



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

**ULUPINAR GÖZLEMEVİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
AÇIŞINDAN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HALİFE ÇAĞLAR

Tez Danışmanı

DOÇ. DR. SEZGİN AYGÜN

ÇANAKKALE – 2021



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

**ULUPINAR GÖZLEMEVİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇIŞINDAN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HALİFE ÇAĞLAR

Tez Danışmanı

DOÇ. DR. SEZGİN AYGÜN

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri

Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: FYL-2020-3257

ÇANAKKALE – 2021

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

(İmza)

Halife ÇAĞLAR

31/08/2021

TEŞEKKÜR

Bu tez Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: FYL-2020-3257'dir. BAP Koordinasyon Birimine, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Sezgin AYGÜN'e, değerli yardım ve katkılarından dolayı Ulupınar Gözlemevi Müdürü sayın Prof. Dr. Faruk SOYDUGAN'a, Ç.O.M.Ü. Fizik A.B.D. doktora öğrencisi Halil ÇETİNKAYA'ya ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Halife ÇAĞLAR
Çanakkale, Ağustos 2021

ÖZET

ULUPINAR GÖZLEMEVİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Halife ÇAĞLAR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Sezgin AYGÜN

31/08/2021, 65

Bu çalışmada Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezi (ÇAAM) ve Ulupınar Gözlemevi iç ortam hava kalitesinin (İHK) iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirmeleri yapılmıştır. Sırasıyla 30 cm, 40 cm, 60 cm ve 122 cm çaplarındaki T30, T40, T60 ve T122 teleskop kubbelerinde ve ÇAAM ana binasında iç ortam ölçümleri yapılmıştır. Çalışmada PCE-RCM 15 partikül sayım cihazı ile iç ortam hava kirleticileri olan partikül madde (PM), toplam uçucu organik bileşenler (TVOC- Total Volatile Organic Compound) ve formaldehit (HCHO) yoğunlukları ölçülmüştür. Partikül maddelerden aerodinamik çapları 1 mikron (PM 1.0), 2,5 mikron (PM 2.5) ve 10 mikron (PM 10) olanlar ilgili cihaz ile ölçülebilmıştır. Bu ölçümlerin yanı sıra iç ortam nem ve sıcaklık değerleri de tespit edilmiştir. Yapılan ölçümlerin değerleri Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde verilen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevi Ana Bina ve teleskop kubbelerinde gerek partikül miktarlarında (PM 1.0, PM 2,5 ve PM 10) gerekse TVOC ve HCHO miktarlarında insan sağlığını tehdit eden seviyelere ulaşılmadığı gözlemlenmiştir. Yapılan ölçümler ve değerlendirmeler sonucunda Gözlemevinde alınması gereken önlemler konusunda öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ulupınar Gözlemevi, İş Sağlığı ve Güvenliği, İç Ortam Hava Kalitesi, Partikül Madde, Formaldehit, Toplam Uçucu Organik Bileşenler

ABSTRACT

EXAMINATION OF ULUPINAR OBSERVATORY IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

Halife ÇAĞLAR

anakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Thesis in Department of Occupational Health and Safety

Advisor: Assoc. Prof. Sezgin AYGÜN

08/31/2020, 65

In this study, the indoor air quality (IHC) of Çanakkale Onsekiz Mart University Astrophysics Research Center (AAM) and Ulupinar Observatory were evaluated in terms of occupational health and safety. Indoor measurements were made on the telescope domes of T30, T40, T60 and T122 with diameters of 30 cm, 40 cm, 60 cm and 122 cm, respectively, and in the main building of AAM. In the study, the concentrations of particulate matter (PM), total volatile organic compounds (TVOC) and formaldehyde (HCHO), which are indoor air pollutants, were measured with the PCE-RCM 15 particle counter. Particulate matter with aerodynamic diameters of 1 micron (PM 1.0), 2.5 micron (PM 2.5) and 10 micron (PM 10) could be measured with the relevant device. In addition to these measurements, indoor humidity and temperature values were also determined. The values of the measurements were compared with the limit values given in the Air Quality Assessment and Management Regulation of the World Health Organization (WHO) and the Ministry of Environment and Urbanization of the Republic of Turkey. It has been observed that the levels that threaten human health are not reached in the amount of particles (PM 1.0, PM 2.5 and PM 10) and TVOC and HCHO in the AAM and Ulupinar Observatory Main Building and telescope domes. As a result of the measurements and evaluations made, suggestions were made about the precautions to be taken at the Observatory.

Keywords: Ulupinar Observatory, Occupational Health and Safety, Indoor Air Quality, Particulate Matter, Formaldehyde, Total Volatile Organic Compounds

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1

1.1. Partikül	Madde	Yoğunluğu	2
1.2. Formaldehit (HCHO) ve Toplam Uçucu Organik Bileşenler (TVOC).....			4
1.3. Sıcaklık ve Nem			6

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

7

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL YÖNTEM

10

3.1. Partikül Sayım Cihazı PCE-RCM 15	10
3.2 ÇAAM Ulupınar Gözlemevi	11
3.2.1 Gözlemevi Ana Bina	11
3.2.2 T30 Teleskop Kubbesi	11
3.2.3 T40 Teleskop Kubbesi	12
3.2.4 T60 Teleskop Kubbesi	12

3.2.5	T122 Teleskop Kubbesi	12
3.3.	Hava Kalitesi Ölçüm Teknik ve Yöntemi	12

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1.	Ana Bina Ölçümleri	14
4.1.1.	Gözlemevi Ana Bina Mart Ölçümleri	14
4.1.2.	Gözlemevi Ana Bina Nisan Ölçümleri	16
4.1.3.	Gözlemevi Ana Bina Mayıs Ölçümleri	17
4.1.4.	Gözlemevi Ana Bina Haziran Ölçümleri	18
4.1.5.	Gözlemevi Ana Bina Temmuz Ölçümleri	20
4.2.	T30 Teleskop Kubbesi Ölçümleri	21
4.2.1.	T30 Teleskop Kubbesi Mart Ölçümleri	21
4.2.2.	T30 Teleskop Kubbesi Nisan Ölçümleri	23
4.2.3.	T30 Teleskop Kubbesi Mayıs Ölçümleri	24
4.2.4.	T30 Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri	25
4.2.5.	T30 Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri	27
4.3.	T40 Teleskop Kubbesi Ölçümleri	28
4.3.1.	T40 Teleskop Kubbesi Mart Ölçümleri	28
4.3.2.	T40 Teleskop Kubbesi Nisan Ölçümleri	30
4.3.3.	T40 Teleskop Kubbesi Mayıs Ölçümleri	31
4.3.4.	T40 Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri	33
4.3.5.	T40 Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri	34
4.4.	T60 Teleskop Kubbesi Ölçümleri	36
4.4.1.	T60 Teleskop Kubbesi Mart Ölçümleri	36
4.4.2.	T60 Teleskop Kubbesi Nisan Ölçümleri	37
4.4.3.	T60 Teleskop Kubbesi Mayıs Ölçümleri	39
4.4.4.	T60 Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri	40
4.4.5.	T60 Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri	42
4.5.	T122 Teleskop Kubbesi Ölçümleri	43
4.5.1.	T122 Teleskop Kubbesi Mart Ölçümleri	43
4.5.2.	T122 Teleskop Kubbesi Nisan Ölçümleri	45
4.5.3.	T122 Teleskop Kubbesi Mayıs Ölçümleri	46

4.5.4. T122 Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri	48
4.5.5. T122Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri	49

BEŞİNCİ BÖLÜM	51
SONUÇ ve ÖNERİLER	

5.1. Ana Bina Sonuç ve Önerileri	51
5.2. T30 Teleskop Kubbesi Sonuç ve Önerileri	53
5.3. T40 Teleskop Kubbesi Sonuç ve Önerileri	55
5.4. T60 Teleskop Kubbesi Sonuç ve Önerileri	57
5.5. T122 Teleskop Kubbesi Sonuç ve Önerileri	59
KAYNAKÇA	62
ÖZGEÇMİŞ	I

SİMGELER VE KISALTMALAR

PM	Partikül Madde
PM 1.0	1 mikron çapındaki partikül madde
PM 2.5	2,5 mikron çapındaki partikül madde
PM 10	10 mikron çapındaki partikül madde
TVOC	Toplam uçucu organik bileşen
HCHO	Formaldehit
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
HBS	Hasta bina sendromu
BBH	Bina bağlı hastalık
İHK	İç hava kalitesi
GEFA	Alman Çevre Ajansı
CO	Karbon monoksit
C ₂ O	Karbon dioksit
AC	Alternatif akım
T30	30 cm çapındaki teleskop
T40	40 cm çapındaki teleskop
T60	60 cm çapındaki teleskop
T122	122 cm çapındaki teleskop
μ	Mikro (10 ⁻⁶)
g	Gram
m	Metre
m ³	Metreküp
cm	Santimetre
mm	Milimetre
μg	mikrogram
°C	Santigrat derece

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı PM 10 sınır değerleri	3
Tablo 2	PM İndeksinin Sağlık Seviyesi ve Etkileri	4
Tablo 3	TVOC-HCHO için sınır değerler seviye ve önlemler	6
Tablo 4	Ana bina İHK ölçüm değerleri ortalaması	52
Tablo 5	Ana bina İHK sağlık seviyesi değerlendirme	53
Tablo 6	T30 teleskop kubbesi İHK ölçüm değerleri ortalaması	54
Tablo 7	T30 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi değerlendirme	55
Tablo 8	T40 teleskop kubbesi İHK ölçüm değerleri ortalaması	56
Tablo 9	T40 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi değerlendirme	57
Tablo 10	T60 teleskop kubbesi İHK ölçüm değerleri ortalaması	58
Tablo 11	T60 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi değerlendirme	59
Tablo 12	T122 teleskop kubbesi İHK ölçüm değerleri ortalaması	60
Tablo 13	T122 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi değerlendirme	61

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Partikül sayım cihazı PCE-RCM 15	10
Şekil 2	Partikül ölçüm cihazının ekranı	10
Şekil 3	Ana bina mart ayı PM değerleri	15
Şekil 4	Ana bina mart ayı TVOC ve HCHO değerleri	15
Şekil 5	Ana bina nisan ayı PM değerleri	16
Şekil 6	Ana bina nisan ayı TVOC ve HCHO değerleri	17
Şekil 7	Ana Bina mayıs ayı PM değerleri	17
Şekil 8	Ana Bina mayıs ayı TVOC ve HCHO değerleri	18
Şekil 9	Ana Bina haziran ayı PM değerleri	19
Şekil 10	Ana Bina haziran ayı TVOC ve HCHO değerleri	19
Şekil 11	Ana Bina temmuz ayı PM değerleri	20
Şekil 12	Ana Bina temmuz ayı TVOC ve HCHO değerleri	20
Şekil 13	T30 Teleskop kubbesi mart ayı PM değerleri	22
Şekil 14	T30 Teleskop kubbesi mart ayı TVOC ve HCHO değerleri	22
Şekil 15	T30 Teleskop kubbesi nisan ayı PM değerleri	23
Şekil 16	T30 Teleskop kubbesi nisan ayı TVOC ve HCHO değerleri	23
Şekil 17	T30 Teleskop kubbesi mayıs ayı PM değerleri	24
Şekil 18	T30 Teleskop kubbesi mayıs ayı TVOC ve HCHO değerleri	25
Şekil 19	T30 Teleskop kubbesi haziran ayı PM değerleri	26
Şekil 20	T30 Teleskop kubbesi haziran ayı TVOC ve HCHO değerleri	26
Şekil 21	T30 Teleskop kubbesi temmuz ayı PM değerleri	27
Şekil 22	T30 Teleskop kubbesi temmuz ayı TVOC ve HCHO değerleri	28
Şekil 23	T40 Teleskop kubbesi mart ayı PM değerleri	29

Şekil 24	T40 Teleskop kubbesi mart ayı TVOC ve HCHO değerleri	29
Şekil 25	T40 Teleskop kubbesi nisan ayı PM değerleri	30
Şekil 26	T40 Teleskop kubbesi nisan ayı TVOC ve HCHO değerleri	31
Şekil 27	T40 Teleskop kubbesi mayıs ayı PM değerleri	32
Şekil 28	T40 Teleskop kubbesi mayıs ayı TVOC ve HCHO değerleri	32
Şekil 29	T40 Teleskop kubbesi haziran ayı PM değerleri	33
Şekil 30	T40 Teleskop kubbesi haziran ayı TVOC ve HCHO değerleri	34
Şekil 31	T40 Teleskop kubbesi temmuz ayı PM değerleri	35
Şekil 32	T40 Teleskop kubbesi temmuz ayı TVOC ve HCHO değerleri	35
Şekil 33	T60 Teleskop kubbesi mart ayı PM değerleri	36
Şekil 34	T60 Teleskop kubbesi mart ayı TVOC ve HCHO değerleri	37
Şekil 35	T60 Teleskop kubbesi nisan ayı PM değerleri	38
Şekil 36	T60 Teleskop kubbesi nisan ayı TVOC ve HCHO değerleri	38
Şekil 37	T60 Teleskop kubbesi mayıs ayı PM değerleri	39
Şekil 38	T60 Teleskop kubbesi mayıs ayı TVOC ve HCHO değerleri	40
Şekil 39	T60 Teleskop kubbesi haziran ayı PM değerleri	41
Şekil 40	T60 Teleskop kubbesi haziran ayı TVOC ve HCHO değerleri	41
Şekil 41	T60 Teleskop kubbesi temmuz ayı PM değerleri	42
Şekil 42	T60 Teleskop kubbesi temmuz ayı TVOC ve HCHO değerleri	43
Şekil 43	T122 Teleskop kubbesi mart ayı PM değerleri	44
Şekil 44	T122 Teleskop kubbesi mart ayı TVOC ve HCHO değerleri	44
Şekil 45	T122 Teleskop kubbesi nisan ayı PM değerleri	45
Şekil 46	T122 Teleskop kubbesi nisan ayı TVOC ve HCHO değerleri	46
Şekil 47	T122 Teleskop kubbesi mayıs ayı PM değerleri	47
Şekil 48	T122 Teleskop kubbesi mayıs ayı TVOC ve HCHO değerleri	47
Şekil 49	T122 Teleskop kubbesi haziran ayı PM değerleri	48

Şekil 50	T122 Teleskop kubbesi haziran ayı TVOC ve HCHO değerleri	49
Şekil 51	T122 Teleskop kubbesi temmuz ayı PM değerleri	50
Şekil 52	T122 Teleskop kubbesi temmuz ayı TVOC ve HCHO değerleri	50



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Dünya nüfusu hızla artarken teknoloji, sanayi ve endüstri artan nüfusun talebini karşılamak için bu artışa ayak uydurmaktadır. Bu gelişmelerin paralelinde temelini insanın oluşturduğu çevre sorunları meydana gelmektedir. Gerek sanayileşmenin gerekse şehirleşmenin neden olduğu bu çevre sorunlarından biri ise hava kirliliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Atmosferi ve havayı olumsuz etkileyen kirleticilerin başında evsel atıklar, trafik, sanayi, doğanın tahribi gibi etmenler gelmektedir. İnsanlar bu kirleticilere iç ve dış ortamlarda solunum, deri teması ve gıdalar yoluyla maruz kalmaktadır. Günümüz teknolojisi ve yeni iş düzeni gereği insanların iç ortamlarda geçirdi zamanın arttığı yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir (Uğurluay, 2019). Bu oran yetişkinler için %87,2 iç ortam, %7,2 araçlar ve %5,6 dış ortam ve çocuklar için iç ortam da geçirilen zaman ise %60-%90 arası olarak verilmektedir (Barbaroğlu, 2015; Wallace, 1996; Annesi-Maesano vd., 2013). Bu oranlara bakıldığında iç mekan hava kalitesi (İHK) değerlendirmesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından önem arz ettiği görülmektedir. Çünkü İHK hasta bina sendromu (HBS) ve bina bağlantılı hastalıklar (BBH) meydana getirmektedir. HBS’da hasta üzerindeki etkiler hastanın binayı terk etmesi ile ortadan kalkmaktadır lakin BBH’da etkiler hastanın binayı terk etmesine rağmen devam etmektedir (Bas, 2004; Thörn, 2000). Ayrıca son yıllarda iç mekan sakinlerinin konforu, sağlığı ve güvenliği, ulusal ve uluslararası komitelerce, çeşitli çevre ve iş güvenliği kurumlarınca ve bilim camiasında önem arz etmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda yıllar içerisinde iç hava kalitesinin nitel ve nicel değişimlerine vurgu yapılarak kirleticilerin ve kirletici seviyesinin artmakta olduğunu belirtmişlerdir (Cincinelli ve Martellini, 2017). Enerji verimliliğini artırmak için yapı tasarımıındaki değişiklikler ile modern evlerin ve ofislerin sıklıkla eski yapılara göre daha hava geçirmez olması sağlanmıştır. Ayrıca, inşaat teknolojisindeki gelişmeler, sentetik yapı malzemelerinin çok daha fazla kullanılmasına neden olmuştur. Bu iyileştirmeler daha düşük işletme maliyetlerine sahip daha konforlu binalara yol açarken, aynı zamanda kirleticilerin kolayca üretildiği ve dışarıda bulunandan çok daha yüksek konsantrasyonlarda birikebileceği iç ortamlara neden olmuştur (Jones, 1999). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) başta olmak üzere birçok kurum/kuruluş ve devlet otoriteleri İHK ile ilgili standartlar ve yönetmelikler, endüstriyel olmayan binalara yönelik politikalar ve izleme planları geliştirmiştir. Ülkemizde ise hava kirliliğinin zararlarını önlemek veya azaltmak, hava kalitesini belirli esaslara

dayanarak değerlendirmek, iyileştirmek ve iyi olan mevcut durumu korumak, eşik değerleri belirleyip halkın bilgi edinmesini sağlamak amacıyla evre ve şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan “Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği” 2008 yılında yürürlüğe girmiştir.

İç ortam hava kalitesini belirleyen etmenlerin başında havadaki partikül madde (PM), toplam uçucu organik bileşen (TVOC) ve formaldehit (HCHO) miktarı gelmektedir (Soysal ve Demirel, 2007). Bu maddeler iç ortam hava kirleticileri olarak adlandırılır ve hem dış ortam hem de iç ortam kaynaklı olarak yoğunlukları değişmektedir. İ ortamın sıcaklığı, nemi, kullanılan yapı ve dekorasyon malzemeleri, bulunan eşyaların eskimesi ve bakım/onarımın zamanında yapılmaması iç ortamda kirletici miktarını artırmaktadır. Dış ortam kirleticileri ise havalandırma ve sızma yolu ile iç ortama ulaşarak kirletici yaymaktadır (Haksevenler, 2010). İç ortam kirleticileri (ısıtma ve soğutma sistemi, bina yapı malzemeleri, mobilya ve dekorasyon malzemeleri, yemek pişirme, mantar, küf polen v.b.) gibi dış ortam kirleticileri de (trafik, sanayi, atıklar v.b.) iç ortam hava kalitesini olumsuz etkilemektedir (Jones, 1999).

1.1. Partikül Madde Yoğunluğu

Partikül maddeler insanların solunum yolu ile vücutlarına nüfus edebilen 500 mikrondan küçük ve 0,0002 mikrondan büyük çaplı, katı ve sıvı halde havada asılı durabilen parçacıklardır (Selici, 2014). İnsan sağlını etkileyen parçacıklar 10 µm çapından (PM 10) küçük olan parçacıklar iken 2,5 µm çapından (PM 2.5) küçük olanlar ise solunabilir maddelerdir. PM çaplarına göre vücuda nüfus etme ve sağlık üzerinde etkileri;

- PM 2’den küçük olanlar akciğerde tutunabilir.
- PM 2 ile PM 5 arasındaki parçacıklar akciğer hava kanalları üzerinde yoğunlaşırlar ve öksürükle dışarı atılabilirler.
- PM 2.5 solunum yolları ile akciğere ulaşarak kandaki C_2O , O_2 dönüşümünün yavaşlamasına ve nefes darlığına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle kalpte baskı oluşturmakta ve uzun süreli maruziyet kalıcı sağlık sorunlarını doğurmaktadır.
- PM 5’den büyük olan partiküller üst solunum yolları aracılığıyla süzölmektedirler.

- PM 10 ise maruz kalma süresi kısa da olsa akciğer hastalıklarını tetikleyip kalp hastası olan kişilerin kalp ritmini artırır.
- PM 10'dan büyük olan parçacıklar ise hızla çökelmekte iken kaynağa yakın noktada havada asılı durmaktadır.

Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğinde (HKDY) PM 10 için sınır değerler verilmiştir. Bu değerler tüm PM değerleri için de referans gösterilmektedir ve aşağıda verilen Tablo.1.'deki gibi tanımlanmıştır (Robert ve Rosalar, 1998; Öztürk, 2007; Öztürk 2008; Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, 2014).

Tablo 1

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı PM 10 sınır değerleri

Kirletici	PM 10	
Ortalama Süre	24 Saat -İnsan sağlığının korunması için-	Yıllık -İnsan sağlığının korunması için-
Limit	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (bir yılda 35 defadan fazla aşamaz)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Tolerans Payı	1.1.2014 tarihinde 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%100) ve 1.1.2019 tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır.	1.1.2014 tarihinde 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%100) ve 1.1.2019 tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır
Üst Değerlendirme Eşiği	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (bir yılda 7 defadan fazla aşamaz)	14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alt Değerlendirme Eşiği	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (bir yılda 7 defadan fazla aşamaz)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Limit Değer Hedef Tarihi	1 Ocak 2019	1 Ocak 2019

Uluslararası standartlar açısından PM sınır değerleri için Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen limit değerler yıllık PM sınırı $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken günlük limit $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ şeklindedir (ASHRAE, 2009). Ortamdaki PM indeksine ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) bağlı olarak sağlık seviyesi ve etkilerini veren değerlendirme Tablo.2’de verildiği gibidir (Avcı 2014).

