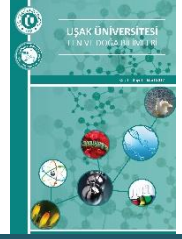




**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa  
Bilimleri Dergisi**  
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



*Araştırma Makalesi / Research Article*

**Tekstil Sektöründe Termal Konfor Ölçümleri ve Alınacak  
Önlemlerin Değerlendirilmesi**

İhsan Oğuz Öz<sup>1</sup>, Safiye Elif Korcan<sup>2</sup>, İbrahim Bulduk<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Uşak, Türkiye

<sup>2</sup> Sağlık Hizmetleri MYO, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

<sup>3</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

*Geliş: 28 Kasım 2018*

*Kabul: 19 Aralık 2018 / Received: 28 Nov 2018*

*Accepted: 19 Dec 2018*

**Abstract**

Occupational hygiene measures have great importance for having information about risks in job safety. In order to determine the precautions to be taken and the steps to be taken, the risk factors must first be determined and these factors must be brought to the appropriate legal bases and standards. It is of utmost importance to determine the degree of these risks and to take precautions in textile sector where the employees, are related to the machinery and the environment. In the textile sector, thermal comfort measurements from machines and production lines can be defined as the basic measurements that must be made. Measures that need to be taken after measurements are more important. The order of application is important in the measures to be taken. 4 step engineering solution, management solution, employee training, information, and if it can not prevent 3 steps, personal protective equipment should be determined and used. Within the scope of this study, thermal comfort measurements (temperature, humidity, radiant heat and air flow velocity) were performed in different parts of an integrated textile factory. As a result of the measurements carried out, close measurements were obtained especially in the open end section between summer measurements and winter measurements, while there were big differences in other sections. In the open end section, while the dissatisfaction rate between summer measurements and winter measurements was about 20%, this difference was found around 60% in the weaving section. What kind of measures can be taken to control the risks related to thermal comfort is determined.

**Keywords:** Occupational health and safety, textile, thermal comfort, temperature, humidity, measurement.

**Özet**

İş güvenliğinde riskler hakkında bilgi sahibi olunması için iş hijyeni ölçümleri büyük bir öneme sahiptir. Alınacak önlemler ve atılması gereken adımların belirlenebilmesi için öncelikle risk etmenlerinin belirlenmesi ve bu etmen derecelerinin belirlenen yasal dayanaklara ve standartlara uygun koşullara getirilmesi gerekir. Özellikle tekstil sektörü gibi çalışanların makine ve çevresel ortamlarla ilişkili olduğu bir sektörde bu risklerin derecelerinin belirlenmesi ve önlemler alınması azami önem arz eder. Tekstil sektöründe makinelerden ve üretim kaynaklı termal konfor ölçümleri yapılması gereken temel ölçümler olarak belirtilebilir. Yapılan ölçümlerden sonra alınması gereken önlemler daha çok önem arz etmektedir. Alınacak önlemlerde uygulama sırası önemlidir. 4 adımda mühendislik yöntemleriyle çözüm, yönetsel

\*Corresponding author:

E-mail: [ihsanoguzoz@gmail.com](mailto:ihsanoguzoz@gmail.com)

olarak çözüm, çalışan eğitim, bilgilendirme ve eğer bu yapılan 3 adım engelleyemiyor ise kişisel koruyucu donanım belirlenerek kullanılması sağlanmalıdır. Bu çalışma kapsamında entegre bir tekstil fabrikasının farklı bölümlerinde termal konfor ölçümleri (sıcaklık, nem, radyant ısı ve hava akım hızı) gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda yaz ölçümleri ile kış ölçümleri arasında özellikle open end bölümünde yakın değerler elde edilirken, diğer bölümlerde büyük farklar olduğu görülmüştür. Open end bölümünde, yaz ölçümleri ile kış ölçümleri arasındaki memnuniyetsizlik oranı yaklaşık %20 iken, dokuma bölümünde bu fark %60 civarında saptanmıştır. Termal konfor ile ilgili oluşan riskleri kontrol edebilmek için ne tür önlemlerin alınabileceği belirlenmiştir.

**Keywords:** İş sağlığı ve güvenliği, tekstil, termal konfor, sıcaklık, nem, ölçüm.

©2018 Usak University all rights reserved.

## 1. Giriş

İş sağlığı ve güvenliği, temel olarak inceleme ve araştırma sonucunda elde edilen veriler yardımıyla var olan riskleri yok etme veya derecesini azaltmayı amaçlamaktadır. Çalışma ortamlarında fiziksel ve kimyasal riskler başta olmak üzere birçok risk bulunmaktadır [1]. Fiziksel olarak en sık görülen faktörler incelendiğinde; aydınlatma, gürültü, titreşim, termal konfor ve toz etmenleri görülmektedir. Bu ölçümler 29958 sayılı 24.01.2017 tarihli resmi gazetede yayınlanan “İş Hijyeni Ölçüm, Test Ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik” e göre iş hijyeni ölçümleri İSGÜM (İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı) ün yetkilendirdiği akredite kuruluşlar tarafından yapılmaktadır [2].

