

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

44

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

1

1994

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



İSTANBUL YAKININDA ODUN İŞLEYEN FABRİKALARDA MİKROBİK AERÖSOLLER¹⁾

Orm. End. Y. Müh. Ali GÖKER²⁾
Doç. Dr. H. Haluk ÜNLİGİL²⁾

Kısa Özet

İstanbul yakınında dört mobilya fabrikasında malt-agar içeren Petri-kapları ekspoze etme, yani bir sedimentasyon hızını ölçme, yöntemi kullanılarak havanın yaşam yeteneğindeki mikrobik aerosol konsantrasyonu incelendi. Saatte dm^2 'ye düşen Koloni Oluşturan Ünite ($KOÜ/dm^2/saat$) olarak ifade edilen sedimentasyon hızı, genellikle, fabrikaların çalışmaya başlamaları ile artım gösterdi.

Hava basıncı ile çalışan partikül toplama ve havalandırma sistemleri ile donatılmış olan modern bir fabrikada yapılan ölçmeler makinaların çalışması süresince fabrika içi aerosol konsantrasyonunun artım göstermekle beraber, aşırı derecede düşük kaldığını (4 ölçme ortalaması $160 KOÜ/dm^2/saat$) gösterdi. Bu değer fabrika dışında açık havada aynı anda yapılan ölçmelerde saptanan değer in de altında kaldı.

Öteki fabrikalarda iş süresince fabrika içi aerosol konsantrasyonu fabrika dışı konsantrasyonun üstünde bulundu. Partikül toplama ve havalandırma sistemleri bulunmayan bir atölyede ise sedimentasyon hızı çok yüksek bir düzeye, $1587 KOÜ/dm^2/saat$ düzeyinde bir maksimuma, erişti (4 ölçme ortalaması $1300 KOÜ/dm^2/saat$).

1. GİRİŞ

Odun işleyen fabrikalarda işyeri havasındaki mikrobik aerosoller işçi sağlığı ve işlenen maddelerin mantar zararına karşı korunması bakımından önemlidir. Bu kirleticilerin yonga üretme veya odun kurutma gibi işlemlerin yapıldığı yerlerde aşırı yoğunluğa eriştikleri (HALLENBRAND, READE 1992; HENNINGSSON 1979; KOTIMAA 1990), o civarda bulunanlar için alerji veya enfeksiyon rizikosunu oluşturdukları, aynı zamanda da işlenen ahşap malzemede mali zararlara yol

1) Bu yazı Ali GÖKER'in Yüksek Lisans Tez'inden alınmıştır.

2) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

açan leke ve çürüklükler başlattıkları, bilinmektedir (BERKOW 1987; FLECHSİG, NEDO 1990; LUND, LUNDSTROM, WERNER 1993; SORESEN, SİMPSON DUTKIEWICZ 1991; SCHEFFER 1973).

Sunulan bu çalışmanın amacı İstanbul yakınında odun işleyen birkaç fabrikada havanın mikrobik aerosol konsantrasyonu hakkında bilgi toplamak, bu yoldan ileride yapılacak benzer çalışmalara ve standartların geliştirilmesine katkıda bulunmaktır. Elde edilen sonuçlar fabrikalar arasında büyük farklar bulunduğunu ve uygun partikül toplama ve havalandırma sistemlerinin kullanılmasında halinde problemin çözülebileceğini göstermiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Havanın mikrobik aerosol konsantrasyonunu tayin için bir sedimentasyon tekniği olan Petri-kabı ekspozur testi uygulandı. Bu yöntem Andersen veya Biotest gibi volumetrik testlerin aksine komplike aletleri gerektirmez ve basittir. Ayrıca alışıp yüzeylerine partiküller sedimentasyon yolu ile ulaştığından bu test alışapta enfeksiyon riskinin saptanmasında daha uygundur.

