

EĞİTİM YAPILARINDA ISIL KONFOR ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Evaluation Of The Studies On Thermal Comfort In Educational Buildings

**Esra LAKOT ALEMDAĞ
Çağla SAYITOĞLU TAŞ**

ÖZET

İnsanların ısı çevresinden memnuniyet hali olarak tanımlanabilen ısı konfor, bina tasarımcılarını ve kullanıcılarını oldukça ilgilendiren bir konudur. Eğitim yapılarında öğrenciler zamanlarının büyük bir çoğunluğunu kapalı ortam olarak adlandırabileceğimiz sınıflarda geçirmektedirler. Bu sınıfların ısı konfor koşulları hem öğrencilerin sağlığını, öğrenme kalitesini, algılama düzeylerini ve derse odaklanmalarını hem de öğretmenlerin çalışma verimini büyük ölçüde etkilemektedir. Sınıflardaki ısı konfor düzeyi, iç ortam sıcaklığı, bağıl nemi, hava hızı, iç yüzey sıcaklıkları ve binada kullanılan ısıtma-soğutma-havalandırma sistemlerinin işletme özellikleriyle yakından ilişkilidir. Özellikle kullanıcı yoğunluğunun fazla olduğu eğitim yapılarında son yıllarda ısı konforla ilgili teorik ve deneysel olmak üzere birçok çalışma yapılmaktadır. Bu bağlamda eğitim yapılarında farklı sınıf ortamlarının ısı konfor koşullarını sağlayıp sağlamadığı üzerine yapılan araştırmaları incelemek ve bu araştırma yöntemlerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada ısı konfor parametreleri ve standartlar üzerine literatür incelemesi yapılmıştır. Ardından anaokul, ilkokul, ortaokul, lise ve üniversite binaları üzerine ısı konfor araştırması yapılan nesnel ve öznel çalışmalar literatürden seçilerek irdelenmiştir. Örnek binaların bulunduğu iklim koşulları, binalarda kullanılan iklimlendirme sistemleri, ısı konfor modelleri, PMV-PPD indisleri, iç ortam ısı konfor parametrelerine ait değerler çalışmada kullanılacak ana başlıklar olarak belirlenmiş ve her bir örnek için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın eğitim yapıları ve ısı konfor ilişkisi üzerine yapılacak çalışmalara yol göstereceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eğitim yapıları, Isıl konfor, Konfor modelleri, Standartlar, Kullanıcı memnuniyeti

ABSTRACT

Thermal comfort, which can be defined as the satisfaction of people's thermal environment, is a matter of great concern to building designers and users. In educational buildings, students spend most of their time in classrooms, which can be called closed places. The thermal comfort conditions of these classes both affect the students' health, learning quality, perception levels and ability to focus on the lesson, and also affect the working efficiency of teachers. The thermal comfort level in the classes is closely related to indoor temperature, relative humidity, air velocity, internal surface temperatures and to the operating characteristics of the the heating-cooling-ventilation systems used in the building. In recent years, many theoretical and experimental studies about thermal comfort have been carried out in the educational buildings where the density of users is high. In this context, it is aimed to examine the researches about whether different classroom environments provide thermal comfort conditions in educational buildings and to evaluate these research methods comparatively. The study consists of two stages. In the first stage, literature review on thermal comfort parameters and standards was done. Then, the objective and subjective studies in thermal comfort studies made in nursery, elementary, secondary, high school and university buildings were selected from the literature. The climatic conditions of the sample buildings, the air conditioning systems used in the buildings, thermal comfort models, PMV-PPD indices, the values of the indoor thermal comfort parameters were determined as the main titles to be used in the study and evaluated comparatively for each sample. It is predicted that this study will guide the studies about the relationship between educational buildings and thermal comfort.

Key Words: Education buildings, Thermal comfort, Comfort models, Standards, User satisfaction.

1. GİRİŞ

Bina tasarımlarında estetik ve fonksiyonel çözümler kadar önemli olan bir diğer nokta kullanıcı konforudur. Tasarlanan mekan için söz konusu olan kullanıcı konforu, görsel, işitsel ve ısı konfor olmak üzere 3 ana başlıkta değerlendirilmektedir. Çalışma kapsamında ele alınan ısı konforu, insanların buldukları ısı çevreden hoşnut olmaları anlamına gelmektedir. Özellikle her türlü eğitim yapısında öğrencilerin zamanlarının büyük bir çoğunluğunu kapalı mekanlarda (sınıflarda) geçirdikleri gözönünde bulundurulduğunda, ısı konfor koşulları / parametreleri bina tasarımcılarını ve kullanıcılarını yakından ilgilendirmektedir.

Bir mekânı sınırlayan yapı kabuğu dış iklimsel koşullar haricinde iç mekânda bulunan hava ve bu iç ortamdan etkilenen kullanıcı ile ilişkilidir. Bina kabuğuna ait yüzey sıcaklıkları, iç ortamın hava sıcaklığı, bağıl nem oranı ve hava hareketleri iç mekândaki ısı konfor seviyesini doğrudan etkilemektedir [1]. Dolayısıyla sınıfların ısı konfor düzeyi, öğrencilerin öğrenme kalitesini, odaklanma-algılama performanslarını ve öğretmenlerin çalışma verimini de önemli ölçüde etkilemektedir. Sınıfların yaz ve kış dönemlerinde iklimlendirilmesinde kullanılan sistemler, sınıf içinin doğal yolla havalandırılabilmesi, sınıfların dış iklimsel koşullara maruz kalan duvarlarının malzemeleri, yalıtım değeri vs. de sınıf ısı konfor koşullarının belirlenmesinde etkilidir. Sadece eğitim yapılarında değil her türlü yapıda iç mekân ısı konforu sağlanamadığında iklimlendirme sistemleri için tüketilen yakıt miktarı ve dolayısıyla da çevre kirliliği artmaktadır.

Özellikle kullanıcı yoğunluğunun fazla olduğu eğitim yapılarında son yıllarda ısı konfor koşulları ile ilgili teorik ve deneysel olmak üzere birçok çalışma yapılmaktadır. Çalışmalardan bazıları ise ısı konfor düzeyinin sadece fiziksel koşullarla ilişkili değil aynı zamanda insan hislerinin karmaşıklığından ötürü psikolojik bir durum olduğunu da belirtmektedir [2].

