

Bir Doğaltaş İşleme Fabrikasında Çalışanların Metabolizma Hızları Göz Önüne Alınarak Termal Konfor Şartlarının İncelenmesi

Ali Ekrem ARITAN*¹, Zişan MEMİŞ¹

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,
Afyonkarahisar

Geliş tarihi: 25.01.2021 Kabul tarihi: 31.03.2021

Öz

Doğaltaş işleme fabrikalarında çalışanların meslek hastalığına yakalanması durumunu ortam kalitesi etkilemektedir. Ortam kalitesini belirleyen en önemli faktörler; termal konfor şartları, aydınlatma, ortaya çıkan gürültü ve titreşimdir. Termal konforu tanımlayan 6 önemli parametre vardır. Termal konfor şartlarını etkileyen metabolizma hızı, çalışanların işlerinin ağırlığına göre farklılık göstermektedir. Çalışma ortamında sıcaklık, nem vb. etkenler aynı olsa bile çalışanların metabolizma hızındaki farklılık, termal konfor algısını değiştirecek bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Metabolik oran hem araştırma hem de uygulamada en kabaca değerlendirilen faktördür. Çalışma sahası olarak Afyonkarahisar İl'inde bulunan doğaltaş fabrikası belirlenmiştir. Fabrika içerisinde 6 farklı bölgeden ölçümler alınmıştır. Çalışanların metabolik oranlarının farklı olmasının termal rahatlığı etkilemesi göz önüne alınarak riskli ortamlar için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Termal konfor, Metabolik oran, İş sağlığı ve güvenliği

Investigation of Thermal Comfort Conditions by Considering Metabolic Rates of Natural Stone Processing Plant Employees

Abstract

The employees in the natural stone factory are exposed to occupational diseases by the quality of the environment. The most important factors determining the quality of the environment are thermal comfort conditions, lighting, the ambient noise and vibration. There are 6 important parameters defining thermal comfort. The metabolic rate, which affects the thermal comfort conditions, varies according to the intensity of the employees' work. Even if the factors such as temperature, humidity etc. are the same in the working environment, the difference in the metabolic rate of the employees appears as a factor that will change the perception of thermal comfort. The metabolic rate is considered the least important in both research and practice. A natural stone factory in Afyonkarahisar Province was chosen as the study area. Measurements were taken from 6 different regions within the factory. Considering that different metabolic rates of employees affect thermal comfort, suggestions have been made for risky environments.

Keywords: Thermal comfort, Metabolic rate, Occupational health and safety

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ali Ekrem ARITAN, aritan@aku.edu.tr

1. GİRİŞ

Madencilik sektörünün ekonomiye katkısı yüksektir. Ülkemizde doğaltaş ihracatı artarak maden sektöründeki önemini devam ettirmektedir. Son yıllarda insanların doğal güzellikleri görme, kullanma talebi artmaktadır ve geleneksel yapılarda, turizm mekânlarında, kendi özel alanlarında doğaltaş kullanmak istemektedirler. Taleplerin karşılanması için doğaltaş ocak ve işleme tesislerindeki çalışmalar da doğal olarak artmaktadır. Afyonkarahisar, doğaltaş ocaklarının ve tesislerinin en yaygın bulunduğu illerden birisidir. Afyonkarahisar'da 400 civarında mermer işleme tesisi bulunmaktadır. Bu tesisler büyük miktarda istihdam sağlamaktadır.

Ülkemizde bulunan geleneksel yapıların restore edilmesinde, turizm mekânlarında otantik dekorasyon görünümünün sağlanmasında ve yeni yapılan inşaatların yapım aşamalarında doğaltaş kullanımına talep giderek artmaktadır. Talebin karşılanması için üretim ve işleme çalışmaları da artmaktadır.

