

Prof. Dr. Ersi Kalsoğlu: “PFAS çok tehlikeli bir zehir; bu görünmez istila karşısında hiçbirimiz güvende değiliz”

Röportaj: Doç. Dr. Emrah Eroğlu
Hazırlayan: Emel Murtezaoğlu
Fotoğraf: Ahmet Ensar Topaloğlu

Türkiye’de adli bilimler alanında profesör ünvanı alan ilk bilim insanı Prof. Dr. Ersi Kalsoğlu ve SABİTA Enstitü Müdürü Doç. Dr. Emrah Eroğlu; Antarktika’nın buzullarından insan beynine kadar sızan, bilim dünyasının “sonsuz kimyasallar” olarak tanımladığı bariyer tanımaz zehir PFAS’ı enine boyuna konuştu. Avrupa Birliği destekli projelerle çalışma alanına çevre faktörünün de eklenmesiyle derinleşen bu moleküler istilayı; laboratuvarındaki hücresel süreçlerden sanayi atıklarına, mutfağımızdaki tencereden adli tıp kürsüsüne uzanan bir “suç ve ceza” perspektifiyle inceleyen bu yol gösterici söyleşi, çözümün en önemli adımının kirliliği kaynağında durdurmak olduğunun altını çiziyor.

Ersi Hocam hoş geldiniz. Sizi çoğunlukla çalışmalarınız ve akademik üretiminiz üzerinden tanıyoruz ancak biz biraz da bu yolculuğun arka planını konuşmak isteriz. Kimyadan adli bilimlere, oradan toksikoloji ve çevre boyutuna uzanan bu akademik çizgi nasıl şekillendi?

Hoş bulduk, teşekkür ederim. Kariyer yolculuğum, aslında birbirini besleyen iki temel alanı bir araya getirmesi

bakımından oldukça kritik bir noktada duruyor. Akademik hayatıma adli bilimler alanında başladım; 1993 yılında doçent, 1999 yılında ise profesör ünvanını aldım. Henüz çok genç bir yaşta profesör olmanın yanı sıra, Türkiye’de adli bilimler alanında bu akademik dereceye sahip ilk kişi olmanın haklı gururunu yaşıyorum.

Eğitim kökenime bakacak olursak; Boğaziçi Üniversitesi Kimya Bölümü mezuniyetimin ardından Cerrahpaşa Tıp Fakültesinde Klinik Biyokimya uzmanlığı aldım. Prof. Dr. Sevil Atasoy ile tanışmam kariyerimin dönüm noktası oldu. Kendisinin “Geliştirmemiz gereken bambaşka bir alan var.” diyerek işaret ettiği adli bilimler yoluna böylece girmiş oldum. Kimya ve biyokimya temelli insan metabolizması bilgimi, adli toksikolojiyle birleştirmek benim için son derece ufuk açıcı bir deneyimdi.

2005 yılında ise çevre sorunları ile ilgili vizyonumuzu daha da genişleterek “Interdisciplinary Environmental Synergy – Disiplinler Arası Çevresel Sinerji” adında uluslararası bir örgüt kurduk. Avrupa Birliğinden aldığımız destekler, çalışma sahamıza çevre faktörünün de eklenmesini sağladı. Adli bilimler ile çevre disiplini harmanlamak gerek akademik gerekse pratik açıdan oldukça isabetli bir karar oldu.

Bugün geldiğimiz noktada, dünya genelinde ciddi bir krizin varlığı yadsınamaz. Aslında bu sorunlar çok eski olsa da insanlığın bunu bir “sorun” olarak algılaması ve farkındalık kazanması oldukça yeni. Ben de bu küresel sıkıntıların farkına vardığım andan itibaren enerjimi bu yöne kanalize ettim.

Bir adım geri giderek okuyucularımız için temel bir noktayı netleştirmek isterim Ersi Hocam. Sizin uzmanlığınız tıbbi, adli ve çevresel toksikolojiyi kapsıyor. Herkesin anlayabileceği bir dille; toksikoloji tam olarak nedir? ‘Toksik’ denildiğinde akla doğrudan ‘zehir’ geliyor ama biliyoruz ki suyun bile fazlası belirli bir noktadan sonra zehirleyici olabilir. Bu kavramı nasıl anlamalı ve yorumlamalıyız?

Şimdi, 1500’lü yıllarda aslında bu konu anlaşıldı ve Paracelsus adlı bilim insanı dedi ki: “Her madde zehirdir.” Bir maddenin zehir olup olmadığı tamamen onun miktarına bağlıdır. Belirttiğiniz gibi su bile bize zarar verir; yeri gelir bizi boğar, buz olur bizi yakar. Yani su dahi, zarar verici bir zehir olarak değerlendirilebilir. Toksikoloji; doğal olan veya sentetik olarak hazırlanan moleküllerin organizmamıza verdiği zararı inceleyen bir bilim dalıdır. Konu genel olarak insan organizmasıyla



ilgilidir. Örneğin ilaçlar toksik etki yapabilir, gıdalar zehirli bir duruma neden olabilir, havadaki bir uçucu gaz bizi zehirleyebilir. İşin içinde bir suç varsa, orada adli toksikoloji devreye girer.

