



D VİTAMİNİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ YOĞURT TÜKETİMİ VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Burcu Merve Aksu^{1*}, Fatih Özbey²

¹Demirođlu Bilim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

²Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

Geliş / Received: 15.05.2021; Kabul / Accepted: 12.08.2021; Online baskı / Published online: 03.09.2021

Aksu, B.M., Özbey, F. (2021). D vitamini ile zenginleştirilmiş yoğurt tüketimi ve sağlık üzerine etkileri. *GIDA* (2021) 46 (5) 1171-1182 doi: 10.15237/gida.GD21089

Aksu, B.M., Özbey, F. (2021). Consumption of yogurt fortified with vitamin d and effects on health. *GIDA* (2021) 46 (5) 1171-1182 doi: 10.15237/gida.GD21089

ÖZ

Mikro besin ögesi eksiklikleri malnütrisyonu neden olan bir halk sağlığı problemidir. Bu eksiklikler sağlığı olumsuz etkileyerek morbidite ve mortalite prevalansını artırmaktadır. Yaygın görülen eksikliklerden biri D vitamini eksikliğidir. D vitamini, besinsel kaynaklarının sınırlı olması ile birlikte temel kaynağı güneş olarak kabul edilen bir vitamindir. Ancak yıl boyunca güneş alan ülkelerde de eksikliğinin görülmesi bu konuda endişeleri doğurmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü D vitamini eksikliğini gidermek için zenginleştirmeyi kabul etmiştir. Yoğurt besin değeri yüksek ve toplumumuzda tüketimi tercih edilen fermente bir süt ürünüdür. Yoğurdun D vitamini ile zenginleştirilmesinin serum D vitamini düzeyini artırdığı gösterilmiştir. Zenginleştirilmiş yoğurt tüketiminin açlık glukoz, insülin direnci, trigliserit düzeyinde azalma ile sağlığa katkı sağladığını gösteren çalışmalar vardır.

Anahtar kelimeler: D vitamini, besin zenginleştirme, yoğurt

CONSUMPTION OF YOGURT FORTIFIED WITH VITAMIN D AND EFFECTS ON HEALTH

ABSTRACT

Micronutrient deficiencies are a public health problem that causes malnutrition. These deficiencies adversely affect health and increase the prevalence of morbidity and mortality. One of the common deficiencies is vitamin D deficiency. Although the dietary sources of vitamin D are limited, its main source is considered to be the sun. However, vitamin D deficiency in countries that receive sunlight throughout the year raises concerns in this regard. The World Health Organization has recommended food fortification for preventing vitamin D deficiency. Yogurt is a fermented dairy product with high nutritional value and preferred consumption in our society. It has been shown that fortification in yogurt with vitamin D increases serum vitamin D levels. There are studies reporting that consumption of fortified yogurt contributes to health by decreasing fasting glucose, insulin resistance and triglyceride levels.

Keywords: Vitamin D, food fortification, yogurt

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ burcumerve.demir@gmail.com

☎ (+90) 212 273 26 90

☎:(+90) 212 275 89 54

Burcu Merve Aksu; ORCID no: 0000-0002-6826-4462

Fatih Özbey; ORCID no: 0000-0002-7099-0041

GİRİŞ

Malnütrisyon; makro ve mikro besin öğelerinin düşük veya yüksek alımı ile karakterize edilen kompleks bir hastalıktır (Duggal ve Petri, 2018). Mikro besin öğesi eksiklikleri gelişmekte olan ülkelerde malnütrisyona neden olan bir halk sağlığı problemi olarak kabul edilmektedir (Chadare vd., 2019). Mikro besin öğeleri eksiklikleri, fiziksel ve bilişsel gelişmenin yanı sıra morbidite ve mortalitenin artışı ile birçok ülkede hastalık görülme oranlarında önemli bir artışa neden olmaktadır (Eichler vd., 2019). Mikro besin öğesi eksikliklerine demir, çinko, A vitamini, folat, B₁₂ vitamini, D vitamini ve omega-3 yağ asidi eksiklikleri örnek verilebilir. Demir eksikliği anemisi en yaygın görülen beslenme yetersizliğidir. Çinko eksikliği; merkezi sinir, gastrointestinal, bağışıklık, epidermal, üreme ve iskelet sistemlerini etkilemekte; bodurluk, düşük doğum ağırlığı gibi durumlara neden olmaktadır. A vitamininden zengin besinlerin yetersiz tüketimi çocuklarda önlenemez körlüğün sebeplerinden biridir (Saha ve Roy, 2020). İmmünomodülatör hormon olarak da bilinen D vitamini, kalsiyum ve fosfor metabolizmasının düzenlenmesinden ve sağlıklı bir kemik yapısının korunmasından sorumludur. Deneysel çalışmalar, D vitamininin aktif formu olan 1,25-dihidroksivitamin D'nin, endotelial membran stabilitesinin yanı sıra doğuştan gelen ve adaptif bağışıklık sisteminin birçok bileşeni üzerinde immünolojik aktiviteler uyguladığını göstermiştir. Düşük serum 25-hidroksivitamin D (25(OH)D) seviyeleri ile sedef hastalığı, tip 1 diyabet, multipl skleroz, romatoid artrit, tüberküloz, sepsis, solunum yolu enfeksiyonu ve COVID-19 dahil olmak üzere bağışıklıkla ilgili çeşitli hastalık ve rahatsızlıkların gelişme riskinin artması arasında ilişki bulunmaktadır (Charoenngam ve Holick, 2020). Epidemiyolojik veriler, D vitamini eksikliği prevalansının yüksek olduğu birkaç ülkenin COVID-19 enfeksiyonu nedeniyle komplikasyonlara ve mortaliteye duyarlılığın artmış olabileceğini bildirmektedir (Trovas ve Turnis, 2021). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2019 (TBSA-2019) raporuna göre D vitamininin beslenme ile karşılanma durumu 15 yaş üstü erkeklerde % 23.7 ve kadınlarda % 16.9'dur. D vitamini yetersizliği çocuklarda

raşitizme ve yetişkinlerde ise kemik mineral yoğunluğunun azalması sonucu kemik kaybına, osteoporoz ve osteomalasiye neden olmaktadır. Ülkemizde bebeklere ve gebelere ülke politikası olarak D vitamini destek programı uygulanmaktadır (Anonymous, 2019). Mikro besin öğelerinin eksikliğinin sağlık sorunları ve ekonomik kayba etkisi yüksektir. Bu eksiklikleri azaltmak Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Küresel Beslenme Hedefleri 2025'in ana hedeflerinden biridir. Bu eksikleri azaltma amacıyla gıdaların mikro besin öğeleri ile zenginleştirilmesi halk sağlığı uygulamalarından biri olarak tanımlanmıştır. Zenginleştirilmiş besinler düzenli olarak tüketilmeli, uygun fiyatlı ve güvenli olmalı, tüketici tercihlerini karşılamalıdır (Detzel vd., 2020). Gıda sanayinde ürünlerin çeşitlendirilmesi ve mevcut özelliklerinin geliştirilmesi için yapılan araştırmalar teknolojinin de desteği ile her geçen gün artmaktadır. Beslenme ve sağlık arasındaki doğrudan ilişkinin anlaşılması ile tüketiciler besleyici fonksiyonların yanı sıra besinlerden ek sağlık yararı bekleme eğilimine yönelmiştir (Arslan Burnaz vd., 2018). Bu çalışmanın amacı toplumumuzda sıklıkla eksikliği görülen D vitamini ile zenginleştirilmiş yoğurt tüketiminin günlük alınması gereken D vitamini düzeyine katkısı ve sağlık üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

