



Orman Endüstri İşletmelerinde Odun Tozunun Ergonomik Etkilerinin İncelenmesi

Ali Naci TANKUT^{1,*}, Hasan KURBAN², Kenan MELEMEZ³

^{1,2} Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Makinaları ve İşletme Anabilim Dalı, BARTIN

³ Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı, BARTIN

*İletişim yazarı: nacitankut@bartin.edu.tr

Özet

Ülkemizde işçi sağlığı konusunda son yıllarda birçok araştırma yapılmakta ve endüstri işletmelerinin fiziki çevre faktörleri geliştirmeye çalışılmaktadır. Önemli fiziksel çevre faktörlerinden biri olan tozlar, çapları 1 mikrondan büyük havada asılı halde duran katı parçacıklar olarak tanımlanmaktadır. En zararlı tozlar 1-5 µm büyüklüğündeki solunabilen tozlardır. Orman endüstri işletmelerinde en çok rastlanan toz türü kimyasal yapısına göre organik odun tozudur. Odun tozları çok sayıda toksin, mikroorganizma, mantar ve kimyasal maddeler içermekte olup sağlık açısından önemli etkileri bulunmaktadır. Uluslararası standartlarda, odun tozu mesleki maruziyet eşik sınır değeri 5 mg/m³ olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada, öncelikle odun tozu ile ilgili temel bilgiler verilmiştir. Daha sonra, odun tozunun işçi sağlığına olumsuz etkileri, farklı ağaç tozlarının etkileri, odun tozu ölçüm yöntemleri değerlendirilmiştir. Odun tozu akciğer kanseri, dermatitis, egzama, burun mukoza kanseri gibi birçok hastalıklara sebep olmaktadır. İnsan sağlığını olumsuz etkileyen tozların tehlike sınırlarının belirlenmesinde konsantrasyon, boyut ve maruz kalma süresi en önemli faktörlerdendir. Toz ölçümleri genellikle gravimetrik yöntem ile belirlenmektedir. Odun tozu yoğun işletmelerde çalışan işçiler meslek hastalığı riski dolayısıyla düzenli olarak doktor kontrolünden geçirilmelidir. Orman endüstri işletmelerdeki odun tozu miktarı düzenli periyodlarla ölçülmelidir. Mevcut ve yeni açılacak işletmelerde, üretim hattı boyunca gerekli durumlarda toz emme tertibatları kurulmalı, işçilerin odun tozuna karşı koruyucu maske kullanmaları sağlanmalı ve gerekli eğitimler verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, İşçi sağlığı, Odun tozu, Orman endüstri işletmeleri

Investigation on Ergonomics Effect of Wood Dust in Forest Produces Enterprises

Abstract

In recent years many studies have been done in order to improve physical environmental factors of industrial enterprises in Turkey. As one of the important physical environmental factors dust, diameters greater than 1 micron which remain suspended in the air is defined as solid particles. The most harmful inhalable dust size is 1-5 µm. According to the chemical structure common type of dust in the forest industry enterprises is mostly organic wood dust. Wood dust contains variety toxins, microorganisms, fungi and chemicals, has major impact on employee health. According to international standards, occupational wood dust exposure hazard limit value was 5 mg/m³. In this study, first the background information about wood dust was given. Then, negative effects of different types of wood on employee health and measurement methods of dust have been evaluated. Wood dust causes many diseases such as lung cancer, dermatitis, eczema and nasal mucous cancer. For the determination of hazardous dust limit on human health, concentration, size and exposure time are some of the most

important factors. Dust measurements are usually determined by gravimetric method. In the wood dust exposure intensive enterprises workers should be regularly checked by a doctor, due to the risk of occupational disease Wood dust amount should be measured at regular periods in the forest product enterprises. In existing and starting new enterprises, along the production line dust extraction system should be established, also workers should use protective masks against wood dust and be trained.

Keywords: Ergonomics, Employee health, Wood dust, Forest produces enterprises

1. GİRİŞ

Toz, çapları 1 mikrondan büyük olup, havada asılı olarak bulunan katı parçacıklardır. (Akbulut, 1996). Ayrıca, toz; kırma, öğütme, frezeleme, delme, küreme, süpürme ve torbalama gibi mekanik veya el yapımı işler ve rüzgar, volkanik patlamalar gibi doğal güçler tarafından havada asılı küçük, kuru, katı parçacıklar olarak da tanımlanırlar (IUPAC, 1990). Tozlar parçacık büyüklüğüne göre; kaba tozlar parçacık çapı $>50\mu\text{m}$, ince tozlar parçacık çapı $1-50\mu\text{m}$, çok ince toz parçacık çapı $<1\mu\text{m}$ tozlar olarak 3 sınıfa ayrılır (Babalık, 2007). Tozlar kimyasal yapılarına göre; inorganik (mineral tozları) ve organik tozlar, fiziki yapılarına göre; kristal ve amorf tozlar, biyolojik etkilerine göre; iritan, alerjen, toksik, fibrinojen ve non-fibrinojen olarak 5 gruba ayrılır (Topuzoğlu, 1989). En yaygın görülen meslek hastalıklarına neden olan temel faktörlerden birisi organik toza maruz kalma sayılabilir (Guzman 2012). En zararlı toz dane büyüklüğü $1-5\ \mu\text{m}$ arasında olanlardır. Çünkü daha büyükler, burundaki ıslak madde ve solunum yoluyla kolayca tutunabilmektedir. Bunlar yüzücü durumunda olup zarar vermeden tekrar dışarı atılabilmektedir (Dinçer, 1997). Solunan tozun katı parçacıklarının vücutta ayrıştığı organa göre; solunan tozun parçacık çapı $>25\mu\text{m}$ ayrışma burun ve genizlerde, $10-25\mu\text{m}$ ayrışma trachea- bronşlarda, $<10\mu\text{m}$ ayrışma akciğer alveolar bölgesinde tutunurlar (Babalık, 2007).

