food Science and Technology. 2002; 13:251-261.

BURKITT, D.P., Epidemology of cancer of the colon and rectum. Cancer. 1971; 28:3-13.

CARSON, K.J., COLLINS, J.L. and PENFIELD, M.P., Unrefined, dried apple pomace as a potential food ingredient. Journal of Food Science. 1994; 59:1213-1215.

CASTERLINE, J.L. and KU, Y., Binding of zinc to apple fiber, wheat bran, and fiber components. *J Food Sci.* 1993; 58:365-368.

CAUSEY, J.L., FEIRTAG, J.M., GALLAHER, D.D., TUNGLAND, B.C. and SLAVIN, J.L., Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutrition Res.* 2000; 20:191-201.

CEMEROGLU, B. and ACAR, J., Meyve sebze işleme teknolojisi (s.9-10). *Gıda Teknolojisi Dernegi*, Yayın No:6, Ankara: Sanem Matbaacılık. 1986.

CHARALAMPOPOULOS, D., WANG, R., PANDIELLA, S.S. and WEBB, C., Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International Journal of Food Microbiology.* 2002; 79:131-141.

CHEN, H., RUBENTHALER, G.L., LEUNG, H.K. and BARANOWSKI, J.D., Chemical, physical and baking properties of apple fibre compared with wheat and oat bran. *Cereal Chemistry.* 1988; 65:244-247.

CHRISTENSEN, E.H., Characteristic of sugar beet fiber allow many food uses. *Cereal Foods World.* 1989; 34: 541-544.

CROSBIE, G.B., The relationship between starch swelling properties, paste viscosity and boiled noodle quality in wheat flour. *Journal of Cereal Science.* 1991; 13:145-150.

DHINGRA, S. and JOOD, S., Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. *Food Chem.* 2001; 77:479-488.

DIMANTOV, A., GREENBERG, M., KESSELMAN, E. and SHIMONI, E., Study of high amylose com starch as food grade enteric coating in a microcapsule model system. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.* 2004; 5: 93-100.

ENGLIST, H.N., WIGGINS, H.S. and CUMMINGS, J.H., Determination of the non-starch polysaccharides in planty foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. *Analyst.* 1982; 107:307-318.

ERKAN, H., ÇELİK, S., BILGI, B. and KOKSEL, H., A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana. *Food Chem.* 2006; 97:12-18.

ESCARPA, A., GONZALES, M.C., MORALES, M.D. and SAURA-CALIXTO, F., An approach to influence of nutrients and other food constituents on resistant starch formation. *Food Chemistry.* 1997; 60:527-532.

FARHAT, I.A., PROTZMANN, J., BECKER, A., VALLÈS-PÀMIES B., NEALE, R. and HILL S.E., Effect of the extent of conversion and retrogradation on the digestibility of potato starch. *Starch/Stärke.* 2001; 53:431-436.

FERNANDO, F., MARIA, L.H., ANA MARIA, E., CHIFFELLE, I. and FERNANDO, A., Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential source for food enrichment. *Food Chemistry*. 2005; 91:395–401.

FINLEY, J.W. and HANAMOTO, M.M., Milling and baking properties of dried brewer's spent grains. *Cereal Chem*. 1980; 57:166-168.

GOPALAN, C., RAMASASTRI, B.V. and BALASUBRAMANIAN, S.C., Proximate principles: Common foods. nutritive value of Indian foods (Revised and updated edition) Hyderabad, India: National Institute of Nutrition, ICMR, pp. 53-55, 2000.

GRIGELMO-MIGUEL, N., GORINSTEIN, S. and MARTIN-BELLOSO, O., Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chem*. 1999a, 65:175-181.

GRIGELMO-MIGUEL, N., CARRERAS-BOLADERAS, E. and MARTIN-BELLOSO, O., Development of high- dietary-fibre muffins. *Eur Food Res Tech*. 1999b; 210:123-128.

GROHMANN, K. and BOTHAST, R., Pectin-rich residues generated by processing of citrus-fruits, apples, and sugar-beets-enzymatic hydrolysis and biological conversion to value-added products. *Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production*. 1994; 566:372-390.

GUILLON, F. and CHAMP, M., Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Res Int*. 2000; 33:233-245.

