

# Bazı Kapalı Ortamlarda Formaldehit Etkilenim

Doç. Dr. Songül ACAR  
VAİZOĞLU

## ÖZET

Günümüzde insanlar zamanlarının büyük çoğunluğunu kapalı ortamlarda geçirmektedir. Kapalı ortam kirliliği halk sağlığı açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu ortamlarda formaldehit kaynaklarından bazıları mobilya, sunta ve suntadan yapılmış malzemeler (döşeme altlarında, raf, dolap ve mobilya), halı, ısıtma- soğutma sistemleri ve sigaradır. Ev, okul ve işyerleri gibi kapalı ortamlarda formaldehit etkilenimi önemli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu bildiride Ankara'daki evleri temsil eden bir örnekte (399 ev) ve Site-ler'de 100 mobilya atölyesinde ölçülen formaldehit düzeylerine ilişkin 2 araştırma sunulacaktır.

## 1. GİRİŞ

Formaldehit (HCHO) tutuşabilen, renksiz, rahatsızlık veren kokusu olan, yanıcı, kolay polimerize olan uçucu bir bileşiktir [1, 2]. Olası kanserojen ve duyarlandırıcıdır [1]. Formaldehit için OSHA tarafından belirlenen izin verilebilir maruz kalma sınırı; (permissible exposure limit, PEL) 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalaması (time wighted average-TWA) 0.75 ppm'dir [1]. Urea-formaldehit kapalı ortam kirleticilerinden en basit olanı ve en sık saptananıdır. Kapalı ortamlarda formaldehit ve asetaldehit gibi aldehit kaynakları; mobilya, halı, ısıtma ve soğutma sistemleri ve sigaradır [3]. Formaldehit yüksek reaktivitesi, düşük maliyeti ve renksiz oluşu nedeniyle endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Tekstil endüstrisinde kırıma, tutuşma ve çekmeyi engellemek için kullanılmaktadır [1, 3].

Tıp alanında doku, koruyucu, fungusid ve bakterisid olarak kullanılmaktadır. Suda erir ve solüsyon haline getirilebilir. Genellikle %30-50 formaldehit içeren solüsyonlar kullanılmaktadır [1].

OSHA formaldehit etkilenimi açısından riskli olan 52 meslek belirlemiştir. Bunlar arasında formaldehit içeren ürünlerin ve yapıştırıcıların kullanıldığı (sunta, MDF, kontrplak, vernik, cila, yangın geciktiriciler vb. maddelerden üretilen mobilya ve eşya) endüstri kollarında çalışanlar, itfaiyeciler, anatomi, patoloji ve histoloji laboratuvarı çalışanları (tıp ve veterinerlik) dökümhane çalışanları ve kağıt, kağıt

## Abstract:

Nowadays, people spend a great majority of their time in closed spaces. Indoor pollution is becoming ever more important for public health. Some formaldehyde sources found within these environments are furniture, chipboard and objects made from it (as in the lining of upholstery, in shelves, cupboards and furniture), carpets, heating-cooling systems and cigarettes. Exposure to formaldehyde in closed environments such as schools, homes and workplaces can lead to serious health issues. In this paper, 2 studies will be presented regarding the levels of formaldehyde measured in a sampling representing homes in Ankara (consisting of 399 houses) and in 100 furniture workshops.

## Key Words:

ürünleri yapımı ve geri-kazanım işinde çalışanlar bulunmaktadır [3, 4, 5]

Formaldehitin rahatsız edici bir kokusu vardır ve deriye, gözlere ve akciğere iritan etki yapar. Formaldehite karşı duyarlılık kişiden kişiye değişir. Bazı iritan etkileri şu anda OSHA tarafından yasal sınır olarak bildirilen 0.75 ppm PEL'in altında bile ortaya çıkabilir. Bu kimyasala karşı bir süre sonra tolerans gelişebilir ancak 1-2 saat ortamdan uzaklaştıktan sonra yeniden maruz kalındığında karakteristik koku ve etkileri yeniden hissedilir [3]. Formaldehit düzeyi, kapalı ortamlarda normal olarak 0.03 ppm'in altında olmalıdır [6]. Kapalı ortam konsantrasyonları, evin ısısı, nem ve havalandırmasına bağlı olarak değişmektedir. Formaldehit seviyeleri mevsimden mevsime, gündün güne ve gündüzden geceye değişiklik göstermektedir [7].

Normal kişilerde 10 ppm'in altındaki maruz kalımlar şiddetli mukoz membran iritasyonu ve bazı solunum sistemi yakınmalarına neden olur. Daha yüksek düzeylerde trakeobronşit, kimyasal pnömoni ve pulmoner ödeme yol açar. Astımı olanlarda 0.3 ppm düzeyinde bile bronkospazm ve hava yolu inflamasyonuna neden olabilir [3]. Her insanda farklı olmak üzere, genelde sağlık etkileri 0.1 ile 1.1 ppm seviyeleri arasında ortaya çıkmaya başlamaktadır [8].

Formaldehite bağlı alerjik reaksiyonlar sık görülür ve deri ile temas ve solunum ürtiker, alerjik kontakt dermatit, atopi veya mesleksel astıma neden olabilir [3, 9]. Mesleksel el dermatiti formaldehitte karşılaşılarda yüksek oranda bildirilmektedir [10]

Formaldehit 1995'te IARC sınıflamasında olası kanserojenler (Grup 2A) sınıfına dahil etmiştir [3]. Epidemiyolojik kanıtlar formaldehit ve nazofarengeal ve sinonazal kanserler arasında nedensel bir ilişki olduğunu yönündedir [3,11].

Formaldehit etkilenimin izlenmesine yönelik olarak gerekli ortamlarda formaldehit düzeylerinin belirlenmesi ve tıbbi sürveyansın yapılması etkilenimin erken dönemde saptanabilmesine ve önlem alınmasına

olanak sağladığından önerilmektedir [3, 12].

Bu nedenlerle Ankara'da evlerde ve mobilya atölyelerinde formaldehit düzeylerinin belirlenmesi ve ilgili olabilecek bazı semptomların değerlendirilmesi amacıyla **iki araştırma** yapılmıştır.

