



Original article

Ulupınar Gözlemevinde Fiziksel Risk Etmenleri Araştırması Physical Risk Factors Research at Ulupınar Observatory

Halife Çağlar ^a & Sezgin Aygün ^{b,*}

^aDepartment of Electricity and Energy, Biga Vocational School, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

^bDepartment of Physics, Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

Özet

Bu çalışma, kapalı ortamların iç hava kalitesi (İHK) ile elektrikli ve elektronik cihazların elektromanyetik radyasyonunu (EMR) tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kapalı ortam olarak Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezi (ÇAAM) ve Ulupınar Gözlemevi ele alınmıştır. Bu kapalı ortamın hava kalitesi düzeyleri ve araştırmacıların maruz kalabileceği radyasyonun miktarları tespit edilmiştir. Bununla beraber sıcaklık ve nem ölçümleri de yapılmıştır. Araştırma merkezi ve teleskop kubbelerinin İHK ölçümleri PCE-RCM 15 partikül sayım cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Gözlemevinde bulunan teleskoplar, elektrik panoları, kubbe motorları ve bilgisayarlar başta olmak üzere elektrikli araç gereçlerin elektrik alan ve manyetik alan şiddetleri ise CE belgeli GM 3120 elektromanyetik radyasyon ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Hava kalitesi ölçümleri araştırmacı ve ziyaretçilerin yoğun olarak bulunduğu gözlemlerin gerçekleştiği zaman dilimlerinde kesintisiz olarak kaydedilmiştir. Elektromanyetik radyasyon ölçümleri ise kaynağı en yakın noktadan başlanarak 0,1 m, 0,3 m ve 1 m mesafelerde gerçekleşmiştir. Teleskopların ve teleskop ofislerinin elektromanyetik radyasyon değerleri ve iç hava ortam ölçüm değerleri oldukça düşük değerlerde tespit edilmiştir. Bu nedenle araştırmacı ve ziyaretçiler için ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevi'nin elektromanyetik radyasyon miktarının ve kapalı ortam hava kalitesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından risk oluşturmadığını söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik radyasyon, İş Sağlığı ve Güvenliği, Ulupınar Gözlemevi, Hava Kalitesi.

Abstract

This study was carried out to determine indoor air quality and electromagnetic radiation of electrical and electronic devices. Çanakkale Onsekiz Mart University Astrophysics Research Center (ÇAAM) and Ulupınar Observatory were used as closed environments. The air quality levels of this indoor environment and the amount of radiation that researchers can be exposed to have been determined. In addition, temperature and humidity measurements were also made. IHC measurements of the research center and telescope domes were carried out with the PCE-RCM 15 particle counter. Electric field and magnetic field intensities of electrical equipment, especially telescopes, electrical panels, dome motors and computers in the observatory, were measured with the CE certified GM 3120 electromagnetic radiation measuring device. Air quality measurements were recorded uninterruptedly during the time periods when researchers and visitors were concentrated and observations were made. Electromagnetic radiation measurements were made at 0.1 m, 0.3 m and 1 m distances, starting from the closest point to the source. Electromagnetic radiation values and indoor air measurement values of telescopes and telescope offices were determined at very low values. Therefore, it is possible to say that the electromagnetic radiation amount and indoor air quality of ÇAAM and Ulupınar Observatory do not pose a risk in terms of occupational health and safety for researchers and visitors.

* Corresponding author:

Sezgin Aygün, Department of Physics, Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey.
Email: saygun@comu.edu.tr

Keywords: Electromagnetic radiation, Occupational Health and Safety, Ulupınar Observatory, Air Quality.

Received: 15 December 2021 * **Accepted:** 31 December 2021 * **DOI:** <https://doi.org/10.29329/ijiasr.2021.414.5>

GİRİŞ

Günümüz teknolojisinin gelmiş olduğu seviyede elektrikli ve elektronik aletler insan yaşamına büyük kolaylıklar getirmektedir. İletişim, araştırma, ulaşım, haberleşme, sağlık v.b. her alanda teknolojinin olumlu yanlarından bahsetmek mümkündür. Ancak bu paralelde olumsuzluklardan da bahsedilebilir ki bunlar artan enerji ihtiyacı, çevre sorunları ve teknolojik kirlilik olarak sıralanabilir. Ayrıca teknolojinin geldiği bu nokta insanların kapalı ortamda geçirdiği zaman diliminin arttığı da göz önüne alındığında iç ortam hava kalitesi ve elektromanyetik radyasyon maruziyetinin saptanması önem kazanmaktadır (Barbaroğlu, 2015).

Hava kirleticileri doğayla birlikte insan sağlığını da tehdit etmektedir. Kirleticilere solunum yolu, besinler, temas ve deri yolu ile maruz kalınması sonucunda deride tahriş, solunum yollarında enfeksiyon başta olmak üzere kansere varacak kadar tehlikeli sağlık sorunlarını doğurmaktadır. Partikül madde (PM), uçucu organik bileşen (VOC) ve formaldehit (HCHO) miktarı iç ortam hava kalitesini belirleyen önemli etmenlerdendir (Soysal, 2007). 500 µm ile 0,2 nm çapları arasında bulunan PM'ler insan vücuduna nüfus edebilen ve havada asıki bulunan katı ve sıvı haldeki parçacıklardır. Bu çalışmada PCE RCM 15 partikül sayım cihazı ile çapları 10 µm (PM 10), 2,5 µm (PM 2.5) ve 1 µm (PM 1.0) olan PM ölçümleri yapılmıştır. PM 1 türü parçacıklar akciğerde tutunabilmekte, PM 2.5 türü parçacıklar akciğer hava kanallarına nüfus ederken öksürük yardımı ile vücuttan atılmakta, PM 10 ve üzeri büyüklükteki parçacıklar ise kaynağa yakın noktalar risk oluşturmakta iken hızla çökelme özellikleri nedeniyle kaynaktan uzakta risk değeri düşmektedir (Bulut, 2007; Selici, 2014). PM 2.5 kandaki karbondioksit ve oksijen dönüşümü yavaşlatarak uzun süreli maruziyetlerde kalıcı sağlık sorunlarına neden olmaktadır. PM 10 boyutundaki parçacıklara ise maruziyetin kısa süre gerçekleşmesi bile akciğer hastalıklarını tetiklemektedir (Öztürk, 2008; Avcı, 2014). Türkiye'de PM sınır değerleri PM 10 için verilen değerler baz alınarak belirlenmiştir. Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğine (HKDY) göre PM 10 için günlük maruziyet sınırı 50 µm/m³ ve yılda 35 defadan fazla bu sınırın aşılması gerektiği belirtilmiştir. Yıllık limit değer ise 40 µm/m³ olarak belirtilmiştir (HKDY, 2014). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) PM sınır değerlerini günlük 50 µm/m³ ve yıllık sınır değeri ise 20 µm/m³ olarak vermektedir (ASHRAE, 2009). Tablo.1'de ortamdaki PM miktarına göre sınıflandırılmış sağlık seviyesi ile bağlı etki ve önlemler verilmiştir (Avcı, 2014). Ayrıca merkezi sinir sistemini olumsuz etkileyerek korku, kaygı,

stres ve kısa süreli bellek kaybına neden olan VOC ve HCHO alerjik, deri ve solunum yolu hastalıklarına da neden olmaktadır (Soysal, 2007). WHO tarafından belirlenen ve ülkemizde de referans olarak gösterilen toplam uçucu organik bileşen (TVOC) ve formaldehit miktarına göre sağlık seviyesi ve önlem önerileri de tablo.2’de verildiği gibidir (BGG, 2007).

Tablo 1. PM İndeksinin Sağlık Seviyesi ve Etkileri

İndeks ($\mu\text{m}/\text{m}^3$)	Sağlık Seviyesi	Etki ve Önlem
0-50	1. İyi	Risk Yok
51-100	2. Orta	Oldukça hassas kişiler uzun süreli efor sarfından kaçınmalıdır.
101-150	3. Hassas gruplar için sağlıksız	Kalp ve solunum hastalığı olan kişiler, yaşlı ve çocuklar uzun süreli efor sarfından kaçınmalıdır.
151-200	4. Sağlıksız	Herkes uzun süreli ve yoğun efor sarfını azaltmayı dikkate almalıdır.
201-300	5. 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	6. Tehlikeli	Kalp ve solunum hastalığı olan kişiler, yaşlı ve çocuklar izole kalmalıdır ve aktivitelerini düşük seviyede tutmalıdır. Bunun dışında herkes tüm fiziksel aktivitelerden kaçınmalıdır.

Tablo 2. WHO Tarafından Verilen TVOC-HCHO İçin Sınır Değerler Seviye ve Önlemler

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

Formaldehit kaynağı olarak tütün mamülleri başta olmak üzere prefabrik yapılar, bina yapı malzemeleri, mobilyalar ve temizlik ürünleri gösterilebilir. (Stelmann ve diğ., 1998). Karbon ve hidrojen içerikli VOC kaynakları ise trafiki kentleşme ve endüstri merkezlidir. Bunların yanı sıra iç ortamlarda ısınma, pişirme, temizlik ürünleri, boya, mobilyalar VOC kaynağı olarak gösterilebilir (Hakseven, 2010; Avcı, 2014). Ayrıca kapalı ortamlarda İHK kadar nem ve sıcaklık değerleri de termal konforun sağlanması açısından önem taşımaktadır. WHO tarafından 20 °C ile 25,5 °C arasında sıcaklık sınır

değerleri ve %70'in altında nem oranı sınır değeri olarak belirlenmiştir, Türkiye'de de bu değerler referans alınmaktadır (ASHRAE, 2009; HKDYY, 2014). İç ortam ve dış ortam hava kalitesi faktörlerinin etkileşimi ile insan sağlığı üzerindeki etkilerini azaltmak üzere alınabilecek önlemleri Jones (1999) önermiştir. Kore'de bazı okulların İHK sağlık seviyelerinin sağlığı olumsuz etkileyebileceği ve bu etkiyi azaltmaya yönelik olarak havalandırma sisteminin geliştirilmesi, düşük emisyonlu mobilyalar kullanılması gerektiğini ise Yang ve diğ. (2009) belirtmiştir. Jung ve diğ. (2015) hastanelerin İHK ile çeşitli iklimlendirme sistemleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Dumlupınar Üniversitesi'nde İHK'ni belirleyen etmenlerin yapı malzemeleri, kullanıcı sayısı ve yapının kullanım şekli olduğu Alptekin ve Çelebi (2015) tarafından tespit edilmiştir.

Bunula birlikte EMR, elektromanyetik alanların (EMA) doğurduğu ve elektrik yüklerinin hareketinin neden olduğu bir ışıdır (Şeker ve Çerezci, 2000). Elektrik alan (EA) gerilim kaynaklı olmakta ve volt/metre (V/m) birimi ile ifade edilmekte iken manyetik alanın (MA) kaynağı akımdır, birimi Tesla'dır (T) ve mikro (μ) seviyelerde ölçülmektedir. İnsan vücudu manyetik alan hareketinden kaynaklı ve 25-65 μ T arasındaki sabit yerküre manyetik alanı etkisine karşı uyumludur (Feychting, 2005). Ancak bu doğal EMA ek olarak insan kaynaklı EMA değerlerin artışıyla beraber maruziyet sürelerinde de artış görülmektedir. Bu nedenle insanın doğasındaki EMA uyumu bozulmaktadır (Türkkan ve Pala, 2009). Elektromanyetik radyasyonun bazı kaynakları; baz istasyonları, radyo, televizyon (TV), elektrik iletim hatları, bilgisayarlar, elektrikli ev aletleri, tıpta kullanılan bazı cihazlar olarak sıralanabilir (Yakıncı, 2016). Elektromanyetik alanlar doğrudan görülemeyen, duyulamayan, tat ve koku bakımından hissedilemeyen çevresel faktörler arasındadır. Eğer bir ortamda gürültü seviyesi yüksek ise bu hemen farkedilecektir ve gerekli önlemler alınabilecektir. Aynı şey, biyolojik risk faktörleri ve göze çarpmayan bir tehlike oluşturabilen bazı kokusuz kimyasallar dışında, diğer stres faktörlerinin çoğu için de söylenebilir. Ancak ayırt edilemez çevresel faktörlerin tespiti için kontrol mekanizmaları ve bu alanda eğitim almış personele gerek vardır. Modern tehlike önleme yöntemlerinin başında, tehlikenin farkında olmak ve güvenlik uygulamaları gelmektedir (Koppel ve diğ., 2013). Evlerimizde ve ofislerde kullanılan elektrik genellikle 220 V geriliminde ve 50 Hz (Hertz) frekansındadır. Bu tür iletimde ise çok düşük frekanslı ve iyonize olmayan radyasyon içeren EMA'lar meydana gelmektedir. Bu tür EMA alanın için limit değeri 0,4 μ T ve 40 V/m seviyelerinin üstüdür (Türkkan ve Pala). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) yapılan çalışmalar ışığında bu frekanstaki EMA'ları, insan üzerinde sınırlı kanıta sahip kansorejen sınıfta tanımlamaktadır (IARC, 2002). Özellikle, Wertheimer ve Leeper (1979) tarafından yapılan çalışmada çocukluk çağı kanseri ile EMA ilişkisinin belirtilmesi üzerine EMA'ların insan sağlığı üzerine etkilerini kapsayan çalışmalara yönelinmiştir. Bu çalışmalar sonucunda manyetik alanların elektrik alanlara oranla daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Manyetik alanların insanın vücuduna nüfus ettiği saptanırken elektrik alanların insan vücudunun yüzeyinde zayıf akımlara neden olduğu gözlemlenmiştir (Taktak ve diğ., 2005). Dizdar (2004) elektromanyetik ışımaya etkisinde bilgisayar kullanıcılarının gözlerinde oluşan sağlık riskini değerlendirmiştir. Elhasoğlu (2006) yüksek

gerilim hatlarında yakın ve uzak oturan kişileri karşılaştırarak EMA'nın sağlık üzerine olumsuz etkilerinin olduğu sonucuna varmışlardır. Ofis ortamındaki düşük EM ışınının çalışanlar üzerinde sağlık sorunları oluşturduğu ve EMR etkilerini azaltacak öneriler Sandström (2006) tarafından sunulmuştur. Mousa (2011) ise Filistin'in Nablus şehrindeki baz istasyonlarından yayılan EMR değerlerini, maruziyet seviyelerini ölçerek halk sağlığı üzerindeki riskleri değerlendirmiştir. Ganatra ve diğ. (2015) EMR'nun insan kalp atışı hızı üzerindeki etkileri araştırmış, deneyler ve kontrol grupları ile kanıtlar sunmuştur. Balıkesir ilindeki baz istasyonlarının EA değerleri Bayram (2017) tarafından ölçülmüş ve ilgili bölge için baz istasyonlarının çalışmasında sakınca görülmemiştir. EMA'nın insan sağlığı üzerindeki etkileri araştırarak özellikle gelişmiş ülkelerde EMR yayılımının risk oluşturduğunu Yakıncı (2016) belirtmiştir.

