



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAĞLAMINDA ÇANAKKALE İLİ İÇERİSİNDEKİ ÖRNEK BİR KONUT PROJESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**SEVİL KARAGÖZ
SİBEL MENTEŞE
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**



SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAĞLAMINDA ÇANAKKALE İLİ İÇERİSİNDEKİ ÖRNEK BİR KONUT PROJESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sevil KARAGÖZ
Sibel MENTEŞE

ÖZET

Sürdürülebilir binalar, doğal kaynakların korunmasını sağladığı gibi, insanlar için daha sağlıklı ve kaliteli yaşama alanları vaat etmektedir. Binalardaki olumsuz hava kalitesi nedeniyle insanlarda çeşitli sağlık problemleri görülebilmektedir. Sürdürülebilir binalarda bina içi hava kalitesinin iyileştirilmesi son derece önemli olup; ayrı bir kategoride ele alınmaktadır.

Çalışmada, sürdürülebilir binalardaki iç ortam hava kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla Çanakkale ili içerisinde yer alan, ekolojik bina yapısına uygun bir konutun özellikleri ve iç ortam hava kalitesi ayrıntılı olarak incelenmiştir. İç ortam hava kalitesi parametreleri olarak; sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit (CO₂), havadan kaynaklı bakteri konsantrasyonu, uçucu organik bileşik (UOB) konsantrasyonu ile ozon miktarı, eş zamanlı olarak dış ortam havasında da aynı parametreler ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda, genel olarak CO₂, ozon, havadan kaynaklı bakteri ve toplam uçucu organik bileşik (TUOB) seviyelerinin mevsimsel olarak değiştiği; iç ortam havasında ölçülen seviyeler ile dış ortam havasında ölçülen seviyelerin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Evde yaşayan kimsenin olmaması nedeniyle ölçülen parametrelere ait değerlerin düşük gözlemlendiği düşünülmektedir. Çalışmada özellikle dış ortam hava kalitesi ile kullanılan malzeme türünün iç ortam hava kalitesini etkilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir binalar, İç ortam hava kalitesi, Uçucu organik bileşikler, Çanakkale.

ABSTRACT

Sustainable buildings create more healthy and a better quality of living areas as well as providing the protection of natural resources. People in buildings having adverse air quality and contaminant levels above the standard may experience a variety of health problems. The improvement of indoor air quality is extremely important and it is evaluated in a separate category in sustainable buildings.

Within the scope of the study, the features and indoor air quality of a sample house located in Çanakkale was examined in detail to assess sustainable buildings and indoor air quality in these buildings. Indoor air quality parameters are temperature, humidity, CO₂, pressure, bacteria, volatile organic compounds (VOC) and ozone amounts, the same parameters are also measured for ambient air simultaneously. As a result of this study, CO₂, ozone, airborne bacteria, and total volatile organic compounds (TVOC) have been observed to vary seasonally. Also the indoor air values and ambient values have been found to be close to each other. It is considered that the measured values have been low because of the in-occupancy at home. In this study, it was found that ambient air and types of materials used affect the indoor air quality.

Key Words: Sustainable buildings, Indoor air quality, Volatile organic compounds, Canakkale.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir, ekolojik, yeşil, çevre dostu vb. pek çok isim altında adlandırılan doğayla uyumlu yapılar, arazi seçiminden başlayarak yaşam döngüsü çerçevesinde değerlendirilen, bütüncül bir anlayışla, sosyal ve çevresel sorumluluk anlayışıyla tasarlanan, ihtiyacı kadar tüketen ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, doğal ve atık üretmeyen malzemelerin kullanıldığı katılımı teşvik eden, ekosistemlere duyarlı yapılar olarak tarif edilebilir. Yeşil bina; inşaatı, işletmesi ve yıkımı esnasında çevreyi kirlilemeyen; su, enerji, atık ile malzeme kaynaklarını en uygun biçimde kullanan bina olarak tanımlanmaktadır [1].

Yaşantımızın büyük bir kısmını içinde geçirdiğimiz binalardaki iç hava kalitesi, sağlığımız üzerinde çok önemli etkiye sahip olup; sürdürülebilir binalarda ayrı bir kategoride değerlendirilmektedir. İç hava kalitesi, iç ortam havasının kirliletici içermemesi ile ilgili olmakla birlikte havadaki, insanın rahatlık ve sağlığını etkileyen ısıl olmayan tüm noktaları kapsar [2]. İç hava kalitesi için kesin sınırlar çizmek veya onu tanımlamak zor olduğundan dolayı, "kabul edilebilir iç hava kalitesi" terimi ortaya çıkmıştır. Bu terim, "Kabul edilebilir İç Hava Kalitesi için Havalandırma" başlıklı ASHRAE 62-1989, 2001 ve 2007 Standardında "İçinde, bilinen kirliletici, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve içinde bulunan insanların büyük çoğunluğunun (%80 veya üzeri) havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği havadır" olarak açıklanmaktadır [3-5].