Yapılan anket ve çalışmalar ışığında ülkemizde iş kazası sayısı açısından 4. sırada Tekstil sektörü bulunmaktadır [3].

Ölçüm, “planla - yap - kontrol et - hareket et” yönetim sürecinin kabul edilmiş bir parçasıdır. Performansı ölçmek, finansal, üretim veya hizmet sunum yönetimi gibi sağlık ve güvenlik yönetim sisteminin bir parçasıdır [4].

Peter Drucker: “Ölçemediğiniz şeyi yönetemezsiniz” demektedir [4].

Sağlık ve güvenlik performansını ölçmenin birincil amacı, stratejilerin ilerlemesi ve mevcut durumu hakkında bilgi vermek, süreçler ve faaliyetleri bir organizasyon tarafından sağlık ve güvenlik risklerini kontrol etmek için kullanılır [4].

Yapılan ölçümler sonucunda değerlendirilen veriler, standart ve yasalarla karşılaştırılmalı ve belirlenen sınır değerlerin aşılması durumunda gerekli önlemler alınmalıdır. Yapılan ölçümlerin sonuçlarının seviyeleri alınacak önlemler için nasıl bir yol izlenebileceği hakkında iş güvenliği uzmanları ve işyeri hekimlerine yol göstericidir. Risk değerlendirme ve çevre şartlarının belirlenmesi öncesinde işyeri şartları uzmanların istedikleri ve belirledikleri ölçümlerin yapılması ve değerlendirmesi önemlidir [4].

Önleme ve kontrol önlemlerinin mesleki tehlikelere uygulanması kapsamlı iş güvenliği veya iş tehlike analizlerine dayanmalıdır. Bu analizlerin sonuçları, tanımlanmış tehlikelere maruz kalmanın sonuç olasılığı ve şiddetine dayanan bir eylem planının parçası olarak öncelik verilmelidir [5].

Tekstil sektörü bölümleri ve kullanılan makineler göz önünde bulundurulduğunda bazı bölümlerde detaylı işler yapılmaktadır. Çalışma ortamında termal konfor, üretim sürecinde üretilen maddelerin hassasiyeti dolayısıyla ortamın belirli bir nem ve sıcaklıkta bulunması nedeniyle çalışanların giysi ve metabolik oranlarının göz önünde

bulundurulmasını amaçlamalıdır.

Eğer çalışmalarda belirtilen etkenler göz ardı edilecek olursa çalışanlar yaş seviyeleri, cinsiyet, metabolizma hızları, yaptıkları işlerin zorluk seviyeleri ve kıyafet seçimleri bakımından düzenli olarak ayarlanmazsa çalışanların sağlık ve güvenlik olarak risklerin önüne geçilmesi mümkün olmayabilir. Ayrıca terleme çalışanların yaralanma riskini de artırabilir. Terleyen avuç içleri ve vücut makinelerle hâkimiyeti etkileyebilmektedir. Baş dönmesi ve akıl yürütme fonksiyonlarını da olumsuz etkiler [6].

Yapılan çalışmalarda özellikle merkezi sinir sistemi, dolaşım mekanizması, terleme ile alakalı su dengesi ve diyet mekanizması kontrol altında tutulmalıdır. Yaş faktörü ele alınması gereken önemli bir etkidir [6].

Tekstil sektörü ülkemizde büyük uygulama alanına sahip birçok bölümden oluşmaktadır. Yapılan çalışmalar, 5 temel bölüm olan;

- Tarak Dairesi
- Cer
- Open-End (Rotor) İplikçiliği
- Dokuma Kumaş Üretimi
- Hazır Giysi Üretimi-Konfeksiyon

bölmelerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir [7].

Termal konfor; nem, sıcaklık, hava akım hızı, radyan ısı bileşenlerini bulduran bileşke bir kavramdır. Tekstil alanında tekstil bileşenlerinin kırılabilirlik göstermesinden dolayı işleme aşamasında oldukça yüksek nem seviyesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle daha çok doğal elyaflardan iplik üretim alanlarında özel şartlarda nemlendirme yapılmaktadır. Yüksek sıcaklık ve nemli ortamlarda çalışan kişilerde sıcak çarpması, aşırı terlemeye bağlı olarak tuz ve mineral kayıpları, ısı krampları, dikkat bozuklukları, aşırı yorgunluk belirtilerine rastlanabilir. Bunun yanında yüksek sıcaklık ve nemli alanlarda çalışan kişilerin vücutlarında mantar oluşumu, terli olarak hava akımı etkisinde kalmaya bağlı soğuk algınlıkları, üst solunum yolu hastalıkları ve kas iskelet sistemi problemleriyle karşılaşılabilir [8].

