



**Bu bir MMO  
yayıdır**

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

## **SPOR SALONLARINDA ISIL KONFOR İÇ HAVA KALİTESİ VE AYDINLATMA**

**ÖZGÜN KORUKÇU**  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ



# SPOR SALONLARINDA ISIL KONFOR İÇ HAVA KALİTESİ VE AYDINLATMA

Özgün KORUKÇU

## ÖZET

Bu çalışmada, spor salonlarındaki iç ortam koşullarının ısı konforu, iç hava kalitesi ve aydınlatma gibi parametreler üzerine yapılmış çalışmalar incelenerek bu alanda bir derleme yapılmıştır. Değişik spor aktiviteleri için tasarlanan ve inşa edilen salonlarda değişik iç ortam koşullarına gereksinim duyulmaktadır. Bir spor salonu içerisindeki ortamın yalnızca sporcular için değil etkinliği izleyen seyirciler için de konforlu olması sağlanmalıdır. Çalışma kapsamında kapalı yüzme havuzları, tenis kortları, buz pateni-hokeyi salonları, basketbol salonları gibi değişik spor salonları için yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Ayrıca spor salonları için belirlenmiş ısı konfor standartları arasındaki farklılıklar tanıtılmıştır. Çalışmanın ülkemizde yapım aşamasında ve tasarım durumunda olan spor salonlarının iç ortam koşullarının belirlenmesi için bir yol haritası olması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Spor salonları, ısı konforu, iç hava kalitesi, aydınlatma

## ABSTRACT

In this study, studies regarding indoor environmental conditions inside sport halls such as thermal comfort, indoor air quality and lighting parameters were investigated and a review was made. Different indoor conditions are needed for sport halls which are designed and built for different sport activities. Indoor conditions should be not only comfortable for athletes but it should also be acceptable by the audience. In the study, researches which are made for different sport halls such as indoor swimming pools, tennis courts, ice skating-hockey halls and basketball halls were investigated. Differences between thermal comfort standards regarding sport halls were also compared. The study is aimed to be a road map for determining indoor conditions for sport halls that are under construction and design process in our country.

**Key Words:** Sport halls, thermal comfort, indoor air quality, lightning

## 1. GİRİŞ

Spor çağlarından beri insanoğlunun yaşamında yer alan ayrılmaz bir unsurdur. Bireyler sağlıklı olmak, bağımsızlık sistemini güçlendirmek ve daha düzgün bir dış görünüme sahip olmak için değişik spor aktiviteleri yapmaktadır. Sağlık uzmanları günde 0.5-1 saat aralığında yapılacak egzersiz ya da spor aktivitesinin bireye faydalı olacağını belirtmişlerdir. Spor aktiviteleri ya da karşılaşmaları dış ortamda yapılacağı gibi iç ortamda da yapılmaktadır. İç ortamda yapılan spor aktivitelerinde iç ortam koşullarının hem sporcu hem de izleyici sağlığı açısından uygun olması gerekmektedir. Ofis, çalışma ortamları ve ameliyathane gibi hacimlerin iç ortam koşulları üzerine literatürde birçok çalışma olmasına karşın aynı konuda spor salonları gibi büyük hacimler için çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Büyük spor salonlarındaki iç ortam koşulları hacim içerisinde sporcular ile birlikte çok sayıda kişinin bulunmasından dolayı birçok kirlenmeye sebep olmaktadır.

Bu bildiriye kapalı yüzme havuzları, tenis kortları, buz pateni-hokeyi salonları, basketbol salonları gibi değişik spor aktiviteleri yapılan salonların iç hava kalitesi, aydınlatma durumları ve ısı konfor koşulları için yapılan çalışmalar incelenerek bir derleme sunulmuştur. Çalışmada Finlandiya, Rusya ve A.B.D. için belirlenmiş konfor koşulları standartları da kısaca tanıtılarak aralarındaki farklılıklara değinilmiştir.