İç ortam hava kalitesi; dış hava kompozisyonu ile iç ortam faaliyetlerinin türüne, iç ortamda bulunan hava hacmine ve kirliletici üretim veya yayılma hızına bağlı olarak değişmektedir [6.7]. Ev, ofis ve okul gibi kapalı alanlardaki aktiviteler sırasında ortama karışan karbon oksitler (CO_x), azot oksitler (NO_x), radon, formaldehit, uçucu organik bileşikler (UOB), polisiklikaromatik hidrokarbonlar, su buharı, sigara dumanı, toksik emisyonlar, havadan kaynaklanan alerjenler, patojenler gibi kirliletici insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır [8].

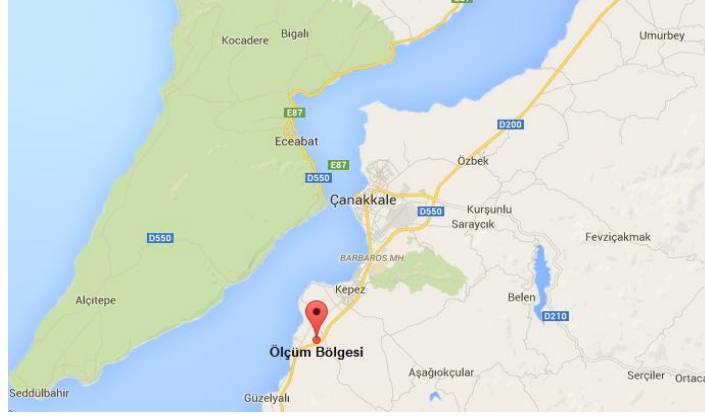
Literatürde sürdürülebilir binaları özellikle enerji tasarrufu yönünden inceleyen birçok çalışma olmasına rağmen iç hava kalitesi yönünden ölçümlerin yapıldığı çalışmalar bulunmamaktadır. Bina içi tüm bileşenlerin ayrı birer kirliletici kaynağı olması nedeniyle dış ortam havasına göre daha kirli kabul edilen iç ortam hava kalitesinin sürdürülebilir binalarda hangi yöntemlerle iyileştirilebileceği önemlidir.

Bu çalışmada Çanakkale ili içerisinde bulunan sürdürülebilir bina konsepti ile uyumlu bir evin özellikleri ve iç hava kalitesi ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, bina içi çevresel konfor değerleri (sıcaklık ve nem) ile karbondioksit (CO_2), ozon, bakteri ve uçucu organik bileşik (UOB) miktarları hem iç ortamda; hem de dış ortamda ölçülerek aralarındaki ilişki araştırılmıştır. Ayrıca, çalışmada ekolojik bir binanın kullanım öncesindeki iç ortam hava kalitesinin tespit edilmesi, kullanılan malzeme türü ve dış ortam koşulları gibi parametrelerin iç ortam hava kalitesine olan etkilerinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Ölçüm Bölgesinin Özellikleri

Ölçüm bölgesi, Çanakkale ili şehir merkezine 10 km mesafede Kepez beldesinde yer alan, toplam 20 dönümlük arazi içinde 47 adet müstakil villadan oluşan bir konut projesidir (Şekil 1). Proje, 310 m² ile 350 m² arasında değişen müstakil arsalar üzerine 265 m² toplam brüt alana sahip, 2 katı toprak üstü ve 1 katı bodrum olan konutlardan oluşmaktadır.



Şekil 1. Ölçüm bölgesinin harita üzerinde gösterimi

Enerji verimliliği sağlamak açısından konutlarda ısı yalıtımlı alüminyum doğramalar ve ısı geçişini engelleyen çift camlı, düşük yayınlı ısı kontrol (low-E) kaplamalı camlar, nem bariyeri tyvek, sinterflex giydirme cephe, asmolen döşeme gibi uygulamalar yapılmıştır. Tüm binanın ısıtma ve soğutma, elektrik ve mekanik sistemlerini otomatik olarak devreye alan ve çıkaran akıllı bina otomasyon sistemi kullanılmıştır. Bu sistem ile ısıtma, soğutma, iklimlendirme ve aydınlatma elemanları, panjur sistemleri, yangın alarmı, su bastı alarmı, hırsız alarmı, müzik sistemi ve bahçe sulama uzaktan kontrol edilerek devreye alınabilmektedir. Böylece gereğinden fazla enerji tüketilmesi engellenerek, sistemlerin yüksek performansta işletilmesi sağlanmıştır.

