



Diyet Lifi ve Sağlık Açısından Önemi

Nermin Salçın , Hüdayi Ercoşkun 

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çankırı

Geliş Tarihi (Received): 23.10.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 18.02.2021

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): nerminsalcin@hotmail.com (N. Salçın)

☎ 0 376 218 95 00 (8351/8363) 📠 0 376 218 95 36

ÖZ

Diyet lifi, insan sindirim sisteminden herhangi bir temel değişikliğe uğramadan geçip giden bitkisel bir gıda bileşenidir. Diyet lifi, bağırsakta biriken zararlı bileşiklerin atılmasını sağlaması, safra asitlerini bağlayarak kolesterolü düşürmesi, kan şekeri seviyesini kontrol altına alması ve prebiyotik olması açısından önemlidir. Diyet lifi, bağırsaktaki dışkı hacmini artırarak kabızlığı önlerken aynı zamanda bağırsaktan geçiş süresini kısaltarak kolon kanseri riskini de azaltmaktadır. Diyet lifleri, suda çözünen ve çözünmeyen lifler olarak iki grupta incelenmektedir. Suda çözünen lifler; pektinler, gamlar ve musilajları içerirken çözünmeyen lifler; selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi bileşenleri içermektedir. Diyet lifleri sebze ve meyvelerde ağırlıklı olarak bulunmakla birlikte tahıllarda da yer almaktadır. Sağlıklı beslenmeye olan ilginin artması, teknolojinin gelişmesi, insanların bilinçlenmesi gibi faktörler diyet lifi üzerine yapılan çalışmalarını artırmış ve fonksiyonel gıdaların öneminin de artmasıyla birlikte gelecekte gıda sektörünün birçok alanında vazgeçilmez ürünler arasına gireceği düşünülmektedir. Bu derleme çalışmasında, diyet liflerinin özellikleri ve insan sağlığı açısından öneminden bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diyet lifi, Sağlık, Kanser, Diyabet, Obezite

Dietary Fiber and Its Importance on Human Health

ABSTRACT

Dietary fiber is a plant food component that passes through the human digestive system without undergoing any major changes. It is important in terms of removing harmful compounds accumulated in the intestine, lowering cholesterol by binding bile acids, controlling blood sugar levels and being prebiotic. Dietary fiber prevents constipation by increasing the stool volume in intestines, while reducing the risk of colon cancer by shortening the intestinal transit time. It is generally divided into two sub-groups as water-soluble and insoluble fibers. Water soluble fibers include pectin, gums and mucilage while the latter includes cellulose, hemicellulose and lignin components. Dietary fibers are mainly found in vegetables and fruits, as well as in grains. Factors such as an increase in interest on healthy nutrition, the development of technology, and people's awareness have increased studies on dietary fiber, and it may be expected that it will become one of the indispensable products in many areas of the food industry with an increase in the importance of functional foods in the future. In this study, the properties of dietary fibers and their importance for human health are reviewed.

Keywords: Dietary fiber, Health, Cancer, Diabetes, Obesity

GİRİŞ

Son yıllarda, aydınlanmanın artması, teknolojinin doğurduğu imkânların pozitif yönde kullanılmaya

başlanması gibi nedenlerle insanların bilgiye ulaşması hem kolaylaşmış hem de bilgiyi doğru işleme algısı da artmıştır. Bu durumda insanları tüketim noktasında daha bilinçli hale getirmiş ve aldığı ürünleri araştıran, tükettiği

gıdaların besin değerlerini merak eden yani daha sağlıklı beslenmek isteyen bir tüketim toplumuna dönüşüm gerçekleşmiştir. Bu bağlamda, bilinçli tüketicinin önceliği gıdaların lezzet özelliklerinden ziyade güvenilir, sağlıklı ve besin değerlerinin yüksek olmasıdır. Tüketicinin sağlıklı beslenme hususunda bu bilinci kazanmasında, günümüzde artan kronik hastalıklar başta olmak üzere kalp-damar hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları, obezite, diyabet ve kolon kanserinin etkisi büyük rol oynamaktadır [1]. Ayrıca dünyada artık hızlı, sağlıksız ve işlenmiş gıdaların birçok hastalığa neden olduğu da bilinen bir gerçektir. Bu nedenler göz önünde bulundurulduğunda diyet lifi sağlıklı beslenmek isteyen tüketicinin listesinde ilk sıralara yerleşmiştir [2].

Diyet lifi, insan sindirim sisteminde sindirilemeyen ancak kalın bağırsakta kısmen veya tamamen probiyotik mikroorganizmalar tarafından fermente olabilen bitkilerin yenilebilir kısımlarını oluşturan bileşiklerdir [3]. Mide ve ince bağırsakta tokluk hissi yaratması ve yüksek su tutma kapasitesi ile kolondaki toksik atıkları seyrelterek kolon kanserini önleyici unsur olması gibi nedenlerden dolayı hem zayıflamak hem de sağlığını korumak isteyenler için iyi bir kaynak olmuştur [4, 5].

DIYET LİFİ

Diyet lifi; sindirim enzimleri tarafından parçalanamayan bir bileşiktir [6]. 1953 yılında yapılan araştırmalar sonucunda, bitki hücre duvarının yapısını meydana getiren sindirilemeyen bileşenler "diyet lif" olarak tanımlanmıştır [7]. Daha sonraki yıllarda ise diyet lifi için; plantix, complantix, bitkisel hücre duvarı kalıntısı, besleyici değeri olmayan lif, sindirilemeyen karbonhidratlar, kısmen sindirilebilen bitki polimerleri gibi terimler kullanılmıştır. İngilizcede diyet lifi için kullanılan terim "Dietary Fibre" veya "Dietary Fiber"dir. Türkçede ise "Besinsel Lif" veya "Diyet Lif" kullanılmaktadır [8].

Tablo 1. Diyet lif çeşitleri ve kaynakları [58]

Table 1. Dietary fiber types and sources [58]

Diyet Lifi	Özellikleri	Kaynak
Çözünür Lifler		
Pektin	Galakturonik asit, ramnoz, arabinoz, galaktoz içeriği yüksek, orta laminede ve birincil duvarda bulunmaktadır	Tam tahıllar, elma, baklagiller, lahana, kök sebzeler
Gam	Genelde heksoz ve pentoz monomerlerinden oluşmaktadır	Yulaf ezmesi, kuru fasulye, baklagiller
Musilajlar	Bitkilerde sentezlenen glikoprotein içerebilen bileşenlerdir	Gıda katkıları
Çözünmez lifler		
Selüloz	Glikoz monomerlerinden oluşan, hücre duvarlarının ana bileşenidir	Tam tahıllar, kepek, bezelye, kök sebzeler, cruciferous familyası fasulye, elma
Hemiselüloz	Birincil ve ikincil hücre duvarları	Kepek, tam tahıllar
Lignin	Aromatik alkoller ve diğer hücre duvarı bileşenlerinden oluşmaktadır	Sebzeler, un

