

POLİSİKLIK AROMATİK HİDROKARBONLAR

Araş. Gör. Berat NURSAL*,
Prof. Dr. Mine YURTTAGÜL**

ÖZET

Epidemiyolojik çalışmalar, beslenme ve kanser oluşum riski arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Besinler, sağlık açısından yararlı bileşikleri içerebildikleri gibi bazı toksik organik bileşikler de içerebilirler. Bu toksik öğelerden birisi de polisiklik aromatik hidrokarbonlardır. İnsanlara hem besinlerle hem de kontamine olmuş hava, toprak ve su ile ulaşırlar. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar motor yağlarının, gazlarının, kömür ve odunun yaygın olarak enerji eldesinde kullanılması sonucu yüksek oranda havaya karışırlar. Böylece, insanlara solunum ve deri yoluyla geçerek akciğer, deri ve safra kesesi kanserlerine neden olabilirler. Bu tür bileşiklerin vücuda alınmalarının diğer bir kaynağı da özellikle yağlı, tütsülenmiş ve ızgara yapılmış besinlerdir. Bu yazıda, polisiklik aromatik hidrokarbonların insan sağlığı üzerine etkileri ve bulaşma yolları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polisiklik aromatik hidrokarbonlar, kanser, çevre kirliliği, besinler.

ABSTRACT: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

Epidemiological studies indicate a significant relationship between nutrition and cancer risk. Food may contain components that are not only inert for health but also toxic organic compounds. Polycyclic aromatic hydrocarbons are one of these toxic substances. Humans can take these compounds from foods, contaminated air, soil and water. High concentrations of PAHs can contaminate air by the usage of grease oils, gases, coal and wood in order to provide energy. Thus, it may cause lung, skin and bladder cancers. Another way to get these compounds into the body is especially by consuming fatty, smoked and grilled foods. In this article, contamination routes and health hazards of polycyclic aromatic hydrocarbons are reviewed.

Key Words: Polycyclic aromatic hydrocarbons, cancer, environment pollution, foods.

GİRİŞ

Son zamanlarda doğal besinlere olan ilgi, besinlerde düşük düzeylerde bulunan sentetik ve doğal kimyasalların güvenilirliği konusunda birçok soruyu gündeme getirmiştir. Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalarda, besinlerde bulunan sentetik, doğal veya yeni oluşan kimyasal bileşiklerin kanser oluşumuna neden olduğu, bu yüzden de insan sağlığı ile yakından ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (1,2).

Kanser oluşumuna neden olan bileşiklerin (karsinogenlerin) çoğunluğu hava, su ve toprakta bulunur ve buralardan bitki ve hayvanlara geçer. Bunlardan biri de Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)' dir (3). Bu derlemede, PAH' ların vücuda alınım miktarları ve yolları, sağlığa etkileri irdelenmiştir.

PAH' lar, organik bileşiklerin tam olarak yanmaması veya pirolizi sonucu oluşan bileşiklerdir (4).Epidemiyolojik çalışmalar, tüm insan kanserlerinin büyük bir kısmının (% 20-50) diyet kaynaklı olduğuna dikkat çekmektedir. Özellikle kırmızı et ve hayvansal yağ tüketiminin kolon kanseri ile olan ilişkisi üstünde durulmaktadır. Pişmiş etler, tütsülenmiş etler ve balıklar, genotoksik hasara yol açan PAH' ları yüksek miktarlarda (2-200 µg/kg) içerirler (5).

Genel olarak PAH' lar, suda çözünürlüklerine (düşük - çok düşük), uçuculuklarına (düşük-orta) ve doğada buldukları ortamlardaki yarılanma sürelerine göre çeşitlilik gösterirler. PAH' ların yarılanma süreleri sulu ortamda 1 hafta - 2 ay, toprakta 2 ay - 2 yıl ve tortularda 8 ay -6 yıl arasında değişmektedir. Molekül ağırlıkları arttıkça hidrofobik özellikleri de artar (6). Bazı PAH' ların kimyasal yapıları Şekil 1' de verilmiştir (7,8).

İnsanlara hem direk (besin, sigara, hava kirliliği) hem de dolaylı (kirlenmiş toprak ve su) olarak ulaşırlar (9). Doğada bulunan birçok PAH üzerinde yapılan çalışmalarda, solunum ve deri yoluyla alınan PAH' ların bazılarının akciğerde ve deride karsinogenik etkili olduğu, bazılarının da tümör oluşturucu ak-

* H. Ü. Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Araştırma Görevlisi

** H. Ü. Beslenme ve Diyetetik Bölümü,Öğretim Üyesi

tivite gösterdiği saptanmıştır (4, 7). Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC), PAH' ları kesin, yüksek olasılıkla ve muhtemel karsinojenler olarak sınıflandırmıştır. Epidemiyolojik verilerle kanıtlanmış olanlar kesin karsinojen; deneysel olarak kanıtlanmışlar ise yüksek olasılıkla ve muhtemel karsinojen olarak değerlendirilmiştir (Tablo 1) (10).