Binalarda ısıtma ve soğutma yüklerinin bir bölümünü sağlayabilmek amacıyla hava kaynaklı ısı pompası kullanılmıştır. Bu uygulama ile %40-%50 oranında enerji tasarrufu öngörülmüştür. Isı pompası, kışın ısıtmak yazın ise serinletmek amacı ile tasarlanmıştır. Ancak ılıman iklim bölgelerinde verimli çalışma potansiyeli gösteren hava kaynaklı ısı pompasının Çanakkale'nin iklim koşulları göz önünde bulundurularak tasarımcılar tarafından kullanılabilirliği üzerine fizibilite raporları çıkarılmış ve böylelikle kullanılmasına karar verilmiştir. Isı pompalarında en az enerji harcanılan besleme çıkış sıcaklığı 35 °C olduğu için projede de bu sıcaklık baz alınmış, bu nedenle yerden ısıtma tercih edilmiştir. Çünkü normal radyatörle ısıtmada 55 °C'ye kadar suyun ısıtılması gerekirken, yerden ısıtmada bu sıcaklık 35 °C'ye düşmektedir. Ters çevrimle soğutma amacıyla da faydalandığı için binalarda iklimlendirme sistemi olarak fan coil'ler de tasarlanmıştır.

Çatılarda yağmur suyunun tavandan akmasını engelleyecek su yalıtım membranları ile sudan ve nemden etkilenmeyen, düşük ısı iletkenlik değerine sahip XPS köpük kullanımıyla ısı yalıtımlı çatılar inşa edilerek ısı adası oluşumu engellenmiş ve böylelikle soğutma yükleri azaltılarak enerji tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca çatılarda kullanılan 17 adet vakum tüplü kollektörler ile güneş enerjisinden sıcak su temin edilmiştir.

Çatı yağmur suları toplanarak depolanmış ve bu su direkt olarak bahçe sulama ya da yangın tertibatında kullanılmak üzere değerlendirilmiştir. Ayrıca projede arıtma tesisi tasarlanmış olup; arıtılan sular bahçe sulamasında kullanılarak, peyzaj sulamasında önemli oranda su tasarrufu sağlanmıştır. Yerel bitki kullanımı ve ağaçlık alanlara yapılan damlama sulama sistemleri ile de su tüketimi büyük oranda düşürülmüştür.

Projede kullanılan malzemelerin doğal, yerel, geri dönüşümlü ve dayanıklı malzemeler olmasına dikkat edilmiştir. Mümkün oldukça yerel malzeme kullanarak, taşınmadan kaynaklanan yakıt tüketimi ve çevre kirliliği en aza indirilmiştir. Doğal kaynakları korumak adına, binalarda kullanılan malzemelerin daha önceden kullanılmış malzemelerden üretilmiş olmasına önem verilmiştir. Üretimi sırasında düşük enerji kullanan ve en az atık çıkaran malzemeler seçilerek kaynak etkinliği ön planda tutulmuştur.

Projede, binalarda kullanılan geniş pencereler ve ileri teknoloji ürünü camlar ile gün ışığından maksimum oranda faydalanılırken, güneşin olumsuz etkileri minimize edilerek konforlu ortamların oluşması sağlanmıştır. Ayrıca iç ortam hava kalitesi yönünden tavan ve duvarlarda su bazlı boyalar kullanılarak sağlıklı mekânlar yaratılmasına önem verilmiştir.

2.2. Ölçüm Noktaları

Çalışmada yapımı Mart/2012’de tamamlanmış olan “örnek ev”(mobilyalı ev-M), inşaat aşamasında olan bir bina (boş inşaat-B1) ve bahçe alanı (dış-D1) ölçüm noktaları olarak belirlenmiştir. Literatür araştırmalarında görüldüğü üzere, yeni veya tadilat yapılan binalarda özellikle UOB emisyonları bir süre boyunca en yüksek seviyelerde yayılırken aylar sonra emisyonların azalmaya başlaması beklenir. Bu nedenle UOB emisyonlarındaki değişimi gözleyebilmek amacıyla yapımı 1.5 yıl önce tamamlanmış bina ve inşaat aşamasındaki başka bir bina ölçüm noktaları olarak seçilirken; dış ortam örnekleme ile de karşılaştırma yapılması açısından diğer bir ölçüm noktası olarak bahçe alanı uygun görülmüştür (Şekil 2). Projenin yeni olması nedeniyle binalarda tüm ölçüm çalışmaları süresince yerleşim henüz başlamamıştır. Bu nedenle bina sakinlerinin olduğu bir binada ölçüm yapılamamış olup; tamamlanmış bir bina olması ve içinde ahşap eşya ve halı gibi malzemelerin de bulunuyor olması dikkate alınarak “örnek ev” ölçüm noktası olarak belirlenmiştir [9].