Gıdalarda diyet lifi, cins, çeşit, yetiştirme koşulları, olgunluk derecesi, doku tipi ve kültürel uygulamalar gibi faktörlere bağlı olarak farklı oranlarda bulunmaktadır. Taze meyvenin hasat zamanına göre toplam lif içeriği değişkenlik gösterebilir [15]. Meyve sebzeler, hububat ürünleri ile kıyaslandığında su kapasitelerinin fazla

İnsan sindirim sistemi selülozu parçalayacak enzimlere sahip değildir. İnsan sindirim sisteminin parçalayabileceği en karmaşık karbonhidrat nişastadır. Diyet lifi; nişasta olmayan polisakkaritleri (selüloz, hemiselüloz, pektin, gamlar, β -glukan, tahıl ve yulaf kepeği) alkolle çöktürmeden elde edilen bitki karbonhidratları (inülin, oligosakkaritler ve fruktanlar), lignin ve türevlerini, selüloz, hemiselüloz, pektin gibi yapı polisakkaritleri ve bazı dirençli nişastaları içermektedir [9]. Ayrıca yapı bileşikleri olmayan gum arabik ve guar gum gibi gam maddeleri ve karragenan, agar, aljinat gibi deniz yosunu polisakkaritleri de diyet lifi olarak geçmektedir [10].

Diyet lifi, suda çözünen ve suda çözünmeyen diyet lifi olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir [11]. Çözünür lifler; elma, ayva vb. besinlerde bulunan pektini, reçinede bulunan gamı, β -glukan yapısındaki polisakkaritleri, daha çok yulafta bulunan musilajları ve suda çözünen pentozanları içermektedir [12]. Çözünür lifler, suyu bağlama yetenekleriyle jel ve sıkı bir yapı oluşturmaktadırlar. Çözünür diyet lifinin kandaki kolesterolün düşürülmesinde ve glikozun bağırsaktaki absorpsiyonunun azaltılmasında önemli rol oynadığı belirtilmiştir. Çözünmez lifler grubunda ise selüloz, hemiselüloz lignin ve suda çözünmeyen pentozanlar yer almaktadır. Çözünmez lifler, ağırlıklarının 20 katı kadar suyu absorblama kapasitesine sahip oldukları için dışkı hacminin artmasını sağlayarak bağırsaktan transit süresini kısaltmakta ve kabızlığın önüne geçmede ciddi bir potansiyele sahip olduklarını göstermektedirler [13, 14].

Diyet lif çeşitleri ve kaynakları Tablo 1'de verilmiştir [58]. Sağlıklı beslenme açısından, her iki lif grubunu içeren gıda maddelerinin de alınması önemlidir. Her iki lif türünün bir arada tüketilmesinin, hastalıklarla mücadelede daha etkili olduğu belirtilmiştir [59].

olması sebebiyle daha az lif içeriğini bünyelerinde bulundurlar. Hububat tanesinin dış tabakalarında daha fazla lif bulunmaktadır. Aynı zamanda meyve ve sebzelerde de dış tabakalar lif bakımından fazlasıyla zengindir [8]. Çeşitli gıdaların diyet lif içerikleri Tablo 2' de sunulmuştur [16].

Tablo 2. Çeşitli gıdaların diyet lifi içerikleri (Diyet lifi g/100 g yenilebilir kısım) [16]
Table 2. Dietary fiber contents of various foods (Dietary fiber g/100 g edible part) [16]

Gıda	Çözünen	Çözünmeyen	Genel toplam
Buğday kepeği	-	-	33.75
Buğday(ekmeklik)	2.92	9.75	12.66
Kuru fasulye	-	-	32.17
Mercimek	-	-	25.99
Bezelye	1.92	21.73	23.65
Barbunya	4.03	19.18	23.21
Nohut	-	-	23.03
Arpa	1.93	19.10	21.11
Yulaf	2.05	10.27	12.24
Pirinç	-	-	3.46
Bulgur	1.70	5.09	6.79
Badem	1.02	10.98	12.00
Fındık	-	-	11.54
Ceviz	2.03	9.49	11.50
İncir	-	-	10.06
Havuç	0.82	1.76	2.58
Erik	0.98	1.23	2.20
Dut	0.40	1.76	2.16
Elma	0.62	1.29	1.91
Portakal	0.72	1.17	1.89
Şeftali	0.54	1.28	1.82
Kiraz	0.28	1.61	1.89
Muz	0.45	1.24	1.69
Kavun	0.22	0.43	0.65
Karpuz	0.12	0.42	0.54
Kabak	0.73	0.90	1.63
Semizotu	0.49	1.10	1.59
Patates	0.41	1.13	1.54
Domates	0.17	0.94	1.10
Salatalık	0.19	0.32	0.52
Biber	0.67	1.19	1.86
Yeşil Fasulye	0.57	1.51	2.08
Ispanak	0.67	1.60	2.27
Bamya	1.35	2.00	3.36
Patlıcan	0.65	1.85	2.51
Keten tohumu	0.28	34.78	35.06
Çörek otu	-	-	37.14
Karamuk	-	-	43.60
Türk kahvesi	-	-	51.88
Keçiboynuzu	2.68	23.14	25.83
Hindistan cevizi(kuru)	-	-	18.91
Siyez buğdayı	-	-	11.30
Avokado	0.33	9.37	9.70
Pıkan cevizi	1.32	6.93	8.25
Glutensiz ekmek	0.51	4.93	5.44
Glutensiz un	-	-	5.26

DIYET LİFİ BİLEŞİKLERİ

Selüloz

Selüloz, D-glikopiranoz ünitelerinin β -1-4 bağları ile bağlanması sonucu meydana gelen doğrusal zincir yapısında, suda çözünme kabiliyeti olmayan, doğada en çok bulunan karbonhidrat olma özelliğine sahip bir polimerdir [17]. Selüloz, insanlarda selülaz enzimi üretimi olmadığından sindirilememekte ve bu yüzden de diyet lif özelliğine sahip olmaktadır. Selülozun absorpsiyon kabiliyetinin yüksek olması su tutma yeteneğinin yüksek olmasına ve dolayısıyla bağırsak hareketlerini

düzenleyici etki göstermesine neden olmaktadır [18]. Selüloz ve bazı selüloz türevleri, insan sindirim sisteminde sindirilemedikleri, farklı ortam şartlarında sağlam ve dayanıklı olmaları ve bazı selüloz türevlerinin suda çözünerek probiyotik mikroorganizmalar tarafından fermente edilebilmesinden dolayı prebiyotik bileşen sınıfında değerlendirilebilmektedir [19]. Selüloz, çoğu meyve ve sebzenin hücre duvarında %30-40 oranında yer alırken, tahıl tanelerinin hücre duvarlarında ise daha düşük bir yüzde ile %2-4 oranında bulunmaktadır [20]. Bu bileşikler, yüksek su tutma kapasitesi, viskozite, düşük glisemik indeks değeri ve mide-bağırsak sisteminin

düzenlenmesine yardımcı olma gibi özellikleri ile günlük diyetinde gerekli olan bileşiklerdir [21].

