



TÜRK TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ

8. ULUSLARARASI
YAPIDA TESİSAT TEKNOLOJİSİ SEMPOZYUMU
BİLDİRİLER

TURKISH SOCIETY OF HVAC & SANITARY ENGINEERS

PROCEEDINGS OF
8. INTERNATIONAL HVAC+R
TECHNOLOGY SYMPOSIUM

Editör / Edited by
Ahmet Arısoy & Abdurrahman Kılıç

12 - 14 MAYIS 2008

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği

8. ULUSLARARASI YAPIDA TESİSAT SEMPOZYUMU
8. INTERNATIONAL HVAC+R TECHNOLOGY SYMPOSIUM

ORGANİZASYON ŞEMASI / ORGANIZATION CHART

Sempozyum Başkanı
Syposium Chairman

Abdullah Bilgin

Sempozyum Yürütme Kurulu Başkanı
Organizing Committee Chairman

Abdurrahman Kılıç

Sempozyum Bilim Kurulu Başkanı
Scientific Committee Chairman

Ahmet Arısoy

Sempozyum Bilim Kurulu
Scientific Committee

İ. Zeki Aksu
Mustafa Bilge
Nilüfer Eğrican
Hasan Heperkan
Sadık Kakaç
Abdurrahman Kılıç
Birol Kılıkış
Barış Özerdem
Baycan Sunaç

Sempozyum Yürütme Kurulu
Organizing Committee

İ. Zeki Aksu
Levent Alatlı
Tuba Bingöl Altıok
Ahmet Arısoy
Abdullah Bilgin
İbrahim Çakmanus
Selen Güngör
Hırant Kalataş
Kani Korkmaz
Tunç Korun
Fatih Öner
Handan Özgen
Numan Şahin
Macit Toksoy
Cafer Ünlü

Sempozyum Sekreteryası
Syposium Secreteriat

Selen Güngör
Burçak Melekoğlu
Ercan Kahyaoğlu
Gülten Acar
Bilal Kip
Arzu Koç
Ali Özgü
İlknur Altınbaş

1C-2-2	Bir Jeotermal Bölgesel Isıtma Sisteminin Enerjetik ve Ekserjetik Performansının İzlenmesi 109 <i>Monitoring Of Energetic and Exergetic Performance Of A Geothermal District Heating System</i> Leyla Özgener Önder Özgener	
1C-2-3	Farklı Derece-Gün Bölgelerinde Saydam Yalıtım İle Güneş Enerjisi Kazancının Hesaplanması 115 <i>Solar Energy Gain Through Transparent Insulation In Different Degree-Days Regions</i> Türkan Göksal Özbalta Semiha Kartal Necdet Özbalta	
1C-2-4	Güneş Kolektörleri Verim Eğrileri 125 <i>Efficiency Curves For Solar Collectors</i> Hüseyin Günerhan	
2A-1-1	<i>Sustainable Heating and Cooling Of Buildings</i> 145 Bjarne W. Olesen	
2A-1-2	<i>Climatic Systems Particularities For High-Rise Buildings</i> 146 Yuri A.Tabunshikov	
2A-2-1	Enerji Geri Kazanma: İç Hikayesi 147 <i>Energy Recovery: The Inside Story</i> Jagdeep Singh	
2A-2-2	Ekonomik Havalandırma Sistemleri 163 <i>Economic Ventilation Systems</i> Hannes Luetz	
2A-2-3	Alt ve Üst Seviyelerden Hava Beslemede Enerji Tüketimi Üzerine 172 <i>On The Energy Consumption Of High - And Low - Level Air Supplies</i> T. Karimipanh B. Moshfegh	
2A-2-4	Kuru Soğutuculu Doğal Soğutma (Free Cooling) Sistemleri ile Enerji Verimliliği 180 <i>Water Side Free Cooling Systems With Dry Coolers for Energy Efficiency</i> Hasan Acül	
2B-2-1	Ankara Şartlarında Güneş Enerjisi İle Bir Ortamın Döşemeden Isıtılması ve Sistemin Isıl Konfor Şartlarının Belirlenmesi 203 <i>Heating An Office From The Floor And Thermal Comfort Analysis Of System Using Solar Energy For Ankara Conditions</i> İbrahim Atılğan Cüneyt Kurtay Ö. Ercan Ataer	
2B-2-2	Isıl Konfor PMV İndeksinin Deneysel Değişiminin İncelenmesi ve Ampirik Sonuçlarla Karşılaştırılması 214 <i>The Experimental Study On PMV Index And Comparison With Predicted Data</i> Abdulvahap Yiğit İbrahim Atmaca	
2B-2-3	Üniversite Dersliklerinde İç Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi 223 <i>Evaluation Of Indoor Air Quality In Classrooms: A Case Study At Harran University</i> Mehmet Kuş Cemal Okuyan Hüsamettin Bulut Hüseyin Bulgurcu	
2B-2-4	Sıcak Rüzgarların Yüz Sıcaklığına Etkisinin Deneysel İncelenmesi 238 <i>Experimental Investigation Of The Warm Winds Effects On Facial Skin Temperatures</i> Özgün Mehmet Korukçu Muhsin Kılıç	

ÜNİVERSİTE DERSLİKLERİNDE İÇ HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mehmet KUŞ
Cemal OKUYAN
Hüsamettin BULUT
Hüseyin BULGURCU

ÖZET

İç hava kalitesinin günümüzde insan sağlığı ve performansı üzerine olan doğrudan ilişkisi nedeniyle önemi artmaktadır. Özellikle de okullardaki dersliklerin iç hava kalitesinin, öğrencilerin öğrenme performansları ve sağlıkları üzerinde önemli sayılabilecek oranda etkileri bulunmaktadır. Bu çalışmada, Şanlıurfa ilindeki Harran Üniversitesi dersliklerinde iç hava kalitesi ile ilgili bazı parametrelerin ölçümleri yapılmıştır. İç hava kalitesi parametreleri olarak sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit ve değişik çaplardaki partikül maddeler alınmıştır. Ölçümler yaz ve kış aylarında iç ve dış ortamlar için eş zamanlı olarak alınmıştır. Ölçüm sonuçları istatistiksel olarak analiz edilmiş ve değişik ülkelerde standartlarda belirtilen sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Ayrıca iç ve dış parametreler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Eğitimin devam ettiği kış aylarında merkezi ısıtma sistemi ile ısıtılması sağlanan dersliklerde iç ortam sıcaklığının ve bağıl neminin konfor açısından istenen bölge içerisinde bulunduğundan önemli bir sorun teşkil etmediği, yaz aylarında ise iç ortam sıcaklıklarının çok yüksek ve bağıl nemin düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kışın iç ortamdaki karbondioksit miktarının öğrenci sayılarına bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. Çalışmada ölçüm sonuçlarına göre dersliklerde iç hava kalitesinin artırılmasına yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

EVALUATION OF INDOOR AIR QUALITY IN CLASSROOMS: A CASE STUDY AT HARRAN UNIVERSITY

ABSTRACT

Nowadays, the importance of indoor air quality has been steadily increased due to its direct relation with human health and productivity. It is well known that indoor air quality has positive effects on learning performance and health of students during course in school. In this study, indoor air quality measurements have been carried out in the higher education classrooms at Harran University, Şanlıurfa. Temperature, relative humidity, carbon dioxide and particle matters in different diameters have been taken as the indoor air quality parameters. The measurements were taken in indoor and outdoor environments at the same time during winter and summer season. The results obtained have been analyzed statistically and compared with the international standards related to indoor air quality. Although the thermal conditions in classrooms was acceptable levels during the winter season because of the central heating system, air quality and comfort conditions in classroom were very poor during the summer season due to the high temperature, low humidity and lack of any air conditioning system. The results showed that the relative humidity is in the range of acceptable level during winter and but at low level during summer season. It was also observed that the indoor carbondioxide concentration increases with the student numbers during the winter season as expected. In this study, the relationship between indoor and outdoor parameters was also investigated. It seen that the source of particle matters is indoor based more than outdoor. Some suggestions have been made based on the results obtained in order to increase the indoor air quality in classrooms.