## I. ARAŞTIRMA[13]

### Ankara'daki Evlerde Formaldehit Düzeylerinin Belirlenmesi

**Vaizoğlu S., Aycan S., Deveci M.A., Acer T., Bulut B., Bayraktar U.D., Akyollu B., Çelik M., Arslan U., Akpınar F., Barış Z., Arslan S., Deniz A., Evci D., Güler Ç.**

#### Özet

*Bu araştırma, Ankara ili merkez ilçelerini temsil eden 399 evdeki formaldehit düzeylerini ölçmek amacıyla Ekim 2001 tarihinde yapılan kesitsel tipte bir araştırmadır. Formaldehit ölçümleri için Formaldemetre 400 ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler evlerin mutfak ve oturma odalarında spot olarak gerçekleştirilmiştir. Evlerin oturma odalarında ölçülen formaldehit düzeylerinin ortalaması 0.064'tür. Evlerin mutfaklarında ölçülen formaldehit düzeylerinin ortalaması 0.060'dır. Evin tipi ile formaldehit düzeyleri arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, apartman dairelerindeki formaldehit düzeyleri müstakil evlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (oturma odası:  $x^2 = 38.7$ ,  $p < 0.001$ ; mutfak:  $x^2 = 43.2$ ,  $p < 0.001$ ). Betonarme evlerde ölçülen formaldehit düzeyleri yağma evlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (oturma odası:  $x^2 = 43.1$ ,  $p < 0.001$ ; mutfak:  $x^2 = 34.9$ ,  $p < 0.001$ ). Havalandırma yöntemi olarak sadece doğal havalandırma kullanılan evler, diğer yöntemlerin kullanıldığı evlerle kıyaslandığında, diğer havalandırma yöntemleri kullanılan evlerin formaldehit düzeyi istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $x^2 = 6.2$ ,  $p < 0.05$ ). Formaldehit düzeyleri 0.10 ppm'den yüksek olan evlerde yaşayanlarda göz yaşarması, boğaz kuruluğu, burun akıntısı şikayetlerinin formaldehit düzeyleri 0.10 ppm'den düşük olan evlerde yaşayanlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı görülmüştür. Mutfakta kullanılan yakıt tipi ile mutfak formaldehit düzeyleri değerlendirildiğinde mutfaklarında doğal gaz kullanılan evlerin (%53,4) mutfak formaldehit düzeyleri tüp gaz kullanılan evlerin (%46,6) mutfak formaldehit düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir ( $x^2 = 48.8$ ,  $p < 0.001$ ). Sonuç olarak evlerin tipleri, yapı özellikleri ile formaldehit düzeyleri arasında*

istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Evlerde ölçülen formaldehit düzeyleri ile evlerde yaşayanlarda göz yaşarması, boğaz kuruluğu, burun akıntısı şikayetlerinin varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Evlerde ısınma araçlarının kullanılmadığı dönemde yapılan bu araştırmanın, ısınmanın kullanıldığı ve havalandırmanın yeterli olmadığı kış aylarında tekrarlanması uygun olacaktır.

## Materyal ve Method

Ankara'yı temsil eden örneklem büyüklüğü olan 384 hanede, kesitsel tipte bir araştırma yapılması planlanmış ve toplam 399 hanede araştırma yapılmıştır.

Araştırmada 12 sorudan oluşan bir anket formu kullanılmıştır. Evlerde oturma odası ve mutfakta formaldehit düzeylerini saptamada FORMALDEMETER 400 ölçüm cihazı kullanılmıştır. Her evdeki ölçümler oturma odası ve mutfağın orta noktasında ve yerden 1 metre yükseklikte yapılmıştır. Ölçüm yapan kişilere laboratuvar deneyimi olan bir öğretim üyesi tarafından ölçüm için eğitim verilmiştir.

Her bir formaldehit düzey ölçümü yapılmadan, ölçüm yapılacak ortamın sıcaklık ve nem düzeyi LUT-

RON AM-4205 HUMİDİTY/ANEMOMETER cihazı ile yapılmıştır.

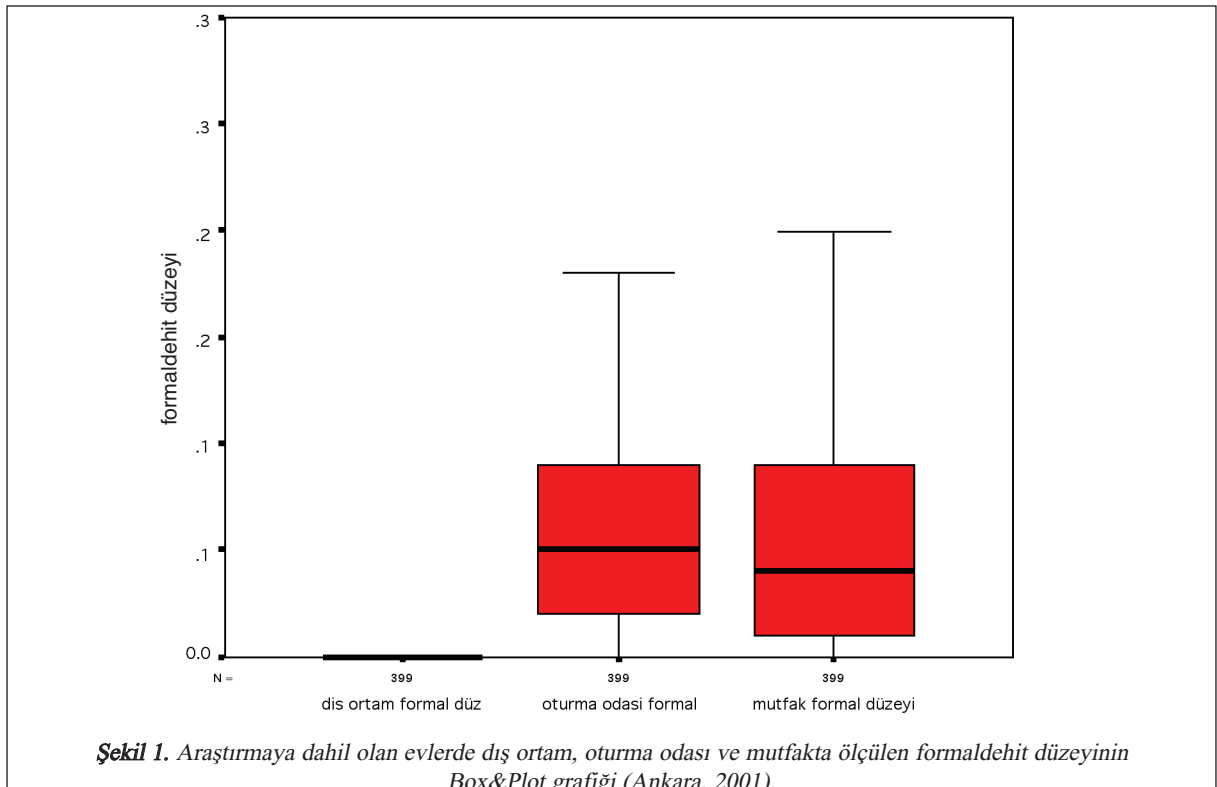
FORMALDEMETER 400 ve LUTRON AM-4205 adlı cihazların kullanımı için ölçüm yapanlar standart bir eğitimden geçmiştir.

