

PAPER DETAILS

TITLE: Tahil ve pseudotahillar'da diyet lifi ve saglik üzerine etkileri

AUTHORS: Ali CINGÖZ,Özlem AKPINAR,Abdulvahit SAYASLAN

PAGES: 235-255

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2230168>

Tahıl ve pseudotahıllar'da diyet lifi ve sağlık üzerine etkileri

Dietary fiber and its effects on health in cereals and pseudocereal

Ali CİNGÖZ^{*1}, Özlem AKPINAR¹, Abdulvahit SAYASLAN²

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 60100, Tokat

²Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 70100, Karaman

• Geliş tarihi / Received: 03.02.2022

• Kabul tarihi / Accepted: 30.11.2022

Öz

Diyet lifi, tahıl, meyve ve sebzelerde daha çok bulunan önemli bir gıda bileşenidir. Diyet liflerinde farklı sınıflandırmalar kullanılsa da en sık kullanılanı çözünürlüklerine göre sınıflandırma biçimidir. Diyet lifleri meyve ve sebzeler de bulunmakla birlikte özellikle tahıl (buğday, arpa, yulaf, pirinç, çavdar vb) ve pseudotahıllarda (chia, kinoa, karabuğday, amarant vb) da bol miktarda bulunmaktadır. Günümüzde artan sağlık problemleri ve tüketicilerin fonksiyonel ürünlere yönelmesi diyet lifine olan ilgiyi her geçen gün artırmaktadır. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar tahıl ve pseudotahıllarda bulunan çözünür ve çözünmez diyet liflerinin kronik kalp hastalıkları, tip 2 diyabet, obezite, çeşitli kanser türlerine yakalanma risklerini düşürdüğünü göstermektedir. Bu çalışmada tahıl ve pseudotahıllarda bulunan diyet lifleri ve bunların sağlık üzerine etkileri irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Diyet lifi, Kanser, Kinoa, Pseudotahıl

Abstract

Dietary fiber is an important food component found mostly in grains and fruits and vegetables. Although different classifications are used for dietary fibers, the most frequently one used is according to their solubility. Although dietary fibers are also found in fruits and vegetables, they are especially abundant in cereals (wheat, barley, oats, rice, rye, etc.) and pseudocereals (chia, quinoa, buckwheat, amarant, etc.). Today, increasing health problems and consumers' tendency to functional products increase the interest in dietary fiber day by day. Epidemiological studies show that soluble and insoluble dietary fibers found in cereals and pseudocereals reduce the risks of coronary heart diseases, type 2 diabetes, obesity, and various types of cancer. In this study, dietary fibers in cereals and pseudocereals and their effects on health are investigated.

Keywords: Dietary fiber, Cancer, Quinoa, Pseudocereal

* Ali CİNGÖZ; ali.cingoz@gop.edu.tr

1. Giriş

1. Introduction

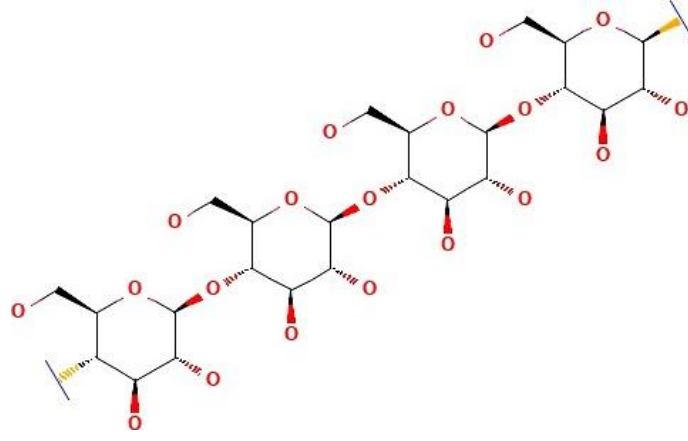
Tüketici tercihlerinin değişmesi, hareketsizlik ve yanlış beslenme sonucu günümüzde hastalıklarda artışlar meydana gelmektedir. Kabızlık, hemeroid, kolon kanseri, şişmanlık, diyabet ve kalp damar hastalıklarına karşı diyet liflerinin koruyucu etkisi olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle bu hastalıkların önlenmesinde diyet lifi tüketimine karşı duyulan ilgi de gün geçtikçe artmaktadır. Tahıl ve pseudotahıllar protein, diyet lifi, esansiyel amino asitler, flavonoid ve çoklu doymamış yağ asitleri bileşenler bakımından zengin önemli birer hammaddedir. Yüksek diyet lifi içeriği ve fonksiyonel bileşenler bakımından zengin tahıl ve pseudotahılların çağımızın önemli hastalıklarının önlenmesinde olumlu etkilerinin olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Giménez-Bastida vd., 2015). Diyet lifleri doğada meyve sebzelerin yanı sıra tahıl ve pseudotahılların yapısında da mevcuttur. Bu çalışmada özellikle tahıl ve pseudotahıllardaki diyet lifleri ve sağlık üzerine etkileri irdelenmiştir.

2. Diyet lifi

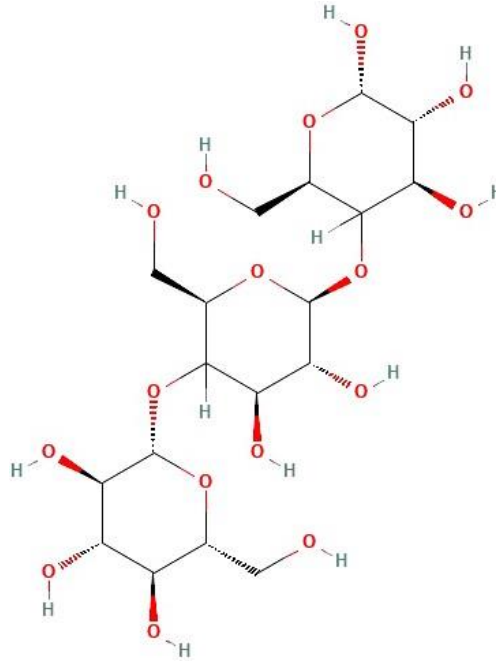
2. Dietary fiber

Selüloz, hemiselüloz ve lignini içeren ilk diyet lifi tanımı, 1953 yılında ortaya çıkmıştır (Hispley, 1953). Temel olarak ince bağırsakta sindirilmeyen yenilebilir bitki kısımları olarak tanımlansa da diyet lifleri genellikle nişasta olmayan polisakkaritler, oligosakkaritler, lignin gibi, tahıllar, baklagiller, meyve ve sebzelerden elde edilen bitki kısımlarını içermektedir. Kodeks Alimentarius Komisyonu diyet lifini; polimerizasyon derecesi 3'ün üstünde olan, ince bağırsakta sindirilmeyen ve emilmeyen ve gıdalarda doğal olarak bulunan veya gıda maddelerinden fiziksel, enzimatik veya kimyasal yolla üretilebilen ve mikroorganizmalara birçok fayda sağlayan karbonhidrat polimerleri olarak tanımlamaktadır (Jones, 2014). Diğer bir tanıma göre ise tüketiciler için yararlı fizyolojik etkileri bulunan diyet lifi; bitkilerdeki sindirilmeyen karbonhidratlar olarak tanımlanmaktadır (Champ vd., 2003). Diyet lifleri; kaynaklarına, çözünabilirliklerine, fermente olabilmelerine ve fizyolojik etkilerine göre sınıflandırılmaktadır (Champ vd., 2003). Diyet lifleri suda çözünabilirliğine göre, çözünmez (selüloz, hemiselüloz ve lignin) ve çözünür (pektin, gam ve müsili) diyet lifi olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır ve genellikle meyvelerde, tahıllarda, sebzelerde ve bakliyatlarda bulunmaktadır (Buil-Cosiales vd., 2016; Tarcea vd., 2017).

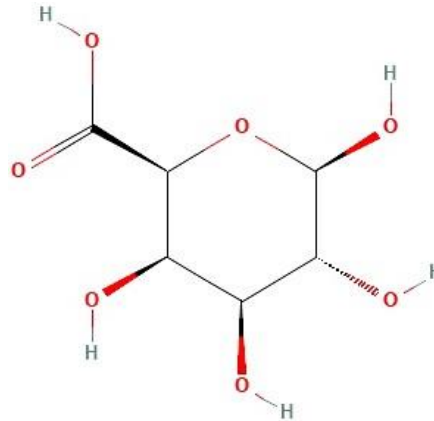
Genel olarak bitki hücre duvarlarının temel bileşeni olan selüloz (D-glikoz ünitelerinin β (1→4) bağı ile birleşmesi sonucu oluşan düz zincir yapısına sahip polisakkarit) (Şekil 1), hemiselüloz (yapısında 5 ve 6 karbonlu şekerleri ve şeker asitlerini içeren kompleks heteropolisakkarit) (Saldamlı, 2007), pektin (galakturonik asit ünitelerinin α (1→4) bağı ile birleşmesi sonucu oluşan düz zincir yapısına sahip polisakkarit) (Şekil 3) (Madeira vd., 2017), beta glukan (beta-glikozidik bağlarla birbirine bağlanmış D-glikoz monomerlerinden oluşan; fonksiyonel özellikleri değişkenlik gösteren nişasta dışı polisakkaritler) (Şimşekli & Doğan, 2015) (Şekil 2) gibi nişasta olmayan polisakkaritler diyet lifi kategorisinde yer almaktadır. Bunların yanında inülin ((β -D-fruktosil kalıntıların β (2→1) bağı ile bağlanması sonucu oluşan fruktan tipi polisakkaritler) (Şekil 4) (Mensink vd., 2015), frukto-oligosakkaritler (fruktozil ünitelerinin β (2→1) bağı ile bağlanması sonucu oluşan kısa ve orta zincirli oligosakkaritler) ve galakto-oligosakkaritlerde (galaktoz ünitelerinin β (1→4) ve β (1→6) bağı ile laktoza bağlanması sonucu meydana gelen oligosakkaritler) (Demirci vd., 2017) sindirilmeyen çözünür diyet lifi grubunda yer alan karbonhidratlardır. İnce bağırsakta sindirilmeyen fakat kalın bağırsakta fermente olabilen dirençli nişastalar, modifiye selülozlar (selüloz polimerin yapısında bulunan OH ve H iyonlarının CH_3 , C_2H_5 ve asetil grupları ile yer değiştirmesi sonucu elde edilen selüloz türevi) (Arslan & Erbaş, 2014) ve polidekstrozlar gibi karbonhidrat polimerleri de diyet lifi olarak kabul edilmektedir (Borderias vd., 2005). Ayrıca gamlar ((D-mannoz ünitelerinin β (1→4) bağı ile birleşmesi sonucu meydana gelen düz veya yan zincirli polisakkarit) (Sebastiena vd., 2014)) ve müsili (bitkisel kaynaklı heterojen polisakkarit) diyet lifi sınıfına girmektedir (Theuvsen & Mensink, 2008). İlave olarak lignin (temel olarak monolignol, p-kumaril, koniferil ve sinapil alkolü içeren kompleks aromatik heteropolimer) ve bazı minör bileşenlerin (mumlar, saponinler, polifenoller, kitin, fitosteroller vb) diyet lifi kategorisine konulabileceği bildirilmektedir (Borderias vd., 2005).