1. GİRİŞ

İç hava kalitesi, iç ortam havasının temizliği ile ilgili olup karmaşık bir yapıya sahiptir. İç hava kalitesini etkileyen yüzlerce kirlenici ve binlerce kaynak vardır. Araştırmalar, belli bir ortamda oluşan özel işlemler ve aktivitelere bağlı olarak iç ortam havasında 900'den fazla kirlenicinin varlığını tespit etmiştir. Her hangi bir binanın iç hava ortamı, sürekli değişen bir karmaşık faktörler kümesinin iç etkileşimlerini içermektedir. Sağlıklı bir iç hava ortamı, binada bulunanların sağlık ve konfor gibi ihtiyaçlarını karşılamalıdır. Konforlu bir alanda sıcaklık ve nem kontrol altındadır. Karbondioksit (CO₂) gibi solunum sonucu meydana gelen gazların sabit konsantrasyonları normal değerlerde olup, hava kirlenici kokular içermemektedir. Ayrıca ses ve ışık seviyeleri, ergonomik şartları ile iş verimini destekleyecek seviyede olmalıdır. Bu faktörler, iç hava kalitesi bakımından kesin hassasiyetle ele alınabilecek konular değildir. Ancak ortamda yaşayanların iç hava kalitesini algılayabilmelerini etkilediklerinden, sağlıklı iç ortam havası için de önemlidir [1].

Konutlar, işyerleri ve okullar gibi endüstriyel olmayan ortamlarda, son yıllarda giderek artan ölçüde havanın temizliği ile ilgili endişeler artmaktadır. İnsanların zamanlarının hemen hemen tamamına yakını kapalı mekânlarda geçirdikleri ve bu iç hacimlerdeki insan yoğunluğunun fazla olduğu, bundan da kaynaklanan problemlerin olduğu görülmüştür. Hasta Bina Sendromu, Kapalı Bina Sendromu ve Bina Kaynaklı Hastalıklar olarak kavramlaştırılan sağlık problemleri ortaya çıkmış ve bunların iç hacimlerdeki kirlilik kaynakları ile ilgili olan iç hava kalitesi ile doğrudan ilişkisi olduğu anlaşılmıştır. Konu ile ilgili çalışmalar buna paralel olarak artmış, bilimsel makaleler yayımlanmış, bilimsel toplantılar yapılmış ve yaptırım gücü olan yeni standartlar ortaya çıkmıştır [2].

Kabul edilebilir iç hava kalitesi "İçinde, bilinen kirlenicilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya daha üzerindeki oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği hava" olarak ifade edilir [3,4].

Özellikle okullarda iç hava kalitesi birçok nedenden dolayı çok önemlidir. Çocuklar, tahriş edici hava kirlenicilere karşı yetişkinlere kıyasla daha hassastırlar. İç havada yüksek seviyede ajanlar bulunduğundan, astım ataklarını tetiklemekte ve çocuklar arasında astım riskini artırmaktadır. İç hava kirlenicilerine maruz kalan öğrenci ve öğretmenlerde derişiklik kabiliyeti azalır, tüm öğrenme ve öğretme süreçleri zarar görür [5].

Her öğrenci, ilköğretimden üniversiteyi bitirinceye kadar okul binaları içinde yaklaşık 20000 saate yakın sürede hava teneffüs etmektedir. Bunu oran olarak ele aldığımızda yaşam süresinin en az %23'ünü kapsamaktadır [6]. Sınıfların kalabalık olması, teneffüslerin kısa tutulması, sınıfların teneffüs esnasında havalandırılmaması, tavan yüksekliklerinin yeterli olmayışı, mekanik havalandırmanın bulunmayışı, pencerelerin sızdırmaz oluşu, vb. nedenlerle sınıf ve okul ortamları aşırı kirlenmektedir. Ülkemizde basık tavanlı mekanik havalandırmasız kalabalık sınıflarda pencerenin soğuktan açılmadığı soğuk kış günlerinde iç hava kalitesi problemleri çok yoğun şekilde yaşanmaktadır. Bu sezonda hastalıklardan dolayı öğrencilerin devamsızlıkları artmakta, astım ve bronşit gibi kalıcı rahatsızlıklara neden olmaktadır. Bundan dolayı, okullardaki iç hava kalitesinin takip edilmesi, kontrolü ve ölçümü son derece önemlidir [7].

Yapılan literatür taramasında, yurtdışı çalışmalarında okullardaki iç hava kalitesi konusu tüm yönleri ve ölçüm boyutları ile ele alınmıştır. Fakat okullarda iç hava kalitesi ölçümü ile ilgili yurtiçi çalışmaları sınırlıdır [7-10].

Bu çalışmanın temel amacı, ülkemizde önemi gittikçe artmakta olan iç hava kalitesinin yüksek öğretim kurumlarında incelemesini yaparak, konunun önemini ve durumunu tartışmaya açmaktır. Bu amaç için, Şanlıurfa ilindeki Yüksek Öğretim Kurumları dersliklerinin iç hava kalitesi ölçümleri yapılmış ve iç hava kalitesinin iyileştirilmesi için çözümler ve öneriler sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

İç hava kalitesinin durumu ve değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalarda genellikle, sıcaklık, bağıl nem, hava hızı, karbondioksit (CO₂), solunabilir asılı partikül madde (PM), uçucu organik bileşikler (VOC), azot oksitler (NO_x), karbonmonoksit (CO), ozon (O₃), kükürtdioksit (SO₂), radon, formaldehitler (HCHO), bakteri sayımı gibi parametrelerin ölçümleri yapılmaktadır [10-18]. Bu çalışmada, iç hava kalitesi parametreleri olarak, sıcaklık, bağıl nem, CO₂ ve değişik çaplarda partikül madde (PM_{0.3}, PM_{0.5}, PM₁, PM_{2.5}, PM₃, PM₅, PM₇, PM₁₀ ve toplam asılı PM-TSP) miktarları ölçülmüştür. Dış ortam havası için de aynı parametreler eş zamanlı olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada el tipi lazer Partikül Madde Ölçer (Met One Aerocet 531 ve Kanomax 3886), CO₂ Ölçer (Testo 535) ve Sıcaklık-Nem Ölçer (Impac Tastotherm-Hum RP 2) cihazları kullanılmıştır.

İç hava kalitesi parametrelerine ait ölçümler, Ocak-Temmuz 2007 tarihleri arasında eğitim ve öğretimin devam ettiği zamanlarda Harran Üniversitesi Osmanbey Yerleşkesi Mühendislik Fakültesi binasında bulunan dersliklerde (MM1, MM2 ve MM3) alınmıştır. Ölçümler ders başladıktan sonra ve belirli zaman aralıkları ile derslik içerisinde farklı bölgelerde alınmıştır. Dış ortam havası için ölçümler pencerenin dışında yapılmıştır. Şekil 1'de ölçüm alınan dersliklerden (MM3) biri görülmektedir. Dersliklerde yerler suni mermer kaplamadır ve düzenli bir şekilde silinmektedir. Dersliklerde cam tahta kullanılmaktadır. Derslikler kışın merkezi kalorifer sistemi ile ısıtılmakta ve yazın split klimalar ile soğutulmaktadır. Dersliklerde sigara içilmesine izin verilmemektedir. Havalandırma doğal olarak yapılmaktadır. Duvarlar plastik boya, içerde masa ve sandalye ile öğrenci sıraları bulunmaktadır. Sıralar MDF kaplamalıdır. Pencere çift camlı ve PVC'dir. Bina yeni yapıdır. Sınıflarda koridora bakan tek kapı vardır. Ölçüm alınan binanın bulunduğu yerleşke şehir merkezinden yaklaşık 20 km uzaklıkta ve ana yoldan 2 km içeridedir. Yerleşke içerisinde trafik yoğunluğu nispeten azdır. Yerleşkede inşaatı süren binalar mevcuttur.



