



Özgün Araştırma/Original Article

Çocuklar için üretilen bazı süt ve süt ürünlerinin selenyum (Se) düzeyleri ve risk değerlendirmesi

Selenium (Se) levels and risk assessment of some milk and dairy products produced for children

Burhan Başaran*

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ardeşen MYO, RİZE, TÜRKİYE,

ORCID ID: 0000-0001-6506-6113, Öğr. Gör. Dr.

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: burhan.basaran@erdogan.edu.tr

Geliş Tarihi:23.11.2021

Kabul Tarihi:11.01.2022

Özet

Amaç: Bu çalışmada okul öncesi/okul çağı çocukları için geliştirilerek/tasarlanarak Türkiye pazarında satışa sunulan bazı süt ve süt ürünlerinin selenyum (Se) düzeyleri araştırılmış, günlük Se maruziyeti tespit edilerek karsinogenik olmayan risk değerlendirmeleri yapılmıştır.

Materyal ve yöntem: Çalışma kapsamında farklı markalara ait 60 adet (20×3) süt, 24 adet (8×3) kefir, 6 adet (2×3) yoğurt ve 9 adet (3×3) süt keki örneklerinin Se düzeyleri ICP-MS kullanılarak belirlenmiştir. Se maruziyeti deterministik modele göre hesaplanmış, risk değerlendirme ise THQ (hedef tehlike katsayısı) değerlerine göre yapılmıştır.

Tartışma ve sonuç: Çalışma sonucunda süt, kefir, yoğurt ve süt keki örneklerinin ortalama Se düzeyleri sırasıyla 17,8±4,54; 10,7±8,77; 28,7±6,19 ve 44,9±2,97 µg/kg olarak belirlenmiştir. 3-6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların ortalama Se maruziyeti 0,17±0,08 µg/kg va (vücut ağırlığı)/gün, 7-11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların ortalama Se maruziyeti ise 0,10±0,05 µg/kg va/gün olarak hesaplanmıştır. Süt ve süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyeti yaş artışına bağlı olarak azalmaktadır ve cinsiyet bakımından ise herhangi bir farklılık tespit edilememiştir (p<0,05). THQ < 1 olduğu için süt ve ürünlerinden kaynaklanan Se maruziyeti için potansiyel bir sağlık riski olmadığı gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: süt ürünleri, selenyum, beslenmeye dayalı maruziyet, THQ, ICP-MS

Abstract

Objective: In this study, the selenium (Se) levels of some milk and dairy products developed/produced for pre-school/school age children and sold in the Turkish market were investigated, daily Se exposure was determined and non-carcinogenic risk assessments were made.

Materials and methods: Within the scope of the study, the Se levels of 60 (20×3) milk samples, 24 (8×3) kefir samples, 6 (2×3) yoghurt samples, and 9 (3×3) milk burger samples belonging to different brands, were determined by ICP-MS. Se exposure was calculated according to the deterministic model, and the risk assessments were made according to THQ (target hazard quotient) values.

Results and conclusion: The mean Se levels of milk, kefir, yoghurt and milk burger samples were determined as 17.8±4.54; 10.7±8.77; 28.7±6.19 and 44.9±2.97 µg/kg, respectively. The mean Se exposure of boys and girls aged 3-6 years was calculated as 0.17±0.08 µg/kg bw (bodyweight)/day, and the mean Se exposure of boys and girls aged 7-11 years was calculated as 0.10±0.05 µg/kg bw/day. Selenium exposure due to consumption of milk and dairy products decreases with increasing age and no statistical differences were detected in terms of gender (p<0,05). As THQ < 1 it has been observed that there is no potential health risk for Se exposure from milk and dairy products.

Keywords: dairy products, selenium, dietary exposure, THQ, ICP-MS

1. Giriş

Süt ve süt ürünleri, yeterli ve dengeli beslenme için gerekli olan temel besin gruplarından birisidir (Smilowitz vd., 2005) ve insan yaşamının her evresinde gerekli olan makro ve mikro besin öğelerini yeterince içermektedir (Jenkins ve McGuire, 2006). Süt ve süt ürünlerinin protein, yağ, laktoz, çeşitli vitamin ve mineraller bakımından oldukça zengin bir içeriğe sahip oluşu onları toplum sağlığı açısından oldukça önemli hale getirmektedir (Murphy ve Allen, 2003). Bu ürünler özellikle iskelet-kemik sisteminin gelişimi için gerekli olan kalsiyum, magnezyum ve fosfor açısından oldukça iyi bir kaynaktır (Rizzoli, 2014). Süt ve süt ürünlerinin tüketimi ülke, coğrafya, kültür, aile ve bireyin yaşı, cinsiyeti ve fizyolojik durumuna göre değişmektedir (Serdar Eymirli vd., 2019). 2021 yılı kişi başına düşen süt tüketim verilerine göre ilk üç ülke Finlandiya (431 L), Karadağ (349 L) ve Hollanda (342 L) olarak sıralanmaktadır (World Population Review, 2021). Türkiye’de kişi (15 yaş ve üzeri) başına düşen süt tüketimi ise yılda 12,6 L’dir (Anonim, 2019).

Özellikle büyüme çağındaki çocuklar için süt ve süt ürünleri kritik bir besin grubudur (Dougkas vd., 2019; Eichler vd., 2019). Fakat Türkiye’de süt içme alışkanlığının istenilen seviyede olmadığı bildirilmiştir (Anonim, 2010). Bu yüzden sütün ve ilişkili ürünlerin erken dönemde çocuklara sevdirebilmesi sağlıklı bir nesil için oldukça önemlidir (Ünal ve Besler, 2008). Buradan hareketle gıda endüstrisi süt ve süt ürünlerini çeşitli vitamin, mineral ve diğer katkılarla zenginleştirmekte ayrıca ürünü çocukların daha fazla sevebileceği bir ürün olarak tasarlamaktadır (çikolatalı, çilekli süt ya da ambalaj üzerinde çeşitli çizgi film karakterlerinin kullanımı gibi). Fakat ebeveynlerin bir bölümünün bu tür ürünlere yönelik olumsuz bir algıya sahip olduğu da bilinmektedir. Bu çalışmada insan sağlığı için hem gerekli olan hem de toksik özellik gösterebilen ve süt ürünlerinde de bulunabilen selenyum (Se) metaline odaklanılmıştır.