## 2. Materyal ve Metod

Ölçümler İSGÜM tarafından yetkilendirilen iş hijyeni laboratuvarları tarafından belirtilen metodlar ile yapılmaktadır. Bu metodlar İSGÜM tarafından belirlenmiş ve bunun dışındaki metodlar ile yapılan raporlar Türkiye’de geçersiz sayılmaktadır. Kabul edilen metodlar TS EN ISO 7730 ve TS EN 27243 standartları olarak belirlenmiştir. “Ayrıca İşyeri Bina Ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık Ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik” te ortam sıcaklığı başlığı altında değerlendirmenin TS EN 27243 standardından yararlanarak yapılmasından bahsedilmektedir [9,10].

Ölçümler ilk olarak TS EN ISO 7730 standardı kapsamında PMV (Tahmin Edilen Ortalama Oy) ve belirlenen PMV değerine yüzdesel oran olarak elde edilen PPD (Kişisel Memnuniyetsizlik Yüzdesi) değerleri memnuniyetsizlik yüzdesi olarak belirtilmiştir. TS EN ISO 7730 standardında belirtilen PMV değerlerinin +2 ile -2 değerleri aralığında yer alması çalışma ortamının ılıman olduğunu belirtmektedir. Değerlerin +2 değerinin üzerinde yer alması durumunda TS EN 27243 standardı kapsamında WBGT (Islak Hazne Küre Sıcaklığı) ölçümünün yapılması gerekmektedir. WBGT indeksi için bulunması

gereken değişkenler; küre sıcaklığı ( $T_g$ ), doğal yaş-hazne sıcaklığı ( $T_{nw}$ ) ve kuru hava sıcaklığı ( $T_a$ )'dır [11].

## 2.1. Materyal

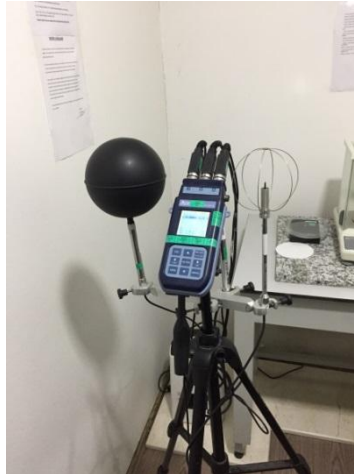
Termal konfor ölçümleri, belirlenmiş standartlar kullanılarak bir üçayak yardımı ile 3 prob kullanılarak yapılmaktadır. Şekil 1' de ölçümlerin yapıldığı fabrikadan bir resim gösterilmiştir.



Şekil 1. Tekstil sektöründe termal konfor ölçümü

### 2.1.1. Termal Konfor Cihazı

Tekstil sektöründe yapılan ölçümler için "Delta OHM HD32.1" termal konfor ölçüm cihazı kullanılmıştır. Termal konfor cihazının 3 farklı ölçüm için prob çıkışları mevcuttur (Bkz. Şekil 2).



Şekil 2. Delta OHM HD32.1 Termal Konfor Ölçüm Cihazı

### 2.1.2. Küre Sıcaklık Sensörü

Küre sıcaklığı, siyah renkli ısı emici bir kürenin merkezine yerleştirilmiş bir sensör tarafından gerçekleştirilen ölçüm sonucudur [12].

İSGÜM tarafından belirtilen ölçüm cihaz şartlarında; TS EN 27243 ve TS EN ISO 7726:2001-11 standartlarında belirtilen ölçüm aralıkları ve siyah renkli yuvarlak ve 0,15 m lik küre çapının tavsiye edildiği bildirilmiştir (Bkz. Şekil 3) [13].



Şekil 3. Küre Sıcaklık Ölçüm Aparatı

#### **Sensörün teknik özellikleri:**

Çap: 150 mm

Ortalama emisyon katsayısı: 0,95 (mat siyah küre)

Kalınlık: Olabildiğince ince

Ölçüm aralığı: 20 °C ile 120 °C arası

Ölçüm doğruluğu: 20 °C ile 50 °C arası alan :  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ,

50 °C ile 120 °C arası alan :  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  [12,14].

### 2.1.3. Doğal Yaş-Hazne Sıcaklık Sensörü

Doğal yaş-hazne sıcaklığı, ıslak bir fitille kaplı ve doğal olarak havalandırılan, yani mecburi havalandırmanın olmadığı ortama yerleştirilen bir sıcaklık sensörünün gösterdiği değerdir. Doğal yaş hazne sıcaklığı bu nedenle, bir nemölçer ile belirlenen termodinamik sıcaklıktan farklıdır [12].



**Şekil 4.** Doğal Yaş-Hazne Sıcaklık Ölçüm Aparatı

Sıcaklık sensörü, aşağıdaki özelliklere uygun olmalıdır.