Şekil 1. Ölçüm alınan derslik

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi için, verilerin istatistiksel analizi yapılmıştır. İç hava kalitesi parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için parametreler arasındaki ilişkiyi ifade eden korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısı iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi gösterir. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değer alır. Bir değişken artarken diğeri azalıyorsa korelasyon katsayısı negatif, her ikisi de artıyorsa korelasyon katsayısı pozitif değer alır. İlişkinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı seçilen önem seviyesi (genellikle $\alpha=0,05$ seçilir) ile hesaplanan önem seviyesi (p değeri) karşılaştırılarak belirlenir. Eğer p değeri, $\alpha=0,05$ değerinden küçükse ilişki istatistiksel olarak önemlidir. Bu çalışmada ayrıca, iç ortam ve dış ortam partikül madde miktarları arasındaki ilişkiyi tespit etmek için İç/Dış PM oranı hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Türkiye'de iç hava kalitesine yönelik standartlarda belirlenen limitler olmadığından, ölçüm sonuçları, çeşitli ülkelere ait standartlarda verilen sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Dünya'nın birçok ülkesinde, iç hava kalitesi ile ilgili kirleticiler için izin verilebilen maksimum sınırları belirleyen standartlar mevcuttur. Bu standartlar sürekli güncellenmektedir. Çizelge 1'de iç ortam ile ilgili değişik ülkelerin standartlarında

iç hava kalitesi parametrelerine ait sınır değerler verilmiştir [13,14, 19-22]. Çizelgeden görüldüğü gibi sınır değerler ülkelerde farklılık göstermektedir.

Çizelge 1. İç hava kalitesi ile ilgili standartlarda önerilen sınır değerler

	CO ₂	Partikül Madde	Bağıl nem	Sıcaklık
ABD ASHRAE	1000 ppm	PM10< 75 µg/m ³ (yıllık ortalama)	%30-60	20-25.5 °C
ABD EPA /NAAQS		50 gr/m ³ (1 yıl)		
ABD NIOSH	5000ppm 30 000ppm (15 dakika)			
ABD OSHA	10 000ppm 30 000ppm (15 dakika)	5 mg/m ³ (8 saat) solunabilir toz		
ABD ACGIH	5000ppm 9000ppm (15 dakika)	3 mg/m ³ (8 saat)		
Almanya MAK	5000ppm 9000ppm (15 dakika)		%30-70	20-26 °C
Kanada	3500 ppm	PM2.5 <40 µg/m ³ (8 saat) 100 µg/m ³ (1 saat)	%30-80 (yaz) %30-55 (kış)	
Çin		PM10< 150 µg/m ³		
WHO		PM10< 20 µg/m ³ (yıllık ortalama) PM10< 50 µg/m ³ (24 saat)		
İngiltere		PM10< 50 µg/m ³		
Norveç		PM2.5< 20 µg/m ³		
Avrupa Birliği		PM2.5 < 35 µg/m ³		
Hong Kong	800 ppm (1. düzey) 1000 ppm (2. düzey)	PM10< 20 µg/m ³ (1. düzey) PM10< 180 µg/m ³ (2. düzey) (8 saat ortalama)	%40-70	20-25.5 °C

3. BULGULAR

Ölçüm değerlerinin analizinde ısıtmanın ve soğutmanın yapıldığı kış ve yaz sezonları dikkate alınmıştır. Isıtma sezonu olarak Ocak- Mart ayları arası, yaz sezonu ise Haziran-Temmuz ayları arası alınan ölçümler analiz edilmiştir. Ölçüm alınan dersliklerde öğrenci sayısı 10 ile 45 arasında değişmiştir.

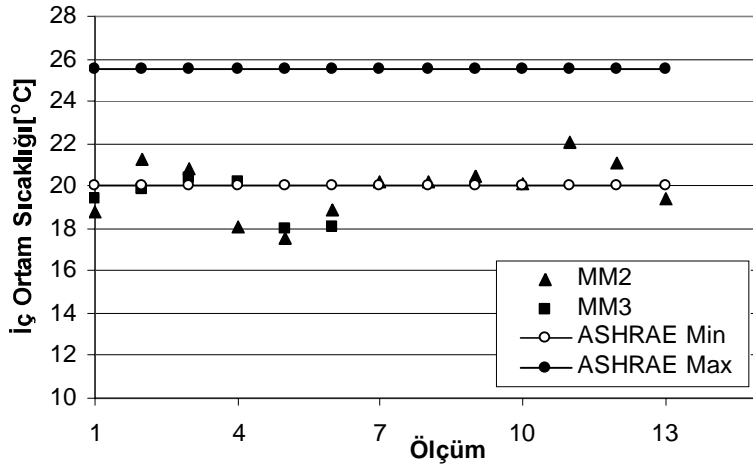
3.1. Isıtma Sezonu Ölçüm Sonuçları

MM2 ve MM3 dersliklerinde kış döneminde alınan ölçümlerin istatistiksel değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. İç sıcaklık 17.5 °C ve 22.1 °C arasında, iç bağıl nem %28.5 ile %62.2 arasında ve CO₂ miktarının ise 513 ppm ile 2250 ppm arasında kaldığı görülmüştür. Ortalama CO₂ miktarının sınır değer olarak 1000 ppm civarında olması, havalandırma ihtiyacını ortaya koymaktadır. Partikül madde miktarlarına bakıldığında iç ortamdaki miktarların dış ortamdaki miktarlardan daha büyük olduğu görülmektedir. Partikül maddelerin ortalama değerlerine bakıldığında, 10 mikron çapındaki partikül madde miktarının (PM10), ASHRAE, Çin ve Hong Kong (2. düzey) standartlarında belirtilen sınırlardan daha küçük olduğu, İngiltere ve dünya sağlık örgütünün (WHO) belirlediği değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ortalama PM2.5 değeri, Avrupa Birliği ve Kanada standartlarındaki sınır değerlerini karşıladığı, fakat Norveç standartlarında belirlenen sınır değerini aştığı görülmüştür.

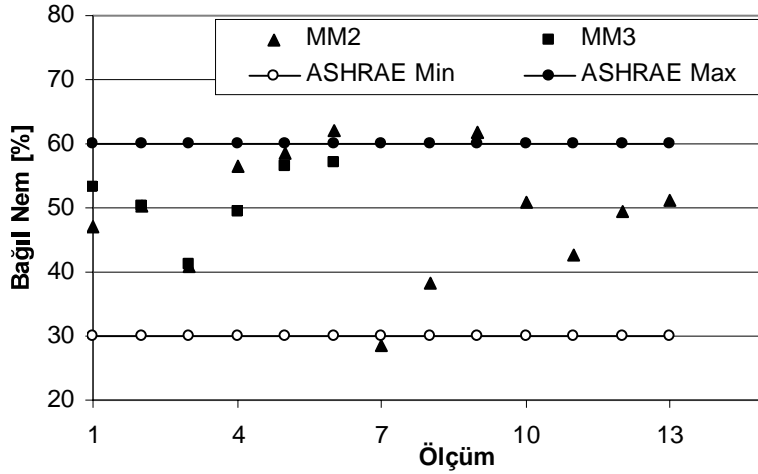
Çizelge 2. MM2 ve MM3 derslikleri kış dönemi ölçüm sonuçlarının istatistiksel değerleri

	Parametre	Ortalama		Standart Sapma		Minimum		Maksimum	
		MM2	MM3	MM2	MM3	MM2	MM3	MM2	MM3
	Öğr. Sayısı [n]	28	28	12.75	4.32	10	19	45	30
İç Ortam	Sıcaklık [°C]	19.9	19.3	1.33	1.04	17.5	18.0	22.1	20.4
	Bağıl Nem [%]	49.1	51.3	9.74	5.93	28.5	41.1	62.2	57.2
	CO ₂ [ppm]	1001	1414	505	413	513	964	2250	2016
	PM1 [µg/m ³]	4.4	7.0	2.902	2.61	1	2	9	9
	PM2.5 [µg/m ³]	24.2	53.8	8.94	17.53	10	20	40	66
	PM7 [µg/m ³]	46.5	55.2	17.89	27.7	17	10	85	89
	PM10 [µg/m ³]	56.5	71.8	16.8	17.81	22	51	85	99
	TSP [µg/m ³]	74.5	80.5	16.65	10.58	46	67	95	94
		Sıcaklık [°C]	14.1	14.2	4.03	4.98	7.7	7.7	21.3
Dış Ortam	Bağıl Nem [%]	56.7	53.1	24.69	27.2	29.8	32	94.3	88.5
	CO ₂ [ppm]	375.2	395.3	30.32	59.6	326	326	441	475
	PM1 [µg/m ³]	2.8	2.0	1.092	1.549	2	1	5	5
	PM2.5 [µg/m ³]	15.2	7.7	7.97	4.63	10	3	40	15
	PM7 [µg/m ³]	23.8	18.3	13.39	7.17	11	10	60	30
	PM10 [µg/m ³]	25.7	30.7	14.16	20.51	11	12	66	66
	TSP [µg/m ³]	32.1	32.7	16.41	23.11	14	15	72	72