Meslek hastalığı; işçinin, işveren otoritesinin altında iken işin niteliğine ve yürütme şartlarına göre tekrarlanan sebeplerle maruz kaldığı bedeni veya ruhi arıza olarak tanımlanmaktadır (Odoman, 2005). Meslek hastalıklarının %70'i tozlardan ve toksik (zehirli) maddelerden ileri gelmektedir. Tozlar önemli ölçüde solunum fonksiyonu kayıplarına ve alerjik rahatsızlıklara; toksik maddeler doku dejenerasyonuna, kanserojen etki ve erken ölüme kadar tedavisi olmayan pek çok akciğer rahatsızlıklarına neden olmaktadır. (Akyöney, 2003). Günümüzde işçi sağlığı ve güvenliği önem kazanmış ve bu alanda çeşitli çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. İşçilerin çalışma yerinde rahat çalışabilmeleri, fiziki çevre koşullarından etkilenmemeleri için gerekli uyarı ve önlemler belirlenmektedir. Bu uyarı ve önlemler doğrultusunda işçiler ve işverenlerde sosyal farkındalık oluşturularak çalışma ortamı şartları iyileştirilmelidir.

Bu kapsamda yapılan çalışmada orman endüstrisi işletmelerinde ortaya çıkan ve işçi sağlığına ciddi olumsuz etkileri bulunan odun tozunun ergonomik etkileri incelenmiş, sebep olduğu rahatsızlıklar açıklanmıştır. Sonuç kısmında odun tozunun zararlı etkilerinden korunmak için gereken tedbirler ve koruyucu önlemler sıralanmıştır.

2. ORMAN ENDÜSTRİSİNDE TOZ

Ağaç veya ağaç ürünleri işlenirken ortaya çıkan odun tozu kompleks bir yapıya sahiptir. İçinde selüloz (%40-50), polyose (mannoz, galaktoz, ksiloz, %15-35) ve lignin (guaiacil, syringyl, %20-35) başta olmak üzere yapısında düşük ağırlıklı moleküller bulunmaktadır. Odun tozunda bulunan düşük moleküllü maddelerin önemli etkileri vardır. Bu maddeler; nonpolar organik solventler içeren maddeler (resinler, terpenler, alkoller, steroller, steril esterleri, glikoller), polar organik solventler içeren maddeler (taninler, flavonoidler, quinonlar ve lignanlar), ve suda çözünebilen maddelerdir (karbonhidratlar, alkaloidler,

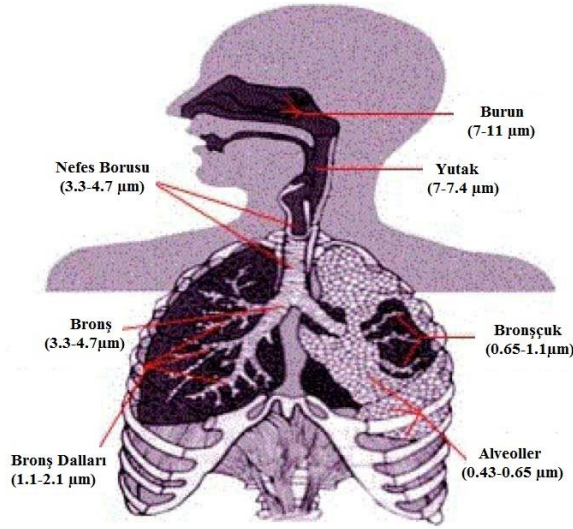
proteinler ve inorganik maddeler) (IARC 1997, Alwis vd. 1999, DHHS 2000, Edman vd. 2003). Hem yumuşak (iğne yapraklı) hem de sert (yapraklı) ağaçlarda selüloz temel maddedir. Polyose (Hemi-sellüloz) sert ağaçlarda yumuşak ağaçtan daha fazla bulunmaktadır. Lignin ise yumuşak ağaçta sert ağaçtan daha fazladır. Ağaç tozu ayrıca çok sayıda mikroorganizma, mantar, toksin ve kimyasal maddeler de içermektedir (IARC 1997, DHHS 2000, Douwes J vd., 2001).