Hemiselüloz (Selüloz Olmayan Polisakkaritler)

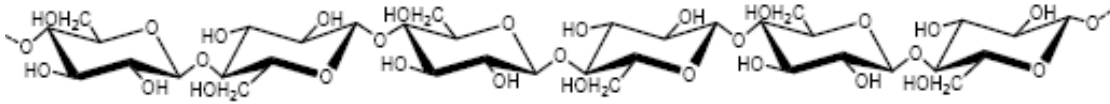
Hemiselüloz, bitkilerin hücre çeperlerinden pektik polisakkaritlerin uzaklaştırılmasından sonra alkali suda çözünme yeteneğine sahip olan polisakkaritlerdir. β -1,4 glikozidik bağları olan glikoz birimlerinin omurgalarını içerirler [23]. Meyve ve sebzelerin hücre duvarlarında selüloz yapısı göstermeyen ksiloglukanlar adıyla da bilinmektedir. Bu moleküllerin yapısı selülozla benzerlik göstermekte ancak çoğu glikoz monomeri ksiloz monomeriyle yer değişikliği yapmaktadır. Su tutucu ve katyon bağlayıcı özelliğe sahiptir. Sindirim enzimlerinden etkilenmekle birlikte ince ve kalın bağırsak bakterileri hemiselülozun %87'sini çok küçük moleküllere ayırmaktadır [24]. Tahıl tanelerinin kepek kısmı hemiselüloz yönünden zengin olmakla birlikte temel dokuları yapı bakımından farklı iki polisakkarit (arabinoksilan ve β -glukan) içermektedir. Arabinoksilan, çoğunluğu arabinoz ile yer değiştirmiş olan ksiloz zincirinden meydana gelmektedir. β -glukanlar ise %30'u

1-3, β -glikoz ve %70'i 1-4, β -glikoz zincirine sahip bir yapıdan oluşmaktadır [25].

Pektin

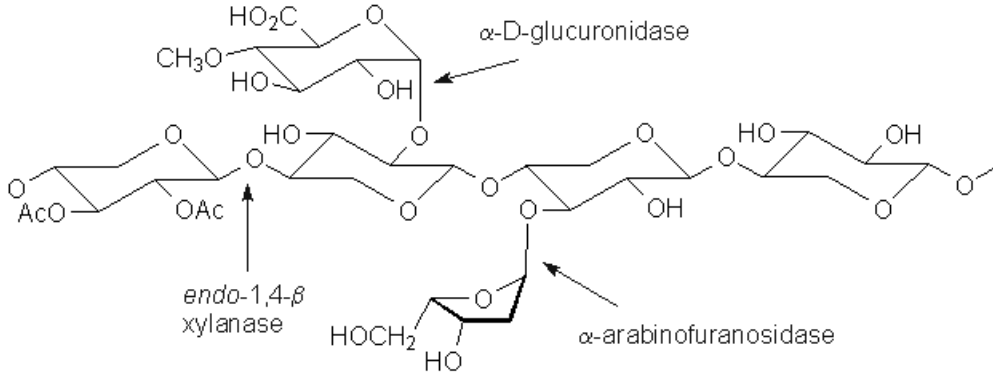
Pektin, D-galakturonik asidin temel bileşen olduğu metilin esterleşmesi sonucunda oluşan, bitkilerin hücre duvarından bulunan karmaşık yapıda ki polisakkaritlerdir [27]. Pektinin enzimatik reaksiyonları sonucundan pektinik asit ve metil alkol oluşmaktadır [28].

Pektin, meyve ve sebzelerde içeriği yüksek, tahıllarda ise daha düşük oranlarda yer alan bir yapı maddesidir. Pektinler, ticari kullanım amaçlı turuncu meyvelerinin kabuk kısımlarından ve elma posasından elde edilmektedir. Gıda endüstrisinde ki en önemli kullanım alanı jelleştirici özelliğinden dolayı kıvam vermesinden ileri gelir. Jelleşme düzeyi karboksil gruplarının farklı oranlarda metil alkolle esterleşme derecesine bağlı olarak değişir. Eğer pektinler yüksek metil oksitlenirse reçellere yoğun jel kıvamı vermek için, düşük metil oksitlenirse daha düşük kalorili reçel ve yoğurtlarda kullanılır. Bu yüzden pektin hem diyet ürünlerinde hem de fonksiyonel gıda ürünleri olarak değerlendirilir [29].



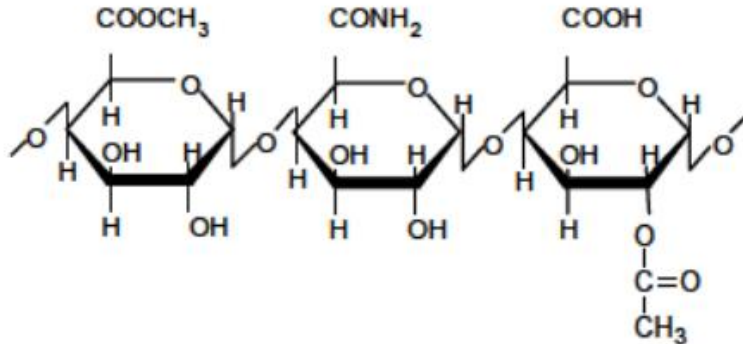
Şekil 1. Selüloz polimer yapısı [22]

Figure 1. Polymer structure of cellulose [22]



Şekil 2. Hemiselüloz polimer yapısı [26]

Figure 2. Hemicellulose polymer structure [26]



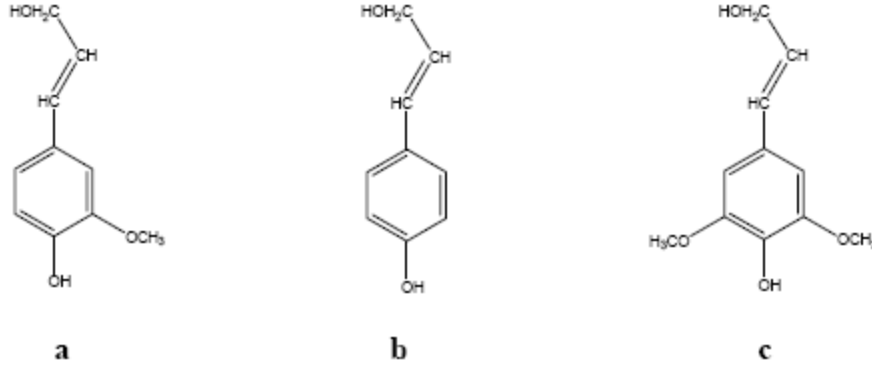
Şekil 3. Pektin polimer yapısı [30]

Figure 3. Pectin polymer structure [30]

Lignin, Suberin ve Kutin

Hücre çeperine sertlik ve sağlamlık kazandıran lignin, fonksiyonları bakımından polisakaritlerle birlikte bulunan bir fenil propan türevidir. Suberin, bitki hücre duvarının sekonder yapılarında bulunan, lignine benzer bir yapıya kovalent bağlı hidrofobik poliester kısımdan oluşan bir maddedir. Suberin, parankima dokunun su geçirgenliğini

engellemekte ve hasar görmüş çeperin onarılmasında kullanılmaktadır [31, 32]. Kutin ise bitkinin yaprak ve meyveleri gibi dış tabakasını oluşturan bir poliesterdir. Bitkiyi kötü çevresel şartları karşı koruyan bir yapıya sahiptir [33]. Lignin, suberin ve kütin, kalın bağırsakta kanser oluşumunu engelleyici özelliklerinden dolayı önemlidirler [31].