Bu çalışmada ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevi için İHK düzeyi ve EMR miktarları tespit edilip gerekli ölçümler yapılarak sonuçlar grafik ve tablolar halinde verilip, iş sağlığı ve güvenliği yönünden uygunluğu tartışılacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Ölçüm Alanı

ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevi içerisinde mutfak, kütüphane, ofisler, yatakhaneler, seminer salonu, banyo ve tuvaletler bulunduran yaşam alanıdır. Ayrıca gözlemevi sınırları içerisinde dört adet teleskop kubbesi de aktif olarak araştırmacıların hizmetindeki dört farklı teleskobu içermektedir. Bu teleskoplar ayna çaplarına göre sırasıyla 30 cm, 40 cm, 60 cm ve 122 cm olan teleskoplardır. Herbir teleskop bir kubbe içerisinde bulunmakta, gözlem yapılacağı esnada kubbeler açılmakta ve teleskoplar bilgisayar programları ile kontrol edilerek çalıştırılmaktadırlar.

İç Hava Kalitesi Ölçüm Cihazı PCE RCM 15

ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevi İHK ölçümlerinde CE belgeli PCE RCM-15 partikül sayım cihazı kullanılmış. Cihaz parçacıkların boyutlarına göre 1 mikron, 2,5 mikron ve 10 mikron olmak üzere ayrı ayrı sayım yapmakta ve bunun yanı sıra toplam uçucu organik bileşen (TVOG) ile formaldehit (HCHO) miktarlarını vermektedir. Cihaz kapalı ortamın anlık sıcaklık ve nem miktarlarını da ekranda göstermektedir.



Şekil 1. PCE RCM 15 Hava Kalitesi Ölçüm Cihazı

Elektromanyetik Radyasyon Ölçüm Cihazı GM3120

ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevinin EMR miktarı ölçümlerinde GM3120 kodlu elektromanyetik radyasyon ölçüm cihazı kullanılmıştır. Cihaz şekil 2.'deki gibidir ve CE sertifikasına sahiptir. EA için 40 V/m, MA için 0,4 μ T sınırları aşıldığında sesli uyarı vermektedir. 5 Hz ile 3500 MHz frekans bandı aralığında ölçüm yapan cihazın uygun çalışma ortamının sıcaklığı 0 $^{\circ}$ C - 50 $^{\circ}$ C arasında, nemi %80'in altında olması gerekmektedir.



Şekil 2. GM 3120 Elektromanyetik Radyasyon Ölçüm Cihazı

Yukarıda bahsi geçen iki cihaz da genellikle kapalı ortamların değerlerinin tespitinde kullanılmakta olup portatif yapıları ve kablosuz çalışma özellikleri ile ölçüm kolaylığı sağlamaktadırlar.

Ölçüm Yöntemleri

İç Hava Kalitesi Ölçüm Yöntemi: ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevinde İHK ölçümleri teleskopların bulunduğu kubbelerin içinde ve ÇAAM binası seminer salonunda gerçekleştirilmiştir. Seminer salonundaki ölçümler araştırmacıların aktif olarak bulunduğu 13:30 ile 19:00 saatleri arası için gerçekleştirilmiştir. Kubbelerde ise gözlem öncesi ve gözlem esnası İHK değerlerini tespit etmek için saat 14:00'te ölçümlere başlanmış ve aralıksız olarak gözlemlerin bitiş saati olan 05:00'e kadar devam edilmiştir. Gözlem öncesi kapalı tutulan kubbe kapakları, gözlem esnasında açılmaktadır ve ölçümler

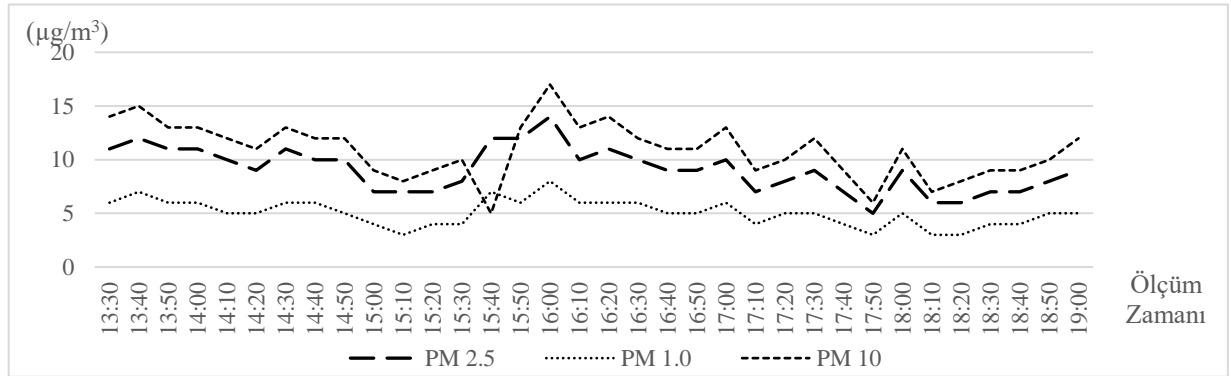
de bu durumlar çerçevesinde gerçekleşmiştir. Bu çalışmada Haziran ve Temmuz aylarında alınan İHK ölçümlerine yer verilmiştir.

Elektromanyetik Radyasyon Ölçüm Yöntemi: ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevinde bulunan elektrikli ve elektronik cihazların EA ve MA değerleri GM 3120 EMR ölçüm cihazı ile gerçekleşmiştir. Cihazların 0 cm, 10 cm, 30 cm ve 100 cm uzaklığındaki EA ve MA değerleri ölçülüp kayıtlara geçmiştir. Seçilen bu ölçüm mesafeler cihazların dış çeperleri orjin sayılarak hesaplanmıştır ve kullanıcıların etki alanları ile benzer çalışmaların (Türkkan ve Pala, 2009) ölçüm yöntemleri ortak ele alınarak belirlenmiştir. ÇAAM binasında mutfakta yer alan elektrikli aletler başta olmak üzere ofis bilgisayarları ve kütüphanedeki EMR miktarları tespit edilmiştir. Teleskopların bulunduğu binalarda ise elektrik panoları, kubbe motorları ve teleskoplar tarafından yayılan EMR'nun uzaklıkla değişimi kayıt altına alınmıştır.

ÇAAM VE ULUPINAR GÖZLEMEVİ İÇ ORTAM HAVA KALİTESİ ÖLÇÜMLERİ

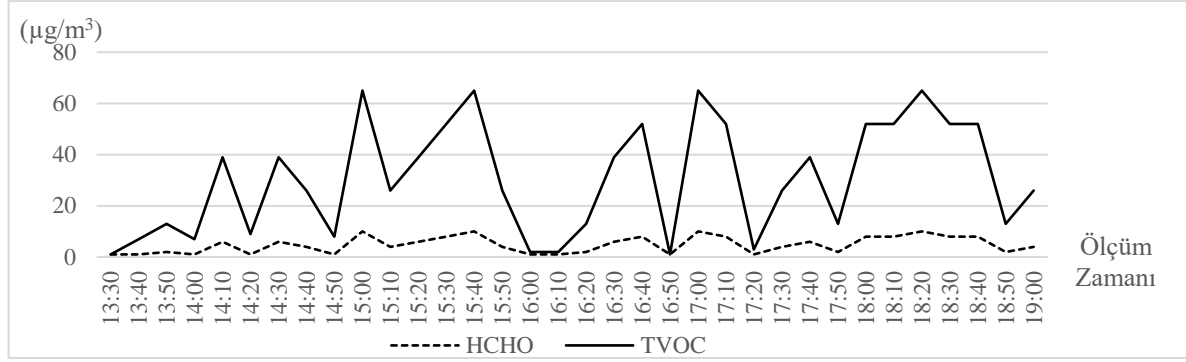
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezinde (ÇAAM) iç hava ortam hava kalitesi ölçümleri sırasıyla 12 Haziran ve 06 Temmuz 2021 tarihlerinde ve 13:00 ile 19:00 saatleri arasında alınmıştır. PM, TVOC ve HCHO değerlerinin yanı sıra sıcaklık ve nem değerleri de kaydedilmiş olup aşağıdaki grafiklerde sırası ile verilmiştir.

ÇAAM Haziran Ayı Ölçümleri: Haziran ayında ÇAAM binası İHK ölçümlerinden elde edilen PM ve TVOC-HCHO değerleri sırasıyla aşağıdaki grafiklerdeki gibi kaydedilmiştir.



Grafik 1. ÇAAM Haziran ayı PM İndeksleri

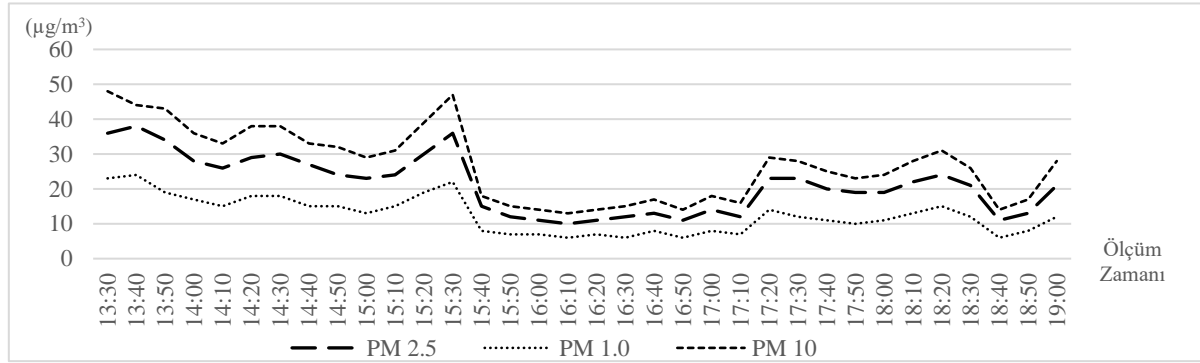
Grafik.1’de PM indeksinin 1. sağlık seviyesi üst sınırını geçmediği görülmektedir. Bu nedenle ÇAAM binası, İHK ölçümü yapılan tarih için PM yoğunluğu bakımından iyi olarak değerlendirilebilir.



Grafik 2. ÇAAM Haziran TVOC ve HCHO İndeksleris

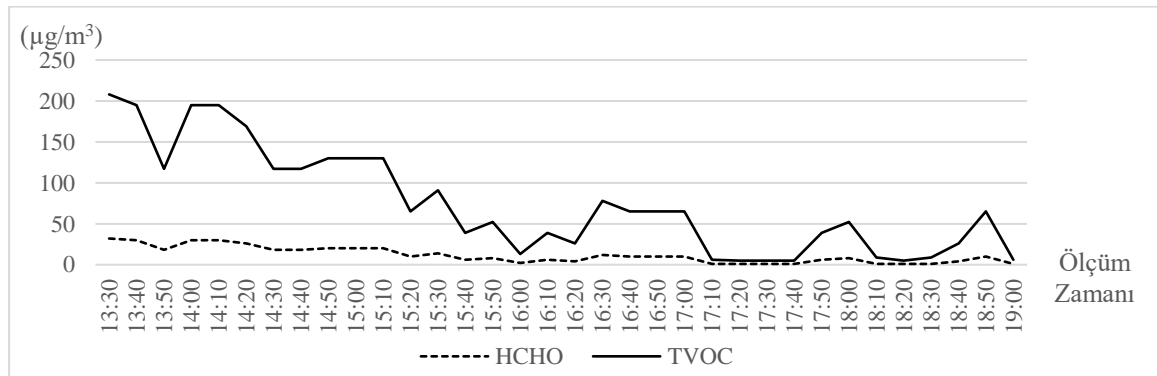
Grafik.2’de TVOC yoğunluğu 1. seviye sınırının altındadır ve HCHO seviyesinin ise oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle ÇAAM binasının, haziran ayında ölçüm yapılan döneme ait TVOC ve HCHO yoğunlukları bakımından İHK değerlerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

ÇAAM Temmuz Ayı Ölçümleri: Temmuz ayında ÇAAM binası İHK ölçümlerinden elde edilen PM ve TVOC-HCHO değerleri sırasıyla aşağıdaki grafiklerdeki gibi kaydedilmiştir.