Şekil 2. Ölçüm noktaları (soldan sağa: mobilyalı ev-M, boş inşaat-B1, dış ortam-D1)

Mobilyalı evin giriş kat ölçümleri salonda (M1), üst kat ölçümleri çocuk odasında (M2) ve bodrum kat ölçümleri ise sinema salonunda (M0) yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Mobilyalı ev ölçüm noktaları (soldan sağa: giriş kat-M1, üst kat-M2, bodrum kat-M0)

Örnek ev ile inşaat halindeki bina arasında çeşitli çevresel farklılıklar bulunmaktadır. İç hava kalitesine etki edeceği düşünülen bu farklar kısaca özetlenecek olursa; dış cephe kaplaması bitmiş olan inşaat halindeki binada yerler tesviye betonu yapılmış durumda olup; hiçbir katta yer döşemesi yapılmamıştır. Duvarlar saten alçı siva yapılmış ve pencereler takılmış durumdadır. Kapı doğramaları dış kapı dışında takılmamıştır. Pencereler takılmış durumda olsa da, genelde hep açık durumda olduğu gözlenmiştir. Ölçüm periyodu boyunca inşaat binasında herhangi bir ilave işlem yapılmamıştır.

Evde havalandırmanın en fazla bodrum katında yapıldığı gözlenmiştir. Kasım, Aralık, Ocak ayları dışında bodrum katında ölçüm alınan odadaki pencerenin sürekli açık olduğu görülmüştür. Giriş katında Eylül ve Ekim aylarında günde 1-2 saat havalandırma yapılırken; diğer aylarda yapılmamıştır. Üst katta ise havalandırmanın hiç yapılmadığı gözlenmiştir.

2.3. Ölçüm Yöntemleri

Çalışmada, iç hava kalitesi parametreleri olarak, sıcaklık, bağıl nem gibi çevresel konfor değerleri ile CO₂, ozon, havadan kaynaklı bakteri ve UOB seviyeleri ölçülmüştür. Dış ortam havasında da aynı parametreler bahçe alanında eş zamanlı olarak ölçülmüştür. Ölçümler 15-20 günlük periyotlar halinde 8 ay boyunca (Eylül 2013 - Mayıs 2014) alınmıştır.

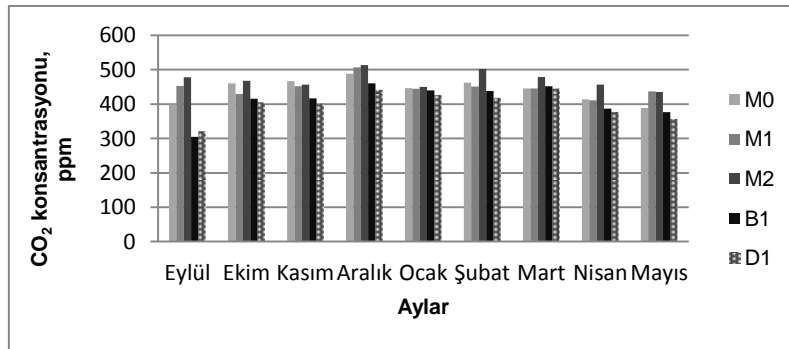
Havadan kaynaklanan bakterilerin konsantrasyonlarının belirlenmesi NIOSH Method 0800 ve Mentşe ve ark. (2009)'da anlatıldığı gibi yapılmıştır [10,11]. İlk olarak, havadaki bakteriler tek basamaklı biyoimpaktör vasıtasıyla steril plate-countagar (PCA), (Salubris Co. Türkiye) üzerine bir pompa ile aktif örnekleme prensibine göre toplanmıştır. Bakteri örnekleme, insan solunum seviyesi olan 1.5 metre yükseklikte olacak şekilde iç ortamın tam merkezinde, dış ortamda ise binalardan en az 1 metre uzakta olacak şekilde yapılmıştır. Herhangi bir kontaminasyona izin verilmeden agarlar plakalara yerleştirilip havadan biyoaerosoller toplandıktan sonra, bakterilerin çoğalması için 37 °C'de 2 gün süre ile inkübasyon işlemine maruz bırakılmıştır. Inkübasyon işlemi bitiminde hava örneklerindeki bakteri sayıları basit koloni sayım tekniği ile yarı-otomatik koloni sayım ekipmanı (Funke-Gerber, Almanya) altında sayılarak Colony Forming Unit m⁻³ hava biriminde (CFU m⁻³) hesaplanmıştır.

CO₂, sıcaklık ve nem değerleri anlık ölçüm yapan Testo 435 cihazı (Testo Inc, Almanya) ile IAQ (iç hava kalitesi) ölçümprobu monte edilerek ölçülmüştür. Cihaz, stabil hale geldikten sonra yaklaşık 1-1.5 metre yükseklikten ölçümler alınarak anlık olarak kaydedilmiştir. Ozon değerleri ise anlık ölçüm yapan taşınabilir ozon sensörü (Cole-Parmer Inc. ABD) kullanılarak ölçülmüştür.