Tablo 2

PM indeksinin sağlık seviyesi ve etkileri

İndeks ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sağlık Seviyesi	PM Etkileri
0-50	İyi	Yok
51-100	Orta	Nadiren hassas kişiler uzun süreli efor sarfını azaltmayı dikkate almalıdırlar.
101-150	Hassas gruplar için sağlıksız	Kalp ve solunum hastalığı olan kişiler, yaşlı ve çocuklar uzun süreli efor sarfını azaltmayı dikkate almalıdırlar.
151-200	Sağlıksız	Herkes uzun süreli ve yoğun efor sarfını azaltmayı dikkate almalıdır.
201-300	Çok Sağlıksız	Kalp ve solunum hastalığı olan kişiler, yaşlı ve çocuklar ortamdaki tüm fiziksel aktivitelerden kaçınmalıdır. Bunun dışında herkes uzun süreli ve yoğun efor sarfını azaltmayı dikkate almalıdır.
301-500	Tehlikeli	Kalp ve solunum hastalığı olan kişiler, yaşlı ve çocuklar izole kalmalıdır ve aktivitelerini düşük seviyede tutmalıdır. Bunun dışında herkes tüm fiziksel aktivitelerden kaçınmalıdır.

1.2. Formaldehit (HCHO) ve Toplam Uçucu Organik Bileşenler (TVOC)

Formaldehit insan vücuduna yiyecek ve içeceklerle, solunum yoluyla ve deriden emilerek girebilmektedir. Prefabrik yapılarda daha çok olmak üzere, bina yapı malzemelerinde, mobilyaların yapısında ve temizlik maddelerinin içeriğinde bulunmaktadır. Ayrıca tütün mamulleri de formaldehit kaynağı olarak gösterilebilir (Stelmann vd., 1998). Yoğunluğun düşük olduğu ortamlarda göz yaşarması, üst solunum yolu tahrişi, yüksek

yoğunluklu ortamlarda ise akciğerde ödem ve alt solunum sisteminde tahrişe neden olabilmektedir. Ayrıca merkezi sinir sistemini etkileyerek, kısa süreli bellek kayıpları ve kaygı bozukluğuna (anksiyete) yol açmaktadır. Bu etkileriyle formaldehit olası mesleki kanser nedenleri arasında gösterilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1994; Clarisse vd., 2003).

Bileşiminde bir karbon ve bir hidrojen atomu bulunduran uçucu organik bileşenler (VOC) hayatımızın her alanında kullandığımız maddelerin içeriğinde bulunmaktadır. VOC kaynakları hem dış hem de iç ortamda çok farklı şekillerde bulunmaktadır. Trafik, şehirleşme ve endüstri dış ortam için ana kaynak iken iç ortam için başlıca kaynaklar; ısınma, pişirme, boya, oda koku spreyleri, halılar, temizlik maddeleridir (Avcı, 2014). Bazı VOC kaynakları aşağıda verildiği gibidir (Hakseverenler, 2010).

- Benzen: Tütün dumanı, izolasyon köpüğü, temizlik malzemeleri, mürekkep, tahta boyası
- Kloroform: Su, mürekkepler, yapıştırıcılar
- Etilbenzen: Vernik, poliüretan, yer ve duvar kaplamaları, izolasyon köpüğü
- Dekan: Vernik, sunta, parke, gazyağı ısıtıcıları, tahta boyası, yer cilası
- Andekan: Alçı paneli, parke taş, vernik, temizlik malzemeleri, duvar kağıtları, boyalar, döşeme cilası
- Dodekan: yer ve duvar kaplamaları, gazyağı ısıtıcıları, vernik
- Stiren: Sunta, mürekkepler, yağlar, tütün dumanı, yapıştırıcı
- Trikloretilen: Yapıştırıcılar, mürekkepler, bant, kauçuk, izolasyon köpüğü
- Tetrakloretilen: Kuru temizleme sıvıları, mürekkepler, yapıştırıcılar, izolasyon köpüğü
- M,p-Diklorobenzen: Deodorantlar, naftalin kristalleri

Yukarıda bazı örnekleri verilen ve hayatın her alanında var olan yapıların içerisinde bulunan VOC maddeler sürekli maruz kalınan iç ve dış ortam hava kirleticileridir. İnsan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinin başında göz, burun, boğaz ve deride oluşan tahriş gelmektedir. Ayrıca hafıza kaybı, cilt kızarıklıkları, solunum güçlüğü gibi sağlık sorunlarını da tetikleyebilmektedir. Astım hastaları gibi VOC hassasiyeti yüksek olan insanlarda astım krizine neden olmakla birlikte, kanserojen etkileri de gözlemlenmiştir (Wolkoof ve Nielsen, 2001). TVOC ve HCHO parçacıklarının iç ortamdaki yoğunluklarına bağlı olarak verilen

sınır değerlerine karşılık gelen sağlık seviyesi ve önlemleri listesi Alman Çevre Ajansı (GFEA) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kriterlerine göre tablo 3’te verilmiştir (BGG, 2007; WHO, 2000) . Ölçüm yapılan cihaz PCE-RCM 15 Alman menşeli olduğu için tabloda GFEA değerlerine de yer verilmiştir.

Tablo 3

TVOC-HCHO için sınır değerler seviye ve önlemler

İndeks (GFEA) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	İndeks (WHO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sağlık Seviyesi	TVOC – HCHO Önlemleri
<300	<250	1. Çok İyi	Hedeflenen değer.
300-1.000	250-500	2. İyi	Havalandırma önerilir.
1.000-3.000	500-1000	3. Orta	Yoğun havalandırma önerilir.
3.000-10.000	1.000-3.000	4. Sağlıksız	Yoğun havalandırma gereklidir.
10.000-25.000	3.000+	5. Çok Sağlıksız	Tamamen havalandırma gereklidir.

1.3. Sıcaklık ve Nem

Isı tutma özelliğine sahip atmosferik su buharına nem denir, mutlak ve bağıl olmak üzere iki gruba ayrılır. Birim hava moleküllerinin içerdiği suyun kütle cinsinden miktarına mutlak nem denilirken, aynı sıcaklık ve basınçtaki mutlak nemin, aynı havada taşıyabileceği azami su miktarı oranı da bağıl nem olarak ifade edilmektedir. İç ortam hava kalitesi ise genellikle bağıl nem üzerinden değerlendirilmektedir. İç ortamda bağıl nem değerinin yüksek olması deri ve solunumda buharlaşmaya, düşük olması ise boğaz (mukoza tabakası) kuruluğuna, dudak çatlaklarına, göz kaşıntılarına, burun kuruluğuna ve sinüs kaynaklı baş ağrılarına neden olmaktadır (Soysal ve Demirel, 2007; ASHRAE, 2009; Haksevenler, 2010). Türkiye’de sıcaklık ve nem sınır değerleri olarak WHO tarafından belirlenen sıcaklık için 20-25,5 °C, uygun iç ortam nem oranı için %70’ten küçük olma sınır değerleri kabul görmektedir (WHO, 1987; HKGCC, 2006; Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, 2014).

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çeşitli kurum/kuruluşlar, birçok bilim insanı ve araştırmacılar hava kalitesini farklı ortamlar için incelemiş, hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki etkilerine değinerek tedbirler önermişlerdir.

Jones (1999) İHK'ni etkileyen faktörler ve sağlık arasındaki ilişki üzerine genel anlayışlara vurgu yaparak, dış ortamın iç ortam ile etkileşimi ve gelişen dünya koşullarında iç ve dış ortam kirleticilerinin önlenmesi konusunda atılabilecek adımları önermiştir.

Onat vd. (2009) İstanbul metrosunun altı farklı durağında tren içi ve istasyon PM değerlerini incelemişlerdir. Ölçüm değerlerinin uluslararası standartların çok üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Havalandırma sistemlerinin geliştirilmesi ve tünel bakım/temizlik işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerektiğini önermişlerdir.

Yang vd. (2009) Kore okullarındaki farklı iç mekan hava kirleticilerinin konsantrasyonlarını karakterize etmiş ve okul binalarının yaşına göre okullardaki iç mekan seviyelerini karşılaştırmıştır. Okullarda iç ortam kirleticilerinin Kore standartlarının üzerinde olduğu nedeninin ise yapı malzemeleri veya mobilyalardan yayılan kimyasallar ve yetersiz havalandırma olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu bağlamda mekanik bir sistem aracılığıyla havalandırma oranının artırılması ve düşük emisyonlu mobilyaların kullanılması, okullarda iç hava kalitesinin iyileştirilmesinde kilit rol oynayabileceğini önermişlerdir.

Haksevenler (2010) bir alışveriş merkezi (AVM), iki adet ofis ve üç farklı ev ortamının iç ve dış hava parametrelerinin ölçümelerini yapmıştır. İç ortamda PM, CO, sıcaklık ve nem değerlerini kaydetmiştir. Ev ortamında yaşamsal faaliyetlerle doğru orantılı olarak PM ve CO yoğunluğunun arttığını tespit etmiştir. AVM'de hafta sonu ve hafta içi partikül yoğunluklarında farklılık gözlemlemiş, ofis ortamında ise CO değerinin sınır değerleri aştığını ortaya koymuştur.

Selici (2014) Balıkesir ilinde farklı mikro çevreler için iç hava kalitesinde etkin rol oynayan kirletici yoğunluklarının mevsimsel dağılımını kaynaklara ve enerji tüketimine bağlı olarak incelemiştir. Evlerde enerji tüketiminin iç hava kalitesine etkisini tespit etmek için ölçümlerin yanı sıra anketler de yapmıştır. Kış aylarında gerek iş yerlerinde gerekse evlerde enerji tüketiminin artmasına paralel olarak iç ortam hava kalitesi ve konfor değerlerinde değişim gözlemlemiştir.

Avcı (2014) 2013-2014 eğitim öğretim yılı için Batman Üniversitesinin çeşitli dersliklerinde bağıl nem, sıcaklık, karbondioksit ve partikül maddelerin (PM 0.5, PM 1.0, PM 2.5, PM5.0 ve PM10) iç ortam yoğunluklarını ölçmüştür. Ölçümleri uluslararası standartlar ile karşılaştırdığında; bahar ve kış dönemlerinde bağıl nem değerlerinin normal ancak kış ayında sıcaklık değerlerinin standartların altında kaldığını tespit etmiştir. Ayrıca bahar ve kış dönemlerinde yüksek miktarda CO₂ ve PM değerleri gözlemlemiştir.

Jung vd. (2015) hastanelerin farklı alanlarında iç ortam hava kirleticilerinin dağılımlarını araştırmayı ve bunların çeşitli tipteki iklimlendirme sistemleriyle nasıl ilişkilendirilebileceğini incelemeyi amaçlamışlardır. Tayvan genelinde rastgele seçilen 37 hastaneden 4 ana tip klima sistemi altında 7 farklı çalışma alanındaki 96 tesiste CO, CO₂, O₃, TVOC, HCHO, PM 2.5, PM 10, havadaki bakteri ve mantarları ölçmüşlerdir. İstatistiksel analiz ile servislerde daha yüksek CO₂ ve TVOC seviyeleri olduğunu, eczane departmanları da diğer alanlara kıyasla daha yüksek TVOC seviyeleri olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca merkezi klimaya sahip hastanelerde daha yüksek dış ortam CO seviyeleri olduğu, ancak merkezi klima sistemi olmayan hastanelerde ise PM2.5, PM10 ve mantar konsantrasyonları daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Barbaroğlu (2015) çalışmasında anaokullarında iç ortam hava kalitesinin değerlendirilmesi, önemi ve İHK'ni iyileştirme, iyi olan ortam için ise seviyeyi koruma yönünden önlem ve önerilere yer vermiştir. Ayrıca Güllü (2016) ilköğretim okullarında İHK ve sağlık etkileşimi üzerine yaptığı çalışmada, çocuklarda üst solunum yolu rahatsızlıkları, astım ve alerji gibi enfeksiyonlar ile baş ağrısı, hafıza ve konsantrasyon problemlerinin İHK ile ilişkisini irdelemiş, hava kalitesini iyileştirmek için önerilerde bulunmuştur.

Alptekin ve Çelebi (2015) Dumlupınar Üniversitesi'nin farklı noktalarında iç ortam partikül yoğunluklarını araştırmışlardır ve İHK'ni yapı malzemelerinin, kullanıcı sayısının ve yapının kullanım şekline bağlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Aslanoğlu vd. (2017) atış poligonunda PM örnekleri üzerinden İHK ölçümleri gerçekleştirmiş, tüfek ve tabanca kullanımına göre karbon yoğunluğunun farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Wolkoff (2018) iç ortamlarda havadaki nem oranının iç mekanlarda partikül, bakteri ve virüs varlığını tetiklediğine vurgu yaparak, iç ortam yaşam kalitesini artırmak için nem oranının da dikkate alınması gerektiğinin önemini arz etmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Partikül Ölçüm Cihazı PCE-RCM 15

Gözlemesinde yapılan İHK ölçümleri için PCE-RCM 15 partikül sayım cihazı kullanılmıştır. Cihaz iç mekanların havalandırma kalitesini izlemek için özel olarak tasarlanmıştır ve Şekil 1’de verildiği gibidir.



Şekil 1. Partikül sayım cihazı PCE-RCM 15

PCE-RCM 15 hava kalitesi ölçer PM1, PM2.5, PM10, TVOC, formaldehit, hava nemi ve sıcaklık parametrelerini ölçer. Ölçülen tüm değerlerin büyük ekranda görüntüsü Şekil 2’deki gibidir.



Şekil 2: Partikül ölçüm cihazının ekranı

Hava kalitesi ölçüm cihazı özellikle ofislerde, okullarda ve diğer eğitim kurumlarında ve aynı zamanda yaşam alanlarındaki uygulamalar için uygundur. Ekranda, bireysel ölçüm fonksiyonları arasında geçiş yapılabilir. Ölçülen değerler, hava kalitesi ölçüm cihazında hem grafik hem de sayısal olarak işlenir ve görselleştirilir. Hava kalitesini ölçmeye ek olarak, hava kalitesi ölçerin risk sınırlarının aşılması durumunda alarm işlevi devreye girmektedir. AC güç kaynağı elektrik enerjisi ile çalışan cihaz güç kesintisinde çalışabilecek şekilde bataryaya sahiptir.

3.2. ÇAAM Ulupınar Gözlemevi

2001 yılında Astrofizik alanında etkinlikler planlamak ve gerçekleştirmek amacı ile kurulan ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevi 2002 yılında faaliyetlerine başlamıştır. Çanakkale merkezine 10 km mesafede bulunan ve deniz seviyesinden 410 m yüksekte Radar Tepesinin güney yamacına konuşlandırılmış tesis adını yakınında bulunan Ulupınar köyünden almıştır. Merkez üyelerinin uzmanlık alanları Plazma Fiziği, Kozmoloji, Genel Rölativite, Matematiksel Fizik, Etkileşen Çift Yıldızlar, Güneş Fiziği, X-Işın Çift Yıldızları ve Gama Işın Patlamalarıdır. Merkezde çapları birbirinden farklı 4 adet gözlem teleskopu ve bu teleskopların konumlandırıldığı yapılar vardır. Ayrıca gözlemevi araştırmacılarına ve ziyaretçilerine birçok olanağı ana binada sunmaktadır.

3.2.1. Gözlemevi Ana Bina

Gözlemevi ana binası kütüphane, seminer salonu, yatakhaneler, mutfak, ofisler ve atölyeleri içermektedir. Prefabrik yapı olan bina iki katlıdır ve ısıtma sistemi olarak fueloil yakıtı kullanan merkezi kalorifer sistemi kullanılmaktadır.

3.2.2. T30 Teleskop Kubbesi

İçerisinde ÇOMÜ BAP proje bütçelerinden satın alınan 30 cm çapında teleskop (T30) bulunduran tek katlı yapıdır. LX200 Cassegrain Schmidt model teleskobun hafızasında 145000 gök cisim bulunmaktadır. Net çapı 12" (305mm) olan teleskobun odak uzaklığı ise 3048 mm, odak oranı f/10'dur. Bu teleskop ile değişen yıldızların gözlemleri,

güncel astronomik olayların görüntü kaydı ve gama ışın patlaması gözlemleri yapılmaktadır (“Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi”, t.y.).

3.2.3. T40 Teleskop Kubbesi

İçerisinde Optronik firmasından hibeyle alınan 40 cm çapında teleskop (T40) bulunduran iki katlı yapıdır. Ayrıca araştırmacıların konaklama ihtiyaçlarını karşılamak için yatakhane, mutfak v.b. bölümler içeren binada ofisler de bulunmaktadır. LX200 Cassegrain-Schmidt model teleskobun net çapı 16" (406 mm), odak uzaklığı 4064 mm ve odak oranı : f /10'dur (“Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi”, t.y.).

3.2.4. T60 Teleskop Kubbesi

İçerisinde ÇOMÜ ile ortak bir protokol imzalanarak İstanbul Üniversitesi tarafından ASTELCO firmasından alın 60 cm çapında teleskop (T60) bulunduran yapıdır. Cassegrain model ve NTM-500 Alman-Ekvatoryal kurgu olan teleskobun odak uzaklığı 4800 mm ve odak oranı f/8'dir (“Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi”, t.y.).

3.2.5. T122 Teleskop Kubbesi

İçerisinde DPT projesi ile ASTELCO firmasına yaptırılmış olana 122 cm çapında teleskop bulunduran 2 katlı yapıdır. Cassegrain-Nasymth model ve Alt-azimuth kurgu olan teleskobun odak uzunluğu 10220 mm ve odak oranı : f/10'dur. Ayrıca araştırmacıların konaklama ihtiyaçlarını karşılamak için yatakhane, mutfak v.b. bölümler içeren binada ofisler de bulunmaktadır (“Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi”, t.y.).

3.3. Hava Kalitesi Ölçüm Teknik ve Yöntemi

Bu çalışmada ÇAAM Ulupınar Gözlemevi hava kalitesi ölçümleri Ana Bina ve dört farklı teleskop kubbesinde Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında

gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde PM 1.0, PM 2.5, PM 10, TVOC ve HCHO değerlerinin yanı sıra sıcaklık ve nem değerleri de tespit edilmiştir.

Ana binada yapılan ölçümler araştırmacı ve ziyaretçilerin aktif olarak bu alanı kullandığı zaman dilimleri için planlanmış ve gerçekleşmiştir. Bu zaman dilimleri gün içerisinde kapsamak ve 13:30 – 19:00 saat aralığı olarak kabul edilmiştir. Ana binada yapılan ölçümlerde ölçüm cihazı bina merkezine konumlandırılmıştır ve bu zaman diliminde yapılan ölçümler kayıt altına alınmıştır.

Teleskop kubbelerinde yapılan ölçümlerde ise gözlem koşul ve uygulamaları dikkate alınarak yapılmıştır. Teleskop kubbeleri gözlem yapılmadığı süreçlerde kapalı konumda tutulur iken gözlemin başlamasından önce açılmaktadır ve gözlem bitince kubbe tekrar kapalı konuma getirilmektedir. Gözlem yapılan süre güneş ışığının etkisini yitirdiği zaman dilimleridir. PCE-RCM 15 partikül sayım cihazı teleskopların yakınına konumlandırılmış, ölçüm yapılan gün için saat 14:00 - 05:00 arasında aralıksız veri kaydı gerçekleştirilmiştir. Gözlem şartları gereği gün ışığının etkisini yitirmeye başladığı zaman dilimlerinde kubbe açılmış ve gün doğumuna doğru (saat 05:00) kubbe kapatılarak ölçümler sonlandırılmıştır. Böylelikle her bir teleskop için gözlem yapılan gün içerisinde kapalı ve açık kubbe hava ölçümleri kaydedilmiştir. Yalnızca mart ayında hava muhalefeti nedeni ile tamamen kapalı kubbe ölçümleri gerçekleşmiştir. Yağış ve fırtına varlığında kubbelerin açılması içerisinde bulunan teleskop ve elektronik cihazlara zarar vermektedir. Ayrıca bu tür havalarda gözlem yapmak da mümkün olmamaktadır.

Mart, nisan, mayıs, haziran ve temmuz aylarında ana bina ve kubbelerde her ay için birer gün ölçüm yapılmıştır. PCE-RCM 15 partikül sayım cihazı ile elde edilen veriler Microsoft Excel programından yararlanılarak kayıt altına alınmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları 4. ve 5. bölümlerde çeşitli grafikler ve tablolar ile detaylı olarak yorumlanmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

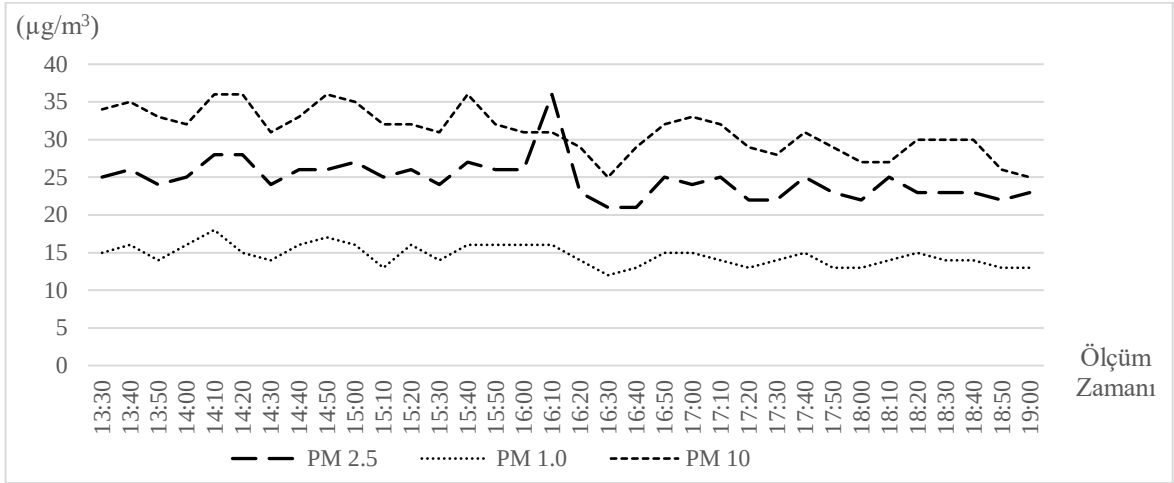
Bu bölümde ÇAAM Ulupınar Gözlemevi hava kalitesi ölçümleri Ana Bina ve dört farklı teleskop kubbesinde Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında gerçekleştirilmiştir. PCE-RCM 15 partikül sayım cihazı ile elde edilen veriler aşağıdaki grafiklerde sunulmuştur. Grafiklerde partikül madde miktarları PM 1.0, PM 2.5 ve PM 10 değerleri birlikte verilirken TVOC ve HCHO değerleri ayrı bir grafikte görselleştirilmiştir. Ayrıca partikül sayım cihazı TVOC ve HCHO değerlerini mg/m^3 biriminde ölçer iken ulusal ve uluslararası standartlar ile karşılaştırma ve yorumlarda kolaylık sağlaması için ölçülen değerler $\mu\text{g}/\text{m}^3$ biriminde verilmiştir.

