

## Diyet Lifleri: Tanımı, Türleri ve Gıda Endüstrisi'nde Kullanımları

Mahir Serdar YILMAZ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 02040 Adıyaman

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3748-0389>

\*Sorumlu yazar: serdaryilmaz@adiyaman.edu.tr

### Derleme Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 05.04.2023

Kabul tarihi: 10.10.2023

Online Yayınlanma: 11.03.2024

#### Anahtar Kelimeler:

Diyet lifi ve çeşitleri

Diyet lifi ve sağlık

Lifli gıdalar

### ÖZ

Diyet lifi; sindirim enzimlerine dirençli olan ve esas olarak tahıllarda, meyvelerde ve sebzelerde bulunan bir gıda bileşenleri grubudur. İnsan sindirim sistemi içinde ince bağırsakta sindirilemeyen fakat kolonda kısmen sindirilebilen diyet lifi, suda çözünen ve çözünmeyen olmak üzere iki grupta incelenir. Diyet lifi tüketiminin insan sağlığı üzerinde önemli etkileri vardır. Bu nedenle, tüketiminin teşvik edilmesi ve fonksiyonel özellikler sağlamak için çeşitli gıda ürünlerine katkı maddesi olarak eklenmesi yaygın uygulamalar haline gelmiştir. Gıda endüstrisinde özellikle et, süt ve unlu mamullerin üretimlerinde kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada, diyet lifleri tanımlanmış, türleri belirtilmiş ve gıda ürünlerinde diyet lifi kullanımına dair bazı bilimsel çalışmalar özetlenerek derlenmiştir.

## Dietary Fibers: Definition, Types and Uses in the Food Industry

### Reviews

#### Article History:

Received: 05.04.2023

Accepted: 10.10.2023

Published online: 11.03.2024

#### Keywords:

Dietary fiber and its types

Dietary fiber and health

Fiber foods

### ABSTRACT

Dietary fiber is a group of food components that are resistant to digestive enzymes and found mainly in cereals, fruits, and vegetables. In the human digestive system, dietary fiber, which cannot be digested in the small intestine but can be partially digested in the colon, is divided into two groups: water-soluble and water-insoluble. Dietary fiber consumption has important effects on human health. Therefore, it has become common practice to encourage its consumption and add it as an additive to various food products to provide functional properties. In the food industry, they are especially used in the production of meat, dairy and bakery products. In this study, dietary fibers are defined, their types are specified and some scientific studies on the use of dietary fibers in food products are summarized and reviewed.

**To Cite:** Yılmaz MS. Diyet Lifleri: Tanımı, Türleri ve Gıda Endüstrisinde Kullanımları. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2024; 7(2): 924-952.

## Giriş

Yaşam standartlarının artmasıyla birlikte insanların diyet çeşitliliği de artmıştır. Diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, obezite, bağırsak kanseri, kabızlık ve insan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkileri olan diğer rahatsızlıklar gibi birçok yaşam tarzı hastalığı dengesiz beslenmeden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, fonksiyonel gıdalar son yıllarda daha fazla dikkat çekmektedir. Fonksiyonel gıdalar, nutrasötikler, tasarım gıdalar ve farmasötik gıdalar, besin olmayan

fitokimyasalların daha fazla alımını sağlamak için seçilen veya formüle edilen ürünleri ifade etmek için kullanılan terimler arasındadır. Doğal bitki materyallerinde bulunan bu maddeler, hastalıkların önlenmesi ve tedavisi de dâhil olmak üzere tıbbi yararları sahiptir. Bu anlamda elde edilmesi ve tüketilmesi kolay, belirgin etkileri gözlemlenebilen, çeşitli gıdalara katkı maddesi amacıyla eklenebilen diyet lifleri önemli bir örnektir. Diyet lifi de sağlığa yararlı etkileri ve insan vücudunun düzenlenmesinde önemli işlevleri nedeniyle fonksiyonel niteliktedir.

Diyet lifi, olası fizyolojik etkilere sahip fiziksel ve kimyasal özelliklerde kayda değer farklılıklar sergileyen hidrolize olmamış doğal ve modifiye yapılardan oluşan kompleks maddelerden oluşur. Hipsley (1953) "diyet lifi" terimini ilk kez ortaya atmış ve "bitki hücre duvarının sindirilemeyen bileşenleri" olarak tanımlamıştır. Daha sonra Trowell (1976) tarafından "yenilebilir bitki hücrelerinin kalıntıları, polisakkaritler, lignin ve insanların sindirim enzimleri tarafından sindirime dirençli ilişkili maddeler" şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanım, diyet liflerinin fizyolojik özelliklerinin, yenilebilirlik ve sindirime karşı direnç temelinde açıklamıştır. Daha sonra araştırmacılar, gıdalardaki diyet liflerinin fizyolojik özelliklerini değerlendirmek için metodolojiler geliştirmiş ve bu da birden fazla tanımın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bazı tanımlar lifleri izole etmek için kullanılan analitik yöntemlerle belirlenirken, diğerleri fizyolojik özelliklere dayandırılmıştır (Raninen ve ark., 2011). Mevcut diyet lifi tanımları, avantajlı fizyolojik işlevler göstermeleri halinde bitki hücre duvarı dışı polimerlerinin lif olarak sınıflandırılmasına izin vermektedir. Tek bir yararlı etkinin gösterilmesi genellikle bu tanıma karşılık gelmektedir (Thomson ve ark., 2021).

Günümüzde Avrupa Birliği'nde 2008 yılında kabul gören diyet lifi tanımı; "Diyet lifi, insanların ince bağırsağındaki endojen enzimler tarafından hidrolize edilmeyen ve on veya daha fazla monomerik birime sahip karbonhidrat polimerleri anlamına gelir" (Alimentarius, 2010) şeklindedir. Bu tanıma ait kategorik özellikler;

- Tüketilen gıdada doğal olarak bulunan yenilebilir karbonhidrat polimerleri;
- Gıda hammaddesinden fiziksel, enzimatik veya kimyasal yollarla elde edilen ve yetkili makamlara genel kabul görmüş bilimsel kanıtlarla sağlığa yararlı fizyolojik bir etkiye sahip olduğu gösterilen karbonhidrat polimerleri;
- Yetkili makamlar tarafından genel kabul görmüş bilimsel kanıtlarla sağlığa yararlı fizyolojik etkiye sahip olduğu gösterilen sentetik karbonhidrat polimerleridir.

Botanik anlamda ise diyet lifi, bitki hücrelerinde birincil ve ikincil hücre duvarı ve orta lameli oluşturan karmaşık bileşikler temsil etmektedir. Tahıl, sebze ve meyvelerin kabuk, zar, sap, çekirdek ve bitki hücre duvarlarında bulunmaktadır. Selüloz, hemiselülozlar, pektinler ve lignin olarak adlandırılırlar. Diyet lifi olarak sınıflandırılan diğer biyopolimer grupları ise, hücre içinde enerji depolamak için sentezlenir. Fruktozanlar, gelişmiş bitkilerin %15'inde enerji depolanan yapı formunu temsil eder ve bitki hücresinin merkezi vakuolünde sentezlendiklerine inanılmaktadır. Dirençli nişasta, diğer nişasta türleri ile, plastid adı verilen bir hücre içi organel içinde sentezlenir (Serna Saldívar ve Ayala Soto, 2020).

Günümüzde beslenme alışkanlığı zaman ve doyuruculuk konsepti üzerine şekillenmektedir. Bu nedenle fastfood tarzı gıdalar ilgi görmekte, fiziki aktiviteler azalmakta ve beslenme alışkanlıklarındaki yanlışlıklar giderek artmaktadır. Sonuç olarak, dolaşım, sindirim ve bağırsak sistemlerini etkileyen hastalıkların yanı sıra obezite ve diyabet oranlarında da artış olmuştur. Yağ, tuz ve şeker tüketiminin azaltılması, tahıllar, meyveler ve sebzeler gibi yüksek lifli gıdaların tüketiminin artırılması ve beslenme düzenlemelerinin uygulanması bu hastalıklara yakalanma riskini azaltabilmektedir (Fuller ve ark., 2016).

### **Diyet Lifinin Sağlık Üzerine Etkileri**

Diyet lifleri besleyici olmayan bir madde olarak görülmekteyken beslenme ve tıp bilimindeki ilerlemeler, diyet liflerinin hem yaygın hem de kronik hastalık riskini azaltma konusunda umut verici bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. Diyet liflerinin sağlığa yararlı etkisi; besinsel özelliklerden veya belirli biyolojik aktivitelerin tetiklenmesinden ziyade sindirimin düzenlenmesine bağlıdır. Diyet liflerinin insan sağlığının korunmasında oynadığı önemli rol nedeniyle proteinler, yağlar, karbonhidratlar, vitaminler, mineraller ve sudan sonra yedinci en büyük besin grubu olarak kabul edilmektedirler (Han ve ark., 2017).

Diyet lifi ve antioksidanlar açısından zengin gıdaların alımı; sağlığın korunması ve bazı hastalıkların görülme sıklığının azaltılması ile ilişkilendirilmiştir (Sakaç ve ark., 2011). Sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin tespit edilmesinden sonra diyet lifinin kullanımı ve gıda endüstrisinde fonksiyonel katkı olarak kullanımında önemli oranda artış olmuştur. Diyet lifi, sağlığa yararlı etkileri nedeniyle fonksiyonel gıdaların formülasyonunda önemli bir bileşen olarak kabul edilmesi için gereken tüm özelliklere sahiptir (Fuller ve ark., 2016). Diyet lifinin sağlık açısından etkileri;

- Artan tokluk hissi süresi
- Artmış kolonik fermantasyon/kısa zincirli yağ asidi üretimi
- Azaltılmış bağırsak içi transit süre
- Fekal hacimde artış/laksasyon
- Düşük kan basıncı
- Kilo kaybı/yağlanmada azalma
- Kolon kanserinin önlenmesinde koruyucu rol
- Kolon mikro florasının pozitif modülasyonu
- Mineral Emilimi üzerinde faydalı etki
- Toplam ve/veya LDL serum kolesterol seviyelerinde azalma
- Yemek sonrası glisemi/insülineminin zayıflaması şeklindedir.

Diyet lifinin fizyolojik etkileri kimyasal ve fiziksel özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu özelliklere örnek olarak parçalanabilirlik, moleküler ağırlık, viskozite, partikül boyutu, katyon değişim özellikleri, organik asit Emilimi ve su tutma kapasitesi verilebilir. Parçalanabilirlik, lifin bağırsak

fermantasyonunda kolon bakterileri tarafından kullanılmasını sağlar. Fermentasyon gaita pH'ını düşürür ve bakteriyel biyokütleyi artırarak gaita çıkışının artmasına ve gazların ve kısa zincirli yağ asitlerinin (Short Chain Fatty Acids-SCFA'lar) üretimine yol açar. SCFA'lar bağırsak epitel hücreleri için ana enerji kaynağıdır (Wong ve ark., 2006). Düşük pH; *Bifidobacteria* ve *Lactobacilli* gibi faydalı bakterilerin büyümesini teşvik etmekle birlikte bazı minerallerin emilimini artırır ve birincil safra asitlerinin kanserojen ikincil safra asitlerine dönüşümünü engellemektedir. Viskoz lifler su ile bağlandığında bir jel oluşturur, bu da mide boşalma hızı ile glikoz, trigliserit ve kolesterol emilim hızını azaltır. Gaita hacmi artar ve geçiş süresi azalır, büyük partikül boyutu ve su tutma kapasitesi kabızlığı önlerken, sindirim sistemindeki kanserojen bileşikler seyrelir. Çeşitli diyet liflerinin fizikokimyasal özellikleri birbirinden farklıdır ve pişirme veya sindirim sürecinde değişime uğrayabilir (Damaskos ve Kolios, 2008).

Diyet lifler, bağırsak içi mikrobiyal yapıya etki ederek, direkt veya indirekt yoldan immünolojik, endokrinolojik ve nörolojik fonksiyonları etkilemektedir. Yüksek lifli gıdaların tüketilmesi bazı kolorektal kanser türlerine karşı koruyucu özellik gösterir. Diyet liflerin diğer besin maddelerinin sindirim ve metabolik süreçlere katılmasında önemli sonuçlar vardır. Çözünür diyet liflerin viskoz yapısının bir sonucu olarak, makro besin emiliminin önlenmesi, ince bağırsakta lipitlerin ve glikozun emiliminin yavaşlaması, mide boşalmasının yavaşlaması, yemek sonrası glikoz tepkilerinin azalması ve kolonik fermentasyon görülür. Çözünmez diyet lifleri ise insülin duyarlılığını artırarak diyabet ve metabolik sendromun önlenmesi, bağırsak içi kütlenin hareketliliğinin artması, kilo yönetimi ve diyetleri yapılandırma yönünde faydalı etkiler gösterir (Perry ve Ying, 2016).

Vücudun ağırlık ve yağ kütlesinin düzenlenmesi çok sayıda faktörden etkilenir. Bunlar arasında; merkezi sinir sistemi, duyuşal uyarılar, sindirim sisteminden gelen mekanik ve kimyasal tokluk sinyalleri, yağ dokusu ve karaciğerden gelen yağ depolanmasını gösteren sinyaller yer almaktadır (Hasbay, 2019).

