

DEPREM VE AKCİĞER SAĞLIĞI SEMPOZYUMU



Editörler

Doç. Dr. Ayşe COŞKUN BEYAN

Doç. Dr. Cebail ŞİMŞEK

Doç. Dr. Gülden SARI



TÜSAD Eğitim Kitapları Serisi

@ 2024 TÜSAD | Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği

TÜSAD Eğitim Kitapları Serisi – 30

DEPREM VE AKCİĞER SAĞLIĞI SEMPOZYUM KİTABI

Editörler : Doç. Dr. Ayşe COŞKUN BEYAN
Doç. Dr. Cebail ŞİMŞEK
Doç. Dr. Gülden SARI

Tüm hakları saklıdır. Telif hakkı sahibinin izni olmaksızın yayının hiçbir kısmı elektronik, mekanik, fotokopi ve benzeri yollarla aktarılamaz, yayımlanamaz ve yeniden kullanımını sağlayan bir sistemde saklanamaz.

Bu kitapta yer alan bilgilerin doğru olması için azami çaba gösterilmiş olsa da, nihai sorumluluk yazara aittir. Kitaptaki bilgilerin kullanılmasından kaynaklanan hatalardan ya da herhangi bir sonuçtan yayımcılar ve yazarlar sorumlu değildir.

Dizgi : İbrahim Yıkılmaz (iyikilmaz@gmail.com)

Yayınevi : Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği

Yayın Tarihi : 2024

ISBN : 978-605-70455-7-7

ÖNSÖZ

Üzerinde bulunduğumuz coğrafya, depremlerle birlikte yaşamayı öğrenmemizi gerektiriyor. Bunun gereği olarak, herkesin diline pelesenk olan “deprem öldürmez, tedbir-sizlik öldürür” sözü ciddiye alınıp, tüm çevrelerde gereği yapılmalı. Biz hekimler, ne yazık ki depremlerin sonuçlarıyla yüz yüze kalan ilk meslek gruplarından biriyiz. Bu nedenle bu kitaba konu edilen sempozyum, TÜSAD’ın bir sosyal sorumluluk çalışması olarak, mes-lektaşlarımıza bazı konu başlıklarını hatırlatmak için yapıldı.

Depremler, hem oluşlarıyla, hem sonuçlarıyla birçok olumsuz etkisinin yanı sıra, solunum sağlığını da etkilerler. Depremin sağlık etkilerini genel olarak üç dönemde değerlendirmek uygun olabilir. İlk dönem, akut etkilerin görüldüğü dönemdir. Travmalara bağlı kırıklar, kontüzyonlar, crush sendromları, göçük altında uzun süre kalmaya bağlı sorunlar, yangın ve tozun akut etkileri bu grupta düşünülebilir. Sonraki dönem, depremden kurtulduktan, sağlıklı bir konuta yerleşinceye kadar geçen geçici barınma dönemi olarak değerlendirilebilir. Bu dönem barınma, ısınma, beslenme, temiz su, hijyen gibi temel sorunların yoğun yaşanacağı bir dönemdir. Enfeksiyonlara, mevcut hastalıkların alevlen-mesine ve yeni hastalıklara bu dönemde sıkça karşılaşılmaması olasıdır. Üçüncü dönem ise, depremler başlayıp, on yıllara uzanan maruziyetler ve bunların şimdilik görülmeyen uzun erimli sonuçlarıdır. Bu dönemde özellikle tozların etkilerine dikkat etmek önemlidir. İnşaatların yapı malzemelerinde bulunan her türlü maddenin, toz formuna gelerek deprem bölgelerinde yaşayanlarda ve çalışanlarda hem kısa etkili, hem de uzun etkili sonuçları olacaktır. Kentsel dönüşüm alanlarında da benzer etkilerden söz edilebilir ama, bu ikincisi, daha sınırlı ve daha başedilebilir alanları etkileyecektir.

Deprem tozlarının en önemli üç tanesi, silika, silikatlar ve asbesttir. Bu tozların etkilerinin onyıllar içerisinde ortaya çıkabileceği beklenmelidir. Silika, asbest ve radonun akciğer kanserine neden oldukları, ek olarak asbestin mezotelyomaya neden olduğu bi-linmektedir. Deprem bölgelerinde enkaz kaldırma ve depolama, geri dönüşüm işlerinde ve alanlarında çalışanların, ilerleyen on yıllar boyunca takip edilmesi, bu nedenle çok önemlidir.

Özetle; deprem bölgelerinde solunum sağlığı izlemlerinin akut ve izleyen dönem-lerde solunum yolları enfeksiyonları, astım ve KOAH alevlenmeleri, yeni alerjik ve iritan hava yolu hastalıkları, hipersensitivite pnömonileri ve diğer interstisyel pnömoniler, iler-leyen yıllarda ise kalıcı ilerleyici akciğer parankim hastalıkları ile akciğer ve plevra kanser-leri açısından sürdürülmesinde yarar olduğu kanaatindeyiz.

TÜSAD’a bu konuya gösterdiği duyarlılık için, sempozyum ve kitabının hazırlanması için ise yazarlara okuyucu adına teşekkür ederim.

Doç. Dr. Cebrail ŞİMŞEK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iii
YAZARLAR LİSTESİ	vii

BÖLÜM 1

DEPREM VE SOLUNUM KİRLETİCİLER	9
<i>Melike Yüksel Yavuz</i>	

BÖLÜM 2

DEPREM VE HAVA YOLU HASTALIKLARI	19
<i>Nur Şafak Alıcı</i>	

BÖLÜM 3

DEPREM VE PARANKİMAL AKCİĞER HASTALIKLARI	25
<i>Merve Acun Pınar</i>	

BÖLÜM 4

DEPREM VE ENFEKSİYON HASTALIKLARI	35
<i>Merve Ayık Türk</i>	

BÖLÜM 5

SOLUNUM YOLU YANIKLARI, PULMONER KONTÜZYON VE CRUSH SENDROMU	43
<i>Rabia Ezber</i>	

BÖLÜM 6

SOLUNUM KORUYUCU KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR	53
<i>Yasemin Öymez, Onur Özişler</i>	

YAZARLAR LİSTESİ*

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Ayşe Coşkun Beyan

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Meslek Hastalıkları Bilim Dalı, İzmir

Doç. Dr. Cebirail Şimşek

Ankara Atatürk Sanatoryum Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Meslek Hastalıkları Eğitim Kliniği, Ankara

Doç. Dr. Gülden Sarı

Ankara Atatürk Sanatoryum Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Meslek Hastalıkları Eğitim Kliniği, Ankara

YAZARLAR

Nur Şafak Alıcı

SBÜ Dr. Suat Seren Göğüs Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İş ve Meslek Hastalıkları Polikliniği, İzmir

Rabia Altınordu

Ankara Atatürk Sanatoryum Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Meslek Hastalıkları Eğitim Kliniği, Ankara

Yasemin Öymez

Semin AŞ. Eğitim ve Danışmanlık, A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı, Güvenlik Koçu

Onur Özişler

Drager, Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Uzmanı, Kanal Yönetimi ve KKD Satış Müdürü

Merve Acun Pınar

Ankara Atatürk Sanatoryum Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Meslek Hastalıkları Eğitim Kliniği, Ankara

Merve Ayık Türk

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları AD, İzmir

Melike Yüksel Yavuz

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Meslek Hastalıkları Bilim Dalı, İzmir

*Editör ve yazar isimleri alfabetik sıraya göre düzenlenmiştir.

BÖLÜM 1

DEPREM VE SOLUNUM KİRLETİCİLER

Melike Yüksel Yavuz

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, İş ve Meslek Hastalıkları Bilim Dalı

Ülkemiz Kuzey Anadolu Fay Hattı, Doğu Anadolu Fay Hattı ve diğer fay hatları nedeniyle büyük depremlerin sık meydana geldiği bir coğrafyada bulunmaktadır. Bu fay hatları, Avrasya ve Anadolu levhalarının sıkıştığı bölgelerde bulunur ve bu levhaların hareketleri sonucu büyük depremler oluşabilir. Tarihsel olarak da büyük depremler yaşamış bir ülkedir. Örneğin, 1999 yılında Kocaeli depremi olarak bilinen büyük bir deprem yaşanmıştır ve bu deprem çok sayıda can kaybına ve büyük hasara neden olmuştur. Yine 2023 yılında yaşadığımız Kahramanmaraş merkezli yaklaşık 10 ilimizi etkileyen, ardışık yıkımlara neden olan asrın felaketi sonucunda deprem gerçeği ile bir kez daha karşılaşmışır.

Deprem, tsunami, volkanik patlamalar, sel, kasırga gibi doğal afetler çevrenin bozulmasıyla solunan havanın kirliliğine neden olarak akut ve kronik solunum sistemi hastalıklarına neden olur. Bu bölümde deprem ve solunum kirleticiler başlığı altında solunum sistemi hastalıklarına neden olan partikül kirleticiler, gazlar, tozlar, liflerden (özellikle asbest) ve kimyasallardan bahsedilecektir.

Partikül Kirleticiler

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA)'ya göre, partikül kirleticiler, endüstriyel süreçler, taşıtlar, inşaat faaliyetleri, tarım ve diğer insan faaliyetleri tarafından havaya salınan küçük parçacıkları içerir (1). EPA'nın tanımına göre PM_{10} , çapları genellikle 10 mikrometre ve daha küçük olan solunabilir parçacıklar ve $PM_{2.5}$, çapları genellikle 2,5 mikrometre ve daha küçük olan ince solunabilir parçacıklardır (1). Ayrıca $PM_{2.5}$ ve çapı $0,1 \mu m$ 'den daha küçük ultrafine olarak adlandırılan partikül maddeler son zamanlarda dizel egzozundan salınması özelliği ile de dikkati çekmektedir (3). Partikül kirleticiler içinde özel tanımlar olan; **Sis (Mist)**, gaz halinden yoğunlaşma sonucu oluşan sıvı parçacıklar olup çapı $2,0 \mu m$ 'den küçük, havada asılı kalan sıvı damlacıklardır (örn. sülfürik asit). **Fume**, katı maddelerden ortama salınan çapı $1 \mu m$ 'den küçük olan parçacıklardır, genellikle metalürjik veya kimyasal işlemlerden (örn çinko ve kurşun oksitler) salınır. **Duman**, genellikle fosil yakıtların eksik yanmasından kaynaklanan katı parçacıklar içerir, büyüklükleri $0,05 - 1,0 \mu m$ civarındadır. **Aerosol** havada veya başka bir gazda asılı kalan sıvı veya katı parçacıklardır ($<1,0 \mu m$) (4).

Çeşitli sınıflandırmalar olmakla beraber partikül kirleticiler; kaynaklarına göre, kaynaktan çıkışına ve kimyasal yapılarına göre sınıflandırılmaktadır (2).

Kaynaklarına göre partikül kirleticiler;

***Doğal kaynaklardan oluşan kirleticiler:** Doğadaki çürüme olayları sonucu ortaya çıkan metan gazı, kükürtlü bileşikler, hidrojen sülfür (H₂S), yanardağ faaliyetleri veya orman yangınları sonucu oluşan hidro karbon ve diğer mineral partikül maddeler ve gazlar doğal kaynaklardan oluşan kirleticilerdir.

***Yapay kaynaklardan oluşan partikül kirleticiler:** Fosil yakıt (linyit, kok, fuel yağlar) kullanımı nedeniyle oluşan kükürt dioksit (SO₂), duman ve partikül maddelerdir. Ayrıca patlarlı motorlardan çıkan azot dioksit (NO₂), karbon monoksit (CO), kurşun (Pb) bileşikler, hidrokarbonlar (HC), ozon yapay kaynaklardan oluşan partikül kirleticilere örnek olarak verilebilir.

Kaynaktan çıkışına göre partikül kirleticiler;

***Primer kirleticiler:** Kaynaktan doğrudan çıkarak hava kirleticisi özelliklere sahip olan bileşenler içerirler. Örneğin;

SO₂, H₂S, NO, CO, karbon dioksit (CO₂), hidrojen florür (HF), hidrojen klorür (HCl), Pm (partikül madde) v.b.

***Sekonder kirleticiler:** Atmosferde bazı reaksiyonlar sonucu primer kirleticilerden türeyen kirleticilerdir. Örneğin;

Kükürt trioksit (SO₃), sülfürik asit (H₂SO₄), NO₂, Peroksi asit nitrat (PAN), aldehitler, ketonlar, asitler v.b.

Kimyasal yapılarına göre partikül kirleticiler;

***Organik kirleticiler:**

Organik gazlar: Fenol, etilen, benzen, tolüen, etanol, HC'lar vb.

Organik partikül maddeler: Molekül ağırlığı fazla olan polinükleer hidrokarbonların fenolik ve karboksilik bileşikler.

***İnorganik kirleticiler:**

İnorganik gazlar: O₃, Cl₂, CO, NO_x, H₂S

İnorganik partikül maddeler: Ağır metaller, tuzlar ve çeşitli mineraller

Tozlar ve lifler

Özellikle depremler sırasında ortaya çıkan tozlar büyük önem arz etmektedir. Toz, geleneksel tanımla 75-100 mikrondan küçük, bir süre havada asılı kalan ancak kendi ağırlığı ile çöken katı partiküllerdir (5). Tozlar havada asılı kalabilir veya yüzeylerde birikebilirler. Tozlar farklı kaynaklardan gelir ve çeşitli maddelerin aşındırılması, kesilmesi, öğütülmesi, yanması veya diğer fiziksel ve kimyasal süreçler sonucunda oluşabilirler. Depremler sırasında toz oluşumu o bölgenin jeolojik yapısına, depremin derinliği ve şiddetine, çevredeki endüstriyel ve evsel konutlaşma durumları başta olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır. Hem tozlar

hem de kimyasallar tamamen olaya özgü bir şekilde ayrıntılı haritalandırma yapılarak riskler belirlenmelidir.

Biyolojik etkilerine göre tozlar fibrojenik tozlar, toksik tozlar, kanserojen tozlar, radyoaktif tozlar, alerjik tozlar, inert tozlar olmak üzere gruplandırılmaktadır. Birleşik Krallık Sağlık ve Güvenlik İdaresi (Health and Safety Executive – HSE) sınıflandırmasına göre düşük riskli (L sınıfı) tozlar; daha düşük toksisiteye sahip, basit ev tozu, toprak, genel inşaat tozu/atıkları, yumuşak ahşaplar ve katı yüzey malzemelerinde bulunur. $MAC > 1 \text{ mg/m}^3$ 'dir. Bu, tozun %99'unu yakalayan bir toz emiciye ihtiyaç olduğu anlamına gelir. L Sınıfı tozlar için, toplanan tozun %1'inden fazla olmayan bir Filtre Sızıntısı olmalıdır. Orta riskli (M sınıfı) tozlar; Sert ahşaplar (örn. meşe ve kayın), levha malzemesi/insan yapımı ahşaplar (MDF), tamir macunu, dolgu maddesi ve şeffaf kaplamalar, çimento, kiremit çimentosu, tuğla, harçlar (silika), beton tozu, kuvarslı malzemeler (örn. kum), yağlı boya ve lateks gibi boyalarda bulunur. $MAC \geq 0,1 \text{ mg/m}^3$ 'dir. Bu, tozun %99,9'unu yakalayan bir toz emiciye ihtiyaç olduğu anlamına gelir. M Sınıfı toz için, toplanan tozun %0,1'inden daha büyük olmayan bir Filtre Sızıntısı olmalıdır. Yüksek riskli (H sınıfı) tozlar; patojen veya kanserojen parçacıkların yanı sıra asbest, küf sporları, bitüm, mineral lifler ve cam yünü gibi yapay mineral lifler içeren yüksek toksisiteli tozlardır. $MAC < 0,1 \text{ mg/m}^3$ 'dir. Bu, tozun %99,995'ini yakalayan bir toz emiciye ihtiyaç olduğu anlamına gelir. H Sınıfı toz için, toplanan tozun %0,005'inden daha büyük olmayan bir Filtre Sızıntısı olmalıdır (6).

Ülkemizde Tozla Mücadele Yönetmeliğinde inert veya istenmeyen tozlar için; solunabilir kısım 5 mg/m^3 , toplam toz 15 mg/m^3 maruziyet eşik sınır değerleri olarak belirtilmiştir (7). Silika bu tozların arasında sağlık etkileri açısından en önemlisidir. Hem kayacın yapısında bulunur hem de endüstri ve yerleşim yerlerinde sık kullanılmaktadır. Silika (SiO_2), kimyasal formülü Si ve O atomlarını içeren, doğada en yaygın bulunan bileşiklerden biridir. Silikon ve oksijen elementlerinin birleşiminden oluşan silika, yeryüzündeki kayalar, kum, toprak ve minerallerin ana bileşenlerinden biridir. Silikanın en yaygın hali, kuvars minerali olarak bilinen kristalin yapıda SiO_2 'dir. Kuvars, sertlik, saydamlık ve termal direnç gibi özellikleri nedeniyle endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kuvars cam yapımında, seramik üretiminde, elektronik endüstrisinde yarıiletken üretiminde ve optik cihazlarda da kullanılır. Bir diğer silika formu ise amorf silikadır. Bu yapıda, düzenli bir kristal yapı olmaksızın SiO_2 molekülleri rastgele düzenlenir. Cam, amorf silikanın bir örneğidir. Camın esnekliği, şeffaflığı ve yüksek sıcaklık dayanımı da çeşitli endüstrilerde kullanılmasını sağlar (8).

Depremler sırasında ortaya çıkan diğer önemli bir grup da yanıcı tozlardır. Boyut ve şekline bakılmaksızın, havada askıda iken veya belirli bir konsantrasyon aralığında prosesten kaynaklanan oksitleyici bir ortamda, parlama yangını veya patlama tehlikesi oluşturabilen yanabilir katı partiküllerdir. The National Fire Protection Association (NFPA)' standartlarında çok ince bölünmüş veya öğütülmüş ($< 500 \mu\text{m} = 0.5 \text{ mm}$), havada askıda kalabilen, kendi ağırlığı ile atmosferden ayrışabilen, atmosferik basınç ve normal sıcaklıklarda hava ile karışımları patlayabilen katı parçacıklar yine NFPA standartlarına göre oda yüzeyinin %5'ini kaplayan 0,794 mm derinliğinde toz önemli ölçüde patlama riski vardır (9). En çok patlamaya neden olan tozların; ahşap, gıda, metal ve plastik tozu olduğu görülmektedir (10).

Depremelerde patlama beşgeninin bir parçası olan tutuşturucu kaynak olarak kıvılcım ve sıcak yüzeyler oluşabilir ve endüstriyel patlamalar gerçekleşebilir.

Tozun büyük bir kaynağı da inşaat yıkıntı atıklarıdır. İnşaat yıkıntı atıkları; beton, kum, çakıl, tuğlalar, seramik, doğal kayalar, moloz, asfalt, tahta, çeşitli metaller, cam, floresan lamba, plastik, halı parçaları, yalıtım malzemelerini içerir. Bu atıklar arasında silika, asbest ve kurşun gibi ağır metaller sağlık etkilerinin büyük kısmını oluşturur (11).

Tablo-1’ de yapı malzemelerinin içerdiği kimyasallar sunulmaktadır.

Antik Yunanca’ da yenilemez, yıkılamaz, suya doymaz anlamına gelen "asbestos" kelimesinden türeyen asbest, kristal yapıya sahip magnezyum silikat, kalsiyum-magnezyum silikat, demir-magnezyum silikat veya kompleks sodyum-demir silikat yapısındaki eski adıyla lifler, yeni adıyla elonge mineral partiküllerdendir (12).

Fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre iki ana asbest grubu vardır: serpantin ve amfibol. Serpantin lifleri uzun, esnek ve kavislidir. Serpantin liflerine örnek, endüstride en çok kullanılan ana asbest türü olan krizotildir (beyaz asbest). Amfibol lifleri düz ve serttir. Bu lifler genellikle kırılmandır ve çubuk veya iğne şeklindedir, bu da ticari kullanımlarını sınırlamaktadır. Amfibol türleri krosidolit (mavi asbest), amosit (kahverengi asbest), aktinolit, tremolit ve antofilitir (13).

Ülkemizde 28539 sayılı ve 25.01.2013 tarihli Resmî Gazete ’de yayımlanan “Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik” gereği de asbest ve asbestli ürün üretimi ve bunların her türlü ticareti yasaklanmıştır. Bu yönetmelikte “1) Asbestin

Tablo-1: Yapı Kimyasal Malzemelerin Kullanım Şekli*

Yapı Kimyasalı	Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Şekli
Asbest	İzolasyon, güçlendirme, alev geciktirici, ısıya dayanıklı malzeme
Kalsit	Çimento, fiberglas, cam malzemeler
Kalsiyum Klorit	Beton katkı maddesi
Dolomit	Çimento, cam, fiberglas, plastik, boya katkı maddesi
Alçı taşı	Çimento, alçı, duvar panosu
Halit taşı	Su yumuşatıcı ajan, plastik yapıştırıcı
Kaolin	Yer ve duvar karoları
Mika	Beton duvar katkı maddesi
İzosiyanatlar	Bağlayıcı madde, yapıştırıcı ve köpükler
Portlandit	Cam, çimento, tuğla, kauçuk katkısı, boya, kaplama, yalıtım ve yapıştırıcılarda
Sentetik vitrö fiberler	Yalıtım

*: Tutkun E. arşivi

her türünün çıkarılması, işlenmesi, satılması ve ithalatı, 2) Asbest içeren her türlü ürünün ithalatı ve satılması ve 3) Asbest ürünlerinin veya asbest ilave edilmiş ürünlerin üretimi ve işlenmesi yasaktır” hükümleri yer almaktadır. Şu anda dünyada çoğunluğu Avrupa ülkeleri olmak üzere ve Türkiye de dahil 57 ülkede asbest yasaklanmış durumdadır (14).

Asbeste maruziyet, deprem sırası ve sonrasında (asbest içeren kayaçlar, hasarlı binalar ve yıkımlar, yangınlar, asbest karışan sular) mesleksel-çevresel-ev içi maruziyet ile olabilmektedir (15).Ülkemizde son olarak yaşadığımız Pazarcık-2023 depreminin etkilediği iller arasında toprak yapısında da Adana-Aladağ, Diyarbakır-Eğil, Çermik, Çündüş, Maden, Elazığ-Ergani Hatay-Antakya, Yayladağı, Kahramanmaraş- Afşin, Malatya-Yeşilyurt, Osmaniye-Haruniye, Şanlıurfa-Siverek’ te asbest olduğu bilinmektedir (16).

Binalarda en yaygın asbest kullanım alanları; yalıtım amaçlı püskürtme kaplamalar, yer ve tavan kaplamaları, ara duvarlar, yalıtım ceketleri, yangına dayanıklı yalıtım panelleri, kazanlar, eternit levhalar ve derzler, yangın battaniyeleri, conta elemanları, kaloriferler, asbestli çimentodan imal edilmiş ürünler, pis su boruları, kâğıt ürünlerdir (17).

Ülkemizde diğer bir önemli lifsi yapıli mineral ise fibröz zeolit olup, özellikle Nevşehir ilinde Kapadokya bölgesinde yer alan ve erionit köyleri olarak da bilinen Tuzköy, Karain ve Sarıhıdır’da bulunur. Erionitin karsinojenik potansiyelinin krizotile göre 300-800 kez daha fazla olduğu bilinmektedir (18).

Kimyasallar

Yine depremler sırasında o bölgenin endüstri haritasına göre değişmekle beraber kimyasal salınımlar gerçekleşebilir (19). NATECH (Natural Hazards Triggering Technological Accidents) terimi, doğal afetlerle insan yapımı teknolojik olayların etkileşimini ifade eder. Bu terim özellikle doğal afetlerin (örneğin depremler, sel, volkanik patlamalar, fırtınalar) endüstriyel tesisler, depolama alanları ve enerji üretim tesisleri gibi insan yapımı altyapıya ve tesislere olan etkilerini anlatmak için kullanılır. Bu tür etkileşimler, çevresel, ekonomik ve sosyal sonuçlara yol açabilir. NATECH olayları, örneğin bir depremin bir kimyasal depolama tesisi üzerinde yıkıcı etkilere yol açabileceği bir senaryoyu içerebilir. Depremin neden olduğu hasar, kimyasal sızıntı veya yangın gibi tehlikeli durumları tetikleyebilir. Benzer şekilde, sel olayları endüstriyel alanlardaki depolama tesislerini etkileyebilir ve kirlenici maddelerin yayılmasına yol açabilir. Bu tür olaylar, hem acil durum hazırlığı ve tepkisi, hem de tesis tasarımı ve yerleşimi açısından önemlidir. Çünkü teknolojik altyapının doğal afetlere olan hassasiyeti, çevresel riskleri artırabilir ve ciddi sonuçlar doğurabilir (20).

