



Besin Ögesi Yoğunluğuna Genel Bakış

Çağla PINARLI ¹, Rabia Melda KARAAĞAÇ ²

ÖZ

Besin ögesi yoğunluğu, sağladığı enerjiden daha fazla besin ögesi içeren besinleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Diyetteki enerji yoğunluğu ile besin ögesi yoğunluğu ters orantılıdır. Diyetteki enerji yoğunluğunun azaltılması, vücut ağırlığı yönetimi veya genel sağlığın korunması amacıyla da olsa, besin ögesi yoğunluğunun artmasıyla sonuçlanmaktadır. Besin ögesi yoğunluğu ölçümleri, besin ögesi örüntü profillemelerine dayanmaktadır. Yüksek gelir düzeyine sahip ve gelişmiş ülkelerde besin ögesi örüntü profili modelleri; besin etiketleme, yasaların düzenlenmesi ve vergilerin düzenlenmesi için bilimsel gerekçe sağlamaktadır. Ayrıca besin ögesi yoğunluğu, demir eksikliği anemisi, sarkopeni, malnütrisyon, metabolik sendrom ve çalışma kapasitesi (üretkenlik) ile yakından ilişkili olarak görülmektedir. Besin ögesi yoğunluğu kavramı, aynı zamanda sürdürülebilir bir yaşam için de büyük öneme sahiptir. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 10 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Herkes için yeterli besin ögesine sahip bir diyet sağlarken aynı zamanda gezegen refahını korumanın küresel bir sorun haline geleceği düşünülmektedir. Bu noktada sürdürülebilir beslenme ve sürdürülebilir gıda sistemleri ön plana çıkmaktadır. Araştırmalar, besin ögesi yoğunluğu yüksek olan besinlerin, çevre üzerine de daha olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Tüm bu nedenlerle, besin ögesi yoğunluğu kavramına, beslenme rehberleri ve diyet modelleri içerisinde daha fazla vurgu yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Besin ögesi örüntü profili; besin ögesi yoğunluğu; sürdürülebilir beslenme.

Overview of Nutrient Density

ABSTRACT

Food containing more nutrients than the energy it provides define as nutrient-dense food. The energy density in the diet is inversely proportional to the nutrient density. Reducing energy density in diet, whether for body weight management or maintenance of general health, results in increased nutrient density. Nutrient density measurements are based on nutrient pattern profiling. Nutrient pattern profile models in high-income and developed countries provide scientific justification for food labeling, regulation of laws, and taxes. In addition, nutrient density appears to be closely related to iron deficiency anemia, sarcopenia, malnutrition, metabolic syndrome and working capacity. The concept of nutrient density is also of great importance for a sustainable life. It is estimated that the world population will reach 10 billion by 2050. It is thought that protecting the healthy planet while providing diet with enough nutrients for everyone will become a global problem. At this point, sustainable nutrition and sustainable food systems come to the fore. Studies show that foods with high nutrient density have more positive environmental effects. For all these reasons, it is thought that more emphasis should be placed on nutrient density within nutritional guidelines and diet models.

Keywords: Nutrient density; nutrient profiling; sustainable nutrition.

1 İstanbul Gedik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü. Pendik, İstanbul, Türkiye
2 İstanbul Gedik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü. Pendik, İstanbul, Türkiye

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Çağla PINARLI e-mail: cagla.pnrl@gmail.com
Geliş Tarihi / Received: 10.11.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 07.06.2023

GİRİŞ

Kardiyovasküler hastalıklar, kanser, kronik solunum yolu hastalıkları, diyabet, obezite ve bilişsel bozukluk gibi bulaşıcı olmayan hastalıklar tüm dünya genelinde ölümlerin %71'inden sorumludur (1). Özellikle diyabet ve obezite prevalansı gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemiz için bakıldığında Türkiye Diyabet, Hipertansiyon, Obezite ve Endokrinolojik Hastalıklar Prevelans Çalışması sonuçları, 1998'den 2010 yılına diyabet prevalansının %90 arttığını göstermektedir (2). Dünya Sağlık Örgütü 2000-2030 Diyabet Projeksiyonu verilerine bakıldığında, 2030 senesinde dünya genelinde diyabet prevalansının, 2000 senesine kıyasla %114 artması beklenirken, bu değer için %220 olarak ifade edildiği görülmektedir (3). Bu hastalıklar multifaktöriyel nedenlerle ortaya çıkmakla birlikte önemli ölçüde değiştirilebilir yaşam tarzı faktörleriyle ilişkilendirilmektedir (4).