Üretim ve hammadde işleme çalışmaları yapılırken fiziksel risk etmenleri ortaya çıkmaktadır. Fiziksel risk etmenleri; gürültü, termal konfor, aydınlatma, titreşim, toz, basınç ve radyasyondur. Fabrikada bulunan makinelerde sulu çalışmalar yapıldığı için toz problemi görülmemektedir. Çalışma yapılan makineler de sadece forklift kullanılırken titreşim problemi ortaya çıkmaktadır [1,2]. Üretim ve işleme süreçlerinde makineleşme arttıkça fabrikada ortaya çıkan gürültü artış göstermektedir. Ortaya çıkan gürültü insanlar üzerinde psikolojik, fizyolojik ve işitme duyusunda olumsuz etkiler ortaya çıkarmaktadır [3]. Hayatımızın her anında olan temel gereksinimlerimizden biri ışıktır. Çalışma ortamlarında herhangi bir eylemi gerçekleştirebilmek için ışık yayan, yansıtan ya da geçiren bir nesnenin varlığına ihtiyaç duyulmaktadır [4].

Fabrika içerisindeki hava sıcaklığı, radyant ısı, hava akım hızı ve nem gibi çevresel faktörlerle birlikte kıyafet faktörü ve metabolizma hızı gibi kişisel faktörlerin etki ettiği termal konfor faktörleri çalışma ortamına göre değişiklik

göstermektedir. Bu değişiklikler çalışanlar üzerinde kalp krizine kadar olumsuz etkiler ortaya çıkarabilmektedir [5].

Literatür incelendiğinde, madencilik sektörüne yönelik termal konfor çalışmalarında, genel olarak ortaya çıkan olumsuz faktörler (sıcaklık, hava hızı, nem) incelenmiştir. Fakat doğaltaş işleme fabrikalarında termal konfor incelemeleri yapılmasına rağmen metabolik oranla ısı konforunun ilişkisi vurgulanmamıştır. Maohui Luo ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptıkları çalışmada [6], sürekli metabolizma hızı ölçümünün alınmasının zor olduğu sonucuna varmışlardır.

Çalışma karasal iklime sahip olan Afyonkarahisar ilinde yapılmıştır. 1 Katrak ve 2 ST kullanılan, çalışma alanları yarım duvarla bölünmüş olan doğaltaş işleyen 3500 m² alana sahip bir kapalı fabrikada; çalışanların metabolik oranlarının farklılık gösterdiği ortamlardan termal konfor ölçümleri alınmıştır. Ölçümler sonucunda, metabolik oran farklılıklarına göre karşılaştırmalar yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda öneriler ortaya konulmuştur.

2. FİZİKSEL RİSK ETMENLERİ

Çalışanlar için en büyük temel riskler iş kazası ve meslek hastalığıdır. İş kazaları ve meslek hastalıklarına sebep olan en büyük etkenler arasında çalışılan ortam koşullarının olumsuz olması yer almaktadır. Çalışılan ortamın fiziksel özellikleri çalışanların iş verimini etkilemektedir. Fiziksel etmenleri; termal konfor, aydınlatma, gürültü, titreşim, toz, basınç ve radyasyondur. Termal konfor riskini etkileyen en önemli faktörlerden biri metabolik orandır. Metabolizma hızı farklılık gösteren çalışanların termal rahatlıkları da değişiklik göstermektedir [7].

2.1. Termal Konfor

Çalışma ortamları, çalışanların psikolojilerini, bedensel, sosyal ve kültürel yapılarını etkilemeyecek şekilde rahat olması gerekmektedir. Ortamın ısı konforunu sağlayacak olan cihaz ve ekipmanlar çalışanları rahatsız etmeyecek şekilde

seçilmelidir. Çalışma ortamları termal konfor şartlarına uygun tasarımılandırılmalıdır. ASHRAE 55 Standardına uygun olarak çalışılan ortamın ısı konforundan memnun olma durumu, termal konfor olarak adlandırılmaktadır [8]. Termal rahatlık, çalışanın ortamdaki tatminini gösteren önemli bir terimdir. Çalışanın iş randımanını yükselten en önemli faktörlerden biri de termal memnuniyettir. [8-10].