Kullanılan Petri-kapları 90 mm çapında ve camdan yapılmışlardı. Her kaba son bir hafta içinde hazırlanmış 30 cm³, % 2'lik, malt-agar besi ortamı kondu. Malt-agar genellikle odunda yaşayan saprofit, fakültatif saprofit veya alerjen mantarlar için uygun bir besi ortamı sayılmaktadır.

Her ekspozur serisi sabahleyin fabrikanın üretime geçmesinden önce başlatıldı, üretimin sona ermesinden sonraya kadar devam etti. Her ekspozur beklenen partikül konsantrasyonuna göre beş ila on dakika sürdü. Şekillerde verilen değerler aynı anda, zeminin 0,6 ila 1,0 m üzerinde ekspoze edilmiş dört Petri-kabından elde edilen ortalamalardır. Fabrika içi ekspozurlar binanın genel durumunu temsil edeceği tahmin edilen alanlarda, açık hava ekspozurları ise fabrika binasının 10-20 m uzağında yapıldı. Şekiller ekspozurun yapıldığı saati tam olarak vermektedir.

Ekspoze edilmiş kaplar kolonilerin gelişmesi için 25±2 C'de, karanlıkta, tutuldu. Koloni sayıları ekspozurdan sonraki altı gün zarfında belirlendi. Kolonilerin çoğunun *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium* ve *Aereobasidium* gibi her yerde bulunan mantar cinslerine girdiği görüldü; ancak kolonilerin tür düzeyinde teşhisi veya mikrobik floranın kompozisyonunun belirlenmesi, denenmedi.

3. TEST UYGULANAN FABRİKALAR

* **SEM-Parke Fabrikası.** 5000-6000 m²/ay'lık üretimi, 21 işçisi, 2000 m²'lik kapalı iş alanı olan bu abrikanın havalandırma sistemi yoktur. Odun işleyen makinaların bazılarında hava basıncı ile çalışan partikül toplama sistemi vardır.

* **Saray Mobilya Fabrikası.** 10.000 m²/ay'lık modüler mobilya üretimi, 25 işçisi ve 650 m²'lik kapalı iş alanı olan bu fabrikada Türkiye'de üretilmiş, sabit ve hareketli, hava basıncı ile çalışan, partikül toplama sistemi vardır. Havalandırma zaman zaman hammadde girişi kapısından sağlanmaktadır.

* **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Atölyesi.** Bu atölyenin 100 m²/ay'lık doğrama ve 300-400 m²/ay'lık mobilya üretimi, 20 işçisi ve 900 m² 'lik kapalı iş alanı vardır. Partikül toplama ve havalandırma sistemleri yoktur.

* **Eczacıbaşı Mutfak Banyo Sanayi (İNTEMA).** 3000 m²/ay'lık üretimi, 60 işçisi ve 3500 m²'lik kapalı iş alanı olan bu fabrika test uygulanan en modern fabrikadır. Torba tipi filtreli havalandırma sistemi ve Alman standartlarına göre Türkiye'de üretilmiş hava basınçlı partikül toplama sistemi vardır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil-1 test uygulanan fabrikaların iki tanesinden alınan sonuçları göstermektedir. Bu fabrikaların dışında açık havada yapılan testlerde saptanan sedimentasyon hızları düşük olup (erişilen maksimum 340 KOÜ/dm²/saat'tir) test süresi boyunca önemli dalgalanma göstermemiştir. Fabrika çalışmadığı sürece fabrika içinde yapılan ölçmelerde elde edilen sedimentasyon hızları fabrika dışında bulunan sedimentasyon hızlarından çok farklı değildir.

Fabrika içi sedimentasyon hızlarının en bariz özelliği bunların fabrikanın çalışmaya başlaması ile başlangıçtaki alçak değerden artma göstermeleri ve fabrika çalıştığı sürece yüksek kalmalarıdır. Öğle tatili sırasında ve günlük üretimin sona ermesinden sonra bu değerler üretimin başlangıcından önceki düzeyine dönmektedirler.