Selenyum, doğada genellikle metal sülfür cevheriyle birlikte bulunmaktadır (Naveau vd., 2007). Selenyum, günümüzde cam ve elektronik sanayi başta olmak üzere endüstrinin çeşitli alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Browne vd., 2007, Bodnar vd., 2012). Bitkilere çevresel stres faktörlerine

karşı direnç kazandırması, bitkilerde kurşun, kadmiyum gibi ağır metallerin birikimini azaltması, gıdaların uzun süre depolamalarında çeşitli avantajlar sağlaması nedeniyle son yıllarda selenyumla zenginleştirilmiş gübrelere yönelik uygulamalarda önemli gelişmeler yaşanmıştır (Feng vd., 2013; Ramkissoo vd., 2020; Izydorczyk vd., 2021). Hayvan yemlerinin selenyumla zenginleştirilmesi suretiyle et ürünlerinde selenyum düzeyini artırmaya yönelik çalışmalar da yürütülmektedir (Azorín vd., 2020; Wang vd., 2020a). Ayrıca bebek mamaları, süt ürünleri başta olmak üzere çeşitli gıdalara doğrudan selenyum ilave edilerek bu gıdaların biyoyararlılıkları artırılmaya çalışılmaktadır (Kieliszek, 2019). Gıdalarda selenyum düzeyi coğrafya, iklim, gıdanın bileşimi ve proses şartları gibi faktörlerden etkilenmektedir (Choi vd., 2009). Selenyum düzeyi, et, tavuk, balık ve yumurta gibi ürünlerde 27,0–1.543 µg/kg; süt ve süt ürünlerinde 0,70–100 µg/kg; meyve ve sebzelerde 2,60–180 µg/kg; baklagiller, kabuklu yemişler, tahıllar ve türevlerinde ise 5,80–75,0 µg/kg aralığında değişmektedir (Navarro-Alarcon ve Cabrera - Vique, 2008).

Selenyum, uzun süre toksik bir element olarak kabul edilmiştir. Fakat 1957’de selenyumun insanlar ve hayvanlar için esansiyel bir element olduğu anlaşılmıştır (Schwarz ve Foltz, 1957). Selenyum eksikliğinde insanlarda bulaşıcı ve kronik hastalıklara bağlı morbidite ve mortalite oranı (örneğin HIV enfekte hamile kadınlarda beslenmeyle kandaki Se düzeyinin 0,01 µmol/L artışı ölüm riskini %5 azaltmıştır) (Tinggi, 2003; Harthill, 2011) ile spesifik olarak Keshan ve Kashin-Beck hastalığına yakalanma riskinin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Zhou vd., 2018; Wang vd., 2020b). Ayrıca selenyumun COVID-19 ve kardiyovasküler hastalıklar ile kanser gibi birçok hastalığa karşı koruyucu etkisi olduğu da bildirilmiştir (Vinceti vd., 2018; Wu vd., 2020; Moghaddam vd., 2020; Shimada vd., 2021). Buna karşın selenyumun belli dozlarda toksik (prostat kanseri, kaslarda seğirme vb.) özellik gösterdiği ve zehirlenmelerin (selenosis) yaşanabileceği ifade edilmiştir (Raisbeck, 2000; Waters vd., 2005; Zhang vd., 2014). Selenyum için olumsuz etki tespit edilmeyen doz (NOAEL - No Observed Adverse Effect Level) değeri 0,015 mg/kg/gün, en düşük gözlemlenen yan etki düzeyi (LOAEL - Lowest Observed

Adverse Effect Level) değeri ise 0,023 mg/kg/gün olarak belirlenmiştir (US EPA, 1991).

Bireylerin selenyum dahil birçok metale olan maruziyetinin ana kaynağı beslenmedir (Filippini vd., 2018). Birçok araştırmada çocukların yetişkinlere göre beslenme ve çevre kaynaklı kontaminantlara daha fazla maruziyet yaşadığı ifade edilmiştir (Rodríguez-Barranco vd., 2013; Başaran, 2020). Bu yüzden çocukların beslenmesinde önemli yer tutan gıdaların içeriklerinin sistematik ve güncel olarak incelenmesi, maruziyet seviyelerinin kapsamlı şekilde değerlendirilmesi gelecekte karşılaşılabilecek potansiyel sağlık risklerini önlemede stratejik bir araç olarak görülmektedir (Navarro-Alarcon ve Cabrera-Vique, 2008; Kim vd., 2015; Başaran, 2022).

Selenyumun sağlık üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri dikkate alındığında gıdalarda selenyum düzeyinin incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda literatürde farklı yaş gruplarına yönelik gerçekleştirilen ve çeşitli gıdaların tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyetine ilişkin çalışmalara ulaşmak mümkündür (Gao vd., 2011; Copat vd., 2014; Wang vd., 2018; Hammouh vd., 2020). Bununla birlikte literatürde spesifik olarak çocuklara yönelik geliştirilen/tasarlanan süt ve süt ürünlerinin selenyum düzeylerini gösteren ve tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyetinin risklerinin değerlendirildiği bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu çalışmanın amacı; Türkiye pazarında satışa sunulan özellikle okul öncesi ve okul çağı çocukları için geliştirilmiş/tasarlanmış olan bazı süt ve süt ürünlerinin selenyum düzeylerini belirlemek, günlük maruziyeti tespit etmek ve risk değerlendirmesini yapmaktır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Süt ve süt ürünlerine ait örnekler

Çalışma, farklı yaş gruplarında yer alan çocuklar için geliştirilen/tasarlanan süt, kefir, yoğurt ve süt kekleri üzerine gerçekleştirilmiştir. Her bir üründen farklı üretim tarihlerine sahip 3'er ürün orijinal ambalajıyla yerel/ulusal düzeyde faaliyet gösteren Rize ilindeki marketlerden satın alınmıştır. Bu kapsamda farklı markalara ait 20 süt, 8 kefir, 2 yoğurt ve 3 süt keki incelenmiştir. Toplam 11 örneğin ambalajında

okul gıdası etiketi bulunmaktadır. Ürünlere ait bazı özellikler Çizelge 1 ve 2'de gösterilmiştir.

