

**ENDOKRİN BOZUCU MARUZİYETİNİN AZALTILMASINA
YÖNELİK STRATEJİ VE ÖNERİLER: BESLENME BAZLI
TÜKETİCİ STRATEJİ VE ÖNERİLERİ**

*STRATEGIES AND RECOMMENDATIONS FOR REDUCING THE EXPOSURE
OF ENDOCRINE DISRUPTORS: NUTRITION BASED CONSUMER
STRATEGIES AND RECOMMENDATIONS*

Zehra Büyüktuncer Demirel

Atıf İçin: Demirel, Zehra Büyüktuncer (2022). Endokrin Bozucu Maruziyetinin Azaltılmasına Yönelik Strateji ve Öneriler: Beslenme Bazlı Tüketici Strateji ve Önerileri. K. Şahin ve H. F. Keleştemur (Eds.). Endokrin Bozucular ve Sağlık (s. 273-287). Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları. DOI: 10.53478/TUBA.978-625-8352-04-7.ch16.

ENDOKRİN BOZUCU MARUZİYETİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK STRATEJİ VE ÖNERİLER: BESLENME BAZLI TÜKETİCİ STRATEJİ VE ÖNERİLERİ

Prof. Dr. Zehra Büyüktuncer Demirel
Hacettepe Üniversitesi

Özet

Modern yaşam koşullarında, her geçen gün daha çok maruz kalınan endokrin bozucu kimyasalların intrauterin dönemden yaşlılığa kadar yaşamın her aşamasında sağlığı etkileyebildiği görülmektedir. Çalışmalar endokrin bozucu bileşiklerle maruziyetin, obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi metabolik hastalıklar, tiroid hastalıkları, çeşitli kanserler, nörolojik hastalıklar, üreme sağlığı bozuklukları ve çocuklarda gelişimsel sorunlar ile ilişkili olduğunu açıklamaktadır. Diyet, endokrin bozucu bileşiklere maruz kalınmasına aracılık eden birkaç önemli yoldan biri olarak kabul edilmektedir. Aslında, diyet endokrin bozucu bileşik maruziyetini üç yolla kontrol edebilmektedir. İlki, diyetin içeriği ve beslenme ile ilgili alışkanlıklarda yapılacak bazı değişiklikler ile vücuda alınan toplam endokrin bozucu bileşik miktarının azaltılmasıdır. İkinci olarak, diyetle yapılacak küçük değişiklikler ile vücuda alınan endokrin bozucu bileşiklerin vücutta birikmesinin önlenmesi kısmen sağlanabilmektedir. Sonuncu ise, vücuda alınan ve vücutta biriken endokrin bozucu bileşiklerin etki mekanizmalarının diyetle biyoaktif besin bileşenleri aracılığıyla kontrol edilmesi ve olası hasarın önlenmesidir. Bu üç aşamada, endokrin bozucu bileşiklerin etkinliğinin azaltılmasında diyet ile ilgili beş temel strateji izlenmektedir. Bunlar: diyetle alınabilen endokrin bozucu bileşikler hakkında farkındalığın artırılması; diyetin içeriğinin düzenlenmesi; besin teminine yönelik tercihlerin değiştirilmesi; besin hazırlama, pişirme ve saklamaya yönelik davranışların düzenlenmesi; ideal vücut ağırlığının korunmasıdır. Bu bölümde beslenme yoluyla endokrin bozucu bileşiklere nasıl maruz kalındığı tanımlanmış ve bu maruziyetin azaltılmasına yönelik diyet ile ilgili beş temel strateji ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler

Endokrin Bozucu Bileşikler, Besin, Su, Diyet, Beslenme

STRATEGIES AND RECOMMENDATIONS FOR REDUCING THE EXPOSURE OF ENDOCRINE DISRUPTORS: NUTRITION BASED CONSUMER STRATEGIES AND RECOMMENDATIONS

Abstract

Endocrine disrupting chemicals, which are exposed to increasingly in modern life conditions, can affect the health across the lifespan, from the intrauterine period to elderly. Research associates the exposure to endocrine disrupting chemicals with metabolic diseases such as obesity, diabetes, cardiovascular diseases, thyroid diseases, several types of cancer, neurological diseases, reproductive health disorders and childhood developmental problems. Diet has been recognized as one of the main sources that mediates the exposure to endocrine disrupting chemicals. In fact, diet can control endocrine disruptor exposure in three stages. First, the modification in the content of diet and alterations of some behaviors related to nutrition can reduce the total amount of endocrine disrupting chemicals taken into the body. Second, the accumulation of endocrine disrupting chemicals in the body can be partially prevented by the minor dietary modifications. Last, dietary bioactive food components can control the some major mechanisms that activated by the endocrine disrupting chemicals, taken into the body and accumulated in the organs, and thus can prevent the potential damage. At these three stages, five main dietary strategies can be followed for reducing the exposure and efficacy of endocrine disrupting chemicals. These include: raising awareness of dietary endocrine disrupting chemicals; the modification of diet; changing the preferences for food supply; adapting the practices for food preparation, cooking and storage; and maintaining ideal body weight. This chapter has defined the dietary exposure to endocrine disrupting chemicals, and discussed the five main dietary strategies for reducing the exposure to these chemicals.

