



# ENDÜSTRİDE SOLUNUMUN KORUNMASI

Dr. Arif MÜEZZİNOĞLU  
İşyeri Hekimi

## Giriş

Çalışanların sağlığı, en başta temiz hava solunmasına bağlıdır. Bununla beraber çoğunlukla, üretim yapılan bir iş ortamında solunum için tehlike oluşturabilecek çeşitli maddeler bulunur. Bu maddelerin yeterince tanınmaması, ortamdaki temizlenememesi ya da yeterli bir koruma olmadan bunlara maruz kalınması, çalışanların sağlığı için zararlı olabilir. Bu maddelere maruziyetin kontrolü, kirlenmiş havayı soluyarak oluşan meslek hastalıklarının riskini azaltmak açısından önemlidir. Maruziyeti kontrol etmenin en iyi metodu çalışılan yerin kirliliğini en aza indirmektir. Bu, operasyonun sınırlandırılması veya çevresinin kapatılması, genel veya lokal havalandırma ve kullanılan malzemeyi toksik olmayan yada daha az toksik malzeme ile değiştirmek yolu ile sağlanabilir. Yeterli bir kontrol gerçekleştirilemediğinde veya değerlendirme ve uygulama yapılırken çalışanın sağlığını korumak için respiratörler (solunum maskeleri) kullanılabilir. Respiratörlerden beklenen verimi almak için uygun ve iyi planlanmış bir "Solunum Korunması Programı" gereklidir.

## Kişisel Koruyucu Donanım ile Solunumun Korunması Programı

Bir hedeflendiği gibi çalışması için bir respiratör programı geliştirilmelidir. Kullanılan maskenin tipinden, karmaşıklığından ve ilgili kişi sayısından bağımsız olarak her programın içermesi gereken temel noktaları vardır. Basit programlarda gereklilikler asgari olabilmesine karşın daha büyük programlar için geliştirilmiş bir projeler gerekebilir. Örnekle açıklamak gerekirse bir ekipmanın uygunluk testinin kayıtlarını tutma ihtiyacı ele alınabilir. Bir ya da iki kişilik bir programda son test tarihi, test edilen respiratör ve prosedür basit bir karta kaydedilebilir ancak yüzlerce kullanıcıyı ilgilendiren bir program, bilgisayarda kullanılan bir veritabanında uygunluk testi yapılması gereken kişilerin izlenmesini gerektirebilir.

Başarılı bir programın gereklilikleri 6 bölümde tanımlanmıştır:

## 1. Programın yönetimi

Respiratör programının sorumluluğu, program uygulayıcısı olarak adlandırılan tek bir kişiye verilmelidir. Sorumluluğun tek bir kişiye verilmesi yönetimin açıkça kimin sorumlu olduğunu bilmesini sağlar. Aynı zamanda en az bunun kadar önemli diğer bir nokta da bu kişiye gerekli kararları verecek ve programı yürütecek statünün sağlanmış olmasıdır. Program yöneticisi respiratör programını güvenli ve etkin şekilde yürütülmesini yönetebilecek yeterli solunumla ilgili koruma bilgisine sahip olmalıdır. Program uygulayıcısının sorumluluğu ortam ölçümleri ile solunum zararlılarının izlenmesi, kayıtların tutulması ve programın sürdürülmesini içermektedir.

## 2. Yazılı işletme yönergeleri

Yazılı yönergeler sayesinde her katılımcı ne yapılması gerektiğini, işlemin kimin sorumluluğunda olduğunu ve nasıl yerine getirileceğini bilir. Yönerge dökümanı, programın amaçlarını da belirtmelidir. Bu belgede şirket yönetiminin, çalışanların sağlığından ve respiratör programının oluşturulmasından sorumlu olduğu açıkça ifade edilmelidir. Respiratör programının gerekli prosedürlerini ifade eden yazılı belge aşağıdaki fonksiyonları da içermelidir:

- Respiratör seçimi,
- Bakım, gözden geçirme (kontrol etme) ve onarım,
- Çalışanların, ustabaşlarının ve respirtörleri kullanan kişilerin eğitimi,
- Uygunluk testi,
- Satın alma, envanter kontrolü ve kayıt tutma ödevlerini de içeren yönetsel işler,
- Tehlikelere ilişkin ortam ölçümleri,
- Respiratör kullanımının izlenmesi,
- Tıbbi değerlendirme,
- Acil durum respiratörlerinin sağlanması,
- Programın değerlendirmesi.

## 3. Eğitim

Eğitim, solunum korunması programının önemli bir parçasıdır. Respiratör kullanıcılarının



yöneticileri, kullanıcılar ve kullanıcılara respiratör sağlayan kişiler eğitilmelidir. Yönetici, kullanılan respiratör hakkında ve neden bu respiratörün kullanıldığı hakkında ve doğru kullanılıp-kullanılmadığını denetleyecek kadar iyi bilgi sahibi olmalıdır. Respiratörü sağlayan kişi doğru respiratörün verildiğinden emin olacak şekilde bilgili olmalıdır.

Respiratörleri kullanan çalışanlar eğitilmeli ve eğitimler periyodik olarak tekrarlanmalıdır. Eğitim aşağıdaki konularda açıklama ve tartışmaları içermelidir:

- Respiratör uygun şekilde kullanılmazsa oluşacak solunumsal zararın doğası ve sağlık üzerine etkileri,
- Belirli bir tip respiratörün seçiminin nedenleri,
- Respiratörün nasıl çalıştığı ve sınırları,
- Çalıştırmak ve filtrelerinin uygun yerleştirilip çalıştırıldığına denetlenmesi,
- Respiratörün bakımı, gözden geçirilmesi ve saklanması (korunması),
- Respiratör uygunluk testi.

#### 4. Respiratörün bakımı

Respiratörün bakımı; düzenli temizlik, hasar olup olmadığının düzenli kontrolü ve aşınmış parçaların değişimini içerir. Respiratörün üreticileri bakımın, tamirin, gözlemin ve temizlemenin başarıyla nasıl yapılacağı bilgisinin en iyi kaynağıdır. Respiratörler düzenli olarak temizlenmeli ve sterilize edilmelidir. Eğer bir respiratör birden fazla kişi tarafından kullanılacaksa, diğer kişilerin kullanımı öncesi temizlenmeli ve sterilize edilmelidir. Acil kullanım için ayrılmış respiratörleri her kullanımdan sonra temizlenmeli ve sterilize edilmelidir. Bu işlemler aletin elastik parçalarını zarar görmekten koruyacak temizleme solüsyonlarını ve kontrollü ısıların kullanılmasını gerektirebilir. Dahası bazı parçaların zarar görmemesi için özenle ya da özel bir yöntemle temizlenmelidir. Respiratörün üreticisi uygun yöntemi önermelidir. Temizleme ve sterilizasyondan sonra her respiratör iyi çalışıp çalışmadığı, değiştirilmesi gereken parçalar olup olmadığı açısından gözden geçirilmelidir. Kullanıcı her kullanım öncesi respiratörü hızlıca iyi çalışır durumda olup olmadığını değerlendirecek kadar eğitilmiş ve respiratöre aşina olmalıdır. Acil kullanım respiratörleri