2.2. Selenyum analizi

Selenyum analizi, Başaran (2022) çalışmasında bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Süt keki numuneleri öncelikle etüvde (Memmert IN55) 55°C'de 3 saat kurutulmuştur. UHT süt ve diğer süt ürünleri ise doğrudan analize alınmıştır. Tüm numuneler, yapay mikrodalga sindirim sistemiyle (Milestone Ethos Up Microwave Digestion System, Milestone Ethos Up, İtalya) ekstrakte edilmiştir. Sıvı numunelerden (örnek 1–30) 1 mL diğer numunelerden (örnek 30–33) ise 0,3 g teflon kaplara alınmış ve üzerine 10 mL asit çözeltisi (9 mL %65 HNO₃ (%65, Suprapur, Merck, Darmstadt, Almanya) ve 1 mL H₂O₂ (%34,5-36,5, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO)) ilave edilerek kapalı bir sistem oluşturulmuştur. Daha sonra numunelere sırasıyla 15 ve 20 dk boyunca 210°C ayarlı sistemde bozundurma yapılmıştır. Numuneler oda sıcaklığında soğutulduktan sonra falkon tüplere alınmış ve 5 mL ultra saf su (Milipore Direct Q 8UV) ilave edilmiştir. 0,45 µm filtre ile süzölmüş ve ikinci bir seyreltme yapılmadan ICP-MS 7800 (Agilent Technologies, Tokyo, Japonya) ile analiz edilmiştir. Analizler iki paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler "Mass Hunter 4.4 Workstation Software 7800 ICP-MS Top C.01.04" yazılımı kullanılarak otomatik olarak hesaplanmıştır. Selenyum izotoplarından ⁷⁸Se analizi ICP-MS'te gerçekleştirilmiştir. 0, 10, 25, 50, 100, 250 ve 500 µg/kg konsantrasyonlarında kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur ($y = 0,0042x + 0,0334$; $R^2 = 0,9994$). Selenyum için tespit limiti (LOD) ve tayin limiti (LOQ) sırasıyla 0,043 ve 0,144 µg/kg olarak belirlenmiştir. Örnek 1, 21, 29 ve 31'in kullanıldığı geri kazanım çalışması >%91,0 olarak ölçülmüştür (100 µg/kg).

2.3. Çalışma popülasyonu

Bu çalışmada günlük selenyum maruziyeti, süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıkları dikkate alınarak okul öncesi ve okul çağındaki çocuklar için değerlendirilmiştir. Okul öncesi ve okul çağındaki çocukların yaş aralığı 3–6 ve 7–11 olarak kabul edilmiştir (Karabulut, 2021). Söz konusu yaş aralığında yer alan çocukların ortalama vücut ağırlığı değerleri (persentil 50) sırasıyla erkek çocuklar için 17,7 ve 29,6 kg, kız çocuklar için 17,3 ve 29,6 kg olarak belirlenmiştir (Neyzi vd., 2008).

Çizelge 1. Çalışmaya dahil edilen sütlerin bazı özellikleri

Markalar	Örnek numarası	Bazı özellikler	Ambalaj ağırlığı
Marka A	1	Organik, UHT inek sütü (%3,0 Süt yağı) – Okul gıdası etiketli	200 mL
Marka A	2	UHT yarım yağlı (%1,5 Süt yağı) laktozsuz inek sütü	200 mL
Marka A	3	Doğal, UHT inek sütü (%3,3 Süt yağı) – Okul gıdası etiketli	200 mL
Marka A	4	Doğal, UHT yarım yağlı (%1,5 Süt yağı) inek sütü – Okul gıdası etiketli	200 mL
Marka A	5	Doğal, UHT yarım yağlı (%1,5 Süt yağı) inek sütü	200 mL
Marka A	6	Çocuk devam sütü, Prebiyotik lifler, vitamin ve mineral ilaveli	200 mL
Marka A	7	Çilek pürelili, UHT yarım yağlı (%1,5 süt yağı) inek sütü – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka A	8	Muz pürelili, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka A	9	Kakaolu, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka B	10	UHT yarım yağlı (%1,5 süt yağı) inek sütü – Okul gıdası etiketli	200 mL
Marka B	11	Çikolatalı, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka B	12	Çikolatalı, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka C	13	Çikolatalı, D vitamin ilaveli, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı)	180 mL
Marka C	14	Çilekli, D vitamin ilaveli, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka C	15	Muzlu, D vitaminli, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka C	16	Devam sütü, vitamin ve mineral ilaveli	1000 mL
Marka D	17	Çilek aromalı, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı)	180 mL
Marka D	18	Kakaolu, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı)	180 mL
Marka E	19	Kakaolu, UHT inek sütü (%0,8 süt yağı)	180 mL
Marka F	20	Devam sütü, vitamin ve mineral ilaveli	500 mL

2.4. Beslenmeye dayalı maruziyet

Bu çalışmada çocukların süt ve süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyeti deterministik modele göre aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Deterministik modelde maruziyet, bireyin birim zamanda tükettiği gıda miktarı ile aynı gıdadaki ilgili kimyasal bileşiğin konsantrasyonunun çarpılması ve elde edilen sonucun bireyin vücut ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmaktadır (US EPA, 2017).

$$CDI = \frac{C \times IR \times ED \times EF}{va \times AT}$$

CDI: Kronik günlük maruziyet ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{gün}$)

C: Süt ve süt ürününde bulunan selenyum düzeyi ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

IR: Tüketim oranı ($\text{g}-\text{mL}/\text{gün}$)

ED: Maruziyet süresi (çocuklar için 6 yıl)

EF: Maruziyetin sıklığı (365 gün/yıl)

va: Vücut ağırlığı (kg)

AT: Karsinojenik olmayanlar için ortalama maruziyet süresi (365 gün/yıl \times 6)

2.5. Karsinojenik olmayan risk değerlendirme

Hedef tehlike katsayısı (THQ), kronik günlük maruziyetin oral referans doza (RfD) bölünmesiyle hesaplanmaktadır ve karsinojenik olmayan potansiyel kronik risk indeksi olarak kabul edilmektedir. THQ > 1 ise risk kabul edilemez, THQ < 1 ise risk kabul edilebilir olarak ifade edilmektedir (US EPA, 1989). Selenyum için RfD 5×10^{-3} mg/kg/gün olarak belirlenmiştir (US EPA, 1991).