Keywords

Endocrine Disrupting Chemicals, Food, Water, Diet, Nutrition

Giriş

Endokrin bozucu kimyasal maddeler ‘*hormon aktivitelerini etkileyerek, endokrin sistemin fonksiyonunu değiştirebilen ekzojen madde veya madde karışımları*’ olarak tanımlanmaktadır (European Commission, 2021; Gore vd., 2015). Günlük hayatta bu bileşiklere çevresel, tarımsal ve endüstriyel etmenler, bazı ilaçlar ve beslenme yoluyla maruz kaldığı bilinmektedir. Yaklaşık bin bileşiğin endokrin bozucu olarak tanımlandığı günümüzde, modern yaşam koşullarına bağlı olarak, insanlar çok sayıda endokrin bozucuya aynı anda maruz kalmaktadır. Bu nedenle, bu bileşiklerin her birinin tek tek toplum sağlığı üzerine etkilerinin değerlendirilmesi güç olabilmektedir. Bu zorluğa karşın, endokrin bozucuların sağlık üzerine etkilerine yönelik çalışmalar, bu bileşiklere maruz kalmanın obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi metabolik hastalıklar, tiroid hastalıkları, çeşitli kanserler, nörolojik hastalıklar, üreme sağlığı bozuklukları ve çocuklarda gelişimsel sorunlar ile ilişkili olabileceğini göstermektedir (American Academy of Pediatrics, 2021; Gore vd., 2015). Aslında, endokrin bozucu maddelerin olası etkilerine yönelik kaygılar 1990’lı yılların başından itibaren artarak devam etmekte ve bu olumsuz etkileri azaltmaya yönelik stratejiler geliştirilmektedir (European Commission, 2021; United Nations Environment Programme, 2021). Bu yazıda beslenme yoluyla endokrin bozuculara nasıl maruz kaldığı tanımlanacak ve bu düzeyin azaltılabilmesine yönelik diyet ile ilgili stratejiler ele alınacaktır.

Endokrin Bozucu Kaynağı Olarak Diyet

Diyet, endokrin bozucuların vücuda alınması ve bu bileşiklerin sağlık üzerine olumsuz etkilerine çeşitli yollarla aracılık etmektedir. Bu yollar şu şekilde sıralanabilir:

- doğal veya sentetik endokrin bozucu bileşikleri içeren bitkisel ve hayvansal besinlerin tüketilmesi;
- besinlerin işlenmesi sırasında endokrin bozucuların oluşması veya üretim sürecinde kullanılan malzemelerden besine geçmesi;
- ambalajlı besinlerde ambalaj malzemelerinden endokrin bozucuların besine geçmesi;
- besinin hazırlanması, pişirilmesi ve saklanması sırasında kullanılan mutfak araç-gereçleri ile temizlik vb. diğer malzemelerden endokrin bozucuların besine geçmesi;
- besinlerin pişirilmesi sürecinde yeni endokrin bozucu bileşiklerin oluşması;
- hem içme suyunun hem de besin hazırlama sürecinde kullanılan suyun çeşitli endokrin bozucular içermesi.

Çalışmalar bu yollarla, fitoöstrojen, mikotoksin, pestisit, ftalat, bisfenol, dioksin, poliklorlu bifenil, ağır metal, perklorat, perflurorine bileşik, persistan organoklorin, polisiklik aromatik hidrokarbon ve tribütülin vb. gibi çok çeşitli endokrin bozucu bileşiğin vücuda alınabildiğini göstermektedir (European Commission, 2021; Ercan, 2021; United Nations Environment Programme, 2021; Yılmaz vd., 2020).

Endokrin bozucular arasında, doğal endokrin bozucu olarak bilinen, bitkisel besinlerin yapısında doğal olarak bulunan ve östrojenik/antiöstrojenik aktivite gösteren fitoöstrojenler dikkat çekmektedir. Bu bileşikler arasında, temel grup olarak değerlendirilen izoflavonlar, soya fasulyesi ve ürünleri başta olmak üzere kuru baklagiller, tam tahıllar ile simisifuga (meyan kökü) ve kırmızı yonca otlarında bulunurken; fitoösterojenlerin diğer önemli grubu lignanlar ise keten tohumu başta olmak üzere, düşük konsantrasyonlarda ve yaygın olarak çeşitli tahıl, sebze ve meyvelerde bulunmaktadır. Ayrıca, son yıllarda bu bileşiklerin sağlığı geliştiren, hastalık riskini azaltan özelliklerinin de gösterilmesine bağlı olarak, doğal kaynaklar yanında soya fasulyesi, Simisifuga veya kırmızı yoncadan elde edilen besin desteklerinin kullanımları da yaygınlaşmıştır. İnsan ve hayvan diyetlerinde doğal olarak bulunan bileşiklerin, östrojen reseptörlerine bağlanarak hormon aktivitesini etkileyebildiği bilinmektedir; ancak bu etkinin büyüklüğü ve yönü maruz kalınan doz, dokunun endojen östrojen durumu, diğer bireysel özellikler gibi birçok etmene bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca, bu bileşikler yarı ömürlerinin kısa olması, dokularda birikiminin sınırlı olması ve vücuttan hızlı atılabilmelerine bağlı olarak, genellikle önemli yan etkiler oluşturmazlar. Diğer taraftan, bu bileşiklerin sağlığı geliştirici, hastalık riskini azaltıcı birçok biyolojik aktivitesi gösterilmiştir ve bu bileşiklerin doğal besin kaynaklarının birçoğu fonksiyonel besin olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, bu bileşiklerin doğal besin kaynaklarının tüketimlerinin sınırlandırılmasına yönelik bir öneri, çok yoğun ve çok miktarda tüketildiklerinde maruz kalınan doz çok yüksekse ve bireye özgü olarak geliştirilebilir. Bu özellikleri ile bu bileşikler diğer endokrin bozucu bileşik gruplarından kısmen ayrılmaktadır (Büyüktüncer & Başaran, 2005; Patisaul, 2017). Diğer endokrin bozucu bileşik gruplarına bu sempozyum kapsamında detaylı yer verildiği için, bu bölümde tanımları ve özelliklerine yönelik bilgiler ayrıca verilmemiştir.