4.1. Ana Bina Ölçümleri

ÇAAM Ulupınar Gözlemevi Ana Bina iç ortam hava kalitesi ölçümleri Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Ana binanın aktif olarak kullanıldığı 13:30-19:00 saatleri arasında aralıksız olarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlerden elde edilen grafikler her ay için ayrı ayrı olarak aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak verilmiştir.

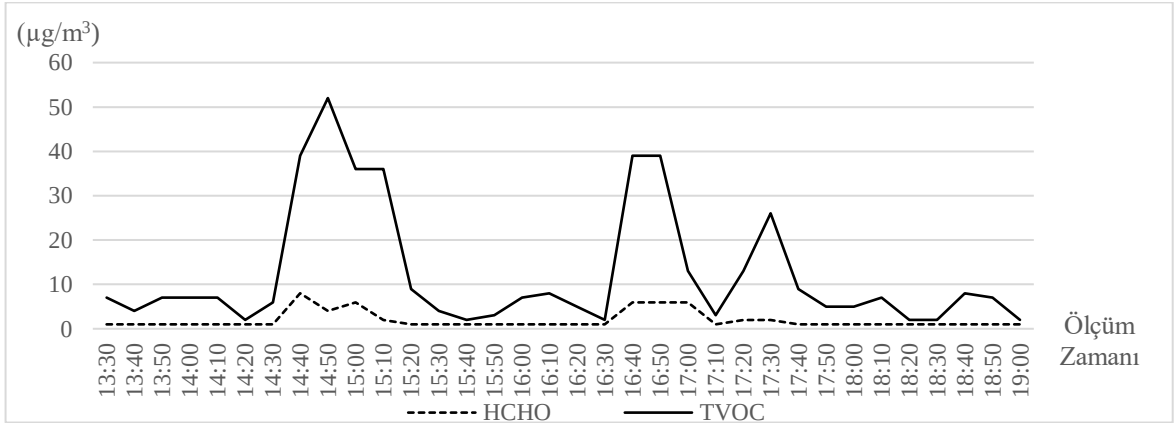
4.1.1. Gözlemevi Ana Bina Mart Ölçümleri

Ana binada 10 Mart günü saat 13:30 ile 19:00 arasında PM ölçümlerine ait grafik Şekil 3.'te TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 4.'te verildiği gibidir. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 15,12 °C ve nem oranı %60,91 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor sınırlarının altında olduğu, nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Ana bina mart ayı PM değerleri

Şekil 3.'te görüldüğü üzere PM değerlerinin üst limit değeri 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin altında kalmaktadır. Ancak PM 2.5 ve PM 10 değerleri tablo 1'de verilen üst/alt değerlendirme limitleri seviyesinde tespit edilmiştir. Ana binanın Mart ayında yapılan ölçümlerde PM yoğunluğu bakımından İHK sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir.

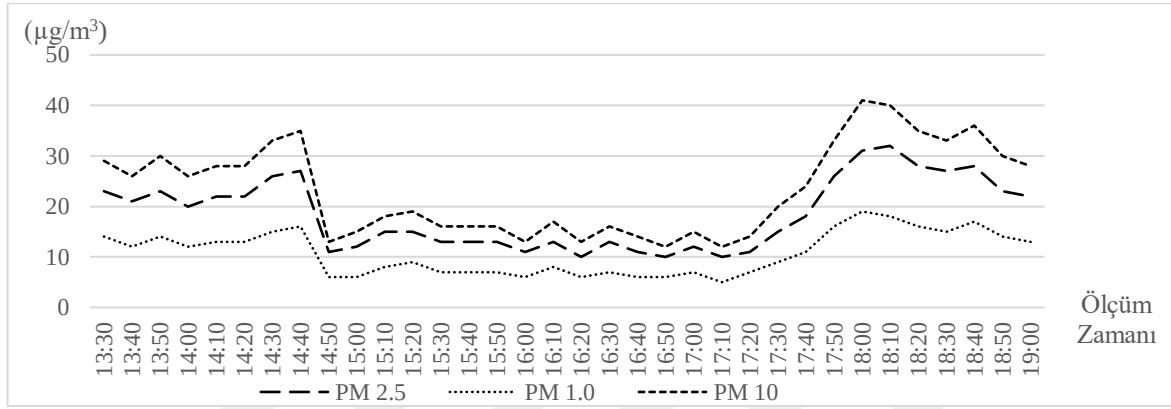


Şekil 4. Ana bina mart ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 4.'te ana binanın mart ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC seviyesinin oldukça düşük olduğu görülmekte ve ilgili dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

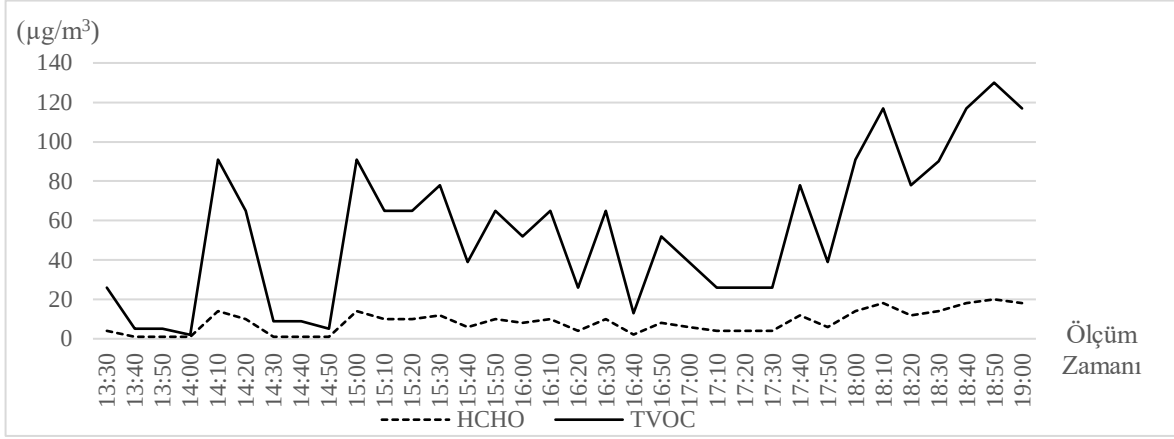
4.1.2. Gözlemevi Ana Bina Nisan Ölçümleri

Ana binada 29 Nisan günü saat 13:30 ile 19:00 arasında PM ölçümlerine ait grafik Şekil 5.'te TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 6.'da verildiği gibidir. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 13,38 °C ve nem oranı %47,56 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor sınırlarının altında olduğu, nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 5. Ana bina nisan ayı PM değerleri

Şekil 5.'te görüldüğü üzere PM değerlerinin üst limit değeri 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin altında kalmaktadır ve sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir. Ancak PM 2.5 ve PM 10 değerleri tablo 1'de verilen üst/alt değerlendirme limitleri seviyesinde tespit edilmiştir. Ana binanın Nisan ayında yapılan ölçümlerinde PM yoğunluğu bakımından İHK sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir.

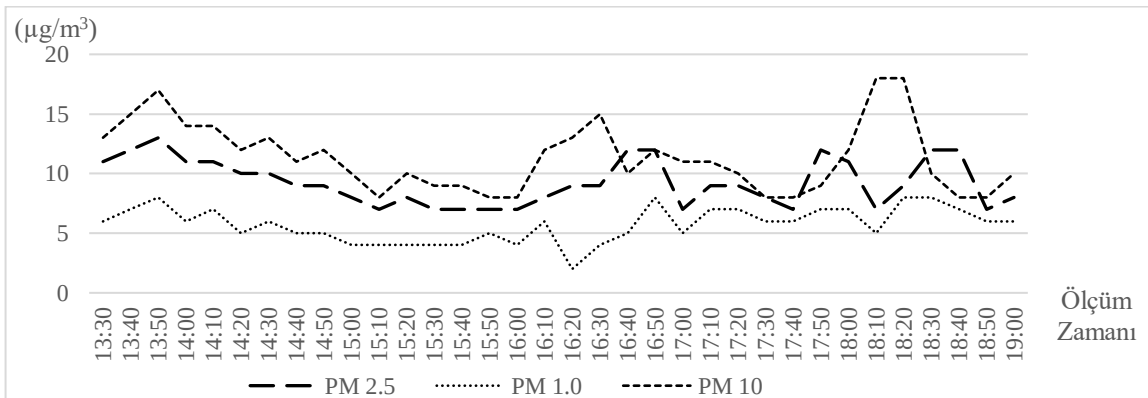


Şekil 6. Ana bina nisan ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 6.'da ana binanın nisan ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO seviyesinin oldukça düşük olduğu görülmekte, TVOC değeri ise Tablo 3'te verilen WHO limitlerinin altında kalmıştır ve ilgili dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

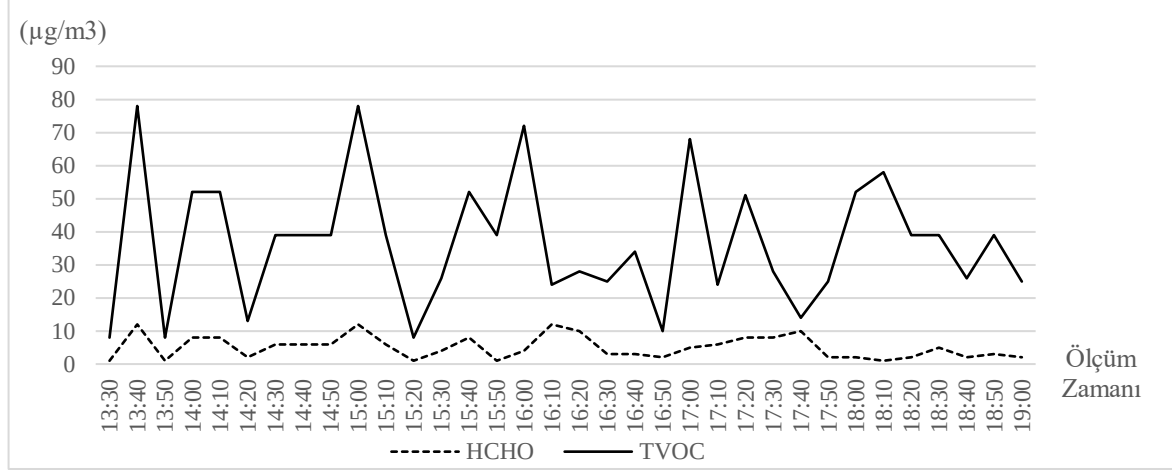
4.1.3. Gözlemevi Ana Bina Mayıs Ölçümleri

Ana binada 05 Mayıs günü saat 13:30 ile 19:00 arasında PM ölçümlerine ait grafik Şekil 7.'de TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 8.'de verildiği gibidir. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 19,79 °C ve nem oranı %55,32 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor sınırlarının çok az altında olduğu, nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 7. Ana Bina mayıs ayı PM değerleri

Şekil 7.'de görüldüğü üzere PM değerlerinin üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin altında kalmaktadır ve sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir.

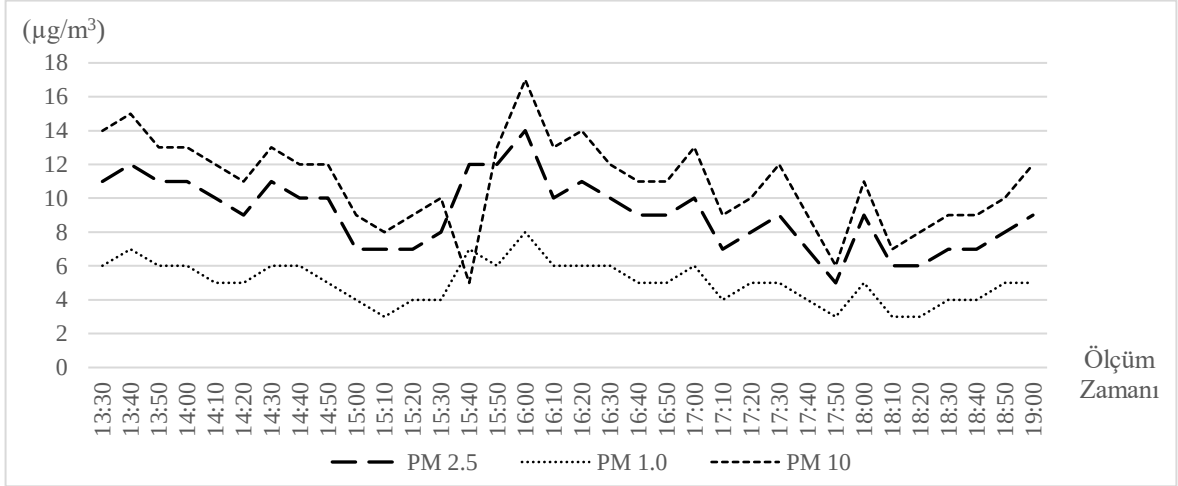


Şekil 8. Ana bina mayıs ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 8.'de ana binanın mayıs ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC yoğunluk seviyeleri Tablo 3'te verilen WHO limitlerinin altında kalmıştır ve ilgili dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

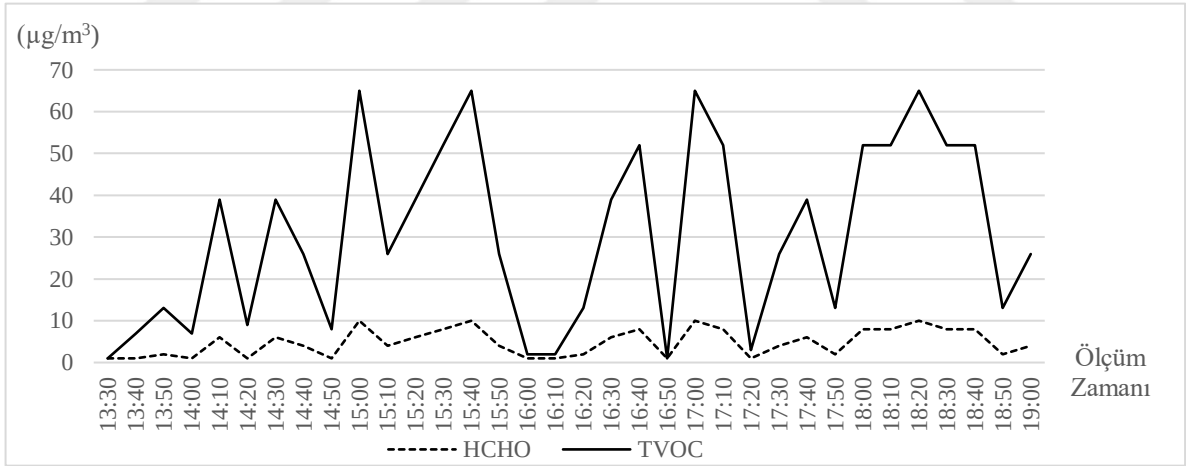
4.1.4. Gözlemevi Ana Bina Haziran Ölçümleri

Ana binada 12 Haziran günü saat 13:30 ile 19:00 arasında PM ölçümlerine ait grafik Şekil 9.'da TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 10.'da verildiği gibidir. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık $25,03^\circ\text{C}$ ve nem oranı %53,62 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor sınırlarını çok az aştığı, nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 9. Ana bina haziran ayı PM değerleri

Şekil 9.'da görüldüğü üzere PM değerlerinin üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve Tablo 1'de verilen üst/alt değerlendirme limitleri seviyesinin altında kalmaktadır. Ana binanın Haziran ayında yapılan ölçümlerde PM yoğunluğu bakımından İHK sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir.

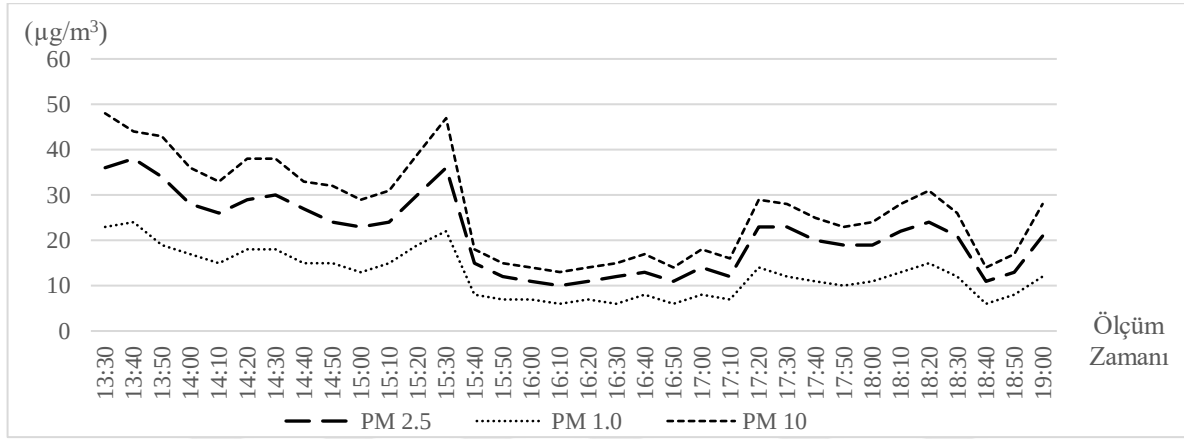


Şekil 10. Ana bina haziran ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 10.'da ana binanın haziran ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO seviyesinin oldukça düşük olduğu görülmekte, TVOC değerlerinin ise Tablo 3'te verilen WHO limitlerinin altında kalmıştır ve ilgili dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

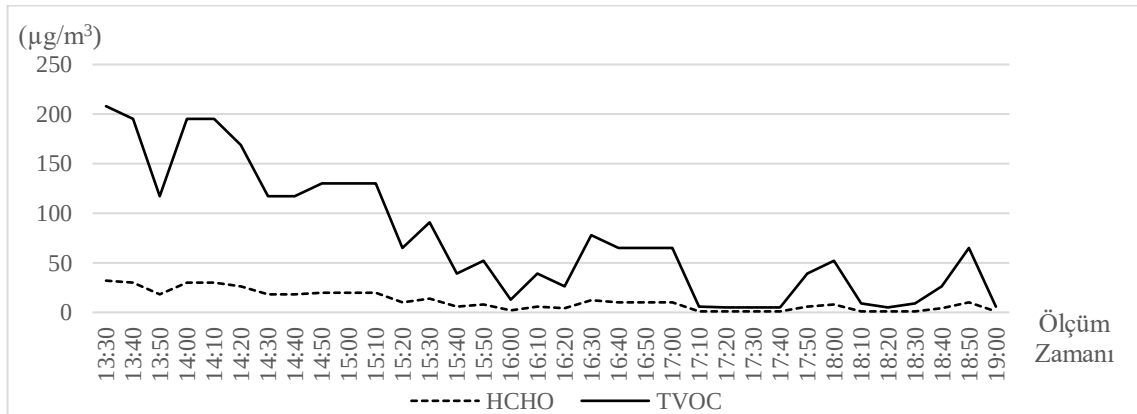
4.1.5. Gözlemevi Ana Bina Temmuz Ölçümleri

Ana binada 06 Temmuz günü saat 13:30 ile 19:00 arasında PM ölçümlerine ait grafik Şekil 11.'de TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 12.'de verildiği gibidir. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 31,76 °C ve nem oranı %59,88 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor sınırlarını aştığı, nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 11. Ana bina temmuz ayı PM değerleri

Şekil 11.'de görüldüğü üzere PM değerlerinin üst limit değeri 50 µg/m³ seviyelerinin altında kalmaktadır ve sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir. Ancak PM değerleri Tablo 1'de verilen üst/alt değerlendirme limitleri arasında tespit edilmiştir.



Şekil 12. Ana Bina temmuz ayı TVOC ve HCHO değerleri

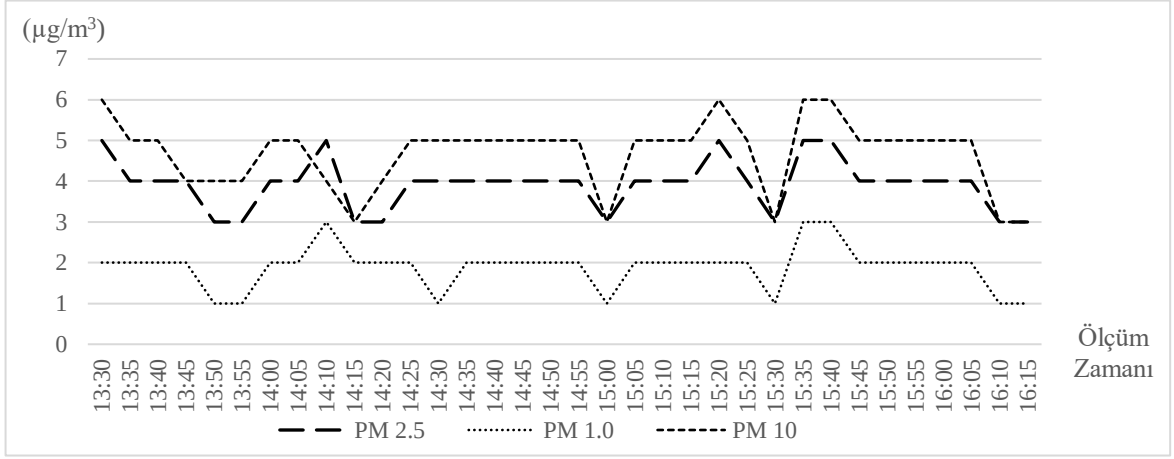
Şekil 12’de ana binanın temmuz ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO seviyesinin oldukça düşük olduğu görülmekte, ise Tablo 3’te verilen WHO limitlerinin altında kalmıştır ve ilgili dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir. Ancak ölçüm başlangıç zamanında TVOC değeri yüksek tespit edilmiştir ve zamanla değerin düştüğü gözlemlenmiştir.

4.2. T30 Teleskop Kubbesi Ölçümleri

ÇAAM Ulupınar Gözlemevi T30 teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri mart, nisan, mayıs, haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Mart ayında hava muhalefeti nedeni ile kapalı kubbe ölçümleri gerçekleşmiş olup Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise kapalı ve açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00’te başlanıp 05:00’te son verilmiştir. Ulupınar Gözlemevi T30 teleskop kubbesine ait iç ortam hava kalitesi ölçümleri her bir ay için ayrı ayrı olarak aşağıdaki grafiklerde verildiği gibi kaydedilmiştir.