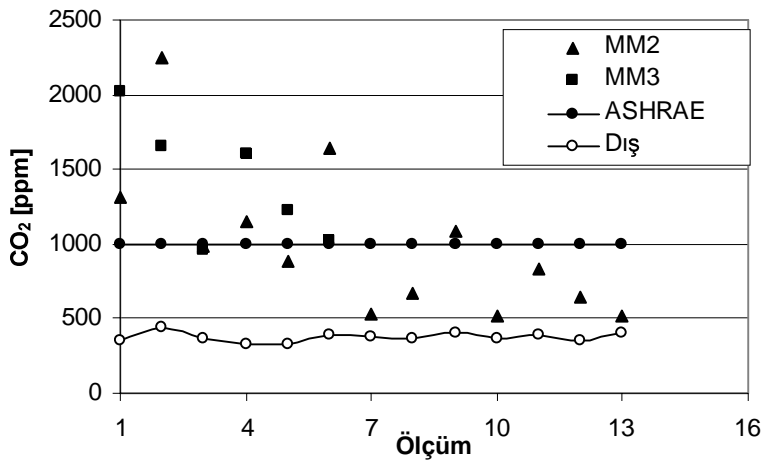
Şekil 2'de iç ortam sıcaklığının değişimi MM2 ve MM3 derslikleri için gösterilmiştir. İç ortam sıcaklık değerlerinin genelde ASHRAE tarafından önerilen sınır değerleri arasında kaldığı görülmüştür. İç ortam bağıl neminin değişimi şekil 3'te verilmiştir. İç bağıl nem değerlerinin de çoğunlukla standartlarda belirtilen değerler arasında kaldığı belirlenmiştir. Şekil 4'te ise CO₂ miktarının değişimi verilmiştir. CO₂ miktarının sınır değer olan 1000 ppm değerini aştığı ölçümler olmasına rağmen, sınır değerinin altında kalan değerler de vardır. Ölçümler sırasında pencereler kapalı olmasına rağmen derslik kapılarının açık olması bu sonucu ortaya çıkarmıştır. Farklı çaplardaki PM miktarlarının değişimi Şekil 5'te verilmiştir. Farklı çaplardaki partikül maddelerin benzer değişimi gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca küçük çaptaki PM'lerin ölçümler sonucunda dalgalanmasının genelde büyük çaplı PM'lere göre daha az olduğu görülmektedir. İç/dış PM oranının değişimi ise Şekil 6'de gösterilmiştir. Şekilden oranın genelde 1'den büyük olduğu görülmüştür. Bu durum iç ortamdaki kirletici kaynakların etkisini göstermektedir.



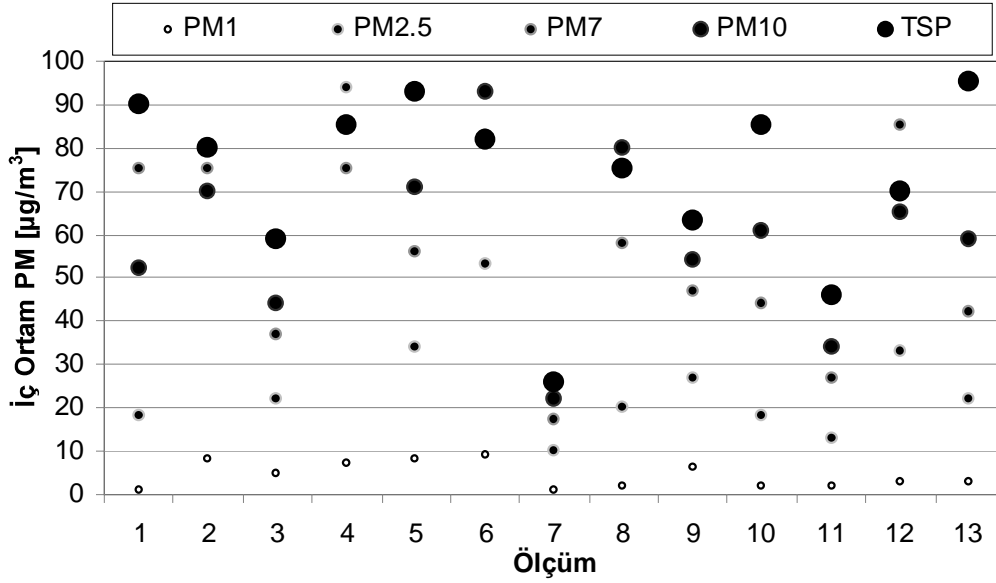
Şekil 2. MM2 ve MM3 dersliklerinde kış dönemi ölçümlerine göre sıcaklık değişimi



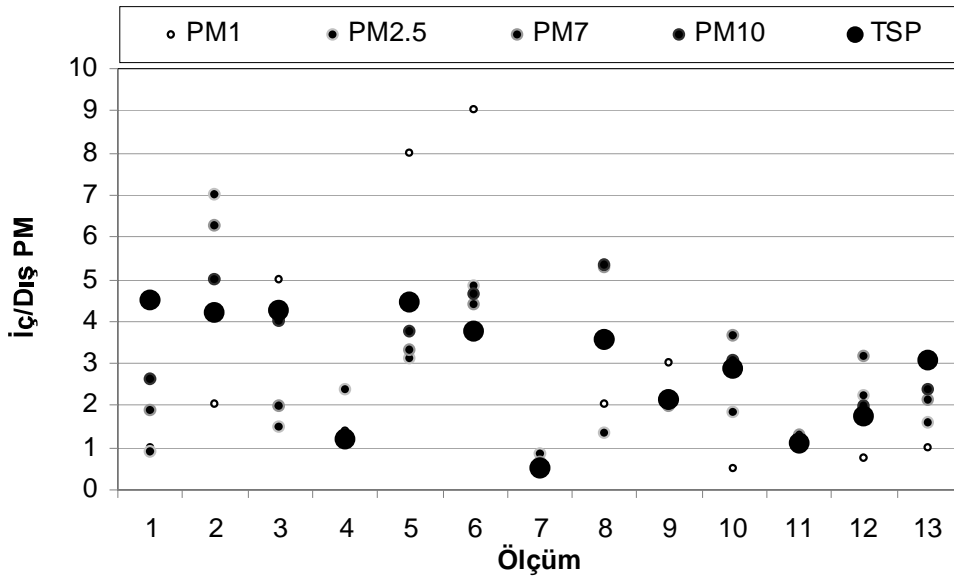
Şekil 3. Kış dönemi ölçümlerine göre dersliklerde bağıl nem değişimi



Şekil 4. Kış dönemi ölçümlerine göre dersliklerde CO₂ değişimi



Şekil 5. MM2 Dersliği kış dönemi ölçümlerine göre PM değişimi



Şekil 6. MM2 Dersliği kış dönemi ölçümlerine göre iç/dış PM değişimi

Çizelge 3'te MM2 dersliği için ölçüm parametreleri arasındaki ilişkiyi belirten korelasyon katsayısı ve önem seviyesi değerleri verilmiştir. Çizelgede üstteki birinci hücrede korelasyon katsayısı, alttaki hücrede ise önem seviyesi verilmiştir. Çizelgede $\alpha=0.05$ önem seviyesine göre anlamlı olan sonuçlar koyu olarak işaretlenmiştir. Örneğin kişi sayısı ve iç ortam toplam solunabilir partikül madde (TSP) miktarı için korelasyon katsayısı 0.675, önem seviyesi $p=0.011$ 'dir. Bu durum parametreler arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermekte ve $p=0.011$, seçilen $\alpha =0.05$ 'den küçük olduğundan sonuç

istatistiksel olarak anlamlıdır. Çizelgeden görüleceği gibi iç ortam bağıl nemi ve PM'ler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. İç ve dış bağıl nem arasında pozitif bir ilişki mevcuttur.

