

Toz Partiküllerinin İç Mekân Hava Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi

Orkun ALPTEKİN¹, Gülser ÇELEBİ

8-4A

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Eskişehir

² Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Alanya

Özet: İç ortam hava kalitesini, çevre, kullanıcılar ve yapı malzemeleri etkilemektedir. Bu kaynaklardan farklı yapılarda ve türlerde kirleticiler yayılmaktadır. Havaya yayılan kirleticilere maruz kalan insanlarda çeşitli sağlık sorunları görülmektedir. Bu nedenle iç ortam havasında bulunan partikül ve gaz kaynaklarını incelemek önemli bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmada, iç hava kalitesi, iç hava kalitesini bozan kirleticiler ve iç hava kalitesinin sağlık ve verimlilik üzerine etkileri üzerinde durulmuştur. Dumlupınar Üniversitesi Sarı Konak, Rektörlük, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi (İ.İ.B.F). ve Merkezi Kafeterya binalarında yapılan ölçümlerle iç ortam havasında bulunan ince toz partiküllerin konsantrasyonları belirlenmiştir. Ölçüm sonuçlarının analizi sonucunda iç ortam hava kalitesini; yapı malzemelerinin, kullanıcı sayısının ve yapının kullanım şeklinin etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İç ortam hava kalitesi, partiküller, yapı malzemeleri

Consideration of The Effects of Dust Particulates on Indoor Air Quality

Abstract: Indoor air quality is affected by environment, users and construction materials. In different structures and varieties, pollutants are spread from these sources. People that exposed to pollutants spread to air have been suffering from variety health problems. For this reason, inspecting resources of particulates and gases in indoor air has become an important issue. In this study, indoor air quality, factors of indoor air pollutants, indoor air pollutants and effects of indoor air quality on health and productivity are discussed. Concentration of respirable particulates in indoor air are measured by the experiments made at Dumlupınar University, Sari Konak, Rectorate, Faculty of Economics and Administrative Sciences and Cafeteria buildings. On the consequence of measurement results analysis, it is seen that construction materials, users' numbers and using types of construction affect the indoor air quality.

Key Words: Indoor air quality, particulates, construction materials

e-mail: orkunalptekin@outlook.com, gulsercelebi@gmail.com

Giriş

Yapıların temel amacı; insanın gereksinimlerini yanıtlamak, insanoğlunun temel gereksinimi ise, yaşamını sağlıklı ve konforlu bir ortamda sürdürebilmesidir. Bu gereksinimi yapılar; fiziksel ve sosyal çevrelerinin özellikleri ile karşılar. Fiziksel iç çevredeki atmosferik özelliklerden en önemlisi yapı içi hava niteliğidir (Kotzias 2005, Akman 2005). Yapı içerisinde insanların barınma ve korunma gereksinimleri sağlanırken, ruh ve beden sağlıkları için uygun koşullar da oluşturulmalıdır (E.P.A. 2001). Bu koşullar sağlanmadığında ‘Binayla İlişkili Hastalıklar’, ‘Hasta Bina Sendromu’, ‘Kawasaki Sendromu’ ve ‘Kakosmi Sendromu’ adı verilen rahatsızlıklar ortaya çıkabilmektedir.

İç hava kalitesinde, çevresel etmenlerle birlikte, kullanılan yapı malzemelerinin de büyük önemi vardır. Özellikle teknolojinin gelişmesi sonucu elde edilen yapay malzemeler bünyelerinden yaydıkları gazlar ve tozlar sayesinde kirlilikte büyük pay sahibidirler. Dış ve iç kirleticiler nedeniyle yapı içindeki sağlıklı hava özelliğini kaybetmekte ve kullanıcılarda sağlık sorunları kısa veya uzun vadede ortaya çıkabilmektedir. Bu durum,

ortamdaki kirleticilerin türüne, özelliğine ve yoğunluğuna bağlı olduğu gibi, kullanıcıların bünyelerine göre de değişiklik gösterebilmektedir. İnsan sağlığına doğrudan ya da dolaylı etkilerinin yanı sıra çalışma verimini de etkilemesi açısından önemli olmaktadır. İç hava kalitesinin sağlık üzerindeki etkileri incelenirse ve havadaki kirleticilerin kaynakları bulunursa, önceden önlemler alınabilir. Sağlıklı bir iç hava kalitesi; içinde, bilinen kirleticilerin, zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların en az %80’ inin, havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği hava olarak tanımlanmaktadır (E.P.A. 1997) Ortam içerisindeki başlıca kirletici kaynakları, insan aktiviteleri, yapı malzemeleri, iç mekân donanımları, tesisatlar ve havalandırma sistemidir. Bu kaynaklardan yayılan kimyasallar ve uçucu organik bileşenler iç hava kalitesini etkileyerek kirlilik yaratmaktadırlar (Vural ve Balanlı 2005, Niu ve Burnett 2001, Akman et al. 2000, Assimakopoulos et al. 2004, Muhic ve Butala 2004, Gönüllü et al. 2002).

Uçucu organik bileşenlerden olan toz, partikül, büyüklüğü 100 mikrondan daha az olan havada asılı parçacıkların genel adıdır. Solunum yoluyla havada bulunan tozlar vücuda girerek akciğerlere kadar iletilirler. Toz partiküllere uzun süre maruz kalındığında, akciğer hastalıkları ve solunum yolları hastalıkları meydana gelir. Bazı tozlar temas sonucu alerjik sorunlar ve cilt hastalıklarının oluşmasına da neden olabilirler (Balanlı et al. 2006, Nevers 1995). Solunum yollarında toz veya başka yabancı cisimlerin akciğerlere girmesini önleyen koruyucu mekanizmalar bulunmaktadır. Bu sistem tarafından tutularak akciğerlere ulaşması engellenen çapı 10 mikrondan büyük olan tozlara 'toplam toz' adı verilir. Akciğerlere kadar ulaşabilen 10 mikronun altındaki tozlara da 'solunabilir toz' adı verilir. Solunabilir tozlar arasında da büyüklüğü 0,5–5 mikron arasında olan tozlar en büyük tehlikeyi oluştururlar. Çapı 0,5 mikrondan daha küçük olan tozlar ise alveol içinde havada asılı olarak kalırlar ve solunumla geri atılırlar (Gönüllü et al. 2002, Sivaslıgil 2007, Karakaş ve Güllü 2013, Alyüz ve Veli 2006, Vural, 2004).