- Sensörün hassas kısmının şekli: silindirik
- Sensörün hassas kısmının dış çapı:  $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$
- Sensörün uzunluğu:  $30 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$
- Ölçüm aralığı:  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  ile  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  arası
- Ölçüm doğruluğu :  $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Sensörün hassas kısmının tamamı, yüksek derecede su emici malzemeli beyaz bir fitille kaplanmalıdır (örneğin, pamuk).
- Sensörün mesneti  $6 \text{ mm}$ 'ye eşit bir çapa sahip olmalıdır. Mesnetten sensöre ısı iletiminin azaltılması için  $20 \text{ mm}$ 'si fitille kaplanmalıdır
- Fital, kol şeklinde örülmelidir ve dikkatle sensörün üzerine geçirilmelidir. Çok sıkı veya gevşek bir kavrama, ölçümün doğruluğu için zararlıdır.
- Fital temiz tutulmalıdır.
- Fitalin alt kısmı, içinde damıtık su olan bir hazneye batırılmalıdır. Fitalin havadaki serbest uzunluğu,  $20 \text{ mm} - 30 \text{ mm}$  arasında olmalıdır.
- Su haznesi, ortamdan gelen radyasyonun, içerideki suyun sıcaklığını artırmayacağı şekilde tasarlanmalıdır (Bkz. Şekil 4) [12,14].

#### **2.1.4. Hava Sıcaklığı Sensörü**

Temel bir parametre olan hava sıcaklığı, kullanılan sensörün şekli ne tür olursa olsun, uygun olan herhangi bir metotla ölçülebilir. Bununla birlikte hava sıcaklığının, hava sıcaklık ölçümüyle ilgili ölçüm tedbirlerine uyması gerekmektedir.

Hava sıcaklık sensörü, özellikle, sensör etrafındaki hava dolaşımını engellemeyen bir cihazla radyasyondan korunmalıdır. Hava sıcaklığı için ölçüm aralığı,  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  ile  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  arasındadır ve ölçüm doğruluğu  $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  dur (Bkz. Şekil 5) [12,14,15].



**Şekil 5.** Hava Sıcaklığı Ölçüm Aparatı

### 2.1.5. Hava Akım Sensörü

Ölçüm aralığı; 0 °C ile 80 °C arası, 0.05÷5 m/s dır (Bkz. Şekil 6) [16].



**Şekil 6.** Hava Akım Ölçüm Cihazı

## 2.2. Metod

Gerçekçi olarak elde etmeyi umduğunuz en iyi şey, iş yerindeki insanların çoğunu tatmin eden bir termal ortamdır. Termal konfor oda sıcaklığında değil, termal rahatsızlıktan şikâyetçi çalışanların sayısına göre ölçülür. Termal konforu etkileyen altı faktör çevresel ve kişiseldir. Bu faktörler birbirinden bağımsız olabilir, ancak çalışanların termal konforuna katkıda bulunurlar [17].

Çalışanların işyerlerinde şikâyetçi olmayacağı şekilde düzenlemeler yapılması ve ısı ve nem gibi etkenlerin düzenlenmesi gerekmektedir. Termal konforun düşük veya yüksek olması durumlarında çalışan rahatsızlık ve sıkıntı duymaya başlar. Çalışanların memnuniyet veren sıcaklık ve nem seviyelerinde çalışmaları verimliliği artırırken iş kazalarının sayılarını azaltmaktadır [18].

Termal konforun şartlarının belirlenebilmesi ve ölçülebilmesi için örnek alınacak başlıca standartlar TS EN ISO 27243 (TS EN 27243, 2002) ve TS EN ISO 7730' dur. Bu standartlar memnuniyetsizlik olarak iki aşamalı olarak değerlendirilmektedir. Bu iki aşamadan biri PMV (Tahmin Edilen Ortalama Oy) ve belirlenen PMV değerine yüzdesel oran olarak elde edilen PPD (Kişisel Memnuniyetsizlik Yüzdesi) değerleri memnuniyetsizlik değerlerine karşılık gelir. Bu değerler iş sağlığı ve güvenliği ölçümlerinde kullanılmaktadır. TS EN ISO 7730 standardında -2 ile +2 değerleri arasındaki değerler ılıman olarak değerlendirilmektedir. "2"nin üzerindeki değerler sıcak ortamlar olarak belirlenmiş ve bu değerler üzerinde çıkan değerler için TS EN ISO 27243 standardı kullanılmaktadır. Sıcaklığın yüksek olduğu ortamlarda TS EN ISO 27243 standardında belirtilen WBGT (Islak Hazne Küre Sıcaklığı) indeksi hesaplanmaktadır.

WBGT indeksi için bulunması gereken değişkenler; küre sıcaklığı (Tg), doğal yaş-hazne sıcaklığı (Tnw) ve kuru hava sıcaklığı (Ta)'dır [11].