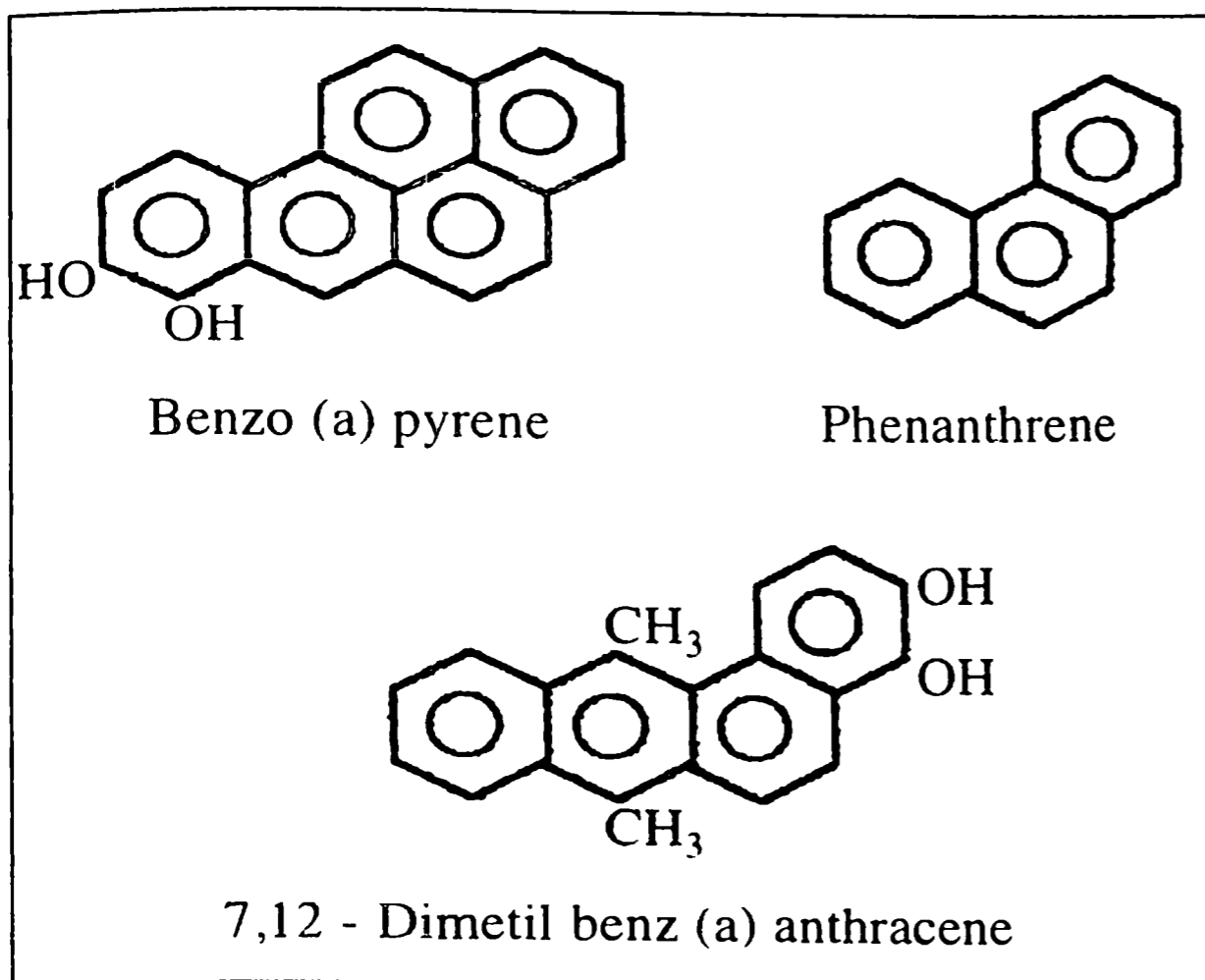
Deney hayvanları üzerinde yapılan bir araştırmada (11), beş farklı PAH' ın Benz (a) anthracene, benzo (a) pyrene, crysene, indenopyrene, benzo (b) fluoranthene) sitotoksik etkileri incelenmiştir. Benzo (a) pyrene ve benz a anthracene'in yüksek; indenopyrene, crysene ve benzo (b) fluoranthene'nin düşük toksisite gösterdiği ve bu etkilerinin doza bağımlı olarak arttığı bulunmuştur.