Toz partikülleriyle ilgili 2004 yılında Assimakopoulos ve Helmis tarafından yapılan çalışmada, Atina Hava Trafik

Kontrol Kulesinde, farklı odalarda, koridorlarda ve dış ortamda yapılan ölçümlerde elde edilen partikül emisyonları Avrupa Birliğinde sınır değer olan $0,2 \text{ mg/m}^3$ değerinin altında çıkmıştır. Koridorlardaki değerler dış ortam havasındaki değerlerden yüksek, iç ortam havasındaki değerlerden de düşük çıkmaktadır (Assimakopoulos et al. 2004). Guo ve arkadaşları ise 2003 yılında yeni inşa edilmiş bir yapıda düşük emisyonlara sahip malzemeler ve mobilyalar kullanarak farklı mekânlar oluşturmuşlardır. Yapılan ölçümlerde iç ortam havasındaki toplam partikül konsantrasyon değerleri ortalama 0.043 mg/m^3 çıkmıştır. Ölçümler sonucunda elde edilen değerler İskandinav ülkelerinde verilen sınır değerlerin çok altında çıkmaktadır (Guo et al. 2003). Türkiye'de de Gönüllü ve arkadaşları YTÜ Şevket Sabancı Kütüphane Binasında iç ortam havasındaki toplam ve ince partikül konsantrasyonları ile toplam bakteri ve mantar sayılarını ölçmüşlerdir. Kütüphanedeki partikül düzeyleri standartların altında kalmaktadır. Partikül düzeyinin katlardaki insan sayısına ve kat yüksekliğine bağlı olarak değiştiği belirtilmektedir. Kütüphanedeki birimlerde partikül ve bakteri düzeylerinin

düşürülmesi için gerekli iç mekân zemin düzenleme çalışmalarının yapılması gerektiği tespit edilmiştir (Gönüllü et al. 2002). Bulut tarafından 2008 yılında doğal havalandırılmalı ve merkezi kaloriferli bir konutta yapılan iç hava kalitesi ölçümlerinde partikül madde konsantrasyonlarının standartlarda verilen sınır değerlerden genellikle daha büyük çıktığı belirlenmiştir. Oturma odasındaki faaliyetlerden dolayı iç hava kalitesi parametrelerinin, misafir odasındakine göre daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir (Bulut 2007).

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, geleneksel konuta örnek teşkil eden ahşap konstrüksiyona sahip bir yapı ile betonarme konstrüksiyona sahip binalarda iç ve dış ortam havasındaki ince toz partiküllerin konsantrasyonlarının ölçümleri yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı; deneysel yöntemle iç hava kalitesinde yapı malzemelerinin, donanımların ve işlevin etkilerini, çalışmanın sonuç bölümünde ölçümlerle ilgili yorumlarda dikkate alınarak ortaya çıkarmaktır. Deneyde geleneksel konut yapı mimarisine bir örnek teşkil eden Sarı Konak ve Dumlupınar Üniversitesi Rektörlük, Merkezi Kafeterya ve İşletme ve İktisadi İdari Bilimler Fakültesi

binalarında ölçümler yapılmıştır. Bu binaların seçilmesindeki amaç farklı yapı malzemelerini bir arada barındırmaları ve farklı işlevlerle kullanılmalarıdır. Bu ölçümler sonucunda iç ve dış ortam havasındaki ince toz partiküllerin konsantrasyonlarının tayini ve kıyaslanması çalışması yapılmıştır. Seçilen yapılarda, farklı bir bitirme malzemesi kullanıldığında ortamdaki solunabilir toz partikül emisyonunun nasıl bir değişim gösterdiği ve malzemenin yapı içi hava kalitesinde nasıl bir etkisinin olduğu tespit edilmek istenmektedir. Sarı Konak binasının seçilmesindeki amaç, ölçüm yapılan diğer binalardan kullanılan yapı malzemeleri açısından farklı özelliklere sahip olmasıdır. Sarı Konak, Rektörlük, İ.İ.B.F. ve Merkezi Kafeterya binalarında ölçümler katlar arasında değerlendirilmektedir. Ölçüm yapılan binalarda işlev ve malzeme açısından benzerlik gösteren yapılar olan Rektörlük ve İ.İ.B.F. binaları birbirleri arasında da kıyaslanmaktadır. İç hava kalitesinde, iç mekân donanımları da etkili olmakla birlikte bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur. Büro mekânlarında kullanıcıların kişisel özelliklerinin ve bireysel aktivitelerinin farklılıkları

nedeniyle, ölçümler yapılarda sirkülasyon alanlarında gerçekleştirilmiştir.

Partikül konsantrasyonunun ölçümü için, bilgilerin elektronik kayıtlarla direkt ve sürekli edinimini sağlayan, havadan taşınan partiküllerin konsantrasyonunu ölçmek için geliştirilmiş olan, pasif hava numuneleri ile çalışan PDR-1000 AN modeli MIE Personel Data Ram toz konsantrasyonu ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçüm cihazı 0,001-400 mg/m³ konsantrasyon ölçme aralığında çalışan optik ve elektronik bir alettir. Partikül boyutlandırma aralığı 1-10 µm'dir. Ölçümler, yapıların sirkülasyon alanlarında kişi ağız seviyesinden yapılarak partikül miktarları belirlenmiştir. Boyutları 10 µm' den daha küçük olan, akciğerlere ulaşması ve yerleşmesi daha kolay olan solunabilir toz partikül ölçümleri iki saatlik zaman dilimlerinde gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm öncesinde cihazda kalibrasyon ayarları yapılmıştır.