Anket ve ölçümler sonrasında toplanan veriler, veri kodlama formuna aktarıldıktan sonra SPSS-10.0 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir.

## Bulgular

Formaldehitin Ankara'da bulunan evlerdeki düzeyi, bu düzeyi etkileyen evle ilgili olası faktörler ve formaldehit ile ilişkilendirilebilecek bazı semptomlar ile ilgili bir araştırma yapılmıştır.

Evlerin yaşları 1 ile 80 yıl arasında değişmektedir ve yaşlarının ortalaması 22.72 yıldır. Evlerin %70.9'unu apartman daireleri oluşturmaktadır ve %64.7'si betonarmedir. Oturma odalarında %98,7 doğal havalandırma kullanılmaktadır. Mutfakta ise %68.9 doğal havalandırma, %31.1 aspiratör, klima ve vantilatör kullanılmaktadır. Son bir yılda evlerinde bakım yap-



Şekil 1. Araştırmaya dahil olan evlerde dış ortam, oturma odası ve mutfakta ölçülen formaldehit düzeyinin Box&Plot grafiği (Ankara, 2001).

tiranların oranı %48.4'dür. Son bir yıl içinde onarım yapılan evlerin %87.6'sında badana-boya yapılmıştır. Evlerin %63.2'sinde sigara içilmektedir.

Evlerin %51,1'inde banyoda, %53,4'ünde mutfakta doğal gaz kullanılmaktadır,%8.5'inde banyoda, %0.3'ünde mutfakta yakıt olarak odun ve kömür kullanılmaktadır. Evlerin %42.9'unda genel ısınmada yakıt olarak odun ve kömür kullanılmaktadır.

Şekil 1'de araştırmaya dahil olan evlerde dış ortam, oturma odası ve mutfakta ölçülen formaldehit düzeyinin Box&Plot grafiği gösterilmektedir.

Ölçümlerde elde edilen dış ortam formaldehit düzeyleri 0.00 ppm il 0.11 ppm arasında değişmektedir ve ortalaması 0.006±0.0007 ppm'dir. Oturma odalarında ölçülen formaldehit düzeyleri 0.00 ile 1.15 ppm arasında değişmektedir ve ortalaması 0,064±0,004 ppm'dir. Mutfaklarda ölçülen formaldehit düzeyleri 0.00 ile 1,67 ppm arasında değişmektedir ve ortalaması 0,06±0,003 ppm olarak bulunmuştur.

Evlerin %15.0'nin bulunduğu mahallelerin dış ortam formaldehit ölçümleri 0.02 ppm'den yüksektir. Çankaya İlçesi'nde bulunan 136 evden 42'sinde (%30.9), Keçiören İlçesi'nde bulunan 96 evden 18'inde (%18.8) dış ortam formaldehit düzeyleri 0.02 ppm'in üzerinde bulunmuştur (Tablo1).

Oturma odalarında ölçülen formaldehit düzeyleri 0.00 ile 1.15 ppm arasında değişmektedir. Bu düzeylerin ortalaması 0,064±0,004 ppm'dir. Oturma odalarında ölçülen formaldehitin %21,3'ü 0.10 ppm'in üzerinde bulunmuştur. Mutfaklarda ölçülen formaldehit

düzeyleri 0.00 ile 1,67 ppm arasında değişmektedir. Bu düzeylerin ortalaması 0,06±0,003 ppm'dir. Mutfaklarda ölçülen formaldehitin %21,3'ü 0.10 ppm'in üzerinde bulunmuştur (Tablo2).

Evlerin yaşları ve oturma odası ve mutfak formaldehit düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Oturma odası ve mutfak formaldehit düzeylerinin müstakil evlerin %6.9'unda, apartman tipinde olan evlerin %27.2'sinde oturma odası formadehit düzeyleri 0.10 ppm'in üstünde bulunmuştur. Mutfakta ölçülen formaldehit düzeyleri müstakil evlerin %8.6'sında, apartman tipinde olan evlerin ise %26.5'inde 0.10 ppm üzerinde bulunmuştur. Müstakil ve apartman tipinde olan evlerde ölçülen formaldehit düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Müstakil evlerde formaldehit düzeylerinin apartman dairelerine göre daha düşük olduğu bulunmuştur (Tablo 3, oturma odası:  $x^2=38,7$   $p<0,001$  mutfak;  $x^2=43,2$   $p<0,001$ ).

**Tablo 1. Araştırmaya dahil olan evlerin dış ortamlarında ölçülen formaldehit düzeylerinin ilçelere göre dağılımı (Ankara, 2001)**

Ankara'nın İlçeleri	Dış Ortam Formaldehit Düzeyleri (ppm)					
	<0.02		≥0.02		TOPLAM	
	SAYI	%	SAYI	%	SAYI	%
ALTINDAĞ	64	100	-	-	64	16.0
ÇANKAYA	94	69.1	42	30.9	136	34.1
KEÇİÖREN	78	81.3	18	18.8	96	24.1
MAMAK	55	100	-	-	55	13.8
YENİMAHALLE	48	100	-	-	48	12.0
TOPLAM	339	85.0	60	15.0	399	100.0

**Tablo 2. Araştırmaya dahil olan evlerin oturma odaları ve mutfaklarında ölçülen formaldehit düzeylerinin dağılımı (Ankara, 2001)**

	Formaldehit Düzeyi (ppm)	Sayı	Yüzde
Oturma Odası	≤ 0.03	162	40,6
	0.04 – 0.09	152	38,1
	≥ 0.10	85	21,3
Mutfak	≤ 0.03	176	44,6
	0.04 – 0.09	136	34,1
	≥ 0.10	85	21,3

n=399

**Tablo 3. Araştırmaya dahil olan evlerin tipine göre oturma odası ve mutfak formaldehit düzeylerinin dağılımı (Ankara, 2001).**