Besin Zenginleştirme

Bir toplumda veya spesifik olarak bir grupta beslenme yetersizliklerini önleme veya iyileştirme gibi amaçlar ile halk sağlığı uygulaması olarak da görülen besin zenginleştirme besinin bileşiminde doğal olarak bulunan ve işleme süreçlerinde azalma görülen besin öğelerinin yeniden besine eklenmesidir. Besin güçlendirme kavramı ise bir besinin bileşiminde bulunmayan bir besin öğesinin besine eklenmesi anlamına gelmektedir (Kahyaoğlu vd., 2019). Besin zenginleştirme yöntemleri toplu zenginleştirme, hedefe yönelik zenginleştirme ve pazar odaklı zenginleştirme olarak üç kategoriye ayrılmaktadır (Tektonalı Akman ve Garipağaoğlu, 2018). Besin zenginleştirme 1940'lı yıllarda hız kazanmaya başlamış ve 1980 yılında Amerikan Besin ve İlaç Dairesi (FDA-Food and Drug Administration) tarafından uygun görülmüştür. 1992 yılında gerçekleştirilen Uluslararası Beslenme

Konferansı'nda bir gereklilik olarak görülmeye başlanmıştır (Kabakuş, 2017). Zenginleştirme uygulamaları FDA denetimi altındadır. Yapılan zenginleştirme uygulamasının Genel Olarak Güvenli Kabul Edilen Miktarının (General

Recognized as Safe: GRAS) üzerine çıkmaması gerekmektedir (Ilgaz vd., 2020). FDA 1980 yılında yayınladığı Besin Zenginleştirme Politikası'nı altı temel prensip ile bağdaştırmıştır (Dwyer vd., 2015). Bu prensipler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. FDA Besin Zenginleştirme Politikası Prensipleri (Dwyer vd., 2015)

FDA Besin Zenginleştirme Politikası Prensipleri

- Zenginleştirme olmaksızın tüketilen besinin alımının önerilen miktardan oldukça düşük olması
- Zenginleştirilmiş gıdanın popülasyonun besin ögesi alımına önemli katkı sağlaması
- Zenginleştirme ile eklenen besin ögesinin esansiyel besin öğelerinin homeostazını bozmaması
- Eklenen besin ögesinin uygun saklama ve kullanım koşullarında stabil kalabilmesi
- Besin ögesinin eklendiği gıdadan fizyolojik olarak elde edilebilmesi
- Potansiyel toksik alım düzeyleri ile görülmeyeceğinin güvence altına alınması

Besin öğeleri yaşamın her evresinde optimal sağlığın sağlanması ve sürdürülmesi için büyük bir öneme sahiptir. Besin zenginleştirme mikro besin eksikliklerinin üstesinden gelmek için uzun yıllardır uygulanan en uygun maliyetli strateji olarak tanımlanmıştır. Guatr, anemi, gece körlüğü, rikets, beriberi ve pellagra insidansını azaltarak sağlıkta iyileşmeye katkıda bulunmuştur. Zenginleştirme uygulamaları hastalıkların ortaya çıkmasını önlemenin yanı sıra popülasyonların yeterli besin alımına ulaşmasını sağlamaya yönelmeye başlamıştır. Besin zenginleştirmenin kabul edilir bir strateji olmasını artıran faktörlerden biri besin tüketim alışkanlıklarında değişiklik gerektirmemesidir (Cormick vd., 2020). Başarılı bir zenginleştirme için; toplum tarafından tüketimi eğilimi en yüksek olan besinler seçilmeli, tüketimi düzenli ve tutarlı miktarda olmalı, merkezi üretime olanak sağlamalı, düşük maliyetli

teknoloji kullanılarak ve ürün grupları arasında eşit bir dağılım sağlayacak şekilde nispeten kolayca eklenmesine izin vermelidir (Maurya vd., 2020). Esansiyel besin öğeleri; popülasyondaki bir veya daha fazla temel besin ögesinin kanıtlanmış bir eksikliğinin önlenmesi, azaltılması veya düzeltilmesi, beslenme durumu veya popülasyondaki bir veya daha fazla temel besin yetersiz alımının riskini azaltmak veya düzeltmek, bir veya daha fazla temel besin ögesinin gereksinimlerini ve/veya önerilen alımlarını karşılama, sağlığın korunması veya iyileştirilmesi ve/veya gıdaların beslenme kalitesini korumak veya iyileştirmek gibi amaçlar ile eklenmelidir (Anonymous, 2015). Gıda endüstrisi tüketici sağlığını iyileştirmek için zenginleştirme uygulamaları yapmaktadır. Zenginleştirmede en çok kullanılan besin öğeleri ve besinler Çizelge 2'de verilmiştir (Villamil vd., 2021; Jan vd., 2019).

Çizelge 2. Besin Zenginleştirme Uygulamaları (Jan vd., 2019)

Mikro besin öğeleri ile zenginleştirme	Besin bazlı zenginleştirme
İyot	Tuz
Demir	Unlu mamuller, buğday unu, mısır unu
A vitamini	Ekmek
Folik Asit	Kahvaltılık gevrekler
D vitamini	Pirinç
	Çeşniler
	Süt ve süt ürünleri
	Formulalar, bebek mamaları
	İşlenmiş gıdalar
	Şeker
	Yemeklik yağ, margarin ve bitkisel yağlar

Halk sağlığı uygulamalarının kalitesini, güvenliğini ve etkililiğini sağlamak için besin zenginleştirme uygulamalarının düzenleyici etki gösteren bir çerçevesi olmalıdır. Ulusal besin zenginleştirme programları mevzuat çerçevesinde standartlar ve yönetmelikler kullanılarak yönetilebilir. Zenginleştirme uygulaması ile ilgili olarak düzenlemeler ve standartlar; tavsiye edilen besinler, hedef takviye seviyeleri, minimum ve maksimum seviyeler, takviye bileşikleri ile birlikte etiketleme, reklam, izleme, ürün örnekleme prosedürleri ve uyumu sağlamak için yaptırım önlemleri gibi hususları içermelidir (Cormick, 2020).

Besinlerin zenginleştirilmesi beslenme destek stratejisi olarak kullanılabilir. Besin zenginleştirme stratejileri tüketim porsiyonunu artırmaksızın makro ve mikro besin ögesi alımını artırıcı etki gösterebilir (Cave vd., 2020). Zenginleştirme stratejileri yaşamın her döneminde ihtiyaç duyulan süt ve süt ürünleri gibi enerji ve protein içeriği yüksek ürünlerden seçilebilir (Cave vd., 2020; Küçük ve Yınar, 2018). Süt ve süt ürünlerinin zenginleştirme uygulamalarında tercih edilmelerini günlük beslenmemizde tüketiminin yaygın olması, düşük sıcaklıkta saklanmaları, kısa raf ömrüne sahip olmaları, hava ve ışık geçirgenliği olmayan ambalajlarda paketlenmeleri gibi faktörler de etkilemektedir (Özcan ve Canpulat, 2008). Süt ürünleri tüketimi kas yapımı, kan basıncı ve düşük yağlı lipoprotein kolesterolünü düşürme ile diş çürümesini, diyabeti, kanseri ve obeziteyi önlemede etkileri olduğu görülmekle birlikte süt ürünleri tüketimi ve kanser mortalitesinin incelendiği bir meta-analizde, süt ürünleri tüketiminin tüm kanser türleri için mortalite riskine etki etmediği ancak; tam yağlı süt tüketimi ile prostat kanserinden mortalite riskini artırdığı bildirilmiştir (Tunick ve Hekken, 2015; Lu vd., 2016). Tip 2 diyabet riski ile yoğurt tüketim miktarları ilişkilendirildiğinde günlük 200 g yoğurt tüketimi ile % 22; 244 g yoğurt tüketimi ile % 18 ve 80 g yoğurt tüketimi ile % 14 tip 2 diyabet riskinde azalma bildirilmektedir. Yağ içeriği fark etmeksizin yoğurt tüketimi ile açlık plazma glukozu konsantrasyonu arasında ters orantılı bulunmuştur (Fernandez vd., 2017).