Diyet liflerin kimyasal yapısı ve çözünürlük, viskozite, su tutma kapasitesi ve fermente edilebilirlik gibi fizikokimyasal özellikleri de tokluk, uzun süreli iştah ve dolayısıyla enerji alımının düzenlenmesi üzerindeki etkiler açısından önemlidir. Diyet liflerinin vücut ağırlığını şu etkilerle düzenlediği söylenebilir (Hasbay, 2019):

- Artan tokluk ve doyunluk,
- Sindirilemez olması ve yutulan gıdalardan emilen enerji miktarını azaltması nedeniyle enerji alımının azalması ve gastrointestinal hareketlilikteki artışa atfedilebilecek yemek sonrası enerji harcamasının artması,
- Safranin metabolik bir akışa ve vücut yağ depolarının mobilizasyonuna neden olan safra asidi üretiminde artış,
- Enerji elde etme, depolama ve harcamayı etkileyen bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde değiştiren bir substrat olarak hareket etmesi.

Diyet liflerinin yüksek su tutma kapasitesi ince bağırsakta besin emilimini, yemek sonrası tokluğu ve bağırsak hareketliliğini etkiler. Kalın bağırsakta ise kolon yapısını ve bariyer işlevini etkiler. Bağırsak fonksiyonlarının iyileştirilmesi (gaita sıklığı ve kalitesinin değiştirilmesi gibi), kolonik mikrobiyota tarafından fermente edilebilirlik, kan glikoz ve kolesterol seviyelerinin düşürülmesi, direkt veya indirekt yollarla immünomodülatör ve anti-enflamatuar özellikler göstermesi artan diyet lifi alımıyla en sık ilişkilendirilen fizyolojik etkilerdir (Ötles ve Ozgoz, 2014).

Diyet lifleri gastro-intestinal sistemde enzimatik etkiye karşı dirençlidir ve kolon mikrobiyotası tarafından fermantasyon ile hafif bir bozulmaya uğrar. Diyet lifinin fermente edilebilirliği, fermantasyon süreci için bir substrat olmasını sağlayan önemli bir özelliktir (Mudgil ve Barak, 2019). Kolondaki fermente edilebilirliklerine bağlı olarak diyet lifleri hızlı fermente edilebilir, yavaş fermente edilebilir ve fermente edilemez diyet lifleri olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. Hızlı fermente olabilen diyet liflerine örnek olarak meyve ve sebzelerden elde edilenler verilebilir. Bu türlerin, diğer diyet lifi türlerine kıyasla gaita hacmine önemli bir katkısı yoktur. Yavaş fermente olabilen diyet liflerine örnek olarak psyllium, buğday kepeği vb. kaynaklardan elde edilenler verilebilir. Bunlar da fermantasyondan sonra gaita ağırlığına katkıda bulunur. Fermente edilemeyen veya çok az fermente edilebilen diyet lifleri ise kalın bağırsakta bulunan gaita hacminde ve gaita ağırlığında bir artış oluşturur ve bu durum kabızlıkla ilgili sorunların ve kolon kanseri riskinin azalmasını sağlar (Mudgil ve ark., 2018).

İltihabi bir nedeni olan ve bulaşıcı olmayan hastalıklarda görülme sıklığındaki artış, bağırsak mikrobiyotasının insan bağışıklık sisteminin bir parçası/düzenleyicisi olarak görülmesine yol açmıştır. Diyet liflerinin içeriği ve bileşimi bu mikrobiyotayı düzenleyen bir faktör olarak kabul görmüştür. Diyet liflerin önemli bir kısmının prebiyotik etkisi vardır. Prebiyotikler, bağırsaktaki belirli bakterilerin büyümesini veya aktivitesini seçici olarak teşvik eden ve insan vücudu üzerinde olumlu etkileri olan sindirilemeyen gıda bileşenleridir (Sezen, 2013).

Epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen bulgular, bağırsak mikrobiyotasının obezitenin gelişimine katkıda bulunan kritik faktör olduğunu ve obezite tedavisine etkileri olabilecek mikrobiyal bir faktör olduğunu göstermektedir. Obez bireylerin zayıf bireylerden farklı bir bağırsak mikrobiyotasına sahip olduğu ve kilo verdiklerinde obez bireylerin mikrobiyotasının zayıf bireylerin mikrobiyotasına doğru değiştiği bildirilmiştir (Andoh ve ark., 2016).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından günlük diyetle alınan her 1000 kalori için önerilen diyet lifi alımı 14 g olup bu değer kadınlar için 25 g, erkekler için 38 g şeklindedir. Örneğin, günde yaklaşık 7 g diyet lifi alımının kardiyovasküler hastalık ve kronik kalp hastalığı riskini %9 oranında azalttığı gösterilmiştir (Dahl ve Stewart, 2015).

### **Diyet Lif Kaynakları**

Diyet lifleri; son üründe kıvamı, tekstürü, reolojik yapıyı ve duyuşsal özellikleri değiştirebilir. Lif, atık ürün olarak kabul edilebilecek kaynaklardan bile üretilebilir. Dünyanın önde gelen endüstrilerinden

biri olan meyve ve sebze işleme endüstrisi büyük miktarda yan ürün (ağırlıkça yaklaşık %20-40'ı) üretmektedir. Örneğin; buğday samanı, soya kabuğu, yulaf kabuğu, yer fıstığı ve badem kabuğu, mısır sapı ve koçanı, kullanılmış bira tahılı ve işlenen meyve ve sebzelerin atık kısımları, bazı gıda uygulamalarında oldukça işlevsel olabilen lif bileşenlerine dönüştürülebilir (Dhingra ve ark., 2012).

Genel kabul görmüş tanımıyla 'ideal diyet lifi' aşağıdaki gereklilikleri karşılamalıdır (Stribling ve İbrahim, 2023):

- Beslenme açısından istenmeyen hiçbir bileşene sahip olmamalıdır.
- Minimum miktarların maksimum düzeyde fizyolojik etkiye sahip olması için mümkün olduğunca konsantr olmalıdır.
- Tat, renk, doku ve koku bakımından nötr olmalıdır.
- Dengeli bir bileşime ve yeterli miktarda ilgili biyoaktif bileşiklere sahip olmalıdır.
- Eklenecek gıdayı olumsuz etkilemeyecek bir raf ömrüne sahip olmalıdır.
- Gıda prosesi ile uyumlu olmalıdır.
- Tüketici gözünde menşei, bütünlük vb. açısından doğru ve olumlu bir imaja sahip olmalıdır.
- Beklenen fizyolojik etkilere sahip olmalıdır.
- Uygun fiyata sahip olmalıdır.

Beslenme uzmanları, bireylerin optimal diyet lifi alım seviyelerini korumak için günlük olarak meyve, sebze ve tam tahıl tüketmelerini önermektedir. Yaygın lif kaynakları arasında tahıllar, baklagiller, yağlı tohumlar, meyveler, sebzeler ve bazı bitki bileşenleri yer almaktadır. Tahıllardaki diyet lifi kaynaklarına örnek olarak arpa, mısır özü, pirinç kepeği, çavdar kepeği, sorgum kepeği, mısır kepeği, lignin, buğday kepeği, buğday nişastasası, arabinoksilan, arpa kepeği unu, yulaf kepeği, dirençli nişasta ve çözünür mısır lifi verilebilir. Bu liflerin yapısı ve oranı tahıl türüne göre büyük ölçüde değişebilir. Tahıl kepeği ağırlıklı olarak çözünmeyen lif içerir (Hemdane ve ark., 2016). Bitkisel lif kaynakları arasında domates, yonca, lahana, havuç lifi, inülin ve patates bulunur. Meyve lif kaynaklarına örnek olarak portakal, kivi, elma, narenciye pektini, kuru erik ve kayısı verilebilir. Bitki bazlı gıdalardaki diyet lifi bileşimi, kullanılan bitkinin bölümüne, depolanmasına, olgunlaşmasına ve gıda maddesinin üretiminde kullanılan işleme yöntemine bağlıdır. Tüm bu faktörler doğal olarak oluşan diyet lifinin bileşimini etkiler (Mudgil ve Barak, 2019).

Diyet lifi türleri çeşitli tahıl, meyve ve sebzelerde değişen oranlarda bulunur (Tablo 1). Çözünür lif grubundan pektin, elma, ayva gibi besinlerde; gamlar, reçinede;  $\beta$ -glukan, yulaf gibi besinlerde; dirençli nişasta, kuru baklagillerde bulunmaktadır. Çözünmez diyet liflerden selüloz, kepekte; hemiselüloz, tahıllarda ve lignin ise buğdayda bulunur (Dülger ve Şahan, 2011).

Tahıl kaynaklı diyet lifler meyve ve sebze kaynaklı liflere göre daha sık kullanılmaktadırlar. Tahıllar sanayileşmiş ülkelerde günlük lif alımının %36- %65'ini sağlarken, meyveler %6- %24'ünü, baklagiller %22- %47'sini ve yeşil sebzeler sadece %2- %8'ini sağlamaktadır (Ioniță-Mîndrican ve ark., 2022). Fakat meyve ve sebzeler genel olarak yüksek diyet lif oranı içerikleri, dengeli

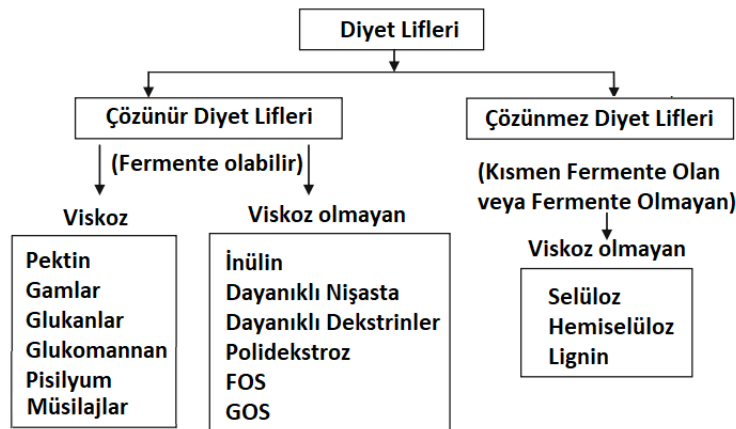
çözünür/çözünmez diyet lif oranı, enerji değerlerinin düşüklüğü, yüksek antioksidan nitelikleri, su ve yağ tutma kapasitelerinin yüksekliği, ürün tadına olumlu etkileri, fitik asit içermemeleri ve içerdikleri biyoaktif bileşikler gibi faktörler açısından diğer kaynaklardan daha üstündürler (de Vries ve ark., 2016).

**Tablo 1.** Çeşitli meyve, sebze ve tahılların ortalama diyet lif içerikleri (Anonim, 2018)

Gıda	Diyet lif (g/100 g besin)		
	Çözünür	Çözünmez	Toplam
Armut	0,23	3,22	3,45
Arpa	1,93	19,10	21,11
Bamya	1,35	2,00	3,35
Bezelye	0,65	4,46	5,11
Çavdar	2,66	12,93	15,59
Çilek	1,00	0,98	1,98
Buğday	2,92	9,75	12,66
Elma	0,48	1,33	1,81
Havuç	0,82	1,76	2,58
İncir	0,80	1,86	2,66
Kabak	0,73	0,90	1,63
Karpuz	0,12	0,42	0,54
Keten tohumu	0,28	34,78	35,06
Kuru kayısı	2,94	5,14	8,09
Lahana	0,71	1,33	2,10
Mısır	0,27	1,92	2,19
Patates	0,38	1,06	1,44
Pirinç	0,10	0,31	3,46
Portakal	0,38	1,35	1,74

### Diyet Lifi Türleri ve Bileşenleri

Diyet lifi; literatürde sindirim sistemindeki asit-alkali koşullarına dayanıklı nişasta yapısında olmayan polisakkaritler olarak tanımlanır. Bu karmaşık polisakkaritlerin bazıları bağırsak mikrobiyotası tarafından kolonda tamamen veya kısmen fermente edilebilir. Diyet lifinin çözünürlüğü, neden olduğu fizyolojik işlevlerle doğrudan ilişkili olan en önemli özelliğidir. Diyet lifi; sıcak suda çözünürlüğüne göre çözünür ve çözünmez diyet lifi olarak sınıflandırılmaktadır (Salvatore ve ark., 2023) (Şekil 1).