Bir de çevre toksikolojisi var ki; biz de maşallah son yıllarda elimizden gelen her yolu deneyerek çevremizi, atmosferimizi zehirli bir hâle getiriyoruz. Bu da tabii ki canlı sağlığı için ileri derecede zararlı bir durum.

Tam da bu noktada bir şey sormak, bir tespitte bulunmak istiyorum. Az önce çevremizi zehirlenmekte ne kadar 'istikrarlı' olduğumuzdan bahsettiniz; hakikaten de öyle. Bütün dünya şu anda PFAS denen, Prof. Dr. Recep Öztürk Hocamızın deyimiyle deccal molekülü, İngilizcede "forever chemicals – sonsuz kimyasallar" adı verilen moleküllere maruz kalmış durumda. Türkiye'de bu konu henüz yeterince gündeme gelmedi. Peki, nedir bu PFAS? Herkesin anlayabileceği bir dille; hem kimyasal yapısı hem de günlük hayattaki karşılığıyla bu konuyu biraz açabilir misiniz?

Öncelikle ifade etmek isterim ki bu hiç de yeni bir madde değil; bilakis çok eski. Teflon, aslında 1950'li yıllarda kazara keşfedilmiş bir ürün, bir polimerdir. Çok da özel bir madde çünkü ne su geçirir, ne yağ geçirir, ne dağılır ne de herhangi bir çözücüde çözünür. Dönemin büyük kimya

devlerinden birinde çalışan bir kimyacı bu maddeyi keşfediyor. Madde o dönemde katı fazda.

O zamanlar günlük yaşamdaki kullanırlılığı hakkında pek bir bilgi yok. Katı bir madde-nin olduğu şekliyle kullanılmasının normal şartlarda pek bir faydası da yok. Hiçbir şekilde bozunmayan, parçalanmayan bu maddeyi tutup tencerelere, tavalara öylece koyamıyorduk; bunun daha pratik bir yolunun bulunması gerekiyordu. İnanılmaz güzel bir molekül, bir polimer, harika bir katı madde ama dediğim gibi kullanamıyorduk. Ta ki yine iki dev şirket birlikte araştırmalar yaparak bunu suda çözünür hâle getirene kadar. Nasıl yaptılar? Birtakım benzer yapıda yardımcı kimyasallar kullanarak başardılar bunu.

İşin kimya kısmını hiç anlatmayacağım çünkü oldukça karmaşık. Ancak bu madde suda çözündüğü zaman alıp metalin üzerine püskürtebiliyorsunuz. Püskürttüğünüzde esas istediğiniz teflon metale yapışıyor ve katılaşıyor; teflonu çözünür hâle getiren yardımcı molekül ise 'çöp' oluyor. O molekülü atıyorsunuz ama işte o atılanlar büyük bir felakete neden oluyor.

Çünkü aslında asıl zehir olan o yardımcı molekülüdür, teflonun kendisi değil. Teflon zaten hiçbir şeyle etkileşime girmiyor, bıraktığınız gibi duruyor. Hatta o kadar sağlam bir madde ki ameliyatlarda bile kullanılıyor. Teflondan yapay organ parçaları oluşturuyoruz, vücudumuza yerleştiriyoruz ve iyileşiyoruz. İşimize

PFAS bugün yalnızca sanayi bölgelerinde değil; Antarktika'nın buzullarında, içme sularında, yabani domuzların karaciğerinde ve insan beyninde bile tespit ediliyor. Dünyada bünyesinde PFAS taşımayan tek bir insan bile kalmadı desek yeridir. Bu görünmez istila karşısında hiçbirimiz güvende değiliz. Asıl çözüm, kirliliği kaynağında durdurmak ve çevre suçlarını ciddi yaptırımlarla engellemektir.

yarıyor; ortopedistler kullanıyor, kalp damar cerrahları kullanıyor ancak onu sentezlemeye yarayan o molekül o kadar berbat ki! Çünkü o moleküllere de hiçbir şey olmuyor, tepkimeye girmiyorlar, bozunmuyorlar. Bunlar polimer değil, küçücük molekül ama hiçbir zaman farklı ve zararsız moleküllere dönüşemiyorlar, yok olmuyorlar. Doğada, diyelim ki bir sürü karbonlu bileşik var; karbondioksit, karbonmonoksit dâhil... Bunların hepsi