## 2. SPOR SALONLARINDA İÇ HAVA KALİTESİ

İç ortamda bulunan kirleticilerin insan sağlığı üzerinde olan etkileri araştırılarak iç hava kalitesinin geliştirilmesi konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar içerisinde daha çok yapı içerisinde yer alan yapı malzemeleri, mobilya ve döşemeler ile ısıtıcılardan kaynaklanan NO, NO<sub>2</sub>, Uçucu Organik Bileşikler (VOC), benzen toluen ve üç xylene izomeri (BTX) ile Partikül Madde (PM) konsantrasyonları ölçümleri incelenmiştir [1]. Bazı çalışmalar ise iç hava/dış hava (I/O) içerisinde yer alan kirletici konsantrasyonlarının oranı üzerinde yoğunlaşmışlardır [2]. Bu çalışmalarda ise iç/dış hava oranı kirleticinin doğası, binanın karakteristiği, dış ortamdaki hava kirliliği ve meteorolojik koşullara göre değişebilir.

Atina'da iki farklı spor salonu için yapılan iç hava kalitesi ölçümlerinde spor yapılan bölgede ve seyircilerin bulunduğu bölgedeki iki yükseklik için eş zamanlı olacak biçimde O<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> ölçümleri yapılmıştır [3]. Çalışmada aynı zamanda seyircilerin bulunduğu bölge ve dış ortamdaki BTX, CH<sub>4</sub> ve PM<sub>10</sub> değerleri de ölçülmüştür. Dış ortamdaki hava kirliliğinin de iki salondaki iç hava kalitesini doğrudan etkilediği belirlenmiştir. Salonlarda bulunan havalandırma tipi, etkin rüzgar yönlerinin farklı olması ve içeride yapılan spor aktivitesine göre iç hava kalitesinde değişiklikler gözlenmiştir.

Prag'da şehir merkezi, banliyö ve kırsal kesimde yer alan üç ilkokulun spor salonunda yapılan PM<sub>2,5</sub> ve PM<sub>10</sub> ölçümlerinde aynı zamanda aktivite düzeyi, aktiviteye katılan çocuk sayısı ve yapılan aktivitenin süresi de kaydedilmiştir [4]. Salonlar içerisinde iç hava kalitesinin düşmesine en etken olan unsurun aktivitede bulunan çocuk sayısı olduğu, dış ortamdaki PM değerlerinin çok etkili ve tutarlı olmadığı belirlenmiştir. Elektron mikroskopu ile yapılan analizlerde ise salonlardaki tozun kaynağının birçok inorganik parçanın yanı sıra, değişik tipteki fiberler ve deri pullarının olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak okul salonlarında yer alan iç havanın oldukça yüksek konsantrasyonda partikül içerdiği ve kısa sürede olsa öğrencilerin bu havayı teneffüs etmek zorunda kaldıkları belirlenmiştir.

Finlandiya'da 69 buz pistinde bir hafta boyunca ölçülen NO<sub>2</sub> emisyonları değerlendirilmiştir [5]. Ölçülen NO<sub>2</sub> emisyon değerlerinin ana kaynağının propan, benzin ya da elektrikle çalışan buz yenileme makinesi olduğu belirlenmiştir. İç ortam/dış ortam NO<sub>2</sub> emisyon oranlarına bakıldığında ise buz yenileme makinesinin enerji kaynağı ile buz pistinin bulunduğu salonun hacminin en etkili faktörler olduğu istatistiksel olarak gözlemlenmiştir.

Finlandiya'da 793 genç buz hokeyi oyuncusu üzerinde yapılan bir çalışmada ise CO zehirlenmesi, NO<sub>2</sub> emisyonu ve risk içeren buz pistleri araştırılmıştır [6]. Oyuncularda antrenman sırasında ya da sonrasında burun iltihabı ve öksürme görülmüş ve bunun üzerine elektrikli buz yenileme makineleri sayısı %9'dan %27'ye, propan kullanan buz yenileme makinelerinin kontrol sistemlerinin yenilenmesinde ise %13'den %87'ye varan iyileştirmeler yapılmıştır. Yetersiz havalandırmanın da kontrol edildiği ve altı sene süren bu çalışmada Finlandiya'da yer alan 125 buz pistinin yönetmeliklerde tavsiye edilen kriterlere uymadığı belirlenmiştir.

İspanya'nın León kentinde yer alan iki farklı spor salonu için yapılan çalışmada CO, CO<sub>2</sub> ve Toplam Uçucu Organik Bileşikler (TVOC) ile NO<sub>2</sub> ve karbonil bileşenler de ölçülmüştür [7]. Salonlarda kabul edilebilir iç hava kalitesi için gerekli olan minimum havalandırma miktarı belirlenmiştir. Salonlardaki temizlik çalışmalarının uçucu organik bileşikler üzerinde etkisi olduğu ve organik bileşenlerden akrolein konsantrasyonunun kabul edilebilir limitlerin üzerinde olduğu bulunmuştur. Formaldehitin ise kabul edilebilir limitlerin altında ölçüldüğü belirtilmiştir. Büyük salonda yer alan tırmanma duvarı için tırmanış sırasında kullanılan tırmanma tozunun ana kirletici olduğu ortaya çıkmıştır.

