

<http://foodbulletin.net>

e-ISSN: 2979-9848

<https://prensip.gen.tr>

DERLEME MAKALE | REVIEW ARTICLE

Yağlı Tohumlar ve Sert Kabuklu Meyvelerin Selenyum İçeriği ve Selenyumun İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi**Selenium Content of Oil Seeds and Nuts, and the Effect of Selenium on Human Health**Zeynep Gülser Ulutaş¹ • Abdullah Öksüz² ¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Konya/Türkiye¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Nezahat Keleşoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Konya/Türkiye**MAKALE BİLGİSİ****Makale Geçmişi**

Gönderilme: 26.06.2023

Kabul: 30.06.2023

İlk Yayınlanma: 30.06.2023

Anahtar Kelimeler

Sağlık

Selenyum

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler

**ARTICLE INFO****Article History**

Received: 26.06.2023

Accepted: 30.06.2023

First Published: 30.06.2023

Keywords

Health

Oilseeds and nuts

Selenium

ÖZET

Yağlı tohumlar ve kuruyemişler eski çağlardan beri insanların beslenmesinde önemli bir yere sahip olmuştur. Fındık, ceviz, badem, çam fıstığı, antep fıstığı, yer fıstığı, Brezilya fıstığı, kaju fıstığı, kabak çekirdeği ve ayçiçeği çekirdeğini içeren bu besin grupları, makro ve mikro besinler dahil olmak üzere birçok besin türünü içerir. Mikro besin öğeleri arasında bulunan selenyum, pekçok enzimatik faaliyetlerde yer alır. Elzem aminoasitler ile bileşik oluşturarak selenoproteinleri oluşturur, ve oksidatif hasarı önlemede antioksidan gibi görev yapar. Yetişkin bireyin selenyum ihtiyacı çok düşük olmasına rağmen (55 mcg), yetersiz selenyum alımı tiroid bezlerinin iyot emilimini, bu hormonların yeniden üretilmesini ve metabolizmasını azaltabilir. Yiyeceklerin selenyum içerikleri, bitkilerin yetiştiği coğrafi bölgeye göre değişir. Bu nedenle bitki kaynaklı gıdaların selenyum içerikleri yetiştiği toprağın selenyum içeriğini yansıtır. Yağlı tohumlar ve kabuklu yemişler selenyum açısından zengin görünür; bunların arasında Brezilya fıstığı en zengin selenyum kaynağıdır. Biyolojik yapısından dolayı selenyum, protein içeriği yüksek hayvansal gıdalarda daha fazla bulunur. Bununla birlikte, bitkisel ürünlerdeki selenyumun biyoyararlanımı hayvansal gıdalardan daha yüksektir. Bunun nedeni, bitkisel ürünlerde bulunan bir selenyum formu olan selenometiyonin, diğer selenyum formlarına kıyasla daha yüksek bir biyoyararlanıma sahip olmasıdır ve selenometiyonin bitkisel ürünlerde daha baskındır. Bu derlemede, çeşitli gıda ürünlerinin selenyum içerikleri ve bunların sağlık üzerindeki etkileri hakkında olacaktır.

ABSTRACT

Oilseeds and nuts have had a crucial place in people's diets since ancient times. These food groups, including hazelnuts, walnuts, almonds, pine nuts, pistachios, peanuts, Brazil nuts, cashews, pumpkin seeds, and sunflower seeds contain many types of nutrients including macro and micronutrients. Among this nutrient, selenium is considered as one of essentials micro nutrient in the body by taking part of enzymatic activities, proteins such as selenoproteins, and acts as an antioxidant by preventing oxidative damage. Although, Selenium requirement of an adult is so small (55 mcg), insufficient intakes of selenium may diminish the absorption of iodine, reproduction, and metabolism of thyroid glands. Selenium contents of the food vary with the geographic location where plants grow. Therefore, the selenium contents of the plant-originated foods reflect the selenium content of the soil where they grow. Oil seeds and nuts seem rich in selenium; among them, the Brazilian nut is the richest source of selenium. Due to its biological structure, selenium is found more in animal foods with high protein content. However, the bioavailability of selenium in plant products is higher than in animal foods. This is because selenomethionine, a form of selenium found in herbal products, has a higher bioavailability compared to other forms of selenium and that selenomethionine is more dominant in herbal products. This review will focus on the selenium contents of various food products and their health effect.

Bu makaleyi aşağıdaki gibi alıntılایınız | Please cite this paper as follows:

Ulutaş, Z. G., & Öksüz, A. (2023). Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerin selenyum içeriği ve selenyumun insan sağlığı üzerine etkisi. *Food Bulletin*, 2(1), 8-22. <https://doi.org/10.29329/foodb.2023.570.02>

1. Giriş

İnsanların birincil amacı, sağlıklı ve üretken olarak bir yaşam sürmektir. Sağlıklı ve üretken olmak, bedenen, ruhen ve

sosyal açıdan iyi gelişmiş bir vücuda sahip olmak ve bu yapının uzun bir süre bozulmadan sürdürülmesi ile gerçekleşebilmektedir. İnsan sağlığı; genetik, iklim, çevre ve

Sorumlu yazar | Corresponding author
E-mail address: aoksuz@erbakan.edu.tr

beslenme gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Bu faktörlerin en başında da beslenme yer almaktadır (Baysal, 2017).

Beslenme, “sağlığın korunması ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi için vücudun gereksinimi olan enerji, besin öğeleri ve biyoaktif bileşenlerin yeterli miktarlarda ve uygun zamanlarda almak için bilinçli yapılan bir davranış” olarak tanımlanmaktadır (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, 2017). Sağlıklı bir beslenme, yeterli ve dengeli bir beslenme ile mümkün olmaktadır. Yeterli ve dengeli beslenme, vücudumuzun büyümesi, yenilenmesi ve üretken olarak yaşamımızı sürdürmek için ihtiyacımız olan besin öğelerinin her birinin yeterli bir şekilde alınmasıdır. Bunu yapabilmek ancak çeşitli beslenme ile mümkün olmaktadır.

Çeşitli beslenme, her gün her bir besin grubundan belirli miktarlarda besin alınması ile sağlanmaktadır (Alphan, 2019). Besin grupları, içerdikleri besin öğelerinin tür ve miktarına göre değişiklik göstermektedir. Besin gruplarının bazıları enerji yönünden, bazıları protein, bazıları vitamin yönünden zengin içerikleri ile ayırt edilmektedir. Besin grupları, sağladıkları yararlar yönünden 5 esas gruba ayrılmaktadır. Bunlar;

- Et, yumurta, kurubaklagiller ve yağlı tohumlar
- Süt ve süt ürünleri
- Sebze ve meyveler
- Tahıllar ve tahıl ürünleri
- Yağlar ve tatlılardır (Baysal vd., 2019).

Bu besin grupları içerisinde yer alan yağlı tohumlar ve sertkabuklu meyveler, içerdikleri yağ, protein, karbonhidrat, mineraller ve vitaminler nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olmaktadır (Onat vd., 2017). Yağlı tohumlar bitkisel kaynaklı, badem, fındık, ceviz ve türleri, kaju, yer fıstığı, ay çekirdeği, kabak çekirdeği, çam fıstığı ve Antep fıstığı gibi besinlerin genel adıdır (Salas-Salvado & Pascual-Compte, 2023).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerin besin içeriğine bakıldığında enerji açısından yoğun bir besin olduğu görülmektedir. Yağlı tohumların besin bileşiminin, %43-67'sini yağ, %8-22'sini protein, %1-3'ünü kül, %0,6-4'nü karbonhidrat, %0,2-1,6'sını polifenoller ve %0,2-0,4'ünü fitatlar oluşturmaktadır. Ayrıca vücudumuz için önemli olan karotenoidler, fitosteroller, vitaminler ve mineraller (özellikle magnezyum, folat, potasyum ve selenyum) gibi biyoaktif bileşenler de yağlı tohumlarda bulunmaktadır (Venkatachalam & Sathe, 2006; Ros, 2015).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler, içerisinde bulunan selenyum, canlıların büyüme, gelişme ve üremesi için gerekli olan esansiyel bir iz elementtir (Köhrle vd., 2000). Selenyumun besin zincirine katılımı, toprakta bulunan selenyumunun bitkilere geçmesi ile sağlanmaktadır ve bu yüzden bitkilerdeki selenyum içeriği coğrafi konuma göre farklılık göstermektedir

(Brown & Arthur, 2007). Brezilya fındığı (*Bertholletia excelsa*), yüksek selenyum konsantrasyonu ve biyoyararlanımı nedeniyle mükemmel bir selenyum kaynağı olarak kabul edilmektedir (Thomson vd., 2008).

Selenyum, enzim ve antioksidan olarak vücut içerisinde bir rol oynadığı için tiroit hormonu üretiminde, bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde, virüs gelişimini durdurmada, HIV ve AIDS gibi hastalıklarının ilerlemesini yavaşlatmada, kadınlarda düşük riskini azaltmada, oksidatif stresin azalmasında, kardiyovasküler hastalık riskinin düşmesinde ve kanser oluşumunu engellemede görev alabilmektedir (Rayman, 2000).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler selenyumun yanında tekli doymamış yağ asitleri, bitkisel protein, çözünebilir posa, magnezyum, potasyum ve çinko gibi besin bileşimlerinden zengin olması nedeniyle insan sağlığı üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır (Dikmen, 2015; Wojdylo vd., 2020). Yapılan epidemiyolojik gözlem çalışmalarında, yağlı tohumların tüketim sıklığının kardiyovasküler hastalıklar, metabolik sendrom, Tip II diyabet, kanser ve böbrek hastalıkları üzerinde olumlu etkileri olduğu bulunmuştur (Kendall vd., 2010; Vigiouk vd., 2014; Giuseppe vd., 2015; Becerra-Tomas vd., 2019; Lambert vd., 2020)

Bu derlemede önemli bir besin grubu olan yağlı tohumların selenyum ve diğer besin öğe içerikleri ve selenyumun insan sağlığı üzerindeki etkisi incelemek amaçlanmıştır.

2. Yağlı Tohumlar ve Sert Kabuklu Meyveler

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler; fındık, ceviz, badem, çam fıstığı, yer fıstığı, antep fıstığı, kaju, kabak çekirdeği, ay çekirdeği ve susam gibi bitkisel kaynaklı besinleri içeren besin grubudur (Ayaz, 2012).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler, ilk çağlardan beri insanların diyetinde önemli bir yer kaplamıştır. Antep fıstığının ilk tüketim kayıtlarına bakıldığında Taş Devrine (M. Ö. 7000 yılları) kadar uzandığı görülmektedir. Roma, Pers ve Arap mutfağında, yahniler ve sosların kıvamını arttırmak için yer fıstığı kullandığı ve daha sonra bu uygulamanın Avrupa'ya yayıldığı bazı kaynaklarda yer almaktadır. Asya'nın keşfi sırasında, fındık İran'dan Çin'e yayılmıştır ve değerli bir besin haline gelmiştir. İskandinav ülkelerinde yağlı tohumlar kurutulmuş, uzun ve sert kış mevsimi için kullanılmak üzere depolandığı bildirilmektedir (Rainey & Nyquist, 1997).