### 2.2.1. Ölçüm Süresi

Ölçüm sonuçları kararlı sonuçlar için tasarlanmıştır. Ölçümler en az 1 saatlik aralıklarla dalgalanmaların önlenmesi ve zaman ağırlıklı ortalamaları alınmalıdır [19,20].

### 2.2.2. PMV (Predicted Mean Vote)

PMV değerinin hesaplanmasında kullanılan temel bileşenler çevresel ve kişisel faktörlerdir. TS EN ISO 7730 standardında PMV değeri olarak 7 temel termal değer tanımlanmıştır. Bu değerler +3 ile -3 değerleri aralığındadır. Bu değerler büyük bir insan grubunun oylarının ortalama değerlerinin tahmin edildiği bir aralıktır [20,21,22].

### 2.2.3. PMV Ölçüm Kriterleri

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 yapılmalıdır.

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.

Metabolizma ve çalışma hızları standartlarda belirtilen tablolardan seçilerek ölçüm hesaplamasında belirtilmelidir.

Kıyafet bilgileri de sonucu etkileyen parametrelerden olduğundan dolayı ölçüm yapılan ortamda çalışanların kıyafet bilgileri de standart tablolarından seçilerek ölçüm hesabında kullanılmalıdır.



Belirtilen girdiler yapıldıktan sonra ölçüm bölgeleri, ölçüm süresi ve cihazın ayarlamaları yapıldıktan sonra elde edilecek sonuçlar ile PMV değeri elde edilmelidir [22].

#### 2.2.4. PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied)

TS EN ISO 7730 standardında hesaplanan PMV değerinin karşılığında ortamda çalışan kişilerin ortamdaki memnuniyetsizlik yüzdesi PPD olarak hesaplanabilmektedir. Yani ölçülen PMV değeri ile birlikte PPD değeri de ölçülmüş olmaktadır. PPD değerini elde etmek için tekrar bir ölçüm yapılmamaktadır [11,20].

#### 2.2.5. Metabolik Oran (Hız) (MET)

Metabolik oran vücut yüzey alan başına Watt cinsinden etki eden büyüklüktür. Dinlenme durumunda metabolik oran  $40 \text{ W/m}^2$ , ayakta durma esnasında yaklaşık  $70 \text{ W/m}^2$ , maksimum çalışma metabolik oranı ise  $500 \text{ W/m}^2$  dir. Metabolik oranlar kişilerin çalışmalarına göre genel olarak belirlenmiş tablolardan seçilir. 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 [23,24].

Sıcak ortamlara maruz kalan insanlar tarafından gerçekleştirilen aktivite türü ve seviyesi, kullanılan enerjiyi (metabolik oranı) ve dolayısıyla vücut tarafından üretilen ısıyı belirler [25].

$$1 \text{ Metabolik Oran (Hız)} = 1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2 \quad [20]$$

#### 2.2.6. Giysi Yalıtımı (CLO)

Kıyafetlerin termal direnci,  $1 \text{ Clo} = 0,155 \text{ m}^2/\text{W}$  olduğunda bir Clo değeri olarak ifade edilir. Kişisel izolasyon, insanların kendi rahatlık duygularına göre kıyafet eklemeye veya çıkarmaya eğilimli olduğu durumlarda kendi kendini düzenlemeye eğilimlidir [23].

Termal şartlar, çevredeki ısı alışverişleri ve termodinamik olarak ısıyı taşıyan yollarıyla gerçekleşmektedir. Gerçekleşen ısı ve nem alışverişi kişinin vücut yüzey alanı ile çalışma ortamındaki hava arasında gerçekleşmektedir. Giyilen giysiler çevredeki koşullar göz önünde bulundurularak çalışanın ortama uyum sağlayabileceği yalıtım şartlarına göre seçilmelidir [24].

$$1 \text{ Giysi Oranı} = 1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \quad [20]$$

Bireysel farklılıklar nedeniyle, herkesi tatmin edecek bir termal ortamın belirlenmesi imkânsızdır. Her ortamda memnun olmayan çalışanlar olacaktır. Ancak, çalışanların belirli bir yüzdesi tarafından kabul edilebilir olduğu öngörülen ortamları belirtmek mümkündür [20].

#### 2.2.7. WBGT (Wet Bulb Globe Temperature)

WBGT değerini hesaplamak için hava sıcaklığı, nem, hava akım hızı ve radyant sıcaklık değerlerinin içinde bulunduğu bir ölçüm metodu izlenmelidir. Bu ölçümler için, termal konfor cihazının 3 sensörü kullanılır. Bu sensörler; doğal yağ-hazne sıcaklık sensörü ( $T_{nw}$ ), küre sıcaklık sensörü ( $T_g$ ) ve ( $T_a$ ) kuru hava sıcaklığı sensörüdür [19,26].