Bir madde toprağı, suyu ve nihayetinde insan hücrelerini bu denli istila ediyorsa, bunun adı artık çevre kazası değil; sistematik bir suçtur. PFAS yalnızca çevreyi değil; karaciğerden beyne, spermden fetüse kadar insan biyolojisini tehdit eden küresel bir kriz hâline gelmiştir. Türkiye'nin artık multidisipliner bir mücadele modeli geliştirmesi şarttır.

zehirli olabilir, çok kötüdürler ama bir şekilde parçalanırlar. Biz parçaları, biz parçalayamıyorsak bakteriler parçalar, bitkiler kullanır ve geri kazanılırlar. Ama bu 'kötü molekül' PFAS dediğimiz moleküllerin parçalanması yok, öylece kalıyorlar. Kalınca da yok olmadıkları için dünyanın her tarafına dağılıyorlar.

Bir cümleyle özetlemek gerekirse; PFAS, teflon üretiminde kullanılan bir ham maddedir. Teflonun kendisi zehirli değildir ancak üretim sürecinde kullanılan PFAS çevrede kalıcı olduğu için çevre açısından ciddi bir sorun oluşturur.

Evet, aynen öyle. Kullandığımız tencere-lerde geriye kalan aslında yalnızca teflon kaplamadır. Teflonun kendisi oldukça dayanıklı ve zehirsiz bir maddedir. Ancak sentezinde kullanılan moleküller ileri derecede zararlıdır.

O zaman önceki sorunuza binaen yine aynı noktaya gelmek istiyorum. Avrupa'da bu PFAS hikâyesi uzun zamandır

tartışılıyor; buna uygun takip metotları, analizler geliştirildi. Hatta yapılan araştırmalarda çok çarpıcı bulgulara rastlandı. "PFAS doğada en çok nerede birikiyor?" diye bakıldığında; organik tavukların yumurtasında, hatta yabani domuz ve geyik gibi vahşi doğada yaşayan hayvanların karaciğerlerinde yüksek oranlar görüldü. Yani bu maddeler, ormanların en derin yerlerine kadar ulaşmış durumda. Şimdi diyeceksiniz ki: "Yumurtaya nasıl ulaşıyor?" Büyük ihtimalle tavuk solucan yediği için... Solucan, ekolojik bir ayrıştırıcı olarak topraktaki maddeleri topluyor ve bünyesinde akümüle ediyor. Hayvan hem o topraktaki solucanı yiyor hem de oradaki suyu içiyor. Aslında biz de o suyu içiyoruz. Özetle şunu sormak istiyoruz dünyada PFAS bu kadar detaylı tartışılıyor; Türkiye bu tartışma konusunda tam olarak nerede duruyor?

Bakin, bu gerçekten çok hayati bir soru; müsaade ederseniz meselenin kökenine inerek bir giriş yapayım. Teflon, püskürtülebilir ve pratik forma getirildiği an, aslında bu işlemde kullanılan yardımcı minik moleküllerin sağlığa ne kadar zararlı olabileceği de gün yüzüne çıktı. İlk etapta "Bakin ne kadar muazzam, hiçbir şeyle etkileşime girmiyor." diye pazarlanan bu yapıların, aslında hiç de masum olmadığı kısa sürede anlaşıldı.

Ancak bu fark edildikten sonra, ne yazık ki üretim dünyasının o klasik refleksi devreye girdi. Hemen molekülün bir köşesini değiştirip, başka bir isimle yeni bir molekül sürdüler piyasaya. "Biz artık o kötü molekülü bıraktık, yerine bu güvenli olanı getirdik." dediler. Ama bakıyorsunuz; o da tehlikeli, bir sonraki de tehlikeli, öbürü de... Neticede bugün karşımızda on binlerce farklı PFAS türevi var ve biz hangisinin, ne zaman, nerede karşımıza çıkacağını bilemiyoruz.

Az önce konuştuğumuz gibi; bu maddeler bugün Antarktika'da bile mevcut. Oraya nasıl ulaştı dersenez; çünkü bu molekül bozunmuyor! Toprakta suya karışıyor, suyla beraber binlerce kilomet-

re yol kat ediyor. Canlı organizmaların içine sızıyor; o canlılar ölüp doğaya karıştığında yağmurla, rüzgârla döngü yeniden başlıyor. Sonuç... Antarktika'nın buzunda bile karşımıza çıkıyor. Bugün dünyada bünyesinde PFAS barındırmayan tek bir insan bile kalmadı desek yeridir; istisnasız herkeste bu izlere rastlanıyor. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri menşeli bir sorun olarak doğup tüm dünyaya yayılan bir krizden bahsediyoruz.