Bulaşıcı olmayan kronik hastalıklardaki belirgin artışın, yüksek miktarda işlenmiş et ürünleri, doymuş yağ, rafine edilmiş tahıllar, tuz ve şeker tüketimi ile karakterize olan Batı tipi diyetle ilişkili olduğu görülmektedir (5). Batı tipi diyetler yüksek enerji içeriğine sahipken, besin ögesi içeriği çok daha düşüktür. Bu noktada, besin ögesi-enerji oranını iyileştirmeye yardımcı olmak amacıyla Amerikalılar için Beslenme Rehberinde, tüketicilerin diyetlerindeki besinleri, besin ögesi yoğunluğu yüksek olan besinlerle değiştirmeleri önerilmiştir. Besin ögesi yoğunluğu yüksek yiyecek ve içeceklerin seçimi, yüksek enerji alımı olmaksızın besin ögesi gereksinimlerini karşılamada avantaj sağlamaktadır (6).

Besin ögesinden yoğun besin, sağladığı enerjiye göre daha fazla besin ögesi içeren besin olarak tanımlanmaktadır (7). Diyetteki enerji yoğunluğu ile besin ögesi yoğunluğu ters orantılıdır (8). Diyetteki enerji yoğunluğunun azaltılması, vücut ağırlığı yönetimi veya genel sağlığın korunması amacıyla da olsa, besin ögesi yoğunluğunun artmasıyla sonuçlanmaktadır (9,10). Enerji yoğunluğu kilokalori (kcal)/100 gram (g) olarak tanımlanmaktadır. Besin ögesi yoğunluğu, bir besinin 100 kcal'lik miktarı, 100 g'ı veya porsiyonu üzerinden değerlendirilmektedir. Besin ögesi yoğunluğu ölçümleri, daha karmaşık yöntemler olan besin ögesi örüntü profillemelerine dayanmaktadır (7).

Besin ögesi örüntü profili; bir besinin, menünün sağlıklı olup olmadığının ve besinlerin kalitesinin değerlendirildiği bir sistemdir (11). Besin ögesi örüntüsü profili; besinlerin içerdikleri besin öğelerine göre sınıflandırılması amaçlanmaktadır. Enerjiden çok besin ögesi içeriği yüksek, yağ, şeker, tuz oranı düşük olan; besin ögesi yoğunluğu yüksek besinleri belirlemeyi hedefler (12). Besin ögesi örüntü profilleri, Avrupa Birliği ülkelerinde sağlık beyanı yapılabilecek/yapılamayacak besinlerin ayrımında da kullanılmaktadır (13).

Besin Ögesi Örüntü Profili Modelleri

Besinleri değerlendirmek için tasarlanan besin ögesi örüntü profili modelleri, önemli bir kamu politikası aracı haline gelmiştir. Çünkü bu modellerinin amacı, sağlıklı ve besin ögesi açısından zengin gıdaları belirlemektir. Yüksek gelirli ülkelerde besin ögesi örüntü profili modelleri; besin etiketleme, yasaların düzenlenmesi ve vergilerin düzenlenmesi için bilimsel gerekçe sağlamaktadır (14). Besin ögesi örüntü profili modelleri belirli bir besinin, besin ögesi yoğunluğunu tüketiciye

aktaran ambalaj ön sembolleri ve logolarının da temelini oluşturmaktadır (15). Besin ögesi örüntü profili modelleri aynı zamanda gıda endüstrisi için üretim aşamasında gerekli kriterlerin sağlanması ve daha sağlıklı besinler üretilmesi noktasında fayda sağlamaktadır (16).