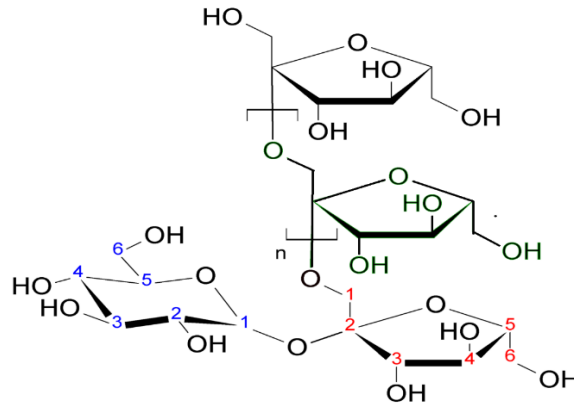
Şekil 1. Selüloz yapısı
Figure 1. Structure of cellulose



Şekil 2. Beta glukan yapısı
Figure 2. Structure of beta glucan



Şekil 3. Pektin yapısı
Figure 3. Structure of pectin



Şekil 4. İnulin yapısı
Figure 4. Structure of inuline

3. Tahıllar ve diyet lifi

3. Cereals and dietary fiber

Tahıl, Gramineae familyası üyelerine verilen genel bir tanımlamadır. Dünya üzerinde tarımı yapılan başlıca tahıl ürünleri buğday, mısır, arpa, yulaf, çavdar, pirinç ve darı çeşitleridir (Elgün & Ertugay, 1995). Dünyada 2018 yılında 3.5 milyar ton tahıl üretimi gerçekleştirilirken en çok üretimi yapılan 1.14 milyar ton ile mısır, 782 milyon ton ile pirinç ve 734 milyon ton ile buğdaydır. Türkiye’de ise en çok tarımı yapılan tahıllar sırasıyla buğday, arpa ve mısırdır. Dünya üzerindeki tahıl tüketimi her geçen yıl artarak 2017 yılında 2.072 milyon ton düzeyine kadar çıkmıştır (Fao, 2018). Yaygın olarak tarımı yapılan tahıl çeşitleri insan gıda maddesi olmasının yanı sıra, hayvan yemi ve bazı endüstrilerde farklı maddelerin elde edilmesinde hammadde olarak değerlendirilmektedir.

Tahıllar çeşitlerine göre değişmekle birlikte yapılarında yaklaşık %12-14 su, %8-14 protein, %69-75 karbonhidrat, %1-5 yağ ve %1-2 mineral madde içermektedir (Elgün & Ertugay, 1995). Tahılların yapılarındaki karbonhidratların büyük çoğunluğu nişasta olmakla birlikte, selüloz, hemiselüloz, lignin ve nişasta olmayan diğer polisakkaritler de bulunmaktadır. Tahılların diyet lifi içerikleri tür / cinsine ve botanik bileşenlerine (perikarp, endosperm vb) bağlı olarak değişmektedir (Sidhu vd., 2007). Çözünmez diyet lifini tohumun dış katmanları oluştururken (Rasane vd., 2015) çözünür diyet lifini nişasta olmayan polisakkaritler (arabinoksilan, glukon vb), dirençli nişasta ve oligosakkaritler (fruktanlar) oluşturmaktadır (Knudsen vd., 2017).

Dünya üzerinde tarımı yapılan tahıl ve psedoutahılların beslenme ve sağlık açısından sağladığı faydalar bilinmektedir. Tahılların birçok endüstride hammadde olma potansiyelinin gün geçtikçe artması ve katma değeri yüksek ürün üretiminde kullanılmaya başlanması ile tahılların üretim ve tüketim miktarlarında artışlar yaşanmaktadır.

Buğday (*Triticum aestivum* L.), dünyada tarımı en yaygın yapılan ve en çok tüketilen tahıldır (De santis vd., 2017). 2018 yılında dünyada 734 milyon ton ile üretimi en çok yapılan 3. tahıldır (Fao, 2018) Türkiye’de ise yaklaşık 20 milyon ton üretimi yapılan buğday, dünya üzerinde en yüksek ekim alanına sahip durumdadır (Fao, 2018). Buğday hayvan yemi olarak kullanılmasının yanı sıra, un, irmik, buğday patlağı, makarna, bisküvi, bulgur ve nişasta üretiminde hammadde olarak değerlendirilmektedir. Yapısında ortalama %10-14 su, %8-14 protein, %70-75 karbonhidrat ve %1-2 yağ, %2-3 selüloz bulunmaktadır (De santis vd., 2017). Tablo 1’de buğdayların diyet lifi içeriği ile ilgili yapılmış çalışmalar gösterilmektedir. Buğdaydaki diyet lifi içeriği %9.2-20.0 arasında değişmektedir. Buğdayda çözünmez diyet lifi içeriği daha yüksek olup %5.4-18.1 arasında iken çözünür diyet lifi içeriği %1.4-4.4 arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalar buğdayda β -glukon miktarının %0.4-0.8 aralığında, arabinoksilan içeriğinin ise %0.5-8.8 aralığında olduğunu göstermektedir. Avrupa komisyonu 2012 yılında yayınladığı rapora göre bağırsak geçişlerini hızlandırmak için günlük en az 10 gr buğday kepeği alınmasını önermektedir (Anonim, 2022).

Pirinç (*Oryza sativa* L.), Asya’da en çok üretilen ve tüketilen bir tahıl grubudur. 2018 yılında dünyada 782 milyon ton, Türkiye’de 940 bin ton pirinç üretimi gerçekleştirilmiştir (Fao, 2018). Pirinç, temel olarak doğrudan

gıda maddesi olarak kullanılmakla birlikte, nişasta, pirinç patlağı ve pirinç unu üretiminde de hammadde konumundadır. Ortalama % 5-10 arasında protein içeriğine sahip pirinç yüksek karbonhidrat içeriği özellikle nişasta içeriği ile ön plana çıkmaktadır (Amagliani vd., 2017). Pirincin diyet lifi içeriği %2.5-9.9 aralığında değişmekle birlikte çözünür ve çözünmez diyet lifi içerikleri pirinç çeşidine göre farklılık göstermektedir. Tablo 1’de pirinçlerin diyet lifi içerikleri gösterilmektedir. Çözünmez diyet lifi içeriği %1.0-5.4 arasında iken çözünür diyet lifi içeriği %0.6-5.2 arasında değişmektedir. Kahverengi, siyah ve basmati pirinç çeşitlerinde çözünmez diyet lifi içeriği çözünür diyet lifine göre daha yüksek seviyededir. Ayrıca bu pirinç çeşitlerinde toplam diyet lifi içeriği beyaz pirince göre daha yüksek düzeydedir (Ji vd., 2013). Beyaz, bario ve yapışkan pirinçte (*Oryza sativa* var. *glutinosa*) çözünür diyet lifi miktarı daha yüksektir. Yapılan çalışmalar, pirinçte arabinoksilan içeriğinin %0.4-0.5 arasında β -glukan içeriğinin ise %0.1-0.4 arasında olduğunu göstermektedir (Ji vd., 2013).

Mısır (*Zea mays* L.) pirinç ve buğdaydan sonra dünyada yetiştiriciliği en fazla yapılan tahıl grubu iken son on yılda üretimindeki artışla birlikte üretimi en fazla olan tahıl grubu konumundadır. 2018 yılında dünyada 1.147 milyar ton, Türkiye’de ise 5,7 milyon ton üretim gerçekleşmiştir (Fao, 2018). Mısır %65 nişasta, %5 yağ ve %15 protein içermektedir. Dünya üzerinde nişasta üretiminde hammadde olarak en çok kullanılan tahıl grubudur. Mısır nişasta ve nişasta bazlı şeker üretimi dışında ilaç, otomotiv, tekstil, temizlik sanayisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Anonim, 2020). Mısırdaki diyet lifi içeriği %3.7-19.6 arasında değişmekle birlikte en çok çözünmez diyet lifi fraksiyonları bulunur. Çözünür diyet lifi içeriği %0.3-5.4 arasında değişmektedir (Tablo 1). Mısır kepeği yaklaşık olarak %22 selüloz ve %70 hemiselülozdan meydana gelmektedir (Ai & Jane, 2016).

Yulaf (*Avena sativa* L.) sağlık açısından sağladığı yararlar nedeniyle günümüzde tüketimi her geçen gün artan bir tahıl çeşididir. Ülkemizde 260 bin ton dünyada ise 23 milyon üretimi yapılan yulaf en çok hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Sağlık açısından öneminin daha iyi anlaşılması ve gelişen toplumların kahvaltılık gevreklerle yönelmesi yulafın insan tüketiminde kullanımının artmasına neden olmaktadır. Yulaf tanesinin protein, vitamin, mineral madde ve diyet lifi yönünden zengin olması yulafın farklı ekmek ve bisküvi formülasyonlarında değerlendirilmesine, yulaf ezmesi ve yulaf ununun tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Yulaftaki diyet lifi içeriği %9.8-37.7 arasında değişmektedir (Tablo 1). Çözünmez diyet lifi miktarı %6.0-33.9 arasında çözünür diyet lifi içeriği ise %2.9-20.0 arasında değişmektedir. Yulafta en fazla bulunan suda çözünür diyet lifi β -glukan olup ortalama %2.3-8.5 arasında bulunmaktadır. Yulaf tanesinin %60’ı nişastadan meydana gelmekte, yaklaşık %2 arabinoksilan, %1.3 selüloz, %3.5 beta glukan ve %2 lignin içermektedir nişastanın da önemli bir miktarı (%25) dirençli nişastadan oluşmaktadır (Frolich vd., 2013; Khan vd., 2016; Sterna vd., 2016; Knudsen vd., 2017; Tang & Tsao, 2017).

Arpa (*Hordeum vulgare* L.) dünyada 141 milyon ton, Türkiye’de 7 milyon ton üretimi yapılan (Fao, 2018) arpa soğuk, kurak ve yüksek rakımlı bölgelerde yetiştirilen bir tahıldır. Arpa daha çok hayvan yemi olarak değerlendirilirken en kaliteli mahsül biracılık açısından da önemli bir hammadde konumundadır. Arpa özellikle yüksek β -glukan içeriği ile önemli bir diyet lifi kaynağıdır ve apısında ortalama %11 protein, %63 nişasta, %5.83 selüloz ve %3 yağ bulunmaktadır (Köten, 2013). Kavuzlu yapıda olması hem teknolojik hemde besinsel özelliklerinde olumlu etki sağlamaktadır. Arpada diyet lifi miktarı %10.0-27.9 arasında değişmektedir. Çözünmez diyet lifi içeriği %7.1-22.1 arasında iken çözünür diyet lifi içeriği %1.7-9.3 aralığındadır (Tablo 1). Diyet lifleri genellikle selüloz, arabinoksilan, β -glukan ve oligosakkaritlerdir. Arabinoksilan içeriği %3-11, β -glukan içeriği ise %2-10 aralığında değişmektedir. Bunların yanında %1.1-4.5 selüloz, %0.7 lignin ve %4.8 dirençli nişasta bulunmaktadır (Collar & Angioloni, 2014; Djurle vd., 2016; Honcu vd., 2016; Messia vd., 2017; Sterna vd., 2017; Tang & Tsao, 2017).