periyodik olarak gözden geçirilmelidir. Önerilen sıklık ayda bir kezdir. Bir acil kullanım respiratörü kullanıldıktan hemen sonra temizlenmeli ve yeniden kullanım ya da depolanma öncesi temizlenmeli ve gözden geçirilmelidir. Genel olarak gözden geçirme, bağlantıların sıklığı, başı saran bantlar, valfler, bağlantı boruları, kuşam takımları, hortumlar, filtreler, kartuşlar, kutu, kullanım süresinin bittiğini gösteren indikatör, elektrikli bileşenler ve raf ömrü tarihi, regülatörlerin, alarmların ve diğer uyarıcı sistemlerin gözden geçirilmesini içerecektir. Bu ekipmanda sıklıkla bulunan elastik ve plastik parçaların gözden geçirilmesine özel önem gösterilmelidir. Lastik ya da elastik parçalar kullanılabilirlik ve materyalin kıvrılması-katlanması sırasında bozulma işareti olup olmaması açısından gözden geçirilmelidir. Ayrıca valf oturaklarının kilit yüzeylerinde köpük ya da diğer bir temizleme maddesi kalmaması açısından gözden geçirilmelidir. Valfte hasar ya da birikim kaçığa yol açabilir. Plastik parçalarda kırılma ya da kartuşta kırık dişler gibi hasarlanmalar açısından gözden geçirilmelidir. Hava ve oksijen tüplerinin üreticinin yönergeleri doğrultusunda tam olarak dolu olması açısından gözden geçirilmelidir. Bazı tüplerin metalinin hasarı ya da paslanması olmadığından emin olmak açısından periyodik olarak gözden geçirilmelidir. Bu periyodik olarak hidrostatik testler ile tüplerin bütünlüğünün gözden geçirilmesini de içerebilir. Bozuk olduğu görülen parçalar üretici firma tarafından sağlanmalıdır. Onarım yapan kişiler eğitilmiş olmalıdır. Temiz hava beslemeli respiratörler ekipmanları daha yüksek düzeyde eğitim gerektirmektedir. Düzenleme ya da uygulama valfleri, regülatörler ve alarmlar sadece respiratör üreticisi ya da üreticinin eğittiği bir teknisyen tarafından ayarlanmalı ve onarılmalıdır. Uygun gözden geçirme kriterlerini karşılayamayan respiratörler hemen kullanımdan kaldırılmalı ve onarılmalı ya da yenilenmelidirler. Respiratörlerin uygun olarak depo edilmesi gerekir. Titreşim, güneş ışığı, ısı, aşırı soğuk, aşırı nem, ya da kimyasallar gibi etkilere korunmazsa hasar oluşabilir. Yüz parçasındaki elastik parçalar korunmazlarsa kolayca zarar görebilirler. Respiratörler kontaminasyon ya da hasarlanmaya karşı korunacak biçimde dolaplar ya da alet kutularında saklanmalıdır.



### 5. Tıbbi değerlendirmeler

Respiratörler, solunum sistemine stres yüklemesinden dolayı ekipmanı kullanan kişinin sağlığını etkileyebilir. Her respiratör kullanıcısının sıkıntı olmadan respiratör kullanıp kullanamayacağına işyeri hekimi tarafından değerlendirilmesi gerekmektedir. Tıbbi değerlendirmenin içeriği hekim tarafından belirlenmelidir. Tıbbi değerlendirme için hekim respiratörün tipi ve respiratör kullanarak yapılacak işin süresi ve şekli hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Respiratörlerin çoğunun kullanımından özellikle de düşük ağırlıklı hava temizleyici tiplerinden normal sağlıklı bir kişi etkilenmez. Acil koşullarda "Temiz hava beslemeli respiratör" kullanması beklenen bir kişi için daha dikkatli bir değerlendirme gerekir. Temiz hava beslemeli respiratörünün ağırlığı yapılması gereken iş yükünü belirgin olarak artırır

### 6. Onaylanmış respiratörler

Belirlenmiş standartlar ile onaylanmış olması performans için gereklilikleri yerine getirmiş olduğu anlamına gelmektedir. Eğer ulusal düzeyde geçerli resmi bir onaylama yok ise şirketin belirlediği geçerli bir yöntemle onaylanmış her respiratörün herhangi bir testten geçmemiş bir respiratörden daha iyi çalışması beklenir.

### Respiratör Programlarını Etkileyen Sorunlar

Bir respiratör programını yürütürken sorun olabilecek durumlar vardır. Bunlar yüzdeki sakal, gözlük ve diğer koruyucu ekipmanın kullanılan respiratör ile uyumudur. Bazı çalışanlar estetik nedenlerle sakal, favori bırakmak isteyebilir. Bazı çalışanların traş olma güçlüğü olabilir ve traş sonrasında kıl dönmesi gibi tıbbi bir sorunları olabilir. İnhalasyon sırasında respiratör içinde negatif basınç oluşur eğer yüz kilidi sıkı değilse kontaminantlar içeri kaçabilir. Bu durum hem havayı temizleyen ve hem de temiz hava beslemeli respiratörler için geçerlidir. Burada temel olarak insanların saç-sakal uzatmaları konusunda ısrarlı iseler izin vermek ama sağlıklarını da korumak gerekmektedir. Kilit yüzeyinde yüz kıllarının olmasının sıkıca oturan bir respiratörde aşırı kaçığa neden olduğunu gösteren birçok çalışma vardır. Ayrıca yüz kıllarına bağlı olarak hava kaçığı miktarının değişken olması nedeni ile respiratör kullanan

kişinin yeterince korunup korunmadığının bilinemeyeceğini gösteren çalışmalar da vardır. Bir çalışan eğer sakal-bıyıklı ise sıkıca oturan bir respiratör kullansa bile yeterince korunamayabilir. Bu problemin çözümündeki birinci basamak, gevşek oturuşlu bir respiratörün işe yarayıp yaramayacağına belirlenmesidir. Kendinden depolu nefes cihazı ve çıkan havanın atıldığı bir boru kombinasyonu dışındaki her sıkı oturuşlu respiratöre uygun ve benzer düzeyde korunma sağlayacak gevşek oturuşlu bir respiratör vardır. Diğer bir alternatif ise bu çalışana respiratör kullanımını gerektirmeyen bir iş bulmaktır. Son çare ise çalışandan traş olmasını istemektir. Traş olmakta zorluğu olanların ise uygun tedavi ile traş olmaları ve respiratörü bu biçimde kullanmaları sağlanmalıdır.