EVİN TİPİ	OTURMA ODASI FORMALDEHİT DÜZEYLERİ (ppm)							
	≤0,03		0,04-0,09		≥0,10		TOPLAM	
	SAYI	%*	SAYI	%	SAYI	%	SAYI	%
MÜSTAKİL	73	62,9	35	30,2	8	6,9	116	29,1
APARTMAN	89	31,4	117	41,3	77	27,2	283	70,9
$\chi^2 = 38,7$ $p < 0,001$								
EVİN TİPİ	MUTFAK FORMALDEHİT DÜZEYLERİ (ppm)							
	≤0,03		0,04-0,09		≥0,10		TOPLAM	
	SAYI	%*	SAYI	%	SAYI	%	SAYI	%
MÜSTAKİL	81	69,8	25	21,6	10	8,6	116	29,1
APARTMAN	97	34,3	111	39,2	75	26,5	283	70,9
$\chi^2 = 43,2$ $p < 0,001$								

n = 399 \* :sattır yüzdesi verilmiştir

**Tablo 4. Araştırmaya dahil olan evlerin yapı özelliklerine göre oturma odası ve mutfakta ölçülen formaldehit düzeylerinin dağılımı (Ankara, 2001)**

EVİN TİPİ	OTURMA ODASI FORMALDEHİT DÜZEYLERİ (ppm)							
	≤0,03		0,04-0,09		≥0,10		TOPLAM	
	SAYI	%*	SAYI	%	SAYI	%	SAYI	%
YIĞMA	78	63,4	33	26,8	12	9,8	123	32,3
BETONARME	74	28,7	116	45,0	68	26,3	258	67,7
$\chi^2 = 43,1$ $p < 0,001$								
EVİN TİPİ	MUTFAK FORMALDEHİT DÜZEYLERİ (ppm)							
	≤0,03		0,04-0,09		≥0,10		TOPLAM	
	SAYI	%*	SAYI	%	SAYI	%	SAYI	%
YIĞMA	81	65,9	27	22,0	15	12,2	123	32,3
BETONARME	87	33,7	105	40,7	66	25,6	258	67,7
$\chi^2 = 35,0$ $p < 0,001$								

n = 381 \* :sattır yüzdesi verilmiştir

Yığma evlerin %36.6'sında, betonarme evlerin %71.3'ünde oturma odası formaldehit değerleri 0.03 ppm'in üzerinde bulunmuştur. Yığma evlerin %34.2'sinde, betonarme evlerin %66.3'ünde mutfak formaldehit değerleri 0.03 ppm'in üzerinde bulunmuştur. Yığma evlerde formaldehit düzeylerinin betonarme evlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (oturma odası:  $\chi^2=43,2$   $p < 0,001$ ; mutfak:  $\chi^2=35,0$ ,  $p < 0,001$ ) (Tablo 4).

Evlerin oturma odası havalandırma tipine göre oturma odası formaldehit düzeyleri dağılımı incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $\chi^2=0,8$ ,  $p > 0,05$ ).

Evlerin mutfak havalandırma tiplerine göre mutfak

formaldehit düzeyleri dağılımı incelendiğinde, doğal yolla havalandırılan evlerin mutfaklarının, diğer havalandırma yöntemleri kullanılan evlerin mutfaklarına göre formaldehit düzeyleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olarak bulunmuştur ( $\chi^2=6,2$ ,  $p < 0,05$ ).

Tüp gaz kullanılan evlerin %37.1'inde, doğal gaz kullanılan evlerin %71.4'ünde mutfak formaldehit düzeyleri 0.03 ppm'in üzerinde bulunmuştur. Mutfakta kullanılan yakıt tipi ile mutfak formaldehit düzeyleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur; mutfakta yakıt olarak tüp gaz kullanılan evlerde mutfak formaldehit düzeyleri mutfakta yakıt olarak doğal gaz kullanılan evlere oranla daha düşük bulunmuştur ( $\chi^2=48,8$ ,  $p < 0,001$ ).

Tablo 5. Araştırmaya dahil olan evlerde mutfakta kullanılan yakıt tipine göre mutfakta ölçülen formaldehit düzeylerinin dağılımı (Ankara, 2001)

EVİN TİPİ	MUTFAK FORMALDEHİT DÜZEYLERİ (ppm)								
	≤0,03		0,04-0,09		≥0,10		TOPLAM		
	SAYI	%*	SAYI	%	SAYI	%	SAYI	%	
TÜP GAZ	117	62,9	47	25,3	22	11,8	186	46,6	
DOĞAL GAZ	61	28,6	89	41,8	63	29,6	213	53,4	
TOPLAM	178	40,6	136	34,1	85	25,3	399	100	
$\chi^2 = 48,8$ $p < 0,001$									

n = 399 \* :satr yüzdesi verilmiştir

Son bir yılda bakım yapılma durumuna göre, oturma odası ve mutfak formaldehit düzeylerinin dağılımı incelendiğinde, bakım yapılma durumu ile oturma odası ve mutfak formaldehit düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ( $\chi^2=4,5$ ,  $p>0,05$ ). Badana-boya yapılan evlerin %53,8'inde, parke, halıfleks, pencere yalıtımı ve badana yapılan evlerin %75'inde oturma odası formaldehit düzeyleri 0.03 ppm'in üzerinde bulunmuştur. Son 4 haftada bakım yapılmış olan evlerin %40,9'unda oturma odası formaldehit düzeyleri 0.03 ppm'in üzerinde bulunmuştur. Yapılan bakımların üzerinden geçen zaman ile oturma odası formaldehit düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Sigara içilen evlerin %60,3'ünde oturma odası, %56,3'ünde mutfak formaldehit düzeyleri 0.03 ppm'in üzerinde bulunmuştur. Sigara içilme durumuna göre oturma odası ve mutfak formaldehit düzeylerinin dağılımı incelendiğinde, evde sigara içilmesi durumu ile formaldehit düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (oda:  $\chi^2=0,7$ ,  $p>0,05$ ; mutfak:  $\chi^2=0,3$ ,  $p>0,05$ ).

Bu evlerde yaşayan 1451 kişinin yaşları 0,3 ile 95,0 yıl arasında değişmektedir. Yaşların ortalaması 31,8, ortancası 30,0 olarak bulunmuştur.