Fermente süt ürünleri dünyada tüketimi tercih edilen gıdalardandır. Fermente ürünlerin beslenme ve sağlık yararları sebebiyle tüketimine artan bir eğilim vardır (Garcia-Burgos vd., 2020). Fermantasyon prosesinin raf ömrünü uzatma ve gıdaya özgü yapı, aroma kazandırma gibi faydaları mevcuttur (Altuntaş, 2021). Yoğurt fermantasyonunda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonymous, 2009). Yoğurt; protein, kalsiyum, magnezyum, B₁₂ vitamini, konjuge linoleik asit ve yağ asitleri bakımından iyi bir kaynak olup besleyici özelliكتedir. Ulusal gıda kompozisyon verilerine göre 100 gram tam yağlı yoğurdun D vitamini içeriği 44 IU'dur (Anonymous, 2014). Yoğurdun matrisi besin emilimini ve sindirimini artırarak sağlığı olumlu katkıda bulunmaktadır (Fernandez ve Marete, 2017). Yoğurttaki bakteri kültürlerinin proteolitik aktivitesi, süt proteinlerinin daha iyi sindirilebilirliğini ve yoğurtta daha fazla miktarda serbest amino asit oluşumunu sağlamaktadır. Ayrıca, bakterilerin yoğurttaki aktivitesi, sütle karşılaştırıldığında kalsiyum, potasyum, fosfor ve çinkonun biyoyararlanımını arttıran asidik bir ortamla sonuçlanmaktadır (Gasparri vd., 2019). Ülkemizde süt ve süt ürünleri yaygın tüketim tercihinden dolayı gıda sanayinde içme sütünden sonra en çok işlenen ürünlerden biri yoğurttur. Yoğurt üretimi ülkemizde 2019 yılında bir önceki yıla göre % 1.46 oranında azalarak 1.18 milyon tona düşmüştür. Bununla beraber 2019 yılı kişi başı yoğurt tüketimi ise 29.5 kg olarak hesaplanmıştır (Anonymous, 2019). Türkiye İstatistik Kurumu 2020 yılı verilerine göre ise; şubat ayında bir önceki yılın aynı ayına göre ticari süt işletmeleri tarafından yapılan yoğurt üretimi % 4.2 artarak 87 bin 213 ton, Ocak-Şubat döneminde ise bir önceki yılın aynı dönemine göre % 6.2 artarak 179 bin 202 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonymous, 2020). Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi (TÜBER)'nde yetişkinler arasında yoğurt süte göre daha sık tüketilmekle birlikte son bir ayda yetişkinlerin % 62.5'nin her gün veya haftada 5-6 kez yoğurt tükettiği bildirilmiştir. Tüketim miktarı ise her gün tüketenlerin 111 gram ve haftada 5-6 kez tüketenlerin ise 74 gramdır (Anonymous, 2015).

TBSA-2019 raporuna göre haftada 6-7 gün yoğurt ve ayran tüketenlerin oranı % 51.3'tür. Günlük yoğurt tüketim miktarı ise kadınlarda 100.1 g ve erkeklerde 125.5 g olmak üzere ortalama 112.7 g'dır (Anonymous, 2019). Yoğurtta bulunan biyoaktif peptitler sindirim sisteminde gastrik boşalmayı geciktirmektedir. Salınım ve emilim gibi süreçlerde besin öğeleri mikrobiyota ile etkileşimdedir. Vasküler sistemde anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibisyonu ile anti-hipertansif, anti-trombotik etki göstermektedir. Metabolik sistemde antikoolesterolemik etki, insülin duyarlılığı ve glukoz toleransını artırmaktadır. İmmün sistemde makrofajları uyarmaktadır; immün sistem hücrelerinin proliferasyonu ve olgunlaşmasını sağlamaktadır. Yoğurdun biyoaktif peptitleri bu özellikleri ile kardiyometabolik hastalıklara karşı etkinlik göstermektedir (Fernandez vd., 2017). Epidemiyolojik çalışmalar, yoğurt, peynir veya kefir gibi fermente süt ürünlerinin tüketimi tip 2 diyabet, metabolik sendrom, kardiyovasküler hastalık riskinin azaltılması ve vücut ağırlığı yönetimi ile ilişkilendirmektedir (Furse vd., 2019). Obezite kronik hastalıklarda artan risk ile ilişkilendirilmektedir. Obeziteye genellikle yağ dokusu ve bağırsak tarafından sürdürülen kronik, düşük dereceli inflamasyon eşlik etmektedir. Bağırsakta, obezite ile ilişkili mikrobiyotanın düzensizliği ve bozulmuş bağırsak bariyer fonksiyonu, endotoksin maruziyetini artırabilir. Bağırsak bariyer fonksiyonu patojenler, inflamatuvar sitokinler, endokannabinoidler, diyet, egzersiz ve gastrointestinal peptidler tarafından sınırlandırılmaktadır (Pei vd., 2017). İntestinal flora insan vücudu homeostazında anahtar rol oynamaktadır. Mikroorganizmalar enerji dönüşümünü ve besinlerin emilimini etkilemekte, bağışıklık sistemini düzenlemekte ve konakçı organizmanın patojenik mikroorganizmalardan korunmasına yardımcı olmaktadır. Bağırsak mikroflorasının dengeli bileşimi diyet, stres, obezite, sindirim sistemi hastalıkları veya ilaçların neden olduğu herhangi bir değişiklik ile bozulabilmektedir. Bu durum pro-inflamatuvar bağışıklık yanıtları ve kanser dahil hastalık süreçlerinin başlamasına yol açabilmektedir (Karwowska vd., 2019). Yoğurt tüketimi, doğuştan gelen ve uyarlanabilir bağışıklık

tepkilerini, bağırsak bariyer fonksiyonunu, lipid profillerini geliştirerek ve iştahı düzenleyerek bağırsak sağlığını iyileştirebilmekte ve kronik inflamasyonu azaltabilmektedir (Pei vd., 2017).

Tüketicilerin fonksiyonel gıdaları tüketim talebinin artışı beslenme gereksinimlerini karşılamanın yanı sıra sağlığın geliştirilmesini ve vücut fonksiyonlarını destekleyici gıdalar aramasına yol açmaktadır. Beslenme bilimi de fonksiyonel gıdaların tasarlanması, zenginleştirilmesi ve üretimine yönelmeye başlamıştır (Jamshidi vd., 2020). Süt endüstrisi, farklı süt zenginleştirme stratejileri kullanarak ürünlerinin beslenme kalitesini artırmakla ilgilenmektedir (Villamil vd., 2021).