Gözlükler ve diğer koruyucu ekipmanlar, iyi görmek için gözlük kullanmak zorunda olan bazı çalışanlar, bazı endüstriyel ortamlarda uçuşan nesnelere korunmak için emniyet gözlükleri ya da kulak manşonu (ear muff) kullanmalıdır. Yarımyüz maskelerde, gözlükler burun kemerine oturdukları bölgede respiratörün yerleşmesini bozabilirler. Yüzü tam kaplayan bir respiratörde gözlüklerin kirşileri respiratörün yüze oturduğu bölgede açıklığa ve kaçığa yol açarlar. Bu sorunlara şöyle çözümler önerilebilir. Yarımyüz maskelerde öncelikle bir deneme yapılmalı ve kullanılan gözlüklerin respiratörün işleyişini bozup bozmadığı değerlendirilmelidir. Tamyüz maskesinde çözüm, kontakt lens kullanımı ya da yüze özel gözlüklerin monte edilmesidir. Bir dönem respiratörler ile kontakt lenslerin kullanılmaması gerektiği düşünülmekteydi ancak araştırmalar çalışanların bir sorun olmadan lens takılabileceğini göstermiştir.

### Respiratör Çeşitleri ve Seçimi

Respiratörün seçimi respiratörün nasıl kullanılacağına analizini ve her bir tipin sınırlarını bilmeyi gerektirir. Değerlendirme genel olarak çalışanın ne yapacağı, işin ortamı ve respiratörün işe getirebileceği kısıtlamaları içermelidir.

Respiratörler solunum sistemi için sundukları kapsama ve kullananı kontaminant veya oksijen eksikliğinden korumak için kullandıkları mekanizmaya göre sınıflandırılır. Mekanizma temiz hava sağlayacak veya havayı temizleyecek şeklindedir.



### Hava girişinin korumaları

Solunum sistemine girişler burun ve ağızdır. Respiratör, değişik yollar ile çalışanının solunum sistemini solunuma uygun ve eşzamanlı olarak yeterli oksijen alımına izin verilen ortamda oluşabilecek risklerden izole etmek için bir koruyucu ile kapamalıdır. Kullanılan koruyucu tipleri bol veya geniş olabilir.

Dar-koruyucular, çeyrek maske, yarım maske, tüm yüzü kaplayanlar veya ağız delgili şeklinde olabilir. Çeyrek maske burun ve ağız beraber kapatır. Koruyucu yüzey burun köprüsünden dudakların altına kadar uzanır (yüzün dörtte biri). Yarım maske burun köprüsünden çene altına kadar koruma sağlar (yüzün yarısı). Tüm yüzü kaplayanlar gözlerin üzerinden (saç çizgisinin altından) çene altına kadar uzanır (tüm yüzü kaplar).

Ağız delgili bir respiratörde solunum sistemine girişleri kapayan mekanizma biraz daha farklıdır. Çalışan respiratöre tutturulan kauçuk bir deliği sıkıca tutar ve burununu korumak için burun pensi-klipsi kullanır. Bütün respiratör sistemlerinin girişleri sızdırmaz olmalıdır. Ağız delgili respiratörler sadece riskli atmosferde kaçığın olduğu düşünöldüğu durumlarda kullanılan özel tiplerdir ve kullanımları özelliğidir.

Çeyrek, yarım veya tüm yüzü kaplayan koruyucular hem hava süzücü hem de temiz hava destekleyici tip respiratörler ile kullanılabilir. Ağız delgili tip sadece hava süzücü tip ile kullanılabilir.

Geniş koruyuculu giriş korumaları, isminden de anlaşılacağı gibi, çalışanın solunum sistemini koruyacak şekilde güvenli bir sızdırmazlık sağlamazlar. Bunun yerine yüzü, başı veya baş ve omuzları güvenli bir ortam sağlayarak kapatırlar. Bu gruptakiler aynı zamanda tüm vücudu kaplayan giysileri de kapsar (Giysiler suda giyilen giysiler gibi yalnızca vücudu korumak amacı ile giyilen giysileri kapsamaz). Yüzü korumadıkları için geniş koruyuculu giriş korumaları yalnızca hava akışı sağlayan sistemlerde işlevseldir. Hava akışı respiratörün dışından içeriye sızabilecek kirleticileri önlemek için solunum için gereken havadan daha fazla olmalıdır.

### Hava temizleyici respiratör

Hava temizleyici respiratörler, çevremizdeki havadaki kirleticileri özel filtreleri ile süzerler. Hava, temizleyici filtreden soluma eylemi yolu ile (negatif basınçlı respiratörler) veya güç kaynaklı hava temizleyici respiratörler ile geçer. Hava

temizleyici elementin (filtrenin) tipi hangi kirleticilerin ortadan kaldırılacağını belirlemektedir. Genel olarak partikül büyüklüğü en önemli karakteristik belirleyicidir. Kimyasal kartuşlar özellikle buhar veya gazlı kirleticiler ile reaksiyona giren veya soğurduğu için seçilen bir malzeme ile doldurulmuştur.

### Hava destekli respiratör

Temiz hava destekli respiratörler çalışma ortamının atmosferinden bağımsız olarak solunabilen havayı sağlayan respiratör sınıfındadırlar. Bir tipi genel olarak hava hatlı respiratörler olarak bilinir ve üç durumdan birinde işler; istemli, sürekli akış veya basınç istemli. İstemli ve basınç-istemli durumunda işleyen respiratörler yarım ya da tam yüz korumalı girişler ile birlikte kullanılabilir. Sürekli akış tipi kask/başlık veya geniş aksesuarlı maske başlığı ile birlikte kullanılabilir. Temiz hava destekli respiratörlerin ikinci tipi, bağımsız solunum aygıtları olarak adlandırılır. Bağımsız temiz hava destekleyicileri ile donanımlandırılır. Tehlikeli atmosferden sadece kaçış veya içeri giriş ve kaçış için kullanılabilir. Hava doldurulmuş hava tüplerinden desteklenir. Bazı hava destekli respiratörler küçük tamamlayıcı bir hava şisesi ile donanımlanır. Hava şisesi respiratörü kullanan kişiye asıl hava desteği kaybolursa kaçma fırsatı sağlar.

### Kombine üniteler

Bazı özel amaçlar için kullanılan respiratörler hem hava destekleyici hem de hava temizleyici şeklinde çalışmak üzere tasarlanmıştır. Bu tip respiratörlere kombine üniteler denir.

