

Okullarda İç Hava Kalitesinin İncelenmesi

Ahmet COŞKUN*

İ. Burcu MUTLU**

Gürkan YÜCETÜRK***

Özet

Dış hava kirliliğinin insan sağlığına zararları olduğu bilinmesine rağmen İHK (İÇ HAVA KALİTESİ) problemlerinin insan sağlığına önemli etkileri olduğu bilinmemektedir. Amerika Birleşik Devletleri gelecek 20 yıl içindeki vizyonlarına bina içi hava kirliliği problemlerini çözümleyecek projelerin geliştirilmesini hedef olarak belirlemiştir.[4]

Özellikle okullarda iç hava kalitesi birçok nedenden dolayı önemlidir. Ülkemizdeki mevcut okul binaları arasındaki imkan ve yapısal farklılıkların çok büyük olması, İHK yönünden de ciddi farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Çocuklar, tahriş edici hava kirlleticilerine karşı yetişkinlere kıyasla daha hassastır. Ülkemiz okullarında lokal ısıtma/soğutma sistemleri kullanılmasına rağmen İHK (İç Hava Kalitesi) yönünden önemli eksiklikler bulunmaktadır. Kış günlerinde mekanik havalandırmasız, kalabalık sınıflarda, oksijen-yetersizliği, bağıl nem oranının artması ve ter kokularından dolayı, sınıftaki öğrencilerin uykusu gelmekte, bunun yanında öğretmenin verimi de düşmektedir. Öğrenciler bu sezonda hastalıklardan dolayı devamsızlık yapmakta, astım, bronşit gibi kalıcı rahatsızlıklara yakalana bilmektedirler.

Bu incelemede, okullardaki iç hava kalitesi problemlerinin neler olduğu ve bu problemlerin hangi basit çözümlerle giderildiğinin gözlemleri anlatılacaktır.

1. GİRİŞ

İnsanlar zamanlarının % 90'ından fazlasını iç ortamda (ev, büro vb) geçirdikleri için buralarda bulunabilecek kirleticilere de maruz kalırlar.[7] Amerikan Çevre Koruma Örgütünün (E.P.A.) çalışmaları göstermiştir ki iç ortam kirleticilerinin seviyesi dış havadan yaklaşık 5 – 100 kat daha fazla olabilmektedir.[6]

İç hava kirleticilerinin kaynağı bina içinde veya dış ortamda olabilir. Şayet kirleticilerin kaynakları kontrol edilmezse havalandırma / klima sistemi düzgün çalışsa bile iç hava kalitesi

problemleri oluşabilir. İç ortam kirleticilerini; karbon oksitleri, azot oksitleri, polisiklik aromatik hidro karbonlar, radon formaldehit, su buharı, sigara dumanı, havadan kaynaklanan allerjenler, patojenler, mineral lifler, polimerler, tüketici eşyalarından kaynaklanan toksik emisyonlar oluşturur.[2]

İç hava problemlerinden kaynaklanan hastalıkların belirtilerini şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Burun kanamaları,
- Öksürük,

* Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu İklimlendirme Soğutma Programı.

** Öğr. Gör., Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Haberleşme Programı.

*** Öğr. Gör., Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu İnşaat Programı.

- Göz sulanmaları ve kızarıklıkları,
- Ateşlenme,
- Titreme,
- Hızlı kalp atışı,
- Kas ağrıları,
- İşitme kayıpları,
- Ağız ve burun içi kuruluğu,
- Baş ağrısı,
- Mide bulantısı,
- Kas seğirmesi,
- Tanımlanamayan alerjik reaksiyonlar vb. rahatsızlıklarla karşı karşıya kalındığı tespit edilmiştir.

Bu şikayetlerin tümüne "Hasta Bina Sendromu" (Sick Building Syndrome) adı verilmektedir.[9] ABD'de bina iç hava kirliliğinin her yıl binlerce kanser sebebiyle ölümlere ve yüz binlerce solunum yolu hastalıklarına yol açtığı tahmin edilmektedir. Ayrıca çocukların kanlarındaki yüksek kurşun seviyesinin kısmen bina iç hava kalitesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir.[4]

Çocukların solunum yollarını, koruma mekanizmaları tam olarak gelişmemiştir. Hava yolları daha küçüktür, zararlı bir etkenle karşılaştıklarında çabuk bloke olurlar, daha hızlı nefes alıp verdikleri için vücut ağırlıklarına oranla daha fazla kirliliğe maruz kalırlar.[3]

Bir öğrenci ilkokuldan Üniversiteyi bitirinceye kadar okul binaları içinde 20.000 saat hava teneffüs etmektedir. Bu yaşam süresinin oran olarak en az % 23'nü kapsamaktadır.[5]

Okullarda iç hava problemleri; kimyasal kirlenmelerden, toz parçacıklarından ve biyolojik kirlenmelerden (bakteriler, mantarlar ve virüsler) kaynaklanmaktadır.