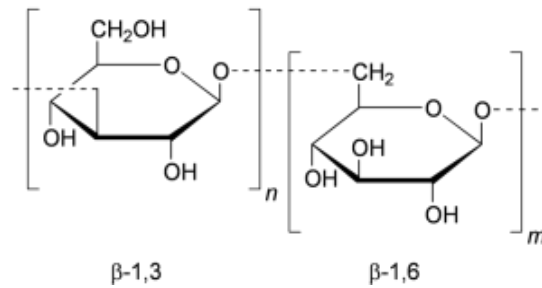
**Şekil 1.** Diyet lifler ve suda çözünürlüklerine göre sınıflandırılması (Mehta ve ark., 2015)

**Çözünür diyet lifi:** ağırlığının 15 ila 20 katı kadar su tutabilen suda çözünür polisakkaritlerdir. Çözünür diyet lifi, mide salgısını uyarır, bağırsak hareketini hızlandırır, bağırsak geçiş süresini kısaltır ve kolesterol, glikoz ve yağ emilimini azaltır. Özellikle tip II diyabetin önlenmesinde etkisi olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur (Mackie ve ark., 2016). Çözünür diyet lifi kolonda fermente olarak CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, propiyonik asit ve bütanoik asit gibi kısa zincirli uçucu yağ asitleri üretir. Suda çözünebilir diyet lifler, arabinoksilan, β-glukan, gamlar, pektin ve inülin gibi polisakkaritlerdir (Ktenioudaki ve Gallagher, 2012).

**Çözünmeyen diyet lifi:** β-(1→4) glukozidik bağlar içerir ve bu yapı asidik veya alkali ortamlarda bozunmaya karşı direnç göstermesini sağlar. Suda çözünmeyen lifler selüloz, hemiselüloz, dirençli nişasta, kitin, kitosan, lignin, kütin ve suberin gibi yapılardan oluşmaktadır. Suda çözünmeyen lifler yüksek miktarda suyu absorplayabilirken, viskoz bir yapı meydana getirmezler, bu tür lifler fekal hacmi artırarak bağırsakta transfer süresini azaltıp kabızlığı önlerler (Kılınççeker ve Karahan, 2019a).

### Suda Çözünebilir Diyet Lifleri ve Özellikleri

**β-glukan:** β-glukanlar, birçok kaynakta bulunabilen büyük bir kompleks polisakkarit sınıfıdır. β-glikozidik bağlarla bağlı D-glukoz monomerlerinden oluşurlar (Şekil 2). Genel olarak, β-glukanlar hem β-(1→3) hem de β-(1→4) bağları ile bağlanmış doğrusal bir glikoz birimi zinciridir. Kökenlerine bağlı olarak, β-glukanlar tahıl veya tahıl dışı türevli olarak sınıflandırılabilir. β-glukanların tahıl kaynakları arasında yulaf ve arpa bulunurken tahıl dışı kaynaklar arasında ise mantar, alg, bakteri ve deniz yosunu bulunur. Tahıl bazlı β-glukanlar suda çözünürlük özelliklerinden dolayı insan beslenmesinde destek olarak kullanılırlar. β-glukanın yapısal özelliklerinin sağlık yararları üzerinde etkisi vardır; çözünmeyen β-glukan gastrointestinal hareketliliği ve gaita hacmini etkilerken hem çözünür hem de çözünmez β-glukanın kan şekeri ve lipidler üzerinde olumlu etkileri vardır (Prins ve Kosik, 2023).



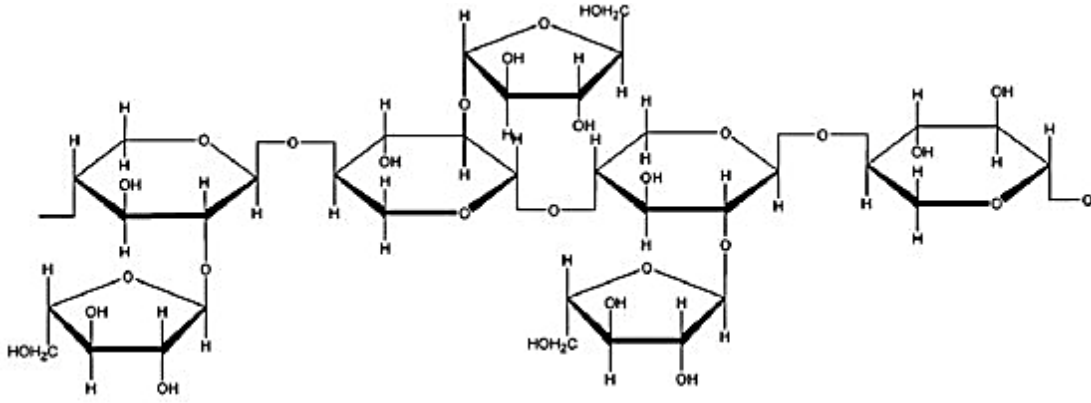
Şekil 2. β-glukanın kimyasal yapısı (Sinha ve ark., 2011).

**Arabinoksilan:** Arabinoksilanlar, tahılların aleurone ve nişastalı endosperm hücre duvarlarının başlıca nişasta yapısında olmayan polisakkaritleri olup pentozan olarak da bilinirler. Bir ksiloz ile arabinoz yan zincirlerinden oluşan arabinoksilanlar ayrıca glukuronik asit ve galaktoz gibi monosakkaritler ve



başta ferulik asit olmak üzere farklı oranlarda fenolik asitleri de içerebilirler (Chen ve ark., 2019) (Şekil 3).

Arabinoksilanlar, tahıl tanelerinin diyet lif fraksiyonunun ana bileşeni olup mısır, çavdar, arpa, yulaf, sorgum, buğday ve pirinç gibi tahıllar ve muz gibi çok çeşitli kaynaklardan elde edilebilir. Suda çözünme özelliklerine göre çözünen ve çözünmeyen şeklinde iki grupta değerlendirilirler. Suda çözünebilir arabinoksilan türleri ekmek kalitesine olumlu etki ederken, suda çözünmeyen türleri olumsuz yönde etkilerler. Ağırlıklarının 10 katı kadar su emme yeteneğine sahiptirler. Bu sebeple ekmeklik hamur üretiminde su emilim ve dağılımının önemli bir düzenleyicisidirler (Boz, 2015).



Şekil 3. Arabinoksilanın kimyasal yapısı (Sinha ve ark., 2011).

**Gumlar ve müsilağlar:** Gumlar ve müsilağlar su ve organik maddelere olan yakınlıkları nedeniyle jel oluşturabilirler, bu da onları farmasötik ve gıda ürünlerinde kıvam arttırıcı, jelleştirici ve emülsifiye edici maddeler olarak ideal hale getirir.

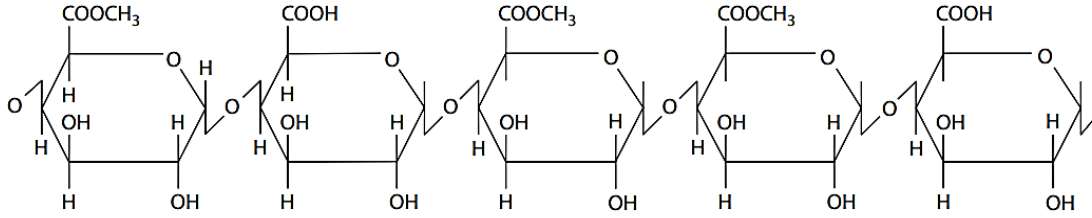
**Gumlar** gıdanın kalitesini arttırmak ve raf ömrünü uzatmak için kullanılan hidrokolloid yapıdaki katkı maddeleridir. Suyun emilimiyle şişerek jelleşirler ve viskoziteyi değiştirirler. Bitkisel kökenli, mikrobiyal fermentasyonla veya kimyasal yollarla elde edilirler. Gumlar, gıda üretiminde ve diğer endüstrilerde; akıllı gıda ambalajı, anti-inflamatuar etki, anti-kanser etki, antioksidan özellikler, bağlayıcı ajan, emülgatör, jelleştirici ajan, kaplama filmi, kıvam arttırıcı, kontrollü ilaç salınımı, nanokompozit film üretimi, nanopartikül üretiminde katalizör, süspansiyon stabilizatörü, sütü içeceklerde probiyotik etki, viskozite arttırma gibi amaçlarla kullanılmaktadırlar (da Silva ve ark., 2020). Gumlar, doğal olarak oluşan bileşiklerden veya sentetik kaynaklardan elde edilebilir. Bunlar arasında; bitki özuları (kitre, karaya), ekstraktlar (agar, aljinatlar, karagenan), pektin, bazı unlar (keçiboynuzu, guar ve diğer nişastalar), biyosentetik/fermentasyon ürünleri (ksantan, gellan) ve yarı sentetik yapılar (karboksimetilselüloz, metilselüloz, hidroksipropilselüloz ve hidroksipropilmetilselüloz) bulunur (Clemens ve Pressman. 2017).

**Müsilağlar**, neredeyse tüm bitkiler ve özellikle fitoplanktonlar ve yeşil alg gibi protistalar tarafından salgılanan yapışkan ve mukus benzeri bir maddedir. Bitkilerde müsilağ, yapraklar, tomurcuklar, kökler, kabuk, meyveler ve tohumlar dahil olmak üzere bitkinin farklı kısımlarına dağılmış olarak bulunabilir.

Organik asitlerle birleşmiş yüksek molekül ağırlıklı polimerik polisakkaritlerin komplekslerinden oluşur ve polisakkaritler, proteinler, mineraller, lipitler ve uranik asit birimleri içerir. Yüksek hidrokolloid yapıdadır, su varlığında jel oluşturur, bu özelliği sebebiyle gıda, ilaç ve biyomedikal endüstrilerinde potansiyel kullanım alanı vardır (Goksen ve ark., 2023).

**Pektin:** Pektin, yüksek molekül ağırlıklı, biyoyumlu, toksik olmayan ve bitkilerin hücre duvarlarından elde edilen iyonik olmayan doğal bir polisakkarittir (Şekil 4). Pektin ifadesi, molekül ağırlığına, kimyasal konfigürasyonuna ve nötr şeker içeriğine göre değişen bir dizi polimeri kapsar. Pektini üreten bitki türlerine göre pektinin fonksiyonel özellikleri de değişebilir. Pektin, meyve ve sebzelerde yüksek, fakat tahıl gibi kaynaklarda düşük oranda bulunur. Pektin üretiminde genellikle turuncgil kabuğu ve elma posası hammadde olarak kullanılır (Chen ve ark., 2015).

Pektinin asit, şeker ve su ile karıştırılmasıyla elde edilen karışım ısı etkisiyle “pektin jeli” denilen bir yapıya dönüşür. Pektin, sulu jeller oluşturma kabiliyeti nedeniyle gıda endüstrisinde jelleştirici, kıvam verici ve stabilizatör olarak kullanılır. Reçel ve jölelerde, meyve preparatlarında, meyveli içecek konsantrlerinde, meyve suyunda, tatlılarda ve fermente süt ürünlerinde kullanılır. Ayrıca, yüksek jelleşme özellikleri ve biyolojik olarak parçalanabilirlik, pektinin ilaç endüstrisinde ve kozmetik uygulamalarında biyopolimer malzeme olmasını sağlamıştır (Wikiera ve ark., 2021).



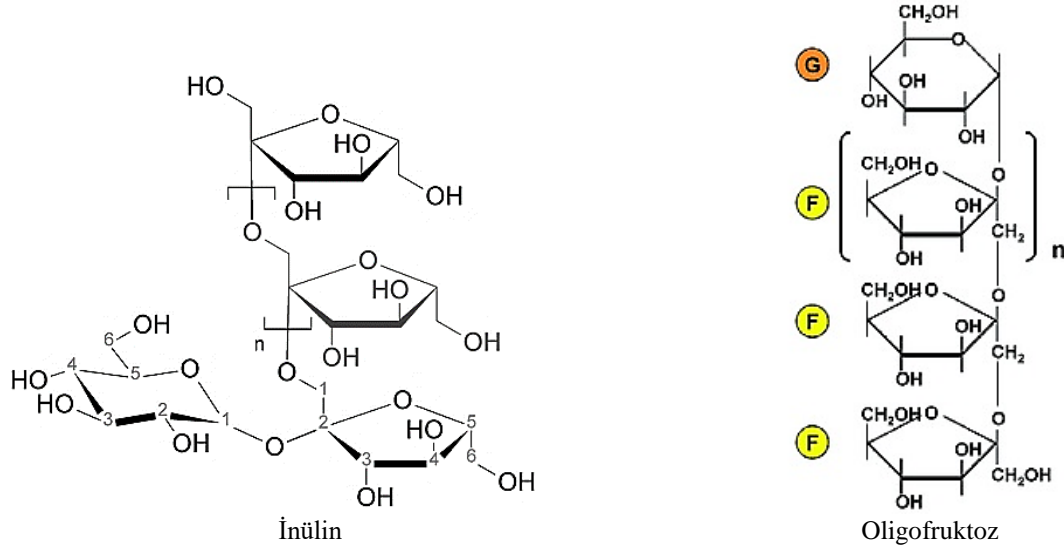
Şekil 4. Pektinin kimyasal yapısı (Sirisha ve D'Souza, 2016).

**İnülin ve Oligofruktoz:** İnülin ve oligofruktoz, birbirine  $\beta$ -(2 $\rightarrow$ 1) bağlarıyla bağlanmış bir glikoz ve birden fazla fruktoz monomerlerinden oluşan lineer polimerlerdir (Şekil 5). Bu bağlar, memeli sindirim enzimlerine ve insan gastrointestinal sisteminde bulunan yüksek pH değerlerine dirençlidir. Sağlık üzerinde inülin ve oligofruktozun en önemli etkisi, ince bağırsakta *Lactobacilli* ve *Bifidobacteria* gibi bakterilerin büyümesini teşvik etmesidir. İnülin veya oligofruktoz ile salınımı artırılan *Bifidobacteria* suşları, zararlı bakterilerin büyümesini engeller, bağışıklık sistemi fonksiyonlarını uyarır, B grubu vitaminleri sentezler ve bazı minerallerin emilimini artırır (Yabancı, 2010).