Kimyasal gazlar asfiksantlar ve iritanlar olarak ikiye ayrılır. Asfiksantlar, basit asfiksant ve toksik asfiksantlardır. Basit asfiksantlar, kapalı ortamda tehlike oluşturur. Fiziksel boğuculardır. Oksijenin yerini alarak etkilerini gösterir. Metan, karbon dioksit, nitrojen, azot oksit, metan, propan, asetilen, soy gazlar örnektir. Toksik asfiksantlar ise oksijenin hücresel düzeyde kullanımını bozarlar. Karbon monoksit, hidrojen siyanür, hidrojen sülfürlerdir. İritan gazların etkileri suda çözünüp çözünmediklerine göre değişmektedir. Suda çözünenlere; klor, amonyak, kükürt dioksit, asit aerosoller, suda çözünmeyenlere; azot dioksit, fosgen, ozon örnek verilebilir (21).

Tablo-2’de toprak yapısındaki ağır metaller ve oluşum yolları sunulmuştur.

Tablo-2: Kentsel Topraklarda Görülebilen Ağır Metaller ve Oluşum Yolları*

Arsenik (As)	Bahçecilikte, işlenmiş kerestede veya eski koyun daldırma alanlarında kullanılan as-bazlı böcek öldürücüler
Kadmiyum (Cd)	Kadmiyum bakımından zengin fosfatlı gübreler, çamurlar, endüstriyel emisyonlar, yollardan akan sular
Krom (Cr)	İşlenmiş kerestede fiksatif, endüstriyel emisyonlar
Bakır (Cu)	Cu bazlı mantar ilacı, çatı kaplama için kullanılan Cu
Cıva (Hg)	Endüstriyel emisyonlar, krematoryum
Nikel (Ni)	Endüstriyel emisyonlar
Kurşun (Pb)	Kurşunlu petrolün, Pb bazlı boyaların tarihsel kullanımı, Pb bazlı pestisitlerin tarihsel kullanımı, çatılarda Pb parlamaşı
Talyum (Tl)	Kömür yakma
Çinko (Zn)	Galvanizli metal

*22. Kaynaktan uyarlanmıştır.

Başlıca dikkat edilmesi gereken kimyasallardan bazıları şöyledir (23):

Azot Dioksit: Azot dioksit (NO_2), suda çözünebilen kırmızımsı kahverengi bir gazdır ve güçlü bir oksidandır. NO_2 'nin ortam kaynakları, ısıtma, ulaşım, sanayi ve enerji üretimi için kullanılan işlemlerde yakıtların yüksek sıcaklıkta yanmasıdır. Evlerdeki nitrojen oksit kaynakları arasında fırınlar, şömineler ve gaz sobaları ve fırınlar gibi yakıt yakan ekipmanlar yer alır. Azot dioksite maruz kalmak solunum yollarını tahriş edebilir ve solunum yolu hastalıklarını ağırlaştırabilir. NO_2 , astım ve diğer solunum rahatsızlıklarıyla yakından bağlantılı bir kirleticidir olan önemli bir ozon öncüsüdür.

Ozon: Yer seviyesindeki ozon (O_3) dumanın önemli bir bileşenidir. Araçlardan ve endüstriden yayılan uçucu organik bileşikler, karbon monoksit ve nitrojen oksitler) gibi kirleticilerle fotokimyasal reaksiyonlardan oluşur. Fotokimyasal yapısından dolayı ozonun en yüksek seviyeleri güneşli havalarda görülür. Aşırı ozona maruz kalmak nefes almada sorunlara neden olabilir, astımı tetikleyebilir, akciğer fonksiyonunu azaltabilir ve akciğer hastalığına yol açabilir.

Karbon monoksit: Karbon monoksit (CO), odun, petrol, kömür, doğalgaz ve gazyağı gibi karbonlu yakıtların basit sobalarda, açık ateşlerde, fitil lambalarda, fırınlarda, şöminelerde eksik yanması sonucu oluşan renksiz, kokusuz bir gazdır. Ortam havasındaki başlıca karbon monoksit (CO) kaynağı motorlu taşıtlardır.

Kükürt Dioksit: Kükürt dioksit (SO_2), suda kolaylıkla çözünebilen renksiz bir gazdır. Çoğunlukla evsel ısıtma, sanayi ve enerji üretimi için fosil yakıtların yakılmasından elde edilir.

Kurşun: Kurşun (Pb) ve kurşun partikül bileşikler evde boya, seramik, boru ve sıhhi tesisat malzemeleri, lehimler, benzin, piller, mühimmat ve kozmetik gibi ürünlerden kaynaklanan kirlenmiş tozlarda bulunabilir. Kurşun ayrıca kurşunlu yakıtın araç egzozundan ortam havasında da bulunabilir. Kurşun, çocuklar ve hamile kadınlar için özellikle endişe verici sağlık riskleri oluşturur. Kurşuna maruz kalan çocukların sağlık üzerindeki etkileri arasında davranış ve öğrenme sorunları, düşük IQ ve hiperaktivite, yavaş büyüme, işitme sorunları ve anemi yer alıyor. Nadir durumlarda kurşunun yutulması nöbetlere, komaya ve hatta ölüme neden olabilir. Hamile kadınlar için sağlık riskleri arasında fetüsün büyümesinde azalma ve erken doğum yer alır. Kurşuna maruz kalan yetişkinlerde ayrıca hem erkeklerde hem de kadınlarda kardiyovasküler etkiler, artan kan basıncı, hipertansiyon görülmeye sıklığı, böbrek fonksiyonlarında azalma ve üreme sorunları riski daha yüksektir.

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar: Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), atmosferde parçacık halinde bulunur. Bunlar, öncelikle organik maddelerin yanı sıra fosil yakıtların kok fırınlarında, dizel motorlarda ve odun sobalarında eksik yanmasından oluşan bir grup kimyasaldır. Ayrıca tütün dumanından da yayılırlar. Kısa süreli maruz kalma gözleri ve solunum yollarını tahriş edebilir. PAH'a uzun süreli maruz kalma akciğer kanseriyle ilişkilendirilmiştir.

Formaldehit: Formaldehit keskin kokulu, renksiz bir gazdır. İç mekanlarda bulunan en yaygın uçucu organik bileşiklerden biridir. Formaldehit, inşaat malzemelerinin (örn. sunta, kontrplak, yapıştırıcı, boyalar) yanı sıra ev ve kişisel bakım ürünlerinden (örn. perdeler, halılar, temizlik ürünleri, saç spreyleri) yayılır. Ek iç mekan kaynakları sigara içme, ısıtma, yemek pişirme veya mum veya tütsü yakma gibi yanma işlemleri olabilir. Formaldehite kısa süreli maruz kalma, göz, burun ve boğaz tahrişinin yanı sıra alerjik duyarlılığın artmasına da neden olabilir. Bununla birlikte formaldehite uzun süreli maruz kalmanın nazofaringeal kanserle ilişkilendirildiği görülmüştür.

Radon: Radon (Rn), yetersiz havalandırma veya tahliye sistemlerinin yokluğunda, belirli kaya ve toprak oluşumlarından yayılan, evlerin bodrum veya zemin katlarında yoğunlaşan radyoaktif bir gazdır. Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'da ev içi radon üzerine yapılan son araştırmalar, radona atfedilebilen akciğer kanserlerinin %3-14 arasında değişebileceğini ve bu durumun da radonu sigara içmeyenler arasında akciğer kanserinin önde gelen nedeni haline getirdiğini göstermektedir.

Siyah karbon: Siyah karbon, PM 2.5'in önemli bir bileşenidir ve bazen kurum olarak anılır. Ana kaynakları fosil yakıtların, biyoyakıtların ve biyokütlenin eksik yanmasıdır. Hem antropojenik (örneğin dizel araçlar, biyokütleli ocaklar) hem de doğal (örneğin orman yangınları) kaynaklardan yayılabilir. Siyah karbona kısa ve uzun süreli maruz kalma, kardiyovasküler sağlık etkileri ve erken ölümlerle ilişkilendirilmiştir.

Ultra İnce Parçacıklar: Ultra ince parçacıklar (UFP), çapı 0,1 mikrometreye eşit veya daha küçük olan parçacıklı maddelerdir. UFP'nin ana kaynağı ulaşım (örn. araçlar, havacılık, nakliye), endüstriyel ve enerji santralleri ve konut ısıtmasındaki yanma süreçleridir. UFP'ye maruz kalmak pulmoner, kardiyovasküler ve iskemik kalp hastalıkları olasılığını artırabilir.

Küf: Yapısal bina arızaları, yetersiz ısıtma ve izolasyon veya yetersiz havalandırma sonucunda nem oluşumu, küf ve bakteri üremesi meydana gelebilir. Bunlar, küf alerjisi olanlarda astım ataklarına neden olabilecek alerjenler ve tahriş edici maddeler üretir. Ayrıca hem küf alerjisi olan hem de alerjisi olmayan kişilerin gözlerini, derisini, burnunu, boğazını ve akciğerlerini tahriş ederler.

Sonuç olarak deprem gibi afet durumlarında ortaya çıkan tozlar ve kimyasallar gibi hava kirleticilerin neler olduğu o bölgenin kayaç yapısı başta olmak üzere jeolojik özelliklerine, endüstriyel faaliyetlerine ve kentleşmenin durumuna göre değişmektedir. Hem etkilenen nüfusun hem de sahada çalışan personelin sağlığını korumak için risk kontrol hiyerarşisi önceliğine göre uygulanmalıdır. Bu kontrol yöntemleri sırasıyla belirlenen tehlikelerin tamamen ortadan kaldırılması (eliminasyon), tehlikeli olanın daha az tehlikeli olanla değiştirilmesi (ikame), mühendislik önlemlerinin uygulanması (otomasyon, tecrit/izolasyon, uzaklaştırma, havalandırma, ergonomi), idari önlemlerin geliştirilmesi/işaretler-uyarıların yapılması, kişisel koruyucu donanımların kullanılmasıdır (temin, kullandırma). Olağan dışı durumlarda hızlı risk değerlendirme, maruziyeti engelleme, tıbbi hizmet yönetimi ve kriz iletişimi bir bütün halinde sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. United States Environmental Protection Agency (EPA). "Particulate Matter (PM) Pollution." <https://www.epa.gov/pm-pollution>.
2. Yılmazcan Ö. Partiküler Maddelerin (PM1 ve PM10) Elementel İçeriklerinin Belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Haziran 2010.
3. Kwon HS, Ryu MH, Carlsten C. Ultrafine particles: unique physicochemical properties relevant to health and disease. *Exp Mol Med* 52, 318–328 (2020).
4. Ernest H. Air Pollutants. A Textbook of Modern Toxicology, 4th Edition.
5. Thai T, Ales B, and Petr K. Air Pollution Associated with Total Suspended Particulate and Particulate Matter in Cement Grinding Plant in Vietnam. *Atmosphere*. 2021; 12(12):1707.
6. Controlling construction dust with on-tool extraction. <https://www.hse.gov.uk/pubns/cis69.htm>. 31.08.2023 tarihinde erişildi.
7. Tozla Mücadele Yönetmeliği <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18989&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. 31.08.2023 tarihinde erişildi.
8. Cdc Silica Flour: Silicosis (Crystalline Silica). <https://www.cdc.gov/niosh/docs/81-137/default.html>. 31.08.2023 tarihinde erişildi.
9. Emine Esra L. Gıda Sektöründe Toz Patlamalarının Araştırılması ve Patlamadan Korunma Dokümanının Hazırlanması Bir Uygulama Örneği. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. Ankara-2016.
10. U.S. Chemical Safety Board (CSB), Investigation Report Combustible Dust Hazard Study, Sayfa:0-0, 2006.
11. Demir İ. İnşaat Yıkıntı Atıklarının Beton Üretiminde Kullanımı ve Beton Özelliklerine Etkisi. AKÜ Fen Bilimleri Dergisi 2009-02 105 -114.
12. Asbest. Maden Teknik ve Arama. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/asbest>. 31.08.2023 tarihinde erişildi.
13. Asbestos. <https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/asbestos/whatis.html?=&wbdisable=true>. 31.08.2023 tarihinde erişildi.

14. Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik. <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=17050&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5>. 31.08.2023 tarihinde ulaşıldı.
15. Berry TA, Belluso E, Vigliaturo R, et al. Asbestos and Other Hazardous Fibrous Minerals: Potential Exposure Pathways and Associated Health Risks. *Int J EnvironResPublicHealth*. 2022 Mar 29;19(7):4031.
16. Eşref A. Türkiye asbest haritası (Çevresel asbest maruziyeti akciğer kanseri-mezotelyoma). *Tuberk Toraks* 2014;63(3):199-219. doi.10.5578/tt.8966
17. Akboğa KÖ, Güranlı G, Baradan S. Kentsel dönüşüm sürecinde asbest maruziyeti ve korunma yöntemleri. *Pamukkale UnivMuh Bilim Derg*, 23(6), 694-706, 2017.
18. Aksu F, Emri S. Türkiye’de Malign Plevral Mezotelyoma Sorunu. *Güncel Göğüs Hastalıkları ASYOD*.
19. Girgin S. The Natech events during the 17 August 1999 Kocaeli earthquake: aftermath and lessons learned. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2011;11:1129–40.
20. Kurt MM, Çetinyokuş S. Risk Analysis of NatechAccidentsTriggeredbyLightningsandFloods. *GU J Sci, Part A*, 10(1): 30-52 (2023).
21. Ware G. Kuschner. *Gases&OtherAirborneToxicants*. Occupationaland Enviromental Medicine. 6th edition.
22. Ashrafzadeh S, Lehto NJ, Oddy G, McLaren RG, Kang L, Dickinson NM, Welsch J, Robinson BH. Heavymetals in suburbangardensandtheimplications of land-usechangeafter a majorearthquake. *AppliedGeochemistry* 88 (2018) 10e16 11.
23. Air quality and health. WHO. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants>. 31.08.2023 tarihinde erişildi.

BÖLÜM 2

DEPREM VE HAVA YOLU HASTALIKLARI

Nur Şafak Alıcı

SBÜ Dr. Suat Seren Göğüs Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İş ve Meslek Hastalıkları Polikliniği

Depremle ilişkilendirilen potansiyel olarak zararlı maddeler ve atıklarla oluşan ortamın, solunum yolu patolojilerine ve genel halk sağlığına birçok etkisi bulunmaktadır. Deprem ve sonrasındaki süreçte, maruz kalınan çevresel faktörler nedeniyle akut, subakut ve kronik havayolu patolojileri gelişmektedir. Ayrıca, afetle ilişkilendirilen farklı evrelerde sağlık hizmetlerinin organizasyonu ve devamlılığı da önemlidir.

Afet öncesi, hiperakut, akut, subakut ve kronik dönemlerde sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği ve yönetimi konusunda geniş kapsamlı bir planlama ve hazırlık gerekliliği bulunmaktadır. Bu, sağlık kurumları, göğüs hastalıkları ve cerrahisi klinikleri ile yoğun bakım ünitelerini kapsayan bir afet hazırlık sürecini içerir. Ayrıca, sağlık personelinin afet yönetimi konusundaki eğitimi, bu durumlarda hastane hizmetlerinin devamlılığını ve organizasyonunu sağlamlaştırmak adına kritiktir.

Afet sonrası ilk iki günü hiperakut dönem olarak değerlendirildiğinde, bu süreçte hastane hizmetlerinin ve sağlık sunumunun devamlılığının sağlanması ve denetlenmesi önem arz etmekle birlikte klinik olarak daha çok toraks travmaları sık görülmektedir. İkinci ve 7. günler arasında akut dönem olarak değerlendirdiğimizde, Crush sendromu ve akciğer, travma cerrahisi sonrası sağlığın korunması, hava ve çevre koşulları ve akciğer, solunum yolu enfeksiyonları, pulmoner emboli, yoğun bakım uygulamaları, solunum yetmezliği ve evde bakım hastalarının yönetimi ön plana çıkmaktadır. Yedinci günden sonra ilk ay içerisinde ise bunlara ek olarak havayolu hastalarında alevlenmenin yönetimi, servis ve kliniklerin yeniden organizasyonu gerekebilmektedir (1) (2).

Depremler ve benzeri doğal afetler, bitkisel atıklardan, inşaat yıkıntılarına, endüstriyel ve toksik kimyasallardan, insan ve hayvan ölümlerine kadar çok çeşitli atık türlerini ortaya çıkarmaktadır. Bu atıkların içinde asbest, arsenikle işlenmiş ahşaplar, alçıtaşı, organik kirleticiler ve diğer kimyasal maddeler gibi potansiyel sağlık riskleri oluşturan öğeler bulunabilir. Buna ek olarak, deprem sonrası dönemde bozulmuş yiyecekler, kullanılmış tıbbi atıklar ve acil yardım malzemelerinin ambalajları gibi ek atıklar da ortaya çıkabilir (3).

Yapısal çökme ve yıkım bölgelerindeki araştırmalar, radon, asbest, cıva, sülfür ve klor gibi solunması sakıncalı gazların yüksek konsantrasyonlarını göstermiştir (4). Özellikle, 1999 Büyük Marmara depreminin ardından yaşanan ikincil afetler, çeşitli kirlilik türlerine ve bunun sonucunda çeşitli sağlık sorunlarına yol açmıştır (3). İkincil kirleticiler; hasar gören altyapı sistemleri ve sanayi tesislerinden sızan gaz ve sıvılarla toprak, yer altı suları

ve yüzey suları kirliliği, kentsel yapılaşma kaynaklı katı-sıvı-gaz kirleticilerle deniz kıyısı boyunca deniz kirliliği, jeotermal kaynaklar yakınında gelişen termal kirlenmeler olarak sayılabilir.

2001 yılında ABD’de Dünya Ticaret Merkezi (DTM) yıkımı sonrası özellikle arama kurtarma görevi üstlenen itfaiyecilerde yoğun toz bulutuna maruz kalmaları nedeniyle solunum semptomları ve akciğer hastalıkları geliştirdiği bilinmektedir. Dünya Ticaret Merkezi’nin yıkılmasından sonra kurtarma ekipleri üzerinde yapılan çalışmalar, kısa süreli yoğun maruz kalmanın sağlık üzerinde akut ve kronik etkilere neden olabileceğini göstermiştir (5).Yıkım sonrası ortaya çıkan iritan maruziyetin ardından kronik rinit, reaktif üst hava yolu disfonksiyonu sendromu (RÜDS), DTM öksürük sendromu, obstrüktif hava yolları hastalığı, hızlanmış akciğer fonksiyonu düşüşü, hava yolu hiperreaktivitesi, sarkoidoz tanımlanmıştır. Ayrıca fonksiyonel düşüş değerlendirildiğinde, diğer akut mesleki maruziyetlerden farklı olarak, maruz kalan kurtarma çalışanlarının çoğunda akciğer fonksiyonlarındaki kaybın kalıcı olduğu gösterilmiştir (6).

Havayolu patolojileri açısından, inert tozlar, fibrojen, toksik, kanserojen ve alerjen tozlar gibi farklı toz türleri ve bu tozların insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri mevcuttur (7). Ortaya çıkan bu zararlıların akciğer sağlığı ve havayolu patolojileri açısından duyarlandırıcı ve iritan olduğu bilinmektedir. Maruz kalım sonucu Akut İnhalasyon Hasarı (AİH), Astım ve Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH) alevlenme gibi akut ve subakut havayolu patolojileri gelişebilmektedir.

Akut İnhalasyon Hasarı

AİH inhale edilen çeşitli formlardaki kimyasal, iritan, toksik maddelerin ve solunan dumanın ısısından dolayı termal etkinin solunum yolu ve akciğer dokusuna verdiği zararı ifade eden nonspesifik genel bir tanımlamadır. Bu maddeler; gaz halinde, havada katı (toz), sıvı (aerosol) halde asılı durumda inhalasyon yoluyla vücuda girer. Farklı mekanizmalar ile etki edebilir. Lokal ve iritan veya sistemik toksik etkilere neden olabilirler. Bu etkiler maruz kalınan maddenin kimyasal yapısı, çapı, suda çözünürlüğü gibi özellikleri nedeniyle oluşur. Solunum sisteminin farklı seviyelerinde pulmoner epitel hasarına yol açabilirler, sistemik emilim ile asfiksiye veya sistemik etkilere neden olabilirler (8).AİH’in klinik sunumları, irritasyon ve direkt hasar sonucu oluşan rinit, trakeit, bronşit, bronşiyolit ve alveolit gibi geniş bir spektrumu kapsayabilir (9).

İrritasyonla İnhalasyon Hasarı Yapan Maddeler

Amonyak (NH₃); oda sıcaklığında stabil renksiz bir gaz olup kolay buharlaşır. En sık kaza sonucu maruz kalınan tehlikeli maddeler arasında yer alan, suda çözünebilir, nitrojen içeren bir bileşiktir. Bitki ve hayvan proteinlerinin çürüme ürünü olarak bulunur. Suda çözünürlüğü yüksek olan amonyak özellikle üst solunum yolları mukozasındaki nemli mukoza ile reaksiyona girer, amonyum hidroksiti oluşturarak dokuda likefaksiyona neden olur. Laringeal ödem, bronşiyal inflamasyon, bronkospazm ve dökülmüş epitele bağlı hava yolu obstrüksiyonu, dispne, hışıltılı solunum ve hipoksemiye neden olabilir (10).

Kükürt dioksit (SO₂); havadan ağır, renksiz ve suda çözünen bir gazdır. Kömür ve petro-lün yanmasıyla ve endüstriyel alanlarda ortaya çıkar. Mukus membranlar üzerindeki su ile reaksiyona girmesi ile sülfürik asit (H₂SO₄) oluşur. Bu da maruz kalan yüzeylerin altında doku koagülasyonuna ve lipid peroksidasyona neden olur. Yüksek suda çözünürlük kükürt dioksitin öncelikle bir üst hava yolu irritasyonuna neden olur. Alt solunum yollarını da etkiler. İritasyona bağlı parasempatik stimülasyon ile düz kas kasılmasına ve mukoza sekresyonda artışa yol açar. Dispne, burun ve boğazda yanma, rinore, öksürük, hava yolu obstrüksiyonuna neden olur (11).

Hidrojen sülfür (H₂S); kanalizasyon sistemlerinde, çiftliklerde silolarda, gübre çukurlarında, lağımlarda oluşabilir. Hemoglobindeki demire bağlanarak sitokrom oksidaz başta olmak üzere oksidatif enzimlerle etkileşir ve hücre solunumunu bozar. Siyanürün tersine H₂S mukozal yüzeylere iritandır. Gözde iritasyon, boğaz ağrısı, rinit, dispne, öksürük, korneada abrazyon, göğüs ağrısı, hemoptizi ve nonkardiyojenik akciğer ödemi gelişebilir (11).

Astım ve KOAH Alevlenme

Deprem sonrası akut/ subakut havayolu patolojilerinden Astım ve KOAH alevlenme riskinin arttığı çalışmalar ile gösterilmiştir. Pakistan'da 2005 yılında 80000 kişinin öldüğü 7,6'lık deprem sonrası kurulan sahra hastanesinde ilk bir ayda tedavi edilen hastaların özellikleri değerlendirilen çalışmada hastaneye yatışların yaklaşık %3,6'sını alt solunum yolu enfeksiyonları veya astım alevlenmesinin oluşturduğu bildirilmiştir (12). Yapılan çalışmalarda KOAH ve astımı olan birçok hasta felaket sırasında ilaçlarını kaybetmektedir. Büyük Japonya depremi ve sonrasında gelişen tsunami sonrası KOAH akut alevlenme sebepleri; evleri tahrip eden kurumuş deniz dibi çamurundan ve inşaatlardan kaynaklanan ve ortaya çıkan toz, partikül hava kirliliğinin önemli bir bileşeni olması, ilaçlarını kaybı veya tedaviye ulaşamama ve bu nedenle düzenli ilaç tedavisinin kesintiye uğraması olarak belirlenmiştir (13). Deprem ve tsunami sonrası ilk 60 günde özellikle yaşlılar arasında pnömoni ve kronik solunum yolu hastalığının alevlenmesi nedeniyle hastane başvurularının arttığı gösterilmiştir. Özellikle KOAH ve Astım alevlenmesinde artış, afet sonrası zorlu koşullar ve günlük yaşam aktivitelerinin kötü olması, yaşlılarda solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastaneye yatışların artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Afet sonrası; kötü hijyen koşulları ve barınaklardaki aşırı kalabalık, solunum yolu bakteriyel enfeksiyonu, Astım ve KOAH alevlenme riskini artırdığı gösterilmiştir (14). Depremden bir ay sonra bölgesel merkez hastanelerin Göğüs Hastalıkları Kliniği'ne yatan hastalar arasında değişen hastalık yaygınlığına ilişkin bir araştırmada; hasta sayısı, 1 yıl önce/ aynı döneme göre 2,7 kat daha fazla olarak saptanmış. Ayrıca Astım prevalansı, KOAH alevlenmeleri ve toplamdan edinilmiş pnömoni sıklığında 2-3 kat artış izlenmiştir. Neden olarak ayrıca kötü barınma veya barınma koşulları, aşırı kalabalık ve temel kaynakların eksikliği suçlanmıştır. Bir doğal afetin akut aşamasından sonra sağlık durumundaki bozulmaları önlemek için yeterli barınaklara, tedarik sistemlerine ve aşılar dahil enfeksiyondan korunmaya ihtiyaç vurgulanmıştır (15). Bu çalışmanın devamı olarak planlanan çalışmada, depremden yıllar sonra, geçici konutlarda kalanlarda; Astım prevalansındaki artış ve Dermato phagoides-farinae (Der f), Dermato phagoidespteronysinus (Der p) ve Aspergillus fumigatus için

serum antijene özgü IgE seviyelerinde artış izlenmiştir. Tüm yaş gruplarında astım prevalansı %20 artmış. Deri p-spesifik IgE düzeyi, geçici barınma süresi ile pozitif korelasyon göstermiştir. 2011 Japonya depremi ve tsunamisinden sonra hem astımlı hem de astımlı olmayan geçici konut sakinlerinde akar alerjen duyarlılığı saptanmıştır (16).