Buna ilave olarak; okul binalarının yerleşim yerleri, sınıfların konumları, yeni boyanmış odaları, laboratuvar veya atölye amaçlı kullanılmamasından dolayı, yetersiz havalandırmadan

nın yüksekliği, kirlilikten kaynaklanan toz kalmazı vb nedenler kirlenmede etkili olmaktadır. İç hava kirlenmelerinden birisi olan karbondioksit renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Karbonun tam yanma ürünüdür. 1500 ppm'in üzerindeki konsantrasyonları zihinsel aktivite kayıplarına neden olabileceğinden dikkat edilmelidir. ASHRAE'nin 62-1989 no'lu standardı 1000 ppm değerini konfor üst sınırı olarak belirlemiştir. Bu standart okullar içinde kullanılabilir ve aşılması gerekir.[6]

2. MATERYEL VE YÖNTEM

Bu araştırma, Antalya ilinde bulunan 2 adet ilköğretim Okulu ve 1 adet Lise'de yapılmıştır. Ölçümler; yaygın iç hava kalitesi ölçüm tekniklerinde dikkate alınan CO, Sıcaklık ve Bağıl Nem parametrelerini kapsamaktadır. Araştırma için Antalya Valiliğinden ilgili okullarda ölçüm yapılabilmesi için gerekli OLUR alınmıştır. CO₂ Ölçüm Cihazını; Balıkesir Üniversitesi TBMYO İklimlendirme-Soğutma Programı'nda görevli Öğretim Üyesi Hocam; Yrd. Doç. Dr. Hüseyin BULGURCU bu çalışma için tarafımıza gön-



RESİM 1. İstiklal İlköğretim Okulu.



RESİM 2. Atatürk Endüstri Meslek Lisesi.



Ölçümler için;
o İlköğretim Okullarından; İstiklal İlköğretim Okulu ve Baraj İlköğretim Okulu,
o Lise olarak; Antalya Endüstri Meslek Lisesi seçilmiştir.

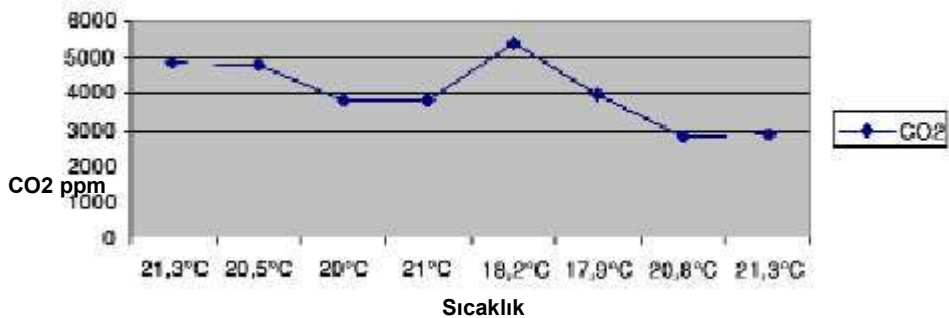


RESİM 3.Hvac montajcıları ve mühendisleri için
problu CO₂ cihazı

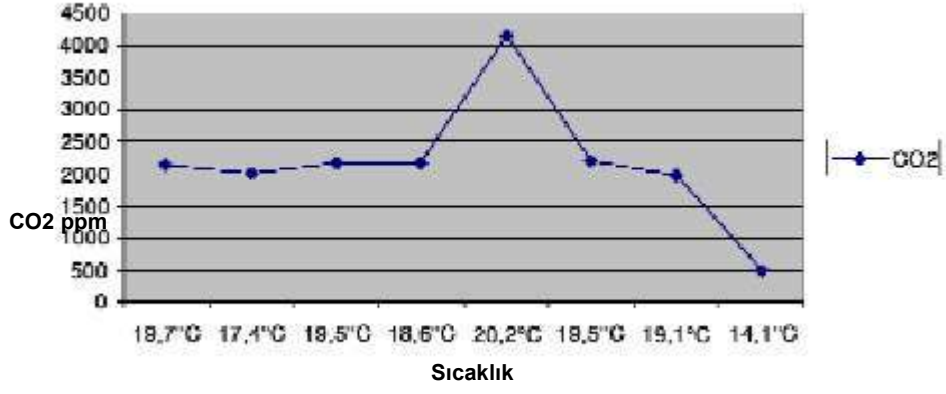
Ölçüm cihazları olarak;
o TESTO-532 CO₂ Analiz Cihazı ve Hassas Sıcaklık ve Nem Ölçer kullanılmıştır.
Sınıf ortamlarında ölçümler üç farklı noktadan yapılmış olup ortalama değerler alınmıştır.
Ölçüm sonuçlarına; tablolardan baktığımızda:

Tablo-1 İstiklal İlköğretim Okulu Ölçüm Sonuçları

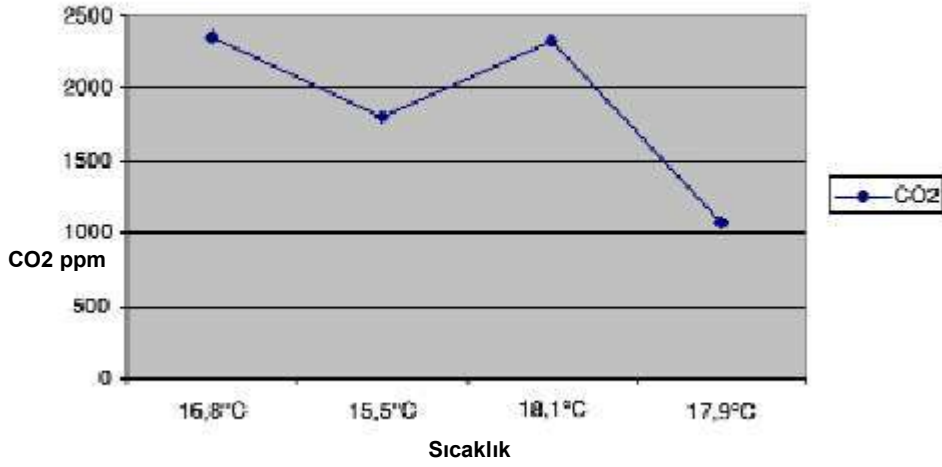
Ölçüm Tarihi	Ölçüm Saati	Ölçüm Yeri	Ölçüm Yapılan Alan	Öğrenci Sayısı	Dış Hava		İç Hava		Sınıf Ölçüm Noktaları			
					Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısmı CO ₂ (ppm)	Duvar Kısmı CO ₂ (ppm)	
KASIM AYI DEĞERLERİ												
09.11.04	09:50	2/A	~ 40 m ²	34+1	16,6 °C	83	21,3 °C	84	4838	4826	4836	
"	10:55	Fen Snf.	~ 30 m ²	19+1	"	"	20,5 °C	83	4899	4803	4889	
17.11.04	10:00	2/A	~ 40 m ²	33+1	15,4 °C	54	20 °C	56	3820	3813	3716	
"	10:20	Fen Snf.	~ 30 m ²	22+1	"	"	21 °C	57	3702	3775	3798	
23.11.04	09:35	2/A	~ 40 m ²	36+1	8,6 °C	22	18,2 °C	35	5221	5368	5416	
"	09:55	Fen Snf.	~ 30 m ²	21+1	"	"	17,9 °C	34	3900	3989	4021	
30.11.04	09:45	2/A	~ 40 m ²	35+1	13,8 °C	66,7	20,8 °C	68	2735	2793	2801	
"	10:05	Fen Snf.	~ 30 m ²	18+1	"	"	21,3 °C	68	2832	2850	2900	
ARALIK AYI DEĞERLERİ												
07.12.04	09:40	2/A	~ 40 m ²	33+1	14,1 °C	65,3	19,7 °C	65	2431	2141	2268	
"	10:05	Fen Snf.	~ 30 m ²	22+1	"	"	17,4 °C	63	1853	2012	1945	
14.12.04	9:55	2/A	~ 40 m ²	33+1	10,8 °C	42	19,5 °C	68	2087	2172	1985	
"	10:10	Fen Snf.	~ 30 m ²	21+1	"	"	18,6 °C	66	2140	2168	2080	
21.12.04	11:00	2/A	~ 40 m ²	32+1	11,2 °C	91,3	20,2 °C	83	4233	4167	3937	
"	11:20	Fen Snf.	~ 30 m ²	19+1	"	"	19,5 °C	76	2127	2211	2234	
28.12.04	09:35	2/A	~ 40 m ²	36+1	11 °C	72,3	19,1 °C	74	1814	1989	2096	
"	10:00	Fen Snf.	~ 30 m ²	0	"	"	14,1 °C	71	545	496	504	
OCAK AYI DEĞERLERİ												
05.01.04	09:45	2/A	~ 40 m ²	32+1	10,2 °C	30,3	16,8 °C	35	2335	2354	2595	
"	10:00	Fen Snf.	~ 30 m ²	22+1	"	"	15,5 °C	33	1727	1804	1525	
11.01.04	10:15	2/A	~ 40 m ²	28+1	12,6 °C	46,3	18,1 °C	50	2193	2325	2353	
"	11:00	Fen Snf.	~ 30 m ²	22+1	"	"	17,9 °C	47	853	1067	1108	



Şekil 1 İstiklal İlköğretim Okulu Kasım ayı değerleri



Şekil 2. İstiklal İlköğretim Okulu Aralık ayı değerleri.