UOB tayininde, ISO 16017-2 ve US EPA TO-17 standartları temel alınarak pasif ölçüm tekniği tercih edilmiştir [12,13]. İç ve dış ortam hava örnekleri çoklu sorbent içeren paslanmaz çelik tüpler içerisine (Markes Inc, ABD) ortalama olarak 15-20 günlük periyotlarda difüzyona maruz bırakılarak toplanmıştır. Örnekler, toplandığı gün analiz edilemediği takdirde, analiz süresine kadar (en fazla 1 hafta) temiz (organik madde içermeyen) derin dondurucu içerisinde saklanmıştır [12,13]. Pasif olarak toplanan hava örneklerindeki toplam uçucu organik bileşik (TUOB) miktarı (C₆-C₁₆) Termal Desorber-Gaz Kromografi/Alev İyonlaşma Detektörü (TD-GC/FID) vasıtasıyla analiz edilmiştir [14,15].

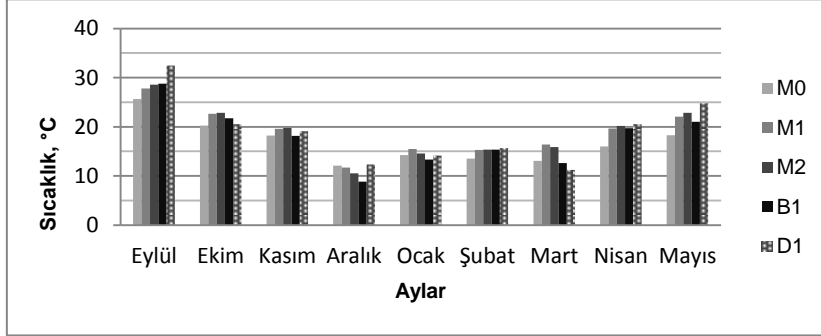
3. BULGULAR

Çalışmada, en yüksek CO₂ değerleri örnek evin üst katında (M2) görülmüştür. Bu durumun evde en az havalandırılan ölçüm noktası olması ve yükseklikten dolayı basıncın daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. En düşük değerler ise beklenildiği üzere dış ortamda (D1) ölçülmüştür. İnşaat binasında (B1) ölçülen değerler de dış ortam değerlerine kapıların sürekli açık olması nedeniyle oldukça yakındır. Ayrıca CO₂ seviyeleri genellikle kış mevsiminde daha yüksek tespit edilmiştir (Şekil 4).

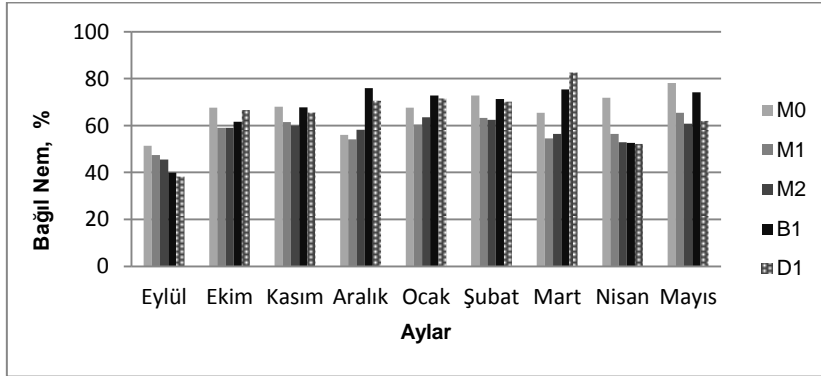


Şekil 4. Aylık ortalama CO₂ konsantrasyonlarının mekânsal değişimi (ppm)

Sıcaklıkların yüksek olduğu aylarda dış ortamda ölçülen değerler daha yüksek gözlenmiştir. Sıcaklıkların düştüğü aylarda ise genel olarak evin giriş ve üst katında (M1 ve M2) daha yüksek sıcaklıklar görülmüştür. En düşük sıcaklıklar genellikle güneş almayan bodrum katında (M0) gözlenmiştir (Şekil 5). İçinde yaşayan herhangi bir kişinin olmaması nedeniyle mobilyalı evde ısıtma ve soğutma tesisatı kullanılmamakta ve ev doğal havalandırılmaktadır. Bağıl nem değerleri ise, genellikle mobilyalı evin bodrum katında yüksek gözlenirken; giriş ve üst katında ise düşük tespit edilmiştir (Şekil 6).