Çavdar (*Secale cereale* L.), kuzey, orta ve doğu Avrupa’da yaygın olarak yetiştirilen bir tahıldır. Ülkemizde 320 bin ton dünyada ise 11 milyon ton çavdar üretimi vardır. Çavdar ekmek üretiminde, alkol ve viski sanayinde veya yem endüstrisinde kullanılmaktadır. Ülkemizde çavdarın büyük çoğunluğu ekmek üretiminde kalan kısmı da hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2019). Çavdar, önemli bir diyet lifi bileşeni olan arabinoksilanca zengin bir tahıldır (Mankan, 2008). Çavdardaki diyet lifi arabinoksilan, selüloz, β -glukan, fruktan ve ligninlerden oluşmaktadır. Bu özelliği ile buğdaya oldukça benzeyen çavdar tahıllar arasında en yüksek arabinoksilan içeriğine (%3.1-12.1) sahip tahıl grubudur. Çavdarda β -glukan %1.3-2.2 aralığında, fruktan içeriği ise %4.5-6.4 aralığında değişmektedir (Bucella vd., 2016; Knudsen vd., 2017; Jonsson vd., 2018).

Tablo 1. Tahılların diyet lifi içerikleri (%)
 Table 1. Dietary fiber content of cereals (%)

	Toplam Diyet Lifi	Çözünmez Diyet Lifi	Çözünür Diyet Lifi	Beta Glukan	Arabinoksilan	Kaynakça
Buğday (<i>T. aestivum</i> ve <i>T. Durum</i>)	12.7-20.0	10.2-18.1	1.8-3.7	-	2.7-3.6	Marotti vd. (2012)
	9.2	-	-	0.4	0.5	Dodevska vd. (2013)
	13.5	-	-	0.8	5.6	Frolic vd. (2013)
	12.4	5.4	4.4	0.5	6.9	Amalraj ve Pius (2015)
	10.2-15.7	7.2-11.4	1.9-2.9	0.4-0.8	5.1-8.8	Rainakari vd. (2016); Messia vd. (2017)
	14.2	-	-	0.6	7.1	Knudsen vd. (2017)
	11.6-17.0	10.2-14.7	1.4-2.3	-	4.0	De Santis vd. (2018)
Pirinç (<i>Oryza sativa</i>)	9.2	1.0-3.8	2.9-5.2	0.4	0.5	Caceres vd. (2014)
	9.9	5.4	4.4	-	-	Amalraj vd. (2015)
	2.5	-	-	0.1	0.4	Knudsen vd. (2017)
	2.7-4.9	1.9-4.2	0.6-1.1	-	-	Prasad vd. (2018)
Mısır (<i>Zea mays</i>)	9.2	-	-	-	1.4	Dodevska vd. (2013)
	14.9	9.4	5.4	-	-	Amalraj ve Pius (2015)
	11.6	-	-	0.1	4.7	Knudsen vd. (2017)
	3.7-8.6	3.1-6.1	0.5-2.5	-	-	Prasanthi vd. (2017)
	8.3-10.7	8.0-9.1	0.3-1.6	-	-	Srichuwong vd. (2017)
Yulaf (<i>Avena sativa</i>)	11.5-37.7	8.6-33.9	2.9-3.8	-	-	Vitaglione vd. (2008)
	10.2	-	-	5.0	2.0	Frolich vd. (2013)
	10.3	6.5	3.8	2.3-8.5	-	Rasane vd. (2015)
	13.7-30.1	-	11.5-20.0	2.7-3.5	-	Sterna vd. (2016)
	9.8	-	-	3.8	2.1	Knudsen vd. (2017)
	10.6	-	-	4.6-5.6	-	Tang ve Tsao (2017)
Arpa (<i>Hordeum vulgare</i>)	17.4	11.5	5.9	5.2	4.0-5.4	Collar ve Angioloni (2014)
	15.4-18.1	7.1-10.0	6.1-9.3	4.7-8.0	3.1-4.1	Honcu vd. (2016)
	18.0-24.1	-	1.7-3.3	2.3-3.9	8.4-11.4	Teixeira vd. (2016)
	16.8-27.9	-	-	3.3-9.2	5.1-9.1	Djurle vd. (2016)
	10.1	-	-	3.9-9.5	4.3-9.8	Messia vd. (2017)
	20.8	-	3.0	4.2	-	Sterna vd. (2017)
Çavdar (<i>Secale cereale</i> L.)	15.2-20.9	11.1-16.0	3.7-4.5	1.7-2.0	3.1-4.3	Vitaglione vd. (2008)
	19.9	-	-	1.5	8.9	Frolich vd. (2013)
	9.6	-	3.6	1.5	5.3	Bucsella vd. (2016)
	20.5	-	-	2.0	9.6	Knudsen vd. (2017)

4. Pseudotahıllar ve diyet lifi

4. Pseudocereal and dietary fiber

Pseudotahıllar gerçek tahıllara benzer fiziksel görünüşleri ve benzer yüksek nişasta içerikleri nedeniyle bilinen dikotiledonlu türlere ait yenilebilir tohumlardır. Pseudotahıllar tropik iklimlerden ılıman iklim koşullarına kadar birçok ortama adapte olabilen ve yüksek genetik değişkenlikleri ile gelecek vaat eden ürünlerdir (Joshi vd., 2019). En önemli türleri kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), amarant (*Amaranthus* sp.), chia (*Salvia hispanica* L.) ve karabuğdaydır (*Fagopyrum* sp.) (Martinez-Villaluenga vd., 2020). Son yıllarda özellikle çölyak hastaları için glütensiz ürün formülasyonlarında kullanılan pseudotahıllar günümüzde çoğu sağlıklı bireyin tükettiği gıdalardan birisidir. Pseudotahıllar ilave edildikleri ürünlere besinsel ve sağlıksal açısından katkılar ile ön plana çıkmaktadır.

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Chenopodiaceae familyasına ait olan bir pseudotahıldır. Dünyada 158 bin ton üretim yapılan kinoa tohumunun ülkemizde tarımı son 5 yıldır deneme üretimi şeklinde yapılmaktadır. Çeşitlerine göre farklılık göstermekle birlikte ortalama %10-18 protein, %4-8 yağ, %54-64 karbonhidrat ve %2-5 arasında lif içermektedir (Keskin & Evlice, 2015). Güney Amerika'daki eski uygarlıkların temel yiyeceği olan kinoa, her geçen gün daha popüler hale gelmektedir. Kinoa hem çözünür hemde çözünmez diyet lifi bakımından mükemmel bir kaynaktır. Toplam diyet lifi içeriği %7-21.6 arasında değişmektedir (Tablo 2). Kinoa'nın yapısında bulunan toplam diyet lifinin %78'ini çözünmez diyet lifi oluştururken %22'sini çözünür diyet lifi oluşturmaktadır. Çözünür diyet lifi içeriği buğday ve mısırdan yüksektir (Graf vd., 2015).

Amarant (*Amaranthus caudatus* L.), Anavatanı güney Amerika olan sıcaklığa ve kuraklığa dayanıklı bir bitkidir. Ülkemizde üretimi yapılmamaktadır. Yapısında ortalama %13-21 protein, %5-11 yağ, %48-69 nişasta vardır (Kılınççeker & Büyük, 2019). Amarant, tohum olarak genellikle farklı un karışımlarına ilave edilerek kullanılmaktadır. Amarant çeşitleri arasında diyet lifi içerikleri farklılık göstermekle birlikte %7.3-20.6 aralığında değişmektedir (Tablo 2). Amarantlarda toplam diyet lifinin %75'ini çözünmez diyet lifi oluştururken %25'ini çözünür diyet lifleri oluşturmaktadır (Srichuwong vd., 2017). Ayrıca diğer tahıllardan ve pseudotahıllardan daha fazla suda çözünmeyen β -glukan içeriğine (%25) sahiptir (Venskutonis & Kraujalis, 2013).

Chia (*Salvia hispanica* L.), maya ve azteklerden bu yana kullanılan tıbbi ve yenilebilir bir bitki türüdür (De Falco vd., 2017). Genellikle tropik bölgelerde yetiştirilen chia tohumu %17-24 protein, %18-30 diyet lifi ve %25-40 oranında yağ içeren bir pseudotahıldır (Erdoğan & Geçgel, 2019). Ülkemizde yetiştiriciliği yapılmayan chia tohumuna karşı her geçen gün ilgi artmaktadır. Diyet lifi içeriği bakımından chia diğer tahıllar ile kıyaslandığında arpa, buğday, yulaf, mısır ve pirinçten daha fazla lif içerdiği belirlenmiştir. De Falco vd. (2017) yaptıkları çalışmada Chia'nın toplam diyet lifi %59.8 düzeyine kadar bildirmiştir (Tablo 2). Ertaş-Öztürk ve Şanlıer (2017) yaptıkları çalışmada farklı tohum türleri arasında toplam diyet lifinin %37-40 arasında olduğunu, çözünmez diyet lifi içeriği baskın fraksiyon olup %33-35 aralığında, çözünür diyet lifi içeriğinin ise %6-7 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Chiada çözünmez diyet liflerini selüloz, hemiselüloz ve lignin oluştururken çözünür diyet liflerini çoğunlukla musilajlar oluşturmaktadır. Çözünür diyet lifi fraksiyonunun bir parçası olan musilajların mükemmel su tutma özelliklerine sahip olduğu bilinmektedir (Ertaş-Öztürk & Şanlıer, 2017).

Polygonaceae familyasına ait olan karabuğday kavuzsuz bir tohumdur ve farklı ülkelerde birçok geleneksel üründe kullanılmaktadır. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.), anavatanı güneydoğu asya olan, tarihi çok eskilere dayanan özellikle son 10 yıldır tüketicilerin daha çok ilgisini çeken bir pseudotahıldır. Karabuğday yapısında ortalama %10-12.5 protein, %7-10.7 lif, %1.4-4.7 yağ ve %55-75 nişasta bulunmaktadır. Karabuğday, ekmek, makarna, bisküvi üretiminde bira, ispiro gibi sanayi ürünlerinde ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (Dizlek vd., 2009). Karabuğdayda toplam diyet lifi içeriği %7-11.9 arasında değişmektedir (Tablo 2). Karabuğdayın yapısında çözünür diyet lifi oranı daha yüksektir (%4.8-6.1) (Boukid vd., 2018; Mir vd., 2018).

