

TERMAL KONFOR REHBERİ

KAVRAMLARLA TERMAL KONFOR ÖLÇÜMLERİ



Yayınlayan
Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Şube Müdürlüğü
EKİM 2025

Yazarlar:

Dr. Özkan Kaan **KARADAĞ**

Dr. Aşkın **KOÇ**

Azad **YETKİN**

Münir **DERVİŞOĞLU**

Onur **TAŞKINOĞLU**

Mutlu **AYGÜN**

Editör:

İsmail Macit **ZEKİ**

Grafik Tasarım:

Melih **SERGEK**

Önsöz

Günümüz çalışma hayatında iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının önemi giderek artmaktadır. Çalışanların yalnızca güvenli bir ortamda bulunmaları değil, aynı zamanda fiziksel ve psikolojik olarak rahat ve verimli olmaları da iş verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından çalışanlar için büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, termal konfor, çalışma ortamlarının tasarımı ve yönetiminde kritik bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Termal konfor; çalışma ortamlarındaki sıcaklık, nem, hava hareketi ve radyan ısı gibi etmenlerin dengelenmesiyle sağlanan rahatlık durumunu ifade eder. Uygun termal konfor şartlarının oluşturulması, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesine yardımcı olurken, çalışanların motivasyonunu ve performansını da olumlu yönde etkiler.

Bu rehber, termal konforun temel prensiplerinden başlayarak ölçüm yöntemleri, değerlendirme kriterleri ve iyileştirme tekniklerine kadar geniş bir kapsamda hazırlanmıştır. İşverenler, iş güvenliği uzmanları, mühendisler ve tüm saha çalışanları için pratik ve bilimsel bilgilerin bir arada sunulduğu bu çalışmanın, çalışma ortamlarının iyileştirilmesinde önemli bir kaynak olacağına inanıyoruz.

Bu rehberin hazırlanmasında emeği geçen tüm paydaşlara teşekkür eder, konforlu ve güvenli çalışma ortamlarının oluşturulmasına katkı sağlamasını dileriz.

1. GİRİŞ	1
2. TERMAL KONFOR	3
2.1. Termal Konfor Nedir?	3
2.2. Termal Konforu Etkileyen Faktörler Nelerdir?.....	3
2.2.1. Çevresel Faktörler	3
2.2.2. Kişisel Faktörler.....	3
2.3. Çevresel Faktörler.....	4
2.3.1. Sıcaklık Etkisi	4
2.3.2. Havadaki Nem Oranı Etkisi	4
2.3.3. Hava Akım Hızının Etkileri.....	4
2.3.4. Radyant Isının Etkileri.....	4
2.4. Kişisel Faktörler.....	4
2.4.1. Metabolik Etki.....	4
2.4.2. Kıyafet Etkisi	5
3. TERMAL KONFOR ÖLÇÜMÜ İLGİLİ MEVZUAT	7
3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı	7
3.1.1. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu.....	7
3.1.2. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği	7
3.1.3. Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği	7
3.1.4. İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik	7
3.2. Termal Konfor Ölçümü Standartları.....	7
4. TERMAL KONFOR ÖLÇÜMÜ	9
4.1. Termal Konfor Ölçümünü Kim Yapar?	9
4.2. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Termal Konfor Ölçümü Nerelerde Yapılır?	9
4.3. Termal Konfor Ölçümünün Yapıldığı Yerler	9
4.4. Ölçüm Nasıl Yapılır?.....	10
5. TERMAL KONFOR ÖLÇÜM RAPORUNDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR	13
5.1. Raporun Genel Formatı.....	13
5.2. İlgili Mevzuatlar	13
5.3. Ölçüm Yöntemi ve Kullanılan Cihazlar	13
5.3.1. Ölçüm Koşulları ve Yapılan Değerlendirmeler	15
5.3.2. Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirme	15
5.3.3. Termal Konfor Sonuçlarının Yorumlanması.....	16
5.3.4. Termal Konfor Problemleri.....	16
5.4. Öneriler ve İyileştirme Çalışmaları	16
5.4.1. Isıtma ve Soğutma Sistemleri.....	16
5.4.2. Çalışanların Kıyafet Düzenlemeleri	16
5.4.3. Molaların Düzenlenmesi.....	16
5.4.4. Nem Kontrolü	16
5.4.5. Alınacak Önlemlerin Belirlenmesi.....	17
6. SONUÇ	18
7. KAYNAKLAR	19

1. GİRİŞ

Günümüzde çalışan sağlığı ve verimliliği, yalnızca iş güvenliği önlemleriyle değil, aynı zamanda konfor koşullarının iyileştirilmesiyle de doğrudan ilişkilidir. Bu kapsamda termal konfor, çalışma ortamlarının insan fizyolojisine ve psikolojisine uygun hale getirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Ortam sıcaklığı, nem, hava hızı ve radyant sıcaklık gibi faktörlerin dengeli bir şekilde sağlanması, hem çalışan memnuniyetini hem de üretkenliği artırmaktadır.

Bu rehber, termal konfor kavramını temel bileşenleriyle ele alarak; ölçüm yöntemlerinden standartlara, değerlendirme kriterlerinden iyileştirme önerilerine kadar geniş bir çerçevede yol göstermeyi amaçlamaktadır. Özellikle kapalı çalışma alanlarında termal konforun izlenmesi ve optimize edilmesi, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir.