Peki, "Biz bu işin neresindeyiz?" sorunuza gelirsek; üzülerek söylüyorum ki henüz hiçbir yerindeyiz. Hiçbir yerindeyiz çünkü biz bunun bir 'sorun' olduğunu dahi çok yeni konuşmaya başladık. Sizin de vesilenizle, kendi çalışma grubumuzda bu konuyu ilk kez yüksek sesle dilelendirdik. Hatta bir adli tıp yayınıyla konuyu camiaya taşıdım ve orada şunu vurguladım; "Ortada büyük bir zehir var ve bununla topyekûn mücadele şart!".

Buradaki en kritik nokta şu; bu zehri doğaya kontrolsüzce salınlar aslında bir suç işliyor. Bu suçun ispatı ve takibi için de biz adli toksikologların sahaya inmesi lazım. Ancak önümüzde büyük

bir engel var; şu anda ülkemizde bu maddelerin detaylı tahlilini, taramasını yapabilecek donanımda ve nitelikte bir laboratuvarımız bulunmuyor. Kısacası, kendi insanımızda ne kadar PFAS yükü var, şu an için bunu bilemiyoruz.

Tam da bu konuda hemen bir soru daha ekleyeyim. SABİTA laboratuvarımızda özellikle cilt hücreleri üzerinde PFAS'ın nasıl bir etki yarattığını, oksidan ve antioksidan seviyelerini nasıl değiştirdiğini inceleyen bir çalışma yürüttük; şu an hakem değerlendirme sürecinde. Bu çalışmayı ileride beyin, solunum ve kalp hücrelerine de yaymayı planlıyoruz; hatta bu konuda Avrupa Birliği projeleri için başvurularımızı yapıyoruz. Literatürde PFAS'ın metabolik ve kardiyovasküler hastalıklar üzerindeki etkileri artık yüksek sesle tartışılmaya başlandı. Öyle ki, en korunaklı alanlar olan kadın yumurtası ve erkek sperminde bile bu maddelere rastlanabiliyor. Hiçbir bariyer tanımayan ve her dokuya sızabilen bu moleküllerin





sağlığımız üzerindeki gerçek etkisi hakkında neler biliyoruz?

Öncelikle yürüttüğünüz bu kıymetli çalışma için sizi tebrik ederim; adli ve tıbbi açıdan çok değerli bir adım. Sorunuza gelecek olursak; PFAS ile ilgili bugün elimizde ciddi bir literatür ve çalışmalar zinciri mevcut. Bu maddelerin karaciğeri doğrudan etkilediği artık net bir gerçek. Ayrıca spermatozoid ve yumurtada ciddi harabiyet yarattığı gibi, fetüs üzerinde de olumsuz etkileri olduğu ifade edilmektedir. Yani henüz doğmamış bebeklerin bile bu tehdit altında olduğunu söyleyebiliriz.

Sadece karaciğerle de sınırlı değil; beyinde ciddi hasarlara yol açarak nörodejenerasyona neden olabileceği araştırma konusu. Ve tabii ki en büyük tehdit; kanser. PFAS'ın, miktar ve maruziyet süresine bağlı olarak vücuttaki tüm organ sistemlerine nüfuz edebilecek bir potansiyele sahip olduğu ile ilgili çalışmalar mevcut.

Miktar elbette kritik bir faktör ancak maruz kaldığımız bu etkiler bugün tıbbi makalelerde çok ciddi birer 'alarm' olarak ele alınıyor. Dünya artık PFAS'lardan korunmamız gerektiğinin farkında; bizlerin de bu farkındalığa acilen ulaşması gerekiyor. Mesele sadece "Tenceremde PFAS yok." demekle çözülmeyecek

kadar derin ve karmaşık. Bu görünmez tehlikenin çok ötesine bakmalı ve ulusal bir koruma stratejisi geliştirmeliyiz.

Çok önemli bir noktaya değindiniz hocam. PFAS dediğimiz şey tek bir madde değil; binlerce farklı bileşikten oluşan devasa bir aile. Bunların içinde volatil, yani uçucu olanlar var, çok daha dayanıklı ve stabil olanlar var. Tam da bu yapısal çeşitlilik nedeniyle, bu maddelerin büyük bir kısmını ölçmekte zorlanıyoruz. Mevcut kütle spektrometresi (MS) veya HPLC gibi yöntemlerle deteksiyon (saptama) yapmak her zaman mümkün olmuyor; karşımızda hâlâ ciddi bir 'karanlık alan' var. Tespit edemediğimiz, dolayısıyla etkisini ölçemediğimiz birçok farklı form mevcut.