Geniş kapsamlı sağlık hizmetleri ve entegre afet yönetimi planlaması, deprem gibi doğal afetler sonrası ortaya çıkabilecek bu tür halk sağlığı sorunlarını en aza indirmek için vazgeçilmezdir. Ayrıca, deprem sonrası dönemde sağlıkla ilgili olası sorunlar, özellikle çocuklar, yaşlılar, hamileler ve kronik hastalıkları olan bireyler için daha da hassas ve ele alınması gereken konulardır. Uzmanlık, bilim ve halk sağlığı alanları arasındaki etkileşim ve iş birliği, bu tip kriz durumlarını etkili bir şekilde yönetebilmek adına büyük bir öneme sahiptir. Afete hazırlık ve müdahale ekiplerinin bu sorunların farkında olması çok önemlidir. Güçlü afet hazırlık planları oluşturulmalı ve uygun ve yeterli çevresel planlama ve dayanıklı sağlık tesisleri ile karakterize edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Watanabe H, Kodama M, Tanabe N, Nakamura Y, Nagai T, Sato M et. al. Impact of earthquakes on risk for pulmonary embolism. *Int J Cardiol.* 2008 Sep 16;129(1):152-4. doi: 10.1016/j.ijcard.2007.06.039. Epub 2007 Jul 24. PMID: 17651831.
2. Kouadio IK, Aljunid S, Kamigaki T, Hammad K, Oshitani H. Infectious diseases following natural disasters: prevention and control measures. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2012 Jan;10(1):95-104. doi: 10.1586/eri.11.155. PMID: 22149618.
3. Özel S. Afetlerden sonra kirlilik ve ikincil kirliliği afet olarak değerlendirmek için bir tartışma. *İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi*, 1(1), 39-48.
4. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, Deprem ve çevre sağlığı 2020, İzmir depremi ve çevre boyutu ön değerlendirme raporu. Basın açıklaması, erişim: <http://www.tmmobizmir.org/wp-content/uploads/2020/11/Deprem-ve-Cevre-Sagligi-Uzerine.pdf>.
5. Banauch GI, Dhala A, Alleyne D, et al. Bronchial hyperreactivity and other inhalation lung injuries in rescue/recovery workers after the World Trade Center collapse. *Crit Care Med.*2005;33(-Suppl 1):S102-S106.
6. Cleven KL, Rosenzvit C, Nolan A, Zeig-Owens R, Kwon S, Weiden MD, Skerker M, Halpren A, Prezant DJ. Twenty-Year Reflection on the Impact of World Trade Center Exposure on Pulmonary Outcomes in Fire Department of the City of New York (FDNY) Rescue and Reco. very Workers. *Lung.* 2021 Dec;199(6):569-578. doi: 10.1007/s00408-021-00493-z. Epub 2021 Nov 11. PMID: 34766209; PMCID: PMC8583580.
7. Robinson B, Alatas MF, Robertson A, Steer H. Natural disasters and the lung. *Respirology.* 2011;16(3):386-95.
8. Ryon DLS, Rom WN. Diseases Caused by Respiratory Irritants and Toxic Chemicals in ILO encyclopaedia of Occupational Health and Safety. Available from <http://www.iloencyclopaedia.org/part-i/respiratory-system/item/411->.
9. 3. Miller K, Chang A. Acute inhalation injury. *Emerg Med Clin N Am* 21 (2003) 533-557 doi:10.1016/S0733-8627(03)00011-7.
10. Leduc D, Gris P, Lheureux P, et al. Acute and long-term respiratory damage following inhalation of ammonia. *Thorax.*1992;47(9):755-7.
11. Prezant DJ, Smith DD, Mohr LC: Inhalation injury. In: Rounds SIS, ed. *A Clinical Guide to Occupational and Environmental Lung Diseases*. New York: Springer Science+BusinessMedia; 2012:189-216.

12. Helminen M, Saarela E, Salmela J. Characterisation of patients treated at the Red Cross field hospital in Kashmir during the first three weeks of operation. *Emerg Med J.* 2006 Aug;23(8):654-6. doi: 10.1136/emj.2006.036012. PMID: 16858109; PMCID: PMC2564179.
13. Nagashima H. Changes in pulmonary function of residents in Sanriku Seacoast following the tsunami disaster from the Great East Japan Earthquake. *Respir Investig.* 2018 Mar;56(2):184-188. doi: 10.1016/j.resinv.2017.12.007. Epub 2018 Jan 17. PMID: 29548658.
14. Yamanda S, Hanagama M, Kobayashi S. et. al. The impact of the 2011 Great East Japan Earthquake on hospitalisation for respiratory disease in a rapidly aging society: a retrospective descriptive and cross-sectional . study at the disaster base hospital in Ishinomaki. *BMJ Open.* 2013 Jan 3;3(1):e000865.
15. Ohkouchi S, Shibuya R, Yanai M, Kikuchi Y, Ichinose M, Nukiwa T. Deterioration in regional health status after the acute phase of a great disaster: respiratory physicians' experiences of the Great East Japan Earthquake. *Respir Investig.* 2013 Jun;51(2):50-5. doi: 10.1016/j.resinv.2012.12.003. Epub 2013 Mar 13. PMID: 237.
16. Oshikata C, Watanabe M, Ishida M. et. al. Association between Temporary Housing Habitation after the 2011 Japan Earthquake and Mite Allergen Sensitization and Asthma Development. *Int Arch Allergy Immunol.* 2021;182(10):949-961. doi: 10.1159/000515870. Epub 2021 Apr 19. PMID: 33873187.

BÖLÜM 3

DEPREM VE PARANKİMAL AKCİĞER HASTALIKLARI

Merve Acun Pınar

Ankara Atatürk Sanatoryum Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Meslek Hastalıkları Eğitim Kliniği

Afetler insan yapımı ve doğal afetler olarak sınıflandırılmaktadır. İnsan kaynaklı afetler arasında, yangınlar, patlamalar, savaşlar, kimyasal kazalar ve bina yıkımları; doğal afetler arasında ise depremler, fırtınalar, seller, hortumlar ve tsunamiler sayılabilir (1,2). Başta depremler olmak üzere büyük afetler neticesinde ölümler ve yaralanmalar meydana gelmektedir. Ülkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleşen ve son yüzyılın en yıkıcı olaylarından birisi olarak tanımlanan Kahramanmaraş merkezli deprem sonrasında 50.096 can kaybı ve 107.204 yaralanma gerçekleşmiştir. Deprem, tsunami, volkanik patlamalar, sel, tayfun, kasırga gibi doğal afetler sadece yaralanma ve ölüme neden olmakla kalmaz, aynı zamanda enfeksiyöz hastalıklarda artış, kronik hastalıkların kontrollerinin bozulmasına veya akut alevlenmelerine neden olabilir. Bu bölümde deprem nedeni ile meydana gelebilecek olan parankimal akciğer hastalıkları anlatılacaktır.

Daha önce gerçekleşen afetlerde toplum kökenli pnömoni, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve astım gibi solunum yolu hastalıklarının sıklığında artış gözlenmiştir (3). Afet yaşayan geniş popülasyonlarda periferik solunum sistemi hasarı veya asbestin neden olduğu durumların görülmeye oranlarında önemli bir artış bildirilmemiştir. Ancak deprem sonrası büyük miktarda toz ve/veya çamurla uğraşmak durumunda kalan kurtarma ekipleri, inşaat işçileri ve gönüllüler akciğer hasarı açısından daha büyük risk altındadır (3).

Partiküler madde maruziyeti, binanın çökmesini takiben ilk oluşan toz bulutundan, sahada çıkan yangınlardan ve çökme alanında çalışan müdahale ekiplerinin tozu yeniden askıya almasından kaynaklanabilir. Partikül madde kütlesi, beton da dahil olmak üzere binanın yapısal ve mimari malzemelerinden kaynaklanır. Bina çökmelerinden sonra meydana gelebilecek olan tehlikeler; çökmenin nedenine, olayın büyüklüğüne, binanın yapı içeriklerine ve kullanılan malzemelere, binanın kullanım amaçlarına, çökme sırasında ve sonrasındaki hava koşullarına göre değişiklik gösterebilir. Çok katlı bir bina çöküşüyle oluşan partikül maddeyi oluşturan yapı ve mimari malzemeler içerisinde; asbest, silika, kalsit, kalsiyum klorür, dolomit, alçı, izosiyanatlar, kaolin, mika sayılabilir (4).

Pulmoner inhalasyon hasarları, kimyasal buharların, partiküllerin veya eksik yanma ürünlerinin solunmasından kaynaklanır (2,5). Bu maddelerin klinik etkileri maruz kalma süresinden ve etken maddenin dozundan, çözünürlüğünden ve boyutundan etkilenir. Yüksek oranda suda çözünür bileşikler ve daha büyük partiküller (>10 µm) öncelikle üst solunum yolunu etkileyerek semptomların hızlı başlamasına neden olur. Orta derecede

suda çözünür ajanlar ve orta büyüklükteki partiküller (5-10 µm) esas olarak larinks ve segmentalbronşlar arasındaki bölgeye zarar verir, ancak özellikle yüksek konsantrasyonlarda bulunduklarında parankimal yaralanmalara da neden olabilirler. En küçük bronşlar, bronşiyoller ve alveoller, <5 µm çapındaki suda az çözünür bileşiklerden etkilenir (6,7).

Solunum sistemi, zararlı kimyasallar ve patojenler dahil olmak üzere eksojen materyallerin ve gazların aspirasyon riskini arttırdığı için afetlerden etkilenir. Doğal afetlerden kurtulanları bu tür hastalıklardan korumak için yeterli önlemlerin alınmasını sağlamak için aşamalardan oluşan aşağıdaki sınıflandırma önerilmiştir. 1. aşama veya etki (akut) aşaması (0- 4 gün süren), hayatta kalanların kurtarıldığı ve afetle ilgili durumlar için ilk tedavilerin sağlandığı dönemdir. Bu dönemde göğüs travmasına, termal yaralanmalara, ezilme sendromuna veya kimyasal buharların solunmasına bağlı akut respiratuvar distres sendromu (ARDS) görülebilir. Etki sonrası aşama olan 2. aşama (4 gün-4 hafta), bulaşıcı hastalığın ilk dalgalarının (hava, gıda veya su yoluyla bulaşan enfeksiyonlar) ortaya çıkabileceği zamandır. Boğulma tehlikesi veya aspirasyon pnömonisi nedeniyle ARDS; toplum kökenli pnömoni; grip enfeksiyonları gibi solunum virüsleri (kışın); veya akut eozinofilik pnömoni (AEP) bu dönemde ortaya çıkabilir. Son olarak, faz 3, iyileşme fazı (4 hafta sonra), interstisyel pnömoni de dahil olmak üzere diffüz akciğer hastalıklarının (DAH) gelişebileceği dönemdir (8,9). Malign mezotelyoma da dahil olmak üzere pulmoner maligniteler, bir felaketten sonra on yıllarca ortaya çıkmayabilir (10).

Depremlerden kaynaklanan yıkımlar ve enkazlardan kaynaklanan maruziyetler ve ilişkili olabilecek hastalıklar aşağıda belirtilmiştir.

Silika maruziyeti

Silisyum doğada yaygın bulunan bir elementtir. Silika (SiO₂) doğada kristal veya amorf formlarda bulunur. Kristal silika formları alfa kuvars, beta kuvars, tridimit, kristobalit, keatit, koesit, stishovit ve moganittir. Amorf silika; diatomit ve vitroz silika olarak bulunur. Diatomit ısıtılınca kristobalit ve tridimite dönüşür. Kristal silika, yapı ve inşaat malzemelerinin çoğunda bulunur. Silika kumu, beton ve harcın önemli bir bileşenidir ve tuğla ve beton duvar üretiminde kullanılır (11). Bina ve yapı yüzeylerinde kumlama, tünel ve yol yapımı, hafriyat ve kazma, duvarcılık, beton işleri, yıkım, kuru süpürme ve fırçalama, kompresör, darbeli matkap, çekiç kullanımı, demiryolu hattı döşenmesi, pas veya boya giderme, zımparalama, asfalt yenileme, silika içeren malzemeleri dökme, karıştırma işlemleri sırasında silika maruziyeti meydana gelmektedir. Deprem sonrası meydana gelen planlı veya ani yıkımlar sonrasında yoğun toz maruziyeti içerisinde silika maruziyeti meydana gelmektedir. Silika maruziyetine bağlı olarak; silikozis, kronik bronşit, KOAH, mikobakteriyel hastalıklar (tüberküloz enfeksiyonu veya non-tüberküloz mikobakteri enfeksiyonu), akciğer kanseri veya otoimmün hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Solunabilir silikaya bağlı olarak en sık saptanan hastalık olan silikozis, maruz kalınan tozun yoğunluğu ve süresine bağlı olarak üç farklı şekilde karşımıza çıkabilmektedir. Bunlar; genellikle on yıldan daha uzun süre temas sonrası meydana gelen kronik silikozis, ilk maruziyetten beş ila on yıllık bir süre içerisinde meydana gelen akselere veya subakut silikozis ve kısa süreli yoğun miktarda solunabilir silika maruziyeti sonucu meydana gelen akut silikozistir (12).

Ayrıca silika, Uluslararası Kanser Araştırma Örgütü (IARC) sınıflandırmasına göre insanda karsinojenik etkisi kesin olarak bilinen Grup 1 içerisinde yer almaktadır (13). Silika maruziyetine bağlı olarak yukarıda belirtilmiş olan hastalıkları meydana gelebileceği bilinmekle birlikte literatürde direk silika maruziyeti ile ilişkisi net olarak gösterilmiş olan parankimal akciğer hastalığı vakası bildirilmemiştir.

Asbest maruziyeti

Asbest, tabiatta doğal olarak bulunan, lifsi yapıda, temel yapı olarak benzer, ama kısmen farklı mineralojik özellik taşıyan altı farklı silikat türü minerale verilen ortak isimdir (14,15). Lifsi minerallerin boy/en oranı üçten fazla ve boyları birkaç mikron olur. Asbest ve benzeri mineraller bu lifsi yapısal özellikleri nedeniyle “fibröz mineraller” olarak da anılırlar. Bu lifsi yapılar düz veya eğri olabilir. Düz olanlar amfibol, eğri olanlar serpentin grubu olarak adlandırılır. Serpentin grubu içerisinde krizotil (beyaz asbest) bulunur ve dünyadaki asbest üretiminin %95’ini oluşturur. Amfibol grubunda ise; krosidolit (mavi asbest), amosit (kahverengi asbest), aktinolit, antofilit, tremolit bulunmaktadır (11). Asbest lifleri bir araya gelerek dayanıklı bir yalıtım malzemesi oluşturmaktadır. Bu sayede birçok farklı iş kolunda ve inşaat sektöründe kullanım alanı bulmuştur (14,16). 1970 yılına kadar endüstriyel alanda asbest yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Dünya asbest tüketiminin %34’ü çatı kaplama malzemelerinde, %23’ü sürtünme ile ilgili malzemelerin yapısında, %15’i ise çimento yapımında kullanılmaktadır (16). Ayrıca bazı coğrafi bölgelerde doğal toprak örtüsünde bulunması, evlerin ısı yalıtımında kullanılmasına ve kırsal alanda asbest maruziyetine yol açmaktadır. Gelişmiş ülkelerde zararlı etkileri nedeni ile son 30 yılda asbest üretimi ve kullanılması yasaklanmıştır. Ülkemizde de asbest kullanımı 2010 yılından itibaren tamamen yasaklanmıştır. Ancak deprem gibi yıkıma ve hasara yol açan afetler sonrasında eski yapılardan asbest içeren yapı ve yalıtım malzemeleri çevreyi kirletmektedir. Yeniden açığa çıkan asbest, hem afet alanında yaşayan nüfus için hem de arama kurtarma ekipleri, sağlık mensupları, enkaz kaldırma çalışanları gibi alanda hizmet veren kişiler için önemli bir tehlike oluşturmaktadır. İn hale edilen asbest lifleri özel yapıları sayesinde bronşiyal alanda ilerleyerek bronş ağacı içerisinde dallanmalar arasına veya daha distale ilerleyerek visseral plevraya penetre olurlar ve bu alanlarda fibrotik ve mutajenik etkiler başlatabilirler. Mezotel hücreleri diğer sistem hücrelerine göre asbeste karşı daha duyarlıdır (17).

Asbest maruziyeti ile ilişkili akciğer hastalıkları

Asbest IARC tarafından Grup 1 karsinojen olarak kabul edilmektedir. Asbest maruziyeti neticesinde meydana gelebilecek malignitelerin başında akciğer kanseri ve malign mezotelyoma gelmektedir. Maruziyeti sonucu meydana gelebilecek benign durumlar arasında ise; plevral plak, benign asbest plörezisi, diffüz plevral kalınlaşma, round atelektazi ve asbestozis yer almaktadır. Asbestozis; asbest maruziyeti sonucu akciğer parankiminde meydana gelen, daha çok orta ve alt zonları tutan interstisyel akciğer hastalığıdır (16). Hastalığın sıklığı asbest maruziyetinin yoğunluğuyla ilişkilidir ve bu nedenle daha az dozlardaki çevresel maruziyet durumlarından ziyade yoğun maruziyet gerektiren mesleki temaslarda daha sık gözlenir (18). Asbestozis başladıktan sonra maruziyet kesilse bile

hastalık ilerleyebilir. En sık gözlenen semptomlar dispne ve öksürüktür. Akciğer grafisinde orta ve alt zonlarda daha belirgin olmak üzere bilateral düzensiz retiküler değişiklikler gözlenir. Yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi (YRBT) bulguları; orta alt loblerde belirgin retikülasyonlar, subplevral kurvilineer değişiklikler ve ileri evrelerde bal peteği ve traksiyon bronşektazileri şeklinde ortaya çıkabilir. YRBT bulguları, olağan intersitisyel pnömoni (UIP) paterninden kolaylıkla ayırt edilemezken asbest maruziyeti ile ilişkili olabilecek diğer bulguların (plevral kalınlaşma, plevral plak) varlığı asbestozis açısından ipucu verebilir. Tanıda epidemiyolojik, klinik, radyolojik ve laboratuvar bulguların uyumu gereklidir (16). Asbest maruziyeti ile oluşan hastalıkların çoğu dekatlar sonra ortaya çıktığından akut süreçlerde maruziyete bağlı etkilenebilirlik belirgin olmazken ilerleyen süreçlerde kişiler hastalık tanısı alabilirler. Büyük depremler gibi yoğun maruziyet oluşturan durumlar sonrasında hem etkilenen halkın hem de arama kurtarma ekipleri, yıkım kaldırma ekipleri gibi alanda çalışması gereken kişilerin uygun koruyucu önlemler alınarak korunmaması halinde on yıllar içerisinde ortaya çıkabilecek ciddi sağlık sorunları oluşabilir. Ayrıca maruziyeti olan kişilerin uygun izlem politikaları geliştirilerek gelişebilecek sağlık problemlerinin erken tanı ve tedavisine yönelik dikkatli olunması gerekir.

Diffüz Akciğer Hastalıkları ve Vaka Örnekleri

Dünya genelinde, yıkıma neden olan büyük depremlerden olan Büyük Hanshin ve Büyük Doğu Japonya Depremleri ve dünya ticaret merkezi (DTM) saldırıları sonrasında kurtarma ekibi üyeleri, inşaat işçilerinin dahil olduğu grupta yoğun toz solunması sonucunda bildirilmiş olan çok sayıda DAH vakası vardır. Bildirilenler arasında akut intersitisyel pnömoni (AİP), organize pnömoni (OP), pulmoner alveoler proteinozis (PAP) ve akut eozinofilik pnömoni (AEP) vakaları olduğu görülmektedir (19-25).

a) Akut İntersitisyel Pnömoni

AİP hızlı ve progresif seyirli bir intersitisyel pnömonidir. İlk tanı anında genellikle toplum kökenli pnömoniler ile karışabilir ancak mortalitesi %50'nin üzerindedir. Doğal afetlerden sonra AİP hakkında birkaç olgu sunumu mevcuttur. Ohkouchi ve ark. Büyük Doğu Japonya Depremi'nden kalan tahta molozlardan talaş yapmakla uğraşan ve AİP nedeniyle hayatını kaybeden 61 yaşında bir erkek hasta bildirmiş (21). Hastanın mesleği binalardan sökülen hurda ağaçtan biyokütle enerji üretimi için ağaç yongası yapımı, iş makinası ve öğütücü operatörlüğüymüş. Öncesinde de aynı işi yapıyormuş ancak deprem öncesi ahşaplar, kirticilerden arındırılarak işlenmekteyken deprem sonrası tsunami çamuru ile kirlenmiş malzemeler işlenmeden talaş haline getirilmiş. Rahatsızlık hissi nedeniyle düzenli solunum koruyucu kullanmamış. Depremden 2 ay sonra nefes darlığı şikayeti ile pratisyen hekim kliniğine başvuran hastaya bakteriyel pnömoni tanısı konarak antibiyotik tedavisi başlanmış. Ancak tedaviden fayda görmeyen hasta depremden 3 ay sonra bir göğüs hastalıkları uzmanına başvurmuş. Üniversite hastanesine yatışı yapılan hastanın akciğer grafisi ve toraks bilgisayarlı tomografide akciğer havalanmasında azalma ile birlikte bilateral alt lob posteriorunda konsolidasyon ve traksiyon bronşektazileri izlenmiş. Solunum fonksiyon testlerinde belirgin restriksiyon gözlenen hastanın cerrahi akciğer parankim biyopsi sonucunda AİP tanısı konulmuş. Yüksek doz steroid, immünsüpresif ilaçlar, anti-

koagülan, endotoksin hemodiyafiltrasyon ve mekanik ventilasyon dahil tüm tedavilere rağmen hasta depremden 4 ay sonra hayatını kaybetmiş. Otopsi ile de vakanın AİP tanısı doğrulanmış. Tahta artıklarındaki zararlı maddelerin solunmasının daha sonra AİP'ye yol açabilecek bir akut akciğer hasarına neden olabileceği sonucuna varılmıştır (3,21).

b) Organize Pnömoni

Organize pnömoni (OP), distal hava yollarında fibrin eksudadan, fibroblastlara kadar gevşek kollajen dokuların bulunması ile karakterize bir hastalıktır. Lezyonlar genellikle alveollerde görülmesine rağmen bronşiyollerin lümenlerinde de bulunabilir. Nedeni bilinmeyen OP Kriptojenik organize pnömoni (KOP), nedeni bilinen ise sekonder OP olarak adlandırılır. Sekonder OP'nin enfeksiyon, aspirasyon ilaç reaksiyonu, yaygın alveolar hasar, kollajen damar hastalığı ve organ nakli gibi çeşitli nedenleri vardır (26). Toz solunmasının da OP'ye neden olduğu bilinmektedir. Yamanda ve ark. Tarafından Büyük Japonya Depremi ve ardından gelen tsunami sırasında oluşan kurumuş tsunami çamurunun solunmasına sekonder meydana gelen iki OP vakası bildirmiştir (22). Felaket sonrası hastaların her ikisi de restorasyon işleriyle uğraşmış. Yaklaşık 2 hafta sonar nefes darlığı şikayetleri başlayan hastaların akciğer grafisinde bilateral retiküler daniste artım alanları toraks bilgisayarlı tomografi incelemelerinde ise konsolidasyon ve buzlu cam dansite artım alanları ile birlikte interseptal kalınlık artışı saptanmış. Vakaların yapılan cerrahi biyopsi sonuçlarında patolojik incelemelerde multifokal bronşiyolit ve organize pnömoni saptanmış. Ayrıca yapılan elemental analizlerde peribronşiyaller ve alveol duvarlarda demir, silisyum, alüminyum ve kalsiyum tespit edilmiş. Steroid tedavisi başlanan hastalar tedavi sonrası iyileşmişler. Yazarlar kurumuş tsunami çamurundaki parçacıkların solunmasına bağlı OP meydana gelebileceği sonucuna varmış. Miyake-Jima yanardağı patlaması, 2004 Chuetsu Depremi ve DTM saldırıları gibi diğer felaketlerden sonra restorasyon çalışmalarına katılan inşaat işçilerinde de OP vakaları da rapor edilmiştir ve bu hastalar da kortikosteroid tedavisi sonrasında iyileşmiştir (3,27,28).

c) Pulmoner Alveoler Proteinozis

Alveoler makrofajlar, alveolar boşluklardaki tozdan türetilen yabancı maddeleri aldıktan sonra işlevsiz hale gelerek PAP'a neden olabilir. Pek çok PAP vakasında, serumda ve bronşiyalalveolar lavaj (BAL) sıvısında granülosit-makrofaj koloni uyarıcı faktöre (GM-CSF) karşı otoantikörler tespit edilmiştir. Bazı akut başlangıçlı vakalarda veya steroid kullanımını içeren daha erken vakalarda GM-CSF'ye karşı otoantikörler tespit edilemeyebilir (21,29). Yapılan çalışmalar silika, alüminyum, çimento ve kalay gibi solunabilir tozlara maruziyet sonucunda sekonder PAP gelişebileceğini göstermektedir (30). Hisata ve arkadaşları PAP tanısı konulan 63 yaşında bir vaka bildirmiştir (24). Tsunami nedeniyle evi yıkılan hastanın, yoğun toz olan evini maske takmadan temizlemek için defalarca ziyaret ettiği öğrenilmiş ve depremden yaklaşık 3 hafta sonra öksürük şikayeti başlamış. Yapılan radyolojik incelemelerde subplevral alanlarda yaygın buzlu cam dansite artım alanları gözlenmesi üzerine BAL ve transbronşiyal akciğer biyopsisi (TBAB) yapılmış ancak sonuçlar tanısal olmamış. Bu örneklerden yapılan elektron prob mikro analizi (EPMA) ise akciğer dokusunda silika, oksijen ve alüminyum birikimini ortaya koymuş. İdiyopatik intersitisyel pnömoni ön tanısıyla pulse metilprednizolon, siklosporin ve prednizolon tedavisi başlanmış. Sekiz

ay sonra hasta şikayetlerinde gerileme olmaması üzerine yeniden başvurmuş. Yeni çekilen Toraks BT'de akciğer hacminde azalma, yaygın buzluçam opasiteleri ile birlikte interlobüler ve intralobülerseptal kalınlaşmalar görülmüş. Tekrarlanan bronkoskopi sonucunda BAL sıvısının süt görünümünde olduğu saptanmış. GM-CSF'ye karşı antikor yüksekliği saptanmayan hastaya sekonder PAP tanısı konulmuş. Total akciğer lavajı sonrasında ise hasta iyileşmiş. Bu vaka elementel analizler ve yapılan diğer tetkikler ışığında tsunaminin ardından toz maruziyeti ile gelişen sekonder PAP olarak kabul edilmiş. Literatürde ayrıca Büyük Hanshin Depremi'nden sonra da toza maruziyet sonucunda gelişen sekonder PAP vakası bildirilmiştir (3,31).

d) Akut Eozinofilik Pnömoni

AEP, nadir görülen, hızlı başlangıçlı ve mortal seyredebilen bir eozinofilik akciğer hastalığıdır. AEP idiyopatik olabileceği gibi, ilaçlara, enfeksiyona, sigara veya diğer inhalasyon yolu ile olan maruziyetlere sekonder meydana gelebilir (32). Rom ve arkadaşları tarafından 11 Eylül DTM saldırıları sonrasında kurtarma çalışmalarına katılarak yüksek konsantrasyonda toza maruz kalan 38 yaşında bir itfaiyecide gelişen AEP bildirilmiştir (19). 24 Eylül'de nefes darlığı ve hipoksi ile hastaneye başvuran vakanın Toraks BT'sinde yamalı buzluçam dansite artım alanları, bronş duvarlarında kalınlaşmalar ve bilateral plevralefüzyon görülmüş. BAL'da %70 eozinofil gözlenen hastanın periferik kanında yalnızca %1 eozinofil olması üzerine AEP tanısı konmuş. Ayrıca yapılan minerolojik analizde alveoler makrofajlar tarafından fagosite edilmiş asbest lifleri ile birlikte yüksek miktarda kül, silika, metal parçacıkları çeşitli silikatlar, degrade cam elyaf bulunmuş ve hastalığın yoğun toz maruziyetine bağlı meydana geldiği sonucuna varılmıştır (3,19).