Amerikalılar için Beslenme Rehberi, besin ögesi açısından yoğun olan besinleri, "az miktarda şeker veya doymuş yağ içeren veya hiç içermeyen besinler" olarak tanımlamıştır. Doymuş yağ ve ilave şekerden alınan diyet enerjisini yansıtmak için "boş enerji" kavramı ortaya çıkmıştır (17). Besin ögesi örüntü profillemesi için, Besin Ögesinden Zengin Besin İndeksi (Nutrient Rich Foods Index), Uluslararası Sağlıklı Seçimler (Choices International nutrient profiling models) ve Nutri-Score başta olmak üzere, farklı modeller bulunmaktadır (18).

Uluslararası diyet rehberlerine dayalı bir ön yüz etiketleme sistemi olan "Choices programı", sağlıklı besinlerin, kolay bir şekilde seçilebilmesi için kurulmuş dünya çapında bir girişimdir. Bu program ayrıca; doymuş yağ, trans yağ, sodyum (tuz) ve ilave şeker alımını sınırlamak, diyet lifi gibi faydalı öğelerin alımını sağlamak ve uygun bir enerji alımını teşvik etmek gibi temel amaçlara sahiptir (19).

Nutri-Score ön yüz etiketleme şeması, Fransız araştırmacılar tarafından geliştirilmiş beş renkli bir etiketleme sistemidir (20). Bu model, çocuklara yönelik televizyon reklamlarını iyileştirmek amacıyla Birleşik Krallık tarafından oluşturulmuş besin ögesi örüntü profili sisteminin değiştirilmiş bir versiyonuna dayanmaktadır (21). Her renk, etiketlemeyi tüketiciler için daha erişilebilir ve anlaşılır kılmak adına, A'dan (koyu yeşil) E'ye (koyu turuncu) kadar bir harfle de ilişkilendirilmiştir (22).

Besin Gruplarında ve Farklı Besinlerde Besin Ögesi Yoğunluğu

Besin gruplarından biri olan meyve ve sebzeler, biyoaktif bileşenleri ve besin ögesi içeriği ile başta inflamasyonu azaltmak olmak üzere pek çok kronik hastalığın önlenmesinde potansiyel etkilere sahiptir. Hastalıkların önlenmesinde, meyve ve sebzeler için mevcut kanıtlar, günlük 800 g'lık (yani günde yaklaşık 5 porsiyon) tüketimi önermektedir (23). Meyve ve sebzelerin besin ögesi yoğunluğunu değerlendirmeye yönelik bir çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Gıda Veri Tabanı üzerinden 129 meyve ve sebze, ulusal perakende satış fiyatına ve 100 gramında bulunan 16 besin ögesine göre (protein, lif, A vitamini, B1, B2, B3, B5, B6, B12 vitaminleri, folat, C vitamini, D vitamini, E vitamini, kalsiyum, demir, magnezyum) değerlendirilmiştir. Meyve ve sebzeler düşük enerji içeriğine ve yüksek besin ögesi yoğunluğu puanına sahip görülmüştür. Diğer besinlerle karşılaştırıldığında meyve ve sebzelerin, daha makul bir maliyetle besin ögesi sağladıkları görülmüştür (24). Besin ögesi ve besin gruplarına dayalı besin ögesi örüntü profillerinin diyet rehberlerinin bir parçası olması gerektiği açık bir şekilde görülmektedir (25).

Doğal besin ve besin gruplarının yanı sıra, işlenme derecelerine göre farklı besinlerde de besin ögesi yoğunluğu değerlendirilmektedir (26). Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada, Brezilya'daki gıdaların, besin grubu ve işlenme derecelerine göre besin ögesi yoğunluğu ve satın alınabilirliği araştırılmıştır. Besin grupları içerisinde en yüksek besin ögesi yoğunluğuna sahip olandan en

düşük besin ögesi yoğunluğuna sahip olanlar, sırasıyla sebzeler (117.4), meyveler (73.1), et-tavuk-balık (31.1), süt ürünleri ve yumurta (30.6), baklagiller, kuruyemişler ve yağlı tohumlar (28.2), tahıllar ve gevrekler (10.1) ile yağlar ve şekerler (-18.8) bulunmuştur. Ultra işlenmiş besinlerin besin ögesi yoğunluğu, işlenmemiş besinlere göre çok daha düşük bulunmuştur. Son olarak satın alınabilirlik de göz önüne alındığında, besin ögesi yoğunluğu en yüksek olan sırasıyla sebzeler, meyveler ve işlenmemiş besinler olarak bulunmuştur (27).