İnsan sağlığı ve verimliliği açısından olumsuz etkilere sahip olan tozların tehlike potansiyelinin belirlenmesinde kompozisyon, konsantrasyon, boyutlar ve maruz kalma süresi önemli faktörlerdir. Solunabilir toz boyutu 10 µm den küçüktür (Cahn Instruments 1995). Alman standartlarına göre 01.01.1988 tarihinden itibaren ortamdaki bütün odun tozları için TRK değerleri eski tesisler için 5 mg/m³, yeni tesisler için 2 mg/m³ olarak kabul edilmiştir. Bu sınırlar değişik ülkelerde ağaç türlerine bağlı olarak 1-10 mg/m³ arasında değişmektedir (Kersten, Wahl, Von, 1994). İşçilerin çalışma yerinde maruz kaldığı ortalama odun tozu miktarının 2,04±1,53 mg/m³ olarak belirlenmiştir (Kaupinnen 2006). Türkiye’de bu değer (odun tozu maruziyet eşik sınırı) 5mg/m³ olarak belirlenmiştir. Çalışanların toz maruziyetini sınırlandıran AB düzenlemesi, Türk mevzuatına, “Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik” aracılığı ile aktarmış bulunuyor. Aralık 2003’te yayımlanan Yönetmelik’te “kanserojen madde” ifadesi, “solunduğunda, ağız yoluyla alındığında, deriye nüfuz ettiğinde kanser oluşumuna neden olan veya kanser oluşumunu hızlandıran maddeler” olarak tanımlanıyor. Bu tür maddelerin sıralandığı listede “sert odun tozlarına” da yer verilmektedir (İstanbul Sanayi Odası, 2011). 1m³ havada ortalama 40 mg (en çok 200 mg) odun tozu bulunabilmektedir. Bu miktarın %90’ını 5 mikron çaptan küçük zararlı odun tozlarıdır. Fazla toksik (zehirli) odunlu ağaçlarla (Taxus, Mansonia ve Gonioma) havadaki odun tozu miktarı en çok 1mg/m³, Pinus (Çam), Larix (Melez), Swietenia (Maun) ve Diospyros (Abanoz) da 5 mg/m³ diğerlerinde ise 10 mg/m³’ten fazla odun tozu olmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir (Bozkurt 1979).

3. ODUN TOZUNUN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Toza maruz kalan kişilerde, mukozada mekanik zararlar veya deri hastalıkları, pnömokonyoz (toza bağlı akciğer rahatsızlığı) ve kanser hastalıkları görülebilir (Salvendy 2005). Ayrıca bazı yerli ve yabancı ağaçlarda bulunan maddeler dermatitis, egzama ve solunum yolları rahatsızlıklarına sebep olurlar. Bazı spesifik ağaç türlerinde bulunan alkaloidlerin kramp, kusma, ishal, nezle, öksürük, nefes darlığı gibi sorunlara sebep olduğu, tolüen, ksilen gibi çözücü olarak kullanılan aromatik hidrokarbonların ise iritasyon (tahriş), baş ağrısı ve yorgunluk meydana getirdiği belirtilmiştir (Bozkurt Y, Bozkurt T 1990). Orman endüstri işletmelerinde odun tozu maruziyetine bağlı olarak işçilerde gözlerde kaşınma, gözde kızarıklık, burun tıkanıklığı ve burun akıntısı gibi rahatsızlıklar meydana gelmektedir (Erdirinç 2009).

Özellikle solunabilir boyuttaki odun tozu çok tehlikelidir. Çünkü solunum yoluyla vücutta akciğerler başta olmak üzere birçok organa zarar vermektedir. Odun tozunun solunum sistemi üzerinde zararlara yol açtığı madde büyüklüğü Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Solunum sistemindeki partikül madde miktarı (Richard Wilson, Havard Press, 1966)
İnsan sağlığına zarar veren zehirli ağaç türleri, zehirli odun tozuna maruz kalınan meslekler ve zehirli ağaç tozlarının sebep olduğu rahatsızlıklar Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1. Zehirli ağaç tozlarının sebep olduğu rahatsızlıklar (HSE, 2012).

Ağaç Türü	Kullanım Yeri	Sağlık Üzerine Etkisi
Akçaağaç	Konstrüksiyonlar, oyuncaklar, fırça kolları	Deri İltihabı semptomları, Burun İltihabı, Bronşit
Kızılağaç	Konstrüksiyonlar, oyuncaklar, fırça kolları	Deri İltihabı semptomları, Burun İltihabı, Bronşit
Dişbudak	Marangozluk, spor ürünleri	Akciğer Fonksiyonlarında Düşüş
Kayın	Mobilya, kaplama, el aletleri, müzik aletleri	Deri İltihabı, Akciğer Rahatsızlığı, Göz Tahrişleri
Huş	Mobilya, kağıt ve kağıt Hamuru, kaplama	Deri İltihabı Sendromu(Kereste Bıçkısı)
Lübnan Sediri	Kapı, marangozluk, bahçe mobilyası	Burun iltihabı, Solunum rahatsızlığı
Kestane	Mobilya, Mutfak Aletleri, Kapı, Kaplama	Deri İltihabı Sendromu
Akçaağaç	Zemin Kaplamada, Mobilya, Spor Aletleri	Akciğer Fonksiyonlarında Düşüş
Meşe	Mobilya, Zemin Kaplama, Panel, Varil	Astım, Göz Tahrişleri, Aksırma
Çam	Konstrüksiyon, Kapı, Mobilya, Palet	Deri Tahrişi, Akciğer rahatsızlıkları
Kavak	Oyuncak, Palet, Etajer, Kibrit, Ağaç Yünü	Öksürük, Göz Tahrişleri,
Ladin	Konstrüksiyon, Telefon Direkleri, Palet	Solunum Düzensizlikleri
Teak	Marine, Birleştirmelerde	Solunum Düzensizlikleri, Deri İltihabı
Porsuk	Oymacılık, Kabin Yapımı, Spor Aletleri	Deri İltihabı, Kalp Rahatsızlıkları