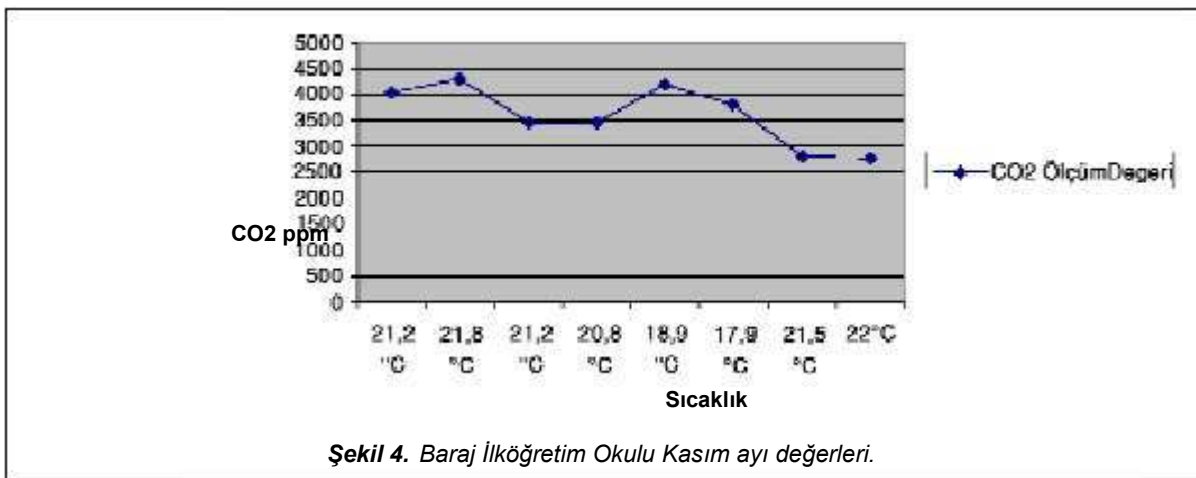


Şekil 3. İstiklal İlköğretim Okulu Ocak ayı değerleri.

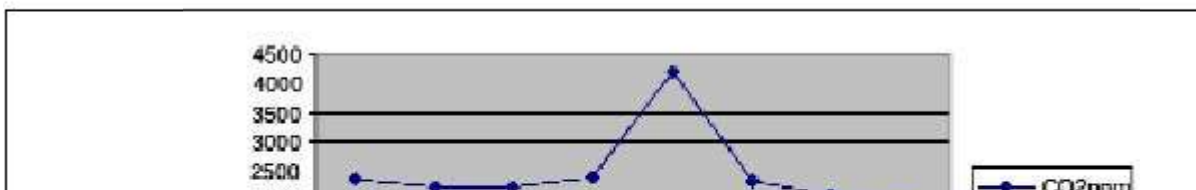
Tablo-2 Baraj İlköğretim Okulu Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Tarihi	Ölçüm Saati	Ölçüm Yeri	Ölçüm Yapılan Alan	Öğrenci Sayısı	Dış Hava		İç Hava		Sınıf Ölçüm Noktaları		
					Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısmı CO ₂ (ppm)	Duvar Kısmı CO ₂ (ppm)
KASIM AYI DEĞERLERİ											
09.11.04	08:45	2/A	~ 40 m ₂	43+1	16,6 °C	83	21,2 °C	84	4001	4026	4165
"	09:00	2/D	"	45+1	"	"	21,8 °C	84	4265	4322	4415
17.11.04	09:00	2/A	~ 40 m ₂	41+1	15,4 °C	54	21,2 °C	54	3460	3468	3472
"	09:15	2/D	"	42+1	"	"	20,8 °C	54	3455	3458	3479
23.11.04	08:30	2/A	~ 40 m ₂	45+1	8,6 °C	22	18,9 °C	30	4121	4211	4208
"	08:55	2/D	"	41+1	"	"	17,9 °C	32	3415	3812	3516
30.11.04	08:35	2/A	~ 40 m ₂	40+1	13,8 °C	66,7	21,5 °C	67	2813	2825	2840