Ölçümler her yapı için üç kez tekrarlanmıştır. Burada binalarda yapılan toz ölçümü sonuçlarının istatistiksel analizi SPSS paket programında yapılmıştır. Öncelikli olarak binalar arasındaki karşılaştırmalar yapılmıştır. Ardından binalar, katlar arası ve dış ortam ölçümleriyle değerlendirilmiştir. Her bir binaya ait toz ölçüm miktarlarının ortalaması, standart sapması ve %95 güven aralığında ortalama toz değerlerinin alt ve üst sınırları vb. betimleyici istatistikleri çizelgelerde gösterilmiştir. Yapılan deney içerisinde tekrarlayan ölçümler bulunduğu için dolayı Anova testi kullanılmıştır. Anova testine göre $p < 0,01$ olduğundan binalarda yapılan deney ölçümlerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar da Tukey Post Hoc testi ile yapılmıştır. Binalarda kullanılan malzemeler ve kullanıcı sayıları Tablo 1.'de görülmektedir.

Tablo 1. Binalarda malzeme kullanımı, işlev ve kullanıcı sayıları

Binalar	Katlar	Kaplama Malzemeleri			İşlev	Kullanıcı Sayısı (2 saat süreli)
		Döşeme	Tavan	Duvar		
Sarı Konak	Zemin Kat	Ahşap Parke	Ahşap	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Konuk Evi	4-5-6
	1. Kat	Ahşap Parke	Ahşap	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Konuk Evi	3-5-4
	2. Kat	Ahşap Parke	Ahşap	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Konuk Evi	2-3-2
Rektörlük	Zemin Kat	Granit	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Büro	24-36-38
	1. Kat	Granit	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Büro	18-30-34
	2. Kat	Granit	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Büro	10-16-14
	3. Kat	Granit	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Büro	10-10-11
	Bodrum Kat	Beton Şap	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Atölye	11-16-15
İ.İ.B.F.	Zemin Kat	Mermer	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Amfi	49-52-52
	1. Kat	Mermer	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Amfi	42-34-40
	2. Kat	Mermer	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Büro	18-21-24
	Bodrum Kat	Mermer	Beton Üzeri Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Kantin	58-64-70
Merkezi Kafeterya	Zemin Kat	Mermer	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Kantin	34-28-32
	Bodrum Kat	Mermer	Beton Üzeri Boya	Alçı Sıva Üzeri Plastik Boya	Kantin	96-92-98

Bulgular

Binalarda yapılan ve iç ortam hava kalitesine ait ölçüm sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 2. Sarı Konak'ta yapılan ölçüm sonuçları

Ölçüm Yeri	Ölçüm Tarihi	Ölçüm Saati	Ortam Sıcaklığı (C)	Ortalama Kişi Sayısı	Toplam Toz (mg/m ³)	Nem (%)	Hava Durumu
Zemin Kat	23.10.06	08.00 – 10.00	19	4	0.635	44	Güneşli sıcak
	13.11.06	08.00 – 10.00	17	5	0.695	47	Yağışlı
	27.11.06	08.00 – 10.00	20	6	0.728	43	Parçalı bulutlu
1. Kat	23.10.06	10.30 -12.30	20	3	0.626	44	Güneşli sıcak
	13.11.06	10.30 -12.30	18	5	0.648	47	Yağışlı
	27.11.06	10.30 -12.30	20	4	0.690	43	Parçalı bulutlu
2. Kat	23.10.06	13.00 -15.00	20	2	0.572	44	Güneşli sıcak
	13.11.06	13.00 – 15.00	18	3	0.619	46	Parçalı bulutlu
	27.11.06	13.00 – 15.00	21	2	0.650	43	Parçalı bulutlu
Bina Dışı	23.10.06	15.30 -17.30	20	10	0.084	44	Güneşli sıcak
	13.11.06	15.30 – 17.30	12	11	0.096	46	Parçalı bulutlu
	27.11.06	15.30 – 17.30	7	7	0.124	43	Parçalı bulutlu

Tablo 3. Rektörlük binasında yapılan ölçüm sonuçları

Ölçüm Yeri	Ölçüm Tarihi	Ölçüm Saati	Ortam Sıc. (C)	Ort. Kişi Sayısı	Toplam Toz (mg/m ³)	Nem (%)	Hava Durumu
Zemin Kat	24.10.06	08.00 – 10.00	22	24	0.049	44	Güneşli Sıcak
	14.11.06	08.00 – 10.00	20	36	0.104	39	Güneşli Sıcak
	28.11.06	08.00 – 10.00	22	38	0.098	37	Sisli
1. Kat	24.10.06	10.30 -12.30	21	18	0.048	44	Güneşli Sıcak
	14.11.06	10.30 -12.30	21	30	0.078	39	Güneşli Sıcak
	28.11.06	10.30 -12.30	21	34	0.080	37	Sisli
2. Kat	24.10.06	13.00 – 15.00	21	10	0.042	44	Güneşli Sıcak
	14.11.06	15.00 – 17.00	21	16	0.062	39	Güneşli Sıcak
	28.11.06	13.00 – 15.00	21	14	0.073	37	Güneşli Sıcak
3. Kat	24.10.06	15.30 – 17.30	22	10	0.040	44	Güneşli Sıcak
	15.11.06	8.30 – 10.30	21	10	0.061	41	Parçalı Bulutlu
	28.11.06	15.30 – 17.30	22	11	0.065	37	Güneşli Sıcak
Bodrum Kat	25.10.06	10.30 – 12.30	20	11	0.245	47	Güneşli Sıcak
	15.11.06	10.45 – 12.45	18	16	0.475	41	Parçalı Bulutlu
	29.11.06	10.00 – 12.00	15	15	0.482	37	Sisli
Bina Dışı	25.10.06	15.30 – 17.30	20	22	0.068	45	Güneşli Sıcak
	15.11.06	15.15 – 17.15	11	14	0.079	41	Parçalı Bulutlu
	29.11.06	15.10 – 17.10	6	21	0.085	37	Güneşli Sıcak