Mesleki Astım

Odun tozunu solumanın yol açtığı en önemli sağlık sorunlarından biri Mesleki astımdır. Astım akciğerin çalışmasında göğüs kafesi sıkışması, nefes darlığı, öksürme ve hırıltılı solumaya sebep olur. Astım sakatlığa nadiren de ölüme neden olabilir. Rahatsızlığa iş ortamınız neden oluyorsa Mesleki Astım olarak adlandırılır (Wood Dust Asthma).

İngiltere’ de 1989 yılında kurulan “Surveillance for Work-Related and Occupational Respiratory Diseases (SWORD)” adlı kuruluşun verilerine göre, mesleğe bağlı olduğu bildirilen akciğer hastalıklarının %26’sını mesleki astım oluşturmaktadır (Bernstein 1992). Mesleki astıma sebep olan maddeleri yüksek molekül ağırlıklı(MA) ve düşük molekül ağırlıklı olarak 2’ye ayırmak mümkündür. Molekül ağırlığı 5 kDa (kilodaltonun) (8.3×10^{-18} mg) üzerinde olan maddeler yüksek, 5 kDa altında olan maddeler düşük molekül ağırlıklı maddelerdir. Düşük molekül ağırlıklı madde sınıfına giren odun tozları mesleki astıma neden olmaktadır (Tarlo, Liss 2003).

Organik tozlardan olan odun tozu maruziyeti mesleki astıma neden olmaktadır (Latza 2005). Özellikle deterjan yapımında kullanılan enzimler, simetidin, çam reçineleri, un platin tozu söz konusu olduğunda yoğun maruziyet meslek astımı gelişimi riskini artırır (Toren vd. 2000). Kızıl sedir başta olmak üzere maun, meşe, şimşir, dut, kaliforniya kızıl ağacı, lübnan sediri gibi bazı ağaçların odun tozları mesleki astıma sebep olurlar (Hinojosa vd. 1984).

Burun ve Paranasal Sinüs Mukoza Kanseri

Son yirmi yılda odun tozunun burun ve paranasal sinüs üzerinde olumsuz etkileri olduğu belirlenmiştir. Mobilya sanayinde çeşitli birimlerde çalışanların nazal kavite kanseri, özellikle adenokanserler yönünden büyük bir risk grubu oluşturdukları rapor edilmiştir (Acheson E D et al., 1968; Cecchi F vd. 1980). Mobilya endüstrisinde çalışanlarda sık sık burun tıkanıklığı, burunda kuruma hissi, uzun süren üst solunum yolu enfeksiyonları ve sık baş ağrıları saptanmıştır. Odun tozlarının silyer aktiviteyi bozduğu, bu sebeple odun tozların burun boşluğunda, en çok da septum ve inferior konka ön ucunda olmak üzere toz birikimi olduğu belirlenmiştir. Modern mobilyacılık endüstrisine rağmen hala bu sanayide çalışanların, nazal adenokanser yönünden risk altında oldukları belirtilmektedir (Andersen vd. 1977).

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda bozulan mukosilyer aktivite sonucu, belirgin mukostaz geliştiği ve odun tozlarının nazal ve paranasal sinüs mukozası üzerinde önemli kronik iritasyon etkileri yaptığı belirtilmiştir (Güney vd. 1987). Ayrıca yapılar çalışmalarda burun ve sinüs kanserlerinin; ağaç, ayakkabı ve mobilya sektöründe çalışan işçilerde daha fazla görüldüğü ifade edilmiştir (Thane, Lawrence, 1993). Özellikle sert odun tozlarına maruz kalan işçiler arasında burun içi kanserin belirgin şekilde arttığı tespit edilmiştir (İmamoğlu 2003).

Akciğer Kanseri

Akciğer kanseri yapısal olarak normal akciğer dokusundan olan hücrelerin gereksinim ve kontrol dışı çoğalarak akciğer içinde bir kitle (tümör) oluşturmasıdır. Buradaki kitle önce bulunduğu ortamda büyür, sonraki aşamalarda çevre dokulara veya dolaşım yoluyla uzak organlara yayılarak (karaciğer, kemik, beyin v.b.) hasarlara yol açar. Odun tozuna maruz kalan işçilerde tozla birlikte formaldehit ve asbestos gibi kanserojenlere de önemli ölçüde maruz kaldığında işçilerde akciğer kanseri görülme riski oldukça fazladır (Url 1).