İşverenler, İSG profesyonelleri, mühendisler ve saha çalışanları için hazırlanan bu rehber; bilimsel temellere dayalı, uygulanabilir ve güncel bilgiler sunarak, konforlu ve güvenli çalışma ortamlarının oluşturulmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

TERMAL KONFOR

2. TERMAL KONFOR

2.1. Termal Konfor Nedir?

Termal konfor, bir bireyin bulunduğu ortamın sıcaklık koşullarından memnun olduğu, ne üşüme ne de terleme gibi rahatsızlık hissettiği ideal bir durumu ifade eder. Bu kavram, hem fizyolojik hem de psikolojik olarak değerlendirilir [1]. Genel olarak bir iş yerinde çalışanların büyük çoğunluğunun sıcaklık, nem, hava akımı gibi iklim koşulları açısından gerek bedensel gerekse zihinsel faaliyetlerini sürdürürken belli bir rahatlık içinde bulunmalarını ifade eder.



Şekil 1. Termal Konfor Görsel

2.2. Termal Konforu Etkileyen Faktörler Nelerdir?

Termal konfor, çevresel ve kişisel faktörlerin etkisiyle bireyden bireye farklılık gösterebilir. Aynı ortamda bulunan kişilerden bazıları kendini rahat hissederken, bazıları üşüyebilir veya terleyebilir. Bu nedenle, termal konfor değerlendirilirken sadece ortam koşulları değil, bireysel faktörler de dikkate alınmalıdır [2].

2.2.1. Çevresel Faktörler

- Hava sıcaklığı
- Havanın nem yoğunluğu
- Hava akım hızı
- Radyant ısı

2.2.2. Kişisel Faktörler

- Metabolik Etki
- Kıyafet Etkisi

2.3. Çevresel Faktörler

2.3.1. Sıcaklık Etkisi

İş ortamının sıcaklığı, çalışanların sağlığı ve verimliliği üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Aşırı sıcaklık koşulları, çalışanların performansını düşürmekte ve sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Örneğin, yüksek sıcaklıklar baş ağrısı, bıkınlık, sinirlilik ve hatalı işlere sebebiyet verebilirken, düşük sıcaklıklar algılama ve reaksiyon süresini azaltarak ellerin becerisini olumsuz etkileyebilir [3].

2.3.2. Havadaki Nem Oranı Etkisi

Havadaki nem oranı, kapalı ve açık alanlardaki termal konforu etkileyen önemli bir faktördür. Nem, mutlak ve bağıl nem kavramlarıyla ifade edilir. Mutlak nem, belirli bir hacimdeki hava içerisinde bulunan su buharı miktarını ifade ederken, bağıl nem ise buhar miktarının havadaki maksimum taşıma kapasitesine oranıdır. Çalışma ortamlarında bağıl nem oranının %30 ile %80 arasında olması önerilmektedir. Bağıl nemin bu aralığın altına düşmesi durumunda hissedilen sıcaklık azalır ve kişi üşüyebilir. Bunun aksine, bağıl nemin aşırı yüksek olması, hissedilen sıcaklığı artırarak çalışanların bunalmalarına ve aşırı terlemelerine yol açabilir. Her iki durumda da çalışanların verimliliği olumsuz etkilenir [4].

2.3.3. Hava Akım Hızının Etkileri

Çalışma ortamındaki termal konforun sağlanmasında hava akım hızı önemli bir faktördür. Uygun hava akım hızı, termal konforun yanı sıra zararlı gaz ve tozların ortamdaki uzaklaştırılmasına da katkı sağlar. Hava akım hızı, vücut ile çevre arasındaki ısı alışverişini doğrudan etkilediğinden dikkatlice ayarlanmalıdır. Genel olarak, hava akım hızının saniyede 0,12 ile 0,24 metre arasında olması önerilir. Daha yüksek hava akım hızları rahatsız edici esintilere neden olabilir ve çalışanların üşümesine yol açabilir. Bu durumda, çalışanlar havalandırma sistemini kapatmayı tercih edebilir, bu da iç ortam hava kalitesinin düşmesine neden olabilir [8].

2.3.4. Radyant Isının Etkileri

İş yerlerinde, işin gereği sıcak yüzeyler bulunabilir ve bu yüzeylerden ısı radyasyonu yayılabilir. Isı yayılımı elektromanyetik bir enerji olduğundan, radyant ısı bir yüzeye çarpmadıkça ısı oluşmaz. Bu nedenle, iç hava akımları radyant ısıyı doğrudan etkilemez. Ancak ortamda hava akımının bulunması, çalışana bir miktar rahatlık sağlayabilir. Termal radyasyondan korunmanın en etkili yolu, çalışan ile ısı kaynağı arasında ısı geçirmeyen bir perde yerleştirmektir. Ancak kullanılan perde yeterli yalıtım sağlamıyorsa, gelen radyant ısıyı emerek yeni bir ısı kaynağına dönüşebilir. Bu durumun önüne geçmek için uygun malzemeler tercih edilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır [5].

