

## ÇEVRE – BESİN ETKİLEŞİMİ VE ÇOCUK

*Prof.Dr.Turgay Coşkun*

### GİRİŞ

Günümüzde adeta bir “kimyasal denizi”nde sürüklenir gibiyiz. Çocuklar günlük yaşadıkları çevrede sağlıklarını olumsuz etkileyen çok sayıda toksinle karşılaşır. Son yarım yüzyılda Amerika Birleşik Devletleri’nde kayıt altına alınan 85.000’den fazla kimyasal vardır ve bunlar önce çevreye yayılmış, daha sonra da vücudumuzda depolanmaya başlamıştır.

Kolayca biyolojik olarak parçalanmayan ve salındıklarında çevreyi kirletmeye devam eden kalıcı toksik ajanlar çevrede ve vücutta yavaş yavaş birikir. Bu özelliklere sahip çevre kirleticileri arasında organoklorinler, dioksinler, ve cıva, kurşun ve kadmiyum gibi ağır metaller sayılabilir. 1940 ve 1950’li yıllarda bu toksinler endüstri tarafından çevreye büyük miktarlarda verilmiştir. Ağır metaller ise yer kabuğunda bulunmaktadır, yüzyılımızda biyolojik türlere bunların geçişi hızlanmıştır. Doğal çevremizde bulduklarında besinlerde birikmeye başlar, besin zinciri içerisinde taşınır, organoklorinler yağ dokusunda, özellikle cıva olmak üzere ağır metaller kas ve deri dokularında toplanır. Canlı organizmalarda çöken miktar, bazal değerlerin 70.000 kat konsantrasyonlara erişebilir. En çok balık, yırtıcı kuşlar, memeliler ve insanlarda yiyecek zinciri ile yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Bunlar seyahat ettikçe kalıcı organik kirleticileri de (persistent organic pollutants, POP) beraberlerinde taşır. Bu yüzden orijinal kaynaktan çok uzaklardaki insan ve hayvanlarda aynı toksik ajanlara rastlanır. Oldukça stabil olan bu toksik maddelerin yıkımı yıllar, on yıllar alır. “Çekirge etkisi” denilen etkiyle dünyanın her tarafına sıçrar. Çevreye verildiklerinde bu toksinler hava yolu ile taşınma ve okyanus akıntıları ile yeryüzüne yayılır. İnsan dokularında çöküp, anne sütüne verilir.

Çocuklar küçük, fakat halen gelişmekte olan vücut kütleleri ile bu çevresel ajanlara en duyarlı olan canlılardır. Çocukların oksijen ve sıvı tüketimi erişkinlerinkinden fazladır. Bir süt çocuğu kilogramı başına 6 ons formüla tüketmektedir. Bu, bir erişkinin 35 kutu soda tüketimine eşdeğerdir. Eğer hava veya su kontamine ise vücut kütlelerine göre maruz kaldıkları toksik ajan miktarı erişkinlere göre yüksek olacaktır. Ayrıca çocukların vücut yüzeylerinin vücut kütlelerine göre geniş oluşu ve yerde toprak ve tozla temas ederek geçirdikleri süre de bu toksisiteyi arttırmaktadır. Çocuğun organları henüz gelişmekte olduğundan toksinlere duyarlıdır: beyin, sinir sistemi, akciğerler, üreme organları hızlı bir büyüme dönemindedir. Karaciğer ve böbrekler gibi organlar da tam olarak gelişimlerini tamamlamamış olduğundan çocukların detoksifikasyon yetenekleri de kısıtlıdır.

Çevresel ajanlar ile beslenme durumu etkileşimi karmaşıktır. Beslenme durumu, çevresel kimyasallara duyarlılığı arttırabilir. Çevresel kimyasallar ile karşılaşma oranının artması insanların birçoğunda yaşam kalitesini etkilemektedir. Gelişmiş ülkelerde bu ajanlarla

popülasyonun karşılaşma durumu monitorize edilmektedir. Ancak gelişmekte olan ülkeler için böyle bir izleme sistemi yoktur. Bu kimyasal ajanların nörogelişimsel hastalıklardaki rolü ve subklinik nöroroksisitesi bilinmemektedir. Erişkin ve çocuklardaki bazı sağlık sorunları için de bu durum geçerlidir.

Bugüne kadar elde olunan veriler beslenme durumu-besin ögeleri ve çevresel toksinler arasındaki ilişkinin önemsiz olmadığına işaret etmektedir. Beslenme ve çevresel toksinler arasında çeşitli şekillerde ilişki bulunabilir. Çevresel toksinlerden ağır metallerle ilgili çalışmalar ağırlıktadır. Pestisidler zehirli olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca bireyler bir toksik ajanla değil çok sayıda ajanla karşılaşmaktadır. Bu çoklu karşılaşmaların insan sağlığı üzerindeki etkileri bilinmemektedir. Toksik ajan sayısının fazla, malnütrisyon belirtilerinin aralığının geniş olması (çeşitli besin ögeleri, beslenme yetersizliğinden overnutrition'a) çevresiyle temas beslenme durumu/besin ögeleri ilişkisini çok yönlü ve karmaşık hale getirmektedir. Esansiyel metaller bile toksik olabilmektedir. Nütrisyon bilimi ile toksikolojinin kesim alanı büyüyen bir alan olarak beslenme konusunda çalışanların deneyiminden büyük ölçüde yararlanacaktır.

Diyet ilişkili kronik hastalıklar gelişmiş ülkelerde önemli bir mortalite nedeni iken avcı-toplayıcı toplumlarda ya çok az görülmekte ya da hiç görülmemektedir. Endüstrileşmenin bir getirisi olan bu hastalıklar diyete ilişkin faktörler, çevresel ajanlara maruz kalma ve genetik yatkınlık ile ilişkilidir.

Bazı kronik hastalıklarda diyet ve yaşam tarzı değişikliklerinin kronik hastalıkları modifiye ettiği bilinmektedir. Örneğin petrolden üretilen kimyasallara maruz kalan işçilerde yağlı karaciğer geliştiği, bu ortamdan uzaklaşıldığında karaciğerde yağlanmanın gerilediği gösterilmiştir. Antioksidan tedavisi gibi diyet yaklaşımlarının da etkili olduğu bilinmektedir. Bazı kronik hastalıklarda enflamasyon vardır. Çeşitli besin bileşenleri (flavonoidler gibi) enflamatuvar hastalık riskini azaltmakta dolayısı ile de yararlı etkiler yapmaktadır. Ağır metaller gibi çevresel toksinler, antioksidanları azaltarak enflamasyonun şiddetini arttırabilir. Omega-3 yağ asitleri ve flavonoidler gibi polifenollerin tüketimi bu yönden yararlıdır.

Diyet yaklaşımları toksik ajan yükünü azaltarak sağlık üzerinde olumlu etkilerde bulunmaktadır. Bir örnekte vücudunda PCB'ler olan bir hastada günlük insulin enjeksiyonları gerektiren diyabet bulunduğu bildirilmiştir. Yağ yerine olestra ile zenginleştirilmiş diyet verildiğinde vücuttaki PCB miktarı dramatik olarak azalmış ve hastanın diyabeti de ortadan kalkmıştır. Bir başka vakada da kalsiyum desteği ile kanda ve anne sütünde kurşun düzeyleri önemli ölçüde azalmıştır.

Kalıcı organik kirleticiler dünyanın her bölgesinde insan sağlığı ve yaban hayatını olumsuz etkilemektedir. Her yıl insanların neden olduğu çevre kirletici ajanlar arasında en tehlikeli olanları POP'lerdir. İnsan ve hayvanlarda zararlı etkileri arasında; ölümler, hastalıklar, ve

doğumsal defektler vardır. Daha spesifik etkileri arasında; kanserler, allerjik reaksiyonlar, santral ve periferik sinir sistemine zararlı etkileri, üreme sistemi ve immün sistem üzerindeki zararlı etkileri sayılabilir.

