

BAZI ÖZEL ATIKLARIN İNSANA VE DOĞAYA ETKİLERİ (I)

SERAP KARA - TUNCAY DÖĞEROĞLU*

ABSTRACT

Substances which tend to disrupt the natural environment are often capable of destroying, not only the natural cycle of certain materials and mass / energy balance of the globe, but also homeostasis-the regulation and buffering of rapid, large changes-within the human body, most often through the ecological food chain. Acute or chronic illness may then follow. The extinction of certain species, some inadvertently and some by design, from the biosphere is not simply to be regretted and subsequently forgotten. In many cases it serves to determine its cause and may necessitate curtailment of use certain human activities. An excellent example is the observation of eggshell led thinning predatory birds, which led to the curtailment of persistent pesticides. This manuscript summarizes the effects, as well as the origins of some special waste species, hazardous and especially toxic in nature, on human body, vegetation, animals and, the rest of the environment. These materials may be roughly classified as physical agents, metals, nitrites and nitrates, organohalogen compounds, alkylating agents, aromatic hydrocarbons, anesthetics, air pollutants, food additives and naturally occurring toxicants. The mechanisms of the effects of these mutagenic, teratogenic and carcinogenic substances, although not known precisely on molecular level, are even more complicated by their synergistic and antagonistic nature, however, in many cases, these or related materials have been shown to produce chromosome damage in test-tube experiments, and all may be considered as potential genetic hazards, if not only explosive and/or flammable.

Serap Kara - Tuncay DÖĞEROĞLU, Anadolu University, Eskişehir, TURKEY

T

ehlikeli ve toksik maddelerin çoğunun zararlı olduğu bilinmesine rağmen, atıklar içinde yer alan bu tür maddelerin uzun vadeli etkileri konusunda önemli belirsizlikler mevcuttur. Sağlık taraması, zararlı maddelerin uzun süreler sonunda (slowly) veya hızla zehirlediğini belirlemede yetersiz kalır. Bu kronik veya akut etki farkını ortaya koymak için gereken sebep-etki ilişkisi bilimsel yollarla açıklanamaz.

Ayrıca, kişilerin kimyasal maddelere maruz kalıp kalmadığı konusu da belirsizlik arzeder. Önemsiz etkilerini ortaya çıkar-

mak için yeterli sayıda birey üzerinde çalışma yapmanın zorluğuna ek olarak, gözlemlenen yaralanmaların (detectable injuries) da başka sebeplerle oluşmuş olabileceği düşünülebilir veya bu sakatlıkların ortaya çıkması yıllar alabilir (asbestle temasta olduğu gibi.)

Bu bakımdan risklerin ölçülmesi zor olup, çoğumuz bu ölçümü denemeye dahi gerek görmeyiz. Böylece tehlikeli atıkların hasarları konusunda muhtemelen en kötü koşulların dikkate alınması, izlenecek tek yol olarak görünmektedir.

Yasaları hazırlamakla sorumlu olan bilinçli kişilerin, bir toksik maddenin, örneğin dioksinin, kanser riskini gündeme alırken, risk belirlemede yapılan varsayımların (en kötü koşul veya iyimser varsayımlar) her koşulda gerçekleşebileceğini düşünerek hareket etmeleri gerekir. Olaylar her zaman görüldükleri kadar problemlili olmakla beraber, sağlığın ciddi potansiyel bir tehlike altında olduğunu belirleme safhasına geldiğimiz an, yeterli bilgi birikiminden mahrum olduğumuzu görürüz. Bu durumda en kötü koşulları göz önüne alarak, dioksinin insanlarda da, farelerde oluşturduğu kolaylıkla kansere neden olabileceği varsayılır. Ayrıca kanser riskini oluşturacak dioksin maruziyeti için de en iyimser varsayımların yapılması uygun olur.

Hastalıkları, en son temasta bulunulan toksik maddenin niteliği ile makul şekilde bağdaştırılabilmek üzere, maruziyetin önemli seviyede olduğu varsayımı yapılabilirse de burada "önemli (significant)" teriminin anlamı pek açık değildir. Toksik kimyasalları teşhis (detect) etme yeteneğimiz genellikle bulgularımızı tıbbi yönden yorumlayabilme kabiliyetimizin çok üzerindedir. Atıkların döküldüğü alanların çoğunda yapılan risk belirlemeleri (assessment) de, çoğunlukla beş yıllık hava tahminlerinden daha az hassastır.

