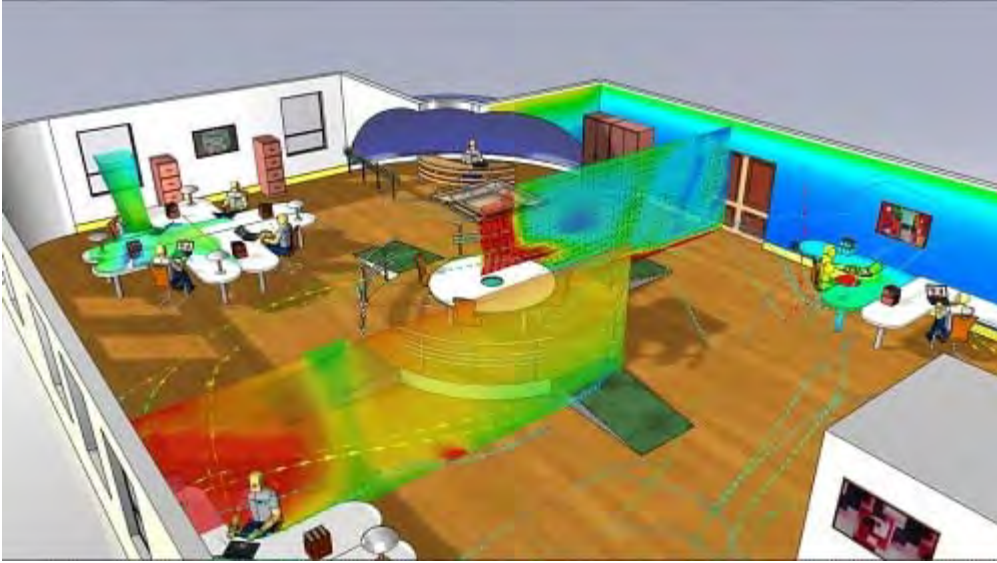


## **Spor Salonlarında İç Hava Kalitesi ve Isıl Konfor**

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. Bazı çalışmalar ise iç hava/dış hava (I/O) içerisinde yer alan kirletici konsantrasyonlarının oranı üzerinde yoğunlaşmışlardır. 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. 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. 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 mikroskobu 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. 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. Oyunculara 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 Léon 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. 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 kirlenici olduğu ortaya çıkmıştır.

### **Spor Salonlarında Isıl 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 koşullara 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 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*

Spor Salonu Tipi	Parametre			
	Hava Sıcaklığı (C)	HCO <sub>2</sub> Düzeyi (ppm)	HHava Hızı (m/s)	HBasınç (kPa)
Kubbe Tipi	H18	H≤1200	H≤0.3	H101.3
Spor Salonu	H18	H≤1200	H≤0.3	H101.3
Fitness Salonu	H18	H≤1200	H≤0.25	H101.3

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.*

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 İartlar” bölümüne göre kabul edilebilir iç ortam koşulları tanımlanmıştır. Standartlarda ayrıca Tahmini Ortalama Oy (PMV) ve Isıl Memnuniyetsizlik (PPD) indisleri de tanıtılmıştır.

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.*

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.*

Parametre						
Hava Sıcaklığı(C)	Bağıl Nem (%)	CO2 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.

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.