Termal konfor; hava sıcaklığı (T), bağıl nem (RH), hava hızı (V), ortalama işıma sıcaklığı (Tg) gibi çevresel faktörlere bağılıken kişinin yaşı, cinsiyeti, beslenmesi, metabolizma düzeyi ve kıyafet ısı direnci gibi kişisel faktörlere de bağılıdır. Kıyafet ısı direnci, çalışanın ile çalışma ortamı arasındaki ısı iletimi için bir etkidir [8,11-13].

Termal konfor parametreleri ölçüldüğünde, termal algı tahmini ortalama olarak (PMV) hesaplanmış olur [13]. Hesaplama Fanger metodu kullanılır. Metoda göre 6 bileşenden 4'ü ölçümle ikisi standartlardan alınarak PMV hesaplaması yapılır [5].

Isıl konfor memnuniyetsizliği, çalışılma yerinde bölgesel soğutma veya çalışanın vücut sıcaklığının artması sebebiyle de oluşabilir. Ayrıca, termal konfor olumsuzluğu, tüm vücudun sıcak veya soğuktan rahatsızlığından kaynaklanabilir [13].

Doğaltaş işleme tesislerindeki çalışanların termal rahatlığını etkileyen faktörler;

- ST ve Katrak makinelerinin olduğu bölümde, makinelerin çalışma yöntemleri sebebiyle, ortamda su varlığının fazla olması nem sorunu oluşturmaktadır.
- Fabrika içinde yeterince havalandırma olmaması durumu hava hızının ayarlanmasında problemler ortaya çıkarmaktadır.

Metabolizma hızı ve kıyafet faktörü çalışanların termal rahatlığını etkilemektedir. Fabrika içerisinde bulunan çalışma ortamları aynı olmağı için metabolik oranda farklılık göstermektedir.

İnsan vücudunun ürettiği ısı, metabolizma hızı olarak isimlendirilir. Vücut ısısı, besinlerin yakılması ile meydana gelen enerji sonucu elde edilir. Çalışanlar faaliyetlerini gerçekleştirirken vücutlarının aldığı şekillerin metabolizma hızına ve üretilen sıcaklığa etkisi fazladır. Aynı işi yapan çalışanların ısı değerleri farklı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu farklılığı azaltmak için birim vücut yüzey alanına bağılı değişkenler kullanılmaktadır [8].

Metabolik oran, metabolik aktivite nedeniyle vücudun içinde üretilen enerjiyi karakterize eder.

*1 Met = 58,2 W / m² (18,4 BTU / H FT²).

Bazı çalışma durumlarındaki metabolik hızlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Metabolik oranların aktiviteye göre sınıflandırılması [14,15]

Sınıfı	Ortalama metabolik hız (W m ⁻²)	Örnek
Dinlenme	65	Dinlenme
Düşük	100	Rahat oturma/ayakta
Orta	165	Sürekli el/kol çalışması
Yüksek	230	Yoğun çalışma
Çok yüksek	290	Maksimum aktivite için çok yoğun

Çizelge 2. Fabrika çalışanlarının metabolik eşdeğer dakika (MET) hesaplanması

Bölge	Sınıfı	Ortalama Metabolik Hızı (W/m ²)	MET değeri
1. Bölge	Düşük	100	1,72
2. Bölge	Yüksek	230	3,95
3. Bölge	Yüksek	230	3,95
4. Bölge	Düşük	100	1,72
5. Bölge	Düşük	100	1,72
6. Bölge	Düşük	100	1,72

Metabolik oranların aktiviteye göre sınıflandırılması (ISO 8996, 2004) Çizelge 1'e bakılarak, ölçüm alınan ortamdaki çalışanların sınıfı belirlenmiştir. Ortalama metabolik hızından 1 Met = 58,2 W / m² (18.4 BTU / H FT²) formülü kullanılarak Met değerleri bulunmuştur (Çizelge 2).

İnsan vücudu ile dış ortamı ayıran giysinin, ısı ve nem transferi çok önemlidir. Isıl konforun tanımlanmasında, giysilerin ısı transferine karşı direnci, kıyafetin cinsine göre aldığı yalıtım birimi ile ifade edilmektedir [8].