Toksit Maddelerin Sınıflandırılması

Mutajenik, teratojenik ve karsinojenik maddelerin moleküler seviyedeki etkileri ile ilgili mekanizma, henüz detaylı şekilde bilinmediğinden, bugün için bu etkilerin molekül yapısı ile doğru ve spesifik bir şekilde korelasyonu mümkün değildir. Ayrıca diğer toksik maddelerin metabolizma ve temel organlar konusundaki sinerjik ve antajonistik etkileri konuyu daha da karmaşıklaştırmaktadır. Ancak yine de bu tür maddelerin, toksik etkileri yönüyle kabaca sınıflandırılması mümkündür. Toksik nitelik taşıyan maddelerin çoğunun test tüpü denemelerinde kromozom tahribatına yol açması nedeniyle, tümünün potansiyel genetik tehlike yarattığı düşünülebilir.

A) Fiziksel Etkiler : UV ve iyonlaştırıcı radyasyon bazı kimyasal bağların kırılması için yeterli enerjiyi sağlayarak kromozom tahribatına yol açar. Yine bu kategoride yer alan küçük asbest fibrilleri akciğer dokusunun tahribatına (asbestosis) ve mesothelioma denilen, 20 yıl gecikme periyodu ile ortaya çıkan ve nadir görülen bir kanser türüne neden olur.

B) Metaller : Nikel, kadmiyum, civa ve kurşunun yaşam için gerekli olmadığı bilinmekte, ancak insan faaliyetleri sonucunda büyük miktarlarda çevreye salınmaktadır. Genellikle uçucu olan organometalik türleri lipid dokularında konsantrasyon olarak bazı hallerde kromozom tahribatına yol açan bu metaller, özellikle bu etkileri nedeniyle tehlike arzeder.

C) Nitrit ve Nitratlar : Nitröz asidin ispatlanmış olan mütajen nitritlere indirgenbilme kolaylığı ve son derece karsinojenik ve mutajenik nitrozaminlerin oluşması ihtimali nitrat ve nitritlerin yaşam tehlikesi yaratabilen temel maddeler olarak ele alınmasını gerektirir.

Yazarlar, Anadolu Üniversitesi'nde öğretim üyesidirler.

D) Organolojen Bileşikler:

Yapıştırıcılar (glues), tırnakçılısı çıkarıcılar, temizleyici akışkanlarda kullanılan tip-teki bazı çözücülerin, benzin (gasoline) gibi kromozom tahribatına yol açtığı tespit edilmiştir. Dieltrin, aldrin ve heptaklor gibi pestisitler test hayvanlarında tümör büyümesini hızlandırmıştır. Böcek öldürücülerin (resin strip pest killers) buharlaştırılmasında aktif rol oynayan Diclorus (DDVP, 2,2-diklorovinyl - dimenthylphosphohute), henüz insanlarda etkisi bilinmemekle birlikte, kök ucu kromozomlarının kurulmasına yol açmaktadır. Yine çevrede bol miktarda bulunduğu bilinen PCB'ler yerine uygulamalarda PBB (polybrominated biphenyls) kullanılmaktadır.

E) Alkileyci Maddeler:

Bu grupta diakil sülfatlar, nitrozaminler ve nitrozamitler, epoksitler, alkan sülfonik esterler, laktolar, bazı aldehitler, kükürtlü ve azotlu hardallar (mustard) ve DDVP yer alır. Ethyleneimine (aziridine) maddesinin meyva sineklerine (drosophila), buğday ve arpada mutasyona, kültürü yapılan insan hücrelerine ise kromozom sapmasına (aberration) yol açtığı bilinmektedir. Azdiridin ve türevleri tekstil işlemlerinde buruşmayı önleyici olarak, yapıştırıcı (adhesives) ve kaplamalarda, yağlama (lubricant) katkı maddelerinde ve jet yakıtlarında, insektisit, kemosterant ve toprağı koşullandırıcı (conditioner) olarak ve daha pek çok çok değişik amaçla kullanılmaktadır. N-Nitrosornornicine'nin tütünde bulunduğu ve sigara içimiyle akciğer kanseri arasındaki temel faktörü olabileceği saptanmıştır. Bugüne kadar yapılan sınırlı sayıda araştırma, 25'den fazla sayıda alkileyci maddenin muhtemel mutajen ve/veya karsinojen nitelikte olduğunu göstermiştir.