2. ISIL KONFOR PARAMETRELERİ

Isıl konfor ile ilgili uluslararası standartlardan olan ASHRAE 55-92R ve EN ISO 7730 ısı konforu, 'kişinin ısı çevresinden memnun olduğu koşullar' olarak tanımlanmaktadır [3,4]. Günümüze dek yapılan ısı konfor araştırmalarının en önemli isimlerinden biri olan Fanger, ısı konforu etkileyen parametreleri, fiziksel ve çevresel parametreler olmak üzere iki ana başlıkta değerlendirmiştir [5].

1. Fiziksel parametreler: Aktivite Seviyesi (Metabolik Oran), Giysi Isıl Direnci
2. Çevresel parametreler: Hava Sıcaklığı, Ortalama Işınım Sıcaklığı, Hava Hızı ve Bağıl Nem

Aktivite seviyesi: Günlük hayatta farkında olmasak da bulunduğumuz ortamdaki herhangi bir aktivitemiz ısı konfor üzerinde etki göstermektedir. İnsan vücudu metabolizması tarafından yayılan toplam ısı, söz konusu kişinin aktivite seviyesine bağlıdır. Aktivite seviyesi genellikle 'met' birimiyle ifade edilir. 1 met dinlenen veya oturan bir insanın metabolizmal ısı üretimine eşittir [4]. (1 met=58,2 W/m²).

Giysi ısı direnci: Üzerimize giydiğimiz giysiler de bulunduğumuz ortamda ısı konforumuzu etkileyen olgulardan biridir. Vücudumuzdan gerçekleşen ısı transferi giyilen giysilerin cinsinden ve dolayısıyla ısı dirençlerinden etkilenir. Giysilerin ısı geçiş direnci 'clo' (clothing) birimi ile ifade edilir. 1 clo=0,155 m² °C/W. Aktivite veya giysi yalıtımı arttıkça ısı konforun sağlandığı ortam sıcaklığı azalmaktadır. Aktivitenin artması durumunda vücudun ürettiği ısı fazlaştığından, giysi yalıtımının artması durumunda ise üretilen ısı kolayca çevreye atılmadığında ortam sıcaklığının azaltılması gerekmektedir [6].

Hava sıcaklığı: Isıl konforu etkileyen en önemli fiziksel parametre hava sıcaklığıdır. Hava sıcaklığı, insanları çevreleyen havanın ortalama sıcaklık değeridir. Bu değer yer ve zamana göre farklılık gösterir [3]. Hava sıcaklığı, insanın çevresiyle konveksiyon (taşınım) yoluyla yaptığı ısı alışverişi miktarını belirleyen en önemli parametredir. İnsan vücudu ile çevresi arasındaki ısı taşınımı, metabolik ısı üretimi sürdüğü müddetçe devam eder. °C ile ifade edilir.

Ortalama ışınım sıcaklığı: Güncel ısı konfor göstergelerinde “Hava Sıcaklığı” yerine “Ortalama Işınım Sıcaklığı'nı” da dikkate alan operatif sıcaklık girdi olarak kullanılır [7]. Ortalama Işınım Sıcaklığı; farklı yüzey sıcaklıkları olan gerçek bir mekânda, iç yüzey sıcaklıklarına bağlı olarak meydana gelen ısı ışınım sıcaklığıdır [3]. °C ile ifade edilir.

Hava hızı: İnsan ve çevre arasındaki ısı alışverişlerini ve dengesini etkileyen faktörlerden birisi de, hava hareketleridir. Hava hızı arttıkça insanın üşümesi artmaktadır. Hava hareketlerinin artması insanın çevresindeki hareketsiz hava tabakasının azalmasına neden olur, bu da üşüme hissini oluşturur. Hava hareketlerinin artması durumunda iç ortamda, rahatsızlık hissi veren esintiler olabilmektedir. Yüksek hava hızları ısı kayıplarının artmasına neden olmakta ve ısı konforu koşullarını olumsuz etkilemektedir. Düşük hava hızlarında ise ortamdaki havanın hareketi azaldığından bireyler için havasızlık söz konusu olmaktadır [8]. Hava hızı, m/sn birimi ile ifade edilir. Szokolay hava hızındaki artışın insan üzerindeki etkilerini aşağıdaki gibi değerlendirmiştir [9].

<0,1 m/sn: havasız
0,2 m/sn : fark edilmeyen
0,5 m/sn : makbul değer
1 m/sn : fark edilen
1,5 m/sn : cereyanlı (hava akımlı)
>1,5 m/sn : rahatsız edici

Bağıl nem: Havadaki gerçek su buharı miktarı ile o sıcaklıkta havanın tutabileceği maksimum su buharı miktarı arasındaki orandır. % olarak ifade edilir. Szokolay' a göre ortalama bağıl nem oranı (% 30 - % 70) insanların ısı konfor durumu üzerine fazla bir etkisi olmayıp kabul edilebilir bir değer aralığıdır. Bağıl nem üzerine yapılan çoğu çalışmada ise %50 bağıl nem oranı konfor durumu için en çok kabul edilen değerdir. Bağıl nem miktarı %75'in üzerine çıktığında yapılarda yoğunlaşma yanında mantar, küf gibi bakterilerin üremesi hızlanır. Düşük bağıl nem ortamlarında ise solunum problemleri başlar [9].

İç mekan ısı konforu etkileyen en önemli parametrelerden biri de yapı kabuğuna ait iç yüzey sıcaklıklarıdır. İç ortamdaki kullanıcı ile kabuğun iç yüzeyi arasında devamlı ısı alışverişi gerçekleşmektedir. Yapı kabuğunun ısı açıdan geçirimsiz olması ile iç yüzey sıcaklıklarının konfor sınırında olması doğru orantılıdır. İç mekan kuru termometre sıcaklığı ile iç yüzey sıcaklıkları farkı < $\pm 3^{\circ}\text{C}$ olduğunda ışımsal sıcaklık noktasında konfor oluşmaktadır [10]. ASHRAE 55 ve ISO 7730 standartlarındaki iç ortam ısı konfor seviyesi için belirlenmiş şartlar ile yapı kabuğu iç yüzey sıcaklıkları da ilişkilendirilmektedir. ASHRAE 55 ve ISO 7730 standartlarında ayrıca 'iç ortam sıcaklığı ile, iç ortamı sınırlandıran yapı kabuğunun iç yüzey sıcaklıklarının ortalaması' olarak tanımlanan "operatif sıcaklık" değeri de önemlidir. Bu standartlarda iç ortamdaki hava hızı da ortam sıcaklığıyla ve iç yüzey sıcaklığıyla ilişkilidir [3,4]. Yaz ve kış mevsimlerinde ısıtma-soğutma dönemleri için ISO 7730'da ısı konforun sağlanmasında gerekli olan ortam şartları önerilmektedir. Bu standartta önerilen ortam şartlarında kişinin hafif ve çoğunlukla oturularak yapılan aktivite seviyesinde olduğu kabul edilmiştir.