Endokrin Bozucu Etkinliğinin Azaltılmasında Diyet Stratejileri

Diyet, endokrin bozucuların vücutta oluşturabileceği etkileri üç adımda kontrol edebilmektedir. İlk adım, alınacak önlemler doğrultusunda, diyetle vücuda alınacak toplam endokrin bozucu miktarının azaltılmasıdır; böylece maruz kalınan toplam endokrin bozucu yükü ve olası hasar azalacaktır. İkinci adım, vücuda alınan endokrin bozucuların vücutta birikmesinin diyetle yapılacak küçük değişiklikler ile önlenmesidir; böylece ilk adımdan kaçan ve vücuda alınan

bileşikler birikmeden hızlıca atılır ve hasar azalır. Üçüncü adım ise, vücuda alınan ve vücutta biriken endokrin bozucuların neden olduğu hasarın giderilmesine yönelik mekanizmalarda rol oynayabilecek bileşiklerin diyetle alınmasıdır; böylece endokrin bozucuların oluşturduğu hasar telafi edilerek, sağlığın korunması sağlanır (Sargis, Heindel, & Padmanabhan, 2019; Vandenberg, 2021; Yılmaz vd., 2020; Zota vd., 2017).

Bu doğrultuda, endokrin bozucuların etkinliğinin azaltulmasında diyet ile ilgili beş temel strateji izlenebilir. Bunlar: diyetle alınabilen endokrin bozucu bileşikler hakkında farkındalığın artırılması; diyetin içeriğinin düzenlenmesi; besin teminine yönelik tercihlerin düzenlenmesi; besin hazırlama, pişirme ve saklamaya yönelik davranışların düzenlenmesi; ideal vücut ağırlığının korunmasıdır. Bu bölümde her bir strateji kısaca açıklanacaktır (Sargis vd., 2019; Vandenberg, 2021; Yılmaz vd., 2020; Zota vd., 2017).

a) Endokrin bozucu bileşikler hakkında farkındalığın artırılması

Endokrin bozucu bileşikler intrauterin dönemden yetişkin döneme hayatın her evresinde vücudun neredeyse tüm sistemlerine zarar verebildiği ve bu bileşiklerin birçoğuna günlük modern hayatta yüksek dozlarda maruz kalındığının bilimsel çalışmalarla gösterilmiş olmasına karşın; yasal düzenlemelerin bireyleri ve toplumu endokrin bozucuların tüm tehlikelerinden koruduğunu varsaymanın güvenli olmayacağı vurgulanmaktadır. Bunun en önemli nedenleri, bu bileşiklerin insanlardaki etkilerine yönelik araştırmaların halen devam ediyor olması; ve çalışmalardan elde edilen bilimsel kanıtlar ile yasal düzenlemelerin aynı hızda uygulanamıyor olmasıdır. Bu nedenle, endokrin bozucular ile ilgili bireysel ve toplumsal farkındalığın artırılması, bu bileşiklere maruziyetin azaltılabilmesi açısından önemlidir. Bunun için en önemli stratejilerden biri ambalajlı gıdalar, mutfak araç-gereçleri ile besin hazırlama, servis, saklama, temizleme vb. süreçlerde kullanılan diğer tüm malzemelerin etiketlerinin dikkatli bir şekilde okunması; ambalajda kullanılan logo ve sembollerin anlaşılmasıdır. Örneğin plastik şişe ve kaplarda, geri dönüşüm işareti içindeki #1, #2 veya #4 ürünün bisfenol A içermediğini göstermektedir. Bunun dışında yine plastik araç-gereçlerde bisfenol A içermez beyanı veya logosu da sıklıkla kullanılmaktadır. Bu noktada, besin etiketi okur yazarlığının önemi tekrar karşımıza çıkmaktadır. Bu alışkanlık beraberinde, endokrin bozucu içermeyen (çevre dostu vb. gibi) alternatiflerin aranmasını ve bu alternatiflere talebin artmasını getirecektir. Etiket okuma alışkanlığı endokrin bozucu farkındalığı için önemli bir strateji olarak kabul edilse de, daha önce de ifade edildiği gibi, etikette verilmeyen (henüz kanıt düzeyinin daha düşük olduğu ve/veya yasal düzenlemelerin yapılmadığı) potansiyel endokrin bozucuların varlığı da mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Bu noktada, farklı ülke uygulamalarında olduğu gibi, tüketiciye yönelik kitapçıkların hazırlanması, güncel web sayfaları ve mobil uygulamaların geliştirilmesi ve bunların

kullanımlarının teşvik edilmesi yine farkındalığın artırılması açısından önem taşımaktadır (Environmental Working Group, 2021; Gore vd., 2015; Vandenberg, 2021).

b) Diyetin içeriğinin düzenlenmesi

Diyetin içeriği endokrin bozucuların neden olduğu etkiler açısından kritik rol oynamaktadır. Çünkü, daha önce de ifade edildiği gibi, diyetin içeriği hem vücuda alınan endokrin bozucu miktarının azaltılması, hem alınan bileşiklerin vücutta birikmeden hızlıca atılması hem de bu bileşiklerin neden olduğu hasarın tamirinde etkilidir (Sargis vd., 2019; Yılmaz vd., 2020).