Çalışmalarda PAH' lar içinde, üzerinde en fazla inceleme yapılan Benzo (a) pyrene (BaP)' dir (4) ve en bilinen biyolojik belirteci de idrarda saptanan 1-hydroxypyrene (pyrene'in temel metaboliti)' dir; bu yüzden çalışmalarda idrar 1-hydroxypyrene miktarı saptanmaktadır (9).

Kaynakları ve Etkileri

Hava : Enerji elde etmek için tüm dünyada motor yağlarının, gazların, kömür ve odunun yaygın olarak kullanımı sonucu havada yüksek oranda PAH bulunur (4). Havadaki PAH içeriği özellikle kışın şehirlerde kömür sobalarının yanmasıyla önemli düzeylere ulaşmaktadır (9).

Şehirlerde çoğunlukla araçların egzozlarından birçok PAH ve düşük molekül ağırlıklı hidrokarbonlar havaya karışmaktadır (12). Ayrıca kok işleyen fabrikalarda, dökümhanelerde veya alüminyum fabrikaları gibi birçok sanayi kolunda PAH' lar oluşmakta ve



Şekil 1. Bazı PAH' ların Kimyasal Yapıları (7,8).

Tablo 1. IARC' nin Karsinojenite Sınıflaması (10).

| Yüksek Olasılıkla Karsinojen | Muhtemel Karsinojen |
|------------------------------|---------------------------|
| Benz (a) anthracene | Benzo (b) fluoranthene |
| Benzo (a) pyrene | Benzo (j) fluoranthene |
| Dibenz (a,h) anthracene | Benzo (k) fluoranthene |
| | Chrysene |
| | Dibenz (a,h) acridine |
| | Dibenz (a,j) acridine |
| | 7H-Dibenz (c,g) carbazole |
| | Dibenzo (a,e) pyrene |
| | Dibenzo (a,h) pyrene |
| | Dibenzo (a,i) pyrene |
| | Dibenzo (a,l) pyrene |
| | Indeno (1,2,3-cd) pyrene |

çevreye yayılmaktadır. Bunun sonucu olarak da insanlar solunum yoluyla PAH' ları vücutlarına alırlar (4, 13). Bu tür işlerde çalışan kişilerde PAH' ların karsinojenik etkilerinin araştırıldığı ve son 10 yıllık epidemiyolojik çalışmaların değerlendirildiği bir çalışmada (10), 40 yıl süre ile üst düzeyde (0.2mg/ m³) PAH' lara maruz kalındığında akciğer ve safra kesesi kanseri görülme riski 1.3 ve 2.2 olarak saptanmıştır.

Deney hayvanları üzerinde yapılan bir çalışmada, solunan BaP veya PAH miktarına göre akciğer tümör oluşum hızının arttığı saptanmış ve BaP' ın kanser oluşturma hızı $2 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Amerika' da Çevre Koruma Örgütü (EPA)' nün belirlediği değer 70 yıllık bir ömür için $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'dür (4).

Dört farklı PAH' ın intrapulmoner olarak verildiği ve karsinojenik potansiyellerinin ölçüldüğü bir araştırmadan elde edilen verilere göre, BaP' ın karsinojenik potansiyeli 1.00 kabul edildiğinde, Dibenz (a,h) anthracene' in 1.91, crysene' in 0.03, benzo (b) naphtho (2,1-d) thiophene' in 0.02 ve phenanthrene' in 0.001 olduğu bulunmuştur (13).

Hava kirliliğinde asıl sorun, kimyasalların tam olarak yanmamasıdır. Bunun ise biyolojik etkileri, insan sağlığı ve ekosistem üzerine olmaktadır. Her iki etki de de akut veya kronik olabilmektedir. Bu kimyasalların vücuda veya ekosisteme karışmaları sonucu değişik reaksiyonlar oluşabilmektedir. Bu reaksiyonlardan biri de nitratlı PAH' lardır. Tam olarak yanmamış PAH' lar ile okside olmuş nitrojenin (NO_x) düşük pH' da biraraya gelmesiyle oluşurlar ve kuvvetli genotoksik ajanlardır. Nitro-PAH' ların kaynakları

ise, dizel ve benzinle çalışan araçlar, egzoz gazları, şehirdeki hava, nehirler ve bazı besinlerdir. İnsan yaşamında yarattığı risk $0.15-49 \times 10^{-6}$ olarak saptanmıştır. Besinlerin ise diğer etmenlerin içinde risk oluşturma faktörünün sıfır olduğu, fakat yine de nitro-PAH' ların bir kaynağı olduğu unutulmamalıdır (14).