Tablo 2. Pseudotahılların diyet lifi içerikleri (%)
Table 2. Dietary fiber content of pseudocereals (%)

	Toplam Diyet Lifi	Çözünmez Diyet Lifi	Çözünür Diyet Lifi	Kaynakça
Kinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	14.2	-	-	Alvarez-Jubete vd. (2010)
	16.2-21.6	-	-	Pulvento vd. (2012)
	11.6-15.1	9.9-12.2	0.4-2.9	Miranda vd. (2013)
	7.7-15.0	-	-	Li ve Zhu (2017)
	9.8	4.4	5.5	Geweher vd. (2017)
	7-9.5	4.9-5.6	2.1-3.9	Srichuwong vd. (2017)
	7.0	-	-	Boukid vd. (2018)
Amarant (<i>Amaranthus caudatus</i>)	8.9-20.6	-	-	Alvarez-Jubete vd. (2010); Boukid vd. (2018)
	11.8	9.1	2.7	Robin vd. (2015)
	7.3	5.5	1.8	Srichuwong vd. (2017)
Chia (<i>Salvia hispanica</i>)	37.0-40.0	33-35	6-7	Ertaş ve Şanlıer (2017)
	47.1-59.8	-	-	De Falco vd. (2017)
	34.4	-	-	Srichuwong vd. (2017)
	8.9	-	-	Boukid vd. (2018)
Karabuğday (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	7.0	2.2	4.8	Steadman vd. (2001)
	10.0	-	-	Boukid vd. (2018)
	11.9	5.8	6.1	Mir vd. (2018)

5. Diyet lifi ve sağlık

5. Dietary fiber and healthy

Bitkisel kaynaklı gıdaların yapısında doğal olarak bulunan diyet lifi insan metabolizması tarafından sindirilememektedir. Diyet liflerinin sağlık üzerine olumlu etkileri çözünürlük durumlarına göre açıklanabilmektedir. Çözünür diyet lifleri vücuda alınıp ince bağırsağa geldiğinde suda çözünerek jel yapı meydana getirmekte ve gıdaların ince bağırsaktaki hareketini yavaşlatmaktadır. Bu sayede besin öğelerinin emilim süresi uzamakta ve gıdalardaki glikoz ve yağ asitlerinin kana geçmesi yavaşlamaktadır. Ayrıca, jel haline gelen çözünür diyet lifleri kolesterol ve lipitleri yapısına bağlayarak vücuttan atılmalarını sağlamaktadır. Çözünmeyen diyet lifleri ise mide ve ince bağırsakta sindirilmeden ya da jel haline dönüşmeden kalın bağırsağa geçmektedir. Çözünmez diyet liflerinin kalın bağırsakta sindirim sonrası arta kalan ürünlerin fermentasyonunu ve bağırsağın kasılma hareketi üzerine olumlu etkileri mevcuttur. Çözünmez diyet lifleri, dışkıının kalın bağırsaktan daha kısa sürede atılmasını gerçekleştirerek toksik, mutajenik ve zararlı kimyasalların bağırsak hücreleri ile en az sürede temas etmesini ve bunun sonucu olarak vücuttan kolayca atılmasını sağlamaktadır (Taş, 2019).

Kardiyovasküler hastalıklar, kanser, kronik solunum yolu hastalıkları ve diyabet dünyadaki tüm ölümlerin %60'ına neden olurken, bu oran gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler için %80 düzeyine kadar çıkmaktadır (Hajishafiee vd., 2016). Tam tahıllar, meyve ve sebze tüketimi dahil olmak üzere çeşitli beslenme faktörlerinin bu hastalık risklerini azalttığı gösterilmiştir (He vd., 2010). Günlük diyet lifi tüketiminin kalp krizine bağlı felç riskini düşürdüğü ve kardiyovasküler ölüm oranını azalttığı, tip II diyabet, obezite, düşük tansiyon, yüksek kan basıncı ve ateroskleroz riskini düşürdüğü, yapılan klinik ve epidemiyolojik çalışmalarda belirlenmiştir (Buil-Cosiales vd., 2009; Hu vd., 2014; Buil-Cosiales vd., 2016). Ayrıca diyet lifi tüketiminin yeterli olmaması meme ve kolon kanseri riskini arttırdığı, genç yaşlarda obeziteye sebep olduğu, açlık kan şekeri ve tokluk plazma glikoz düzeyinin dengesiz bir yapıya dönüşmesine katkı sağladığı bildirilmektedir (Kim & Je, 2016;

Murakami & Livingstone, 2016). Tablo 3'te tahıl ve pseudotahıl tüketiminin sağlık üzerine etkileri özetlenmiştir.

Kanda toplam ve LDL kolesterol seviyesi artması hipertansiyon ve kalp damar hastalıklarına yakalanma riskini yükseltmektedir. Diyet lifi gıdaların bağırsaktan geçiş süresini uzatmakta ve yemek sonrası doyumluk hissi oluşturarak kolesterol seviyesinin düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca bağışıklık sistemini güçlendirmekte, antioksidanlar, vitaminler, mineraller, fitoöstrojenler veya lignanların vücuttan atılımını geciktirmektedir (Kim & Je, 2016; Murakami & Livingstone, 2016).

Literatürde diyet lifinin kardiyovasküler hastalıklar üzerindeki etkisini araştıran farklı çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda günlük 10 gramdan fazla diyet lifi tüketiminin koroner hastalıkları %17, koroner ölümleri ise %27 oranında (Pereira vd., 2004), günlük 7 gram diyet lifi tüketiminin ise koroner kalp hastalıklarına yakalanma riskini %9 oranında azalttığı (Threapleton vd., 2013) bildirilmiştir. Tahıl lifi tüketiminin ise diğer lif kaynaklarının tüketimine göre kalp damar hastalıklarına bağlı ölümleri daha fazla azalttığı rapor edilmiştir (Li vd., 2014; Huang vd., 2015; Hajishafiee vd., 2016). 15 farklı çalışmanın incelenmesi sonucunda diyet lifi tüketimi ile tüm kanser türleri ve koroner kalp hastalıklarına bağlı ölümler arasında ilişki olduğu ve günlük 10 gram ve daha fazla diyet lifi tüketiminin bu ölüm oranlarını azalttığı ortaya konmuştur (Kim & Je, 2016). Ayrıca çözümlü yulaf β -glukan'ı kan kolesterol seviyesini ve kan basıncını düşürdüğü böylelikle koroner kalp hastalığı riskini azalttığı rapor edilmiştir (Sterna vd., 2016).

Obezite, tip II diyabet, kalp damar hastalıkları, metabolik hastalıklar dahil olmak üzere birçok hastalığın risk faktörlerinden biridir. Dünya sağlık örgütünün 2013 yılında yayınladığı raporda dünyada son 10 yılda obeziteye yakalanma oranlarının arttığı ve bu konunun büyük bir endişeye yol açtığı bildirilmiştir (WHO, 2016). Nguyen ve Lau (2012) yaptıkları çalışmada, dünyada yaklaşık 1,5 milyar yetişkin insanın aşırı kilolu ya da obez olduğunu ve obezitenin küresel bir salgın olarak büyümesinin devam ettiğini bildirmişlerdir. Dünya sağlık örgütünün 2016 yılında yayınladığı rapora göre ise, 2014 yılında dünyada 2 milyar insanın aşırı kilolu olduğu ve bunun 1 milyarının obez olduğu belirtilmiştir (WHO, 2016). Yapılan çalışmalar günlük diyet lifi alımının kilo kontrolü ve obezitenin önlenmesinde katkı sağladığını göstermektedir. Howart vd. (2001) yaptıkları çalışmada, günlük ilave 14 gram diyet lifi tüketiminin günlük enerji ihtiyacını %10 düşürdüğü ve 3.8 ayda ortalama 1.9 kg kilo kaybına neden olduğunu belirtmişlerdir. Sağlıklı ve dengeli bir beslenmenin kilo kontrolüne yardımcı olduğunu ayrıca doğal kaynaklardan ya da biyoteknolojik olarak üretilen diyet lifi açısından zengin beslenmenin kilo kontrolüne destek sağladığı, lipid ve trigliserit seviyelerini düşürdüğü bildirilmektedir (Cruz-Requena vd., 2016).

Diyet lifi tüketiminin sağlık açısından etkileri göz önüne alındığında kanser türleri ile olan etkilerini de incelemek gerekmektedir. Yüksek diyet lifi tüketiminin östrojen geri emilimini inhibe etmesinden dolayı meme kanseri riskini azalttığı bildirilmiştir (Gaskins vd., 2009; Green vd., 2012). Yapılan epidemiyolojik ve deneysel çalışmalar, diyet lifinin kolon kanserinin önlenmesinde önemli rol oynadığını göstermektedir. Bağırsaktaki bakteriler tarafından çözümlü diyet liflerinin fermente edilmesi ile kısa zincirli yağ asitleri oluşmaktadır. Meydana gelen kısa zincirli yağ asitleri kalın bağırsaktan hızlıca emilmekte ve enerji metabolizmasına katılmaktadır. Propiyonik asit gibi kısa zincirli yağ asitleri, karaciğerde kolesterol sentezini azaltarak kandaki kolesterol seviyesini düşürmektedir. Ayrıca, kısa zincirli yağ asitleri kolon ortamının pH seviyesini düşürerek safra atılımını da kolaylaştırmaktadır (Soliman, 2019).

Diyet lifi tüketiminin etkisi ile bağırsak mikroflorası kısa zincirli yağ asitleri oluşturmada, safra asidi dekonjugasyonu ve biyoaktif maddelerin oluşması artmaktadır. Ayrıca diyet lifleri, kanserojen bileşiklerin bağırsak yüzeyine tutunmasını önlemekte ve bağırsak mikroflorasının gelişimini desteklemektedir (Zeng vd., 2014). Çözümlü ve çözünmez diyet lifi tüketiminin meme kanseri riskini düşürdüğü (Farvid vd., 2016), günlük 10 gram diyet lifi tüketiminin meme kanseri riskini %5 oranında azalttığı (Aune vd., 2012), 2110 kolon kanseri vakasının 7.3 yıl takip edilmesi sonucu elde edilen verilere göre yüksek diyet lifi tüketiminin kolon kanseri riskini erkeklerde %38, kadınlarda %12 oranında azalttığı rapor edilmiştir (Nomura vd., 2007). Buğday kepeği lifinin her 1 gramı 5.4 g, meyve sebze lifinin her 1 gramı 4.9 g, izole selülozun her 1 gramı ise 3 gram fekal dışkı hacmini arttırdığı bildirilmiştir (Slavin, 2005). Meyve ve sebzeler yüksek lif içeriği yanında antioksidan, antimutajenik ve antikanserojen etkilere sahip fitokimyasal bileşiklere de sahiptir. Meyve sebzelerde bulunan fitokimyasal bileşikler ve lifler kanserojen maddeleri bağlamakta veya zarar vermekte ve insülin metabolizmasını düzenlemektedir. Bu etkileri ile pankreas kanserine yakalanma riskini düşürdüğü

öngörülmektedir (Salem & Mackenzie, 2018). Yulaf β -glukanları potansiyel antikanser özellikleri nedeniyle kolon kanserine yakalanma riskini düşürmektedir (Sterna vd., 2016).