Riskli bir çalışma bölgesinde çalışanın aktivitesi ve yerleşimi uygun maske seçiminde gözönünde bulundurulmalıdır (örneğin çalışan vardiya boyunca bu çalışma bölgesinde sürekli mi, aralıklı mı kalacak ve iş hızı ağır, orta, hafif olacak gibi). Sürekli ve ağır bir iş için düşük ağırlıklı maske tercih edilmelidir. Çevresel koşullar ve respiratör kullanıcısının harcadığı eforun düzeyi respiratörün kullanım süresini etkiler. Örneğin aşırı fiziksel güç harcanması sonucu kullanıcı temiz havayı sağlayan cihazdaki havayı daha hızlı tüketebilir ve kullanım süresini düşürebilir. Respiratörün kullanılması gereken süre, respiratör seçiminde çok önemli bir belirleyicidir. Respiratörün kullanılacağı rutin, rutin dışı, acil ve kurtarma faaliyetlerinin ne tür faaliyetler olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Respiratör seçiminde tehlikeli bölgenin



solunabilir hava içeren güvenli bölgeye göre yerleşimi de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bilgi sayesinde acil bir durumda çalışanların kaçı, bakım ve kurtarma girişimleri için çalışanın girişi de planlanabilir. Solunabilir havaya ulaşmak için uzun bir yol alınması, engellerin etrafında dolaşılması ya da merdiven çıkılması gerekiyorsa hava sağlamalı, hatlı bir respiratör iyi bir seçim olmayacaktır. Oksijenden kısıtlı bir ortam söz konusu ise bu bölgedeki oksijen içeriği ölçülmelidir. Seçilecek respiratörün seçimi -hava temizleyen ya da hava sağlamalı- en başta, ortamdaki O<sub>2</sub> oranına bağlıdır. Hava temizleyici respiratörler sadece havayı temizledikleri için ortamda yeterli oksijen bulunmalıdır. Respiratör seçimi, zarar verebilecek durumların değerlendirilmesi için her işlemin gözden geçirilerek tehlikelerin belirlenmesinden sonra yeterli koruma sağlayabilecek respiratör tip ve sınıflarının belirlenmesini içerir.

### Tehlike Belirlemenin Basamakları

İşyeri ortamındaki kontaminantların özelliklerinin belirlenmesi için öncelikle ana bilgi kaynağı olan üretici firmaya başvurmak gerekir. Birçok üretici müşterilerine malzeme güvenlik bilgi dökümanı (MSDS) sağlar. Bu dökümanlarda üründeki materyellerin niteliği ve cinsi ile maruziyet limitleri ve toksisite hakkında bilgiler vardır. Kontaminantlar hakkında maruziyet limitleri ve toksisite belirleyiciliği açısından, eşik limit değeri (TLV), izin verilen maruziyet limiti (PEL), maksimum kabul edilebilir konsantrasyonu (MAC) gibi yayınlanmış değerlerin olup olmadığına bakılmalıdır. Bir kontaminant için maruziyet anında (hemen ya da çok kısa bir süre içinde) yaşamı ya da sağlığı tehdit edici konsantrasyonunun (IDLH) belli olup olmadığı değerlendirilmelidir. Her respiratörün maruziyet düzeyine göre kullanım sınırları vardır. Respiratörün yeterli korunma sağlayıp sağlamayacağına bilinmesi açısından her kontaminant için bir sınır değeri bilinmesi gereklidir. Kullanılacak kontaminant için yasal olarak zorunlu bir sağlık izlem standardı olup olmadığı (örneğin, kurşun ve asbest için olduğu gibi) araştırılmalıdır. Kontaminantın fiziksel durumu önemli bir özelliktir. Aerosol durumunda ise partikül boyutu belirlen-

meli ya da tahmin edilmelidir. İş ortamında beklenen maksimum sıcaklıkta aerosolün sahip olacağı buhar basıncı da önemlidir. Ortamdaki kontaminantın ciltten emilip emilmeyeceği, cilt duyarlılığı geliştirip geliştirmeyeceği ve cilde ya da gözlere iritasyon ya da korosif olup olmayacağı mutlaka bilinmelidir. Gaz ya da buhar halindeki bir kontaminant için belli bir konsantrasyonda koku tat ya da iritasyon yapıp yapmadığı bilinmelidir. Kontaminantın ne olduğu bilindiğinde konsantrasyonunun belirlenmesi gerekir. Bu normalde materyalden örnek alınarak bir laboratuvarında analiz yapılması ile olur. Bazen değerlendirme aşağıda tarif edildiği gibi maruziyetin tahmin edilmesi ile yapılabilir.

### Maruziyet Tahmini

Tehlike belirlemede örnekleme her zaman gerekli değildir. Maruziyet, benzer görevlerden elde edilmiş verilerin değerlendirilmesi ya da bir modelden ortalamaların hesaplanması ile tahmin edilebilir. Modeller yardımı ya da muhakeme ile muhtemel maksimum maruziyet hesaplanır ve bu değer yardımı ile respiratör seçimi yapılır. Bu amaç için kullanılan en temel model buharlaşma modelidir: belirli bir miktar materyelin buharlaşmasına izin verilerek buhar basıncı belirlenir ve maruziyet hesaplaması yapılır. Dilüsyon etkileri ya da havalandırma (ventilasyon) açısından ayarlamalar yapılabilir. Maruziyet tahminine dayanarak koruyucu önlemler almak maruziyetin birebir deneyimlenmesine dayanarak muhakemede bulunmayı gerektirir. Örneğin dağıtım hattında ilk defa olan ani bir kaçak durumunda daha önceki hava ölçüm değerlerinin bir faydası olmaz. Böylesi kaza sonucu kaçakların olma olasılığı respiratörün tipinden önce öngörülmelidir. Daha sonra tahmini olası konsantrasyon ve kontaminantın tipine göre respiratör seçimi yapılır. Örneğin oda ısısında toluenin kullanılacağı bir işlemde sürekli akımla temiz hava sağlayan bir cihazın kullanılması yeterlidir. Çünkü toluenin maruziyet anında yaşamı ya da IDLH 2000 ppm'i aşması beklenmemektedir. Ancak sülfür dioksit hattında bir kaçak olması durumunda kontaminantın çevresel konsantrasyonu maruziyet anında yaşamı ya da IDLH 20 ppm'i kolayca aşabilir ve bu durumda alanı terk etmeye uygun, tüpten hava sağlamalı respiratör gibi daha etkin bir respiratör kullanılmalıdır.