Nitro-PAH' ların önemli kaynaklarından biri de, endüstride ve tarımda oldukça fazla kullanılan dizel motorlardır. Bu motorlarla yakından ilişkisi olan kişiler ise dizel egzosundan direk olarak etkilenmektedirler. Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalarda, egzosdan çıkan bileşiklerin karsinojenik etkisi saptanmıştır. Oto tamircileri üzerinde yapılan pilot bir çalışmada da istasyonda 1-nitropyrene konsantrasyonu $0-5.6 \text{ ng/m}^3$ olarak bulunurken, nitro-PAH' ların ve PAH' ların burda çalışanların idrarlarındaki konsantrasyonları ofiste çalışanlarınkinden 1.7-2.0 kat fazla olduğu saptanmıştır (15).

PAH' ların bir başka kaynağı da kullanılmış motor yağlarıdır. Kullanılmış dizel ve benzin motor yağlarında en çok rastlanan PAH konsantrasyonu, sırasıyla 75 ve 416 ppm olarak bulunmuştur. İnsanların bunları alma yolu ise başlıca deri olmak üzere solunum yoluyla. Deri yoluyla alınan PAH' ların miktarının araştırıldığı bir çalışmada, otomobil tamircilerinin idrar 1-pyrenol atımları ölçülmüş, atım miktarının kontrol grubuna göre yüksek olduğu bulunmuştur. Aynı çalışmada, diyet ve sigara içmenin de etkilerine bakılmış ve sigaranın atımı etkileyen önemli bir faktör olduğu, diyetin ise oldukça zayıf bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Diyetin etkisi ise sadece haftasonu PAH içeriği yüksek besinlerin alınmasına bağlı olarak arttığı vurgulanmıştır (16).

Sigara dumanı ile de önemli miktarlarda PAH alınmaktadır (BaP miktarı $10-50 \text{ ng}$ / sigara veya 4 kat fazlası) (5,17). Amerika' da günlük olarak alınan BaP' in 0.16 ile $1.6 \mu\text{g}$ arasında olduğu, Hollanda' da ise $1.1-22.5 \mu\text{g}$ olduğu bildirilmiştir. Bu miktarlar 100 sigara içimi ile de $0.2-12.2 \mu\text{g}$ olmaktadır ki bu da sigara içenlerin daha fazla BaP almaları anlamına gelmektedir. Yapılan bir araştırmada, havadan maksimum düzeyde alınan BaP' in besinlerle alınandan 10 kat daha az veya günde 10 sigara içilmesi sonucu alınan miktara eşit olduğu bildirilmiştir (2).

Su: Atık su tortuları, geniş oranda organik kimyasalları içerirler. Bunların tarımsal alanlarda kullanılması, toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine olumlu etki yaparak ürünün büyümesini arttırabilirler. Bunun yanısıra bu tür tortular, topraktaki birçok toksik organik kimyasalın da konsantras-

yonunun artışına neden olur ki bu kimyasallar içme suyu rezervlerine ve / veya besin zincirine karışırsa insan sağlığını olumsuz yönde etkilerler (8). PAH' lar kontamine olmuş sulardan insanlara deri yoluyla geçebildikleri (9) gibi, içme ile ya da suda yaşayan organizmalarla da geçerek tehlike oluşturabilmektedirler (17).

Suları kontamine eden kimyasalların biyolojik olarak birikmesi için belli başlı üç özelliğe sahip olmaları gerekir. Bunlardan ilki, yüksek oktanol-su partiyon katsayısının olması; ikincisi suya karşı dayanıklı olmaları; üçüncüsü ise besine ulaşana kadar aradaki canlıları yok etmeyecek şekilde düşük bir toksisiteye sahip olmasıdır. Bu özellikler göz önünde bulundurulduğu zaman, PAH' ların bu koşullardan sadece ilkinde sahip oldukları, suda metabolize oldukları yani suya karşı dayanıksız bileşikler oldukları söylenebilir. Diğer zararlı organik kimyasallara (PCB, DDT gibi) göre PAH' ların insanlara su ile ulaşmaları düşük bir risk olarak değerlendirilebilir (18).