F) Aromatik hidrokarbonlar: Benzen ve 3,4-benzpyrene, bu grupta yer alan ve karsinojen etki gösterdiği bilinen örneklerdir. Boya maddelerinin (dyestuffs) pek çoğu, bazıları karsinojen etki gösteren aromatik bileşiklerden üretilir. Bu boyaların çoğu, bez ve havlular gibi mükoza membranı ile yakın temasta olan ev eşyaları için giderek artan pazar alanı bulmaktadır. Kullanım sonucunda bu bileşiklerin önemli bir bölümü çevreye terk edilmektedir.

G) Anestetik Maddeler:

Bayan anestetikler arasında ani doğum ve erken doğum olaylarının, normal hıza kıyasla 2-3.5 kat fazla olduğu gözlenmiştir. Bu etki 90 ppm halothane (bromochlorotrifluoroethane) veya 7000 ppm azot monoksite (nitrous oxide) maruz kalma durumu ile bağdaştırılmıştır. Halothan'lar, aerosol spreylerde itici (propellent) olarak kullanılan ve yanı zamanda anestetik özelliğe sahip olan freonlara çok benzer. Sprey zerrecilerinin (mist) aşırı miktarda tenneffüs edilmesiyle de aynı etkinin gözlemlenebileceği tahmin edilmektedir. Freonların

Araştırmalar, asbestin karsinojen bir bileşik olduğunu, solunması veya yiyeceklerle alınmasının kanser başlangıcı belirtilerine ve sonunda kansere neden olduğunu göstermektedir.

gayet değişik bir mekanizmayla kalp ritmini etkilediği çok iyi bilinmektedir.

H) Hava Kirleticileri: Kömürün yakılmasından oluşan 3,4-benzpyrene ek olarak fotokimyasal duman içinde oluşan bazı maddelerin de mutajen ve karsinojen etki gösterdiği bilinmektedir. Bu maddeler arasında ozon, azot dioksit, kükürt dioksit, aldehitler, ketonlar, peroksitler ve siyanürlü bileşikler, özellikle (HCH) sayılabilir.

I) Gıda Katkıları: FDA (Food and Drug Administration)'nin GRAS (Generally Recognized as Safe) listesinde yer alan maddeler, yalnızca çok uzun süre kullanımları sonucunda olumsuz etki yaratmaları gerekçesiyle bu listeye dahil edilmişlerdir. Ancak, bu maddelerin hangi toksik sınıfa dahil edileceklerini belirlemek, çok daha dikkatli incelenmesini gerektirmektedir. Bu maddelere örnek olarak nitritler, kömür katranından elde edilen boyalar (coal tar dyes); şeker yerine kullanılan maddeler; sodyum sülfid, benzoit asit, bütillenmiş hidrosianesol ve bütillenmiş hidrositoluen gibi preservative; ve bazı emülsifiye ediciler, tutucular (sequestrants) ve stabilizörler verilebilir. Son zamanlarda, yaygın şekilde kullanılan diethyl pycrocarbonate adlı preservative'nin amonyakla tepkimeye girerek, mutajen olduğu çok iyi bilinen ürethan' oluştuğu tesbit edilmiştir.

J) Kendiliğinden Oluşan Toksik Maddeler:

Estrojen, yosun (fungal) ve deniz besini (seafood) toksinleri, nitratlar ve diğer inorganik bileşiklerin besin maddelerinde kendiliğinden oluştuğu ve toksik, mutajen ve karsinojen etki gösterdiği bilinmektedir. Örneğin tütsüleme (smoking) yoluyla muhafaza (perezerved) edilen gıdalar 3,4-benzpyrene içermektedir.