Tablo 4. İ.İ.B.F. binasında yapılan ölçüm sonuçları

Ölçüm Yeri	Ölçüm Tarihi	Ölçüm Saati	Ortam Sıc. (C)	Ort. Kişi Sayısı	Toplam Toz (mg/m ³)	Nem (%)	Hava Durumu
Zemin Kat	27.10.06	08.00 – 10.00	22	49	0.206	44	Güneşli Sıcak
	17.11.06	08.00 – 10.00	22	52	0.218	44	Güneşli Sıcak
	01.12.06	08.00 – 10.00	22	52	0.222	44	Güneşli sıcak
1. Kat	27.10.06	10.30 -12.30	21	42	0.187	44	Güneşli Sıcak
	17.11.06	10.30 -12.30	21	34	0.198	44	Güneşli Sıcak
	01.12.06	10.30 -12.30	21	40	0.210	44	Güneşli Sıcak
2. Kat	27.10.06	13.00 – 15.00	21	18	0.085	44	Güneşli Sıcak
	17.11.06	13.00 – 15.00	21	21	0.084	44	Güneşli Sıcak
	01.12.06	13.00 – 15.00	21	24	0.092	44	Güneşli Sıcak
Bodrum Kat	28.10.06	10.30 – 12.30	20	58	0.545	47	Parçalı Bulutlu
	20.11.06	10.30 – 12.30	20	64	0.715	47	Güneşli Sıcak
	04.12.06	10.30 – 12.30	20	70	0.634	47	Güneşli Sıcak
Bina Dışı	28.10.06	15.30 – 17.30	19	7	0.068	45	Parçalı Bulutlu
	20.11.06	15.30 – 17.30	10	7	0.087	45	Güneşli Sıcak
	04.12.06	15.30 – 17.30	6	7	0.104	45	Güneşli Sıcak

Tablo 5. Kafeterya binasında yapılan ölçüm sonuçları

Ölçüm Yeri	Ölçüm Tarihi	Ölçüm Saati	Ortam Sıc. (C)	Ortalama Kişi Sayısı	Toplam Toz (mg/m ³)	Nem (%)	Hava Durumu
Zemin Kat	26.10.06	12.00 – 13.00	22	24	0.134	35	Güneşli Sıcak
	16.11.06	12.00 – 13.00	22	28	0.130	39	Parçalı Bulutlu
	30.11.06	12.00 – 13.00	22	32	0.156	37	Parçalı Bulutlu
Bodrum Kat	26.10.06	13.15 -15.15	21	96	0.241	35	Güneşli Sıcak
	16.11.06	13.15 -15.15	21	92	0.245	39	Parçalı Bulutlu
	30.11.06	13.15 -15.15	21	98	0.252	37	Parçalı Bulutlu
Bina Dışı	26.10.06	15.30.-17.30	18	121	0.082	35	Güneşli Sıcak
	16.11.06	15.30.-17.30	10	108	0.084	39	Parçalı Bulutlu
	30.11.06	15.30.-17.30	6	86	0.096	37	Güneşli Sıcak

3.1. Toz Ölçüm Değerlerinin İstatistiksel Analizi

Burada binalarda yapılan toz ölçümü deney sonuçlarının istatistiksel analizi SPSS paket programında yapılmıştır. Öncelikli olarak binalar arasındaki karşılaştırmalar

yapılmıştır. Ardından binalar, katlar arası ve dış ortam ölçümleriyle değerlendirilmiştir. Her bir binaya ait toz ölçüm miktarlarının ortalaması, standart

sapması ve %95 güven aralığında ortalama betimleyici istatistikleri aşağıdaki toz değerlerinin alt ve üst sınırları vb. tablolarda gösterilmektedir.

Tablo 6. Sarı Konak, Rektörlük, İ.İ.B.F. ve kafeterya binalarında toz ölçümlerinin betimleyici istatistikleri

Değerler	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamanın 95% Güven Aralığı		Min.	Maks.
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Sarı Konak	12	.513917	.2521332	.0727846	.353719	.674114	.0840	.7280
Rektörlük	18	.124111	.1365309	.0321806	.056216	.192006	.0400	.4820
İ.İ.B.F.	9	.157778	.0704925	.0234975	.103592	.211963	.0820	.2520
Kafeterya	15	.243667	.2109291	.0544617	.126858	.360475	.0680	.7150
Toplam	54	.249556	.2329883	.0317057	.185962	.313149	.0400	.7280

Yapılan deney içerisinde tekrarlayan ölçümler bulunduğu için dolayı Anova testi kullanılmıştır. Anova testine göre $p < 0,01$ olduğundan binalarda yapılan deney ölçümlerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Tablo 7. Tek yönlü varyans analizi

ANOVA	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Gruplar Arası	1.198	3	.399	11.896	.000
Gruplar İçi	1.679	50	.034		
Toplam	2.877	53			

İkili karşılaştırmalar Tukey Post Hoc testi ile yapılmıştır. Yapılan tek yönlü varyans analizine göre geleneksel bir yapı olan Sarı Konak toz ölçüm ortalaması ile Rektörlük, Kafeterya ve İ.İ.B.F. binalarındaki toz ölçüm ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır. Sarı konak ile diğer binalar arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda $p < 0,05$

olduğundan Sarı Konak'ın diğer binalarla olan toz ölçüm ortalamaları farkının %95 güven aralığında anlamlı olduğu görülmüştür. Rektörlük, İ.İ.B.F. ve Kafeterya binalarında kendi aralarındaki karşılaştırmalarda toz ölçüm ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir.

**Tablo 8. Sarı Konak, Rektörlük, İ.İ.B.F. ve kafeterya binalarının
toz ölçümlerinin ikili karşılaştırılması**

Çoklu Karşılaştırmalar						
(I) Bina	(J) Bina	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık Düzeyi	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Sarı Konak	Rektörlük	.3898056*	.0682887	.000	.208322	.571289
	Kafeterya	.3561389*	.0808003	.000	.141405	.570873
	İ.İ.B.F.	.2702500*	.0709677	.002	.081647	.458853
Rektörlük	Sarı Konak	-.3898056*	.0682887	.000	-.571289	-.208322
	Kafeterya	-.0336667	.0748065	.969	-.232471	.165138
	İ.İ.B.F.	-.1195556	.0640605	.256	-.289802	.050691
Kafeterya	Sarı Konak	-.3561389*	.0808003	.000	-.570873	-.141405
	Rektörlük	.0336667	.0748065	.969	-.165138	.232471
	İ.İ.B.F.	-.0858889	.0772598	.684	-.291214	.119436
İ.İ.B.F.	Sarı Konak	-.2702500*	.0709677	.002	-.458853	-.081647
	Rektörlük	.1195556	.0640605	.256	-.050691	.289802
	Kafeterya	.0858889	.0772598	.684	-.119436	.291214