### **Etkileşim yolları**

Beslenme ve toksik ajanların üç ana şekilde etkileştiğini söyleyebiliriz: Birincisi, yiyecekler; toksik maddeleri taşımada aracı olabilir, bireyin o toksik madde ile sıkça karşılaşmasına ve vücut toksik madde yükünün artmasına neden olur. İkincisi, insan vücuduna alınan bir toksik madde, bireyin beslenme durumuna göre farklı davranabilir. Çocuğun beslenme durumu; toksik madde miktarını, vücutta zararlı etki yapmak üzere biyoyararlanımını etkiler. Toksik madde; besin ögesi emilimi ve depolanmasını da etkileyebilir. Üçüncüsü, vücuda girdiğinde toksik madde; besin ögeleri ve besin ögesi metabolizması ile etkileşir, sağlıkla ilişkili özel bir işlevi etkiler.

#### *Yiyecekler, çevre kirleticileri ve toksinler için kaynak olabilir*

Diyet çevresel toksik ajanlar ile karşılaşma için bir kaynak oluşturabilir. Bu kirleticilerin çoğu yağda çözündüklerinden çoğunlukla yağ içeriği fazla olan et, süt ürünleri ve bazı balıklarda yüksek konsantrasyonlarda bulunurken; sebze, meyva ve tahıl gibi bitkisel besinlerde daha düşük konsantrasyonlardadır.

Toksik maddeler besinlerin içine, yetiştirilmeleri sırasında girebilir veya besinlerin işlenmesi ve saklanması sırasında da zararlı kimyasal madde oranı artabilir. Örneğin, Çin'de kırsal kesimde yaşayan bazı topluluklarda yiyeceklerin kömür ocakları üzerinde kurutulup, dumanlanması arsenik içeriğini arttırabilir. Bunun en güzel örneği balık ve diğer deniz ürünlerinde metil cıva içeriğinin yüksek olmasıdır. İnorganik cıva havaya salınmakta, suda çöküp metile olduktan sonra balıkların yağ dokusunda depolanmaktadır.

Faroe adaları ve Yeni Zelanda'da yapılan iki prospektif çalışmada prenatal ve postnatal maruz kalma halinde çocuklarda kognitif eksiklik, dikkat, algılama, dil seçimi alanlarında sorunlar görülmüştür.

Metil cıvanın prenatal etkilerinin olması gebe kadınlar için önem taşımaktadır. Bu nedenle, gebeler arasında deniz ürünü tüketimi azaltılmıştır. Gelir düzeyleri düşük toplumlarda böyle bir uygulama olanaksızdır. Bunun yanında deniz ürünlerindeki yağ asitlerinin beyin gelişimi ve kalp sağlığı için gerekli olduğu da vurgulanmaktadır (Şekil 1).

### *Besinsel eksiklikler, çevre kirletici ajanlara maruz kalma derecesi ve toksisitesini etkileyebilir*

Bireyin beslenme durumu, lipid profili, oksidatif stres durumu ve hücrelerdeki antioksidan düzeyi, diyet tarafından etkilenir. Bu parametrelerin hücre düzeyindeki değişiklikleri biyolojik işlevleri olumsuz yönde etkiler, sonuç olarak çevresel toksinlerin etkisini potansiyalize ederek hastalık ve işlevsel bozuklukların ortaya çıkmasına neden olur.

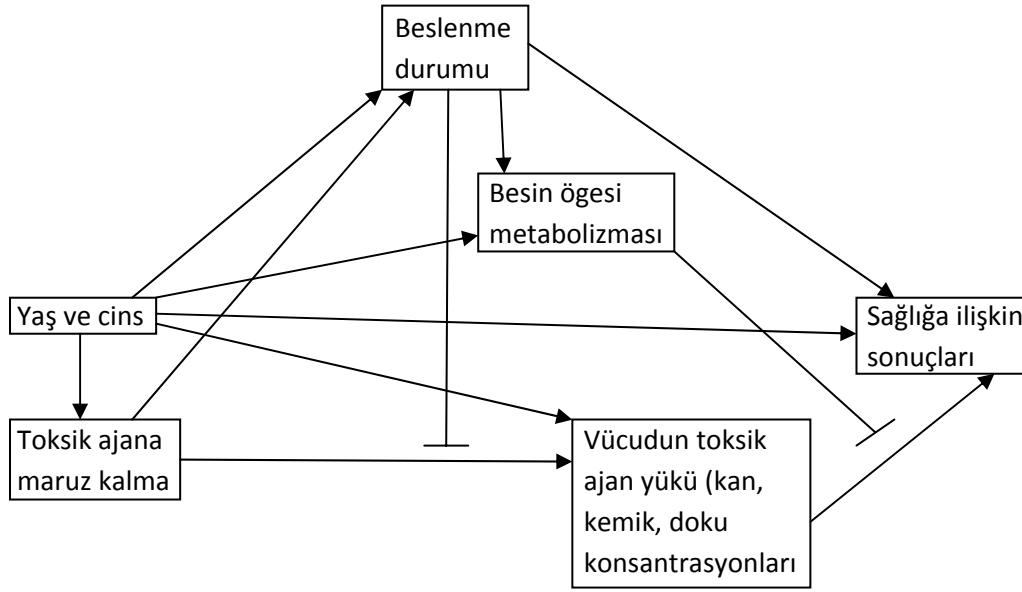
Malnütrisyonlu bireyler, doğurganlık çağındaki kadınlar ve çocuklar kimyasal ajanlara maruziyetin sonuçlarına daha duyarlıdır. Kimyasal ajanların sağlıkla ilgili ve nörogelişimsel etkileri “sessiz pandemi” olarak yorumlanmaktadır.

Beslenme durumu iyi olmayan toplumlardaki çocuklara normalde zararlı olmadığı düşünülen dozlarda kurşun ile karşılaşma zararlı sonuçlar verebilir. Ayrıca kurşunla karşı karşıya olan toplumlarda besinsel eksiklikler gelişmesi riski yüksektir. Mikroblesleyiciler ile kurşun arasındaki etkileşme bağırsaklardan emilim, beyindeki nörokimya ve kognitif işlevler düzeyinde olmaktadır. Demir ve kurşun aynı taşıyıcı mekanizmayı (divalan metal taşıyıcısı 1) paylaşmaktadır, demir eksikliğinde kurşun absorpsiyonunun arttığı düşünülmektedir.

Erişkin kadınlar ve çocuklarda diyetle kalsiyum tüketimi arttığında kan kurşun düzeylerinin azaldığı görülmüştür. Demir tüketimi ve hemoglobin düzeyleri iyi olan kadınlarda plasentadan kurşun transferi düşüktür. Çocuk ve kadınlarda absorpsiyonu azaltmak için çeşitli girişimlerde bulunulmuştur. Kurşunla karşılaşmanın primer olarak önlenmesinin mümkün olmadığı yerlerde besinsel yaklaşım en uygun olanıdır.

Kadmiyum ise çok düşük dozlarda çevresel maruziyetlerde bile böbrek tübüllerini ve kemikleri (kemik mineral yoğunluğunu azaltmakta, kemik turnover’i ve kırık riskini arttırmaktadır). Kadınlarda erkeklere kıyasla daha sık görülmektedir. Tütün dışında diyet önemli bir kadmiyum kaynağıdır. Kabuklu deniz canlıları, yapraklı sebzeler, pirinç, baklagiller, hububatta kadmiyum oranı yüksektir. Kadmiyum absorpsiyonu çinko, demir ve kalsiyumda olduğu gibidir. Demir alım ve depolanması yetersiz olduğunda vücut kadmiyum yükü artmaktadır. Kadmiyum ve demir ince bağırsaklardan divalan metal transporter 1 ile absorbe olur. Enterosit içine girince kadmiyum (ve kurşun) ferroportine ek olarak kalsiyum transporter ile dolaşıma verilir.

Polifenoller, özellikle de çaydaki katekinler; yağlar ve yağda çözünen maddelerin bağırsaklardan absorpsiyonunu inhibe ederek vücuttan eliminasyonu arttırır (Şekil 1).