Diyetin içeriğinin düzenlenmesine yönelik stratejilerde en önemlisi, diyetin yeterli, dengeli ve sağlıklı olmasıdır. Bunun birçok gerekçesi vardır. Bunlardan ilki, yeterli ve dengeli beslenme farklı besin gruplarının tüketimiyle bireyin makro ve mikro besin ögesi gereksinimlerinin karşılanmasını sağlar (Sargis vd., 2019). Özellikle gebelik döneminde görülen B₁₂ vitamini, folik asit, çinko, demir, krom vb. gibi birçok vitamin ve mineral eksikliğinin endokrin bozucuların neden olduğu hasarı derinleştirerek, yaşamın sonraki dönemlerinde gelişen hastalıkların seyrini ağırlaştırdığı gösterilmiştir. Örneğin demir eksikliğinin kurşun emilimini artırarak kurşun maruziyeti tablosunu ağırlaştırırken; yüksek doz kalsiyum alımının bu tabloyu düzelttiği bilinmektedir (Bradman vd., 2001; Sargis vd., 2019; Wright vd., 2003). Ayrıca, maternal dönemde folik asit ile diğer metil donörlerinin (betain, kolin, B₁₂ vitamini) takviyelerinin bisfenol A maruziyetinin; yine folat ve B₁₂ vitamini takviyesinin arsenik maruziyetinin etkilerini hafiflettiği ağırlıklı olarak hayvan çalışmaları ile gösterilmiştir (Dolinoy, Huang, & Jirtle, 2007; Huang vd., 2018; Minguez-Alarcon vd., 2016; Tsang vd., 2012). Bu nedenle, özellikle endokrin bozucuların maruziyetinin en kritik olduğu intrauterin ve erken çocukluk dönemleri başta olmak üzere, yaşamın her evresinde yeterli ve dengeli bir diyet ile besin ögesi gereksinimlerinin karşılanması büyük önem taşımaktadır (Sargis vd., 2019).

Diyetin mikro besin ögesi içeriğinin yeterli olmasının yanında, lif ve yağ gibi makro besin ögesi içerikleri de, diyetle alınan endokrin bozucuların metabolizmasında kritik rol oynamaktadır. Diyet lifi ile yapılan çalışmalarda, farklı liflerin (pektin, konjac gum, kitosan, buğday kepeği, pirinç kepeği vb.), poliklorinat bifeniller, poliklorlu dibenzo-p-dioksinler, poliklorlu dibenzofuranlar ve polisiklik hidrokarbonlar gibi farklı endokrin bozucu bileşikleri bağlayarak, hızla vücuttan atılmalarını sağlayabildiği; böylece potansiyel hasarın önlenildiği gösterilmiştir (Kimura, Nagata, & Buddington., 2004; Sargis vd., 2019). Diyet lifinin etkinliğinin lifin türüne ve etki ettiği endokrin bozucu bileşin yapısına göre değişiklik gösterdiği düşünülmektedir. Örneğin, fermente edilebilen liflerin suda çözünen liflere göre bazı endokrin bozucuları atmada daha etkili olabileceği önerilmiştir (Kimura vd., 2004). Endokrin bozucu bileşiklerin büyük çoğunluğunun lipofilik özellikte olmasından dolayı, diyetin yağ içeriğinin sınırlandırılması bu

bileşiklerin vücuda alımını azaltacak bir strateji olarak önerilmektedir. Bunun yanında, yağ emilimini sınırlandıran ajanların kullanıldığı durumlarda da endokrin bozucuların emiliminin azaldığı gösterilmiştir (Sargis vd., 2019). Pratik ve yaygın kullanılan bir ajan olmamakla birlikte, olestra ile yapılan çalışmalarda bazı endokrin bozucuların emilmeden atıldığı; böylece hasarın önlendiği gösterilmiştir (Jandacek vd., 2014).

Endokrin bozucu maruziyetinin önlenmesinde yeterli ve dengeli beslenmenin öncelikli strateji olmasının ikinci nedeni, bu bileşiklerin etki mekanizmaları ile ilgilidir. Endokrin bozucuların genellikle oksidatif stres ve/veya inflamasyon gibi ortak yolları kullanarak vücutta hasara neden olduğu bilinmektedir. Oysa ki, yeterli ve dengeli bir diyet, içerdiği sebze ve meyveler, yağlı tohumlar, yağlı balıklar, kurubaklagiller gibi besinlerde bulunan biyoaktif bileşenlerin antioksidan ve/veya anti-inflamatuvar özellikleri ile bu yolları önleyebilir veya kontrol edebilir. Örneğin, sebze ve meyveden zengin diyet ve yeşil çay polifenollerinin poliklorinat bifenil düzeyini azalttığı; brokoli filizlerinin benzen ve akrolein etkinliğini azalttığı; resveratrolün ise benzo(a)piren metabolizmasını bozduğu gösterilmiştir (Egner vd., 2014; Newsome vd., 2014; Sargis vd., 2019).