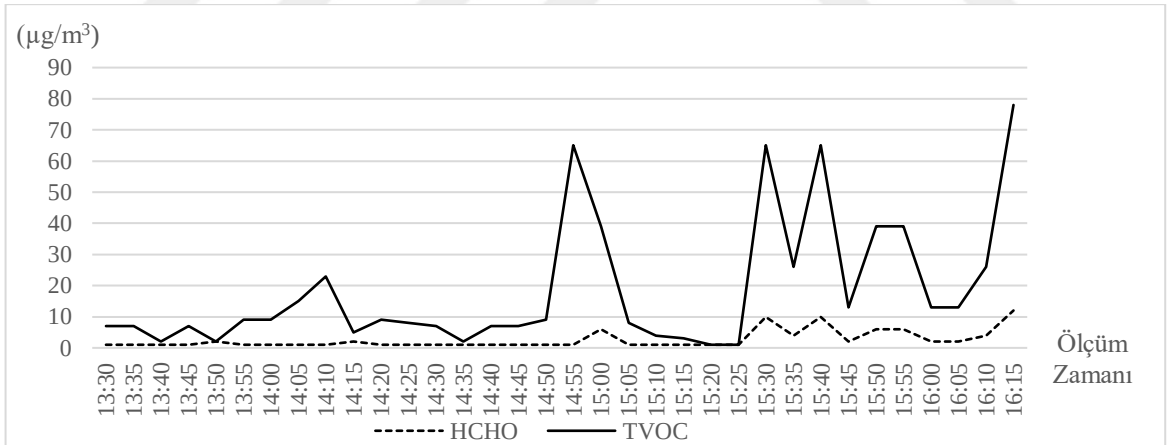
4.2.1. T30 Teleskop Kubbesi Mart Ölçümleri

T30 teleskop kubbesi 17 Mart günü saat 13:30 ile 16:30 arasında PM ölçümlerine ait grafik Şekil 13.’te TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 14.’te verildiği gibidir. Ölçüm hava muhalefeti nedeniyle kapalı kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 10.81 °C ve nem oranı %40,54 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor sınırlarının çok altında olduğu, nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 13. T30 Teleskop kubbresi mart ayı PM değerleri

Şekil 13.'te görüldüğü üzere PM değerlerinin üst limit değeri 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin altında kalmaktadır ve sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir. Ayrıca PM değerleri Tablo 1'de verilen üst/alt değerlendirme limitlerin de altında kaldığı tespit edilmiştir.

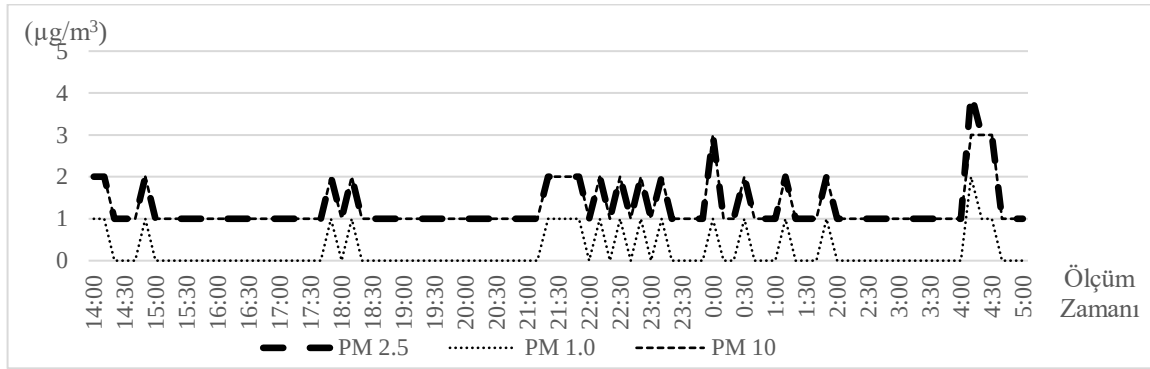


Şekil 14. T30 teleskop kubbresi mart ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 14.'te T30 teleskop kubbresinin mart ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO seviyesinin oldukça düşük olduğu görülmekte, TVOC değerleri ise Tablo 3'te verilen WHO limitlerinin altında kalmıştır ve ilgili dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

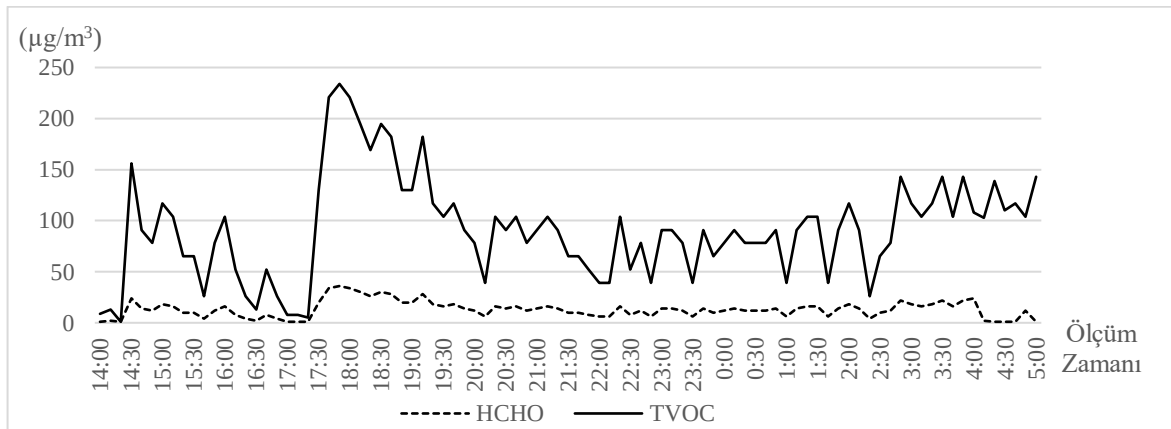
4.2.2. T30 Teleskop Kubbesi Nisan Ölçümleri

T30 teleskop kubbesi 22 Nisan günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 15.'te, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 16.'da verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 15,04 °C ve nem oranı %32,64 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor sınırlarının altında olduğu , nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 15. T30 teleskop kubbesi nisan ayı PM değerleri

Şekil 15.'te görüldüğü üzere PM değerlerinin üst limit değeri 50 µg/m³ seviyelerinin altında kalmaktadır ve sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir. Ayrıca PM değerleri Tablo 1'de verilen üst/alt değerlendirme limitlerin de altında kaldığı tespit edilmiştir.

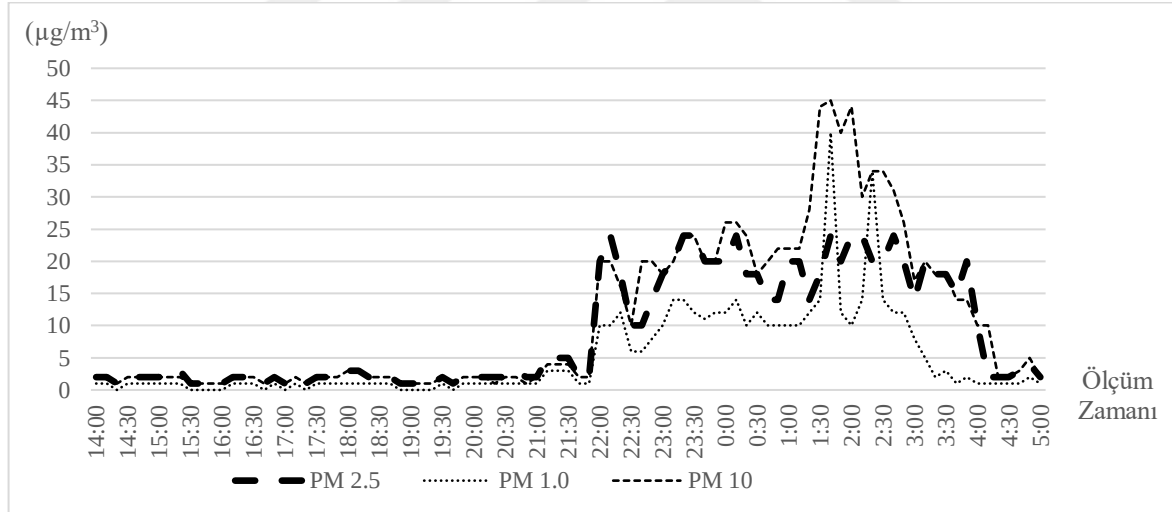


Şekil 16. T30 teleskop kubbesi nisan ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 16.'da T30 teleskop kubbesinin nisan ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO seviyesinin oldukça düşük olduğu görülmekte, TVOC değerleri ise Tablo 3'te verilen WHO limitlerinin kısmen yaklaşıp da genel olarak altında kalmıştır ve ilgili dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

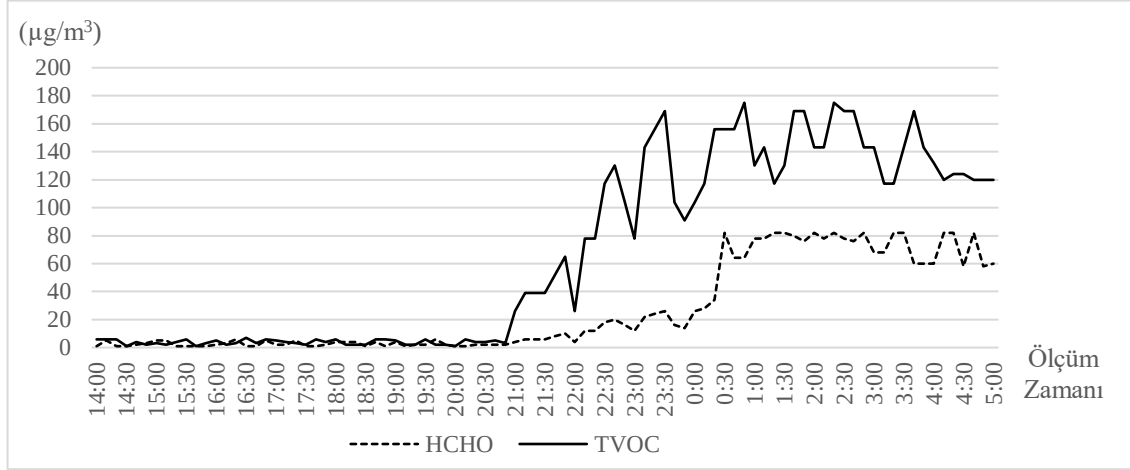
4.2.3. T30 Teleskop Kubbesi Mayıs Ölçümleri

T30 teleskop kubbesi 03 Mayıs günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 17.'de, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 18.'de verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 22,27 °C ve nem oranı %36,04 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor sınırlarının altında olduğu, nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 17. T30 teleskop kubbesi mayıs ayı PM değerleri

Şekil 17.'de görüldüğü üzere PM değerlerinin üst limit değeri 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin altında kalmaktadır ve sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir. Ancak saat 22:00 itibarıyla PM değerleri Tablo 1'de verilen üst/alt değerlendirme limitleri seviyesine ulaşmıştır. Buna rağmen PM sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir.

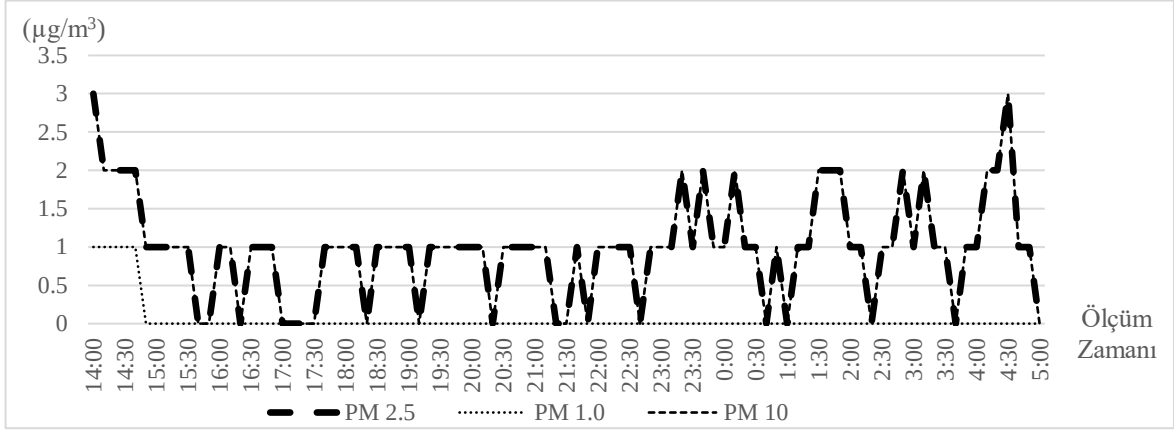


Şekil 18. T30 Teleskop kubbesi Mayıs ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 18.'de T30 teleskop kubbesinin Mayıs ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC seviyesinin oldukça düşük olduğu ancak saat 21:00'den sonra her iki değer de arttığı görülmektedir. TVOC değerleri ise Tablo 3'te verilen WHO limitlerinin kısmen yaklaşıp da genel olarak altında kalmıştır ve ilgili dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

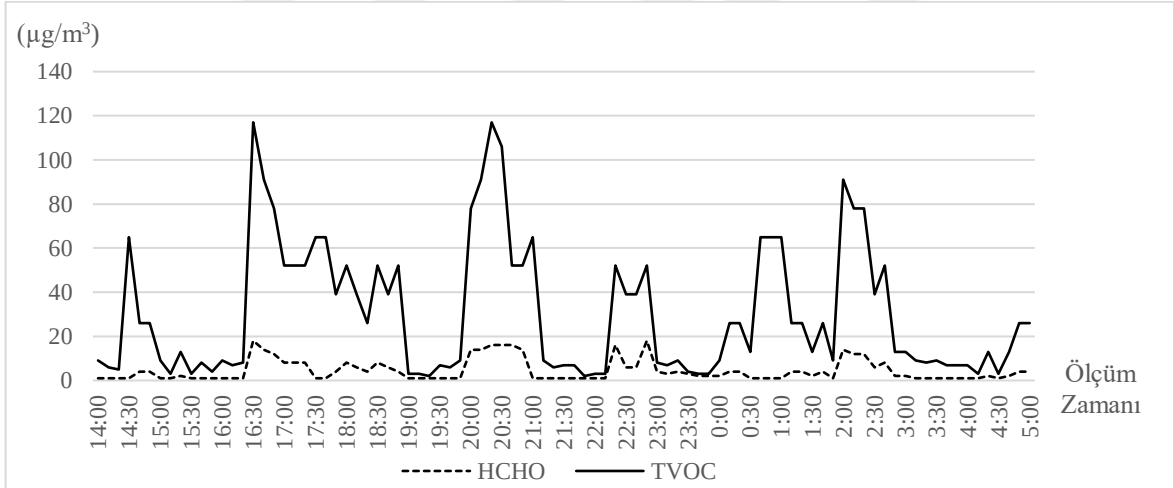
4.2.4. T30 Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri

T30 teleskop kubbesi 08 Haziran günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 19.'da, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 20.'de verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 24,56 °C ve nem oranı %56,56 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin ve nem oranının termal konfor standartlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 19. T30 teleskop kubbesi haziran ayı PM değerleri

Şekil 19.'da görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitlerinin oldukça altında kalmaktadır. Bu neden T30 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

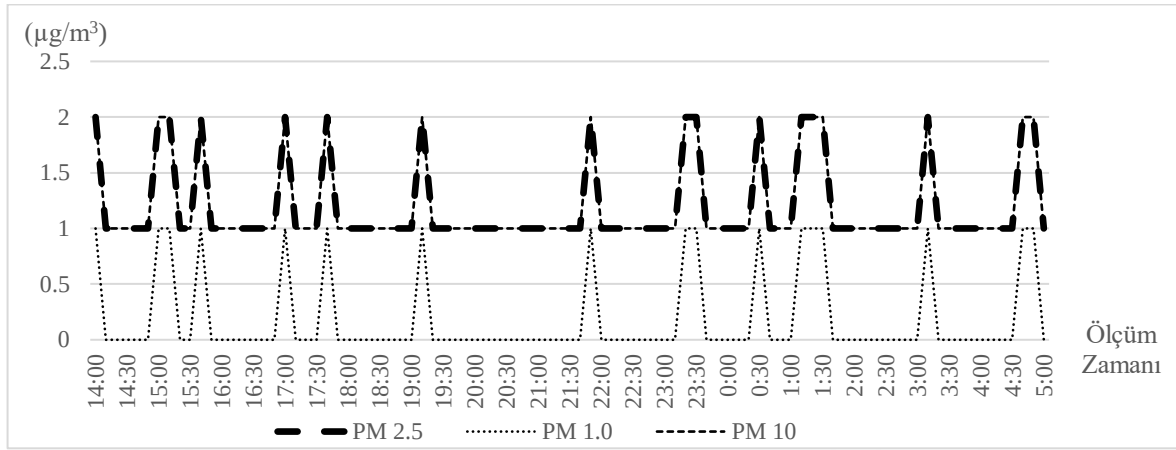


Şekil 20. T30 teleskop kubbesi haziran ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 20.'de T30 teleskop kubbesinin haziran ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC seviyesinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

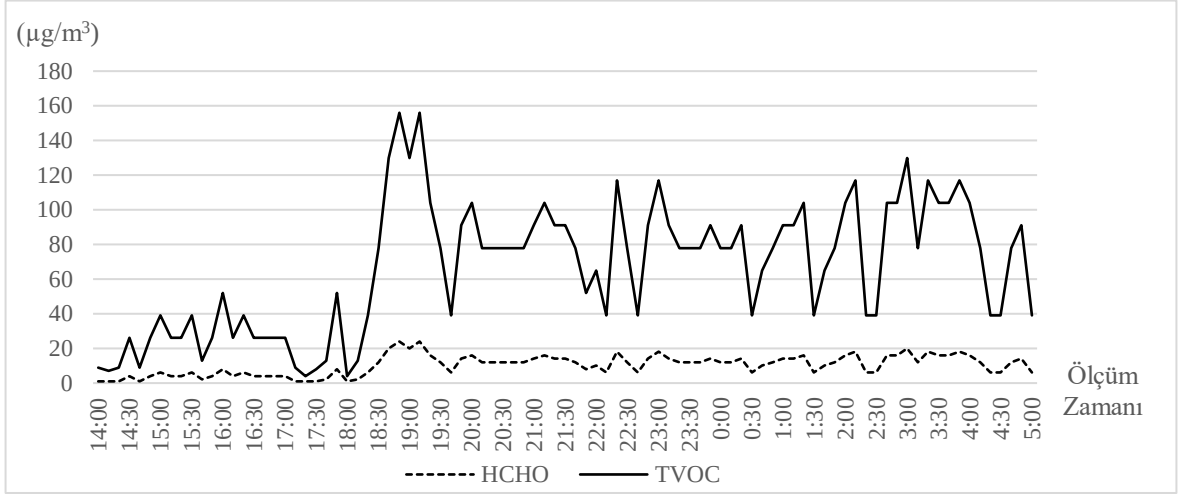
4.2.5. T30 Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri

T30 teleskop kubbesi 02 Temmuz günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 21.'de, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 22.'de verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 30,82 °C ve nem oranı %64,43 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor standartlarının üzerinde olduğu, nem oranının ise termal konfor standartlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 21. T30 teleskop kubbesi temmuz ayı PM değerleri

Şekil 21.'de görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri 50 µg/m³ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitlerinin oldukça altında kalmaktadır. Bu neden T30 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.



Şekil 22. T30 teleskop kubbesi temmuz ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 22’de T30 teleskop kubbesinin temmuz ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC seviyesinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

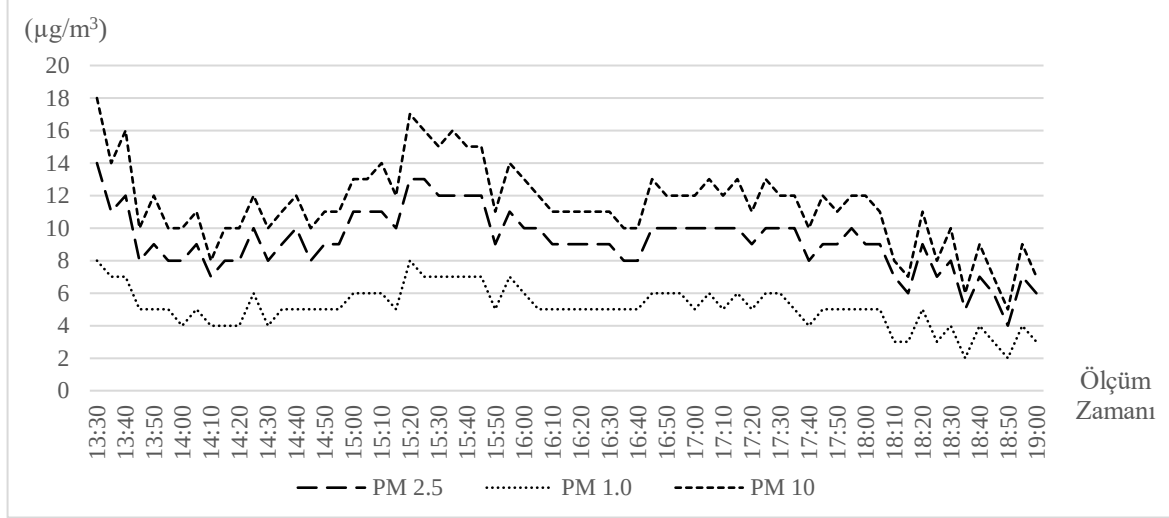
4.3. T40 Teleskop Kubbesi Ölçümleri

ÇAAM Ulupınar Gözlemevi T40 teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Mart ayında hava muhalefeti nedeni ile kapalı kubbe ölçümleri gerçekleşmiş olup Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise kapalı ve açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00’te başlanıp 05:00’te son verilmiştir. Ulupınar Gözlemevi T40 teleskop kubbesine ait iç ortam hava kalitesi ölçümleri her bir ay için ayrı ayrı olarak aşağıdaki grafiklerde verildiği gibi kaydedilmiştir.