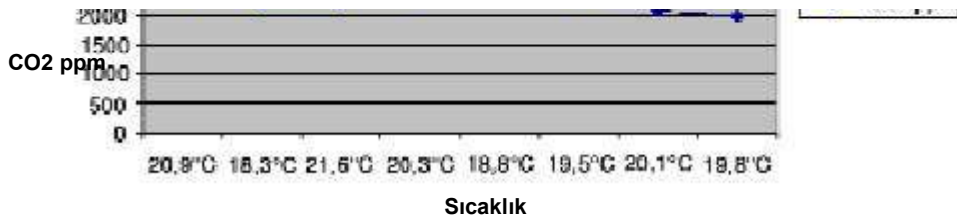
Tarih	Saat	Yer	Derinlik	Yer	Sıcaklık (°C)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°C)	Yer	CO ₂ (ppm)	Yer	CO ₂ (ppm)
"	09:15	2/D	"	40+1	"	"	22 °C	67	2761	2769	3813
ARALIK AYI DEĞERLERİ											
07.12.04	08:35	2/A	~ 40 m_	40+1	14,1 °C	65,3	20,9 °C	67	2184	2365	2021
"	08:40	2/D	"	38+1	"	"	18,3 °C	64	2153	2249	2019
14.12.04	08:30	2/A	~ 40 m_	37+1	10,8 °C	42	21,6 °C	65	2160	2250	2083
"	09:15	2/D	"	39+1	"	"	20,3 °C	64	2257	2410	2128
21.12.04	08:40	2/A	~ 40 m_	45+1	11,2 °C	91,3	18,8 °C	81	3648	4192	3985
"	09:00	2/D	"	43+1	"	"	19,5 °C	79	2138	2324	2102
28.12.04	08:35	2/A	~ 40 m_	45+1	11 °C	72,3	20,1 °C	71	1903	2114	1950
"	09:00	2/D	"	42+1	"	"	19,8 °C	69	1912	2013	1890
OCAK AYI DEĞERLERİ											
05.01.04	09:45	2/A	~ 40 m_	42+1	10,2 °C	30,3	18,1 °C	35	1212	1218	1301
"	10:00	2/D	"	44+1	"	"	17,2 °C	36	1181	1308	1321
11.01.04	10:15	2/A	~ 40 m_	43+1	12,6 °C	46,3	18,5 °C	50	1523	1859	1354
"	11:00	2/D	"	45+1	"	"	16,7 °C	46	1643	1690	1449



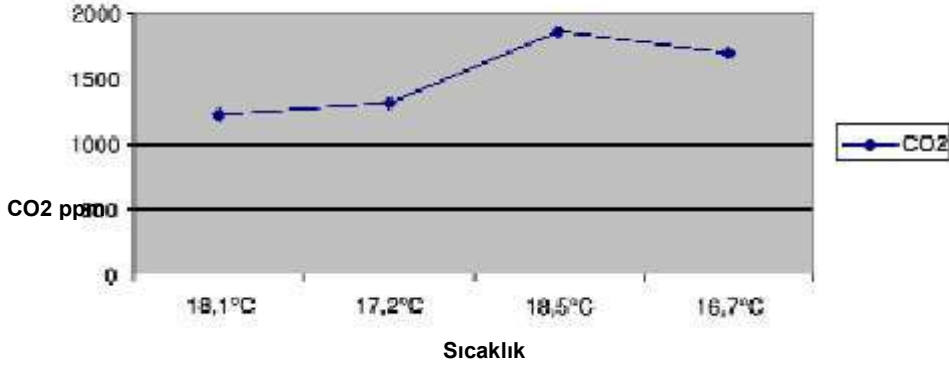
Şekil 4. Baraj İlköğretim Okulu Kasım ayı değerleri.



Şekil 5. Baraj İlköğretim Okulu Ocak ayı değerleri.



Şekil 5. Baraj İlköğretim Okulu Aralık ayı değerleri.