Üçüncü olarak, yeterli ve dengeli beslenme ile tüm besin grupları çeşitlilik sağlanarak, yeterli miktarlarda tüketilir. Böylece herhangi bir besin veya besin grubu aşırı tüketilmeyeceğinden, riskli bir besinin aşırı tüketimine bağlı yüksek doz endokrin bozucu bileşik alımı da önlenmiş olmaktadır. Bu noktada, çalışmalar besin tercihlerinin endokrin bozucu maruziyetinde etkili olduğunu göstermektedir. Örneğin fast food tüketimi yüksek olanlarda ftalat düzeylerinin ve konserve çorba tüketimi sık olanlarda bisfenol A düzeyinin yüksek olduğu gösterilmiştir (Carwile vd., 2019). Benzer şekilde, ambalajlı besin tüketiminin sınırlandırıldığı diyet uygulamalarından sonra bisfenol A ve dietilhekzil ftalat düzeylerinin azaldığı gösterilmiştir (Rudel vd., 2011). İnsanlarda yapılan bu çalışmaların sonuçlarına ek olarak, hayvan çalışmaları yüksek yağ (özellikle doymuş yağlar) ve yüksek şeker içeren Batı tarzı beslenme modelinin endokrin bozucuların neden olduğu yan etkilerin şiddetini artırdığını göstermiştir. Özellikle hayvansal kaynaklı yağ içeriği zengin besinlerin tüketimi, lipofilik özellikteki endokrin bozucuların alımını ve/veya neden olduğu hasarın büyüklüğünü artırabilmektedir. Bu nedenle, bu tarz beslenmeden kaçınılması gerektiği vurgulanmaktadır (Sargis vd., 2019; Zota, Phillips, & Mitro, 2016).

Tüm bu bilgiler ışığında, T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından geliştirilen sağlıklı yemek tabağı modelinde olduğu gibi, bireylerin dört temel besin grubunda yer alan besinleri gereksinmelerine göre değişen miktarlarda günlük olarak tüketilmesi, maruz kalınan endokrin bozucu miktarının ve hasarının azaltılması açısından önemlidir (Şekil 1) (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2016). Bu noktada, her bir besin grubundan besinler seçilirken üç temel ilke esas alınmalıdır: mutlaka çeşitliliğin

sağlanması, besinlerin mümkün olduğunca organik olması ve yerel kaynaklardan temin edilmesidir. Bu temel ilkelerin yanında, besin grubu bazında bazı ilkelere dikkat edilmesi de endokrin bozucu maruziyetinin azaltılmasına yardımcı olacaktır. Birinci besin grubu olan süt ve süt ürünleri (yoğurt, peynir, ayran, kefir, vb. gibi) grubunda yer alan besinlerin hayvansal yağlardan zengin olduğu ve bu yağların lipofilik endokrin bozucular için iyi bir kaynak olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, az yağlı süt ve süt ürünlerinin tercih edilmesi önerilmektedir. İkinci besin grubunda et, tavuk, balık, yumurta ve kurubaklagiller gibi proteinden zengin besinler yer almaktadır. Bu besinlerin genel olarak aşırı tüketimlerinden kaçınılması gerekmektedir. Bu gruptan besinler tüketilirken, az yağlı etlerin seçilmesi; etlerin görünür yağlarının temizlenmesi, kümes hayvanlarının derilerinin tüketilmemesi; derin deniz balıkları ve çiftlik balığı tüketiminden kaçınılması; küçük balık tüketiminin artırılması; bu grupta yer alan besinleri hazırlarken kızartma ve kavurma gibi yöntemler yerine sulu ısıda pişirme yöntemlerinin tercih edilmesi; fazla kızarmış, yanmış, tütsülenmiş etlerin tüketilmemesi önerilmektedir. Üçüncü grupta yer alan sebze ve meyveler için üretimde tarım ilacı kullanımının sınırlandırıldığı, organik ve yerel ürünlerin tercih edilmesi; bu besinler hazırlanırken bol su ile çok iyi yıkanması, kabuklu olanların kabuklarının soyularak tüketilmesi ve yapraklı sebzelerde dış kabuğun atılması önerilmektedir. Dördüncü grupta yer alan tahıllar için, diyetin tek bir tahıla dayanmaması, farklı tahıl kaynaklarını içermesi; lif içeriğini artırmak amacıyla tam tahıl ürünlerinin tercih edilmesi; bu kaynakların depolama sürelerinde önerilere uyulması ve depolamanın serin ve kuru ortamda, bez torbalarda yapılması önerilmektedir. Dört temel besin grubunun dışında kalan yağlar ve şekerler ile ilgili olarak, daha önce açıklanan gerekçelerle, tüketim miktarlarının sınırlandırılması önerilmektedir (Ercan, 2021; Gore vd., 2015; Sargis vd., 2019; Yılmaz vd., 2020).



Şekil 1. Sağlıklı Yemek Tabakası: Besin gruplarına göre sağlıklı beslenme tabakası