Besinler: Diyet ile alınan PAH' lar da önemlidirler ve çevreye yönelik çalışmalarda diyetin temel PAH kaynaklarından biri olduğu gösterilmiştir (7). Beş gönüllü bireyin düşük ve yüksek PAH içerikli diyet tüketimi sonucu, diyetle 100-250 kat fazla alınan BaP' in idrar 1-hydroxypyrene atımını 4-12 kat artırdığı; vücuttaki yarılanma süresinin 4.5 saat ve maksimum atım hızının da 6-7 saat olduğu saptanmıştır (18). Yapılan başka bir çalışmada ise, yaşam biçimi ve kişisel faktörlerin 1-hidroksypyrene atımına etkisi incelenmiş; sigara içiminin ve diyetin, atım miktarını belirgin şekilde etkilediği bulunmuştur (9).

PAH' ların karsinojenik potansiyellerinin laboratuvar hayvanlarında gösterilmesine rağmen, besin yolu ile alınanların etkisi ile ilgili epidemiyolojik bir bilgi henüz elde edilememiştir. Bu da, insanların besinlerle alınan PAH' lardan bir şekilde korunabildikleri anlamına gelebilir; çünkü barsak sisteminde indüklenebilir P-450 izozimlerinin düzeyi oldukça düşüktür, böylece barsaklarda tümör oluşumu yok denecek kadar düşük düzeyde tutulmaktadır. Bunun yanısıra, BaP' nin kalın barsaktan geri emilimi de önemli bir faktördür, çünkü bu yolla enterohepatik dolaşıma geçer ve diğer organlara taşınabilir. Yapılan çalışmalarda, BaP' nin emilip kana geçmesi gibi bir durumda, kandan bir dakika gibi kısa bir sürede hemen temizlenmeye başladığı saptanmıştır. Meme ve diğer yağlı dokular PAH' ların depo edildiği yerlerdir. PAH ve metabolitlerinin en yüksek düzeyde bulunduğu organ ise kalın barsaktır. Böbrek yolu ile atım oranı ise % 1-3 kadardır. Esas atım yolu safra aracılığı ile feçes-

tir. BaP'nin barsaktan emilimini arttıran ve azaltan bazı besinler vardır. Yağlı besinler emilimi arttırırken, sulu besinler BaP'nin emilimini azaltmaktadır. Bunlara ek olarak, yeşil sebzelerde bulunan quersetin ve klorojenik asit gibi bazı bileşikler BaP'nin emilimini engellemektedir. Bu öğelerin yapılan in-vitro testlerde karbon atomunun BaP'ni sıkı bir şekilde adsorbladıkları ve kullanımını azalttıkları saptanmıştır. Böylece, kızartılmış etlerle alınan PAH'ların azaltılmasında karbon atomunun varlığı koruyucu bir faktör olabilmektedir (2).

PAH'lar, dumanlama ve pişirme gibi işlemler sonucu et ürünlerine, kontamine olmuş havadan sebze ve meyvelere ya da denizlerin kirlenmesiyle deniz ürünlerine bulaşır (4,9,17). İngiltere'de PAH'ların diyetteki miktarlarının saptandığı bir araştırmada (20), yağlı besinlerde ve tahıllarda en yüksek düzeylerde yer aldığı, bunları da meyve ve sebzelerdeki miktarların izlediği bulunmuştur. Almanya'da ise toplam diyetle alınan PAH miktarının 5 -17 µg/gün olarak değiştiği; bunun yarısının karsinogenik PAH'lar olduğu ve başlıca kaynakların şeker ve şekerlemeler, tahıllar, sıvı ve katı yağlar, yağlı tohumlar olduğu bildirilmiştir (21).

Kızartılmış besinlerde BaP iki yolla oluşur: 1) Kömürün üstüne damlayan yağın piroliz olması ve BaP içeren partiküllerin ete geçmesi; 2) Yanan gazın tam olarak yanmaması ve besin üzerinde birikmesi. Bunların dışında etin ateşe olan uzaklığının 6-7 cm olması da PAH'ların maksimum düzeyde oluşmasına neden olmaktadır (19).

İsveç'te kızartılmış etlerde yapılan bir çalışmada (22), PAH miktarının pişirmede kullanılan yöntem ve ısı kaynağına göre değiştiği, elektrikli ızgara veya yağda kızartmanın PAH oluşumunu etkilemediği fakat odun kömüründe kızartmanın PAH düzeyini arttırdığı; bu artışın da besinin yağ içeriğine göre değiştiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada, oluşan BaP'nin Ames testinde mutajenik olduğu da saptanarak etlerin odun ateşinde kızartılmaması önerilmiştir. Almanya'da 1973 yılından itibaren dumanlanmış et ürünlerinde BaP miktarı 1 µg/kg ile sınırlandırılmıştır (17,22).