Tozlar: Biyolojik etkileri yönünden tozlar fibrojenik, toksik, kanserojen, radyoaktif, allerji yapan ve inert tozlar şeklinde sınıflandırılabilir. (Peker, 1992). Fibrojenik tozlar, silikoz ve asbestos gibi pnömokon-

yazların oluşmasına neden olabilirler. Kuvars, kristobalit ve trimidit gibi şeker kristel SiO₂ tozları silikozu oluşturur. Silikozun özelliği 20-30 yıl gibi etkilene süresi sonunda açığa çıkması ve henüz tedavi olanığının bulunmayışıdır. Ciğerlerde biriken tozlar, etkilene sona erse bile zararlı etkilerini korur, yani vücutta birikime uğrarlar. Burada işyerinin sağlık açısından değerlendirilmesinde bilinmesi gereken ana kriterler, ciğerlere kadar ulaşabilen ince konsantrasyonu, içerdiği kuvars miktarı ve etkilene süresidir. Örneğin haftada 45 saat çalışmak üzere 35 yıllık bir etkilene, işyeri havasındaki silikozun tozlar için, Airmanya'da uygulanan MAK sınır değerleri kuvars, kristobalit ve trimidit (ince toz) için 0.15 mg/m³; kuvars içeren (ince) tozlar için ise 4 mg/m³'tür. Burada % 1'den daha çok kuvars içeren ince tozlar, kuvarslı tozlar olarak kabul edilmektedir.

Toksik tozlar, vücuda alındıklarında sinir sistemi, karaciğer, böbrekler, mide ve bağırsaklar, solunum organları, kan yapıcı organlar gibi çeşitli organlarda kronik veya akut zehirli etki yaparlar. Bu grupta öncelikle kurşun, krom, mangan, kadmiyum ve vanadyum gibi ağır metal tozları sayılabilir. Bunların bir kısmı meslek hastalıklarına neden olur. Bazı tozlar için öngörülen MAK değerleri kurşun için 0.2 mg/m³, krom (CrO₃) için 0.1 mg/m³, kadmiyum için 5 mg/m³, vanadyum için (V₂O₅) için 0.1-0.5 mg/m³'tür.

Kanserojen tozlar arasında asbest, arsenik (arsenik trioksit, arsenik pentaoksit, arsenik asit ve tuzları), berilyum, kromatlar (kalsiyum, potasyum, sodyum), nikel (metalleri, nikel sülfid, nikel oksit, nikel karbonat) sayılabilir. Günümüzdeki kanserojen tozlar için MAK değeri verilmesi uygun görülmekte, işyeri havasındaki kanserojen toz konsantrasyonlarının elden geldiğince düşük tutulması önerilmektedir.

Radyoaktif tozlar arasında en önemlileri uranyum, toryum, seryum, zirkonyum bileşikleri ile trityum ve radyum tuzlarıdır. Havada toz (veya gaz) halinde bulunan radyoaktif maddeler için müsaade edilebilen en yüksek konsantrasyonların bulunmasında ICRP (Uluslararası Radyasyon dan Koruma Komisyonu) öneri ve kararları esas alınır. Bazı radyoaktif maddelerin aktivite düzeyleri (Ci/cm³) akciğerleri etkileyen uranyum (doğal) için 2.10⁻¹¹, kemikleri etkileyen plutonyum-238 (çözünür) için 7.10⁻¹³, akciğerleri etkileyen kobalt-60 (çözünmeyen) için 3.10⁻⁹, deriyi etkileyen trityum (gaz) için ise 7.10⁻⁴ değerindedir. Konsantrasyonların bu değerlerin üç katından fazla olması halinde, sağlık açısından tehlike söz konusudur. Radyoaktif maddelerin yaymış olduğu iyonize ışınlar, insan organizmasının hücre ve dokularında hasar yapar, ur oluşuna neden olur ve genetik bozukluğa yol açar.

Allerji yapan tozlar (un ve kereste tozları gibi) bazı insanlarda astım ve egzama gibi hastalıkların oluşmasına yol açabilir.

Inert tozlar (demir oksit, titan oksit, magnezyum oksit gibi) vücutta biriken fakat fibrenik ve toksik olmayan, ayrıca belirli bir hastalığı oluşturduğu henüz bilinmeyen tozlardır. Prensipl olarak bütün tozlar, en azından boyutları itibarıyla ve tahriş etkileri nedeniyle zararlı görüldüğü için, inert tozlar için de verilmiş bulunan MAK değerine (8 mg/m³) uyulması gerekir.

a) Asbest : Asbest, doğada değişen miktarlarda kalsiyum, demir, sodyum ve magnezyum ile birlikte bulunan lifli yapıdaki bir grup silikat mineraline verilen genel isimdir (*World Construction, 1984; Moore and Moore, 1976; Erdik ve Sarıkaya, 1985; Shreve and Brink, 1975; Badollet, 1963; Meinholdt, 1960; Industrial Minerals, 1984; Clifton, 1984; Whittaker, 1963*). Asbestin yedi değişik silikat kristalinden yalnız üçü (chrysotile, crocidolite ve amosit) endüstriyel önem taşıyor (*Kara, Yıldırım, Kaytaoğlu, Döğeroğlu ve Var 1991*).