*. Ortalama farkı %5 düzeyinde anlamlıdır. Bağımlı Değişken: değerler Tukey HSD

**Tablo 9. Sarı Konak, Rektörlük, İ.İ.B.F. ve kafeterya binalarının,
bina içi ve dışı toz ölçüm ortalamalarına ait betimleyici istatistikler**

Yer	Bina	Ortalama	Standart Sapma	N (Gözlem Değeri)
Bina dışı	Sarı Konak	.101333	.0205264	3
	Rektörlük	.077333	.0086217	3
	Kafeterya	.087333	.0075719	3
	İ.İ.B.F.	.086333	.0180093	3
	Total	.088083	.0154888	12
Bina içi	Sarı Konak	.651444	.0468244	9
	Rektörlük	.133467	.1485323	15
	Kafeterya	.193000	.0588354	6
	İ.İ.B.F.	.283000	.2193793	12
	Total	.295690	.2455514	42
Toplam	Sarı Konak	.513917	.2521332	12
	Rektörlük	.124111	.1365309	18
	Kafeterya	.157778	.0704925	9
	İ.İ.B.F.	.243667	.2109291	15
	Total	.249556	.2329883	54

Sarı Konak binasının her bir katı ve bina dışına ait toz ölçüm ortalamalarının betimleyici istatistikleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 10. Sarı Konak binasının her katındaki ve bina dışındaki toz ölçüm değerlerine ait betimleyici istatistikler

Sarı Konak	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamanın 95% Güven Aralığı		Min.	Maks.
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Zemin Kat	3	.686000	.0471487	.0272213	.568876	.803124	.6350	.7280
1. Kat	3	.654667	.0325167	.0187735	.573891	.735443	.6260	.6900
2. Kat	3	.613667	.0392726	.0226740	.516108	.711225	.5720	.6500
Bina Dışı	3	.101333	.0205264	.0118509	.050343	.152324	.0840	.1240
Toplam	12	.513917	.2521332	.0727846	.353719	.674114	.0840	.7280

Tablo 11. Sarı Konak tek yönlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama kare	F	Anlamlılık
Gruplar Arası	.689	3	.230	175.132	.000
Gruplar İçi	.010	8	.001		
Toplam	.699	11			

Tablo 12’de görüldüğü gibi Sarı Konak binasındaki katlar ile bina dışı toz ölçüm ortalamalarının ikili karşılaştırılması sonucunda bina içerisindeki katların toz ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır. Bina dışı toz ölçüm ortalaması ile katlar arasındaki toz ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.

Tablo 12. Sarı Konak’ta toz ölçümlerinin ikili karşılaştırılması

Çoklu Karşılaştırmalar						
(I) Katlar	(J) Katlar	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık Düzeyi	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Zemin Kat	1. Kat	.0313333	.0295635	.722	-.0633339	.126006
	2. Kat	.0723333	.0295635	.145	-.022339	.167006
	Bina Dışı	.5846667*	.0295635	.000	.489994	.679339
1. Kat	Zemin Kat	-.0313333	.0295635	.722	-.126006	.063339
	2. Kat	.0410000	.0295635	.540	-.053673	.135673
	Bina Dışı	.5533333*	.0295635	.000	.458661	.648006
2. Kat	Zemin Kat	-.0723333	.0295635	.145	-.167006	.022339
	1. Kat	-.0410000	.0295635	.540	-.135673	.053673
	Bina Dışı	.5123333*	.0295635	.000	.417661	.607006
Bina Dışı	Zemin Kat	-.5846667*	.0295635	.000	-.679339	-.489994
	1. Kat	-.5533333*	.0295635	.000	-.648006	-.458661
	2. Kat	-.5123333*	.0295635	.000	-.607006	-.417661

*. Ortalama farkı %5 düzeyinde anlamlıdır.

Rektörlük binasının her bir katı ve bina dışına ait toz ölçüm ortalamalarının betimleyici istatistikleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Tablo 13. Rektörlük binası betimleyici istatistikleri

Rektörlük	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamanın 95% Güven Aralığı		Min.	Maks.
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Zemin Kat	3	.083667	.0301717	.0174197	.008716	.158617	.0490	.1040
1. Kat	3	.068667	.0179258	.0103494	.024137	.113197	.0480	.0800
2. Kat	3	.059000	.0157162	.0090738	.019959	.098041	.0420	.0730
3. Kat	3	.055333	.0134288	.0077531	.021974	.088692	.0400	.0650
Bodrum Kat	3	.400667	.1348567	.0778596	.065664	.735669	.2450	.4820
Bina Dışı	3	.077333	.0086217	.0049777	.055916	.098751	.0680	.0850
Toplam	18	.124111	.1365309	.0321806	.056216	.192006	.0400	.4820

Tablo 14. Rektörlük binası tek yönlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama kare	F	Anlamlılık
Gruplar Arası	.277	5	.055	16.690	.000
Gruplar İçi	.040	12	.003		
Toplam	.317	17			

Çizelge 15. Rektörlük binası toz ölçümlerinin ikili karşılaştırılması

Çoklu Karşılaştırmalar						
(I) Katlar	(J) Katlar	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık Düzeyi	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Zemin Kat	1. Kat	.0150000	.0470457	.999	-.143023	.173023
	2. Kat	.0246667	.0470457	.994	-.133356	.182689
	3. Kat	.0283333	.0470457	.989	-.129689	.186356
	Bodrum Kat	-.3170000*	.0470457	.000	-.475023	-.158977
	Bina Dışı	.0063333	.0470457	1.000	-.151689	.164356
1. Kat	Zemin Kat	-.0150000	.0470457	.999	-.173023	.143023
	2. Kat	.0096667	.0470457	1.000	-.148356	.167689
	3. Kat	.0133333	.0470457	1.000	-.144689	.171356
	Bodrum Kat	-.3320000*	.0470457	.000	-.490023	-.173977
	Bina Dışı	-.0086667	.0470457	1.000	-.166689	.149356
2. Kat	Zemin Kat	-.0246667	.0470457	.994	-.182689	.133356
	1. Kat	-.0096667	.0470457	1.000	-.167689	.148356
	3. Kat	.0036667	.0470457	1.000	-.154356	.161689
	Bodrum Kat	-.3416667*	.0470457	.000	-.499689	-.183644
	Bina Dışı	-.0183333	.0470457	.999	-.176356	.139689
3. Kat	Zemin Kat	-.0283333	.0470457	.989	-.186356	.129689
	1. Kat	-.0133333	.0470457	1.000	-.171356	.144689
	2. Kat	-.0036667	.0470457	1.000	-.161689	.154356