Günümüzde yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler, yemek tariflerinde, sürülebilir besinlerde ve atıştırma ürünlerinde olmak üzere çeşitli şekillerde tüketilmektedir (King vd., 2008). Batı diyeti ve Akdeniz diyetinde, atıştırma ya da tuzlu-tatlı yemeklere ilave edilen aroma verici bir besin olarak kullanılmaktadır. Vegetaryen diyet ve diğer bitkisel kaynaklı diyetlerde, yağlı tohumlar önemli protein ve besin öğe kaynağı

olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yağlı tohumlar, fıstık ezmesi veya vegan peynir (kaju ezmesinden yapılan) gibi bazı sürülebilir besinler olarak karşımıza çıkabilmektedir (Salas-Salvado & Pascual-Compte, 2023).

3. Yağlı Tohumlar ve Sert Kabuklu Meyvelerin Besin Öğe İçerikleri

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler, içerisinde makro besin öğeleri (karbonhidrat, protein, yağ), mikro besin öğeleri (mineraller ve vitaminler), yağda çözünen biyoaktif maddeler (doymamış yağ asitleri, fosfolipitler, sterol esterler, tokoferoller, tokotrienoller, fitosteroller, fitostanoller, skualen, terpenoidler, sfingolipidler, karotenoidler ve uçucu yağlar), posa ve fenolik bileşikler dahil olmak üzere bir dizi sağlığı iyileştirici ve geliştirici bileşikler içermektedir (Alasalvar & Bolling, 2015; Alasalvar ve., 2020).

Besinler enerji yoğunluğuna göre dört gruba ayrılmaktadır. Bunlar;

- çok düşük enerji yoğunluğuna sahip gıdalar (<0,6 kkal/g),
- düşük enerji yoğunluğuna sahip gıdalar (0,6-1,5 kkal/g),
- orta enerji yoğunluğuna sahip gıdalar (1,5-4 kkal/g) ve
- yüksek enerji yoğunluğuna sahip gıdalardır (>4 kkal/g).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler yüksek enerji yoğunluğuna sahip gıdalar grubuna girmektedir (Rolls vd., 1999) (Tablo 1). Yağlı tohumlara uygulanan yağla kavurma işlemi ile besinin enerji yoğunluğu daha da arttığı bildirilmektedir (Brufau vd., 2006).

Yağlı tohumların yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmasının nedeni, 42-76 g/100g arasında değişen yüksek bir toplam yağ ile karakterize edilen besinsel bileşimleri içermeleridir. Yağlı tohumların yağ asit içeriği insan sağlığı için faydalıdır. Yağlı tohumlar içeriğinde doymuş yağ asitleri az içerirken başta tekli doymamış yağ asitleri olmak üzere doymamış yağ asitleri fazla içermektedir. (Freitas & Naves, 2010; Souza vd., 2015) (Tablo 1).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler tekli doymamış yağ asitleri oranı yüksektir ancak bazı besinler bu genellemenin dışında yer almaktadır. Brezilya fındığı, yakın oranlarda tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri içerirken, çam fıstığı daha fazla çoklu doymamış yağ asitleri içerir ve ceviz daha çok linoleik asit ve α -linolenik asit (ALA) formunda çoklu doymamış yağ asitleri içermektedir (Ros & Mataix, 2006) (Tablo 1).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler, iyi bir bitkisel protein kaynağıdır (Tablo 1). Yağlı tohumlar, aspartik asit, glutamik asit, histidin, glisin ve arjinin aminoasitleri bakımından zenginken treonin, metionin, sistein, izolöysin ve lizin aminoasitlerince fakirdirler. İçerisinde bulunan aminoasitler miktarları sonucu olarak, artışı ile

hiperkolesterolemi ve ateroskleroz gelişim riski ile bağdaştırılan lizin/arjinin oranı, yağlı tohumlarda düşüktür (Brufau vd., 2006; Alasalvar & Shahidi, 2008).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerin karbonhidrat içeriği, tohumun olgunluğuna, çeşidine, yetiştirilme durumuna ve yetiştirilen toprağa göre değişiklik göstermektedir (Alasalvar & Shahidi, 2008). Yağlı tohumlar posa açısından da zengin bir kaynak olmaktadır. Yağlı tohumlar ortalama olarak 5-10 g/100g düzeyinde posa içermektedirler. Fındık (15,47 g/100g), Antep fıstığı (13,54 g/100g) ve badem (12,00 g/100g) en yüksek posa içeriğine sahip yağlı tohumlar iken, ay çekirdeği (2,48 g/100 g) en düşük posa içeriğine sahip yağlı tohumdur (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2017-2023; U.S. Department of Agriculture, 2019) (Tablo 1).

Yağlı tohumlar, vitaminler (folat, niasin, E vitamini, B6 vitamini), mineraller (bakır, magnezyum, potasyum, çinko, selenyum), antioksidanlar, fitosteroller ve diğer fitokimyasallar gibi birçok biyoaktif bileşen açısından da zengindir (Sabate vd., 2006; Udayarajan vd., 2022) (Tablo 1).

3.1. Selenyum İçeriği

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler içerisinde bulunan selenyum, insanlar için temel bir mikro besin olarak kabul edilir ve diyetin önemli bir parçası olmaktadır (Rayman, 2012; Zwolak & Zaporowska, 2012). Selenyum, oksidatif stresi, inflamasyonu ve lipid metabolizmasını etkileyen redoks sinyalinde, antioksidan reaksiyonlarında, tiroit hormonu metabolizmasında, bağışıklık fonksiyonunda ve üremede çeşitli selenoproteinlerin bir bileşeni olarak görev almaktadır (Kryukov vd., 2003; Mangiapane vd., 2014).

Vücutta çeşitli görevleri olan selenyumun önerilen günlük alım düzeyi, insanların yaşına ve bazı fizyolojik durumlara göre değişiklik göstermektedir (Türkiye Beslenme Rehberi, 2022) (Tablo 2). Selenyumun insan vücudunda normal biyoaktivitesini gösterebilmesi için yetişkinlerde ortalama günlük alınması gereken selenyum miktarı 90 μ g'dır. Ayrıca selenyum eksikliğine bağlı olarak ortaya çıkan Keshan hastalığının önlenmesi için günlük en az 30 μ g selenyum besinler ile alınmalıdır (Mandic vd., 1995).

Selenyum biyolojik yapısından dolayı protein içeriği yüksek gıdalarda daha fazla bulunmaktadır. Bu nedenle selenyum genellikle kanatlı hayvan etleri, süt ürünleri, tahıllar, yağlı tohumlar ve sebzelere kıyasla kırmızı et, sakatalar (karaciğer, böbrek gibi) ve deniz ürünlerinde daha fazla bulunmaktadır (Mandic vd., 1995; Kadrabova vd., 1997; Henry & Ahlström, 2009). Ancak tahıl ve sebzeler gibi bitkisel ürünlerde, selenometiyonin yapısında olan selenyumun biyoyararlanım değeri deniz ürünleri, süt ürünleri ve et ürünlerinden daha yüksek olduğu bilinmektedir (Alaejos vd., 2000).

Tablo 1. Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerin 100 gramında enerji, makro ve mikro besin öge içerikleri.

	Birim	Badem	Ceviz	Fındık	Pıkan Cevizi	Yer Fıstığı	Antep Fıstığı	Kaju	Çam Fıstığı	Brezilya fıncığı	Ay Çekirdeği	Kabak Çekirdeği
Enerji	kkal	600	679	646	703	570	600	553	675	579	637	619
Karbonhidrat	g	10,36	3,68	5,36	4,74	10,49	10,56	30,19	2,87	11,7	16,24	10,74
Protein	g	20,57	14,57	14,24	9,51	23,51	17,64	18,22	11,82	21,2	24,75	28,89
Yağ	g	50,22	64,82	59,58	69,91	45,42	51,15	43,85	66,66	49,9	52,02	49,96
Posa	g	12,00	11,50	15,47	8,25	12,54	13,54	3	7,95	7,5	2,48	5,26
Demir	mg	5,26	2,34	3,22	2,39	2,30	2,78	6,68	4,58	2,4	4,57	0,36
Fosfor	mg	645	365	318	297	411	470	593	575	725	757	1410
Kalsiyum	mg	247	103	142	59	62	117	37	92	160	66	19
Magnezyum	mg	303	165	149	138	189	127	292	168	376	295	479
Potasyum	mg	794	437	593	593	677	869	660	705	659	746	668
Sodyum	mg	4	3	3	4	14	6	12	18	3	8	9
Çinko	mg	3,74	3	2,18	5,02	3,18	2,70	5,78	3,27	4,1	8,11	10,35
Bakır	mg	1.031	1586	1725	1.2	1.144	1.05	2195	1.324	1.743	1.88	1.22
Selenyum	µg	6,2	3,1	2,5	4,0	17,0	5,4	19,9	7,2	280	0,0	0,0
Tiamin	mg	0,204	0,317	0,605	0,477	0,667	0,662	0,42	0,595	0,62	0,118	0,332
Riboflavin	mg	0,804	0,138	0,136	0,123	0,122	0,227	0,05	0,199	0,03	0,346	0,122
Niasin	mg	3,533	1,201	1,792	1,148	1,735	1,406	1,06	7,000	0,3	8,874	6,642
B-6 vitamini	mg	0,141	0,549	0,515	0,204	0,322	1,613	0,41	0,087	0,1	1,438	0,158
Folat	µg	44	98	113	22	239	44	25	34	22	227	58
E vitamini	IU	36,94	1,78	35,24	1,90	12,31	2,21	0,85	14,04	5,65	59,93	3,55
Doymuş yağ asitleri	g	1,910	6,432	3,788	2,650	3,963	5,324	7,783	6,781	16,1	4,5	9,127
Tekli doymamış yağ asitleri	g	16,627	8,987	35,803	17,908	10,952	35,744	23,797	24,420	23,9	18,5	17,696
Çoklu doymamış yağ asitleri	g	5,493	34,715	3,383	10,811	6,443	7,783	7,845	30,283	24,4	23,1	20,542

(Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2017-2023; U.S. Department of Agriculture, 2019).

Tablo 2. Selenyum için önerilen günlük yeterli alım miktarı.