2.4.2 Kişisel Faktörler

2.4.1. Metabolik Etki

Çalışanların gerçekleştirdikleri aktiviteler metabolik orana ve vücut ısısına etki etmektedir. Bu etkiler kişilere göre farklılıklar göstermektedir. Ancak ortalama olarak vücut yüzeylerine göre hesaplanan değerler kullanılmaktadır. Sıcak ortamlara maruz kalan insanlar tarafından gerçekleştirilen aktivite türü ve seviyesi, kullanılan enerjiyi (metabolik

oranı) ve dolayısıyla vücut tarafından üretilen ısıyı belirler. Metabolik oran vücut yüzey alanı başına Watt cinsinden etki eden büyüklüktür. Dinlenme durumunda metabolik oran 40 W/m^2 , ayakta durma esnasında yaklaşık 70 W/m^2 , maksimum çalışma metabolik oranı ise 500 W/m^2 'dir. Metabolik oranlar kişilerin çalışmalarına göre genel olarak belirlenmiş tablolardan seçilir [6].

2.4.2. Kıyafet Etkisi

Termal konforu etkileyen faktörler arasında hava sıcaklığı, nem, hava akım hızı ve radyant ısı gibi çevresel etmenlerin yanı sıra, çalışanların giydiği kıyafetler ve metabolik hızları gibi kişisel etmenler de bulunmaktadır. Özellikle kıyafetler, vücut ile çevre arasındaki ısı ve nem alışverişini doğrudan etkileyerek termal konfor üzerinde belirleyici bir rol oynar. Bu nedenle, çalışanların giydiği kıyafetlerin, çalışma ortamının termal koşullarına uygun yalıtım özelliklerine sahip olması gerekmektedir. Ayrıca, termal konfor değerlendirmelerinde, çalışanların kıyafet özellikleri standart tablolar kullanılarak hesaplamalara dâhil edilmelidir [7].



Şekil 2. Termal Konfor Sıcaklık Etkisi Görsel

TERMAL KONFOR ÖLÇÜMÜ İLE İLGİLİ MEVZUAT

3. TERMAL KONFOR ÖLÇÜMÜ İLGİLİ MEVZUAT

Türkiye’de termal konfor, iş sağlığı ve güvenliği, yapı yönetmelikleri ve enerji verimliliği kapsamında çeşitli mevzuatlar düzenlenmiştir. Çalışanların sağlıklı ve verimli bir ortamda çalışmasını sağlamak amacıyla 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve ilgili yönetmelikler, termal konfor şartlarını belirler. Ayrıca, yapı ve enerji mevzuatları da binalarda uygun termal ortam sağlanmasını hedefler.

3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı

3.1.1. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu

Bu kanun, işverenlere çalışma ortamını güvenli ve sağlıklı hale getirme yükümlülüğü getirir. Termal konfor da bu kapsamda değerlendirilir.

3.1.2. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği

Risk değerlendirmesi kapsamında çalışma ortamındaki sıcaklık, nem ve hava akımı gibi faktörler analiz edilmelidir. Aşırı sıcak veya soğuk gibi fiziksel riskler tespit edilerek gerekli önlemler alınmalıdır. Çalışanların sağlığını korumak için havalandırma, yalıtım ve uygun koruyucu donanımlar sağlanmalıdır.

3.1.3. Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği

Yapı işlerinde çalışanların aşırı sıcak, soğuk ve rüzgârdan korunması için uygun çalışma ortamı sağlanmalıdır. Dinlenme ve barınma alanlarında yeterli havalandırma ve sıcaklık düzenlemesi yapılmalıdır. İşveren, çalışanlara hava koşullarına uygun kişisel koruyucu donanımlar temin etmekte yükümlüdür.

3.1.4. İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik

İş yerlerinde termal konfor ölçümlerinin nasıl yapılacağını belirler. Sıcaklık, nem, hava hızı ve radyant ısı ölçümlerinin yetkilendirilmiş laboratuvarlar tarafından yapılmasını öngörür.

3.2. Termal Konfor Ölçümü Standartları

Termal Konfor ölçümünde referans alınan ilgili standartlar aşağıdaki gibidir.

- TS EN ISO 7730 standardı ile ılık ortamlar, TS EN ISO 7243 standardı ile sıcak ortamlar ve ISO 11079 standardı ile soğuk ortamlarda termal konfor ölçümü yapılmalıdır.
- TS EN ISO 7730 standardında yer alan iki temel parametre iç mekânlardaki termal konforun ölçülmesinde önemli bir rol oynar. PMV-PPD bu iki kavram, insanların termal rahatlıklarıyla ilgili veri sağlamak amacıyla kullanılır.

PMV, bir grup insanın ortalama termal konfor durumunu tahmin eden bir değerdir. Bu, belirli bir ortamın termal koşullarına göre, insanların çoğunun ne kadar memnun olacağına dair bir tahmin sağlar. PMV, -3 ile +3 arasında bir değer alır. Bu değer, insanların hissettikleri termal konfor durumunu şu şekilde ifade eder

- **+3:** Aşırı sıcak
- **+2:** Sıcak
- **+1:** Hafif sıcak

- **0:** Nötr (ideal termal konfor)
- **-1:** Hafif soğuk
- **-2:** Soğuk
- **-3:** Aşırı soğuk

PMV, çevresel faktörlerin (hava sıcaklığı, nem, hava hızı, giysi miktarı) ve kişisel faktörlerin (metabolik aktivite gibi) birleşiminden hesaplanır. Genellikle, iç mekânlardaki termal rahatlık düzeyini bir grup insan üzerinden tahmin etmek için kullanılır.