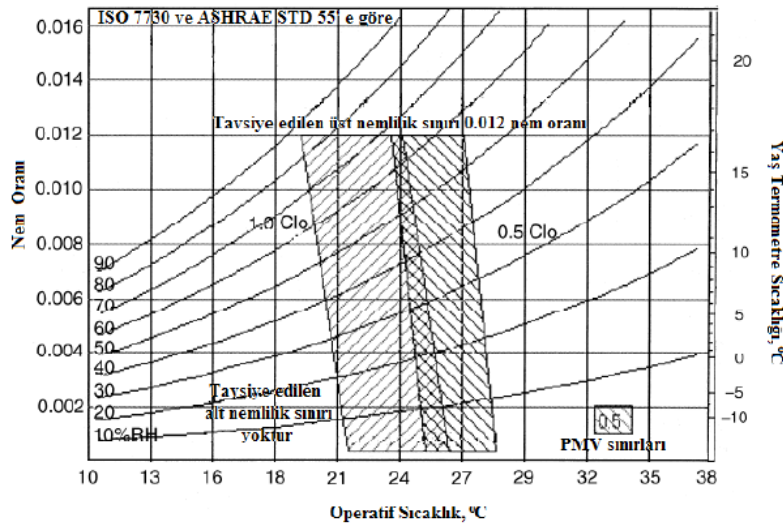
Soğutma dönemi (yaz şartları, giysi 0,5 clo kabul edilmiştir) için;

- Bağıl nem %30 ile %70 aralığında,
- Operatif sıcaklık $24,5^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$,
- Zeminden 0,1 m ve 1,1 m yükseklikler arasındaki düşey hava sıcaklığı farkının 3°C den az olması önerilmektedir.

Isıtma dönemi (kış şartları, giysi 1 clo kabul edilmiştir) için;

- Bağıl nem oranı %30 - %70 aralığında,
- Operatif sıcaklık $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,
- Zeminden 0,1 m ve 1,1 m yükseklikler arasındaki düşey hava sıcaklığı farkının 3°C den az olması önerilmektedir [4,11].

Şekil 1'de ise operatif sıcaklık ile ortamın bağıl nemine bağlı olarak konfor bölgesi görülmektedir.



Şekil 1. Operatif sıcaklık ve ortamın bağıl nemine bağlı olarak konfor bölgesi [3,12].

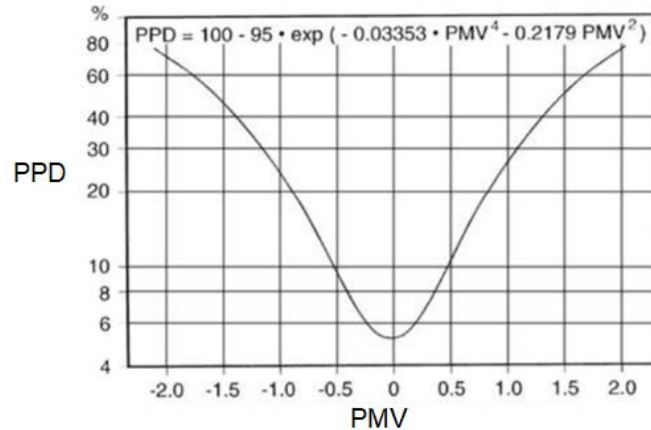
2.1. PMV ve PPD İndisleri

Termal duyarlılık çalışmalarında kullanılan en popüler method Fanger tarafından önerilen PMV indisidir. PMV (Tahmini Ortalama Oy / Predicted Mean Vote) indisi bir ortamın insanlar tarafından konforlu olarak algılanıp algılanmadığı ortalama olarak tahmin edilebilen, 7 noktalı ölçeğe dayalı bir ısı duyumu indisidir [5]. Bu skala aşağıdaki şekilde ifade edilir;

Tablo 1. Termal duyarlılık skalası [3,5].

+3 sıcak	+2 ılık	+1 ılıkça	0 nötr	-1 serince	-2 serin	-3 soğuk
----------	---------	-----------	--------	------------	----------	----------

Isıl konfor parametrelerinde yer alan 2 fiziksel parametre ile 4 çevresel parametrenin etkisini göz önünde bulunduran bir hesaplama ile PMV indisi bulunmaktadır [3,13]. Isıl konforun belirlenmesinde kullanılan bir diğer indis ise PPD (Tahmini Doymusuzluk Yüzdesi / Predicted percentage of dissatisfaction) indisidir. PMV indisine bağlı olarak geliştirilen PPD indisi, serin veya ılık ortamda memnun olmayan, kendini rahatsız hisseden insan sayısının oranını vermektedir [14]. PMV termal duyarlılık skalasına göre ortam nötr (0) olarak çıksa bile memnuniyetsizlik oranı %5 olabilmektedir [15]. PMV ve PPD indislerinin değerlendirilmesinde ASHRAE Standart 55-2013 ve ISO 7730-2005 standartları kullanılmaktadır. Bu indisler haricinde kullanıcı ısı konfor durumunun incelenmesi için AMV (Gerçek Ortalama Oy / Actual Mean Vote) indisi ve APD (Memnuniyetsizliklerin Gerçek Yüzdesi / Actual Percentage of Dissatisfied) indisi kullanılmaktadır. Bu indislerin hesaplanabilmesi için ısı konfor ölçümleriyle aynı zamanda yapılan kullanıcı anket sonuçlarından faydalanılmaktadır [14].



Şekil 2. PMV ve PPD değerleri [3].

Şekil 2 ve Tablo 2’de ASHRAE-55 ve ISO-7730 standartları için genel konfor koşullarında kabul edilebilir ısı çevre PPD ve PMV sınır değerleri verilmektedir.

Tablo 2. Genel konfor koşulları için kabul edilebilir ısı çevre PPD ve PMV sınır değerleri [3,4].