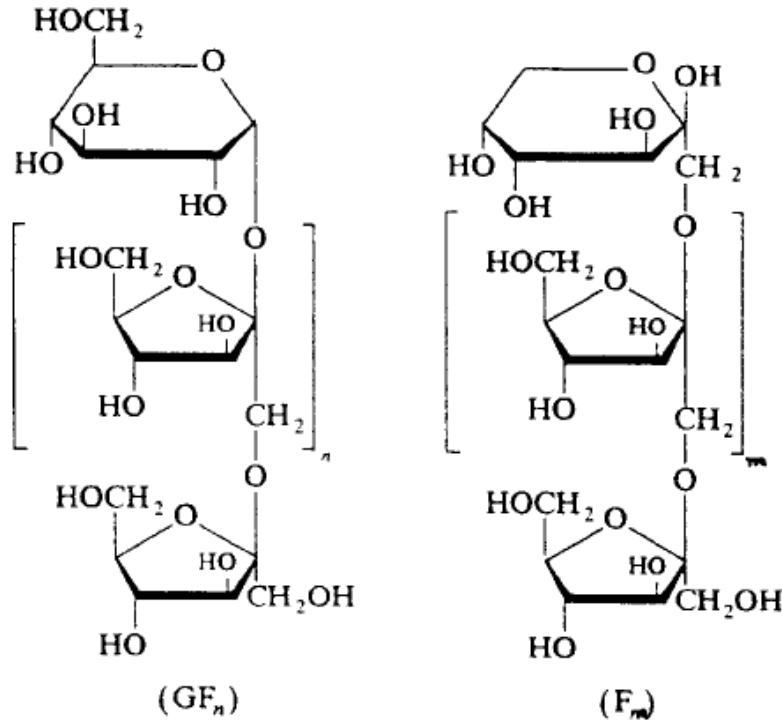
Şekil 4. Lignin polimer yapısı [22]

Figure 4. Lignin polymer structure [22]

Oligofruktoz ve İnülin

β , 2-1 bağlı fruktoz monomerlerinden oluşan oligofruktoz ve inülin, kan şekeri düzeyini dengede tuttuğu söylenmektedir. Soğuk suda çözünme oranı sıcak suya göre daha düşük olan inülin, başlıca soğan, sarımsak, pırasa, yerelması, muz, kuşkonmaz ve hindibada yer almaktadır [34]. İnülin ve oligofruktoz bifidobakteri salınımlarını artırarak kalın bağırsak kanserini önleyici

etkide bulunmaktadır. Probiyotik bakterilerden olan bifidobakteri bağırsak florasında artarken zararlı bakteriler azalmakta ve böylece bağışıklık sisteminin güçlenmesine neden olmaktadır. Anne sütü, oligosakkarit bakımından zengin olmasıyla bebeklerin sağlığı üzerinde olumlu etki bırakmaktadır. Bu nedenle bebek mamalarında oligofruktozların kullanılması bebek sağlığı açısından önem taşımaktadır [35].



Şekil 5. İnülin polimer yapısı [36]

Figure 5. Inulin polymer structure

Dirençli Nişasta

Nişasta, amiloz ve amilopektinin oluşturduğu bitkisel gıdalarda bulunan önemli bir karbonhidrat kaynağıdır [37]. Gıdaların tekstür özelliklerini iyileştirmekle birlikte koloidal stabilizatör, kalınlaştırıcı, jelleştirme ajanı, hacim artırıcı ve su tutucu olarak gıda sanayinde kullanılmaktadır [38]. Nişasta ince bağırsakta tam olarak emilemez. Yapılan bir araştırmada enzimatik hidrolizden sonra bazı nişastaların sağlam kalması, mide ve ince bağırsakta sindirime direnç gösteren nişastaların varlığına kanıt olmuştur. Bu nişastalar ise "dirençli nişasta" olarak isimlendirilmiştir [39].

D-glikoz birimlerinden meydana gelen nişasta ile benzer yapıda olan dirençli nişasta, amilaz enzimleri ile sindirimi söz konusu olmadığından dolayı ince bağırsakta emilimi olmayan nişasta grubudur. Bu özelliğinden dolayı kan şekeri düzeyinin dengelemesinde, kolesterol mekanizmasının düzenlenmesinde, diyabet ve kolon kanserinin engellemesinde olumlu etkileri vardır [40, 41].

Diyet lif kaynakları arasında etkili bir değere sahip olan dirençli nişasta, insan sindirim sistemi tarafından sindirilememekte ve bu özelliği ile selüloz, pentozan, β -glukan gibi nişasta olmayan polisakkaritler ile benzerlik göstermektedir. Diyet lifin insan beslenmesi ve sağlığı üzerindeki öneminin fark edilmesi ile birlikte bu maddelerle ilgili ayrıntılı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Ve araştırmacıların çoğu, günlük beslenmede hastalıklara karşı önlem olarak lif içeriği yüksek gıdaların tüketilmesi gerektiğini tavsiye etmektedir. Yapılan bir çalışmada diyet lif içeriği yüksek olan ham karabuğday bitkisinde bulunan nişastanın yaklaşık yarısını (%45'ini) EDN'nin oluşturduğu belirlenmiştir. Ve enzime dirençli nişastanın ince bağırsakta sindirilmemesinden dolayı kana hızlı karışmaması, glisemik indeksi düşürücü etki göstermekte ve bu da sağlık açısından önemli bir avantaj haline gelmektedir [42, 43].

Glisemik indeksi yüksek karbonhidratların çoğu tüketilmesinin ardından yaklaşık 1 saat içinde kan glikoz seviyesini artırıcı etki yapmaktadır. Yükselen glikoz seviyesi kanda insülin hormonu konsantrasyonunu artırmakta ve neticede vücutta depolanmış yağların kullanımını durdurmaktadır. Bu durumda acıkma hissi oluşmakta ve kişi sürekli yeme ihtiyacı duyarak açlık hissini bastırmaya çalışmaktadır. Dolayısıyla vücutta gerçekleşen bu reaksiyon obeziteye temel oluşturmakta ve sağlığı olumsuz yönde etkilemektedir. Dirençli nişastanın ise yavaş sindirilmesi kan glikoz seviyesinin kontrol altında tutulmasına ve depo yağların kullanılmasına yardımcı olmaktadır. Bundan dolayı dirençli nişasta bakımından zengin gıdalar hem şeker hastaları hem de obezite için önem taşımaktadır [44].