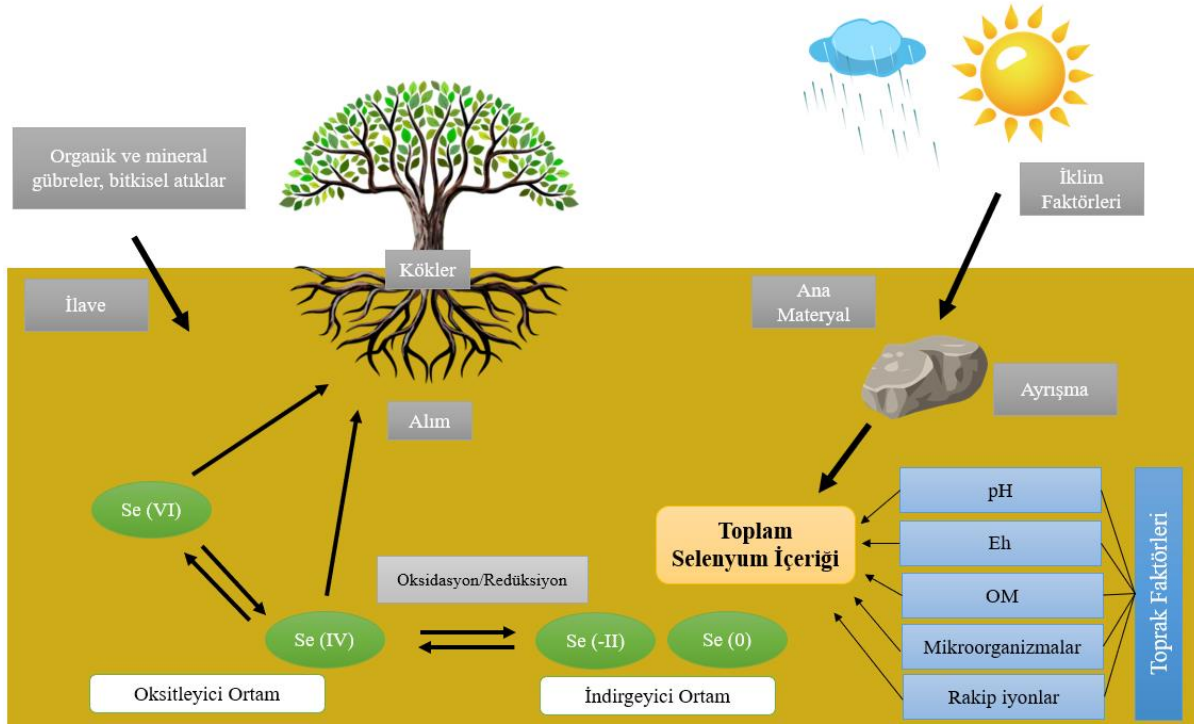
Yaş (yıl)	Selenyum (μg)
2-3	15
4-6	20
7-10	35
11-14	55
15 ≤	70
Gebelik	70
Emziliklik	85

(Türkiye Beslenme Rehberi, 2022)

Bitkisel ürünlerdeki selenyum içeriği, topraktaki selenyum miktarı ve toprak-bitki transferine bağlı değişiklik göstermektedir (Fordyce vd., 2000; Mehdi vd., 2013). Selenyumun toprakta bulunma miktarını ve formu pH, redoks potansiyeli (Eh), organik madde içeriği (OM), rakip iyonlar ve

mikroorganizmalar tarafından kontrol edilmektedir (Lenz & Lens, 2009; Wang vd., 2013; Tolu vd., 2014; Alfthan vd., 2015). Ayrıca topraktaki selenyum miktarı, volkanik aktivite ve ana materyal olan kayaların miktarına bağlı olarak da değişebilmektedir (Winkel vd., 2015) (Şekil 1).

Doğada selenyum, toprağın redoks potansiyeline bağlı olarak elemental selenyum (0), selenid (-II), selenit (+4) ve selenat (+6) olmak üzere 4 doğal formda bulunmaktadır (Tolu vd., 2014; Winkel vd., 2015). Su içerisinde selenyum selenit ve selenat şeklinde bulunurken hayvansal ve bitkisel ürünlerde yaygın olarak organik formda (selenometiyonin ve selenosistein) bulunmaktadır (Thiry vd., 2012). Organik formda bulunan selenyumlar, biyo-yararlanımı en yüksek olanlardır. İnorganik selenyum formları bitkiler tarafından selenoproteinlere dönüştürülmesi yoluyla elde edilir (Drutel vd., 2012) (Şekil 1).

**Şekil 1.** Toprakta selenyum döngüsü (Alcantara vd., 2022).

Selenometiyonin, selenosistein, metil selenosistein ve diğer selenyum formları, selenoproteinlerini oluşturan ana bileşenler olmasına rağmen gıdaların içerisinde selenometiyoninin daha baskın olmaktadır (Kumar & Priyadarsini, 2014). Ayrıca selenometiyonin, insan vücudunda kolay bir şekilde emilebilen bir selenyum formudur (Kubachka vd., 2017).

Besinlerdeki selenyum içeriği, toprakta bulunma, biyoyararlanım ve toprak-bitki transfer sisteminin etkinliği ile değişiklik göstermesi nedeniyle insan popülasyonlarında selenyum alım durumu genellikle coğrafya ile ilişkili olmaktadır. Selenyum açısından fakir toprakta yaşayan insanlarda selenyum eksikliğini gidermek için çeşitli ürünlerde

ve bölgedeki topraklarda agronomik biyo-zenginleştirme önerilmektedir (Winkel vd., 2015; Nothstein vd., 2016).

Besinler, insanların beslenme durumunun iyileştirilmesi için takviye bir gıda görevinde de kullanılabilir. Besinler, tüketiminin kolaylıkla sürdürülebilmesi, daha ucuz olması ve daha az toksik etki yaratması nedeniyle takviye edici gıdalar olarak daha çok tercih edilmektedir (Finley, 2005). Selenyumla zenginleştirilmiş buğday ekmeği, balık ve et dahil olmak üzere çeşitli gıdaların selenyumun biyoyararlanımı ve miktarındaki değişiklik incelendiğinde bu gıdaların bazılarında düşük selenyum içeriği tespit edilmiştir. Bu yüzden selenyumla zenginleştirilmiş besinlerin, günlük selenyum alımını

karşılmak için büyük miktarlarda tüketilmesinin gerektiği bildirilmektedir (Thomson vd., 1985; Van Der Torre vd., 1991; Fox vd., 2004; Thomson vd., 2008).

Sert kabuklu meyvelerden olan Brezilya fıncığı (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae familyası), literatürde ortalama 8-83 µg/g arasında selenyum konsantrasyonuna sahip olan en zengin besin kaynağı olup bir tanesi günlük selenyum ihtiyacını tek başına karşılayabilmektedir (Chang vd., 1995;

Kannamkumarath vd., 2002; Bodo vd., 2003; Dumont vd., 2006).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerin selenyum içeriği, yetiştirildikleri toprağa bağlı olarak değışiklik gösterdiğinden, ülkelere göre yağlı tohumların selenyum içeriği çok farklı olmaktadır. Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler selenyum içeriği üzerine yapılan çalışmalar genellikle Brezilya'da yetişen ürünler kullanılmaktadır (Alcantara vd., 2022) (Tablo 3).

Tablo 3. Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerin selenyum içeriği üzerine yapılan bazı çalışmalar.

Yağlı Tohumlar	Örnek Alımının Yapıldığı Ülke	Selenyum Formu	Ekstrakte Etme Yöntemi	Kullanılan Yöntem	Selenyum Konsantrasyonu (mg/kg)	Referans
Yer fıncığı	Çin Halk Cumhuriyeti	Selenometiyonin, selenosistein ve metil selenosistein	Toplam selenyum tayini: HNO ₃ / H ₂ O ₂ ile mikrodalga işlemleri Organik selenyum formları tayini: Lipaz/proteaz ile enzimatik ekstraksiyon	Toplam selenyum tayini: Endüktif plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) Organik selenyum formları tayini: Endüktif plazma kütle spektrometresi ile birleştirilmiş yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC-ICP-MS)	Toplam selenyum: 0,10-17,01 Organik selenyum formları: 0,04-10,15	Gao vd. (2017)
Yer fıncığı	Brezilya Federal Cumhuriyeti	Toplam selenyum	Toplam selenyum tayini: HNO ₃ / H ₂ O ₂ ile mikrodalga işlemleri	Çoklu şırınga akış enjeksiyon analizi - Hidrit üretimi- Atomik floresan spektrometresi (MSFIA-HG-AFS)	Toplam selenyum: 0,0864- 0,4801	De Santana vd. (2016)
Yer fıncığı, Fındık, Badem, Çam fıncığı, Antep fıncığı	Suudi Arabistan Krallığı	Toplam selenyum	Numunenin sıcak plaka üzerinde HNO ₃ (150 °C, 4 saat) ile işlemleri	Toplam selenyum tayini: ICP-MS	Badem: 0,015 Yer fıncığı: 0,145 Fındık: 0,047 Çam fıncığı: 0,102 Antep fıncığı: 0,036	Al-Ahmary (2009)
Fındık	Türkiye Cumhuriyeti	Toplam selenyum	Toplam selenyum tayini: HNO ₃ / H ₂ O ₂ ile mikrodalga işlemleri	Toplam selenyum tayini: ICP-MS	Toplam selenyum: 0,96-1,39	Şimşek ve Aykut (2007)
Fındık, Brezilya fıncığı, Ceviz, Badem	Brezilya Federal Cumhuriyeti	Toplam selenyum	Toplam selenyum tayini: HNO ₃ / H ₂ O ₂ ile mikrodalga işlemleri sonrası bulutlanma noktası ekstraksiyonu	Toplam selenyum tayini: Endüktif olarak eşleşmiş plazma atomik emisyon spektroskopisi (ICP-OES)	Fındık, ceviz ve badem: < 0,9 Brezilya fıncığı: 48,9 ila 49,2	Dos Santos Depoi ve Pozebon (2012)

Tablo 3. (devam ediyor).