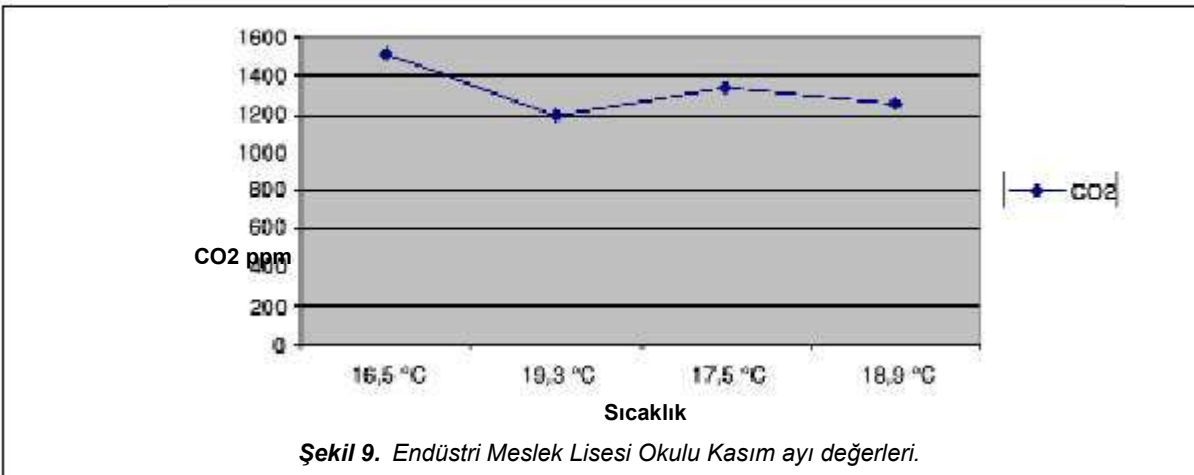
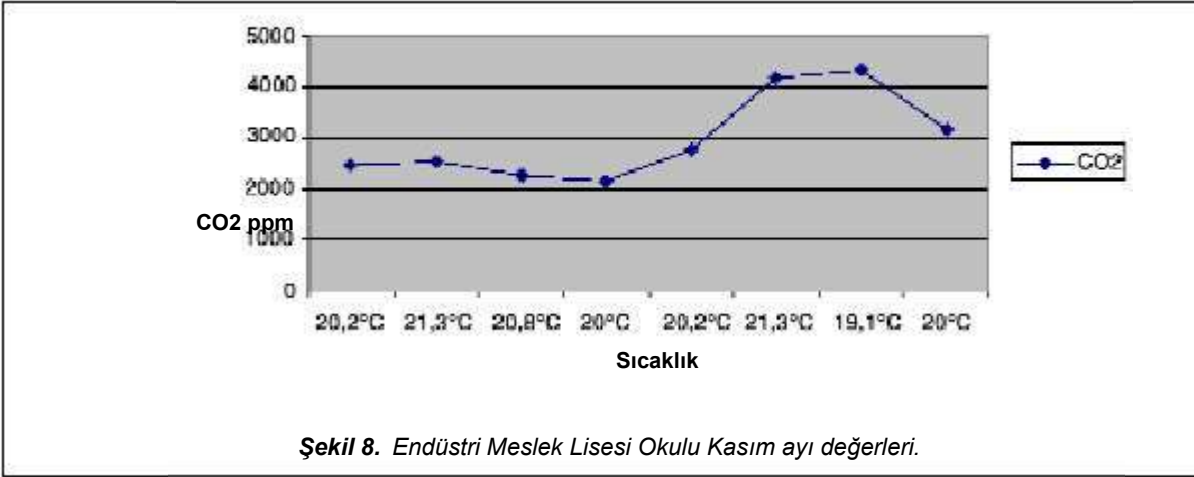
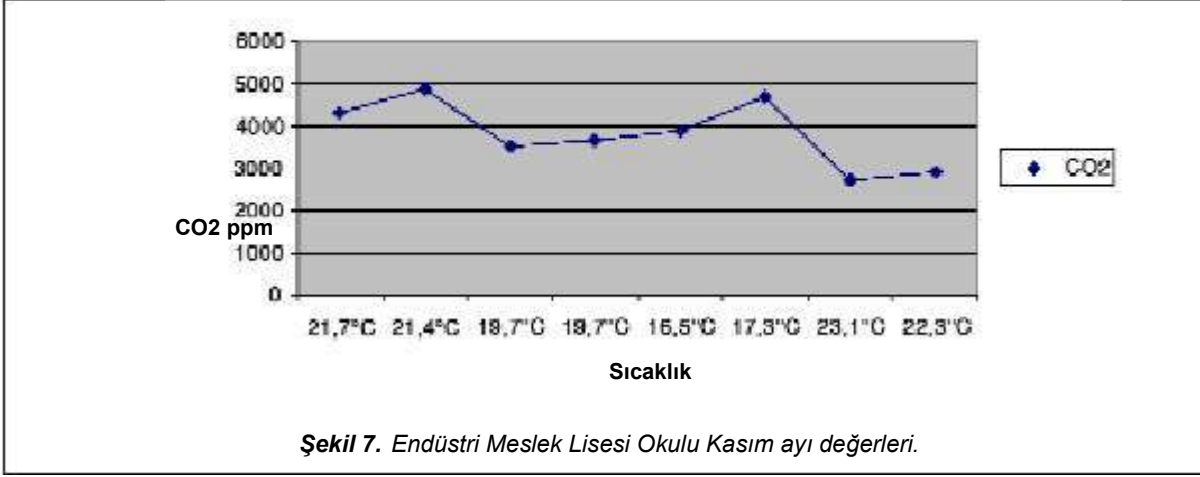


Şekil 6. Baraj İlköğretim Okulu Ocak ayı değerleri.