ASHRAE-55	PPD (%)	PMV	Operatif sıcaklık (°C,kış sezonu)
	< 10	-0.5 < PMV < +0.5	20-24
ISO-7730	PPD (%)	PMV	Operatif sıcaklık (°C,kış sezonu)
A	< 6	-0.2 < PMV < +0.2	22±1.0
B	< 10	-0.5 < PMV < +0.5	22±2.0
C	< 15	-0.7 < PMV < +0.7	22±3.0

2.2. Adaptif Isıl Konfor Modeli (ATC/Adaptive Thermal Comfort)

Termal konfor çalışmalarının çoğu özellikle Fanger’ın ısı konfor modeli, doğal havalandırmanın yapılmadığı mekanlarda, insanlar ve çevreleri arasındaki ısı transferinin ve ısı konfor için gereken fizyolojik koşulların değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bina kabuğu, bina kullanıcıları ve ısıtma-soğutma sistemleri (HVAC) arasındaki ısı etkileşim göz önüne alındığında, gerçek binalarda sabit ısı konfor koşulları daha az rastlanan bir durumdur. Dünya genelinde yapılan saha konforu çalışmaları [16,17,18] adaptif yaklaşım olarak adlandırılan modelin, merkezi ısıtma-soğutma sistemi olmayan binalardaki konfor koşullarını daha iyi tanımladığını göstermektedir. Bu konfor modelinde kişisel kontrol ön plandadır. Kullanıcı ortamın sıcaklığını veya hava hızını pencere açarak kontrol edebilir yada giysi durumunu değiştirebilir [19,20].

3. YÖNTEM

Farklı iklim bölgelerinde ve farklı tip eğitim yapılarındaki sınıf ortamlarının ısı konfor koşulları üzerine yapılan araştırmaları incelemek ve bu araştırma yöntemlerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Çalışmada ilk olarak ısı konfor parametreleri ve standartlar üzerine literatür incelemesi yapılarak genel bilgiler verilmektedir. Ardından anaokul, ilkököl, ortaokul, lise ve üniversite binaları üzerine ısı konfor araştırması yapılan nesnel ve öznel çalışmalar literatürden seçilerek irdelenmiştir. Çalışmada çoğunluğu yurt dışında yapılan son 10 yıldaki araştırmalar incelenmiş ve aralarından 20 örnek seçilmiştir. Örnek binaların bulunduğu ülkeler ve bu ülkelere ait iklim koşulları, binalarda kullanılan iklimlendirme sistemleri, çalışmada tercih edilen ısı konfor modelleri, PMV-PPD indisleri, ölçüm ve anket bilgileri, iç ortam ısı konfor parametrelerine ait bazı değerler çalışmada kullanılacak ana başlıklar olarak belirlenmiş ve her bir örnek için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışma kapsamında farklı tipteki eğitim yapıları için yapılan ısı konfor araştırmaları incelenmiştir. Literatüre girmiş 20 adet örnek çalışmaya ait bulgular tablolar halinde sunulmuştur. Tablo 3’de incelenen çalışmaların genel içerikleri verilmiştir.

Tablo 3. Çalışma içerikleri

Örnek Çalışmaların İçerikleri	
Ç1 [21]	Çalışmada Southhampton'da 1894, 1929, 1978 ve 2013 yıllarında farklı tekniklerle inşa edilen 4 okulda çocuklar için düzeltilmiş konfor kriterleri kullanılarak binanın termal performansı incelenmiştir.
Ç2 [22]	Çalışmada ikisi Malezya'da biri Japonya'da olmak üzere üç üniversitenin klimalarının soğutma ve kapatıldığı durumda öğrencilerin konfor sıcaklıklarını ve adaptif davranışları tespit edilmeye çalışılmıştır.
Ç3 [23]	Çalışmada Eindhoven Üniversite'sinde öğrencilerin iç-dış mekan geçişleri sonrası termal algılarını ve bina değerlendirmelerini tespit etmek amacıyla farklı sıcaklık ortamları oluşturularak anket ve ölçüm yapılmıştır.
Ç4 [24]	Çalışmada Romanya'da üniversite binasında kış aylarında anket ve ölçüm çalışmaları yapılmış olup simülasyon çalışmasıyla termal konforu kabul edilebilir tutup enerji tasarrufu optimize edilmeye çalışılmıştır.
Ç5 [25]	Çalışmada Çin'in Hangzhou kentinde eğitim gören 19-21 yaş arası öğrencilerin sınıf termal çevresi algısını ölçmek amaçlanmıştır.
Ç6 [26]	Çalışmada Çin'in Xi'an bölgesinde ısınma öncesi geçiş döneminde doğal havalandırmalı üniversite sınıflarındaki termal konfor değerleri incelenmiştir.
Ç7 [14]	Çalışmada eğitim binasında ısıtma ve soğutma dönemleri için algılanan ve hesaplanan ısı konfor koşullarını karşılaştırmak amaçlanmıştır.
Ç8 [27]	Çalışmada sınıfların iç mekan termal koşullarını belirlemek ve bu alanlardaki oturanların termal algılarını, ısı tercihi ve ısı kabul edilebilirliği karşılaştırmak amaçlanmıştır.
Ç9 [28]	Çalışmada doğal havalandırmalı ve merkezi ısıtmalı bir üniversite binasında sınıfların ısı konfor düzeyini değerlendirmek amaçlanmıştır.
Ç10 [29]	Çalışmada Kahire'deki bir devlet ilkokulunun yıllık termal performansı, yazılım modellemesi ve sayısal simülasyonlar kullanarak incelenmiştir.
Ç11 [30]	Çalışmada Hollanda'da üç farklı okulda klimalı olmayan sınıflarda çocukların gerçek termal hissi ve kıyafet yalıtımı tespit edilmeye çalışılmıştır.
Ç12 [31]	Çalışmada Avustralya'da farklı seviyelerdeki okullar için tercih edilen sıcaklıkları, nötr sıcaklıkları ve kabul edilebilir sıcaklık aralıklarını ampirik olarak belirlemek ve bunları yetişkin popülasyonlarından gelen bulgular ile karşılaştırmak amaçlanmaktadır.
Ç13 [32]	Çalışma İngiltere'de doğal olarak havalandırılmış bir ilkokul binasında yapılan termal konfor anketleri ve iç mekan çevresel değişkenlerinin eşzamanlı ölçümlerini içermektedir.
Ç14 [33]	Çalışma, tropikal Makassar kentindeki ortaöğretim ve liselerde öğrencilerin termal konfor seviyelerini analiz etmeyi amaçlanmaktadır.
Ç15 [34]	Tahran'da yaz mevsiminde termal performans analizi için ortaokul binasında ölçüm ve anket yapılmış, gereksinimleri ve pasif tasarım stratejilerine dayanarak termal performans değerlendirmek ve geliştirmek için simülasyon çalışmaları yapılması amaçlanmıştır.
Ç16 [35]	Çalışmada çocuklar ve yetişkinler arasında ısıtma mevsiminde termal duyumdaki farkların kış mevsiminde de geçerli olup olmadığını araştırılmıştır.
Ç17 [36]	Çalışmada İtalya'da bir lise binasının termal konfor seviyesi araştırılırken değerlendirme yaklaşımları, ölçümler ve anketlerin kıyaslaması yapıp herbirinin güçlü-zayıf yönlerinin ortaya koyulması hedeflenmiştir.
Ç18 [37]	Çalışmada çocuklar için yeni bir termal konfor, clo, ve metabolizma verisi sağlamak amacıyla 10 farklı anaokulunda ölçümler yapılmıştır.
Ç19 [38]	Çalışmada çocukların algısal fikirlerini EN ISO Standartlarıyla karşılaştırmak ve bu bağlamda anket ve ölçümler yapmak amaçlanmaktadır.
Ç20 [39]	Çalışmada 4-5 yaş arası çocukların termal ortamlarının değerlendirilmesinde kullanılan oyun şeklinde bir yöntem test edilmiştir.