Solunum yoluyla alınan her bir odun tozu parçacığının akciğerlerdeki lenf bezlerine taşınması ve bunların bir kapsül içine alınması sonucu akciğerlerde genel olarak bir fibröz doku oluşmaktadır. Sonra akciğer içindeki avoller yerini bu fibröz dokuya terk etmektedir. Bunun sonucu olarak da restriktif akciğer hastalığı adı verilen ve kendisini toplam akciğer ve vital kapasitenin azalması ile çeşitli röntgen bulgularında ortaya çıkan kronik bir akciğer hastalığına sebep olmaktadır (Bozkurt, 1979). Özellikle meşe ve kayın ağacı tozlarının kansere neden olabileceği belirtilmiştir (Kersten, 1994).

Dermatitis (Deri İltihabı)

Derinin bazı maddelerle teması sonucu oluşan bir reaksiyondur. % 80'i tahrişe bağlı, % 20'si alerjik reaksiyondur. Maddeyle temastan sonra deri genellikle kırmızı, kaşıntılı, iltihaplı ve kabarcıklı bir hal alır (Url 1).

Ağaç işleyen endüstrilerde ve orman işlerinde çalışan işçiler arasında genellikle görülen deri hastalığı dermatitis' tir. Bu hastalığın iki çeşidi vardır. İlki iritasyon (tahriş) yoluyla meydana gelen dermatitis, ikincisi ise duyarlılık dermatitistidir. Yeni kesilmiş ağaçlarda besi suyu ya da bazı ağaçlardaki sütlü (kauçuklu) besi suyundaki kimyasalların etkisiyle iritasyon dermatitisi meydana gelir. Duyarlılık dermatitisi daha sıkıntı verici ve bazı ağaç türlerinin ince tozlarına maruz kalma halinde ortaya çıkar (Bozkurt, 1979).

Odun tozlarının sebep olduğu deri tahrişleri genelde elin dış kısmında, özellikle parmak dipleri arasında, dirseklerde, yüz ve boyun kısımlarında başlamaktadır. Genel bir ifadeyle vücudun başlıca terleme yerleri tahrişe daha fazla maruz kalmaktadır. Eğer kullanılan elbise ve koruyucular iyi değilse ince tozlar vücudun her yerine nüfuz ederek koltuk altı, belde kemerin geldiği kısımlar, kasıklar, ayak bileği ve ayaklar etkilenebilmektedir (İmamoğlu, 2003).

4. ODUN TOZUNUN ÖLÇÜMÜ

Toz ölçümü gravimetrik yöntem, radyometri / β ışını absorpsiyonu yöntemi, reflektometri / siyah duman yöntemi, nefhelometri / ışık kırınımı yöntemi, piezoelektrik terazi yöntemi gibi yöntemlerle yapılmaktadır. Odun tozu konsantrasyonu aşağıdaki yöntemlerle belirlenmektedir. Bu yöntemlerden en çok kullanılan ve kesin sonuçların alındığı yöntem gravimetrik yöntemdir.

- **Gravimetrik Yöntem:** Mobilya işletmelerinde çalışma ortamlarında bulunan ağaç tozu örnekleri kişisel toz ölçer pompaya takılan 37mm çapında PVC filtre (SKC Inc., 5.0µm) yardımıyla toplanır. Ölçüm yapılmadan önce örneklemede kullanılacak filtreler nem ve kirlilikten arındırmak için filtrelerin temiz oda (tozluluk açısından temiz, sıcaklık ve nem açısından kontrollü, 20 °C ± 1 °C ve % 50 ± %5 RH gibi) şartlarında 24 saat bekletilerek şartlandırıldıktan sonra boş filtrelerin darası belirlenir. Örnekleme bittikten sonra filtreler yine aynı şartlarda (tozluluk açısından temiz, sıcaklık ve nem açısından kontrollü, 20 °C ± 1 °C ve % 50 ± %5 RH gibi) bekletilerek tartılırlar. Toz örneği toplama işlemi sırasında işletmede çalışan işçilerden rastgele seçilen birinin üzerine toz örnekleyici yerleştirilip akım hızı 2 L/dk olarak ayarlanır. Ölçümler en az 3 tekrarlı olarak min. 30 dk süre ile yapılmalıdır. 5 tekrarlı yapılan ölçümlerde ölçüm süresi önemli değildir. Filtreler üzerinde örneklenen toz miktarı ilgili literatürdeki (TWA= x ppm * 60/480) formüller kullanılarak günlük 8 saat toz maruziyet miktarları belirlenir. Toz toplama işlemi öncesi ve sonrasında kullanılan filtrenin ağırlığı hassas terazi (0,0001 hassasiyetli) ile belirlenir. Ortamdaki ağaç tozu düzeyini hesaplamak için "NIOSH Method 0500" yönteminde önerilen;

$C = ((w_2 - w_1) - (B_2 - B_1)) / V$ mg/m³ formülü kullanılır.