GYURA, J., SEKULIE, R., LEVIE, L.J. and RADIVOJEVIE, S., Food additives from sugar beet pulps of special kinds of bread. Federation of European Chemical Societies, Food Chemistry Division, Euro Food ChemX, 1999. September 22-24, Budapest, Hungary.

HARALAMPU, S.G., Resistant starch-a review of the physical properties and biological impact of RS3. *Carbohydrate Polymers*. 2000; 41:285-292.

HARRINGTON, M.E., FLYNN, A. and CASHMAN, F.K.D., Effects of dietary fibre extracts on calcium absorption in the rat. *Food Chem*. 2001; 73:263-269.

HARRIS, P.J. and FERGUSON, L.R., Dietary fibres may protect or enhance carcinogenesis. *Nutr Res*. 1999; 443:95-110.

HASSONA, H.Z., High fiber bread containing brewer's spent grains and its effect on lipid metabolism in rats. *Die Nahrung*. 1993; 37:576-582.

HIGGINS, J.A., Resistant starch: metabolic effects and potential health benefits. *Journal of AOAC International*. 2004; 87:761-768.

http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com_content (20.04.2012)

<http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-28.pdf> (20.04.2012)

HU, G., HUANG, S., CAO, S. and MA, Z., Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread. *Food Chemistry*. 2009; 115:839–842.

HUTH, M., DONGOWSKI, G., GEBHARDT, E. and FLAMME, W., Functional properties of dietary fibre enriched extrudates from barley. *J Cereal Sci*. 2000; 32:115-128.

IDOURAINE, A., KHAN, M.J. and WEBER, C.W., In vitro binding capacity of wheat bran, rice bran, and oat fiber for Ca, Mg, Cu, and Zn alone and in different combinations. *J Agric Food Chem*. 1996; 44:2067-2072.

JENKINS, D.J.A., JENKINS, A.L., WOLEVER, T.M.S. and VUKSAN, V., Fiber and physiological and potentially therapeutic effects of slowing carbohydrate absorbtion. In 'New Developments in Dietary Fiber', I. Furda and C.J.Brine (eds.), Plenum press, pp. 129-134, New York, 1990.

JENSEN, C., HASKELL, W. and WHITTAM, J.H., Long-term effects of water-soluble dietary fiber in the management of hypercholesterolemia in healthy men and women. *Am J Cardiol*. 1997; 79: 34-37.

JIANG, G. and LIU Q., Characterization of residues from partially hydrolyzed potato and high amylose corn starches by pancreatic amylase. *Starch/Starke*. 2002; 54:527-533.

JIMÉNEZ-ESCRIG, A. and SÁNCHEZ-MUNIZ, F.J., Dietary fibre from edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. *Nutr Res*. 2000; 20:585-598.

KESKİN, H. ve ERKMEN, G., *Besin Kimyası*, İstanbul Üniv., 1987.

KETEOĞLU, O., GÜNEY, K., GEVEN, F., BİNGÖL, Ü., ÖZEN C.Ö., FİLİZ, Z., GÜNEY, K.B., *Odunlu Angiopermler Uygulama Kılavuzu*. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi. Kastamonu, 2006a; sayfa 23.

KETEOĞLU, O., GÜNEY, K., GEVEN, F., BİNGÖL, Ü., ÖZEN, C.Ö., FİLİZ, Z., GÜNEY, K.B., *Gymnospermler Uygulama Kılavuzu*. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi. Kastamonu, 2006b; sayfa 31.

KIM, J-S., GODBER, J.S. and PRINAYWIWATKUL, W., Restructured beef roasts containing rice bran oil and fiber influences cholesterol oxidation and nutritional profile. *Journal of Muscle Foods*. 2000; 11:111-127.