Yağlı Tohumlar	Örnek Alımının Yapıldığı Ülke	Selenyum Formu	Ekstrakte Etme Yöntemi	Kullanılan Yöntem	Selenyum Konsantrasyonu (mg/kg)	Referans
Ceviz	İran İslam Cumhuriyeti	Selenit , selenat ve selenometiyonin	HCL/ HNO ₃ ile mikrodalga işlemi sonrası bulutlanma noktası ekstraksiyonu	Ultraviyole ve görünür ışık absorpsiyon spektroskopisi (UV/Vis)	Selenit: 0,38-0,46 Selenat: 0,02-0,23 Selenometiyonin: 5,75-6,26	Tadayon ve Mehrandoost (2015)
Brezilya fındığı	Brezilya Federal Cumhuriyeti	Selenometiyonin, metil selenosistein ve selenyum-lantionin	Numune 50°C'de kurutma, HNO ₃ ile parçalama, ısıtma ve seyreltme işlemi	ICP-OES	Toplam selenyum: 29-49	Lima vd. (2019)
Brezilya fındığı	Brezilya Federal Cumhuriyeti	Selenit , selenat , selenometiyonin ve selenosistein	Toplam selenyum tayini: HNO ₃ / H ₂ O ₂ ile mikrodalga işlemi Selenyum formları tayini: Sonikasyon ile su ekstraksiyonu	Toplam selenyum tayini: ICP-MS Selenyum formları tayini: HPLC- ICP-MS	Toplam selenyum: 54,8 Selenometiyonin ve selenosistein: 40,6 Selenit ve selenat: < 0.0003	Da Silva vd. (2013)
Brezilya fındığı	Brezilya Federal Cumhuriyeti	Toplam selenyum	Kabuğu ve yağı alınmış numune, formik asitle ekstraksiyon ve HNO ₃ kullanılarak mikrodalga işlemi	ICP-MS	Mikrodalga işlemi: 3,74-11.0 Formik asit ekstraksiyonu: 3,51-11,3	Lopes vd. (2016)
Brezilya fındığı	Bolivya Çokuluslu Devleti	Selenit, selenat, selenosistein, selenometiyonin ve metil selenosistein	Numune, proteaz , diyotreitil ve C18 karıştırılır, yağı alınmış ve kurutulmuş numuneler basınç yardımıyla enzimatik hidrolize ve mikrodalga ile enzimatik hidroliz	Toplam selenyum tayini: ICP-MS Selenyum formları tayini: HPLC- ICP-MS	Toplam selenyum: 49,6-52,4 Selenosistein: 0,76-0,81 Selenometiyonin: 45,2-47,6	Moreda-Pineiro vd. (2018)

4. Yağlı Tohumlar ve Sert Kabuklu Meyvelerin Sağlık Üzerine Etkileri

Meyveler, sebzeler, tahıllar, şifalı bitkiler ve yağlı tohumlar gibi bitkisel ürünler, sağlık üzerinde olumlu etkileri olan bileşiklerin doğal bir kaynağı olmaktadır. Fındık, yer fıstığı, badem, Brezilya fındığı, çam fıstığı, pıkan cevizi, macadamia fındığı, Antep fıstığı, kaju ve ceviz gibi yağlı tohumlar benzersiz aromaları, besin içerikleri ve sağlık üzerindeki yararları nedeniyle çok tüketilen besinlerdir (Brufau vd., 2006; Cosmulescu vd., 2013; Alasalvar vd., 2020). Yağlı tohumların sağlık üzerine olumlu etkileri genellikle kimyasal bileşimlerine atfedilmektedir (Kim vd., 2017).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler, protein, yağ asitleri, posa, bitki steroller, melatonin, folik asit, tokoferol, magnezyum, potasyum ve selenyum gibi besin bileşimlerinden zengin bir kaynaktır (Kornsteiner vd., 2006; Dikmen, 2015; Kim vd., 2017; Pino Ramos vd., 2019; Wojdylo vd., 2020). Bu

besin bileşimleri içerisinde yer alan selenyum, kalp-damar hastalıkları, tiroit hastalıkları, nörolojik hastalıklar ve kanser üzerinde olumlu etkileri var olabilmektedir (Brown & Arthur, 2007).

4.1. Tiroit Hastalıkları

Tiroit bezi, en yüksek selenyum içeriği olan organlardan biridir. Bunun nedeni tiroit bezinin, hormon metabolizmasında ve antioksidan olarak savunma görevinde selenoproteinlere ihtiyaç duymasındır. Şiddetli selenyum eksikliği ve tiroit disfonksiyonu arasındaki bağlantı, Orta Afrika'nın bir bölgesinde iyot ve selenyum eksikliği nedeniyle tiroit yıkımı ve miksödemli kretinizm görülen çocuklarda, sadece selenyum takviyesi verilmesi ile tiroit hormonlarında ve fonksiyonlarında düzelme bulunması sonucu ile kurulmuştur (Contempre vd., 1991).

Tiroit bezinde, glutatyon peroksidaz enzimleri, tioredoksin redüktazlar ve deiyodizanlar olmak üzere başlıca

selenoproteinler eksprese edilmektedir. Glutasyon peroksidaz enzimlerinin ana işlevi, görev aldığı organını veya yeri oksijen radikallerin zararına karşı korumaktır. Tioredoksin redüktazlar, antioksidan sürecinde önemli bir rol oynamasının yanı sıra belirli transkripsiyon faktörlerinin düzenlenmesinde ve gen ekspresyonunda görev almaktadır. Deiyodinaz izoformları ise buldukları bölgeye göre işlevleri değişmektedir (Castellano vd., 2005; Beckett & Arthur, 2005).

Tirositlerde, glutasyon peroksidaz 3 selenoproteini, tiroit bezinin yüksek selenyum içeriğine katkıda bulunur (Köhrle & Gartner, 2009). Bunun nedeni glutasyon peroksidaz 3 selenoproteininin, tiroit hormon sentezinde doğrudan düzenleyici olmasıdır (Beckett & Arthur, 2005). Ayrıca selenyuma bağımlı olan iyodotironin deiyodinazlar, tiroit hormonun aktif olmayan tiroksinden (T4) aktif olan tri-iyodotironin (T3) üretiminde görev almaktadır (Schomburg & Köhrle, 2008).

Çeşitli çalışmalarda, selenyum takviyesinin (sodyum selenit veya selenometiyonin olarak günde 80 µg veya 200 µg) otoimmün tiroit hastalığının en yaygın şekli olan Hashimoto tiroiditine karşı etkili olduğu bulunmuştur (Toulis vd., 2010; Nacamulli vd., 2010). Yapılan baz meta-analiz çalışmaları da bu sonucu desteklemektedir (Toulis vd., 2010).

Otoimmün tiroiditi olan hamile kadınlar, doğum sonrası tiroit fonksiyonunda bozulma ve kalıcı olarak hipotiroidizm geliştirmeye eğilimlidirler (Negro vd., 2007) . Negro vd. (2007), otoimmün tiroiditi olan hamile kadınlara günlük 200 µg selenometiyonin takviyesinin etkisini inceledikleri bir çalışmada, kadınların tiroit inflamatuvar aktivitesinde ve doğum sonrasında tiroit hastalığı ve kalıcı hipotiroidizm riskinde önemli ölçüde azalma olduğu gözlenmiştir.

Selenyum Graves hastalığı üzerinde de etkili olabilmektedir. Graves hastaları üzerinde yapılan bir çalışmada, 6 ay boyunca günde iki kez 100 µg sodyum selenit alan bireylerde yaşam kalitesinin arttığı, gözde görülen enfeksiyonların azaldığı ve Graves orbitopatisinin daha yavaş ilerlediği gözlenmiştir (Marcocci vd., 2011).

Rayman vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, kanında düşük veya orta derecede selenyum seviyeleri saptanan ötiroid yaşlı hastalarda selenyum takviyesinin etkisi incelenmiştir. Yapılan bu randomize kontrollü çalışmada, selenyum takviyesinin tiroit fonksiyonlarına ve serbest veya toplam T4/T3 oranı üzerinde bir etki yarattığı gözlenmemiştir.

4.2. Kanser

Selenyum, endokrin sistemi, bağışıklık sistemi, hücrelerin apoptozu, Deoksiribo nükleik asit (DNA) onarımı, anjiyogenez modülasyonu ve antioksidan özellikleri nedeniyle kanserin önlenmesinde ve tedavisinde büyük bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Selenyumun kanser üzerindeki etkileri, bulunduğu bölgeye, selenoprotein formuna, kimyasal biçimine,

alım miktarına ve vücut içinde biyoyararlanımına ek olarak kanser çeşidine ve cinsiyet gibi bazı özelliklere göre değişebilmektedir. Klinik çalışmalar, insanlarda ve hayvanlarda düşük plazma selenyum seviyesi ile akciğer, karaciğer, özofagus, mide, deri, mesane ve prostat kanseri arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir (Combs vd., 1997; Yu vd., 1999; Wei vd., 2004; Zhuo vd., 2004; Reid vd., 2008; Peters & Takata, 2008; Combs vd., 2008; Amaral vd., 2010).

Selenyumun toksinlere ve kanserojenlere karşı etkilerinin mekanizması tam olarak bilinmemektedir ancak hücrelerdeki selenyum bağımlı redoks sistemleri veya T hücresi yoluyla etki ettiği düşünülmektedir (Cheng vd., 2012). T hücreleri, kanser hücrelerinin apoptoza uğramasını sağlayan ana bileşendir ve bu hücrelerin sentezi ve aktivasyonunda selenyum büyük bir rol oynamaktadır (Roth vd., 2006; Shrimali vd., 2008; Carlson vd., 2010).

Selenyumun kanserden koruyucu etkisine dair ilk kanıtlar, ekolojik ve korelasyonel çalışmalarla elde edilmiştir. Yapılan çalışmalar ile dünya genelinde farklı bölgelerdeki veriler, topraktaki ve diyetteki selenyum seviyeleri ile kanser ölümleri arasında ters bir ilişki olduğunu göstermektedir (Davis, 2012). Schrauzer vd. (1977) tarafından yapılan bir çalışmada, 27 farklı ülkedeki insanlar incelenerek diyet ile alınan selenyum miktarının yaşa göre kanser ölüm oranlarıyla ters bir korelasyon gösterdiği bulunmuştur.

Yu vd. (1999) tarafından hepatosellüler karsinom ile selenyum seviyeleri arasındaki bağlantıyı incelediği bir çalışmada, kronik hepatit virüs enfeksiyonu olan 7342 Tayvanlı erkek çalışmaya katılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, selenyum eksikliği görülen hastalarda kronik hepatit virüs enfeksiyonu hepatosellüler karsinoma yol açtığı gözlenmiştir.

Selenyum seviyeleri ile kanser riski arasındaki ilişkiyi araştırmak için yapılan bazı çalışmalarda, sağlıklı bireyler ile kanser hastalarının kan, serum, saç veya ayak tırnaklarındaki selenyum seviyeleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalar genellikle sağlıklı bireylere kıyasla kanser hastalarında daha düşük selenyum seviyeleri olduğu bildirilmiştir (Davis, 2012).