Lawrence ve Weber (23), Kanada'da tüketilen balık ve et ürünlerinde PAH miktarlarını araştırmışlar ve şu sonuçları elde etmişlerdir: Kömürde kızartılan hamburgerdeki PAH miktarının karsinogenik düzeyde olduğu fakat bunun aksine yağda kızartılanlarda çok düşük olduğu; dumanlanmış balıklarda dumanlanma derecesine göre PAH miktarının arttığı ve dumanlanmamış olanların PAH içermediği; konserve

yapılmış kabuklu deniz ürünlerinde PAH miktarının 4 ile 49.6 ng / kg arasında değiştiği ve bunların yağlarında ise kendi PAH içeriklerinden 7-8 kat fazla olduğu saptanmıştır. Tablo 2'de besinler, PAH içeriğine göre sınıflandırılmış olarak verilmiştir (19).

Mide kanserine neden olan nitrit ile PAH'ların birlikte alımıyla oluşabilecek mutajenik bileşiklerin araştırıldığı bir çalışmada, nitrit ile işlem görmüş etlerin mutajenik aktivitesinin ızgarada pişirilme derecelerine göre değiştiği saptanmıştır. Orta düzeyde pişmiş olanların iyi pişmiş olanlara kıyasla daha az mutajenik aktivitesi saptanmıştır. Yağ içeriği az olan etlerde daha az PAH oluşması, mutajenitenin tipi ve derecesini pişirilen besinin bileşiminin etkilediği sonucunu vermektedir (24).

Nitro-PAH'ların besinlere bulaşması hava kirliliği, kontamine olmuş topraktan bitkilere geçmesi, kurutma, kavurma ve dumanlama gibi teknolojik uygulamalar sonucu olabilmektedir. Bazı besinlere bulaşan nitro-PAH'ların araştırıldığı bir çalışmada (25), baharatlar ve dumanlanmış besinlerin en yüksek oranda nitro-PAH içerdikleri, sebze ve meyvelerin ise önemli miktarlarda içerdiği rapor edilmiştir. Biyoindikatör bitki olarak kullanılan maydanozda yaprak yüzey alanının fazla olması nedeniyle belirgin miktarlarda nitro-PAH'lar saptanmıştır. Sebzelereki nitro-PAH'ların yıkama ile azaltılabileceğine dikkat çekilmiştir. Aynı araştırmada elde edilen diğer bulgulara göre, elzem yağları içeren havuçlarda da PAH türevleri saptanmıştır, çünkü havuçtaki elzem yağlar lipofilik olan PAH'ları çözücü özellik göstermektedir. Bunlara ek olarak, yağlarda bulunan nitro-PAH'

Tablo2. PAH İçeriği Yüksek ve Düşük Olduğu Belirlenen Besinler (19).

| Düşük | Yüksek |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Domates soslu makarna | Bitkisel yağlar |
| Domates | Katı yağlar |
| Portakal suyu | Kızartmalar |
| Meyveler | Kabuklu deniz ürünleri |
| Sebzeler: bezelye, fasulye, mısır | Tütsülenmiş etler |
| Pirinç | Izgara etler ve besinler |
| Yulaf ezmesi | Kavrulmuş kahve |
| Ekmek | Çay |
| Mercimek | Yeşil yapraklı sebzeler |
| Süt | Kızartılmış ekmek |
| Çorbalar | Mayonaz |
| | Patates cipsleri |

ların ise, yağlı tohumların yakıt gazıyla kurutulması sırasında ortaya çıktığı bildirilmiştir. Aynı koşul, kahvenin kavrulması ile de söz konusudur, fakat nitro-PAH' lar kahve suyuna geçmedikleri için toksikolojik açıdan önemli olmadığı vurgulanmıştır (25).

Birçok sebze ve meyvede PAH bulunmaktadır ve bunlar daha çok kirli havanın bulunduğu yerlerde bitkinin yüzeyinden geçmektedirler. Bitkisel sıvı yağlar da kirli havayla temas sonucu ve PAH' ların özellikle yağ içinde çözünbilmesi nedeniyle yüksek oranlarda PAH içerebilirler. Ignesti ve arkadaşları (26), havadaki PAH düzeyi ile zeytinlerdeki miktarlar arasında korelasyon olduğunu göstermişlerdir. Bu olumsuz etkilerden en az oranda etkilenmek için, trafik akışının çok fazla olduğu yollara yakın yerlerde sebze ve meyve yetiştirilmemesi, satışlarda ise izin verilen kirliliğin 0.3 µg/kg' ı geçmemesi öngörülmektedir (17).