Sarkoidoz

Sarkoidoz multisistem granümatöz bir hastalıktır (33). Etiyolojisi net olarak bilinmemekle birlikte sarkoidozun, bir antijene maruz kalma veya inflamatuvar tetikleyiciye karşı genetik olarak hazırlanmış anormal bir immün yanıt sonucu meydana geldiği düşünülmektedir (34). Olası tetikleyici ajanlar/antijenler arasında partikül madde (kalsiyum karbonat ve silika) ve fiberler (asbest, fiber cam, alçı), organik kirleticiler (polisiklik aromatik hidrokarbonlar), gazlar, yangınlarından kaynaklanan yanma yan ürünleri ve berilyum gibi metal tozları yer alır (34). DTM saldırıları sonrasında itfaiye çalışanları, kurtarma ekipleri dahil olmak üzere DTM tozuna maruz kalanlarda sarkoidoz sıklığında artış tespit edildiği bildirilmektedir (34,36-38). İtfaiyecilerde 11 Eylül 2001 öncesinde sarkoidoz insidansı 12,9/100.000 olarak tahmin edilmekte iken, 2002-2015 yılları arasında DTM maruziyeti olan itfaiyecilerde 25/100.000 olarak bulunmuştur (34). Bu durum büyük yıkımlara neden olan felaketlerden sonra sarkoidoz gelişimi açısından da dikkatli olunması gerektiğini düşündürmektedir.

Korunma

Deprem gibi yıkıma neden olan felaketlerden sonra maruz kalma riski en yüksek olan popülasyonlar arasında itfaiyeciler, polis, sağlık görevlileri, diğer ilk müdahale ekipleri, inşaat işçileri, kurtarma operasyonuna katılanlar ve ardından aylarca molozları temizle-

yerek çalışan gönüllüler yer almaktadır. Antao ve arkadaşları Tip 1 (tam yüz maskeleri), tip 2 (yarım yüz maskeleri), tip 3 (N95 ile P100 arası tek kullanımlık maskeler) ve tip 4 (diğer tek kullanımlık maskeler) dahil olmak üzere koruyucu solunum maskelerinin kısa vadede solunum yolu semptomlarının ve solunum yolu hastalıklarının sıklığı azalttığını belirtmektedir; ancak dört maske tipi arasında etkinlik açısından farklılık saptanmamıştır (39). Solunum koruyucu ekipmanların DAH ve maligniteye karşı önleyici etkileri şu anda hala net olarak bilinmemektedir (7). İnşaat işçilerinin maske kullanımına ilişkin çalışma ortamına bağlı düzenlemeler birçok ülkede mevcuttur ancak maske kullanımının DAH veya asbestoza karşı korunmaya yardımcı olduğuna dair herhangi bir kanıt yoktur (40-42). Etkilenen bölgelerde çalışan kişilerde motorlu hava temizleyici respiratörler, koruyucu giysiler ve ıslatma yöntemlerinin kullanılması meydana gelebilecek olan ciddi solunum yolu ve parankimal akciğer hastalıklarından korunmak için gereklidir. Uzmanlar tarafından afet sonrası çevresel faktörlerden kaynaklanan akciğer hasarlarını önlemek için organizasyonel önlemler alınması gerekmektedir. Ayrıca asbest etkilenimleri sonucunda meydana gelen hastalıklar gibi latent sürenin uzun olduğu hastalıklar açısından uygun takip prosedürleri oluşturularak, erken tanı ve tedaviye olanak sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Robinson B, Alatas MF, Robertson A, Steer H. Natural disasters and the lung. *Respirology*. 2011;16:386–95.
2. Young S, Balluz L, Malilay J. Natural and technologic hazardous material releases during and after natural disasters: a review. *Sci Total Environ*. 2004;322:3–20.
3. Ohkouchi S, Yamanda S, Hisata S, Tabata M, Irokawa T, Ogawa H, et al. Dust, asbestos, and sludge exposure: What kinds of respiratory injuries are caused by disaster-induced dust, asbestos, and sludge exposure? In: Fujimoto, K. *Disaster and Respiratory Diseases*. Respiratory Disease Series: Diagnostic Tools and Disease Managements. Springer, Singapore; 2019. p.3-21.
4. Henley, R. W., & Berger, B. R. (2000). Self-ordering and complexity in epizonal mineral deposits. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 28(1), 669-719
5. Summerhill EM, Hoyle GW, Jordt SE, Jugg BJ, Martin JG, Matalon S, et al. An official American Thoracic Society Workshop Report: chemical inhalational disasters. Biology of lung injury, development of novel therapeutics, and medical preparedness. *Ann Am Thorac Soc*. 2017;14:1060–72.
6. Liou PJ, Weisel CP, Millette JR, Eisenreich S, Vallero D, Offenber J, et al. Characterization of the dust/smoke aerosol that settled east of the World Trade Center (WTC) in lower Manhattan after the collapse of the WTC 11 September 2001. *Environ Health Perspect*. 2002;110:703–14.
7. Lippmann M, Cohen MD, Chen L-C. Health effects of World Trade Center (WTC) dust: an unprecedented disaster with inadequate risk management. *Crit Rev Toxicol*. 2015;45:492–530.
8. Kouadio IK, Aljunid S, Kamigaki T, Hammad K, Oshitani H. Infectious diseases following natural disasters: prevention and control measures. *Expert Rev Anti-Infect Ther*. 2012;10:95–104.
9. Aghababian RV, Teuscher J. Infectious diseases following major disasters. *Ann Emerg Med*. 1992;21:362–7.
10. Nolan RP, et al. Risk assessment for asbestos-related cancer from the 9/11 attack on the World Trade Center. *J Occup Environ Med*. 2005;47:817–25.
11. Şimşek C. (2012). *Meslek Hastalıkları ve İş ile İlgili Hastalıklar Tanı Rehberi*. İSGİP, Ankara

12. Department of Health and Human Services. Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica. *Natl Inst Occup Saf Health*. 2002;129:1–127.
13. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Silica, Some Silicates, Coal Dust and Paraaramid Fibrils, Lyon: IARC; 1997.
14. Turkey Asbestos Control Strategic Plan Final Report. *Turk Thorac J*. 2015;16 (Suppl 2): 27-52.
15. Sporn TA. Mineralogy of asbestos. *Recent Results Cancer Res* 2011;189:1-11.
16. Metintaş M. Asbest temasına bağlı plevra ve akciğer hastalıkları. *Güncel Göğüs Hastalıkları Serisi* 2019; 7 (2): 114-31
17. Carbone M, Kanodia S, Chao A, et al. Consensus Report of the 2015 Weinman International Conference on Mesothelioma. *J Thorac Oncol* 2016; 11: 1246-62.
18. Harris EJA, Musk A, de Klerk N, et al. Diagnosis of asbestos-related lung diseases. *Expert Review of Respir Med* 2019; 13: 241-9.
19. Rom WN, Weiden M, Garcia R, Yie TA, Vathesatogkit P, Tse DB, et al. Acute eosinophilic pneumonia in a New York City firefighter exposed to World Trade Center dust. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:797–800.
20. Tsuchiya T, Nishimura Y, Kotani Y. Secondary pulmonary alveolar proteinosis in a patient engaged in building demolition work. *J Japn Respir Soc*. 1999;37:219–23.
21. Ohkouchi S, Ebina M, Kamei K, Moriyama H, Tamai T, Shibuya R, et al. Fatal acute interstitial pneumonia in a worker making chips from wooden debris generated by the Great East Japan earthquake and tsunami. *Respir Investig*. 2012;50:129–34.
22. Yamanda S, Kobayashi S, Hanagama M, Sato H, Suzuki S, Ueda S, et al. Two cases of tsunami dust pneumonia: organizing pneumonia caused by the inhalation of dried tsunami sludge after the 2011 Great East Japan Earthquake. *Intern Med*. 2016;55:3645–53.
23. Takuma H, Yamanda S, Sato H, Hanagama M, Kobayashi S, Takahashi T, et al. Case report; organizing pneumonia secondary to inhalation of dried tsunami sludge after Great East Japan Earthquake. *Nihon Naika Gakkai Zasshi*. 2012;101:2307–9.
24. Hisata S, Moriyama H, Tazawa R, Ohkouchi S, Ichinose M, Ebina M. Development of pulmonary alveolar proteinosis following exposure to dust after the Great East Japan Earthquake. *Respir Investig*. 2013;51:212–6.
25. Tanino Y, Misa K, Fukuhara N, Nikaido T, Sato S, Fukuhara A, et al. Increase in autoimmune pulmonary alveolar proteinosis after the 2011 Fukushima disaster. *Allergol Int*. 2016;65:332–3.
26. Epler GR. Bronchiolitis obliterans organizing pneumonia. *Arch Intern Med*. 2001; 161: 158-64.
27. Wu M, Gordon RE, Herbert R, Padilla M, Moline J, Mendelson D, et al. Case report: lung disease in World Trade Center responders exposed to dust and smoke: carbon nanotubes found in the lungs of World Trade Center patients and dust samples. *Environ Health Perspect*. 2010;118:499–504.
28. Rom WN, Weiden M, Garcia R, Yie TA, Vathesatogkit P, Tse DB, et al. Acute eosinophilic pneumonia in a New York City firefighter exposed to World Trade Center dust. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:797–800.
29. Ono M, Saito R, Tominaga J, Okada Y, Ohkouchi S, Takemura T. Pathological features of explant lungs with fibrosis in autoimmune pulmonary alveolar proteinosis. *Respirol Case Rep*. 2017;5:e00255.
30. Seymour JF, Presneill JJ. Pulmonary alveolar proteinosis: progress in the first 44 years. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:215–35.

31. Tsuchiya Takaaki, Nishimura Yoshihiro, Kotani Yoshikazu, et al. Secondary pulmonary alveolar proteinosis in a patient engaged in building demolition work. *Nihon Kogyoku Gakkai Zasshi* 1999;37:219–23.
32. De Giacomo F, Vassallo R, Yi ES, Ryu JH. Acute Eosinophilic Pneumonia. Causes, Diagnosis, and Management. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018 Mar 15;197(6):728-36.
33. Valeyre D, Prasse A, Nunes H, Uzunhan Y, Brillet PY, Muller-Quernheim J. Sarcoidosis. *Lancet*. 2014;383(9923):1155-67.
34. Hena KM, Yip J, Jaber N, Goldfarb D, Fullam K, Cleven K, et al. FDNY Sarcoidosis Clinical Research Group*. Clinical Course of Sarcoidosis in World Trade Center-Exposed Firefighters. *Chest*. 2018 Jan;153(1):114-23.
35. Huntley CC, Patel K, Mughal AZ, Coelho S, Burge PS, Turner AM, et al. Airborne occupational exposures associated with pulmonary sarcoidosis: a systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med*. 2023 Oct;80(10):580-89.
36. Jordan HT, Stellman SD, Prezant D, Teirstein A, Osahan SS, Cone JE. Sarcoidosis diagnosed after September 11, 2001, among adults exposed to the world trade center disaster. *J Occup Environ Med*. 2011;53(9):966-74.
37. Crowley LE, Herbert R, Moline JM, Wallenstein S, Shukla G, Schechter C, et al. "Sarcoid like" granulomatous pulmonary disease in World Trade Center disaster responders. *Am J Ind Med*. 2011;54(3): 175-84.
38. Izbicki G, Chavko R, Banauch GI, Weiden MD, Berger KI, Aldrich TK, et al. World Trade Center "sarcoid-like" granulomatous pulmonary disease in New York City Fire Department rescue workers. *Chest*. 2007;131(5):1414-23.
39. Antao VC, Pallos LL, Shim YK, Sapp JH, Brackbill RM, Cone JE, et al. Respiratory protective equipment, mask use, and respiratory outcomes among world trade center rescue and recovery workers. *Am J Ind Med*. 2011;54:897–905.
40. Janssen L, Zhuang Z, Shaffer R. Criteria for the collection of useful respirator performance data in the workplace. *J Occup Environ Hyg*. 2014;11:218–26.
41. Sirianni G, Borak J. How clean is "clean"? Regulations and standards for workplace clothing and personal protective equipment. *J Occup Environ Med*. 2010;52:190–6.
42. Goldyn SR, Condos R, Rom WN. The burden of exposure-related diffuse lung disease. *Semin Respir Crit Care Med*. 2008;29:591–602.

BÖLÜM 4

DEPREM VE ENFEKSİYON HASTALIKLARI

Merve Ayık Türk

SBÜ İzmir Bozyaka Eğitim Araştırma Hastanesi, Göğüs Hastalıkları AD

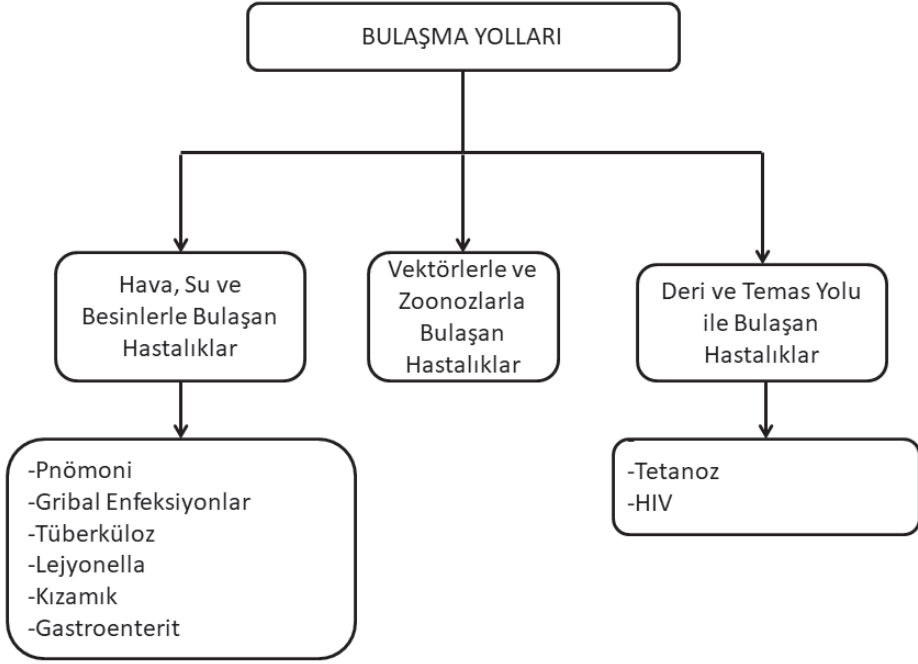
Depremler, yıkıcı etkinlerinin ardından kayıplar ve yaralanmalar ile halk sağlığını önemli ölçüde etkileyen bir etki zincirini başlatırlar. Yer hareketleri ile birlikte görülebilen toprak kaymaları ve tsunamiler depremin yıkıcı hasarını arttırmırlar. Tüm bunlar iyileşme sürecini kesintiye uğratarak bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasına elverişli zorlu koşullar yaratabilmektedir. Doğal afetlerin ardından görülen bulaşıcı hastalık salgınları morbidite ve mortalitenin önemli nedenlerindendir. Enfeksiyonlar için risk faktörleri başlıca şöyle sıralanabilir:

1. Acil durum barınaklarının aşırı kalabalık olması,
2. Barınakların yetersiz havalandırılması,
3. Su ve hijyen koşullarının yetersizliği,
4. Beslenmenin yetersiz olması,
5. Depremin bulunduğu coğrafyaya göre farklılık görülmekle birlikte düşük sıcaklık koşulları ve sıcaklık farklılıklarının yüksek olması,
6. Sağlık hizmetleri altyapılarının yıkımı ile birlikte tıbbi olanakların kısıtlılığı,
7. Depremin yıkıcı hasarı ile birlikte ulaşım altyapılarının da kaybı sonucunda gerekli yardımların yetiştirilmesindeki gecikmeler sayılabilir.

Bulaşıcı hastalıkların prevalansını incelen bir meta-analizde depremlerden sonra bulaşıcı hastalıkların prevalansında bir artış olduğu gösterilmiştir (1). Afet sonrası salgınlara neden olabilecek bulaşıcı hastalıklar üç gruba ayrılabilir: hava, su ve besin kaynaklı hastalıklar, vektör kaynaklı hastalıklar ve deri ve temas yolu ile bulaşan hastalıklar (**Şekil I**). Bu hastalıklar arasında, gribal enfeksiyonlarda dahil olmak üzere en sık görüleni akut solunum yolu enfeksiyonlarıdır (2).

Hava, Su ve Besinlerle Bulaşanlar:

Pnömoni: Toplum kökenli pnömoni (TKP) etkenleri olan *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenza* ve *Moraxella catarrhalis*'in neden olduğu öksürük, pürülan balgam, ateş, üşüme, titreme ve nefes darlığı gibi şikayetlerin görüldüğü akut akciğer enfeksiyonudur. Deprem gibi doğal afet durumlarında TKP'ler ön planda görülmektedir. TKP gelişimi için başlıca nedenler; toksik gaz ve duman inhalasyonu, toza yoğun maruziyet,



Şekil 1. Afet sonrası salgınlara neden olabilecek bulaşıcı hastalıklar (Kaynak 1'den uyarlanmıştır)

toplu barınma koşulları, hijyen koşullarının yetersizliği ve şiddetli hipotermidir. Büyük Doğu Japonya Depreminden bir ay sonra bulaşıcı hastalık nedeniyle hastaneye başvuru-ların %43'ünü pnömoni vakaları oluşturmuş (3) ve TKP sayısının bir önceki yıla kıyasla 2,2 kat arttığı bildirilmiştir (4).1995 Kobe depremi nedeniyle de başta pnömoni olmak üzere solunum yolu hastalıklarının sayısı bir ayda yaklaşık 4,5 kat artmıştır (5). Deprem ve pnömoni ilişkili patojen değerlendirildiğinde ise deprem sonrası esas olarak *H. influenzae* ve *M. catarrhalis*'in neden olduğu pnömoni vakalarının sayısı deprem sonrası ilk 3 haftada artarken, enterobakteriler, stafilokoklar veya atipik patojenlerin neden olduğu pnömoni-lerde deprem sonrası bir artış görülmemiştir(6).

Gribal Enfeksiyonlar: Doğal afetlerden sonra influenza başta olmak üzere, COVID -19, Adenovirus ve Respiratuvar Sinsityal Virüs (RSV) gibi viral üst solunum yolu enfeksiyon-larında artış beklenmektedir. Viral üst solunum yolu enfeksiyonları kendi kendini sınırla-yan hafif klinik tablo ile görülebilmekle birlikte çocuklarda, ileri yaşta, hamilelerde, im-münsüpresif ve çoklu komorbid hastalığı olan riskli gruplarda ensefalopati, miyokardit ve pnömoni gibi komplikasyonlara neden olabilmektedir. Enfeksiyon gelişimi için kötü hijyen koşulları ve acil durum barınaklarının aşırı kalabalık olması gibi ortak risk faktör-lerinin yanı sıra bölgede çalışan arama kurtarma faaliyeti görevinde bulunan ve temel kaynakların temininde destek olan personelin de yakın teması ve birçok bölgeye ulaşmak için farklı farklı bölgelere hizmet sunmaları, gribal enfeksiyon gibi hızla bulaşan enfek-

siyöz ajanların yayılmasına katkıda bulunmaktadır. Doğal afetlerden sonra görülen grip salgınları hakkında sınırlı bilgi olmakla birlikte Büyük Doğu Japonya Depremi sonrasında grip salgınının depremden 1 hafta sonra arttığı ve bir önceki yıla kıyasla 20 kat artış gösterdiği vurgulanmıştır(4). Ayrıca yine deprem sonrasında bir İnfluenza A salgını meydana gelmiş ve 65 yaş ve üzerindeki nüfusun tüm vakaların %21,9'unu oluşturduğu bildirilmiştir (7). İleri yaş hasta popülasyonunda İnfluenzanın daha şiddetli hastalık potansiyeli ile ilişkili olması grip salgınlarının mortalite ve morbiditeye neden olabileceği gerçeğini göstermektedir. Doğal afet gibi enfeksiyon riskinin yüksek olduğu durumlarda, özellikle grip salgınının endemik olduğu dönemlerde, salgınların önlenmesinde en önemli adımın aşılama olduğu düşünülmektedir (8). Ayrıca Büyük Doğu Japonya Depreminden sonra İnfluenza enfeksiyonuna karşı el hijyeni, maske dağıtımı, bilgilendirici afişler, etkilenen bireylerin izolasyonu, hızlı tanı kitleri ile enfekte kişilerin taranması ve anti-influenza ilaçları ile profilaksi gibi çoklu önlemler uygulanmış ve başarılı sonular elde edilmiştir (9).

Lejyonella: *Legionellapneumophila* etken olduğu çeşitli klinik tabloların görülebildiği bir enfeksiyon hastalığıdır. Kendi kendini sınırlayan ateşli hastalık kliniği (Pontiac Ateşi) görülebileceği gibi, şiddetli ve bazen ölümcül pnömoni (Lejyoner Hastalığı) kliniği ile de görülebilmektedir (10). Aerosol halinde ya da kirli suyun aspirasyonu yoluyla bulaşır. Biyofilm-ler içinde çoğalma yeteneği, dezenfeksiyon gibi çevresel streslere karşı ek koruma sağlar. Nemli toprak, nehir, göl, bataklık, kaplıca gibi sularda bulunur ve doğal afet koşullarında su kaynaklarının yetersizliği ve suların depolanmasında hijyenik koşulların sağlanamaması, tuvaletlerin yetersizliği ve ısınma için kullanılan havalandırma koşulları Lejyonella enfeksiyonu için risk faktörleridir. Ayrıca depremlerde geçici barınma alanlarının seçiminde nehir, bataklık gibi bölgelere yakın yerlerin seçilmemesi, Lejyonella enfeksiyonundan korunmada ek önlem oluşturabilir.