**İnülin** (diğer adıyla fruktan), beyaz, tatsız bir madde olup düşük sıcaklıktaki su içinde az, yüksek sıcaklıktaki su içinde iyi çözünebilmektedir. Gıda sektöründe özellikle hindiba (*Cichorium intybus*), yer elması (*Helianthus tuberosus*), sarımsak (*Allium sativum*), kuşkonmaz (*Asparagus officinalis*),

soğan (*Allium cepa*), pırasa (*Allium porrum*) ve muz (*Musa sapientum*) inülin kaynağı olarak kullanılır (Bilişli, 2009).

Oligofruktoz (diğer adıyla fruktooligosakarit), inülinin enzimatik hidrolizasyonu ile üretilir. Glikozidik bağlarının yapısı nedeniyle sindirim sistemi enzimlerinin hidroliz etkisine direnç gösterir. Sindirilemeyen bir lif olduğundan fonksiyonel niteliklere sahiptir, ayrıca düşük enerji değeri ve prebiyotik özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde kullanılırlar. Diyabet, koroner hastalıklar ve kanser riskini azaltırlar (Meyer ve ark., 2011).

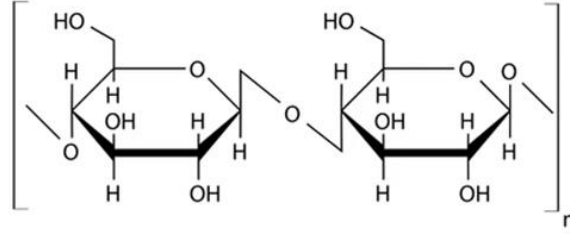


Şekil 5. İnülin ve oligofruktozun kimyasal yapısı (Gibson ve Delzenne, 2008).

### Suda Çözünmeyen Diyet Lifler ve Özellikleri

**Selüloz:** Meyve ve sebzelerin hücre duvarında %30-40 oranında bulunan selüloz, glikopiranoz birimlerinin  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) bağlarıyla bağlanması ile oluşan dallanmamış bir polimer olup genellikle yapı bileşeni olarak hemiselüloz ve pektinle bağlantılıdır (Şekil 6). Sindirim sisteminde bağırsak içi kütlenin hacim artışı sağlayarak, bağırsak hareketlerine yardımcı olur (Repo-Carrasco-Valencia ve ark., 2009).

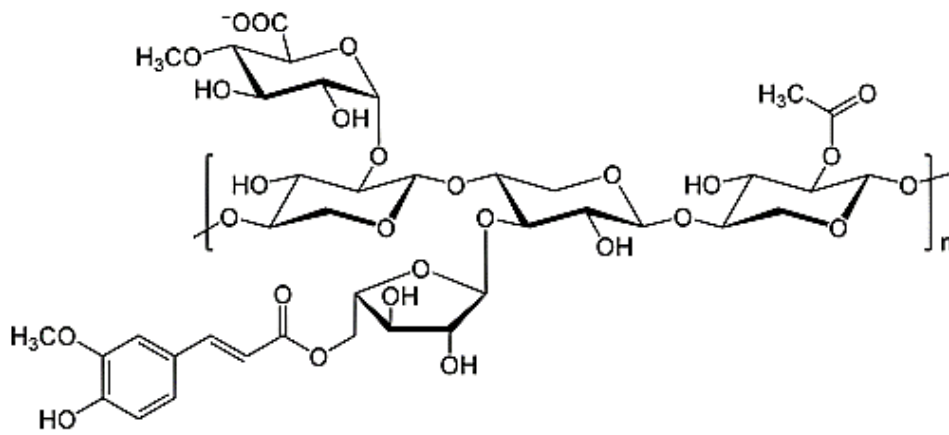
Selüloz, su ile karıştırıldığında gösterdiği fiziksel ve kimyasal özellikleri sebebiyle cazip görülen bir gıda katkı maddesi olup uzun yıllardır gıda üretiminde kullanılmaktadır. Selüloz ve türevleri koyulaştırma, emülsiyon hazırlama, reolojik özelliklerin düzenlenmesi, köpük stabilizesi, buz kristali modifikasyonu ve su tutum kapasitesinin artırılması gibi birçok amaca uygun bir gıda katkı maddesidir (Ateş ve ark., 2016).



Şekil 6. Selülozun kimyasal yapısı (Serna Saldívar ve Ayala Soto, 2020).

**Hemiselüloz:** Hemiselüloz, bitki hücre duvarlarından alkali ile ekstrakte edilebilen polisakkarit türü olarak tanımlanır. Doğada toplam biyokütlenin %30-35'ini oluşturan hemiselülozlar; ksilanlar, glikomannanlar, arabinogalaktanlar olmak üzere üç grupta sınıflandırılır. Bitki hücre duvarlarında selüloz ve ligninle bulunan ve ekvatorial konfigürasyona sahip  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) bağlı iskelete sahip kristal olmayan hetero doğrusal veya dallanmış polisakkarit kümesi olan hemiselülozların bilinen en az 250 üyesi vardır (Slavin, 2005). Hemiselülozlar selülozun aksine, pentoz şekerleri (ksiloz, arabinoz gibi) ile heksoz şekerleri (mannoz, glukoz, galaktoz gibi) ve şeker asitlerinden oluşan heterojen yapıda polimerlerdir (Şekil 7). Sert odun hemiselülozu daha çok ksilan içerirken yumuşak odun hemiselülozu ise daha çok glukomannan içerir. Su tutucu ve katyon bağlayıcı özelliği bulunmaktadır. En büyük grubu, ksilan ve arabinoksilan gibi pentozanlardır (Insel ve ark., 2003).

Sindirim salgılarından etkilenmekle birlikte incebağırsak ve kalınbağırsak bakterileri hemiselülozun yaklaşık %87'sini parçalar. Hemiselülozun başlıca besin kaynakları tahıl taneleridir. Tam tahıl ürünleri ve benzeri ürünlerde olduğu gibi birçok tahıl türünün kepek tabakası hemiselüloz açısından zengindir (Yılmaz ve Yıldırım, 2020).



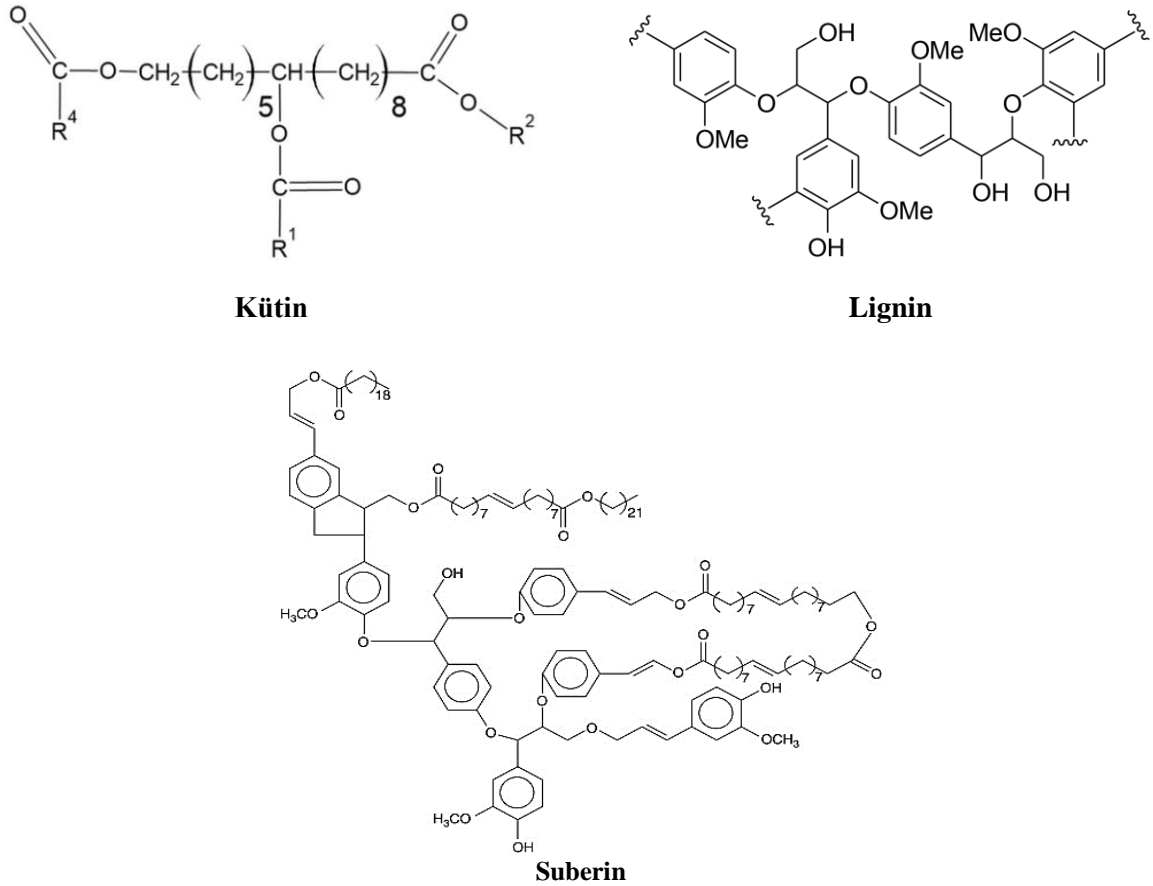
Şekil 7. Hemiselülozun kimyasal yapısı (Slavin, 2005).

**Lignin, Suberin ve Kütin:** Bu bileşikler, sadece bazı hücre türlerinde bulunan karmaşık yapıdaki polimerlerdir.

**Lignin**, karbonhidrat olmayan organik bir polimer olup, selülozdan sonra yeryüzünde en bol bulunan ikinci maddedir. Odunda bulunur ve hücre duvarlarının dayanım ve direncini artırmaya yararken aynı zamanda bitkinin patojen istilasına karşı savunulmasına yardımcı olur. Ligninin hidrofobik yapısı hem aromatik hem de alifatik fonksiyonlara sahiptir ve güçlü intramoleküler bağlara sahip fenol birimlerinden oluşan oldukça dallanmış moleküllerden oluşur (Şekil 8). Genel olarak, kolon bakteriyel mikrobiyotası tarafından az oranda fermente edilir ve hem diyet hem de fonksiyonel lif olarak kabul edilir (Mišurcová ve ark., 2012).

**Suberin**, lignine benzer bir yapıdadırlar ve dokunun su geçirgenliğini önler. Hidrofobik bir yapıda olup bağırsakta parçalanmaya karşı dirençlidir. Çapraz biçimde bağlı olduğu varsayılan bir poliaromatik (ağırlıklı olarak birincil hücre duvarı içinde yer alır) ve bir polialifatik (birincil hücre duvarı ile hücre zarı arasında yer alır) olmak üzere iki farklı bileşenden oluşur (Şekil 8) (Franke ve Schreiber, 2007).

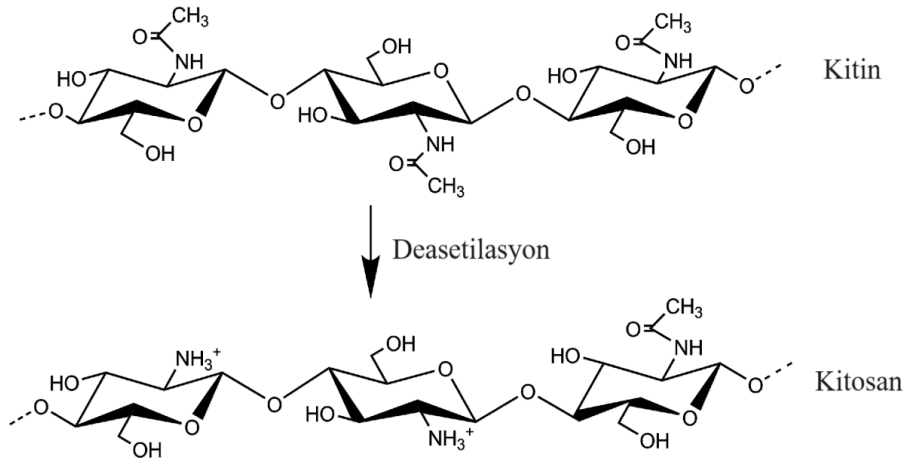
**Kütin**, yaprakların ve meyvelerin en dış katmanını kaplayan ve mumsu bileşiklerle bağlı olan su geçirmez kütikulanın bir bileşenidir. Uzun hidroksialifatik yağ asidi zincirleri içeren kütin lipid yapıda bir madde olup lignin ve suberin gibi oldukça hidrofobiktir ve bağırsakta parçalanmaya karşı son derece dirençlidir. Hem kütin hem de suberin bitki bazlı liflerin küçük bir oranına katkıda bulunurlar. Düşük konsantrasyonlarına rağmen, kolorektal kansere karşı korunmada önemli bir rol oynarlar (Şekil 8) (Southgate, 2001).