- **Sıcaklık:** Hava sıcaklığı, insanların sıcaklık algısını doğrudan etkiler.
- **Hava Hızı:** Havanın hareket etmesi, vücut ısısını etkileyebilir.
- **Nem:** Nem oranı yükseldikçe terin buharlaşması yavaşlar; bu durum vücudun serinlemesini engelleyerek daha fazla rahatsızlık yaratabilir.
- **Giysi:** İnsanların giydiği kıyafetlerin kalınlığı, termal konforu etkiler.
- **Metabolik Aktivite:** Bir kişinin fiziksel aktivitesi, vücut ısısını artırabilir.

PPD, bir grup insanın bir ortamda ne kadarının termal konfor düzeyinden memnun olmayacağını tahmin eden bir değerdir. PPD, PMV değerine dayanarak hesaplanır ve bir ortamın termal koşullarının, o ortamda bulunan kişilerin ne kadarını rahatsız edeceğini gösterir. PPD, genellikle yüzde olarak ifade edilir ve %5 ile %100 arasında bir değer alır.

- **%5:** En ideal seviye
- **%100:** Herkes rahatsız

PPD, ortamın sıcaklık, nem, hava hızı ve giysi gibi faktörlerin, insanların termal rahatlıklarını ne ölçüde etkilediğine bağlı olarak değişir. PMV, PPD'nin tahminine dayanır; PMV, genellikle bir iç mekânın termal konforunu tanımlar, ancak bu yalnızca bir kişi ya da küçük bir grup için doğru olmayabilir. PPD ise, PMV'yi kullanarak, o ortamda kaç kişinin rahatsız olacağını tahmin eder.

PMV ile PPD'nin ilişkisi: PMV değeri bir ortamın termal konfor düzeyini tanımlar. Ancak, bir ortamda PMV değeri arttıkça (yani sıcaklık arttıkça), PPD de artar. Bu, daha fazla kişinin ortamdaki rahatsız olacağı anlamına gelir. Örneğin, PMV değeri +2 (sıcak) olduğunda, PPD'nin oranı da yüksektir ve bir grup insanın daha fazla rahatsız olacağı tahmin edilir [8].

TS EN ISO 7243 Isı değerlendirilmesi WBGT kullanarak stres (ıslak ampul küre sıcaklık) indeksi standardının tüm gerektirdiklerini yerine getirmek için hazırlanmıştır. Bir kişi ve çevre arasındaki ısı alışverişinin analizine dayanan termal stresi tahmin etme yöntemi, stresin daha doğru bir şekilde tahmin edilmesini ve koruma yöntemlerinin bir analizini sağlar [9].

Soğuk ortamlarda termal konfor ölçümü, TS EN ISO 11079 standardına göre yapılır. Bu standart, soğuk stres indeksi (IREQ - Required Clothing Insulation Index) kullanılarak bir kişinin soğuk bir ortamda korunması için gereken giysi yalıtım seviyesini hesaplar [10].

4. TERMAL KONFOR ÖLÇÜMÜ

4.1. Termal Konfor Ölçümünü Kim Yapar?

İş hijyeni ölçümü, test ve analizlerini Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından 20.08.2013 tarihinde 28741 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yönetmeliğe göre yetkilendirilmiş laboratuvarlar tarafından yapılmalıdır. Yetkili laboratuvar tarafından yapılan her bir iş hijyeni ölçüm, test ve analizine ait sonuçlar, doğru, açık, kesin, tarafsız ve iş hijyeni ölçüm, test ve analiz metodlarında belirtilen bütün özel talimatlara uygun bir şekilde rapor haline getirilir. Termal konfor ölçümü cihaz ile ölçüm gerçekleştirecek kişinin eğitim almış olması ve eğitim belgesinin raporun ekinde belirtilmesi dikkat edilmesi gereken hususlardandır [11].



Şekil 3. Termal Konfor Ölçümü Sağlık Merkezi

4.2. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Termal Konfor Ölçümü Nerelerde Yapılır?