Şekil 1. Besin öğeleri ve toksinlerin etkileşimine bir örnek (ref. 1).

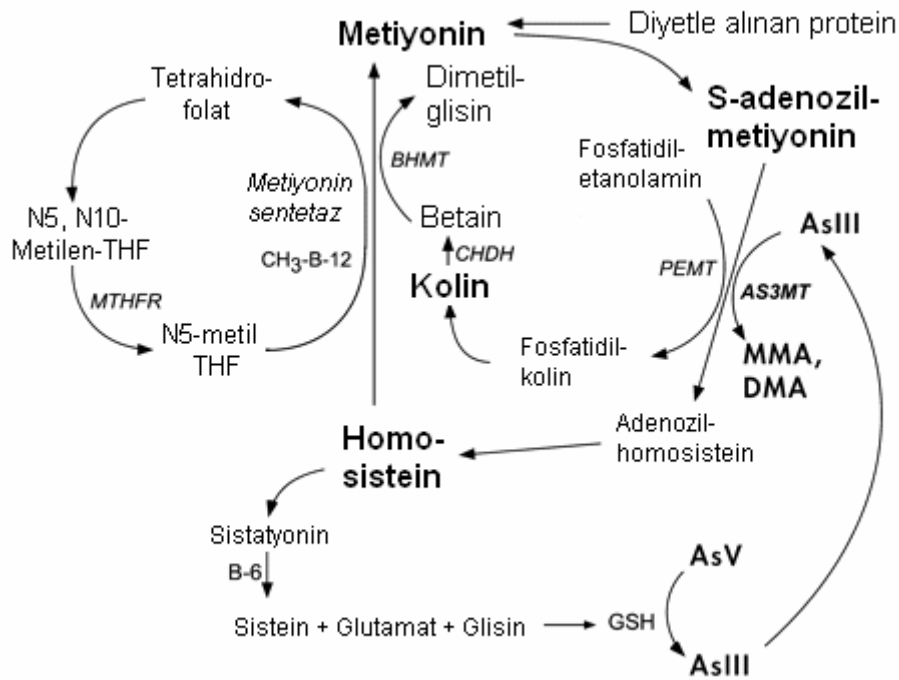
#### *Toksik madde; besin öğeleri ve besin ögesi metabolizması ile etkileşir*

Hindistan'ın bazı bölgeleri ve Bangladesh'te yeraltı sularından arsenikle karşılaşma söz konusudur. Meksika, Arjantin ve Vietnam'da da içme suları ile arsenik ile karşılaşmaktadır. Yüz milyondan fazla insan WHO'nun belirlediği 100 g/L'nin üzerinde arsenik ile karşı karşıyadır. Diğer arsenik kaynakları; kömür yakan sobalar ve kontamine besinlerdir. Arsenik ile karşılaşma, artmış akciğer ve mesane kanseri ile birlikte, orta derecede maruziyette bile deri lezyonları görülebilir. Özellikle maruziyet oranının yüksek olduğu bölgelerde arsenik diabetes mellitus ve hipertansiyon ile ilişkili bulunmuştur. Çocuklarda arsenik; IQ, bellek ve dikkat ile negatif ilişkilidir. Arsenik ile maruziyetin yüksek olduğu toplumlarda fetal ve süt çocuğu ölümlerinde artma, doğum ağırlığında düşme gözlenmiştir. Bu kimyasallardan bazıları endokrin bozucudur. Özellikle tiroid hormon etkilenebilir, oysa fetusun beyninin gelişimi için tiroid hormona gereksinim vardır.

Arsenik toksisitesi ile beslenme etkileşimi değişik şekillerde olabilir: Arsenik oksidatif stres yaratmakta, arseniğin antioksidan mekanizmaları inhibe etmesi ile bu etki daha ağır olmaktadır. Arseniğin inhibe ettiği antioksidan mekanizmalar arasında; glutatyon, glutatyon peroksidaz, tioredoksin redüktaz ve superoksit dismutaz vardır. Bu nedenle, antioksidan desteği (askorbik asit, alfa-tokoferol, flavonoidler, polifenoller ve selenyum gibi) arseniğe bağlı toksisiteyi hafifletebilir.

Arsenik, S-adenozilmetiyoninden metil gruplarının transfer edildiği indirgenme ve metilasyon reaksiyonlarının yer aldığı tek karbon metabolik yolağında metabolize edilir (Şekil 2). Bu

reaksiyonların devamlılığı için diyetle S-adenozilmetiyonin'e (SAM) metil grubu sağlanması ve pentavalan arseniğin indirgenmesi için ortamda glutatyon bulunmasına gereksinim vardır. Homosisteinin metiyonine remetile olması için folat, vitamin B<sub>12</sub> ve kolin de olmalıdır. İnorganik arsenik temel metabolitleri olan metilarsonik asit (MMA) ve dimetilarsinik asit (DMA) idrarla atılmaya başlar. Ancak bu arada oldukça aktif MMA(III) ve DMA(III) ve trivalan arsenik gibi ara metabolitler de oluşur. Trivalan arsenik oldukça toksiktir, enzimler ve transkripsiyon faktörlerinin sülfidril grupları ile tepkimeye girer. İdrarla MMA atılımının artması artmış mesane kanseri riski, deri kanserleri, diğer deri belirtileri kardiyovasküler belirtiler ve kromozom aberrasyonları ile birliktedir.



Şekil 2. Tek karbon metabolizması, arsenik metilasyonu, kolin ve folat metabolizması ile ilişkisi. Arsenik metilasyonu temel olarak karaciğerde olur, diğer dokulardaki aktivite düşüktür. AS3MT: arsenik (III) metiltransferaz; PEPT: fosfatidiletanolamin-N-metiltransferaz; CHDH: kolin dehidrogenaz; BHMT: betain homosistein metiltransferaz; THF: tetrahidrofolat; MTHFR: metilen tetrahidrofolat redüktaz; CH3-B-12: metilkobalamin; GSH: glutatyon (ref. 14).

Arseniğin etikili olduğu üçüncü mekanizma ise DNA metilasyonunu bozarak yarattığı epigenetik etkidir, bu da fetal gelişimi, programlamayı etkiler, ileri yaşta çıkabilecek hastalıkların temeli atılmış olur.

## **Örnekler**

### ***Poliklorine bifeniller ve dioksinler***

Poliklorine bifeniller (PCB) ve bazı organoklorin pestisidler (OCP) - heksaklorobenzen, diklorodifenil trikloroetan ve bunun primer metaboliti diklorodifenil dikloroeten bu gruptandır. Çevrede kalıcı 5 organoklorin bileşik arasında; dikloradifenil etanlar (DDT), poliklorine bifeniller (PCB), poliklorine dibenzo bileşiklerin karışımı (dioksin), heksaklorosikloheksan (HCH) ve klorine kampfenlerin karışımı (tokzafen) sayılabilir.

Poliklorine bifeniller lipofilik kimyasal ajanlar olup 1929 yılında üretilmiştir; elektronik endüstrisinde, pestisidlerde ve inşaat işlerinde kullanılmaktadır. Bir DDT ürünü olan DDE geniş spektrumlu bir insektisid olup tarımda ve oturma alanlarında ve malaryanın endemik olduğu bölgelerde malarya kontrolunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir fungusid olarak heksaklorobenzen kullanımı Amerika'da 1984 yılında terkedilmiştir. Çöplerin yakılması veya klorine bileşik üretimi sırasında bir yan ürün olarak halen ortaya çıkmaktadır. Toksisiteleri ve biyolojik birikimleri dolayısı ile PCB ve DDT'nin kullanımı Amerika'da 1970 yılında, diğer endüstrilemiş ülkelerde de izleyen yıllarda kullanımları yasaklanmıştır. Bu ajanlarla karşılaşma oranı azalmış olmakla birlikte biyolojik birikim, toprakta ve atıkların uzaklaştırıldıkları bölgelerde toplanması, yıkıma dirençli olmaları, binalarda ve elektronik malzemelerde PCB bulunması ve malarya kontrolunda DDT kullanımının devam etmesi nedeni ile birkaç on yıl daha bu ajanlar ile karşılaşılması kaçınılmaz görünmektedir. Bu ajanlar ile karşılaşma genellikle diyet aracılığı ile olmaktadır (PCB'ler için özellikle kontamine balık, et, ve süt ürünleri), solunum veya kontamine toprakla temas yolu ile de alınabilir. Balıktaki PCB miktarı bölgeden bölgeye ve içerdiği yağ miktarına bağlıdır. Çiftliklerde yetiştirilen hayvanlarda yaban hayvanlarına göre daha yüksek oranlarda bulunmaktadır.