Çizelge 3. Çeşitli giysi türleri ve yalıtım katsayıları [5,8]

Kıyafet Yalıtım Katsayısı	I_{ci} (clo) değeri
Pantolon, kısa kollu gömlek	0,57
Pantolon, uzun kollu gömlek	0,61
Pantolon, uzun kollu gömlek, ceket	0,96
Diz uzunluğunda etek, kısa kollu gömlek	0,54
Ayak bileği uzunluğunda etek, uzun kollu gömlek, ceket	1,10
Etek / Elbise	0,54-1,10
Şort	0,36
Önlük / Tulum	0,72-1,37
Spor Kıyafetleri	0,74

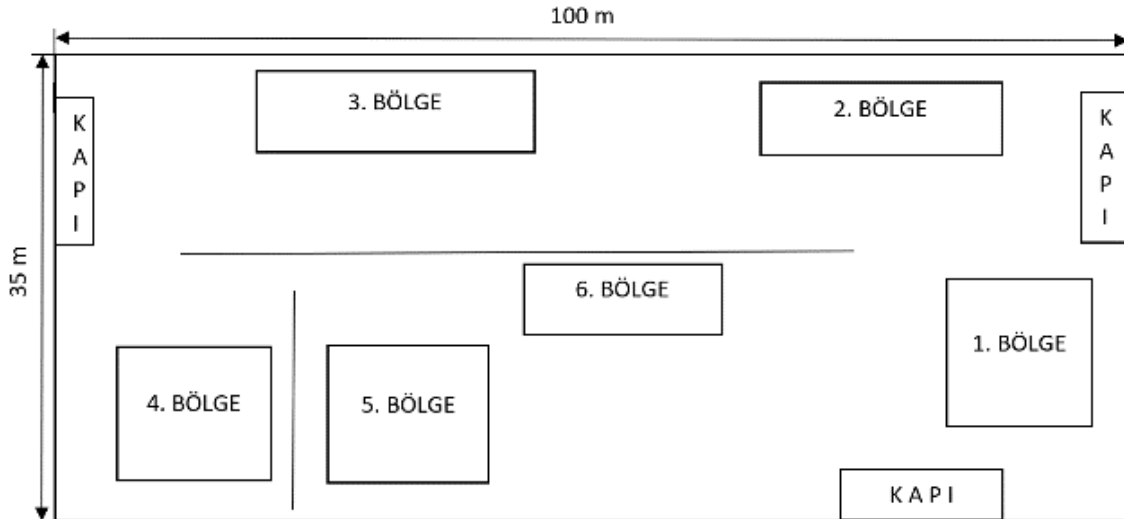
Çizelge 3’de belirtilen değerleri; fabrika içerisinde farklı bölgelerde çalışanların kıyafetlerine göre, I_{ci} (clo) değerleri belirlenip Çizelge 4’te verilmiştir. Termal konfor koşulları ve metabolik oranları farklı olduğu için ceketlerin farklı kullanılması önerilmiştir.

Çizelge 4. Fabrika çalışanlarının $I_{(c_1)}$ (clo) değerlerinin belirlenmesi

Bölge	Giyim Açıklaması	I_{ci} (clo) değeri
1. Bölge	Pantolon, uzun kollu gömlek, ceket	0,96
2. Bölge	Pantolon, uzun kollu gömlek, ceket	0,96
3. Bölge	Pantolon, uzun kollu gömlek, ceket	0,96
4. Bölge	Pantolon, uzun kollu gömlek, ceket	0,96
5. Bölge	Pantolon, uzun kollu gömlek, ceket	0,96
6. Bölge	Pantolon, uzun kollu gömlek, ceket	0,96

3. MATERYAL VE METOT

Çalışma 2020 yılında, Afyonkarahisar İli İscehisar İlçesi sınırları içinde bulunan bir doğaltaş fabrikasının 6 farklı bölgesinden termal konfor ölçümleri alınarak yapılmıştır (Şekil 1). Çalışma koşulları farklı olan bu bölgelerde çalışanların metabolizma hızı farklılık göstermektedir. Termal rahatlık; her koşul için değişen metabolik oranla hesaplamalar yapılarak değerlendirilmiştir. Ölçüm yapılan günde, dış ortam şartları; hava sıcaklığı 10,2°C iken hava hızı 0,9 km/s ve nem %56’dır.