Şekil-2 diğer iki fabrikadan alınan sonuçları göstermektedir. Sonuçlar fabrika içinde işin başlamasıyla görülen artmalar bakımından Şekil-1'dekine benzemektedir. Ancak sonuçlar aşağıdaki şekilde farklılık göstermektedir:

- * Orman Fakültesi Atölyesi yapı içi sedimentasyon hızı fabrika çalışmaz durumda iken de fabrika dışında açık havada bulunanlardan yüksektir. Fabrikanın çalışması ile bu değerler 1587 KOÜ/dm²/saat düzeyine kadar ulaşmış diğer fabrikalarda bulunan sedimentasyon hızlarının çok üstüne çıkmıştır.
- * Eczacıbaşı Fabrikası'nda üretim yapılmayan sürelerde bulunan fabrika içi değerleri diğer fabrikalarda bulunan değerlerin aşağısında kalmıştır. Bu durum fabrikanın üretime geçmesi hali için de doğrudur. Fabrika içi değerleri, saat 16.00'da yapılan ölçme hariç, fabrika dışı değerlerinden de küçüktür.

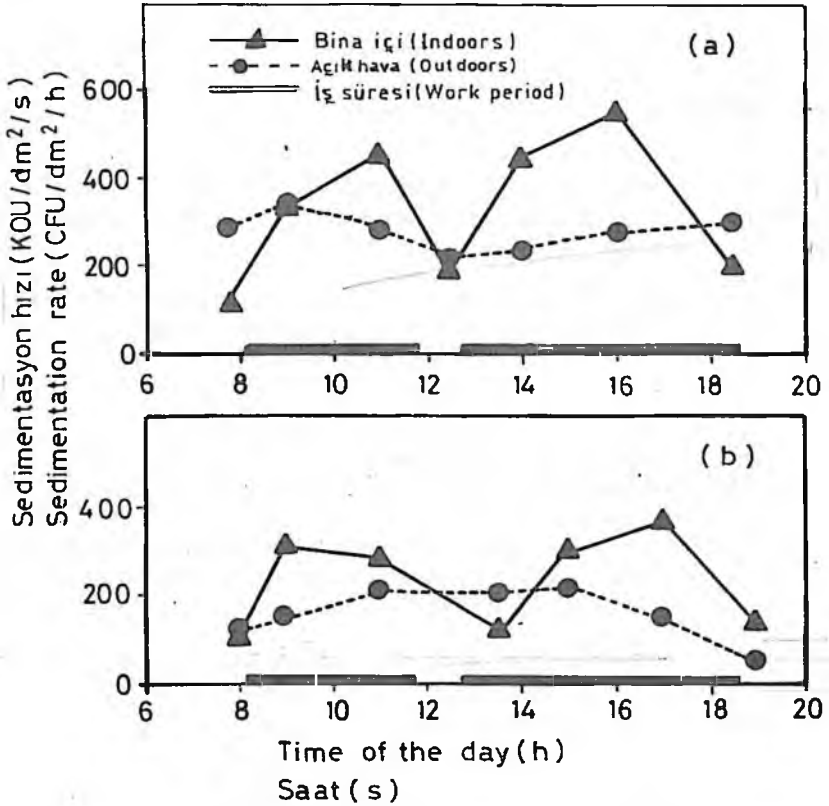
Bu fabrikanın diğer fabrikalardan başka bir farkı da fabrika içi değerleri ile fabrika dışı değerlerinin ilişkili gibi görünmeleridir. Bu belki fabrika içinde oluşturulan partiküllerin havalandırma sistemi yolu ile dışarı atılmaları sonucudur.