D Vitamini

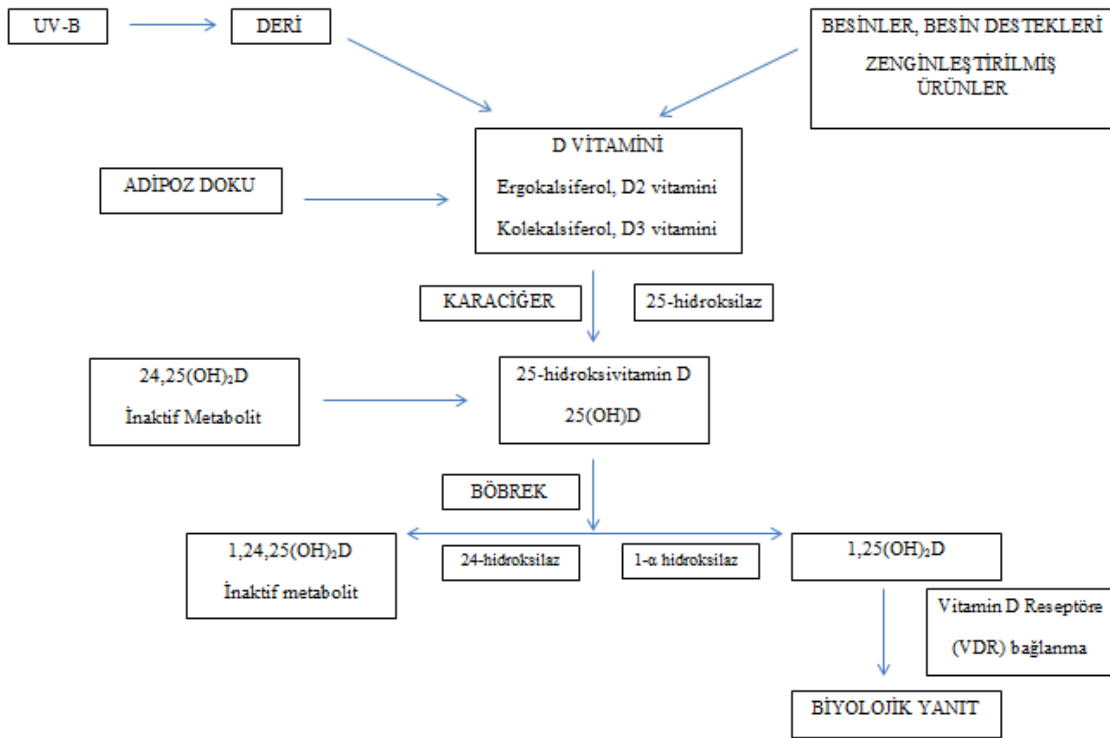
D vitamini kalsiyum-fosfor homeostazında ve kemik sağlığında önemli rol oynayan yağda eriyen bir vitamindir. Diğer vitaminlerin aksine serum seviyeleri yalnızca diyet alımına bağlı değildir ve vücuttaki endojen üretim ile ilişkilidir. Güneşten kaçınma ile birlikte kapalı mekanlarda yaşamayı içine alan modern yaşam tarzı, cilt yanıkları, deri kanseri, güneş koruyucu krem kullanımı gibi faktörler endojen üretimi azaltıcı etki göstermektedir (Rejiven ve Soeters, 2020). Çevresel faktörler arasında güneşe maruz kalmadaki mevsimsel değişimler, coğrafi enlemler, hava kirliliği ve daha koyu cilt güneş ışığı ile in vitro D vitamini oluşumunu etkilemektedir (Ebadi ve Montano-Loza, 2020). Kas kalsiyum taşınmasının düzenlenmesi, kemik mineralizasyonu ve büyüme, immün sistem düzenlenmesi, kalsiyum fosfor homeostazının sağlanması, insülin sekresyonunun düzenlenmesi, hücre proliferasyonu kontrolü, hücre farklılaşmasının uyarılması ve apoptozis indüksiyonu gibi fonksiyonları vardır (Layana vd., 2017). D vitamini metabolizması Şekil 1'de verilmiştir. D vitamini günlük alım önerisi TBSA-2019 raporunda 15 µg / gün olarak bildirilmiştir (Anonymous, 2019). Türk Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği (TEMED) genç kadınlarda osteroporozun önlenmesi için 18-50 yaş arası kadınların günde 1000 mg kalsiyum ve 800-1500 IU D vitamini ve sağlıklı yetişkin erkekler için 600-800 IU D vitamini alımı önermektedir

(Anonymous, 2020). D vitamini düzeyi belirlenmesinde serum 25(OH)D kullanılmaktadır (Cashman, 2020). D vitamini ile ilişkili olarak serum 25(OH)D <50 nmoL / L veya 20 ng / mL düzeyi eksiklik; 25(OH)D <30 nmoL / L veya 12 ng / mL düzeyi ciddi eksiklik olarak tanımlanmaktadır (Amrein vd., 2020). TEMD-2020 kılavuzuna göre serum D vitamini sınıflaması ise Çizelge 3'te verilmiştir. D vitamini düzeyini arttırmak için güneş ışığına maruz kalmak halk sağlığı yaklaşımı olarak kabul edilmekte olup bu hususla ilgili endişeler vardır (Cashman, 2020). Yıl boyunca yoğun güneş alan bölgelerde bile D vitamini eksikliği görülebilmektedir (Maurya vd., 2020). D vitamini eksikliği dünya çapında bir salgındır (Merzon vd., 2020). D vitamini açısından zengin besin kaynaklarının sınırlı tüketimi ve azlığı diyet ile D vitamini alımının yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Beslenme verileri popülasyondaki alışılmış D vitamini alımlarının tavsiye edilenden çok daha düşük olduğunu göstermektedir (Cashman, 2020). 2017 yılında Yas hastanesine başvuran 18-45 yaş arası 305 infertil kadın ile yapılan çalışmada D vitamini düzeyi ortalama 22.82 ng / mL olarak bildirilmiş olup % 58.7'sinde D vitamini düzeyi 20 ng / mL altında saptanmıştır (Alavi vd., 2020). TBSA-2019 raporuna göre ülkemizde günlük D vitamini alımı 19-64 yaş arası kadınlarda $3.1 \pm 13.02 \mu\text{g}$ ve erkeklerde $3.7 \pm 8.77 \mu\text{g}$ 'dir (Anonymous, 2019). Afrikalı Amerikan bireylerde Avrupalı Amerikan bireylere göre D vitamini eksikliği prevalansı 15-20 kat daha yüksektir. Ulusal Sağlık ve Beslenme İnceleme Araştırması 2001-2010 verilerine göre, D vitamini takviyesi almayanlar arasında D vitamini eksikliği (25(OH)D <20 ng / mL) prevalansı, Hispanik olmayan siyahlar için % 75, Hispanik olmayan beyazlar için % 20 ve Hispanik bireyler için % 44 olarak bildirilmiştir. Şiddetli eksiklik (25(OH)D <10 ng / mL) ise Hispanik olmayan siyahlarda % 17 iken; Hispanik olmayan beyazlarda sadece % 1 olarak belirlenmiştir. Bu durum kısmen ciltteki melaninin sentezi için gerekli olan ultraviyole güneş ışınlarını bloke edilmesinden kaynaklanan yetersiz D vitamini üretimi ile açıklanabilir (Ames vd., 2021). D vitamini eksikliği; kemik metabolik bozuklukları, ikincil hiperparatiroidizm, kas güçsüzlüğü, kardiyovasküler hastalıklar, kanser, obezite, tip-I