Yapılan bazı çalışmalar selenyum düzeylerinde düşüklük ile bazı kanser türlerinin bağlantılı olduğunu gösterse de düşük selenyumun düzeylerinin kanser için bir risk faktörü olduğu anlamına gelmemektedir. Kanser hastalarında selenyum seviyeleri genellikle kanser teşhisinden sonra ölçüldüğünden doğru sonuçlar verme ihtimali düşüktür. Çünkü selenyum seviyelerini etkileyen birçok etmen var olmaktadır. Bu etmenler arasında, tümör hücresinin selenyum sekestrasyonu üzerinde etkisi, kanser tedavisinin bazı yan etkileri ve kanser nedeniyle yetersiz beslenme sonucu olarak selenyum konsantrasyonlarındaki değişiklik sayılabilmektedir. Yapılan bir çalışmada meme kanseri hastalarında radyoterapi tedavisi sonrasında plazma selenyum seviyelerinde önemli bir düşüş olduğu gözlenmiştir (Franca vd., 2011). Bu yüzden, düşük

selenyum seviyeleri kanser nedeni olmaktan ziyade hastalık veya tedavisinin bir sonucu veya besin isteksizliğinin bir sonucu olabilmektedir (Steevens vd., 2010; Klarod vd., 2011).

4.3. Kalp-Damar Hastalıkları

Selenyum kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olma ihtimali yüksek bir mineraldir (Neve, 1996). Selenyumun lipidleri oksidasyona karşı koruması ve trombosit agregasyonu ve inflamasyon oluşumunu engellemesi gibi özellikleri nedeniyle selenyum takviyesinin kardiyovasküler hastalıkların riskini azaltabileceği düşünülmektedir (Salonen vd., 1982; Anderson, 1986; Neve, 1996; Ricetti vd., 1999).

Vücutta üretilen serbest radikaller, miyokardiyum'a aşırı zarar veren toksik maddelerdir. Serbest radikaller etkisi ile miyokardiyum da doku ölümü artmaktadır ve sonuç olarak miyositler ve ödem gerçekleşmektedir (Li vd., 2012). Selenyum, glutatyon peroksidaz enzimleri aracılığıyla trombositler ve endotel hücreleri üzerinde antitrombotik etkisi ile ilgili somut kanıtlar var olmaktadır (Ricetti vd., 1999; Joseph & Weber, 2013). Selenyum glutatyon peroksidaz 4 enzimi sentezinde rol oynayarak fosfolipid hidroperoksidlerin azalmasına yol açmaktadır. Ayrıca selenyum fosfolipid hidroperoksidlerin azaltılması sonucu olarak da trombosit agregasyonunda ve arter duvarında oksitlenmiş düşük dansiteli lipoprotein (LDL) birikiminde azalma gibi etkileri var olabilmektedir (Kumar & Priyadarsini, 2014).

Finlandiya'da yapılan bir çalışmada, diyetle alınan selenyum miktarı artması ile erkeklerde %55 ve kadınlarda %68 olmak üzere kalp damar hastalıklarının mortalitesinde düşüş olduğu gözlenmiştir (Pietinen vd., 1996). 25 gözlemsel çalışmanın incelendiği bir meta-analiz çalışmasında, düşük selenyum alımı olan toplumlarda selenyum durumu ile koroner kalp hastalığı riski arasında anlamlı olarak ters bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Flores-Mateo vd., 2006).

Selenyum seviyeleri ile akut miyokard enfarktüsü arasındaki ilişki hakkında birçok veri olmasına rağmen selenyumun kardiyovasküler hastalıklar üzerindeki olumlu etkileri konusunda hala bir kesinlik olmamaktadır. Yapılan bazı çalışmaların sonuçları, plazma selenyum seviyeleri ile kardiyovasküler hastalıklar arasında bir ilişki olmadığını düşündürmektedir (Stranges vd., 2006; Baljinnayam vd., 2006; Rayman, 2012).

Xun vd. (2010) tarafından 3112 genç Amerikalı bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada, ayak tırnağı selenyum konsantrasyonu ile subklinik ateroskleroz ölçümleri arasında bir ilişki saptanmamıştır. Hawkes ve Laslett (2009) tarafından 12 ay boyunca yüksek selenyum mayası olarak günlük 300 µg selenyum tüketimi olan sağlıklı erkekler üzerinde yapılan bir klinik çalışmada da, selenyum endotel disfonksiyonu veya periferik arter yanıtını üzerinde bir etki yarattığı gözlenmemiştir.

Selenyum ve kalp damar hastalıkları üzerine yapılan çalışmalarda gözlenen değişiklikler, kalp damar hastalıklarına karşı korumada selenyum eksiliğini telafi edebilen E vitamini gibi antioksidanların varlığıyla açıklanabilir (Kardinaal vd., 1997).

4.4. Nörolojik Hastalıklar

Selenyum eksiliği insan vücudunda, nöral hücrelerde geri dönüşümsüz değişikliklere ve sonuç olarak beyin hasarına yol açabilmektedir. Selenoproteinlerden olan Selenoprotein 1 yüzey reseptörü apolipoprotein E reseptörü 2'ye bağlanarak selenyumun iletimini beyne ulaştırır (Masiulis vd., 2009). Ayrıca Selenoprotein 1 oksidatif hasara bağlı olarak apoptotik hücre ölümünü önleyerek nöral hücrelerde antioksidan görevi görmektedir (Caito vd., 2011).

Yapılan bazı klinik çalışmalarda selenyum eksikliğinin, bilişsel bozukluklara, Parkinson hastalığı ve Alzheimer hastalığı gibi nörolojik hastalıklara yol açtığı gözlenmiştir (Zhang vd., 2010). Çin'de yapılan bir çalışmada, tırnaklarda gözlenen düşük selenyum konsantrasyonunun bilişsel puanlar arasında bir ilişki olduğu saptanmıştır (Cheng vd., 2010; Gao vd., 2012). Valentine vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, Selenoprotein 1'in işlevine yapılan bir müdahale sonucu incelenmiştir. Sonuç olarak bazı beyin bölgelerinde selenyum iletiminin kısıtlanması ile işitsel ve motor alanlarında zararlar olduğu tespit edilmiştir.

5. Sonuç ve Öneriler

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerin insanlık tarihi boyunca insanların diyetinde yer aldığı bilinmektedir. Bu besinlerin içerisinde bulundurduğu amino asitler, yağ asitleri, karbonhidratlar, mineraller ve vitaminler nedeniyle insan beslenmesinde büyük bir öneme sahiptir.

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerin içerisinde, protein, karbonhidrat, yağ, mineraller, vitaminler ve biyoaktif bileşenler dahil olmak üzere sağlık üzerinde olumlu etki yaratabilme olasılığı yüksek olan bileşenler içermektedir. Bu bileşenler yağlı tohumlar ve sert kabukluların her birinde farklı oranlarda bulunabilmektedir.

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerin içerisinde bulunan selenyum, insanlar için temel bir mikro besin ögesidir. Selenyum genellikle protein içeriği yüksek olan hayvansal gıdalarda bulunmasına rağmen bitkisel kaynaklı gıdalarda bulunan selenyum insan vücudunda biyoyararlanımı daha yüksek olmaktadır. Yağlı tohumlarda bulunan selenyum içeriği, coğrafyaya bağlı olarak değişiklik göstermektedir ve bu yüzden ülkelere göre yağlı tohumların selenyum konsantrasyonu çok farklı olabilmektedir.

Selenyumla zenginleştirilmiş bazı besinler, önerilen günlük selenyum alımını karşılamak için büyük miktarlarda tüketilmesi önerilmektedir. Ancak selenyumla

zenginleştirilmiş besinlere kıyasla yağlı tohumlar arasında bulunan Brezilya fıncığı günlük selenyum ihtiyacını tek başına karşılayabilen doğal bir besin kaynağıdır (Thomson vd., 1985; Van Der Torre vd., 1991; Fox vd., 2004; Thomson vd., 2008).

Yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerin besin öğeleri içerisinde yer alan selenyum, tiroit hastalıkları, bağışıklık sistemi, doğurganlık, kalp-damar hastalıkları, kanser ve nörolojik hastalıklar üzerinde olumlu etkileri var olabilmektedir. Ancak yağlı tohumlar ve sert kabuklularda bulunan selenyumun insan sağlığı üzerine etkileri ile ilgili birçok çalışma yapılmasına rağmen halen selenyumun insan sağlığı üzerine etkisi tam olarak açıklanamamıştır. Bu yüzden yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyvelerde bulunan selenyumun insan sağlığı üzerine etkilerini açıklayabilmek için daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır. Selenyum iyot emilimini olumlu yönde etkileyen bir element olarak bilinmekle beraber, bromun cilt veya solunum yolu ile vücudumuza dahil olması vücutta hem iyotun ve hem de selenyumun emilimini engellediğinden bu iki elzem elementin yetersizliğine neden olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- Al-Ahmary, K. M. (2009). Selenium content in selected foods from the Saudi Arabia market and estimation of the daily intake. *Arabian Journal of Chemistry*, 2(2), 95-99. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2009.10.004>
- Alaejos, M. S., Diaz Romero, F. J., & Diaz Romero, C. (1997). Selenium and cancer: Some nutritional aspects. *Nutrition*, 16(5), 376-383. [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(99\)00296-8](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(99)00296-8)
- Alasalvar, C., & Bolling, B. W. (2015). Review of nut phytochemicals, fat-soluble bioactives, antioxidant components and health effects. *British Journal of Nutrition*, 113(2), 68-78. <https://doi.org/10.1017/s0007114514003729>
- Alasalvar, C., & Shahidi F. (2008). Tree nuts: Composition, phytochemicals and health effects. F. Shahidi (Ed.), *Nutraceutical science and technology* (pp. 1-10). CRC Press.
- Alasalvar, C., Salas-Salvado, J., & Ros E. (2020). Bioactives and health benefits of nuts and dried fruits. *Food Chemistry*, 314, 126192. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126192>
- Alcantara, D. B., Dionisio, A. P., Artur, A. G., Silveira, B. K. S., Lopes, A. F., Guedes, J. A. C., Luz, L. R., Nascimento, R. F., Lopes, G. S., Hermsdorff, H. H. M., & Zocolo, G. J. (2022). Selenium in Brazil nuts: An overview of agronomical aspects, recent trends in analytical chemistry, and health outcomes. *Food Chemistry*, 372, 131207. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131207>
- Alfthan, G., Euroala, M., Ekholm, P., Venalainen, E. R., Root, T., Korkalainen, K., Hartikainen, H., Salminen, P., Hietaniemi, V., Aspila, P., & Aro, A. (2015). Effects of nationwide addition of selenium to fertilizers on foods, and animal and human health in Finland: From deficiency to optimal selenium status of the population. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 31, 142-147. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.04.009>
- Alphan, M. E. (2019). *Hastalıklarda beslenme tedavisi*. Hatipoğlu Yayıncılık.
- Amaral, A. F. S., Cantor, K. P., Silverman, D. T., & Malats, N. (2010). Selenium and bladder cancer risk: A meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers & Prevention*, 19(9), 2407-2415. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-10-0544>
- Anderson, R. A. (1986). Trace elements and cardiovascular diseases. *Acta Pharmacologica et Toxicologica*, 59(7), 317-324. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0773.1986.tb02771.x>
- Ayaz, A. (2012). *Yağlı tohumların beslenmemizdeki yeri*. Klasmat Matbaacılık.
- Baljinnyam, E., Hasebe, N., Morihira, M., Sumitomo, K., Matsusaka, T., Fulino, T., Fukuzawa, J., Ushikubi, F., & Kikuchi, K. (2006). Oral pretreatment with ebselen enhances heat shock protein 72 expression and reduces myocardial infarct size. *Hypertension Research*, 29, 905-913. <https://doi.org/10.1291/hypres.29.905>
- Baysal, A. (2017). *Beslenme*. Hatipoğlu Yayıncılık.
- Baysal, A., Aksay, M., Besler, H. T., Bozkurt, N., Keçecioglu, S., Mercanlıgil, S. M., Merdol, T. K., Pekcan, G., & Yıldız, E. (2019). *Diyet el kitabı*. Hatipoğlu Yayıncılık.
- Becerra-Tomas, N., Paz-Graniel, I., Kendall, C. W. C., Kahleova, H., Rahelic, D., Sievenpiper, J. L., & Salas-Salvado, J. (2019). Nut consumption and incidence of cardiovascular diseases and cardiovascular disease mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutrition Reviews*, 77(10), 691-709. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz042>
- Beckett, G. J., & Arthur, J. R. (2005). Selenium and endocrine systems. *Journal of Endocrinology*, 184(3), 455-465. <https://doi.org/10.1677/joe.1.05971>
- Bodo, E. T., Stefanka, Z., Ipolyi, I., Sörös, C., Dernovics, M., & Fodor, P. (2003). Preparation, homogeneity and stability studies of a candidate LRM for Se speciation. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 377(1), 32-38. <https://doi.org/10.1007/s00216-003-1941-y>
- Brown, K. M., & Arthur, J. R. (2001). Selenium, selenoproteins and human health: A review. *Public Health Nutrition*, 4(2b), 593-599. <https://doi.org/10.1079/phn2001143>
- Brufau, G., Boatella, J., & Rafecas, M. (2006). Nuts: Source of energy and macronutrients. *British Journal of Nutrition*, 96(S2), 24-28. <https://doi.org/10.1017/BJN20061860>