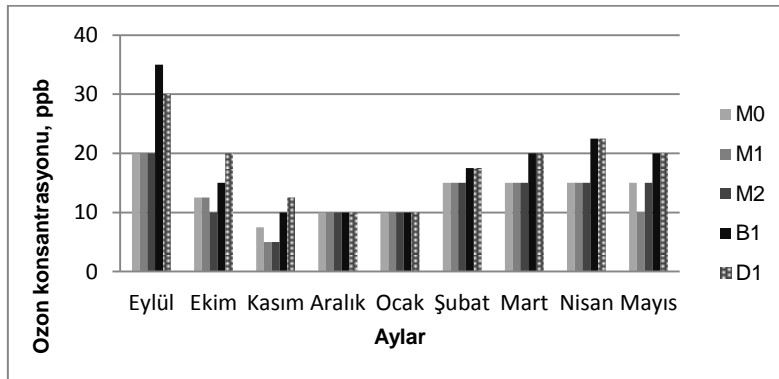


Şekil 5. Aylık ortalama sıcaklık değerlerinin mekânsal değişimi (°C)

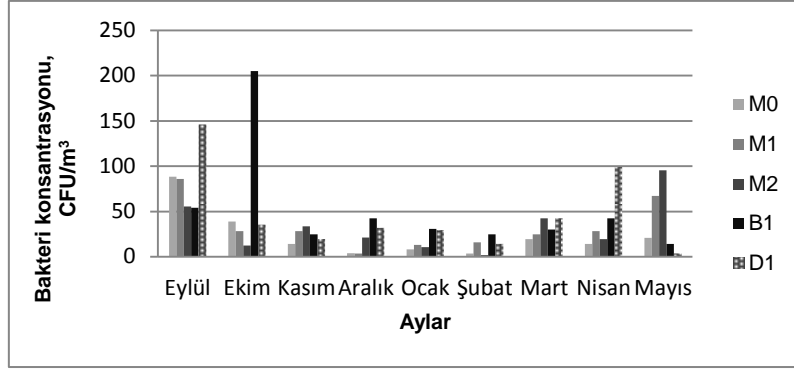


Şekil 6. Aylık ortalama bağıl nem değerlerinin mekânsal değişimi (%)

Ozon değerleri; genellikle dış ortamda yüksek gözlenirken, mobilyalı evin giriş katı ile üst katında genellikle en düşük seviyeler saptanmıştır (Şekil 7). Havadan kaynaklı bakteri konsantrasyonları genellikle tüm ölçüm noktalarında düşük olarak ($<10^2$ CFU/m³) tespit edilmiştir. İç ortam konsantrasyonları dış ortam ve inşaat alanına göre daha düşük görülmekle birlikte, en düşük seviyeler genellikle evin bodrum katında gözlenmiştir (Şekil 8).

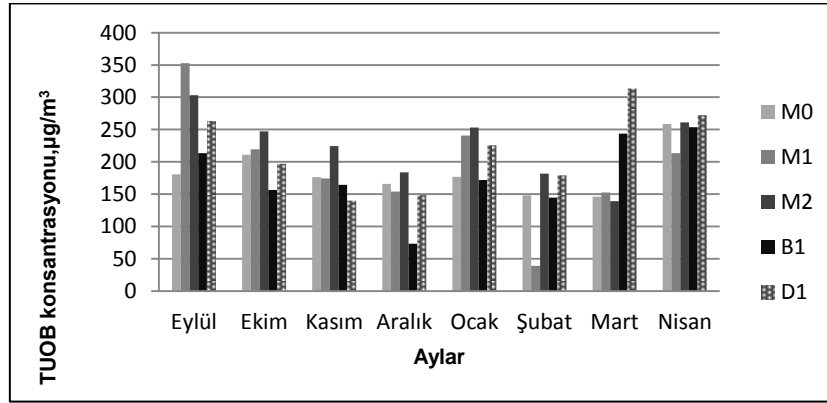


Şekil 7. Aylık ortalama ozon konsantrasyonlarının mekânsal değişimi (ppb)



Şekil 8. Aylık ortalama havadan kaynaklı bakteri konsantrasyonlarının mekânsal değişimi (CFU/m³)

TUOB konsantrasyonları ise Mart ve Nisan aylarında dış ortamda iç ortama göre daha yüksek gözlenirken, diğer aylarda genellikle daha düşük olarak tespit edilmiştir. Mobilyalı evde ölçülen TUOB konsantrasyonları genellikle inşaat binasına göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 9).



Şekil 9. Aylık ortalama TUOB konsantrasyonlarının mekânsal değişimi (µg/m³)

SONUÇ

İç ortamlarda ölçülen CO₂ değeri dış ortam değerinden biraz yüksek olarak tespit edilmiştir. Evde yaşayan kimsenin olmaması nedeniyle düşük CO₂ seviyeleri gözlemlendiği düşünülmektedir. Ventilasyonun en az yapıldığı üst katta beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Ayrıca kış aylarındaki düşük havalandırma oranının konsantrasyonları etkilediği gözlemlenmiştir.