$$THQ = \frac{CDI}{RfD}$$

Çizelge 2. Çalışmaya dahil edilen diğer süt ürünlerinin bazı özellikleri

Ürünler	Markalar	Örnek numarası	Bazı özellikler	Ambalaj ağırlığı
Kefir	Marka A	21	Probiyotik, orman meyveli	200 mL
	Marka A	22	Probiyotik, çilekli	200 mL
	Marka A	23	Probiyotik, sade	200 mL
	Marka B	24	Probiyotik, çilekli	250 mL
	Marka B	25	Probiyotik, sade	250 mL
	Marka C	26	Probiyotik, sade	260 mL
	Marka C	27	Probiyotik, şeftali ve ananaslı	260 mL
	Marka C	28	Probiyotik, orman meyveli	260 mL
Yoğurt	Marka E	29	Çilek aromalı – Okul gıdası etiketili	50 mL
	Marka E	30	Karışık çilek aromalı	90 g
Süt kek	Marka G	31	Çilekli	35 g
	Marka G	32	Kakaolu	35 g
	Marka G	33	Muzlu ve ballı	35 g

2.6. İstatistiksel değerlendirme

Çalışma verileri IBM SPSS Statistics 26 (*Armonk, New York U.S.A*) programında analiz edilmiştir. Süt ve süt ürünlerinde selenyum düzeyleri ve risk değerlendirmelerine dair veriler Bağımsız Örneklem T Testi ile incelenmiş ve $p < 0,05$, istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Selenyum düzeyleri

Çalışma kapsamında incelenen toplam 99 süt ve süt ürününün selenyum düzeyleri Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Sütlerin (n=60) ortalama selenyum düzeyi $17,8 \pm 4,54$ $\mu\text{g/kg}$ olarak belirlenmiştir. Ortalama en yüksek selenyum düzeyi örnek 8'e aittir. Farklı markalara ait süt ürünlerinin ortalama selenyum düzeyi muzlu sütler (Örnek 8 ve 15) için $24,9 \pm 7,35$ $\mu\text{g/kg}$, yarım yağlı

aromasız sütler için $21,1 \pm 5,30$ $\mu\text{g/kg}$, çikolatalı süt için $17,9 \pm 5,23$ $\mu\text{g/kg}$, çocuk devam sütleri için $17,1 \pm 6,12$ $\mu\text{g/kg}$, tam yağlı aromasız sütler için $15,4 \pm 3,82$ $\mu\text{g/kg}$, çilekli süt için $16,8 \pm 2,02$ $\mu\text{g/kg}$, kakaolu süt için ise $14,9 \pm 2,44$ $\mu\text{g/kg}$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Diğer süt ürünlerinin ortalama selenyum düzeyi $2,97 - 47,6$ $\mu\text{g/kg}$ aralığında değişmekte olup en yüksek selenyum düzeyleri örnek 31, 32 ve 33'e aittir. Farklı markalara ait kefirlerin ortalama selenyum düzeyleri sade kefir için $4,97 \pm 2,76$ $\mu\text{g/kg}$, çilekli kefir için $7,90 \pm 3,63$ $\mu\text{g/kg}$, diğer kefir türleri için $18,3 \pm 10,5$ $\mu\text{g/kg}$, tüm kefirler (n=24) için ise $10,7 \pm 8,77$ $\mu\text{g/kg}$ olarak belirlenmiştir. Özellikle Marka A'ya ait kefirlerin ortalama selenyum düzeyleri diğer markalara göre daha düşüktür. Yoğurt ve süt keklerinin ortalama selenyum düzeyi ise sırasıyla $28,7 \pm 6,19$ ve $44,9 \pm 2,97$ $\mu\text{g/kg}$ 'dır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Süt ve diğer süt ürünlerinin ortalama selenyum düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Ürün tipi	Örnek numarası	Ortalama \pm SS	Ürün tipi	Örnek numarası	Ortalama \pm SS
Süt	1	12,7 \pm 0,55	Kefir	21	6,62 \pm 0,76
	2	21,0 \pm 3,04		22	5,36 \pm 2,01
	3	18,1 \pm 0,34		23	2,97 \pm 3,79
	4	21,8 \pm 0,74		24	10,5 \pm 1,09
	5	20,5 \pm 2,26		25	8,12 \pm 2,51
	6	12,0 \pm 2,17		26	3,82 \pm 0,55
	7	14,5 \pm 2,06		27	21,2 \pm 4,83
	8	30,1 \pm 2,45		28	27,1 \pm 7,93
	9	17,7 \pm 1,73	Diğer süt ürünleri	Ortalama (n=24)	10,7 \pm 8,77
	10	14,3 \pm 4,09	Yoğurt	29	33,1 \pm 1,51
	11	14,1 \pm 1,33		30	24,4 \pm 2,31
	12	14,2 \pm 0,51		Ortalama (n=6)	28,7 \pm 6,19
	13	21,6 \pm 0,70		31	41,7 \pm 4,93
	14	17,6 \pm 0,38	Süt keki	32	47,6 \pm 1,32
	15	19,7 \pm 2,51		33	45,5 \pm 0,97
	16	15,5 \pm 0,90		Ortalama (n=9)	44,9 \pm 2,97
	17	12,0 \pm 1,58		Genel ortalama (n=99)	19,2 \pm 10,9
	18	18,3 \pm 2,70			
	19	15,9 \pm 1,11			
	20	23,9 \pm 3,54	Ortalama (n=60)	17,8 \pm 4,54	

SS=Standart sapma

Süt ürünlerinde selenyum düzeyi; Slovenya'da 12–30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Srnkoj vd., 2005), Yunanistan'da 13,1–21,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Pappa vd., 2006), Kore'de 60 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Choi vd., 2009), Arjantin'de 7–9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Sigrist vd., 2012), Çin'de 55 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Wang vd., 2018) ve İtalya'da 110 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Filippini vd., 2018) olarak bildirilmiştir. Yoğurtta ortalama selenyum düzeyi ise 8,55–11 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak açıklanmıştır (Choi vd., 2009; Gao vd., 2011). Yanardag ve Orak (1999) Türkiye'de satışa sunulan az yağlı (%0,12), yarım yağlı (%1,5) ve tam yağlı (%3,0) pastörize sütlerde ortalama selenyum düzeyi sırasıyla 12,1, 18,6 ve 14,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, çilekli süt 13,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$, muzlu süt 14,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$, mineral ekli süt 15,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve çikolatalı süt 11,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$, yoğurt 34,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve kefirde ise 24,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada ulaşılan bulgular literatürdeki benzer çalışmalarla bazı ürünler açısından uyum göstermekle birlikte önemli farklılıklar da içermektedir. Şüphesiz bu durumun en önemli nedeni analiz edilen numunelerin hammadde ve diğer malzemelerinin türü ve özelliklerinin (yağ, katkı maddeleri vb.) birbirinden farklı olmasıdır. Ayrıca bu ürünlerin üretim aşamalarındaki farklılıkların da bulgular üzerinde etkili olabileceği unutulmamalıdır.