- Caito, S. W., Milatovic, D., Hill, K. E., Aschner, M., Burk, R. F., & Valentine, W. M. (2011). Progression of neurodegeneration and morphologic changes in the brains of juvenile mice with selenoprotein P deleted. *Brain Research*, 1398, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.04.046>
- Carlson, B. A. I., Yoo, M. H., Shrimali, R. K., Irons, R., Gladyshev, V. N., Hatfield, D. L., & Park, J. M. (2010). Role of selenium containing proteins in T-cell and macrophage function. *Proceedings of the Nutrition Society*, 69(3), 300-310. <https://doi.org/10.1017/S002966511000176X>
- Castellano, S., Lobanov, A. V., Chapple, C., Novoselov, S. V., Albrecht, M., Hua, D., Lescure, A., Lengauer, T., Krol, A., Gladyshev, V. N., & Guigo, R. (2005). Diversity and functional of eukaryotic selenoproteins: Identification and characterization of the SelJ family. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 102(45), 16188-16193. <https://doi.org/10.1073/pnas.0505146102>
- Chang, J. C., Gutenmann, W. H., Reid, C. M., & Lisk, D. J. (1995). Selenium content of Brazil nuts from two geographic locations on Brazil. *Chemosphere*, 30(4), 801-802. [https://doi.org/10.1016/0045-6535\(94\)00409-N](https://doi.org/10.1016/0045-6535(94)00409-N)
- Cheng, Y., Jin, Y., Ma, F., Liang, C., Liu, Y., Bian, J., Li, P., & Gao, S. (2010). Study on selenium exposure level related to cognitive function in rural elderly people. *Journal of Hygiene Research*, 39(4), 483-485.
- Cheng, W. H., Holmstrom, A., Li, X., Wu, R. T. Y., Zeng, H., & Xiao, Z. (2011). Effect of dietary selenium and cancer cell xenograft on peripheral T and B Lymphocytes in adult nude mice. *Biological Trace Element Research*, 146(2), 230-235. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9235-2>
- Combs, G. F., Clark, L. C., & Turnbull, B. W. (1997). Reduction of cancer mortality and incidence by selenium supplementation. *Medizinische Klinik*, 92, 42-45. <https://doi.org/10.1007/BF03041964>
- Combs, G. F., Clark, L. C., & Turnbull, B. W. (2008). An analysis of cancer prevention by selenium. *BioFactors*, 14(1-4), 153-159. <https://doi.org/10.1002/biof.5520140120>
- Contempre, B., Dumont, J. E., Ngo, B., Thilly, C. H., Diplock, A. T., & Vanderpas, J. (1991). Effect of selenium supplementation in hypothyroid subjects of an iodine and selenium deficient area: The possible danger of indiscriminate supplementation of iodine-deficient subjects with selenium. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 73(1), 213-215. <https://doi.org/10.1210/jcem-73-1-213>
- Cosmulescu, S., Botu, M., & Trandafir, I. (2013). The mineral source for human nutrition of nuts in different hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(1), 250-254. <https://doi.org/10.15835/nbha4118307>
- Da Silva, A. G., Mataveli, L. R. V., & Arruda, M. A. Z. (2013). Speciation analysis of selenium in plankton, Brazil nut and human urine samples by HPLS-ICP-MS. *Talanta*, 110, 53-57. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2013.02.014>
- Davis, C. D. (2012). Selenium supplementation and cancer prevention. *Current Nutrition Reports*, 1, 16-23. <https://doi.org/10.1007/s13668-011-0003-x>
- De Santana, F. A., Portugal, L. A., Serra, A. M., Ferrer, L., Cerda, V., & Ferreira, S. L. C. (2016). Development of a MSFIA system for sequential determination of antimony, arsenic and selenium using hydride generation atomic fluorescence spectrometry. *Talanta*, 156-157, 29-33. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.04.063>
- Dikmen, D. (2015). Sert kabuklu yemişler ve sağlık üzerine etkileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 43(2), 174-182.
- Dos Santos Depoi, F., & Pozebon, D. (2012). The use of cloud point extraction and hydride generation for improving the Sb and Se limits of detection in ICP OES. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 23(12), 2211-2221. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532012001200010>
- Drutel, A., Archambeaud, F., & Caron, P. (2012). Selenium and the thyroid gland: More good news for clinicians. *Clinical Endocrinology*, 78(2), 155-164. <https://doi.org/10.1111/cen.12066>
- Dumont, E., De Pauw, L., Vanhaecke, F., & Cornelis, R. (2006). Speciation of Se in *Bertholletia excelsa* (Brazil nut): A hard nut to crack? *Food Chemistry*, 95(4), 684-692. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.04.004>
- Freitas, J. B., & Naves, M. M. V. (2010). Chemical composition of nuts and edible seeds and their relation to nutrition and health. *Revista de Nutrição*, 23(2), 269-279.
- Finley, J. W. (2005). Selenium accumulation in plant foods. *Nutrition Reviews*, 63(6), 196-202. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2005.tb00137.x>
- Flores-Mateo, G., Navas-Acien, A., Pastor-Barriuso, R., & Guallar, E. (2006). Selenium and coronary heart disease: A meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84(4), 762-773. <https://doi.org/10.1093/ajcn/84.4.762>
- Fordyce, F. M., Guangdi, Z., Green, K., & Xinping, L. (2000). Soil, grain and water chemistry in relation to human selenium-responsive diseases in Enshi District, China. *Applied Geochemistry*, 15(1), 117-132. [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(99\)00035-9](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(99)00035-9)
- Fox, T., Van den Heuvel, E., Atherton, C., Dainty, J., Lewis, J., Langford, N. J., Crews, H. M., Lutten, J. B., Lorentzen, M., Sieling, F. W., van Aken-Schneyder, P., Hoek, M., Kotterman, M. J. J., van Dael, P., & Fairweather-Tait, S. J. (2004). Bioavailability of selenium from fish, yeast and selenate: A comparative study in humans using stable isotopes. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(2), 343-349. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601787>