### 3. SPOR SALONLARINDA ISIL KONFOR

Spor salonlarında iç hava kalitesi kadar önemli olan başka bir unsur da iç ortamın ısı koşullarının sporcu ve seyirciler açısından kabul edilebilir olmasıdır. Isıl konfor konusundaki çalışmalar deneysel ve Sayısal Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Simülasyonları (CFD) üzerine yapılmaktadır. Bir ortamın ısı konforunu etkileyen birçok parametre vardır ve bunlar; hava hızı, havanın bağıl nemi, havanın sıcaklığı, ortalama ışınım sıcaklığı, bireylerin giydikleri kıyafetler ve bireylerin yapmış oldukları metabolik aktivite. Hava hızı, sıcaklığı, bağıl nemi ve ortalama ışınım sıcaklığı bireylerden bağımsız parametreler olup kontrol edilebilmeleri ya da ölçülebilmeleri göreceli olarak daha kolaydır. Ancak bireye bağlı etkenlerden kıyafet ya da metabolik aktivite oldukça değişkenlik gösterebilir. Ortamdaki ısı koşullarına ve bireyin yaşamaya alışkın olduğu coğrafi koşullar ile hatta o an içerisinde bulunduğu psikolojik duruma göre birey kıyafetlerinde anlık değişikliğe ( Kazak çıkarma, gömlek kolu kıvrırma) ya da yaptığı metabolik aktiviteyi azaltmaya gidebilir.

Literatürde özellikle çalışma ortamlarında, ofislerde ya da otomobillerde ısı konfor konusunda birçok çalışma yapılmasına karşın spor salonları gibi büyük hacimler için çok az çalışma bulunmaktadır. Finlandiya'da üç farklı spor salonu için (hava kubbesi, spor salonu ve fitness salonu) yapılan bir çalışmada [8] Finlandiya'daki ısı konfor için geliştirilmiş standartlar ile Rusya, A.B.D. ve Avrupa Birliği'nde kullanılan standartlar karşılaştırılmıştır. Finlandiya'da binaların tasarımı için 2003'de geliştirilen standartın D2 bölümü kullanılmaktadır. Bu standartlara göre spor salonlarında kabul edilebilir iç ortam koşulları Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Finlandiya'da spor salonları için kabul edilebilir ısı konfor koşulları [9].

Spor Salonu Tipi	Parametre			
	Hava Sıcaklığı (°C)	CO <sub>2</sub> Düzeyi (ppm)	Hava Hızı (m/s)	Basınç (kPa)
Kubbe Tipi	18	≤1200	≤0.3	101.3
Spor Salonu	18	≤1200	≤0.3	101.3
Fitness Salonu	18	≤1200	≤0.25	101.3

Rusya'da geliştirilen Rus İnşaat Kanunları ve Yönetmeliklerinin (SNIP) bir alt bölümü olan SNIP 31-112-2004 yönetmeliğine göre spor salonlarında kabul edilebilir iç ortam koşulları Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Rusya'da spor salonları için kabul edilebilir ısı konfor koşulları [10].

Spor Salonu	Parametre				
	Hava Sıcaklığı (°C)	Bağıl Nem (%)	CO <sub>2</sub> Düzeyi (ppm)	Hava Hızı (m/s)	Basınç (kPa)
	17-19	30-45	-	≤0.2	-

A.B.D'de ise ASHRAE 55-2004 standartlarında yer alan "Yaşam Alanları İçin Isıl Çevresel Şartlar" bölümüne göre kabul edilebilir iç ortam koşulları tanımlanmıştır. Standartlarda ayrıca Tahmini Ortalama Oy (PMV) ve Isıl Memnuniyetsizlik (PPD) indisleri de tanıtılmıştır [11].