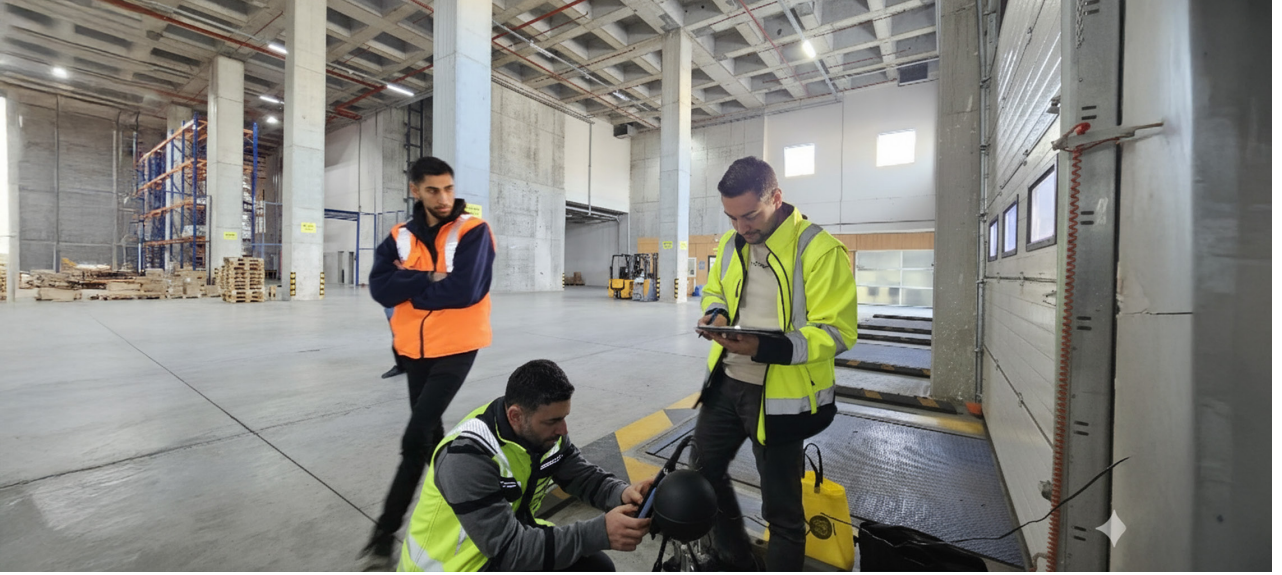
Termal konfor ölçümleri, çalışanların verimliliğini artırmak, sağlık sorunlarını önlemek ve iş kazalarını azaltmak amacıyla, fabrika, ofis, inşaat sahaları, madenler, depolar ve diğer iş yerlerinde düzenli olarak yapılmalıdır. Bu ölçümler, çalışma ortamının sıcaklık, nem, hava akımı ve radyant sıcaklık açısından uygun olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilir. Özellikle, termal konfor ölçümlerinin her yıl kış ve yaz aylarında yapılması önerilir. Bu sayede, klima ve havalandırma sistemlerinin ihtiyaçları değerlendirilebilir ve personelin mevsimsel sıcaklık değişimlerine maruz kalıp kalmadığı tespit edilebilir.

4.3. Termal Konfor Ölçümünün Yapıldığı Yerler

Termal konfor ölçümünün yapıldığı yerler aşağıdaki gibidir.

- **Ofis ve Kapalı Alanlar:** Sabit hava sıcaklığı, düşük hava akımı ve uygun nem gereklidir. ASHRAE 55 ve ISO 7730'a göre kışın 20-24°C, yazın 23-26°C olmalıdır.
- **Üretim Tesisleri:** Yüksek sıcaklık ve radyant ısı nedeniyle havalandırma, ısı ve nem kontrolü gereklidir. Dökümhaneler gibi sıcak ortamlar buna örnektir.
- **İnşaat Şantiyeleri:** Mevsimsel koşullara göre sıcak ve soğuk stres ölçümleri yapılmalıdır. Soğuk hava koşullarında uygun giysi ve ısı yalıtımı önemlidir.

- **Maden Ocakları ve Tüneller:** Yetersiz havalandırma nedeniyle yüksek sıcaklık ve nem kontrol edilmelidir. Bu, işçilerin sağlığını korur.
- **Soğuk Depolar ve Gıda Sektörü:** Soğuk stres değerlendirmesi yapılır. Düşük sıcaklıklarda çalışan işçilerin kıyafet yalıtımı hesaplanır.
- **Soğuk Depolar ve Gıda Sektörü:** Ameliyathalar ve yoğun bakım ünitelerinde termal konfor, özellikle sıcaklık ve hava akımı, düzenli olarak izlenir.



Şekil 4. Termal Konfor Ölçümü Lojistik Depo

- **Depolar ve Lojistik Merkezleri:** Sıcaklık ve nem kontrolü, ürünlerin korunması ve çalışan sağlığı için gereklidir.
- **Enerji Santralleri:** Yüksek sıcaklık, nem ve hava akımı sürekli izlenir. Özellikle güneş enerjisi santrallerinde sıcaklık değerlendirilir.

4.4. Ölçüm Nasıl Yapılır?