Şekil 1. Ölçeklendirilmemiş fabrika planı



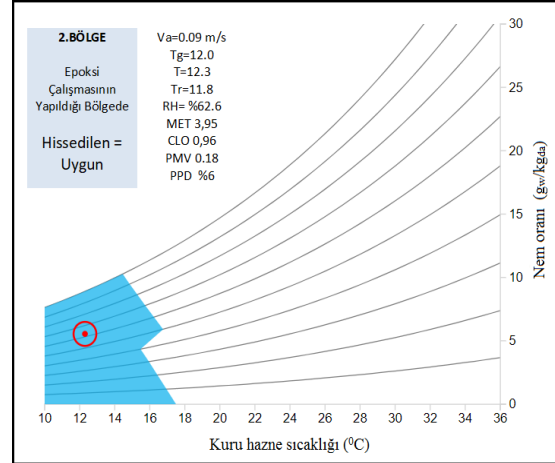
Şekil 2. Termal konfor ölçüm cihazı

Katrak, ST ve köprülü kesme makinesini kullanarak sulu kesim yapılan doğaltaş işleme fabrikasında TS EN 27243, TS EN ISO 7730 standartlarına göre DELTA OHM WBGT 32.3 cihazı ile (Şekil 2) termal konfor ölçümleri alınmıştır [8,13,16]. PMV hesaplamasında kullanılan değerler ASHRAE 55'den alınmıştır. Ölçüm sonuçları Fanger modeline göre değerlendirilmiştir [5].

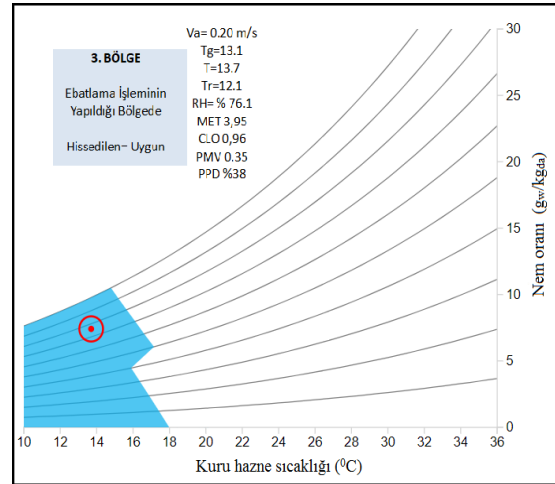
4. SONUÇLAR

Alınan termal konfor ölçümlerinde 6 bölgede çalışanların metabolik oranları tek tek ele incelenmiştir. Epoksi çalışmalarının olduğu bölgede fırçalama yaparak, el işi gerektiği ve ebatlama bölgesinde elle yükleme yapıldığı için hareketli çalışma yapılmaktadır. Hareket halinde olan işçinin orta metabolizma hızına sahip olmasından dolayı metabolik oran değeri 3,95 met değerindedir. Çalışma yapılan ortamların

sıcaklığının düşük olmasına rağmen metabolik oranlarının yüksek olması, çalışanların 1. ve 3. bölgede hissettiği termal rahatlığın uygun olduğunu göstermektedir (Şekil 3 ve 4).