## Respiratör Seçiminde Özgün Durumlar

Eğer ne çeşit bir zararlı kontaminantın ortamda mevcut olduğu öngörülemezse atmosfer maruziyet anında yaşamı ya da sağlığı tehdit edici olarak kabul edilir. Bu durumda Temiz hava besleme hattı ya da kaçış yapmaya uygun tüplü hava hattı gereklidir. Benzer şekilde maruziyet sınırı ya da ilkeler bilinmiyorsa ve tahmin yapılamıyorsa atmosfer, maruziyet anında yaşamı ya da sağlığı tehdit edici kabul edilir ve temiz hava beslemeli cihazlar gereklidir. Oksijen kısıtlılığı olan bir ortamda seçilecek respiratörün tipi oksijen konsantrasyonu ve kısmi basıncına ve mevcut olabilecek kontaminantların konsantrasyonuna bağlıdır.

### Risk Oranı ve Tayin Edilen Koruma Faktörü

Tayin edilen koruma faktörü bir respiratörün tahmini performans düzeyidir. Risk oranı hesaplanması için kontaminantın ölçülen ya da tahmin edilen konsantrasyonu maruziyet sınırına bölünür. Bu kontaminant için tayin edilen koruma faktörü (TKF) risk oranından yüksek olacak şekilde bir respiratör seçilir. Birçok ülkede yarıyüz maskesinin TKF'si 10 olarak kabul edilir. Bu respiratör içindeki konsantrasyonun 10 kat düzeyinde azaltılacağı yani respiratörün TKF'sinin 10 olması anlamına gelmektedir. Örneğin Styren maruziyeti için (maruziyet sınırı 50 ppm'dir) iş ortamında 150 ppm altındaki ölçümler için risk oranı 3'tür (yani  $150/50=3$ ). TKF'si 10 olan bir yarıyüz maskesinin seçimi, ölçülemeyen verilerin sınırların altında olacağını garanti eder.

"En kötü durum" örnekleme yapılan ya da az sayıda verinin mevcut olduğu durumlarda, maruziyet düzeyleri için kabul edilebilir güvenilirlikte değerlendirme için yeterli veri olup olmadığı değerlendirilmelidir. Örneğin kısa süreli bir iş için "en kötü durum"u temsil eden iki örnek alındıysa ve her iki örnek maruziyet limitinin 2 katından az ise (risk oranı 2) bir yarıyüz maskesi (TKF=10) uygun seçim olacaktır ve kesinlikle sürekli akımlı tam yüz respiratörü (TKF=1000) gerekli olmayacaktır.

### Aerosol, Gaz ve Buhar

Kontaminant aerosol ise filtre kullanılmalıdır. Filtre seçimi filtrenin partikül için etkinliğine

bağlıdır. Üretici tarafından uygun filtre kullanımı konusunda bilgi sağlanacaktır. Örneğin kontaminant bir boya, vernik ya da emaye ise özellikle boya buharı için spesifik olarak üretilmiş filtreler kullanılır. Diğer özel filtreler olağandan daha büyük toz parçaları ya da duman için yapılmış filtrelerdir. Gazlar ve buharlar için kartuşta bozulma, yetersizlik uyarısı gereklidir. Koku, tat ya da iritasyon kontaminantın kartuştan kaçtığına, sızdığına belirtileridir. Bu nedenle koku, tat ya da iritasyonun fark edildiği konsantrasyon, maruziyet sınırından düşük düzeyde olmalıdır. Uyarı işaretleri zayıfsa atmosfer havası sağlayan respiratörler önerilmektedir. Ancak atmosfer havası sağlayan respiratörler bazen kullanılamaz. Çünkü hava kaynağı yoktur ya da çalışanın hareketli olması gerekir. Bu durumda hava temizleyici respiratörler kullanılabilir ancak respiratörün kullanım süresinin bittiğini gösteren sinyal donanımı olmalıdır, böylece hatalı kullanım olmadan önce yeterli uyarı yapılmış olur. Diğer bir alternatif ise kartuş değiştirme çizelgesi kullanılmasıdır. Değişim çizelgesi, kartuş kullanım süresi, beklenen konsantrasyon, kullanım şekli ve maruziyetin süresi gibi değerlere dayanır.

### Acil ve Maruziyet Anında Yaşamı ya da Sağlığı Tehdit Edici Durumlar İçin Respiratör Seçimi

Yukarıda söz edildiği gibi, bir kontaminantın konsantrasyonu bilinmediğinde maruziyet anında yaşamı ya da sağlığı tehdit edici koşulların var olduğu kabul edilir. Dahası % 20.9'dan daha düşük düzeyde oksijen içeren kısıtlı/kapalı alanları yaşamı ya da sağlığı tehdit edici kabul etmek daha güvenilirdir. Kapalı alanların özgün tehlikeleri vardır. Kapalı alanlarda oksijen yokluğu birçok ölüm ve ciddi yaralanmaların nedenidir. Oksijen yüzdesindeki herhangi bir düşüş en azından ortamın iyi havalanmadığının işaretidir. Normal atmosferik basınçta, maruziyet anında yaşamı ya da sağlığı tehdit edici koşullarda kullanılacak respiratörler şunlardır. Tekbaşına pozitif basınçlı bir temiz hava beslemeli ya da kaçış tüpü ile birlikte hava sağlamalı respiratördür. Respiratörler maruziyet anında yaşamı ya da sağlığı tehdit edici koşullarda takıldığında güvenli alanda en az bir kişi yedekte beklemelidir. Bu yedekteki kişi respiratörün kullanıcılarının bir zorluğu durumunda ona



yardımı olabilecek ekipmana sahip olmalıdır. Respiratörü takan kişi ile yedek kişi arasında iletişimin açık olması sağlanmalıdır. Maruziyet anında yaşamı ya da sağlığı tehdit edici atmosferde çalışırken gerektiğinde güvenli bölgeye aktarılmasını sağlayacak emniyet kemerleri ve güvenli yollara sahip olmalıdır.

### **Oksijeni kısıtlı atmosferler**

Bir ortamdaki oksijen kısıtlılığı ortamdaki kısmi oksijen basıncı ile ilişkilidir. Oksijen yetersizliği, atmosferdeki oksijenin yüzdesinde azalma ya da basınç düşüklüğü ya da hem konsantrasyon hem de basınç düşüklüğünden kaynaklanır. Yüksek rakımlarda toplam atmosferik basınçta düşme nedeni ile oksijen basıncı çok düşebilir. İnsanlar hayatlarını sürdürebilmek için yaklaşık 95 mmHg (torr)luk kısmi basınçta oksijene ihtiyaç duyarlar. Tam değer, sağlık durumuna ve düşük basınca alışık olma durumuna göre kişiden kişiye değişmektedir. 95 mmHg'lık bu basınç deniz seviyesinde %12.5'lük oksijene veya 4270 metrede %21'lik oksijene karşılık gelmektedir. Böyle bir atmosfer düşük oksijen düzeylerine düşük toleransı olan kişileri ya da yüksek düzeyde mental keskinlik ya da ağır stress gerektiren bir iş yapan bu basınca alışık olmayan kişinin sağlığını olumsuz olarak etkileyebilir. Hava sağlamalı respiratörlerde ters etkilerden korunmak için oksijen parsiyel basıncı daha yüksek olmalıdır. Örneğin; deniz seviyesinde 120 mmHg ya da %16 oksijen içeriği gibi. Düşük oksijenli atmosferlerde çalışacak herkes için her yeni durumda işyeri hekimine danışmak gerekir.