Meseleye üretim boyutuyla bakalım. Bu maddeler teflon gibi ürünlerin imalatında sivilaştırılmış hâlde kullanılıyor. Dolayısıyla atık sular yoluyla çevreye çok daha yoğun bir şekilde karışıyorlar. Peki, ne yapmak lazım? Her şeyden önce kirliliği kaynağında durdurmak, yani miktarı daha fabrikadan çıkmadan tayin etmek ve bertaraf etmek gerekiyor. Fabrika üretim yaparken, atık suyundaki PFAS miktarını belirlemek zorunda. Ancak dediğim gibi, on binlerce farklı molekülün

varlığı bu işi hiç de kolay kılmıyor. Hangi molekülün hangi süreçten geçip nereye ulaştığını tespit etmek ciddi bir teknik takip gerektiriyor. Dolayısıyla aslında nereden başlayacağımızı kestirmenin bile güç olduğu devasa bir alanın içinde boğuşuyoruz. Ve asıl amacımız; bu belirsizliğin içinde boğulmamayı başarmak.

Ersi Hocam, Türkiye'de ulusal bir PFAS izleme, analiz ve biyolojik etki araştırma enstitüsü kurulacak olsa; Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bize gelip "Hadi, bu işe başlayın" dese, sizce nereden başlamalıyız? Nasıl bir yol haritası izlemeliyiz?

Aslına bakarsanız deteksiyon teknolojisi, yani bu maddeleri tespit etmek sanıldığı kadar ulaşılamaz değil. Bir NASA teknolojisi gerekmiyor; klasik laboratuvar altyapısının doğru kurgulanmasıyla yapılabilecek, hızla akredite edilebilecek bir iş. Burada kritik olan, multidisipliner bir yapı kurmak. Biyolojik, fizyolojik, çevresel, kimyasal ve toksikolojik açıdan meseleyi ele alan, aynı zamanda endüstriyle de dirsek temasında olan bütüncül bir proje oluşturulmalı ki her koldan gelen sorulara cevap bulunabilsin. Teknik altyapıyı kurmak işin kolay kısmı; zor olan bu koordinasyonu sağlamak.

Ortada bir suç varsa, birine bu suçu isnat etmek gerekir. PFAS'ı çevreye salan kaynakların tespiti artık yalnızca çevre meselesi değil; doğrudan adli toksikolojinin konusudur. Çünkü kullanılan her PFAS türevinin kendine özgü bir kimyasal parmak izi vardır. Bu izler sayesinde kirleticinin hangi tesisten, hangi üretim hattından çıktığı dahi belirlenebilir. Adli toksikolojinin temel görevi de tam olarak budur: Kaynağı ortaya çıkarmak, suçu tanımlamak ve bilimsel delili üretmek.

Bir adli tıp uzmanı olarak bu konunun hukuki boyutuna da değinelim. Semptomatik çözümlerle, yani “PFAS doğaya yayıldıktan sonra nasıl temizleriz?” diye uğraşmaktansa neden, nedene yönelik bir yaklaşımla kaynağa yönelmiyoruz? Adli tıp, kirletenlerin cezalandırılması ve yasakların uygulanması noktasında nasıl bir rol üstlenebilir?

Çok haklı bir noktaya değindiniz. Yurt dışındaki mücadele şeklinde “kaynak belirleme” işlemi esastır. PFAS'ı çevreye salan endüstriler için en ideal senaryo, atık sularını bu maddelerden tamamen arındırarak doğaya bırakmalarıdır. Bu yapıldığında, en azından yeni kirlenmenin önüne geçeriz ve zamanla insanların bu yükten temizlenmesine imkân tanırız. “Temizleyerek atıyorum.” diyen kuruluştan numune alınır; tahlil edilir ve doğrulanırsa konu kapanır. Ama ne yazık ki gerçekler her zaman böyle olmuyor.

PFAS bir kez suya karıştı mı nehre, denize yani her yere ulaşıyor. Burada asıl önemli olan, kirleten kaynağı, yani ‘suçluyu’ tespit etmektir. Çünkü ortada bir suç varsa, birine bu suçu isnat etmek gerekir. Peki, bu tespiti yapmak kolay mı? Evet, kolay!

Şöyle ki; kullanılan PFAS'ların her birinin kendine has kimyasal bir ‘parmak izi’ vardır. Her tesis farklı bir türev kullanabilir. Siz ‘A’ bileşiğini kullanıyorsanız, ben ‘B’yi kullanıyor olabilirim.

Diyelim ki bir kirletici Doğu Karadeniz’in bir noktasından suya atılıyor. Ben bunu Marmara’da yakaladığımda, o spesifik molekül yapısından yola çıkarak ‘Bu, Doğu Karadeniz’deki şu kaynaktan gelmiş’ diyebilirim. Bu belki uç bir örnek ama kaynağın belirlenmesi; suçun isnat edilmesi ve suçlunun tespiti açısından son derece hayattır. Adli toksikolojinin temel görevi de budur. Ancak bunun için ciddi bir ön çalışma yani kimin ne kullandığına dair devasa bir veri tabanı ve dağılım haritası gerekiyor.