- Franca, C. A. S., Nogueira, C. R., Ramalho, A., Carvalho, A. C. P., Vieira, S. L., Penna, A. B. R. C. (2011). Serum levels of selenium in patients with breast cancer before and after treatment of external beam radiotherapy. *Annals of Oncology*, 22(5), 1109-1112. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdq547>
- Gao, L., Luo, D., Hu, X., & Wu, J. (2017). Se in Se-enriched peanut and losses during peanut protein preparation. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(3), 843-850. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13347>
- Gao, S., Jin, Y., Unverzagt, F. W., Liang, C., Hall, K. S., Cao, J., Ma, F., Murrell, J. R., Cheng, Y., Li, P., Bian, J., & Hendrie, H. C. (2012). Selenium level and depressive symptoms in a rural elderly Chinese cohort. *BMC Psychiatry*, 12, 72. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-12-72>
- Giuseppe, G., Justin, Y., Stefano, M., Agnieszka, M., Fabio, G., & Kales, S. N. (2015). Nut consumption on-all cause, cardiovascular and cancer mortality risk: A systematic review and meta analysis of epidemiologic studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(4), 783-793. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.099515>
- Hawkes, W. C., & Laslett, L. J. (2009). Selenium supplementation does not improve vascular responsiveness in healthy North American men. *American Journal of Physiology Heart and Circulatory Physiology*, 296(2), 256-262. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00935.2008>
- Henry, C. J., & Ahlström, L. (2009). Food science and technology. In G. Campbell-Platt (Ed.), *Nutrition* (pp. 299-322). Wiley-Blackwell.
- Joseph, J., & Weber, K. T. (2013). Selenium and cardiometabolic health: Inconclusive yet intriguing evidence. *The American Journal of the Medical Sciences*, 346(3), 216-220. <https://doi.org/10.1097/maj.0b013e3182638716>
- Kadřabová, J., Madaric, A., & Ginter, E. (1997). The selenium content of selected food from the Slovak Republic. *Food Chemistry*, 58(1-2), 29-32. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00188-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00188-4)
- Kannamkumarath, S. S., Wrobel, K., Wrobel, K., Vonderheide, A., & Caruso, J. A. (2002). HPLS-ICP-MS determination of selenium distribution and speciation in different types of nut. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 373(6), 454-460. <https://doi.org/10.1007/s00216-002-1354-3>
- Kardinaal, A. F. M., Kok, F. J., Kohlmeier, L., Martin-Moreno, J. M., Ringstad, J., Gómez-Aracena, J., Mazaev, V. P., Thamm, M., Martin, B. C., Aro, A., Kark, J. D., Delgado-Rodriguez, M., Riemersma, R. A., van 't Veer, P., & Huttunen, J. K. (1997). Association between toenail selenium and risk of acute myocardial infarction in European men: The EURAMIC study. *American Journal of Epidemiology*, 145(4), 373-379. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009115>
- Kendall, C. W. C., Josse, A. R., Eshafani, A., & Jenkins, D. J. A. (2010). Nuts, metabolic syndrome and diabetes. *The British Journal of Nutrition*, 104(4), 465-473. <https://doi.org/10.1017/s0007114510001546>
- Kim, Y., Keogh, J. B., & Clifton, P. M. (2017). Benefits of nut consumption on insulin resistance and cardiovascular risk factors: Multiple potential mechanisms of actions. *Nutrients*, 9(11), 1271. <https://doi.org/10.3390/nu9111271>
- King, J. C., Blumberg, J., Ingwersen, L., Jenab, M., & Tucker, K. L. (2008). Tree nuts and peanuts as components of a healthy diet. *The Journal of Nutrition*, 138(9), 1736-1740. <https://doi.org/10.1093/jn/138.9.1736s>
- Klarod, K., Hongsprabhas, P., Khampitak, T., Wirasorn, K., Kiertiburanakul, S., Tangrassameeprasert, R., Daduang, J., Yongvanit, P., & Boonsiri, P. (2011). Serum antioxidant levels and nutritional status in early and advanced stage lung cancer patients. *Nutrition*, 27(11-12), 1156-1160. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2010.12.019>
- Kornsteiner, M., Wagner, K. H., & Elmadfa, I. (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food Chemistry*, 98(2), 381-387. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.033>
- Köhrle, J., Brigelius-Flohe, R., Böck, A., Gartner, R., Meyer, O., & Flohé, L. (2000). Selenium in Biology: Facts and medical perspectives. *Biological Chemistry*, 381(9-10), 849-64. <https://doi.org/10.1515/BC.2000.107>
- Köhrle, J., & Gartner, R. (2009). Selenium and thyroid. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 23(6), 815-827. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2009.08.002>
- Kryukov, G. V., Castellano, S., Novoselov, S. V., Lobanov, A. V., Zehtab, O., Guigó, R., & Gladyshev, V. N. (2003). Characterization of mammalian selenoproteomes. *Science*, 300(5624), 1439-1443. <https://doi.org/10.1126/science.1083516>
- Kubachka, K. M., Hanley, T., Mantha, M., Wilson, R. A., Falconer, T. M., Kassa, Z., Oliveira, A., Landero, J., & Caruso, J. (2017). Evaluation of selenium in dietary supplements using elemental speciation. *Food Chemistry*, 218, 313-320. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.086>
- Kumar, B. S., & Priyadarsini, K. I. (2014). Selenium nutrition: How important is it? *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 4(2), 333-341. <https://doi.org/10.1016/j.bionut.2014.01.006>
- Lambert, K., Bird, L., Borst, A. C., Fuller, A., Wang, Y., Rogers, G. B., Stanford, J., Sanderson-Smith, M. L., Williams, J. G., McWhinney, B. C., Neale, E. P., Probst, Y., & Lonergan, M. (2020). Safety and efficacy of using nuts to improve bowel health in hemodialysis patients. *Journal of Renal Nutrition*, 30(5), 462-469. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2019.10.002>

- Lenz, M., & Lens, P. N. L. (2009). The essential toxin: The changing perception of selenium in environmental sciences. *Science of The Total Environment*, 407(12), 3620-3633. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.07.056>
- Li, J., Shao, Z. H., Xie, J. T., Wang, C. Z., Ramachandran, S., Yin, J. J., Aung, H., Li, C. Q., Qin, G., Hoek, T. V., & Yuan, C. S. (2012). The effects of ginsenoside Rb1 on JNK in oxidative injury in cardiomyocytes. *Archives of Pharmacological Research*, 35, 1259-1267. <https://doi.org/10.1007/s12272-012-0717-3>
- Lima, L. W., Stonehouse, G. C., Walters, C., El Mehdawi, A. F., Fakra, S. C., & Pilon-Smits, E. A. H. (2019). Selenium accumulation speciation and localization in Brazil nuts (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). *Plants*, 8(8), 289. <https://doi.org/10.3390%2Fplants8080289>
- Lopes, G. S., Silva, F. L. F., Grinberg, P., & Sturgeon, R. E. (2016). An evaluation of the use of formic acid for extraction of trace elements from Brazil nut and Babassu coconut and its suitability for multi-element determination by ICP-MS. *Journal of Brazilian Chemical Society*, 27(7), 1229-1235. <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20160018>
- Mandic, Z., Mandic, M. L., Grgić, J., Hasenay, D., & Grgić, Z. (1995). Selenium content of breast milk. *Z Leibesunters Forsch*, 201(3), 209-212. <https://doi.org/10.1007/bf01192989>
- Mangiapane, E., Pessione, A., & Pessione, E. (2014). Selenium and Selenoproteins: An overview on different biological systems. *Current Protein and Peptide Science*, 15(6), 598-607. <https://doi.org/10.2174/1389203715666140608151134>
- Marcocci, C., Kahaly, G. J., Krassa, G. E., Bartalena, L., Prummel, M., Stahl, M., Altea, M. A., Nardi, M., Pitz, S., Boboridis, K., Sivelli, P., von Arx, G., Mourits, M. P., Baldeschi, L., Bencivelli, W., & Wiersinga, W. (2011). Selenium and the course of mild Graves orbitopathy. *New England Journal of Medicine*, 364(20), 1920-1931. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1012985>
- Masiulis, I., Quill, T. A., Burk, R. F., & Herz, J. (2009). Differential functions of the Apoer2 intracellular domain in selenium uptake and cell signaling. *Biological Chemistry*, 390(1), 67-73. <https://doi.org/10.1515/bc.2009.011>
- Mehdi, Y., Hornick, J. L., Istasse, L., & Dufrasne, I. (2013). Selenium in the environment, metabolism and involvement in body functions. *Molecules*, 18(3), 3292-3311. <https://doi.org/10.3390/molecules18033292>
- Moreda-Pineiro, J., Sanchez-Pinero, J., Manana-Lopez, A., Turnes-Carou, I., Alonso-Rodriguez, E., López-Mahía, P., & Muniategui-Lorenzo, S. (2018). Selenium species determination in foods harvested in seleniferous soils by HPLS-ICP-MS after enzymatic hydrolysis assisted by pressurization and microwave energy. *Food Research International*, 111, 621-630. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.003>
- Nacamulli, D., Mian, C., Petricca, D., Lazzarotto, F., Barollo, S., Pozza, D., Masiero, S., Faggian, D., Plebani, M., Girelli, M. E., Mantero, F., & Betterle, C. (2009). Influence of physiological dietary selenium supplementation on the natural course of autoimmune thyroiditis. *Clinical Endocrinology*, 73(4), 535-539. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2265.2009.03758.x>
- Negro, R., Greco, G., Mangieri, T., Pezzrossa, A., Dazzi, D., & Hassan, H. (2007). The influence of selenium supplementation on postpartum thyroid status in pregnant women with thyroid peroxidase autoantibodies. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(4), 1263-1268. <https://doi.org/10.1210/jc.2006-1821>
- Neve, J. (1996). Selenium as a risk factor for cardiovascular diseases. *Journal of Cardiovascular Risk*, 3(1), 42-47. <https://doi.org/10.1177/174182679600300106>
- Nothstein, A. K., Eiche, E., Riemann, M., Nick, P., & Winkel, L. H. E. (2016). Tracking Se assimilation and speciation through the rice plant-nutrient competition, toxicity and distribution. *PLoS One*, 11(4), e0152081. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152081>
- Onat, B., Arıoğlu, H., Güllüoğlu, L., Kurt, C., & Bakal, H. (2017). Dünya ve Türkiye’de yağlı tohum ve ham yağ üretimine bir bakış. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 149-153. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.349197>
- Peters, U., & Takata, Y. (2008). Selenium and the prevention of prostate and colorectal cancer. *Molecular Nutrition & Food Research*, 52(11), 1261-1272. <https://doi.org/10.1002%2Fmfnr.200800103>
- Pietinen, P., Vartiainen, E., Seppanen, R., Aro, A., & Puska, P. (1996). Changes in diet in Finland from 1972 to 1992: Impact on coronary heart disease risk. *Preventive Medicine*, 25(3), 234-250. <https://doi.org/10.1006/pmed.1996.0053>
- Pino Ramos, L. L., Jimenez-Aspee, F., Rheoduloz, C., Burgos-Edwards, A., Dominguez-Perles, R., (2019). Phenolic, oxylipin and fatty acid profiles of the Chilean hazelnut (*Gevuina avellana*): Antioxidant activity and inhibition of pro-inflammatory and metabolic syndrome-associated enzymes. *Food Chemistry*, 298, 125026. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125026>
- Rainey, C., & Nyquist, L. (1997). Nuts: Nutrition and health benefits of daily use. *Nutrition Today*, 32(4), 157-163.
- Rayman, M. P. (2000). The importance of selenium to human health. *The Lancet*, 356(9225), 233-241. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02490-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02490-9)
- Rayman, M. P. (2012). Selenium and health. *The Lancet*, 379(9822), 1256-1268. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61452-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61452-9)
- Rayman, M. P., Thompson, A. J., Bekaert, B., Catterick, J., Galassini, R., Hall, E., Warren-Perry, M., & Beckett, G.