Evlerde yaşayan 1451 kişinin %11,1'inin göz yaşarması, %12,9'unun boğaz kuruluğu, %8,6'sının burun akıntısı semptomları vardır. Göz yaşarması olanların %41,6'sı erkek, %58,4'ü kadındır. Göz yaşarması ve kişilerin cinsiyeti arasında istatistiksel ola-

rak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $\chi^2= 4,3$ ,  $p<0,05$ ). Boğaz kuruluğu olanların %35,3'ü erkek, %64,7'si kadındır. Boğaz kuruluğu ile kişilerin cinsiyeti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $\chi^2=17,0$ ,  $p<0,001$ ).

Evlerde ölçülen oturma odası formaldehit düzeyleri ile bu evlerde yaşayan kişilerde göz yaşarması, boğaz kuruluğu ve burun akıntısı görülme sıklığı incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Oturma odası formaldehit düzeyi 0.10'dan yüksek olan evlerde yaşayanlarda göz yaşarması, burun akıntısı ve boğaz kuruluğu yakınmaları, oturma odası formaldehit düzeyi 0.10'dan düşük olan evlerde yaşayanlardan daha fazla görülmektedir ( $p<0,001$ ) (Tablo 6).

Mutfak formaldehit düzeyleri ile bu evlerde yaşayan kişilerde göz yaşarması, boğaz kuruluğu ve burun akıntısı görülme sıklığı incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur; mutfak formaldehit düzeyi 0.10'dan yüksek olan evlerde yaşayanlarda göz yaşarması, boğaz kuruluğu ve burun akıntısı şikayetleri, mutfak formaldehit düzeyi 0.10'dan düşük olan evlerde yaşayanlardan daha fazla görülmektedir ( $p<0,05$ ).

### Sonuç ve Öneriler

Ankara'daki evlerde oturma odası ve mutfak formaldehit düzeylerinin izin verilen sınırlardan yüksek olduğu saptanmıştır. Bu duruma sebep olan faktörlerin daha detaylı araştırılması gerekmektedir.

Toplum bireyelerine, yüksek olan formaldehit düzey-



**Tablo 6. Araştırmaya dahil olan evlerde oturma odasında ölçülen formaldehit düzeylerine göre evlerde yaşayan insanlarda görülen göz yaşarması, boğaz kuruluğu, burun akıntısı semptomlarının dağılımı (Ankara 2001)**

SEMPTOMLARIN VARLIĞI	OTURMA ODASI FORMALDEHİT DÜZEYLERİ (ppm)					
	<0,10		≥0,10		TOPLAM	
	SAYI	%*	SAYI	%	SAYI	%
	GÖZ YAŞARMASI					
EVET	112	9,6	49	17,1	161	11,1
HAYIR	1052	90,4	238	82,9	1290	88,9
	$\chi^2 = 13,0$ $p < 0,001$					
	BOĞAZ KURULUĞU					
EVET	127	10,9	60	20,9	187	12,9
HAYIR	1037	89,1	227	79,1	1264	87,1
	$\chi^2 = 20,5$ $p < 0,001$					
	BURUN AKINTISI					
EVET	81	7,0	44	15,3	125	8,6
HAYIR	1083	93,0	243	84,7	1326	91,4
	$\chi^2 = 20,5$ $p < 0,001$					

n = 1451 \*:sütun yüzdesi verilmiştir

lerinin normal düzeylere düşürülmesi için evin daha etkili havalandırılmasının sağlanması ve ev içinde formaldehit salınmasına sebep olan eşyaları ve malzemelerin daha az kullanılmasına yönelik eğitim verilmesi uygun olacaktır.

Bu çalışmada ev sakinlerinde göz yaşarması, burun akıntısı, boğaz kuruluğu gibi formaldehit düzeyi ile ilgili semptomların görülmesi ile evlerdeki formaldehit düzeyi arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Ancak formaldehit ile ilişkili diğer semptomlarla beraber böyle bir çalışmanın detaylı bir şekilde tekrarlanması uygun olacaktır.

Bu çalışma evlerin sıkça havalandırıldığı yaz döneminde yapıldığından, kışın ev içinde kapalı ortamda daha fazla zaman geçirildiği ve ev ısınması için çeşitli yakıtların kullanıldığı göz önüne alınarak böyle bir çalışmanın kış mevsimine rastlayan aylarda tekrarlanması ve bu çalışmayla karşılaştırılması yerinde olacaktır.

## II. ARAŞTIRMA [14]

### Ankara Siteler Sanayi Bölgesi'ndeki 100 Mobilya Atölyesinde Formaldehit Düzeyinin Belirlenmesi

Vaizoğlu S., Aycan S., Akın L., Koçdor P., Pamukçu G., Muhsinoğlu O., Özer F., Evcı E.D., Güler Ç.

#### Özet

Bu araştırma, Ankara İli Büyükşehir Belediyesine bağlı Siteler Sanayi Bölgesinde 100 mobilya imalathanesinde formaldehit düzeylerini ölçmek amacıyla Aralık 2001 tarihinde FORMALDEMETER 400 ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ölçümler işyerlerinin tam orta noktalarında spot olarak gerçekleştirilmiştir. İşyerlerinde ölçülen formaldehit düzeylerinin ortalaması 0.6 ppm'dir. Zemin altındaki işyerlerindeki formaldehit düzeyleri zemin ve üzerindeki işyerlerindeki formaldehit düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir ( $\chi^2=6.2$ ,  $p<0.01$ ). Yakıt tipi ile iç ortam formaldehit düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $\chi^2=6.6$ ,  $p<0.05$ ). Sadece talaş yakan işyerlerindeki formaldehit düzeyi; odun, kömür ve talaş yakan işyerlerindeki formaldehit düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir ( $F=1.04$ ,  $p=0.02$ ). Baş ağrısı, göz

yaşarması, boğaz kuruluğu, öksürük, allerji, dermatit semptomları ile işyerleri iç ortam formaldehit düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Burun akıntısı ile iç ortam formaldehit düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $\chi^2=4.5$ ,  $p=0.03$ ). İç ortam formaldehit düzeyi 0.75 ppm'in üzerinde olan işyerlerinin %70.2'sinde burun akıntısı şikayeti vardır. Semptom sayısını açısından bakıldığında hiç semptomu olmayanlar ile 4 ve üzerinde semptomu olanların çalıştığı işyerlerinin formaldehit düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $F=4.18$ ,  $p=0.016$ ). İşyerlerinde çalışan 229 işçinin 24.9'u OSHA'nın 8 saat için izin verdiği düzey olan 0.75 ppm ve üzerindeki formaldehit seviyelerinde çalışmaktadır. Sonuç olarak, araştırmanın yapıldığı küçük ölçekli işyerlerinde çalışanların yaklaşık 1/4'ü OSHA tarafından izin verilen düzeyin üzerinde formaldehit düzeyi olan ortamlarda çalışmaktadır. Araştırmanın formaldehit etkileniminin yüksek olduğu tekstil, diğer ahşap endüstrisi dallarında da yapılması uygun olacaktır.