**Şekil 8.** Lignin, suberin ve kütinin kimyasal yapısı (Sales ve ark., 2021; Gandini ve Belgacem, 2012).

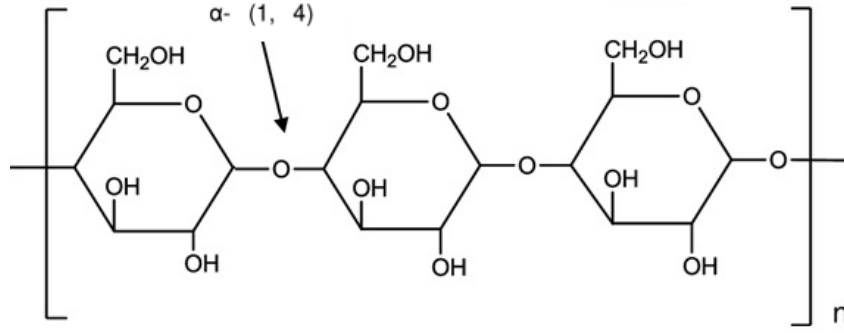
**Kitin ve Kitosan:** Kitin, doğada selülozdan sonra ikinci sırada bulunan yaygın bir amino polisakkarittir. Gıda endüstrisinde ve diğer birçok alanda çeşitli uygulamaları olan bir biyopolimerdir. Kitin üretimi karides, yengeç kabukları ve bazı mantarların çeşitli işlemlere tabi tutulmasını içerir. Bu canlıların kabuğu protein (%30 - %40), kalsiyum karbonat (%30 - %50), kalsiyum fosfat (%20 - %30) ve kitinden oluşmuştur. Kitin ve kitosan sadece asetilasyon seviyeleri ve çözünürlükleri nedeniyle farklıdır. Kristalize ve kararlı yapıda olan kitin, su ve alkol içerikli çözeltilerde çözünmez. Kitinin deasetilasyonu ile elde edilen kitosan, renksiz, kokusuz, tatsız, toksik olmayan ve biyouyumlu bir polimerdir (Demir ve Seventekin, 2009; Olcay, 2015).

Gıda endüstrisinde doğal kıvam artırıcı, koruyucu, gıda işleme, filtrasyon ve temizleme veya zayıflama ürünlerinin üretiminde geniş bir kullanım alanına sahip olan kitin ve kitosan, sindirim enzimleri tarafından hidrolize edilememeleri, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri, yenilebilir filmler oluşturabilmeleri, yüksek viskoziteli çözeltiler ve jel oluşturabilmeleri ve yüksek su bağlama kabiliyetleri gibi faktörler nedeniyle tercih edilmektedir. Bitkisel bazlı diyet lifleri ile benzer özellikler gösterirler (Yıldız ve Yangılar, 2014) (Şekil 9).



**Şekil 9.** Kitin ve kitosanın kimyasal yapısı (Nilsen-Nygaard ve ark., 2015).

**Dirençli Nişasta:** Dirençli nişasta, nişastayla benzer yapıda fakat hidroliz enzimlerine dirençli olması sebebiyle insan vücudunda sindirilmeme özelliği olmayan ve diyet lifi kapsamında yer alan bileşiktir (BeMiller, 2020) (Şekil 10). Sindirim sisteminde sadece *Bifidobacteria* tarafından ayrıştırılırlar. Dirençli nişasta, yetişkinlerde diyet lif kaynağı olarak da kullanılır. Dirençli nişasta, yağ ikamesi olarak bazı gıdalarda kullanılabilir olmaları, yağ içeriğini düşürme ve yağların gıdaya kazandırdığı karakteristik özelliklere benzerliği açısından önemlidirler (Kotancılar ve ark., 2009). Baklagiller, dayanıklı nişasta için başlıca kaynaklar arasında yer alır. Dirençli nişasta, pasta ve bisküvi gibi bazı gıdaların üretiminde katkı maddesi olarak kullanıldığında özellikle renk ve tekstür gibi özelliklerin korunmasıyla ilgili sorunların giderilmesinde avantaj sağlamaktadır (Murphy ve ark., 2008).



Şekil 10. Dirençli nişastanın kimyasal yapısı (Murphy ve ark., 2008).

### Gıda Endüstrisi Ürünlerinde Diyet Liflerin Kullanımı

Son yıllarda lif bakımından zengin gıdalara olan ilgi artmış ve bu gıda bileşeninin önemi anlaşıldıkça, lif bakımından zengin ürünler ve bileşenler için büyük bir pazarın gelişmesine yol açmıştır. Diyet liflerinin tercih edilmesinin tek nedeni sağlık üzerindeki faydalı etkileri değildir. Gıda endüstrisinin birçok kategorisinde fonksiyonel ve teknolojik özellikleri nedeniyle önemli bir gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadırlar (Dönmez ve ark., 2010). Diyet lifleri, gıdalara eklendiklerinde çok sayıda yeni fonksiyonel özellik sağlarlar. Lif ilavesi ile; gıdalarda emülsiyon oluşturma, jel oluşturma yeteneği, kalıplaşmayı ve yapışkanlığı azaltma, kalori değerini azaltma, stabilizatör, su bağlama kapasitesinde artış, tekstür düzenleyici, kıvam verme, topaklaşmayı önleme, yağ ikamesi olarak kullanılma vb., birçok yeni veya değiştirilmiş özellik sağlayarak gıdaların tekstürünün, duyuşal özelliklerinin ve raf ömrünün değiştirilmesine ve iyileştirilmesine katkıda bulunulur.

Diyet lifi eklenmiş birçok gıda piyasaya sürülmüştür. Diyet lifleri, unlu mamuller, içecekler, şekerlemeler, süt ürünleri, et ve et ürünleri, makarna ve çorbalar, tahıl barları, kahvaltılık gevrekler, soslarda, meyve ürünleri ve toz karışım ürünlerinde çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Ayrıca diyet içeceklerinde, gıda bileşeni ikamesi amacıyla, sporcu içeceklerinde ve kahvaltılık içeceklerde de kullanılabilirler. Çözünür özellikteki diyet lifler, fonksiyonel nitelikleri nedeniyle tercih edilmekte ve gıdalarda belli oranlarda (%0,2 - %1) kullanılmaktadır. Çözünmeyen lifler ise doyurucu nitelikleri ve teknolojik avantajları sebebiyle gıdalara katılmaktadır (Elleuch ve ark., 2011).

### Et ürünlerinde diyet liflerin kullanımı:

Et ürünlerine diyet lif eklenmesi et sektöründe yaygınlaşan bir uygulamadır. Özellikle emülsifiye et ürünlerinin yağ oranlarını azaltmak temel hedef iken aynı zamanda üründe tat, lezzet, renk ve su tutma vb. özelliklerin korunması amacıyla tek başına veya diğer bileşenlerle birlikte çeşitli katkıların eklenmesi amacıyla çeşitli yollar bulunmuştur. Bu sebeple inülin, tahıl ve meyve lifleri, et endüstrisinde kullanılmaktadır. Kullanılan bu lif katkılarıyla formül değişikliklerinin istenmeyen sonuçlarının engellenmesi ve ikame edilmemiş orijinal ürünlerle rekabet edebilecek ürün özelliklerini korumak amaçlanmaktadır (Henning, ve ark., 2016).

Abul-Fadl, (2012), karnabahar yan ürünlerinden elde edilen unun çeşitli seviyelerde (%2,5, %5 ve %7,5) sığır eti ile üretilen sosislerin üretiminde yağ ikamesi olarak kullanımını araştırmıştır. Kontrol sosis örnekleri ile %7,5 karnabahar unu ilaveli örnekler arasında hedonik tat skalasında önemli bir fark bulunmamıştır. Çalışma sonunda karnabahar yan ürünunun et ürünleri ve gıda takviyeleri üretiminde diyet lifi, mineraller, antioksidanlar ve fenolik bileşikler kaynağı olarak kullanılmasının ürünün maliyetini düşürerek besinsel, fizikokimyasal ve duyu kalite kriterlerini iyileştireceği sonucuna varılmıştır.

Cava ve ark., (2012), farklı kaynaklardan elde edilen diyet liflerinin (domates lifi, pancar kökü lifi ve inulin) 3 farklı oranda (%1, %2 ve %3) tavuk eti ürünlerine eklenmesinin etkilerini araştırmışlardır. Tavuk eti ürünlerine lif ilavesi, eklenme seviyesiyle orantılı olarak tavuk hamurlarının pH'ını düşürmüştür. Lif ilavesi su tutma kapasitesini artırmış ancak sadece domates lifi ilavesi pişme kayıplarını azaltmıştır. Hamurların ve pişmiş ürünlerin rengi, eklenen lifin türü ve seviyesi ile önemli ölçüde değişmiştir. Tavuk eti ürünlerine her iki tür lif ilavesi, sertlik değerlerini artırmış, lipid oksidasyon süreçlerini azaltmıştır. Bu değişiklikler eklenen lif seviyesine bağlı olmuştur. Domates lifi ilavesi et ürünlerinin kırmızılığını arttırsa da lipid oksidasyon süreçlerinin derecesini azalttığı için bu lifin kullanımı daha uygun olmuştur.

Kılınççeker ve Karahan, (2019b) çalışmalarında, balık köftelerine eklenen farklı seviyelerdeki bambu lifinin (%0, %3, %6 ve %9) renk, verim, çap, nem emilimi ve yağ emilimi gibi çeşitli köfte özellikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma, yüksek seviyedeki bambu lifinin çiğ köfte'deki 'a' değerini düşürdüğünü ortaya koymuştur. Kızarmış köftelere %9 oranında lif eklenmesi verim, L ve b değerlerini artırmıştır. Buna karşılık, %3 lif ilavesi nem tutma oranlarını artırmış ve yağ emme oranlarını azaltmıştır. Düşük lif ilavesinin (%3) hazırlanan örneklerin duyu kalitesini arttırdığı tespit edilmiştir. Son olarak, çalışmada balık köftelerine %3 veya %9 bambu lifi eklenmesinin kabul edilebilir olduğu bulunmuştur.

Mumyapan ve ark., (2022) sosis üretiminde diyet lif kaynağı olarak %1,5, %2,2 ve %3 oranında kabak çekirdeği unu kullanmış ve sosisin fizikokimyasal özelliklerini analiz etmişlerdir. Diyet lifi ilavesi ile sosis karışımlarının viskozitesinin ve su tutma kapasitesinin arttığı gözlemlenmiştir. Diyet lifi katkısı sucuğun renk değerleri üzerinde etkili olmuştur. Diyet lifi ilavesi sertlik ve yapışkanlık değerlerini artırırken, duyu açıdan olumsuz bir sonuçla karşılaşmadığı çalışma sonucunda bildirilmiştir.

### **Süt ürünlerinde diyet liflerin kullanımı:**

Süt ürünlerinde lif kullanımı da yaygındır: örneğin, inülin süt ürünlerinde çok sayıda avantaj sağlamaktadır. Peynir ikamelerinde veya dondurmada kıvamı ve ağız hissini geliştirir ve yoğurt ve diğer fermente süt ürünlerinde sinerezisi azaltır (Yangılar, 2013).

Hashim ve ark., (2009) hurma şurubu üretiminin bir yan ürünü olan hurma lifi ile zenginleştirilmenin taze yoğurt üzerindeki etkisini incelemiştir. Kontrol yoğurdu (lifsiz), %1,5, 3,0 ve 4,5 hurma lifi ile zenginleştirilmiş yoğurt ve %1,5 buğday kepeği içeren yoğurt hazırlanmıştır. % 3'lük hurma lifi ile



zenginleştirilmiş yoğurt, kontrol yoğurdu ile benzer ekşilik, tatlılık, sertlik, pürüzsüzlük ve genel kabul edilebilirlik değerleri vermiştir.

de Moraes Crizel ve ark., (2013), portakal yan ürünlerden elde edilen lifleri karakterize etmek ve dondurmada yağ ikamesi olarak kullanımlarını araştırmıştır. İki farklı portakal lifi örneği analiz edilmiştir: F1 (kabuk, posa ve çekirdek) ve F2 (kabuk). Lifler yüksek su ve yağ tutma kapasitesi, yüksek fenolik bileşik ve karotenoid içeriği göstermiştir. Portakal lifinin dondurmada yağ ikamesi olarak kullanılması, renk, koku ve doku gibi ürün özelliklerinde önemli değişiklikler olmaksızın yağın %70 oranında azaltılmasını sağlamıştır. Portakal lifinin dondurma üretiminde yağ ikamesi olarak iyi bir alternatif olduğu bildirilmiştir.

Pimentel ve ark., (2013) araştırmalarında inülini yağ ikamesi olarak az yağlı yoğurtta kullanmışlardır. İnülinin sütle birlikte mikrokristaller oluşturduğu, tadıldığında tanecik yapısının algılanmadığı ancak tam yağlı yoğurtla karşılaştırıldığında oral hissi destekleyen kremi bir doku oluşturduğu gözlemlenmiştir. Uzun zincirli inülinin süt ürünlerinde yağ ikamesi olarak uygun olduğu, doğal inülin ile karşılaştırıldığında düşük çözünürlüğünün ve yüksek viskozitesinin ürün stabilitesini olumlu etkilediği belirtilmiştir.