Tablo-3 Antalya Endüstri Meslek Lisesi Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Tarihi	Ölçüm Saati	Ölçüm Yeri	Ölçüm Yapılan Alan	Öğrenci Sayısı	Dış Hava		İç Hava		Sınıf Ölçüm Noktaları		
					Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısmı CO ₂ (ppm)	Duvar Kısmı CO ₂ (ppm)
KASIM AYI DEĞERLERİ											
09.11.04	11:00	A-7	~ 30 m_	27+1	16,6 °C	93,3	21,7 °C	84	4002	4325	4872
"	11:25	A-11	~ 55 m_	37+1	"	"	21,4 °C	84	4825	4868	4873
17.11.04	11:30	A-7	~ 30 m_	30+1	15,4 °C	54	19,7 °C	54	3417	3516	3572
"	12:20	A-11	~ 55 m_	39+1	"	"	19,7 °C	54	3405	3636	3513
23.11.04	11:25	A-7	~ 30 m_	28+1	8,6 °C	22	16,5 °C	28	3512	3913	3921
"	11:55	A-11	~ 55 m_	33+1	"	"	17,3 °C	30	4611	4681	4725
30.11.04	11:45	A-7	~ 30 m_	28+1	13,8 °C	66,7	23,1 °C	67	2650	2713	2740
"	12:05	A-11	~ 55 m_	33+1	"	"	22,3 °C	67	2811	2910	2992
ARALIK AYI DEĞERLERİ											
07.12.04	12:10	A-7	~ 30 m_	32+1	14,1 °C	65,3	20,2 °C	68	2313	2452	2148
"	11:50	A-11	~ 55 m_	30+1	"	"	21,3 °C	70	2416	2548	2235
14.12.04	12:30	A-7	~ 30 m_	31+1	10,8 °C	42	20,8 °C	70	2200	2281	2060
"	11:10	A-11	~ 55 m_	28+1	"	"	20 °C	68	2146	2164	2082
21.12.04	11:30	A-7	~ 30 m_	30+1	11,2 °C	91,3	20,2 °C	83	2485	2757	2787
"	11:00	A-11	~ 55 m_	37+1	"	"	21,3 °C	84	3549	4183	3998

28.12.04	11:00	A-7	~ 30 m_	28+1	11 °C	72,3	19,1 °C	72	4437	4347	3707
"	10:40	A-11	~ 55 m_	39+1	"	"	20 °C	69	3187	3165	3707
OCAK AYI DEĞERLERİ											
05.01.04	10:55	A-7	~ 30 m_	17+1	10,2 °C	30,3	16,5 °C	36	1130	1516	1623
"	11:10	A-11	~ 55 m_	28+1	"	"	19,3 °C	38	1158	1199	1140
11.01.04	11:25	A-7	~ 30 m_	20+1	12,6 °C	46,3	17,5 °C	47	1528	1336	1363
"	11:05	A-11	~ 55 m_	36+1	"	"	18,9 °C	48	1320	1252	1340



- Hava kanalları temizliğinin düzenli yapılması, yüksek çüm değerlerinin yüksekliği oldukça dikkat çekicidir.
- Sonraki aylarda ise bu yüksek değerden aşağıya doğru bir düşüş olduğu gözlemlenmektedir.

2.1.Çözüm

Okullarda iç hava kirleticilerinin konsantrasyonlarını düşürmek için Altı Temel Kontrol Yöntemi mevcuttur. Bunlar;

1. Kaynak Yöntemi; kaynağın uzaklaştırılması, kaynağın değiştirilmesini ve kaynağın kapatılmasını kapsar.
2. Yerel Egzoz; İç ortama dağılmış olan kirleticileri kaynağında yakalayıp uzaklaştırmak ve dış ortama göndermek için verimli

3. Havalandırma; Havalandırma sistemi uygun olarak tasarlanıp işletildiğinde ve bakıldığında otomatik olarak havadaki kirleticileri normal seviyeye indirecektir.
 4. Maruz Kalma Kontrolü; Kirliliğin tamamen önlenemediği yerlerde maruz kalma sürelerini ve şekillerini kısaltmak gereklidir.
 5. Hava Temizleme Cihazları; Hava temizleyicilerin en ucuz modellerinden en kapsamlı ve pahalı ev sistemlerine kadar bir çok tip ve boyutta olanları satılmaktadır.
 6. Eğitim; Okul personelinin ve öğrencilerin İHK konusunda eğitilmesi çok önemlidir.
- Şayet kişiler; hava kirleticileri ve onların kontrolü konusunda bilgilendirilirse bu kirliliklere maruz kalma durumları azaltılmış

olur.