### **Uygunluk Testi İçin Önerilen Yöntemler**

Sıkı oturan negatif basınçlı respiratör kullanan herkese periyodik olarak uygunluk testi yapılmalıdır. Her yüz farklıdır ve özgül bir respiratör o kişinin yüzüne iyi oturmayabilir. İyi oturmama sonucu kontamine hava respiratörün içine kaçabilir. Uygunluk testi periyodik olarak ve bir kişinin respiratörü yüzü ile ilişkili yeni bir durumu olduğunda tekrarlanmalıdır. Örneğin yüzünde yara olması, dişlerde değişiklik, rekonstrüktif ya da kozmetik cerrahi olması gibi. Uygunluk testi, kullanıcı, gözlük, yüz koruyucusu, kaynak başlığı gibi iş sırasında giyeceği koruyucu ekipmanı giymiş durumdayken yapılmalıdır.

### **Uygunluk testi işlemleri**

Respiratör uygunluk testi belli bir model ve boyutun bir kişinin yüzüne uyup uymayacağını belirlemek için yapılır. Test yapılmadan önce kişiye respiratörün uygun kullanımı, testin amacı ve işleyişi açıklanmalıdır. Çalışanın en rahat uyum sağlayabileceği respiratörü seçmesinin istendiğini anlamalıdır. Her respiratörün farklı büyüklük ve şekli vardır ve eğer uygun seçilir ve kullanılırsa yeterli koruma sağlar. Tek bir model ya da tek bir boy her yüze uyamaz. Farklı boylar ve modeller çeşitli yüz tiplerine uyabilir. Bu yüzden de uygun respiratörün seçilebilmesi için yeterli sayıda boyut ve modelin hazır bulunması gerekir. Test yapılan kişi, her respiratörü yüzüne tutmalı ve iyi oturmamanı dışlamalıdır. Normalde seçim yarıyüz maskesi ile başlar ve iyi oturma sağlanmazsa kişinin tam yüz maskesini denemesi gerekebilir. Kullanıcıların arasında az sayıda kişi yarıyüz yüz maskesini hiç kullanamayabilir. Test başlamadan önce kişi üreticinin yönergeleri doğrultusunda negatif ya da pozitif basınç uygunluk denemesini yapmalıdır. Bundan sonra kişi aşağıdaki yöntemlerden biri ile uygunluk testi yapmaya hazır demektir. Kantitatif olarak aletler aracılığıyla respiratörün içine olan kaçağı ölçen başka uygunluk testi yöntemleri de mevcuttur. Burada açıklanan uygunluk test yöntemleri kalitatiftir ve pahalı test ekipmanı gerektirmez. Bunlar (1) İzamil asetet (IAA) protokolü ve (2) Sakkarin solüsyon aerosol protokolüdür.

### **Test egzersizleri**

Uygunluk testi sırasında, kullanıcı respiratörün onun bazı temel ve gerekli hareketleri yapmasına izin vereceğini doğrulamak için bazı egzersizler yapılmalıdır. Şu altı egzersizin yapılması önerilir: ayakta durma, normal nefes alma, derin nefes alma, başı bir yandan diğer yana çevirme, başı yukarı aşağı hareket ettirme ve konuşma.

### **Koku eşiği taraması**

1.3 adet 1 litrelik metal kapaklı cam kavanoz (örneğin sıradan konserve kavanozu) gereklidir (Bazı üreticilerde uygunluk testi kiti bulunur; bunda tüm parçalar ve solüsyonlar bulunur).

2. Kokusuz su (örneğin, distile ya da kaynak suyu) yaklaşık 25 derecede olmalı.

3. IAA (aynı zamanda isopentil asetat olarak da bilinir) stok solüsyonu elde etmek için 1 ml saf



IAA, 800 ml kokusuz suya eklenir ve 1 litrelik kavanozda 30 sn çalkalanır. Bu solusyon en az haftada bir taze olarak hazırlanmalıdır.

4. Koku testi solüsyonu ikinci bir kavanozda 500 ml kokusuz suya stok solüsyonundan temiz bir pipet ya da damlalıkla 0.4 ml koyarak hazırlanır, 30 sn çalkalanır, ardından 2-3 dk dinlenmeye bırakılır. Böylece IAA konsantrasyonu dengeye ulaşır. Bu solusyon sadece bir gün kullanılır.

5. Blank test (boş test) üçüncü bir kavanoza 500 ml kokusuz su konarak hazırlanır.

6. Tarama testi gerçek uygunluk testi yapılan odadan başka bir odada yapılmalıdır. Her iki oda birbirinden bağımsız ve etkin olarak havalandırılıyor olmalıdır ve aynı ventilasyon sistemine ait olmamalıdır.

7. Koku testi ve boş test kavanozları etiketlenmiş olmalıdır.

8. Test edilen kişi kapaklarının kapalı olduğundan emin olarak her şişeyi çalkalamalıdır. Ardından her şişenin kapağı açılarak her şişenin ağzı koklanır ve muz gibi kokan şişeyi seçmesi istenir.

9. IAA koku saptama testinde kullanılan karışımlar testin yapıldığı bölgeden farklı bir bölgede yapılmalıdır. Böylece koku yoğunluğu engellenmiştir.

10. Eğer kişi koku test solüsyonunu içeren kavanozunu belirleyemezse IAA, Uygunluk testinde (Fit testi) uygulanamaz. Doğru kavanozu belirlemesi durumunda uygunluk testine geçilir.

### Uygunluk testi

1. Uygunluk testi odası, 61cm. çapında bir çerçevenin üzerine ters çevrilmiş 208 lt'lik bir varilden oluşur. Varilin alt ucu kişinin başından 15 cm yüksekte olmalıdır. Odanın içteki tepe merkezine bir kanca asılı olmalıdır.

2. Uygunluk için test edilen her respiratörün organik buhar kartuşları olmalıdır ya da bir şekilde organik buharlara karşı koruma sağlamalıdır.

3. Respiratörün seçilip uygun olarak ayarı yapıldıktan sonra kişi onu uygunluk testi odasında giyer. Bu oda eşik taraması ve respiratörün seçimi yapılan odadan farklı olmalıdır ve iyi havalandırılmalıdır.