c) Besin teminine yönelik tercihlerin düzenlenmesi

Besinleri temin ederken izlenecek bazı stratejiler daha az endokrin bozucu bileşiğin vücuda alınmasında etkili olabilmektedir. Bunların başında, daha önce de ifade edildiği gibi, besinlerin yerel üretim kaynaklarından temin edilmesi ve organik üretilen besinlerin (hem bitkisel hem de hayvansal besinler için) tercih edilmesi gelmektedir. İşlenmiş ve raf ömrü uzun besinler yerine taze ve mümkünse çiğ besin tüketiminin artırılması, işleme ve saklama sürecinde besine geçen endokrin bozucu bileşiklere maruziyeti azaltacaktır. İşlenmiş besin satın alırken ise, metal konserve kaplarda satılan besinler yerine cam kaplardaki konserveler veya dondurulmuş besinler tercih edilmelidir. Plastik ambalaj materyalleri ile önceden paketlenip bekletilen besinlerin satın alınması yerine, besinin alışı-verişi sırasında paketlenmesi ve mümkünse plastik vb. materyallerle değil kağıt ürünlerle paketlenmesi önerilmektedir. Su önemli bir endokrin bozucu aracı olabildiği için suyun endokrin bozucular açısından güvenli olması çok önemlidir. Bu noktada, güvenli kaynaklardan temin edildiği kadar, depolandığı koşullarda da önemlidir. Su için plastik şişe/damacana yerine cam şişe/damacanaların veya ters osmoz filtre sistemi içeren arıtıcıların kullanılması önerilmektedir (American Academy of Pediatrics, 2021; Environmental Working Group, 2021; WHO, 2021) .

d) Besin hazırlama, pişirme ve saklamaya yönelik davranışların düzenlenmesi

Daha önce de bahsedildiği gibi, besin tercihleri endokrin bozucu maruziyetinin boyutunu önemli oranda etkilemektedir. Çalışmalar dışarıda tüketilen öğün sayısının azaltılmasının, evde yeme sıklığının artırılmasının endokrin bozucu maruziyetini azaltabileceğini önermektedir. Evde besin hazırlarken kesme ve doğramanın tahta veya cam yüzeylerde yapılması; pişirmenin ise paslanmaz çelik, cam ve porselen kaplarda yapılması önerilmektedir. Besin hazırlama, servis ve saklamada plastik kullanımının en aza indirilmesi; özellikle sert plastiklerin (#3, #6, #7, PC) kullanılmaması gerekmektedir. Ayrıca, plastik ambalajlarda satın alınan besinler, tek kullanımlık plastik kaplarda saklanmamalı; hızlıca cam, porselen veya çelik kaplara alınarak bu kaplarda saklanmalıdır. Yine plastik kapların mikrodalgada ve dondurma/çözdürmede işlemlerinde kullanılmaması; çok sıcak yiyecek ve içeceklerin plastik bardak ve tabaklarda tüketilmemesi; ve plastik şişelerin güneş ışığında bekletilmemesi plastiklerden besine veya suya endokrin bozucu bileşiklerin geçişinin azaltılmasında önemli önlemlerdir. Pişirme sırasında oluşan endokrin bozucu özelliğe sahip bileşiklerin solunmaması için ortamın sürekli havalandırılması da önemlidir. Son olarak, mutfak araç gereçlerinin temizliğinde kullanılacak deterjan vb. kimyasalların güvenli ürünler arasından seçilmesi; bulaşıkların iyi durulanması, ve polikarbonat plastiklerin bulaşık makinasında yıkanmaması, bu şekilde oluşacak maruziyetin azaltılması açısından önem taşımaktadır (American Academy of Pediatrics, 2021; Environmental Working Group, 2021; Ercan, 2019; WHO, 2021).

e) İdeal vücut ağırlığının korunması

Endokrin bozucuların çoğunun lipofilik özellikleri gereği, vücutta adipoz dokuda uzun süre depolandıkları bilinmektedir. Obez bireylerde adipoz doku kütesinin hacmine bağlı olarak depolanan endokrin bozucu bileşik miktarı daha yüksek olabilmektedir. Diğer taraftan, çalışmalar ağırlık kaybının dolaşımdaki yağda çözünen endokrin bozucu miktarı açısından çelişkili sonuçları olabileceğini önermiştir. Ağırlık kaybeden bireylerin serumlarında çeşitli endokrin bozucuların düzeylerinin yükseldiği; hatta maternal ağırlık kaybı sonrası anne sütünde endokrin bozucu bileşiklerin konsantrasyonlarının arttığı gösterilmiştir. Bu doğrultuda, sık sık ağırlık kazanma-kaybetme döngüsüne girmeden, ideal vücut ağırlığının sürdürülmesi endokrin bozucu maruziyetinin önlenmesi açısından önemli gözükmektedir. Ağırlık kaybı hedeflendiğinde ise, hızlı ağırlık kaybından kaçınılması, ideal sürede sağlıklı ağırlık kaybının hedeflenmesi ve diyetin endokrin bozucuların hızla atılmasını sağlayacak bileşenlerle zenginleştirilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir (Dirinck vd., 2015; Dirtu vd., 2013)

Sonuç olarak, beslenme endokrin bozucu bileşiklerin vücuda alınmasına aracılık eden önemli bir kaynaktır. Endokrin bozucu bileşikler hakkında farkındalığın artması, diyetin içeriğinin yeterli ve dengeli beslenme ilkeleri doğrultusunda düzenlenmesi, diyetle besin ve besin kaynaklarında çeşitliliğin artırılması, organik ve yerel besin temininin artırılması, sağlıklı besin hazırlama, pişirme ve saklamaya davranışlarının geliştirilmesi ve ideal vücut ağırlığının korunması gibi temel stratejiler izlenerek diyet kaynaklı endokrin bozucu bileşik alımı sınırlandırılabilir ve bu bileşiklerin oluşturacağı hasar önenebilmektedir.