Çalışma kapsamında farklı ülkelerde yer alan eğitim yapılarına ait bir çok çalışma incelenmiş olup bu yapılara ait veriler Tablo 4'de yer almaktadır. İncelenen çalışmaların 3'ü anaokulu binasında, 5'i ilkokul binasında, 4'ü ortaokul binasında, 3'ü lise binasında ve 7'si üniversite binasında yapılmıştır. Çalışmaların hemen hemen hepsinde yöntem olarak ölçüm ve anket tekniği kullanılmıştır. 3 çalışmada ise bu yöntemlere ek olarak simülasyon programlarının da (Energyplus, Designbuilder) kullanıldığı görülmüştür. Örnekler 2010 yılı ve sonrasında yapılan çalışmaları içermektedir. Örnek çalışmaların bazıları tek bir okulda inceleme yaparken bazıları ise 10 okulda incelemelerde bulunmuşlardır. İncelenen sınıf sayısı ise okul sayısına bağlı olarak değişmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Çalışmada yer alan okullara ait bilgiler

	Çalışma yılı	Ülke	Okul tipi	Çalışmada incelenen toplam okul sayısı	Çalışmada incelenen toplam sınıf sayısı	Çalışma yöntemi
Ç1 [21]	2011-15	İngiltere	İlkokul	4	43	Anket-Ölçüm
Ç2 [22]	2013	Malezya ve Japonya	Üniversite	2	24	Anket-Ölçüm
Ç3 [23]	2016	Hollanda	Üniversite	1	1	Anket-Ölçüm
Ç4 [24]	2015	Romanya	Üniversite	1	1	Anket-Ölçüm Simülasyon
Ç5 [25]	2017	Çin	Üniversite	3	6	Anket-Ölçüm
Ç6 [26]	2018	Çin	Üniversite	4	7	Anket-Ölçüm
Ç7 [14]	2017	Türkiye	Üniversite	1	1	Anket-Ölçüm
Ç8 [27]	2018	Nijerya	İlkokul	2	2	Anket-Ölçüm
Ç9 [28]	2016	Türkiye	Üniversite	1	3	Anket-Ölçüm
Ç10 [29]	2016	Mısır	İlkokul	1	1	Ölçüm Simülasyon
Ç11 [30]	2010	Hollanda	İlkokul	3	3	Anket-Ölçüm
Ç12 [31]	2013	Avusturya	Ortaokul Lise	9	9	Anket-Ölçüm
Ç13 [32]	2011	İngiltere	İlkokul	1	8	Anket-Ölçüm
Ç14 [33]	2017	Endonezya	Ortaokul Lise	8	48	Anket-Ölçüm
Ç15 [34]	2010	İran	Ortaokul	1	6	Anket-Ölçüm Simülasyon
Ç16 [35]	2015	İsveç	Ortaokul	3	5	Anket-Ölçüm
Ç17 [36]	2015	İtalya	Lise	1	2	Anket-Ölçüm
Ç18 [37]	2013	Kore	Anaokulu	10	10	Anket-Ölçüm
Ç19 [38]	2012	İtalya	Anaokulu	1	2	Anket-Ölçüm
Ç20 [39]	2013	Kolombiya	Anaokulu	2	2	Anket-Ölçüm

Farklı tipteki eğitim binalarının değerlendirilmesinin yapıldığı çalışmaların hemen hemen hepsinde ısı konfor seviyesini belirlemek amacıyla deneysel ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlere ait teknik bilgiler Tablo 5'de yer almaktadır. Çalışmaların çoğunda met değeri 1.0 ile 1.2 aralığında alınmıştır. Ölçüm alınan konum ise oturan bir insan yüksekliği baz alınarak çalışmaların büyük bir çoğunluğunda 1-1.1 m arasında değişmektedir. Ancak bazı çalışmalarda 0.6 m ile 2-2.5 m gibi ölçüm yükseklikleri de yer almaktadır: Ölçüm süreleri ve ölçüm günleri için çalışmalarda fazla bir benzerlik bulunmamaktadır.

Tablo 5. Örnek çalışmalarındaki ölçümlere ait bilgiler

	Ölçüm saatleri	Ölçüm günleri	Ölçüm süresi	Ölçüm aleti	Konum	Met değeri
Ç1 [21]	8.00-16.00	Hafta içi	5 dakika aralıklarla	Madgetech 2.04 miniature	-	-
Ç2 [22]	Sabah ve akşam	-	90 dakika	Thermorecorder, Hot-wire anemometer VelociCalc9565	1.1 m	1.2
Ç3 [23]	8.00-20.00 20.00- 8.00	Haftaiçi	Tüm gün	ICMS Termometre	1.1 m	1.0
Ç4 [24]	10.00-12.00	-	Ders saati	ComfortSense device	1.50 m	1.4
Ç5 [25]	8.00-18.00 Tüm gün	1 Hafta boyunca	Tüm gün	T-type thermocouple	1.1 m	1.0
Ç6 [26]	Sabahtan akşama kadar	2 hafta	Gün içi	SWEMA03 SWEMA05	1.1 m	1.2
Ç7 [14]	Toplam 8 ölçüm	Isıtma ve soğutma dönemlerinde	45 dakika	TESTO Termo Anemometre	1.1 m	1.0
Ç8 [27]	7.30-14.30	Hafta içi	1 saat	Tinytag Ultra 2	0.6 m	1.2
Ç9 [28]	10.30-12.30-14.30	Hafta içi	45 dakika	TESTO 480	1.1 m	1.2
Ç10 [29]	8.30-14.30	Hafta içi	10 dakika aralıklarla	Elitech temperture–humidity data logger	0.65 m	0.75
Ç11 [30]	Sabah ve öğleden sonra	Toplam 24 gün	6 dakika aralıklarla	-	0.60 m	-
Ç12 [31]	-	-	15 dakika aralıklarla	Vaisala INTERCAP Humidity and Temperature Probe	2-2.5 m	1.2-3.0
Ç13 [32]	-	12 gün	30 dakika	Testo 400	1.1 m	1.2
Ç14 [33]	8.30-15.30	Her okul için 1 gün	Tüm gün	Black Globe Radiant temperature, Psychrometer Sensor, Hot wire anemometer, HOBO Temp/RH logger, HOBO Temp/RH/Light/External, Hot wire anemometer	1 m	1.2
Ç15 [34]	7.00-21.00	1 hafta	-	HOBO data loggers	-	1.5
Ç16 [35]	-	Haftaiçi	45 dakika	DeltaOhm HD32.3	1.1 m	1.2
Ç17 [36]	Ders saatinde	2 gün	30 dakika	INNOVA 1221	1.1 m	1.2
Ç18 [37]	10.00-13.00-16.00	Her okul için farklı günlerde	30 dakika	TESTO 480	1.1 m	0,96-2,64
Ç19 [38]	8.30-3.40	2 gün	Tüm gün	-	1.6 m	1.0-1.2-1.6
Ç20 [39]	Sabah	Haftaiçi	-	Termometre	1.1 m	1.0