ve tip-II diyabet, kronik enfeksiyonlar ve otoimmün hastalık da dahil olmak üzere bağışıklık aracılı bozukluklar gibi durumlar ile ilişkilidir (Gasparri vd., 2019). D vitamini farklı mekanizmalar ile solunum yolu enfeksiyonları riskini azaltıcı etki gösterebilir. Bu mekanizmalar arasında; viral replikasyon oranlarını azaltabilen katelisinlerin ve defensinlerin indüklenmesi; akciğerlerin kaplamasına zarar veren, pnömونيye yol açan iltihaplanma sitokinlerinin konsantrasyonlarının azaltılması ve anti-enflamatuvar sitokinlerin konsantrasyonlarının arttırılması yer alır (Grant vd., 2020). Epidemiyolojik ve *in vitro* çalışmaların sonuçları, vitaminin kanser, kardiyovasküler hastalıklar, otoimmün hastalıklar ve enfeksiyonlar dahil olmak üzere sağlık üzerinde geniş etkilere sahip olabileceği için D vitamini alımını önermektedir (Rejiven ve Soeters, 2020). Ancak çoğu çalışma geriye dönük veya küçük örneklerle dayanmaktadır (Cereda ve Bogliola, 2019). D vitamini seviyelerinin hızlı ve sürdürülebilir bir restorasyonunun sağlanması ve böylece potansiyel olarak klinik durum ve prognozda iyileşmeyi tetikleyecektir. Bununla birlikte, bu spekülasyonu ele almak ve COVID-19 hastalarında adjuvan tedavi olarak D vitamini rolünü ile ilgili engellerin üstesinden gelmek için prospektif klinik çalışmalara ihtiyaç vardır (Ebadi ve Montana-Loza, 2020). Besinlerde sınırlı bulunan D vitamini sıcaklık, pH, tuz, oksijen ve ışık gibi çevresel stres koşulları nedeniyle gıda işleme ve saklama sırasında kısmen kayıplar görülebilmektedir. DSÖ, D vitamini eksikliğini gidermek için en etkili ve en güvenli yöntem olarak besin zenginleştirmesini kabul etmiştir. Zenginleştirme uygulamalarında lipozom, katı lipid partikülleri, nanoyapılı lipid taşıyıcılar, emülsiyon, püskürtmeyle kurutma gibi çeşitli mikrokapsülleme teknikleri kullanılabilir (Maurya vd., 2020). D vitamini ile gıda zenginleştirme uygulamaları dünyada yaygın olarak yapılmaktadır. Özellikle yaşlı ve koyu tenli bireylere oral takviyeler önerilmektedir (Rejiven ve Soeters, 2020). TÜBER'de de D vitamini ile zenginleştirme uygulamalarının ve zenginleştirilmiş bu ürünlerin tüketiminin teşvik edilmesinin oldukça önemli olduğuna da değinilmiştir (Anonymous, 2015). D vitamini takviyesi ile ilgili kolekalsiferol,

ergokalsiferol, kalsidiol ve kalsitriol formları incelenmektedir. Doğada başlıca bulunan D vitamini formu kolekalsiferoldür. Ergokalsiferol kolekalsiferole göre daha az kararlı bir bileşiktir. Kalsidol, kolekalsiferolün dolaşımdaki başlıca metabolitidir. Kalsitriol ise kalsiyumun bağırsaktan aktif taşınmasını düzenleyen ve paratiroid hormonu salgılanmasını baskılayıcı etki göstermektedir. Kalsidiol ve kalsitriol besin ögesi olarak kabul edilmediği; ergokalsiferol muhafaza,

pişirme ve fırınlama gibi proseslerde kararlı formunu koruyamadığı için zenginleştirme veya takviye olarak önerilen form kolekalsiferol formudur (Vieth, 2020). Ülkemizdeki uygulamada ise; Türk Gıda Kodeksi Gıdalara Vitaminler, Mineraller ve Belirli Diğer Öğelerin Eklenmesi Hakkında Yönetmeliğinde gıdalara eklenebilecek zenginleştirme öğelerinin formları belirlenmiştir. D vitamini için bu form; kolekalsiferol ve ergokalsiferoldür (Anonymous, 2017).



Şekil 1. D vitamin metabolizması (Layana vd., 2017)

Çizelge 3. Serum 25(OH) Vitamin D Düzeyi Sınıflaması (Anonymous, 2020)

Serum 25 (OH) Vitamin D Düzeyi	Sınıfı
30-50 ng/mL (75-125 nmol/L)	Kemik Sağlığı Dışı Etkileri için Yeterli
>20 ng/mL (50 nmol/L)	Kemik Sağlığı için Yeterli
10-20 ng/mL (25 nmol/L)	Yetmezlik
<10 ng/mL (25 nmol/L)	Eksiklik
>150 ng/mL	İntoksikasyon

Greenberg vd. (2019a) tarafından Danimarka'da yaşayan 18-50 yaşlarındaki Danimarka ve Pakistan kökenli 143 kadının katıldığı çalışmada 12 hafta boyunca müdahale grubuna porsiyonları 150 g yoğurt, 60 g peynir, 1 yumurta ve 1 küçük gevrek

ekmek (crisp bread) olan zenginleştirilmiş gıdalar beslenmelerine eklenmiştir. Müdahale grubunda D vitamini alımı 29 µg / gün olarak saptanmış olup D vitamini düzeyleri Danimarkalı kadınlarda 53.3'den 77.8 nmoL / L'ye; Pakistanlı kadınlarda

44.5'den 54.7 nmoL / L'ye yükselmiştir. Bonjour vd. (2018) tarafından D vitamini ile zenginleştirilmiş yoğurt tüketimine serum 25(OH) vitamin D yanıtının araştırıldığı randomize kontrollü çalışmaya 55-75 yaş arası 5 yıldan daha uzun süredir menapozda olan sağlıklı 140 kadın dahil edilmiştir. 24 haftalık çalışma müdahale-5 (M-5), müdahale-10 (M-10) ve kontrol grubu olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. M-5 grubunda 5 µg D vitamini ilaveli 1 porsiyon yoğurt, M-10 grubunda 5 µg ilaveli 2 porsiyon yoğurt diyetlerine eklenmiştir. Zenginleştirilmiş ürünler 16 hafta (Ocak-Ağustos) boyunca tüketirilmiş, devamındaki 8 hafta (Ağustos-Ekim) ürünler tüketilmeden takip haftası olarak değerlendirilmiştir. Kontrol grubuna diyet alışkanlıklarını değiştirmemeleri tavsiye edilerek paralel zamanlarda kontrole çağrılmışlardır. Serum D vitamini düzeyi 16. haftada M-5 grubunda 36.5 nmoL / L'den 54.8 nmoL / L'ye; M-10 grubunda 35.9 nmoL / L'den 59.4 nmoL / L'ye yükselmiştir. 24. haftada ise M-5 grubunda 52.6 nmoL / L; M-10 grubunda 58.9 nmoL / L olarak saptanmıştır. Bu çalışmada zenginleştirilmiş yoğurt tüketimi ile serum 25(OH) vitamin D düzeyinin arttığı ve mevsimsel olarak sağlıklı menopoz dönemindeki kadınlarda günde 5 µg takviyenin önemli olduğu bildirilmektedir. Farklı zenginleştirme ve takviye kullanımı senaryoları ile D vitamini alımının yeterliliği ve güvenliği üzerine yapılan bir çalışmaya 18-50 yaş arası 855 Danimarkalı kadın dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan kadınlarda D vitamini düzeyi % 88'i için 7,5 µg / gün altında belirlenmiştir. Zenginleştirilmiş gıda olarak 20 µg vitamin D alımı sağlayan 150 g sade yoğurt, 60 g peynir, 1 yumurta ve 10 g gevrek ekmekek kullanılmıştır. Zenginleştirilmiş gıdalar ile birlikte günlük 40 µg / gün D vitamini takviyesini alan tüm kadınlarda yeterli ve güvenli alım seviyelerinin mevcut olduğu ancak; günlük 80 µg / gün veya daha fazla D vitamini takviyesi tüketildiğinde kadınlarda üst alım limiti olan 100 µg / gün'e ulaşma riski ortaya çıktığı gösterilmiştir (Greenberg vd., 2019b). Beauchet vd. (2019) 65 yaş üstü, demansı olmayan, hipovitaminoz [serum 25(OH)D konsantrasyonu <75 nmoL / L], kalsemi (<2.,65 mmoL / L)], takviye kullanmayan 40 yaşlı kadın ile yaptığı çalışmada müdahale