3.2. Risk değerlendirme

Bu çalışmada okul öncesi ve okul çağı çocukların süt ve süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyetleri ve bu maruziyetin risk değerlendirmesi her bir ürünün ambalaj ağırlığı dikkate alınarak ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 4, 5).

Çizelge 4. Çocukların süt tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyeti ve THQ düzeyleri

Örnek numarası	Günlük maruziyet ($\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün)				THQ			
	Erkek		Kız		Erkek		Kız	
	3-6 yaş	7-11 yaş	3-6 yaş	7-11 yaş	3-6 yaş	7-11 yaş	3-6 yaş	7-11 yaş
1	0,14	0,09	0,15	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02
2	0,24	0,14	0,24	0,14	0,05	0,03	0,05	0,03
3	0,20	0,12	0,21	0,12	0,04	0,02	0,04	0,02
4	0,25	0,15	0,25	0,15	0,05	0,03	0,05	0,03
5	0,23	0,14	0,24	0,14	0,05	0,03	0,05	0,03
6	0,14	0,08	0,14	0,08	0,03	0,02	0,03	0,02
7	0,15	0,09	0,15	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02
8	0,31	0,18	0,31	0,18	0,06	0,04	0,06	0,04
9	0,18	0,11	0,18	0,11	0,04	0,02	0,04	0,02
10	0,16	0,10	0,17	0,10	0,03	0,02	0,03	0,02
11	0,14	0,09	0,15	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02
12	0,14	0,09	0,15	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02
13	0,22	0,13	0,22	0,13	0,04	0,03	0,04	0,03
14	0,18	0,11	0,18	0,11	0,04	0,02	0,04	0,02
15	0,20	0,12	0,21	0,12	0,04	0,02	0,04	0,02
16 ^a	0,17	0,10	0,18	0,10	0,03	0,02	0,04	0,02
17	0,12	0,07	0,12	0,07	0,02	0,01	0,02	0,01
18	0,19	0,11	0,19	0,11	0,04	0,02	0,04	0,02
19	0,16	0,10	0,17	0,10	0,03	0,02	0,03	0,02
20 ^a	0,27	0,16	0,28	0,16	0,05	0,03	0,06	0,03
Ortalama	0,190*	0,114	0,195*	0,114	0,038*	0,023	0,039*	0,023
SS	0,051	0,029	0,050	0,029	0,010	0,007	0,011	0,007

^a Örnek 16 ve 20'nin tüketim miktarı 200 mL olarak kabul edilmiştir.

* $p < 0,05$, istatistiksel olarak anlamlıdır.

SS=Standart sapma

Sütlerin tüketiminden kaynaklanan ortalama selenyum maruziyeti 3-6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarda sırasıyla $0,190 \pm 0,051$ ve $0,195 \pm 0,050$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün, 7-11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarda ise sırasıyla $0,114 \pm 0,029$ ve $0,114 \pm 0,029$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün olarak hesaplanmıştır. Cinsiyet ve yaş grubu fark etmeksizin en yüksek ve en düşük maruziyet sırasıyla örnek 8 ve 17'den kaynaklanmaktadır. 3-6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların ortalama selenyum maruziyeti, 7-11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların maruziyetinden istatistiksel olarak

farklı bulunmuştur ($p < 0,05$). Selenyum maruziyetinin karsinojenik olmayan risk değerlendirmesinde ise hesaplanan THQ değerleri cinsiyet ve yaş grubu fark etmeksizin 1'in altında bulunmuştur. Dolayısıyla bu ürünlerin tüketilmesinde, selenyumdan kaynaklanan potansiyel bir sağlık endişesinden bahsetmek mümkün değildir. Yapılan değerlendirmede 3-6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların ortalama THQ düzeyi 7-11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların THQ düzeyinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 5. Çocukların diğer süt ürünlerini tüketmelerinden kaynaklanan selenyum maruziyeti ve THQ düzeyleri

Örnek numarası	Günlük maruziyet ($\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün)				THQ			
	Erkek		Kız		Erkek		Kız	
	3–6 yaş	7–11 yaş	3–6 yaş	7–11 yaş	3–6 yaş	7–11 yaş	3–6 yaş	7–11 yaş
21	0,07	0,04	0,08	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01
22	0,06	0,04	0,06	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
23	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00
24	0,15	0,09	0,15	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02
25	0,11	0,07	0,12	0,07	0,02	0,01	0,02	0,01
26	0,06	0,03	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
27	0,31	0,19	0,32	0,19	0,06	0,04	0,06	0,04
28	0,40	0,24	0,41	0,24	0,08	0,05	0,08	0,05
Ortalama	0,149*	0,090	0,154*	0,090	0,029*	0,019	0,030*	0,019
SS	0,135	0,081	0,138	0,081	0,027	0,017	0,026	0,017
29	0,09	0,06	0,10	0,06	0,02	0,01	0,02	0,01
30	0,12	0,07	0,13	0,07	0,02	0,01	0,03	0,01
Ortalama	0,105*	0,065	0,115*	0,065	0,020*	0,010	0,025*	0,010
SS	0,021	0,007	0,021	0,007	0,000	0,000	0,007	0,000
31	0,08	0,05	0,08	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01
32	0,09	0,06	0,10	0,06	0,02	0,01	0,02	0,01
33	0,09	0,05	0,09	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01
Ortalama	0,087*	0,053	0,090*	0,053	0,020*	0,010	0,020*	0,010
SS	0,006	0,006	0,010	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000

* $p < 0,05$, istatistiksel olarak anlamlıdır.