C= toplam toz konsantrasyonu

W₁= toz toplama işleminden önce filtre ağırlığı (mg)

W₂= toz toplama işleminden sonra filtre ağırlığı (mg)

B₁= boş filtrelerin dara ağırlığının ortalaması (mg)

B₂= toz toplama işleminden sonra filtrelerin ağırlığının ortalaması (mg)

V= hacim (litre)

- **Radyometri / β Işını Absorbsiyonu Yöntemi:** Filtre kağıdı üzerinde toplanan partikül maddelerin beta ışınları tarafından ışınlanmasıyla, toplanan madde miktarının tayin edildiği bir yöntemdir.
- **Nefhelometri / Işık Kırınımı Yöntemi:** Genel olarak çevre havası aerosollerinin 0.1 ile 3 μm (\sim PM2.5) aralığındaki ölçümü için, toplam ışık kırınımı yöntemi kullanılır. Bu yöntem, absorbe olmayan beyaz partiküllerin, özellikle ikincil aerosoller (sülfat+nitrat+amonyum) için uygun bir yöntemdir.
- **Piezoelektrik Terazi Yöntemi:** Partiküllerin yapışmasıyla bir quartzın frekansındaki düşüşten, kütle konsantrasyonu olarak elde edilir. Bu metodun avantajı çok hassas olmasıdır. Piezoelektrik terazi sistemi, tek parça emme mekanizması, APM (asılı partikül madde) nin toplama ve tayin aygıtı, yıkama mekanizması, yüksek voltaj devresi, işlem kontrol birimi vb.den oluşur.

5. ODUN TOZUNDAN KORUNMA TEDBİRLERİ

Kişisel Koruyucu Ekipmanlar

- İşletmede havadaki tozlardan kaçınmak için işçilerin maske kullanarak tozun burun, mukoza, ağız, ciğerler ve mideye ulaşarak rahatsızlıklara sebep olması önlenmelidir.
- Odun tozuna maruz kalınan işletmelerde işçilere koruyucu kıyafetler kullanılmalıdır. Kıyafetlerin sağlamlığı ve toz geçirme durumları sık sık kontrol edilmelidir.
- Odun tozunun engellenemediği yerlerde işçilere cildi koruyucu kremler temin edilerek kullanımı sağlanmalıdır.

Koruyucu Sistemler

- İşletmelerdeki kapı ve pencereler büyük yapılarak ihtiyaç halinde çalışma ortamı havalandırılabilir.
- İşletmelerde toz maruziyeti yüksek olan kısımlar çeşitli malzemeler (OSB, yonga levha, lif levha, alçı levhalar vb.) kullanılarak çalışma alanından ayrılmalıdır.
- Odun tozu maruziyetine kalınan işletmelerde toz emme tertibatı sistemlerinin kurularak havada bulunan toz miktarı büyük oranda azaltılmalıdır.
- İşletmedeki mevcut makinelerin tamamına toz emme sistemi kurularak makinelerin çalışma esnasında çıkardığı toz miktarı azaltılmalıdır.

İş Eğitimi

- Odun tozu maruziyeti bulunan işletmelerde (ağaç işleyen endüstriler, mobilya sektörü, marangozhane, kereste fabrikaları v.b.) öncelikli olarak çalışanlara odun tozunun zararları, sebep olduğu rahatsızlıklar anlatılarak işçilerde farkındalık oluşturulmalıdır.
- İşletmelerde işçilerin odun tozundan nasıl korunacağı, odun tozuna maruz kalınan kısımlarda ne kadar süre ile çalışmaları gerektiği ve iş öncesi ve sonrası alınması gereken tedbirler anlatılmalıdır. Konu ile ilgili uzman kişilerden yardım alınarak seminer ve kısa eğitim programları ayarlanmalıdır.
- Düzenli periyodlarla iş güvenliği uzmanı yardımıyla işçiler gözlemlenerek eksik ya da hatalı çalışma şekilleri nedenleri ile anlatılarak giderilmelidir.
- İşletmelerde çalışanlara düzenli olarak işçi sağlığı ve iş güvenliği kapsamında eğitimler verilmelidir.

Organizasyon Önlemleri

- Odun tozu maruziyeti olan işletmelerde çalıştırılmak üzere alınacak işçilerden sağlık raporu alınarak işe uygunluğu araştırılmalıdır. Olası bir meslek hastalığına karşı işçiler düzenli periyodlarla (yılda 2 kere) sağlık kontrolünden geçirilmelidir.
- Öksürük, kramp, ishal, sık sık baş ağrısı, deri tahrişleri, üst solunum yolları enfeksiyonları vb. hastalık belirtileri olan işçiler tespit edilerek önleyici sağlık hizmetleri verilerek olası bir meslek hastalığı engellenmelidir.
- Odun tozuna karşı duyarlılığı olan kişileri farklı kısımlarda çalıştırılarak oluşacak rahatsızlıklar önlenmelidir.
- Çalışma ortamının daha sağlıklı bir durumda olması için belirli periyotlarda (en az yılda 2 kere) ortamdaki toz miktarı ölçümleri yapılarak sınır değer (5 mg/m^3) üzerindeki kısımlar belirlenmelidir.
- Çalışma ortamında 5 mg/m^3 ten fazla odun tozuna müsaade edilmemelidir. Ölçümler sonucunda toz miktarının fazla olması durumunda kaynak madde bulunup toz sorunu giderilmelidir.
- Tozdan kaçınılamayan durumlarda yıkanma ve duş alma alanları oluşturmalıdır (Bozkurt, 1979).
- İşletmelerde kullanılan ağaç türlerine bağlı oluşabilecek rahatsızlıklara göre koruyucu önlemler alınmalıdır.
- Üretim hattı ve çevresinde herhangi bir iş kazası yada meslek hastalığı oluşmaması için işletmeler düzenli olarak kontrol edilmeli, kazalara ve rahatsızlıklara neden olabilecek etmenler ortadan kaldırılmalıdır.