- J. (2008). Randomized controlled trial of the effect of selenium supplementation on thyroid function in the elderly in the United Kingdom. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(2), 370-378. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.2.370>
- Reid, M. E., Duffield- Lilloco, A. J., Slate, E., Natarajan, N., Turnbull, B., Jacobs, E., Combs Jr, G. F., Alberts, D. S., Clark, L. C., & Marshall, J. R. (2008). The nutritional prevention of cancer: 400 mcg per day selenium treatment. *Nutrition and Cancer*, 60(2), 155-163. <https://doi.org/10.1080/01635580701684856>
- Ricetti, M. M., Guidi, G. C., Tecchio, C., Bellisola, G., Rigo, A., & Perona, G. (1999). Effects of sodium selenite on in vitro interactions between platelets and endothelial cells. *International Journal of Clinical and Laboratory Research*, 29(2), 80-84. <https://doi.org/10.1007/s005990050068>
- Rolls, B. J., Bella, E. A., Castellanos, V. H., Ckow, M., Pelkman, C. L., & Thorwart, M. L. (1999). Energy density but not fat content of foods affected energy intake in lean and obese woman. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69(5), 863-871. <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.5.863>
- Ros, E., & Mataix, J. (2006). Fatty acid and composition of nuts-implications for cardiovascular health. *British Journal of Nutrition*, 96(2), 29-35. <https://doi.org/10.1017/bjn20061861>
- Ros, E. (2015). Chapter 17- Contribution of nuts to the Mediterranean Diet. In V. P. R. P. Watson (Ed.), *The Mediterranean diet* (pp: 175-184). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407849-9.00017-8>
- Roth, M. J., Qiao, Y. L., Abnet, C. C., Zhang, Y. H., Dawsey, S. M., Dong, Z. W., & Taylor, P. R. (2006). Cellular immune response is not associated with incident cancer or total mortality: A prospective follow-up. *European Journal of Cancer Prevention*, 15(6), 548-550. <https://doi.org/10.1097/01.cej.0000220632.93104.2d>
- Sabate, J., Ros, E., & Slas-Salvado, J. (2006). Nuts: Nutrition and health outcomes. *British Journal of Nutrition*, 96(2), 1-2. <https://doi.org/10.1017/BJN20061857>
- Salas-Salvado, J., & Pascual Compte, M. (2023). Nut and seeds. *Encyclopedia of Human Nutrition*, 513-522. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821848-8.00142-6>
- Salonen, J. T., Alfthan, G., Huttunen, H., Pikkariainen, J., & Puska, P. (1982). Association between cardiovascular death and myocardial infarction and serum selenium in a matched-pair longitudinal study. *The Lancet*, 320(8921), 175-179. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(82\)91028-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(82)91028-5)
- Schomburg, L., & Köhrle, J. (2008). On the importance of selenium and iodine metabolism for thyroid hormone biosynthesis and human health. *Molecular Nutrition & Food Research*, 52(11), 1235-1246. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200700465>
- Schrauzer, G. N., White, D. A., & Schneider, C. J. (1977). Cancer mortality correlation studies- III: Statistical associations with dietary selenium intakes. *Bioinorganic Chemistry*, 7(1), 23-34. [https://doi.org/10.1016/S0006-3061\(00\)80126-X](https://doi.org/10.1016/S0006-3061(00)80126-X)
- Shrimali, R. K., Irons, R. D., Carlson, B. A., Sano, Y., Gladyshev, V. N., Park, J. M., & Hatfield, D. L. (2008). Selenoproteins mediate T cell immunity through an antioxidant mechanism. *Journal of Biological Chemistry*, 283(29), 20181-20185. <https://doi.org/10.1074%2Fjbc.M802559200>
- Souza, R. G. M., Gomes, A. C., Naves, M. M. V., & Mota, J. F. (2015). Nuts and legume seeds for cardiovascular risk reduction: Scientific evidence and mechanisms of action. *Nutrition Reviews*, 73(6), 335-347. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuu008>
- Steevens, J., Van den Brandt, P. A., Goldbohm, R. A., & Scholuten, L. J. (2010). Selenium status and the risk of esophageal and gastric cancer subtypes: The Netherlands cohort study. *Gastroenterology*, 138(5), 1704-1713. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2009.12.004>
- Stranges, S., Marshall, J. R., Trevisan, M., Natarajan, R., Donahue, R. P., Combs, G. F., Farinaro, E., Clark, L. C., & Reid, M. E. (2006). Effects of selenium supplementation on cardiovascular disease incidence and mortality: Secondary analyses in a randomized clinical trial. *American Journal of Epidemiology*, 163(8), 694-699. <https://doi.org/10.1093/aje/kwj097>
- Şimşek, A., & Aykut, O. (2007). Evaluation of the microelement profile of Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties for human nutrition and health. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(8), 677-688. <https://doi.org/10.1080/09637480701403202>
- Tadayon, F., & Mehrandoost, S. (2015). Determination and speciation of Se (IV), Se (VI), and selenomethionine in Iranian walnut samples by spectrophotometry after cloud point extraction. *Journal of Analytical Chemistry*, 70, 1336-1341. <https://doi.org/10.1134/S1061934815110052>
- Thiry, C., Ruttens, A., De Temmerman, L., Schneider, Y. J., & Pussemier, L. (2012). Current knowledge in species-related bioavailability of selenium in food. *Food Chemistry*, 130(4), 767-784. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.102>
- Thomson, C. D., Chisholm, A., McLachlan, S. K., & Campbell, J. M. (2008). Brazil nuts: An effective way to improve selenium status. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(2), 379-382. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.2.379>
- Thomson, C. D., Ong, L. K., & Robinson, M. F. (1985). Effects of supplementation with high-selenium wheat bread on selenium, glutathione peroxidase and related enzymes in blood components of New Zealand residents. *The*

- American Journal of Clinical Nutrition*, 41(5), 1015-1022. <https://doi.org/10.1093/ajcn/41.5.1015>
- Tolu, J., Thiry, Y., Bueno, M., Jolivet, C., Potin-Gautier, M., & Le Hécho, I. (2014). Distribution and speciation of ambient selenium in contrasted soils, from mineral to organic rich. *Science of The Total Environment*, 479-480, 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.079>
- Toulis, K. A., Anastasilakis, A. D., Tzellos, T. G., Goulis, D. G., & Kouvelas, D. (2010). Selenium supplementation in the treatment of Hashimoto's thyroiditis: A systematic review and a meta-analysis. *Thyroid*, 20(10), 1163-1173. <https://doi.org/10.1089/thy.2009.0351>
- Türkiye Beslenme Rehberi. (2022). T.C. Sağlık Bakanlığı, Yayın No:1031, Ankara. [https://hsgmdestek.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Rehberler/T%C3%BCrkiye%20Beslenme%20Rehber%20\(T%C3%9CBER\)%202022.pdf](https://hsgmdestek.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Rehberler/T%C3%BCrkiye%20Beslenme%20Rehber%20(T%C3%9CBER)%202022.pdf)
- Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı. (2017-2023). *Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı*. <https://turkomp.gov.tr/main>
- Türkiye Halk Sağlık Kurumu. (2017). *Yeterli ve dengeli beslenme nedir?* <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/beslenme/yeterli-ve-dengeli-beslenme-nedir.html>
- Udayarajan, C. T., Mohan, K., & Nisha, P. (2022). Tree nuts: Treasure mine for prebiotic and probiotic dairy free vegan products. *Trends in Food Science & Technology*, 124, 208-218. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.022>
- U.S. Department of Agriculture. (2019). *FoodData central*. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>
- Valentine, W. M., Abel, T. W., Hill, K. E., Austin, L. M., & Burk, R. F. (2008). Neurodegeneration in mice resulting from loss of functional selenoprotein P or its receptor apolipoprotein E receptor 2. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*, 67(1), 68-77. <https://doi.org/10.1097/nen.0b013e318160f347>
- Van Der Torre, H., Dokkum, W., Schaafsma, G., Wedel, M., & Ockhuizen, T. (1991). Effect of various levels of selenium in wheat and meat on blood Se status indices and on Se balance in Dutch men. *British Journal of Nutrition*, 65(1), 69-80. <https://doi.org/10.1079/bjn19910067>
- Venkatachalam, M., & Sathe, S. K. (2006). Chemical composition of selected edible nut seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(13), 4705-4714. <https://doi.org/10.1021/jf0606959>
- Viguiliouk, E., Kendall, C. W. C., Mejia, S. B., Cozma, A. I., Ha, V., Mirrahimi, A., Jayalath, V. H., Augustin, L. S. A., Chiavaroli, L., Leiter, L. A., de Souza, R. J., Jenkins, D. J. A., & Sievenpiper, J. L. (2014). Effect of tree nuts on glycemic control in diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled dietary trials. *PloS One*, 9(7), e103376. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103376>
- Wang, J., Li, H., Li, Y., Yu, J., Yang, L., Feng, F., & Chen, Z. (2013). Speciation, distribution, and bioavailability of soil selenium in the Tibetan Plateau Kashin-beck disease area-a case study in Songpan county, Sichuan Province, China. *Biological Trace Element Research*, 156, 367-375. <https://doi.org/10.1007/s12011-013-9822-5>
- Wei, W. Q., Abnet, C. C., Qiao, Y. L., Dawsey, S. M., Dong, Z. W., Sun, X. D., Fan, J. H., Gunter, E. W., Taylor, P. R., & Mark, S. D. (2004). Prospective study of serum selenium concentrations and esophageal and gastric cardia cancer, heart disease, stroke, and total death. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(1), 80-85. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.1.80>
- Winkel, L. H. E., Vriens, B., Jones, G. D., Schneider, L. S., Pilon-Smiths, E., & Bañuelos, G. S. (2015). Selenium cycling across soil-plant-atmosphere interfaces: A critical review. *Nutrients*, 7(6), 4199-4239. <https://doi.org/10.3390/nu7064199>
- Wojdylo, A., Piotr Turkiewicz, I., Tkacz, K., Nowicka, P., & Bobak, L. (2020). Nuts as functional foods: Variation of nutritional and phytochemical profiles and their *in vitro* bioactive properties. *Food Chemistry: X*, 15, 100418. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100418>
- Xun, P., Liu, K., Morris, J. S., Daviglius, M. L., & He, K. (2010). Longitudinal association between toenail selenium levels and measures of subclinical atherosclerosis: The CARDIA trace element study. *Atherosclerosis*, 210(2), 662-667. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2010.01.021>
- Yu, M. W., Horng, I. S., Hsu, K. H., Chiang, Y. C., Liaw, Y. F., & Chen, C. J. (1999). Plasma selenium levels and risk of hepatocellular carcinoma among men with chronic hepatitis virus infection. *American Journal of Epidemiology*, 150(4), 367-374. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a101016>
- Zhang, S., Rocourt, C., & Cheng, W. H. (2010). Selenoproteins and the aging brain. *Mechanisms of Ageing and Development*, 131(4), 235-260. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2010.02.006>
- Zhuo, H., Smith, A. H., & Steinmaus, C. (2004). Selenium and lung cancer: A quantitative analysis of heterogeneity in the current epidemiological literature. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 13(5), 771-778. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.771.13.5>
- Zwolak, I., & Zaporowska, H. (2012). Selenium interactions and toxicity: A review. *Cell Biology and Toxicology*, 28, 31-46. <https://doi.org/10.1007/s10565-011-9203-9>