Dünya genelinde görülen büyük sağlık problemlerinden biri tip 2 diyabettir. Uluslararası diyabet federasyonuna göre 2011 yılında dünya genelinde 311 milyon yetişkin insanın, 2015 yılında 415 milyon yetişkin insanın tip 2 diyabetli olduğu, bu rakamın 2030 yılında 552 milyon, 2040 yılında ise 642 milyona yükselmesinin beklendiği bildirilmektedir (Anonim, 2015). Diyet lifi tüketimi ile diyabet arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda kadınlarda >25 g/gün, erkeklerde ise >38 g/gün diyet lifi tüketiminin tip 2 diyabet riskini %20-30 arasında düşürdüğü bildirilmiştir (Abdurrahmanoğlu, 2017). Tam tahıl veya çözülmüş tahıl liflerinin yüksek oranda alınması bu düşüşü sağlarken, meyvelerden veya belirli sebzelerden alınan çözünür, jel formunda veya fermente olabilir liflerin tip 2 diyabet riskini azaltmadığı görülmüştür (Weickert & Pfeiffer, 2018). Literatürde kepekli ekmek, tam tahıllı kahvaltılık gevrek, esmer pirinç gibi tam tahıl tüketimi ile tip 2 diyabet riski arasındaki ilişkiyi belirleyen çalışmalar bulunmaktadır (Liu vd., 2000). Yapılan çalışmalarda özellikle çözünmez tahıl liflerinin yüksek oranda (>30 g/gün) alınmasının (Aune vd., 2012) veya tahıl liflerince zengin tam tahıl ürünlerinin (>30 -40 g/gün) tüketilmesinin (Becerra-Tomas vd., 2017) insülin direncini düşürdüğü ve tip 2 diyabet riskini %20-30 arasında düşürdüğü, yine yüksek tahıl lifli beslenmenin tip 2 diyabet riskini %33 azalttığı bildirilmiştir (Weickert & Pfeiffer, 2018). Çözünür diyet lifi alımının glisemik indeks ile direkt bağlantılı olduğu çalışmalarda belirtilmektedir (Weickert & Pfeiffer, 2018).

Tip 2 diyabet hastalığının son yıllarda hızla artmasının başlıca nedenleri aşırı kilo ve yetersiz fiziksel aktivitedir. İnsanların günlük diyeti; tip 2 diyabeti doğrudan, obeziteyi ise dolaylı yoldan etkilemektedir. Tam tahıllar rafine gıdaların aksine, ruşeym ve kepek kısmını bünyesinde barındırmaktadır. Tam tahılların içerdikleri lif, vitamin, mineral ve fitokimyasalların glikoz metabolizmasını düzenlemesi ve insülin direncini düşürmesi tip 2 diyabet riskinin düşmesine ayrıca, fazla kilo ve obezitenin azalmasına neden olmaktadır (Aune vd., 2012). Tahıl liflerinin tip 2 diyabete karşı bu koruyucu etkisi: insan vücudunda enerji metabolizma döngüsünde glikoz toleransını geliştirmesi ve kısa zincirli yağ asitlerinin oluşumuna neden olması, bağışıklık sistemini geliştirmesi ve iltihaplanmayı azaltması olarak 3 şekilde açıklanabilmektedir (Davison & Temple, 2018).

Tablo 3. Tahıl ve pseudotahılların sağlık üzerine etkileri
Table 3. Effects of cereals and pseudocereals on health

	Hastalık	Sonuç	Kaynakça
Buğday	Obezite	Günlük ilave 14 g buğday kepeği tüketimi günlük enerji ihtiyacını %10 düşürmektedir.	Howart vd. (2001)
	Kolon kanseri	Günlük en az 6-8 g buğday kepeği lifi tüketiminin bağırsak mikrobiyotasının düzenlenmesine yardım ettiği ve kolon kanserine yakalanma riskini düşürdüğü rapor edilmiştir.	Jefferson ve Adolphus (2019)
Pirinç	Tip 1-2 Diyabet	Hastanede yatan 28 tip 2 diyabet hastası üzerinde yapılan bir çalışmada kahverengi pirinç tüketimi kan glukoz seviyesinde ani değişikliklere neden olmadığı ve tip 2 diyabet riskini düşürdüğü bildirilmiştir.	Kondo vd. (2017)
	Kroner kalp hastalıkları	Siyah pirinçlerin yüksek diyet lifi içeriği sayesinde arterlerde plak oluşumunu azaltarak damarların tıkanmasını önlemekte ve kalp krizi riskini düşürmektedir.	Thanuja ve Parimalavalli (2018)
	Kolesterol	Düşük glisemik indeks değerine sahip diyet lif bakımından zengin kahverengi pirinç alımının kan serum lipo protein seviyesini düşürdüğü buna bağlı olarak da HDL kolesterol seviyesini artırdığı rapor edilmiştir.	Upadhyay ve Karn (2018)

Tablo 3. Devamı
Table 3. Continuing

	Hastalık	Sonuç	Kaynakça
Mısır	Obezite	Mısır diyet lifi olarak kabul edilen dirençli nişasta bakımından zengin bir üründür. Mısırdan alınan dirençli nişastanın kolesterol metabolizmasını etkileyerek obezite ve hiperlipidemi riskini azalttığı bildirilmektedir.	Shah vd. (2016)
	Tip 2 Diyabet	Dirençli nişasta içeriği yüksek mısır tüketiminin kan ve serum insülin düzeyini dengede tuttuğu ve tip 2 diyabete yakalanma riskini düşürdüğü bildirilmektedir.	Sheng vd. (2018)
	Bağırsak	Günlük 17-30 g dirençli nişasta tüketiminin bağırsak hareketlerini düzenlediği ve ıslak dışkı ağırlığını 2,7g/gün arttırdığı ayrıca dışkı ile atılan kısa zincirli yağ asitleri ile asetat oranını yükselttiği rapor edilmiştir.	Sheng vd. (2018)
Yulaf	Kolesterol	Yulaf β -Glukanı kan kolesterol seviyesini düşürerek kronik kalp hastalığı riskini düşürmektedir.	Sterna vd. (2016)
	Kolon kanseri	Yulaf β -Glukanı antikanser özelliği nedeniyle kolon kanserine yakalanma riskini düşürmektedir.	Sterna vd. (2016)
Çavdar	Kanser	Prostat kanseri olan erkekler üzerinde yapılan bir çalışmada yüksek lifli çavdar tüketiminin kansere neden olan inflamatuvar markör C-reaktif proteinin önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir.	Landberg vd. 2010
	Kolesterol	190 sağlıklı birey üzerinde yapılan bir çalışmada bireylerin günlük diyetine fermente edilmiş çavdar kepeği ilave edilmiştir. 12 hafta sonra LDL kolesterol seviyesinde %6 oranında düştüğü bildirilmiştir.	Jonsson vd. (2018)
	Obezite	Çavdardaki bazı diyet liflerinin fermentasyonu sırasında meydana gelen bütirat gibi kısa zincirli yağ asitlerinin doyumluk hissi verdiği, ayrıca çavdar ekmeğinde serotonin benzeri maddelerin bulunduğu ve bu maddelerinde tokluk hissi oluşturduğu rapor edilmiştir.	Johansson vd. (2018)
Arpa	Kolesterol	615 kişi üzerinde yapılan bir çalışmada ortalama 4 hafta boyunca günlük 6.5-6.9 g arpa tüketiminin LDL Kolesterol seviyesini önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir.	Ho vd. (2016)
	Bağırsak	26 sağlıklı birey üzerinde yapılan bir çalışmada 2 ay boyunca günlük 3 gr arpa β -glukanı içecek şekilde uygulanan diyet sonrası dışkı mikrobiyotası incelenmiş ve bireylerin dışkılarında Clostridiaceae, Roseburia hominis, Ruminococcus sp. ve Fusobacteria sayılarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.	De Angelis vd. (2015)
	Tip 2 Diyabet	60 gün boyunca günlük 1.2 g arpa tüketimi tip 2 diyabet riskini düşürdüğü bildirilmiştir.	Yang vd. (2016)

Tablo 3. devamı
Table 3. continuing

	Hastalık	Sonuç	Kaynakça
Kinoa	Kardiyovasküler Hastalıklar	Günlük öğünde 2.5-5 g kinoa tüketiminin kalp damar hastalıklarına yakalanma riskini %21 düşürdüğü bildirilmiştir.	Mellen vd. (2008)
	Kolesterol	18 ila 45 yaşları arasındaki 22 öğrencinin 30 gün boyunca günlük diyetlerine kinoa ilave edilmesi trigliserit, toplam kolesterol ve LDL seviyelerini önemli ölçüde azalttığı ortaya konmuştur.	Farinazzi vd. (2012)
	Kolon Kanseri	Yaklaşık 40 gr kinoa tüketiminin günlük alınması gereken vitamin ve minerallerin büyük çoğunluğunu karşıladığı, yüksek diyet lifi sebebiyle kolon kanserine yakalanma riskini düşürdüğü bildirilmektedir.	Ledesma (2019)
Chia	İnme	20 yetişkin sağlıklı birey üzerinde yapılan bir çalışmada 12 hafta boyunca günde 37 g chia tohumu tüketilmesinin inme ve kalp krizi riskini düşürdüğü bildirilmiştir.	Marcinek ve Krejpcio (2017)
	Diyabet	Her gün 0-24 g arası chia tohumu ilave edilmiş ekmek tüketen 11 sağlıklı erkek ve kadın üzerinde yapılan bir çalışmada yemek sonrası 120. dk daki tokluk şeker düzeyinin düştüğü tespit edilmiştir.	Vuksan vd. (2010)
	Menopoz	Menopoz sonrası 10 sağlıklı kadın üzerinde yapılan çalışmada 7 hafta boyunca günde 25 gr öğütülmüş chia tohumunun yutulmasının menopoz sonrası oluşabilecek olumsuzlukları azalttığı bildirilmiştir.	Fin vd. (2012)
Karabuğday	Tip 2 diyabet	Günlük karabuğday tüketiminin tip 2 diyabet riskini düşürdüğü bildirilmiştir.	Kreft (2016)
	Kolesterol	Karabuğdayın yapısında bulunan çözünür diyet liflerinin toplam kolesterol seviyesini düşürdüğü tespit edilmiştir.	Bobkov (2016)
	Obezite	Günlük karabuğday alımının yüksek diyet lifi içeriği nedeniyle anti-obezite etkisi meydana getirdiği bildirilmiştir.	Kang vd. (2016)

6. Dünya’da lif tüketimi

6. Fiber consumption in the world

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’ne göre, yetişkin bir bireyin günde ortalama 25-35 g lif veya 14 g lif/1000 kcal gün, 2 yaşından büyük çocukların ise 0.5 g/kg vücut ağırlığı lif tüketmesi önerilmektedir. Ayrıca yaştan bağımsız olarak erkek bireylerin, kadınlardan daha fazla lif tüketmesi tavsiye edilmektedir (Buil-Cosiales vd., 2016). Tüketilecek diyet lifi türü ve kaynağı hakkında spesifik bir tavsiye bulunmamakla birlikte, alınacak diyet lifinin %50’den fazlasının tam tahıllardan karşılanması önerilmektedir (Evert vd., 2013). Önerilere rağmen kültürel değişimlerle birlikte gelen dışarıda yeme kültürü, kentleşme, rafine edilmiş ve işlenmiş gıda tüketimine yönelim, ekonomik yetersizlik ve bilgi eksikliği gibi nedenlerden dolayı dünya genelinde günlük diyet lifi tüketimi oldukça düşüktür (Hajishafiee vd., 2016).