Müstakil olan binada ısıtma-soğutma tesisatı da çalıştırılmamaktadır. Buna rağmen ölçülen sıcaklıkların kışın 10 °C'nin altına inmediği, yazın ise dış ortamdan yaklaşık 10 °C daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bağıl nem değerleri bodrum katında en yüksek seviyelerde tespit edilmiştir. İleride rutubet olmaması için havalandırmaya dikkat edilmelidir. Giriş ve üst kat nem değerleri ise, insanların tolere edebileceği nem aralığı olan %40 ile %70 [16] arasında gözlemlenmiştir.

Ozonun en yüksek seviyeleri genellikle dış ortamda, en düşük seviyeleri ise mobilyalı evin giriş katı ile üst katında gözlemlenmiştir. Dış ortamda güneş radyasyonu, uygun sıcaklık ve nem seviyeleri ile NO_x ve UOB kaynaklarının varlığı neticesinde daha yüksek konsantrasyonlar elde edilmiştir. Evin bodrum katında pencerenin genelde açık olması, dış ortam kaynaklı olarak evin giriş ve üst katına göre daha yüksek konsantrasyonların gözlemlenmesine sebep olmuştur. EPA'ya göre ozon için izin verilen üst sınır

değer 50 ppb iken, DSÖ tarafından verilen değer 120 ppb'dir [17-19]. Ölçülen ozon konsantrasyonları bu sınır değerlerin oldukça altındadır.

İç ortamda dış ortama göre daha düşük havadan kaynaklı bakteri seviyeleri tespit edilmiştir. ACGIH tarafından kültür edilebilir toplam bakteri miktarı için getirilen sınır değer 500 CFU/m³tür [20]. Çalışma süresince ölçülen bakteri konsantrasyonları oldukça düşük seviyelerdedir. Ev içinde en düşük konsantrasyonlar ise sıcaklık değerlerinin en düşük gözlemlendiği bodrum katında görülmüştür. Evde yaşayan olmaması, herhangi bir besin kaynağının bulunmaması ve sık aralıklarla temizlik yapılıyor olmasından dolayı iç ortam havadan kaynaklı bakteri seviyeleri dış ortama göre daha düşük tespit edilmiş olabilir.

Ev içindeki en yüksek TUOB konsantrasyonu üst katta gözlenmiştir. Bu durumun ahşap eşya ve halı yoğunluğunun üst katta daha fazla olması ve burasının diğer noktalara göre daha az havalandırılması ile ilgili olabilir. Genel olarak, mobilyalı evdeki TUOB konsantrasyonları inşaat binasından daha yüksek saptanmıştır. Bu durum evde yapılan temizlik ile evdeki lamine parke, duvar ve tavan boyası, iç kapılar, mobilya ve halı gibi etkenlerden kaynaklanabileceği gibi inşaat binasının sürekli havalanmasından dolayı da olabilir. Gerek mobilyalı evde gerekse inşaat binası ve dış ortamda konsantrasyonlar açısından çok büyük farklılıklar gözlenmemiştir. Bu durum iç ortamdaki konsantrasyonların ağırlıklı olarak dış ortamdan kaynaklandığını göstermektedir. Hong Kong'da yürürlüğe giren sertifikasyon sisteminde 8 saatlik ortalama TUOB seviyeleri için mükemmel sınıf (200 µg/m³'ten düşük) ve iyi sınıf (600 µg/m³'ten düşük) olarak sınır değerler getirilmiştir [21]. TUOB konsantrasyonları Hong Kong sertifikasyon sistemine göre mobilyalı evin bodrum ve giriş katında genellikle mükemmel sınıfında gözlenmiştir.

Çalışmada, iç ortam hava kalitesi değerlerinde dış ortam parametrelerinin ve kullanılan malzeme türünün etkisi görülmüştür. Kullanılan yapı malzemeleri nedeniyle TUOB konsantrasyonlarının düşük olarak gözlemlendiği düşünülmektedir. Çalışmada çevre dostu binalar oluşturulması açısından mümkün oldukça yerel ve yenilenebilir kaynaklardan faydalanılarak sağlıklı yapı bileşenlerinin kullanılmasına dikkat çekilmek istenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] ISMAIL, S, Mıhlayanlar E, "Binalarda Enerji Verimliliği ve Yeşil Bina Sertifikası Almış Ulusal ve Uluslararası Örnek Binaların Değerlendirilmesi", 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, MMO Tepekule Kongre ve Sergi Merkezi, İzmir, 17-20 Nisan 2013.
- [2] SCHRAMEK, E, "Recknagel-Sprenger Schramek-Isıtma ve Klima Tekniği El Kitabı", TTMD, Ankara, 1999.
- [3] ASHRAE, "Standard 62-1989-Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality", American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 1989.
- [4] ASHRAE, "Standard 62-2001-Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality", American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2001.
- [5] ASHRAE, "Standard 62.1-2007 User's Manual," American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2007.
- [6] MARONI, M., Seifert B., Lindvall T., "Indoor Air Quality: A Comprehensive Reference Book", Air Quality Monographs, Amsterdam, Elsevier, 1995.
- [7] MENTESE, S., Güllü G., "Variations and Sources of Formaldehyde Levels in Residential Indoor Air in Ankara, Turkey", Indoor and Built Environment, 15 (3): 273-281, 2006.
- [8] LAI, H.K, Kendall M., Ferrier H., Lindup I., Alm S., Hanninen O., Jantunen M., Mathys P., Colville R., Ashmore M.R., Cullinan P., Nieuwenhuijsen M.J., "Personal Exposures and Microenvironment Concentrations of PM2.5, VOC, NO₂, CO in Oxford, UK", Atmospheric Environment, 38 (37): 6399-6410, 2004.