Alkollü içkiler arasında yer alan viskinin de üretimi ve depolanması sırasında da bir çok PAH kaynağı bulunmaktadır. İskoç maltı bir çeşit kömürle yanan fırınlarda kurutulur ve bu arada oluşan duman malta lezzet verir. Çeşitli viskilerin PAH içeriklerinin 0.3 - 2.9 ng / L arasında bulunan bir çalışmada yapım özelliği açısından İskoç viskilerinin PAH içeriği açısından başı çektiği, fakat dumanlanmış ve kavrulmuş besinlerle karşılaştırıldığı zaman bu değerlerin oldukça düşük bulunduğu vurgulanmıştır (27).

Bebekler için en önemli besin anne sütüdür. Gebelik süresince bazı kimyasallar anne sütüne geçebilmektedir. PAH' ların anne sütüne geçmeleri ile ilgili pek fazla veri olmamasına karşın, Almanya' da yürütülen bir çalışmada anne sütündeki PAH konsantrasyonunun 5-15 ng / kg süt olduğu ve çoğunlukla bir indikatör olan BaP' nin miktarının da 6.5 ng / kg olduğu bildirilmiştir (28). Bulgaristan' da yapılan bir çalışmada (29) ise, 305 gebe son trimesterlerinde kurşun ve hidrokarbon yönünden incelemeye alınmış; sonuçta organik çözücülerin ve hidrokarbonların yoğun olduğu bölgelerde yaşayanlarda nefropati ile birlikte toksemi, sürekli düşük yapma ve anemi yaygın bir şekilde gözlenmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerek çevremizde gerekse besinlerimizde karsinogenik ve mutajenik etkileri olan PAH' ların varlığı bilinmektedir. PAH' ların beslenme yönünden zararlarının en aza indirilmesi için, özellikle hayvansal besinlerin kömür veya başka türlü ateş üzerine koyularak ızgara yapılmaması gerekir. Izgara yapıldığında ise yanan ateşin üzerinde değil, alevler söndükten sonra köz ateşinde pişirme işlemi yapılmalı, etle ateş

arasındaki mesafe en az 7 cm, ideal olarak da 10-15 cm olmalıdır.

Diyette, BaP' nin barsaklardan emilimini değiştirerek biyoyararlılığını etkileyen öğelere de dikkat edilmelidir. Özellikle yağlı besinlerin emilimi artırdığı, su oranı yüksek olanların ise azalttığı göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, yeşil sebzelerde doğal olarak bulunan quercetin ve klorojenik asit gibi bazı bileşikler BaP' nin biyoyararlılığını inhibe ettiği için bu tür besinlerin tüketimleri artırılmalıdır. Yeterli ve dengeli beslenme ile vücuda alınan iyi yıkanmış sebze ve meyveler, içerdikleri posa, antioksidan vitaminler, karotenidler ve biyoflavonoidler ile karsinogenik maddelere karşı koruyucu özellik taşırlar.

PAH' ların en önemli kaynaklarından biri olan sigaranın sağlığı bozucu etkileri uzun yıllardır bilinen bir gerçektir; dolayısıyla sigara kullanılmamalıdır. Teknolojinin ve endüstrileşmenin gelişmesiyle birlikte çevre kirliliğine neden olan atık maddelerin havaya, toprağa ve suya geçişleri artmaktadır. Bu şekilde PAH' larla birlikte diğer birçok karsinogen madde insanlara ulaşmaktadır. Bu yüzden hava, toprak ve su kirliliğini önleyici tedbirler alınmalı ve denetimler etkin bir şekilde sürdürülmelidir. Et ve ürünlerinde, trafik akışının yoğun olduğu yollara yakın tarlalarda yetişen besinlerde PAH miktarları saptanarak ülkemiz açısından gerekli önlemler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Abbott PJ. Carcinogenic chemicals in food : Evaluating the health risk. *Fd chem toxic* 30 (4): 327,1992.
2. Stavric B, Klassen R. Dietary effects of the uptake of benzo (a) pyrene. *Fd Chem Toxic* 32 (8): 727, 1994.
3. Criss WE Baysal A. Kanserden korunmak için beslenme rehberi, Türkiye Diyetisyenler Derneği Yayını: 5, 1994.
4. Heinrich U, Roller M, Pott F. Estimation of a lifetime unit lung cancer risk for benzo (a) pyrene based on tumour rates in rats exposed to coal tar/pitch condensation aerosol. *Toxicol Lett* 72 : 155, 1994.
5. Strickland PT, Groopman JD. Biomarkers for assessing environmental exposure to carcinogens in the diet. *Am J of Clin Nutr* 61 (3 Suppl.): 710S, 1995.
6. Kalf DF, Crommentuijn T, Van De Plassche EJ. Environmental quality objectives for 10 polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Ecotox Environ Saf* 36 (1): 89, 1997.
7. Dipple A, Peltonen K, Chaw Cheng S, et al. Chemical and mutagenic specificities of polycyclic aromatic hydrocarbon carcinogens. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Vol. 354 : 101, 1994.