Hayvan modellerinde bu maddeler ile erken dönemlerde karşılaşmanın daha sonra bilişsel ve davranışsal işlevleri etkileyebildiği gösterilmiştir. Otuz yılı aşkın süredir yapılan araştırmalara karşın insanlardaki sonuçları açıklığa kavuşmamıştır. Epidemiyolojik çalışmalarda bu maddeler ile karşılaşma ile nöromotor ve kognitif gelişimde farklılıklar, davranışsal bozukluklar, dikkat ve impuls kontrolu arasında orta derecede bir ilişki kurulabilmiştir.

Poliklorine bifenillerin nörolojik gelişim üzerindeki toksik etkilerinin anlaşılması 1968 yılında Japonya'da ve 1979 yılında Taiwan'daki kaza sonucu yaygın zehirlenme olayları sonucunda anlaşılmıştır. Zehirli pirinç yağını tüketenlerin çocuklarında hastalık görülmüştür. İntratuterin yaşamda karşılaşan çocuklarda intrauterin büyüme geriliği, karaciğer fonksiyon bozukluğu ve

ektodermal bozukluklar, daha sonra düşük vücut ağırlığı ve kısa boy, düşük IQ ve davranış bozuklukları ile karakterize bir tablo ortaya çıkmıştır. Kontamine yağda poliklorine dibenzofuranlar bulunmakta idi.

Poliklorine bifeniller ve organoklorin pestisidler plasentadan kolayca geçebildiklerinden ve anne sütünde konsantre olabildiklerinden yaşamın erken dönemlerinde bu ajanlar ile karşılaşma prenatal dönemde maternal-fetal transfer şeklinde, postnatal dönemde de anne sütü aracılığı ile olmaktadır.

Kuzey Carolina'da yürütülen bir çalışmada prenatal dönemde PCB ile karşılaşma ile çocuklarda 2 yaşına kadar nöromotor farklılıklar, neonatal hipotoni ve hiporefleksi gözlenmiş ve düşük psikomotor gelişim indeksi saptanmıştır. Daha sonraki değerlendirmelerde motor gelişim ve kognitif gelişim üzerinde etkileri görülmemiştir. Prenatal dönemde DDE ile karşılaşma oranı arttığında ise neonatal hiporefleksi görülmüş, gelişim basamakları üzerinde etkisi izlenmemiştir.

Poliklorine bifeniller, çevresel toksinler içerisinde en ayrıntılı çalışılanıdır. İnsanlar tarafından yapılmış olan karışımlar vardır. Yanıcı özellikleri olmadığından, kimyasal stabilitelerinden, kaynama noktalarının yüksek oluşundan ve yalıtkan özelliklerinden dolayı PCB'ler endüstrinin birçok dalında yaygın olarak kullanılmaktadır- plastik ve lastik malzemeler, boyalar gibi.

Poliklorine bifeniller, halen atıkların toprağa gömülmesi ya da yakılması yoluyla ve PCB'li atıkların yasa dışı olarak açık alanlara atılması sonucu yayılmaktadır. PCB'lerin çevrede uzun süre stabil kalabilmesi ve toksisiteleri ilgi çekmektedir.

Poliklorine bifeniller olası karsinogen kimyasallar olarak görülmektedir. Vücutta biriken türleri en karsinogen olanlardır. PCB ile kontamine balık veya diğer hayvan ürünleri tüketenler böyle bir risk ile karşı karşıyadır.

Anne, gebeliğinde PCB'ler ile karşılaştığında bebeğin doğum kilosunu azalmakta, maruziyetin süresi ile doğru orantılı olarak gebelik süresi de kısalmaktadır. Anne karnında PCB ile karşılaşan çocuklarda düşük IQ saptanmış ve hafıza sorunları ile karşılaşmıştır. Tiroid hormonu üzerinde etkili olup bir "endokrin bozucu" olarak da hareket etmektedir.

Serumda PCB artışı ile birlikte kan basıncında, trigliserid ve kolesterol düzeylerinde artma bildirilmiştir. Kısa süreli maruziyetlerde akne benzeri lezyonlar, deride pigmentasyon, görme ve işitme ile ilgili sorunlar ve spazmlar görülür. Uzun süreli maruziyetin sonuçları akut zehirlenmede olduğu gibidir: karaciğer işlevlerinde anormallik ve kanser gelişebilir. Burun, boğaz ve gastrointestinal kanal irritasyonu da bildirilmiştir.

Dioksinler endüstriyel işlemler sırasında ve çöplerin yakılması ile ortaya çıkar. Genellikle besinlerde bulunur. Yağ dokusunda çöker ve oldukça dirençlidir. Vücuda alınması büyük oranda besinlerle (%90-95) daha az oranda da solunan havayladır (%5-10). Anne sütünde dioksinlerden sıkça bahsedilmesi; anne sütünde bu bileşiğin miktarının en çok olmasından değil, yağda çöken bu bileşiğin anne sütü örneklerinde ölçümünün kolay olmasındandır.

Dioksinler kanserojen olarak bilinmektedirler ve birçok hayvan türünde büyüme ve gelişmeyi etkilemektedir. İnsanlara da toksik olduğu konusunda kanıtlar giderek artmaktadır. Çeşitli endüstride bir yan ürün olarak ortaya çıkmaktadır, dünyada her yıl 3000 kg kadar dioksin çevreye verilmektedir.

### ***Pestisidler***

“Pest”; özellikle insanlara zararlı bitki ve hayvanlar için kullanılan bir terimdir. Bu zararlılara, özellikle de böceklere karşı kullanılan kimyasallara pestisid denilmektedir. Herbisid, insektisid ve fungusid başlıca pestisid türleridir. Herbisidler; zararlı bitkileri, otları yokeden; fungusidler ise; zararlı mantarların büyümesini inhibe eden kimyasal ajanlardır. Her yıl yeryüzünde 2.27 milyar kg pestisid uygulaması yapılmaktadır. Amerika’da tüketilen pestisidlerin dörtte üçü tarım alanında kullanılmakta geriye kalanı yerleşim alanlarında, ticari ve endüstriyel bölgelerde tüketilmektedir.

1939 yılında Paul Müller’in DDT’yi bulması ile 20’inci yüzyılda pestisid kullanımı artmıştır. DDT lipofilik bir organoklorine pestisid olup çevrede kalıcı olmakta, insan ve hayvan dokularında birikmektedir. DDT Amerika’da 30 yıl kadar önce terkedilmiş olmasına karşın 18-40 yaş arası kadınların %15’inin serumunda halen saptanabilmektedir.

Pestisidler ile karşılaşma; çalışılan iş yerinden, tarımda ve evde kullanımından doğrudan veya diyetle dolaylı olarak gerçekleşir. Çalışmalar pestisidlerin kanser, nörolojik gelişim ve üreme işlevleri üzerinde etkili olduğuna işaret etmektedir. Çocuklar bazı nedenler ile pestisidlerin zararlı etkilerine daha duyarlıdır: besinler ve süt yolu ile karşılaşma, detoksifiye edici yolakların iyi gelişmemesi (yenidoğanlarda organofosfor pestisidleri detoksifiye edebilen paraoksanaz 1 enzim aktivitesinin düşük olması), yaşam sürelerinin uzun olması dolayısı beklenen toksik etkilerin ortaya çıkması için yeterli sürenin bulunması.