4.3.1. T40 Teleskop Kubbesi Mart Ölçümleri

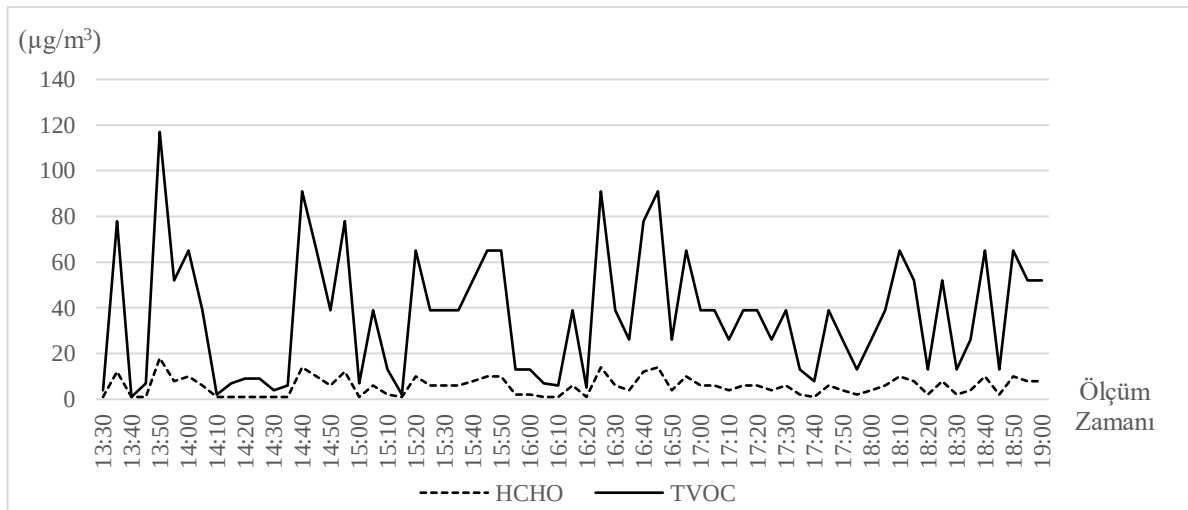
T40 teleskop kubbesi 20 Mart günü saat 13:30-19:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 23.’te, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 24.’te verildiği gibidir. Ölçümler hava muhalefeti nedeni ile kapalı kubbe durumunda yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 6,4 °C ve nem oranı %12 olarak ölçülmüştür.

Sıcaklık değerinin termal konfor standartlarının oldukça altında olduğu, nem oranının ise termal konfor üst sınır standartlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 23. T40 teleskop kubbesi mart ayı PM değerleri

Şekil 23.'te görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitlerinin oldukça altında kalmaktadır. Bu neden T40 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için PM değerleri bakımında İHK sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

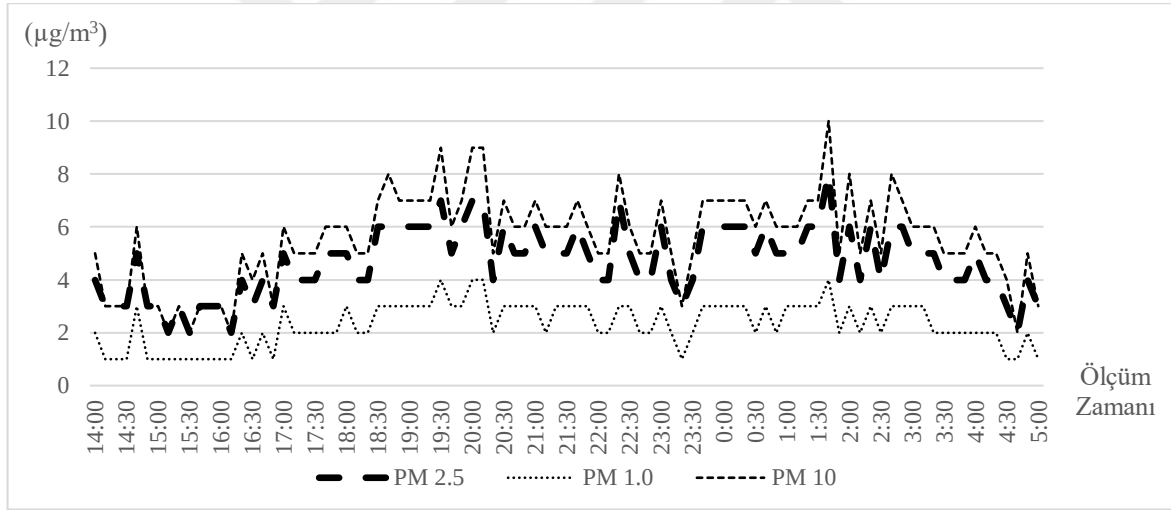


Şekil 24. T40 teleskop kubbesi mart ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 24.'te T40 teleskop kubbesinin mart ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC seviyesinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

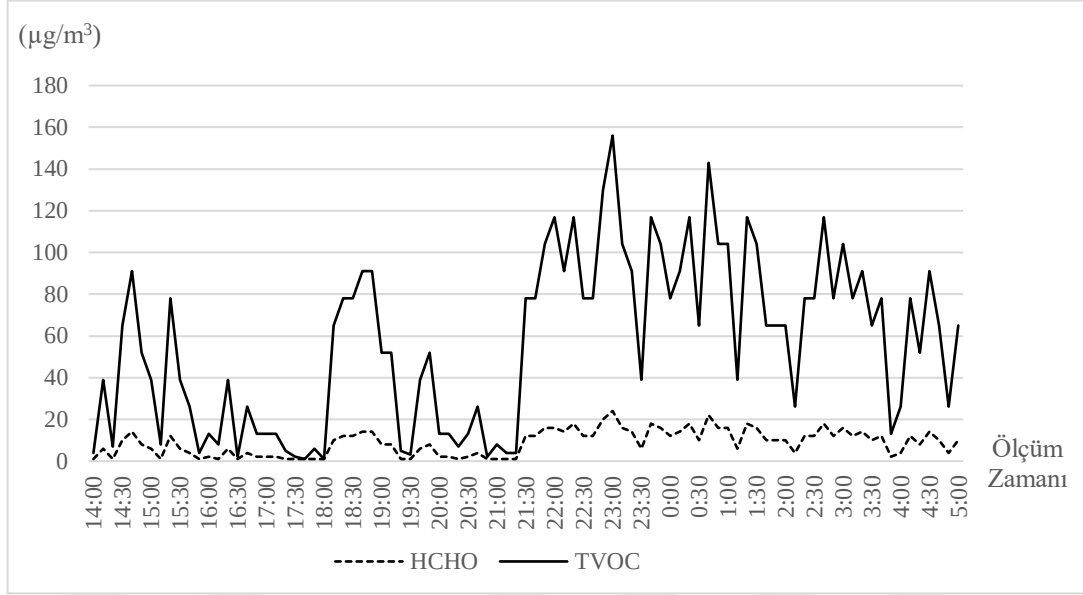
4.3.2. T40 Teleskop Kubbesi Nisan Ölçümleri

T40 teleskop kubbesi 27 Nisan günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 25.'te, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 26.'da verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 14,98 °C ve nem oranı %45,08 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor standartlarının altında olduğu, nem oranının ise termal konfor standartlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 25. T40 teleskop kubbesi nisan ayı PM değerleri

Şekil 25.'te görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitlerinin oldukça altında kalmaktadır. Bu neden T40 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

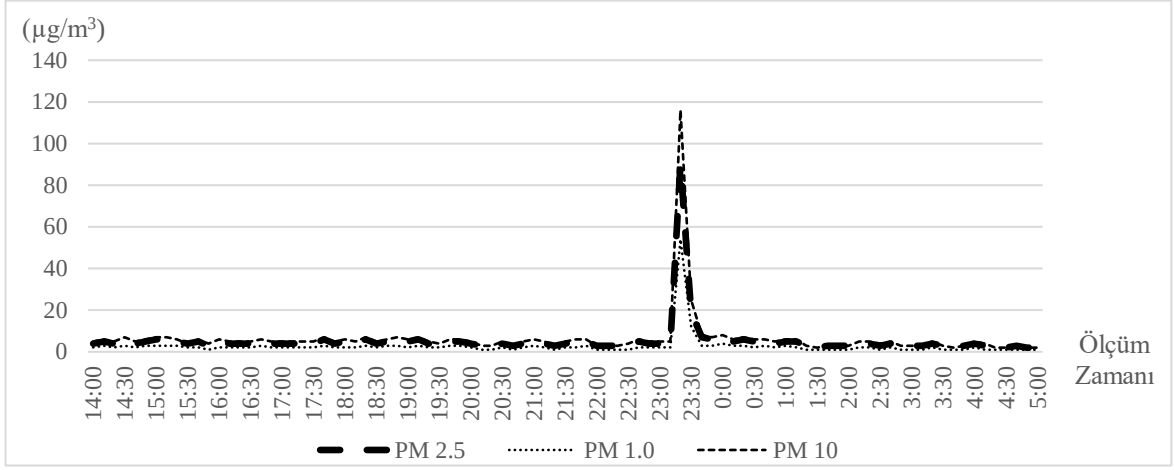


Şekil 26. T40 teleskop kubbesi nisan ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 26.'da T40 teleskop kubbesinin nisan ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO düşük olduğu, TVOC seviyesinin ise kısmen sınır değerlere yakın olsa da üst limiti aşmadığı görülmektedir. Bu nedenle ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

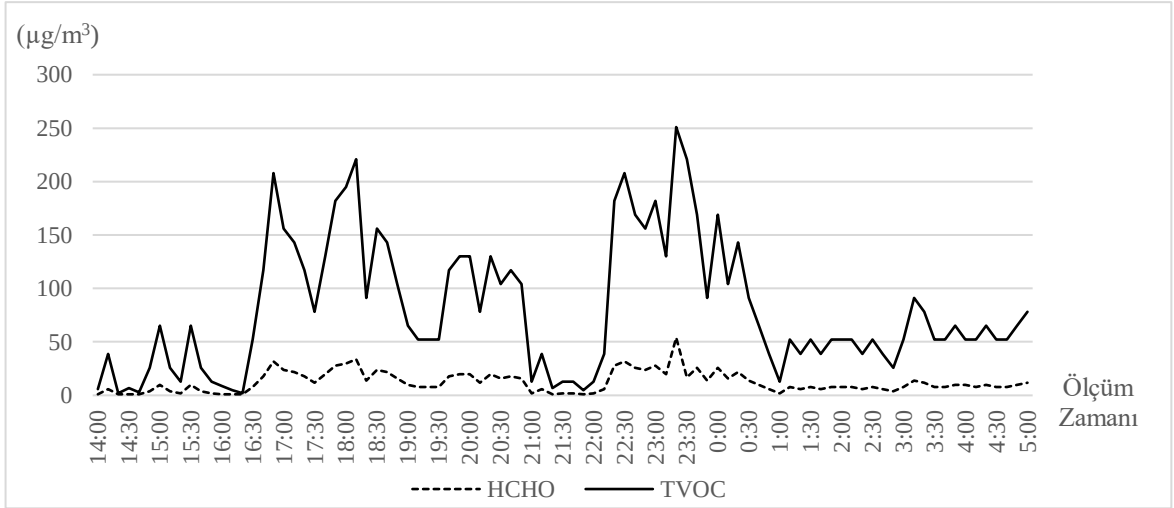
4.3.3. T40 Teleskop Kubbesi Mayıs Ölçümleri

T40 teleskop kubbesi 07 Mayıs günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 27.'de, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 28.'de verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 21,75 °C ve nem oranı %42,98 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin ve nem oranının ise termal konfor standartlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 27. T40 teleskop kubbesi Mayıs ayı PM değerleri

Şekil 27.'de görüldüğü üzere genel olarak PM değerleri üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitlerinin oldukça altında kalmaktadır. Sadece bir defa standartların üzerine çıkıldığı ve anlık olarak “hassas gruplar için sağlıksız” seviyelerini görmüştür. Bu limit aşımına rağmen T40 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için PM sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

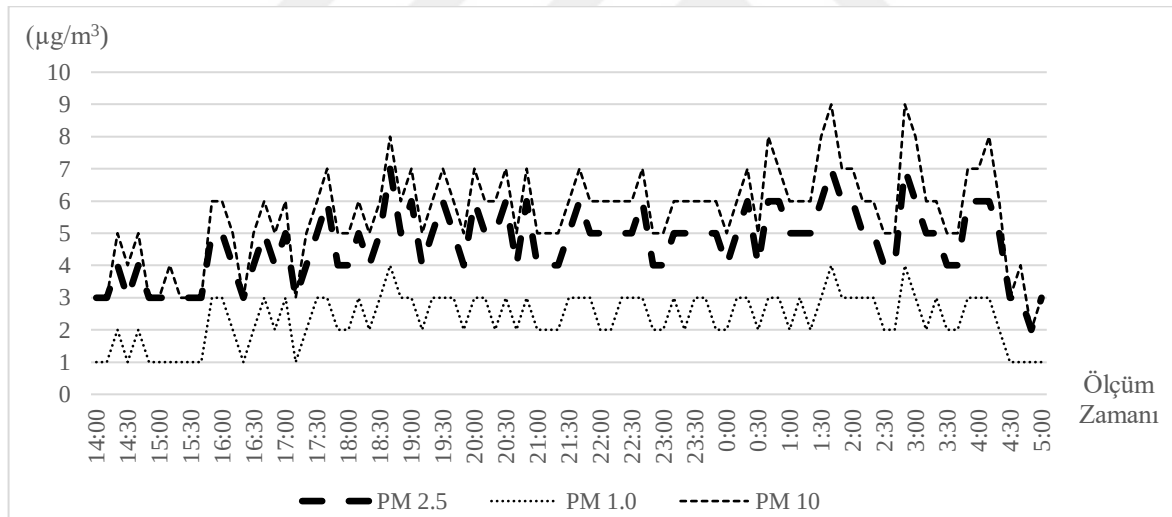


Şekil 28. T40 teleskop kubbesi Mayıs ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 28.'de T40 teleskop kubbesinin mayıs ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO düşük olduğu, TVOC seviyesinin ise kısmen sınır değerlere yakın olsa da üst limiti aşmadığı görülmektedir. Bu nedenle ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

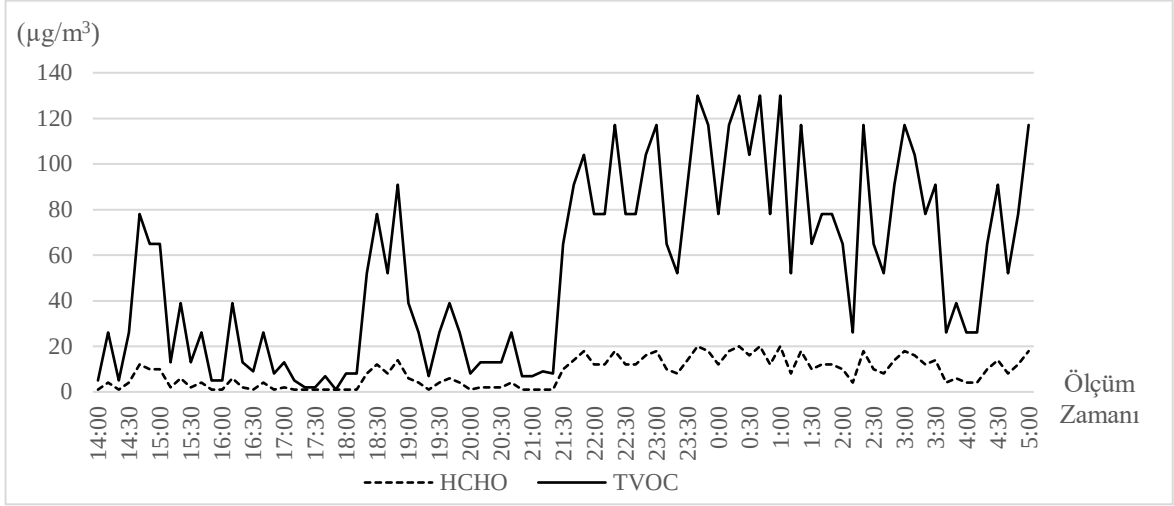
4.3.4. T40 Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri

T40 teleskop kubbesi 09 Haziran günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 29.'da TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 30.'da verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 25,42 °C ve nem oranı %63,23 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor limitini çok az seviyede aştığını ve nem oranının ise standartlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 29. T40 teleskop kubbesi haziran ayı PM değerleri

Şekil 29.'da görüldüğü üzere genel olarak PM değerleri üst limit değeri 50 µg/m³ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitlerinin oldukça altında kalmaktadır. Bu nedenle T40 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için PM sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

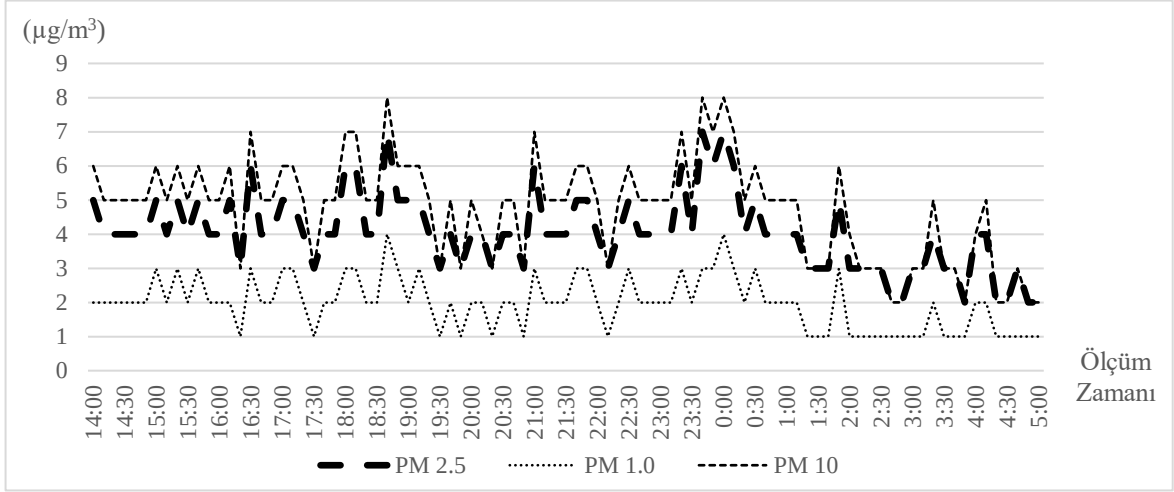


Şekil 30. T40 teleskop kubbesi haziran ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 30.'da T40 teleskop kubbesinin haziran ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC seviyesinin düşük olduğu ve bu nedenle ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

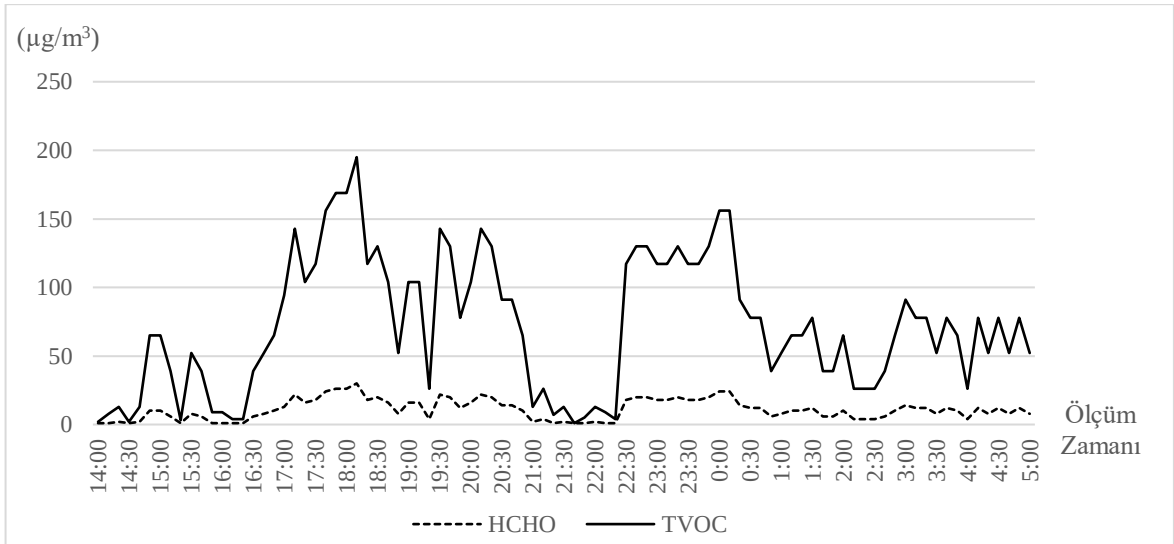
4.3.5. T40 Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri

T40 teleskop kubbesi 30 Temmuz günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 31.'de, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 32.'de verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 31,82 °C ve nem oranı %51,82 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor limitini çok az seviyede aştığını ve nem oranının ise standartlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 31. T40 teleskop kubbesi temmuz ayı PM değerleri

Şekil 31.'de görüldüğü üzere genel olarak PM değerleri üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Bu nedenle T40 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için PM sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.



Şekil 32. T40 teleskop kubbesi temmuz ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 32.'de T40 teleskop kubbesinin temmuz ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO yoğunluğunun düşük olduğu, TVOC seviyesinin ise kısmen sınır değerlere yakın

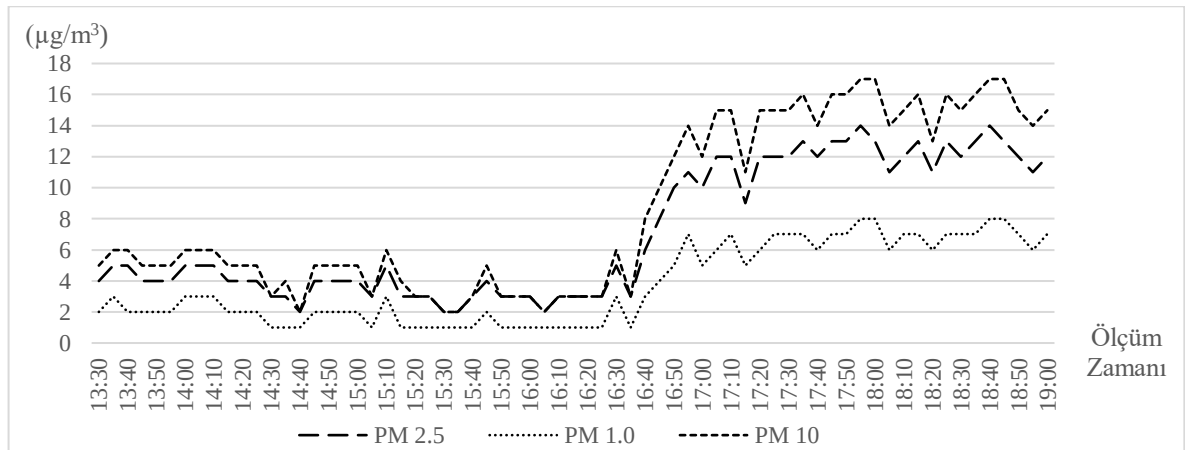
olsa da üst limiti aşmadığı görülmektedir. Bu nedenle ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

4.4. T60 Teleskop Kubbesi Ölçümleri

ÇAAM Ulupınar Gözlemevi T60 teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri mart, nisan, mayıs, haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Mart ayında hava muhalefeti nedeni ile kapalı kubbe ölçümleri gerçekleşmiş olup Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise kapalı ve açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00'te başlanıp 05:00'te son verilmiştir. Ulupınar Gözlemevi T60 teleskop kubbesine ait iç ortam hava kalitesi ölçümleri her bir ay için ayrı ayrı olarak aşağıdaki grafiklerde verildiği gibi kaydedilmiştir.