Dünya çapında vegan ve vejetaryen topluluk sayısında artış giderek dikkat çekmektedir. Bu noktada bitkisel kaynaklı beslenen vejetaryen ve veganlar için özellikle protein alımı açısından tartışmalar söz konusudur (28). Protein içeriği yüksek et ürünleri (sığır eti, domuz eti, kuzu eti ve kümes hayvanları, balık ürünleri) ve bitkisel protein kaynakları (mercimek, ıspanak, badem, tofu vb.), besin ögesi yoğunluğu açısından karşılaştırıldığında, et ürünlerine kıyasla bitkisel protein kaynaklarının da benzer çinko ve demir içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Diğer taraftan, yeterli proteinin sağlanabilmesi için miktar olarak daha fazla bitkisel protein kaynağı tüketilmesi gerektiğinden, besin ögesi yoğunluğu/maliyet ilişkisi açısından bir farklılık olmadığı saptanmıştır (29). Özellikle yeterli protein kalitesine sahip besinlerin tüketiminin bir halk sağlığı sorunu olduğu düşünüldüğünde, düşük ve orta gelirli ülkelerde düzeltilmiş aminoasit skoruna göre besin ögesi yoğunluğu hesaplanması gerekmektedir (30).

Hastalıklarda Besin Ögesi Yoğunluğunun Yeri ve Önemi

Bu bölüm içerisinde demir eksikliği anemisi, sarkopeni, malnütrisyon, metabolik sendrom ve çalışma kapasitesi (üretkenlik) ile besin ögesi yoğunluğu arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş olan araştırmalar gözden geçirilmiştir.

Demir, oksijen taşınması, deoksiribonükleik asit sentezi ve elektron taşınması dahil olmak üzere çok çeşitli metabolik süreçlere katıldığı için hemen hemen tüm canlı organizmalarda temel bir elementtir. Demir eksikliği anemi ile veya anemi olmadan ortaya çıkabilir. Hafif ve orta dereceli demir eksikliği anemisi formları bile bilişsel gelişimi, bağışıklık mekanizmalarını ve çalışma kapasitesini etkileyen işlevsel bozukluklarla ilişkilendirilmektedir. Demir eksikliği ve anemisi, öğrenme yeteneğinin azalması ve artan morbidite oranları ile ilişkilidir (31). Besin ögesi yoğunluğunun anemi ve demir eksikliği ile ilişkisini değerlendiren bir çalışmada, anemisi veya demir eksikliği olan çocuklar, olmayanlara kıyasla daha düşük besin ögesi yoğunluğu puanına sahip olarak görülmüştür (sırasıyla $p<0.001$ ve $p=0.039$) (32). Bu noktada diyetin besin ögesi yoğunluğunu artırmak, diyet maliyetini etkilemeden demir eksikliği ve demir eksikliği anemisi riskini önlemeye yardımcı olabilir gözükmektedir.

İleri yaştaki erişkin bireylerde malnütrisyon, önemli sorunlardan biridir. Bu bireylerde protein-enerji malnütrisyonu sıklıkla gözlenir ve yaşlanmayla birlikte artan kas kütlesi kaybı olarak sarkopeni gözlemlenebilir (33). İleri yaştaki bireylerin azalmış iştah durumları da göz önünde bulundurulduğunda temel amaç, küçük porsiyonlarla hem enerji, hem de protein alımını arttırmaktır. Tüm bu nedenlerle hem sarkopeni hem de malnütrisyonun beslenme tedavisinde, yüksek besin ögesi

yoğunluğuna sahip olan besinlerin tercih edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (34).