Tüberküloz: *Mycobacteriumtuberculosis*'in neden olduğu prodüktif semptomlarla kendini gösteren damlacıkların hava yolu ile solunması sonucu bulaşın görüldüğü enfeksiyöz hastalıktır. Aktif tüberküloz (TB) enfeksiyonunda, nüfusun yer değiştirmesi, izolasyon önlemlerinin sağlanamaması, sağlık hizmetlerine yetersiz erişim ve devam eden tedavi veya kontrol programlarının kesintiye uğraması gibi faktörler hastalık yükünü artırabilir. Ayrıca TB enfeksiyonu, larinks ve kaviter akciğer TB ise ve tedavinin ilk 3 haftalık süresi tamamlanamadı ise bulaş riski artmaktadır(11). Aktif TB enfeksiyonu geliştiğinde de semptomlar uzun bir süre boyunca hafif seyredebilir ve bu da bulaşın artmasına neden olabilmektedir. 2013 Bohol (Filipinler) depreminin ardından çocuklarda *M. Tuberculosis* enfeksiyonunun afet sonrası ortaya çıkma riskini değerlendirmek için tüberkülin deri testi uygulanmıştır. 5476 çocukta 355'i tüberkülin deri testi pozitif saptanırken, 16 çocukta ise aktif TB saptanmıştır. Aynı çalışmada 25 kişiden fazla bir sığınakta yaşamayan TB insidansı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir(12). Deprem sonrası TB patogeneğinde barınma, beslenme ve hijyen koşullarının yetersizliği ve ayrıca stres faktörünün immün sistemin baskılayarak pulmoner TB gelişiminde, latent TB enfeksiyonunun bu koşullara sekonder reaktifite olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca deprem sonrası TB prognozunda risk faktörlerinin ileri yaş, düşük serum albümin düzeyi, başvuru anındaki performans durumu ve oksijen gereksinimi ile ilişkilendirilmiştir (13).

Kızamık: Kızamık, özellikle gelişmekte olan ülkelerde çocukluk çağı ölümlerinin önemli bir nedeni olmaya devam etmektedir. Kızamık virüsünün bulaşma riski, etkilenen nüfus arasında (özellikle 15 yaşın altındaki çocuklar arasında) mevcut aşılama programının kapsamına bağlıdır (14). Oldukça bulaşıcı bir hastalık olması nedeniyle acil durum barınaklarının kalabalık olması bulaş için risk faktörüdür. Güney Asya depreminden sonra Pakistan'da sporadik kızamık vakaları depremden sonraki 6 ayda artış göstermiş ve 400'ün üzerinde klinik vaka rapor edilmiştir (15).

Gastroenterit: *Vibrio cholerae*, *Enterotoksijenik Escherichiacoli*, *Salmonella* gibi mikrobiyolojik etkenlerin neden olduğu gastroenterit salgınları afet ve kamp ortamlarında önde gelen ölüm nedenlerinden biridir (16). Doğal afetler, sanitasyon ve kanalizasyon sistemlerini etkileyerek fekal-oral yolla bulaşan bulaşıcı hastalıkların artışına neden olabilmektedir. Depremi neden olduğu jeolojik değişikliklere bağlı olarak ekinleri sulamak için kullanılan su kaynağının kirlenmesine bağlı İtalya'nın L'Aquila kentinde meydana gelen depremden sonra *Salmonella* salgını bildirilmiştir (17). Su kaynaklarının fekal kontaminasyonu, taşıma ve depolanma sırasında suyun kirlenmesi, toplu yaşam alanlarında paylaşılan su kapları ve tencereler, sabun gibi hijyenik maddelerin kıtlığı ve kontamine yiyecekler gastroenterit salgınlarına neden olan faktörlerdir. Güney Asya depreminden sonra Pakistan'da gastroenterit vakalarında %42'lik bir artış (18); İran'da 2003'teki Bam depreminde 75.586 kişinin (%1,6) gastroenteritten etkilendiği bildirilmişken (19), Büyük Doğu Japonya Depreminden sonra ise önemli bir gastroenterit salgını bildirilmemiştir (Kouadio KI, Aljunid S, Kamigaki T, et al. Infectious disease following natural disasters: prevention and control measures. Expert Review of Anti-infective Therapy 2014;10:95-104.). 2010 Haiti depreminden sonra, ülkede neredeyse bir asırdır kolera vakası görülmez iken deprem sonrası Haiti'de kolera vakaları görülmeye başlanmıştır (21). 1999 Türkiye depreminin hemen ardından da Kocaeli'nde bir bulaşıcı hastalık surveyans sistemi kurulmuştur. Sıcak yaz mevsimi, altyapı sistemlerinin hasar görmesi ve güvenli içme suyu elde etmedeki güçlükler nedeniyle ishalleri hastalık salgınları görülmüş ve tespit edilen mikrobiyolojik etkenler arasında en yaygın olanı *Shigella* bulunmuştur (22).

Hepatit A ve Hepatit E: Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kötü sosyoekonomik koşullar, sıhhi altyapının zayıf olduğu ve yüksek nüfus yoğunluğunun görüldüğü bölgelerde önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir (23). Düzce ve Gölük'de deprem sonrası kamplarda yaşayan çocuklarda hepatit A ve hepatit E prevalansı endemik bölgelere göre daha düşük, gelişmiş ülkelere göre daha yüksek bulunmuştur (24). Pakistan'daki 2005 depreminden sonra ise güvenli suya erişimin zayıf olduğu bölgelerde sporadik hepatit E vakaları yaygın olarak görülmüş ve hepatit E olarak doğrulanan 1.200'den fazla akut sarılık vakası meydana gelmiştir (15). Enterik yolla bulaşan hepatit salgınlarının önlenmesinde güvenli içme suyu ve gıda temini, iyi sanitasyon koşullarının sağlanması ve depremzedeler için kampların düzenlenmesi önem oluşturmaktadır.

Deri ve Temas Yolu ile Bulaşanlar

Tetanoz: *Clostridium tetani*'nin ekzotoksininin neden olduğu sıklıkla deprem sırasında görülen ezilme yaralanmaları ve kontamine yaralarla ilişkili enfeksiyöz hastalıktır. Esas

olarak *C.tetani* sporları, toprakta, insan dışkısında ve paslı nesnelerin yüzeyinde bulunur(25). Enkaz altında geçen süre ve yaralanmadan tedaviye kadar geçen süre, yara yeri enfeksiyonu oluşumu ile ilişkilidir. 2005 Pakistan depreminden sonra tetanoz vakaları kaydedilmiştir (15). Afetlerden sonra ortaya çıkan tetanoz salgınları asıl olarak aşılama programlarının artırılması ile önlenabilir olmaktadır. Ayrıca yara bakım tedavisinin iyileştirilmesi, düzenli bir sürveyans sisteminin oluşturulması, ulusal kılavuzlarla uygun afet yönetimi uygulamalarının getirilmesi ve topluluklara yönelik sağlık eğitimi programları ile tetanoz salgınları önlenabilir.

HIV: Dünya popülasyonunda artan HIV vaka sayıları nedeniyle özellikle birden fazla açık yara maruziyeti durumunda virüsün yayılması söz konusu olabilir. Bir deprem felaketinin ardından yaşanan sosyal ve ekonomik kriz, risk altındaki nüfusun, doğal afet sonrası görülen enfeksiyonlardan korunmalarını güçleştirir. 2010'da Haiti'de meydana gelen depremde sonra, uzun süreli ekonomik ve sosyal kriz nedeniyle yerel HIV salgınının yeniden artabileceği konusundaki endişeler dile getirilmiştir (26). Afetler ile HIV salgınları arasında bir bağlantı olabileceği öne sürülse de bu konudaki literatür verisi sınırlıdır.

Afetlerden sonra acil durum barınaklarındaki bulaşıcı salgın hastalık riskinin artmış olması, bağışıklığı baskılanmış konakçıların, enfeksiyöz hastalıklardan daha ciddi etkilenilebileceğinin düşündürmekte ve bu konuda riskin erken dönemde belirlenip önlem alınması öncelik oluşturmaktadır.

Transfüzyon ilişkili Bulaş: Depremlerden sonra görülen yıkımlar sonucu kayıpların birincil nedeni travmalardır. Depremden sonra ilk günlerde kan ve kan ürünü ihtiyacı yüksektir. Buna bağlı olarak acil ve çok fazla miktarda kan ürünü ihtiyacı vardır. Elektrik kesintileri nedeniyle mevcut kan ürünlerinin korunmasının güçlüğü, yıkımların kan merkezlerinde de meydana gelmesi nedeni ile kan transfüzyonlarının teknik olarak yetersiz yerlerde yapılması ve teknik personel eksikliği transfüzyon ilişkili bulaş riskini arttırabilmektedir. 8 Ekim 2005 Keşmir depremi sonrası kan yoluyla bulaşan enfeksiyonların bulaşma riskinin arttığı bildirilmiştir(27).

Önlemler

Doğal afetlerde bulaşıcı hastalığa karşı yeterli önlemlere rehberlik etmesi için üç aşamadan oluşan sınıflandırma önerilmiştir (28).

- 1. Akut Faz (Faz I):** Doğal afetlerden sonra görülen ilk 4 günü kapsar ve bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde en önemli aşamadır. Hayatta kalanların kurtarıldığı ve afetle ilgili hastalıkların ilk tedavisinin sağlandığı dönemdir. Bu aşamada bulaşıcı hastalık riskleri tahmin edilmeli ve tanımlanmalı, aktif enfeksiyonu olan kişiler tespit edilip izole etmeli ve tedavi edilmelidir. Bu aşamada bölge için endemik olan hastalık risk tahminlerine göre bulaşıcı hastalıkların daha fazla yayılmasını önleyecek önlemler alınmalıdır.
- 2. Etki Sonrası Faz (Faz II):** Doğal afetlerden sonra görülen 4. günden, 4. haftaya kadar geçen süredir. Hava, gıda ve/veya su kaynaklı enfeksiyonlar dahil olmak üzere bulaşıcı hastalık sorunlarının ilk dalgasının görüldüğü dönemdir. Bu aşamada bölgeye endemik olan patojenlerin öncelikli olarak görülmesi beklenir.

- 3. İyileşme Aşaması (Faz III):** Bu aşama 4. Haftadan sonraki dönemi kapsamaktadır. İnkübasyon süresi uzun olan enfeksiyonlara yakalanmış olanlarda, klinik belirtilerin görüldüğü dönemdir. Bu aşamada enfeksiyon kliniği vermeyen ve afet bölgesinden tahliye edilip diğer bölgelere yerleşen kişilerin enfeksiyonunun, başka bölgelere de yayılması söz konusu olabilir.

Sonuç

Sonuç olarak afetlerden sonra enfeksiyöz hastalıkların önlenmesinde;

1. Endemik patojenlerin farkında olunmalı ve buna yönelik afetin ilk günlerinde acil durum eylem planları oluşturulmalıdır. Bölgede endemik olan patojenlerin tedavisine yönelik ilaçlar erken dönemde sağlanmalıdır.
2. Aşırı kalabalık barınma koşullarından kaçınmak için iyi bir planlama yapılmalıdır. Akut dönemde buna önlemeye yönelik ilk akla gelen çözüm planı zorunlu tahliyeler olsa da, tahliyelerin afetzedeler üzerinde yaratabileceği psikolojik çöküşte göz ardı edilmemelidir.
3. Acil durum barınaklarında, iyi havalandırma sistemlerinin sağlanması, solunum yolu ile bulaşan enfeksiyöz hastalıkların önlenmesinde önem oluşturmaktadır.
4. Su ve gıda maddeleri yeterli ve hijyenik olmalıdır. Ayrıca kişisel hijyenin sağlanabilmesi için gerekli önemler alınmalıdır.
5. Haemophilus İnfluenza, Pneumococcus veya İnfluenza virüsüne karşı, risk varsa veya hastalık görülmeye başlamışsa, aşılama düşünülebilir. Aşılama için tüm popülasyona ulaşamıyor ise de riskli grubun öncelikli aşılanması ilk planda düşünülebilir. Afet bölgesinde çalışan sağlık çalışanları için hepatite karşı aşılama düşünülebilir; fakat bir süre bağışıklık sağlanamayacağı unutulmamalıdır.
6. Arama kurtarma personeli tarafından afet bölgesinde bulaşıcı hastalık riskinin farkında olunmalı ve bölgede bulaşıcı hastalık riskine karşı bilinç oluşturulmalı ve önlem alınmalıdır. Arama kurtarma personeli, tespit edilen bulaşıcı hastalıkların daha fazla yayılmasını azaltmak için bulaşıcı hastalık saptanan bireylerin izolasyonunu sağlamalı ve o kişilerin tıbbi tedavisine hızlıca başlanmalıdır.

Büyük bir felakete maruz kalan büyük bir nüfus için bulaşıcı hastalıkların tamamen iyileşip eski haline getirilmesi yıllar alabilir. Bu nedenle bulaşıcı hastalıkların önlenmesi birincil amaç olmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Najafi S, AkahavanRezayat A, Beyzaei SF, Shahriari Z, TaheriTabar M, GhasemiNour M, et al. Incidence of infectious diseases after earthquakes: a systematic review and meta-analysis. Public Health 2022; 202: 131-138.
2. Mimura S, Kamigaki T, Oshitani H. Infectious disease risk after the Great East Japan Earthquake. J DisRes 2012; 7(6): 741-745.

3. Aoyagi T, Yamada M, Kunishima H, Tokuda K, Yano H, Ishibashi N, et al. Characteristics of infectious diseases in hospitalized patients during the early phase after the 2011 great East Japan earthquake. *Chest* 2013; 143: 349–356.
4. Ohkouchi S, Shibuya R, Yanai M, Kikuchi Y, Ichinose M, Nukiwa T. Deterioration in regional health status after the acute phase of a great disaster: respiratory physicians' experiences of the Great East Japan Earthquake. *Respir Investig* 2013; 51(2): 50.
5. Takakura R, Himeno S, Kanayama Y, Sonoda T, Kiriya K, Furubayashi T, et al. Follow-up after the Hanshin-Awaji earthquake: Diverse influences on pneumonia, bronchial asthma, peptic ulcer and diabetes mellitus. *Intern Med* 1997; 36: 87–91.
6. Takahashi H, Fujimura S, Ubukata S, Sato E, Shoji M, Utagawa M, et al. Pneumonia after earthquake, Japan, 2011. *Emerg Infect Dis* 2012; 18: 1909–1911.
7. Kamigaki T, Seino J, Tohma K, Nukiwa-Soma N, Otani K, Oshitani H. Investigation of an Influenza A (H3N2) outbreak in evacuation centres following the Great East Japan earthquake, 2011. *BMC Public Health* 2014; 14: 34.
8. Kouadio IK, Aljunid S, Kamigaki T, Hammad K, Oshitani H. Infectious diseases following natural disasters: prevention and control measures. *Expert Rev Anti-Infect Ther* 2012; 10: 95-104.
9. Hatta M, Kaku M. Cooperation and support activities of infection control after the Great East Japan earthquake. *Rinsho Byori* 2013; 61: 1160–5.
10. Gonçalves IG, Simões LC, Simões M. *Legionella pneumophila*. *Trends Microbiol.* 2021;29(9): 860-861.
11. Sağlık Bakanlığı Tüberküloz Tanı ve Tedavi Rehberi, 2. Baskı Ankara, Mayıs 2019. Available from: <https://dosyaism.saglik.gov.tr/Eklenti/79564/0/tuberkuloztanitedavirehber0619pdf.pdf>
12. Mavrouli M, Mavroulis S, Lekkas E, Tsakris A. The Impact of Earthquakes on Public Health: A Narrative Review of Infectious Diseases in the Post-Disaster Period Aim in to Disaster Risk Reduction. *Microorganisms* 2023; 11(2): 419.
13. Kanamori H, Hatakeyama T, Uchiyama B, Weber DJ, Takeuchi M, Endo S, et al. Clinical and molecular epidemiological features of tuberculosis after the 2011 Japan earthquake and tsunami. *Int J Tuberc Lung Dis* 2016; 20(4): 505-14.
14. World Health Organization/United Nations Children's Fund. Global measles mortality reduction and regional elimination: strategic plan, 2001–2005 [WHO/V&B/01.13]. Geneva: World Health Organization, 2001.
15. World Health Organization. Acute jaundice syndrome. *Weekly Morbidity and Mortality Report*. 2006; 23: 8. Available from: http://www.who.int/hac/crises/international/pakistan_earthquake/sitrep/Pakistan_WMMR_VOL23_03052006.pdf.
16. World Health Organization. Diarrheal disease, Factsheet No. 330. World Health Organization 2009. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs330/en/index.html>.
17. Nigro G, Bottone G, Maiorani D, Trombatore F, Falasca S, Bruno G. Pediatric epidemic of *Salmonella enterica* serovar typhimurium in the area of L'Aquila, Italy, four years after a catastrophic earthquake. *Int J Environ Res Public Health* 2016;13:475.
18. World Health Organization. Acute water diarrhea outbreak. *Weekly Morbidity and Mortality Report*. 2005; 1: 6. Available from: http://www.who.int/hac/crises/international/pakistan_earthquake/sitrep/FINAL_WMMR_Pakistan_1_December_06122005.pdf
19. Akbari ME, Farshad AA, Asadi-Lari M. The devastation of Bam: an overview of health issues 1 month after the earthquake. *Public Health* 2004; 118: 403–408.
20. Kouadio IK, Aljunid S, Kamigaki T, Hammad K, Oshitani H. Infectious disease following natural disasters: prevention and control measures. *Expert Review of Anti-infective Therapy* 2014; 10: 95-104.

21. Lantagne D, BalakrishNair G, Lanata CF, Cravioto A. Thecholera outbreak in Haiti: Where and how did it begin? *Curr Top Microbiol Immunol* 2014; 379: 145–164.
22. Vahaboglu H, Gundes S, Karadenizli A, Mutlu B, Cetin S, Kolayli F, et al. Transientincrease in diarrheal diseases after the devastating earthquake in Kocaeli, Turkey: results of an infectious disease surveillances tudy. *ClinInfectDis* 2000;31(6): 1386-9.
23. Hofmeister MG, Foster MA, Teshale EH. Epidemiology and Transmission of Hepatitis A Virus and Hepatitis E Virus Infections in the United States. *Cold Spring Harb Perspect Med* 2019; 9: a033431.
24. Sencan I, Sahin I, Kaya D, Oksuz S, Yildirim M. Assessment of HAV and HEV seroprevalence in children living in post-earthquake camps from Düzce, Turkey. *Eur J Epidemiol* 2004; 19(5): 461-5.
25. World Health Organization Tetanus. [(accessed on 20 August 2022)]. Availableonline: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tetanus>.
26. Angulo-Arreola IA, Bastos FI, Strathdee SA. Substance abuse and HIV/AIDS in the Caribbean. *J Int Assoc Provid AIDS Care* 2017; 16: 56–74.
27. Mujeeb SA, Jaffery SH. Emergency blood transfusion services after the 2005 earthquake in Pakistan. *EmergMed J* 2007; 24: 22–24.
28. Aghababian RV, Teuscher J. Infectious diseases following majör disasters. *AnnEmergencyMed* 1992; 21: 362-367.

BÖLÜM 5

SOLUNUM YOLU YANIKLARI, PULMONER KONTÜZYON VE CRUSH SENDROMU

Rabia Ezber

Ankara Atatürk Sanatoryum Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Meslek Hastalıkları Eğitim Kliniği

Deprem; insan yaşamını bedensel ve ruhsal yönden çöküntüye uğratan bir doğal afettir. Dünya üzerinde her bir dakikada iki deprem meydana gelmektedir[1]. Ülkemiz yeryüzündeki kırılmalarla meydana gelen Kuzey Anadolu ve Güney Anadolu fay hatlarının üzerindedir ve bu fay hatları her dönem büyük depremleri tetiklemektedir[2].

Depremdeki büyük yıkıma bağlı gelişebilecek travma, yangın, su baskınları, tozların, kimyasal gaz ve buharların kontrolsüzce salınımı solunum sisteminde geri dönüşü olmayan hasarlara neden olabilir. Bu bölümde depreme bağlı gelişebilecek solunum yolu yanıkları, pulmoner kontüzyon ve crush sendromundan bahsedilecektir.

Solunum Yolu Yanıkları

Deprem beraberinde yapılarda alev kaynaklarının, sobaların bulunması, evlerde bulunan tüplerden yanıcı ve patlayıcı gaz sızıntısı olması, bina içlerinde depolanmış akaryakıt bulunması ve ev eşyalarının kolay tutuşabilir olması nedeniyle yangınları da getirmektedir. Yangınlar deprem sonrası kurtarılmayı bekleyen yaralıları ve arama kurtarma ekipleri için yanıklar ve duman zehirlenmelerine neden olabilmektedir[3].

Yangınlara bağlı solunum yolu hasarı doğrudan termal maruziyete bağlı mukozal hasar ve ödemle sonuçlanan supraglottik etkilenme ile gidebilir, burada erken dönemde hava yolu açıklığının sağlanması ve entübasyon düşünülmelidir. Diğer etkilenme yolu ise yangın ile ortaya çıkan toksik gazlar ve dumana bağlı olarak akciğer parankiminin de etkilenmesi ile subglottik hasar meydana gelebilmesidir. Özellikle kapalı ortamlarda çıkan yangınlarda solunum yolu etkilenmeleri daha fazla görülmektedir[4]. İnhalasyon yaralanmaları yanık hastalarında mortaliteyi %20 oranında artırmaktadır[5].

Patofizyoloji

Solunum yaralanmaları ısı maruziyeti ve toksik gazların inhalasyonundan kaynaklanır. Üst solunum yollarında termal yaralanmalar, kimyasal irritasyon, solunum yolu obstrüksiyonları ve kimyasal gazlara maruziyet sonucunda sistemik toksisite gelişebilir. Termal yaralanma vokal kordların refleks kapanmasının bir sonucu olarak alt solunum yollarında nadir olarak görülmektedir. Cilt yanıklarında olduğu gibi inhalasyon yanıkları da epitel hücrelerine hasar verir, proteinleri denatüre eder ve epiglotta ödem oluşmasına ve dilin şişmesine neden olabilir. Bazı küçük partiküller alt hava yollarına ve akciğer parankimine

ulaşabilir, hava yollarında irritasyon, dem ve hava yolu obstrüksiyonu yapabilir, akciğer parankiminde atelektazi, pulmoner ödem, infiltrasyonlara ve Akut Respiratuar Distres Sendromu (ARDS) tablosuna neden olabilir. Depremelerde meydana gelen yangınlarda insanları en fazla etkileyen iki zehirli gaz karbon monoksit ve hidrojen siyanürdür. Karbon monoksitin hemoglobine ilgisi, oksijene olan ilgisinden 200 kat daha fazladır. Dolayısıyla dokulara oksijen verilmesine engel olur. Azot içeren polimerler yakıldığında siyanürler oluşur. Siyanrler mitokondriye bağlanarak oksidatif ürünlerin açığa çıkmasına yol açarak doku hipoksisine neden olur[6].

Teşhis

Teşhis gözlem ile başlamaktadır. Yüz ve burun kıllarında yanıkların görülmesi, ses kısıklığı, kurum içeren sekresyonların olması ile tanıdan şüphe edilir[7]. Akciğer muayenesinde hırıltı, raller ve ronkslerin duyulması, hipoksi gelişmesi kötü prognoz göstergesidir[8]. Akciğer grafisi hastaların üçte ikisinde yanık gelişiminden 5-10 gün içinde yaygın veya fokal infiltrasyonlar ve akciğer ödemi gelişimini gösterebilir. Bulgular hastalığa spesifik olmamakla birlikte temel değerlendirmede akciğer grafisi çekilmesi önerilmektedir[9]. Fiberoptik bronkoskopi yapılması tanıda altın standarttır[10].

Hastaların Yönetimi

Tüm hastalarda karbon monoksit zehirlenmesi şüphesine yönelik oksijen tedavisine derhal başlanılmalıdır. Hastanın konuşuyor olması ve nefes darlığı olmaması yanıtıcı olmamalıdır. Hastaların birincil değerlendirmesinde hava yolu açıklığı kontrol edilmelidir. Hava yolu hasarı bulgusu var ise hızla entübasyon sağlanmalıdır. İkincil değerlendirmede hastanın öyküsü, yangın ile maruz kaldığı kimyasal maddeler, tam bir sistemik muayene, akciğer grafisi, elektrokardiyografi, karbon monoksit düzeyi ve kan gazı değerlendirmesi yapılmalıdır. Hava yolu hasarından şüphe ediliyorsa fiberoptik bronkoskopi veya direkt laringoskopi ile hava yolu değerlendirmesi yapılmalı ve gerektiğinde entübasyon düşünülmelidir. Bazen hastaların klinik durumu hızla değişebildiğinden hava yolu değerlendirmesinin tekrarlanması gerekebilir[11].