Pestisidlerin akut etkileri iyi bilinmekle birlikte kronik maruziyetin sonuçları konusunda yeterli bilgi yoktur. Pestisidlerin çoğu östrojen reseptörlerini tutarak vücudu yanıltıp “endokrin” bozucu gibi davranırlar.

Çeşitli çalışmalar pestisidler ile karşılaşma ve solid kanser, hematolojik malignite gelişmesi ve genotoksik etkilerin ortaya çıkması arasında pozitif bir ilişki olduğuna işaret etmektedir. Pestisidler ayrıca mental ve emosyonel işlevleri, sinir sistemini (nörodejeneratif bir hastalığa

neden olarak), üreme sistemini de (doğumsal defektlere neden olarak, fertilitiyi etkileyerek ve fetal ölümlere neden olarak, intratuterin büyüme geriliğine neden olarak) etkileyebilir.

Dikloradifenil etanlar santral sinir sisteminde ekzitasyon yapmakta, tremor, hiperekzitabilite ve konvülsiyonlara neden olmaktadır. Santral sinir sistemindeki etkileri nöron membranlarında iyon hareketlerini etkileyerek yetersiz nörotransmitter salınımına neden olma şeklindedir.

Başlıca organofosfat pestisid kaynağı diyetdir. Çocuklar organofosfat pestisidler ile anne karnında karşılaşmakta veya doğumda sonra anne sütü ile, besinlerdeki kalıntılar ile, ağız yolu ile (elleri ağza sokma şeklinde), inhalasyonla ve çevredeki pestisidleri absorbe ederek karşılaşır. Anne karnında karşılaşmanın kanıtları, amniyon sıvısında, kord kanında ve mekonyumda pestisid bulunmasıdır.

Küçük süt çocukları için organoklorine pestisid kaynağı anne sütüdür. İspanya’da yürütülen bir çalışmada 12’inci ayda uzun süre anne sütü alan bebeklerin serum DDE ve HCB konsantrasyonları daha kısa süreli anne sütü alan ya da mama ile beslenenlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Organofosfat pestisidler snaptik aralıkta asetilkolinesterazı inhibe eder ve böylece asetilkolin metabolizmasını bozar. Asetilkolin iskelet kası motor nöronları, periferik parasempatik ve sempatik nöronlar ve santral sinir sistemindeki multiple lifler (hafıza ile ilgili olanlar dahil) için nörotransmittördür. Organofosfat pestisidler ile asetilkolin esterazın inhibisyonu, sinapslarda asetilkolin birikimi devamlı stimülasyona ve sinirsel iletimin baskılanmasına neden olur. Bazı organofosfat pestisidler sinir sistemini nöropati target estereazı inhibe ederek de etkileyebilir. “Organofosfat-induced gecikmiş nöropati” adı verilen ender bir tablonun ortaya çıkmasına neden olur. Akut organofosfat zehirlenmesine; miyozis, tükürük salgılanmasında artma, bulantı ve kusma, letarji, kas güçsüzlüğü, taşikardi, hiporefleksi, hipertoni, solunum güçlüğü eşlik eder. Organoklorine veya organofosfat pestisidler ile karşılaşmanın nörolojik etkileri de vardır. Akut organoklorine pestisid zehirlenmesinde; dil, dudaklar ve yüzde parestezi, dış uyaranlara hipersensitivite, baş dönmesi, vertigo, tremor ve tonik-klonik kasılmalar görülür.

Düşük dozda ve uzun süreli karşılaşmada; prenatal ve postnatal etkilenme çocuklarda nörolojik gelişimi etkiler. Otizm ile de ilişkisi kurulmuştur.

### ***Kurşun***

Günümüzde giderek artan sayıda bilimsel veri çocukların okul performansı çevresel toksinler arasındaki ilişkiye işaret etmektedir. Örneğin kurşun ile karşılaşma IQ’yu düşürmekte ve dikkat süresini kısaltmaktadır. Bu çocuklarda impulsif ve antisosyal davranışa yatkınlık da artmıştır.

Çocuklar kurşuna daha duyarlı durumdadırlar. Ellerini fazlaca ağızlarına götürmeleri, solunum hızlarının yüksek olması, gastrointestinal sistemden absorpsiyonun yüksek olması gibi faktörler bu duyarlılığın artmasında rol oynar.

Bazı besin öğeleri kurşunun toksik etkilerini hafifletebilir. Hayvan deneyleri kalsiyum, çinko, demir, selenyum ve çeşitli vitaminlerin kurşunun zararlı etkilerini hafiflettiğini göstermiştir. İnsanlarda özellikle çocuklarda demir, çinko ve kalsiyum alımı az olduğunda serum çinko düzeylerinin arttığı belirlenmiştir.

### **Cıva**

Cıva birçok doğal ve antropojenik kaynaktan bulunan ağır metaldir. Yüksek doz cıva ile karşılaşmanın nörotoksik etkileri iyi bilinmektedir. Cıva santral sinir sistemini yaşamın her evresinde etkileyebilirse de Japonya ve Irak'tan elde olunan sonuçlar en duyarlı olunan dönemin fetal yaşam olduğunu ortaya koymuştur. Bu toplumlarda annelerde hiç semptom yokken ya da minimal semptomlar varken; bebeklerinde ağır nörolojik etkilenme; nörolojik gelişim basamaklarını geç yakalama, körlük, sağırılık ve serebral palsi'ye rastlanmıştır. Erişkinlerde cıva santral sisteminde bölgesel etkilenme yaparken fetal yaşamda yaygın nörolojik zedelenme yaratır.

Başlıca cıva kaynakları balık ve diğer deniz ürünleridir. Elemental veya iyonik cıva volkanik patlamalar gibi doğal olaylar, enerji sağlama amaçlı kömür tüketimi, cıva içeren tıbbi ve diğer atıkların uygun şekilde uzaklaştırılmaması ile çevreye yayılır. Bu inorganik cıva sulara karışıp denizlerdeki planktonlarca metillenerek ya da tatlı sulardaki sülfat indirgeyici bakterilerce organik yapıya edilir. Organik yapıya edildikten sonra metil cıva deniz canlıları tarafından kolayca absorbe edilir. Akvatik besin zinciri içerisinde birikir ve çoğalır. Bu nedenle, yüksek doku konsantrasyonlarına yaşam süreleri daha uzun olan iri cüsseli deniz canlılarında (köpek balığı, kalkan balığı, ton balığı gibi) rastlanır. Metil cıva oranı balina gibi deniz memelilerinde ve bu deniz canlıları ile beslenen hayvanlarda da yüksektir. Kömür ile çalışan enerji santrallerinden yayılan cıva da çevreyi kirletmekte ve balıklarda birikmektedir.

Ada ülkelerinde yapılan çalışmalarda (Yeni Zelanda ve Faroe adaları) gebelikte balık tüketiminin yüksek olduğu, fetal yaşamda bebeğin etkilenebileceği, dikkatte, verbal hafızada, motor hızda viziospasyal işlevlerde azalma olduğu ortaya konulmuştur. Bir çalışmada anne saçının gramı başına her bir mikrogramlık artışın çocuğun IQ'sunda 0.18 puanlık azalmaya neden olduğu bulunmuştur. Bir başka çalışmada da gebelikte metil cıva ile karşılaşmanın anne saçında 1 µg/g artmaya, bebeğin zekasında da 0.7 puanlık azalmaya neden olduğu gösterilmiştir. Çevrenin cıvayla kirlendiği bölgelerde otizm sıklığının artmış olması dikkat çekmektedir.