Grafik 3. ÇAAM Temmuz Ayı PM Verileri

Grafik.3’te PM indeksinin 1. sağlık seviyesi üst sınırını geçmediği görülmektedir. Bu nedenle ÇAAM binası, İHK ölçümü yapılan tarih için PM yoğunluğu bakımından iyi olarak değerlendirilebilir.



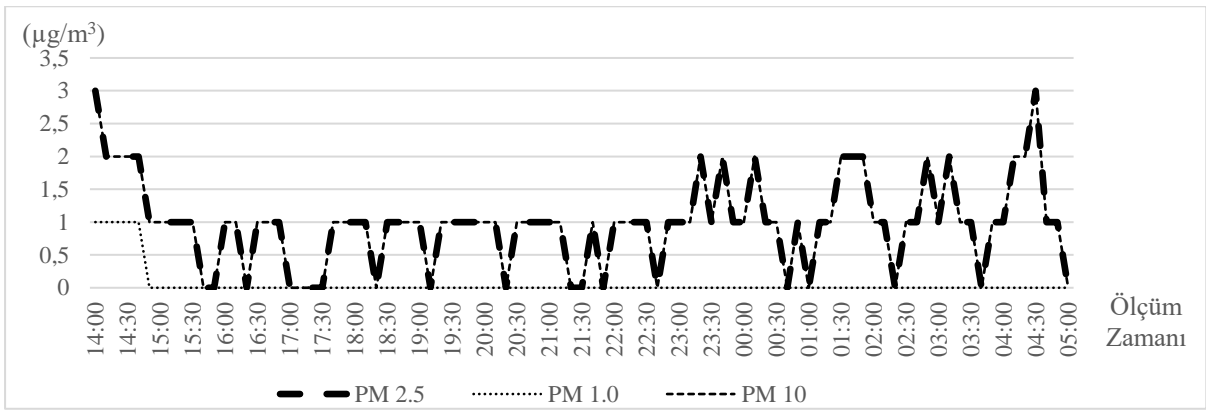
Grafik 4. ÇAAM Temmuz Ayı TVOC ve HCHO Verileri

Grafik.4'te TVOC yoğunluğu 1. seviye sınırını anlık geçmiş olsa da genel olarak sınırın altındadır ve HCHO seviyesinin ise oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle ÇAAM binasının, temmuz ayında ölçüm yapılan döneme ait TVOC ve HCHO yoğunlukları bakımından İHK değerlerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

30'luk Teleskop Kubbesi İHK Ölçümleri

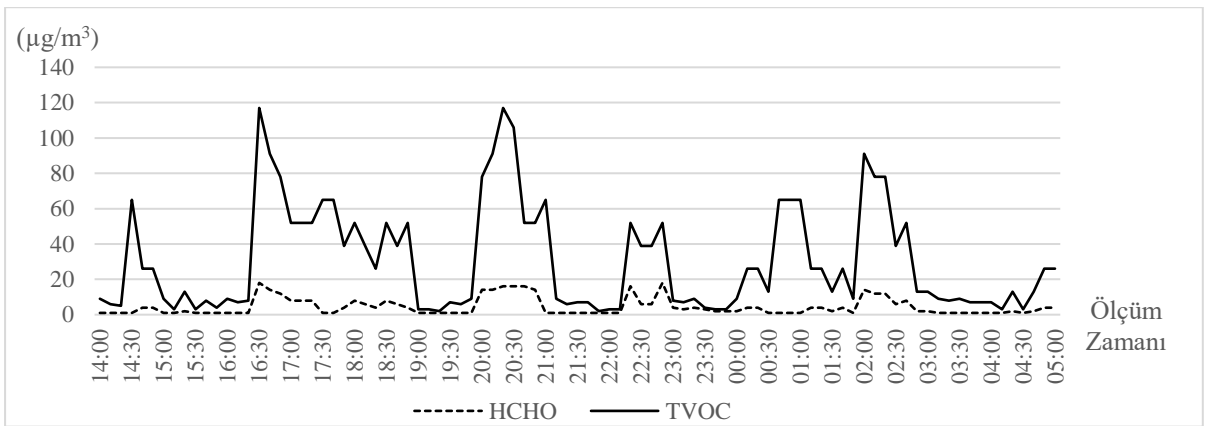
Ulupınar Gözlemevinde bulunan dört farklı teleskobun bulunduğu kubbelerden 30 cm çapındaki kubbenin iç hava ortam hava kalitesi ölçümleri sırasıyla 08 Haziran ve 02 Temmuz 2021 tarihlerinde 14:00 ile 20:30 saatleri arasında kapalı kubbe, 20:30 ile 05:00 saatleri arasında açık kubbe olarak alınmıştır. PM, TVOC ve HCHO değerlerinin yanı sıra sıcaklık ve nem değerleri de kaydedilmiş olup aşağıdaki grafiklerde sırası ile verilmiştir

30'luk Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri: Haziran ayında 30'luk kubbe İHK ölçümlerinden elde edilen PM ve TVOC-HCHO değerleri sırasıyla aşağıdaki grafiklerdeki gibi kaydedilmiştir.



Grafik 5. 30'luk Kubbe Haziran Ayı PM Verileri

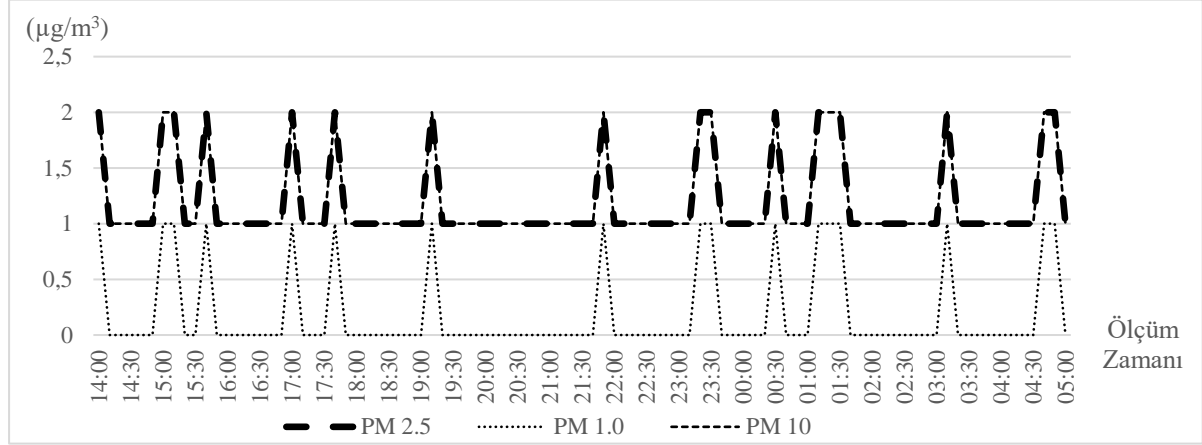
Grafik.5'te PM indeksinin 1. sağlık seviyesi üst sınırını geçmediği görülmektedir. Bu nedenle 30'luk teleskop kubbe binası, İHK ölçümü yapılan tarih için PM yoğunluğu bakımından iyi olarak değerlendirilebilir.



Grafik 6. 30'luk Kubbe Haziran Ayı TVOC ve HCHO Verileri

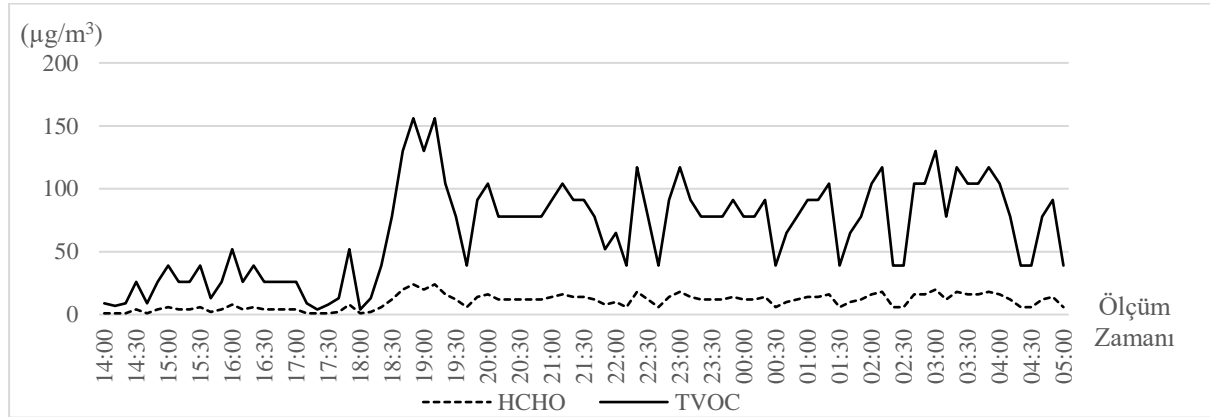
Grafik.6'da TVOC yoğunluğu 1. seviye sınırının altındadır ve HCHO seviyesinin ise oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle 30'luk teleskop kubbe binasının, haziran ayında ölçüm yapılan döneme ait TVOC ve HCHO yoğunlukları bakımından İHK değerlerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

30'luk Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri: Temmuz ayında 30'luk kubbe İHK ölçümlerinden elde edilen PM ve TVOC-HCHO değerleri sırasıyla aşağıdaki grafiklerdeki gibi kaydedilmiştir.



Grafik 7. 30'luk Kubbe Temmuz Ayı PM Verileri

Grafik.7'de PM indeksinin 1. sağlık seviyesi üst sınırını geçmediği görülmektedir. Bu nedenle 30'luk teleskop kubbe binası, İHK ölçümü yapılan tarih için PM yoğunluğu bakımından iyi olarak değerlendirilebilir.



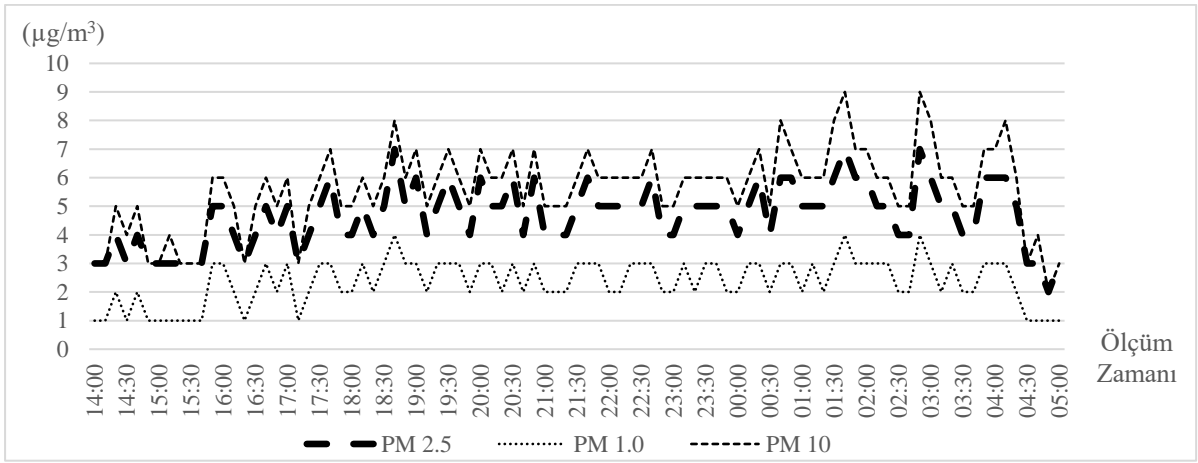
Grafik 8. 30'luk Kubbe Temmuz Ayı TVOC ve HCHO Verileri

Grafik.8'de TVOC yoğunluğu 1. seviye sınırının altındadır ve HCHO seviyesinin ise oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle 30'luk teleskop kubbe binasının, temmuz ayında ölçüm yapılan döneme ait TVOC ve HCHO yoğunlukları bakımından İHK değerlerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

40'lık Teleskop Kubbesi İHK Ölçümleri

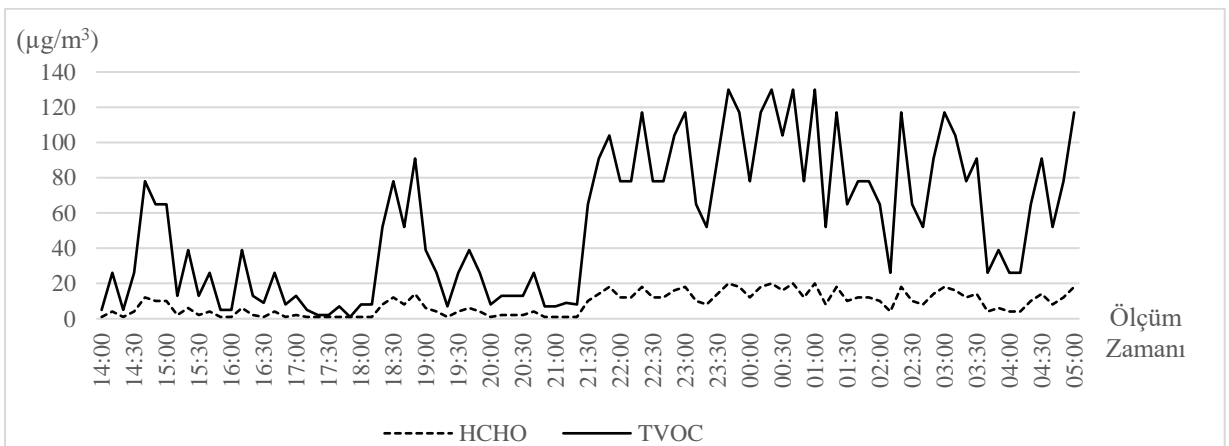
Ulupınar Gözlemevinde bulunan dört farklı teleskobun bulunduğu kubbelerden 40 cm çapındaki kubbenin iç hava ortam hava kalitesi ölçümleri sırasıyla 09 Haziran ve 03 Temmuz 2021 tarihlerinde ve 14:00 ile 20:30 saatleri arasında kapalı kubbe, 20:30 ile 05:00 saatleri arasında açık kubbe olarak alınmıştır. PM, TVOC ve HCHO değerlerinin yanı sıra sıcaklık ve nem değerleri de kaydedilmiş olup aşağıdaki grafiklerde sırası ile verilmiştir

40'lık Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri: Haziran ayında 40'lık kubbe İHK ölçümlerinden elde edilen PM ve TVOC-HCHO değerleri sırasıyla aşağıdaki grafiklerdeki gibi kaydedilmiştir.