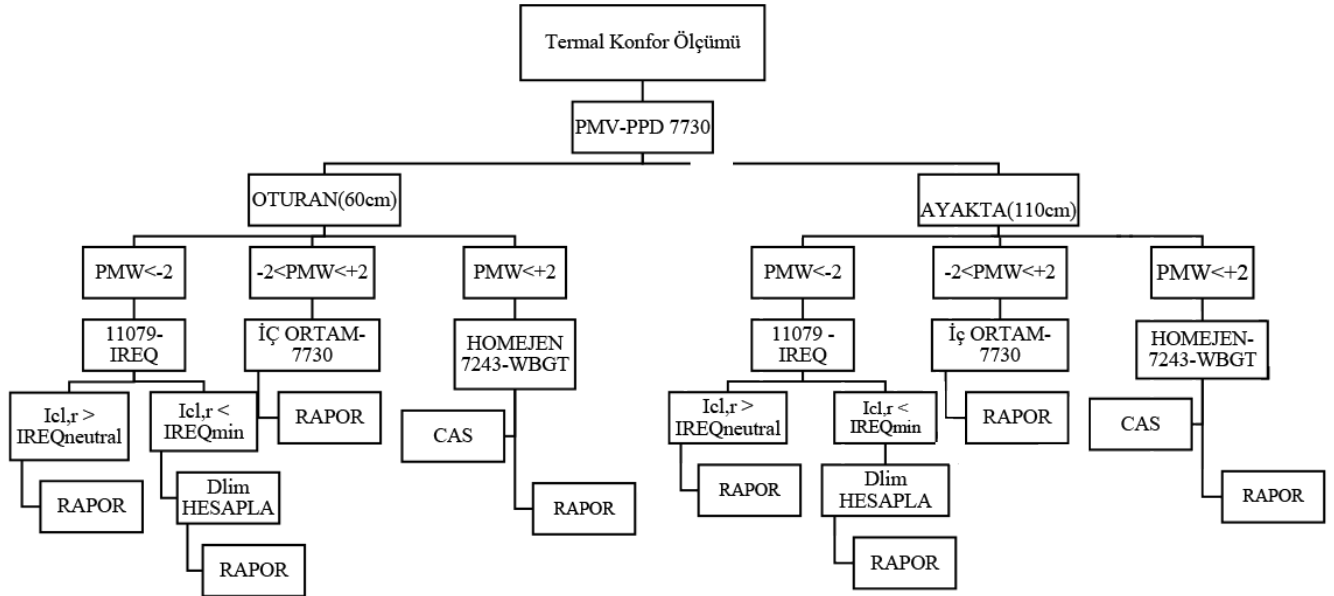
Hava sıcaklığı, ortalama yansıma sıcaklığı, bağıl hava hızı ve bağıl nem değerlerini içeren değişkenler ölçülmelidir. Ölçüm noktaları olarak oturarak çalışanlar için ölçüm noktaları zeminden 0,1 metre ayak pozisyonunda, 0,6 metre karın bölgesinde ve 1,1 metre baş bölgesinde olmak üzere 3 bölgede yapılmaktadır. Ayakta çalışanlar için ise zeminden 0,1 metre ayak pozisyonunda, 1,1 metre karın bölgesinde ve 1,7 metre baş bölgesinde olmak üzere 3 bölgede yapılmalıdır.

Bu insanları çevreleyen alandaki parametreler homojen olmadığında, sıcaklık stresinin en yüksek olduğu konumda ölçüm yapılmalıdır. Sensörleri normal iş yerinde konumlandırmak imkânsız olduğu durumlarda, ortamdaki aynı etki alanına maruz kalacakları yerlere yerleştirilmelidir.



Şekil 5. Termal Konfor Ölçüm Cihazı Konumlandırma

Maruz kalmanın temsili periyodu en iyi günün ortasında veya sıcaklık stresini indükleme olasılığı en yüksek olan maruz kalma periyodu sırasında seçilir. Ölçüm öncesi anemometre yardımı ile homojen-heterojen ortam tespiti yapılır. Ölçüm öncesi ölçüm yapılacak alanda cihazın ortama alışması için en az 15 dk. çalıştırılarak beklenmesi gerekir [6]. Ölçümler homojen ortam ise karın hizasından, heterojen bir ortam ise kişinin ısı baskısını en çok hissettiği konumdan gerçekleştirilir.



Şekil 6. Ölçüm Metodu Şematik

**TERMAL KONFOR ÖLÇÜM
RAPORUNDA DİKKAT
EDİLMESİ GEREKEN
HUSUSLAR**

5. TERMAL KONFOR ÖLÇÜM RAPORUNDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Termal konfor ölçüm raporu, çalışma ortamındaki sıcaklık, nem, hava akımı ve radyant ısı ölçümlerini içerir. Bu rapor, iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına ve uluslararası standartlara uygun olmalı, aynı zamanda iş yerinde çalışanların termal konforunu değerlendirecek detayları içermelidir.

5.1. Raporun Genel Formatı

Ölçüm raporu düzenli, anlaşılır ve standartlara uygun olmalıdır. Şu bölümlerden oluşmalıdır:

- Kapak Sayfası
- İş Yerinin Adı ve Adresi
- Ölçümün Yapıldığı Tarih ve Saat
- Ölçümü Gerçekleştiren Firma veya Yetkilendirilmiş Laboratuvar Bilgileri
- Rapor Numarası
- Ölçüm Yapılan Ortamlar
- Kullanılan Standartlar
- Ölçüm Sonuçlarının Kısa Değerlendirmesi
- Giriş (Genel Bilgiler)
- Ölçümün Amacı (Örneğin: Çalışan Sağlığını Korumak, Yasal Gereklilikleri Karşılama vb.)
- Mevcut Çalışma Ortamı Hakkında Genel Bilgiler
- Çalışanların Yaptığı İş Türü (Hafif, Orta, Ağır İş)
- Yasal ve Standartlara Uygunluk

5.2. İlgili Mevzuatlar

- 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
- İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Yönetmeliği
- ISO7734, ISO 7730, ISO 11079 standartları

5.3. Ölçüm Yöntemi ve Kullanılan Cihazlar

Ölçüm sürecinde kullanılan yöntemler ve ekipman açıkça belirtilmelidir. Cihazların kalibrasyon bilgileri raporda belirtilmelidir.