Metil cıva alım sınırları ne olmalıdır? 2001'de Amerikan Çevre Koruma Ajansı (US Environmental Protection Agency, EPA) Faroe adalarında elde olunan sonuçlar ile güvenli alım aralığını 0.1 µg/kg/gün olarak vermiştir. Yeni Zelanda ve Seyşel (Seychelles) adalarından elde olunan sonuçlar da verilen bu rakamı desteklemiştir. Amerikan Toksik Ajan ve Hastalık Kayıt Sistemi bu sınırı 0.3 µg/kg/gün olarak vermekte, Faroe adalarında toksik tablo ortaya çıkmasında sadece metil cıvanın değil tüketilen özel bir balina cinsinden alınan diğer bazı kimyasal maddelerin rolü olduğunu savunmaktadır. 2003 yılında Joint Committee on Food Additives and Contaminants (JECFA, bir WHO ve FAO komitesi), Yeni Zelanda çalışmasını dikkate almayarak (çalışma sonuçlarında büyük sapmalar nedeni ile), Faroe adaları ve Seyşel adalarında yapılan çalışmaların sonuçlarına dayanarak tolere edilebilir alım düzeyini 1.6 µg metil cıva/kg/hafta veya 0.23 µg/kg/gün olarak belirlemiştir.

Balık, aynı zamanda omega-3 yağ asitleri ve dokozahekzaenoik asit (DHA) kaynağıdır. DHA beyin gelişimi ve görme keskinliği için gereklidir. Gebeliğin son dönemlerinde beyine DHA alımı arttığından gebelik sırasında DHA alımı önemlidir. Gebelik sırasında 200 mg/gün DHA alınması önerilmektedir. Cıva ile karşılaşılması nörolojik gelişimi etkileyebilir. Ancak cıvadan kaçınma deniz ürünü tüketimini, aşılama oranını (tiyomersal nedeni ile) ve diş bakımını (amalgam diş dolguları nedeni ile) etkilememelidir. Gebelerin cıva oranı yüksek balık tüketmekten kaçınmaları, balık tüketimlerinin haftada 2 kez 6 onsluk porsiyonları geçmemesi önerilmektedir.

Balık tüketimindeki değişikliklerin sonuçları da farklı olabilir: Eğer gebeler balık tüketim miktarını azaltmadan cıva oranı düşük balıklar da dahil balık tüketimlerini azaltırlarsa zararlı etkileri olur. Eğer gebe olmayan kadınlar ve erkekler de dahil toplumun tüm bireyleri balık tüketimlerini azaltırsa; toplum sağlığı açısından ağır zararlı etkileri gözlenirken, toplumda balık tüketimi arttırıldığında ise; sağlık üzerinde net bir olumlu etki saptanır.

### **Arsenik**

Arsenik içeriği yüksek yeraltı suları ile sulama sonucu arsenik, büyük ölçüde toprağa ve besinlere bulaşmaktadır. Rüzgarın kaldırdığı tozlar ile havaya ve suya geçer. Çevrede yok edilemez. Bulaşmış besinler, su, hava ve arsenikle bulaşmış odunların yanması ile ortaya çıkan dumanlar yolu ile vücuda girer. Balıklarda ve kabuklu deniz canlılarında da bulunur.

Arsenik iyi bilinen karsinojenlerden biridir: mesane, akciğer, deri ve muhtemelen böbrek ve karaciğer kanserleri arsenik ile ilişkili kanserler arasındadır. Kanser dışı sağlık etkileri arasında diyabet, deri hastalıkları, kronik öksürük, karaciğer, böbrekler, kardiyovasküler sistem, periferik ve santral sinir sistemi üzerindeki etkileri vardır.

Organik arsenik bileşikleri, inorganik olanlara göre daha az toksiktir. İnorganik arseniğin solunum yolu ile alınması durumunda boğazda ağrı ve akciğerlerde irritasyon görülür. Besinlerle yüksek miktarlarda alınması öldürücüdür. Düşük dozlarda alınması durumunda bulantı, kusma, kırmızı ve beyaz küre üretiminde azalma, anormal kalp ritmi, damarlarda zedelenme el ve ayaklarda iğnelenme tarzında his görülür. İnorganik arsenikle deri teması olduğunda şişlik ve kızarıklık ortaya çıkar. Çocukların inorganik arseniği daha az toksik olan organik arseniğe çevirme yetenekleri sınırlıdır. Bu nedenle çocuklar arsenik toksisitesine daha duyarlıdır. Beslenme bozukluğu olanlarda arseniğin zararlı etkileri daha şiddetli olmaktadır.

Son yıllarda fetal büyüme ve gelişme üzerinde de etkileri gösterilmiştir. Gebelikte arsenik ile karşılaşıldığında; plasentadan geçer ve fetal dokularda çöker. Plasenta dokusunda da çökmektedir. Plasentada muhtemelen oksidatif stres yolu ile zararlı etki yapmakta, fetusa besin ögesi geçişini engelleyerek fetusun büyümesini duraklatmaktadır. Düşük konsantrasyonlarda da olsa anne sütünde de bulunur. Uzun süre arsenik ile karşılaşma, çocuklarda IQ skorunda düşüklüğe neden olur.

### ***Aluminyum***

Çevrede yaygın olarak bulunan aluminyumla bütün popülasyonlar karşılaşmaktadır. Bu elementin nörotoksitesisi yüzyılı aşkın bir süredir bilinmektedir. Bebek mamaları ve parenteral beslenme solüsyonlarıyla beslenme sonucu nörolojik belirtiler ve metabolik kemik hastalığı ortaya çıkmaktadır.

Böbrek işlevleri bozuk olanlar, süt çocukları ve evde enteral tedavi uygulanan yaşlılar aluminyum toksisite riski taşırlar. Bu durumlarda serum aluminyum düzeyleri 30 µg/L altında tutulmalıdır.

İdrar aluminyum düzeyi bu konuda iyi bir göstergedir. İdrarla atılan aluminyum ve vücutta tutulan aluminyum böbrek işlevlerinin bütünlüğüne bağlıdır. Aluminyum vücuda ağız yolu veya intravenöz yolla alınır.

İçme suyunda aluminyum 50 µg/L altında olmalıdır. Bütün besinlerdeki aluminyum miktarı belirtilmelidir. Sitrat içeren besinler aluminyum absorpsiyonunu arttırır. Lahana ve domates gibi asidik besinler aluminyum kaplarda pişirilip saklanmamalıdır.

Magnezyum eksikliği aluminyum birikmesini kolaylaştırır. Aynı taşıyıcı proteini paylaştıklarından demir eksikliği de aluminyum toksisitesini arttırır.

Aluminyum içeriği yüksek parenteral nütrisyon sıvıları kullanılmamalıdır. Böbrek fonksiyonları immatür olduğundan prematüre bebekler aluminyum toksisitesine yatkındır. Anne sütü

yerine verilecek mamalar, özellikle soya bazlı mamalar alüminyum içeriği açısından dikkatle gözden geçirilmelidir.

### **Fitalatlar**

Fitalatlar insanlar tarafından geliştirilmiş sentetik kimyasallardır ve gelişmekte olan endokrin ve üreme sistemi üzerinde olumsuz etkileri vardır. Çeşitli endüstriyel ürünler ve ev gereçlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Çocuk oyuncaklarında, çocuk bakım ürünlerinde ve polivinil klorür tüplerin üretiminde kullanılmaktadır. Bu ürünlerde bağlı halde olmadıklarından havaya devamlı olarak salınmaktadır ve sıvılara bulaşmaktadır. Ağız yolu, deri ve solunum yolu ile alınmaktadır. Sinir sistemi ve üreme sistemi gelişmekte olan çocuklar ellerini devamlı ağızlarına götürdüklerinden, oyun oynadıklarından fitalat toksisitesine daha yatkındırlar.

Çocukların ne şekilde fitalatlara maruz kaldıkları tam olarak anlaşılammışsa da fitalat alımı başlıca yiyecek, ilaçlar ve tozların dolaylı olarak yutulması şeklinde olur. Plastik oyuncaklar ile oynamakta ve bunları ağızlarına götürmektedirler ve çocuk bakım ürünleri derilerine doğrudan uygulanmaktadır. Fitalatlara yiyeceklerde de rastlanmıştır. Bunların besinlere geçişinin besinlerin işleme ve paketlenmesi sırasında olduğu düşünülmektedir. Fitalatlar tozlarda da bulunduğundan çocuğun oynadığı bölgede bulunan fitalatlar ellerin ağıza götürülmesi veya yere düşmüş besinlerin ağıza götürülmesi yoluyla alınır.