Avrupa ülkelerinde diyet lifi alımı miktarları Tablo 4’te gösterilmektedir. Yapılan araştırmalar Avrupa ülkelerinde erkeklerde ortalama 20.12 g/gün, kadınlarda 17.70 g/gün diyet lifi tüketiminin olduğunu

göstermektedir. Avrupa ülkeleri içerisinde en düşük diyet lifi tüketiminin İspanya ve İngiltere’de, en yüksek diyet lifi tüketiminin ise Almanya ve Norveç’te olduğu belirtilmiştir. Ülkelerin beslenme alışkanlıklarının günlük diyet lifi tüketimi üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Farklı beslenme şekillerine sahip olan ülkelerin diyet lifi tüketimine bakıldığında Amerika Birleşik Devletleri’nde 20-35 g/gün arasında, Japonya’da 20-35 g/gün arasında, Kore’de 20-25 g/gün arasında ve Avustralya’da ise 25-30 g/gün arasında değiştiği belirtilmektedir (Kim & Paik, 2012). Türkiye’de günlük diyet lifi tüketimi ile ilgili verilere ulaşılamamıştır.

Tablo 4. Avrupa ülkelerinde günlük diyet lifi alım miktarları (g/gün) (Stephen vd., 2017)

Table 4. Daily dietary fiber intake in European countries (g/day)

	Erkek (g/gün)	Kadın (g/gün)		Erkek (g/gün)	Kadın (g/gün)
Belçika	15.67	13.83	Macaristan	24.33	21.00
Danimarka	22.00	19.43	Hollanda	21.00	17.50
Almanya	26.33	24.17	Avustralya	19.71	19.00
İrlanda	20.75	18.00	Portekiz	18.00	16.00
İspanya	13.00	12.00	Finlandiya	22.00	20.60
Fransa	18.67	16.67	İsveç	21.00	18.50
İtalya	18.50	16.50	İngiltere	13.50	11.75
Litvanya	21.00	16.00	Norveç	26.60	22.20

7. Sonuç

7. Conclusion

Diyet lifi ile ilgili araştırmalar beslenme ve sağlık üzerine etkileri ile fonksiyonel bir bileşen olarak gıda endüstrisindeki potansiyel uygulamaları üzerine yoğunlaşmaktadır. Diyet liflerinin ana kaynakları tahıllar, pseudotahıllar, bakliyatlar, meyve ve sebzelerdir. Ayrıca birçok sentetik lif de (polidekstroz, siklodekstrin vb) gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Tahıl ve pseudotahılların meyve ve sebzelere göre çözünmez diyet lif içerikleri daha yüksek seviyededir. Günlük diyet lifi alımının özellikle kolon, mide ve pankreas kanserleri olmak üzere farklı kanser türlerinin önlenmesinde katkı sağladığı, obeziteye yakalanma ihtimalini düşürdüğü, kilo kontrolüne yardımcı olduğu ve kronik kalp hastalıklarının azaltılmasında etki sağladığı görülmektedir. Bununla beraber yapılan çalışmalar ortalama diyet lifi tüketiminin önerilen düzeylerin çok altında olduğunu göstermektedir. Kronik rahatsızlıklara yakalanma riskini düşürmek, daha sağlıklı bir yaşam sürebilmek için günlük beslenmede mutlaka diyet lifine yer verilmelidir. Diyet lifi kaynağı olarak farklı ürünler mevcut olsada tahıl ve pseudotahılların lif içeriklerinin insan metabolizmasına faydalı olduğu göz önüne alınarak, günlük diyetinde 10 g ve üzerinde tahıl ve pseudotahıllara yer verilmesi önerilmektedir.

Yazar katkısı

Author contribution

AC: Makalenin organizasyonu, literatür tarama ve makale yazımı, ÖA: Makalenin organizasyonu, makale kontrolü, AS: Makalenin organizasyonu, makale kontrolü

Etik Beyanı

Declaration of ethical code

Bu makalenin yazarları, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve / veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan etmektedir.

Çıkar çatışması beyanı*Conflicts of interest*

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder

Kaynaklar*References*

- Abdurrahmanoğlu, E. T. (2017). *Yetişkinlerde tam tahıl yeme isteği, diyet lifi bilgi düzeyi ve tam tahıl tüketimi ile depresyon arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Ai, Y., & Jane, J. L. (2016). Macronutrients in corn and human nutrition. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15, 581–598. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12192>
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 21, 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.014>
- Amalraj, A., & Pius, A. (2015). Influence of oxalate, phytate, tannin, dietary fiber, and cooking on calcium bioavailability of commonly consumed cereals and millets in India. *Cereal Chemistry*, 92(4), 389–394. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-11-14-0225-R>
- Anonim, (2015, Nisan 19). *International diabetes federation. IDF diabetes*. <https://www.idf.org/e-library/epidemiology-research/diabetes-atlas.html>
- Anonim, (2019, Temmuz 7). *Çavdar*. <https://ansiklopedi.halisinden.com/%C3%87avdar>
- Anonim, (2020, Temmuz 7). *Mısır ve ürünleri*. <http://www.nud.org.tr/misir-ve-urunleri/>
- Anonim, (2022, Ekim 5). *Avrupa birliği tahıl piyasası*. <https://millermagazine.com/tr/blog/avrupa-birligi-tahil-piyasasi-1750>
- Arslan, S., & Erbaş, M. (2014). Selüloz ve selüloz türevi diyet liflerin özellikleri ve fırın ürünlerinde kullanım imkanları. *Gıda*, 39(4), 243-250.
- Aune, D., Chan, D. S., Greenwood, D. C., Vieira, A. R., Rosenblatt, D. A., Vieira, R., & Norat, T. (2012). Dietary fiber and breast cancer risk: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Annals of Oncology*, 23, 1394-1402. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdr589>
- Becerra-Tomas, N., Diaz-Lopez, A., Rosique-Esteban, N., Ros, E., Buil-Cosiales, P., Corella, D., Estruch, R., Fito, M., Serra-Majem, L., Aros, F., Lamuela-Raventos, R. M., Fiol, M., Santos-Lozano, J. M., Diez-Espino, J., Portoles, O., Salas-Salvado, J., & Investigators, P. S. (2017). Legume consumption is inversely associated with type 2 diabetes incidence in adults: A prospective assessment from the Predimed study. *Clinical Nutrition*, 37(3), 906-913. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.03.015>
- Borderias, A. J., Alonso, I. S., & Perez-Mateos, M. (2005). New applications of fibres in foods: Addition to fishery products trends. *Food Science & Technology*, 16(2005), 458–465. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.03.011>
- Boukid, F., Folloni, S., Sforza, S., Vittadini, E., & Prandi, B. (2018). Current trends in ancient grains-based foodstuffs: Insights into nutritional aspects and technological applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17, 123–136. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12315>
- Bucella, B., Molnar, D., Harasztos, A. H., & Tómoskózi, S. (2016). Comparison of the rheological and end-product properties of an industrial aleurone-rich wheat flour, whole grain wheat and rye flour. *Journal of Cereal Science*, 69, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.02.007>
- Buil-Cosiales, P., Írimia, P., Ros, E., Riverol, M., Gilabert, R., Martinez-Vila, E., Nunez, Í., Diez-Espino, J., Martinez-Gonzalez, M. A., & Serrano-Martinez, M. (2009). Dietary fibre intake is inversely associated with carotid intima-media thickness: a cross-sectional assessment in the PREDIMED study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63, 1213-1219. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.45>

- Buil-Cosiales, P., Toledo, E., Salas-Salvado, J., Zazpe, Í., Farras, M., Basterra-Gortari, F.J., Diez-Espino, J., Estruch, R., Corella, D., Ros, E., Marti, A., Gomez-Gracia, E., Ortega-Calvo, M., Aros, F., Monino, M., Serra-Majem, L., Pinto, X., Lamuela-Raventos, R. M., Babio, N., Gonzalez, J. Í., Fito, M., Martinez-Gonzalez, M. A., & Investigators, P. (2016). Association between dietary fibre intake and fruit, vegetable or whole-grain consumption and the risk of CVD: results from the prevencion con dieta mediterranea (PREDIMED) trial. *British Journal of Nutrition*, 116, 534-546. <https://doi.org/10.1017/S0007114516002099>
- Caceres, P. J., Martinez-Villaluenga, C., Amigo, L., & Frias, J. (2014). Assessment on proximate composition, dietary fiber, phytic acid and protein hydrolysis of germinated ecuatorian brown rice. *Plant Foods for Human Nutrition*, 69, 261–267. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0433-x>
- Champ, M., Langkilde, A. M., Brouns, F., Kettlitz, B., & Le Bail Collet, Y. (2003). Advances in dietary fibre characterization. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. *Nutrition Research Reviews*, 16, 71–82. <https://doi.org/10.1079/NRR200254>
- Collar, C., & Angioloni, A. (2014). Nutritional and functional performance of high β -glucan barley flours in breadmaking: mixed breads versus wheat breads. *European Food Research and Technology*, 238, 459–469. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-2128-1>
- Cruz-Requena, M., Aguilar-González, C. N., Prado-Barragan, L. A., Cunha, M. G. C., Correia, M. T. S., Contreras-Esquivel, J. C. & Rodríguez-Herrera, R. (2016). Dietary fiber, an ingredient against obesity. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(8), 522–530. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2015-07-521>
- Davison, K. M., & Temple, N. J. (2018). Cereal fiber, fruit fiber, and type 2 diabetes: explaining the paradox. *Journal of Diabetes Complications*, 32, 240-245. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2017.11.002>
- De Angelis, M., Montemurno, E., Vannini, L., Cosola, C., Cavallo, N., Gozzi, G., Maranzano, V., Di Cagno, R., Gobbetti, M., & Gesualdo, L. (2015). Effect of whole-grain barley on the human fecal microbiota and metabolome. *Applied and Environmental Microbiology* 81, 7945–7956. <https://doi.org/10.1128/AEM.02507-15>
- De Falco, B., Amato, M., & Lanzotti, V. (2017). Chia seeds products: an overview. *Phytochemistry Reviews*, 16, 745–760. <https://doi.org/10.1007/s11101-017-9511-7>
- De Santis, M. A., Kosik, O., Passmore, D., Flagella, Z., Shewry, P. R., & Lovegrove, A. (2018). Comparison of the dietary fibre composition of old and modern durum wheat (*Triticum turgidum* spp. durum) genotypes. *Food Chemistry*, 244, 304–310. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.143>
- Demirci, M., Sağdıç, O., Çavuş, M., Pehlivanoğlu, H., Çağları, M. Y., & Yılmaz, M. T. (2017). Prebiyotik oligosakkaritlerin kaynakları, üretimleri ve gıda uygulamaları. *European Journal of Science and Technology*, 6(10), 20-31.
- Djurle, S., Andersson, A. A. M., & Andersson, R. (2016). Milling and extrusion of six barley varieties, effects on dietary fibre and starch content and composition. *Journal of Cereal Science*, 72, 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.09.017>
- Dodevska, M. S., Djordjevic, B. I., Sobajic, S. S., Miletic, I. D., Djordjevic, P. B., & Dimitrijevic-Sreckovic, V. S. (2013). Characterisation of dietary fibre components in cereals and legumes used in Serbian diet. *Food Chemistry*, 141, 1624–1629. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.078>
- Elmadfa, L. (2009). European nutrition and health report, 62, 12–13.
- Ertas-Öztürk, Y., & Şanlier, N. (2017). Chia seed (*Salvia hispanica* L.): It's place in nutrition and relation with health a review. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 9(4), 101–111.
- Evert, A. B., Boucher, J. L., Cypress, M., Dunbar, S. A., Franz, M. J., Mayer-Davis, E. J., Neumiller, J. J., Nwankwo, R., Verdi, C. L., Urbansk, P., & Yancy, W. S. (2013). Nutrition therapy recommendations for the management of adults with diabetes. *Diabetes Care*, 36, 3821-3842. <https://doi.org/10.2337/dc14-S120>
- FAO, (2018, Temmuz 10). *Faostat*. <http://www.fao.org/faostat>