Fabrika dışı sedimentasyon hızları genellikle açık havada elde edilen sedimentasyon hızları civarında bulunmuştur (ÜNLİGİL/SHIH/SHIELDS 1974; ÜNLİGİL/SHIRLİFFE 1988). Kapalı yerler için önerilen değerler (ACGIH 1987; ÜNLİGİL 1989) göz önünde tutulunca test uygulanan dört fabrikadan sadece bir tanesinin, hiçbir partikül toplama ve havalandırma sistemi bulunmayan Fakülte Atölyesi'nin, bir problem oluşturabileceği anlaşılmaktadır. Sunulan bulgulara dayanarak bu atölyede tamamlayıcı mikrobik aerosol testleri yapılmalı, benzer sonuçlar alınması halinde ise, atölye içi hava kalitesinin yükseltilmesi için uygun önlemler alınmalıdır.

Türkiye'de odun işleyen endüstrinin durumu hakkındaki bilgiyi artırmak için, mikrobik hava kirliliğinin test uygulanan fabrikalardan daha yüksek olması beklenen fabrikaların ve/veya fabrika iş merkezlerinin araştırma kapsamına alınmaları gerekir. Bu gibi yerler arasında fabrikaların yonga üretilen veya yonga işleyen kısımları ile, uygulanan kurutma programına göre, bazı mantarlar için optimum yetiştirme şartlarının olduğu kurutma fırınları vardır.

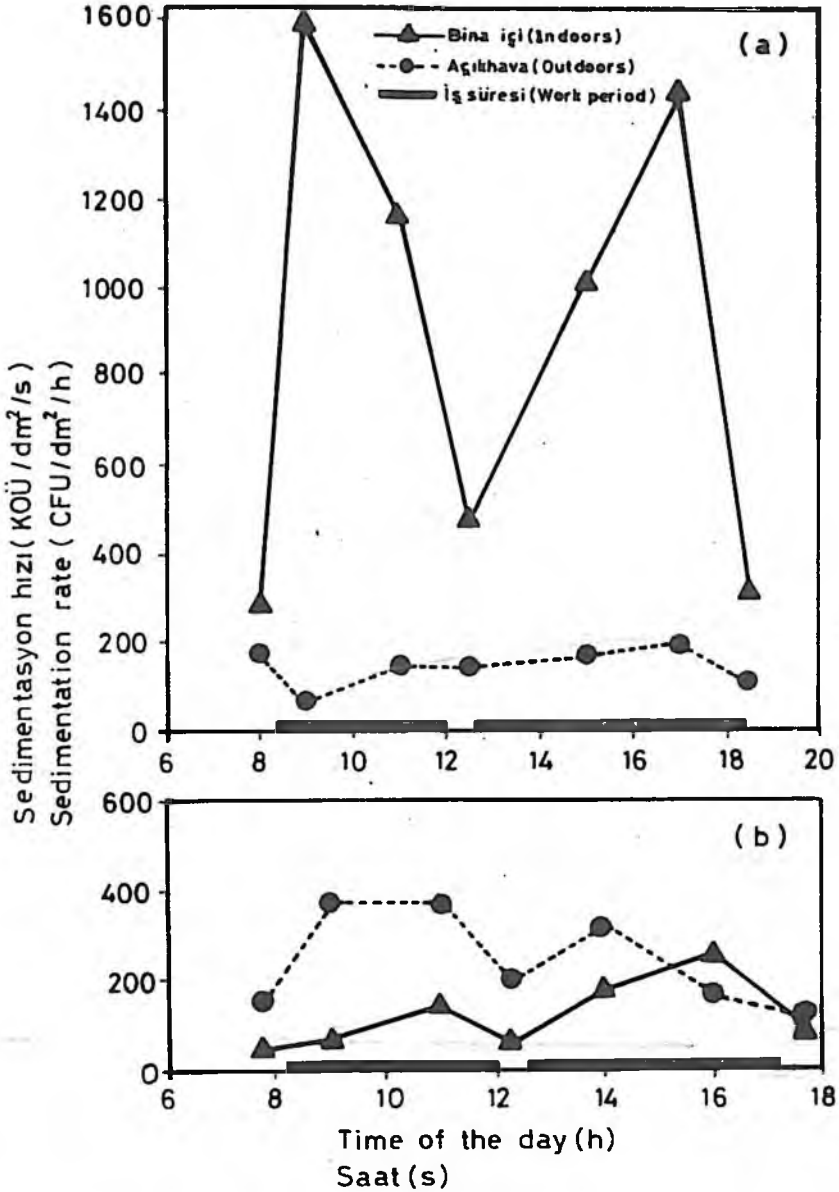
Bu çalışmanın açık hava mantar sporu konsantrasyonunun yüksek olduğu yaz ve güz aylarında da yapılarak, genişletilmesi önerilir.