grubuna 3 ay boyunca günlük olarak zenginleştirilmiş yoğurt (400 IU D3 vitamini ve 800 mg kalsiyum), kontrol grubuna ise zenginleştirilmemiş yoğurt verilmiştir. Kontrol grubunda bilişsel performans ve serum 25(OH) vitamin D düzeylerinde azalma görülürken müdahale grubunda değerler korunmuştur. Bu çalışma ile günde iki kez D vitamini (200 IU) ve kalsiyum (400 mg) ile zenginleştirilmiş yoğurt tüketiminin, yaşlı kadınlarda bilişsel performansı ve D vitamini düzeyini koruyucu etki gösterdiği saptanmıştır. Metabolik sendrom tanılı yetişkin bireylerde peynir altı suyu proteini, kalsiyum, D vitamini, prebiyotik lif ve probiyotik kültürler ile sade yoğurt tüketimi ile ağırlık kaybı ilişkisinin incelendiği çift-kör randomize kontrollü bir çalışmada müdahale grubuna enerji kısıtlı diyet ek olarak günlük 2 porsiyon (2 * 250 g) zenginleştirilmiş yoğurt; kontrol grubuna ise aynı ölçüde az yağlı sade yoğurt tüketirilmişdir. Ağırlık kaybı müdahale grubunda 5.1 ± 3.0 kg, kontrol grubunda ise 4.3±1.9 kg olarak belirlenmiştir. Müdahale grubunda vücut yağ kütlesi, yağ yüzdesi, bel çevresi, insülin direnci, trigliserit düzeylerinde azalma; HDL, 25(OH)vitamin D düzeylerinde artış gözlenmiştir. Zenginleştirilmiş yoğurt tüketen bireylerde vücut ağırlığı kaybında yağsız kütleden kayıp daha az olarak bildirilmiştir (Mohammadi-Sartang vd., 2018). Tıp-II diyabet hastaları ile 12 hafta boyunca günde 2 porsiyon zenginleştirilmiş yoğurt içeceği (170 mg kalsiyum ve 500 IU / 250 mL D vitamini) tüketiminin leptin ve grelin düzeylerine etkisinin incelendiği tek kör randomize kontrollü klinik çalışmada; serum leptin düzeyi 1.3±7.2 mg / L (p = 0.013); grelin düzeyi 10.1±26.1 ng / L (p = 0.012) artmıştır. Leptin / grelin oranında ise azalma görülmüştür. Bu çalışma D vitamini ile iyileştirilmesinin, iştah hormonlarını düzenleyerek insülin duyarlılığında bir iyileşme ile sonuçlanabileceğini göstermektedir (Hajimohammadi vd., 2017). 24-32 yaş arası ikinci trimesterde olan gestasyonel diyabet tanılı gebeler ile 16 hafta boyunca sade yoğurt içeceği ve D vitamini ile zenginleştirilmiş yoğurt içeceği tüketiminin insülin direnci ve lipit profiline etkisinin incelendiği çift kör randomize kontrollü çalışmada 16 haftanın sonunda açlık glukoz, insülin, total kolesterol ve LDL düzeylerinde

azalma bildirilmiştir (Li ve Xing, 2016). Probiyotik ve D vitamini ile zenginleştirilmiş yoğurt tüketiminin etkilerinin incelendiği çift kör randomize kontrollü çalışmaya 20-60 yaş arası metabolik hastalığı olmayan obez 40 erkek ve 100 kadın dahil edilmiştir. Probiyotik kültür olarak *Lactobacillus acidophilus* La-B5 ve *Bifidobacterium lactis* Bb-12 kullanılmıştır. Katılımcılara normal enerji gereksinimlerinden 500-1000 kkal eksik diyet ve haftada 3 kez 45-60 dakika egzersiz önerilmiştir. Çalışma popülasyonu 4 gruba ayrılmıştır: 1) Normal az yağlı yoğurt ve düşük kalorili diyet, 2) Probiyotik yoğurt ve düşük kalorili diyet, 3) D vitamini takviyeli yoğurt ve düşük kalorili diyet, 4) Probiyotikler ile D vitamini takviyeli yoğurt ve düşük kalorili diyet. Üçüncü grupta D vitamin düzeyi 28.45 µg / L'den 38.56 µg / L'ye; dördüncü grupta 30.44 µg / L'den 36.01 µg / L'ye yükselmiştir. Trigliserit ve LDL düzeyleri tüm gruplarda azalmıştır. Bu çalışma D vitamini zenginleştirmesinin serum D vitamini düzeyini artırması ile birlikte çalışmada kullanılan *Lactobacillus acidophilus* La-B5 ve *Bifidobacterium lactis* Bb-12 probiyotik türlerinin D vitamini emilimi üzerinde olumlu bir etkisi olmadığını göstermiştir (Hajipoor vd., 2021).

SONUÇ

D vitamini ile zenginleştirilmiş yoğurt tüketimi; genellikle toplumlarda düşük alım düzeyi olan D vitamini alım düzeylerini artırmaktadır. Açlık glukoz konsantrasyonu, insülin direnci, trigliserit düzeyleri gibi kan parametrelerinde düşüş sağlayarak sağlığa olumlu etki gösterebilmektedir. Bilişsel performansın korunmasına, ağırlık kaybı ve vücut yağ kütlesi kaybına destek olmaktadır. Zenginleştirilmiş ürünlerin tüketimi ile birlikte gereksinmeden yüksek oral takviye alımı üst alım düzeylerinde D vitamini alımına sebep olabilir. Bu konu ile ilgili toplum bazlı daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarların, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKILARI

Tüm yazarlar makalenin kaynak tarama, yazma, düzenleme aşamalarında katkıda bulunmuşlardır.

Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

KAYNAKLAR

Alavi, N., Ebrahimi, M., Akbari-Asbagh, F. (2020) The effect of vitamin d status on ovarian reserve markers in infertile women: a prospective cross-sectional study. *Int J Reprod Biomed.* 18(2):85-92, doi: 10.18502/ijrm.v18i2.6501.