Tablo 1. Ölçülen Parametreler ve Kullanılan Cihazlar

Ölçülen Parametre	Kullanılan Cihazlar	Ölçüm Standartı
Hava sıcaklığı (°C)	Dijital termometre	ISO 7726, ASHRAE 55
Bağıl nem (%)	Higrometre	ISO 7730
Hava hızı (m/s)	Anemometre	ISO 7726
Radyant sıcaklık (°C)	Küre termometre	ISO 7726
PMV & PPD ölçümü	Termal konfor analiz cihazı (DELTA OHM 3,2)	ISO 7730
Soğuk stres analizi	IREQ hesaplaması	ISO 11079



Şekil 7. Termal Konfor Ölçüm Cihazı DELTA OHM 3,2

5.3.1. Ölçüm Koşulları ve Yapılan Değerlendirmeler

- **Ölçüm noktalarının seçimi:** Çalışanların bulunduğu ortamlarda, farklı yüksekliklerde ölçüm yapılmalıdır.
- **Ölçüm yapılan alanlar:** Ofis, fabrika, depo, inşaat sahası vb.
- **Ölçüm süresi ve zaman aralığı:** Sabah, öğle ve akşam olmak üzere gün içindeki değişimler incelenmelidir.
- **Çalışanların iş yükü:** Hafif, orta veya ağır fiziksel aktivite düzeyine göre değerlendirilmelidir.



Şekil 8. Ölçüm Koşulları Değerlendirme

5.3.2. Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirme

Tablo ve grafiklerle ölçüm sonuçları sunulmalıdır. Mevzuat ve standartlarla karşılaştırılması yapılmalıdır. PMV (Tahmin Edilen Ortalama Oy) ve PPD (Tahmini Memnuniyetsizlik Yüzdesi) hesaplanmalıdır. PMV değeri ± 0.5 aralığında olmalıdır. PPD değeri %10'un altında olmalıdır.

Tablo 2. Ölçüm Sonuçları

Bölge	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Hava Akımı (m/s)	Radyant Isı (°C)	PMV	PPD (%)
Ofis Alanı	23,5	45	0,2	22,5	0,3	5
Üretim Alanı	28	60	0,4	29	1,2	27
Soğuk Depo	-5	55	0,1	-6	-2,5	95

5.3.3. Termal Konfor Sonuçlarının Yorumlanması

Uygun Termal Konfor Durumu:

- PMV değeri -0.5 ile +0.5 arasında ise termal konfor sağlanmıştır.
- Çalışanlar ortam sıcaklığından genel olarak memnundur.

5.3.4. Termal Konfor Problemleri

- PMV değeri -0.5'in altına düştüğünde üşüme, +0.5'in üzerine çıktığında ise sıcaklık ve terleme hissedilebilir.
- PPD değeri %10'un üzerindeyse, ortam rahatsız edici olabilir.
- Bağıl nem %30'un altına veya %70'in üstüne çıkarsa, çalışanlar kuruluk veya aşırı nemden etkilenebilir.
- Aşırı hava akımı varsa (0.5 m/s üstü), çalışanlar rahatsız olabilir.

5.4. Öneriler ve İyileştirme Çalışmaları

Ölçüm sonuçlarına dayanarak termal konforu artırmaya yönelik öneriler sunulmalıdır.

- Havalandırma iyileştirmeleri
- Hava akım hızını kontrol etmek
- Klima ve fanların yönünü çalışanlara doğrudan etki etmeyecek şekilde ayarlamak

5.4.1. Isıtma ve Soğutma Sistemleri

- Ofis ortamlarında sıcaklığı kışın 20-24°C, yazın 23-26°C arasında tutmak
- Üretim sahalarında sıcak bölgeler için ek havalandırma sağlamak

5.4.2. Çalışanların Kıyafet Düzenlemeleri

- Soğuk ortamlarda çalışanlara daha yüksek yalıtımlı giysiler sağlamak
- Sıcak ortamlarda hafif, nefes alabilir kıyafet önerileri sunmak

5.4.3. Molaların Düzenlenmesi

- Aşırı sıcak veya soğukta çalışanlar için ek mola süreleri tanımlamak
- Soğuk hava depolarında 20 dakikada bir sıcak bölgelere geçiş imkânı sağlamak

5.4.4. Nem Kontrolü

- Nem %30'un altına düşerse hava nemlendiricileri kullanmak
- Nem %70'in üzerine çıkarsa havalandırma sistemini güçlendirmek

5.4.5. Alınacak Önlemlerin Belirlenmesi

Termal konfor unsurlarının çalışanlar tarafından bilinçlendirilerek eğitimlerinin sağlanması ilk basamak olarak görülmelidir. Sağlık unsurları ve yaşamsal faaliyetlerde ilk yardım önem arz etmektedir.