- [9] KARAGÖZ, S., “Yeşil Bina Uygulamaları” Bağlamında Çanakkale İli İçerisindeki Örnek Bir Konutun Değerlendirilmesi”, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2014.
- [10] NIOSH, “Method 0800–Bioaerosol Sampling (IndoorAir), Culturable Organisms: Bacteria, Fungi, Thermophilic Actinomyces”, 1998.
- [11] MENTEŞE, S., Arisoy M., Rad A., Güllü G., “Bacteria and Fungi Levels in Various Indoor and Outdoor Environments in Ankara, Turkey”, CLEAN-Soil, Air, Water, 37 (6): 487-493, 2009.
- [12] ISO 16017-2, 2003. Indoor, Ambient and Workplace Air – Sampling and Analysis of Volatile Organic Compounds by Sorbent Tube/Thermal Desorption/Capillary Gas Chromatography - Part 2: Diffusive Sampling.
- [13] US EPA TO-17, “Compendium Method for the Determination of Organic Compounds in Ambient Air TO-17”, EPA/625/R-96010b, 1999.
- [14] EUR 17675EN, “Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigations”, European Collaborative Action on Indoor Air Quality and Its Impact on Man, 19: 1-48, 1997.
- [15] ISO 16000-6, “Indoorair – Part 6: Determination of Volatile Organic Compounds in Indoor and Test Chamber Air by Active Sampling on Tenax TA Sorbent, Thermal Desorption and Gas Chromatography Using MS/FID”, 2004.
- [16] SABAH, A., “Sick Building Syndrome: in Public Buildings and Workplaces”, Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin. 95-96, 2011.
- [17] MONN, C., “Exposure Assessment of Air Pollutants: A Review on Spatial Heterogeneity and Indoor/Outdoor/Personal Exposure to Suspended Particulate Matter, Nitrogen Dioxide and Ozone”, Atmospheric Environment. 35: 1–32, 2001.
- [18] WHO, “Reducing Risks Promoting Healthy Life”, World Health Report 2002, Geneva, 2002.
- [19] WHO, “Evidence for Policy Makers”, Indoor Air Pollution, Geneva, 2004.
- [20] ACGIH, “Guidelines for the Assessment About Aerosols in the Indoor Environment”, ACGIH, Cincinnati, Ohio, 1989.
- [21] HKSAR, Guideline Notes for the Management of Indoor Air Quality in Offices and Public Places (Updated), Indoor Air Quality Management Group, HKEPD, 2003.

ÖZGEÇMİŞ

Sevil KARAGÖZ

1982 yılı Çanakkale/Biga doğumludur. 2005 yılında Ege Üniversitesi Kimya Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 2010 yılına kadar İÇDAŞ firmasında Kimya Mühendisi olarak görev yapmıştır. 2014 yılında Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. 2012 yılından bu yana kamu sektöründe çalışmaktadır.

Sibel MENTEŞE

1981 doğumlu Menteşe, 2002 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Yüksek Mühendis unvanını almıştır. Sosyal çevre konuları üzerine de ilgisi olan Menteşe, 2007 yılında Ankara Üniversitesi Sosyal Çevre Bilimleri Bölümünden ikinci Yüksek Lisans derecesini almıştır. 2004-2009 yılları arasında Hacettepe Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmıştır ve 2009 yılında iç hava kalitesi üzerine kapsamlı bir doktora tezi tamamlamıştır. Dr. Menteşe, Türkiye ve Almanya’da iç ortam hava kalitesi ve malzeme kalite uygunluk testi konuları üzerine çeşitli projeler yapmıştır. 2010 yılından bu yana Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Son zamanlarda İç ve dış ortam hava kalitesinin sağlık etkilerine yönelik çeşitli projeler yürütmektedir.