Çizelge 3. MM2 dersliği için kış dönemi parametreler arasındaki korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri değerleri

	Öğr.Say.	Tİç	BNİç	CO ₂ İç	PM1İç	PM 2.5 İç	PM7İç	PM10İç
Tİç	-0.253							
	0.405							
BNİç	0.073	-0.445						
	0.812	0.127						
CO ₂ İç	-0.155	-0.008	0.386					
	0.614	0.979	0.193					
PM1İç	-0.242	-0.349	0.719	0.657				
	0.426	0.242	0.006	0.015				
PM2.5 İç	0.131	-0.218	0.603	0.524	0.73			
	0.67	0.474	0.029	0.066	0.005			
PM7İç	0.419	-0.286	0.555	0.111	0.359	0.765		
	0.154	0.343	0.049	0.717	0.228	0.002		
PM10İç	0.533	-0.625	0.719	0.139	0.525	0.607	0.747	
	0.061	0.022	0.006	0.651	0.065	0.028	0.003	
TSPİç	0.675	-0.701	0.581	0.194	0.318	0.47	0.469	0.744
	0.011	0.008	0.037	0.525	0.29	0.105	0.106	0.004
TDış	-0.195	0.842	-0.33	0.033	-0.311	-0.216	-0.363	-0.599
	0.524	0	0.271	0.915	0.301	0.479	0.222	0.031
BNDış	-0.014	-0.672	0.848	0.101	0.616	0.438	0.552	0.711
	0.965	0.012	0	0.742	0.025	0.135	0.05	0.006
CO ₂ Dış	-0.29	0.597	-0.041	0.472	0.098	-0.015	-0.411	-0.436
	0.336	0.031	0.895	0.104	0.751	0.96	0.163	0.137
PM1Dış	0.326	-0.031	0.237	0.118	0.162	0.55	0.667	0.457
	0.278	0.921	0.435	0.701	0.597	0.051	0.013	0.116
PM2.5Dış	0.106	-0.437	0.138	0.037	0.098	0.252	0.5	0.481
	0.731	0.136	0.654	0.906	0.75	0.406	0.082	0.096
PM7Dış	-0.072	-0.414	0.126	0.039	0.007	0.117	0.427	0.269
	0.816	0.159	0.682	0.898	0.983	0.704	0.146	0.374
PM10Dış	-0.189	-0.261	0.09	-0.166	0.021	0.12	0.414	0.265
	0.535	0.389	0.769	0.589	0.945	0.696	0.16	0.382
TSPDış	-0.267	-0.076	-0.105	-0.287	-0.139	-0.047	0.243	0.055
	0.378	0.804	0.732	0.341	0.651	0.88	0.425	0.857

Çizelge 4'te ölçüm alınan derslikler için infiltrasyon hava miktarı, hava değişim sayısı ve ortalama kişi başına düşen hava miktarı verilmiştir. Çizelgeden hava değişim sayılarının ve kişi başına düşen hava miktarının çok küçük olduğu görülmektedir. Bu durum insan yoğunluğunun fazla olduğu ortamlarda mekanik bir havalandırma sisteminin olması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4. Dersliklerde hava sızıntı miktarları (\dot{V}), hava değişim sayıları (HDS) ve kişi başına düşen hava miktarı

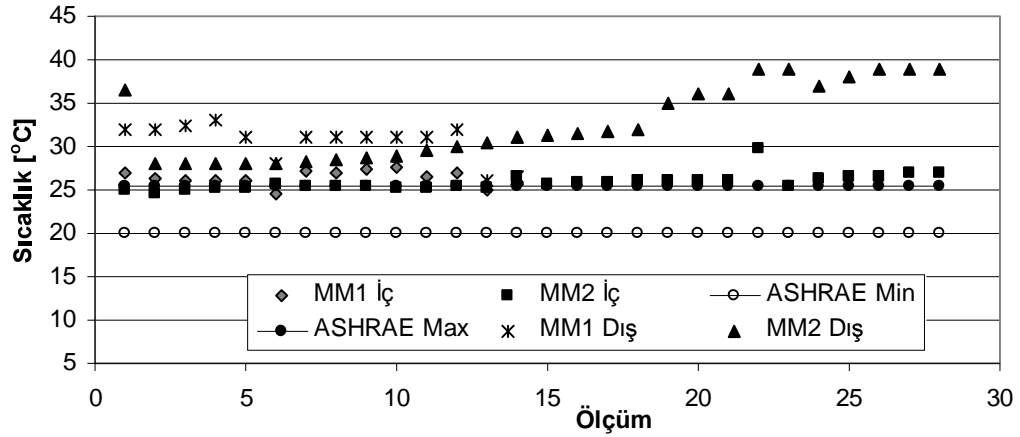
Derslik	Kişi sayısı	Hacim [m ³]	\dot{V} [m ³ /h]	HDS (1/saat)	Kişi başı düşen hava miktarı (m ³ /h kişi)
MM1	45	318	17.1	0.537	0.380
MM2	30	288	10.7	0.371	0.357
MM3	45	318	17.1	0.537	0.380

3.2. Yaz Sezonu Ölçüm Sonuçları

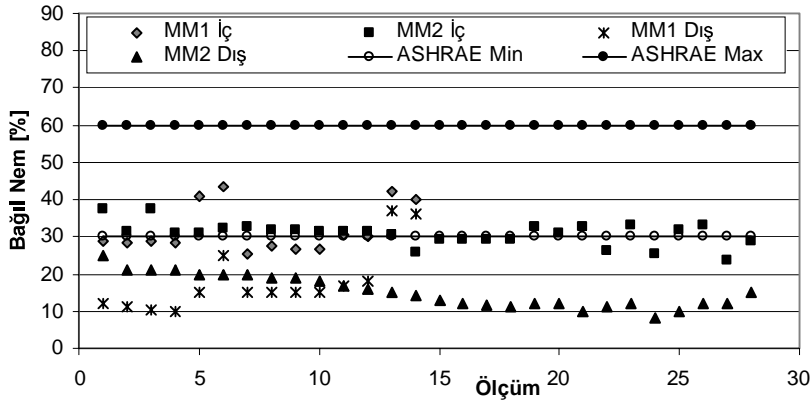
İç hava kalitesi ölçümleri MM1 ve MM2 kodlu dersliklerde Haziran ve Temmuz aylarında yapılmıştır. Dersliklerin iklimlendirilmesi split tip bir klima cihazı ile yapılmaktadır. Ölçüm sırasında pencereler kapalıdır. Çizelge 5'te ölçüm sonuçlarının istatistiksel değerleri verilmektedir. Çizelgeden dış ortam bağıl nemin bölgenin iklim karakteristiği olarak çok düşük değerlerde olduğu ve buna bağlı olarak iç ortam bağıl nemin ortalama %31 olduğu görülmektedir. Düşük çaptaki PMlerin adetinin büyük çaplı PMlere göre yüksek olduğu ayrıca görülmektedir. Şekil 7 ve 10 arasında ölçüm değerlerinin değişimi verilmiştir. İç ortam sıcaklıkları 25 °C'nin üzerindedir (Şekil 7). İç bağıl nem MM1 dersliğinde genelde ASHRAE'nin alt sınır olan %30'un altında kalmıştır. MM2'de bağıl nem ise sınır değer %30 etrafında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 8). Bu durum bölgenin dış ortam havasının bağıl nem değerlerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü bölge kurak bir özelliğe sahiptir. CO₂ miktarının değişimi Şekil 9'da görüldüğü gibi ASHRAE tarafından önerilen 1000 ppm'in altında kaldığı belirlenmiştir. Şekil 10'de iç ortamda 1 m³'lük havada farklı çaplardaki (PM0.3, PM0.5, PM1, PM3 ve PM5) partiküllerin değişimi verilmiştir. PM'ler fazla bir dalgalanma göstermemektedir. Şekil 11'de ise iç/dış PM oranının değişimi gösterilmiştir. Bu oran birçok ölçümde birden küçük çıkmıştır. Bu durum iç ortamın partiküler madde açısından dışa göre daha temiz olduğunu göstermektedir. Yaz aylarında CO₂ miktarının sınır değerden düşük olması ve iç/dış PM oranının genelde 1'den küçük olması yazın ortamın daha iyi havalandırılmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 5. MM1 ve MM2 dersliklerinde alınan ölçümlerin istatistiksel değerleri