Artmış açlık glukoz (100 mg/dL ve üstü) ve trigliserid seviyesi (150 mg/dL ve üzeri), düşük HDL (yüksek dansiteli lipoprotein) seviyesi (erkeklerde 40 mg/dL'nin altı veya kadınlarda 50 mg/dL'nin altı), artmış bel çevresi (kadınlarda 88 cm ve üzeri, erkeklerde 102 cm ve üzeri) ve artmış kan basıncı (sistolik: 130 mmHg veya daha yüksek ve/veya diyastolik 85 mmHg veya daha yüksek) gibi belirtilerden herhangi üçü veya daha fazlasına sahip olmak metabolik sendrom olarak adlandırılmaktadır. Metabolik sendromun bireylerin genel sağlığı ve sağlık hizmetleri maliyetleri üzerinde ciddi etkileri bulunmaktadır (35). Yapılan bir araştırmada, kilolu/obez ve metabolik sendromu olan 5.777 bireyin 1 yıllık takipten sonra Akdeniz diyetine uyumlarındaki değişikliklerin, besin ögesi yoğunluğu üzerine etkisine bakılmıştır. Bir yıllık takip sonucunda Akdeniz diyetine uyum ile; tüm mikrobeyin öğeleri açısından besin ögesi yoğunluğu artışı ve karbonhidrat (-%9.0), doymuş yağ asitleri (-%10.4) ve toplam enerji alımında (-%6.3) azalma gözlemlenmiştir (36).

Sağlıklı yaşam tarzı, erken ölüm, kronik hastalıklar ve üretkenliğin azaltılmasının önüne geçmede büyük bir rol oynamaktadır. Çalışan bireylerin beslenme alışkanlıkları ve fiziksel aktivite düzeyleri ile üretkenliği, çalışma performansı ve çalışabilirliği arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır (37).

Sürdürülebilirlik ve Besin Ögesi Yoğunluğu

Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 10 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Herkes için yeterli besin ögesine sahip bir beslenme modeli sağlarken aynı zamanda gezegen refahını korumanın küresel bir sorun haline geleceği düşünülmektedir. Bu noktada sürdürülebilir beslenme ve sürdürülebilir gıda sistemleri ön plana çıkmaktadır (38).

Hem çevre üzerine daha az negatif etkisi olan, hem de besin ögesi yoğunluğu yüksek olan besinlerin seçimi, gezegen refahının korunmasında ve bireylerin besin ögesi ihtiyaçlarının karşılanmasında kilit bir rol oynamaktadır (39).

Karbon ayak izlerine göre besinlerin enerji ve besin ögesi yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, 100 g'da en yüksek karbon ayak izine sahip olan besin gruplarının sırasıyla et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, tahıllar ve diğer besinler, tatlılar ve işlenmiş meyve-sebzeler olduğu görülmüştür. Her 100 kkal'de bakıldığında ise en yüksek sera gazı emisyonuna sahip olandan en düşük sera gazı emisyonuna sahip olanların sırasıyla; işlenmiş meyve-sebzeler, et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, tahıllar ve diğer besinler ve tatlılar olduğu saptanmıştır. Besin ögesi açısından yoğun olan besinlerden bazıları daha yüksek karbon ayak izine sahip olsa da, yüksek besin ögesi değerleriyle durumun dengelendiği düşünülmektedir (40).

SONUÇ

Tüketicilerin besin ögesi açısından yoğun besinleri belirlemelerine ve seçmelerine yardımcı olmak; artmış diyet kalitesi ve başta malnütrisyon, sarkopeni, metabolik sendrom ve anemi gibi sağlık sorunları riskinde azalma, daha iyi sağlık sonuçları ile gezegen refahının korunması gibi pek çok açıdan olumlu etkilere sahiptir. Bu noktada besin ögesi yoğunluğu kavramının daha çok vurgulanması

ve tüketicilerin besin ögesi yoğun besinleri kolayca seçebilmesi için ön yüz etiketleme gibi farklı sistemlerin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Besin ögesi yoğunluğu kavramına, beslenme rehberleri ve diyet modelleri içerisinde daha fazla vurgu yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Yazarların Katkıları: Fikir/Kavram: Ç.P.; Tasarım: R.M.K.; Literatür Taraması: Ç.P.; Makale Yazımı: Ç.P., R.M.K.; Eleştirel İnceleme: R.M.K.