SS=Standart sapma

Kefir tüketiminden kaynaklanan ortalama selenyum maruziyeti 3–6 yaş aralığındaki erkek çocuklarda $0,149 \pm 0,135 \mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün, ve kız çocuklarda $0,154 \pm 0,138 \mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün, 7–11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarda ise $0,090 \pm 0,081 \mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün olarak hesaplanmıştır. Diğer süt ürünlerinin (yoğurt ve süt keki) tüketiminden kaynaklanan ortalama selenyum maruziyeti ise 3–6 yaş aralığındaki erkek çocuklarda $0,094 \pm 0,015 \mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün ve ve kız çocuklarda $0,058 \pm 0,008 \mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün iken 7–11 yaş aralığındaki erkek çocuklarda $0,100 \pm 0,019 \mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün ve kız çocuklarda $0,058 \pm 0,008 \mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün olarak belirlenmiştir. Ortalama en yüksek maruziyet örnek 28'den kaynaklanmaktadır. Diğer süt ürünleri (yoğurt ve süt keki) tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyetinin risk değerlendirmesinde ortalama THQ değeri 3–6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarda $0,02 \pm 0,00$; 7–11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarda ise $0,01 \pm 0,00$ olarak belirlenmiştir. 3–6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların diğer süt ürünlerinden kaynaklanan ortalama

selenyum maruziyeti ve THQ değeri 7–11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 4 ve Çizelge 5 incelendiğinde süt ve süt ürünlerinden kaynaklanan selenyum maruziyetinin ve THQ değerinin değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durumun üç temel nedeni olduğu düşünülmektedir. İlk olarak maruziyete neden olan gıdaların selenyum düzeyi birbirinden farklıdır. Doğal olarak selenyum düzeyi yüksek olan gıdanın maruziyete katkısı da yüksek olacaktır. Bu durum örnek 8'e ait bulgularla açıklanabilir. Fakat burada maruziyete etkisi olan bir diğer unsur ise üretici firmanın ürün için belirlediği ambalajın ağırlığıdır. Bu çalışmaya dahil edilen ürünlerin ortak özelliklerden birisi (örnek 16 ve 20 hariç) söz konusu ürünlerin tek seferde tüketim için tasarlanmış olmasıdır. Dolayısıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2'de görülebileceği gibi ambalaj ağırlığı fazla olan ürünlerin selenyum maruziyetine katkısı da yüksek düzeyde olacaktır. Fakat bu duruma istisna olarak örnek

31, 32 ve 33'ü gösterebiliriz. Her ne kadar bu ürünlerin ortalama selenyum düzeyi diğer ürünlere göre yüksek olsa da ürün tüketim miktarının diğer ürünlere göre önemli ölçüde düşük olması (35 g) bu üründen kaynaklanan maruziyeti sınırlandırmaktadır. Ayrıca yaş artışına bağlı olarak selenyum maruziyetinin azaldığı anlaşılmaktadır. Bu durumun temel nedeni ise maruziyete neden olan gıdanın türü aynı olmasına rağmen 3–6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların ortalama vücut ağırlığının 7–11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarından daha düşük olmasıdır. Bu durum vücut ağırlığı düşük olan çocukların diğer bireylere göre daha yüksek maruziyete sahip olduğuna ilişkin literatür bilgisiyle uyumludur (Ahmed vd., 2019; de Mendonça Pereira vd., 2020; Başaran, 2022). Farklı yaş gruplarında yer alan erkek ve kız çocukların ortalama vücut ağırlıkları birbirine oldukça yakın olduğu için hem maruziyet hem de THQ açısından bir farklılık tespit edilememiştir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yetişkin erkek ve kadınlar için tavsiye edilen günlük selenyum alımını 55 µg/gün, tolere edilebilir günlük üst selenyum düzeyini ise 400 µg/gün olarak tanımlamıştır (Anonim, 2000). Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ise yetişkin bireyler için günlük 70 µg/gün selenyum alımının yeterli olduğunu rapor etmiştir (EFSA, 2014). Dünya Sağlık Örgütü, 4–6 ve 7–9 yaş aralığındaki çocuklar için tavsiye edilen günlük selenyum alımını sırasıyla 1,15 ve 0,84 µg/kg va/gün olarak belirlemiştir (WHO, 2005). Diğer çalışmalarda günlük selenyum alımı; 30–40 µg/gün (serum selenyum düzeylerine göre) (Hıncal, 2007), erkek ve kadınlar için sırasıyla 32 ve 24 µg/gün (Sigrist vd., 2012), 9–12 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukları için sırasıyla 79 ve 74 µg/gün (Olza vd., 2017) olarak bildirilmiştir. Sadece süt ve süt ürünlerinden kaynaklanan selenyum maruziyeti ise 0,06 µg/kg va/gün (Choi vd., 2009) ve 1,07 µg/gün (Wang vd., 2018) olarak rapor edilmiştir.

Bu çalışmada günlük selenyum alımına dair ulaşılan değerler Dünya Sağlık Örgütü'nün referans değerlerinin oldukça altındadır. Fakat

sadece süt ürünlerinin değerlendirildiği çalışmalara kıyasla yüksek bir değere karşılık gelmektedir. Süt ve süt ürünlerinin selenyum düzeyleri ile süt tüketiminin ülke, kültür ve bireylerin beslenme alışkanlıklarına göre değişkenlik göstermesi çalışmalar arasındaki farklılığı açıklayabilir. Süt ve süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyetine bağlı olarak THQ değerlerinin hesaplandığı bir çalışmaya literatürde ulaşılamamıştır.

4. Sonuç

Selenyum eksikliği ya da fazlalığı bireylerde çeşitli hastalıklarla ilişkilendirilmiştir. Süt ve süt ürünleri selenyum açısından potansiyel bir kaynaktır. Süt ve süt ürünlerinin çocuklar başta olmak üzere toplumun geneli için sıklıkla tüketiliyor olması bu ürünleri aynı zamanda günlük selenyum alımında önemli hale getirmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de satışa sunulan ve okul öncesi/okul çağı çocukları için geliştirilen süt ve süt ürünleri selenyum düzeyleri bakımından incelenmiş ve karsinojenik olmayan risk değerlendirmesi yapılmıştır. İncelenen ürünlerin tamamı farklı düzeylerde selenyum içermektedir. Tüm ürünlerin (n=99) ortalama selenyum düzeyi ise 19,2±10,9 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Ortalama selenyum düzeylerine göre süt ürünleri grupları süt keki > yoğurt > süt > kefir olarak sıralanmıştır. Süt ve süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyeti yaş artışına bağlı olarak azalmaktadır ve cinsiyet bakımından ise herhangi bir farklılık tespit edilememiştir ($p<0,05$). Tüm yaş grupları için THQ değerleri 1'den küçük olduğu için potansiyel bir sağlık endişesi yoktur. Bu çalışmada sadece süt ve süt ürünleri incelenmiştir. Oysa, selenyum maruziyetinde diğer gıdaların da payı vardır. Dolayısıyla çocukların selenyum maruziyetinin aslında daha yüksek olduğu rahatlıkla söylenebilir. Bu yüzden çocukların beslenmesinde yer alan ve sıklıkla tüketilen diğer gıdalara yönelik benzer çalışmaların yapılması toplum sağlığı ve sağlıklı gelecek nesiller açısından oldukça önemlidir.