Anaokulundan üniversite binasına kadar farklı tipteki ve farklı iklim bölgelerindeki eğitim binalarında yapılan çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların çoğunda PMV konfor indisi, bazılarında da ATC konfor indisi dikkate alındığı görülmektedir. Okul tiplerine bağlı olarak öğrenci sayılarının ve yaş aralıklarının farklılık gösterdiği gözlemlenen çalışmalarda anket ölçeği olarak büyük çoğunlukla Ashrae 7'li ısıl duyum ölçeği kullanılmıştır. Ayrıca çalışmalarda incelenen okulların iklimlendirilmesinde okulların bulunduğu iklim bölgesine bağlı olarak hem doğal hem de yapay havalandırma sistemlerinin kullanıldığı görülmektedir (Tablo 6).

Tablo 6. Örnek çalışmalarındaki anket bilgileri

	Öğrenci sayısı	Yaş aralığı	Anket ölçeği	Konfor indisleri	İklim bölgesi	Havalandırma tipi
Ç1 [21]	2784	-	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	ATC	Ilıman okyanusal iklim	Doğal hav.
Ç2 [22]	1415	20-23	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	ATC	Tropikal, Nemli Subtropikal	Klima
Ç3 [23]	384	18-20	Dersin 10.,20. ve 45. dakikalarında anlık anket	-	-	Klima
Ç4 [24]	93	24-54	10.15 – 11.15 – 12.00 anket Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	PMV	-	Doğal hav.
Ç5 [25]	384	19-21	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	PMV	Yazın sıcak Kışın soğuk	Doğal hav.
Ç6 [26]	992	20	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	PMV ATC	-	Doğal hav.
Ç7 [14]	314	-	Fanger 7'li ısı duyum ölçeği	PMV	Akdeniz	Merkezi ısıtma ve soğutma, fan-coil
Ç8 [27]	134	7-11	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	ATC	Sıcak nemli	Doğal hav.
Ç9 [28]	-	18-24	Fanger 7'li ısı duyum ölçeği	PMV	Karasal	Merkezi ısıtma ve Doğal hav.
Ç10 [29]	-	-	-	PMV	Sıcak-Yarı kurak	Doğal hav.
Ç11 [30]	-	9-11	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	PMV ATC	-	Doğal hav.
Ç12 [31]	2850	10-18	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	PMV ATC	Sıcak ılıman	Doğal hav., klima
Ç13 [32]	230	7-11	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	PMV	Ilıman iklim	Doğal hav.
Ç14 [33]	1594	11-18	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	PMV	Tropikal	Doğal hav.
Ç15 [34]	126	-	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	-	Sıcak- Kurak	Doğal hav.
Ç16 [35]	124	8-11	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	PMV	-	-
Ç17 [36]	90	-	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	PMV	Kışın ılıman Yazın sıcak nemli	Yazın doğal hav., kışın kalorifer
Ç18 [37]	119	4-6	ISO 7'li ısı duyum ölçeği	PMV	-	Havalandırma sistemleri kapalı
Ç19 [38]	78	4-5	Çocuklar için özel tasarlanmış resimli anket	PMV	-	-
Ç20 [39]	-	4-5	Ashrae 7'li ısı duyum ölçeği	-	-	-