Çocuklarda erken dönemde fitalatlarla karşılaşmanın ileriki etkileri konusunda yeterli bilgimiz yoktur. Hayvanlardan elde edilen veriler erken dönemde fitalatlar ile karşılaşmanın gelişim üzerinde olumsuz etkileri olduğu şeklindedir.

### **Anne sütü ve çevresel toksik ajanlar**

Yeryüzünde süt çocuklarının çevresel toksinler ile karşılaşabildikleri başlıca kaynak anne sütüdür. Anne sütü yağdan zengin olduğundan insanlarda pestisid maruziyetinin monitorizasyonu için de ideal bir sıvıdır.

Anne sütünün immünolojik, fizyolojik, besleyici ve psikolojik yararları çevreden kontaminasyon riskine baskın gelmektedir. Anne sütünün yüksek konsantrasyonlarda pestisidler ile kontamine olduğu bir gerçektir. Anne sütüyle beslenen çocukların serumlarında bulunan organoklorine bileşik konsantrasyonu biberon ile beslenen bebeklerinkinden yüksek bulunmuştur. Bir takım kararların alındığı ve PCB'lerin ve dioksinlerin yasaklandığı ülkelerde anne sütünde bu bileşiklerin konsantrasyonları azalmaya başlamıştır.

Anne sütünde pestisid kalıntıları miktarını etkileyen çeşitli demografik, yaşam tarzı ve laktasyon ilişkili faktörler vardır: annenin yaşı, gebelik sayısı, oturduğu yer, sigara içip

içmemesi, aldığı diyet, işi, evde kullanılan kimyasallar, mevsim gibi. Doğrudan laktasyon ile ilişkili faktörler: bir önceki laktasyonun süresi, anne sütü ile beslenme süresi, beslenmenin zamanı, bir beslenme süresi içinde örneğin alındığı zaman, süt hacmi ve sütteki yağ miktarıdır. Diyet, bunlar içerisinde anne sütündeki pestisid miktarını ayarlayan en önemli faktördür.

Bu tür toksik ajanların anne sütündeki miktarları önem kazanmaya başlamıştır. Hemen bütün bebekler yaşamın erken dönemlerinde anne sütü almaktadır. Hayvanlardan elde edilen toksik düzeyler vücut ağırlığı üzerinden insanlara uygulanmaktadır. Çocuklarda duyarlılığın farklı olabileceği dikkate alınmamaktadır. Sütteki organoklorin miktarı, yağ miktarı ( $\mu\text{g}$  veya  $\text{pg/gr}$  sütteki yağ) veya sütteki yağın %3.5 olduğu kabul edilerek tüm süt üzerinden ifade edilir. Cıva anne sütünden geçen miktarları ile çocukta toksisite yaratabilecek bir ağır metaldir. Tolere edilebilir miktarlar  $\text{ng/ml}$  süt olarak veya total organik veya inorganik cıva olarak ifade edilir. Tolere edilebilir miktarları belirleyen bazı tablolar anne sütü için de kullanılabilir fakat anne sütü içerisinde her seferinde bir toksik ajan olduğu varsayılır oysa ki birden fazla toksik madde bulunabilir. Birden fazla toksik madde bulunduğu nasıl davrandıkları bilinmemektedir. The US Agency for Toxic Substances and Disease Registry anne sütü ile pestisid kalıntılarına maruz kalma durumunu gözden geçirmiş ve minimum risk düzeylerini (MRL) belirlemiştir. Diğer besinler için geçerli olmayabilir. Bir süt çocuğunun 700 ml süt ve 24 gr yağ tükettiği göz önüne alınarak saptanmıştır. Örneğin, bu hesaplamalara göre 5 kg lık bir süt çocuğu için DDT'nin MRL'si 0.0025 olup diğer besinler için verilen rakamdan çok farklıdır.

Kırsal ve kentsel bölgelerde çevrenin PCB'ler, dioksinler, fitalatlar ve ağır metallere yaygın olarak kirletilmesine tanık olmaktadır. Bu toksik maddeler anne sütünde bulunur duruma gelmiştir. İntrauterin karşılaşmanın sonuçları fetus üzerinde daha belirgindir. Gerek intrauterin maruziyeti ve gerekse postnatal anne sütüyle maruziyeti azaltabilmek için annelerin toksik ajanlar ile karşılaşma risklerini azaltmak gerekir.

Çevresel kontaminasyona ilişkin anne sütü için düşünülen her şeyin biberonla beslenme için de düşünülmesi gerekir. Toksik ajanlar ile kontamine çevrede ve endüstriyel olarak üretilmiş kaplarla yapılan biberondan beslenme de bebeği toksisite riski ile karşı karşıya bırakır. Mamaları sulandırmada kullanılan su kontamine olabilir. Fitalatlar, nonilfenoller ve bisfenol-A gibi "endokrin bozucular" plastik beslenme kaplarında bulunabilir.

Anne sütü destekleyicileri ve çevreciler anne sütü konusunda farklı açıklamalarda bulunabilmektedirler. Çevreciler anne sütünün çevresel toksinlerden etkilendiğini beslenmede dikkatli olunması konusunda uyarılar yaparken, anne sütü destekçileri anne sütünün 0-6 aylık bebekler için en ideal besin olduğunu vurgulamaya devam etmektedir. Anne sütü destek grupları anne sütünün çeşitli kanserlerden koruduğunu vurgularken, çevreciler anne sütüne bulaşan bazı toksik ajanların karsinojenik olduğuna dikkat

çekmektedirler. Anne sütü ile beslenme bu denli riskli olsa idi; anne sütü ile beslenen çocuklar arasında kanser sıklığının artmış olmasını beklerdik. Ayrıca, anne sütünün intrauterin toksik ajan maruziyetinde bunun etkilerini azalttığı da bilinmektedir. Alınan önlemler ile Avrupa'da anne sütlerindeki toksik ajan miktarı 1988-1994 yılları arasında %35 oranında azaltılabilmektedir.

### **Besin aracılıklı toksik ajanla karşılaşmanın önlenmesi**

Çevresel kimyasal ajanlar ve kirleticilerin sağlık durumunun bozulması ve hastalık gelişmesine katkıda bulunduğu bilinmektedir. Günümüz yaşam koşullarında bu çevresel ajanlardan tümüyle kaçınılması olanaksızdır. Ağır metaller gibi birçok kirletici vücudumuzda birikme özelliğine sahiptir. Bu kirleticilerin çevreden tümüyle uzaklaştırılması ya olanaksız ya da çok pahalı olduğundan bunların sağlığımız üzerindeki etkilerini en aza indirmek için yaşam tarzı değişiklikleri önem kazanmaktadır.

Fiziksel ya da kimyasal çevresel ajanlar ile karşı karşıya kalma çeşitli hastalıkların gelişmesine neden olabilir. Bu ajanların çevreden uzaklaştırılması temel koruyucu yaklaşım olmasına ve ideal olanı olmasına karşın genellikle kolay ve uygulanabilir değildir. Bu durumda çevresel ajanlara bağlı patolojilerin önlenmesinde ikinci bir yaklaşım şekli hastalık ilişkili olayları düzeltme ve geriye çevirmedir. Çevresel toksik ajanların bozduğu fizyolojik işlevler ve moleküler yollar aydınlatıldıkça, tedavi/düzeltelemeye yönelik yeni yaklaşımlar geliştirilebilir. Kronik hastalıkların önlenmesine yönelik çalışmalar hayvan modellerinin kullanılması ile gelişme kaydetmiştir. Çeşitli toksinler kanser ve diğer bazı hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilir. Kanser de dahil insanlarda görülen birçok hastalık genetik yatkınlık ve çevresel toksik kimyasallara maruz kalmaların bir sonucudur. Büyüme ve vücut kompozisyonunun belirleyicisi olarak beslenme; besinlerde bulunan karsinogenlerden ötürü doğrudan kanser riskini etkilemektedir.