Tedavi

Solunum yolu yanığından şüphe edilen hastalar derhal afet bölgesinden hastanelere getirilmeli ve etkin tedavileri başlamalıdır. Yanık hastalarının sıvı ihtiyaı artmıştır. İnhalasyon yaralanmalarının da sıvı ihtiyaını artırdığı bilinmektedir[12]. İnhalasyon yaralanmaları oksijen, bronkodilatör tedavi, gerektiğinde entübasyon ve ventilasyon ile tedavi edilmektedir. Subakut aşamada nektorik artıkların neden olduğu hava yolu tıkanıklıkları bronkoskopi yardımıyla temizlenebilir. Ateş ve pürülan balgam gelişen hastalara balgam kültürü alınarak antibiyotik tedavisi verilmelidir[13]. Nebl ile heparin uygulamasını öneren çalışmalarda inhalasyon yaralanmasını ve kardiyopulmoner fonksiyonları iyileştirdiği gösterilmiştir[14, 15]. Nebülizatör ile mezenşimal kök hücre tedavisi verilmesinin akciğer fonksiyonlarını orta seviyede iyileştirdiği ve ARDS başlamasını geciktirdiğini gösteren hayvan çalışmaları da vardır[16].

Pulmoner Kontüzyon

2023 yılı Türkiye depremi sonrası yapılan bir incelemede hastalarda en sık %14,2'sinde kafa travması geliştiği, 2. sırada %13'ünde toraks travması geliştiği tespit edilmiştir [17]. Toraks travması, göğüs kafesi, akciğer parankimi, toraksın vasküler yapıları, kalbin yaralanması, diyafram yaralanmaları, trakea ve bronş ağacının yaralanmasını içerebilmektedir. Travmanın ciddiyeti basit kot kırıklarından mortalite ile sonuçlanan bozukluklara kadar değişebilmektedir. Pnömotoraks, yelken tipi göğüs yaralanması, pulmoner kontüzyon ve masif hemotoraks gibi yaralanmaların varlığı majör toraks travması olarak tanımlanmaktadır[18, 19]. 2008 yılında Çin'de meydana gelen deprem sonrası hastanelere getirilen yaralılar ile yapılan bir çalışmada en sık görülen göğüs travmasının %87,5 ile kot fraktürü olduğu, %63,5 ile 2. en sık görülen nedenin ise pulmoner kontüzyon olduğu gösterilmiştir[20]. Künt göğüs travmasından sonra pulmoner kontüzyon sık görülen bir bulgudur[21].

Patofizyoloji

Pulmoner kontüzyon patofizyolojisi uzun yıllardır hayvan deneyleri ve travma sonrası hastaların retrospektif değerlendirilmeleri ile araştırılmaktadır. Göğüs duvarının künt travmaya maruz kalması sonrasında akciğer parankiminde laserasyonlar meydana gelmektedir. Bu laserasyonlara bağlı olarak alveol boşlukları kan ve plazma sıvısı ile dolar. Bu durum perfüzyon devam ederken ventilasyonun olmamasına bağlı olarak intrapulmoner şant fraksiyonunun artmasına, kompiyansın azalmasına neden olur ve sonuçta CO₂ eliminasyonu azalır[22]. Diğer yandan pulmoner kontüzyona bağlı akut akciğer hasarı gelişmesi ile akciğer parankiminde yoğun bir inflamatuvar yanıt meydana gelir. Bu inflamatuvar yanıt makrofaj aktivasyonunu, lökositlerinin toplanmasını, sitokinler, kemokinler, oksijen radikalleri, arasidonik asit metabolitleri, kompleman ve pıhtılaşma faktörlerinin üretimini içerir[23, 24]. Pulmoner inflamasyon başlaması ile endotelial ve epitelyal hücre bozulması ve artan alveolokapiller membran geçirgenliği görülür. Bu anormallikler sırasıyla alveoler ödem, sürfaktan fonksiyon bozukluğu, ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu, akciğer kompiyansı ve hacimlerinde azalma ve sonuçta dirençli arteriyel hipoksiye yol açar[25]. Bu patolojik değişiklikler lokal yaralanma bölgesiyle sınırlı kalmaz ve her iki akciğerde de etkiler meydana gelir. Başlangıçtaki yaralanma, sonunda yaralanmamış akciğerdeki difüzyon kapasitesini azaltır. İnflamatuvar yanıt yeterli büyüklükteyse sonuç, akut akciğer hasarına ve ARDS benzeri yaygın pulmoner fonksiyon bozukluğuna gidebilir[26]. Deprem gibi felaketlerde inorganik toz ve termal yaralanmaların da eklenmesi bu süreçleri etkiler[6].

Klinik bulgular

Klinik bulgular farklılık gösterebilir. Hafif kontüzyonda hasta asemptomatik olabiliyor-ken, ciddi akciğer kontüzyonu durumunda alveolar gaz değişiminin bozulması ve arteriyel oksijen konsantrasyonunun azalması ile ortaya çıkan doku hipoksisi nefes darlığına, takipneye ve dolayısıyla taşikardiye yol açabilir. Ortaya çıkan klinik belirtiler hastalığa özgü değildir ve sıklıkla yavaş gelişir. Oskültasyonda etkilenen alanın üzerinde solunum seslerinin azaldığı gösterilebilir. Hastalarda nefes darlığı ve öksürük de gözlemlenebilir.

Şiddetli kontüzyonlarda bronkore ve hemoptizi ortaya çıkabilir. Taşikardi ve hipotansiyonun yanı sıra göğüste etkilenen bölgede ağrı, kaburga kırıkları, hematoma ve deri altı amfizem oluşabilir[27]. Pulmoner kontüzyonların yaygın ve acil bir sonucu hemotoraks ve pnömotoraks gelişimidir[28]. ARDS, yalnızca pulmoner kontüzyonu olan hastaların %17'sinde ve çoklu travmalı hastaların %78'inde görülebilmektedir[29]. Pulmoner kontüzyon hastalarının %20'sinde pnömoni gelişebilmektedir[30].

Tedavi

Akciğer kontüzyonlarının 3-7 gün içerisinde komplikasyonsuz olarak ortadan kalkabileceği öngörülmektedir[31]. Yaralı geriye yaslanır pozisyonda yatırılmalıdır. Arteriyel kan gazı ve radyolojik destek ile hastalar takip edilmelidir. Şu an pulmoner kontüzyon için verilen tedaviler pulmoner yetmezlik gelişmesinin önlemeye yöneliktir. Tedavinin ilk basamağı dokulara yeterli oksijenin sağlanması için oksijen veya pozitif basınçlı ventilasyon uygulamalarının kullanılmasıdır. Entübasyon ve mekanik ventilasyon yalnızca gerekli olduğunda kullanılır[32]. Tedavinin ikinci temel taşı intravenöz sıvı replasmanıdır. Öte yandan hipervolemi pulmoner ödemi artırarak gaz değişimini daha da azaltabilir, hidrasyon yapılırken dikkatli olunmalıdır. Pulmoner arter basınç takibi yapılarak hidrasyon yapılması önerilmektedir. Furosemid tedavisi venodilatör etkisi, pulmoner damar direncini ve akciğerdeki intrakapiller basıncı azaltabildiği ve hipervolemi durumunda diüretik etkisi için kullanılabilmektedir[33]. Pulmoner kontüzyon hastalarda ağrı şikayetlerine yol açar, inspiyumla artan göğüs ağrısı hipoventilasyona, diğer ağrı türleri ise hiperventilasyona neden olur ve her ikisi de solunum fonksiyonlarını olumsuz etkileyecektir. Antibiyotikler veya steroid tedavileri endikasyon halinde verilmeli, rutinde kullanılmamalıdır[6]. Statinlerin endotel disfonksiyonunu iyileştirmedeki etkisi ve inhale antikoagülanların akciğerdeki mikro trombüsleri azaltma etkisi ile ARDS gelişimini ve dolayısıyla mortaliteyi azaltılabileceği hakkında çalışmalar vardır[34, 35].

Crush Sendromu

Crush sendromu, ezilme yaralanması sırasında ortaya çıkabilecek yaygın kas yaralanmasından kaynaklanan olaydır. Crush sendromunun gelişmesi için 4-6 saatlik doğrudan kompresyon gerekir, ancak şiddetli basınç durumlarında bir saat gibi kısa bir süre içinde de ortaya çıkabilir[36]. Deprem mağdurlarının %3-20'sinde ve çok katlı binaların enkazından sağ kurtulanların %40'ında ezilme sendromu geliştiğini tahmin edilmektedir[36]. Crush sendromu yaygın intravasküler pıhtılaşmaya, hipovolemik şoka, elektrolit anormalliklerine ve aritmiye neden olarak bir çok organı etkiler[6]. Crush sendromu gelişen yaşlı hastalarda genç hastalara göre daha fazla akut böbrek yetersizliği gelişmektedir[37]. Depremden sonra kurtarılan mağdur kurtarıldığı için mutludur ve gülümsemektedir ancak kurtarıldıktan sonraki 20 dakika içinde ölüm de dahil klinik bir bozulma meydana gelebilir ve buna 'gülüm ölüm' denilmektedir. Gülümseyen mağdur, yaralanma bölgeleğinde hücrelerin sitolizi ile hücre içi potasyum, fosfor ve miyoglobinin dışarı akışından kaynaklanan ventriküler fibrilasyon nedeniyle aniden ölebilir[38].

Patofizyoloji

Ezilme yaralanması ile yoğun baskıya maruz kalan kaslar iskemiye gider, baskının kaldırılması ile reperfüzyon meydana gelir. Ezilme sendromu, hücrelerin sitolizi ile hücre içi içeriklerin (potasyum, kalsiyum, fosfor gibi iyonların, miyogloblin, laktik asit, ürik asit, kreatin fosfokinaz ve aldolaz gibi kas enzimleri)dolaşıma salınmasından kaynaklanır[12]. Akut böbrek yetmezliği; ezilme sendromu sonrası gelişen en ciddi komplikasyonların başında gelir. Akut böbrek yetmezliği hipovolemiye sekonder böbrek perfüzyonunun azalması veya nefrotoksik olan miyogloblin, ürat ve fosfat gibi kas yıkımı ürünlerinin sistemik dolaşıma geçmesi ile oluşabilir. Ayrıca meydana gelen asidozrenal arterlerde vazokonstriksiyonu tetikleyerek renal perfüzyonun bozulmasına ve akut böbrek yetmezliğinin kötüleşmesine neden olabilir[39]. Vücut içi sıvıların hücre dışı bölmeden yaralı kas hücrelerine doğru translokasyonu, intravasküler hacmin tükenmesine neden olarak hipovolemik şokun gelişmesine neden olabilir. Yaralanmayla bağlı ortaya çıkan kan kaybı ve hücre sitolizine bağlı meydana gelen elektrolit bozuklukları miyokardiyal toksisiteye neden olabilir[40].

Klinik Bulgular

Crush sendromu sistemik bulgular ile karakterizedir ve klinik belirtilerinin çoğu hastalığa spesifik değildir. Crush sendromu gelişen hastalarda ateş, ödem, taşikardi, bulantı, kusma, konfüzyon, anksiyete, deliryum, çay renginde idrar veya anüri meydana gelebilir. En yaygın olarak miyalji, miyogloblinüri ve serum kas enzim düzeylerinin artışından oluşan klinik görülmektedir; ancak bu klinik belirtilerin derecesi ve şiddeti büyük ölçüde değişiklik göstermektedir[41, 42].

Tanı

Crush sendromu tanısına yönelik kreatin kinaz, serum potasyum, miyogloblin, karaciğer enzimleri ve bikarbonat düzeyinin ölçülmesi tanının erken zamanda tespiti ve tedavi başarısı için önemlidir[43]. Kreatin kinaz, iskelet kasında, kalp kasında, beyin dokusunda ve düz kasta bol miktarda bulunan; hücre içi enerji aktarımında, kas kasılmasında ve ATP yenilenmesinde rol oynayan önemli bir enzimdir. Kreatin kinaz; kas hücresi hasarının en duyarlı göstergesidir ve crush sendromu'nun erken ve duyarlı bir göstergesidir[44]. Genel olarak 1000 IU/L'den yüksek veya normalin üst sınırının beş katından büyük bir kreatin kinaz düzeyi rabdomyoliz için tanısız kabul edilmektedir[45]. Hücre duvarının bozulması dolaşıma potasyum ve fosforun çıkması ve hücrelere kalsiyum ve sodyum akışına yol açarak hiperkalemi, hiperfosfatemi, hipokalsemi ve hiponatremi ile sonuçlanır. Depremelerde, crush sendromu gelişen hastalarda yaşamı tehdit eden ilk belirti, genellikle bir saat içinde ortaya çıkan hiperkalemidir. Serum potasyumundaki hızlı artış, potasyum düzeyine göre farklı EKG bulguları yapabilir ve sonuçta ventriküler aritmilere neden olarak ölüme neden olabilir[46]. Miyogloblin herhangi bir kas yaralanmasından sonra dolaşımda salınan ilk enzimdir ve böbrek tübüllerinde hasara yol açarak idrar renginin çay rengi gibi koyulaşmasına neden olabilir. Yarı ömrünün kısa olması nedeniyle kas hasarının erken bir belirtici olarak kullanılabilir. Böbrek, miyogloblin metabolizmasından sorumlu ana organdır ve miyogloblin kaynaklı nefrotoksisite, artan oksidatif stres, inflamatuvar bir kas-kad, endotel disfonksiyonu, immün hücre toplanması, vazokonstriksiyon, renal tübüler

obstrüksiyon ve apoptoz yoluyla rabdomiyolize bağlı böbrek hasarında önemli bir rol oynar. Bu yüzden crush sendromuna bağlı akut böbrek yetmezliğini öngörmeye kullanılabılır[47]. Hem kas hücreleri hem de hepatositler transaminaz üretebildiğinden, yüksek transaminaz seviyelerinin rabdomiyoliz kaynaklı mı yoksa crush sendromuna bağlı karaciğer hasarından mı kaynaklandığını ayırt etmek zordur[48]. Karaciğer enzim düzeyleri anormal olan hastalar tıbbi öyküyle birlikte her ikisi yönünden değerlendirilmelidir. Kan gazı analizinde kolaylıkla ölçülen bikarbonat seviyelerinin de crush yaralanması olan hastalarda böbrek yetmezliği riskini öngörmeye serum kreatin kinaz düzeyleri ile birlikte ölçülmesi tavsiye edilmektedir[49]. Görüntüleme yöntemlerinden ultrason, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme rabdomiyoliz tanısını doğrulayabilir ve destekleyebilir. Radyografik tekniklerin kullanılması hastalıklı kasların lokalizasyonu ve hastalıklı olmayan kaslardan ayırt edilmesi açısından önemlidir[50].

Tedavi

Deprem mağdurunun tedavisi enkaz altında başlanmalıdır. Hastaya en erken zamanda potasyum içermeyen sıvı tedavisi verilmelidir. Hipovoleminin önlenmesine, idrar çıkışının artırılmasına ve tübüllere zarar veren toksinlerin temizlenmesine yardımcı olur. Sıvı tedavisine 1 litre/saat olacak şekilde başlanılır ve iki saate kadar devam edilir. Uzatılması halinde oran 0,5 litre/saat'e düşürülebilir. Sonraki sıvı infüzyon hızı, hipervolemiyi önlemek için idrar çıkışına, devam eden sıvı kayıplarına ve eşlik eden hastalıklara göre ayarlanmalıdır. Aşırı hipervolemi akciğer ödeme neden olabilir veya sıklıkla ezilme sendromunu karmaşıklaştıran ARDS'yi şiddetlendirebilir. Akut böbrek yetmezliğinin önlenmesi için idrar pH'sının >6,5 tutulması için izotonik salin litresi başına 50 mmol sodyum bikarbonat tedavisi önerilmektedir. Ancak yeterli tedaviye rağmen agresif sıvı resüsitasyonunun başarısız olması durumunda diyaliz tedavisi de düşünülebilir. Crush sendromu tanısı konulan hastalar hiperkalemiye bağlı aritmiler yönünden kalp monitörizasyonu ile takip edilmelidir. Kardiyak komplikasyonları önlemek için hiperkalemi tedavisine hızla başlanılmalıdır. Kalsiyum tedavisi hiperkaleminin neden olduğu kardiyotoksiteyi tedavi etmek için verilmelidir. Geleneksel insülin ve glukoz tedavisi, iyon değiştirme reçineleri uygulanmalıdır. Ancak yeterli olmayabilir, diyaliz tedavisi endike olabilir[6]. Hiperbarik oksijen tedavisi plazmada fiziksel olarak çözünmüş oksijen seviyelerini artırarak, doku canlılığının artmasına, hafif vazokonstriksiyona ve damar bölümlerinden sıvı çıkışının azalmasına ve dolayısıyla doku ödeminin azalmasına neden olabilir. Aynı zamanda nekrotik kas dokusunda anaerobik bakteri üremesini azaltma potansiyeline sahiptir. Standart tedavi, bir hafta boyunca günde iki kez yaklaşık bir buçuk saat boyunca 2,5 atmosfer basınca maruz kalmayı içermektedir[51, 52]. Hayvanlar üzerinde yapılan bir çalışmada ise çinko şelatörü kullanmanın crush sendromu sonrası akut inflamatuvar yanıtın azalması ve kas yıkımının azalmasına katkıda bulunduğu gösterilmektedir[53].

Sonuç

Deprem sonrasında inhalasyon yaralanmaları, travmatik toraks yaralanmaları ve crush sendromu meydana gelebilir. Bu yaralanmalar sadece tek bir sistem ile de sınırlı kalmamaktadır. Yaralanmanın sonuçları, oluş şekli, komorbid durumlar, erken müdahale ve

SOLUNUM YOLU YANIKLARI, PULMONER KONTÜZYON VE CRUSH SENDROMU

uygun tedavi ile farklılaşmaktadır. Bir deprem anında çok sayıda can kaybı yaşanmaktadır. Yaralı kurtarılanlara hızlı ve etkin tedaviyi sağlamak çok önemlidir ve bu sadece afet bölgesindeki sağlık kuruluşları ile mümkün değildir. Depremden kurtarılan yaralıların durumları stabilize ettikten sonra deprem bölgesinin dışındaki sağlık kuruluşlarına nakledilmesi uygun olacaktır. Gelecekte afetlerde etkili tedavinin sağlanması ve ilk yardım sırasında kaotik bir durumda kalınmaması için hekimlerin ve yardımcı sağlık personellerinin afet planlama süreçlerine katılmaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Naghii MR. Public health impact and medical consequences of earthquakes. *Rev Panam Salud Publica* 2005;18(3): 216-21.
2. Atalay İ. Hidrografiya Uygulamaları. Ege üniversitesi Basımevi; 1986.
3. Coşkun G. Deprem Afeti Esnasında ve Sonrasında Meydana Gelebilecek Yangın Risklerinin ve Olaylarının Tespiti ve İrdelenmesi. 2023 (cited 2024 Jan 5). Available from: URL: https://deprem.tubitak.gov.tr/assets/pdf/05_Sabah%20oturumlar%C4%B1/SabahSalonC/OzetKontrolSabahC/C02-1002C-G%C3%B6khanCoskun.pdf.
4. Mlcak RP, Suman OE, Herndon DN. Respiratory management of inhalation injury. *Burns* 2007;33(1):2-13.
5. Shirani KZ, Pruitt BA Jr, Mason AD Jr. The influence of inhalation injury and pneumonia on burn mortality. *Ann Surg* 1987;205(1):82-7.
6. Imamura H. Respiratory Tract Burns, Traumatic Pulmonary Contusions, Crushing Death, and Crush Syndrome: What Kinds of Lung Injury Occur by Respiratory Tract Burn, Traumatic Contusion, and Crush Syndrome?. In: K. Fujimoto, editor. *Disaster and Respiratory Diseases*. Singapore: Springer; 2019. p. 37-57.
7. Moylan JA, Chan CK. Inhalation injury--an increasing problem. *Ann Surg* 1978;188(1):34-7.
8. Stone HH, Martin JD Jr. Pulmonary injury associated with thermal burns. *Surg Gynecol Obstet* 1969;129(6):1242-6.
9. Putman CE, Loke J, Matthay RA, Ravin CE. Radiographic manifestations of acute smoke inhalation. *AJR Am J Roentgenol* 1977;129(5):865-70.
10. Dyamenahalli K, Garg G, Shupp JW, Kuprys PV, Choudhry MA, Kovacs EJ. Inhalation Injury: Unmet Clinical Needs and Future Research. *J Burn Care Res* 2019; 40(5):570-584.
11. ISBI Practice Guidelines Committee; Steering Subcommittee; Advisory Subcommittee. ISBI Practice Guidelines for Burn Care. *Burns* 2016;42(5):953-1021.
12. Tintinalli J, Stapczynski J, Ma OJ, Cline D, Cydulka R, Meckler G. *Tintinalli's emergency medicine : A comprehensive study guide*. 7th ed. New York: McGraw-Hill; 2011.
13. American Burn Association. *Advanced burn life support course*. Chicago: 2007.
14. Sang L, Guo X, Zhao Y, Shi J, Niu Z, Wu Z, et al. Protective Effect of Nebulized Heparin in the Animal Models of Smoke Inhalation Injury: A Meta-analysis and Systematic Review of Experimental Studies. *J Burn Care Res* 2023; 44(1):42-52.
15. Desai MH, Mlcak R, Richardson J, Nichols R, Herndon DN. Reduction in mortality in pediatric patients with inhalation injury with aerosolized heparin/N-acetylcysteine [correction of acetylcysteine] therapy. *J Burn Care Rehabil* 1998;19(3):210-2.
16. Niimi Y, Baljinnyam T, Fukuda S, Andersen CR, Salisbury JR, Lee JO, et al. Effects of nebulized adipose-derived mesenchymal stem cells on acute lung injury following smoke inhalation in sheep. *Int Immunopharmacol* 2023;123:110638.
17. Tonkaz G, Sengul D, Bekci T, Sengul I, Cakir IM, Onder RO, et al. A needful, unique, and in-place evaluation of the injuries in earthquake victims with computed tomography, in cat-

astrophic disasters! The 2023 Turkey-Syria earthquakes: part II. *Rev Assoc Med Bras* 2023; 69(8):e20230550.

18. Battle C, Carter K, Newey L, Giamello JD, Melchio R, Hutchings H. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: an updated systematic review and meta-analysis. *Emerg Med J* 2023;40(5):369-378.
19. Ludwig C, Koryllos A. Management of chest trauma. *Journal of Thoracic Disease* 2017;9(Suppl 3):S172-S177.
20. Hu Y, Tang Y, Yuan Y, Xie TP, Zhao YF. Trauma evaluation of patients with chest injury in the 2008 earthquake of Wenchuan, Sechuan, China. *World J Surg* 2010;34(4):728-32.
21. Cohn SM, Dubose JJ. Pulmonary contusion: an update on recent advances in clinical management. *World J Surg* 2010;34(8):1959-70.
22. Oppenheimer L, Craven KD, Forkert L, Wood LD. Pathophysiology of pulmonary contusion in dogs. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1979;47(4):718-28.
23. Piantadosi CA, Schwartz DA. The acute respiratory distress syndrome. *Ann Intern Med* 2004;141(6):460-70.
24. Ward PA. Acute lung injury: how the lung inflammatory response works. *Eur Respir J Suppl* 2003;44:22s-23s.
25. Raghavendran K, Notter RH, Davidson BA, Helinski JD, Kunkel SL, Knight PR. Lung contusion: inflammatory mechanisms and interaction with other injuries. *Shock* 2009;32(2):122-30.
26. Davis KA, Fabian TC, Croce MA, Proctor KG. Prostanoids: early mediators in the secondary injury that develops after unilateral pulmonary contusion. *J Trauma* 1999;46(5):824-31; discussion 831-2.
27. Ganie FA, Lone H, Lone GN, Wani ML, Singh S, Dar AM, et al. Lung Contusion: A Clinico-Pathological Entity with Unpredictable Clinical Course. *Bull Emerg Trauma* 2013;1(1):7-16.
28. Alisha C, Gajanan G, Jyothi H. Risk Factors Affecting the Prognosis in Patients with Pulmonary Contusion Following Chest Trauma. *J Clin Diagn Res* 2015;9(8):OC17-9.
29. Nikischin W, Gerhardt T, Everett R, Bancalari E. A new method to analyze lung compliance when pressure-volume relationship is nonlinear. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158(4):1052-60.
30. Bliss D, Silen M. Pediatric thoracic trauma. *Crit Care Med* 2002;30(11 Suppl):S409-15.
31. Rendeki S, Molnár TF. Pulmonary contusion. *J Thorac Dis* 2019;11(Suppl 2):S141-S151.
32. Sutyak JP, Wohltmann CD, Larson J. Pulmonary contusions and critical care management in thoracic trauma. *Thorac Surg Clin* 2007;17(1):11-23
33. Simon B, Ebert J, Bokhari F, Capella J, Emhoff T, Hayward T, 3rd; Eastern Association for the Surgery of Trauma. Management of pulmonary contusion and flail chest: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73(5 Suppl 4):S351-61.
34. National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network; Truwit JD, Bernard GR, Steingrub J, Matthay MA, Liu KD, et al. Rosuvastatin for sepsis-associated acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2014; 370(23):2191-200.
35. Miller AC, Elamin EM, Suffredini AF. Inhaled anticoagulation regimens for the treatment of smoke inhalation-associated acute lung injury: a systematic review. *Crit Care Med* 2014;42(2):413-9.
36. Tang N, Bright L. Tactical Emergency Medical Support and Urban Search and Rescue. In: Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice Ninth Edition, Chapter e4. Amsterdam: Elsevier; 2018. p. e40–8.