Kaynakça / References

- American Academy of Pediatrics. (2021). Environmental Health. Erişim adresi: <https://www.aap.org/en/patient-care/environmental-health/> [Erişim Tarihi: 30 Kasım 2021].
- Bradman, A., Eskenazi, B., Sutton, P., Athanasoulis, M., & Goldman, L.R. (2001). Iron deficiency associated with higher blood lead in children living in contaminated environments. *Environmental Health Perspectives*, 109(10), 1079-1084. doi: 10.1289/ehp.011091079
- Büyüktuncer, Z., & Başaran, A. A. (2005). Phytoestrogens and their importance in healthy life. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 25(2), 79-94.
- Carwile, J. L., Ye, X., Zhou, X., Calafat, A.M., & Michels, K. B. (2019). Canned soup consumption and urinary bisphenol A: a randomized crossover trial. *Journal of the American Medical Association*, 306, 2218-2220. doi:10.1001/jama.2011.1721.
- Dirinck, E., Dirtu, A. C., Jorens, P. G., Malarvannan, G., Covaci, A., & Van Gaal, L. F. (2015). Pivotal role for the visceral fat compartment in the release of persistent organic pollutants during weight loss. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 100(12), 4463-4471. doi: 10.1210/jc.2015-2571.
- Dirtu, A.C., Dirinck, E., Malarvannan, G., Neels, H., Van Gaal, L., Jorens, P. G., & Covaci, A. (2013). Dynamics of organohalogenated contaminants in human serum from obese individuals during one year of weight loss treatment. *Environmental Science & Technology*, 47(21), 12441-12449. doi: 10.1021/es400657t.

- Dolinoy, D.C., Huang, D., & Jirtle, R.L. (2007). Maternal nutrient supplementation counteracts bisphenol A-induced DNA hypomethylation in early development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(32), 13056-13061. doi: 10.1073/pnas.0703739104.
- Egner, P. A., Chen, J. G., Zarth, A. T., Ng, D. K., Wang, J. B., Kensler, K. H., ... & Kensler, T. W. (2014). Rapid and sustainable detoxication of airborne pollutants by broccoli sprout beverage: results of a randomized clinical trial in China. *Cancer Prevention Research*, 7(8), 813-823. doi: 10.1158/1940-6207.CAPR-14-0103
- Environmental Working Group. (2021). Environmental Working Group Washington, DC. 2018. Erişim adresi: <https://www.ewg.org/> [Erişim Tarihi: 30 Kasım 2021].
- Ercan, O. (2021). Çocuk Endokrinolojisi ve Diyabet Derneği. Endokrin Bozucu Kimyasallar. Erişim Adresi: http://www.cocukendokrin diyabet.org/uzman_gorusleri/70 [Erişim Tarihi: 30 Kasım 2021].
- European Commission. (2021). Endocrine Disruptors. Erişim adresi: <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/endocrine/> [Erişim Tarihi: 30 Kasım 2021].
- Gore, A. C., Chappell, V. A., Fenton, S. E., Flaws, J. A., Nadal, A., Prins, G. S., ... & Zoeller, R. T. (2015). EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocrine Reviews*, 36(6), 1-150. doi: 10.1210/er.2015-1010.
- Huang, M. C., Douillet, C., Dover, E.N., & Styblo, M. (2018). Prenatal arsenic exposure and dietary folate and methylcobalamin supplementation alter the metabolic phenotype of C57BL/6J mice in a sex-specific manner. *Archives of Toxicology*, 92(6), 1925-1937. doi: 10.1007/s00204-018-2206-z.
- Jandacek, R. J., Heubi, J. E., Buckley, D. D., Khoury, J. C., Turner, W. E., Sjödin, A., ... & Pavuk, M. (2014). Reduction of the body burden of PCBs and DDE by dietary intervention in a randomized trial. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 25(4), 483-488. doi: 10.1016/j.jnutbio.2014.01.002
- Kimura, Y., Nagata, Y., & Buddington, R. K. (2004). Some dietary fibers increase elimination of orally administered polychlorinated biphenyls but not that of retinol in mice. *The Journal of Nutrition*, 134(1), 135-142. doi: 10.1093/jn/134.1.135.
- Minguez-Alarcon, L., Gaskins, A. J., Chiu, Y. H., Souter, I., Williams, P. L., Calafat, A. M., ... & EARTH Study Team. (2016). Dietary folate intake and modification of the association of urinary bisphenol A concentrations with in vitro fertilization outcomes among women from a fertility clinic. *Reproductive Toxicology*, 65, 104-112. doi: 10.1016/j.reprotox.2016.07.012.
- Newsome, B. J., Petriello, M. C., Han, S. G., Murphy, M. O., Eske, K. E., Sunkara, M., ... & Hennig, B. (2014). Green tea diet decreases PCB 126-induced oxidative stress in mice by up-regulating antioxidant enzymes. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 25(2), 126-135. doi: 10.1016/j.jnutbio.2013.10.003.
- Patisaul, H. B. (2017). Endocrine disruption by dietary phyto-oestrogens: impact on dimorphic sexual systems and behaviours. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 76(2), 130-144. doi:10.1017/S0029665116000677.
- Rudel, R. A., Gray, J. M., Engel, C. L., Rawsthorne, T. W., Dodson, R. E., Ackerman, J. M., ... & Brody, J. G. (2011). Food packaging and bisphenol A and bis(2-ethylhexyl) phthalate exposure: findings from a dietary intervention. *Environmental Health Perspectives*, 119(7), 914-920. doi: 10.1289/ehp.1003170.
- Sargis, R. M., Heindel, J. J., & Padmanabhan, V. (2019). Interventions to Address Environmental Metabolism-Disrupting Chemicals: Changing the Narrative to Empower Action to Restore Metabolic Health. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 1-18. doi: 10.3389/fendo.2019.00033.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2016). Türkiye Beslenme Rehberi- 2015 (TÜBER). Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031.
- Tsang, V., Fry, R. C., Niculescu, M. D., Rager, J. E., Saunders, J., Paul, D. S., ... & Drobná, Z. (2012). The epigenetic effects of a high prenatal folate intake in male mouse fetuses exposed in utero to arsenic. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 264(3), 439-450. doi: 10.1016/j.taap.2012.08.022.