	Bodrum Kat	-.3453333*	.0470457	.000	-.503356	-.187311
	Bina Dışı	-.0220000	.0470457	.996	-.180023	.136023
Bodrum Kat	Zemin Kat	.3170000*	.0470457	.000	.158977	.475023
	1. Kat	.3320000*	.0470457	.000	.173977	.490023
	2. Kat	.3416667*	.0470457	.000	.183644	.499689
	3. Kat	.3453333*	.0470457	.000	.187311	.503356
	Bina Dışı	.3233333*	.0470457	.000	.165311	.481356
Bina Dışı	Zemin Kat	-.0063333	.0470457	1.000	-.164356	.151689
	1. Kat	.0086667	.0470457	1.000	-.149356	.166689
	2. Kat	.0183333	.0470457	.999	-.139689	.176356
	3. Kat	.0220000	.0470457	.996	-.136023	.180023
	Bodrum Kat	-.3233333*	.0470457	.000	-.481356	-.165311
*. Ortalama farkı %5 düzeyinde anlamlıdır.						

Tukey Post Hoc testine göre Rektörlük binasındaki katlar ve bina dışı toz ölçüm ortalamalarının ikili karşılaştırmaları sonucunda bodrum kat ile diğer katlar ve bina dışı toz ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar görülmektedir. Bodrum kat dışındaki diğer katların toz ölçüm

ortalamaları arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

İ.İ.B.F. binasının her bir katı ve bina dışına ait toz ölçüm ortalamalarının betimleyici istatistikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 16. İ.İ.B.F. binasının betimleyici istatistikleri

İ.İ.B.F.	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamanın 95% Güven Aralığı		Min.	Maks.
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Zemin Kat	3	.215333	.0083267	.0048074	.194649	.236018	.2060	.2220
1. Kat	3	.198333	.0115036	.0066416	.169757	.226910	.1870	.2100
2. Kat	3	.087000	.0043589	.0025166	.076172	.097828	.0840	.0920
Bodrum Kat	3	.631333	.0850314	.0490929	.420104	.842563	.5450	.7150
Bina Dışı	3	.086333	.0180093	.0103976	.041596	.131071	.0680	.1040
Toplam	15	.243667	.2109291	.0544617	.126858	.360475	.0680	.7150

Tablo 17. İ.İ.B.F. binasının tek yönlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama kare	F	Anlamlılık
Gruplar Arası	.607	4	.152	97.636	.000
Gruplar İçi	.016	10	.002		
Toplam	.623	14			

Zemin katın toz ölçüm ortalaması ile ikinci katın, bodrum katın ve bina dışının toz ölçüm ortalamaları arasında %5 anlamlılık düzeyinde farklılıklar bulunmuştur. Zemin kat ve birinci kat ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır.

Tablo 18. İ.İ.B.F. binasının toz ölçümlerinin ikili karşılaştırılması

Çoklu Karşılaştırmalar						
(I) Katlar	(J) Katlar	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık Düzeyi	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Zemin Kat	1. Kat	.0170000	.0321980	.982	-.088966	.122966
	2. Kat	.1283333*	.0321980	.017	.022367	.234300
	Bodrum Kat	-.4160000*	.0321980	.000	-.521966	-.310034
	Bina Dışı	.1290000*	.0321980	.017	.023034	.234966
1. Kat	Zemin Kat	-.0170000	.0321980	.982	-.122966	.088966
	2. Kat	.1113333*	.0321980	.039	.005367	.217300
	Bodrum Kat	-.4330000*	.0321980	.000	-.538966	-.327034
2. Kat	Bina Dışı	.1120000*	.0321980	.037	.006034	.217966
	Zemin Kat	-.1283333*	.0321980	.017	-.234300	-.022367
	1. Kat	-.1113333*	.0321980	.039	-.217300	-.005367
	Bodrum Kat	-.5443333*	.0321980	.000	-.650300	-.438367
Bodrum Kat	Bina Dışı	.0006667	.0321980	1.000	-.105300	.106633
	Zemin Kat	.4160000*	.0321980	.000	.310034	.521966
	1. Kat	.4330000*	.0321980	.000	.327034	.538966
	2. Kat	.5443333*	.0321980	.000	.438367	.650300
Bina Dışı	Bina Dışı	.5450000*	.0321980	.000	.439034	.650966
	Zemin Kat	-.1290000*	.0321980	.017	-.234966	-.023034
	1. Kat	-.1120000*	.0321980	.037	-.217966	-.006034
	2. Kat	-.0006667	.0321980	1.000	-.106633	.105300
	Bodrum Kat	-.5450000*	.0321980	.000	-.650966	-.439034

*. Ortalama farkı %5 düzeyinde anlamlıdır.

Merkezi kafeterya binasının her bir katı ve bina dışına ait toz ölçüm ortalamalarının betimleyici istatistikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 19. Kafeterya binasının betimleyici istatistikleri

	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamanın 95% Güven Aralığı		Min.	Maks.
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Zemin kat	3	.140000	.0140000	.0080829	.105222	.174778	.1300	.1560
Bodrum kat	3	.246000	.0055678	.0032146	.232169	.259831	.2410	.2520
Bina dışı	3	.087333	.0075719	.0043716	.068524	.106143	.0820	.0960
Toplam	9	.157778	.0704925	.0234975	.103592	.211963	.0820	.2520

Tablo 20. Kafeterya binasının tek yönlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama kare	F	Anlamlılık
Gruplar Arası	.039	2	.020	206.720	.000
Gruplar İçi	.001	6	.000		
Toplam	.040	8			

Tablo 21. Kafeterya binasının toz ölçümlerinin ikili karşılaştırılması

Çoklu Karşılaştırmalar						
(I) Katlar	(J) Katlar	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık Düzeyi	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Zemin Kat	Bodrum Kat	-.1060000*	.0079489	.000	-.130389	-.081611
	Bina Dışı	.0526667*	.0079489	.001	.028272	.077056
Bodrum Kat	Zemin Kat	.1060000*	.0079489	.000	.081611	.130389
	Bina Dışı	.1586667*	.0079489	.000	.134272	.183056
Bina Dışı	Zemin Kat	-.0526667*	.0079489	.001	-.077056	-.028277
	Bodrum Kat	-.1586667*	.0079489	.000	-.183056	-.134277

*. Ortalama farkı %5 düzeyinde anlamlıdır.