- KIM, Y., KIM, D. and CHUN, K., Phenolic extraction from apple peel by cellulases from *thermobifida fusca*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2005; 53: 9560-9565.
- KISSELL, L.T. and PRENTICE, N., Protein and fiber enrichment of cookie flour with brewer's spent grain. Cereal Chem. 1979; 56:261-266.
- KNUCKLES, B.E., HUDSON, C.A., CHIU, M.M. and SAYRE, R.N., Effect of β -glucan barley fractions in high-fiber bread and pasta. Cereal Food World. 1997; 42:94-99.
- KONG, Z., LIU, Z. and DING, B., Study on the antimutagenic effect of pine needle extract. Mutat Research. 1995; 347: 101-104.
- KÖKSEL, H. ve OZBOY, O., Besinsel lif analiz yöntemleri. Gıda. 1993; 18(1), 73-79.
- KOKSEL, H. and OZBOY, O., Effects of sugarbeet fiber on cookie quality. Zuckerindustrie. 1999; 124:542-544.
- KOKSEL, H., EDNEY, M.J. and OZKAYA, B., Barley Bulgur: Effect of processing and cooking on chemical composition. J Cereal Sci. 1999; 29:185-190.
- KRITCHEVSKY, D. and KLURFELD, D.M., Interaction of fiber and energy registration in experimental colon carcinogens. Cancer Letters. 1997; 114:51-52.
- KWAK, C.S., MOON, S.C., and LEE, M.S., Antioxidant, Antimutagenic, and Antitumor Effects of Pine Needles (*Pinus densiflora*). Nutrition and Cancer. 2006; 56:162-171.
- LEONTOWICZ, M., GORINSTEIN, S., BARTNIKOWSKA, E., LEONTOWICZ, H., KULASEK, G. and TRAKHTENBERG, S., Sugar beet pulp and apple pomace dietary fibers improve lipid metabolism in rats fed cholesterol. Food Chem. 2001; 72:73-78.
- LEVI, F., PASCHE, C., LUCCHINI, F. and LA VECCHIA, C., Dietary fibre and risk of colorectal cancer. Eur J Cancer. 2001; 37:2091-2096.
- LIEBMAN, H., CHINOWSKY, M., VALDIN, J., KENOYER, G. and FEINSTEIN, D., Increased fibrinolysis and amyloidosis. Intern. Med. 1983; 143:675 -682.
- LIN, M.J.Y., HUMBERT, E.S., and SOSULSKI, F.W., Certain functional properties of sunflower meal products. Journal of Food Science. 1974; 39:368-370.
- LINTAN, C. and CAPELLONI, M., Dietary Fibre content of Italian fruit and nuts. Journal of Food Composition and Analysis. 1992; 5:146-151.

LIU, S., BURING, J.E., SESSO, H.D., RIMM, E.B., WILLET, W.C. and MANSON, J.E., A prospective study of dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease among women. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 39:49-56.

LUCCIA, B.H.D. and KUNKEL, M.E., In vitro availability of calcium from sources of cellulose, methylcellulose, and psyllium. *Food Chem.* 2002; 77:139-146.

LUE, S., HSIEH, F. and HUFF, H.E., Extrusion cooking of corn meal and sugar beet fiber: Effects on expansion properties, starch gelatinization, and dietary fiber content. *Cereal Chem.* 1991; 68:227-234.

MASOODI, F.A. and CHAUHAN, G.S., Use of apple pomace as a source of dietary fiber in wheat bread. *Journal of Food Processing and Preservation.* 1998; 22: 255–263.

MASOODI, F.A., BHAVANA, S. and CHAUHAN, G.S., Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes. *Plant Foods for Human Nutrition.* 2002; 57:121–128.

MICHEL, F., THIBAUT, J.F. and BARRY, J.L., Preparation and characterization of dietary fiber from sugar beet pulp. *J. Sci. Food Agric.* 1988; 4:77-85.

NAGATA, K., SAKAGAMI, H., HARADA, H., NONOYAMA, M., ISHIHAMA, A. and KONNO, K., Inhibition of influenza virus infection by pine cone antitumor substances. *Antiviral Res.* 1990; 13:11-21.

NAWIRSKA, A. and KWASNIEWSKA, M., Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. *Food Chemistry.* 2005; 91:221-225.

NISHIMUNE, T., SUMIMOTO, T. and YAKUSIJI, T., Determination of total dietary fibre in Japanese foods. *J Assoc Off Anal Chem.* 1991; 74:350-359.

NUSSINOVITCH, A., *Hydrocolloid Applications.* Chapman & Hall, London, pp. 354, 1997.

NYMAN, E.M.G.L. and SVANBERG, S.J.M., Modification of physicochemical properties of dietary fibre in carrots by mono- and divalent cations. *Food Chem.* 2002; 76:273-280.