SONUÇ

Örnek çalışmaların karşılaştırılması olarak incelendiği araştırma sonucunda ileride eğitim yapıları ve ısı konfor ilişkisi üzerine yapılacak çalışmalarda gözönünde bulundurulması gereken bazı noktalar tespit edilmiştir. Bu değerlendirmeler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Araştırma sonucunda literatürdeki çoğu çalışmanın yöntemlerini net bir şekilde belirtmediği görülmektedir. Araştırma yöntemlerinin tam olarak işlenmemesi sağlıklı bir şekilde sayısal karşılaştırma yapmayı engellemektedir. Ayrıca termal konfor araştırmalarında ölçümün önemli bir yere sahip olduğu vurgulanmıştır. Ancak çoğu çalışmada daha geniş çaplı bir araştırmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.
- Anket ile ölçümü karşılaştıran çalışmalarda, kişinin o anki algısının mevsim geneli algısını yansıtamayacağına değinilmiştir. Doğru sonuçlar için özel odalar oluşturulup yıl boyunca belirli bir zaman diliminde ölçüm yapılması önerilmiştir.
- Araştırma sırasında en çok çalışmanın üniversite ve ilkokul binalarında yapıldığı gözlemlenmiştir. Anaokulu çalışmalarının daha az sayıda olmasında 3-6 yaş grubundaki çocukların okuma yazma bilmemesi ile iklim ve sıcaklık kavramları ile yaşayabileceği zorlukların etkisi olduğu düşünülmektedir.
- Anket çalışmalarında anaokulu anketleri dışında genellikle aynı tip sorular gözlenmiştir. Anaokulu anketleri çocukların okuma yazma bilmemesi sebebiyle özel bir çalışma gerektirmektedir. Anaokulu çocukları için yapılan çalışmalarda çocukların kendilerini rahat hissetmesi için öğretmenleri gibi tanıdıkları biriyle çalışmanın yürütülmesi önerilmektedir.
- Çocuklar yetişkinlere göre daha yüksek termal duyum göstermektedir. Bunun sebebi bir çok çalışmada daha yüksek aktivite (metabolizma) oranına sahip olmaları yönünde yorumlanmıştır.
- Kız öğrencilerin erkek öğrencilerden daha yüksek clo değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir.
- Teli [32], çalışmasında 1890 yılı ile 2013 yılları arasında yapılmış farklı malzeme kullanılarak inşaa edilen okullardan daha eski tarihli olanın yaz aylarında daha iyi performans sergilediğini tespit etmiştir. Ancak eski binaların kış ayları için yalıtıma ihtiyaç duyduğuna değinilmiştir.
- Dış mekan iç mekan geçişlerinde öğrencilerin yaklaşık 20 dakika sonra sınıf koşullarına adapte olduğu tespit edilmiştir. Bu geçiş sürecinde geldikleri ortamın etkisi sürmektedir [23].
- Sıcak iklim bölgelerinde yapılan çalışmalarda iç ortam koşullarındaki ısının düşürülmesi yerine hava hızını arttırmanın enerji tüketimi ve kullanıcı memnuniyeti açısından daha etkili sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır. Hava hızını arttırmak doğal havalandırmalı binalarda memnuniyeti arttırmak için en etkili yöntemlerden biri olarak gösterilmiştir [25].
- Nem oranının çok yüksek olmadığı sürece tropik iklimlerde termal konfor algısına etki etmediği anlaşılmaktadır.
- Araştırmaların genel kanısı PMV ve PPD değerlerinin çoğunlukla öğrencilerin algılarını yansıtmadığı yönündedir. Çalışmalarda AMV değerleri de genelde PMV değerlerinden yüksek çıkmaktadır.
- Cam kenarında oturan öğrencilerin iç kısımda oturan öğrencilere göre ısıtma döneminde buldukları ortamı daha serin, soğutma döneminde ise daha sıcak algıladığı düşünülmektedir. Daha çeşitli iç ve dış termal ortamlara maruz kalan öğrenci grubu daha yüksek derecede ısı adaptasyon göstermektedir.
- Öğrencilerin genel olarak algılanan rahatlığı her zaman termal durumlarıyla ilişkili değildir, bazıları sıcak hissedebilir, ancak kendilerini rahat hissettiklerini ifade eder. Yorgunluk hisleri, ortalama sıcaklık hissi, CO₂ veya günün saati ile zayıf bir korelasyona ve sınıfın çalışma sıcaklığıyla biraz daha güçlü bir korelasyona sahiptir.
- Çalışmalar farklı iklim bölgelerinde yaşayan öğrencilerin termal rahatlığını sağlamak için alternatif pasif ısıtma/soğutma stratejilerini veya enerji verimli ısıtma/soğutma sistemlerini sınıf içi çalışmalara entegre etmenin önemini göstermektedir.

Eğitim yapılarında ısı konfor ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde özellikle ülkemizde anaokulu yaş grubuyla ilgili çalışmaların oldukça az olduğu, daha çok üniversite öğrencileri üzerinde çalışmalar yapıldığı dikkat çekmektedir. Anaokulu yaş grubu için ileride yapılacak çalışmalarda diğer yaş gruplarında kullanılan yöntemler yerine farklı yöntemler geliştirilerek (küçük çocukların psikolojik durumları ile konfor algısı arasındaki ilişki değerlendirilmesi vb.) karşılaştırılmalı olarak değerlendirilebilir. Ayrıca ülkemizde farklı iklim bölgelerinde yer alan, HVAC sistemlerinin devamlı kullanılmadığı, doğal havalandırmalı mekanlardaki ısı konfor değerlendirmeleri için PMV modeli yerine daha çok adaptif ısı konfor modelinin (ATC) kullanıldığı çalışmaların sayısı artırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] ŞEREFHANOĞLU, M., “Soğuk Hava Koşullarında Yapıların Dış Duvar İç Yüzey Sıcaklıklarının Belirlenmesi, Isısal Konfor Yönünden Değerlendirilmesi”, Y.Ü. Basımevi, İstanbul, 1983.
- [2] PARSONS, K., “Human Thermal Environments, The Effects of Hot Moderate and Cold Environments On Human Health, Comfort and Performance”, Third Edition, CRC Press, Taylor&Francis Group, 257-268s., 2002.
- [3] ASHRAE Standard 55-2004, “Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy”, 2004.
- [4] ISO 7730, “Ergonomics Of The Thermal Environment-Assessment of The Influence of The Thermal Environment Using Subjective Judgment Scales”, International Organisation For Standardisation, Geneva, Switzerland, 2005.
- [5] FANGER, P.O., “Thermal Comfort Analysis and Applications in Environmental Engineering”, Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.
- [6] KAYNAKLI, Ö., AKDENİZ, R., “Isıl Konfor İçin Gerekli Vücut Sıcaklıkları ve Ortam Şartları”, G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 16(2), 327-338, 2003.
- [7] ÖZDENİZ, M. B., NUMAN, İ., HANÇER, P., “Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetinde Çatıların Isıl Davranışları”, TÜBİTAK Proje No: INTAG-237, 2002.
- [8] YİĞİT A, HORUZ İ., “Hava Hızı Ve Hareketlerinin Isıl Konfor Şartlarına Etkisi”, 10. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Bildiriler Kitabı, Ankara, 603-612, 1995.
- [9] SZOKOLAY, S. V., “Introduction to Architectural Science”, Elsevier, Great Britain, 2004.
- [10] ZORER, G., G., “Hazır Dış Duvar Elemanlarının Isısal Konfor Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi”, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi 23-24-25 Mart, Eskişehir, 2001.
- [11] ATMACA, İ., YİĞİT, A., “Isıl Konfor İle İlgili Mevcut Standartlar ve Konfor Parametrelerinin Çeşitli Modeller İle İncelenmesi”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Bildiriler Kitabı, İzmir, 543-555 s. 2009.
- [12] ATMACA, İ., KOÇAK, S., “İşletmelerde Farklı Metabolik Aktivite Düzeylerinde Çalışanlar İçin Isıl Konfor Bölgelerinin Tespiti”, Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 638, s. 26-32, 2013.
- [13] HO, S. H., vd., “Thermal Comfort Enhancement by Using a Ceiling Fan”, Applied Thermal Engineering, 29(8-9), 1648-1656, 2009.
- [14] ÇALIŞ, G., vd., “Bir Eğitim Binasında Isıl Konfor Koşullarının Analizi: İzmir’de Bir Alan Çalışması”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi 22;2, 93-106, 2017.
- [15] GUAN, Y., vd., “Literature Review of the Advances in Thermal Comfort Modeling”, ASHRAE Transactions, 3(109), 908-916. 2003.
- [16] DE DEAR, R. J. and BRAGER, G. S., “Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference”, ASHRAE Transactions, cilt 104, no. 1A, pp. 145-167, 1998.
- [17] BRAGER, G. S. and DE DEAR, R. J. “Thermal Adaptation in The Built Environment: A Literature Review,” Energy and Building, cilt 17, pp. 83-96, 1998.
- [18] HUMPHREYS, M. A., NICOL, J. F., and RAJA, I. A., “Field Studies of Indoor Thermal Comfort and The Progress of The Adaptive Approach”, Advances in Building Energy Research, 1(1), 55-88, 2007.
- [19] YILDIRIM, N., KUZGUNKAYA, E. ve AKKURT, G. G., “Isıl Konfor Sıcaklıklarına Bağlı Olarak Bir Konutun Enerji Performansının Değerlendirmesi: İzmir Örneği”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2), s. 786, 2018.
- [20] DAMIATI, S. A., ZAKI, S. A. and RIJA, H. B., “Field Study on Adaptive Thermal Comfort in Office Buildings in Malaysia, Indonesia, Singapore, and Japan During Hot and Humid Season,” Building and Environment, cilt 109, pp. 208-220, 2016.
- [21] TELİ, D. vd., “Thermal Performance Evaluation of School Buildings using a Children-Based Adaptive Comfort Model”, Procedia Environmental Sciences 38, 844 – 851, 2017.
- [22] ZAKİ, S. A. vd., “Adaptive Thermal Comfort in University Classrooms in Malaysia and Japan”, Building and Environment 122, 294-306, 2017.
- [23] MİSHRA, A.K. vd., “Analysing Thermal Comfort Perception of Students Through The Class Hour, During Heating Season, in a University Classrom”, Building and Environment 125, 464-474, 2017.
- [24] UDREA, I, vd., “Experimental And Theoretical Thermal Comfort Analyses In Higher Education Buildings In Bucharest”, U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 77, Iss. 2, 145-156, 2015.
- [25] SHEN, J., KOJIMA, S., “Investigation of Classroom Thermal Environment and Occupant Thermal Comfort in Hangzhou, China”, International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering, Vol. 10, 40-48, 2017.