KAYNAKLAR

- World Health Organisation. Noncommunicable diseases. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Erişim Tarihi: 02.06.2022
- Satman I, Omer B, Tutuncu Y, Kalaca S, Gedik S, Dinccag N, et al. Twelve-year trends in the prevalence and risk factors of diabetes and prediabetes in Turkish adults. *Eur J Epidemiol.* 2013; 28(2): 169-80.
- Tosun N, Satman İ, Erkoç Y, Buzgan T, Çom S, Keskinliç B, Güler S, Yardım N, İmamecioğlu R, Soylu M, Sarioğlu G, Çobanoğlu N. (Eds), T.C. Sağlık Bakanlığı. Türkiye Diyabet Önleme ve Kontrol Programı Eylem Planı (2011-2014). 1. Baskı. Ankara: Anıl Yayıncılık, 2011.
- Cena H, Calder PC. Defining a healthy diet: evidence for the role of contemporary dietary patterns in health and disease. *Nutrients.* 2020; 12(2): 334.
- Okreglicka K. Health effects of changes in the structure of dietary macronutrients intake in western societies. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2015; 66(2): 97-105.
- US Department of Agriculture. Dietary guidelines for Americans. 2005. Internet: www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/document . Erişim Tarihi 28.06.2022
- Drewnowski A. Concept of a nutritious food: toward a nutrient density score. *Am J Clin Nutr.* 2005; 82(4): 721-32.
- Maillot M, Darmon N, Darmon M, Lafay L, Drewnowski A. Nutrient-dense food groups have high energy costs: an econometric approach to nutrient profiling. *J Nutr.* 2007; 137(7): 1815-20.
- Hingle MD, Wertheim BC, Neuhaus ML, Tinker LF, Howard BV, Johnson K. et al. Association between dietary energy density and incident type 2 diabetes in the women's health initiative. *J Acad Nutr Diet.* 2017; 117(5): 778-85.e1.
- US Department of Agriculture Center for Nutrition Policy and Promotion (2012) Dietary energy density and body weight: a review of the evidence. https://www.cnpp.usda.gov/sites/default/files/nutrition_insights_uploads/Insight50.pdf. Erişim Tarihi 04.06.2022
- Dikmen D, Pekcan G. Besin ögesi örüntü profili: toplu beslenme hizmeti veren kuruluşlarda uygulanan menülerin değerlendirilmesi. *Bes Diy Derg.* 2013; 41(3): 234-41.
- Drewnowski A. Uses of nutrient profiling to address public health needs: from regulation to reformulation. *Proc Nutr Soc.* 2017; 76(3): 220-9.
- Garsetti M, de Vries J, Smith M, Amosse A, Rolf-Pedersen N. Nutrient profiling schemes: overview and comparative analysis. *Eur J Nutr.* 2007; 46 Suppl 2: 15-28.
- Labonté MÈ, Poon T, Gladanac B, Ahmed M. Franco Arellano B, Rayner M. et al. Nutrient Profile Models with Applications in Government-Led Nutrition Policies Aimed at Health Promotion and Noncommunicable Disease Prevention: A Systematic Review. *Adv Nutr.* 2018; 9(6): 741-88.
- Reyes M, Garmendia ML, Olivares S, Aqueveque C, Zacarias I, Corvalan C. Development of the Chilean front-of-package food warning label. *BMC Public Health.* 2019; 19(1): 906.
- Lehmann U, Charles VR, Vlassopoulos A, Masset G, Spieldenner J. Nutrient profiling for product reformulation: public health impact and benefits for the consumer. *Proc Nutr Soc.* 2017; 76(3): 255-64.
- Nicklas TA, O'Neil CE. Development of the SoFAS (solid fats and added sugars) concept: the 2010 Dietary Guidelines for Americans. *Adv Nutr.* 2015; 6(3): 368S-75S.
- Drewnowski A, Amanquah D, Gavin-Smith B. Perspective: How to develop nutrient profiling models intended for global use: a manual. *Adv Nutr.* 2021; 12(3): 609-620.
- Dötsch-Klerk M, Jansen L. The Choices programme: a simple, front-of-pack stamp making healthy choices easy. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2008; 17 Suppl 1: 383-6.
- Julia C, Hercberg S. Development of a new front-of-pack nutrition label in France: the 5-colour Nutri-score. *Public Health Panorama* 2017; 3: 712-25.
- Rayner M, Scarborough P, Lobstein T. The UK Ofcom Nutrient Profiling Model: defining 'healthy' and 'unhealthy' foods and drinks for TV advertising to children. London: OfCom; 2009.
- Dubois P, Albuquerque P, Allais O, Bonnet C, Bertail P, Combris P, et al. Effects of front-of-pack labels on the nutritional quality of supermarket food purchases: evidence from a large-scale randomized controlled trial. *J Acad Market Sci* 2020; 49: 119-38.
- Wallace TC, Bailey RL, Blumberg JB, Burton-Freeman B, Chen CO, Crowe-White KM, et al. Fruits, vegetables, and health: A comprehensive narrative, umbrella review of the science and recommendations for enhanced public policy to improve intake. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2020; 60(13): 2174-211.
- Darmon N, Darmon M, Maillot M, Drewnowski A. A nutrient density standard for vegetables and fruits: nutrients per calorie and nutrients per unit cost. *J Am Diet Assoc.* 2005; 105(12): 1881-7.
- Drewnowski A, Fulgoni VL 3rd. New nutrient rich food nutrient density models that include nutrients and myplate food groups. *Front Nutr.* 2020; 7: 107.
- Monteiro CA, Cannon G, Lawrence M, Costa Louzada ML, Pereira Machado P. 2019. Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Rome, FAO.
- Siqueira KB, Borges CA, Binoti ML, Pilati AF, da Silva PH, Gupta S, et al. Nutrient density and affordability of foods in Brazil by food group and degree of processing. *Public Health Nutr.* 2021; 24(14): 4564-71.
- Larpin C, Wozniak H, Genton L, Serratrice J. Alimentations végétariennes et véganes : quelles