Güneş yükü olmayan içyapılar ve dış yapılar:

$$WBGT = 0,7T_{nw} + 0,3T_g \quad [19,25]$$

Güneş yükü olan dış yapılar:

$$WBGT = 0,7T_{nw} + 0,2T_g + 0,1T_a \quad [19,25]$$

Bu sıcaklık değerleri, işçinin iş ortamında maruz kaldığı ısı stresinin derecesini belirlemek ve ısı hasarını önlemeyi amaçlar ve ısı stresini nasıl hafifleteceğini belirlemek için nitelikli bir iş sağlığı ve güvenliği profesyoneline teslim edilir [6].

### 2.2.8. Ortamın Heterojen Olması durumunda Termal Konfor Ölçüm Yöntemi

Her çalışma ortamında termal konfor şartları homojen olarak dağılmaz. Bu durumlarda heterojen olan ortamlarda kişilerin vücutlarına etki eden bölümlerde ölçümlerin ayrı olarak yapılması gerekir. Bu bölümler baş, karın ve ayak bileği bölgeleri olarak 3 bölge olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışanın çalışma durumuna göre ölçüm yükseklikleri belirlenmiştir. Çalışan oturarak çalışıyorsa; ölçümler zeminden 0,1 m, 0,6 m ve 1,1 m yüksekliklerde yapılmalı, eğer çalışan ayakta çalışma konumundaysa ölçümler zeminden 0,1 m, 1,1 m ve 1,7 m yüksekliklerde yapılmalı ve aşağıda belirtilen formülle tek bir WBGT değeri hesaplanmalıdır [19].

$$WBGT = (WBGT_{baş} + (2 \times WBGT_{karın}) + WBGT_{ayakbileği}) / 4 \quad [25]$$

Ölçüm yapılacak noktada kişi üzerindeki ısı baskısının heterojenliği, baş, ayak ve karın bölgelerinde yapılan 3 ölçümün farkının %5 ten büyük olması durumunda kabul edilir. Ortam homojen ise sadece karın bölgesinde yapılan ölçümün yapılması TS EN 27243 standardı tarafından kabul edilmektedir. Ancak homojenlik ile ilgili yapılan analiz için en ufak bir şüphe olması durumunda baş, ayak bileği ve karın bölgelerinde 3 ölçümün alınması gerekmektedir [19].

## 3. Sonuçlar ve Tartışma

### 3.1. Değerlendirme

Tekstil sektöründe 5 farklı bölüm olan dokuma, open end, tarak, cer ve konfeksiyon bölümlerinde yapılan 20 ölçüm sonucunda TS EN ISO 7730-2006 standardına göre istenilen PMV değerleri -2 ile 2 aralığında olmalıdır. Bu değerlere bağlı olarak da PPD değerleri belirlenebilmektedir. Hem yaz ölçümlerinde hem de kış ölçümlerinde PMV değeri olarak -2 ve 2 değerleri aralığında istenilen değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Termal konfor PMV ölçüm sonuçları tablosu

Ölçüm Sonucu (PMV)					
Ölçüm Kodu	Dokuma	Open End	Tarak	Cer	Konfeksiyon
Yaz Ölçümü 1	0,73	1,73	0,95	1,54	0,59
Yaz Ölçümü 2	0,34	1,72	1,17	0,87	0,67
Kış Ölçümü 1	-1,42	1,32	0,25	0,18	1,53
Kış Ölçümü 2	-1,83	1,56	-1,33	-0,43	1,35

Yapılan ölçümlerde yaz ve kış olarak bölümlerde ikişer adet ölçüm alınmıştır. Yaz ölçümleri içerisinde en düşük PMV ölçümü 0,34 değeriyle dokuma bölümünde ölçülmüştür. En yüksek yaz ölçümü ise 1,73 değeri ile open end bölümünde görülmüştür. Kış ölçümleri içerisinde ise en memnuniyetsiz ortam dokuma bölümündedir. En fazla memnun olunan değer ise 0,18 değer ile cer bölümünde görülmektedir.

**Tablo 2.** Termal konfor (%) PPD ölçüm sonuçları tablosu

Ölçüm Sonucu (PPD)					
Ölçüm Kodu	Dokuma	Open End	Tarak	Cer	Konfeksiyon
Yaz Ölçümü 1	16,4	63,25	24,31	53,04	12,57
Yaz Ölçümü 2	7,4	63,01	34,4	21,08	14,56
Kış Ölçümü 1	47,37	41,55	6,59	6,18	52,37
Kış Ölçümü 2	68,62	54,49	42,62	11,13	42,92

PPD değerleri ise 0 değer seviyesine yaklaştıkça memnuniyetin arttığını gösterir ve PMV değerleri ile paralel olarak hesaplanmaktadır. Yani PMV değerlerinde yapılan bütün değerlendirmeler PPD değerleri içinde geçerlidir. PPD değerleri PMV değerlerinin % olarak değerlendirmesi olarak belirtilmektedir. PPD değerlerinde 0,18 PMV değerine karşılık gelen %6,18 ile cer bölümü en memnuniyet içeren bölüm olarak ölçülmüştür.