Grafik 9. 40'lık Kubbe Haziran Ayı PM Verileri

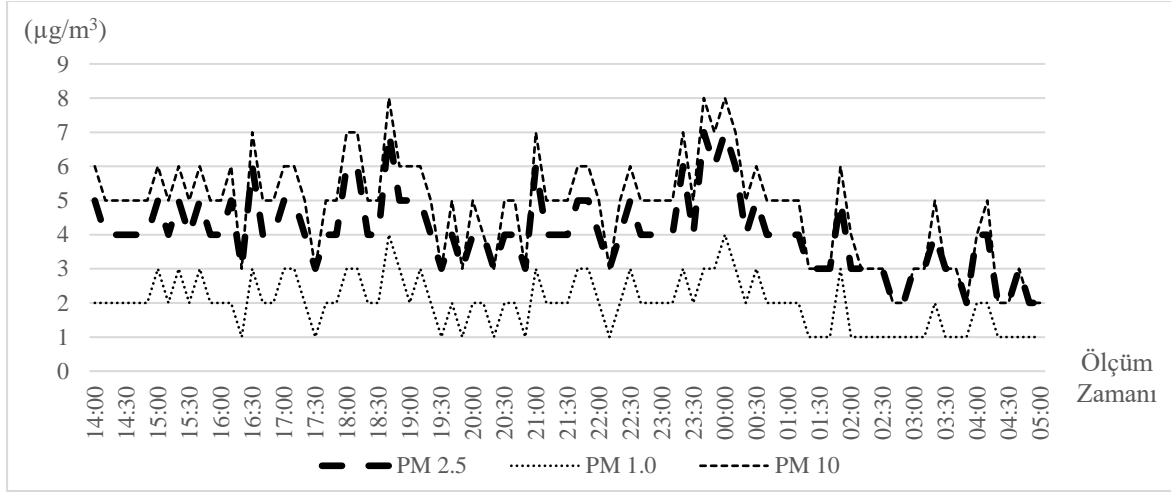
Grafik 9'da PM indeksinin 1. sağlık seviyesi üst sınırını geçmediği görülmektedir. Bu nedenle 40'lık teleskop kubbe binası, İHK ölçümü yapılan tarih için PM yoğunluğu bakımından iyi olarak değerlendirilebilir.



Grafik 10. 40'lık Kubbe Haziran ayı TVOC ve HCHO Verileri

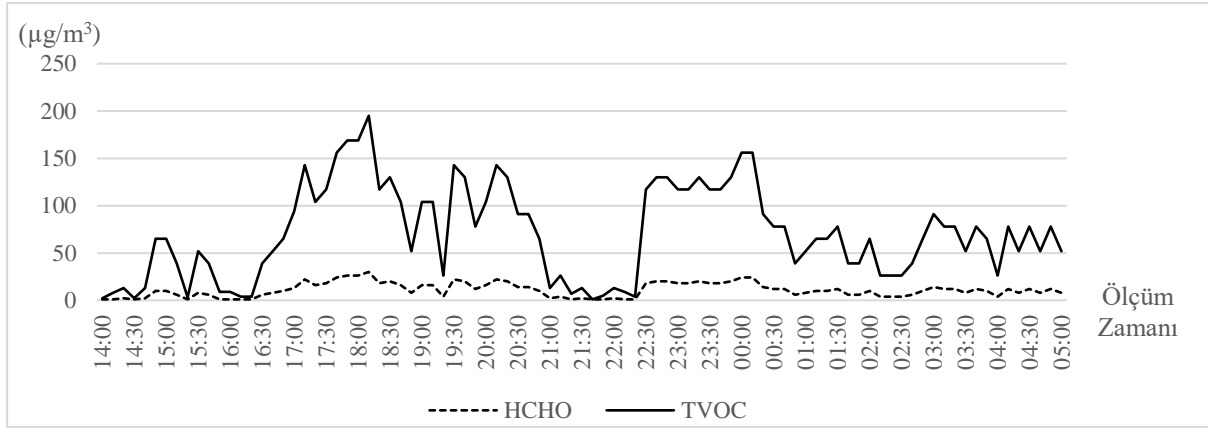
Grafik 10'da TVOC yoğunluğu 1. seviye sınırının altındadır ve HCHO seviyesinin ise oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle 40'lık teleskop kubbe binasının, haziran ayında ölçüm yapılan döneme ait TVOC ve HCHO yoğunlukları bakımından İHK değerlerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

40'lık Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri: Temmuz ayında 40'lık kubbe İHK ölçümlerinden elde edilen PM ve TVOC-HCHO değerleri sırasıyla aşağıdaki grafiklerdeki gibi kaydedilmiştir.



Grafik 11. 40'lık Kubbe Temmuz Ayı PM Verileri

Grafik 11'de PM indeksinin 1. sağlık seviyesi üst sınırını geçmediği görülmektedir. Bu nedenle 40'lık teleskop kubbe binası, İHK ölçümü yapılan tarih için PM yoğunluğu bakımından iyi olarak değerlendirilebilir.



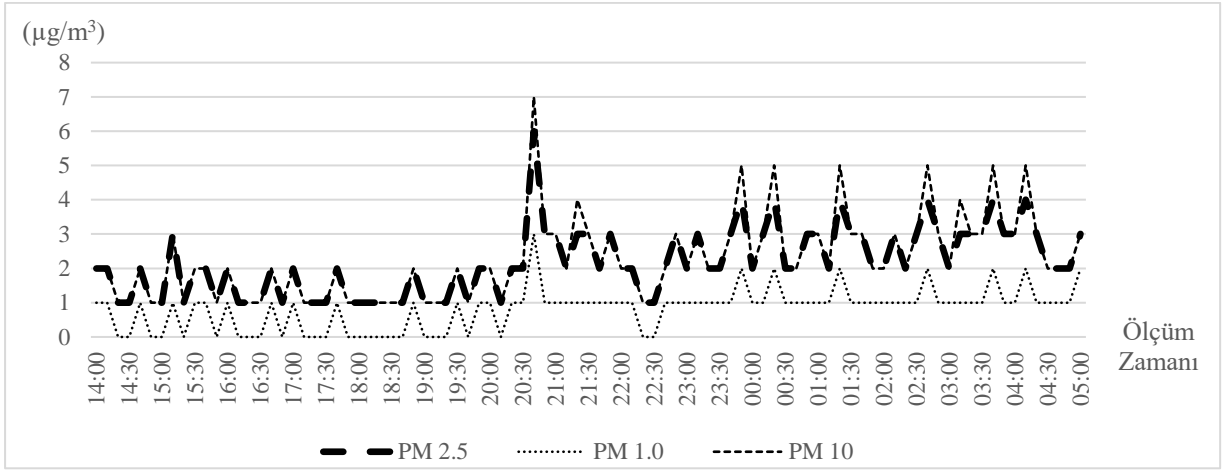
Grafik 12. 40'lık Kubbe Temmuz Ayı TVOC ve HCHO Verileri

Grafik 12'de TVOC yoğunluğu 1. seviye sınırının altındadır ve HCHO seviyesinin ise oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle 40'lık teleskop kubbe binasının, temmuz ayında ölçüm yapılan döneme ait TVOC ve HCHO yoğunlukları bakımından İHK değerlerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

60'lık Teleskop Kubbesi İHK Ölçümleri

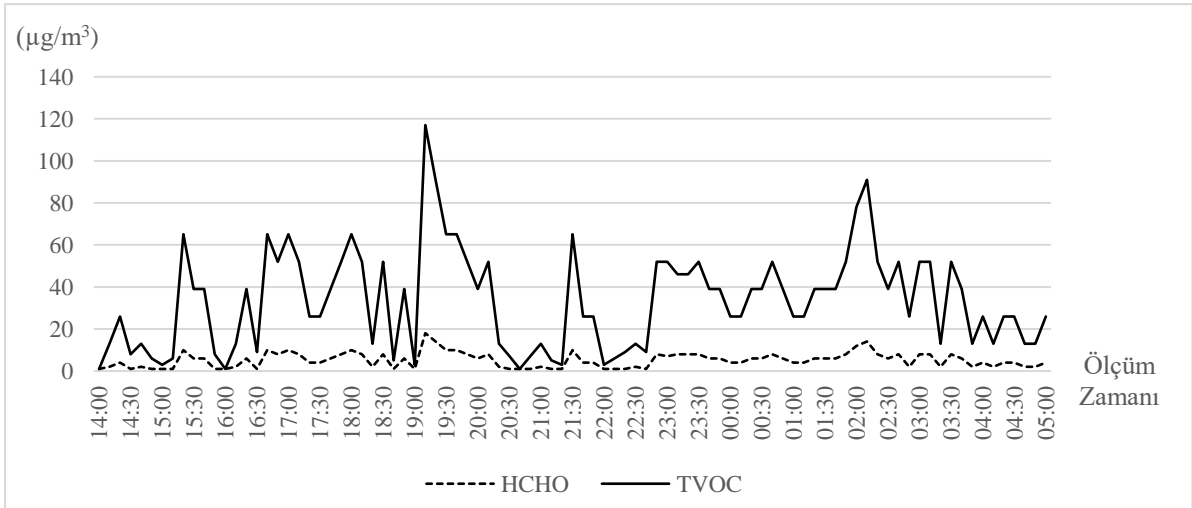
Ulupınar Gözlemevinde bulunan dört farklı teleskobun bulunduğu kubbelerden 60 cm çapındaki kubbenin iç hava ortam hava kalitesi ölçümleri sırasıyla 10 Haziran ve 04 Temmuz 2021 tarihlerinde ve 14:00 ile 20:30 saatleri arasında kapalı kubbe, 20:30 ile 05:00 saatleri arasında açık kubbe olarak alınmıştır. PM, TVOC ve HCHO değerlerinin yanı sıra sıcaklık ve nem değerleri de kaydedilmiş olup aşağıdaki grafiklerde sırası ile verilmiştir

60'lık Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri: Haziran ayında 60'lık kubbe İHK ölçümlerinden elde edilen PM ve TVOC-HCHO değerleri sırasıyla aşağıdaki grafiklerdeki gibi kaydedilmiştir.



Grafik 13. 60'lık Kubbe Haziran Ayı PM Verileri

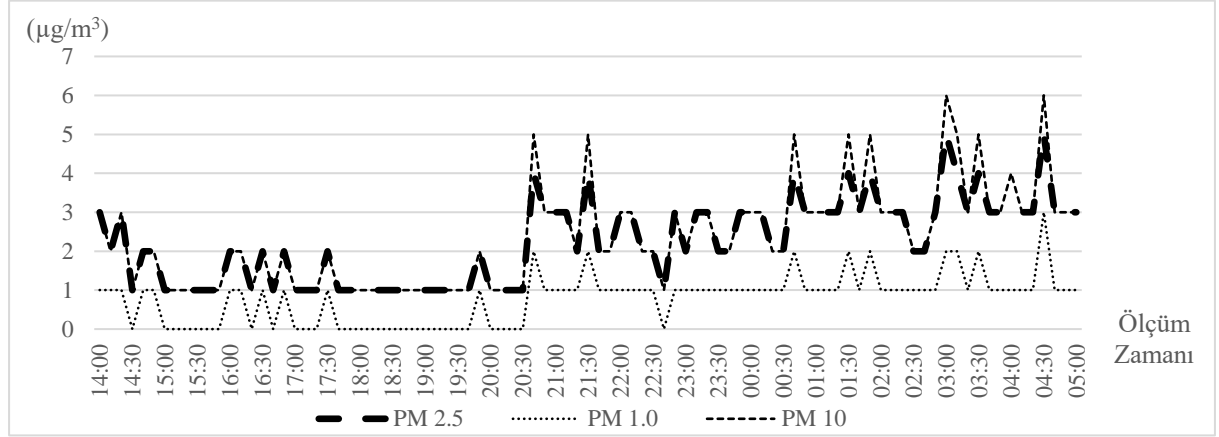
Grafik 13'te PM indeksinin 1. sağlık seviyesi üst sınırını geçmediği görülmektedir. Bu nedenle 60'lık teleskop kubbe binası, İHK ölçümü yapılan tarih için PM yoğunluğu bakımından iyi olarak değerlendirilebilir.