4. Test egzersizlerinin yazılı olduğu bir kopya odanın içine yapıştırılmalıdır.

5. Test uygulanan çalışan, test odasına girince, 15x15 cm'lik kağıt havlu ya da diğer bir delikli emici özellikte materyal, tek katlı ve ikiye katlan-

mış olarak 0.75 ml saf IAA ile ıslatılmış olarak odanın ortasındaki çengele asılmalıdır.

6. Uygunluk testi egzersizlerine başlamadan önce 2 dakika IAA test konsantrasyonuna ulaşması için beklenmelidir. Bu süre kişi ile konuşmak, testi açıklamak, kooperasyonun önemi, baş egzersizlerinin önemi ve egzersizlerin bazılarını anlatmak için iyi bir zamandır.

7. Her egzersiz 30 sn-1 dk süre ile yapılmalıdır.

8. Test sırasında kişi IAA'ya ait muz kokusu alırsa, test odasından çıkılmalı ve koku yorgunluğunu önlemek için test bölgesinden uzaklaşılmalıdır.

9. Seçim odasına gelirken kişi respiratörü çıkarılmalı, koku hassasiyet testini tekrarlamalı, başka bir respiratörü seçmeli ve giymeli ve test odasına dönmelidir. Bu süreç iyi oturan bir respiratör bulunana kadar böyle devam eder. Koku duyarlılığı testi başarısız olursa yeniden test öncesi 5 dk. beklenmelidir. Koku duyarlılığı genellikle bu sürede geri döner.

10. Testi geçen bir respiratör bulunduğu, etkinliği kişiye gösterilmelidir, kullanıcı yüz kilidini açar ve odadan çıkmadan önce derin bir nefes alır.

11. Bu testi geçen kişilere, koruma faktörü 10'dan yüksek olmayan bir cihaz ayarlanabilir.

### Tat eşiği taraması

1. Çapı yaklaşık 30 cm, yüksekliği 35 cm ve ön kısmı tercihan transparan olan bir test başlığı kullanılır. Bu başlık respiratör takılı iken başın hareketine izin vermelidir. (Bazı üreticiler tüm parçaları ve sıvıları içeren uygunluk test kiti bulundurur.)

2. Test başlığında test olan kişinin ağız ve burun bölgesine gelecek şekilde 2 cm'lik bir açıklık olmalıdır. Bu açıklık nebulizörün çubuğu içindir.

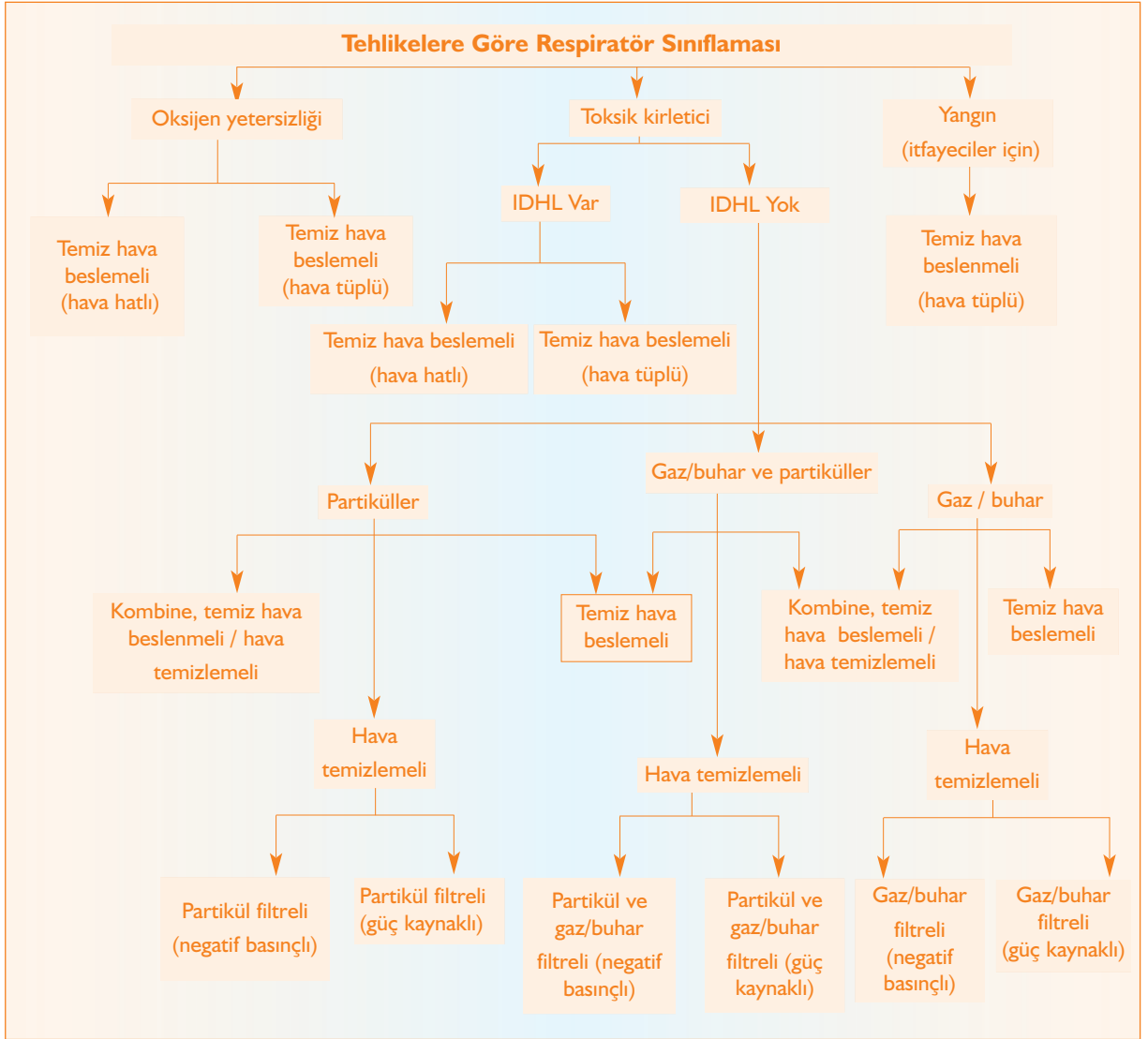
3. Bütün tarama ve test süreci tarama başlamadan önce kişiye açıklanmalıdır.

4. Kişi test başlığını başının üstünde tutmalıdır. Eşik tarama testi için, kişi açarak ağızından nefes almalıdır.

5. Testi uygulayan kişi eşik test sıvısını açıklıktan spreylemelidir. Bu nebulizör uygunluk testi solüsyonu nebulizörden farklı bir şekilde işaretlenmiş olmalıdır.

6. Eşik testi solüsyonu suyun içinde 0.83 gr sodyum sakkarin (USP) içerir. 1 ml uygunluk testi solüsyonunun 100 ml suya konmasıyla hazırlanır.