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Odun tozu kompleks bir yapıya sahip olup içinde çeşitli kimyasallar bulunmaktadır. İşçi sağlığına önemli etkileri bulunan odun tozları partikül büyüklüğüne, kompozisyon, konsantrasyon ve maruz kalma süresine bağlı olarak zarar vermektedir. Odun tozu yoğun işletmelerde çalışan işçilerde akciğer kanseri, dermatitis (deri iltihabı), egzama, burun mukoza kanseri gibi ciddi sağlık sorunları ve meslek hastalıkları görülmektedir. İşçi sağlığı ve verimliliği açısından olumsuz etkilere sahip olan odun tozlarının tehlike potansiyelinin belirlenmesinde ve maruz kalma süresi önemli faktörlerdir. Odun tozu ölçümleri genellikle gravimetrik yöntem esas alınarak yapılmaktadır. Odun tozu tehlike sınırı 5 mg/m^3 olarak belirlenmiştir.

İşletmelerde düzenli periyodlarla (en az yılda 2 kere) toz ölçümü yapılmalıdır. İşletmeye yeni alınacak ve mevcut çalışanlara yıllık sağlık kontrolü yapılarak olası meslek hastalıkları önlenmelidir. İşletmelerde çalışanlar için eğitimler ve seminerler verilerek işçiler daha duyarlı hale getirilmelidir. İşletmelerdeki çalışanlar için maske, koruyucu elbise, cilt kremleri vb. kişisel koruyucu önlemler alınmalıdır. İşletmedeki kapı pencere büyüklükleri ve toz emme sistemleri kurularak koruyucu sistem önlemleri alınmalıdır. İşletmelerde işveren ve çalışanlara uzmanlar kontrolünde eğitimler verilerek iş güvenliği hakkında sosyal farkındalık oluşturulmalıdır. İşletmelerde çalışanlara düzenli sağlık kontrolü, düzenli toz ölçümleri vb. organizasyon tedbirleri alınarak işçilerin daha sağlıklı ve yaşanılabilir ortamlarda çalışabilmeleri sağlanmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi BAP-2011-006 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Acheson E D, Cowdell R H, Hadfield E et al (1968).: Nasal Cancer in Woodworkers in the Furniture Industry. Brit Med J 2: 587-596, 1968.
- Akbulut T. (1996) İşçi Sağlığı Prensipleri ve Uygulamaları. 5. Baskı. İstanbul. Sistem Yayıncılık. 1996.
- Akyöney, B. (2003), Temizlik Hizmetleri İşletmeciliği, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Alwis K U, Mandryk J, Hocking A D, (1999) Exposure to Biohazards in Wood Dust: Bacteria Fungi, Endotoxins, and (1→3)-β-D-Glucans, Occupational and Environmental Hygiene, Vol: 14(9): 598-608, 1999.
- Alwis U, Mandryk J, Hocking AD et al. (1999) Dust exposures in the wood processing industry. Am Ind Hyg Assoc J; 60: 641-6.
- Andersen H C, Andersen I, Solgaard J, (1977) Nasal Cancer, Symptoms and Upper Airway Function in Woodworkers. Brit J of Industr Med, 34: 201-207, 1977.
- Babalık F C, (2007) "Mühendisler İçin Ergonomi İşbilim", Nobel Yayın Dağıtım: 831, 2. Baskı, 2007, Ankara.
- Bernstein D. (1992) Occupational asthma. Med Clin North Am 1992; 76:917-34.
- Bozkurt Y., Bozkurt, T., (1990) Ağaç İşleyen Endüstrilerde Burun ve Paranasal Sinüs Boşluğu Kanseri Oluşumunda Rol Oynayan Faktörler ve Sorunları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt:40, Sayı:3, 1990.
- Bozkurt, Y., Bozkurt, T., (1979) Ağaç İşleyen Endüstrilerde Sağlık Sorunları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 29, Sayı 2, 1979.
- Cahn Instruments/A Division of Ventron Corporation (1995) The "Why" of Dust Control, Application Note, USA, 1995.
- Cecchi F, Buiatti E, Nastasi L et al. (1980) Adenocarcinoma of the nose and Paranasal Sinuses in Shoemakers and Woodworkers in the Province of Florence. Brit J of Industrial Med 37: 222-225, 1980.
- Diñer H, (1997) "Ergonomi ve Tarım Tekniğindeki Yeri", Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, s.28-29, Ankara, 1997.
- Douwes J, McLean D, Slater T, Pearce N, (2001) Asthma and Other Respiratory Symptoms in New Zealand Pine Processing Sawmill Workers, American Journal of Industrial Medicine, 8:608-615, 2001.
- Edman K, Löfstedt H, Berg P, Eriksson K, Axelsson S, Bryngelsson I, Fedeli C, (2003) Exposure Assessment to α and β-Pinene, 3-Carene and Wood Dust in Industrial Production of Wood Pellets, Ann. Occup. Hyg., Vol. 47, No. 3, Pp. 219-226, 2003.
- Enarson, D.A., Chan-Yeung, M. (1990) Characterization of health effects of wood dust exposures, Am J Ind Med. (1): p 33-38, 1990.
- Erdoğan, O., Pala, Kayıhan, (2009) Occupational Exposure To Wood Dust And Health Effect On The Respiratory System In A Minor Industrial Estate In Bursa/Turkey, International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 22(1):43 - 50, 2009.
- Guzman E, Aryal S, Mannino D.M (2012) Occupational Chronic Obstructive Pulmonary Disease An Update, Clinics in Chest Medicine, 33(4):625-636, 2012.
- Güney E, Tanyeri Y, Kandemir B, Yalçın Ş (1987) The Effect of Wood Dust on the Nasal Cavity and Paranasal Sinuses, Rhinology, 25: 273-277, 1987.
- Hinojosa, M., Moneo, I., Dominuxez, J., Delgado, E., Losada, E., Alcover, R (1984) Asthma caused by African maple wood dust. J. Allergen Clin Immunol 74: 782-6, 1984.
- HSE, (2012) Toxic Wood, Working Information Sheet WIS 30 (rev1).
- İmamoğlu, M., Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Çolak, S., (2003) Odun İşleyen Endüstrilerde Toz Emisyonu ve Odun Tozlarının Çalışanların Sağlığı Üzerindeki Etkileri, Ağaç Makineleri Teknoloji ve Araştırma Dergisi, sayı:4, s 70-73, 2003.
- İsmail Topuzoğlu, (1989) "Çalışma Hayatında Rastlanan Tozlar ve Sağlık Sakıncaları", İş Hekimliği Ders Notları, Türk Tabipler Birliği Yayını, 1.Baskı, 1989(Ekim), Ankara, s.162.