- United Nations Environment Programme. (2021). Scientific knowledge of endocrine disrupting chemicals. Erişim adresi: <https://www.unep.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/emerging-issues/scientific-knowledge-endocrine-disrupting> [Erişim Tarihi: 30 Kasım 2021].
- WHO. (2021). Chemical Safety. Erişim adresi: <http://www.who.int/ipcs/en/> [Erişim Tarihi: 30 Kasım 2021].
- Wright, R.O., Tsaih, S.W., Schwartz, J., Wright, R. J., & Hu, H. (2003). Association between iron deficiency and blood lead level in a longitudinal analysis of children followed in an urban primary care clinic. *The Journal of Pediatrics*, 142(1), 9-14. doi: 10.1067/mpd.2003.mpd0344
- Vandenberg, L. N. (2021). Endocrine disrupting chemicals: strategies to protect present and future generations. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism*, 16(3), 135-146. doi: 10.1080/17446651.2021.1917991.
- Yılmaz, B., Terekci, H., Sandal, S., & Kelestimur, F. (2020). Endocrine disrupting chemicals: exposure, effects on human health, mechanism of action, models for testing and strategies for prevention. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 21(1), 127-147. doi: 10.1007/s11154-019-09521-z.
- Zota, A. R., Phillips, C. A., & Mitro, S. D. (2016). Recent fast food consumption and Bisphenol A and phthalates exposures among the U.S. population in NHANES, 2003-2010. *Environmental Health Perspectives*, 124(10), 1521-1528. doi: 10.1289/ehp.1510803.
- Zota, A. R., Singla, V., Adamkiewicz, G., Mitro, S. D., & Dodson, R. E. (2017). Reducing chemical exposures at home: opportunities for action. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 71(9), 937-940. doi: 10.1136/jech-2016-208676.

Prof. Dr. ZEHRA BÜYÜKTUNCER DEMİREL | Hacettepe Üniversitesi |
zbtuncer[at]hacettepe.edu.tr | ORCID: 0000-0002-2039-8568

Prof. Dr. Zehra Büyüktuncer-Demirel, 2000 yılında Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Teknolojisi Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü Lisans programından mezun olmuştur. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Diyetetik Yüksek Lisans Programını 2003 yılında, Beslenme ve Diyetetik Doktora Programını ise 2008 yılında tamamlamıştır. Prof. Dr. Zehra Büyüktuncer-Demirel, 2001 yılında araştırma görevlisi olarak başladığı Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nde 2011 yılında yardımcı doçent, 2012 yılında doçent, 2018 yılında profesör kadrosuna atanmıştır. Prof. Büyüktuncer-Demirel, 2008-2010 yıllarında İngiltere'de Chester Üniversitesi Klinik Bilimler Bölümünde öğretim görevlisi olarak çalışmış; 2019 – 2020 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri'nde, Columbia Üniversitesi, Irving Medical Center ve Sleep Center of Excellence'da misafir araştırmacı olarak görev almıştır. Prof. Büyüktuncer-Demirel, sekiz yıldır Avrupa Diyetetik Dernekleri Federasyonu ve Uluslararası Diyetetik Dernekleri Konfederasyonu Türkiye delegesidir. Türkiye Bilimler Akademisi Gıda ve Beslenme Çalışma grubu üyesidir. Prof. Dr. Zehra Büyüktuncer-Demirel'in ilgi alanı beslenme bilimleri olup, fonksiyonel besinler, bağırsak mikrobiyotası, sirkadiyen ritim ve gen-diyet etkileşimleri konularında çalışmaktadır.

Prof. Dr. ZEHRA BÜYÜKTUNCER DEMİREL | Hacettepe University |
zbtuncer[at]hacettepe.edu.tr | ORCID: 0000-0002-2039-8568

Prof. Zehra Buyuktuncer-Demirel graduated from Hacettepe University in 2000 with a BSc degree in Nutrition and Dietetics. She completed an MSc degree in Dietetics (2003) and a PhD degree in Nutrition and Dietetics (2008) at the Institute of Health Science, Hacettepe University. Prof. Büyüktuncer-Demirel was appointed as assistant professor in 2011, associate professor in 2012, and professor in 2018 at Hacettepe University Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, where she started as a research assistant in 2001. Dr. Buyuktuncer-Demirel worked as a lecturer at University of Chester, Department of Clinical Sciences in the UK between 2008 and 2010. Also, she worked as a visiting researcher at Columbia University, Irving Medical Center and Sleep Center of Excellence in the United States at 2019 – 2020. Prof. Büyüktuncer-Demirel has been the Turkey delegate of the European Federation of the Associations of Dietitians, and the International Confederation of Dietetic Associations for eight years. She is a member of the Turkish Academy of Sciences Food and Nutrition Working Group. Her research interests different aspects of nutritional sciences including functional foods, gut microbiome, circadian rhythm and gene-diet interactions.