Yayınlanan son araştırmalara göre, yetişkin bir insanın beyinde yaklaşık bir plastik kaşık ağırlığına eş değer mikroplastik bulunuyor. Özellikle kış aylarında balık tüketmeyi çok seven bir toplum olduğumuz için bu durum bizi doğrudan etkiliyor. Denizlerimiz o kadar kirletildi ki; balıklar âdeta bir sünger gibi ağır metalleri, mikroplastikleri ve PFAS’ı bünyesine çekiyor, biz de onları yediğimizde bu zehirler vücudumuzda birikiyor. Avrupa’da henüz birkaç gün önce içme suyundaki PFAS değerlerinin belirli bir sınırın üzerine çıkmasını yasaklayan bir kanun yürürlüğe girdi. Türkiye’de bu konuda yasal bir düzenleme veya bir sınır değer mevcut mu?

Ne yazık ki hayır, henüz böyle bir düzenlememiz yok. Daha da vahimi; biz şu anda bu maddelerin hangi laboratuvarlarda, hangi standartlarda tetkik edilebileceğine dair bir altyapı stratejisine dahi sahip değiliz. Avrupa bu işin kanununu koyup sınırlarını çizerken, biz henüz ölçüm aşamasının bile çok başındayız.

Peki, bu süreci hızlandırmak için nasıl bir bakış açısı geliştirmeliyiz Ersi Hocam?

Dünyada PFAS meselesi çok daha sert regülasyonlarla, ciddi yaptırımlarla ve ağır cezalarla gündemdeyken; biz de bu küresel gündemi yakından takip etmeye ve kendi zeminimizi oluşturmaya başladık. Birçok alanda dünya standartlarına uyum sağlamak zaman alsa da PFAS konusunda şimdiden





farkındalık geliştirmiş olmamız önemli bir adım. Artık meselenin 'varlığından' haberdarız; bundan sonraki aşama ise bu farkındalığı; laboratuvar altyapısına, yasal düzenlemelere ve endüstriyel denetimlere dönüştürmek olacak. Yani aslında bir 'farkındalık süreci' yaşıyoruz ve bu süreci doğru yönetirsek dünyadaki uygulamalara hızla entegre olabiliriz.

Meseleyi sosyoekonomik bir perspektifle değerlendirmek istiyorum. Konuştuğumuzdan da anlaşıldığı üzere PFAS, artık hayatın her alanına nüfuz etmiş durumda. Normalde çevresel riskler söz konusu olduğunda düşük gelirli grupların daha savunmasız olduğunu düşünürüz ancak bu molekül, zengin-fakir ayrımı gözetmeksizin, her kesimi aynı ölçüde tehdit ediyor. Bu konuda toplumsal bir farktan söz etmek mümkün mü yoksa hepimiz aynı görünmez çemberin içinde miyiz?

Aslına bakarsanız, bu konuda sosyo-ekonomik bir bariyer kalmadı. Sizin tükettiğiniz su ile bizim tükettiğimiz su aynı; bugün kapalı havzalarda dahi neler olup bittiğini, ne ölçüde kirlendiğimizi tam olarak bilemiyoruz. Çünkü ortada henüz işleyen bir denetim mekanizması yok. PFAS bu büyük çevre felaketinin sadece

bir parçası. Hazır bu konuyu açmışken, başka bir hayati tehlikeye daha dikkat çekmek istiyorum; antibiyotikler.

Her türlü antibiyotiği bilinçsizce çevreye salıyoruz. İlaç çöpe atıyoruz, tuvalete döküyoruz; daha da fenası endüstriyel hayvancılıkta kontrolsüzce kullanıyoruz. Bunlar toprağa sızıyor, oradan deniz suyuna ve içme suyu kaynaklarımıza karışıyor. Bu neden çok önemli bir hikâye biliyor musunuz? Çünkü sudaki bakteriler ve mikroorganizmalar bu antibiyotiklerle sürekli temas ettikleri için onlara karşı direnç geliştiriyorlar. Sonuçta 'antibiyotik rezistansı' dediğimiz o korkunç tabloyla karşılaşacağız. Bu ne demek? Yarın öbür gün en basit bakteriyel enfeksiyonla bile mücadele edemeyiz hâle geleceğiz; ilaçlar artık işe yaramayacak. Ben bunu insan sağlığı için en büyük tehditlerden biri olarak görüyorum. Çevre ve sağlık temelinde insanları bilinçlendirebileceğimiz o kadar çok alan var ki...