Dello Staffolo ve ark., (2017), Bitkisel liflerin düşük kalorili sütlü tatlı üretiminde kullanımının mekanik özellikler ve su tutma özelliğine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada elma, bambu, inulin, buğday ve psyllium lifleri ayrı ayrı test edilmiştir. Çalışma sonuçlarını düşük kalorili olmayan sütlü tatlı örneğiyle karşılaştırmışlardır. Sonuçlara göre diyet lifler düşük kalorili tatlı üretiminde yağ/şekerden arındırma işleminin getirdiği olumsuzlukları gidermiştir. Ayrıca farklı lif türlerinin su tutma özellikleri üzerinde farklı ve olumlu roller oynadığı gösterilmiştir.

Tomic ve ark., (2017), 15 ve 30 g/kg seviyelerinde tritikale, buğday veya yulaf gibi çözünmeyen liflerle zenginleştirilmiş az yağlı şekeriz yoğurdun duyu niteliklerini ve tüketici kabulünü değerlendirmiştir. Yoğurtların çözünmeyen tritikale lifi ile zenginleştirilmesi, belirgin bir granüler yapı ve sarımsı kahverengi bir renk ile sonuçlanmıştır. Lif oranı 30 g/kg ile zenginleştirilen yoğurtlar, tanecikli yapıları ve bir miktar acılıkları nedeniyle düşük kalite puanları almalarına rağmen tritikale yoğurtlarını tercih eden üç farklı tüketici alt grubu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, tritikalenin çözünmeyen diyet lifi, yoğurt da dahil olmak üzere lif bakımından zenginleştirilmiş fermente süt ürünlerinin üretiminde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir.

Gomes ve ark., (2023), farklı lif türlerinin (%70 çözünür mısır lifi, %85 çözünür mısır lifi ve polidekstroz) ve lif konsantrasyonlarının (%2,5, %5 ve %10) yüksek proteinli, yağsız ve şekeriz yoğurt üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Fermantasyon sırasında, %10 lif konsantrasyonuna sahip yoğurtlarda pH daha hızlı düşmüştür. Test edilen lif türleri, yoğurtların su tutma kapasitesini kontrole göre etkilememiştir. 0. günde, lif türünden bağımsız olarak, daha yüksek lif konsantrasyonları daha küçük partikül boyutu dağılımı ile sonuçlanmıştır. 45 gün boyunca depolandıktan sonra, ilave lif ile muamele edilen yoğurt örneği ile kontrol örneği arasında viskozite açısından bir fark görülmemiştir. %10'luk polidekstroz içeren yoğurdun mikro yapısı, muhtemelen artan lif konsantrasyonuna bağlı

olarak daha büyük gözenekler göstermiştir. Çalışma sonuçlarının, yüksek protein içeriği ve ilave lif gibi fonksiyonel özelliklere sahip yoğurt üretmek isteyen endüstriler için kullanılabilir olduğu belirtilmiştir.

#### **Reçel vb ürünlerde diyet liflerin kullanımı:**

Reçel ve marmelatların hazırlanmasında yaygın olarak kullanılan ilave lifler, çoğunlukla meyvelerden elde edilen ve nihai ürünün stabilitesini korumada bir faktör olan farklı esterleşme derecelerine sahip pektinlerden oluşurlardır. Düşük kalorili çikolata ve türevleri söz konusu olduğunda, inülin ve oligofruktoz gibi lif bileşikleri şeker ikamesi olarak kullanılmaktadır (Yangılar, 2013).

Durrani ve ark., (2011) bal bazlı bir şekerlemede ana bileşen olarak havucun kullanım potansiyelini araştırmıştır. Araştırmacılar, ürünün olumlu duyusal puanlar ve kabul edilebilir fizikokimyasal ve mikrobiyolojik sonuçlar aldığını bildirmişlerdir. Ürünün, 25-30°C'de 6 ay boyunca güvenli bir şekilde muhafaza edilebileceği tespit edilmiştir.

Hussein ve ark., (2015) yaptıkları çalışmada, havuç kabuğu, elma posası, muz kabuğu ve mandalina kabuğundan elde edilen liflerin kimyasal bileşimi, toplam fenolik bileşenler ve reçel hazırlamadaki kalitesini araştırmışlardır. Mandalina kabuğunun (%12,16), muz kabuğunun (%5,25), havuç kabuğunun (%3,91) ve elma posasının (%3,65) oranlarında lif içerdiği belirlenmiştir. Muz kabuğundan elde edilen liflerin kullanıldığı reçel örneklerinde daha yüksek magnezyum (758 mg/100g), potasyum (779 mg/100g), kalsiyum (191 mg/100g) ve demir (59 mg/100g) içeriği bulunmuştur. Havuç kabuğu lifi kullanılan reçelinin gallik asit eşdeğeri (87,4 mg/100g) olarak en yüksek değerde bulunurken, bunu elma posası lifi (82,5 mg/100g), muz kabuğu lifi (42,7 mg/100g) ve mandalina kabuğu lifi (34,6 mg/100g) reçelleri izlemiştir. Aynı eğilim kateşin eşdeğeri olarak toplam flavonoidlerde (mg CAT/100g) havuç kabuğu lifi (35,9), elma posası lifi (30,1), muz kabuğu lifi (23,5) ve mandalina kabuğu lifi (21,7) reçellerinde gözlenmiştir. Tekstürel olarak muz kabuğu lifi reçeli test edilen diğer örneklere göre daha koyu bulunmuş fakat duyusal değerlendirmede, elma kabuğu lifi reçeli daha yüksek tat ve koku ile karakterize olmuş, bunu mandalina kabuğu, muz kabuğu ve havuç kabuğu lifi reçelleri izlemiştir.

#### **İçeceklerde diyet liflerin kullanımı:**

İçeceklerin üretiminde diyet lifi kullanımı söz konusu olduğunda, lif ilavesi ürünlerin viskozite dengesi ve stabilitesini artırır. Lif türleri içerisinde en fazla kullanılan çeşit çözümlü liflerdir. Bu gruba örnek olarak, tahıl ve çoklu meyve fraksiyonlarından elde edilen lifler, pektinler, β-glukanlar, selüloz, pancar kökü lifi, polidekstroz vb. verilebilir (Yangılar, 2013).

Ibrügger ve ark., (2012), yaptıkları çalışmada, keten tohumu lifinin içecek ve tablet formunda tüketilmesinin iştah ve gıda alımı üzerindeki etkisi incelemiştir. Her iki keten tohumu lifi formunun da algılanan tokluğu artırdığı ve yemek sırasında enerji alımını azalttığı bulunmuştur. Ancak çalışmada, iştahın bastırılmasının keten tohumu lifinin içecek veya tablet olarak alınmasına bağlı olarak farklılık

gösterebileceği belirtilmiştir. Lifin kıvamlı içecekler yoluyla tüketilmesinin, lifin tablet şeklinde tüketilmesinden daha fazla etki gösterdiği belirtilmiştir. Çalışma sonunda, viskoz lif alımının artması iştah hissini artırarak viskozitenin tokluk belirleyicisi olarak önemi ortaya konmuştur.

Wang ve ark., (2020), çalışmalarında elma posası lifi ilavesinin yoğurtlu içecek üzerine etkilerini incelemişlerdir. Elma posası lifi ilavesi (%1, %2 ve %3 (w/w)) oranlarında gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre, elma posası lifi ilavesinin yoğurdun yapısını değiştirerek daha sıkı ve yapışkan hale getirdiği, viskoziteyi artırdığı ve soğuk depolama sırasında peynir altı suyu salınımını önemli ölçüde azalttığı ortaya konmuştur. Katkı ilave oranları arttıkça parametreler üzerinde daha güçlü etki gözlenmiştir. Ayrıca yoğurttan yapılan içeceğin diyet lifi ve fitokimyasal oranlarında katkı oranına bağlı olarak artışlar gözlemlenmiştir. Çalışma sonunda elma posası lifi ilavesinin, yoğurt ve yoğurt bazlı içeceklerde stabilizatör etkisinin yanı sıra diyet lifi kaynağı olarak da bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Arya ve Shakya, (2021), barnyard, foxtail ve kodo darı gibi küçük darıların kullanılmasıyla çok tahıllı fonksiyonel bir içecek üretimi üzerine çalışmışlardır. Darı türleri genelde diyet lifi, B vitaminleri ve magnezyum, demir gibi mikro besinler açısından zengin ve düşük glisemik indekse sahip olduğu için bu çalışmada seçilmişlerdir. Barnyard, foxtail ve kodo darıdan sırasıyla 5-8 g, 8-12 g, 6-9 g arasında kullanılmıştır. Bu oran pH, fenolik içerik, antioksidan aktivite ve elde edilen çok tahıllı içeceklerin duyusal olarak genel kabul edilebilirliğine göre seçilmiştir. İçeceğin duyusal özellikleri iyileştirmek için  $\alpha$ -amilaz enzimi, fruktooligosakkarit, galaktooligosakkarit ve maltitol ilave edilmiştir. Son ürün, 1,2 g/100 g w/v fruktooligosakkarit ile 7 g barnyard, 10 g foxtail ve 8 g kodo darıdan hazırlanmıştır. Çalışma sonunda elde edilen optimum özelliklerdeki ürünün 5,72 g/100 g toplam diyet lifi, 47,69 mg ferulik asit eşdeğeri (FAE)/100 mL toplam fenolik madde içerdiği ve 1,56 prebiyotik aktivite ve 45,07 glisemik indeks (GI) gösterdiği bildirilmiştir.

#### **Unlu mamullerde diyet lifi kullanımı:**

Brennan ve ark., (2004), makarnaya farklı oranlarda inülin ilavesinin son ürün üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışma yapmışlardır. Makarna örneklerinde katkı artışına bağlı olarak kuru madde oranında ve pişme kaybında artış, su tutma oranında ve şişme indisinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca inülin ilavesiyle yapışkanlık ve esneklik değerlerinde değişim meydana gelmemiş fakat sertlik değerinde azalma belirlenmiştir.

Uysal ve ark., (2007) yaptıkları çalışmada diyet lifi ilavesinin bisküvinin besleyiciliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bisküvi formülasyonuna elma, limon, buğday ve buğday kepeği lifleri farklı oranlarda ilave edilmiştir. Çalışma sonucu, buğday kepeği lifi hariç diğer lif katkılarının eklenme oranlarına bağlı olarak bisküvilerde fitik asit içeriğini azalttığı belirlenmiştir. Buğday kepeği lifinin ise fitik asit oranını arttırmanın yanında bisküvinin besleyicilik özelliğini azalttığı bildirilmiştir.

Ajila ve ark., (2008) çalışmalarında mango kabuğundan elde ettikleri diyet lifini bisküvide buğday unu ikamesi olarak kullanmışlardır. Çalışma sonucunda elde edilen lif katkılı bisküvilerde antioksidan özellikleri gelişme gösterirken, hamurun su emiliminin %60'tan %68'e yükseldiği tespit edilmiştir.

Gunathilake, ve Abeyrathne, (2008) çalışmalarında hindistan cevizi unu ilavesiyle diyet lif içeriği zengin bir erişte üretimini amaçlamışlardır. Erişte formülüne hindistan cevizi unu farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) eklenmiştir. Elde edilen eriştelerin diyet lif içeriği kontrol örneğinde %0,03 iken, %10, %20 ve %30 oranında katkılı örneklerde sırasıyla %0,92, %1,94 ve %3,05 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda hindistan cevizi unu katkısının, diyet lif ve protein açısından zengin erişte üretimi için kabul edilebilir bir kaynak olduğu belirtilmiştir.

Bilgiçli, (2009), karabuğdayunun glutensiz erişte yapımında kullanımını incelediği çalışmasında, glutensiz erişte ununa %20 oranında eklenen karabuğday unuyla yapılan örneklerin renk değeri haricinde duyuşal özellikleri bakımından beğenildiği ve mineral madde miktarını arttırmak için tam karabuğdayunun kullanılabilir olduğu belirtilmiştir.

Meral ve Doğan, (2009), keçiyoynuzu lifi, bezelye lifi ve inulin kullanımının ekmeğin reolojik özellikleri üzerine etkisinin inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. Lif katkısı su emilim oranlarını arttırmış, sadece keçiyoynuzu lifi stabilizeyi arttırmış, hamur gelişim zamanı ise liflerin ilavesine rağmen değişmemiştir. Tüm lif örneklerinin ilavesiyle yoğurma tolerans indeksi ve elastikiyet değerinde azalma gözlenmiş, bezelye ve keçiyoynuzu lifi katkılı hamurlarda ise uzayabilirlik değerinde azalma tespit edilmiştir.

Seker ve ark., (2009), kayısı ve elma liflerinin bisküvi kalitesi ve bileşimi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışma yapmışlardır. Elma ve kayısıdan elde edilen diyet lifi örnekleri %10-40 oranları arasında bisküvi formülasyonuna eklenmiştir. Kayısı lifi eklenmiş bisküvi örnekleri, elma lifi eklenen bisküvi örneklerine göre daha yüksek yayılma oranı ve daha düşük sertlik değerleri vermiştir. İki farklı kaynaktan elde edilen liflerin formüle katılma oranlarına bağılı olarak örneklerin toplam diyet lif değerlerinde artış tespit edilmiştir.