Grafik 14. 60'lık Kubbe Haziran Ayı TVOC ve HCHO Verileri

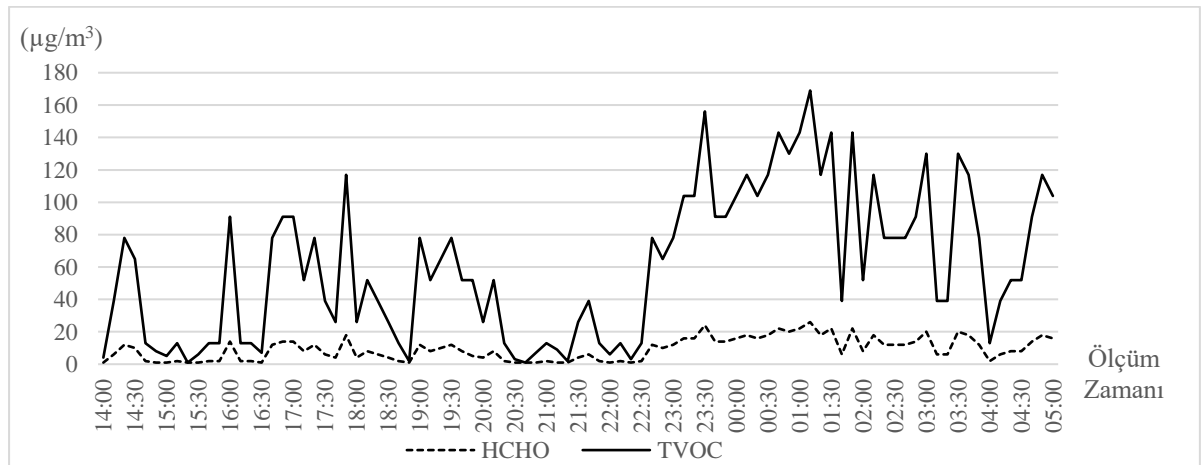
Grafik.14'te TVOC yoğunluğu 1. seviye sınırının altındadır ve HCHO seviyesinin ise oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle 60'lık teleskop kubbe binasının, haziran ayında ölçüm yapılan döneme ait TVOC ve HCHO yoğunlukları bakımından İHK değerlerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

60'lık Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri: Temmuz ayında 60'lık kubbe İHK ölçümlerinden elde edilen PM ve TVOC-HCHO değerleri sırasıyla aşağıdaki grafiklerdeki gibi kaydedilmiştir.



Grafik 15. 60'lık Kubbe Temmuz Ayı PM Verileri

Grafik 15'te PM indeksinin 1. sağlık seviyesi üst sınırını geçmediği görülmektedir. Bu nedenle 60'lık teleskop kubbe binası, İHK ölçümü yapılan tarih için PM yoğunluğu bakımından iyi olarak değerlendirilebilir.



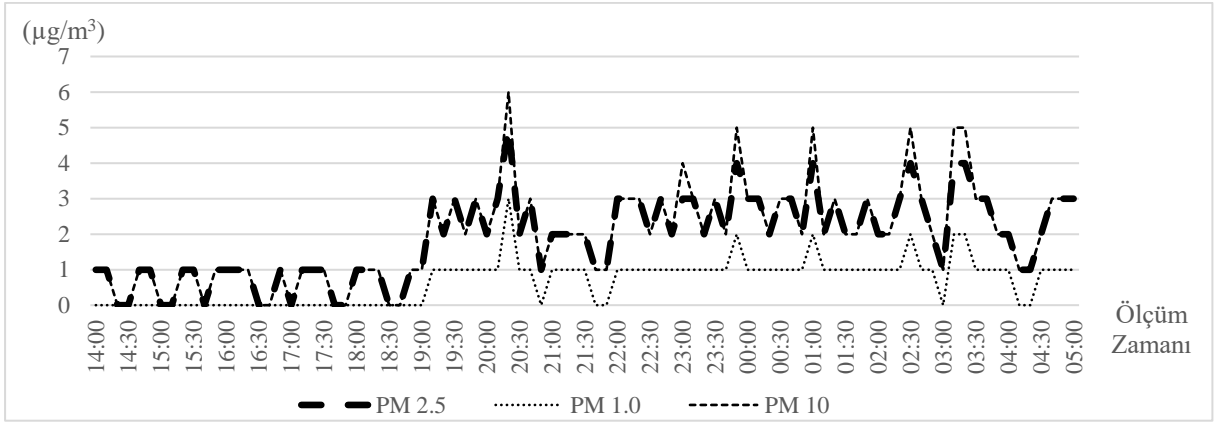
Grafik 16. 60'lık Kubbe Temmuz Ayı Tvoc ve HCHO Verileri

Grafik 16'da TVOC yoğunluğu 1. seviye sınırının altındadır ve HCHO seviyesinin ise oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle 60'lık teleskop kubbe binasının, temmuz ayında ölçüm yapılan döneme ait TVOC ve HCHO yoğunlukları bakımından İHK değerlerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

122'lik Teleskop Kubbesi İHK Ölçümleri

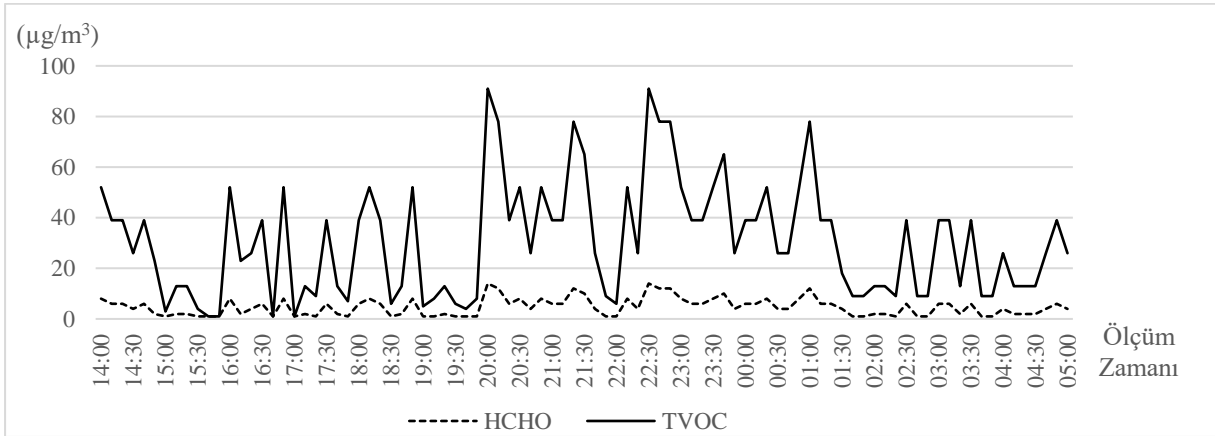
Ulupınar Gözlemevinde bulunan dört farklı teleskobun bulunduğu kubbelerden 122 cm çapındaki kubbenin iç hava ortam hava kalitesi ölçümleri sırasıyla 11 Haziran ve 05 Temmuz 2021 tarihlerinde ve 14:00 ile 20:30 saatleri arasında kapalı kubbe, 20:30 ile 05:00 saatleri arasında açık kubbe olarak alınmıştır. PM, TVOC ve HCHO değerlerinin yanı sıra sıcaklık ve nem değerleri de kaydedilmiş olup aşağıdaki grafiklerde sırası ile verilmiştir

122'lik Teleskop Kubbesi Haziran Ölçümleri: Haziran ayında 122'lik kubbe İHK ölçümlerinden elde edilen PM ve TVOC-HCHO değerleri sırasıyla aşağıdaki grafiklerdeki gibi kaydedilmiştir.



Grafik 17. 122'lik Kubbe Haziran Ayı PM Verileri

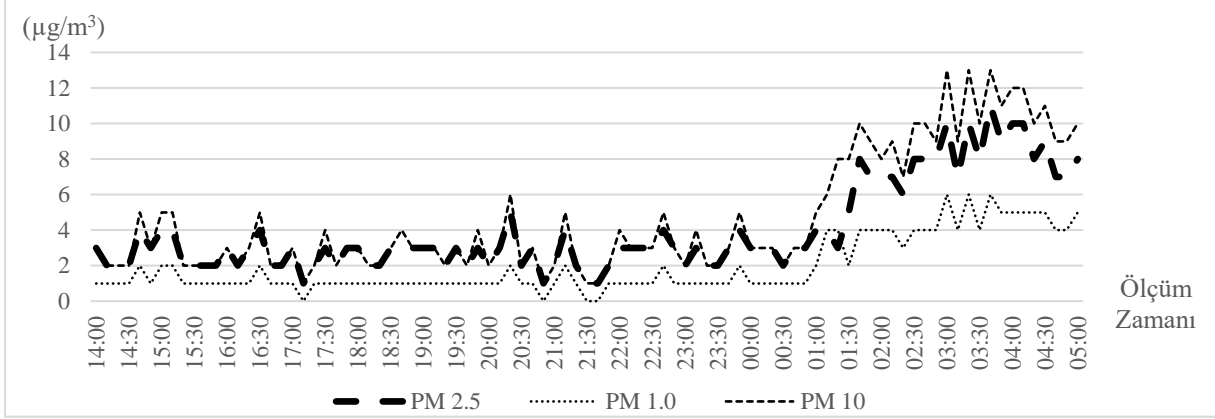
Grafik 17'de PM indeksinin 1. sağlık seviyesi üst sınırını geçmediği görülmektedir. Bu nedenle 122'lik teleskop kubbe binası, İHK ölçümü yapılan tarih için PM yoğunluğu bakımından iyi olarak değerlendirilebilir.



Grafik 18. 122'lik Kubbe Haziran Ayı PM Verileri

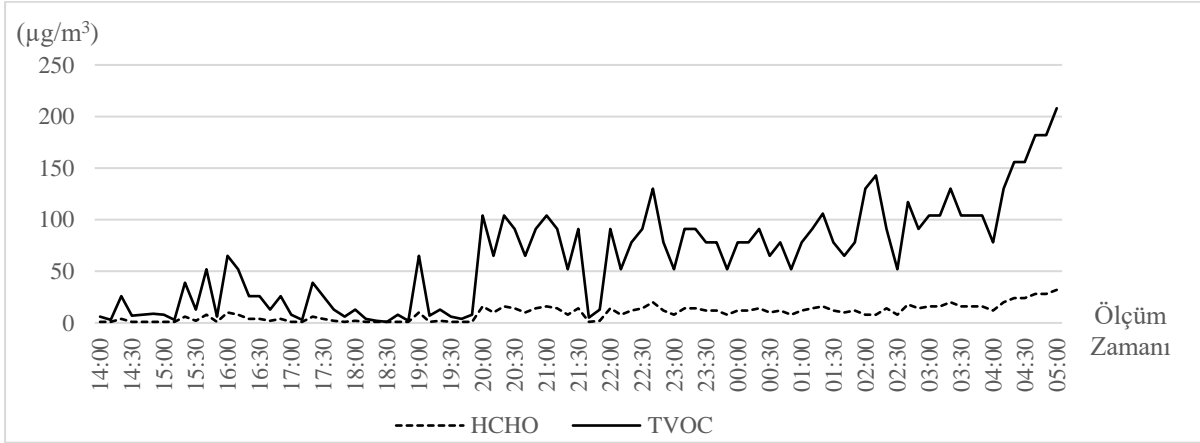
Grafik 18'de TVOC yoğunluğu 1. seviye sınırının altındadır ve HCHO seviyesinin ise oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle 122'lik teleskop kubbe binasının, haziran ayında ölçüm yapılan döneme ait TVOC ve HCHO yoğunlukları bakımından İHK değerlerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

122'lik Teleskop Kubbesi Temmuz Ölçümleri: Temmuz ayında 122'lik kubbe İHK ölçümlerinden elde edilen PM ve TVOC-HCHO değerleri sırasıyla aşağıdaki grafiklerdeki gibi kaydedilmiştir.



Grafik 19. 122'lik Kubbe Temmuz Ayı PM Verileri

Grafik 19'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.



Grafik 20. 122'lik Kubbe Temmuz Ayı TVOC ve HCHO Verileri

Grafik 20'da 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.

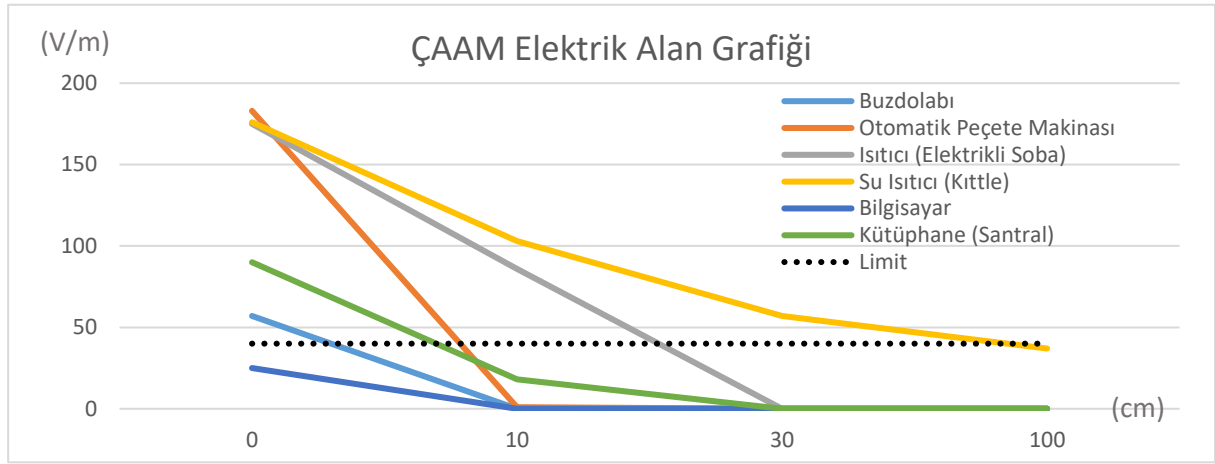
Grafik 20'da HCHO seviyesinin ise oldukça düşük olduğu görülmektedir ancak TVOC yoğunluğunun anlık olarak 1. seviye sınırını aştığı gözlemlenmiştir. Buna rağmen 122'lik teleskop kubbe binasının, haziran ayında ölçüm yapılan döneme ait TVOC ve HCHO yoğunlukları bakımından İHK değerlerinin çok iyi olduğu söylenebilir