Gamlar

Hidrokoloid veya stabilizatör gibi isimlerle de anılan gamlar, yüksek viskozite ve düşük miktarlar da kullandıklarında bile jelleşme özelliği göstermelerinden dolayı gıdalarda tekstür yapısının iyileştirilmesi amacıyla gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır [45].

Karreganlar, D-galaktoz ve 3,6 anhidro-D-galaktozdan oluşan, sıcak suda çözünebilir ve jel oluşturabilen polisakkaritlerdir. Aljinatlar, yüksek viskozite yeteneğine sahip aljinik asidin sodyum tuzu şeklinde bulunan gamlardır [46]. Agar-agar ise galaktoz molekülünden meydana gelmiştir. Su bağlama kapasitesinin iyi olması buz kütlelerinin erimesini geciktirmekle birlikte raf ömrünü uzatmakta böylece gıda sanayinde çok tercih edilen gamlar arasına girmektedir [47].

DIYET LİFİNİN SAĞLIK AÇISINDAN OLUMLU ETKİLERİ

Diyet lifinin sağlığa yararıyla ilgili birçok çalışma ortaya konulmuştur. Bu çalışmalara göre diyet liflerinin obezite, tansiyon, hemoroit, diyare, bazı bağırsak rahatsızlıkları, hipertansiyon, damar ve immün sistemle ilgili hastalıklar üzerinde olumlu etki gösterdiği belirtilmektedir [48]. Diyet lifinin kolon kanserini engelleyici etkisi ilk olarak Burkitt tarafından ifade edilmiştir. Bu durum kolon kanserinin düşük olduğu ülkelerde lif tüketiminin fazla olmasına dayandırılmıştır [49]. İngiltere'de Bingham ve ark. [50], toplam diyet lifi ile kolon kanserinden ölümler arasında anlamlı bir bağlantı kurmuştur. Kolon kanseri yüksek olan Danimarka ile düşük risk grubunda yer alan Finlandiya'da şehirli ve kırsal bölgeler üzerinde eşzamanlı yapılan bir çalışmada kolon kanseri riski ile diyet lifi tüketimi arasında ters bir orantı gözlemlenmiştir. Sonuç itibarıyla düşük risk grubunda yer alan Finlandiya'da diyet lifi tüketiminin fazla olması kolon kanserine karşı koruyucu bir mekanizma geliştirmiştir [50]. Soler ve arkadaşlarının [51] 1992-1997 yılları arasında İtalya'da farklı tür liflerle ağız, özafagus ve gırtlak kanseri arasındaki ilişki üzerine bir çalışma yapılmıştır. Hastaların 271'i ağız kanseri, 327'si gırtlak kanseri, 304'ü ise özafagus kanseridir. Kontrol grubu ise 1950 kişiden oluşmakla birlikte akut, tümörle ilgili olmayan hastalıklardan hastaneye kabul edilen hastalardır. Vaka ve kontrol grubu ile hastanede kaldıkları süre içerisinde geçerliliği olan yiyecek soru formu kullanılarak görüşmeler yapılmıştır. Tahmini rölatif risk, yaş, cinsiyet ve diğer alkol, tütün tüketimi ve enerji alımı gibi ilişkili faktörler dikkate alındıktan sonra hesaplanmıştır. Tam tahıl ürünlerinin üst sindirim sisteminde ki kanser türleri üzerinde koruyucu etkisi olduğu belirtilmiştir [52,53].

Diyet Lifinin Gastrointestinal Sistem Üzerine Etkileri

Diyet lifi, ince bağırsakta sindirime uğramayıp kalın bağırsakta fermente olmaktadır. Diyet lifinin yaklaşık olarak yarısı fermantasyon sürecine dâhil olurken çözünür diyet lifi çözünmeyen life göre daha çok fermente olmaktadır. Örneğin; çözünür liflerden gamları içeren kuru baklagiller tamamen fermente olurken çözünmez liflerden hemiselüloza sahip kepek ve buğday %20-80 aralığında fermantasyon sürecini gerçekleştirmektedir. Bu fermantasyon sonucunda açığa çıkan asetat, propiyonat ve bütirat gibi kısa zincirli yağ asitleri de kanser hücrelerini pasif hale getirmektedir. Aynı zamanda bu yağ asitleri kolon için enerji kaynağı oluştururken çoğalan hücre yapılarıyla birlikte mukus üretiminde artış sağlamaktadır [54].

Diyet lifinin kalın bağırsakta sağladığı laktasif etkinin yanında besinleri seyreltme ve güçlü absorpsiyon yeteneği ile artan su tutma kapasitesi kabızlığın önüne geçmektedir. Diyet lifi dışkı atık hacmini artırarak bağırsaktan transit süresini kısaltmakta bu da kolonda toksik kalıntıların birikmesini engelleyerek kolon-rektum kanseri riskini azaltmaktadır. Ayrıca besinsel atıkların bağırsakta kalma süresi kısaltıldığında kalın bağırsak çeperinde ki deformasyonu nötralize ederek sızıntılı bağırsak sendromunun da önüne geçmektedir [55].

Diyet lifi, gastrointestinal sistemde yüksek su çekme potansiyelinden dolayı midenin geç boşalmasını sağlayarak yeme isteğini azaltmaktadır. Uzun süre yaşanan tokluk hissi gereksiz gıda alımını azaltmakta ve dengesiz kilo alımının önüne geçmektedir. Aşırı kilo alımının da damar tıkanıklığı, vücut yağ kitle indeksinin artması ve metabolizmanın kontrolünü kaybetmesiyle birçok hastalığa yol açabileceği bilinmektedir. Bu yüzden diyet lifinin midede yarattığı doluluk hissi dolaylı olarak kanseri önleyici parametreler arasında sayılabilir.

Diyet Lifinin Kolesterol Üzerine Etkileri

Diyet lifi kolesterol seviyesini azaltmada fayda sağlamaktadır. Karaciğerde kolesterolün oksidasyonu sonucu meydana gelen safranin %60'ını oluşturan safra asitleri, kolesterolden sentezlenerek safra tuzlarına dönüştürülmekte ve bağırsağa geçmektedir. Bağırsakta bakteriler aracılığıyla tekrar safra asitlerine dönüştürülerek karaciğere geri gelmektedir. Diyet lifi ise safra asitlerini absorbe ederek tekrar karaciğere geçmesini engellemekte ve boşaltım sistemiyle dışarı atılmasını sağlamaktadır. Bu durum ise serum kolesterol seviyesindeki düşüşün olumlu nedeni olmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar diyet lifinin kandaki kolesterol düzeyini %20 oranında düşürdüğünü göstermektedir. Bu durum kalp-damar hastalıkları riskinin önüne geçme açısından dikkate değer bir faydadır [56].