Altuntaş, S. (2021). Yoğurdun zenginleştirilmesinde teknolojik ve güncel gelişmeler. *EJOSAT.* Özel sayı 22: 230-238, doi: 10.31590/ejosat.839360.

Ames, B.N., Grant, W.B., Willett, W.C. (2021). Does the high prevalence of vitamin d deficiency in african americans contribute to health disparities? *Nutrients.* 13(2): 499, doi: 10.3390/nu13020499.

Amrein, K., Scherkl, M., Hoffmann, M., Neuwersch-Sommeregger, S., Köstenberger, M., Berisha, A.T., Martucci, G., Pilz, S., Malle, O. (2020) Vitamin D deficiency 2.0: an update on the current status worldwide. *Eur J Clin Nutr.* 74(11):1498-1513, doi: 10.1038/s41430-020-0558-y.

Anonymous. (2009). Türk gıda kodeksi. Fermente süt ürünleri tebliği (2009/25). Tarım ve Orman Bakanlığı. 16 Şubat 2009. Sayı: 27143. Ankara.

Anonymous. (2014). Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı TürKomp. <http://www.turkomp.gov.tr/food-4>. Erişim tarihi: 24.06.2021.

Anonymous. (2015). International food standards codex alimentarius. General principles for the addition of essential nutrients of foods. Adopted in 1987. Amendment:1989. Revision:2015. FAO, WHO. CAC/GL 9-1987.

Anonymous. (2015). Türkiye beslenme rehberi TÜBER T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031.2016. Ankara.

Anonymous. (2017). Türk gıda kodeksi gıdalara vitaminler, mineraller ve belirli diğer öğelerin eklenmesi hakkında yönetmelik. Tarım ve Orman Bakanlığı. 7 Mart 2017. Sayı: 30000. Ankara.

- Anonymous. (2019). Türkiye beslenme ve sağlık araştırması (TBSA), T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 1132, Ankara.
- Anonymous. (2019). Ulusal süt konseyi. Dünya ve Türkiye’de süt sektör istatistikleri, süt raporu.
- Anonymous. (2020). Türk endokrinoloji ve metabolizma derneği. Osteoporoz ve metabolik kemik hastalıkları tanı ve tedavi kılavuzu.
- Arslan Burnaz, N., Hendek Ertop, M., Karataş, Ş.M. (2018). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı ile ekmeğin fenolik madde içeriğinin zenginleştirilmesi. *GIDA*. 43(2):240-249, doi: 10.15237/gida.GD17098.
- Beauchet, O., Launay. C.P., Galery, K., Vilcoco, C., Dontot-Payen, F., Rousseau, B., Bencit, V., Allali, G. (2019). Effects of vitamin D calcium fortified yogurts on gait, cognitive performances, and serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in older community-dwelling females: results from the gait, memory, dietary and vitamin D (GAME-D2) randomized controlled trial. *Nutrients*. 11(12):2880, doi: 10.3390/nu11122880.
- Bonjour, J.P., Dontot-Payen, F., Rouy, E., Walrand, S., Rousseau, B. (2018). Evolution of serum 25OHD in response to vitamin D3-fortified yogurts consumed by healthy menopausal women: a 6-month randomized controlled trial assessing the interactions between doses, baseline vitamin D status, and seasonality. *J Am Coll Nutr*. 37(1):34-43, doi: 10.1080/07315724.2017.1355761.
- Cashman, K.D. (2020). Vitamin D deficiency: defining, prevalence, causes, and strategies of addressing. *Calcif Tissue Int*. 106(1):14-29, doi: 10.1007/s00223-019-00559-4.
- Cave, D.P., Abbey, K.L., Capra, S.M. (2020). Can food services in aged care homes deliver sustainable food fortification strategies? A review. *Int J Food Sci Nutr*. 71(3):267-275, doi: 10.1080/09637486.2019.1658722.
- Chadare, F.J., Idohou, R., Nago, E., Affonfere, M., Agossadou, J., Fassinou, T.K., Kenou, C., Honfo, S., Azokpota, P., Linnemann, A.R., Jounhougan, G.J. (2019) Conventional and food to food fortification: an appraisal of past practices and lessons learned. *Food Sci Nutr*. 7(9):2781-2795, doi: 10.1002/fsn3.1133.
- Charoenngam, N., Holick F.M. (2020). Immunologic effects of vitamin D on human health and disease. *Nutrients*. 12(7); 2097. doi: 10.3390/nu12072097.
- Cormick, G., Betran, A.P., Metz, F., Palacios, C., Beltran-Velazquez, F., Garcia-Casal, M.N., Pena-Rosas, J.P., Hofmeyr, G.J., Belizan, J.M. (2020). Regulatory and policy-related aspects of calcium fortification of foods. implications for implementing national strategies of calcium fortification. *Nutrients*. 8;12(4):1022, doi: 10.3390/nu12041022.
- Detzel, P., Klassen-Wigger, P. (2020). Market-driven food fortification to address dietary needs. *World Rev Nutr Diet*. 121:81-88, doi: 10.1159/000507522.
- Duggal, P., Petri, J.R. WA. (2018). Does malnutrition have a genetic component?. *Annu Rev Genomics Hum Genet*. 19:247-262, doi: 10.1146/annurev-genom-083117-021340.
- Dwyer, J.T., Wiemer, K.L., Dary, O., Keen, C.L., King, J.C., Miller, K.B., Philbert, M.A., Tarasuk, V., Taylor, C.L., Gaine, P.C., Jarvis, A.B., Bailey, R.L. (2015). Fortification and health: challenges and opportunities. *Adv Nutr*. 6(1): 124–131, doi: 10.3945/an.114.007443.
- Ebadi, M., Montano-Loza, A.J. (2020). Perspective: improving vitamin D status in the management of COVID-19. *Eur J Clin Nutr*. doi: 10.1038/s41430-020-0661-0.
- Eichler, K., Hess, S., Twerenbold, C., Sabatier, M., Meier, F., 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, doi: 10.1371/journal.pone.0210899.
- Fernandez, M.A., Marette, A. (2017). Potential health benefits of combining yogurt and fruits based on their probiotic and prebiotic properties. *Adv Nutr*. 8(1);155S-164S, doi: 10.3945/an.115.011114.
- Fernandez, M.A., Panahi, S., Daniel, N., Tremblay, A., Marette, A. (2017). Yogurt and