Şekil 3. İkinci bölge termal konfor şartları

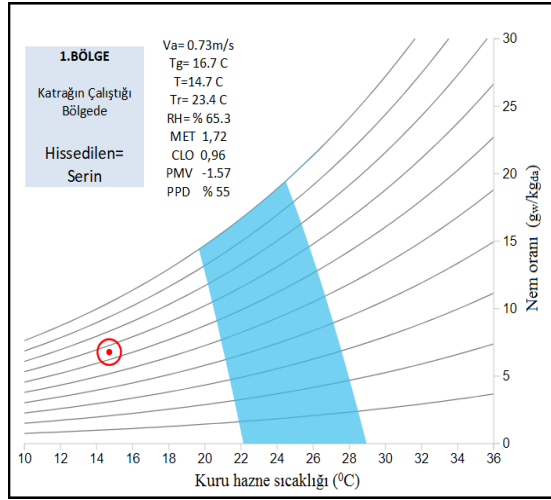


Şekil 4. Üçüncü bölge termal konfor şartları

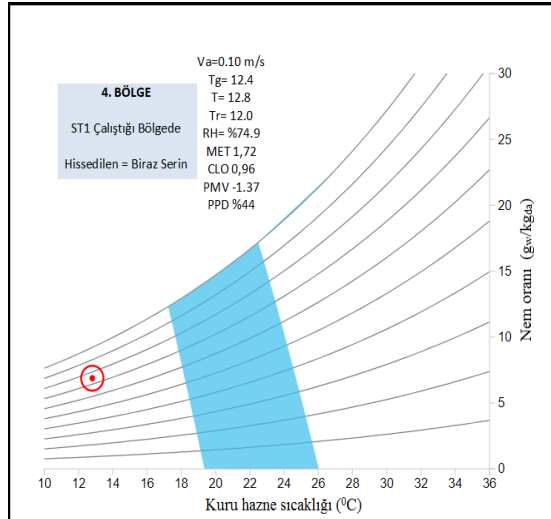
1., 4., 5. ve 6. bölgelerde ise hareketsiz çalışma şartlarından dolayı çalışanların metabolizma hızları düşüktür. Çalışma ortamlarında, hava sıcaklığının düşük ve çalışanların metabolik oranları da 1,72 met değerinde olması sebebiyle hissedilen termal rahatlığın (Çizelge 5'de görüldüğü üzere PMV değerleri -1,37 ile -1,59 arasında değişmektedir.) serin olduğunu göstermektedir (Şekil 5-8).

Çizelge 5. 6 farklı bölgenin PMV değerleri

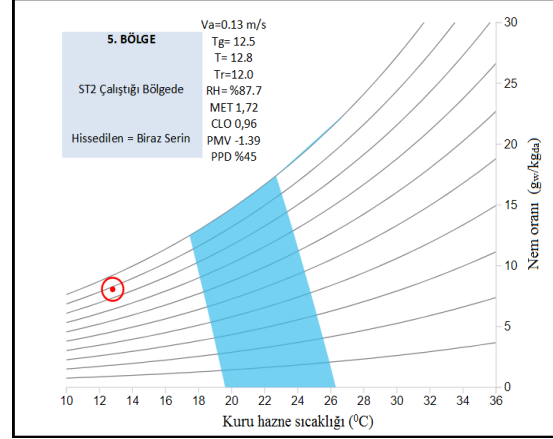
Bölge	Sınıfı	PMV değeri
1. Bölge	Düşük	- 1,57
2. Bölge	Yüksek	0,18
3. Bölge	Yüksek	0,35
4. Bölge	Orta	-1,37
5. Bölge	Orta	-1,39
6. Bölge	Orta	-1,39



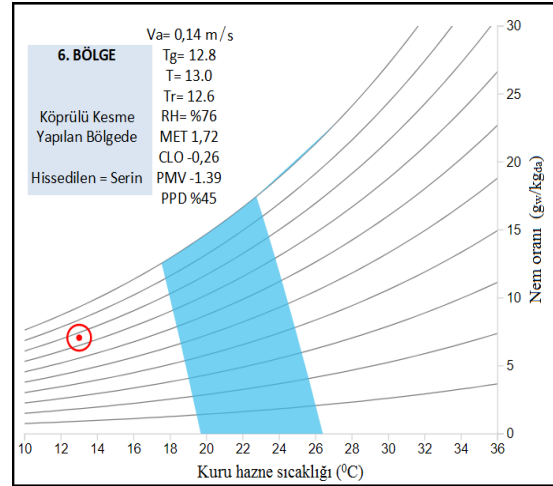
Şekil 5. Birinci bölge termal konfor şartları