Konuyu açtığınız için aslında gündemimde olmayan ama tam da bu uyarılarınıza çözüm sunabilecek bir çalışmamızdan bahsetmek isterim. Şu an üzerinde çalıştığımız bir TÜBİTAK projesinde, sucul ekosistemler için antimikrobiyal peptitler geliştiriyoruz. Bunlar,

klasik antibiyotiklerin aksine kısa amino asit zincirlerinden oluşan ve doğadaki pek çok organizmada hâlihazırda bulunan savunma molekülleri. Amacımız, bu peptitleri sentezleyerek antibiyotiklerin yerine ikame edebilmek. Hatta bunlar sadece ilaç değil; balıklardan tüylü hayvanlara kadar pek çok türde hem yem hem de koruyucu birer bileşen olarak kullanılabilir. Antibiyotik kirliliğine karşı böyle bir alternatif üzerinde çalışıyoruz.

Gerçekten çok kıymetli ve vizyoner bir çalışma; tebrik ederim. Ancak sohbetimizin başında da vurguladığımız gibi; her zaman "kaynağında dur demek", kirlilik oluştuktan sonra onunla mücadele etmekten çok daha kolay ve etkili bir yoldur. Sizin bu peptit çalışmanız gibi bilimsel inovasyonlar, sistemin kökten dönüşümü için harika araçlar. Önemli olan bu çözümleri kirlilik henüz ekosisteme yayılmadan devreye sokabilmek.

Aslında dönüp dolaşıp aynı hayati noktaya geliyoruz: Türkiye'nin önümüzdeki 5-10 yıllık stratejik planlamasında bu meseleyi merkeze alması gerekiyor. Gerek araştırma projeleri gerekse metodolojik ve teknolojik geliştirme süreçleri

açısından, Türkiye'nin hem kendini koruyabilmesi hem de dünya standartlarını yakalayabilmesi için hangi alanlara öncelik vermesi gerektiğini düşünüyorsunuz?

Bence bu mesele o kadar nev-i şahsına münhasır, o kadar kendine has bir alan ki; başka disiplinlerin altına bir alt başlık olarak sıkıştırılmasını doğru bulmuyorum. Bu konuda müstakil ve özgün bir 'Çalışma Grubu' oluşturulması şart. Bu grup; insan sağlığı üzerindeki etkilerden tutun, doğadaki temizleme yollarına, kaynak tespitinden suçlunun belirlenmesine ve cezalandırılmasına kadar her adımı uçtan uca yönetmeli.

Burada özellikle bir noktanın altını çizmek istiyorum: yaptırım. Siz ne kadar az ceza verirsiniz, kirlenler bu meseleyi o kadar az umursayacaktır. Avrupa'da bugün bu konuda devasa tazminatlar ve çok ciddi yaptırımlar uygulanıyor. Dolayısıyla, teknik araştırmanın yanı sıra hukukla sıkı bir iş birliği içerisinde çalışan; araştırma, geliştirme ve uygulamayı aynı potada eriten bir yapı kurulmalı.

Üniversitelerimiz bilimsel altyapıyı sağlamalı, TÜBİTAK bu projeleri stratejik olarak desteklemeli ve ilgili bakanlıklar koordinasyonu yürütmeli. PFAS o kadar çok farklı odağı ilgilendiren çok katmanlı bir sorun ki ancak bu şekilde bir devlet politikası hâline getirilirse başarılı olabiliriz.

Peki, bu mesele toplumun gündemine nasıl taşınabilir? PFAS'ın artık sıradan insanların da konuştuğu bir konu hâline gelmesi nasıl sağlanabilir?

Bugün PFAS kullanılmayan malzeme neredeyse yok. Gözümüze taktığımız lenslerden gıdaların sarıldığı yağlı kâğıtlara kadar pek çok üründe PFAS bulunuyor. Kıyafetlerimizde de var; kırımayan, ütü gerektirmeyen ya da dış mekânda su geçirmeyen özellikteki ürünlerde kullanılıyor. Toplumdaki farkındalık potansiyelini harekete geçirmek gerek. İnsanların PFAS'ın ne kadar sakıncalı olabileceğini bilmesi önemli. Ancak bireylerin tek başına yapabileceği çok fazla şey yok. Bu sorunun varlığını görmeleri ve bunun bir problem olduğunu dile getirmeleri, bizim bilgilendirdiğimiz yetkililer üzerinde bir itici güç oluşturabilir diye düşünüyorum.

PFAS davalarında dünyada çok büyük tazminatlar gündeme geliyor. Bir hastalığın belirli bir kaynaktan gelen PFAS maruziyeti sonucu ortaya çıktığını kanıtlamada adli toksikolojinin sınırları nelerdir? Nedensellik bağı bu kadar karmaşıkken adalet nasıl sağlanabilir?

Çok güzel bir soru, teşekkür ederim. Aslında biraz önce de buna kısmen değinmiştim. Dünyada bu konuda artık yavaş yavaş bazı adımlar atılmaya başlandı. Bu işin iki boyutu var. Birincisi PFAS'ların tespit edilmesi; bu esasen bir laboratuvar meselesi. Örneğin bir üretici firmanın ne kadar PFAS ürettiğini, bu maddeleri nasıl kullandığını ya da Marmara Denizi'ne ne kadar PFAS bırakıldığını analitik yöntemlerle tespit etmek mümkündür.