- Farinazzi, F. V. M., Barbalho, S. M., Oshiiwa, M., Goulart, R., & Junior, O. P. (2012). Use of cereal bars with quinoa (*chenopodium quinoa* w.) to reduce risk factors related to cardiovascular diseases. *Food Science and Technology*, 32, 239-244. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000040>
- Farvid, M. S., Eliassen, A. H., Cho, E., Liao, X., Chen, W. Y., & Willett, W. C. (2016). Dietary fiber intake in young adults and breast cancer risk. *Pediatrics*, 137, 12-26. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-1226>
- Frølich, W., Aman, P., & Tetens, I. (2013). Whole grain foods and health—a scandinavian perspective. *Food & Nutrition Research*, 57, 18503. <https://doi.org/10.3402/fnr.v57i0.18503>
- Gaskins, A. J., Mumford, S. L., Zhang, C., Wactawski-Wende, J., Hovey, K. M., Whitcomb, B. W., Howards, P. P., Perkins, N. J., Yeung, E., & Schisterman, E. F. (2009). Effect of daily fiber intake on reproductive function: the BioCycle Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90, 1061-1069. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.27990>
- Gewehr, M. F., Danelli, D., De Melo, L. M., Flores, S. H., & De Jong, E. V. (2017). Nutritional and technological evaluation of bread made with quinoa flakes (*Chenopodium Quinoa* Willd.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, 1–8. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12803>
- Giménez-Bastida, J. A., Piskula, M. K., & Zieliński, H. (2015). Recent advances in processing and development of buckwheat derived bakery and non-bakery products – a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 65(1), 9-20. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0005>
- Graf, B. L., Rojas-Silva, P., Rojo, L. E., Delatorre-Herrera, J., Baldeo'n, M. E., & Raskin, I. (2015). Innovations in health value and functional food development of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, 431–445. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12135>
- Green, L. E., Dinh, T. A., & Smith, R. A. (2012). An estrogen model: the relationship between body mass index, menopausal status, estrogen replacement therapy, and breast cancer risk. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 792375. <https://doi.org/10.1155/2012/792375>
- Guine, F., Duarte, J., Ferreira, M., Correia, P., Leal, M., Rumbak, I., Baric, I. C., Komes, D., Satalic, M., Saric, M. M., Tarcea, M., Fazakas, Z., Jovanoska, D., Vanevski, D., Vittadini, E., Pellegrini, N., Szucs, V., Harangozo, J., Kenawy, A., El-Shenawy, O., Yalcin, E., Kösemeci, C., Klava, D., & Straumite, E. (2016). Attitudes toward dietary fibre on a multicultural basis: a fibre study framework. *Current Nutrition and Food Science*, 12(2), 132-141.
- Hajishafiee, M., Saneei, P., Benisi-Kohansal, S., & Esmailzadeh, A. (2016). Cereal fibre intake and risk of mortality from all causes, CVD, cancer and inflammatory diseases: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *British Journal of Nutrition*, 116, 343-352. <https://doi.org/10.1017/S0007114516001938>
- Halef Dizlek, H., Özer, M. S., İnanç, E., & Gül, H. (2009). Karabuğday'ın (*Fagopyrum Esculentum* Moench) bileşimi ve gıda sanayinde kullanım olanakları. *Gıda*, 34(5), 317-324.
- He, M., Van Dam, R. M., Rimm, E., Hu, F. B., & Qi, L. (2010). Whole-grain, cereal fiber, bran, and germ intake and the risks of all-cause and cardiovascular disease-specific mortality among women with type 2 diabetes mellitus. *Circulation*, 121, 2162-2168. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.90736>
- Hipsley, E. H. (1953). Dietary “fibre” and pregnancy toxemia. *British Medicana Journal*, 2, 420.
- Ho, Hvt., Sievenpiper, J. L., Zurbau, A., Mejia, B., Jovanovski, E., Au-Yeung, F., Jenkins, A. L., & Vuksan, V. (2016). A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of the effect of barley β-glucan on LDL-C, non-HDL-C and apoB for cardiovascular disease risk reduction. *European Journal of Clinical Nutrition*, 70, 1239–1245. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.89>
- Honcu, I., Slukova, M., Vaculova, K., Sedlackova, I., Wiege, B., & Fehling, E. (2016). The effects of extrusion on the content and properties of dietary fiber components in various barley cultivars. *Journal of Cereal Science*, 68, 132–139. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.01.012>
- Howarth, N. C., Saltzman, E., & Roberts, S. B. (2001). Dietary fiber and weight regulation. *Nutrition Reviews*, 59(5), 129-139.

- Hu, D., Huang, J., Wang, Y., Zhang, D., & Qu, Y. (2014). Fruits and vegetables consumption and risk of stroke: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Stroke*, 45, 1613-1619. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.004836>
- Huang, T., Xu, M., Lee, A., Cho, S., & Qi, L. (2015). Consumption of whole grains and cereal fiber and total and cause-specific mortality: prospective analysis of 367,442 individuals. *BMC Medicine*, 13, 59. <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0294-7>
- Jefferson, A., & Adolphus, K. (2019). The effects of intact cereal grain fibers, including wheat bran on the gut microbiota composition of healthy adults: a systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 6, 33. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00033>
- Ji, C. M., Shin, J.A., Cho, J. W., & Lee, K. T. (2013). Nutritional evaluation of immature grains in two Korean Rice cultivars during maturation. *Food Science and Biotechnology*, 22(4), 903–908. <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0162-1>
- Jin, F., Nieman, D. C., Sha, W., Xie, G., Qiu, Y., & Jia, W. (2012). Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. *Journal of Plant Food and Human Nutrition*, 67, 105-110. <https://doi.org/10.1007/s11130-012-0286-0>
- Johansson, D. P., Vázquez Gutiérrez, J. L., Landberg, R., Alming, M., & Langton, M. (2018). Impact of food processing on rye product properties and their in vitro digestion. *European Journal of Nutrition*, 57, 1651–1666. <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1450-y>
- Jones, J. M. (2014). CODEX-aligned dietary fiber definitions help to bridge the ‘fiber gap’. *Jones Nutrition Journal*, 13-34.
- Jonsson, K., Andersson, R., Knudsen, K. E. B., Hallmans, G., Hanhineva, K., & Katina, K. (2018). Rye and health—Where do we stand and where do we go. *Trends in Food Science & Technology*, 79, 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.06.018>
- Joshi, D. C., Chaudhari, G. V., Sood, S., Kant, L., Pattanayak, A., Zhang, K., & Zhou, M. (2019). Revisiting the versatile buckwheat: reinvigorating genetic gains through integrated breeding and genomics approach. *Planta*, 250(3), 783-801. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-03080-4>
- Kang, S. (2016). Major components and health functionalities of brown rice, germinated brown rice, barley and buckwheat. *Korea Agricultural Science Digital Library*, 20(3), 175-182.
- Keskin, Ş., & Evlice, A. (2015). Fırın ürünlerinde kinoa kullanımı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 150-156. <https://doi.org/10.21566/tbmaed.50292>
- Khan, M. A., Nadeem, M., Rakha, A., Shakoar, S., Shehzad, A., & Khan, M. R. (2016). Structural characterization of oat bran (1!3), (1!4) - β -D-glucans by lichenase hydrolysis through high-performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection. *International Journal of Food Properties*, 19, 929–935. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1045519>
- Kılınççeker, O., & Büyük, G. (2019). Amarant (*Amaranthus* spp.)’ın bazı özellikleri ve et ürünlerinde kullanımı. *ADYÜTAYAM*, 7(2), 36-42.
- Kim, H. J., & Paik, H. D. (2012). Functionality and application of dietary fiber in meat products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 32(6), 695-705. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2012.32.6.695>
- Kim, Y., & Je, Y. (2016). Dietary fibre intake and mortality from cardiovascular disease and all cancers: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Archives of Cardiovascular Diseases*, 109, 39-54. <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2015.09.005>
- Knudsen, K. E. B., Nørskov, N. P., Bolvig, A. K., Hedemann, M. S., & Lærke, H. N. (2017). Dietary fibers and associated phytochemicals in cereals. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7), 1–15. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600518>
- Kondo, K., Morino, K., Nishio, Y., Ishikado, A., Arima, H., Nakao, K., Nakagawa, F., Nikami, F., Sekine, O., Nemoto, K., Suwa, M., Matsumoto, M., Miura, K., Makino, T., Ugi, S., & Maegawa, H. (2017). Fiber-rich diet with brown