Normal bir asbest elyafı, fibril adı verilen, iç çapı yaklaşık 18, dış çapı 34 nanometre olan içi boş silindirik şeklindeki oldukça uzun parçacıkların bir çoğunun paralel şekilde bir araya gelmesiyle oluşmuştur (*Moore and Moore, 1976*). Ancak öğütme ve diğer üretim işlemleri sırasında bu fibriller ufalanıp, boyları kısalarak, uçabilen bir hale gelir. Bu çok küçük çaplı ufalanmış parçacıklar ise özellikle solunum yolu ile vücuda girerek, akciğerlerde etkin şekilde tutunurlar ve tutundukları yerde çok uzun süre değişmeden ve yıpranmadan kalabilirler (*World Construction, 1984; Moore and Moore, 1976*).

1950 ve 1960'lı yıllarda, geniş çapta kullanılan asbestle ilgili olarak, meslekleri asbestle yakın teması gerektiren kişilerde gözlenen sağlık şikayetleri üzerine (*World Construction, 1984; Moore and Moore, 1976; Erdik ve Sarıkaya, 1985; New Focus, 1973; Wark and Warner, 1976; Selikoff, et.al., 1967; Özdemir,....; Ekiz,....; Es&T Currents, 1983; Cahan, 1984; Dündar, 1985*), dış ülkelerde asbest kullanımını içeren uygulamalara özel ilgi çekilmiş (*World Construction, 1984; Wark and Warner, 1976; Es&T Currents, 1983*), bu şikayetlerin görüldüğü yöreler tümüyle boşaltılmış (*Es&T Currents, 1983; Dündar, 1985*), çeşitli standartlar ve yasalar konmuş (*Wark and Warner, 1976; Cahan, 1984*), son zamanlarda çabalar, asbest yerine kullanılabilen malzemelerin bulunmasına veya asbest liflerinin atmosfere yayılmasını önleyecek malzeme seçimine yönelmiştir (*World Construction, 1984; Cahan, 1984*).

1972 yılında, Arizona'da terk edilmiş bir chrysotile asbest madeni yakınlarına kurulmuş olan bir mobil home tesisinin sakinle-

Akciğer kanserinin, asbestle ilişkili olduğu 1935 yılından sonra anlaşılmış, asbestle çalışan kişilerin asbestle hiç temas etmeyenlere kıyasla daha sık bronş kanserine yakalandığı ve 2-13 kez daha fazla olasılıkla, akciğer kanserinden öldüğü tespit edilmiştir

rinde ortaya çıkan ortak hastalık belirtileri nedeni ile, tesisin 130 sakininin 1983 yılında EPA ve Arizona eyaletinin maddi desteği ile geçici evlere nakledilmiş olması (*Es&T Currents, 1983*) ve ayrıca yurdumuzda da Ürgüp ilçesi Karainler köyünde gözlenen asbest halk sağlığı etkileri sonucu köy halkının boşaltılmış olması (Dündar, 1985) yanında Diyarbakır'ın Çermik ilçesinde göğüs hastalıklarına sık rastlanması gerçek tehlikeyi yeterince ortaya koymaktadır. Bazı doğu illerimizde pekmezin asbestli topraktan süzülmesi ve bazı illerimizde içme suyu borularında asbestli yalıtım malzemelerinin kullanıldığı endişeleri vardır.

Günümüze dek geniş bir kullanım alanı bulmuş olan asbest için, teknoloji-sağlık ekonomisi çelişkisi, acil önlemleri ve seçenekleri getirmekte, bu konuda yoğun araştırmalara neden olmaktadır.

Dış ülkelerde, özellikle ABD, İngiltere ve Kanada konu üzerinde titizlikle durmakta, kamuoyunu bu konuda sürekli uyanık tutmaktadır.