NYMAN, M., PALSSON, K.-E. and ASP, N.G., Effects of processing on dietary fibre in vegetables. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 1987; 20:29-36.

ÖZBOY, Ö. and KÖKSEL, H., Utilization of sugar beet fiber in the production of high fiber bread. *Zuckerindustrie.* 1999; 124:712-715.

ÖZBOY, Ö. and KÖKSEL, H., Effects of sugarbeet fiber on spaghetti quality. *Zuckerindustrie.* 2000; 125:248-250.

ÖZTÜRK, S., ÖZBOY, Ö., CAVIDOĞLU, I. and KÖKSEL, H., Effects of brewer's spent grain on the quality and dietary fiber contents of cookies. *J. Inst. Brew.* 2002; 108(1):23-27.

ÖZTÜRK, S., OZBOY-OZBAS, O., CAVIDOĞLU, I. and KOKSEL, H., Utilization of sugarbeet fiber and zero-*trans* interesterified and non-interesterified shortenings in cookie production. *ZuckerIndustrie.* 2008; 133:704-709.

ÖZTURK, S., KOKSEL, H. and NG, P.K.W., Farinograph properties and bread quality of flours supplemented with commercial resistant starches. *International Journal of Food Science and Nutrition.* 2009; 60(6):449-457.

PRAKONGPAN, T., NITITHAMYONG, A. and LUANGPITUKSA, P., Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. *J Food Sci.* 2002; 67:1308-1313.

PRENTICE, N. and D'APPOLONIA, L., High-fiber bread containing brewer's spent grain. *Cereal Chem.* 1977; 54:1084-1095.

PROSKY, L., ASP, N.G., FURDA, I., DEVRIES, J.W., SCHWEIZER, T.F. and HARLAND, B.F., Determination of total dietary fiber in food and food products: Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 1984; 67:1044-1052.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R., AURA, A.M., OKSMAN-CALDENTY, K.M., MYLLÄRINEN, P., SAARELA, M., MATTILA-SANDHOLM, T. and POUTANEN, K., Development of functional ingredients for gut health. *Trends Food Sci Tech.* 2002; 13:3-11.

ROBERFOID, M., Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1993; 33:103-148.

ROSADO, J.L., LOPEZ, P., HUERTA, Z., MUNOZ, E. and MEJIA, L., Dietary fibre in Mexican foods. *J Food Comp Anal.* 1993; 6:215-222.

SAKHARAM, K.P., Resistant starch as low-cal ingredients-Current applications issues. *Cereal Foods World.* 2004; 49:292-294.

SALAMA, A.A., MESALLAM, A.S., EL-SAHN, M.A. and SHEHATA, A.M.E., Chemical, nutritional and microbiological evaluation of brewer's spent grain fractions and their utilization as high ingredients in some formulated foods. *Alex. J. Agric. Res.* 1995; 40:67-99.

SANGNARK, A. and NOOMHORM, A., Effect of particle sizes on in-vitro calcium and magnesium binding capacity of prepared dietary fibers. *Food Res Int.* 2003; 36:91-96.

SATO, K., KIHARA, T., IDA, Y., SAKAGAMI, H., KOYAMA, N., PREMANATHAN, M., ARAKAKI, R., NAKASHIMA, H., KOMATSU, N., FUJIMAKI, M., MISAWA, Y. and HATA, N., Radical modulation activity of pine cone extracts of *Pinus elliotti* var. *Elliottii*. *Anticancer Res.* 1999; 19:357–364.

SCHNEEMAN, B., Soluble vs insoluble fiber-different physiological responses. *Food Technol.* 1987; 41:81-82.

SCHNEEMAN, B., Dietary fiber and gastrointestinal function. *Nutr Res.* 1998; 18: 625-632.

SCHWEIZER, T.F. and WURSCH, P., Analysis of dietary fiber. *J. Sci. Food Agric.* 1979; 30:613.

SCHWEIZER, T.F. and WURSCH, P., The physiological and nutritional importance of dietary fibre. *Experientia.* 1991; 47:181-186.

SIEVERT, D. and POMERANZ, Y., Enzyme-resistant starch I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical and microscopic methods. *Cereal Chemistry.* 1989; 66:342-347.