- rice improves endothelial function in type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial. *Plos One*, 12(6), 0179869. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179869>
- Köten, M., Ünsal, A. S. & Atlı, A. (2013). Arpanın insan gıdası olarak değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(2), 51-55.
- Kreft, M. (2016). Buckwheat phenolic metabolites in health and disease. *Nutrition Research Reviews*, 29, 30–39. <https://doi.org/10.1017/S0954422415000190>
- Landberg, R., Andersson, S., Zhang, J. X., Johansson, J. E., Stenman, U., Adlercreutz, H., Kamal-Eldin, A., Aman, P., & Hallmans, G. (2010). Rye whole grain and bran intake compared with refined wheat decreases urinary c-peptide, plasma insulin, and prostate specific antigen in men with prostate cancer. *The Journal of Nutrition and Disease*, 140, 2180-2186. <https://doi.org/10.3945/jn.110.127688>
- Ledesma, B. (2019). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a source of nutrients and bioactive compounds: a review. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, 2(3), 27-47. <https://doi.org/10.31989/bchd.v2i3.556>
- Li, G., & Zhu, F. (2017). Physicochemical properties of quinoa flour as affected by starch interactions. *Food Chemistry*, 221, 1560–1568. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.137>
- Li, S., Flint, A., Pai, J. K., Forman, J. P., Hu, F. B., Willett, W. C., Rexrode, K. M., Mukamal, K. J., & Rimm, E. B. (2014). Dietary fiber intake and mortality among survivors of myocardial infarction: prospective cohort study. *BMJ*, 348, 26-59. <https://doi.org/10.1136/bmj.g2659>
- Liu, S., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Hu, F. B., Giovannucci, E., Colditz, G., Hennekens, C. H., & Willett, W. C. (2000). A prospective study of whole-grain intake and risk of type 2 diabetes mellitus in us women. *American Journal of Public Health*, 90(9), 1409–1415. <https://doi.org/10.2105/ajph.90.9.1409>
- Madeira, J. V., Contesini, F. J., Calzado, F., Rubio, M. V., Zubieta, M. P., Lopes, D. B. & Melo, R. R. (2017). Agro-industrial residues and microbial enzymes: An overview on the eco-friendly bioconversion into high value-added products. *Biotechnology of Microbial Enzymes*, 475-511. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803725-6.00018-2>
- Mankan, E. (2008). *Hamurun fiziksel özelliklerinin çavdar ekmeğinin kalitesi üzerine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Marcinek, K., & Krejpcio, Z. (2017). Chia seeds (*salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications – a review. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, 68(2),123-129.
- Marotti, I., Bregola, V., Aloisio, I., Di Gioia, D., Bosi, S., & Di Silvestro, R. (2012). Prebiotic effect of soluble fibres from modern and old durum-type wheat varieties on *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 2133–2140. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5597>
- Martinez-Villaluenga, C., Penas, E., & Hernandez-Ledesma, E. (2020). Pseudocereal grains: nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. *Food and Chemical Toxicology*, 137(2020), 111178. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111178>
- Mellen, P. B., Walsh, T. F., & Herrington, D. M. (2008). Whole grain intake and cardiovascular disease: A meta-analysis. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 18, 283-290. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2006.12.008>
- Mensinka, M. A., Frijlink, H. W., Maarschalka, K. V., & Hinrichs, W. L. J. (2015). Inulin, a flexible oligosaccharide I: Review of its physicochemical characteristics. *Carbohydrate Polymers*, 130(2015), 405–419. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.05.026>
- Messia, M. C., Candigliota, T., De Arcangelis, E., & Marconi, E. (2017). Arabinoxylans and β -glucans assessment in cereals. *Italian Journal of Food Science*, 29, 112–122.
- Mir, N. A., Riar, C. S., & Singh, S. (2018). Nutritional constituents of pseudo cereals and their potential use in food systems: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.016>
- Miranda, M., Vega-Ga'ívez, A., Martinez, E. A., Lopez, J., Marin, R., Aranda, M., & Fuentes, F. (2013). Influence of contrasting environments on seed composition of two quinoa genotypes: nutritional and functional properties.

Chilean Journal of Agricultural Research, 73(2), 108–116. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392013000200004>

- Murakami, K. & Livingstone, M. B. (2016). Associations between meal and snack frequency and diet quality and adiposity measures in british adults: findings from the national diet and nutrition survey. *Public Health Nutrition*, 19, 1624-1634. <https://doi.org/10.1017/S1368980015002979>
- Nomura, A. M., Hankin, J. H., Henderson, B. E., Wilkens, L. R., Murphy, S., Pike, M. C., Le Marchand, L., Stram, D. O., Monroe, K. R., & Kolonel, L. N. (2007). Dietary fiber and colorectal cancer risk: the multiethnic cohort study. *Cancer Causes Control*, 18, 753-764. <https://doi.org/10.1007/s10552-007-9018-4>
- Pereira, M. A., O'Reilly, E., & Augustsson, K. (2004). Dietary fiber and risk of coronary heart disease a pooled analysis of cohort studies. *Archives International. Medicine*, 164(4), 370-376. <https://doi.org/10.1001/archinte.164.4.370>
- Prasad, V. S. S., Hymavathi, A., Ravindra Babu, V., & Longvah, T. (2018). Nutritional composition in relation to glycemic potential of popular Indian rice varieties. *Food Chemistry*, 238, 29–34. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.138>
- Prasanthi, P. S., & Naveena, N., Vishnuvardhana Rao, M., Bhaskarachary, K. (2017). Compositional variability of nutrients and phytochemicals in corn after processing. *Journal of Food Science and Technology*, 54(5), 1080–1090. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2547-2>
- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., Iafelice, G., Marconi, E., & D'andria, R. (2012). Yield and quality characteristics of quinoa grown in open field under different saline and non-saline irrigation regimes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198, 254–263. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2012.00509>
- Rainakari, A. I., Rita, H., Putkonen, T., & Pastell, H. (2016). New dietary fibre content results for cereals in the Nordic countries using AOAC 2011.25 method. *Journal of Food Composition and Analysis*, 51, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.06.001>
- Rasane, P., Jha, A., Sabikhi, L., Kumar, A., & Unnikrishnan, V. S. (2015). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods—a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 662–675. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1>
- Robin, F., Theoduloz, C., & Srichuwong, S. (2015). Properties of extruded whole grain cereals and pseudocereals flours. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 2152–2159. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12893>
- Saldamlı, İ. (2007). *Gıda kimyası* (4. Baskı). Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Salem, A. A., & Mackenzie, G. G. (2018). Pancreatic cancer: A critical review of dietary risk. *Nutrition Research*, 52, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2017.12.001>
- Sebastiena, G., Christopheb, B., Marioa, A., Pascala, L., Michela, P., & Aurore, R. (2014). Impact of purification and fractionation process on the chemicalstructure and physical properties of locust bean gum. *Carbohydrate Polymers*, 108(2014), 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.02.092>
- Shah, T. R., Prasad, K., & Kumar, P. (2016). Maize—A potential source of human nutrition and health: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 2, 1166995. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1166995>
- Sheng, S., Li, T., & Liu, R. (2018). Corn phytochemicals and their health benefits. *Food Science and Human Wellness*, 7, 185–195. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2018.09.003>
- Sidhu, J. S., Kabir, Y., & Huffman, J. (2007). Functional foods from cereal grains. *International Journal of Food Properties*, 10, 231–244. <https://doi.org/10.1080/10942910601045289>
- Slavin, J. L. (2005). Dietary fiber and body weight. *Nutrition*, 21, 411-418. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.08.018>
- Soliman, G. A. (2019). Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. *Nutrients*, 11, 1155. <https://doi.org/10.3390/nu11051155>

- Srichuwong, S., Curti, D., Austin, S., King, R., Lamothe, L., & Gloria-Hernandez, H. (2017). Physicochemical properties and starch digestibility of whole grain sorghums, millet, quinoa and amaranth flours, as affected by starch and non-starch constituents. *Food Chemistry*, 233, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.019>
- Steadman, K. J., Burgoon, M. S., Lewis, B. A., Edwardson, S. E., & Obendorf, R. L. (2001). Buckwheat seed milling fractions: Description, macronutrient composition and dietary fibre. *Journal of Cereal Science*, 33, 271–278. <https://doi.org/10.1006/jcrs.2001.0366>
- Stephen, A. M., Champ, M. M. J., Cloran, S. J., Fleith, M., Van Lieshout, L., Mejborn, H., & Burley, V. J. (2017). Dietary fibre in Europe: current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition research reviews*, 30(2), 149-190. <https://doi.org/10.1017/S095442241700004X>
- Sterna, V., Zute, S., & Brunava, L. (2016). Oat grain composition and its nutrition benefice. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 252–256. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.100>
- Sterna, V., Zute, S., Jansone, I., & Kantane, I. (2017). Chemical composition of covered and naked spring barley varieties and their potential for food production. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 67(2), 151–158. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2016-0019>
- Tang, Y., & Tsao, R. (2017). Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7), 1–16. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600767>
- Tarcea, M., Rus, V., & Zita, F. (2017). Insight of dietary fibers consumption and obesity prevention. *Journal of Obesity & Eating Disorders*, 3(1), 31.
- Taş, M. (2019, Temmuz 10). Aşkla ye, diyet lifi ve sağlık. <https://www.medyakesan.com.tr/askla-ye-saglikli-yasa-diyet-lifi-ve-saglik-makale,544.html>
- Teixeira, C., Nyman, M., Andersson, R., & Alminger, M. (2016). Effects of variety and steeping conditions on some barley components associated with colonic health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 4821–4827. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7923>
- Thanuja, B., & Parimalavalli, R. (2018). Role of black rice in health and diseases. *International Journal of Health Sciences & Research*, 8(2), 241-248.
- Theuwissen, E., & Mensink, R. P. (2008). Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease. *Physiology & Behavior*, 94(2008), 285–292. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2008.01.001>
- Threapleton, D. E., Greenwood, D. C., Evans, C. E., Cleghorn, C. L., Nykjaer, C., Woodhead, C., Cade, J. E., Gale, C. P. & Burley, V. J. (2013). Dietary fibre intake and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 347, 68-79.
- Upadhyay, A., & Karn, S. (2018). Brown rice: nutritional composition and health benefits. *Journal of Food Science and Technology Nepal*, 10, 48-54. <https://doi.org/10.3126/jfstn.v10i0.19711>
- Venskutonis, P. R., & Kraujalis, P. (2013). Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: a review on composition, properties, and uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12, 381–412. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12021>
- Vitaglione, P., Napolitano, A., & Fogliano, V. (2008). Cereal dietary fibre: A natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. *Trends in Food Science & Technology*, 19, 451–463. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.02.005>
- Vuksan, V., Jenkins, A. L., Dias, A. G., Lee, A. S., Jovanovski, E., Rogovik A. L., & Hanna, A. (2010). Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: possible explanation of the long-term effects of whole grain Salba (*Salvia Hispanica* L.). *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(4), 436-438. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.159>
- Weickert, M. O., & Pfeiffer, A. F. (2018). Metabolic effects of dieatry fiber consumption and prevention of diabetes. *Journal of Nutritional*, 138(3), 439-442. <https://doi.org/10.1093/jn/138.3.439>

- WHO, (2016). *Obesity and overweight*. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
- Yang, J., Zeng, Y., Yang, X., Pu, X., & Du, J. (2016). Utilization of barley functional foods for preventing chronic diseases in China. *Agricultural Science and Technology*, 17(9), 2195-2204.
- Zeng, H., Lazarova, D. L., & Bordonaro, M. (2014). Mechanisms linking dietary fiber, gut microbiota and colon cancer prevention. *World Journal of Gastrointestinal Oncology*, 6, 41-51. <https://doi.org/10.4251/wjgo.v6.i2.41>