Diyet Lifinin Diyabet Üzerine Etkileri

Diyet lifinin hastalıklara etkisinde iyileştirici rol oynayan bir diğer hastalıkta diyabettir. Diyet lifi tüketimi, serum glikoz seviyesinde düşüşe neden olarak insülin ihtiyacını azaltır [57]. Diyet lifi, glikozun kolondan emilimini geciktirerek kana hızlı karışmasını engellemektedir. Suda çözünen pentozanlar, pektinler ve gamlar gibi viskozite artırıcı özelliğe sahip olan lifler besinlerin midede kalma süresini uzatarak ince bağırsağa geçişi yavaşlatır ve enzimlerin substrata ulaşmasını engelleyerek glisemik indeks değerini düşürmektedir. Böylece diyet lifi kullanımı diyabet riskini düşürmektedir [58].

Klinik çalışmalarda yüksek lif içeren gıdaların tüketiminin diyabet ile ilişkisi araştırılmıştır. Pektin, gam ve musilaj gibi çözünen lifleri içeren gıdaların yemek öncesi veya sonrası fark etmeksizin insülin ve glikoz seviyelerini düşürdüğü sonucuna varılmıştır [59]. Diyabetliler için günlük diyet lifi miktarının 25-50 g/gün olması gerektiği ifade edilmiştir [60].

Diyet Lifinin Obezite Üzerine Etkileri

Obezite, hormonal ve genetik rahatsızlıkların dışında genelde yanlış beslenme alışkanlığı sonucu ortaya çıkan bir hastalıktır. Sebze ve meyve gibi lifli gıdaların günlük beslenmeden çıkarılması, hızlı tüketim alışkanlığı, tek tip gıdaya dayalı yanlış diyet uygulamaları obeziteye neden olan etkenler arasında gösterilebilir. Diyet lifleri ise midede sindirilmeyip uzun süre kaldığı için tokluk hissiyatıyla birlikte sürekli yeme alışkanlığını en aza indirmektedir. Bilhassa glisemik indeksi düşük gıdaların tüketimiyle glikozun kana hızlı karışması engellenmekte ve böylece açlık oluşturan temel unsurlar ortadan kalkmaktadır. Bu durum da diyet liflerinin tüketimi obezite hastalığı olanlar için umut verici sonuçlar doğurabilir.

Diyet lifi ile obezite arasındaki en belirleyici bağlantı enerji harcama ve enerji alımının dengede tutulmasına yönelik kurulabilir. Diyet lifi doyumluk ve tokluk gibi fiziksel yaptırımlarla vücudu etkilediği için yiyecek alımını engellemekte dolayısıyla enerji alımını kısıtlamaktadır [61].

Diyet lifi tüketiminin, lifli içerik yönünden zengin meyve, sebze, baklagiller ve tahıl kaynakları ile artırılması gelişmiş ülkelerde mevcut obezite epidemisinin yok edilmesinde bir adım olarak düşünülmektedir. Zayıflamak için uygulanan diyetlere de diyet lifi eklenmesi başarıyı artıran bir faktör olabilir [24].

Diyet Lifinin Biyo-yararlanım Üzerine Etkisi

Diyet lifinin birçok hastalığı iyileştirici etkisinin ya da remisyon dönemine girmesine yardımcı olmasının yanında mineral madde içeriğinin yüksek olması da sağlık açısından bir diğer faydasıdır. Buğday kepeğinden örnek verecek olursak; 100 g buğday kepeği vücudun günlük bakır, çinko, fosfor, magnezyum, kükürt, potasyum gibi vitamin ve mineral ihtiyacının neredeyse tamamına yakınına karşılıkaktadır [68]. Ayrıca kalın bağırsakta fermente olması besinlerin emilim düzeyini artırmakta ve biyo-yararlanımı pozitif yönde etkilemektedir. Yapılan çalışmalar kişilerde diyet lif tüketiminin artırılmasına yönelik faydalarına dikkat çekmektedir. Bu tüketimin günde 25-30 g arasında olması tavsiye edilen miktardır. Alınan toplam diyet lifinin 5-7 gramını çözünen liflerin oluşturması gerektiği söylenmektedir [62]. Bilhassa bebeklerde günlük alınması gereken lif içeriği 19 g olarak belirlenmiştir. Bu miktarın kolon pH düzeyinin düşürerek sindirime yardımcı olması yönünden yeterli ve faydalı olduğu belirtilmektedir [63].

DİYET LİFİNİN SAĞLIK AÇISINDAN OLUMSUZ ETKİLERİ

Diyet lifinin birçok hastalık için iyileştirici etkisi olması yanında fazla alınması durumunda olumsuz etkileri de vardır. Diyet lifinin günlük alınması gereken miktardan fazlası karında şişkinlik, gaz ve ağrıya neden olabilir. Ayrıca özellikle tahıllar ve baklagillerde bulunan fitik asit bileşiğinin ve lektin proteininin fazla alınması çinko minerallerinin emilimini azaltmaktadır. Ve çinko eksikliği de iştahsızlık, dermatit, enfeksiyonlara karşı direncin

düşmesi, bağışıklık sisteminin olumsuz etkilenmesi, tat ve kokuya karşı duyarlılık ve gece körlüğü gibi problemlere neden olmaktadır [64]. Ayrıca lektin intoleransı olan bireylerde ikinci beyin olarak anılan bağırsakların çevresinde sızıntıya neden olmaktadır. Bu sızıntı sonucunda sindirilemeyen ve kana karışan toksik maddeler bağışıklık sistemini zedeleyerek otoimmün hastalıklara yol açmaktadır. Ayrıca depresyon, kaygı, anksiyete gibi psikolojik rahatsızlıklarında sızıntılı bağırsak sendromu neticesinde olduğu söylenmektedir. Bu duyarlılığı en aza indirmek ve gıdalardaki lektini uzaklaştırmak için filizlendirme ve fermantasyon işlemleri kullanılabilir.

Diyet lifi, vitamin, mineral ve antioksidan açısından zengin bir grup olan meyvelerdeki fruktoz alımının yüksek seviyelere çıkması sağlığı olumsuz yönde etkiler. Glisemik indeksi yüksek meyveler tüketildiğinde kana hızlı karışır ve kan şekeri değerini artırır. Bu durumda insülin direncinin gelişmesine sebebiyet verir. Yüksek fruktoz alımının DNA hasarına ve mitokondriyal fonksiyonlarda bozulma yaratabileceği belirtilmektedir. Bunun yanında kansere sebep olabileceği düşünülmektedir. Yüksek fruktoz alımı hücrel stres ve kontrolsüz hücrel büyümeyi tetikleyebilir [65]. Bağırsak duvarı hasarlı, bağırsak florası dengesiz ve fruktoz intoleransı olan kişilerde fazla fruktoz alımı karın ağrısı, şişkinlik ve gaz gibi problemlere neden olabilir. Bu yüzden günlük alınması gereken 16-20 g fruktoz miktarını aşmamak gerekir [66].