Sunulan bu çalışma hava basıncı ile alışan modern partikül toplama aletlerinin ve havalandırma sistemlerinin odun endüstrisinde mikrobik hava kirleticilerini de önemli derecede azaltabildiğini ortaya koymuştur.



Şekil 1: Yaşam yeteneğindeki mikrobik partiküllerin (Koloni Oluşturan Üniteler) sedimentasyon hızları. a) 5 Mayıs 1993 günü SEM Parke Fabrikası, b) 16 Şubat 1993 günü Saray Mobilya Fabrikası. Değerler aynı anda ekspozite olmuş dört Petri kabından elde edilen ortalamalardır.

Fig. 1: Sedimentation rates of viable microbial particles (Colony Forming Units) measured on 5 May, 1993, at the SEM Parquet Factory (a), and on 16 February 1993, at the Saray Furniture Factory (b). The values are means from four Petri-plates.



Şekil 2: Yaşam yeteneğindeki mikrobik partiküllerin (Koloni Oluşturan Üniteler) sedimentasyon hızları: a) 5 Ocak 1993 günü İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Atölyesi, b) 14 Nisan 1993 günü Eczacıbaşı Fabrikası. Değerler aynı anda ekspoz olmuş dört Petri kabından elde edilen ortalamalardır.

Fig. 2: Sedimentation rates of viable microbial particles measured on the 5th of January, 1993, at the furniture production facility of the Faculty of Forestry, University of Istanbul, in Bahçeköy (a), and on the 14th of April, 1993, at the Eczacıbaşı Factory, a modern kitchen furniture manufacturing facility. The values are means from 4 Petri-plates exposed simultaneously.

MICROBIAL AEROSOLS IN WOODWORKING INDUSTRY NEAR ISTANBUL¹⁾

Or. End. Müh. Ali GÖKER
Doç. Dr. H. Haluk ÜNLİĞİL

A b s t r a c t

Four furniture factories near Istanbul, Turkey, were examined for the viable microbial load of air by exposing Petri-plates containing malt-agar medium.

Generally, the sedimentation rate, measured in number of Colony Forming Units (CFU/dm²/h), increased with the start of operation of the machinery.

In one of the factories, a modern facility equipped with a pneumatic particle collection and air cleaning system, the microbial load of air remained extremely low (average of 4 readings was 160 CFU/dm²/h) and below that measured simultaneously outdoors.

Indoor levels in the other three factories were higher than those measured outdoors during operation time. The sedimentation rate was highest in one of them which was not equipped with particle collecting and aeration systems, reaching a maximum of 1587 CFU/dm²/h (average of 4 readings was ~1300 CFU/dm²/h).

1. INTRODUCTION

Microbial contaminants of indoor air in wood processing plants are of special significance to the health of workers and the protection of wooden materials being processed. (BERKOW 1987; FLECHSIG / NEDO 1990; LUND / LUNDSTRÖM / WERNER 1993; SCHEFFER 1973; SORENSEN/SIMPSON / DUTKIEWICZ 1991). Concentration of such contaminants may reach extremely high levels in areas such as chip-handling or timber-drying (HALLENBRAND / READE 1992; HENNINGSSON 1979; KOTIMAA 1990), thus constituting a risk of allergy or infection for the workers, as well as initiating fungal stain and decay in the timbers being processed, resulting in financial losses.