Şekil 6. Dördüncü bölge termal konfor şartları



Şekil 7. Beşinci bölge termal konfor şartları



Şekil 8. Altıncı bölge termal konfor şartları

5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

2017 yılında Arıtan ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, Afyonkarahisar'daki bazı doğaltaş işleme tesislerinde termal konfor incelemeleri yapmışlardır [15]. Bu çalışmada termal konforun 6 bileşeni dikkate alınmış fakat metabolizma hızı fabrika genelinde sabit alınmıştır. Ayrıca çalışma alanı ve çalışma yapılan bölge sayısı bu yayında 4 bölge ve 2000 m²'dir.

Metabolik oranın dikkate alındığı bu çalışmada mevsim şartlarının daha soğuk olduğu zamanda, daha büyük alana sahip (6 bölge, 3500 m² kapalı

alan), sulu çalışan makinelerin (ST, Katrak, Köprülü kesme) fazla olmasıyla farklı ortam şartlarına sahip olan bir fabrikadan termal konfor ölçümleri alınmıştır. Alınan ölçümler çalışanların metabolizma hızlarına göre değerlendirilmiştir. Ölçüm alınan ortamda sulu çalışan makine sayısının fazla ve 6 bölgenin ortak etkileşiminin olmasıyla ortaya çıkan nem fazladır. Bu durum çalışanın hissettiği sıcaklığı düşürmekte ve termal rahatlığı bozmaktadır.

Genel olarak bakıldığında; fabrikalarda çalışanların giysileri tek tip olduğu bilinmektedir. Buradan çıkan sonuca göre; aynı fabrika içinde çalışanların termal hissiyatlarında etkin olan faktör metabolik oranlarıdır. Ölçülen 4 bileşende (ortam sıcaklığı, radyant ısı, nem, hava hızı) ve giysi faktöründe değişiklik yaparken metabolizma hızını dikkate alan düzenlemeleri yapmak daha uygun olacaktır. Bu yönüyle bakıldığında metabolik oranın tespitinin doğru yapılmasının önemi daha fazla ortaya çıkmaktadır. Ortamın termal konfor farklılığı düşünüldüğünde, tüm bölgelerde (6 farklı bölgede) çalışanların aynı kıyafet giymeleri uygun olmadığı görülmektedir. 2. ve 3. bölgede çalışanlar şu anki kıyafetlerini giymeye devam ederken; 1. 4. 5. ve 6. bölge çalışanlarının vücudunun oluşturduğu ısıyı koruyan elastik termal yalıtım sağlayan kıyafetler tercih etmeleri gerekmektedir.

Termal konfor ölçüm sonuçlarına bakıldığında zaman bölgelerde hissedilen termal rahatlığın metabolik oranla değiştiği görülmüştür. 1, 4, 5 ve 6. bölgelerde metabolik oranın düşük olmasıyla termal hissiyatın serin, termal memnuniyetin düşük olduğu görülmüştür. Çalışılan ortamlardan memnun olunmaması iş randımanını düşürüp çalışanların sağlığında büyük risk göstereceği için kıyafet faktörünün değiştirilmesi önerisi uygun olacaktır ama bu yeterli olmamaktadır. Kıyafet değişikliğinin yanı sıra; termal rahatlığın uygun olmadığı bölgelerde çalışanların beslenmelerini, kalori düzenlemesi yaparak metabolik hızlarına göre ayarlanması gerekmektedir.

Termal konfor çalışmaları yapılırken, metabolizma hızını tahminlerini doğrulamak için metabolik oranı etkileyen kalp atışı gibi faktörlere bakılarak yöntemler geliştirilmesi gerektiğini söylemişlerdir.