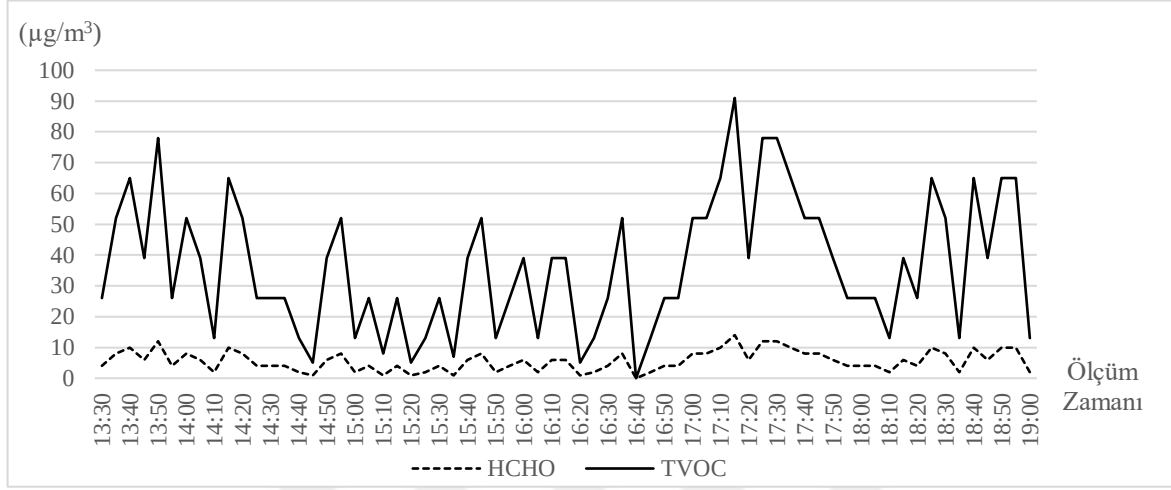
4.4.1. T60 Teleskop Kubbesi Mart Ölçümleri

T60 teleskop kubbesi 19 Mart günü saat 13:30 ile 16:30 arasında PM ölçümlerine ait grafik Şekil 33.'te TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 34.'te verildiği gibidir. Ölçüm hava muhalefeti nedeniyle kapalı kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 7,99 °C ve nem oranı %65,64 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor sınırlarının çok altında olduğu, nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 33. T60 teleskop kubbesi mart ayı PM değerleri

Şekil 33.'te görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Bu neden T60 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için PM sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

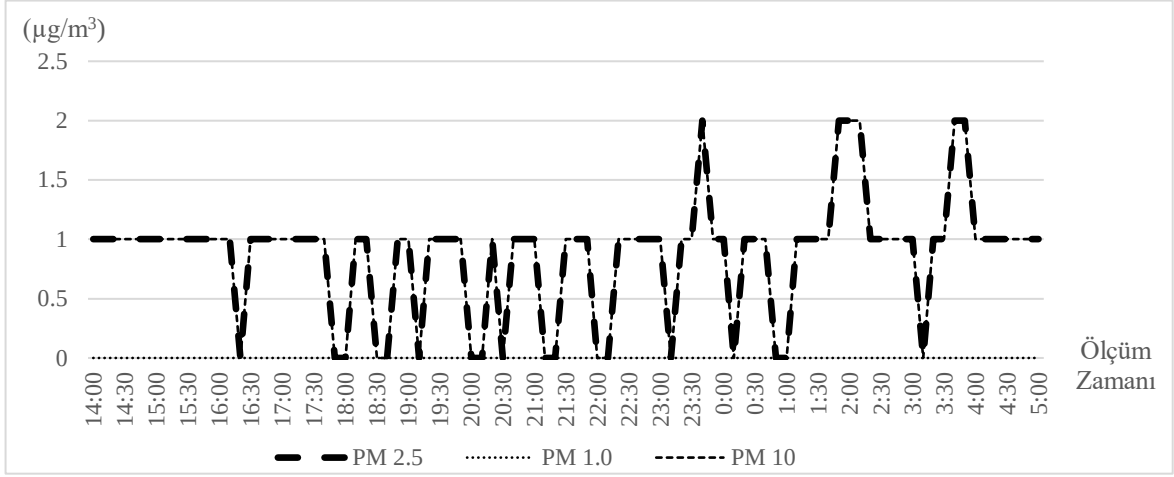


Şekil 34. T60 teleskop kubbesi mart ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 34.'te T60 teleskop kubbesinin mart ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC yoğunluğunun düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

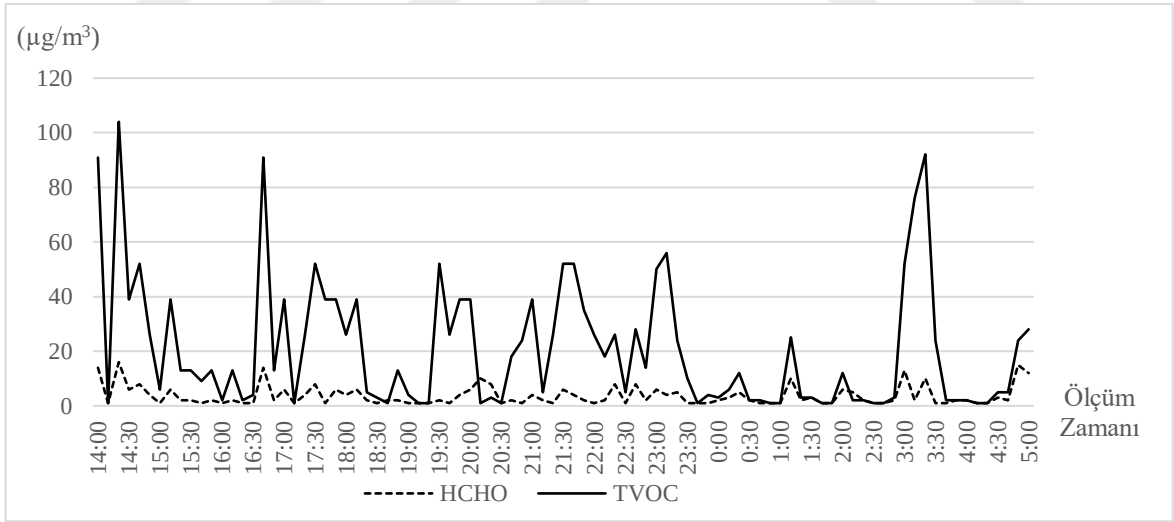
4.4.2. T60 Teleskop Kubbesi Nisan Ölçümleri

T60 teleskop kubbesi 24 Nisan günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 35.'te, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 36.'da verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık $19,46^\circ\text{C}$ ve nem oranı %34,01 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor limitinin çok az seviyede altında kaldığı ve nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 35. T60 teleskop kubbesi nisan ayı PM değerleri

Şekil 35.'te görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Bu neden T60 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için PM sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

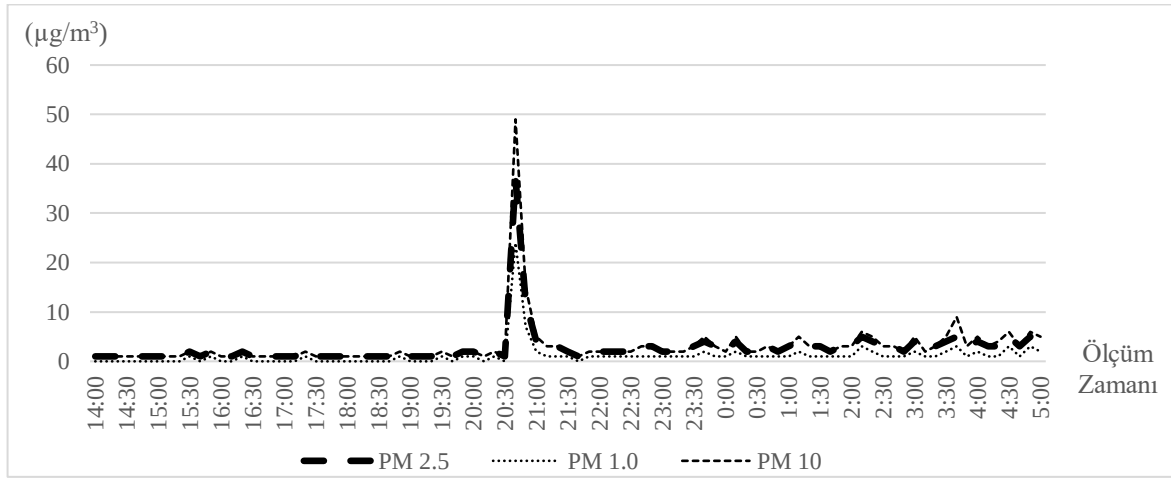


Şekil 36. T60 teleskop kubbesi nisan ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 36.'da T60 teleskop kubbesinin nisan ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC yoğunluğunun düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

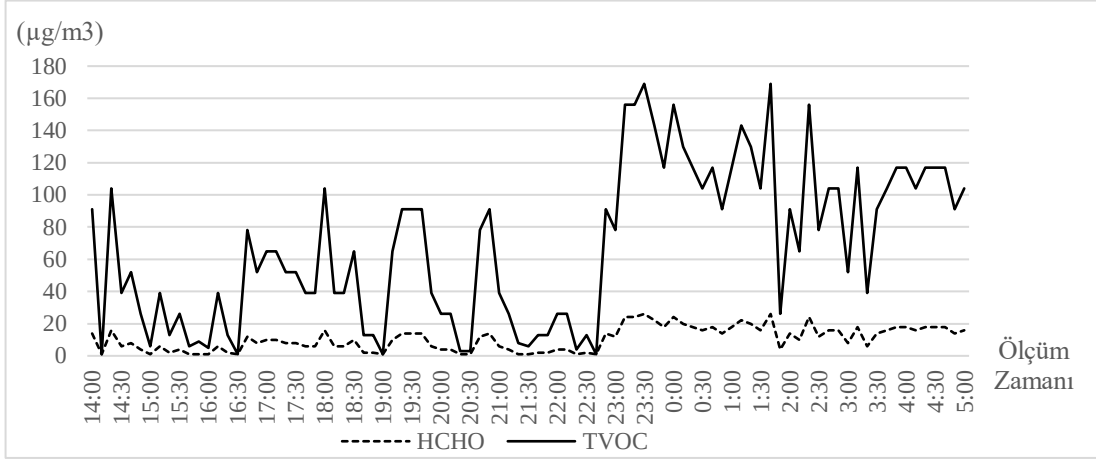
4.4.3. T60 Teleskop Kubbesi Mayıs Ölçümleri

T60 teleskop kubbesi 04 Mayıs günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 37.'de, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 38.'de verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 27,1 °C ve nem oranı %23,73 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor limitinin üzerinde olduğu ve nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 37. T60 teleskop kubbesi mayıs ayı PM değerleri

Şekil 37.'de görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri 50 µg/m³ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Sadece anlık olarak kubbenin açıldığı saatte PM değerleri üst limitlere dayanmıştır. Buna rağmen T60 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

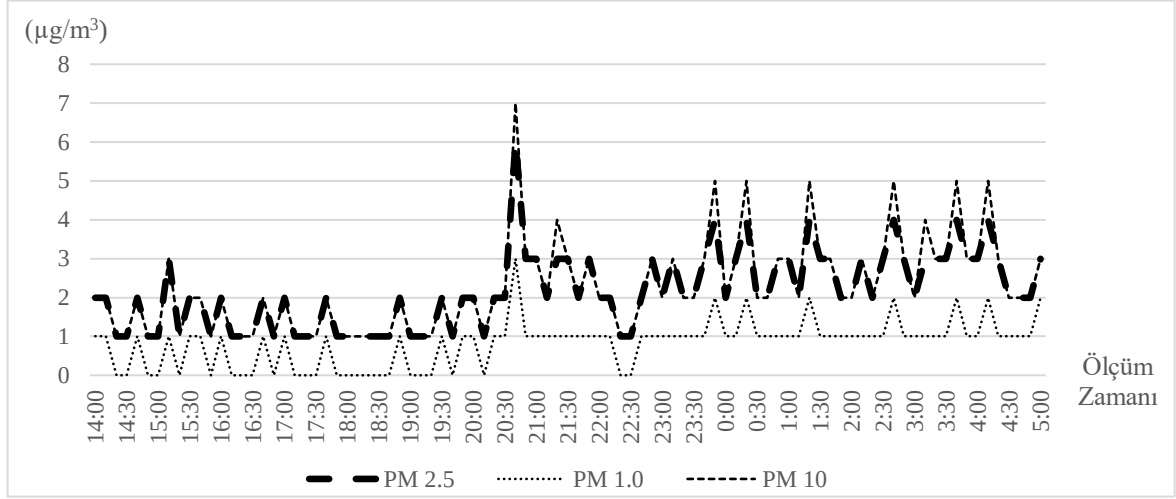


Şekil 38. T60 teleskop kubbesi mayıs ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 38.'de T60 teleskop kubbesinin mayıs ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO yoğunluğunun oldukça düşük olduğu, TVOC yoğunluğunun ise limit değerleri aşmayacak şekilde yüksek olduğu görülmektedir. TVOC değerlerinin yüksek olmasına rağmen ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

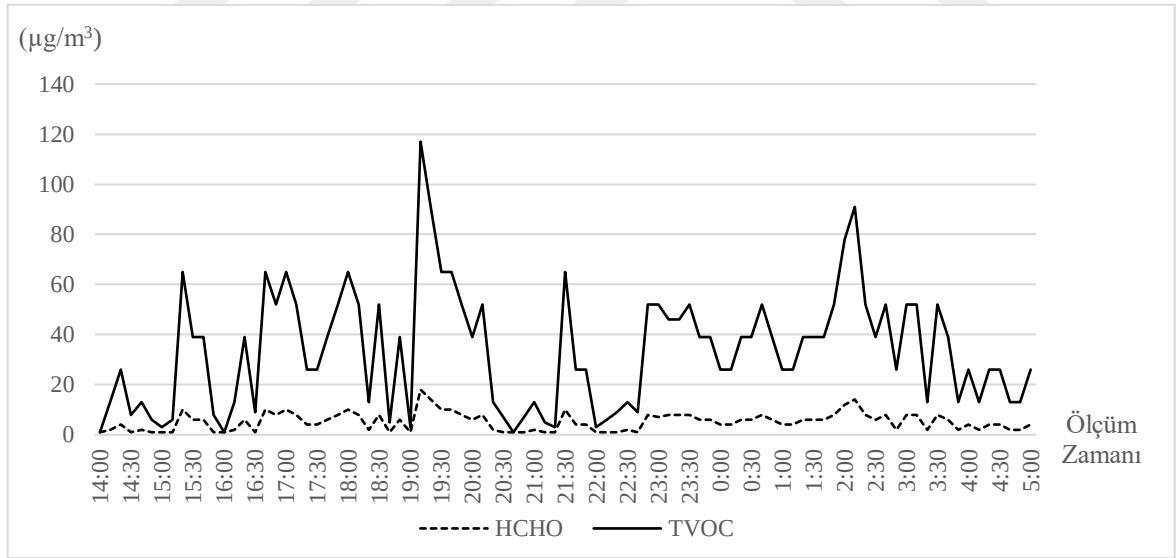
4.4.4. T60 Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri

T60 teleskop kubbesi 10 Haziran günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 39'da, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 40.'ta verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 25,55 °C ve nem oranı %50,45 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor limitinin çok az üzerinde olduğu ve nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 39. T60 teleskop kubbesi haziran ayı PM değerleri

Şekil 39.'da görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Buna nedenle T60 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.



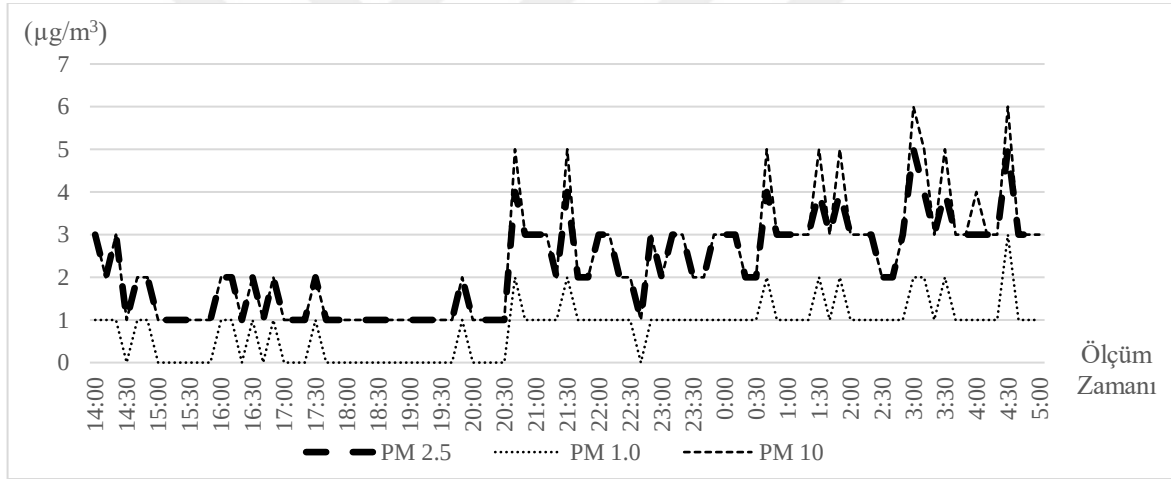
Şekil 40. T60 Teleskop Kubbesi haziran ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 40.'ta T60 teleskop kubbesinin haziran ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO yoğunluğunun oldukça düşük olduğu, TVOC yoğunluğunun ise limit değerleri aşmayacak şekilde kısmen yüksek olduğu görülmektedir. TVOC değerlerinin kısmen yüksek

olmasına rağmen ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

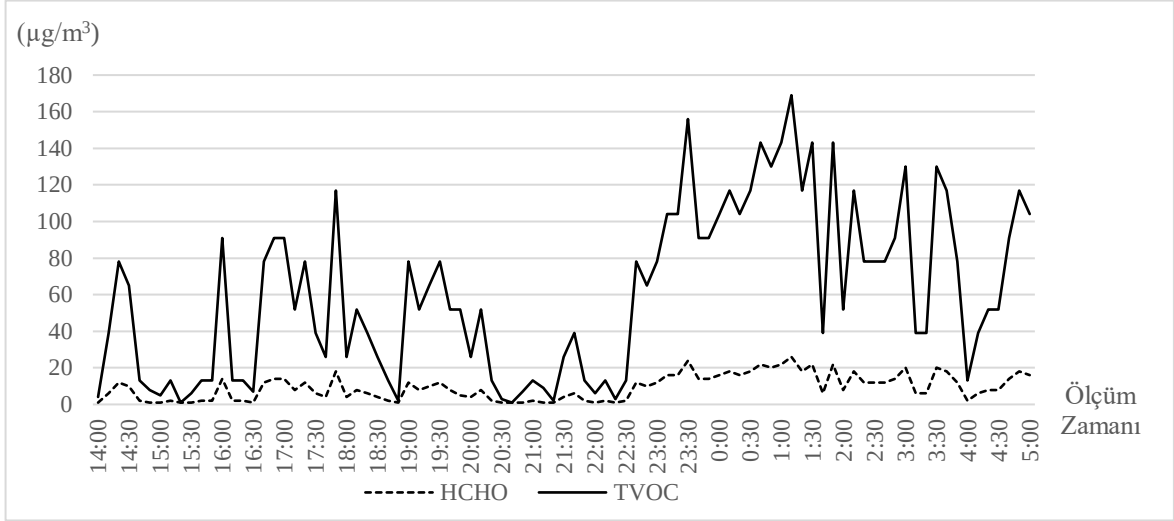
4.4.5. T60 Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri

T60 teleskop kubbesi 04 Temmuz günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 41.'de, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 42.'de verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 28,49 °C ve nem oranı %63,25 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor limitinin çok az üzerinde olduğu ve nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 41. T60 teleskop kubbesi temmuz ayı PM değerleri

Şekil 41.'de görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Buna nedenle T60 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.