Bölümlerde yaz ve kış ölçümleri arasında fark göze çarpmaktadır. Dokuma, tarak ve konfeksiyon bölümlerinde yaz aylarında memnuniyet görülürken cer bölümünde ise kış aylarında memnuniyet görülmektedir. Ancak open end bölümünde ısıtma ve nemlendirme işlemleri gerçekleştiğinden dolayı her mevsim sıcak bir çalışma ortamı olduğu görülmektedir.

Yaz ve kış aylarında yapılan 10' ar adet ölçüm ortalamalarına bakılarak kışın PMV değerleri 0' a yakınlığı ile çalışanların istediği ortama daha yakın olarak görülmektedir.

### 3.2. Termal Konfor Açısından Meslek Hastalıkları ve Sağlık Şikâyetlerinin Azaltılmasına Yönelik Tespit ve Öneriler

- Termal konfor unsurlarının çalışanlar tarafından bilinçlendirilerek eğitimlerinin sağlanması ilk basamak olarak görülmelidir. Sağlık unsurları ve yaşamsal faaliyetlerde ilk yardım önem arz etmektedir.
- Çalışılan ortam şartlarının, iklimlendirme sistemleri ile standartlara uygun şartlara getirilmelidir.
- Çalışanlar, çalışma esnasında terleme yoluyla kaybettikleri sıvı, tuz potasyum ve diğer elementlerinin sağlanması önemlidir.
- Çalışanların yaş, cinsiyet ve metabolik durumları göz önünde bulundurularak, durumlarına uygun işlerde çalıştırılmalıdırlar.
- Kişilerin çalışma ortamlarına göre uygun iş kıyafetleri seçilmelidir.
- Termal dengeyi değiştirecek makine ekipmanlarının yalıtımları kontrol edilmeli ve mühendislik yöntemleriyle diğer sıkıntılara yol açmayacak şekilde yetkin kişilerce yapılmalıdır.
- Eğer termal risk durumunun metabolik sebeplerden kaynaklandığı belirlenmiş ise, "Sıcaklık ve İş Yüküne Göre Dinlenme Süreleri" incelenerek dinlendirilmelidir.
- Özel işlerin gerçekleştirilmesi gereken iş ortamlarında gerçekleştirilen göreve uygun çalışan kişiyi koruyucu kıyafetler seçilmelidir.
- Isı etkisi radyasyondan kaynaklanıyor ise yansıtıcı tip kıyafetler seçilmelidir.
- Termal şartların sağlanması havalandırmanın etkisi de fazladır. Eğer ısı baskısı altındaki hava akış halinde değil ise kişiyi etkileyen faktör sabit kalmaktadır. Bu sebeple ısı yükü havalandırma ile uzaklaştırılmalıdır.
- EN ISO 11612 standardında belirtilen limitli alev sıçramaları, radyan ya da konvektif ısı etkisinde kalınması durumunda ya da sıcak metal sıçramalarının gerektirdiği kodlara göre giysilerin seçilmesi önerilmektedir [27].

### 3.3. Sonuç

Tekstil fabrikalarında bulunan makine fazlalığı ve ürün çeşitliliği, farklı çalışma kollarını da beraberinde getirmektedir. Ürün çeşitliliği ve üretim faktörleri termal açıdan çalışanların üzerinde ısı baskısı oluşturmaktadır. Oluşan ısı baskısı uzun yıllar çalışan kişiler üzerinde meslek hastalıklarına yol açmaktadır. İş hijyeni ölçümleri, mühendislik çalışmaları ve çalışma yönetimi ile çalışanları iş kazaları ve meslek hastalıklarından uzaklaştırmak mümkündür. Yapılan çalışma sonucunda tekstil fabrikalarında yaz ve kış mevsim farklarının çalışma ortamını etkileyen memnuniyetsizlik oranı tespit edilerek, meslek hastalıkları ve sağlık şikâyetlerinin azaltılması için izlenen önlemler ve mühendislik çalışmaları uygulanması gerekmektedir. İş hijyeni ölçümleri ve ölçümlere göre giysi seçimi, metabolik çalışma ayarlamaları ve mühendislik düzenlemeleri ile termal konfor düzenlenebilmektedir.

### Kaynaklar

1. Dedeler H., 2008, Bir İşletmede İşyeri Fiziksel Risk Etmenlerinin Çalışanların Sağlığına Olan Etkisinin Saptanması Ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2008; 1-22.
2. ÇSGB, 2013, İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmelik, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara, Yayın Tarihi: 24.01.2017, Resmi Gazete No: 29958.