ÇAAM VE ULUPINAR GÖZLEMEVİ ELEKTROMANYETİK RADYASYON ÖLÇÜMLERİ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezi (ÇAAM) ve Ulupınar Gözlemevinin merkez binası ve teleskop kubbelerinde yapılan elektromanyetik radyasyon değerleri EMR kaynağından belirli uzaklıklarda ölçülerek tespit edilmiştir. ÇAAM binası ve teleskopların bulunduğu kubbe binalarında yapılan ölçümler aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

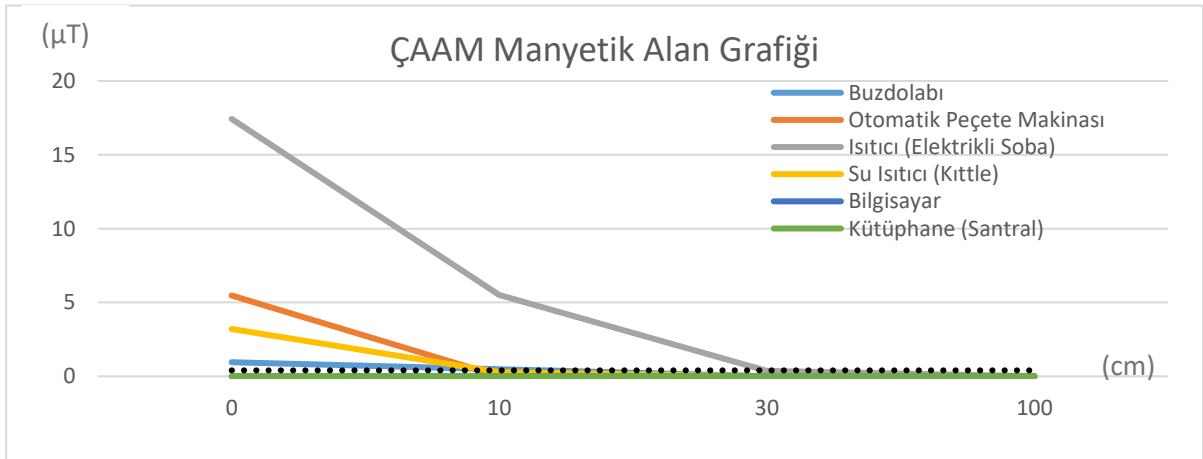
ÇAAM Binası EMR Ölçümleri

ÇAAM binasında başta mutfak bölümü olmak üzere aktif olarak kullanılan alanlardaki elektrikli ve elektronik cihazların EMR ölçümleri yapılmıştır. Cihazlara ait *kaynağa olan uzaklık-EMR* grafikleri aşağıda verildiği gibidir.



Grafik 21. ÇAAM Binasında EA Ölçümleri

Grafik 21’de görüldüğü üzere EA şiddetinin kaynağa yakın noktalarda yoğun ve risk limitinin üzerinde, cihazlardan uzaklaştıkça riskin azaldığı söylenebilir.

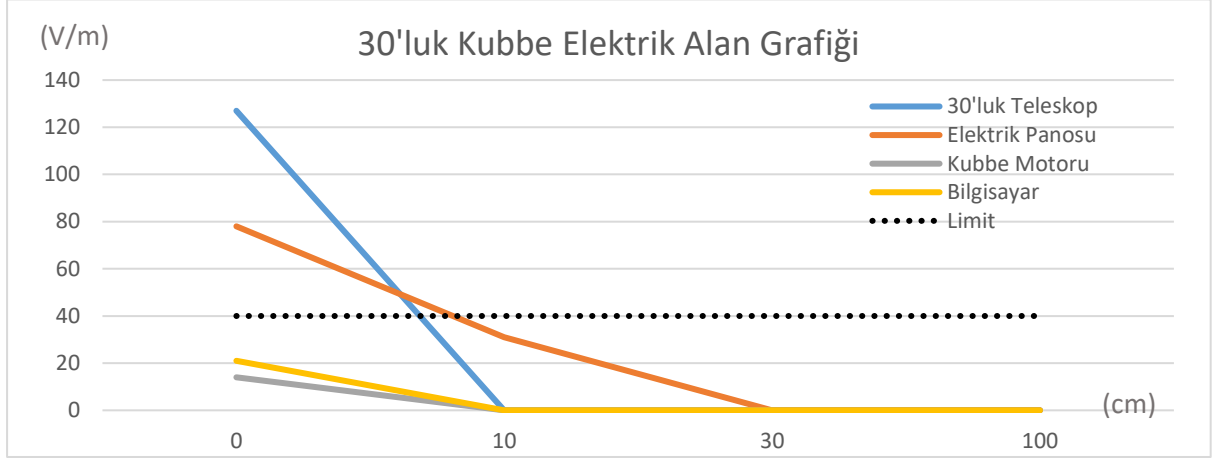


Grafik 22. ÇAAM Binasında MA Ölçümleri

Grafik 22’e göre mutfaktaki cihazların MA şiddetleri risk limitlerinin üzerindedir. Kaynaktan uzaklaştıkça MA etkisinin azaldığı görülmektedir.

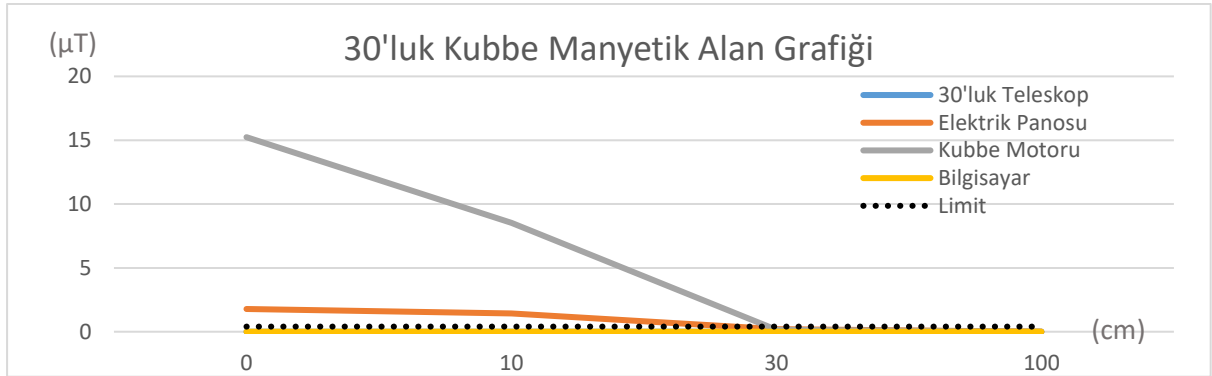
30'luk Teleskop Kubbe Binası EMR Ölçümleri

30'luk Teleskop Kubbe binasında aktif olarak kullanılan alanlardaki elektrikli ve elektronik cihazların EMR ölçümleri yapılmıştır. Cihazlara ait *kaynağa olan uzaklık-EMR* grafikleri aşağıda verildiği gibidir.



Grafik 23. 30'luk Kubbe Binasında EA Ölçümleri

Grafik 23'de görüldüğü üzere EA şiddetinin kaynağa yakın noktalarda yoğun ve risk limitinin üzerinde, cihazlardan uzaklaştıkça riskin azaldığı söylenebilir.

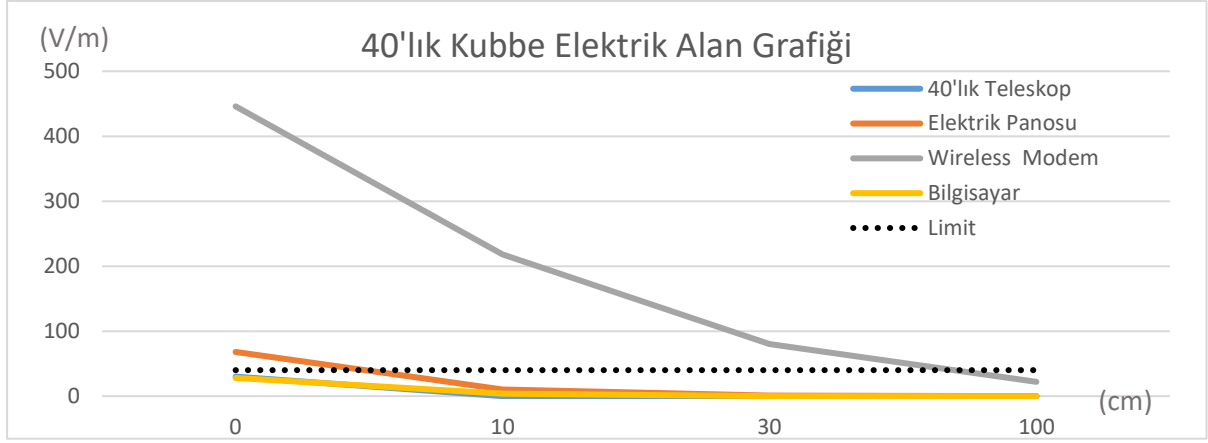


Grafik 24. 30'luk Kubbe Binasında MA Ölçümleri

Grafik 24'e göre mutfaktaki cihazların MA şiddetleri risk limitlerinin üzerindedir. Kaynaktan uzaklaştıkça MA etkisinin azaldığı görülmektedir.

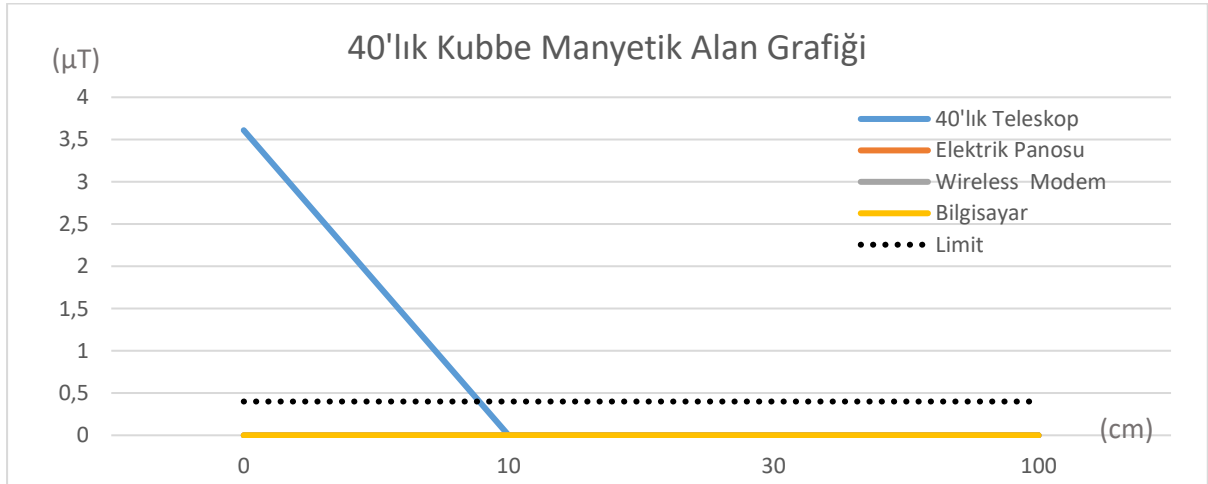
40'luk Teleskop Kubbe Binası EMR Ölçümleri

40'luk Teleskop Kubbe aktif olarak kullanılan alanlardaki elektrikli ve elektronik cihazların EMR ölçümleri yapılmıştır. Cihazlara ait *kaynağa olan uzaklık-EMR* grafikleri aşağıda verildiği gibidir.



Grafik 25. 40'lık Kubbe Binasında EA Ölçümleri

Grafik 25'te görüldüğü üzere EA şiddetinin kaynağa yakın noktalarda yoğun ve risk limitinin üzerinde, cihazlardan uzaklaştıkça riskin azaldığı söylenebilir.

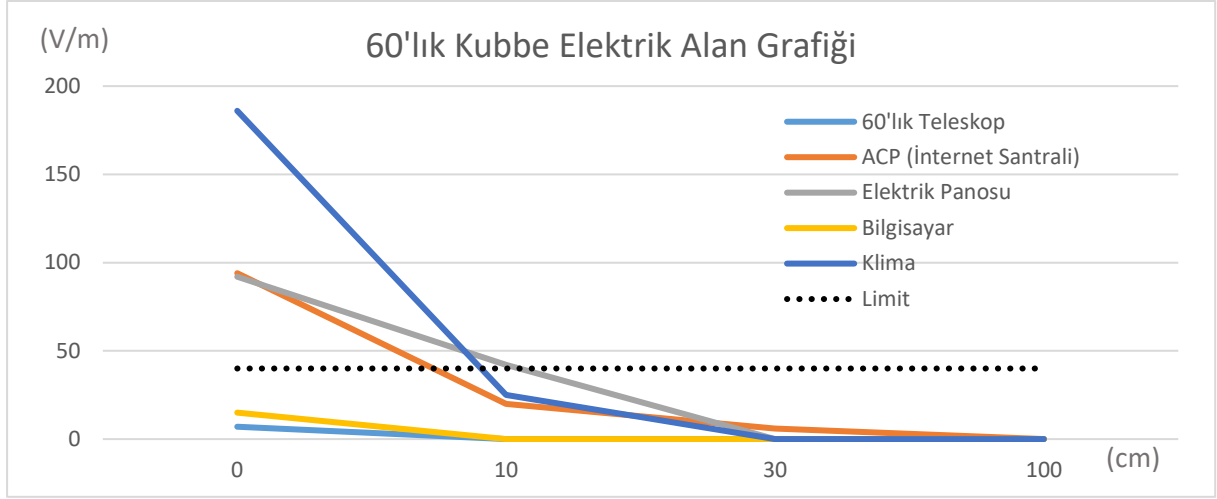


Grafik 26. 40'lık Kubbe Binasında MA Ölçümleri

Grafik 26'ya göre 40'lık kubbedeki cihazların MA şiddetleri risk limitlerinin üzerindedir. Kaynaktan uzaklaştıkça MA etkisinin azaldığı görülmektedir.