5. Kaynaklar

Ahmed, A.S., Sultana. S., Habib. A., Ullah. H., Musa. N., Hossain. M.B. and Sarker, M.S.I. (2019). Bioaccumulation of heavy metals in some commercially important fishes from a tropical river estuary suggests higher potential health risk in children than adults. *PLoS One*, 14(10), e0219336.

Anonim (2010). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması. <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/diger-kitaplar/TBSA-Beslenme-Yayini.pdf> (Erişim Tarihi: 23.11.2021).

Anonim (2019). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/TBSA_RAPOR_KITAP_20.08.pdf (Erişim Tarihi: 23.11.2021).

Anonymous (2000). Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids. Institute of Medicine. National Academies Press, Washington, DC.

Azorín, I., Madrid, J., Martínez, S., López, M., López, M.B., López, M.J. and Hernández, F. (2020). Can moderate levels of organic selenium in dairy cow feed naturally enrich dairy products? *Animals*, 10(12), 2269.

Basaran, B. (2020). The evaluation of childhood foods and infant formula exposure to furan, chloropropanols and acrylamide contamination by food processing. In I.J. Al-Zwaini, Z.R. Al-Ani, & Hurley, W. (Eds.), *Infant feeding: breast versus formula* (pp. 1-15), Croatia: IntechOpen.

Basaran, B. (2022). An assessment of heavy metal level in infant formula on the market in Turkey and the hazard index. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105(2022), 104258.

Bodnar, M., Konieczka, P. and Namiesnik, J. (2012). The properties, functions, and use of selenium compounds in living organisms. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 30(3), 225-252.

Browne, D. M., Niyomura, O. and Wirth, T. (2007). Catalytic use of selenium electrophiles in cyclizations. *Organic Letters*, 9(16), 3169-3171.

Choi, Y., Kim, J., Lee, H.S., Kim, C.I., Hwang, I.K., Park, H.K. and Oh, C.H. (2009). Selenium

content in representative Korean foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(2), 117-122.

Copat, C., Vinceti, M., D'Agati, M.G., Arena, G., Mauceri, V., Grasso, A., ... and Ferrante, M. (2014). Mercury and selenium intake by seafood from the Ionian Sea: A risk evaluation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 100, 87-92.

de Mendonça Pereira, B.F., de Almeida, C.C., Leandro, K.C., da Costa, M.P., Conte-Junior, C.A. and Spisso, B.F. (2020). Occurrence, sources, and pathways of chemical contaminants in infant formulas. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 1378-1396.

Douglas, A., Barr, S., Reddy, S. and Summerbell, C.D. (2019). A critical review of the role of milk and other dairy products in the development of obesity in children and adolescents. *Nutrition Research Reviews*, 32(1), 106-127.

Eichler, K., Hess, S., Twerenbold, C., Sabatier, M., Meier, F. and Wieser, S. (2019). Health effects of micronutrient fortified dairy products and cereal food for children and adolescents: A systematic review. *PLoS One*, 14(1), e0210899.

EFSA. (2014). Scientific opinion on dietary reference values for selenium. *EFSA Journal*, 12(10), 3846.

Feng, R., Wei, C. and Tu, S. (2013). The roles of selenium in protecting plants against abiotic stresses. *Environmental and Experimental Botany*, 87, 58-68.

Filippini, T., Cilloni, S., Malavolti, M., Violi, F., Malagoli, C., Tesauro, M., ... and Vinceti, M. (2018). Dietary intake of cadmium, chromium, copper, manganese, selenium and zinc in a Northern Italy community. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 50, 508-517.

Gao, J., Liu, Y., Huang, Y., Lin, Z.Q., Bañuelos, G.S., Lam, M.H.W. and Yin, X. (2011). Daily selenium intake in a moderate selenium deficiency area of Suzhou, China. *Food Chemistry*, 126(3), 1088-1093.

Hammouh, F., Zein, S., Amr, R., Ghazzawi, H., Muharib, D., Al Saad, D. and Subih, H. (2020). Assessment of dietary selenium intake of Jordanian adults in Madaba: a cross sectional

study. *Nutrition & Food Science*, 51(3), 494-506.

Harthill, M. (2011). Micronutrient selenium deficiency influences evolution of some viral infectious diseases. *Biological Trace Element Research*, 143(3), 1325-1336.

Hıncal, F. (2007). Trace elements in growth: Iodine and selenium status of Turkish children. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 21, 40-43.

Izydorczyk, G., Ligas, B., Mikula, K., Witek-Krowiak, A., Moustakas, K. and Chojnacka, K. (2021). Biofortification of edible plants with selenium and iodine—A systematic literature review. *Science of The Total Environment*, 754, 141983.

Jenkins, T.C. and McGuire, M.A. (2006). Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1302-1310.

Karabulut, H. (2021). Okul öncesi dönem (3-6 Yaş) ve ilkököl dönemi (7-11 Yaş) için annelik bekkçiliği ölççeği'nin (ABÖ) uyarlanması: anne ve baba formu. *Uluslararası İnsan Çalışmaları Dergisi*, 4(7), 34-53.

Kieliszek, M. (2019). Selenium—fascinating microelement, properties and sources in food. *Molecules*, 24(7), 1298.

Kim, C.I., Lee, J., Kwon, S. and Yoon, H.J. (2015). Total diet study: for a closer-to-real estimate of dietary exposure to chemical substances. *Toxicological Research*, 31(3), 227-240.

Moghaddam, A., Heller, R.A., Sun, Q., Seelig, J., Cherkezov, A., Seibert, L., ... and Schomburg, L. (2020). Selenium deficiency is associated with mortality risk from COVID-19. *Nutrients*, 12(7), 2098.

Murphy, S.P. and Allen, L.H. (2003). Nutritional importance of animal source foods. *The Journal of Nutrition*, 133(11), 3932S-3935S.

Navarro-Alarcon, M. and Cabrera-Vique, C. (2008). Selenium in food and the human body: a review. *Science of The Total Environment*, 400(1-3), 115-141.