3. Efe Ö.F., Efe B., Tekstil Sektöründe İş Kazalarının Oluşumuna Ait Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, ÖS: Ergonomi 2015;623-629.
4. HSE Health and Safety Executive, A Guide To Measuring Health & Safety Performance, HSG65, HSE Information Services, Caerphilly Business Park, Caerphilly CF83 3GG, 2001.
5. International Finance Corporation, Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines, <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/554e8d80488658e4b76af76a6515bb18/Final+-+General+EHS+Guidelines.pdf?MOD=AJPERES>, 2007.
6. NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), 2016, Occupational Exposure to Heat and Hot Environments <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf>
7. Uğurlu F., Tekstil Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği, İş Müfettiş Yardımcılığı Etüdü, Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Adana, 2011;3-45.
8. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı - İş sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Tekstil Sektörü İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sistemi Rehberi <https://www.csbg.gov.tr/media/7043/tekst%C4%B0l-sektoer%C3%BC-%C4%B0sgys-rehber%C4%B0.pdf>
9. İSGÜM, İş Hijyeni Kapsamında Kabul Edilen Metotlar, <http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/TestLabYetki/TURKAK-Fiziksel-kimyasalParametreler.pdf>
10. ÇSGB, İşyeri Bina Ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık Ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara, Yayın Tarihi: 17.07.2013; Resmi Gazete No: 28710.
11. Yildirim H.A., Altınsoy H., 2015, TS EN ISO 7730 ve TS EN ISO 27243 Standartlarına Göre Termal Konfor Programı, Çalışma Dünyası Dergisi, 2015;(2):7-17.
12. TS EN 27243, 2002, Sıcak Ortamlar - Wbgt (yaş - Hazne Küre Sıcaklığı) İndeksine Göre Isının Çalışan Üzerindeki Baskısının Tahmini, ICS 13.100.
13. İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı, Termal Konfor Ölçümleri ile ilgili olarak Laboratuvarlar tarafından dikkat edilecek hususlar, <https://www.csbg.gov.tr/isgum/contents/hizliersim/laboratuvaryetkilendirme/>
14. Parsons K., Heat Stress Standard 7243 and its Global Application, Industrial Health, 44, 2006;368-379.
15. İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı, Termal Konfor-Kadir KADİROĞULLARI [www.isgum.gov.tr/rsm/file/labyetki/Termal%20Knfor%2030.11.2016.pptx](http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/labyetki/Termal%20Knfor%2030.11.2016.pptx)
16. Delta OHM HD32.1 Termal Konfor Ölçüm Cihazı Bilgileri, Delta OHM HD32.1 Thermal Microclimate, [http://www.deltaohm.com/ver2012/download/HD32.1\\_M\\_uk.pdf](http://www.deltaohm.com/ver2012/download/HD32.1_M_uk.pdf)
17. HSE Health and Safety Executive, Thermal Comfort, <http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/index.htm>
18. Camkurt M. Z., İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi, TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 2007;(20-21):80-106.
19. TS EN 27243, Sıcak Ortamlar - Wbgt (yaş - Hazne Küre Sıcaklığı) İndeksine Göre Isının Çalışan Üzerindeki Baskısının Tahmini, ICS 13.100, 2002.
20. TS EN ISO 7730, Orta Dereceli Termal Ortamlar-PMV ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi, ICS 13.180, 2006.
21. İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı, Termal Konfor-KadirKADİROĞULLARI, [www.isgum.gov.tr/rsm/file/labyetki/Termal%20Knfor%2030.11.2016.pptx](http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/labyetki/Termal%20Knfor%2030.11.2016.pptx)
22. Ekici C., PMV Metodu İle Isıl Konfor Ölçümü ve Hesaplanması, VIII. Ulusal Ölçüm Bilim Kongresi, Gebze-KOCAELİ, 2013:1-5.

23. Hirst A., Basic Principles in Occupational Hygiene (Student Manuel), 2010.
24. Imanci C., Döküm Atölyelerinde Termal Konfor Şartlarının İncelenmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2014.
25. Parsons K., Heat Stress Standard 7243 and its Global Application, Industrial Health, 44, 2006:368–379.
26. Sask Power OHSAS 18001 Documentation, Working in Hot Conditions Standart [http://www.ibew2038.com/Uploads/UploadedFiles/Acts\\_CBA\\_Regs/OHS\\_working\\_in\\_hot\\_standard.pdf](http://www.ibew2038.com/Uploads/UploadedFiles/Acts_CBA_Regs/OHS_working_in_hot_standard.pdf).
27. Sezginer S., Kişisel Koruyucu Donanımların Doğru Seçimi, Doğru Kullanılması ve Kişisel Koruyucu Malzemelerin Taşınması Gereken Özellikleri, Mühendis Makina, 2014;55(655):57-69.