- İstanbul Sanayi Odası (2011) "Avrupa Birliğine Uyum Sürecinde Sektör Rehberleri Mobilya Sanayii", İstanbul Sanayi Odası Yayınları: 2011/4.
- Kauppinen T, Vincent R, Liukkonen T, Grzebyk M, Kauppinen A, Welling I, et al. (2006) Occupational Exposure to Inhalable Wood Dust in the Member States of the European Union. *Ann Occup Hyg*,50(6):549-61, 2006.
- Kersten, W. Wahl, P. Von, G., (1994) Allergic Diseases of the Respiratory Tract in the Woodworking Industry, *Allergologie* 17(2): 55-60, 1994.
- Latza U, Baur X (2005) "Occupational Obstructive Airway Diseases in Germany: Frequency and Causes in an International Comparison", *American Journal Of Industrial Medicine*, 48:144-152.
- ODAMAN, S. (2005). 4857 İş Kanunu Döneminde İş Sağlığı ve Güvenliği Hükümlerinin Önemi ve Ohsas 18001 Yönetim Sistemi, *Mercek Dergisi*, Yıl: 10, Sayı: 39, Temmuz 2005, s. 133.
- Particulates Not Otherwise Regulated, (1994) *Total: Method 0500*, NIOSH Manual Of Analytical Methods (Nmam), Fourth Edition, 1994.
- Salvendy, G. (2005) *Handbook of Human Factors And Ergonomics*, 3.Basım, 2005, USA.
- Tarlo SM, Liss GM. (2003) Occupational asthma: an approach to diagnosis and management. *Can Med Ass J* 2003; 168:867-871.
- Thane C.D, Lawrence W.D., (1993) *Otolaryngology, Head and Neck Surgery*. Third Edition, Volume 2, 1993. p.885.
- Toren K, Brisman J, Olin A-C, Blane PD. (2000) Asthma on the job: work related factors in new onset asthma and in exacerbations of preexisting asthma. *Respir Med* 2000; 94:529-535.
- Url 1:<http://www.isguvanligi.net/iskolları-ve-is-guvenligi/ahsap-ve-mobilya-imalat-sektorunde-is-sagligı-ve-guvenligi>, (11/12/2013).
- WHO, (1999) Hazard Prevention and Control in the Work Environment: Airborne Dust. World Health Organization, Geneva - WHO/SDE/OEH/99.14.
- World Health Organization (1997) International Agency For Research On Cancer, IARC Monographs on The Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 62, Wood Dust and Formaldehyde, Last Updated;08/13/1997.