SOLUNUM YOLU YANIKLARI, PULMONER KONTÜZYON VE CRUSH SENDROMU

37. Zhang L, Fu P, Wang L, Cai G, Zhang L, Chen D, et al. The clinical features and outcome of crush patients with acute kidney injury after the Wenchuan earthquake: differences between elderly and younger adults. *Injury* 2012;43(9):1470-5.
38. Haines LN, Doucet JJ. Severe crush injury in adults. Up to date 2021 (cited 2024 Jan 6). Available from: URL: <https://medilib.ir/uptodate/show/17032>.
39. Rojas-Valverde D, Sánchez-Ureña B, Crowe J, Timón R, Olcina GJ. Exertional rhabdomyolysis and acute kidney injury in endurance sports: A systematic review. *Eur J Sport Sci* 2021;21(2):261-274.
40. Rawlins M, Gullichsen E, Kuttilla K, Peltola O, Niinikoski J. Central hemodynamic changes in experimental muscle crush injury in pigs. *Eur Surg Res* 1999;31(1):9-18.
41. Moratalla MB, Braun P, Fornas GM. Importance of MRI in the diagnosis and treatment of rhabdomyolysis. *Eur J Radiol* 2008;65(2):311-5.
42. Long S, Garrett J, Bhargava P, Aguilar G, Simoncini A, Sangster G. Multimodality imaging findings in rhabdomyolysis and a brief review of differential diagnoses. *Emerg Radiol* 2017;24(4):387-392.
43. Suntornsuk W, Suntornsuk L. Recent applications of paper-based point-of-care devices for biomarker detection. *Electrophoresis* 2020;41(5-6):287-305.
44. Lv Q, Long M, Wang X, Shi J, Wang P, Guo X, et al. The Role of Alpha-1-Acid Glycoprotein in the Diagnosis and Treatment of Crush Syndrome-Induced Acute Kidney Injury. *Shock* 2021; 56(6):1028-1039.
45. Chavez LO, Leon M, Einav S, Varon J. Beyond muscle destruction: a systematic review of rhabdomyolysis for clinical practice. *Crit Care* 2016; 15;20(1):135.
46. Burns K, Cone DC, Portereiko JV. Complex extrication and crush injury. *Prehosp Emerg Care* 2010; 14(2):240-4.
47. Premru V, Kovač J, Ponikvar R. Use of myoglobin as a marker and predictor in myoglobinuric acute kidney injury. *Ther Apher Dial* 2013; 17(4):391-5.
48. Laitselart P, Derely J, Daban JL, De Rudnicki S, Libert N. Relationship between creatine kinase and liver enzymes in war wounded with rhabdomyolysis. *Injury* 2022; 53(1):166-170.
49. Buitendag JJP, Patel MQ, Variawa S, Fichardt J, Mostert B, Goliath A, et al. Venous bicarbonate and creatine kinase as diagnostic and prognostic tools in the setting of acute traumatic rhabdomyolysis. *S Afr Med J* 2021; 111(4):333-337.
50. Luo Y, Liu C, Li D, Yang B, Shi J, Guo X, et al. Progress in the Diagnostic and Predictive Evaluation of Crush Syndrome. *Diagnostics* 2023; 13(19):3034.
51. Myers RA. Hyperbaric oxygen therapy for trauma: crush injury, compartment syndrome, and other acute traumatic peripheral ischemias. *Int Anesthesiol Clin* 2000 Winter;38(1):139-51.
52. Bouachour G, Cronier P, Gouello JP, Toulemonde JL, Talha A, Alquier P. Hyperbaric oxygen therapy in the management of crush injuries: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *J Trauma* 1996; 41(2):333-9.
53. Haruta Y, Kobayakawa K, Saiwai H, Hata K, Tamaru T, Iura H, et al. Zinc chelator treatment in crush syndrome model mice attenuates ischemia-reperfusion-induced muscle injury due to suppressing of neutrophil infiltration. *Sci Rep* 2022; 12(1):15580.

BÖLÜM 6

SOLUNUM KORUYUCU KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

Yasemin Öymez¹, Onur Özişler²

¹Semin AŞ. Eğitim ve Danışmanlık, A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı, Güvenlik Koçu

²Drager, Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Uzmanı, Kanal Yönetimi ve KKD Satış Müdürü

Solunum Koruyucu Kişisel Koruyucu Donanımlar

Hava yoluyla taşınan partiküller, kimyasal gaz ve buharları, aerosoller, bakteri, virüs, spor gibi mikroorganizmalar solunum yoluyla maruz kalımlarda hem solunum yollarına hem de vücuda nüfuz ettikten sonra hedef organlarda işlev bozukluklarına ve farklı şekillerde olumsuz sağlık etkilerine neden olabilir. Kanser, mezotelyoma, pnömokonyoz, üst solunum yolu tahrişleri, bronşit, silikozis, pulmoner irritasyon gibi solunum yolu hastalıklarına yol açabilecekleri gibi, karaciğer yetmezliği, böbrek hasarı, insülin direnci, Tip II diyabet, demans, Alzheimer, uyku bozuklukları, görme ve işitme kaybı gibi sağlık problemleri de oluşabilir.

Hava yoluyla taşınan solunum kirleticileri fiziksel büyüklükleri, maruziyet süreleri ve maruz kalınan seviyeye göre sağlık etkileri yaratırlar. Solunum yolu kirleticileri, fiziksel büyüklükleri açısından incelendiğinde akciğerlerde alveollere ulaşarak, ya da kana karışarak sağlık etkileri oluşturmaları yanı sıra akciğerlere kadar ulaşmasa da burunda, gırtlakta sinüzal, nazofarangiyal kanser, gırtlak kanseri gibi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu nedenle solunum mesafesinde havayoluyla taşınabilen büyüklükteki solunum kirleticilerinin bulunduğu ortamlarda maruz kalımları önleyebilecek tedbirlerin alınması gereklidir. Solunan havada oksijen miktarının belirli seviyelerden düşük ya da yüksek olması da yine sağlık açısından tedbir alınmasını gerektirir.

Risklerin kontrolünde öncelik her zaman riske kaynağında müdahale etmek ve gerekli idari ve mühendislik tedbirleri ile toplu koruma tedbirlerinin alınmasıdır. Ancak bu tedbirler ile risklerin önlenemediği ya da istenen kabul edilebilir seviyelere indirilemediği koşullarda kullanılabilecek en son aşama kişisel koruyucu donanım (KKD) olabilir (1) . Ayrıca risk kontrol hiyerarşisindeki bu temel tedbirlerin alınması için belirli bir zaman gerekiyorsa veya deprem, yangın, sel gibi olay yerinde acil durum müdahalesi yapılması söz konusu ise kişisel koruyucu donanım ilk ve en öncelikli tedbirlerden biri olabilir. Her durumda, kişisel koruyucu donanımın doğru koruma sınıfında seçilmesi ve tüm maruziyet boyunca doğru bir şekilde kullanılması gereklidir (2) .

Kişisel koruyucu donanım, mesleki ya da bireysel olarak korunmak amacıyla sağlığı ve güvenliği tehdit eden risklere karşı kullanılan koruyuculardır. Kişilerce bir veya birden



Şekil 1: Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım örneği

fazla sağlık ve güvenlik riskine karşı korunmak amacıyla giyilmek veya tutulmak üzere tasarlanmış ve imal edilmiş donanım ve koruma işlevi için gerekli olan donanıma ait değiştirilebilir parçaları ile donanıma ait kişilerce giyilmeyen veya tutulmayan, donanımı bir dış cihaza veya uygun bir ankraj noktasına bağlamak amacıyla tasarlanmış, bir yapıya kalıcı olarak bağlanmayan ve kullanım öncesinde sabitlenmesine gerek duyulmayan bağlantı sistemleri kişisel koruyucu donanım (KKD) olarak tanımlanır (3) . Bir koruyucunun kişisel koruyucu donanım olarak kabul edilebilmesi için kendisinin de güvenli ürün olması gereklidir. Güvenli ürün, insan sağlığı ve güvenliği için gerekli düzeyde koruma sağlayan, kullanım süresi, hizmete sunulması, kurulumu, kullanımı, bakımı ve gözetimine ilişkin talimatlara uygun ve normal kullanım koşullarında kullanıldığında risk taşımayan veya sadece ürünün kullanımına özgü asgari risk taşıyan ürün olarak tanımlanır (4) . Kişisel koruyucu donanımlarda ürün güvenliği için Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği'ne uygun olarak üretilmiş olan ve belgelendirilerek CE işareti taşıyan ürünler güvenli ürün kabul edilir. Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği, piyasaya arz edilen kişisel koruyucu donanımların tasarımı ve üretiminde, kullanıcıların sağlık ve güvenliğinin korunması ile bu ürünlerin serbest dolaşımı için üretici ve diğer iktisadi işletmecilerin yükümlülüklerinin detaylandırıldığı bir yönetmektir. Bu yönetmelik, AB 2016/425 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre, kişisel koruyucu donanımlar, uyumlaştırılmış Türk standartlarına veya bunların karşılığı Avrupa Birliği Resmi Gazetesi'nde referans numaraları yayımlanan uyumlaştırılmış standartlara veya bu standartların ilgili bölümlerine uygun olduğunda bu yönetmeliğin belirlediği Temel Sağlık ve Güvenlik Gereklere uygun olduğu varsayılır ve CE işareti iliştilererek AB

SOLUNUM KORUYUCU KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

Uygunluk Beyanı yayımlanır. Piyasada yalnızca bu yönetmeliğe uygun olan kişisel koruyucu donanımlar bulundurulabilir (3) .

Koruma maksadıyla kullanılan pek çok farklı ürün mevcuttur ancak bu bir ürünün kişisel koruyucu donanım sayılabilmesi için sağlık ve güvenlik riskine karşı doğrudan kullanıcıyı koruma amacıyla tasarlanmış ve üretilmiş olması ve Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği'ne uygun olarak uygunluk değerlendirmesinin yapılarak belgelendirilmiş olması gereklidir. Kullanıcıdan kaynaklanacak risklere karşı, yaptığı işi ya da bulunduğu ortamı korumak için kullanılan hijyen maskesi, temiz oda standartlarını karşılamak için kullanılan tulum, gıda ile temasta gıda güvenliğini sağlamak amacıyla üretilen eldiven gibi ürünler kişisel koruyucu donanım değildir. Sağlık Hizmetlerine İlişkin Enfeksiyonları (SHİE) önlemek amacıyla Tıbbi Cihazlar Yönetmeliği'ne (AB2017/745 sayılı AB Regülasyonu) göre tasarlanmış ve üretilmiş tıbbi maske, tıbbi eldiven gibi ürünler kişisel koruyucu donanım mevzuatı kapsamında değildir. Ancak hem Tıbbi Cihazlar Yönetmeliği'ne hem de Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği'ne uygun üretilmiş ve her iki mevzuata göre belgelendirilerek CE işareti almış ürünler de piyasada mevcut olabilir.

Bir sağlık ve güvenlik riskine karşı kişisel koruyucu donanım kullanımına karar verilmiş ise, kişisel koruyucu donanımın sadece kullanan çalışanı, sadece doğru koruma sınıfında seçilmiş ise ve sadece tüm maruziyet süresince doğru bir şekilde kullanılırsa koruduğu unutulmamalıdır (2) .



Şekil 2: Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım örneği



Şekil 3: Negatif basınçlı solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım kullanım örneği

SOLUNUM KORUYUCU KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARIN SEÇİMİ

Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanımlar, kullanıcının zamanında fark edemeyeceği, geri dönüşü olmayan, kanser gibi hayati sonuçların olduğu solunum yoluna ilişkin ve / veya solunum yoluyla vücuda giren etmenlerin vücutta hedef organlarda yol açtığı çeşitli sağlık sorunlarına sebep olan risklere karşı koruma sağladığı için ürün seçimi özellikle önem arz etmektedir (5) . Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım seçimi, partikülleri (tozlar, aerosoller, bakteri ve virüsler) veya molekülleri filtreleme yöntemi ile çalışan ve belirli filtreleme performanslarına sahip maskelerde, kullanım şekli, ortam koşulları ve kullanıcının özelliklerine göre değerlendirilerek yapılır. Kullanıcının doğrudan takarak çalışmaya başlattığı negatif basınçlı maskeler olabileceği gibi, bir batarya marifeti ile çalıştırılan yüze takılı maske içine ya da bir başlık içine filtrelenmiş havayı ulaştıran motorlu solunum sistemleri gibi pozitif basınçlı maskeler de olabilir.

Oksijen oranının çok düşük ya da çok yüksek olduğu ortamlar, metan, karbonmonoksit gibi kimyasalların bulunabileceği ve bağ yaparak oksijeni hızla tüketen ortamlar gibi solunabilir havanın mümkün olmadığı durumlar için ise hava beslemeli, solunabilir hava taşıyan ya da üreten solunum sistemleri de ihtiyaca uygun değerlendirmeler yapılarak seçilir. Bir kompresörden gelen havayı kullanıcıya ulaştıran temiz hava beslemeli sistemler, acil kaçış maskeleri, oksijenli ferdi kurtarıcılar (OFK), sıkıştırılmış hava taşıyıcı solunum sistemleri bunlara örnektir.



Şekil 4: Pozitif basınçlı solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım kullanım örneği

Tehlikelere karşı solunum koruyucu seçimi ortam havası koşullarına ve bulunulan alan koşullarına bağlıdır. Bir solunum koruyucu donanım, sadece belirli ön koşulların mevcut olması halinde yeterli koruma sunabilir.

Filtreleme yöntemi ile çalışan solunum koruyucu donanımlar aşağıdaki durumlarda yeterli olabilir:

- Havadaki oksijen içeriği hacme göre en az %19,5'dir.
- Solunan havadaki kirletici tehlikeli madde türü bilinmektedir ve buna uygun bir filtre seçeneği mümkündür.
- Kirletici tehlikeli madde konsantrasyonu, filtreli solunum donanımlarının kullanımı için izin verilen sınırlar dahilindedir.

Filtreleme yöntemi ile çalışan solunum koruyucu donanımlar aşağıdaki durumlarda yetersizdir:

- Tehlikeli durumun değişebileceğine dair bir risk söz konusudur (örneğin yer altı, iyi havalandırılmayan konteynerler, tanklar, kapalı alan çalışmaları, yıkıntılar, göçükler, tüneller ve gemiler).
- Kirletici tehlikeli maddelerin koku veya tat gibi uyarı özellikleri düşüktür veya yoktur.

Tablo 1: Tehlikelere göre uygun solunum koruyucu seçimi örneği *

Kirletici Tehlikeli Madde	Solunum Koruma
Partikül (toz, duman, bakteri)	Partikül filtreli (toz filtresi) maskeler
Gaz ve buhar	Gaz filtreli maskeler
Partikül + gazlar + buharlar	Kombine (gaz ve partikül) filtreli maskeler
Yetersiz oksijen ve / veya çok yüksek tehlikeli madde konsantrasyonları	Solunabilir hava temin eden bağımsız solunum koruması

*Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.

- Kirletici tehlikeli maddelerin konsantrasyonları, yaşam veya sağlık açısından anında tehlike arz etmektedir.
- Kirletici tehlikeli madde, filtre tarafından tutulamaz.

Solunum yoluyla maruz kalımlarda doğru solunum koruyucu KKD seçimi için bir KKD Saha Analizi ile ihtiyacın doğru tespit edilmesi önemlidir.

Kullanım koşulları bağlamında aşağıdakiler kontrol edilmelidir:

- Ortam havasında yeterli oksijen var mı? (Yerel düzenlemelere göre farklılık gösterebilir. Ülkemizde bu oran %19,5'tir. Almanya'da hacme göre minimum %17 gereklidir; başka ülkelerde ya da bölgelerde farklı değerler geçerli olabilir.)
- Ortam havasında hangi kirleticiler var?
- Kirleticilerin konsantrasyonları neler?
- Kirleticiler hangi formlarda bulunuyor? (Gaz halinde, partiküller veya ikisinin karışımı)
- Kirleticilerde koku veya tat gibi yeterli uyarı özellikleri var mı?
- Geçerli izin verilen maruz kalma sınır değerleri (MAK, OEL, TWA, TLV, STEL, IDLH vb.) neler?
- Solunum korumasına ek olarak örneğin göz veya işitme koruması gibi başka kişisel koruyucu donanım gerekli mi?

Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım seçimi için ihtiyaç duyulan koruma faktörünü belirlemek üzere yukarıdaki soruların tümüne cevap verilmelidir. Koruma faktörü, KKD'siz maruz kalım ile KKD'li maruz kalımın oranlaması yoluyla tespit edilen ve seçimlerde ilgili KKD'nin ne kadar koruduğuna dair hesaplama yapılabilecek değerdir. Farklı yöntemlerle tespit edilen farklı koruma faktörleri vardır. Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanımlarda Nominal Koruma Faktörü (NPF), ilgili uygunluk değerlendirme standardında yer alan izin verilen maksimum Toplam İç Doğru Sızdırma (TIL - Total Inward Leakage) değerlerinin oransal yüzdesidir ve laboratuvar ortamında eğitilmiş kişilerin kullanımı ile yapılan çoklu sayıda testler sonucu elde edilen koruma faktörüdür. İlgili Tük standardının

SOLUNUM KORUYUCU KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

ve uyumlaştırdığı Avrupa standardının gereklilikleri uyarınca solunum koruyucu donanımın izin verilen en yüksek kaçak seviyesinden türetilen bir değerdir. NPF, bir solunum koruma donanımının matematiksel olarak hesaplanan maksimum koruma performansını gösterir. Ayrıca farklı ülkeler ve bölgeler için farklı kabul ve yöntemlerle geliştirilen Atanmış Koruma Faktörü (APF) ve işyerlerinde doğrudan maruz kalım ölçümleriyle geliştirilen İşyeri Koruma Faktörü (WPF) gibi koruma faktörleri de mevcuttur. Bu değerler aynı koruma sınıfına sahip solunum koruyucu donanım için farklı ülkeler ve bölgelerde ya da farklı işyerlerinde birbirinden farklı olabilir. Ancak nominal koruma faktörü NPF, aynı uygunluk değerlendirme standardını takip eden tüm ülkelerde ve bölgelerde aynıdır.

Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanımların uygunluk değerlendirmesinde farklı tip ve modellerdeki koruyucular için farklı standart gerekleri uygulanır. Bu standartların önerdiği farklı koruma seviyeleri ve dolayısıyla farklı koruma sınıfları mevcuttur. Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanımlar sahip oldukları koruma seviyelerine göre farklı koruma sınıfı işaretlemeleri ile işaretlenirler.

Tablo 2: Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım standartları (5)

Standart No	İlgili Olduğu Solunum Koruyucu Çeşidi
TS EN 136	Tam Yüz Maskesi
TS EN 137	Taşınabilir Basınçlı Hava Kaynağı Bulunan Ortam Havasından Bağımsız Solunum Cihazları
TS EN 139	Basınçlı Hava Hatlı Solunum Cihazları
TS EN 140	Yarım Yüz Maskesi (Kaçış Ve Dalış Cihazları Hariç)
TS EN 143	Partikül Filtreleri (P1, P2, P3)
TS EN 145	Kapalı Devre Solunum Cihazları
TS EN 148-1	Yüz Maskeleri İçin Vida Türleri
TS EN 149	Partiküllere Karşı Filtre Edici Yarım Yüz Maskeleri (FFP1, FFP2, FFP3)
TS EN 402- TS EN 1146	Kendi Kendine Yeterli Açık Devre Basınçlı Hava Solunum Aparatı
TS EN 1827	Partiküllere Karşı Kullanılabilir Filtresinden Ayrılabilir Yarım Yüz Maskeleri
TS EN 12941 TS EN 12942	Hava Destekli Filtre Cihazı
TS EN 13794	Ferdi Kurtarıcı (Kimyasal Reaksiyonlu (Oksijen Üreten) Cihaz)
TS EN 14387	Desteksiz Koruyucu Maskelerde Kullanılan Gaz Filtreleri ve Birleşik Filtreler (Class 1, Class 2, Class 3)
TS EN 14594	Sürekli Akışlı Basınçlı Hava Hatlı Solunum Aparatı (Basınçlı Hava Şebekesine Bağlı Hortumlu Maske)

Tablo 3: Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanımlar koruma sınıfları ve koruma faktörleri (6–10)

Solunum Koruyucu Kişisel Koruyucu Donanımlar Koruma Sınıfları ve Koruma Faktörleri		
Donanım	Koruma Sınıfı	NPF (Nominal Koruma Faktörü)
Partikülleri Filtreleyen Solunum Koruyucular		
Partiküllere karşı koruyucu solunum maskesi (Filtering Face Piece)	FFP1	4
	FFP2	12
	FFP3	50
Çeyrek veya yarım yüz maskesi ile partikül filtresi	P1	4
	P2	12
	P3	48
Tam yüz maskesi ile partikül filtresi	P1	5
	P2	20
	P3	1000
Başlıklı motorlu solunum sistemi	TH1P	10
	TH2P	50
	TH3P	500
Yüze maskeli motorlu solunum sistemi	TM1P	20
	TM2P	200
	TM3P	2000
Gazları Filtreleyen Solunum Koruyucular		
Çeyrek veya yarım yüz maskesi ile kimyasal filtresi		50
Tam yüz maskesi ile kimyasal filtresi		2000

Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım seçiminde doğru koruma sınıfının seçimi için ilgili standardın nominal koruma faktörü NPF ile maruz kalınan kirletici konsantrasyonu ve izin verilen sınır değer oranlaması yapılarak hesaplanan Tehlike Oranın karşılaştırılması gerekir.

Solunum koruma seçiminde maruz kalım mutlaka kişisel maruziyet ölçüm sonuçları ile değerlendirilir. Ortam ölçüm sonuçları KKD tespiti için geçerli ve yeterli değildir. Örnek olarak XYZ tozuna maruz kalım ile ilgili bir seçim yapmak için;

Maruz kalınan konsantrasyon: 3 mg/m³

İzin verilen sınır değer: 0,1 mg/m³

Tehlike Oranı: 3 / 0,1 = 30

SOLUNUM KORUYUCU KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

Bu tehlike oranı ile NPF karşılaştırması yapılarak seçilmesi önerilen partiküllere karşı solunum koruyucu maske koruma sınıfı FFP3 olabilir, ya da P3 filtre ile yarım yüz maskesi veya P3 filtre ile tam yüz maskesi seçilebilir.

Hem gaz halinde hem de partikül halinde kirletici bulunması durumunda her bir hal için NPF nominal koruma faktörü ayrı olarak belirlenmelidir. Solunum koruyucu donanımın seçiminde daha yüksek olan koruma faktörü geçerli olmalıdır. Gazların konsantrasyonu, ppm (partikül/milyon = ortam havasının 1 m³ dahilindeki madde hacmi) veya mg/m³ (= ortam havasının 1 m³ dahilindeki madde ağırlığı) cinsinden ve partiküllerin konsantrasyonu sadece mg/m³ cinsinden belirlenir. Ölçüt olarak mg/m³ ağırlık ve ppm birimleri, hacimle ilgili olduğu için mg/m³ doğrudan ppm birimine dönüştürülemez. Daha yüksek konsantrasyonlar genellikle hacme göre %, 10.000 ppm %1 hacim olarak verilir.

İzin verilen sınır değerlerden ve NPF koruma faktörlerinden hareketle ilgili solunum koruyucu donanımların, ne kadar maruz kalıma koruma sağladığı da hesaplanabilir. Örneğin; izin verilen sınır değeri 5mg/m³ olan bir toz riskine karşı, P1 koruma sınıfa ait toz maskeleri 20 mg/m³, P2 koruma sınıfına ait toz maskeleri 60 mg/m³, P3 koruma sınıfına ait toz maskeleri ise 250 mg/m³ partikül koruma sağlar. Bir solunum koruyucu donanımın maksimum korumasını öğrenmek için, koruma faktörü, ilgili riskin sınır değeri ile çarpılarak hesaplanabilir.

NPF ile belirtilen performansın, ancak solunum ekipmanının kullanım kılavuzu uyarınca doğru şekilde kullanılması ve bakımının yapılması durumunda elde edilebileceğine dikkat edilmelidir. Yüze uygun boyutta donanım seçilmeli ve donanımın sadece traş olmuş şekilde takıldığında emin olunmalıdır, sızdırmazlık alanındaki sakal/bıyık, aksesuar, takı, protez vb. sızıntıya neden olabilir. Böyle bir gereksinim halinde kullanıcı, ancak başlıklı bir solunum koruyucu ile korunabilir.

Ülkemizde, partikül (toz) için izin verilen sınır değerleri Tozla Mücadele Yönetmeliği'nde yer almaktadır. Bu yönetmeliğin amacı, işyerlerinde tozdan kaynaklı ortaya çıkabilecek risklerin önlenmesi amacıyla iş sağlığı ve güvenliği yönünden tozla mücadele etmek ve bu işlerde çalışanların tozun etkilerinden korunmalarını sağlamak için alınması gerekli tedbirlere dair usul ve esasları belirlemektir (11) .