Bu çalışmada Ankara Siteler Sanayi bölgesindeki araştırmaya katılmayı kabul eden 100 mobilya imalathanesindeki formaldehit düzeyi ölçülüp bunu çalışanlar için sağlığı tehdit eden düzeyde olup olmadığını belirlemek planlanmıştır.

### Materyal ve Method

Bu araştırma, sitelerde mobilya imalathanelerinin yoğun olduğu bir sokaktan başlayarak toplam 6 sokakta araştırmaya katılmayı kabul eden 100 işyerinde ölçüm yapılan tanımlayıcı bir araştırmadır. Araştırmada 33 sorudan oluşan bir anket formu kullanılmıştır. İşyerlerinde formaldehit düzeylerini belirlemede FORMALDEMETER 400 ölçüm cihazı kullanılmıştır. FORMALDEMETER 400 adlı cihazın kullanımı için ölçüm yapanlar standart bir eğitimden geçmiştir. Ölçümler işyerinin ortasında spot olarak yapılmıştır.

Anket ve ölçümler sonrasında toplanan veriler, veri kodlama formuna aktarıldıktan sonra SPSS-10.0 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir.

### Bulgular

Ankara'da Siteler Sanayi Bölgesinde bulunan 100

mobilya imalathanesinde formaldehit düzeyleri belirlenmiştir. İşyerlerinin bulunduğu binaların %77'si zemin ve üzerinde ve %100'ü betonarmedir. İşyerlerinin tamamında havalandırma için aspiratör ve doğal havalandırma (pencere ve kapı) kullanılmaktadır. Binalarda günlük havalandırma yapmayan işyerleri bulunduğu gibi, günlük 8 saate kadar havalandırma yapan işyerleri de vardır. Bu işyerlerinin %99'unda kimyasal madde olarak tutkal ve imalat yapılırken %95'inde sunta, %88'inde MDF, %82'sinde ahşap, %39'unda kontra-plak kullanılmaktadır. Bu işyerlerinin %77'sinde sigara içilmektedir.

Ölçümlerde elde edilen dış ortam formaldehit düzeyi 0.0 ppm ile 0.08 ppm arasında değişmektedir ve ortalaması  $0.03 \pm 0.03$  ppm olarak bulunmuştur. İç ortam formaldehit düzeyi 0.02 ppm ile 2.22 ppm arasında değişmektedir ve ortalaması  $0.6 \pm 0.3$  ppm olarak bulunmuştur. Ölçülen dış ortam formaldehit düzeyinin %89'u 0.02 ppm ve üzerindedir. Ölçülen iç ortam formaldehit düzeyinin %2'si semptomların çıktığı düzey olan 0.1 ppm'in altındadır. %24'ü ise OSHA'nın iş yerlerinde 8 saat süreyle izin verdiği düzey olan 0.75 ppm'in üzerindedir.

**Tablo 1. Araştırmaya dahil olan işyerlerinin bulunduğu sokaklarda ölçülen ve işyerlerinde ölçülen formaldehit düzeylerinin dağılımı (Ankara, 2001)**

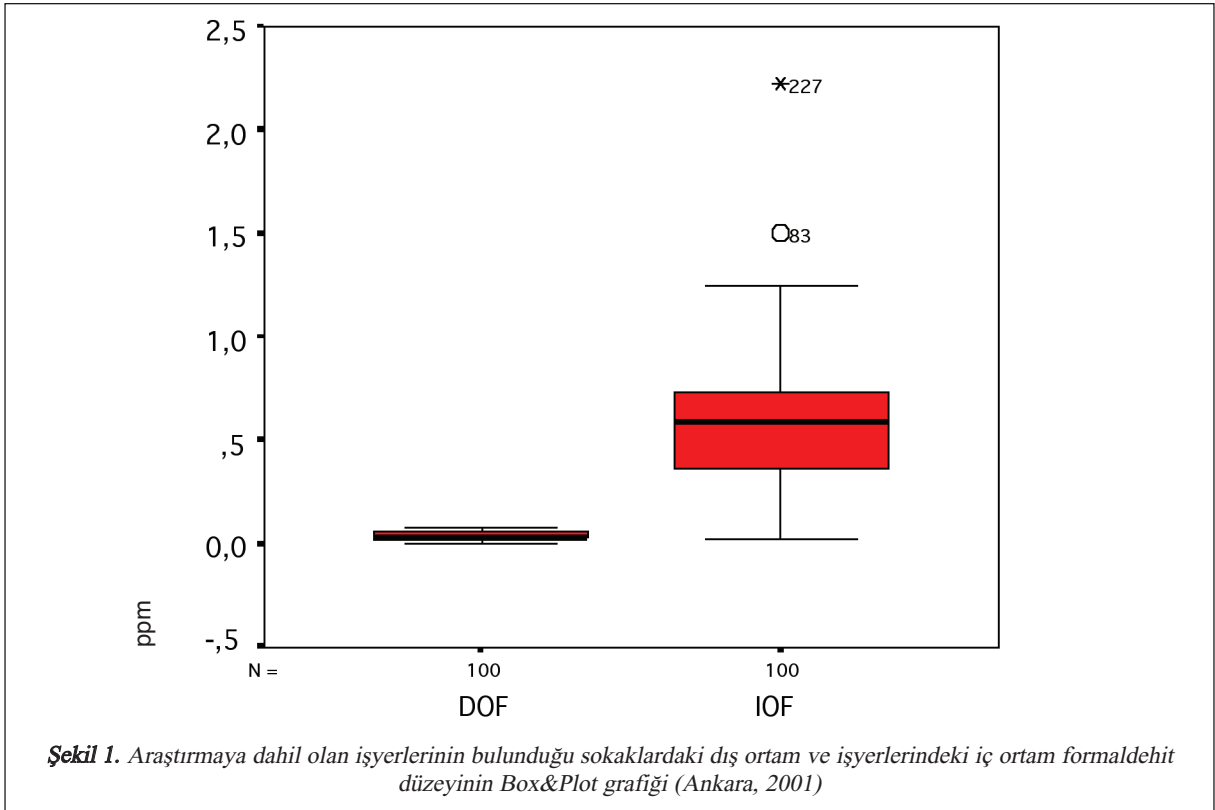
FORMALDEHİT DÜZEYİ		SAYI(%)
DIŞ ORTAM ppm	<0,02	11
	$\geq 0,02$	89
İÇORTAM ppm	<0,1*	2
	0,1-0,74	74
	$\geq 0,75^{**}$	24

N=100

\* Semptomların çıktığı düzey(6)

\*\* İş yerlerinde 8 saatlik izin verilen düzey(6).