Avrupa Birliği'nde ise EN ISO 7730 ısı konfor koşulları için kabul edilen bir standarttır ve ASHRAE 55-2004 standardına oldukça benzer olmasına karşın yerel konforsuzluk (PD) ve cereyan (DR) değerleri de standartlara eklenmiştir. EN ISO 7730 standartlarına göre belirlenmiş ısı konfor koşulları Tablo 3'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Avrupa Birliği'nde iç ortam için kabul edilebilir ısı konfor koşulları [12].

Kategori	Bütün Vücuda Göre Isıl Durum		Yerel Konforsuzluk			
	PPD (%)	PMV	DR (%)	PD (%)		
				Dikey Sıc. Farkı	Sıcak ya da Soğuk Taban	Radyant Asimetri
A	<6	-0.2<PMV<0.2	<10	<3	<10	<5
B	<10	-0.5<PMV<0.5	<20	<5	<10	<5
C	<15	-0.7<PMV<0.7	<30	<10	<15	<10

Araştırılan dört standart karşılaştırılmış ve Tablo 4'de tek bir tablo haline getirilmiştir.

**Tablo 4.** İç hava koşulları için araştırılan standartların birleştirilmiş hali [8].

Parametre						
Hava Sıcaklığı (°C)	Bağıl Nem (%)	CO <sub>2</sub> Düzeyi (ppm)	Hava Hızı (m/s)	Basınç (kPa)	PPD (%)	PMV
18±0.5	32.0±5.0	≤350	≤0.14	101.3	<6	-0.2<PMV<0.2

Standartlar doğrultusunda yapılan çalışmada hava kubbesindeki PPD oranı %22,1 bulunurken, çok amaçlı spor salonunda bu değer %40,3 ve fitness salonunda ise %56,3 değerinde bulunmuştur.

İtalya'da Roma'da yer alan bir fitness salonu ve yüzme havuzu için yapılan çalışmada anketler ve ölçümlerden yola çıkılarak sporcuların PMV ve Isıl His Değerleri (TSV) hesaplanmıştır. Dört gün boyunca yapılan anketler ve ölçümler sonucunda yüzme havuzunun PMV indeksi 1.2 bulunurken fitness salonu için aynı değer 0.5 olarak hesaplanmıştır [13].

Avustralya'nın Victoria şehrinde yer alan çok amaçlı bir spor salonu için yapılan ölçümler ve Sayısal Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) simülasyonlarına göre salonun bulunduğu coğrafi koşullardan kaynaklanan ve yaz mevsiminin sonlarına doğru salonun yüksek miktarda ısı kazancı olmasından dolayı yüksek düzeylerde ısı konforsuzluk olduğu ortaya çıkmıştır. Salonun soğutucu akışkan kullanılarak soğutma yapılan bir sistemden iç hava kalitesinde düşüklüğe neden olduğundan doğal havalandırma ile soğutma yapılması yönünde bir sonuç elde edilmiştir [14].

#### 4. SPOR SALONLARINDA AYDINLATMA

Aydınlatma insanların iç ortamdaki nesnelere ayırd etme ve belirli işleri yapabilmeleri için çok önemli bir etkidir. Yapay aydınlatma kadar doğal aydınlatmanın da kullanılması gerekmektedir. Bunun için de binanın tasarım aşamasında iken önlemler alınmalıdır. Günümüzde günışığının yapay aydınlatmadan daha çok tercih edildiği yapılar tasarlanabilmektedir. Günışığından yararlanmak aynı zamanda yapay aydınlatma için harcanan elektrik enerjisi miktarının da azalmasını sağlamaktadır.

Spor salonlarında yapılan aktivitenin daha sağlıklı yapılabilmesi için her aktiviteye göre belirlenmiş aydınlatma kalitesi geliştirilmiştir. Salondaki minimum aydınlatma aktivite tipine ve düzeyine göre değişiklik göstermektedir. Tablo 5'de değişik aktiviteler için gerekli minimum aydınlatma düzeyleri gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Aktivite tipleri ve düzeylerine göre sağlanması gereken minimum aydınlatma değerleri [15].