Naveau, A., Monteil-Rivera, F., Guillon, E. and Dumonceau, J. (2007). Interactions of aqueous selenium (– II) and (IV) with metallic sulfide

surfaces. *Environmental Science & Technology*, 41(15), 5376-5382.

Neyzi, O., Günöz, H., Furman, A., Bundak, R., Gökçay, G. ve Darendeliler, F. (2008). Türk çocuklarında vücut ağırlığı, boy uzunluğu, baş çevresi ve vücut kitle indeksi referans değerleri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 51(1), 1-14.

Olza, J., Aranceta-Bartrina, J., González-Gross, M., Ortega, R.M., Serra-Majem, L., Varela-Moreiras, G. and Gil, Á. (2017). Reported dietary intake and food sources of zinc, selenium, and vitamins A, E and C in the Spanish population: Findings from the ANIBES study. *Nutrients*, 9(7), 697.

Pappa, E.C., Pappas, A.C. and Surai, P.F. (2006). Selenium content in selected foods from the Greek market and estimation of the daily intake. *Science of the Total Environment*, 372(1), 100-108.

Raisbeck, M.F. (2000). Selenosis. Veterinary clinics of North America: *Food Animal Practice*, 16(3), 465-480.

Ramkissoon, C., Degryse, F., da Silva, R.C., Baird, R., Young, S.D., Bailey, E.H. and McLaughlin, M.J. (2019). Improving the efficacy of selenium fertilizers for wheat biofortification. *Scientific Reports*, 9(1), 1-9.

Rizzoli, R. (2014). Dairy products, yogurts, and bone health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99(5), 1256S-1262S.

Rodríguez-Barranco, M., Lacasaña, M., Aguilar-Garduño, C., Alguacil, J., Gil, F., González-Alzaga, B. and Rojas-García, A. (2013). Association of arsenic, cadmium, and manganese exposure with neurodevelopment and behavioral disorders in children: A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment* 454, 562–577.

Schwarz, K. and Foltz, C.M. (1957). Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *Journal of the American Chemical Society*, 79(12), 3292-3293.

Serdar Eymirli, P., Güngör, A.E. ve Güngör, H.C. (2019). Süt, süt ürünleri ve çocuklarda diş çürüğü: bir literatür güncellemesi. *Türkiye Klinikleri. Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi* 25(3), 334-43.

- Shimada, B.K., Alfulaj, N. and Seale, L.A. (2021). The Impact of selenium deficiency on cardiovascular function. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(19), 10713.
- Sigrist, M., Brusa, L., Campagnoli, D. And Beldoménico, H. (2012). Determination of selenium in selected food samples from Argentina and estimation of their contribution to the Se dietary intake. *Food Chemistry*, 134(4), 1932-1937.
- Smilowitz, J.T., Dillard, C.J. and German, J.B. (2005). Milk beyond essential nutrients: the metabolic food. *Australian Journal of Dairy Technology*, 60(2), 77.
- Smrkolj, P., Pograjc, L., Hlastan-Ribič, C. and Stibilj, V. (2005). Selenium content in selected Slovenian foodstuffs and estimated daily intakes of selenium. *Food Chemistry*, 90(4), 691-697.
- Tinggi, U. (2003). Essentiality and toxicity of selenium and its status in Australia: a review. *Toxicology Letters*, 137(1-2), 103-110.
- US EPA. (1989). Guidance manual for assessing human health risks from chemically contaminated, fish and shellfish, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. EPA-503/8-89-002
- US EPA. (1991). Selenium and compounds; CASRN 7782-49-2. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0472_summary.pdf#nameddest=rfd (Erişim Tarihi: 23.11.2021).
- US EPA. (2017). Exposure assessment tools by tiers and types - deterministic and probabilistic assessments. <https://www.epa.gov/expobox/exposure-assessment-tools-tiers-and-types-deterministic-and-probabilistic-assessments> (Erişim Tarihi : 23.11.2021).
- Ünal, R.N. and Besler, H.T. (2008). Beslenmede sütün önemi. <https://sbu.saglik.gov.tr/ekutuphane/kitaplar/b%208.pdf> (Erişim Tarihi : 23.11.2021).
- Vinceti, M., Filippini, T. and Wise, L. A. (2018). Environmental selenium and human health: an update. *Current Environmental Health Reports*, 5(4), 464-485.
- Wang, J., Yang, L., Li, H., Li, Y. and Wei, B. (2018). Dietary selenium intake based on the Chinese Food Pagoda: the influence of dietary patterns on selenium intake. *Nutrition Journal*, 17(1), 1-8.
- Wang, D., Pu, L. and Wei, G. (2020a). Improved antioxidant capacity and immune function of broiler chickens fed with selenium-enriched *Candida utilis*. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(2), 1-8.
- Wang, L., Yin, J., Yang, B., Qu, C., Lei, J., Han, J. and Guo, X. (2020b). Serious selenium deficiency in the serum *Biological Trace Element Research*, 194(1), 96-104.
- Waters, D.J., Shen, S., Glickman, L.T., Cooley, D.M., Bostwick, D.G., Qian, J., ... and Morris, J.S. (2005). Prostate cancer risk and DNA damage: translational significance of selenium supplementation in a canine model. *Carcinogenesis*, 26(7), 1256-1262.
- WHO. (2005). Vitamin and mineral requirements in human nutrition, 2nd ed. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42716> (Erişim Tarihi: 23.11.2021).
- World Population Review. (2021). Milk consumption by country 2021. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/milk-consumption-by-country> (Erişim Tarihi: 23.11.2021).
- Wu, J., Zeng, C., Yang, Z., Li, X., Lei, G., Xie, D. ... and Yang, T. (2020). Association between dietary selenium intake and the prevalence of nonalcoholic fatty liver disease: a cross-sectional study. *Journal of the American College of Nutrition*, 39(2), 103-111.
- Yanardag, R. and Orak, H. (1999). Selenium content of milk and milk products of Turkey. II. *Biological Trace Element Research*, 68(1), 79-95.
- Zhang, H., Feng, X., Chan, H. M. and Larssen, T. (2014). New insights into traditional health risk assessments of mercury exposure: implications of selenium. *Environmental Science & Technology*, 48(2), 1206-1212.
- Zhou, H., Wang, T., Li, Q. and Li, D. (2018). Prevention of Keshan disease by selenium supplementation: a systematic review and meta-analysis. *Biological Trace Element Research*, 186(1), 98-105.