- conséquences sur la sante ? [Vegetarian and vegan diets and their impact on health]. *Rev Med Suisse*. 2019; 15(667): 1849-53.
29. Bohrer BM. Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends in Food Science & Technology*. 2017; 65: 103-12.
 30. Drewnowski A. Adjusting for protein quality by food source may affect nutrient density metrics. *Nutr Rev*. 2021; 79(10): 1134-44.
 31. Abbaspour N, Hurrell R, Kelishadi R. Review on iron and its importance for human health. *J Res Med Sci*. 2014; 19(2): 164-74.
 32. Visser M, Van Zyl T, Hanekom SM, Baumgartner J, Van der Hoeven M, Taljaard-Krugell C, et al. Nutrient density, but not cost of diet, is associated with anemia and iron deficiency in school-age children in South Africa. *Nutrition*. 2021; 84: 111096.
 33. Sieber CC. Malnutrition and sarcopenia. *Aging Clin Exp Res*. 2019; 31(6): 793-8.
 34. Smith A. Sarcopenia, malnutrition and nutrient density in older people. *Post Reprod Health*. 2014; 20(1): 19-21.
 35. Swarup S, Goyal A, Grigorova Y, Zeltser R. Metabolic Syndrome. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459248/>.
 36. Cano-Ibaez N, Bueno-Cavanillas A, Martiinez-Gonzalez MA, Salas-Salvado J, Corella D, Freixer GL, et al. Effect of changes in adherence to Mediterranean diet on nutrient density after 1-year of follow-up: results from the PREDIMED-Plus Study. *Eur J Nutr*. 2020; 59(6): 2395-409.
 37. Drewnowski A. Impact of nutrition interventions and dietary nutrient density on productivity in the workplace. *Nutr Rev*. 2020; 78(3): 215-24.
 38. Armitage C. Sustainable nutrition. *Nature*. 2020; 588(7837): S53.
 39. Steen-Olsen K, Weinzettel J, Cranston G, Ercin AE, Hertwich EG. Carbon, land, and water footprint accounts for the European Union: consumption, production, and displacements through international trade. *Environ Sci Technol*. 2012; 46(20): 10883-91.
 40. Drewnowski A, Rehm CD, Martin A, Verger EO, Voinnesson M, Imbert P. Energy and nutrient density of foods in relation to their carbon footprint. *Am J Clin Nutr*. 2015; 101(1): 184-91.