<b>Eğlence amaçlı oyunlar</b>	300 lux
<b>Antreman</b>	400 lux
<b>Klüp-yerel maçlar</b>	500 lux
<b>Televizyonda yayınlanan maçlar</b>	1000 lux

Spor salonlarının birçoğu eğlence amaçlı oyunlar, antreman ve klüp-yerel maçlar için kullanılmaktadır. Televizyon yayını vb. amaçlar için kullanılan salonlarda Tablo 5'e göre daha çok aydınlatma ve dolayısı ile enerji gereksinimi duyulmaktadır. İyi bir aydınlatma sistemi yapay ve doğal aydınlatmanın optimum biçimdeki bir kombinasyonu ile oluşturulur. Tabi bunun için işe binanın tasarım aşamasında iken bazı kararları almakla başlanmalıdır. Cam tasarımı ve yerleşimi, binanın kullanım amacı, bakımın nasıl yapılacağı ve idare edileceği, aktivite sahalarının yerleşim planı ve sahalar arasındaki boşluklar, zeminin rengi ve lamba seçimi gibi etkenlerin binanın tasarım aşamasında iken net bir biçimde kararlaştırılmalıdır.

Salonların çoğu enerjisinin %11'ini aydınlatmaya harcamaktadır. Harcanan bu enerji doğru stratejiler ile azaltılabilir. Güneş ışığından yararlanılacak salonda coğrafi koşulları, binanın konumu, camlardan gelecek ısı kazancı gibi etkenlerin detaylı bir şekilde hesaplanması gerekir. Ortalama bir spor salonu bu etkenleri göz önüne alırsa aydınlatmadan kaynaklı enerji harcamasını %30 oranında azaltabilir.

Optimum cam yerleşiminde cam alanının %20'sinin kuzey yönüne doğru ve salonun taban alanının %9'u kadar olması gerektiği belirtilmiştir.

Salon içerisinde yer alan yüzey renkleri şu şekilde olmalıdır [15]:

- Yüksekliği 3 m'nin altında olan duvarların yeşil ve mavi olması önerilmektedir.
- Yüksekliği 3 m'den yukarıda olan duvarların rengi daha açık renkte beyaz olması önerilmektedir, ancak hareket eden beyaz cisimlerin görülmesinde sorun yaşanabilir.
- Taban duvarlar ile zıt renkte olmalıdır. Kayın ağacından parke ve mat vernik genelde önerilen parke türüdür.
- Tavan ışığın kırılmasına engel olmayacak şekilde olmalı, genelde beyaz tavan en az şikayet edilen renktedir.

Salon içerisindeki bireylerin gözlerinin kamaşmaması gereklidir. Aydınlatma kaynaklarını direk değil dolaylı şekilde yönlendirmek, duvarları aydınlatmak, aydınlatma kaynaklarını saklamak, ışığı mümkün olduğunca iyi bir şekilde ortama yaymak ve ortamı canlı kılacak renkler seçilerek göz kamaşması engellenebilir.

Salon içerisindeki duvarların yansımaya katsayısı ışığın dağılmasını doğrudan etkilemektedir. Yüzeyle göre tavsiye edilen yansımaya katsayıları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Yüzeyle göre tavsiye edilen yansımaya katsayıları [15]

<b>Duvarlar</b>	0.3-0.5
<b>Siyah perdeler, ekranlar</b>	0.2
<b>Tavan</b>	0.6-0.9
<b>Taban</b>	0.2-0.4

Ortalama güneş ışığı faktörü ( $DF_{ort}$ ) güneş ışığından yararlanma ve binanın tasarımı için oldukça kullanışlı bir bağıttır. İç ortamın parlaklığının güneş ışığı altında ne kadar olacağını tahmin etmeye yarar. İçerideki bir noktanın dış ortamda herhangi bir engel olmadan alacağı güneş ışığına göre yüzdesel oranını vermektedir. Güneş ışığı faktörünün ortalama %2,5 ve üzerindeki değerleri eğlence ve kulüp düzeyindeki aktiviteler için aydınlatma için yeterli olacaktır. Ortalama güneş ışığı faktörü hesaplanması için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.



$$DF_{ort} = \frac{WT\theta}{A(1-R^4)} \quad (1)$$

Günlüğü ortalama faktörü bağıntısında yer alan parametreler şu şekilde tanımlanabilir:

*W*: Toplam cam alanı (m<sup>2</sup>)

*T*: Camın geçirgenliği

*θ*: Camın merkezinden gökyüzünü görebilme açısı (°)

*A*: Toplam yüzey alanı (Duvarlar, tavan, taban ve camlar) (m<sup>2</sup>)