Asbest-sağlık ilişkisi bilincinin Türk toplumunda da yaygınlaştırılması, asbestle çalışanların özel önlemler almak üzere uyarılması, her bireyin vatandaşlık görevi addedilmelidir. Bu arada ülkemiz koşullarına dönük muhtemel asbest alternatiflerinin bulunmasında devlete, üniversite ve tüm araştırma kuruluşlarına büyük görevler düşmektedir.

a) Asbestin İnsan Sağlığına Etkileri: Araştırmalar, asbestin karsinojen bir bileşik olduğunu, solunması veya yiyecelerle alınmasının kanser başlangıcı belirtilerine ve sonunda kansere neden ol-

duğunu göstermektedir (*World Construction, 1984; Moore and Moore, 1976; Erdik ve Sarıkaya, 1985; New Focus, 1973; Wark and Warner, 1976; Selikoff, et.al, 1967; Özdemir,....; Ekiz,....; Es&T Currents, 1983; Cahan, 1984; Dündar, 1985*). Sağlık şikayetleri ile ilgili vakaların çoğu semptomların, asbestle olan temasın kesilmesinden hemen sonra değil, ancak 10-30 yıl gibi uzun bir süre sonunda ortaya çıktığını göstermektedir. (*World Construction, 1984; Moore and Moore, 1976*).

İlk kez 1907 yılında asbestosis adı verilen bir hastalıktan bahsedilmiştir (*Moore and Moore, 1976*). Asbestosis, tozla ilgili bir grup akciğer hastalığına verilen genel bir isimdir ve silicosis, kömür madencileri hastalığı ve siyah akciğer hastalığını kapsar (*World Construction, 1984*). Hastalık, akciğer dokusunun yaralanması ve akciğerleri saran zarın (pleura) çok fazla kalınlaşması ve sertleşmesi sonucu ortaya çıkan nefes darlığı ile karakterize edilir.

Akciğer kanserinin, asbestle ilişkili olduğu 1935 yılından sonra anlaşılmış, asbestle çalışan kişilerin asbestle hiç temas etmeyenlere kıyasla daha sık bronş kanserine yakalandığı ve 2-13 kez daha fazla olasılıkla, akciğer kanserinden öldüğü tespit edilmiştir (*World Construction, 1984*). Asbestosis hastalığına yakalandığı teşhis edilen hastaların yaklaşık % 50'sinin, sonuçta akciğer kanserinden öldüğü saptanmıştır (*Moore and Moore, 1976*).

Ancak çok sonraları, asbestin, göğüs ve karın boşluğunu çevreleyen zarlarda (pleura ve peritoneum), oldukça ender görülen ve mesothelioma denen bir kanser türüne neden olduğu anlaşılmıştır (*World Construction, 1984; Moore and Moore, 1976*). Genellikle öldürücü olan bu kanser, kanser liflerinin özellikle crocidolite türü ile ilişkilidir.

Ayrıca, sigara içen asbest işçilerinde daha sık rastlanan ve akciğerlerin alt kütellerinde lokalize olan ayrı bir kanser türüne de rastlanmıştır (*Moore and Moore, 1976*).

Bunlardan başka, gastrointestinal kanserlerle, asbestle kirlenmiş besin maddeleri veya solunum yolu ile insan vücuduna giren asbest parçacıklarını içeren balgamın yutulması arasında ilişki olduğu da sanılmaktadır (*Moore and Moore, 1976; Erdik ve Sarıkaya, 1985*). Minnesota'da, taconit artıklarından içme suyuuna geçtiği anlaşılan asbest fibrillerinin yöredeki halkın sağlığı üzerinde bu tür olumsuz etkileri gözlenmiştir (*Moore and Moore, 1976*).

a2) Asbestin Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları: Asbest, ateşe, ısıya ve kimyasal maddelerin çoğuna dirençli ve dayanıklılığı, inert oluşu, uzun süre kullanımda dahi yıpranmaması, sert ve hafif oluşu, esnekliği ve ucuzluğu nedeni ile inşaat, otomobil, kimya ve petrokimya sa-

nayinde, uzun yıllar çok geniş kullanım alanı bulmuştur (*World Construction, 1984; Erdik ve Sarıkaya, 1985; Shreve and Brink, 1975; Cahan, 1984; Littleton, 1951; Sıhhi Tesisat, ...; Türk Standartları Enstitüsü, 1973; ASTM, C541-83; ASTM, C296; ASTM, C428; ASTM C551; ASTM, C220; ASTM, C208*). Endüstriyel önem taşıyan 3000'in üzerinde ürünün bileşiminde yer aldığı bilinmektedir (*World Construction, 1984*).