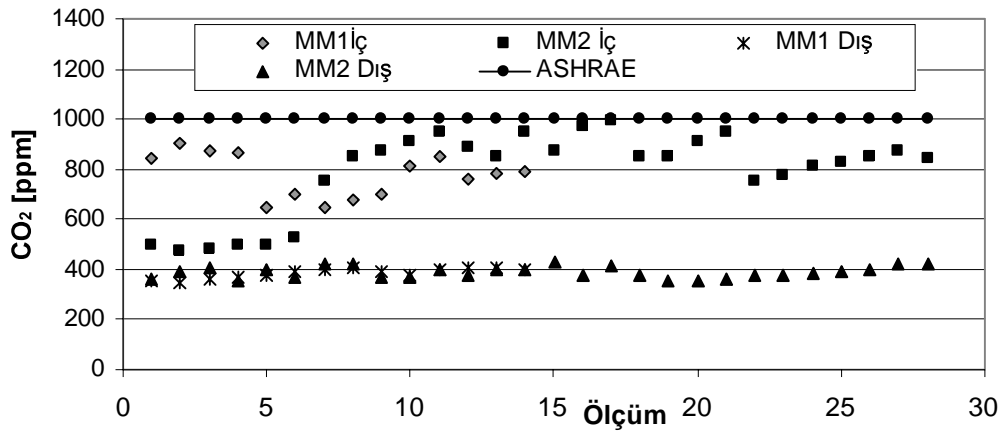
	Parametre	Ortalama		Standart Sapma		Minimum		Maksimum	
		MM1	MM2	MM1	MM2	MM1	MM2	MM1	MM2
	Öğr. Sayısı [n]	23.21	15.82	4.48	9.37	20	2	29	40
İç Ortam	Sıcaklık [°C]	26.364	25.893	0.87	0.974	24.6	24.6	27.7	29.8
	Bağıl Nem [%]	32.04	30.871	6.5	3.126	25.5	23.6	43.4	37.5
	CO ₂ [ppm]	774.7	790.3	86.7	167.4	650	475	900	994
	PM0.3 [adet /m ³]	54715786	68585357	13357110	10307500	15451000	49780000	70600000	83110000
	PM0.5 [adet /m ³]	16896429	10329714	5834358	5980380	11520000	1222000	31890000	19150000
	PM1 [adet /m ³]	5346214	3047750	2467096	1109557	1448000	1450000	10040000	6452000
	PM3 [adet /m ³]	1100514	379079	689549	179419	156800	146900	2400000	877900
PM5 [adet /m ³]	224548	89140	150350	45882	36370	20480	510300	239400	
Dış Ortam	Sıcaklık [°C]	30.571	32.696	2.165	4.278	26	28	33	39
	Bağıl Nem [%]	17.96	15.268	8.71	4.427	10	8	37	25
	CO ₂ [ppm]	384.36	387.79	21.59	23.31	345	350	410	428
	PM0.3 [adet /m ³]	40137143	35539643	14541401	12624931	21900000	21350000	72050000	72050000
	PM0.5 [adet /m ³]	14938571	13957714	6773516	7678066	4400000	4222000	33450000	33450000
	PM1 [adet /m ³]	6321571	6243643	3833089	4383340	1816000	1476000	14940000	18660000
	PM3 [adet /m ³]	1933943	1901750	1460316	1430526	416700	376700	5213000	5213000
PM5 [adet /m ³]	373679	375757	313608	297432	107000	107000	1374000	1374000	



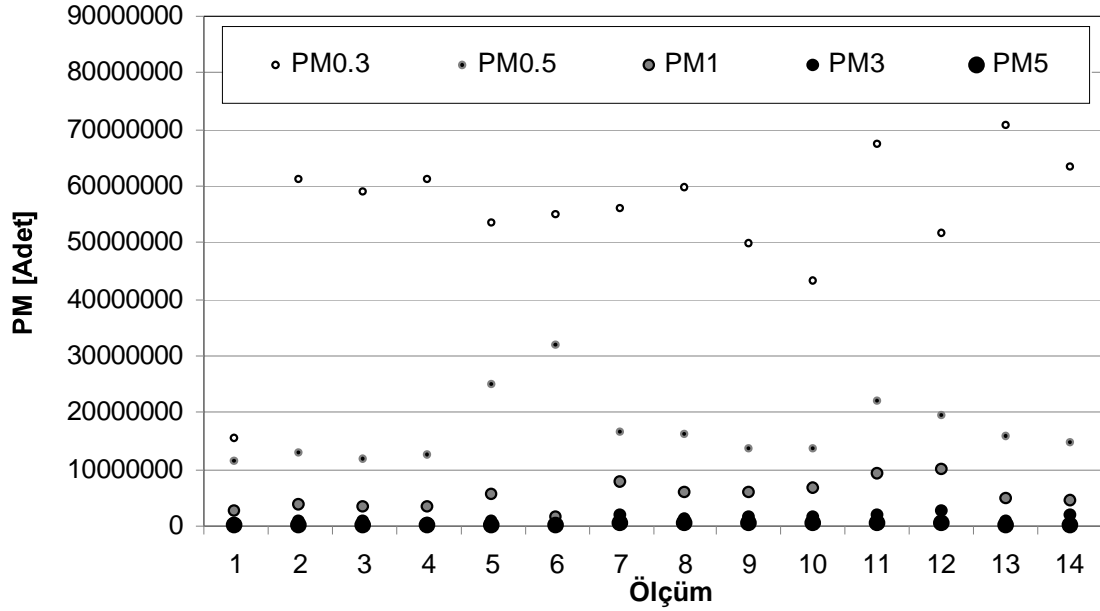
Şekil 7. Yaz dönemi ölçümlere göre iç ve dış ortam sıcaklık değişimi



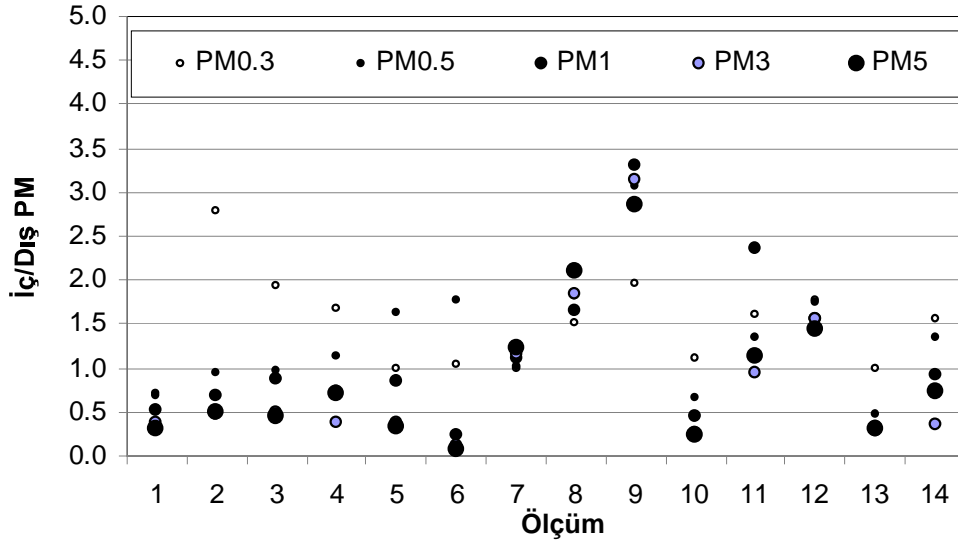
Şekil 8. Yaz döneminde ölçümlere göre iç ve dış ortam bağıl nem değişimi