- **Sıcaklık Kontrolü:** Çalışma ortamındaki sıcaklık, çalışanların rahatlığını sağlayacak seviyede tutulmalıdır. Genellikle iç mekân sıcaklıkları kışın 20-24°C, yazın ise 23-26°C arasında olmalıdır. Sıcaklık dalgalanmalarını önlemek için sabit bir ısıtma ve soğutma sistemi kurulmalıdır.
- **Havalandırma:** Yeterli hava akışı ve havalandırma sistemlerinin verimli çalışması sağlanmalıdır. Bu sayede iç ortam hava kalitesi artırılarak termal konfor iyileştirilir ve nem dengesi korunur. Ayrıca, dış ortamdan gelebilecek kirleticileri azaltmak amacıyla yüksek verimli hava filtreleri kullanılmalıdır.
- **Nem Seviyesi:** Ortamda nem oranı %45 ile %55 arasında tutulmalıdır. Nem seviyesi çok düşük veya çok yüksek olduğunda, çalışanlar rahatsız olabilir. Nem dengesini sağlamak için nemlendirici veya nem alıcı cihazlar kullanılabilir.
- **İzleme ve Ölçüm:** Düzenli olarak termal konfor ölçümleri yapılmalıdır. Hava sıcaklığı, nem, hava akımı ve radyant ısı düzenli olarak kontrol edilip raporlanmalıdır. Bu ölçümler ISO 7730 gibi uluslararası standartlara uygun yapılmalıdır.
- **Çalışan Giyimi:** Çalışanların giysileri, ortamın sıcaklık ve nem koşullarına uygun olmalıdır. Soğuk ortamda çalışanlar için ısı yalıtım özellikli giysiler, sıcak ortamda çalışanlar için ise hafif ve nefes alabilir kumaşlardan yapılmış kıyafetler sağlanmalıdır.
- **Radyant Isı Kontrolü:** Sıcak yüzeylerden veya makinelerden yayılan radyant ısı, çalışanların konforunu etkileyebilir. Bu nedenle, ısı kaynaklarından çalışanlara gelen radyant ısıyı azaltmak için uygun engeller veya yansıtıcı yüzeyler kullanılmalıdır.
- **Dinlenme Alanları:** Çalışanlar için uygun sıcaklıkta dinlenme alanları sağlanmalıdır. Bu alanlarda sıcaklık, nem ve hava akımı konforlu seviyelerde tutulmalıdır. Ayrıca, çalışanların düzenli aralıklarla molalar vermesi teşvik edilmelidir.
- **Eğitim ve Farkındalık:** Çalışanlara termal konfor hakkında eğitimler verilmeli ve sıcak veya soğuk stresle ilgili bilinçlendirici bilgiler paylaşılmalıdır. Çalışanların, termal stres durumlarında nasıl hareket edeceklerini bilmeleri önemlidir [12].

6. SONUÇ

Bu rehber, termal konforun ölçümü ve iyileştirilmesi konusunda temel bilgileri sunmaktadır. Termal konfor, çalışan sağlığını ve verimliliğini doğrudan etkileyen kritik bir faktördür. Bu nedenle, iş ortamlarında uygun termal konfor koşullarını sağlamak için ilgili mevzuat ve standartlara uygun hareket edilmelidir. Sonuç olarak, termal konforun sağlanması, çalışanların sağlığı, güvenliği ve verimliliği açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle, çalışma ortamlarında düzenli termal konfor ölçümleri yapılmalı ve elde edilen sonuçlara göre gerekli iyileştirme önlemleri alınmalıdır.

7. KAYNAKLAR

[1]	Ünver M. – Haddehanelerdeki Fizyolojik Faktörlerden Termal Konfor Değerinin İş Verimi Üzerindeki Etkisi
[2]	Özbakır O. – Çevresel ve Kişisel Faktörlerin Etkileşimi ve İşyeri Performansına Etkileri, Maden Teknolojisi, TBMYO, Iğdır Üniversitesi, 15 Ocak 2023
[3]	Hayta A. B. – Çalışma Ortamı Koşullarının İşletme Verimliliği Üzerine Etkisi, Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi, Yıl: 2007, Sayı: 1
[4]	Dr. Abdullah İnan A. – Termal Konfor, İşyeri Hekimliği Bilgilendirme Sayfası ve Kişisel Blog, Mayıs 2021
[5]	Ekmekçi E. – Kimya Sektöründe Havalandırma ve İSG Açısından Önemi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16(32), Güz 2017
[6]	Öz vd. – Tekstil Sektöründe Termal Konfor Ölçümleri ve Alınacak Önlemlerin Değerlendirilmesi, Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2018(2), ss. 21–34
[7]	Kıcık H., Gökbulut Ç. – Termal Konforu Destekleyen Teknolojiler ve Bu Özelliğe Sahip Giysilik Malzemeler
[8]	TS EN ISO 7730 – Isıl Çevrenin Ergonomisi (Termal Konfor)
[9]	TS EN ISO 7243 (Aralık 2017) – Isıl Ortam Ergonomisi: WBGT (Yaş Hazne Küre Sıcaklığı) İndeksi Kullanılarak Isı Stresinin Değerlendirilmesi (TS EN 27243:2002'nin yerine, ICS 13.180)
[10]	ISO 11079:2007 – Isıl Çevrenin Ergonomisi: Giydirilmiş Yalıtım (IREQ) ve Yerel Soğutma Etkilerinin Kullanıldığı Soğuk Gerilmenin Tayini ve Yorumlanması
[11]	20 Ağustos 2013 tarihli ve 28741 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmelik
[12]	İmancı C. – Döküm Atölyelerinde Termal Konfor Şartlarının İncelenmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi / Araştırma, Ankara, 2014

TERMAL KONFOR REHBERİ

KAVRAMLARLA TERMAL KONFOR ÖLÇÜMLERİ



iBB
SAĞLIK

**İŞ SAĞLIĞI VE
GÜVENLİĞİ
ŞUBE
MÜDÜRLÜĞÜ**