Kafeteryanın her bir katı (zemin kat, bodrum kat) ve bina dışı toz ölçüm ortalamalarının ikili karşılaştırmalarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Tartışma

Çalışmada ölçülen iç ortam havasındaki partiküller ile ilgili olarak ülkemizde herhangi bir sınırlama bulunmamaktadır.

Sadece Hava Korunması Yönetmeliğinde dış ortamda 10 mikrondan küçük partiküller için alt, üst ve limit değerleri

verilmiştir. Alt değerlendirme eşiği 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, üst değerlendirme eşik değeri 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, limit değeri ise 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ verilmiştir (H.K.D.Y.Y., 2008). Environmental Protection Agency (EPA) tarafından öngörülen değerlerde ise 10 mikrondan küçük partiküller için alt değerlendirme eşiği 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, üst değerlendirme eşik değeri 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, limit değeri ise 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak kabul edilmektedir (E.P.A., 2011b). Ölçüm sonuçlarını incelediğimizde, ölçümlerin tamamında iç ortam havasındaki partikül konsantrasyonuyla, dış ortam havasındaki partikül konsantrasyonları arasında büyük farklılıklar görülmektedir. İç ortam havasındaki kirlilik oranları, dış ortam havasındaki kirlilik oranlarına göre daha yüksek değerlerde çıkmıştır. İç mekânlarda kullanılan malzemelerin, iç mekân donanımlarının, kullanıcı sayılarının ve eylemlerin, ortamda biriken toz miktarının artmasına neden olduğu görülmektedir. Ölçüm yapılan binalarda aynı temizlik malzemeleri ve aynı temizleme metodu kullanılmaktadır. Temizlik zamanları da her binada sabah ve öğlen mesai saatlerinden önce gerçekleşmektedir. Bu çalışmada, ölçümlerin analizinde temizlik faktörü göz ardı edilmektedir. Dumlupınar

Üniversitesi binalarında yapılan iç ortam hava partikül ölçümlerini incelediğimizde, en sağlıksız ortam havasına Sarı Konak binasının sahip olduğu görülmektedir. Sarı Konak içinde yapılan ölçümlerde partikül konsantrasyon oranının yüksek olmasının nedeni kullanılan yapı malzemelerinin ve iç mekân donanımlarının toz tutucu ve yayıcı özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ahşap yapının iç ortam havasının daha sağlıklı olması beklenirken, kullanılan ahşap parkenin üzerinde ve birleşim yerlerinde tozu biriktirmesi, kötü kullanım sonucunda üzerindeki kaplamaların aşınması yapı içi hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Konakta yapılan üç ölçümün sonucunda da yönetmelikte ve standartta belirtilen sınır değerini aştığı görülmektedir. Yapının sağlık sorunlarına neden olmaması için düzenli havalandırılması gerekmektedir.

Yapılan ölçümler sonucunda en sağlıklı iç ortam havası, Rektörlük binasında tespit edilmiştir. Kullanılan malzemelerin toz tutmaması ve yapıda düzenli olarak doğal ve yapay havalandırmanın yapılması iç ortamdaki partikül konsantrasyon değerlerinin düşük kalmasına neden olmaktadır. Sadece bodrum katta zeminde beton şap olarak bırakılan bitirme

malzemesinin kullanım sürecinde aşınarak parçacıklara ayrılması ve bünyesinde meydana gelen çatlaklarda solunabilir toz partikülleri barındırması nedeniyle iç ortam havasında kirlilik tespit edilmiştir. Sadece bodrum katta zemin kaplama malzemesi değiştirilerek ve havalandırma artırılarak yapının bütününde sağlıklı bir ortam sağlanabilecektir. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Binasında yapılan ölçümlerde, kantin olarak kullanılan bodrum katta ve amfilerin bulunduğu zemin ve birinci katta iç ortam havasındaki partikül konsantrasyonlarının yüksek olduğu görülmektedir. İki kat arasında galeri boşluğundan dolayı hava geçişi bulunmaktadır. Bu nedenle değerler birbirine yakın çıkmaktadır. Sadece öğretim elemanlarının odalarının ve büroların yer aldığı ikinci katta partikül düzeyleri konfor şartlarını sağlamaktadır. İç ortamda, aynı yapı malzemeleri kullanılmasına rağmen, kullanıcı sayısı ve eylemlere göre havadaki kirlilik oranının değiştiği görülmektedir. Kantin olarak kullanılan bodrum katta sirkülasyon yoğunluğuna ve kullanıcı eylemlerine bağlı olarak kirlilik oranının sınır değerini aştığı görülmektedir. Binada üst katlara çıkıldıkça kirlilik oranı da azalmaktadır. Rektörlük binasıyla kıyasladığımızda, yapı malzemeleri açısından benzer yapılar olmasına rağmen kullanıcı sayısı ve işleve bağlı olarak İ.İ.B.F.'de partikül konsantrasyonu daha

yüksek değerlerde çıkmaktadır. Sadece büro katları benzerlik göstermektedir.