İşyerlerinde araştırılan bazı özelliklerle işyeri formaldehit düzeyleri arasındaki ilişki değerlendirilmiştir.

İşyeri ile ilgili bazı özellikler		İç Ortam Formaldehit Düzeyi (ppm)				p	x <sup>2</sup>
		<0,75		≥ 0,75			
		Sayı	%*	Sayı	%*		
İşyerinin bulunduğu kat	Bodrum	13	17.1	10	41.7		
	Zemin ve üzeri	63	82.9	14	58.3	<0.01	6.2
Yakıt Tipi	Isınma yok	2	2.6	-	-		
	Talaş	49	64.5	22	91.7		
	Odun/kömür/Talaş	25	32.9	2	8.3	<0.05	6.6

N=100

\*Sütun yüzdesi verilmiştir.

İç ortam formaldehit düzeyi zemin ve üstündeki katlarda bulunan işyerlerinin %81.8'inde 8 saat süreyle çalışmaya izin verilen düzey olan 0.75 ppm'in altındadır.

Bodrum katlarının %56,5'inde formaldehit düzeyi 0.75 ppm'in altındadır. İşyerinin katı ile iç ortam formaldehit düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < 0,01$   $x^2 = 6.2$ ).

Yakıt tipi ile iç ortam formaldehit düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Isınma olmayan 2 işyerinde formaldehit düzeyin 0,75 ppm'in altındadır. Formaldehit düzeyi 0,75 ppm'in üzerinde olanların %91.7'sinde sadece talaş kullanılırken %8.3'ünde odun-kömür-talaş kullanılmaktadır. Yakıt tipi olarak sadece talaş kullanan işyerlerinde ölçülen formaldehit düzeyinin ortalaması  $0,64 \pm 0,04$

iken, odun+kömür+talaş kullanan işyerinde ölçülen formaldehit düzeyinin ortalaması  $0,45\pm 0,04$ 'dir ( $p<0.05$ ,  $F=4.05$ )

Binalardaki imalat yılı, günlük havalandırma saati, ölçüm sırasında havalandırma olup olmaması, kullanılan malzeme sayısı ve işyerinde sigara içilme durumu ile iç ortam formaldehit düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Ancak, iç ortam formaldehit düzeyi  $0.75$  ppm'in üzerinde olan işyerlerinin %91.7'sinde kullanılan malzeme sayısı 4'ün üzerindedir. Dört ve üzeri malzeme kullanılanların formaldehit düzeyi ortalaması  $0,59\pm 0,034$  iken, 4'ün altında malzeme kullananların formaldehit düzeyi ortalaması  $0,54\pm 0,075$ 'dir.

Bu işyerlerinde çalışan ve araştırmaya katılmayı kabul eden 229 işçinin %32.8'i 35-44 yaş arasında, %3.1'i de 17 yaşında ve daha küçüktür. 229 işçinin %69'u ilkököl mezunudur ve %0.4'ü okur yazar değildir. %19.2'si ortaokul, %0.4'ü de yüksek okul/üniversite mezunudur. Bu işkolunda çalışma süresine bakıldığında 229 işçinin %57.6'sı 15 yıl ve üzerindedir. %0.8'i de 1 yılın altındadır. Bu işçilerin bu işkolunda çalışma süreleri 0.5 yıl ile 40 yıl arasında değişmektedir. Çalışma sürelerinin ortalaması  $16\pm 9,4$  yıl olarak bulunmuştur. Araştırmaya dahil olan işyerlerinde çalışanların %100'ü erkektir.

Kronik hastalık tanısıyla iç ortam formaldehit düzeyi arasında istatistiksel olarak bir ilişki bulunmuştur. İç ortam formaldehit düzeyi  $0,75$  ppm'in üzerinde olan işyerinin %93'ünde çalışan işçilerin herhangi bir kronik hastalık tanısı yoktur.

**Tablo 4. Araştırmaya dahil olan iş yerlerinde çalışan 229 işçide görülen yakınmaların dağılımı (Ankara, 2001)**

GÖRÜLEN YAKINMALAR	Sayı	%
Göz Yaşarması	108	47,2
Boğaz Kuruluğu	75	32,8
Öksürük	64	27,9
Baş Ağrısı	48	21,0
Burun Akıntısı	46	20,1
Alerji	30	13,1
Dermatit	13	5,7

N=229

İşyerlerinde çalışan işçilerde baş ağrısı, göz yaşarması, boğaz kuruluğu, öksürük, alerji, dermatit görülme sıklığı incelendiğinde, işyeri formaldehit düzeyi ile bu semptomlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Burun akıntısı görülme sıklığıyla iç ortam formaldehit düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İç ortam formaldehit düzeyi  $0.75$  ppm'in üzerinde olan işyerlerinin %70.2'sinde burun akıntısı şikayeti yoktur.  $0.75$  ppm'in üzerinde olan işyerlerinin %56.1'inde göz yaşarması şikayeti vardır.

**Tablo 5. Araştırmaya dahil olan işyerlerinde ölçülen formaldehit düzeyine göre çalışan işçilerde görülen semptom sayılarının ortalamaları (Ankara, 2001)**

Semptom Sayısı	Formaldehit düzeyi (ppm)	
	X	Ss
0 (n=107)	$0,55\pm 0,03$	
1-3 (n=74)	$0,5688\pm 0,04$	
$\geq 4$ (n=48)	$0,70\pm 0,05$	
$F=4,2$ $p=0,016$		

N=229

**Tablo 3. Araştırmaya dahil olan işyerlerinde çalışan işçilerin doktor tarafından tanısı konmuş hastalıklarına göre iç ortamda ölçülen formaldehit düzeylerinin dağılımı (Ankara, 2001)**

Kronik Hastalık Tanısı	İç Ortam Formaldehit Düzeyi (ppm)		Toplam			
	<0,75	$\geq 0,75$	Sayı	%		
	Sayı	%				
Var	35	20.3	4	7.0	39	17.0
Yok	137	79.7	53	93.0	190	83.0

N = 229

\*Sütun yüzdesi verilmiştir.