Asbest tüketiminin % 70'ini kapsayan inşaat sanayinde asbest, özellikle asbest-çimento yapı malzemelerinde, ve borularda çatı malzemelerinde ve taban döşemelerinde yangın koruma ve akustik izolasyon amacı ile olduğu kadar elektriksel ve ısı yalıtım amacı ile de kullanılır (*World Construction, 1984; Erdik ve Sarıkaya, 1985; Shreve and Brink, 1975; Littleton, 1951; Sıhhi Tesisat, ...; Türk Standartları Enstitüsü, 1973; ASTM, C541-83; ASTM, C 296; ASTM, C428; ASTM, C551; ASTM, C220; ASTM, C208*).

Asbest-çimento bileşimi inşaat levhaları ve örtüleri (board and cladding), çimento-ya bağlanmış % 12-15 oranında chrysotile tipi asbest elyafı içerir (*World Construction, 1984*).

1978 yılında, ABD asbest tüketiminin %35'ini, asbest-çimento boru imalatı kapsamıştır. 300-1000 mm. çapında yüksek basınca dayanıklı boruların yapımında, çimento matrisine dayanıklılık vermek üzere asbest lifleri katılır (*World Construction, 1984; ASTM, C296*). Bu borular yeraltı sularında ve toprakta bulunan safsızlıklardan doğan korozyona karşı dayanıklıdır. Ancak, asbestin, bu borulardan erozyonla akıma karışması, tehlikeli bir ortam hazırlar.

Yine inşaat sanayinde asbest, oluklu ve levha şeklindeki çatı malzemelerinde ve bitümlü çatı örtüsünde bağlayıcı ve kuvvetlendirici olarak kullanılır. Burada asbest, yangın durumunda alevin yayılmasına ve ısının radyasyonla aktarılmasına da direnç gösterir (*World Construction, 1984*).

İşil ve akustik yalıtım amacı ile yüksek oranlarda asbest içeren malzemeler, kaba inşaat yapılarını örtmek için kullanılır. (*World Construction, 1984; ASTM, C220; ASTM, C208*). Boruların kazanların ve diğer endüstriyel cihazların izolasyonunda da asbestli levha ve kağıtlar kullanılır. Ayrıca asbestten, gevşek izolasyon dolgusu olarak da yararlanılır veya asbest lifleri, yalıtımı istenen yüzeylere, bağlayıcı maddele birlikte püskürtülür (*World Construction, 1984*).

Otomobil endüstrisinde asbest, fren ve balataların (marşların) yüzeyinde sürtünmeyi sağlamak için kullanılır (*World Construction, 1984*). Ayrıca lifli yapısı ve dayanıklılığı nedeni ile dolgu maddesi olarak (*World Construction, 1984; Moore and Mo-*

Toksik tozlar, vücuda alındıklarında sinir sistemi, karaciğer, böbrekler, mide ve bağırsaklar, solunum organları, kan yapıcı organlar gibi çeşitli organlarda kronik veya akut zehirli etki yaparlar.

ore, 1976), gasket yapımında (*World Construction, 1984; Cahan, 1984*) ve tekstil endüstrisinde (*World Construction, 1984; Wark and Warner, 1976*); ateşe ve sıya dayanıklılığı nedeni ile de kimya, petrokimya ve diğer endüstrilerde yalıtım olarak veya yalıtım malzemelerinin yapımında kullanılır (*World Construction, 1984; Erdik ve Sarıkaya, 1985; Cahan, 1984*).

a3) Asbest Kullanımında Alınan Önlemler: 1970'lerde başlayan yoğun araştırmalar sonucu, bir zamanlar asbest üretimi ve kullanımında önder olan firmalar, asbestle olan işlemleri terk ederek, asbest yerine kullanılabilen ürünlerin üretimine geçmişlerdir (*World Construction, 1984; Cahan, 1984*).