Şekil 9. Yaz dönemi ölçümlere göre iç ve dış ortam CO₂ değişimi



Şekil 10. Yaz dönemi ölçümlere göre MM1 dersliğinde PM değişimi



Şekil 11. Yaz dönemi ölçümlere göre MM1 dersliğinde İç/Dış PM değişimi

İç ve dış ortamda alınan ölçüm parametrelerine ait korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri Çizelge 6'da verilmiştir. Seçilen $\alpha=0.05$ önem seviyesine göre istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar çizelgede koyu olarak işaretlenmiştir. İç ve dış bağıl nem arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca sıcaklık ve bağıl nem arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. Bu beklenen bir sonuçtur. Ayrıca dış ortam sıcaklığının iç ortam sıcaklığı ile doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6. MM2 dersliği yaz dönemi parametreler arasındaki korelasyon katsayısı ve önem seviyesi

		İç Ortam							
		Öğrenci sayısı	Sıcaklık	BN	CO ₂	PM0.3	PM0.5	PM1	PM3
İç Ortam	Sıcaklık	0.2							
		0.308							
	BN	-0.226	-0.577						
		0.248	0.001						
	CO ₂	0.818	0.294	-0.421					
		0	0.13	0.025					
	PM0.3	0.297	0.47	-0.579	0.446				
		0.124	0.012	0.001	0.017				
	PM0.5	0.21	0.181	-0.113	0.206	0.389			
		0.284	0.355	0.568	0.292	0.041			
	PM1	0.426	0.27	-0.508	0.5	0.744	-0.013		
		0.024	0.164	0.006	0.007	0	0.949		
	PM3	0.478	0	-0.326	0.48	0.392	-0.228	0.873	
		0.01	0.998	0.09	0.01	0.039	0.243	0	
PM5	0.422	0.08	-0.411	0.471	0.439	-0.197	0.867	0.967	
	0.025	0.685	0.03	0.011	0.02	0.316	0	0	
Dış Ortam	Sıcaklık	0.197	0.636	-0.244	0.28	0.251	0.275	-0.135	-0.371
		0.314	0	0.21	0.149	0.198	0.157	0.492	0.052
	BN	-0.621	-0.582	0.552	-0.685	-0.351	-0.122	-0.241	-0.154
		0	0.001	0.002	0	0.067	0.538	0.216	0.435
	CO ₂	-0.001	0.052	-0.277	0.169	0.321	0.07	0.369	0.299
		0.997	0.793	0.153	0.389	0.096	0.722	0.053	0.122
	PM0.3	0.451	0.024	-0.1	0.485	0.167	0.208	0.207	0.198
		0.016	0.904	0.612	0.009	0.394	0.289	0.29	0.313
	PM0.5	-0.229	-0.169	0.315	-0.292	-0.261	-0.043	-0.228	-0.197
		0.242	0.389	0.103	0.132	0.179	0.827	0.244	0.315
	PM1	-0.241	-0.081	0.155	-0.293	-0.316	0.024	-0.294	-0.274
		0.216	0.683	0.43	0.131	0.102	0.902	0.128	0.158
	PM3	-0.407	-0.259	0.368	-0.504	-0.54	-0.126	-0.494	-0.441
		0.031	0.183	0.054	0.006	0.003	0.522	0.008	0.019
PM5	0.001	0.072	-0.041	0.011	-0.187	-0.069	-0.157	-0.106	
	0.995	0.716	0.836	0.957	0.34	0.728	0.424	0.592	

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemiz için henüz yeni ve önemi gittikçe anlaşılmaya başlanan iç hava kalitesinin bir yüksek öğretim kurumunda incelemesi yapılmıştır. Bu amaç için Şanlıurfa ilindeki Yüksek Öğretim Kurumlarındaki dersliklerin iç hava kalitesi ölçümleri alınmıştır. 3 derslikte eğitim ve öğretimin devam ettiği zamanlarda olmak üzere sıcaklık, bağıl nem, CO₂ ve değişik çaplarda partikül madde miktarları gibi iç hava kalitesi parametreleri hem iç ortam hem de dış ortam için ölçülmüştür. Sonuçlar istatistiksel olarak irdelenmiştir.

Ölçüm alınan dersliklerde iç hava sıcaklığı kışın nispeten kabul edilebilir sınırlar arasında kalmıştır. Yaz döneminde ise dersliklerde kullanılan split tip klima cihazı genelde iç hava sıcaklığını dış hava sıcaklığına göre daha düşük sıcaklık değerlerinde tuttuğu ve konfor üst sınırına yaklaştırdığı görülmüştür. Eğer ısıtma sistemi düzgün tasarlanır ve çalıştırılırsa kışın dersliklerde iç hava sıcaklığı

konfor şartlarına getirilebilir. Yazın ise dış sıcaklığın yüksek olduğu böyle bir bölgede verimli ve başarılı bir eğitim-öğretim için bir iklimlendirme sisteminin kullanılması gerekir.

Genellikle bağıl nem değerleri kış döneminde kabul edilebilir ve standartlarda belirtilen sınır aralıklarında kalmaktadır. Fakat yaz döneminde bölgenin sahip olduğu sıcak ve kurak ikliminden dolayı iç ortam bağıl nemi alt sınır değer olan %30'un altında veya civarında kaldığı belirlenmiştir. Dış ortamdaki düşük bağıl nem değeri iç ortamda da görülmüştür. Dolayısıyla bağıl nem değerinin konfor bölgesine çıkarmak için iç ortamın veya iç ortama sevk edilecek havanın nemlendirilmesi gerekir.

CO₂ ölçüm değerleri kışın bazen sınır değerini aşmasına rağmen, yazın sınır değerinin altında kalmıştır. Kışın pencerelerin sürekli kapalı olmasından dolayı iç ortamdaki CO₂ miktarı sürekli artmaktadır. Yapılan infiltrasyon hesaplamalarında kapı ve pencerelerden içeri sızan dış hava miktarının yetersiz olması nedeniyle iç ortamdaki CO₂ miktarı ile dış ortamdaki CO₂ miktarı arasındaki fark çok olmaktadır. Eğer havalandırma sistemi kurulacaksa CO₂ miktarına göre yeterli miktarda temiz dış hava içeri verilebilir. Bunun için iç ortama konulacak olan bir CO₂ sensörü yardımıyla fan ve hava damperleri kontrol edilebilir.

İç ortamda bulunan partikül madde miktarlarının dış ortamdan daha fazla olduğu görülmüştür. Genellikle iç /dış PM oranı 1'den büyük olmakta bu oran bazen 18'a kadar çıkmaktadır. Bu da iç ortam kirleticilerinin etkisinin daha çok olduğunu göstermektedir. Ölçümler genelde Çin standardında belirtilen PM₁₀<150 µg/m³ sınır değerinin altında kalmıştır. PM ölçümleri Hon Kong 1. düzey sınır değerini (PM₁₀<20 µg/m³) her zaman geçmesine rağmen 2. Düzeyde belirtilen PM₁₀<180 µg/m³ sınır değerinin altında kalmıştır. ASHRAE standardında belirtilen PM₁₀<75 µg/m³ sınırı, kış döneminde ölçümlerin yaklaşık %25'inde geçilmiştir. Yaz döneminde kullanılan split klimaların filtresi içerdeki partikül madde miktarını nispeten düşürdüğü görülmüştür. Havalandırma sisteminin emme ve basma hatlarının olması gerekir ve uygun bir filtre üzerinden geçirildikten sonra içeri verilmesi gerekir.

Eğitim ve öğretimin daha verimli olması için iç ortamın ısıtma ve soğutulmasıyla birlikte havalandırmanın da yapılması gerekmektedir.

Partikül maddelerde görülen yüksek değerleri düşürmek için periyodik olarak dersliklerin temizlenmesi gerekir. Eğer mekanik havalandırma yapılmıyorsa, doğal havalandırma olarak dışa bakan pencerelerin ders aralarında açılması gerekir.

Isıtma sistemi projede ve konfor şartlarında belirtilmiş olan iç ortam sıcaklığını sağlayamıyorsa merkezi ısıtma sisteminin gözden geçirilmesi gerekir.

İç hava kalitesi ölçümlerinin tüm derslikler için periyodik olarak yapılarak olası problemler ve kirletici kaynaklar bertaraf edilmelidir. Ölçüm sonuçlarına göre gerekli düzenlemeler yapılmalı ve tedbirler alınmalıdır.