- [26] YANG, X., vd., “Study on Thermal Comfort for University Classrooms in Pre-Heating Season in Xi'an”, 5th International High Performance Buildings Conference at Purdue, July9-12, 2018.
- [27] CC, MUNONYE, Y, Jİ, “Adaptive Thermal Comfort Evaluation of Typical Public Primary School Classrooms in Imo Stata, Nigeria”, African Journal of Environmental Research 1;1, 11-24, 2018.
- [28] MIHLAYANLAR E., vd., “Yükseköğretim Yapılarında Isıl Konfor Şartlarının Araştırılması: Mimarlık Fakültesi Örneği”, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 21, Sayı 3, 917-927, 2017.
- [29] HAMMAD, H. vd., “Investigating The Thermal Comfort Conditions In An Existing School Building In Egypt”, Journal of Engineering Sciences Assiut University Faculty of Engineering, 45;3, 344-359, 2017.
- [30] TER MORS, S. vd., “Adaptive Thermal Comfort in Primary School Classrooms: Creating and Validating PMV-based Comfort Charts”, Building and Environment, 46;12, 2454-2461, 2011.
- [31] DE DEAR, R. vd., “Adaptive thermal comfort in Australian school classrooms”, Building Research & Information, 43;3, 383-398.
- [32] TELİ, D. vd., “Field Study on Thermal Comfort in a UK Primary School”, Proceedings of 7th Windsor Conference: The Changing Context of Comfort in an Unpredictable World Cumberland Lodge, Windsor, UK, 12-15 April 2012.
- [33] HAMZAH, B. vd., “Thermal Comfort Analyses of Secondary School Students in the Tropics”, Buildings, 8;56, 1-19, 2018.
- [34] ZAHİRİ, S., ALTAN, H., “The Effect of Passive Design Strategies on Thermal Performance of Female Secondary School Buildings During Warm Season in a Hot and Dry Climate”, Frontiers in Built Environment, 2;3, 1-15, 2016.
- [35] TELİ, D. vd., “Winter Thermal Comfort and Indoor Air Quality in Swedish Grade School Classrooms, as Assessed by The Children”, Proceedings of The 14th International Conference of Indoor Air Quality and Climate Ghent, Belgium July 3-8, 2016.
- [36] PİSTORE, L. vd., “Evaluation of the Indoor Thermal Quality in High Schools Buildings: Strengths and Limits of Different Assessment Methods”, CLIMA 2016 - Proceedings of The 12th REHVA World Congress, 2016.
- [37] YUN, H., vd., “A Field Study of Thermal Comfort for Kindergarten Children in Korea: An Assessment of Existing Models and Preferences of Children”, Building and Environment, 75, 182-189, 2014.
- [38] FABBRİ, K., “Thermal Comfort Evaluation In Kindergarten: PMV and PPD Measurement Through Datalogger and Questionnaire”, Building and Environment, 68, 202-214, 2013.
- [39] VASQUEZ, N.G., vd, “Testing a Method to Assess the Thermal Sensation and Preference of Children in Kindergartens”, 30th International Plea Conference, 16-18 December, CEPT University, Ahmedabad, 2014.

ÖZGEÇMİŞ

Esra LAKOT ALEMDAĞ

1982 yılı Trabzon doğumludur. 2004 yılında KTÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 2007 yılında Yüksek Mimar ve 2013 yılında Doktor ünvanını almıştır. 2005-2013 yılları arasında aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2015-2019 yılları arasında Avrasya Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi olarak görev yapmıştır. 2019 yılından beri Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nde Dr. Öğr. Üyesi olarak görev yapmaktadır. Sürdürülebilir ve ekolojik mimarlık, enerji etkin tasarım, aktif-pasif güneş enerji sistemleri, güneş kontrolü ve ısı konfor gibi konularda çalışmaktadır.

Çağla SAYITOĞLU TAŞ

1988 yılı Trabzon doğumludur. 2012 yılında Yeditepe Üniversitesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. Avrasya Üniversitesi Mimarlık ve Yapılı Çevre Anabilim dalında Yüksek Lisans yapmaktadır. 2018 yılından beri Avrasya Üniversitesi Mimarlık Bölümünde misafir öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Sürdürülebilir mimarlık, ısı konfor, enerji etkin tasarım konularında çalışmaktadır.