$p<0,05$   $\chi^2 = 5,4$

Hiç semptomu olmayan işçilerin çalıştığı işyerlerindeki formaldehit düzeylerinin ortalaması  $0,55\pm 0,03$  iken 4 ve üzeri semptomu olanların çalıştığı işyerlerinin formaldehit düzeylerinin ortalaması  $0,70\pm 0,05$ 'dir.

İşyerlerinde çalışan 229 işçi-

nin %24.9'u OSHA'nın 8 saat için maruziyete izin verdiği düzey olan 0.75 ppm ve üzerindeki formaldehit seviyelerinde çalışmaktadır. İşyerlerinde 0,75 ppm'in üzerinde formaldehit seviyelerine maruz kalan işçilerin %43.9'u OSHA'nın izin verdiği sınır olan 8 saatin üzerinde çalışmaktadır. 229 işçinin %11'i 8 saat üzerinde ve 0,75 ppm ve üzerinde çalışmaktadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Ankara'daki Siteler Sanayi Bölgesinde 100 mobilya imalathanesinin %24'ünde formaldehit düzeyi 0.75 ppm'in üzerindedir.

Ankara'daki Siteler Sanayi bölgesinde 100 mobilya imalathanesinde çalışan toplam 57 işçi 0.75 ppm'in üzerinde formaldehit seviyelerine maruz kalmaktadır.

229 işçinin % 11'i 8 saatten fazla süre ile 0,75 ppm'in üzerinde formaldehit seviyelerine maruz kalmaktadır.

Ankara'daki Siteler Sanayi Bölgesinde 100 mobilya imalathanesinde formaldehit düzeyi yüksek olan iş yerlerinde işçilere formaldehit düzeylerinin düşürülmesi için daha etkin havalandırmanın sağlanmasına yönelik değişiklikler yapılması ve havalandırmanın önemi konusunda eğitim verilmesi uygun olacaktır. Araştırmanın yapıldığı işyerlerinde bu konuda eğitim yapılmıştır.

Formaldehit ortalaması yüksek olan yerlerde çalışanlarda gözlerde yaşarma, burun akıntısı vb semptomlar daha yüksektir, bu sebeple böyle bir çalışmanın daha fazla kişinin çalıştığı işyerlerinde tekrarlanması uygun olacaktır. Bu çalışma ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik kriz döneminde yapılmıştır, araştırma sırasında bu sebeple işyerlerinde çok daha az çalışıldığı ifade edilmiştir. Çalışmanın az olması formaldehit düzeylerinin düşük bulunmuş olmasına sebep olabileceğinden, bu çalışmaya benzer bir çalışmanın kriz döneminden sonra tekrarlanması ile daha doğru sonuçlara varılabileceği düşünülmektedir.

Anket soruları sorulduğu sırada işyeri sahibinin çalış-

şanların yanında bulunmaması çalışanların sorulara daha doğru cevap vermeleri açısından daha uygun olacaktır. Bu tip bir çalışmanın formaldehit düzeyinin yüksek çıkabileceği kuru temizlemecilerde ve tekstil sektöründe mobilya imalatının boya ve presleme yapan alt gruplarında da yapılması uygun olacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] VAİZOĞLU SA, Formaldehit, Hacettepe Toplum Hekimliği Bülteni, 19 (3), 13-6, 1998.
- [2] KUNUGITA N., Formaldehyde exposure and multiple chemical sensitivity, JJOEH, 25 (2)229-35, 2003.
- [3] ROSENSTOCK L., CULLEN M.R., Textbook of clinical occupational and environmental medicine, Elsevier Saunders, China, 2005.
- [4] PECKA L., WIGLUSZ R., MADEJA GRZYB A., Formaldehyde emissions from wooden products and office furniture, Roczniki Hig, 52(1), 59-54, 2001.
- [5] TANAKA K., NISHIYAMA K., YAGINUMA H., SASAKI A., et al., Formaldehyde exposure levels and exposure control measures during an anatomy dissecting course. Kiobogaku Zasshi, 78 (2), 53-51, 2003.
- [6] US Consumer Product Safety Commission. An update on formaldehyde. 1997.
- [7] States of California Air Resources Board - Research Division. Guidelines: Indoor Air Quality - Formaldehyde in the Home. <http://www.arb.ca.gov/research/indoor/formald.htm>. 2.9.2001.
- [8] Environmental Protection Agency. Environmental Hazards in the Home. <http://www.hsh.com/pamphlets/hazards.html> EPA, 2.9.2001.
- [9] DUEVA L.A., AVDEEVA I.A., ROMDAN L.S., Hygienic and immuno- allergologic aspects of the effects of formaldehyde and wood dust in furniture production, Med. Tr., Prom. Ecol, 11, 13-17, 1996.
- [10] TEMPLET J.T., HALL S., BELSITO D.V., Etiology of hand dermatitis among patients referred for patch testing, Dermatitis, 15 (1), 25-32, 2004.
- [11] EMRI G., SCHAFFER D., HELD B., HERBST C., ZIEGER V., et al, Low concentrations of

- formaldehyde induce DNA damage and delay in DNA repair after UV irradiation in human skin cells, *Exp dermatol*, 13 (5), 305-15, 2004.
- [12] ROY D.R., Histology and pathology laboratories. Chemical hazard prevention and medical/health surveillance, *AAOHN J.*, 47(5), 199-205, 1999.
- [13] VAİZOĞLU S.A., AYCAN S., DEVECİ M.A., ACER T., BULUT B., BAYRAKTAR U.D., AKYOLLU B., ÇELİK M., ARSLAN U., AK-PINAR F., BARIŞ Z., ARSLAN S., DENİZ A., EVCİ D., GÜLER Ç., Determining domestic formaldehyde levels in Ankara, Turkey. *Indoor and Built Environment*;12: 329-335, 2003.
- [14] VAİZOĞLU S.A., AYCAN S., AKIN L., KOÇDOR P., PAMUKÇU G., MUHSİNOĞLU O., ÖZER F., EVCİ D., GÜLER Ç., Determination of formaldehyde levels in 100 furniture workshops in Ankara, *Tohoku J. Exp. Med.*; 207: 157-163, 2005.