7. Aerosol hazırlamak için, nebulizör pompası tamamen çökecek şekilde sıkılır ve ardından tamamen şıecek şekilde serbest bırakılır.

8. Nebulizör 10 kez sıkılır ve sakkarin aerosolü açıklıktan gönderilmiş olur ve kişiye sakarin tadını alıp almadığı sorulur. Nebulizör doğru kullanılırsa her sıkışta yaklaşık 1 ml solüsyon gönderilmiş olur.

9. İlk yanıt olumsuzsa 10 sıkış daha yapılır ve kişiye yine tat alıp almadığı sorulur.

10. İkinci yanıt negatif ise 10 sıkış daha tekrarlanır.

11. Testi uygulayan kişi tat yanıtı almak için gerekli sıkış sayısını kaydeder (10, 20 ya da 30).

12. 30 sıkıştan sonra sakkarin tadı alınmadıysa kişiye bu sakkarin tat testi uygulanamaz.

13. Eğer bir tat yanıtı elde edilmişse kişiye uygunluk testinde referans olarak kullanması için bu tada dikkat etmesi istenir.

### Uygunluk testi

1. Uygunluk testinde yukarıda sözü edilen başlık kullanılır.

2. Test edilecek respiratör yukarıda sözü edildiği gibi seçilmelidir. Maskeye partikül filtresi takılmış olmalıdır.

3. Uygunluk testi uygulanacak herkes test başlamadan birkaç dakika önce kendi respiratörünü takmış olmalıdır.

4. Kişi respiratörü takılmış halde iken başlığı yerleştirilmelidir.

5. Kişi test başlamadan önceki 15 dk. içinde su



dışında herhangi bir şey yememeli ve içmemeli, sakız çiğnememelidir.

6. İnhalasyon ilaç nebulizörü ya da eşdeğeri ile uygunluk testi solusyonu açıklıktan spreylenebilir. Bu nebulizör tarama testi nebulizörü ile karışmayacak şekilde iyice işaretlenmiş olmalıdır.

7. Uygunluk testi solusyonu 100 ml ılık suya 83 gr. sodyum sakkarin eklenerek elde edilir.

8. Önceden olduğu gibi kişi ağızdan soluk alıp vermemelidir.

9. Nebulizör başlıktaki açıklığa yerleştirilir ve tat eşik tarama testindeki teknikle açıklıktan spreylenebilir. Tarama testinde tat oluşan sayıda sıkış yapılmalıdır (10, 20, 30).

10. Aerosol oluşturulduktan sonra kişiye test egzersizlerini yapması söylenir.

11. Her 30 sn'de bir aerosol konsantrasyonu, başlangıçtaki sıkışların yarı sayısında sıkış (5, 10, 15) yapılarak yenilenmelidir.

12. Test uygulanan kişi uygunluk testi sırasında sakkarin tadı alırsa hemen haber vermemelidir.

13. Sakkarin tadı alınır, uygunluk başarısız kabul edilir ve farklı bir respiratör denenmelidir.

14. Bu uygunluk testini başarı ile geçen kişilere koruma faktörü 10'u geçmeyen cihazlar verilebilir.

### Kullanım Süreleri

Kullanılmakta olan, toz/sis/duman ve gaz/buhar filtrelerinin/maskelerinin kullanım süreleri aşağıdaki etkenlere bağlıdır.

- Ortamdaki kontaminantın(kirletici) derişimi (oranı).

- Ortamdaki havalandırma sistemi.
- Kişinin nefes alıp verme sıklığı.
- Maske veya filtrelerin bakımı veya saklanması.

- Havadaki nem oranı.
- Ortam sıcaklığı.
- Kirleticinin tipi.

Bunlar göz önüne alınarak maske ve filtrelerin kullanım ömürleri için genel olarak aşağıdaki yöntemlere başvurulmaktadır.

### Toz/sis/duman maskeleri veya filtreleri

Bu maske ya da filtreler kullanım süresi boyunca zerrecikleri bünyelerinde hapsedtiklerinden zaman içinde hava geçişi zorlaşır ve kişi nefes alıp vermekte zorlanır. Maske veya filtreler ancak bu zorlanma hissedildiğinde değiştirilir.

### Gaz/buhar filtreleri

Bu filtreler gaz/buhar molekülleri ile dolduğunda bloke olur ve yani gaz/buhar moleküllerini yakalayamaz hale gelir. Böylece kirleticinin kokusu ya da genizde bıraktığı tat hissedilir. Filtreler bu koku ya da tat hissedildiğinde değiştirilir.

Toz maske ve filtrelerinde çok sorun olmamakla beraber gaz filtrelerinde, örneğin kronik farenjit olan ya da sigara bağımlısı, tat alma duysusu bozulmuş kişilerde değişimin yukarıdaki öznel kriterlere bağlanmış olması hatalı sonuçları doğurabilmektedir. Doğru olmadığı kolayca anlaşılacak çok farklı sürelerde, filtreleri kullanan çalışanlarla sıkça karşılaşmaktadır. Doğru kullanıldığında, kullanma talimatlarına uyulduğunda, yüz uygunluğu test edildiğinde ve diğer kurallara uyulduğunda %100'e çok yakın korunma hedeflenen maske ve filtrelerin kullanma ömrünü nesnel kriterlere bağlayan hesaplamalar var. OSHA'nın yapmış olduğu, Kimyasalın ismi yada numarası, çalışmanın ağırlığı, ısı, nem, basınç, kimyasalın oranı verildiğinde dakika olarak filtrenin kullanım süresini veren bir program kullanılmaya ve yüklenilmeye hazır olarak bulunmaktadır. Buna benzer hesaplamaları yapan başka sitelerde var, iş akışının standartta yakın olduğu durumlarda denenmesinde fayda bulunmaktadır (2).

Yurdumuzda mesleki solunum hastalıklarının tanınması, izlenmesi ve en önemlisi önlenmesi için gerek işyerlerinde, gerekse de uygun kişisel koruyucu ekipman kullanımında yapılması gereken çok şey vardır. İşçi sağlığı ve işgüvenliği açısından çalışanların temiz hava solumasını sağlayabilmek bu konuda çok önemli bir adım atılmış olması anlamına gelecektir.

Çalışanların sağlığına katkısı olması dileğiyle.

### Kaynaklar

1. <http://www.osha.gov/html/a-z-index.html#R>  
Respiratory Protection  
Respiratory Protection eTool  
Respiratory Protection (Small Entity Compliance Guide) - (Publications)  
Respiratory Protection Standard - Training and Reference Materials  
Respiratory Protection Standard.
2. [http://www.osha.gov/SLTC/etools/respiratory/advisor\\_genius\\_wood/advisor\\_genius.html](http://www.osha.gov/SLTC/etools/respiratory/advisor_genius_wood/advisor_genius.html).●