Şekil 42. T60 teleskop kubbesi temmuz ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 42.'de T60 teleskop kubbesinin temmuz ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO yoğunluğunun oldukça düşük olduğu, TVOC yoğunluğunun ise limit değerleri aşmayacak şekilde kısmen yüksek olduğu görülmektedir. TVOC değerlerinin kısmen yüksek olmasına rağmen ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

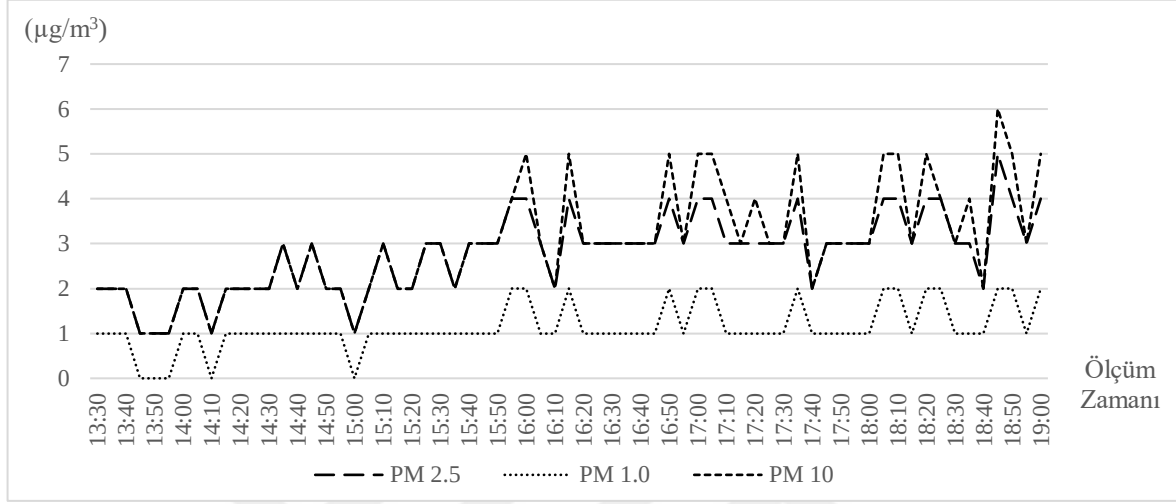
4.5. T122 Teleskop Kubbesi Ölçümleri

ÇAAM Ulupınar Gözlemevi T122 teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri mart, nisan, mayıs, haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Mart ayında hava muhalefeti nedeni ile kapalı kubbe ölçümleri gerçekleşmiş olup Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise kapalı ve açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00'te başlanıp 05:00'te son verilmiştir. Ulupınar Gözlemevi T122 teleskop kubbesine ait iç ortam hava kalitesi ölçümleri her bir ay için ayrı ayrı olarak aşağıdaki grafiklerde verildiği gibi kaydedilmiştir.

4.5.1. T122 Teleskop Kubbesi Mart Ölçümleri

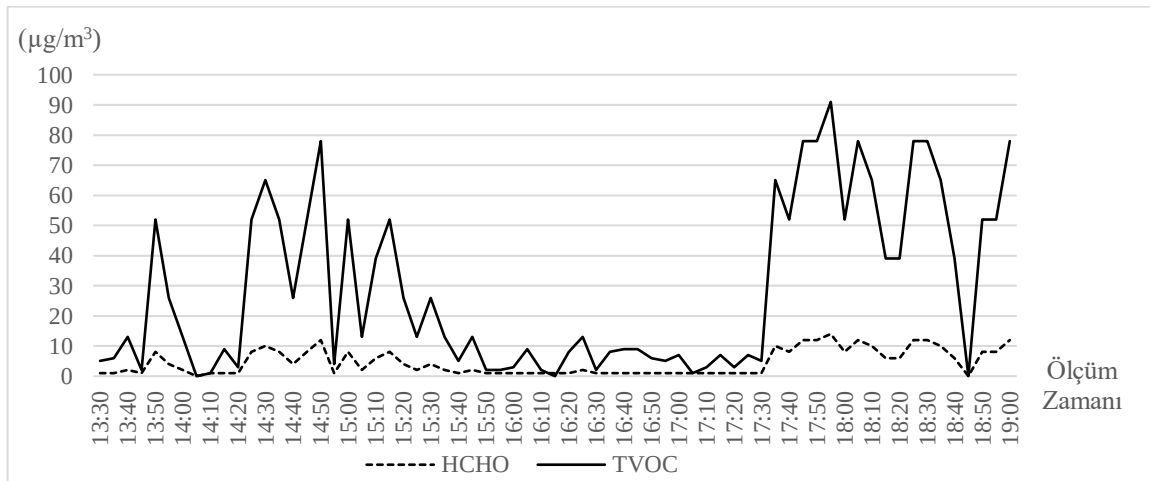
T60 teleskop kubbesi 18 Mart günü saat 13:30 ile 16:30 arasında PM ölçümlerine ait grafik Şekil 43.'te TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 44.'te verildiği gibidir. Ölçüm

hava muhalefeti nedeniyle kapalı kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 9,49 °C ve nem oranı %50,43 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor sınırlarının çok altında olduğu , nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 43. T122 teleskop kubbesi mart ayı PM değerleri

Şekil 43.'te görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Buna nedenle T122 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

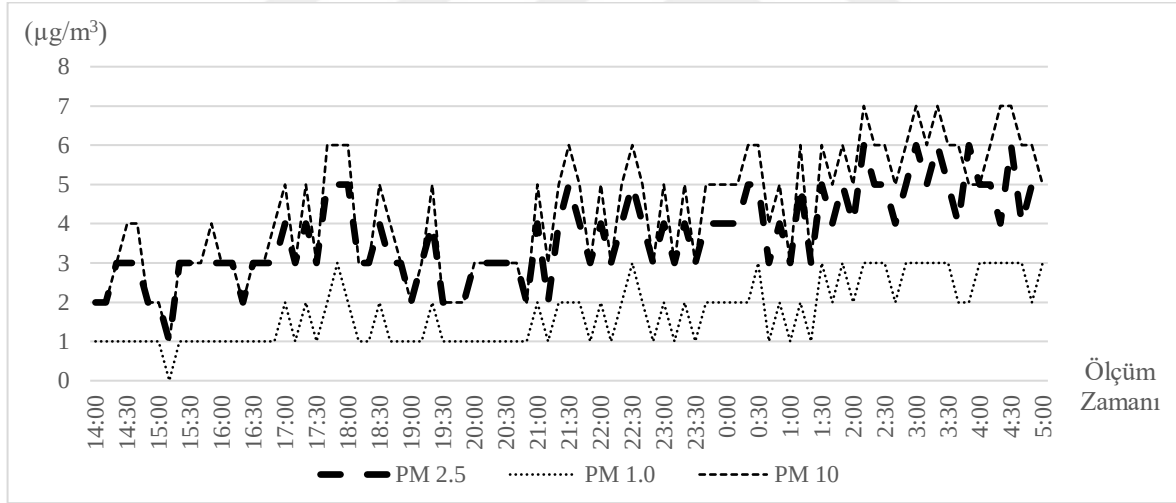


Şekil 44. T122 teleskop kubbesi mart ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 44.'te T122 teleskop kubbesinin mart ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO yoğunluğunun oldukça düşük olduğu, TVOC yoğunluğunun ise limit değerleri aşmayacak şekilde kısmen yüksek olduğu görülmektedir. TVOC değerlerinin kısmen yüksek olmasına rağmen ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

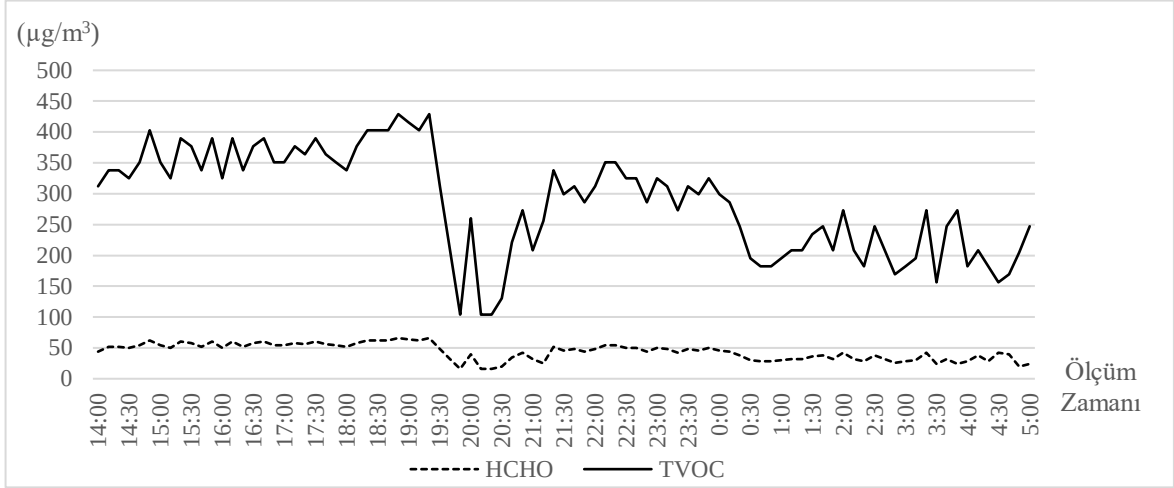
4.5.2. T122 Teleskop Kubbesi Nisan Ölçümleri

T122 teleskop kubbesi 28 Nisan günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 45'te, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 46.'da verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 18,05 °C ve nem oranı %44,21 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin termal konfor limitinin hemen altında olduğu ve nem oranının ise standartları sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 45. T122 teleskop kubbesi nisan ayı PM değerleri

Şekil 45.'te görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri 50 µg/m³ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Buna nedenle T122 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

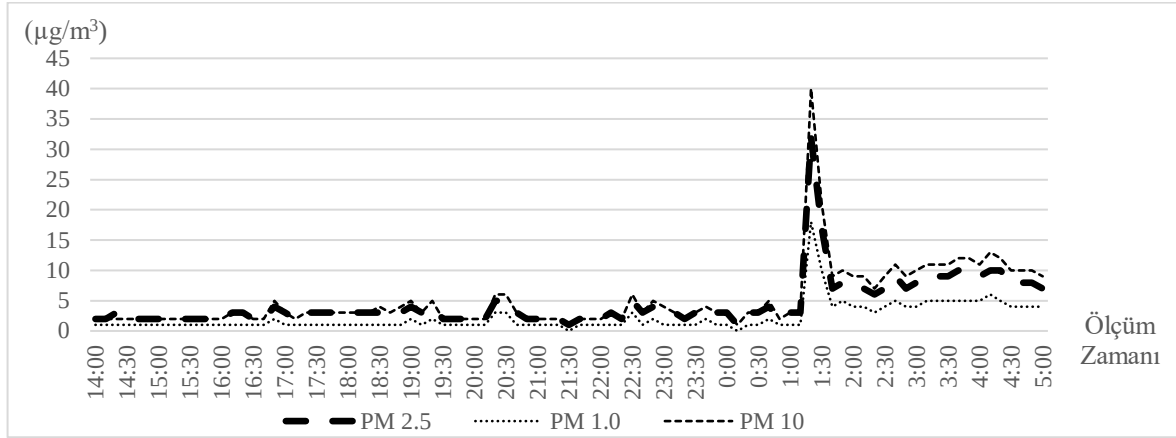


Şekil 46. T122 teleskop kubbesi nisan ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 46.'da T122 teleskop kubbesinin nisan ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO yoğunluğunun oldukça düşük olduğu, ancak TVOC yoğunluğunun ise limit değerleri aşarak 2. sağlık seviyesini bulmuştur. TVOC değerlerinin yüksek olmasına rağmen ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

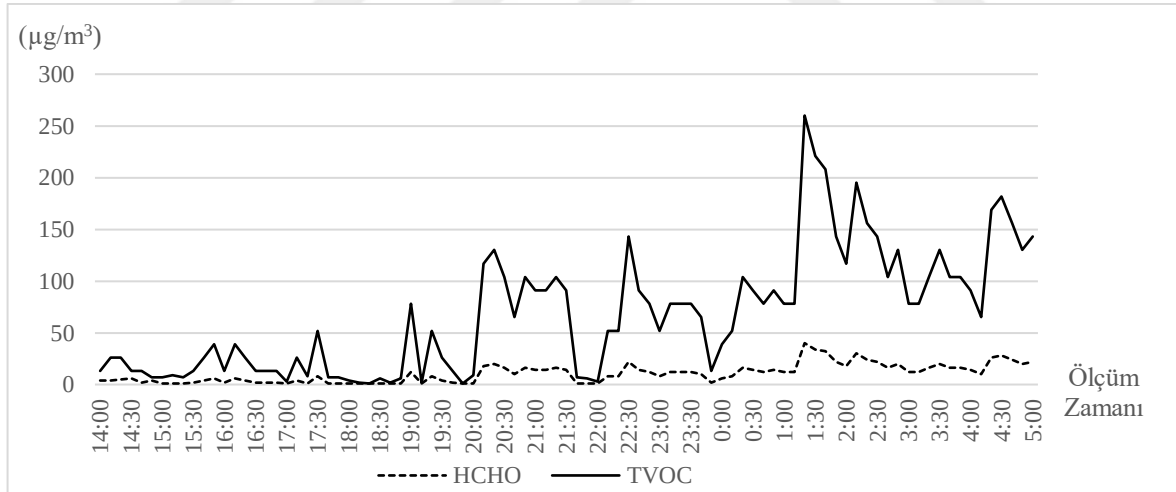
4.5.3. T122 Teleskop Kubbesi Mayıs Ölçümleri

T122 teleskop kubbesi 06 Mayıs günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 47.'de, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 48.'de verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 23,23 °C ve nem oranı %46,68 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin ve nem oranının termal konfor şartlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 47. T122 teleskop kubbesi Mayıs ayı PM değerleri

Şekil 47.'de görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Anlık olarak PM değerlerinin limit değerlere yaklaşmasına rağmen T122 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için PM sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

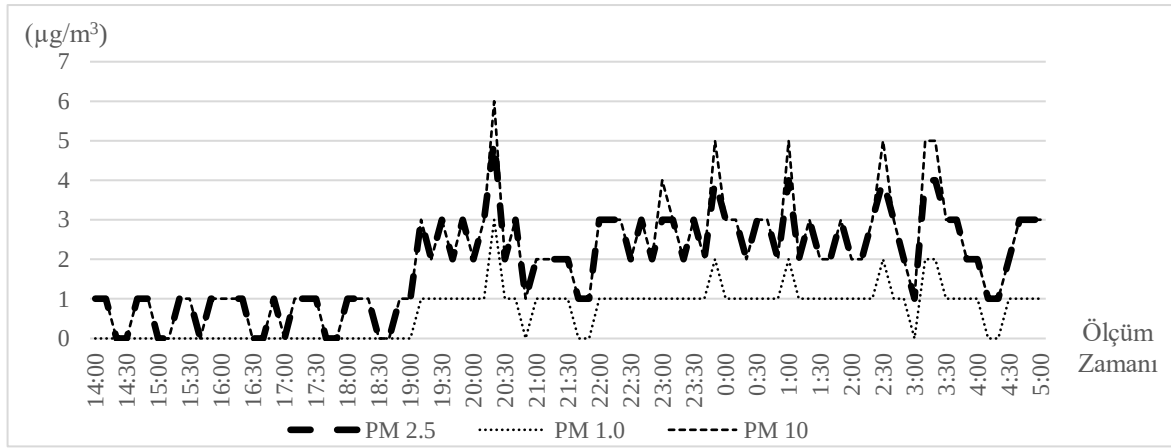


Şekil 48. T122 teleskop kubbesi Mayıs ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 48.'de T122 teleskop kubbesinin Mayıs ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO yoğunluğunun oldukça düşük olduğu, ancak TVOC yoğunluğunun ise limit değerleri aşarak 2. sağlık seviyesini bulmuştur. TVOC değerlerinin yüksek olmasına rağmen ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

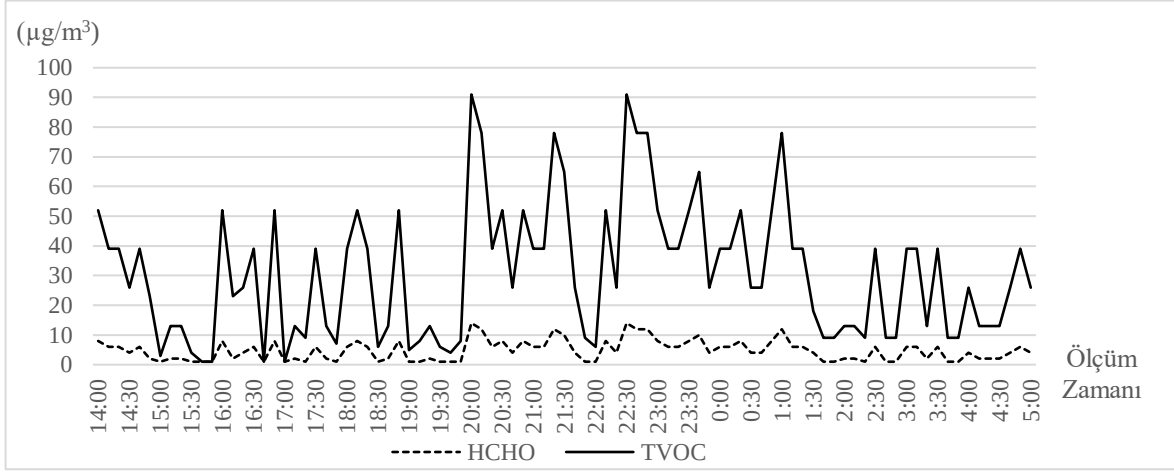
4.5.4. T122 Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri

T122 teleskop kubbesi 11 Haziran günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 49'da, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 50.'de verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30'a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 24,46 °C ve nem oranı %51,56 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin ve nem oranının termal konfor şartlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 49. T122 teleskop kubbesi haziran ayı PM değerleri

Şekil 49'da görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Anlık olarak PM değerlerinin limit değerlere yaklaşmasına rağmen T122 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.

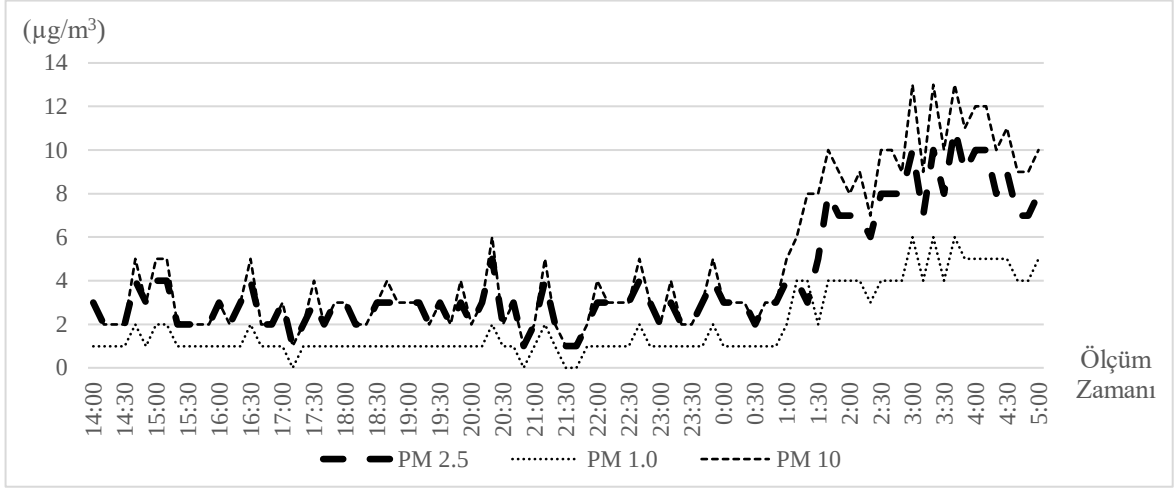


Şekil 50. T122 teleskop kubbesi haziran ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 50’de T122 teleskop kubbesinin haziran ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC yoğunluğunun oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu neden ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

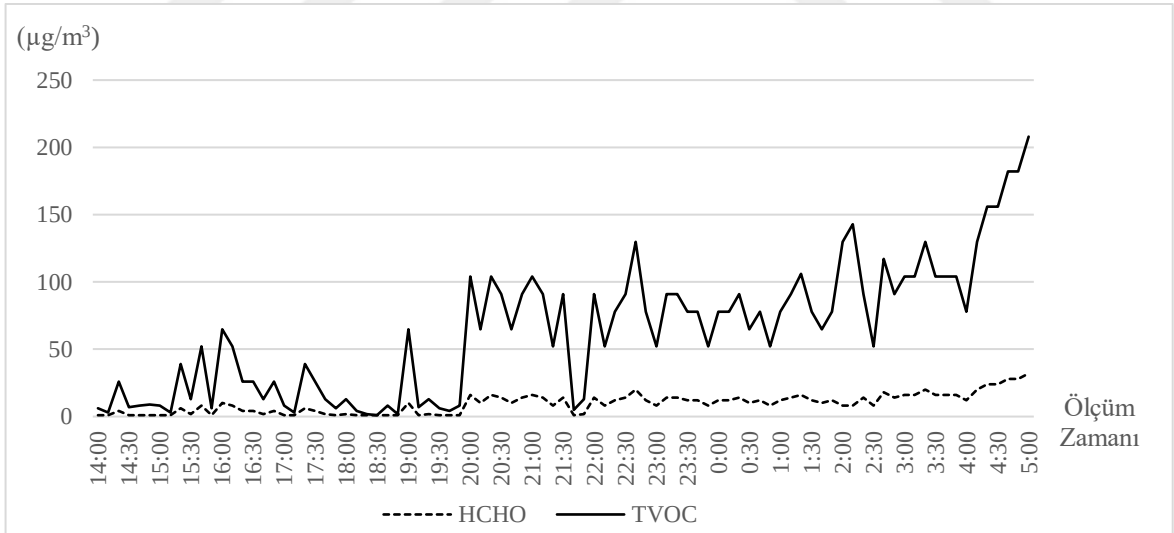
4.5.5. T122 Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri

T122 teleskop kubbesi 05 Temmuz günü saat 14:00-05:00 saatleri arasındaki PM ölçümlerine ait grafik Şekil 51.’de, TVOC ve HCHO yoğunluk grafiği ise Şekil 52.’de verildiği gibidir. Ölçümler saat 20:30’a kadar kapalı kubbe ardından açık kubbe olarak yapılmıştır. Bu tarihte ölçüm saatlerinde ortalama sıcaklık 30,34 °C ve nem oranı %61,6 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin ve nem oranının termal konfor şartlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 51. T122 teleskop kubbesi temmuz ayı PM değerleri

Şekil 51.'de görüldüğü üzere PM değerleri üst limit değeri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerinin ve üst/alt değerlendirme limitleri seviyelerinin oldukça altında kalmaktadır. Bu nedenle T122 teleskop kubbesinin ölçüm yapılan dönem için sağlık seviyesi iyi olarak değerlendirilebilir.