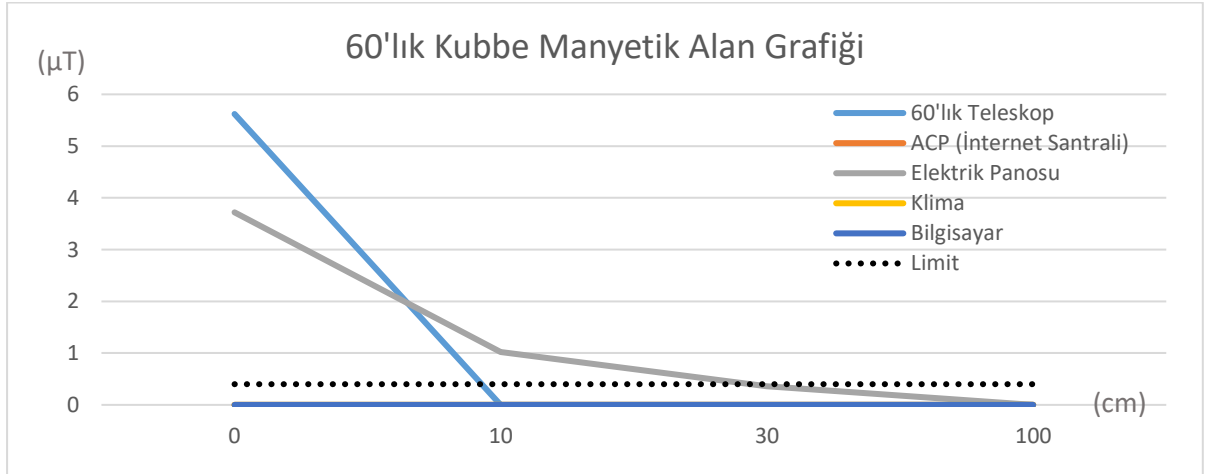
60'lık Teleskop Kubbe Binası EMR Ölçümleri

60'lık Teleskop Kubbe binasında olarak kullanılan alanlardaki elektrikli ve elektronik cihazların EMR ölçümleri yapılmıştır. Cihazlara ait *kaynağa olan uzaklık-EMR* grafikleri aşağıda verildiği gibidir.



Grafik 27. 60'lık Kubbe Binasında EA Ölçümleri

Grafik 27'de görüldüğü üzere EA şiddetinin kaynağa yakın noktalarda yoğun ve risk limitinin üzerinde, cihazlardan uzaklaştıkça riskin azaldığı söylenebilir.

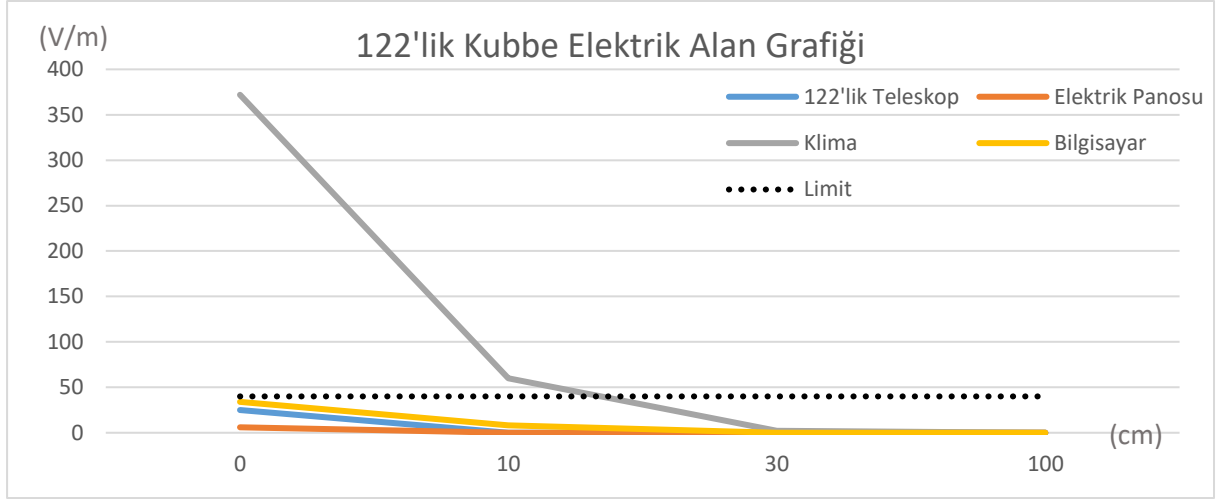


Grafik 28. 60'lık Kubbe Binasında MA Ölçümleri

Grafik 28'e göre mutfaktaki cihazların MA şiddetleri risk limitlerinin üzerindedir. Kaynaktan uzaklaştıkça MA etkisinin azaldığı görülmektedir.

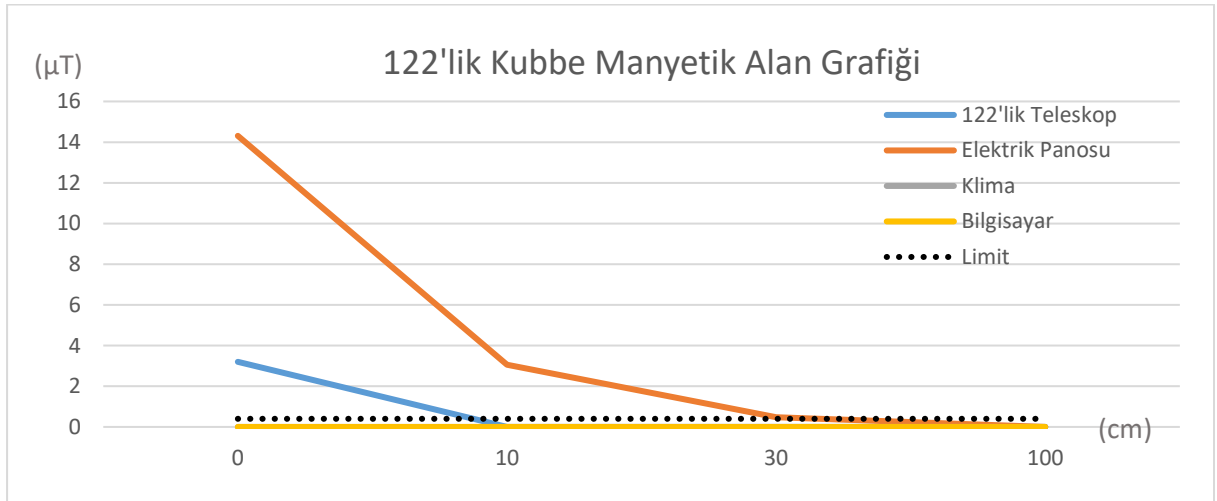
122'lik Teleskop Kubbe Binası EMR Ölçümleri

122'lik Teleskop Kubbe aktif olarak kullanılan alanlardaki elektrikli ve elektronik cihazların EMR ölçümleri yapılmıştır. Cihazlara ait *kaynağa olan uzaklık-EMR* grafikleri aşağıda verildiği gibidir.



Grafik 29. 122'lik Kubbe Binasında EA Ölçümleri

Grafik 29'da görüldüğü üzere EA şiddetinin kaynağa yakın noktalarda yoğun ve risk limitinin üzerinde, cihazlardan uzaklaştıkça riskin azaldığı söylenebilir.



Grafik 30. 122'lik Kubbe Binasında MA Ölçümleri

Grafik 30'a göre mutfaktaki cihazların MA şiddetleri risk limitlerinin üzerindedir. Kaynaktan uzaklaştıkça MA etkisinin azaldığı görülmektedir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İç Hava Kalitesi Değerlendirmesi

Sıcaklık ve Nem Değerlendirmesi: ÇAAM Ana Binası ve teleskop kubbelerinde iç hava kalitesi ölçümlerinde sıcaklık ve nem verileri de elde edilmiştir. Elde edilen ölçümler aşağıda Tablo 3'te verildiği gibidir.

Tablo 3. ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevi Sıcaklık – Nem ölçüm değerleri

		ÇAAM Binası	30'lık Kubbe Binası	40'lık Kubbe Binası	60'lık Kubbe Binası	122'likKubbe Binası
Sıcaklık °C	Haziran	25,03	24,56	25,42	25,55	24,46
	Temmuz	31,76	30,82	31,83	28,49	30,34
Nem %	Haziran	53,62	56,60	63,23	50,45	51,56
	Temmuz	59,88	64,43	51,82	63,25	61,60

Sıcaklık ve nem verilerinin değerlendirilmesi PM, TVOC ve HCHO ölçümleri ile birlikte ilgili ölçüm alanlarında aşağıdaki bölümlerde yapılmıştır.

ÇAAM Binası İHK Değerlendirmesi: ÇAAM binası iç ortam hava kalitesi ölçümleri 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. ÇAAM İHK ölçüm değerleri ortalaması ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		PM 1.0	PM 2.5	PM 10	HCHO	TVOC
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 1'deki PM indeksi ve Tablo 2'deki TVOC/HCHO indeksi karşılaştırıldığında ÇAAM binası İHK sağlık seviyesi aşağıdaki tabloda verildiği gibidir.

Tablo 5. ÇAAM İHK sağlık seviyesi değerlendirmesi

	PM	TVOC	HCHO	Nem	Sıcaklık
Haziran	1. İyi	1. Çok iyi	1. Çok iyi	Uygun	Uygun
Temmuz	1. İyi	1. Çok iyi	1. Çok iyi	Uygun	Yüksek

Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda ÇAAM binası İHK sağlık seviyesi iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. Sadece temmuz ayında termal konfor sınırlarını kısmen aşan sıcaklık seviyeleri tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak ÇAAM binasında ısı yalıtımı, iç ortam ısı seviyesi dengeleyicileri (ısınma, klima, havalandırma sistemi) bakımından iyileştirmelere gereksinim olduğu söylenebilir.

30'luk Kubbe İHK Değerlendirmesi: Ulupınar Gözlemevi 30'luk teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca gerçekleştirilmiş olup kapalı ve açık kubbe değerleri kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00'te başlanıp 05:00'te son verilmiştir. Ölçümlerden elde edilen verilerin ortalama değerleri Tablo 6'da verildiği gibidir.

Tablo 6. 30'luk kubbesi İHK ölçüm değerleri ortalaması ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		PM 1.0	PM 2.5	PM 10	HCHO	TVOC
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 ile Tablo 1'deki PM indeksi ve Tablo 2'deki TVOC/HCHO indeksi karşılaştırıldığında 30'luk teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi aşağıdaki tabloda verildiği gibidir.

Tablo 7. 30'luk kubbe İHK sağlık seviyesi değerlendirilmesi

	PM	TVOC	HCHO	Nem	Sıcaklık
Haziran	1.İyi	1. Çok iyi	1. Çok iyi	Uygun	Uygun
Temmuz	1.İyi	1. Çok iyi	1.Çok iyi	Uygun	Yüksek

Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda 30'luk teleskop kubbesi binasının İHK sağlık seviyesi iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. Sadece temmuz ayında termal konfor sınırlarını kısmen aşan sıcaklık seviyeleri tespit edilmiştir. Bu nedenle 30'luk teleskop kubbesi binasında ısı yalıtımı, iç ortam ısı seviyesi dengeleyicileri (ısınma, klima, havalandırma sistemi v.b.) bakımından iyileştirmelere gerek olduğu söylenebilir.

40'luk Kubbe İHK Değerlendirmesi: Ulupınar Gözlemevi 40'luk teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca hem kapalı hem de açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00'te başlanıp 05:00'te son verilmiştir ve elde edilen verilerin ortalama değerleri Tablo 8'de verildiği gibidir.

Tablo 8. 40'lık kubbe İHK ölçüm değerleri ortalaması ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		PM 1.0	PM 2.5	PM 10	HCHO	TVOC
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 ile Tablo 1'deki PM indeksi ve Tablo 2'deki TVOC/HCHO indeksi karşılaştırıldığında 40'lık teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi aşağıdaki tablodaki gibi değerlendirilmektedir.

Tablo 9. 40'lık kubbe İHK sağlık seviyesi değerlendirmesi

	PM	TVOC	HCHO	Nem	Sıcaklık
Haziran	1. İyi	1. Çok iyi	1. Çok iyi	Uygun	Uygun
Temmuz	1. İyi	1. Çok iyi	1. Çok iyi	Uygun	Yüksek

Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda 40'lık teleskop kubbesi binasının İHK sağlık seviyesi iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. Sadece temmuz ayında termal konfor sınırlarını kısmen aşan sıcaklık seviyeleri tespit edilmiştir. Bu nedenle 40'lık teleskop kubbesi binasında ısı yalıtımı, iç ortam ısı seviyesi dengeleyicileri (ısınma, klima, havalandırma sistemi v.b.) bakımından iyileştirmelere gerek olduğu söylenebilir.

60'lık Kubbe İHK Değerlendirmesi: Ulupınar Gözlemevi 60'lık teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca hem kapalı hem de açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00'te başlanıp 05:00'te son verilmiştir ve elde edilen verilerin ortalama değerleri Tablo 10'da verildiği gibidir.

Ayrıca Tablo 10'daki veriler ve 4. bölümde verilen değerler, Tablo 1'deki PM indeksi ve Tablo 2'deki TVOC/HCHO indeksi karşılaştırıldığında 60'lık teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi aşağıdaki Tablo.11'de verildiği gibidir.