Çalışma sonucunda düşük maliyetli metabolik oran ölçmek, doğru sonuç verip kullanması kolay olan cihazlara sahip olunmasının termal rahatlık için büyük bir değer olacağı belirtilmiştir [6].

Çalışma saatleri içerisinde, çalışanların metabolik hızının değişiklik gösterdiği zaman dilimlerinde, uygun metabolik oranlar kullanılarak termal konfor ölçümleri değerlendirilmelidir. Bu zaman dilimleri için ortalama metabolik hız belirlenerek ortamda termal konfor düzenlemeleri yapılmalıdır.

Fabrika içerisinde lokal havalandırmalar yapılmalıdır. Hava akış yönüne göre giriş kapılarının belirlenmesi ve nem ortaya çıkaran makinelerin giriş kapılarına yakın konulması gerekmektedir. Böylece ortaya çıkardıkları nemin çalışanlara etkisi azaltılmış olacaktır.

Nem ortaya çıkaran makineler izolasyon tenteleri konularak diğer bölümlerden ayrılmalıdır. Bölümler arasında oluşacak etkileşimin engellenmesi sağlanmalıdır.

Katrak, ST ve köprülü kesme işlemlerinin yapıldığı bölgelerde çalışanların beklemesi ve ortam şartlarından etkilenmemesi için kesme işleminin yapıldığı yere bekleme kabinleri konulup, işçilerin termal rahatlıkları uygun seviyeye getirilmelidir.

6. KAYNAKLAR

1. Akbulut, T., 1996. İşçi Sağlığı Prensipleri ve Uygulamaları, 5. Baskı, Sistem Yayıncılık, İstanbul, 334.
2. Arıtan, A.E., Tümer, M., Şensöğüt, C., 2016. Kırmataş Sektöründe Titreşim Problemine Genel Bakış, 8. Uluslararası Kırmataş Sempozyumu, Kütahya.
3. Ege, F., Sümer, S.K., Sabancı A., 2003. Tekstil Fabrikalarında Gürültü Düzeyi ve Etkileri, Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 30-39.
4. MEB, 2011. Aydınlatma Projeleri (522EE0075), Ankara.
5. İmancı, C., 2014. Döküm Atölyelerinde Termal Konfor Şartlarının İncelenmesi, Uzmanlık

- Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 96.
6. Luo, M., Wang, Z., Ke Z., Cao B., Zhai Y., Zhou X., 2018. Human Metabolic Rate and Thermal Comfort in Buildings: The Problem and Challenge, *Building and Environment*, 131, 44-52.
 7. Dülger, S., 2015. Bir Mermer İşletmesindeki Problemlerin TRIZ Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 112.
 8. ASHRAE, ANSI/ASHRAE Standard 55, 2010. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ASHRAE Publications.
 9. 28710 Sayılı Resmî Gazete, 2013. İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, Ankara.
 10. Parsons, K.C., 2005. Human Thermal Environments, Taylor & Francis, New York.
 11. Hensen, J.L.M., 1990. Literature Review on Thermal Comfort in Transient Conditions, *Building and Environment*, 25(4), 309-316.
 12. Atılgan, I., Ataer, E., 2009. Application of Thermal Comfort Analysis, IX. HVAC and Sanitary Engineering National Congress, İstanbul.
 13. TS EN ISO 7730 Nisan 2006. Orta Dereceli Termal Ortamlar-PMV ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık için Şartların Belirlenmesi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
 14. ISO 8996 2004. Ergonomics of the Thermal Environment-Determination of Metabolic Rate. International Organization for Standardization, Cenevre.
 15. Arıtan, A.E., Tümer, M., Şensöğüt, C., 2017. Doğaltaş Fabrikalarında Maruz Kalınan Fiziksel Risk Etmenleri, Uluslararası Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, Adana.
 16. TS EN 27243 Nisan 2002. Sıcak Ortamlar WBGT (Yaş-Hazne Küre Sıcaklığı) İndeksine Göre Isının Çalışan Üzerindeki Baskısının Tahmini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.