Merkezi Kafeterya Binasında yapılan ölçümleri incelediğimizde, her iki katta da aynı yapı malzemeleri kullanılmasına rağmen bodrum ve zemin kat arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bunun nedeni; tavan kaplama malzemeleri, kullanıcı sayısında ve kullanıcıların eylemlerindeki farklılıklar olabilir. Kafeterya Binasında iç ortam havasındaki partikül düzeyleri konfor şartlarını yeterince sağlamamaktadır. Kullanıcılarda sağlık sorunlarının ve rahatsızlıkların görülmemesi için havalandırma düzeyleri ile ilgili düzenlemeler yapılabilir. Özellikle yemek pişirme ve hazırlama faaliyetlerinin ayrı bir bölümde daha iyi havalandırılmış ortamda yapılması gerekmektedir. Yapılan tüm dış ortam havası ince partikül konsantrasyon değerlendirmeleri Hava Kalitesi Korunma Yönetmeliğinde belirlenen, kısa vadeli ve uzun vadeli sınır değerlerin altında kalmaktadır. Hava sıcaklığının havadaki partikül oranını etkilediği görülmektedir. Sıcaklıkların düştüğü günlerde partikül konsantrasyon değerlerinde yükseliş görülmektedir. Bunun nedeni soğuk günlerde konutlarda ve iş yerlerinde ısınma amacıyla yakıt kullanılmasıdır. İç ortam havasındaki partikül konsantrasyonlarıyla, dış ortam havasındaki partikül konsantrasyonları arasında büyük farklılık ortaya çıkmıştır. İç ortam havasındaki kirlilik oranı dış ortam havasındaki kirliliğe göre daha yüksek

değerlerde çıkmıştır. Sadece Rektörlük binasındaki değerler dış ortam havasındaki değerlerle benzeşmektedir. Dış ortam havasının iç ortam havasından daha sağlıklı olduğu görülmektedir.

Sonuç

Sonuç olarak; yapıların çevresel faktörlere karşı bir koruyucu olmasına rağmen, aynı zamanda bir kirlilik kaynağı olarak davrandıkları görülmektedir. Bu çalışmada elde edilen değerler incelendiğinde yapı malzemelerine, insan trafiğine ve kullanıcı eylemlerine bağlı olarak iç ortam havasındaki partikül düzeyleri değişiklik göstermektedir. Bu partiküllerin solunum yoluyla akciğerlere yerleşerek kalıcı rahatsızlıklara neden oldukları bilinmektedir. Bu nedenle konunun önemi iyi anlaşılmalı ve malzeme seçiminde daha

dikkatli davranılmalıdır. İç hava kirliliğinin azaltılması için bu konuyla ilgili çalışmalar arttırılmalıdır.

Ölçüm sonuçlarını kıyasladığımızda görülmektedir ki; iç ortam hava kalitesini etkileyen en önemli faktör kullanılan yapı malzemeleridir. Ardından kullanıcı sayısı ve eylemleri gelmektedir. Havalandırmanın iç ortam hava kalitesinde ne kadar önemli olduğu da ölçümler sonucunda anlaşılmaktadır. Yapılan ölçümlerin hepsinde en düşük değerlerin, dış ortam havasındaki değerler olduğu görülmektedir. Bunun sonucunda da dış ortam havasının iç hava kalitesinde toplam partikül ölçümleri açısından kirlilikte payının olmadığı ve iç ortam hava kalitesinin dış çevreye göre daha kirli olduğu görülmektedir.

Kaynaklar

- Akman A 2005.** İnsan Sağlığı, Sağlıklı Yapı ve Yapı Biyolojisi. *Yapı Dergisi*. 279, 80-99.
- Akman Y, Ketenoğlu O, Evren H, Kurt L, Düzenli S 2000.** Çevre Kirliliği Çevre Biyolojisi. *Palme Yayınevi*. Ankara. 89-92.
- Alyüz V, Veli S 2006.** İç Ortam Havasında Bulunan Uçucu Organik Bileşenler ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Trakya Üniversitesi J Science*, 7(2). 109-116.

Assimakopoulos V D ve Helmis C G 2004. On The Study of a Sick Building: The Case of Athens Air Traffic Control Tower, *Energy and Buildings*, 36. 15-22.

Balanlı A, Öztürk A, Karabiber Z, Ünver R, Gedik G, Yavuz G, Vural M 2006. An Examination and Evaluation of YTU Library and Documentation Building in Terms of Building Biology. *Building and Environment*, 41. 1079-1098.

Bulut H 2007. Konutlarda İç Hava Kalitesi ile İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi. *Teskon 2007 VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı*, İzmir. 415-427.

Environmental Protection Agency 1997. An Office Building Occupant's Guide to Indoor Air Quality. *EPA*, ABD. 1-5.

Environmental Protection Agency 2001. Healthy Buildings Healthy People A Vision for the 21st Century. *EPA*, ABD. 1-8.

Environmental Protection Agency 2011. National Ambient Air Quality Standards. *EPA*, ABD.

Gönüllü T, Bayhan H, Avşar Y, Arslankaya E 2002. YTÜ Şevket Sabancı Kütüphane Binası İç Ortam Havasındaki Partiküllerin İncelenmesi. *4. GAP Mühendislik Kongresi*, Şanlıurfa. 20-25.

Guo H, Murray F, Lee S C 2003. The Development of Low Volatile Organic Compound Emission House—A Case Study. *Building and Environment*, 38. 1413-1422.

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete, 06.06.2008 tarih ve 26898 sayı.

Karakaş B, Güllü G 2013. *Evlerde İç Ortam Partikül Madde Boyut Dağılımı ve Konsantrasyonlarına Etki Eden Faaliyetler*. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir. 1885.

Kotzias D 2005. *Indoor air and human exposure assesment, needs and approaches.* Experimental and Toxicologic Pathology, 57, 5-7, 2005.

Muhic S, Butala V 2004. *The influence of indoor environment in Office buildings on their occupants: expected – unexpected.* Building and Environment, 39. 289-296.

Nevers N 1995. *Air Pollution Control Engineering,* Mc Graw – Hill, USA. 201-203.

Niu JL, Burnett J 2001. *Setting Up The Criteria and Credit–Awarding Scheme for Building Interior Material Selection to Achieve Beter Indoor Air Quality.* Environment International, 26. 573-580.

Sivashgil A 2007. *Gebze Dilovası'nda Partikül Madde Kirliliği; Kirletici Kaynakların Dökümü ve Partikül Madde Kanserojenik PAH Analizi.* Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Y. Lisans Tezi.

Vural SM 2004. *Yapı İçi Hava Niteliği Risk Süreci Modeli Belirlenmesi.* Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 4-16.

Vural S, Balanlı A 2005. *Yapı Ürünü Kaynaklı İç Hava Kirliliği Ve Risk Değerlendirmede Ön Araştırma.* Megaron Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi e-dergisi, 28-39.