Tablo 10. 60'lık kubbe İHK ölçüm değerleri ortalaması ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		PM 1.0	PM 2.5	PM 10	HCHO	TVOC
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 11. 60'lık kubbe İHK sağlık seviyesi değerlendirilmesi

	PM	TVOC	HCHO	Nem	Sıcaklık
Haziran	1.İyi	1 .Çok iyi	1. Çok iyi	Uygun	Uygun
Temmuz	1. İyi	1. Çok iyi	1. Çok iyi	Uygun	Yüksek

Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda 60'lık teleskop kubbesi binasının İHK sağlık seviyesi iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır Sadece temmuz ayında termal konfor sınırlarını kısmen aşan sıcaklık seviyeleri tespit edilmiştir. Bu nedenle 60'lık teleskop kubbesi binasında ısı yalıtımı, iç ortam ısı seviyesi dengeleyicileri (ısınma, klima, havalandırma sistemi v.b.) bakımından iyileştirmelere gerek olduğu söylenebilir.

122'lik Kubbe İHK Değerlendirmesi: Ulupınar Gözlemevi 60'lık teleskop kubbesi iç ortam hava kalitesi ölçümleri haziran ve temmuz aylarında her ay için bir gün boyunca hem kapalı hem de açık kubbe ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere saat 14:00'te başlanıp 05:00'te son verilmiştir ve elde edilen verilerin ortalama değerleri Tablo 12'de verildiği gibidir. Ayrıca Tablo 12'deki veriler ve 4. bölümde verilen değerler, Tablo 1'deki PM indeksi ve Tablo 2'deki TVOC/HCHO indeksi karşılaştırıldığında 122'lik teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi aşağıdaki Tablo.13'te verildiği gibidir.

Tablo 12. 122'lik kubbe İHK ölçüm değerleri ortalaması ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		PM 1.0	PM 2.5	PM 10	HCHO	TVOC
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 13. T122 teleskop kubbesi İHK sağlık seviyesi değerlendirilmesi

	PM	TVOC	HCHO	Nem	Sıcaklık
Haziran	1. İyi	1. Çok iyi	1. Çok iyi	Uygun	Uygun
Temmuz	1. İyi	1. Çok iyi	1. Çok iyi	Uygun	Yüksek

Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda 122'lik teleskop kubbesi binasının İHK sağlık seviyesi iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. Sadece temmuz ayında termal konfor sınırlarını kısmen aşan sıcaklık seviyeleri tespit edilmiştir. Bu nedenle 122'lik teleskop kubbesi binasında ısı yalıtımı, iç ortam ısı seviyesi dengeleyicileri (ısınma, klima, havalandırma sistemi v.b.) bakımından iyileştirmelere gerek olduğu söylenebilir.

Elektromanyetik Radyasyon Değerlendirmesi

ÇAAM Binası EMR Değerlendirmesi: ÇAAM binası elektromanyetik radyasyon ölçümleri elektrikli ve elektronik cihazlara belirli uzaklıklardan ölçülerek Tablo.14'teki gibi kaydedilmiştir. Tabloya göre EA kaynağında bilgisayar dışındaki diğer cihazların 50 V/m sınırın üzerinde olduğu, 10 cm uzaklıkta sadece susu ısıtıcısının ve elektrikli sobanın risk sınırının üzerinde elektronik radyasyon değerlerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca manyetik radyasyon değerinin ise kaynaktan 10 cm uzakta elektrikli soba dışında risk sınırı olan 0,4 μT değerinin altına kaldığı görülmektedir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Tablo 14. ÇAAM Binası EMR Ölçümleri

Kaynağa olan uzaklık	+0 cm		+10 cm		+ 30 cm		+ 100 m	
	EA	MA	EA	MA	EA	MA	EA	MA
Buzdolabı	57	0.95	0	0.47	0	0	0	0
Otomatik Peçete Makinası	183	5.47	1	0	0	0	0	0
Isıtıcı (Elektrikli Soba)	175	17.43	86	5.51	0	0.36	0	0
Su Isıtıcı (Kettle)	176	3.2	103	0.28	57	0	37	0
Bilgisayar	25	0	0	0	0	0	0	0
Kütüphane (Santral)	90	0	18	0	0	0	0	0

30'luk Kubbe EMR Değerlendirmesi: 30'luk teleskop binası elektromanyetik radyasyon ölçümleri elektrikli ve elektronik cihazlara belirli uzaklıklardan ölçülerek Tablo.15'teki gibi kaydedilmiştir. Tabloya göre kaynakta teleskop ve elektrik panosunun yüksek EA değeri dikkat çekerken 10 cm uzaklık aşıldığında elektronik radyasyon riskinin ortadan kalktığı görülmektedir. Ayrıca Kubbe motoru ile elektrik panosunun MA değerleri 30 cm uzaklık içerisinde risk oluşturmaktadır. Ancak bu iki elektrikli cihaz kullanıcıların etki alanının dışında kalmaktadır.

Tablo 15. 30'luk Kubbe EMR Ölçümleri

Kaynağa olan uzaklık	+0 cm		+10 cm		+ 30 cm		+ 100 m	
	EA	MA	EA	MA	EA	MA	EA	MA
30'luk Teleskop	127	0	0	0	0	0	0	0
Pano (T30)	78	1.78	31	1.44	0	0.21	0	0
Kubbe Motoru	14	15.24	0	8.53	0	0.15	0	0
Bilgisayar	21	0	0	0	0	0	0	0

40'luk Kubbe EMR Değerlendirmesi: 40'luk teleskop binası elektromanyetik radyasyon ölçümleri elektrikli ve elektronik cihazlara belirli uzaklıklardan ölçülerek Tablo.16'daki gibi kaydedilmiştir. Tabloya göre elektrik panosu ve wireless bağlantı sağlayan modemin EA şiddeti yüksek iken 10cm ve sonrası kaynaktan uzaklıklarda risk seviyesinin altına düşmektedir. Ancak wireless modem 1m mesafeye kadar risk oluşturmakta ve modem konum olarak çalışma masasına 1m'den daha yakın

mesafededir. MA yoğunluğu bakımından ise sadece teleskop çeperinde risk sınırı olan 0,4 μ T seviyeleri aşılsa da kullanıcıların etki alanı dışında kalmaktadır.

Tablo 16. 40'lık Kubbe EMR Ölçümleri

Kaynağa olan uzaklık	+0 cm		+10 cm		+ 30 cm		+ 100 m	
	EA	MA	EA	MA	EA	MA	EA	MA
40'lık Teleskop	30	3.61	0	0	0	0	0	0
Elektrik Panosu	68	0	10	0	1	0	0	0
Wireless Modem	446	0	218	0	80	0	22	0
Bilgisayar	28	0	4	0	0	0	0	0

60'lık Kubbe EMR Değerlendirmesi: 60'lık teleskop binası elektromanyetik radyasyon ölçümleri elektrikli ve elektronik cihazlara belirli uzaklıklardan ölçülerek Tablo.17'deki gibi kaydedilmiştir. Kubbedeki cihazlar 10 cm'lik mesafe içerisinde EA ve MA yoğunlukları eşik değerleri aşmakta ancak 10 cm'den fazla olan kaynak uzaklıklarında EMR bakımından risk sadece elektrik panosu için geçerlidir.

Tablo 17. 60'lık Kubbe EMR Ölçümleri

Kaynağa olan uzaklık	+0 cm		+10 cm		+ 30 cm		+ 100 m	
	EA	MA	EA	MA	EA	MA	EA	MA
60'lık Teleskop	7	5,62	0	0	0	0	0	0
ACP (İnternet Santrali)	94	0	20	0	6	0	0	0
Elektrik Panosu	92	3.72	42	1.02	0	0.36	0	0
Klima	186	0	25	0	0	0	0	0
Bilgisayar	15	0	0	0	0	0	0	0

122'lik Kubbe EMR Değerlendirmesi: 122'lik teleskop binası elektromanyetik radyasyon ölçümleri elektrikli ve elektronik cihazlara belirli uzaklıklardan ölçülerek Tablo.18'deki gibi kaydedilmiştir. Burada klimanın yüksek EA yoğunluğu kaynaktan yaklaşık 15 cm uzaklığa kadar risk sınırını aşmakta iken MA bakımından 122'lik teleskop 10 cm, elektrik panosu ise 30 cm civarında uzaklığa kadar risk sınırı üzerinde etki alanı oluşturmaktadır

Tablo 18. 122'lik Kubbe EMR Ölçümleri

Kaynağa olan uzaklık	+0 cm		+10 cm		+ 30 cm		+ 100 m	
	EA	MA	EA	MA	EA	MA	EA	MA
122'lik Teleskop	25	3,2	0	0	0	0	0	0
Elektrik Panosu	6	14.31	0	3.05	0	0.47	0	0
Klima	372	0	60	0	2	0	0	0
Bilgisayar	34	0	8	0	0	0	0	0

Genel olarak ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevi, WHO ve T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından verilen iç ortam hava kalitesi limit değerlerine göre iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun şartlar sunmaktadır. Yalnızca temmuz ayında termal konfor bakımından tüm iç mekanlarda sıcaklığının 25,5 oC olan sınırını aştığı tespit edilmiştir. ÇAAM ve Ulupınar Gözlemevi'nde PM değerleri bakımından riskli durum gözlenmemiş iken TVOC ve HCHO seviyelerinin kontrol altında tutulması için yapının yenileme ve/veya onarım işlemlerine dikkat edilmesi, kullanım ömrünü tamamlamış ofis ve merkez demirbaşlarının yenilenmesi önerilmektedir. EMR bakımında ele alındığında ise ÇAAM binası mutfağındaki ısıtıcıların kullanımında dikkatli olunması ve cihazlar çalışırken 30 cm'lik uzaklığın korunmasına dikkat edilmesi önerilmektedir. Teleskop kubbelerinde ise EMR açısından riskli seviyelere 10 cm mesafenin içerisinde rastlanmıştır ki bu mesafe kullanıcıları etkilemeyecek uzaklıktır. Lakin 40'lık teleskop kubbesinde bulunan wireless modem çalışma masasına yakın bir konuma konuşlandırılmış olduğu ve 1 m'lik mesafeye kadar risk seviyesinde EA oluşturduğu için modemin konumunun değiştirilmesi tavsiye olunur.

Teşekkür

“Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2020-3257” dir. ÇOMÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine ve ÇAAM Gözlemevi Müdürü Prof. Dr. Faruk SOYDUGAN'a teşekkür ederiz.

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.
- ASHRAE, Indoor Environmental Health , ASHRAE Handbook 2009 Fundamentals , Chapter 10, Atlanta, USA, 2009.
- Avcı, A.S., “Batman Üniversitesi Dersliklerinde İç Hava Kalitesinin Araştırılması”, Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Danışman: Doç. Dr. Zeki Argunhan, 2014.
- Babaroğlu, A. (2015). “Anaokullarında İç Ortam Hava Kalitesi”. *Tesisat Mühendisliği*, 150, 5-12.
- Bayram, O., (2017). “Elektromanyetik Işınım ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri”, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik ABD Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.
- Bulut, H., “Konutlarda İç Hava Kalitesi ile İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi”, Teskon VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 415-427, (2007).
- Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, Springer Medizin Verlag. 50:990-1005, 2007. DOI 10.1007/s00103-007-0290
- Dizdar, E. N., (2004). “Bilgisayara Kullanıcılarında Elektromanyetik Işımların İnsan Sağlığına Etkisinin İncelenmesi”, *Teknoloji*, 7 (4), 625-628.
- Elhasoğlu, D., (2006). “Elektromanyetik Kirliliğin Zararlı Etkileri”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik ABD Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Ganatra, V., Yadav, K., Senjaliya, C., Bhatt, M. ve Nakum, S., (2015). “Health Hazards Due to Electromagnetic Radiation in Then Workplace”, *IJRST* 1 (8), 138-145.
- 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.
- HKDY, Türkiye Cumhuriyeti, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, 2014.
- International Agency of Research on Cancer (IARC). (2002). IARC Monographs on the Evaluations of Carcinogenic Risk to Humans, Vol: 80.
- 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.
- Koppel, T., Tasa, T. ve Tint, P. (2013). Electromagnetic Fields in Contemporary Office Workplace, *Ergonomics* 56(2), 421-434.
- Mousa, A., (2011). “Electromagnetic Radiation Measurements and Safety Issues of some Cellular Base Stations in Nablus”, *J. Engineer. Sci. Tech. Review*, 4(1), 35-42.
- Öztürk, M., Hava Kirliliğinin Halk Sağlığı Üzerine Etkisi, Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008.
- Sandström, M., (2006). “Electromagnetic Fields in Offices”, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 12 (2), 137-147.

- Selici, A. T., “İç Ortam Hava Kalitesini Etkileyen Kirlenici ve Konfor Parametrelerinin Kaynakları ve Enerji Tüketimi Açısından İncelenmesi”, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Makine Mühendisliği A.B.D. Doktora Tezi, Danışman: Doç. Dr. Nadir İlten, 2014.
- Soysal, A. Ve Demirel, Y., “Kapalı Ortam Hava Kirliliği”, TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 221 – 226, 2007.
- Şeker, S., Çerezci, O. (2000). Radyasyon Kuşatması, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul.
- Taktak, F., Tiryakioğlu, İ. ve Yılmaz, İ. (2005). GPS’de Kullanılan Elektromanyetik Dalgaların İnsan Sağlığına Etkilerinin İrdelenmesi, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 23-25 Kasım 2005, İTÜ / İstanbul.
- Türkkan, A. ve Pala, K. (2009). Çok düşük Frekanslı Elektromanyetik Radyasyon ve Sağlık Etkileri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 14 (2), 11-22.
- Yakıncı, Z. D., (2016). “Effect of Elektromagnetic Field on Human Health”, *İnönü Üni. Sağlık Hiz. M.Y.O. Dergisi*, 4 (2), 44-54.
- 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.