Işık ve ark., (2017), muffin keklere belli oranlarda yaban mersininin eklenmesinin lif oranları ve genel beğeni durumları üzerinde etkilerini inceledikleri çalışmalarında; formülasyona eklenen yaban mersini değeri arttıkça keklerde çözünür/çözünmez ve toplam diyet lifi oranlarında, ayrıca antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerlerinde artış tespit edildiğini ve son ürünlerin fonksiyonel özelliklerinde iyileşme sağlandığını belirtmişlerdir.

Öztürk, (2017), keten tohumu kabuğu tozunun buğday ekmeğine belli oranlarında eklenmesinin etkilerini araştırmıştır. %5 keten tohumu tozu eklenen ekmeğin toplam fenolik madde içeriğinin %93, serbest radikal temizleme gücünün %176, indirgeme gücünün %220 arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, ekmek hacminde azalma, ekmek içi sertliğinde artış şeklinde olumsuz etkiler gösterdiği çalışma sonucunda belirtilmiştir.

Jeddou ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada patates kabuklarından elde edilen unu farklı oranlarda buğday unu ikamesi olarak kek üretiminde kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda %5-30 oranında patates kabuğu tozu içeren keklerin duyuşal açıdan kabul edilebilir olduğu bulunmuştur.

Ateş ve Elmacı, (2018), diyet lifçe zenginleştirilmiş kek üretimi amacıyla yüksek oranda lif içeren kahve çekirdeği zarının, un ikamesi ve yağ ikamesi olarak kek formülasyonunda kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla işlem görmemiş ve işlem görmüş kahve zarı lifleri %0, 20, 25 ve 30 oranlarında kek formülasyonda ayrı ayrı un ve yağ ikamesi olarak kullanılmış, keklerin fiziksel ve duyuşal kalitesi incelenmiştir. Çalışma sonucunda lif oranı artmış, kalori değeri kontrole göre düşük ve duyuşal özellikler açısından tüketicilerin tercih edebileceği kek formülasyonu geliştirilmiştir.

Peressini ve ark. (2020), çeşitli çözünür diyet liflerinin (hindibadan elde edilen inülin, psyllium tohum kabuğu lifi ve  $\beta$ -glukan) makarnanın viskoelastik özellikleri ve hamur yapma performansının yanı sıra glisemik tepkisi üzerindeki etkisi üzerine bir çalışma yürütmüştür. Lifle zenginleştirilmiş hamurların elastik özelliklerinin kullanılan lif türüne bağlı olarak değiştirdiği bulunmuştur. Makarnanın in vitro glisemik yanıtı ile sıcaklık tarama testinden elde edilen şişme indeksi arasında bir korelasyon saptanmıştır. Çalışma, lifle zenginleştirilmiş hamurların nişasta granüllerinde şişme, elastikiyette hafif artış ve su emilimi sergilediğini göstermiştir.  $\beta$ -glukan ve psyllium içeren makarna örneği, kontrol örneğine kıyasla in vivo glisemik indekste %33-37 oranında önemli bir azalma göstermiş ve duyuşal kabul edilebilirliği yüksek bulunmuştur.

Żakowska-Biemans ve Kostyra, (2023) yaptıkları çalışmada diyet lifi ile zenginleştirilmiş buğday unu-yulaf unu ekmeğinin duyuşal özellikleri ile tüketici beğenisi ve satın alma isteğini değerlendirmiştir. Duyusal panel değerlendirmesinde, ekmek hamuru unu %0, %4, %8, %12, %16 ve %20 oranında yulaf lifi ile değiştirilmiş altı ekmek örneği değerlendirilmiştir. Tüketici grubu (n=300) ekmek örneklarini sağlıklılık, doğallık, çekicilik ve satın alma istekliliği açısından değerlendirmiştir. Bilgilendirilmiş koşulda, tüketiciler etiketlenmiş %0, %8, %12 yulaf lifli ekmek örneklarini değerlendirmiştir. Çalışma sonunda, %20 yulaf unu kullanımının tüketicilerin buğday-yulaf ekmeği satın alma ya da onaylama eğilimleri üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı bildirilmiştir.

## **Sonuç**

Son yıllarda tüketici alışkanlıkları yaşam standartlarının yükselmesiyle değişmiş, tüketiciler özellikle tükettikleri gıdalar hakkında daha hassas ve bilinçli olmaya başlamıştır. İşlenmiş gıdaların hayatımızda daha fazla yer edindiği günümüzde tüketiciler “sağlıklı yaşam ve sağlıklı beslenme” fikrinden de yola çıkarak daha farklı gıdalara daha fazla değer vermeye ve diyetlerinde yer vermeye başlamıştır. Gıdaların diyet lifleri ile zenginleştirilmesiyle fonksiyonel özelliklerinin artırılması, besinsel ve fizyolojik yönleri geliştirmek ve nihai ürünün reolojik ve termal özelliklerini etkileyerek işlevselliği arttırmak için etkili bir yoldur.

Diyet lifinin insan sağlığına olumlu katkıları; kan şekeri değerlerinin düzenlenmesi, yüksek kolesterol değerlerinin azaltılması, bağırsak kanseri ve kalp-damar hastalarına karşı koruyucu niteliği, kilo

kontrolü amacıyla zayıflama diyetlerine olumlu etkisi, bağırsak hareketlerine pozitif katkısı şeklinde sıralanabilir.

Diyet lifi ile zenginleştirilmiş gıda ürünlerinin sağlığa faydaları, lifin türü ve özellikleri ile gıda matrisi ile etkileşimleri de dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenir. Bu faktörler, lifin tüketimi sonrası sonuçlarını ve bunun sonucunda ortaya çıkan faydaları etkiler. Örneğin, çözünebilir lifler gastrointestinal sistemde jel benzeri bir yapı oluşturarak kolesterol ve glikoz seviyelerinin düşürülmesine yardımcı olurken, çözünmeyen lifler gaita hacmini artırmaya yardımcı olur. Bu iki lif türü farklı fizyolojik işlevlere sahip olduğundan, gıda şirketleri bir gıda ürününü yüksek lifli olarak tanıtırken içerdiği lif türünü belirtmelidir. Diyet lifi bilgilerinin ürün ambalajı üzerinde belirtilmesi, tüketicilerin gıda ürünlerine eklenen farklı diyet lifi türlerinin miktarını ve tanımını daha iyi anlamasına ve bilinçli tercihlerde bulunmasına olanak sağlar.

Sağlık hususunda olumlu etkileri, gıda işleme teknolojileri bağlamında avantajları, diyet liflerini sürekli araştırılan ve kullanım alanları konusunda yeni fikirlere açık bir bileşen haline getirmiştir. Gıda endüstrisinde bu tip katkılara dair bilimsel çalışmaların ve endüstriyel kullanımlarının artması beklenmektedir.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

#### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

#### **Kaynakça**

Abul-Fadl MM. Nutritional and chemical evaluation of white cauliflower by-products flour and the effect of its addition on beef sausage quality. *Journal of Applied Sciences Research* 2012; 8(2): 693-704.

Ajila C., Leelavathi K., Rao P. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science* 2008; 48(2): 319-326. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.10.001>

Alimentarius C. Guidelines on nutrition labelling CAC/GL 2-1985 as last amended 2010. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Secretariat of the Codex Alimentarius Commission 2010; FAO, Rome.

Andoh A., Nishida A., Takahashi K., Inatomi O., Imaeda H., Bamba S., Kobayashi T. Comparison of the gut microbial community between obese and lean peoples using 16S gene sequencing in a Japanese population. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition* 2016; 59(1): 65-70. <https://doi.org/10.3164/jcfn.15-152>

Anonim [http://turkomp.gov.tr/component\\_result-lif-toplam-diyet-11](http://turkomp.gov.tr/component_result-lif-toplam-diyet-11). 2018. Erişim: 20.08.2023

- Arya SS., Shakya NK. High fiber, low glycemic index (GI) prebiotic multigrain functional beverage from barnyard, foxtail and kodo millet. *LWT* 2021; 135, 109991. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109991>
- Ateş G., Elmacı Y. Kahve çekirdeği zarının diyet lifi kaynağı olarak kek formülasyonunda kullanılması. *Akademik Gıda* 2018; 16(2): 156-167. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.449820>
- Ateş S., Durmaz E., Hamad A. Evaluation possibilities of cellulose derivatives in food products. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty* 2016; 16(2): 383-400. <https://doi.org/10.17475/kastorman.289749>
- BeMiller JN. Resistant starch. In *Science and Technology of Fibers in Food Systems*; Welti-Chanes, J., Serna-Saldívar, S., Campanella, O., Tejada-Ortigoza, V., Eds.; Springer: Cham, Switzerland 2020; p: 153-183.
- Bilgiçli N. Effect of buckwheat flour on cooking quality and some chemical, antinutritional and sensory properties of erite, Turkish noodle. *International Journal of Food Science and Nutrition* 2009; 60(4): 70-80. <https://doi.org/10.1080/09637480802446639>
- Bilişli A. Karbonhidratlar. *Gıda Kimyası* 2009; s: 64-65. Sidas Medya Ltd. Şti, İzmir.
- Boz H. Tahıllarda arabinoksilanlar. *Gıda* 2015; 40(6): 357-362. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.8211>
- Brennan CS., Kuri V., Tudorica CM. Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. *Food Chemistry* 2004; 86: 189-193. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.08.034>
- Cava R., Ladero L., Cantero V., Rosario Ramírez M. Assessment of different dietary fibers (tomato fiber, beet root fiber, and inulin) for the manufacture of chopped cooked chicken products. *Journal of Food Science* 2012; 77(4): 346-352. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02597.x>
- Chen J., Liu W., Liu CM, Li T., Liang RH, Luo SJ. Pectin modifications: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2015; 55(12), 1684-1698. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.718722>
- Chen Z., Li S., Fu Y., Li C., Chen D., Chen H. Arabinoxylan structural characteristics, interaction with gut microbiota and potential health functions. *Journal of Functional Foods* 2019; 54, 536–551. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.02.007>
- Clemens RA., Pressman P. Food gums: An overview. *Nutrition Today* 2017; 52(1): 41-43. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000190>
- da Silva DA., Aires GCM., da Silva Pena R. Gums: characteristics and applications in the food industry. In *Innovation in the Food Sector Through the Valorization of Food and Agro-Food By-Products*. IntechOpen 2020; 233-256.

- Dahl WJ., Stewart ML. Position of the academy of nutrition and dietetics: Health implications of dietary fiber. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 2015; 115(11): 1861-1870. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.09.003>
- Damaskos D., Kolios G. Probiotics and prebiotics in inflammatory bowel disease: microflora 'on the scope'. *British Journal of Clinical Pharmacology* 2008; 65(4): 453-467. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2008.03096.x>
- de Moraes Crizel T., Jablonski A., de Oliveira Rios A., Rech R., Flôres SH. Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. *LWT-Food Science and Technology* 2013; 53(1): 9-14. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.002>
- de Vries J., Birkett A., Hulshof T., Verbeke K., Gibes K. Effects of cereal, fruit and vegetable fibers on human fecal weight and transit time: A comprehensive review of intervention trials. *Nutrients* 2016; 8(3): 130. <https://doi.org/10.3390/nu8030130>
- Dello Staffolo M., Sato AC., Cunha RL. Utilization of plant dietary fibers to reinforce low-calorie dairy dessert structure. *Food and Bioprocess Technology* 2017; 10: 914-925. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1872-9>
- Demir A., Seventekin N. Kitin, kitosan ve genel kullanım alanları. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2009; 3(2): 92-103.
- Dhingra D., Michael M., Rajput H., Patil RT. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology* 2012; 49: 255-266. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>
- Dönmez M., Cankurtaran, M., İlseven, S., Sancak, N., İpekçioğlu, P., Turan, AR. Diyet lifleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileri. *Ulusal MYO Öğrenci Sempozyumu* 2010; 21-22.
- Durrani A., Srivastava, P., Verma, S. Development and quality evaluation of honey based carrot candy. *Journal of Food Science and Technology* 2011; 48(4): 502-505. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0212-0>
- Dülger D., Şahan, Y. Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2011; 25(2): 147-157.
- Elleuch M., Bedigian D., Roiseux O., Besbes S., Blecker C., Attia H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing. *Food Chemistry* 2011; 124(2): 411-421. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>
- Franke R., Schreiber, L. Suberin-a biopolyester forming apoplastic plant interfaces. *Curr Opin Plant Biol* 2007; 10(3): 252-259. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2007.04.004>
- Fuller S., Beck E., Salman H., Tapsell L. New horizons for the study of dietary fiber and health: a review. *Plant Foods For Human Nutrition* 2016; 71(1): 1-12. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0529-6>
- Gandini A., Belgacem MN. The state of the art of polymers from renewable resources. *Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics: Properties, procession and applications*, 1st ed.,