Avokado, ıspanak ve kuruyemişler gibi gıdalar her ne kadar bol lifli gıdalar olsalar da histamin oranı yüksek gıdalardır. Histamin intoleransına sahip kişilerde bu gıdaların tüketimi vücutta alerjik reaksiyonlara, baş dönmesi ve çarpıntıya, migren ağrılarına, bulantı ve kusmaya, burun tıkanıklığı ve nefes almada zorluk çekmeye neden olabilir. Ayrıca içeriğinde histamin olmamasına rağmen histamin salınımını artıran buğday rüşeymi, ananas, muz gibi lifli gıdalarda vardır. Bu gıdaların histamini bloke eden diaminoksidaz enzimi olmadan vücuda alınması histamin intoleransı olan bireylerin sağlığını olumsuz yönde etkiler.

SONUÇ

Son yıllarda, insanların sağlıklı yaşam üzerine günlük ritüellerini düzenlemeye başlaması sağlıklı beslenmeyi de beraberinde getirmiştir. Özellikle insanların bilinçlenmesiyle birlikte etiket okuma alışkanlığı kazanmasıyla üretilen paketli gıdalarda birçok katkı maddesinin yer aldığı farkındalığına ulaşması ve bunların araştırmalar neticesinde birçok hastalığa davetiye çıkardığının bilinmesi sağlıklı beslenmeye olan ilgiyi daha çok artırmıştır. Diyet lifi ise sağlığını korumak ya da hastalıklarına olumlu katkılar sağlamak isteyen insanlar için listenin başında yer alması gereken bir unsur olmuştur. Çünkü yapılan araştırmalar diyet lifinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin besleyici ve tedavi edici özelliklere sahip olduğunu göstermektedir.

Ülkemizin mevcut tarım potansiyeli düşünüldüğünde diyet lif kaynakları yönünden zengin bir ülkedir. Hatta gıda endüstrinin üretim artıklarında ortaya çıkan diyet

posaları önemli lif kaynakları oluşturmaktadır. Bu atıkların değerlendirilmesi ve ar-ge çalışmalarında yeni ürünlerle desteklenmesi hem sağlığımız için hem de toplumsal bilinç kazanarak lif içeriği yüksek gıdalara talebi artırabilir. Günümüzde artan glütensiz beslenme popülaritesi içinde lif içeriği yüksek kinoa, karabuğday gibi tahıl yerine geçebilecek gıdalar önem taşımaktadır. Gelecekte diyet lif içeriği yüksek endüstriyel veya fonksiyonel gıdaların sağlık üzerindeki etkilerinin araştırılmaya devam edeceği beslenme tarzı fark etmeksizin birçok insanın diyet kompozisyonunda daha çok yer alacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Burdurlu, H.S., Karadeniz, F. (2003). Gıdalarda diyet lifinin önemi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(15), 18-25.
- [2] Ayar, A. (2006), *Diyet lifler ve beslenmedeki önemleri*, www.gidaraporu.com/lifligida_g.htm., [Erişim Tarihi: 01.09.2019]
- [3] Arslan, S., Erbaş M. (2014). Selüloz ve selüloz türevi diyet liflerin özellikleri ve fırın ürünlerinde kullanım imkânları. *Gıda*, 39(4), 243-250.
- [4] Venter, C.S. (2006). Prebiotics for the improvement of human health. *Human Ecology*, 14, 1-6.
- [5] BeMiller, J.N., Whistler, R.L. (1996). Dietary fiber and carbohydrate digestibility. Food Chemistry (Ed. Fennema, O.R.), Marcel Dekker, New York, USA, pp. 157-224.
- [6] Dülger, D., Şahan, Y. (2011). Diyet lifi özellikleri ve sağlık üzerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 147-157.
- [7] Devries, J.W., Prosky, L., Li, B., Cho, S. (1999). A historical perspective of defining dietary fiber. *Cereal Foods World*, 44, 367-369.
- [8] Köksel, H., Özboy, O. (1993). Besinsel liflerin insan sağlığındaki rolü. *Gıda*, 18(5), 309-314.
- [9] Samur G. (2008). Diyet posası ve kalp damar hastalıkları. *Türk Kardiyoloji Seminerleri*, 8(2), 271-277.
- [10] Ekici, L., Erçoşkun, H. (2007). Et ürünlerinde diyet lif kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1, 83-90.
- [11] Ramulu, P., Rao, P.U. (2003). Total insoluble and soluble dietary fiber contents of indian fruits. *Journal of Food Composition Analysis*, 16(6), 677-688.
- [12] Rodríguez, R., Jiménez, A., Fernández-Bolaños, J., Guillén, R., Heredia, A. (2006). Dietary fibre from vegetable products as a source of functional ingredients. *Trends in Food Sciences and Technology*, 17, 3-15.
- [13] Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M., Bourgeois, C.M. (1997). Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 8, 41-48.
- [14] Bemiller, J.N., Whistler, R.L. (1996). Dietary fiber and carbohydrate digestibility. Food Chemistry, Marcel Dekker, USA, pp. 157-224.
- [15] Erbilir, Özel, F. (2006). Değişik Meyveler ve Bu Meyvelerden Yapılan Reçellerde NDF, ADF ve Hemiselüloz İçeriğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- [16] <http://www.turkomp.gov.tr/database> (Erişim Tarihi: 20.09.2019).
- [17] Chauvelon, G., Buleon, A., Thibault, J.F., Saulnier, L. (2003). Preparation of sulfoacetate derivatives of cellulose by direct esterification. *Carbohydrate Research*, 338, 743-750.
- [18] Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., Patil, R.T. (2012). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49, 255-66.
- [19] Espinoza-Herrera, N., Pedroza-Islas, R., San Martin-Martinez, E., Cruz-Orea, A., Tomas, S.A. (2011). Thermal, mechanical and microstructures properties of cellulose derivatives films: a comparative study. *Food Biophysics*, 6(1), 106-114.
- [20] Harris, P. J., Ferguson, L. R. (1999). Dietary fibres may protect or enhance carcinogenesis. *Nutrition Research*, 443, 95-110.
- [21] Meier, R.F. (2009). Basics in clinical nutrition: fibre and short chain fatty acids. *European Journal of Clinical Nutrition Metabolism*, 4, 69-71.
- [22] Valenzuela, M.B., Jones, C.W., Agrawal, P.K. (2006). Batch aqueous-phase reforming of woody biomass. *Energy Fuels*, 20, 1744-1752.
- [23] Kay, R.M. (1982). Diyet lifi. *The Journal of Lipid Research*, 23, 221-224.
- [24] Slavin, J.L. (2005). Dietary fiber and body weight. *Nutrition*, 21, 411-418.
- [25] Shelton, D., Lee, W.J. (2000). Cereal carbohydrates, 385-416. (Ed: Kulp, K., Ponte, J). *Handbook of Cereal Science and Technology*, second ed. Marcel Dekker, New York.
- [26] Kurtuluş, M. (2010). Lignoselülozik Materyallerden Termokatalitik İşleme Süda Çözündürülen Polisakkaritlerin Moleküler Yapılarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Adana.
- [27] Harholt, J., Suttangkakul, A., Scheller, H.V. (2010). Biosynthesis of pectin. *Plant Physiology*, 153, 384-395.
- [28] William, G.T., Lesley, M., William, M., Paul, K. (2001). Pectin: cell biology and prospects for functional analysis *Plant Molecular Biology*, 47, 9-27.
- [29] Demirci, M. 2006. Karbonhidratlar. Gıda Kimyası, Rebel Yayıncılık, Tekirdağ.
- [30] Yuliarti, O. (2011). Isolation and Characterisation and Functional Properties of Pectin from Gold Kiwifruit (*Actinidia chinensis* cv. HORT16A). PhD Thesis. Massey University, 287p, New Zeland.
- [31] Bilişli, A. (2009). Karbonhidratlar. Gıda Kimyası, Sidas Medya Ltd. Şti, İzmir.
- [32] Chris, J.M., Carol, A.P., Mark, A.B. (2011). Spatial and temporal deposition of suberin during maturation of the onion root exodermis. *Botany*, 89(2), 119-131.
- [33] Heredia, A. (2003). Biophysical and biochemical characteristics of cutin, a plant barrier biopolymer. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1620, (1-3): 1-7.
- [34] Causey, J.L., Feirtag, J.M., Gallaher, D.D., Tungland, B.C., Slavin, J.L. (2000). Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutrition Research*, 20, 191-201.
- [35] Nurcan, Y. (2010). İnülin ve oligofruktozların insan sağlığı ve beslenmesi üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 8, 49-54.
- [36] Franck, A. (2006). Inulin. *Food Polysaccharides and Their Applications*, 752, CRC Press, USA.
- [37] Ertugay, Z., Kotancılar, G., (1988). Nişastanın bazı fizikokimyasal özellikleri ile ekmek içi sertliği arasındaki ilişkiler. *Gıda*, 13, 115-121.
- [38] Karaoğlu, M.M. (1998). Farklı Yöntemler Uygulanarak Elde Edilmiş Modifiye Nişastaların Kek Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- [39] Englyst, H., Wiggins, H.S., Cummings, J.H. (1982). Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. *Analyst*, 107, 307-318.
- [40] Özdemir, A., Sıdalı, U. (2013). Streptomyces sp. Mc10 suşunun alfa amilaz üretim kabiliyetinin belirlenmesi. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9, 39-46.
- [41] Kotancılar, H., Gerçekaslan, K., Karaoğlu, M., Boz, H. (2009). Besinsel lif kaynağı olarak enzime dirençli nişasta. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40, 103-107.
- [42] Nugent, A. (2005). Health properties of resistant starch. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, 30, 27-54.
- [43] Dizlek, H., Özer, M.S., İnanç, E., Gül, H. (2009). Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) bileşimi ve gıda sanayiinde kullanım olanakları. *Gıda Dergisi*, 34, 317-324.
- [44] Anonim, (2005b). Resistant Starch—Questions and Answers. British Nutrition Foundation, [http://www.nutrition.org.uk/upload/Resistant%20Starch\(1\)](http://www.nutrition.org.uk/upload/Resistant%20Starch(1)), (Erişim Tarihi: 10 Mart 2008).
- [45] Demirci, M. (2010). Gıda Kimyası, Yenilenmiş 5. Baskı, 51-52, Onur Grafik, İstanbul.
- [46] Belitz, H. D., Groch, W., Schieberle, P. (2004). Carbohydrates, Food Chemistry. 3rd revised Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p: 314-318.
- [47] Roberts, K.T. (2011). The physiological and rheological effects of foods supplemented with gaurgum. *Food Research International*, 5(44), 1109-1114.
- [48] Tamer, C.E., Aydoğan, N., Çopur, Ö.U. (2004). Besinsel liflerin sağlık üzerine etkileri. *Türkiye 8. Gıda Kongresi*, 26-28 Mayıs, Bursa.
- [49] Burkitt, D.P. (1971). Epidemiology of cancer of the colon and rectum. *Cancer*, 28, 3-13.
- [50] Bingham, S.A., Willams, D.D.R., Cole, T.J., James, W.p.T. (1979). Dietary fibre consumption and regional large bowet cancer mortality in Britain. *British Journal of Cancer*, 40, 456-463.
- [51] Soler, M., Bosetti, C., Franceschi, S., Negri, E., Zambon, p, Talamini, R., Conti, E., Vecchia, C.L. (2001). Fiber intake and the risk of oral pharyngeal