Şekil 52. T122 teleskop kubbesi temmuz ayı TVOC ve HCHO değerleri

Şekil 52.'de T122 teleskop kubbesinin temmuz ayında ölçüm yapılan dönem için HCHO ve TVOC yoğunluğunun oldukça düşük olduğu görülmektedir. TVOC değerinin kısmen 2. seviyeye yaklaşmasına rağmen ölçüm yapılan dönem için İHK bakımından çok iyi sağlık koşulları gözlemlenmiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında ÇAAM Ulupınar Gözlemevi iş sağlığı ve güvenliği çerçevesinde iç ortam hava kalitesi bakımından incelenmiştir. Gözlemevi ana bina ve teleskop kubbelerinde partikül madde (PM 1.0, PM 2.5 ve PM 10) miktarları, toplam uçucu organik bileşen (TVOC) yoğunluğu ve formaldehit (HCHO) yoğunluğu ölçülmüştür. Bu maddelerin yanı sıra iç ortam sıcaklık ve nem değerleri de tespit edilmiştir. Ölçümlerde PCE-RCM 15 partikül sayım cihazı kullanılmış olup beş farklı noktada beş ay boyunca ölçümler gerçekleştirilmiştir. Nisan ve Mayıs aylarına ait İHK ölçüm verilerinin analizi ile elde edilen çalışma II. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi'nde (INSI 2021) tam metin sözlü bildiri olarak literatüre eklenmiştir (Çağlar ve Aygün, 2021). Yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin grafikleri 4. bölümde verilmiştir. Ölçümlerin değerlendirmesi ve öneriler her bir ölçüm noktası için ayrı ayrı olarak aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak sunulmuştur.

5.1. Ana Bina Sonuç ve Önerileri

ÇAAM Ulupınar Gözlemevi Ana Bina iç ortam hava kalitesi ölçümleri Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Ana binanın aktif olarak kullanıldığı 13:30-19:00 saatleri arasında aralıksız olarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin ortalama değerleri Tablo 4'te verildiği gibidir.

Tablo 4

Ana bina İHK ölçüm değerleri ortalaması ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		PM 1.0	PM 2.5	PM 10	HCHO	TVOC
Mart Ölçümleri	Genel Ortalama	14,65	24,74	31,12	1,97	12,44
	En Düşük	12	21	25	1	2
	En Yüksek	18	36	36	8	52
Nisan Ölçümleri	Genel Ortalama	12,33	21,11	26,74	13,04	84,7
	En Düşük	5	10	12	1	2
	En Yüksek	21	34	45	30	195
Mayıs Ölçümleri	Genel Ortalama	5,65	9,29	11,61	5,32	37,45
	En Düşük	2	7	8	1	8
	En Yüksek	8	13	18	12	78
Haziran Ölçümleri	Genel Ortalama	5,06	9,09	10,94	4,79	30,62
	En Düşük	3	5	5	1	1
	En Yüksek	8	14	17	10	65
Temmuz Ölçümleri	Genel Ortalama	12,56	21,24	27	11,47	74,5
	En Düşük	6	10	13	1	5
	En Yüksek	24	38	48	32	208

Tablo 4'te verilen veriler ışığında Tablo 2'deki PM indeksi ve Tablo 3'teki TVOC/HCHO indeksi karşılaştırıldığında ana binanın İHK sağlık seviyesi aşağıdaki tabloda verildiği gibidir.

Tablo 5

Ana bina İHK sağlık seviyesi değerlendirmesi

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
PM	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
HCHO	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
TVOC	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Nem	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Sıcaklık	Düşük	Düşük	Düşük	Uygun	Yüksek

Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda ana bina İHK sağlık seviyesi iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. Fakat mart, nisan ve mayıs aylarında termal konfor limitleri altında kalan sıcaklık seviyeleri, temmuz ayında ise limitleri aşan sıcaklık seviyeleri tespit edilmiştir. Bu nedenle ana bina ısı yalıtımı, iç ortam ısı seviyesi dengeleyicileri (ısınma, klima, havalandırma sistemi) bakımından iyileştirmelere ihtiyaç duymaktadır.

5.2. T30 Teleskop Kubbesi Sonuç ve Önerileri

ÇAAM Ulupınar Gözlemevi T30 teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri mart, nisan, mayıs, haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Mart ayında hava muhalefeti nedeni ile kapalı kubbe ölçümleri saat 13:30 ile 16:30 arasında gerçekleşmiş olup Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise kapalı ve açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00'te başlanıp 05:00'te son verilmiştir. Ulupınar Gözlemevi T30 teleskop kubbesine Yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin ortalama değerleri Tablo 6'da verildiği gibidir.

Tablo 6

T30 teleskop kubbesi İHK ölçüm değerleri ortalaması ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		PM 1.0	PM 2.5	PM 10	HCHO	TVOC
Mart Ölçümleri	Genel Ortalama	2,22	4,43	5,36	5	33,51
	En Düşük	1	3	3	1	1
	En Yüksek	4	7	9	14	91
Nisan Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	0,12	1,12	1,12	14,69	95,45
	Açık Kubbe Ort.	0,32	1,4	1,38	11,8	87,72
	Genel Ortalama	0,23	1,27	1,26	13,13	91,4
	En Düşük	0	1	1	1	1
	En Yüksek	2	4	3	36	234
Mayıs Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	0,69	1,81	1,69	2,44	3,81
	Açık Kubbe Ort.	8,73	14,8	18,8	48,77	120,2
	Genel Ortalama	5,93	10,28	12,85	32,65	75,24
	En Düşük	0	1	1	1	1
	En Yüksek	24	40	45	85	175
Haziran Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	0,12	0,9	0,9	5,43	38,05
	Açık Kubbe Ort.	0	10,6	1,06	3,82	24,68
	Genel Ortalama	0,05	0,99	0,99	4,45	30,55
	En Düşük	0	0	0	1	2
	En Yüksek	1	3	3	18	117
Temmuz Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	0,17	1,17	1,17	7,57	49,38
	Açık Kubbe Ort.	0,2	1,2	1,2	12,52	81,38
	Genel Ortalama	0,19	1,19	1,19	10,24	66,65
	En Düşük	0	1	1	1	4
	En Yüksek	1	2	2	24	156

Tablo 6'daki veriler ve 4. bölümde verilen değerler, Tablo 2'deki PM indeksi ve Tablo 3'teki TVOC/HCHO indeksi karşılaştırıldığında T30 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi aşağıdaki tabloda verildiği gibidir.

Tablo 7

T30 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi değerlendirmesi

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
PM	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
HCHO	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
TVOC	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Nem	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Sıcaklık	Düşük	Düşük	Uygun	Uygun	Yüksek

Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda T30 teleskop kubbesi binasının İHK sağlık seviyesi iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. Fakat mart, nisan ve mayıs aylarında termal konfor limitleri altında kalan sıcaklık seviyeleri, temmuz ayında ise limitleri aşan sıcaklık seviyeleri tespit edilmiştir. Bu nedenle T30 teleskop kubbesi binasında ısı yalıtımı, iç ortam ısı seviyesi dengeleyicileri (ısınma, klima, havalandırma sistemi v.b.) bakımından iyileştirmelere ihtiyaç duymaktadır.

5.3. T40 Teleskop Kubbesi Sonuç ve Önerileri

ÇAAM Ulupınar Gözlemevi T40 teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri mart, nisan, mayıs, haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Mart ayında hava muhalefeti nedeni ile kapalı kubbe ölçümleri saat 13:30 ile 16:30 arasında gerçekleşmiş olup Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise kapalı ve açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00'te başlanıp 05:00'te son verilmiştir. Ulupınar Gözlemevi T40 teleskop kubbesine Yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin ortalama değerleri Tablo 8'de verildiği gibidir

Tablo 8

T40 teleskop kubbesi İHK ölçüm değerleri ortalaması ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		PM 1.0	PM 2.5	PM 10	HCHO	TVOC
Mart Ölçümleri	Genel Ortalama	5,13	9,22	11,45	5,72	36,96
	En Düşük	2	4	5	1	1
	En Yüksek	8	14	18	18	117
Nisan Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	1,56	3,52	4	3,8	23,76
	Açık Kubbe Ort.	2,59	5,11	6,17	10,59	68,85
	Genel Ortalama	2,31	4,67	5,57	8,73	56,46
	En Düşük	1	2	2	1	1
	En Yüksek	4	8	10	24	156
Mayıs Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	2,28	4,56	5,46	12,69	82,21
	Açık Kubbe Ort.	2,92	5,73	6,9	12,29	79,65
	Genel Ortalama	2,65	5,23	6,29	12,46	80,75
	En Düşük	1	2	2	1	2
	En Yüksek	54	90	116	54	251
Haziran Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	2,15	4,31	5,08	3,92	25,18
	Açık Kubbe Ort.	2,5	4,94	6	11,62	75,35
	Genel Ortalama	2,35	4,67	5,6	8,32	53,85
	En Düşük	1	2	2	1	1
	En Yüksek	4	7	9	20	130
Temmuz Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	2,18	4,36	5,21	11,82	76,79
	Açık Kubbe Ort.	1,83	3,83	4,42	10,33	67
	Genel Ortalama	1,98	4,05	4,76	10,97	71,2
	En Düşük	1	2	2	1	1
	En Yüksek	4	7	8	30	195

Tablo 8’deki veriler ve 4. bölümde verilen değerler, Tablo 2’deki PM indeksi ve Tablo 3’teki TVOC/HCHO indeksi karşılaştırıldığında T40 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi aşağıdaki tabloda verildiği gibidir.

Tablo 9

T40 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi değerlendirmesi

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
PM	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
HCHO	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
TVOC	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Nem	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Sıcaklık	Düşük	Düşük	Uygun	Uygun	Yüksek

Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda T40 teleskop kubbesi binasının İHK sağlık seviyesi iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. Fakat mart ve nisan aylarında termal konfor limitleri altında kalan sıcaklık seviyeleri, temmuz ayında ise limitleri aşan sıcaklık seviyeleri tespit edilmiştir. Bu nedenle T40 teleskop kubbesi binasında ısı yalıtımı, iç ortam ısı seviyesi dengeleyicileri (ısınma, klima, havalandırma sistemi v.b.) bakımından iyileştirmelere ihtiyaç duymaktadır.

5.4. T60 Teleskop Kubbesi Sonuç ve Önerileri

ÇAAM Ulupınar Gözlemevi T60 teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri mart, nisan, mayıs, haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Mart ayında hava muhalefeti nedeni ile kapalı kubbe ölçümleri saat 13:30 ile 16:30 arasında gerçekleşmiş olup Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise kapalı ve açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00'te başlanıp 05:00'te son verilmiştir. Ulupınar Gözlemevi T60 teleskop kubbesine Yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin ortalama değerleri Tablo 10'da verildiği gibidir.

Tablo 10

T60 teleskop kubbesi İHK ölçüm değerleri ortalaması ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		PM 1.0	PM 2.5	PM 10	HCHO	TVOC
Mart Ölçümleri	Genel Ortalama	3,75	7,09	8,63	5,6	36,34
	En Düşük	1	2	2	0	0
	En Yüksek	8	14	17	14	91
Nisan Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	0	0,83	0,83	4,23	27,13
	Açık Kubbe Ort.	0	0,89	0,89	3,46	17,62
	Genel Ortalama	0	0,87	0,87	3,71	20,76
	En Düşük	0	0	0	1	1
	En Yüksek	0	2	2	16	104
Mayıs Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	0,17	1,17	1,17	6,13	39,5
	Açık Kubbe Ort.	1,64	3,43	3,95	12,61	81,62
	Genel Ortalama	1,15	2,68	3,03	10,47	67,74
	En Düşük	0	1	1	1	1
	En Yüksek	24	37	49	26	169
Haziran Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	0,37	1,4	1,4	4,63	29,73
	Açık Kubbe Ort.	1,03	2,52	2,67	5,46	35,41
	Genel Ortalama	0,81	2,15	2,25	5,19	33,54
	En Düşük	0	1	1	1	1
	En Yüksek	3	6	7	18	117
Temmuz Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	0,33	1,4	1,4	5,77	37,07
	Açık Kubbe Ort.	1	2,64	2,8	10,95	71,26
	Genel Ortalama	0,78	2,23	2,34	9,24	59,99
	En Düşük	0	1	1	1	1
	En Yüksek	3	5	6	26	169

Tablo 10'daki veriler ve 4. bölümde verilen değerler, Tablo 2'deki PM indeksi ve Tablo 3'teki TVOC/HCHO indeksi karşılaştırıldığında T60 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi aşağıdaki tabloda verildiği gibidir.

Tablo 11

T60 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi değerlendirmesi

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
PM	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
HCHO	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
TVOC	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Nem	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Sıcaklık	Düşük	Düşük	Uygun	Uygun	Yüksek

Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda T60 teleskop kubbesi binasının İHK sağlık seviyesi iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. Fakat mart ve nisan aylarında termal konfor limitleri altında kalan sıcaklık seviyeleri, temmuz ayında ise limitleri aşan sıcaklık seviyeleri tespit edilmiştir. Bu nedenle T60 teleskop kubbesi binasında ısı yalıtımı, iç ortam ısı seviyesi dengeleyicileri (ısınma, klima, havalandırma sistemi v.b.) bakımından iyileştirmelere ihtiyaç duymaktadır.

5.5. T122 Teleskop Kubbesi Sonuç ve Önerileri

ÇAAM Ulupınar Gözlemevi T122 teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri mart, nisan, mayıs, haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Mart ayında hava muhalefeti nedeni ile kapalı kubbe ölçümleri saat 13:30 ile 16:30 arasında gerçekleşmiş olup Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise kapalı ve açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00'te başlanıp 05:00'te son verilmiştir. Ulupınar Gözlemevi T122 teleskop kubbesine Yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin ortalama değerleri Tablo 12'de verildiği gibidir.

Tablo 12

T122 teleskop kubbesi İHK ölçüm değerleri ortalaması ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		PM 1.0	PM 2.5	PM 10	HCHO	TVOC
Mart Ölçümleri	Genel Ortalama	1,13	2,79	3,01	4,48	28,37
	En Düşük	0	1	1	0	0
	En Yüksek	2	5	6	14	91
Nisan Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	1,2	3,07	3,43	56,07	365,3
	Açık Kubbe Ort.	1,97	4	4,7	37,69	247,74
	Genel Ortalama	1,61	3,56	4,11	45,18	295,15
	En Düşük	0	1	1	16	104
	En Yüksek	3	6	7	66	429
Mayıs Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	1,06	2,58	2,68	2,97	19,71
	Açık Kubbe Ort.	2,77	5,38	6,39	14,39	93,38
	Genel Ortalama	2,2	4,44	5,14	10,53	67,43
	En Düşük	0	1	1	1	1
	En Yüksek	18	32	40	40	260
Haziran Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	0	0,61	0,61	3,68	23,68
	Açık Kubbe Ort.	1	2,51	2,62	5,18	33,84
	Genel Ortalama	0,67	1,88	1,96	4,71	30,69
	En Düşük	0	0	0	1	1
	En Yüksek	3	5	6	14	91
Temmuz Ölçümleri	Kapalı Kubbe Ort.	1,1	2,61	2,81	2,97	18,65
	Açık Kubbe Ort.	2,36	4,67	5,64	12,8	85,98
	Genel Ortalama	1,95	3,99	4,7	9,48	63,27
	En Düşük	0	1	1	1	1
	En Yüksek	6	11	13	32	208

Tablo 12'deki veriler ve 4. bölümde verilen değerler, Tablo 2'deki PM indeksi ve Tablo 3'teki TVOC/HCHO indeksi karşılaştırıldığında T122 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi aşağıdaki tabloda verildiği gibidir.

Tablo 13

T122 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi değerlendirmesi

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
PM	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
HCHO	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
TVOC	Çok iyi	İyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Nem	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Sıcaklık	Düşük	Düşük	Uygun	Uygun	Yüksek

Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda T122 teleskop kubbesi binasının İHK sağlık seviyesi iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. Nisan ayında TVOC seviyesinin 2. sağlık seviyesine ulaştığı, açık kubbe ortalamasında TVOC değerinin kısmen azaldığı görülmektedir. Bu seviyede iç ortam havalandırması önerilmektedir. Ayrıca mart ve nisan aylarında termal konfor limitleri altında kalan sıcaklık seviyeleri, temmuz ayında ise limitleri aşan sıcaklık seviyeleri tespit edilmiştir. Bu nedenle T122 teleskop kubbesi binasında ısı yalıtımı, iç ortam ısı seviyesi dengeleyicileri (ısınma, klima, havalandırma sistemi v.b.) bakımından iyileştirmelere ihtiyaç duymaktadır.

Genel olarak ÇAAM Ulupınar Gözlemevi, WHO ve T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından verilen iç ortam hava kalitesi limit değerlerine göre iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. T30, T40 ve T60 teleskop kubbelerinin bulunduğu binalarda TVOC değerleri oldukça düşük olduğu, lakin T122 teleskop binasında ve ana binada kısmen TVOC değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sağlık seviyesi açısından henüz limitleri aşmamış olsa da yapıların eskimesi ve kullanıma bağlı olarak TVOC değerleri zamanla sınır değerleri aşabilecektir. Bu nedenle özellikle prefabrik yapı olan ana binada mobilya, yapı tasarım konusunda onarımların yapılması ve temizlik v.b. durumlarda kullanılan malzemelerin miktarına ve kullanımına dikkat edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Alptekin, O. ve Çelebi, G. (2015). “Toz Partiküllerinin İç Mekan Hava Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi”. *Kafkas Üniversitesi Fen Bil. Enst. Dergisi*, 8: 30-49.
- Annesi-Maesano, I., Baiz, N., Banerjee, S., Rudnai, P., Rive, S., the SINPHONIE Group (2013). “Indoor Air Quality and Sources in Schools and Related Health Effects”. *J. Toxicol. Environ. Health*, 16(8), 491-550. Doi:10.1080/10937404.2013.853609.
- ASHRAE (2009). Indoor Environmental Health. ASHRAE Handbook 2009 Fundamentals, Chapter 10, Atlanta, USA.
- Aslanoğlu, S. Y., Güllü, G. ve Öztürk, F. (2017). “Atış Poligonunda İç Ortam Hava Kalitesi İncelemesi”. *13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 19-22 Nisan 2017, Tepekule, İzmir. 1628-1636.
- Avcı, A.S. (2014). “Batman Üniversitesi Dersliklerinde İç Hava Kalitesinin Araştırılması”. Yüksek Lisans Tezi. Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Batman.
- Babaroğlu, A. (2015). “Anaokullarında İç Ortam Hava Kalitesi”. *Tesisat Mühendisliği*, 150, 5-12.
- Bas, E. (2004). *Indoor Air Quality-A Guide for Facility Managers*. The Fairmont Press: Lilburn, Georgia.
- BGG (Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz) (2007). “Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten”. *Springer Medizin Verlag*, 50, 990-1005.
- Bulut, H. (2007). “Konutlarda İç Hava Kalitesi ile İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi”, *Teskon VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 25-28 Ekim 2007, İzmir. 415-427.
- Cincinelli, A. ve Martellini, T. (2017). “Indoor Air Quality and Health”. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14, 1286-1290. doi:10.3390/ijerph14111286.

- Clarisse B, Laurent AM, Seta N, Le Moullec Y, El Hasnaoui A, ve Momas I. (2003). “Indoor Aldehydes: Measurement of Contamination Levels and Identification of Their Determinants in Paris Dwellings”. *Environmental Research*, 92: 245–253.
- Çağlar, H. ve Aygün S. (2021). “Ulupınar Gözlemevinin Hava Kalitesi Bakımından İncelenmesi”. II. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 25-27 Temmuz 2021, 138-145.
- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi. t.y. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezi (ÇAAM) ve Ulupınar Gözlemevi. <http://caam.comu.edu.tr/>.
- Güler Ç ve Çobanoğlu Z. (1994). Kapalı Ortam Hava Kirlenmesi. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Güllü, G., (2016). “İlköğretim Okullarında İç Ortam Hava Kalitesi ve Sağlık Etkileşimi”. *Tesisat Mühendisliği*, 152, 31-42.
- Haksevenler, T. (2010). İstanbul’da Farklı İç Ortamlarda Hava Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği A.B.D., Çevre Mühendisliği Programı, İstanbul.
- Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, (2014). Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- HKGCC, (2006). The Clean Air Charter, A Business Guidebook , Hong Kong.
- Jones, A. P. (1999). “Indoor air quality and health”, *Atmospheric Environmet*, 33, 4535-4564.
- Jung, C. C., Wu, P. C., Tseng, C. H. ve Su, H. J., (2015). “Indoor Air Quality Varies with Ventilation Types and Working Areas in Hospitals”. *Building and Environment*, 85, 190-195.
- Onat, B., Şahin, Ü., Stakeeva, B., Karim, P. ve Ceran, T., (2009). “İstanbul Metrosunda PM₁₀ ve PM_{2.5} Konsantrasyonlarının Belirlenmesi”. *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 06-09 Mayıs 2009, Tepekule, İzmir. 659-669.
- ÖZTÜRK, M., 2007, Partikül Madde Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara. 32-41.

- Öztürk, M., (2008). Hava Kirliliğinin Halk Sağlığı Üzerine Etkisi. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Robert, C. ve Rosalar , P.E. (1998). *HVAC Maintenance and Operations Handbook*, McGraw Hill , New York.
- Selici, A. T. (2014). İç Ortam Hava Kalitesini Etkileyen Kirlетici ve Konfor Parametrelerinin Kaynakları ve Enerji Tüketimi Açısından İncelenmesi. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Makine Mühendisliği A.B.D., Balıkesir.
- Soysal, A. ve Demirel, Y. (2007). “Kapalı Ortam Hava Kirliliği”. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(3), 221 – 226.
- Stellman JM, McCann M, Warshaw L, Brabant C, Finklea J, Messite J. vd. (1998). *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. 4th edition International Labour Office. Geneva.
- Thörn, A. (2000). “Case Study of a Sick Bulding”. *European Journal of Public Health*, 10, 133–137.
- Uğurluay, İ. (2019). Üniversite ve Kamu Binalarındaki Havanın Termal Konfor ve Karbondioksit Yönünden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmaniye.
- Wallace, L. (1996). “Indoor Particles: A Review”. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 46(2), 98-126.
- WHO, (1987). “Air Quality Guidelines For Europe”, WHO Regional Publications, European Series 23, Copenhagen, Denmark.
- WHO, (2000). Air quality guidelines for Europe- Second Edition; hg. v. World Health Organization - WHO, Copenhagen, Denmark.
- Wolkoff, P. ve Nielsen, G.D. (2001). “Organic Compounds in Indoor Air-Their Relevance for Perceived Indoor Air Quality?”. *Atmospheric Environment*, 35(26), 4407-4417.
- Wolkoff, P., (2018). “Indoor Air Humidity, Air Quality, and Health – an Overview”. *Int. J. Hygiene and Environmental Health*, 221 (3), 376-390.

Yang, W., Sohn, J., Kim, J., Son, B. ve Park, J., (2009) “Indoor Air Quality Investigation According to Age of the School Buildings in Korea”. *Journal of Environmental Management*, 90, 348-354.