İkinci olarak elde edilen verileri karşılaştırabileceğimiz bir veri bankasına da ihtiyaç var. Böyle bir veri tabanının oluşturulabilmesi için ayrıca kapsamlı araştırma programlarının yürütülmesi gerekiyor. Yani işin bir uygulama, bir de hazırlık aşaması var. Eğer gerekli hazırlık yapılır ve kimlerin neyi ne ölçüde kullandığı ortaya konulabilirse, o zaman çevrede nerede ne bulunduğunu ve kirlenmenin kaynağını daha net biçimde tespit etmek mümkün olur. Buna bağlı olarak sorumlulukların ve yaptırımların belirlenmesi de kolaylaşır.

Ancak burada kanun koyucunun ve özellikle bakanlıklar gibi yetkili kurumların sürece aktif biçimde öncülük etmesi gerekiyor. Çevre suçlarının en büyük sorunlarından biri de bu noktada ortaya çıkıyor: Kirlenici çoğu zaman çok düşük cezalarla karşılaşılıyor, bu cezayı ödeyip faaliyetlerine devam edebiliyor. Oysa çevreye verilen zarar bazen onlarca hatta yüzlerce yıl sürebilecek etkiler yaratabiliyor.

Ancak bir gerçeğimiz daha var. Türkiye; tekstil, deri ve yangın söndürme ekipmanları gibi sektörlerde dünyanın devleri arasında. Ve takdir edersiniz ki bu sektörlerin tamamı yoğun şekilde PFAS kullanıyor. Bir yanda böylesine devasa bir ekonomik güç, diğer yanda "Sınır getirin." diyen bir çevresel talep varken; bu iki kutup arasındaki gerginliği nasıl çözeceğiz?

Bakin, biz "Bu maddeyi asla kullanma!"

demiyoruz. Tekstilciye veya sanayiciye "PFAS'tan vazgeç!" diye bir dayatmada bulunmuyoruz. Bizim söylediğimiz şey çok net: PFAS'ını kullan ama ondan sonra ortaya çıkan atığını usulüne uygun şekilde yönet! Kirli suyunu, kimyasalını olduğu gibi doğaya salma. Eğer atık kontrolü ciddi bir disiplinle sağlanırsa, ekonomik üretimle çevre sağlığı pekâlâ bir arada yürüyebilir.

Burada en kritik nokta, o meşhur 'farkındalık' hikâyesinin hangi boyuta ulaşacağıdır. Sizin de az önce belirttiğiniz gibi; eğer kamuoyu bu maddelerin zararını bizzat idrak eder ve talebini bu yönde şekillendirirse, üretici de üretim tarzını değiştirmek zorunda kalır. Tüketici bilinçlenip, "Üzerinde PFAS kalıntısı olan ürünü almıyorum." dediği anda pazarın kuralları yeniden yazılır. Üretici o zaman gerçekten "PFAS içermez." etiketini hak etmek için uğraşır.

Bu süreç ilk bakışta uzun vadeli bir değişim gibi görünebilir ancak insan topluluklarının mekanizmalarını ve tepki potansiyellerini küçümsemek lazım. Bazen bu tür toplumsal dönüşümler öngörülemez kadar hızlı gerçekleşebilir. Bizim görevimiz, bu farkındalık ateşini yakmak ve süreci bilimsel verilerle desteklemektir.

Ersi Hocam, anlattıklarınızdan anlıyoruz ki PFAS meselesi sadece tıbbi ya da ekonomik bir sorun değil; malzeme biliminden ekolojiye, gıda güvenliğinden tekstile kadar hayatın her alanını kuşatan, tam manasıyla multidisipliner bir problem. Bu 'PFAS hikâyesi' aslında toplumun her kesiminin duyarlı olması ve çözüm üretmesi gereken ortak bir mesele. Bizi bu denli aydınlattığınız için teşekkür ederiz. Son olarak eklemek istediğiniz bir mesajınız var mı?

Böyle hayati ve çetrefilli bir konuyu gündeme taşıyan, sayfalarında bu meseleye özel bir alan açan Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi (SD) olarak sizler aslında birer öncüsünüz. Şimdi bu bayrağı elinize alın ve bu yayıncılık anlayışıyla en ön safta yürüyün. Gerekli farkındalık ortamını sağlayabileceğinizden ve bu bilimsel sorumluluğu başarıyla sırtlanacağınızdan eminim. Yolunuz açık olsun; tıp kültürü ve toplum sağlığı adına attığınız bu adımlar çok kıymetli.