SINGH, J. and SINGH, N., Studies on the morphological and rheological properties of granular cold water soluble corn and potato starches. *Food Hydrocolloids.* 2003; 17:63-72.

SOSULSKI, F.W. and CADDEN, A.M., Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. *J Food Sci.* 1982; 47:1472-1477.

SOYER, Y. ve KARADENİZ, F., Aljinatların gıda endüstrisinde kullanım alanları. *Gıda Dergisi.* 2003, 80:91-97.

STARK, A. and MADAR, Z., Definition of dietary fiber in 'Functional foods: designer foods, pharma foods, nutraceuticals', I. Goldberg (edt.), Chapman & Hall, Inc., New York, pp.183-218, 1994.

STEPHEN, A.M. and CUMMINGS, J.H., The microbial contribution to human faecal mass. *The J. of Med. Microbiology.* 1980; 13:45-46.

THEBAUDIN, J.Y., LEFEBVRE, A.C., HARRINGTON, M. and BOURGEOIS, C.M., Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends Food Sci Tech.* 1997; 8:41-48.

THOMPSON, D.B., Strategies for the manufacture of resistant starch. *Trends Food Chemistry.* 2000; 76:455-459.

TORRE, M., RODRIGUEZ, A.R. and SAURA-CALIXTO, F., Study of the interactions of calcium ions with lignin, cellulose, and pectin. *J Agric Food Chem.* 1992; 40:1762-1766.

TUDORICA, C.M., KURI, V. and BRENNAN, C.S., Nutritional and physicochemical of dietary fiber enriched pasta. *J Agric Food Chem.* 2002; 50:347-356.

VASANTHAN, T. and BHATTY, R.S., Enhancement of resistant starch (RS3) in amylo maize, barley, field pea and lentil starches. *Starch/Starke.* 1998; 50:286-291.

VASANTHAN, T., GAOSONG, J., YEUNG, J. and LI, J., Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food Chem.* 2002; 77:35-40.

VIETHS, S., SCHÖNING, B. and JANKIEWICZ, A., Occurrence of IgE binding allergens during ripening of apple fruits. *Food Agric Immunol.* 1993; 5:93-105.

WANG, H.J. and THOMAS, R.L., Direct use of apple pomace in bakery products. *J Food Sci.* 1989; 54:618-620.

WANG, Y.J., RA, K.S., CHUNG, D.S. and SEIB, P.A., Bulk handling of brewer's spent grain containing spent diatomaceous earth. *Applied Engineering in Agriculture.* 1994; 10:713- 715.

WARDLAW, G.M., INSEL, P.M. and SEYLER, M.F., Contemporary nutrition, issues and insights. Mosby printing. 1993; A34-A58.

WEBER, C.W., KOHLHEPP, E.A., IDOURAINE, A. and OCHOA, L.J., Binding capacity of 18 fiber sources for calcium. *J Agric Food Chem.* 1993; 41:1931-1935.

WISKER, E., FELDHEIM, W., POMERANZ, Y. and MEUSER, F., Dietary fiber in cereals: *Advanced in Cereal Science and Tech.*, Vol: VII, Y. Pomeranz (Ed.), American Association of Cereal Chemists Inc., Mn, USA. 1985.

YAPICI, M., Elma Yetiştiriciliği (http://www.tarim.gov.tr/arayüz/10/icerik.asp?efl=uretim/bitkisel/bitkisel.htm&curdir=/uretim/bitkisel&fl=yetistiricilik_bilg./elma/elma.htm) 2008.

YUE, P. and WARING, S., Resistant starch in food applications. *Cereal Foods World.* 1998; 43:690-695.

ÖZGEÇMİŞ

Elif Kartal, 31.07.1983 de Kocaeli' de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İzmit'te tamamladı. 2001 yılında İzmit Yabancı Dil Ağırlık Lisesi, Fen Bölümünden mezun oldu. 2003 yılında başladığı MKÜ Gıda Mühendisliği bölümünü 2007 yılında bitirdi. 2007–2009 yılları arasında Merkez Yemek Fabrikasında mühendis olarak çalıştı. 2011 yılında Özel Satı Ana Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezinde memur olarak göreve başladı. Şu anda aynı yerde göreve devam etmektedir.