Ebeveynler bazı yollarla çocuklarının çevresel toksinlere maruz kalma şansını azaltabilir. Çocuklarda ellerindeki ağızlarına götürme alışkanlığı vardır. Bu davranışları, toprakla bulaşmış besinler yolu ile arsenik ve BCB ile karşılaşma olasılıklarını arttırır. Ebeveynler el temizliğine dikkat ederek, çocuklarının yerden alınmış besinleri veya diğer maddeleri ağızlarına götürme alışkanlığından vazgeçirerek bu olasılığı azaltabilir. Kontaminasyon şansını arttıran işlerde çalışanlar işyerini terk etmeden önce duş alıp giysilerini değiştirmeli, işyeri elbiselerini ayrı yıkamalıdır. Eve ayakkabı ile girilmesine izin verilmemeli, toprakla temas eden ayakkabılar çevresel toksinlerin evin içine taşınmasına yardımcı olur. Kontaminasyonun yüksek olduğu bölgelerden (hükümetçe belirlenmiş) elde edilen balıklar ve bu balıklarla beslenen yaban hayvanlarının etlerinin tüketiminden kaçınılmalıdır. Çocukların PCB içeren eski elektrik aparatları ve transformatör gibi malzemeler ile oynamalarına izin verilmemelidir.

Anne sütündeki kontaminasyon riskini azaltmada çevreciler, anne sütüyle beslenmeyi destekleyen kuruluşlar ve anne sağlığı ile ilgili kuruluşlar elele vermelidir. Bu grupların gerekli sosyal değişiklikleri yapabilmeleri için aşağıdaki ilkelere uygun hareket etmeleri gerekir:

- Anne sütünde bulunabilen toksik ajanlar konusundaki tüm bilgiler değerlendirilmeli
- Sadece anne sütü alan bebeklerde değil, intrauterin maruziyet dolayısı ile tüm bebeklerde risk bulunduğu vurgulanmalıdır.
- Kanın kaynağına (anne sütü) değil kirletici kaynağına (kimyasal endüstri) odaklanılmalı
- Anne sütünde bulunabilecek toksik ajanlar konusunda bilgi verilirken formula ile beslenme sırasında karşılaşılabilecek riskler ve anne sütü verilememesinin riskleri iyi vurgulanmalı
- Anne sütü ile beslenme alternatiflerine değil, toksik bileşik alternatiflerine dikkat çekilmeli
- Bir canlıdan diğerine toksik madde aktarımını sağlayan girişimlerden kaçınılmalı
- Anne sütü alternatiflerini özendirmeden kaçınılmalı
- Medyaya yapılan açıklamalarda anne sütünde yapılan ölçümlerin annelere sütlerindeki toksik madde miktarını söylemek amaçlı değil, toplumda biyomonitörizasyon için ölçüm yapıldığı vurgulanmalı
- Kontamine anne değil, kontamine süte dikkat çekilmeli
- Kontaminasyon yükünü azaltıcı önerilerde bulunulmalı: yağlı et tüketiminin ve süt ürünlerinin tüketiminin azaltılması gibi

Dioksinin yoğun bulunduğu bölgelerde toksik ajanla karşılaşmanın plasenta yolu ile intrauterin yaşamda olduğu ve bebeğin büyüme ve gelişmesini etkilediği ortaya çıkmıştır. Kontamine bölgelerde olsa bile anne sütü ile beslenmenin mama ile beslenmeye göre çocuk gelişimini olumlu etkilediği gösterilmiştir. Her zaman anne sütünün yararlarının, içerdiği PCB'ler ile yaratacağı riskten daha önde olduğu mesajı verilmelidir.

The International Baby Food Action Network (IBFAN) aşağıdaki önerilerde bulunmuştur:

- Anne sütü bebek için yeterli ve dengeli beslenme sağlayan en ideal besindir
- Anne sütü ile beslenme hem anne ve hem de çocuk için başka bir yolla yerine konulamayacak avantajlar sağlar
- Gebeler ve emzikli anneler çevredeki kimyasal ajanların etkileri konusunda uyanık olmalıdır
- Toplumun bütün bireyleri arasında çevre kirlenmesinin zararları konusunda farkındalık yaratılmalıdır.

Kalıcı organik kirleticilerin alternatifleri vardır. Ancak bu alternatif kimyasalların maliyeti yüksek olduğundan, bu bileşikler konusunda farkındalık yokluğundan ve adaptasyonları için uygun altyapının olmamasından dolayı kullanılmamaktadır.

Vejetaryan diyetin pestisid ile karşılaşma olasılığını azalttığı düşünülmektedir. Vejetaryen annelerin sütlerindeki dioksin miktarı etle beslenenlerinkine göre daha düşük bulunmuştur.

Benzer şekilde 3 yıl boyunca az et tüketip ağırlıklı olarak sebze ve meyva tüketen kadınlarda organoklorine bileşik konsantrasyonunun düştüğü gösterilmiştir.

Pestisidler ile karşılaşma olasılığını azaltmada organik besin tüketiminin sağlıklı bir yaklaşım olduğuna ilişkin elde sağlam veriler yoktur. Fakat riski azaltma yaklaşımlarından biri organik besin tüketimi olabilir. Bir çalışmada organik besin tüketen çocukların idrarındaki organofosfor metabolitlerinin atılımı normal diyetle beslenenlerinkine göre düşük bulunmuştur.

Evde ve bahçede pestisid kullanımından kaçınma, pestisidlerle deri temasını önleme, satınalma yoluyla besin teminini minime indirme gibi diğer bazı önleyici yaklaşımlardan bahsedilebilir.

### **Kaynaklar**

1. Kordas K, Lönnerdal B, Stoltzfus RJ. Interactions between nutrition and environmental exposures: effects on health outcomes in women and children. *J Nutr* 2007; 137: 2794-2797.
2. Ahamed M, Siddiqui MKJ. Environmental lead toxicity and nutritional factors. *Clin Nutr* 2007; 26: 400-408.
3. Taghavi N, Yazdi I. Type of food and risk of oral cancer. *Arch Iranian Med* 2007; 10: 227-232.
4. Fischer S. Diet, energy balance & environmental disease risk (<http://cred.mdanderson.org/rc/rfa3.htm>).
5. Fact sheet: dioxins, diet, and health (<http://ific.org/publications/factsheets/dioxinfs.cfm>).
6. Oken E, Bellinger DC. Fish consumption, methylmercury and child development. *Curr Opin Pediatr* 2008; 20: 178-183.
7. Korrick SA, Sagiv SK. Polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides and neurodevelopment. *Curr Prob Pediatr* 2008; 20: 198-204.
8. Rosas LG, Eskenazi B. Pesticides and child neurodevelopment. *Curr Opin Pediatr* 2008; 20: 191-197.
9. Meadows-Oliver M. Environmental toxins. *J Pediatr Health Care* 2006; 20: 350-352.

10. Cohen M. Environmental toxins and health: the health impact of pesticides. *Australian Fam Phys* 2007; 36: 1002-1004.
11. Orzech D. Chemical kids – Environmental toxins and child development. *Social Work Today* 2007; 7: 37 (<http://www.socialworktoday/archive/marapr2007p37.shtml>)
12. Gross R, Solomons N. Nutrition and the environment. Overview (<http://www.unsystem.org/SCN/archives/scnnews21/ch04.htm>).
13. Sathyanarayana S, Karr CJ, Lozano P, et al. Baby care products: possible sources of infant phthalate exposure. *Pediatrics* 2008; 121: e260-e268.
14. Vahter ME. Interactions between arsenic-induced toxicity and nutrition in early life. *J Nutr* 2007; 137: 2798-2804.
15. Vahter M. Health effects of early life exposure to arsenic. *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 2008; 102: 204-211.
16. Hennig B, Ettinger AS, Jandacek RJ, et al. Using nutrition for intervention and prevention against environmental chemical toxicity and associated diseases. *Environ Health Perspect* 2007; 115: 493.
17. Salvador L. Science shows nutritional intervention may reduces chemical toxicity and chronic disease (<http://www.americanchronicle.com/articles/27988>).