8. Beck AJ, Johnson DL, Jones KC. The form and bioavailability of non-ionic organic chemicals in sewage sludge-amended agricultural soils. *Sci Total Environ* 185 (1-3) : 125, 1996.
9. Jongeneelen FJ. Biological monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons, 1-hydroxypyrene in urine of people. *Toxicol Lett* 72: 205, 1994.
10. Mastrangelo G, Fadda E, Marzia V. Polycyclic aromatic hydrocarbons and cancer in man. *Environ Health Perspect* 104 (11): 1166, 1996.
11. Knebel JW, Aufderheide M, Emura M. Comparison of biological effects of different polycyclic aromatic hydrocarbons in lung cells of hamster and rat in vivo. *Toxicol Lett* 72 : 65, 1994.
12. Hemminki K, Zhang LF, Krüger J, et al. Exposure of bus and taxi drivers to urban air pollutants as measured by DNA and protein adducts. *Toxicol Lett* 72 : 171, 1994.
13. Wenzel-Hartung R, Brune H, Grimmer G, et al. Evaluation of the carcinogenic potency of 4 environmental polycyclic aromatic compounds following intrapulmonary application in rats. *Exp Pathol* 40 (4): 221, 1990.
14. Möller L, Lax I, Eriksson LC. Nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons: A Risk assessment for the urban citizen. *Environ Health Perspect* 101 (Suppl. 3) : 309, 1993.
15. Scheepers PTJ, Thuis HJTM, Martens MHJ, et al. Assessment of occupational exposure to diesel exhaust. The use of an immunoassay for the determination of urinary metabolites of nitroarenes and polycyclic aromatic hydrocarbons, *toxicol lett* 72 : 191, 1994.
16. Granella M, Clonfero E. Urinary excretion of 1-pyrenol in automotive repair workers. *Int Arch Occup Environ Health* 65 (4) : 241, 1993.
17. Ünal P, Baykan A. Gıdalarda bulunan polisiklik aromatik hidrokarbonlar. *Gıda* 18 (4) : 273, 1993.
18. Clarkson TW. Environmental contaminants in the food chain. *Am J Clin Nutr* 61 (3 Suppl.) : 682S, 1995.
19. Buckley T, Liroy PJ. An examination of the time course from human dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons to urinary elimination of 1-hydroxypyrene. *Brit J Indust Med* 49(2): 113, 1992.
20. Dennis MJ, Massey RC, McWeeny DJ, et al. Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in UK total diets. *Fd Chem Toxic* 21 (5): 569, 1983.
21. Gilbert J. The fate of environmental contaminants in the food chain. *Sci Total Environ* 143 (1): 103, 1994.
22. Larsson BK, Sahlberg GP, Eriksson AT, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in grilled food. *J Agric Food Chem* 31 : 867, 1983.
23. Lawrens JF, Weber DF. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in some canadian commercial fish, shellfish, and meat products by liquid chromatography with confirmation by capillary gas chromatography-mass spectrometry. *J Agric Food Chem* 32 : 769, 1984.
24. Kangsadalampai K, Butryee C, Manoonphol K. Direct Mutagenicity of the polycyclic aromatic hydrocarbon-containing fraction of smoked and charcoal-broiled foods treated with nitrite in acid solution. *Fd Chem Toxic* 35 (2): 213, 1996.
25. Schlemitz S, Pfannhauser W. Monitoring of nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in food using gas chromatography. *Z Lebens Unters Forsch* 203 (1) : 61, 1996.
26. Ignesti G, Lodovici M, Dolara P, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in olive fruits as a measure of air pollution in the valley of florence (Italy). *Bull Environ Contam Toxicol* 48 : 809, 1992.
27. Kleinjans JCS, Moonen EJC, Dallinga JW, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in whiskies. *Lancet* 348 (9043): 1731, 1996.
28. Somogyi A, Beck H. Nurturing and breast-feeding: Exposure to chemicals in breast milk. *Environ Health Perspect* 101(Suppl. 2) : 45-52, 1993.
29. Tabacova S, Balabaeva L. Environmental pollutants in relation to complications of pregnancy. *Environ Health Perspect* 101(Suppl. 2) : 27, 1993.