The objective of the present investigation was to collect initial information on the microbial load of indoor air in several forest products plants operating near Istanbul, Turkey, in order to provide a basis for follow-up examinations and eventually, for the development of air quality guidelines for this industry. The results demonstrate major differences between the factories, and suggest, that significant improvements can be achieved by using proper particle collecting and aeration equipment.

2. MATERIALS AND METHODS

For the assessment of the microbial load of air, a sedimentation technique, the Petri-plate exposure test, was applied, rather than one of the volumetric tests, which would require equipment such as Andersen (cascade) or Biotest samplers. The reasons were the suitability of the technique - fungal propagulae settle on the timber mainly by sedimentation-, its simplicity, as well as the availability of the equipment.

Glass Petri-plates of 90 mm diameter were used. Each plate received about 30 cm³ medium, i.e. 2 % malt-agar, prepared less than one week before exposure. Malt-agar is generally recognized as a proper medium for saprophytic, facultatively parasitic, or allergenic fungi inhabiting wood or wooden materials.

Each series of exposures began in the morning before the start of the operation of the factory and continued until after the end of the work. The duration of each exposure was 5 or 10 min depending on the expected concentration of the propagulae. For each value given in the figures, 4 plates were exposed simultaneously at about 0.6 to 1.0 m. above the ground. Indoor exposures were done in areas expected to represent the general conditions of the buildings. Outdoor exposures were done at 20-30 m distance from the factory buildings. The exact time of each exposure is given in the figures.

The exposed plates were incubated at about 25°C in the dark. Colony counts continued until the 6th day after exposure. Most of the colonies observed were formed by fungi belonging to the ubiquitous genera of *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aureobasidium*. No attempt was made to identify colonies at the species level, or to ascertain the composition of the microbial flora encountered.

3. FACTORIES INVESTIGATED

SEM-Parquet-Factory. This factory has 21 workers, a production capacity of 5000-6000 m²/month, and 2000 m² floor space. It has no aeration system. Some of the wood working machinery are provided with pneumatic particle collecting equipment.

Saray Furniture Factory. This factory has 25 workers, a production capacity of 10.000 m²/month (modular units), and 650 m² floor space. It is equipped with stationary and mobile, pneumatic particle collecting systems produced in Turkey. The only aeration is provided occasionally through the raw-material entrance.

Furniture Factory-Joinery of the Faculty of Forestry, University Istanbul. This facility has 20 workers, 1000 m²/month joinery, 300-400 m²/month furniture production capacity, and 900 m² floor space. It contains no particle collecting and no aeration equipment.

Eczacıbaşı Kitchen and Bathroom Furniture Factory (INTEMA). This factory has 60 workers, 3000 m²/month production capacity, 3500 m² floor space. This is the most modern factory examined. It is equipped with modern aeration systems with sack-type filters, and pneumatic particle collection systems produced in Turkey according to the German Standards.

Figure 1²⁾ shows results obtained from two factories. Outdoor sedimentation rates on these factories were low, reaching a maximum of 340 CFU/dm²/h, showing no major fluctuations throughout the examination period. Indoor rates during work stoppage were in the range of those outdoors. The most conspicuous characteristic of the indoor rates was, that they increased in both of the factories from the start of the operation, from an initial low, and remained so, as long as the operation continued. During lunch break, and after termination of daily operations, the indoor values returned to the level measured before the initiation of operation.

Figure-2 shows the results from the other two factories which were similar to those shown in Figure-1, as far as the rate increases observed indoors during the operation of the factories are concerned. However, the results differed from them as follows: In the facility of the Faculty of Forestry (above), the indoor rates were higher than those measured outdoors while the factory was not in operation, and it reached, when in operation, levels up to 1587 CFU/dm²/h, much higher than those measured in the other three factories investigated.

In the factory of Eczacıbaşı the indoor rates were lower than those obtained from the other factories investigated when not in operation, and remained so during the operation period. The indoor rates were also lower than those measured outdoors simultaneously at this factory except for the measurements made at 16.00 hr. One other peculiarity of this factory was apparent correlation between indoor and outdoor rates which was absent in other factories. This was perhaps the result of emission of particles generated during the operation of the machinery to the immediate vicinity of the factory.