Türkiye için iç hava kalitesi ile ilgili sınır değerlerin tespit edilip uygulanması sağlanmalıdır. İç hava kalitesi ile ilgili ölçümler diğer eğitim kurumları ve mahaller için yapılmalıdır. Ölçümlerde CO, Ozon, Radon ve uçucu organik bileşik maddeler gibi diğer parametrelerde ele alınması gerekir.

5. KAYNAKLAR

- [1] HAYS, S., GOBBELL, R., "Indoor Air Quality", Mc Graw- Hill Inc.,1995.
- [2] ISISAN, "Klima Tesisatı Kitabı", İsisan Firması yayınları, 2001.
- [3] ASHRAE, Standard 62- 1989- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 1989,
- [4] ASHRAE, Standard 62- 2001- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2001.
- [5] Internet/IAQ/Indoor Air Quality in Connecticut Schools Executive Summary.htm
- [6] Internet/IAQ/Robert S. Zimmerman, "Indoor Air Quality Guidelines for Pennsylvania Schools, August, 1999.

- [7] BULGURCU, H., İLTEN, N., COŞGUN, A., Okullarda iç hava kalitesi problemleri ve çözümler, VII. Ulusal Tesisat Kongresi Bildiriler Kitabı, 601-615, 2005.
- [8] ÇOŞGUN, A., MUTLU, İ.B., YÜCETÜRK, G., Okullarında iç hava kalitesinin incelenmesi, İklim 2005-Ulusal İklimlendirme Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Antalya MMO Yayın No: E/2005/387, 244-251, 2005.
- [9] KESKİN, Y., ÖZYARAL, O., BAŞKAYA, R., LÜLECİ, N.E., AVCI, S., ACAR, M.S., ASLAN, H., HAYRAN, O., Bir lise binası kapalı alan atmosferine ait mikrobiyolojik içeriğin hasta bina sendromu açısından öğretmen ve öğrenciler üzerindeki etkileri, Astım Allerji İmmünoloji, 3(3), 116-130, 2005.
- [10] KUŞ, M., "Şanlıurfa İlindeki Yüksek Öğretim Kurumları Dersliklerinde İç Hava Kalitesinin İncelenmesi Ve Modellenmesi", Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 2007.
- [11] LEE, S.C., LI, W., AO, C., Investigation of indoor air quality at residential homes in Hong Kong: a case study, Atmospheric Environment, 36, 225-237. 2002.
- [12] LEE, S.C., CHANG, M., Indoor and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong, Chemosphere, 41, 109-113, 2000.
- [13] GUO, H., LEE, S.C., CHAN, L.Y., Indoor air quality in ice skating rinks in Hong Kong, Environmental Research, 94, 327-335, 2004.
- [14] STRANGER, M., POTGIETER-VERMAAK, S.S., VAN GRIEKEN, R., Comparative overview of indoor air quality in Antwerp, Belgium, Environment International, 33, 789-797, 2007.
- [15] SHAW, C.Y., SALARES, V., MAGEE, R.J., KANABUS-KAMİNSKA, M., Improvement of indoor air quality in four problem homes, Building and environment, 34, 57-69, 1999.
- [16] CHALOULAKOU, A., MAVROIDIS, I., Comparison of indoor and outdoor concentrations of CO at a public school. Evaluation of an indoor air quality model, Atmospheric Environment, 36, 1769-1781, 2002.
- [17] BULUT, H., Isıtma sezonunda ofislerde iç hava kalitesinin araştırılması, İklim 2007- II. Ulusal İklimlendirme Kongresi Bildiriler Kitabı, 285-295, 2007.
- [18] BULUT, H., Konutlarda iç hava kalitesi ile ilgili ölçüm sonuçlarının analizi, Teskon 2007 VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, 415-427, 2007.
- [19] BERUBE K.A., SEXTONA, K.J., JONESB, T.P., MORENOA, T., ANDERSONA, S., RICHARDS, R.J., The spatial and temporal variations in PM10 mass from six UK homes, Science of the Total Environment, 324, 41-53, 2004.
- [20] MESTL, H.E.S., AUNAN, K., SEIP, H.M., Health benefits from reducing indoor air pollution from household solid fuel use in China-Three abatement scenarios, Environment International, 33, 831-840, 2007.
- [21] ASHRAE, ASHRAE HandbookCD, 2001 Fundamentals, Chapter 9: Indoor Environmental Health, Atlanta, 2003.
- [22] HKGCC, The Clean Air Charter-A Business Guidebook, Hong Kong General Chamber of Commerce, www.cleanair.hk, 2006.

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet KUŞ

1963 yılında Şanlıurfa'nın Bozova ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Şanlıurfa'da, Lisans eğitimini, 1987 yılında Uludağ Üniversitesi Balıkesir Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde, Yüksek Lisansını 1995 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği ana bilim dalında, Doktora eğitimini de 2007 yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği ana bilim dalında tamamladı. Halen Harran Üniversitesi Şanlıurfa Meslek Yüksekokulu İklimlendirme ve Soğutma Programında öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

Cemal OKUYAN

1956'da Şanlıurfa'da doğdu; ilk, orta ve lise öğrenimlerini Malatya'da tamamladı. 1977 yılında Elazığ DMMA Makine Mühendisliği Bölümünden Lisans, 1979 yılında İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsünden Yüksek Lisans derecesini aldı. 1984 yılında doktor ünvanını aldı. 1978-1979 yılları arasında İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü TRIGA Mark-II araştırma reaktörünün montajında, 1979-1985 yılları arasında ise Balıkesir Mühendislik Fakültesinde; Asistan, Öğretim Görevlisi ve Fakülte Bilgi İşlem Merkezi Yöneticisi olarak çalıştı. 1994 yılında "Doçent" ünvanını aldı. 20.01.2000 tarihi itibarıyla Profesör kadrosuna atandı. 1985-1992 yılları arasında, Dicle Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi'nde

"Dekan Yardımcısı", "Bölüm Başkanı" ve "Üniversite Senato Üyeliği" görevlerinde bulundu. 1992-1996 yılları arasında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde "Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığı" görevini yürüttü. 1999-2001 yılları arasında Balıkesir Üniversitesi Gönen Meslek Yüksek Okulu Müdürlüğünü, 2001-2005 yılları arasında Balıkesir Üniversitesi Rektör Yardımcılığı görevlerini yürüttü. Halen, Balıkesir Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu'nda Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır.

Hüsamettin BULUT

1971 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Batman'da tamamladı. 1993 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalında 1996 yılında Yüksek Lisansını, 2001 yılında ise Doktorasını tamamladı. 1993-1998 yılları arasında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde, 1998-2001 yılları arasında ise Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. 2003 yılında Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümüne Yrd. Doç. olarak atandı. 2005 yılında Makina Mühendisliği Enerji Bilim Dalında Doçent oldu. Halen Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde Öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Çalışma alanları ısıtma ve soğutma sistemleri için iklim verileri ve enerji analizi, ısıtma-soğutma ve güneş enerjisi sistemleri uygulamalarıdır. TTMD ve MMO üyesidir.

Hüseyin BULGURCU

1962 yılında İzmir Kınık'ta doğdu. 1984 yılında Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makine Enerji dalından lisans, 1989 yılında MÜ Fen Bilimleri Enstitüsünden Yüksek Lisans, 1994 yılında aynı Enstitüden Doktora dereceleri aldı. 1986-1989 yılları arasında Kartal Teknik Lisesinde, 1989-1995 yılları arasında Çankırı Meslek Yüksekokulunda öğretim elemanı olarak çalıştı. 1994 yılında İngiltere'de mesleki araştırmalarda bulundu. 1996 ve 2002 yıllarında YÖK-DB Meslek Yüksekokulları Müfredat Geliştirme çalışmalarında bulundu. 1995 yılından bu yana Balıkesir Meslek Yüksekokulu İklimlendirme ve Soğutma Programında Öğretim Üyesi olarak çalışmalarına devam etmektedir. İlgi alanları iç hava kalitesi, soğutma sistem arızaları, bilgi teknolojilerinin eğitimde kullanımınıdır.