- and esophageal cancer. *The International Journal of Cancer*, 1, 283-287.
- [52] Kritchevsky, D. (1986). Diet, nutrition, and cancer. *Cancer*, 1830-1836.
- [53] Satchithanandam, S., Klurfeld, DM., Calvert R.J., Cassidy MM. (1996). Effects of dietary fibers on gastrointestinal mucin in rats. *Nutrition Research*, 16, 1163-77.
- [54] Kahlon, T.S., Chow, F.I., Hoefler, J.L., Betschart, A.A. (2001). Effect of wheat bran fiber and bran particle size on fat and fiber digestibility and gastrointestinal tract measurements in the rat. *Cereal Chemistry*, 78(4), 481-484.
- [55] Villanueva-Suarez, M.J., Redondo-Cuenca, A., Rodríguez-Sevilla, M.D., De Las Waldron, K.W., Parker, M.L., Smith, A.C. (2003). Plant cell walls and food quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(4), 128-146.
- [56] Burdock, G.A. (2007). Safety assessment of hydroxypropyl methylcellulose as a food ingredient. *Food and Chemical Toxicology*, 45, 2341-51.
- [57] Memiş, E., Şanlıer, N. (2009). Glisemik indeks ve sağlık ilişkisi. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitimi Fakültesi Dergisi*, 24, 17-27.
- [58] Ou, S., Kwok, K., Li, Y., Fu, L. (2001). In vitro study of possible role of dietary fiber in lowering postprandial serum glucose. *Food Chemistry*, 49, 1026-1029.
- [59] Anderson, J.W., Randles, K.M., Kendall, D.W., Jenkins, D.J. (2004). Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta analysis of the evidence. *Journal of the American College of Nutrition*, 23, 5-7.
- [60] Freeman, B. B. (2000). Dietary fiber and energy regulation. *The Journal of Nutrition*, 13(2), 272-275.
- [61] Kurucu. (1987). Beslenme. Milli Eğitim Basımevi, 421 s.
- [62] Dashti, B., Al-Awadi, F., Khalafawi, M.S., Sawaya, W., Al Amiri, H. (2003). Soluble and insoluble dietary fibre in thirty-two kuwaiti dishes. *Food Chemistry*, 83, 557-561.
- [63] Brooks, S. P. J., Mongeau, R., Deeks, R., Lampi, B.J., Brassard, R. (2006). Dietary fibre in baby foods of major brands sold in Canada. *Journal of Food Composition Analysis*, 19, 59-66.
- [64] Ajarapu R. (2000). Phytate/minerals in Indian vegetarian dishes. San Jose State University, A Thesis, 132 p, California, USA.
- [65] Charrez, B., Qiao, L., Hebbard, L. (2015). The role of fructose in metabolism and cancer. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*, 22(2), 79-89.
- [66] Park, YK., Yetley, EA. (1993). Intakes and food sources of fructose in the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 58(5 Suppl), 737-747.
-
-