4. CONCLUSIONS

Outdoor sedimentation rates measured in this study in a period from the 5th of January to the 15th of May, 1993, are in the same range observed in many other investigations (ÜNLİGİL / SHIH / SHIELDS 1974; ÜNLİGİL / SHIRTLIFFE 1988).

Indoor rates revealed that only one of the four factories studied, that of the Faculty of Forestry, with no particle collection and aeration systems, may constitute a problem, considering the air quality guidelines suggested for indoor environment (ACGIH, 1987; ÜNLİGİL, 1988). Based on the results presented, it appears to be necessary to further investigate this facility and provide the proper systems to improve the air quality in the building if present results are confirmed.

2) For Figures see preceding Turkish Text.

To increase the information available on the conditions of the woodworking industry in Turkey, this initial investigation should be extended to specific factories or specific areas in the factories, where microbial air pollution is expected to be higher than those examined in this study. Such areas include sections of the factories where wood particles are produced or handled, and wood seasoning kilns, where, depending on the schedule, optimum conditions may prevail for the excessive growth of moulds.

Complementary investigations are also required to reveal the conditions of the factories studied during the summer and fall months, when the fungal spore concentration in outdoor air is expected to be higher.

The study presented demonstrates that the modern pneumatic particle collection equipment on the machinery and aeration systems in the buildings can help significantly reduce microbial air contamination as well in the wood working industry.

KAYNAKLAR

- ACGIH, 1987. *Guidelines for Assessment and Sampling of Saprophytic Bioaerosols in the Indoor environment*, Bioaerosols Committee. American Coference of Governmental Industrial Hygienist.
- BERKOW, R., Editor, 1987. *The Merck Manual*, Merck Sharp & Dohme Res. Labs, Rahwey, N.J.
- FLECHSIG, R., NEDO, G., 1990: *Hazardous Health Effects of Occupational Exposure to Wood Dust*. *Industrial Health*, 28, 107-119.
- HALLENBRAND, K.E., READE, A.E., 1992. *Microorganisms associated with fuel wood chips and their impact on indoor air quality: a review*. *International Biodeterioration and biodegradation*, 29: 1, 19-43.
- HENNINGSSON, B.O., 1979. *Thermotolerant moulds on timber during kiln drying*. *International Journal of Wood Preservation*, 1:3, 131-135.
- KOTIMAA, M.H., 1990. *Occupational exposure to fungal and actinomycete spores during the handling of wood chips*. *Grana*, 29:2, 153-156.
- LUND, C.J.; LUNDSTRÖM, H; WERNER, S., 1993. *Production of tremorgenic mycotoxins by isolates of aspergillus fumigatus from sawmills in Sweden*. *Mycopathologia*, 124:2, 87-93.
- SCHEFFER, T.C., 1973. *Microbiological Degradation and the Causal Organisms*. In *Wood Deterioration and its Prevention by Preservative Traetnants*. Vol I, Ed. NICHOLAS, D.D. Syracuse Univ. Press.
- SORENSEN, W.G.; SIMPSON, J.; DUTKIEWICZ, J., 1991. *Yeast and yeast-like fungi in stored timber*. *International Biodeterioration*, 27:4, 373-382.
- ÜNLİĞİL, H.H.; SHIH, S.H., ve SHIELDS, J.K., 1974. *Airborne Fungal Spores at Lumber seasoning Yards in the Lower Ottawa Valley*. *Canadian Journal of Forest Research*, 4:3, 301-307.
- ÜNLİĞİL, H.H., SHIRTLIFFE, C.J., 1988. *Air Quality in CISTI: Microscopy of Dust and microbiological Examinations*. Int. Rep. No: 88, National research Council Canada, pp 44.
- ÜNLİĞİL, .H., 1988. *Guidelines for the Examination of Microbial Aerosols in Non-Industrial Buildings*. Unpublished Report for NRC, Canada.