- cardiometabolic diseases: a critical review of potential mechanisms. *Adv Nutr.* 8:812–29, doi: 10.3945/an.116.013946.
- Furse, S., Torres, A.G., Koulman, A. (2019). Fermentation of milk into yoghurt and cheese leads to contrasting lipid and glyceride profiles. *Nutrients.* 11(9):2178, doi: 10.3390/nu11092178.
- Garcia-Burgos, M., Moreno-Fernandez, J., Alferez, M.J.M., Diaz-Castro, J. (2020). New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *J Funct Foods.* 72:104059, doi: 10.1016/j.jff.2020.104059.
- Gasparri, C., Perna, S., Spadaccini, D., Alalwan, T., Girometta, C., Infantino, V., Rondanelli, M. (2019). Is vitamin D-fortified Yogurt a value-added strategy for improving human health? a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *J Dairy Sci.* 102(10):8587-8603, doi: 10.3168/jds.2018-16046.
- Grant, W.B., Lahore, H., McDonnell, S.L., Baggerly, C.A., French, C.B., Aliano, J.L., Bhattoa, H.P. (2020). Evidence that vitamin D supplementation could reduce risk of influenza and covid-19 infections and deaths. *Nutrients.* 12(4):988, doi: 10.3390/nu12040988.
- Greenberg, I.M., Teens, I., Andersen, E.W., Kristensen, M., Larsen, R.E.K., Tran, T.L.L., Andersen, R. (2019). Effect of vitamin D fortified foods on bone markers and muscle strength in women of pakistani and danish origin living in denmark: a randomised controlled trial. *Nutr J.* 18:82, doi: 10.1186/s12937-019-0504-9.
- Greenberg, I.M., Teens, I., Ege, M., Christensen, T., Andersen, E.W. (2019). modelling of adequate and safe vitamin D intake in danish women using different fortification and supplementation scenarios to inform fortification policies. *Eur J Nutr.* 58(1); 227-32, doi: 10.1007/s00394-017-1586-9.
- Hajimohammadi, M., Shab-Bidar, S., Neyestani, T.R. (2017). Consumption of vitamin D-fortified yogurt drink increased leptin and ghrelin levels but reduced leptin to ghrelin ratio in type 2 diabetes patients: a single blind randomized controlled trial. *Eur J Nutr.* 56(6): 2029-2036, doi: 10.1007/s00394-017-1397-z.
- Hajipoor, S., Hekmatdoost, A., Rezai, M., Nacvak, S.M., Alipour, M., Eskandari, S., Mostafai, R., Sobhiyeh, M.R., Mohammadi, R., Pasdar, Y. (2021). The effect of yogurt co-fortified with probiotic and vitamin D on lipid profile, anthropometric indices and serum 25-hydroxi vitamin D in obese adult: a double-blind randomized-controlled trial. *Food Sci Nutr.* 9(1):303-312, doi: 10.1002/fsn3.1996.
- Ilgaz, Ş., Yardım, N., Çimen, M.Y.B., Kanbur, N., Özmert, E.N., Satman, İ., Taviş, B., Tayfur, M., Umman, C. (2020). Türkiye’de besinlerin D vitamini, folik asit ve demir ile zenginleştirilmesi: sağlık bakanlığı önerileri. *Turk J Public Health.* 18(3):226-248.
- Jamshidi, A., Cao, H., Xiao, J., Simal-Gandara, J. (2020). Advantages of techniques to fortify food products with the benefits of fish oil. *Food Res Int.* 137:109353, doi: 10.1016/j.foodres.2020.109353.
- Jan, Y., Malik, M., Yaseen, M., Ahmad, S., Imran, M., Rasool, S., Haq, A. (2019). Vitamin D fortification of foods in India: present and past scenario. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 193:105417, doi: 10.1016/j.jsbmb.2019.105417.
- Kabakuş, M. (2017). Mikro besin ögesi malnütrisyonda besin desteği mi? yoksa zenginleştirme mi? *GÜSBĐ.* 6(2); 77-82, ISSN: 2146-9954 / 2146-9954.
- Kahyaoglu, F., Demirci, B. (2019). Zenginleştirilmiş ve güçlendirilmiş gıdaların sağlık üzerine önemi ve çeşitli ülkelerde uygulanması. *Bozok Med J.* 9(2):164-69, doi: 10.16919/bozoktip.451123.
- Karwowska, Z., Szemraj, J., Karwowski, B.T. (2019). Anticancer properties of probiotic yogurt bacteria. *Postepy Biochem.* 65(3); 163-172, doi: 10.18388/pb.2019_266.
- Küçük, S.C., Yınar, A. (2018). D vitamini ile zenginleştirilmiş yoğurdun besin değeri ve metabolik etkileri. *GIDA.* 43(4): 549-557, doi: 10.15237/gida.GD18011.
- Layana, A.G., Minnella, A.M., Garhöfer, G., Aslam, T., Holz, F.G., Leys, A., Silva, R., Delcourt, C., Souied, E., Seddon, J.M. (2017).

- Vitamin D and age-related macular degeneration. *Nutrients*. 9(10): 1120, doi: 10.3390/nu9101120.
- Li, Q., Xing, B. (2016). Vitamin D3-supplemented yogurt drink improves insulin resistance and lipid profiles in women with gestational diabetes mellitus: a randomized double blinded clinical trial. *Ann Nutr Metab*. 68(4): 285-290, doi: 10.1159/000447433.
- Lu, W., Chen, H., Niu, Y., Wu, H., Xia, D., Wu, Y. (2016). Dairy products intake and cancer mortality risk: a meta-analysis of 11 population-based cohort studies. *Nutr J*. 15(1):91, doi: 10.1186/s12937-016-0210-9.
- Maurya, V.K., Bashir, K., Aggarwal, M. (2020). Vitamin D microencapsulation and fortification: trends and technologies. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 196:105489. doi: 10.1016/j.jsbmb.2019.105489.
- Mohammadi-Sartang, M., Bellissimo, N., Zepetnek, J.O.T., Brett, N.R., Mazloomi, S.M., Fararouie, M., Bedeltavana, S., Famouri, M., Mazloom, Z. (2018). The effect of daily fortified yogurt consumption on weight loss in adults with metabolic syndrome: a 10-week randomized controlled trial. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 28(6): 565-574, doi: 10.1016/j.numecd.2018.03.001.
- Özcan, T., Canpulat, Z. (2008). Süt ürünlerinin eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosahekzaenoik asit (DHA) ile zenginleştirilmesi. Türkiye 10.Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, Türkiye. S 713-716.
- Pei, R., Martin, D.A., DiMarco, D.M., Bolling, B.W. (2017). Evidence for the effects of yogurt on gut health and obesity. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 57(8):1569-1583, doi: 10.1080/10408398.2014.883356.
- Rejiven, P.L.M., Soeters, P.B. (2020). Vitamin D: a magic bullet or a myth?. *Clin Nutr*. 39 (9): 2663-2674, doi: 10.1016/j.clnu.2019.12.028.
- Saha, S., Roy, A. (2020). Whole grain rice fortification as a solution to micronutrient deficiency: technologies and need for more viable alternatives. *Food Chem*. 326; 127049, doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127049.
- Tektunalı Akman, C., Garipağaoğlu, M. (2018). Besin zenginleştirilmesi. Sağlık ve Toplum. 28(3); 3-9.
- Trovas, G., Tournis, S. (2021). Vitamin D and COVID-19. *Hormones(Athens)*. 20(1);207-208. doi: 10.1007/s42000-020-00231-9.
- Tunick, M.H., Hekken, D.L.V. (2015). Dairy products and health: recent insights. *J Agric Food Chem*. 63(43):9381-8, doi: 10.1021/jf5042454.
- Vieth, R. (2020). Vitamin D supplementation: cholecalciferol, calcifediol, and calcitriol. *Eur J Clin Nutr*. 74(11):1493-1497, doi: 10.1038/s41430-020-0697-1.
- Villamil, R.A., Guzman, M.P., Ojeda-Arredon, M., Arcilla, E.G., Giraldo, A., Mondragon, A.I. (2021). Cheese fortification through the incorporation of ufa-rich sources: a review of recent (2010-2020) evidence. *Helvion*. 7(1); E05785, doi: 10.1016/j.helivon.2020.e05785.