Hâlâ asbest kullanımına devam eden firmalar ise kullanımında özel önlemler alma yoluna gitmişlerdir (*World Construction, 1984; Moore and Moore, 1976*). Asbest fibrillerinin atmosfere yayılmasını önlemek üzere alınan ilkel tedbirler arasında, kuru maddenin dikkatli bir şekilde ve deneysel elemanlarca, uygun teneffüs ve diğer koruma cihazları kullanılarak uygulanması, kuru süreçler yerine ıslak süreçlerin kullanılması, tozlu asbest işlemlerinin olduğu bölgelerin etrafının, püskürtülmesi gereken yerlerde, asbesti, bir yapıştırıcı ile birlikte püskürterek, elyafların bu madde içinde tutunmasının sağlanması (encapsulation veya fixation) ve atıkların bez filtreden geçirilmesi sayılabilir.

Asbest elyaflarının toz halinde uçuşmasını önlemek üzere, fosfat gruplarının asbest elyaflarının yüzeyinde tutunması sağlanır veya kullanılan asbest tabakasının yoğunluğuna bağlı olarak, tabakaya, 3 inç derinliğine kadar penetre olabilen sıvı sodyum silikat püskürtülür. Sodyum silikat, bireysel asbest liflerini bir film şeklinde kaplayarak tozlanmanın önüne geçer; asbestin yararlı ömrü uzatılmış olur; ve böylece sökülme ve atılma işlemleri sırasında asbestle temas tehlikesi azaltılmış olur (*World*

Construction, 1984; Selikoff, et al., 1967; Cahan, 1984).

Bütün bu önlemlerin alındığı hallerde bile, asbestin, izolasyon maddesi olarak püskürtüldüğü uygulamalarda ve asbest içeren binaların yıkılması sırasında önemli sayıda asbestin ortama yayılması önlenemez. Asbest fibrilleri çok kararlı olduğundan, birleşerek daha büyük fibrilleri oluşturma eğilimini hiç göstermezler. Bu nedenle de filtre edildikten, çöktükten ve yıllarca bir binanın parçası olarak kaldıktan sonra bile havaya yeniden karışabilirler (*Selikoff, et al., 1967*).

Böylece, Amerika Birleşik Devletleri'nde, asbestin de diğer önemli çevre kirleticileri (karbon monoksit, kükürt oksitler, azot oksitler, yanmamış hidrokarbonlar, fotokimyasal oksitleyiciler, berilyum ve civa) gibi, sağlık açısından yeterince tehlikeli olduğu ve bu nedenle federal hükümetin, hava kalite standartı ve emisyon standartı koyması gerektiği anlaşılmıştır (*Wark and Warner, 1976; World Construction, 1984; Cahan, 1984*).

30 Mart 1973 tarihinde, asbest için EPA tarafından açıklanan emisyon standartlarına göre (*Wark and Warner, 1976*), herhangi bir asbest fabrikasından, izolasyon maddesi ve yanmayı önleyici maddelerden asbest katılmış kumaşlardan, yapı taban dekorasyonlarından ve kuru temel üzerindeki % 1'den fazla asbest içeren malzemelerin püskürtülerek kullanıldığı fabrika ve işyerlerinden gözle görülebilir bir emisyon olmamalıdır. Standartlar, ayrıca, binaların yıkılması sırasında alınması gereken bazı önlemlere de değinmektedir.

1975 yılında OSHA tarafından önerilen bir hava standardı (*Cahan, 1984*), 8 saatlik bir iş günü süresince maruz kalılabilecek seviyenin 3 lif / cm³ olması gerektiğini belirtir. Yine Osha, 1984 yılında, bu standartın 0.2 veya 0.5 lif / cm³ seviyesine indirilmesi hakkındaki teklifi kamuoyuna sunmuştur. Ancak, asbest üreten firmaların, asbestle ilgili olduğu sanılan hastalıklarla, düşük seviyeli temaslar arasında kesin bir ilişkinin henüz ispat edilmemiş olduğunu savunmaları; asbestin uygun ve güvenilir bir tarzda ölçülemez güçlüğü (*Cahan, 1984; Heidermans, 1978*); yüksek asbest derişimlerine maruz kalan inşaat işçileri ile ilgili olarak, sendikaların 0.1 lif / cm³ kuralının uygulanmasını istemeleri; ve ayrıca asbest yerine kullanılacak malzemelerin, asbesin çok daha pahalı olması (*World Construction, 1984; Cahan, 1984*) gibi çeşitli teknolojik yetersizlik ve ekonomik sorunlar, atımları sonuçsuz bırakmış, hava kalitesi standartları henüz bir kesinlik kazanmamıştır.

(*Arkası gelecek sayıda yer alacaktır.*)