- Bu amaçla başta okul yöneticilerine, öğretmenlere ve personeline seminerler düzenlenebilir[10].

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yukarıda saymış olduğumuz İHK'ni iyileştirmeye yönelik kriterlerden; sadece teneffüs sırasında;

- Sınıftaki öğrencilerin tamamının dışarıya çıkartılması,
- Sınıfın iyice havalandırılması,
- Sınıfın ısıtılması için kullanılan ısıtıcıların daha kısa zamanlı ve daha uygun kullanılması,
- Vasistas Pencerelerinin, ders süresince açık tutulması ile İHK' nin iyileştiği gözlenmiştir.

Bu iyileşmenin sonucu olarak da mevcut okul binalarında uygulanabilecek bazı pratik çözümler ile İHK problemlerini azaltmak mümkündür.

Örneğin;

- Sınıfların bulunduğu koridorlara, her kat birbirinden bağımsız olacak şekilde, egzoz hava kanalları döşeyerek havalandırma sistemi yapılabilir.
- Mevcut okullarda fizibilite çalışmaları yapılarak merkezi havalandırma sistemi tesis edilebilir.
- Sınıflara ısı enerji geri kazanımlı lokal havalandırma cihazları yerleştirilerek iç hava kalitesi iyileştirilebilir.

3.1. Yeni Okul İnşasında Projelendirme Aşamalarında

Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Yeni inşa edilecek okul binalarının merkezi havalandırma sistemi iç hava kalitesi dikkate alınarak eklenmelidir.
- Ayrıca okul binası her yönden iyi ışık alabilmeli, yakınlarındaki binalardan yeterli uzaklıkta olmalıdır.
- Her bir ünitesinde 2-4 sınıf bulunan pavyon sistemi koridor sisteminden daha elverişlidir. Havalandırma ve aydınlatma daha uygun bir şekilde yapılabilir.
- Sınıflar, okul binasının güney ve güneydoğu tarafına yerleştirilmelidir.
- Sınıfta her öğrenciye 2 m² yüzey ve 4-5 m² hava hacmi düşebilecek büyüklükte olmalıdır.
- Pencereler öğrenci sıralarının solunda bulunmalıdır. Pencerelerin büyüklüğü (yüzeyleri toplamı) döşeme yüzeyinin en az beşte biri kadar olmalıdır. Pencerelerin üst kısmında havalandırmayı sağlamak amacı ile kolay açılır kapanır vasistas pencereler bulunmalıdır.[1]

KAYNAKLAR:

- [1] BERTAN M., 1995, "Halk Sağlığı", Ankara
- [2] BULGURCU H., 6-10 Eylül 2004, "Okullarda İç Hava Kalitesi Problemleri", III. Uygulamalı İklimlendirme ve Soğutma Semineri, Balıkesir
- [3] KARAKOÇ F., 2002, "Hava Kirliliği ve Çocuklarda Solunum Yolu Enfeksiyonları", Uluslar arası Çevre ve Çocuk Sağlığı Sempozyumu, İstanbul.
- [4] SOFUOĞLU A., "Hava Kirliliği", İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir.

- Mekanik havalandırmanın kurulmadığı okullarda, teneffüste sınıflar havalandırılmalıdır.
- Vasistaslar uygun aralık ve sürelerde açık tutulmalıdır.
- Okul yöneticilerinin okuldaki İHK problemlerini önlemek ve çözmek amacı ile İHK koordinatörünü tayin etmeleri faydalı olacaktır. (İHK koordinatörlerinin rolü ve görevleri Amerikan Çevre Koruma Örgütü'nün hazırladığı "Okullar için İç Hava Kalitesi Aletleri" adlı raporda açıklanmıştır.) [8]

- [5] TORRES M., June 2000, "Indoor Air Quality", Texas Institute for the Indoor Environment, The University of Texas, Austin.
- [6] ZIMMERMAN R., August 1999, "Indoor Air Quality Guidelines for Pennsylvania Schools", USA,
- [7] <http://www.epa.gov/iag/schools/tfs/iagback.html>, February 9, 1999, "Article-IAQ Background"
- [8] <http://www.epa.gov>, "Indoor Air Quality Tools for Schools".
- [9] <http://www.rshm.saglik.gov.tr/hki/pdf/hava.pdf>, "Hava Kirliliğine Genel Bakış", Ankara
- [10] BULGURCU H., Kasım 2003, "Okullarda İç Hava Kalitesi Problemleri", Sayı:135 Termodinamik Dergisi

TEŞEKKÜR:

Bu çalışmamıza desteğini esirgemeyen Değerli Hocam, Yrd.Doç.Dr.Hüseyin BULGURCU'ya teşekkürleri bir borç biliriz.