- Boston 2012, William Andrew Publishing: 71-85. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-2834-3.00004-5>
- Gibson GR., Delzenne, N. Inulin and oligofructose: New scientific developments. *Nutrition Today* 2008; 43: 54-59 <https://doi.org/10.1097/01.NT.0000303311.36663.39>
- Goksen G., Demir D., Dhama K., Kumar M., Shao P., Xie F., Lorenzo JM. Mucilage polysaccharide as a plant secretion: Potential trends in food and biomedical applications. *International Journal of Biological Macromolecules* 2023; 123146. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123146>
- Gomes ER., dos Anjos Pinto CB., Stephani R., de Carvalho AF., Perrone ÍT. Effect of adding different types of soluble fibre to high-protein yoghurts on water holding capacity, particle size distribution, apparent viscosity, and microstructure. *International Dairy Journal* 2023; 141, 105609. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105609>
- Gunathilake K., Abeyrathne Y. Incorporation of coconut flour into wheat flour noodles and evaluation of its rheological, nutritional and sensory characteristics, *Journal of Food Processing and Preservation* 2008; 32: 133-142. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0361.2003.02062.x>
- Han W., Ma S., Li L., Wang X., Zheng XL. Application and development prospects of dietary fibers in flour products. *Journal of Chemistry* 2017; 1-8. <https://doi.org/10.1155/2017/2163218>
- Hasbay İ. Dietary fiber and nutrition. In *Dietary Fiber: Properties, Recovery, and Applications* 2019; Academic Press. pp: 79-123. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816495-2.00004-6>
- Hashim IB., Khalil AH., Afifi, HS. Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. *Journal of Dairy Science* 2009; 92(11): 5403-5407. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2234>.
- Hemdane S., Jacobs PJ., Dornez E., Verspreet J., Delcour JA., Courtin CM. Wheat (*Triticum aestivum* L.) bran in bread making: A critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2016; 15(1), 28-42. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12176>
- Henning SSC., Tshalibe P., Hoffman LC. Physico-chemical properties of reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres and water. *LWT- Food Science and Technology* 2016; 74: 92-98. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.007>
- Hipsley EH. Dietary "fibre" and pregnancy toxemia. *British Medical Journal* 1953; 2(4833): 420. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.4833.420>
- Hussein AM., Kamil MM., Hegazy NA., Mahmoud KF., Ibrahim MA. Utilization of some fruits and vegetables by-products to produce high dietary fiber jam. *Food Science Quality Management* 2015; 37(2007), 39-45.
- Ibrügger S., Kristensen M., Mikkelsen, MS., Astrup, A. Flaxseed dietary fiber supplements for suppression of appetite and food intake. *Appetite* 2012; 58(2), 490-495. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.12.024>
- Insel P., Turner RE., Ross D. *Fiber Discovering nutrition*, Jones and Bartlett Publishers International Barb House, Barb Mevs, London 2003; p: 129-142.

- Ioniță-Mîndrican CB., Ziani K., Mititelu M., Oprea E., Neacșu SM., Moroșan E., Dumitrescu DE., Roșca AC., Drăgănescu D., Negrei C. Therapeutic benefits and dietary restrictions of fiber intake: a state of the art review. *Nutrients* 2022; 14(13): 2641. <https://doi.org/10.3390/nu14132641>
- Işık F., Urgancı Ü., Turan F. Yaban mersini ilaveli muffin keklerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri. *Akademik Gıda* 2017; 15(2): 130-138. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.333664>
- Jeddou KB., Bouaziz F., Zouari-Ellouzi S., Chaari F., Ellouz-Chaabouni S., Ellouz-Ghorbel R., Nouri-Ellouz O. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. *Food Chemistry* 2017; 217: 668-677. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.081>
- Kılınççeker O., Karahan AM. Sebzelerden elde edilen diyet liflerin gıdalarda kullanımı. 4th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress 2019a; p: 686-692.
- Kılınççeker O., Karahan AM. Bambu lifinin balık köfte üretiminde kullanım olanakları. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi* 2019b; 9(2): 158-166. <https://doi.org/10.21597/jist.439033>
- Kotancılar HG., Gerçekaslan KE., Karaoğlu MM., Boz H. Besinsel lif kaynağı olarak enzime dirençli nişasta. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2009; 40(1): 103-107.
- Ktenioudaki A., Gallagher E. Recent advances in the development of highfibre baked products, *Trends in Food Science and Technology* 2012; 28: 4-14. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.06.004>
- Mackie A., Bajka B., Rigby N. Roles for dietary fibre in the upper GI tract: The importance of viscosity. *Food Research International* 2016; 88: 234-238. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.11.011>
- Mehta N., Ahlawat SS., Sharma DP., Dabur RS. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products-a critical review. *Journal of Food Science and Technology* 2015; 52: 633-647. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1010-2>
- Meral R., Doğan İS. Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamullerin üretiminde kullanımı, *Gıda* 2009; 34(3): 193-198.
- Meyer D., Bayarri S., Tárrega A., Costell E. Inulin as texture modifier in dairy products. *Food Hydrocolloids* 2011; 25(8): 1881-1890. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.04.012>
- Mišurcová L., Škrovánková S., Samek D., Ambrožová J., Machů L. Health benefits of algal polysaccharides in human nutrition. *Advances in Food and Nutrition Research* 2012; 66: 75-145. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394597-6.00003-3>
- Mudgil D., Barak S. Classification, technological properties, and sustainable sources. In *Dietary fiber: Properties, recovery, and applications* 2019; Academic Press. pp: 27-58 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816495-2.00002-2>

- Mudgil D., Barak S., Patel A., Shah N. Partially hydrolyzed guar gum as a potential prebiotic source. *International Journal of Biological Macromolecules* 2018; 112: 207-210. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.164>
- Mumyapan M., Aktaş N., Gerçekaslan, KE. Seed pumpkin flour as a dietary fiber source in Bologna-Type sausages. *Journal of Food Processing and Preservation* 2022; 46(7): e16586. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16586>
- Murphy MM., Douglass JS., Birkett A. Resistant starch intakes in the United States. *Journal of the American Dietetic Association* 2008; 108: 67-78. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2007.10.012>
- Nilsen-Nygaard J., Strand SP., Vårum KM., Draget KI., Nordgård CT. Chitosan: Gels and interfacial properties. *Polymers* 2015; 7(3), 552-579. <https://doi.org/10.3390/polym7030552>
- Olçay H. Kitin ve kitosanın tekstil ve biyomühendislikte uygulamaları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2015; 14(28): 63.
- Ötles S., Ozgoz S. Health effects of dietary fiber. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 2014; 13(2): 191-202. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2014.2.8>
- Öztürk E., Ova G. Yağlı tohum kabuklarının biyoaktif bileşen potansiyeli ve gıdalarda kullanımı. *Akademik Gıda* 2017; 15(3): 315-321. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.345280>
- Peressini D., Cavarape A., Brennan MA., Gao J., Brennan, CS. Viscoelastic properties of durum wheat doughs enriched with soluble dietary fibres in relation to pasta-making performance and glycaemic response of spaghetti. *Food Hydrocolloids* 2020; 102, 105613. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105613>
- Perry JR., Ying W. A review of physiological effects of soluble and insoluble dietary fibers. *J Nutr Food Sci* 2016; 6(2): 476.
- Pimentel TC., Cruz AG., Prudencio SH. Influence of long-chain inulin and *Lactobacillus paracasei* subspecies *paracasei* on the sensory profile and acceptance of a traditional yogurt. *Journal of Dairy Science* 2013; 96(10): 6233-6241. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6695>
- Prins A., Kosik O. Genetic approaches to increase arabinoxylan and  $\beta$ -glucan content in wheat. *plants* (Basel, Switzerland) 2023; 12(18), 3216. <https://doi.org/10.3390/plants12183216>
- Raninen K., Lappi J., Mykkänen H., Poutanen K. Dietary fiber type reflects physiological functionality: comparison of grain fiber, inulin, and polydextrose. *Nutrition Reviews* 2011; 69(1): 9-21. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00358.x>
- Repo-Carrasco-Valencia R., Pena J., Kallio H., Salminen S. Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Cereal Science* 2009; 49: 219-224. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.10.003>
- Rolin C., De Vries J. Pectin. In *food gels* 1990. Springer, Dordrecht. Pp: 401-434. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-0755-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-94-009-0755-3_10)

- Sakač MB., Gyura, JF., Mišan, AC., Šereš, ZI., Pajin, BS., Šoronja-Simovic, DM. Antioxidant activity of cookies supplemented with sugar beet dietary fiber. *Sugar Industry* 2011; 136: 151-157. <https://doi.org/10.36961/si11177>
- Sales JCS., de Castro AM., Ribeiro BD., Coelho MAZ. Improved production of biocatalysts by *Yarrowia lipolytica* using natural sources of the biopolyesters cutin and suberin, and their application in hydrolysis of poly (ethylene terephthalate) (PET). *Bioprocess and Biosystems Engineering* 2021; 44(11): 2277-2287. <https://doi.org/10.1007/s00449-021-02603-w>
- Salvatore S., Battigaglia MS., Murone E., Dozio E., Pensabene L., Agosti M. Dietary fibers in healthy children and in pediatric gastrointestinal disorders: A Practical Guide. *Nutrients* 2023; 15(9): 2208. <https://doi.org/10.3390/nu15092208>
- Seker IT., Ozbas OO., Gokbulut I., Ozturk S., Koksel H. Effects of fiber-rich apple and apricot powders on cookie quality. *Food Science and Biotechnology* 2009; 18: 948-953.
- Serna Saldívar SO., Ayala Soto FE. Chemical composition and biosynthesis of dietary fiber components. *Science and Technology of Fibers in Food Systems* 2020; 15-43. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-38654-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-38654-2_2)
- Sezen AG. Prebiyotik, probiyotik ve sinbiyotiklerin insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 2013; 8(3): 248-258.
- Sinha AK., Kumar V., Makkar HP., De Boeck G., Becker K. Non-starch polysaccharides and their role in fish nutrition- A review. *Food Chemistry* 2011; 127(4): 1409-1426. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.042>
- Sirisha VL, D'Souza JS. Polysaccharide-based nanoparticles as drug delivery systems. *Marine OMICS* 2016; 663-702. <https://doi.org/10.1201/9781315372303-32>
- Slavin JL. Dietary fiber and body weight. *Nutrition* 2005; 21: 411-418. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.08.018>
- Southgate DA. Food components associated with dietary fiber. *Handbook of dietary fiber in human nutrition*, 3rd edn. CRC Press, Boca Raton 2001; 19-22.
- Stribling P., Ibrahim F. Dietary fibre definition revisited- The case of low molecular weight carbohydrates. *Clinical Nutrition ESPEN* 2023; 55, 340–356. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.04.014>
- Thomson C., Garcia A., Edwards C. Interactions between dietary fibre and the gut microbiota. *Proceedings of the Nutrition Society* 2021; 80(4), 398-408. <https://doi.org/10.1017/S0029665121002834>
- Tomic N., Dojnov B., Miocinovic J., Tomasevic I., Smigic N., Djekic I., Vujcic, Z. Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale-A sensory perspective. *LWT* 2017; 80, 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.008>

- Trowell H. Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1976; 29(4): 417-427. <https://doi.org/10.1093/ajcn/29.4.417>
- Uysal H., Bilgiçli N., Elgün A., İbanoglu Ş., Herken EN., Demir MK. Effect of dietary fiber and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies. *Journal of Food Engineering* 2007; 78: 1074-1078. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.12.019>
- Wang X., Kristo E., LaPointe G. Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. *Food Hydrocolloids* 2020; 100, 105453. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105453>
- Wikiera A., Grabačka M., Byczyński Ł., Stodolak B., Mika M. Enzymatically extracted apple pectin possesses antioxidant and antitumor activity. *Molecules (Basel, Switzerland)* 2021; 26(5), 1434. <https://doi.org/10.3390/molecules26051434>
- Wong JM., De Souza R., Kendall CW., Emam A., Jenkins DJ. Colonic health: fermentation and short chain fatty acids. *Journal of Clinical Gastroenterology* 2006; 40(3): 235-243. <https://doi.org/10.1097/00004836-200603000-00015>
- Yabancı N. İnülin ve oligofruktozların insan sağlığı ve beslenmesi üzerine etkileri. *Akademik Gıda* 2010; 8(1): 49-54.
- Yangılar F. The application of dietary fibre in food industry: structural features, effects on health and definition, obtaining and analysis of dietary fibre: a review. *Journal of Food and Nutrition Research* 2013; 1(3): 13-23.
- Yıldız P., Yangılar F. Gıda endüstrisinde kitosanın kullanımı. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2014; 30(3): 198-206 <https://doi.org/10.17798/beufen.16242>
- Yılmaz MS., Yıldırım A. Firik üretim teknikleri ve fonksiyonel özellikleri. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi* 2020; 5(2): 109-121. <https://doi.org/10.46578/humder.773680>
- Żakowska-Biemans S., Kostyra E. Sensory profile, consumers' perception and liking of wheat-rye bread fortified with dietary fibre. *Applied Sciences* 2023; 13(2): 694. <https://doi.org/10.3390/app13020694>