Şekil 5: Başlıklı solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım kullanım örnekleri

Eğer maruz kalınan kirletici tehlikeli madde, izin verilen sınır değeri belli olmayan bir partikül, bakteri ya da virüs gibi hava yoluyla taşınan bir aerosol ise o zaman minimum FFP2 ya da FFP3 koruma sınıfında partiküllere karşı koruyucu bir solunum maskesi (P2 ya da P3 partikül filtreli yarım yüz / tam yüz maskesi) kullanımı önerilir. Benzer durumda kişisel maruziyet ölçümlerinin yapılamadığı deprem, sel, yangın gibi afet hallerinde ve yıkım, söküm gibi faaliyetlerde, acil durum müdahalelerinde yine minimum FFP2 ya da FFP3 FFP2 ya da FFP3 koruma sınıfında partiküllere karşı koruyucu bir solunum maskesi (P2 ya da P3 partikül filtreli yarım yüz / tam yüz maskesi) kullanımı önerilir.

Partiküllere karşı solunum koruyucu maske (FFP – filtering face piece) standardı TS EN 149 + A1'dir ve EN149:2001+A1:2009 standardı ile uyumlaştırılmıştır. Koruma sınıfı olarak toplam içe doğru sızdırma (TIL – total inward leakage) performanslarına göre FFP1, FFP2 ve FFP3 olarak işaretlenir. Bu maskelerin seçiminde ve kullanımında değerlendirilmesi gereken diğer koruma sınıfı işaretlemeleri şu şekildedir (6) ;

NR : Tek Vardiyalık – Nonreusable

R : Çoklu Vardiya – Reusable

D: Dolomite Testi (D işareti R için zorunludur. NR için opsiyoneldir.)

Kullanım limiti ile ilgili bu işaretlemelerde konusunda uygulamada dikkat edilmesi gereken en önemli konu hangisi seçilmiş olursa olsun kullanıcı nefes alıp vermekte güçlük çekmeye başladığında değiştirilmesi gerektirir. NR işareti olan veya R işareti olan bir ürün ile eğer 2 saatin sonunda nefes alıp vermekte güçlük çekiliyorsa yani filtresi dolmuş ise, o zaman vardiya bitimine kadar kullanılması beklenmez, ihtiyaç olduğu anda yenisi ile değiştirilmesi gereklidir.

Maskelerde konfor unsuru olarak ventil bulunabilir. Ventil tek taraflı çalışan bir valfdir ve nefes alırken tümüyle kapalı olup, nefes verirken açılarak kullanıcının verdiği sıcak ve nemli havanın hızla maske içinden dışarı atılmasını sağlayarak konforlu bir kullanım sağlar. Bedensel efor gerektiren çalışmalarda, termal konfor şartlarında güçlük bulunan çalışma alanlarında, atmosferik koşulların zorlu olduğu alanlar ve kullanıcının mevcut sağlık koşulları gibi unsurlar dikkate alınarak ventilli maskeler tercih edilebilir. Ancak eğer kullanıcı kişiden ortama yayılımın önlenmesi gereken bir koşul söz konusu ise, örneğin gıda üretimi, temiz oda çalışması, sağlık hizmetlerine ilişkin enfeksiyonların (SHİE) önlenmesi gibi bu durumlarda ventilli maske kullanılmamalıdır.

Deprem, sel, yangın gibi afet hallerinde ve yıkım, söküm gibi faaliyetlerde müdahale ekiplerinin maruz kalacakları tehlikeler, havayoluyla taşınan partiküller, yıkıntılardaki patojenler, mikroorganizmalar, biyolojik riskler olabileceği gibi diğer molozlardan, cam, ahşap, metal ve plastik malzemelerden kaynaklanabilecek partiküller ve aerosoller olabilir. Arama kurtarma faaliyetleri sırasında, kesme, kaynak, montaj gibi işlemlerden kaynaklanan ergimiş metal dumanı, yıkımda gerçekleşebilecek yanmadan kaynaklanan duman gibi hem partikül hem kimyasal molekül içerek kirleticiler solunum alanında bulunabilir. Tozlar, kristalize yapıda quartz, elyaflar, silika, çok eski binalarda veya altyapıdan bulunma ihtimali olan lifli yapıda asbest, hafriyatta ve yıkıntılarda mantar, küf, bakteri, aerosoller gibi hava yoluyla taşınan pek çok tehlikeye karşı ekiplerin partiküllere karşı solunum



Şekil 6: Ventilsiz ve ventilli partiküllere karşı solunum koruyucu maske örneği

koruyucu maske kullanımı gereklidir. Ventilli maskeler arama kurtarma faaliyetleri sırasında kullanıcının konforunu sağlayabilir ve fiziksel performansına katkıda bulunabilir, ancak acil durum sağlık müdahalesi yapıldığı sırada ventilli maske kullanımı önerilmez.

Bu zorlu koşullarda aynı zamanda kimyasal gaz ve buharının da açığa çıkması mümkündür. Bu durumda partiküllere karşı koruyucu bir maske ile korunmak mümkün değildir. Mutlaka molekülleri filtreleyen aktive edilmiş karbon içeren bir solunum koruyucu donanımına ihtiyaç vardır. Eğer kimyasalın izin verilen sınır değerlerinden daha düşük oranlarda



Şekil 7: Tam yüz maskesi kullanım örneği



Şekil 8: Yarım yüz maskesi kullanım örneği

maruz kalım söz konusu ise aktive edilmiş karbon içeren partiküllere karşı solunum koruyucu maske kullanılabilir ancak izin verilen sınır değerlerden daha yüksek bir konsantrasyon söz konusu ise o zaman ilgili kimyasal gaz ve buhar filtresi ile birlikte yarım yüz ya da tam yüz maskesi seçimi yapılmalıdır.

Kimyasal gaz ve buharlarına karşı kullanılan solunum koruyucu kişisel koruyucu donanımlar tam yüz maskesi ve yarım yüz maskesi olarak ilgili kimyasala uygun değiştirilebilir ya da gömülü filtreleri ile birlikte seçilir. Gerekli hallerde kimyasal filtreler partikül filtreleri ile birlikte kullanılır. Bu maskelerin standartları şu şekildedir;

Tam Yüz Maskesi TS EN 136 ? Uyumlaştırdığı standart EN 136:1998+AC:1999



Şekil 9: Tam yüz maskesi ve filtre örnekleri



Şekil 10: Yarım yüz maskesi ve filtre örnekleri

Yarım Yüz Maskesi TS EN 140 ? Uyumlaştırıldığı standart EN 140:1998+AC:1999

Kimyasallara karşı koruyucu maskelerin seçiminde toplam içe doğru sızdırma (TIL – total inward leakage) test performans değerlerinden yola çıkılarak belirlenmiş NPF nominal koruma faktörleri ile maruz kalınan kimyasalın tehlike oranı karşılaştırma hesaplamaları yapılır. Tablo 3’te bu maskelerde ilgili filtrelerin koruma sınıfları ile birlikte nominal koruma faktörleri belirtilmiştir.

Bu solunum koruyucu donanımlarda doğru filtre seçimi çok önemlidir. Kimyasal moleküllerini filtreleme için aktive edilmiş karbon içeren filtreler kullanılır ve her aktive edilmiş karbon her kimyasalı filtrelemez. Bu nedenle kimyasalın yapısına göre farklı koruma sınıflarında harf ve renk kodları alan filtrelerin seçimi yapılır. Eğer maruz kalınan kimyasal yapı olarak birleşik filtre seçimi gerektiriyorsa ya da solunum tehlikesi olarak partikül de varsa hazır birleşik filtreler seçilebilir ya da uygun filtreler seçilerek birleştirilebilir. Bu filtrelerin standartları şu şekildedir;

Gaz Filtreleri ve Birleşik Filtreler TS EN 14387+A1 ? Uyumlaştırıldığı standart EN 14387:2021

Partikül Filtreleri TS EN 143 ? Uyumlaştırıldığı standart EN 143:2021

AX filtreler sürekli kullanımı olan filtrelerdir ve tek kullanımlık tavsiye edilir. CO filtreleri sadece bir kez kullanılabilir ve kullanıldıktan sonra atılmalıdır. Hg filtreleri, TS EN 14387 uyarınca ancak maksimum 50 saat kullanılabilir. NO filtreleri sadece bir kez kullanılabilir ve kullanıldıktan sonra atılmalıdır.

Örnek olarak XYZ kimyasal gazına maruz kalım ile ilgili bir seçim yapmak için;

Maruz kalınan konsantrasyon: 100 ppm

İzin verilen sınır değeri: 0,5 ppm

Tehlike Oranı: $100 / 0,5 = 200$ (%0,02 hacim)

Tablo 4. Kimyasal gaz ve buhar filtreleri ve işaretlemesi (10)

	ORGANİK (KN > 65°C) KN: Kaynama Noktası	A
	ORGANİK (KN ≤ 65°C) KN: Kaynama Noktası	AX
	İNORGANİK (örnek: klor, hidrojen Sülfür, hidrojen siyanür)	B
	ASİT (örnek: Sülfür dioksit, hidrojen klorür)	E
	AMONYAK VE TÜREVLERİ	K
	PARTİKÜL	P
	CİVA VE PARTİKÜL	HgP
	AZOT (NİTROJEN) OKSİTLERİ VE PARTİKÜL	NOP
	ÖZEL BİR KİMYASAL VE PARTİKÜL	SX-isim
	KARBONMONOKSİT	CO
	RADYOAKTİF İYOD	Reaktör

Tablo 3'te yer alan NPF değerleri ile karşılaştırma yapıldığında bu XYZ kimyasalı için bu maruz kalım koşullarında tam yüz maskesi kullanımı önerilir. Bu XYZ kimyasalının organik olması halinde seçilecek filtre için kaynama noktasının kontrol edilmesi gereklidir. Buna göre 65 derecenin üstünde ise kahverengi renk koduyla A işaretli filtre seçimi yapılabilir. Ancak 65 derece veya altında ise AX filtre seçimi yapılmalıdır.

Bir filtrenin kullanım ömrü filtre sınıfına ve ortam koşullarına bağlıdır. Kullanım ömrünü etkileyen faktörler:

- Ortam havasındaki kirleticilerin konsantrasyonu
- Kirleticilerin bileşimi
- Ortam havalandırma koşulları

Kullanım ömrünü etkileyen faktörler:

- Ortam havasındaki kirleticilerin konsantrasyonu
- Kirleticilerin bileşimi
- Ortam havalandırma koşulları

SOLUNUM KORUYUCU KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

- Nem
- Sıcaklık
- Kullanıcının solunum hızı
- Ekipmanın saklanma koşulları

Bir filtrenin kullanım ömrünün sona erdiği, aşağıdaki hallerin takibiyle anlaşılabilir:

- Gaz filtrelerinde belirgin bir koku/tat
- Parçacık filtrelerinde artan solunum direnci
- Kombine filtrelerde yukarıdakilerin her ikisi

Çok sayıda faktörden etkilendiği için tahmini bir kullanım ömrü vermek mümkün değildir. Filtre ömrünün sona erdiği ancak koku alınmasıyla anlaşıldığından kokusuz kimyasallara filtre tavsiyesi yapılmaz. Solunabilir hava temin eden solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır.

Motorlu solunum sistemleri, solunum tehlikelerinin kullanıcının kendi üzerinde taşıdığı bir filtreleme teçhizatı ile filtrelenerek bir başlığa ya da yüz maskesine solunabilir hava olarak ileten pozitif basınçlı solunum koruyucu kişisel koruyucu donanımlardır.



Şekil 11: Motorlu solunum sistemi kullanım örneği



Şekil 12: Farklı başlıklarla motorlu solunum sistemi örnekleri

Başlıklı motorlu solunum sistemlerinin standardı TS EN 12941/A2'dir ve uyumlaştırıldığı harmonize standart EN 12941:1998/A2:2008'dir. KKD Saha Analizi ile belirlenecek ihtiyaçlara göre, baret, IR (infrared) korumalı yüz vizörü, işitme koruma gibi gereksinimlerin de göz önünde bulundurulacağı bir maske seçimi yapılır.

Yüz maskeli motorlu solunum sistemlerinin standardı TS EN 12942/A2'dir ve uyumlaştırıldığı harmonize standart EN 12942:1998/A2:2008'dir.

Seçiminde başlık için ya da yüz maskesi için kullanılacak NPF koruma faktörü değerleri Tablo 3'te yer almaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu, bu solunum koruyucu donanımların mevcut ortam havasını filtrelediğidir. Yani partikül için ve kimyasal için filtresinin doğru seçilmesi gerekir. Ayrıca oksijeni yetersiz ya da fazla olan ortamda, havadaki oksijenin hızla tükenmesine neden olabilecek kimyasalların ortaya



Şekil 13: Yüze maskeli motorlu solunum sistemi örnekleri



Şekil 14: Motorlu solunum sistemi filtre örneği

çıkabileceği kapalı alanlarda bu ürünlerin kullanılmamalıdır. Böyle çalışma ortamlarında solunabilir hava temini gereklidir.

Solunabilir hava temin eden kişisel koruyucu donanımlar, oksijenin yetersiz veya çok yüksek olduğu ortamlarda, oksijenin hızla tükenebileceği ortamlarda, acil durum kaçış ya da acil durum müdahale gereksinimi durumlarında kullanılacak, TS EN 12021 standardındaki solunabilir havayı kullanıcıya taşıyan ya da bu standartta hava üretebilen solunum koruyucu kişisel koruyucu donanımlardır.

Farklı teknikler ile solunabilir hava temin eden bu koruyucular, farklı tiplerdedir ve farklı standartlara sahiptir.

Tablo 5. Solunabilir hava temin eden solunum koruyucu donanımlar, standartları ve NPF değerleri (12)

TS EN 14593–1	Tam Yüz Maskeli Temiz Hava Beslemeli	NPF 2000
TS EN 14593–2	Yarım Yüz Maskeli Temiz Hava Beslemeli	NPF 200
TS EN 14594	Başlıklı, Tam Yüz, Yarım Yüz Maskeli Temiz Hava Beslemeli	NPF 1A/1B 10; 2A/2B 50; 3A/3B 200; 4A/4B 2000
TS EN 269	Başlıklı Bataryalı Temiz Hava Beslemeli	NPF 200
TS EN 137	Kendi Kendine Yeterli Sıkıştırılmış Hava Beslemeli	NPF 2000
TS EN 402	Tam Yüz Maskeli Acil Kaçış	NPF 2000
TS EN 1073–1 + A1	Koruyucu Tulum İçi Temiz Hava Beslemeli	
TS EN 13794	Kendi Kendine Kapalı Devre Hava Beslemeli (OFK – Oksijenli Ferdi Kurtarıcı)	

Sabit bir kompresör ya da taşınabilir bir kompresörden solunabilir, TS EN 12021 standardına uygun havanın, hortumlar ile kullanıcının başlığına ya da yüz maskesine taşıyan sistemlerde, çalışma ortamına ve çalışanın iş yapış şekline bağlı olarak spiral ya da düz hortumlar seçilebilir ve tavandan, bel hizasından, yerden, askı veya sarmal vb. uygun yerleşim tasarımı yapılabilir.

TS EN 12021 standardına uygun sıkıştırılmış solunabilir havayı tüp vb. basınçlı ya da kapalı kap içinde bulunduran ve kullanıcının ihtiyacı halinde kendi müdahalesi ile çalıştırarak belirli süreler için kullanabildiği sistemler; başlık, yüz maskesi ya da ağız maskesi gibi ihtiyaca uygun seçeneklerle kullanılabilir.

Kaçış maskeleri ya da Oksijenli Ferdi Kurtarıcılar da belirli süreler solunabilir hava sağlayan solunum koruyucu kişisel koruyucu donanımlardır. Bu solunum koruyucular tiplerine ve modellerine göre farklı tekniklerle belirli tepkimeler sonucu oksijen açığa çıkarak belirli sürelerde solunum yapılabilmesini sağlarlar.

Oksijenli Ferdi Kurtarıcılar (OFK), verilen nefesin bir kartuş ve bir solunum torbası içeren kapalı devreye yönlendirilerek gerçekleştirilecek tepkime sonucu oksijen üreten sistemlerdir. Oksijen sağlanan kaynaklarına ve nominal çalışma sürelerine göre tip, sınıfı ve işaretlemesi yapılır.

- C Tipi NaClO_3 OFK
- D Tipi Basınçlı Oksijen OFK
- K Tipi KO_2 OFK



Şekil 15: Kaçış maskesi örnekleri



Şekil 16: Oksijenli ferdi kurtarıcı örnekleri

Deprem, sel, yangın gibi afet hallerinde ve yıkım, söküm, enkaz işleme, dönüşüm gibi faaliyetlerde solunum koruyucu kişisel koruyucu donanım kullanımı konusunu temelde iki aşama olarak değerlendirmek gereklidir. Olay anı ve acil müdahale aşamasında kullanılacak kişisel koruyucu donanımlar ile sonrasında yürütülen faaliyetler sırasında ortaya çıkabilecek solunum riskleri için kullanılacak solunum koruyucu donanımların seçimi ve hazırlığı yapılmalıdır. Olay yerine ilk ulaşanlar arama kurtarma ekipleri ve acil sağlık hizmetleri ekipleridir ve zamanla yarışır. Bu nedenle bu ekiplerin kişisel koruyucu donanımlarının hazır bulunması gereklidir. Kişisel koruyucu donanımlarını seçerken, olası tüm tehlikeler, gece – gündüz ortam koşulları ve aşırı hava koşulları gibi tüm riskler değerlendirilmesi gerekirken, aynı zamanda kullanıcıların rahat hareket edebilmelerini ve konforlu olmalarını da sağlamak öncelikli olmalıdır. Arama kurtarma ve acil sağlık ekiplerinin risklerini en aza indirecek ve performanslarına yardımcı olacak hatta katkıda bulunacak kişisel koruyucu donanımlar seçilmelidir. Bir arama kurtarma ve acil sağlık ekibi üyesinin kendisinin zarar görmesi, yaralanması, sonraki dönemde ortaya çıkabilecek sağlık risklerine maruz kalması, onun müdahalesine ihtiyacı olan mağdurun da kurtarılamaması, acil sağlık bakımının yapılamaması gibi sonuçlar doğurabilir. Hazırlık için, olası risklerle ilgili tıpkı acil durum – afet yönetimi eğitimlerinde olduğu gibi farklı senaryolar oluşturulmalı, bu senaryolara göre kişisel koruyucu donanım setleri belirlenmelidir. Olası deprem senaryoları için depremin ne zaman olacağı öngörülemediğinden ekiplerin kullanacağı kişisel koruyucu donanımların, aksesuarları ve yedek parçalarının ve daha geniş kapsamda yaygın kullanım da gerekirse ortamda bulunan insanlara dağıtım için hazır tutulacak kişisel koruyucu donanımların depolama koşulları ve depolama ömürleri göz önünde

bulundurulmalı ve bir planlama dahilinde stokların takibi ve gerektiğinde yenilenmesi sağlanmalıdır (13) .

Deprem sonrası yürütülen yıkım ve dönüşüm aşaması için ise halihazırda bu işleri yürütücü olarak görev alan işletmelerin tabi oldukları 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu gereği risk değerlendirmeleri yapılmalı ve alınacak tüm koruyucu ve önleyici tedbirler risk kontrol hiyerarşisine göre alınmalıdır. Kişisel koruyucu donanım kullanımına karar verilmiş ise mevzuata uygun şekilde kişisel koruyucu donanım süreci yürütülmelidir.

Yaygın kullanım gereksiniminde partiküllere karşı solunum koruyucu maskeler kullanılabildiği gibi kullanıcıyı partiküllere karşı koruması amacıyla üretilmeyen ancak belirli olmasa da sınırlı seviyelerde koruma sağlama ihtimali olan tıbbi maskeler de kullanıldığı gözlemlenmektedir. Tıbbi maskeler Sağlık Hizmetlerine İlişkin Enfeksiyonları (SHİE) önlemek amacıyla Tıbbi Cihazlar Yönetmeliği'ne (AB2017/745 sayılı AB Regülasyonu) göre tasarlanmış ve üretilmiş ve TS EN 14683 + AC standardına göre uygunluk değerlendirmesi yapılarak CE işareti almış maskelerdir. Bu maskeler, Tip I tıbbi yüz maskeleri, özellikle salgın veya pandemik durumlarda enfeksiyonların yayılma riskini azaltmak amacıyla hastalar için kullanılır. Tip II maskeler, esas olarak, bir ameliyathanede veya benzer gereksinimleri olan diğer tıbbi ortamlarda sağlık uzmanları tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Ancak tıbbi maskeler, AB2016/425 sayılı kişisel koruyucu donanım mevzuatı kapsamında değildir (14)

Solunum koruyucu kişisel koruyucu donanımlar, ciddi sağlık risklerine karşı Kategori III kişisel koruyucu donanımlardır. Doğru koruma sınıfında seçimi ve doğru bir şekilde kullanımı gereklidir. Kullanım süreleri tayin edilmese bile kullanım limitleri ve değişim kısıtları belirlidir.

AB Uygunluk Beyanı belgesine sahip olan ve böylece temel sağlık ve güvenlik gereklerini yerine getirdiğini ispat eden güvenli ürünlerin tedarik edilmesi ve kullanım kılavuzunda belirtilen kurallara uygun olarak kullanılması önemlidir. Doğru koruma sınıfında seçilmiş ve doğru bir şekilde kullanılan kişisel koruyucu donanımın kullanıcı üzerinde hem fiziksel hem de psikolojik olumlu etkisi vardır. Kullanılan kişisel koruyucu donanımın kalp atım hızı, sıvı kaybı, vücut sıcaklığı gibi fizyolojik parametreler, kullanım halinde görevleri yerine getirirken hata yapma düzeyi, konsantrasyon, tepki süresi, işgörme öncesi ve sonrası bireysel algı ve iyilik hali üzerinde etkisi vardır (15) .

KAYNAKÇA

1. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. Türkiye: Resmi Gazete Tarihi: 29.12.2012 Resmi Gazete Sayısı: 28512; 2012.
2. Öymez Y. Kişisel Koruyucu Donanımlar. İçinde: İş Sağlığı ve Güvenliği Ders Kitabı. Atatürk Üniversitesi; 2018. s. 266-89.
3. Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği. Türkiye: Resmi Gazete Tarihi: 01.05.2019 Resmi Gazete Sayısı: 30761; 2019.
4. 7223 sayılı Ürün Güvenliği ve Teknik Düzenlemeler Kanunu. Türkiye: Resmi Gazete Tarihi: 12.03.2020 Resmi Gazete Sayısı: 31066; 2020.
5. Ovacılı S, Öymez Y, Yıldız NA, Sandal A, Alagüney ME. İş Sağlığı ve Güvenliği Meslek Hastalıkları. Hacettepe Üniversitesi; 2020.

SOLUNUM KORUYUCU KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

6. TS EN 149 + A1 Solunumla ilgili koruyucu cihazlar - Parçacıklara karşı koruma amaçlı filtreli yarım maskeler - Özellikler, deneyler ve işaretleme. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü (TSE); 2010.
7. TS EN 143 Koruyucu solunum cihazları - Toz süzgeçleri - Özellikler, deneyler ve işaretleme. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü (TSE); 2021.
8. TS EN 12941/A2 Solunumla ilgili koruyucu cihazlar - Kask veya başlıkla kullanılan güç destekli filtre cihazları - Özellikler, deney ve işaretleme. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü (TSE); 2011.
9. TS EN 12942/A2 Solunumla ilgili koruyucu cihazlar - Tam yüz maskeleri, yarım maskeler veya çeyrek maskelerle birlikte güç destekli filtre cihazları - Özellikler, deney ve işaretleme. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü (TSE); 2012.
10. TS EN 14387 Solunumla ilgili koruyucu cihazlar - Gaz filtreleri ve birleşik filtreler - Gereklilikler, deneyler ve işaretleme. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü (TSE); 2021.
11. Tozla Mücadele Yönetmeliği. Türkiye: Resmi Gazete Tarihi: 05.11.2013 Resmi Gazete Sayısı: 28812; 2013.
12. TS EN 529 Solunumla ilgili koruyucu cihazlar - Kılavuz doküman. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü (TSE); 2005.
13. Öymez Y. Deprem ve Kişisel Koruyucu Donanım. TIGIAD İş Güvenliği Dergisi [Internet]. 2023;(54):18-22. Erişim adresi: <http://www.tigiad.org.tr/tigiad-dergi.aspx>
14. TS EN 14683 + AC Tıbbi yüz maskeleri – Gereklilikler ve deney yöntemleri. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü (TSE); 2019.
15. Loibner M, Hagauer S, Schwantzer G, Berghold A, Zatloukalid K. Limiting factors for wearing personal protective equipment (PPE) in a health care environment evaluated in a randomised study. 2019 [a.yer 16 Kasım 2023]; Erişim adresi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210775.t001>

Bu bölümde kullanılan görseller **Dräger**'in koşulsuz sponsorluğu ile kullanılmıştır.