*R*: Ortalama yansıtma katsayısı

## SONUÇ

Bu bildiride spor salonları için yapılmış olan iç hava kalitesi, ısı konfor çalışmaları ile aydınlatma konuları için yapılmış çalışmalar ve standartlar incelenmiştir. Özellikle iç hava kalitesi ve ısı konfor konusunda sınırlı da olsa çalışmalar bulunmasına karşın aydınlatma konusunda yalnızca standartlar tanıtılmıştır. Daha sağlıklı ve stresten uzak bir yaşam sürdürebilmemiz için spor hayatımızda bir hobi olarak değil yaşam biçimi olarak benimsememiz gerekmektedir. Spor yapılan alanların daha sağlıklı ve konforlu olması için geliştirilmiş herhangi bir standart yoktur, bu bildirinin ülkemizde de yapılacak ya da yapılmış olan spor salonlarındaki iç ortam koşullarının iyileştirmesinde yararlı olacağı öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] CHAO CHRISTOPHER, Y.H., CHAN GEORGE, Y. "Quantification of indoor VOCs in twenty mechanically ventilated buildings in Hong Kong", Atmospheric Environment 2001,35(34):5895–913, 2013.
- [2] BLONDEAU, P., IORDACHE, V., POUPARD, O., GENIN, D., ALLARD, F., "Relationship between outdoor and indoor air quality in eight French schools", Indoor Air, 15(1):2–122005.
- [3] STATHOPOLOU, O.I., ASSIMAKAPOULOS, V.D., FLOCAS, H.D., HELMIS, C.G., "An Experimental Study of Air Quality Inside Large Athletic Halls", Building and Environment (43), 834-848, 2008.
- [4] BRANIS, M., SAFRANEK, J., "Characterization of Coarse Particulate Matter in Schoolgyms", Environmental Research (111), 485-491, 2011.
- [5] PENNANEN, A.S., VAHTERISTO, M., SALONEN, R.O., "Contribution of Technical and Operational Factors to Nitrogen Dioxide Concentration in Indoor Ice Arenas", Environment International, Vol.24-4, 381-388, 1998.
- [6] SALONEN, R.O., PENNANEN, A.S., VAHTERISTO, M., KORKEILA, P., ALM, S., RANDELL, J.T., "Health risk assessment of indoor air pollution in Finnish ice arenas", Environment International, Vol.34, 51-57, 2008.
- [7] ALVES, C.A., CALVO, A.I., CASTRO, A., FRAILE, R., EVTYUGINA, M., BATE-EPEY, E.F., "Indoor Air Quality in Two University Sports Facilities", Aerosol and Air Quality Research, 13, 1723-1730, 2013.
- [8] OLEG, V., "Indoor Climate in Air-Supported Structure", Bachelor's Thesis, Mikkeli University of Applied Sciences, 101, 2014.
- [9] ANONİM, "The National Building Code of Finland part D2. "Indoor climate and ventilation of building". The Ministry of the Environment. Helsinki. 2003.





- [10] ANONİM, The National Building Regulation of Russia. SNIP 31-112-2004. “Physical Training and Sports Halls”. Moscow. 2004.
- [11] ANONİM, ASHRAE Standard 55-2004. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. NE, Atlanta. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 2004.
- [12] ANONİM, Standard EN ISO 7730. “Ergonomics of the thermal environment. Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria”. Brussels, Belgium. European committee for standardization. 2005
- [13] REVEL, G.M., ARNESANO, M., “Perception of the Thermal Environment in Sports Facilities Through Subjective Approach”, Building and Environment, 77, 12-19, 2004.
- [14] RAJAGOPALAN, P., LUTHER, M.B, “Thermal and Ventilation Performance of a Naturally Ventilated Sports Hall within an Aquatic Centre”, Energy and Buildings, 58,111-122, 2008.
- [15] ANONİM, “Understanding Daylight of Sport Halls”, Sportscotland, 2012.

## ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Ankara’da doğdu. 2002 yılında Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü’nü bitirmiştir. 2004 yılında aynı bölüme araştırma görevlisi olarak görevine başlamıştır. 2005 yılında Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden yüksek lisans ve 2010 yılında ise doktor unvanlarını almıştır. 2011-2012 yılları arasında YÖK bursu ile Danimarka Teknik Üniversitesi Rüzgar Enerjisi Bölümü’nde doktora sonrası çalışmalarını tamamlamıştır. Korukçu, 2014 yılından itibaren Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü’nde yardımcı doçent unvanı ile görevine devam etmektedir.

