



KAYNAK ÇALIŞANLARININ TERMAL KONFOR DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR İNCELEME

Uğur BAYAR^{1*}, Uğur ARABACI²

¹ T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara
ORCID No : <http://orcid.org/0000-0001-7746-6552>

² Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,
Ankara, ORCID No : <https://orcid.org/0000-0003-4850-3275>

Anahtar kelimeler

Öz

*Kaynak işi, iş hijyeni,
termal konfor*

Bu çalışmada Ankara ilinde metal sektöründe faaliyet gösteren ve gaz altı, toz altı ve/veya örtülü elektrot ark kaynak işi ile çalışma yürüten 15 farklı işyerinde iş sağlığı ve güvenliği koşullarının belirlenmesi adına iş hijyeni fiziksel etkenlerinden termal konfor maruziyeti ölçülmüştür. Ölçümler, ilgili mevzuat kapsamında yetkilendirilmiş ve akredite edilmiş bir laboratuvar tarafından gerçekleştirilmiş, kalibrasyonu bulunan cihazlarla yapılmıştır. Ulusal mevzuatta ve uluslararası standartlarda belirtilen ölçüm kriterlerine uyulmuş, ölçüm sonucunda elde edilen veriler yine bu kriterler doğrultusunda analiz edilmiştir. İşyerlerinde kaynak çalışanlarına yönelik olarak ayrıca termal konfor maruziyetleri konusunda rahatsızlık durumları da sorulmuş, elde edilen çalışan beyanları ile ölçüm sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi sağlanmıştır. İşyerlerinin termal konfor ölçüm sonuçlarının ve çalışan beyanlarının değerlendirmesini kolaylaştırmak adına benzer büyüklükteki işyerleri gruplandırılmıştır. Böylece işyerleri büyük, orta, küçük ve mikro sınıf olmak üzere dört farklı kategoriye bölünmüş ve yapılan değerlendirmeler bu sınıflandırma kapsamında gerçekleşmiştir. Yapılan çalışmada; kaynak işi ve metal sektöründe ortaya çıkan termal konfor maruziyetinin nedenleri ve düzeyleri, bu maruziyetin azaltılması ve önlenmesine yönelik tedbirler, ölçümlerin yapılış yöntemleri, ölçümlerin öncesi, sırası ve sonrasında ortaya çıkan durumlar ile ölçüm sonuçları ve bu sonuçların genel değerlendirilmesi ortaya konulmuştur.

* ugur-bayar88@hotmail.com
doi : 10.46399/muhendismakina.1258929

AN INVESTIGATION ON DETERMINING THE THERMAL COMFORT EXPOSURE LEVELS OF WELDING WORKERS

Keywords

Welding process, occupational hygiene, thermal comfort

Abstract

In this study, thermal comfort exposure, one of the physical factors of occupational hygiene, was measured in order to determine the occupational health and safety conditions in 15 different workplaces operating in the metal sector and working with gas, submerged and/or covered electrode arc welding in Ankara. Measurements were made with devices that were calibrated and carried out by a laboratory authorized and accredited within the scope of the relevant legislation. The measurement criteria specified in the national legislation and international standards were complied with, and the data obtained as a result of the measurement were analyzed in line with these criteria. In addition, they were asked about their discomfort in terms of thermal comfort exposures for the welding workers in the workplaces, and the obtained employee statements and the measurement results were evaluated together. In order to facilitate the evaluation of thermal comfort measurement results and employee statements of workplaces, similar sized workplaces are grouped. Thus, workplaces were divided into four different categories as large, medium, small and micro classes, and the evaluations were made within the scope of this classification. In the study; The causes and levels of thermal comfort exposure in the welding work and metal sector, the measures to reduce and prevent this exposure, the methods of making the measurements, the situations before, during and after the measurements, the measurement results and the general evaluation of these results are presented.

Araştırma Makalesi

Başvuru Tarihi : 02.03.2023

Kabul Tarihi : 24.07.2023

Research Article

Submission Date : 02.03.2023

Accepted Date : 24.07.2023

Extended Abstract

Introduction

Welding, which is a manufacturing method that enables the joining of materials, is widely used in many fields, especially in the metal industry. Since welding is not a singular industry and is used in almost every field as a manufacturing method, it does not have its own NACE code. Welding work included in the code "25.62.02: Machining of metals (turning, grinding, drilling, milling, planing, polishing, chamfering, finishing, joining, welding, etc. activities of metal parts) (excluding laser cutting of metals)", It is included in the dangerous work class, which is defined as medium-hazardous from three different hazard classes applied for workplaces in our country. The most important physical exposure factors in welding works; noise, vibration, thermal comfort, lighting and radiation.

In this study, the most commonly used welding methods in manufacturing, covered electrode arc welding, gas metal arc welding (MIG, MAG and TIG) and submerged arc welding are discussed. In this context, field work was carried out by visiting 15 different companies operating in different fields of metal industry in Ankara and the information and data obtained in this way were evaluated. The thermal comfort levels that employees are exposed to were determined through occupational hygiene measurements carried out in the workplaces. In addition, the welders were asked about their discomfort regarding thermal comfort exposures, the values determined in the occupational hygiene measurements and the workers' own statements were examined together and their consistency was questioned.

2. Literature Research

Tagurum, Gwomson, Yakubu, Igbita, Chingle, and Chirdan (2018), Tadesse, Bezabih, Destaw and Yalemzewod (2016), İzgi (2006), Gebrezgiabher, Tetemke and Yetum (2019); a questionnaire was applied to the employees in order to determine the exposure status of the welding workers. By evaluating the data obtained from the questionnaires, the exposure of the employees to physical and chemical factors was interpreted and personal protective use cases were reached. Tagurum et al. (2018), thermal stress caused 45,8% discomfort, while in the study conducted by İzgi (2006), 24,2% of the employees declared that they were not satisfied with thermal radiation.

3. Materials and Method

Thermal comfort; it means keeping the climatic conditions in the environment at a certain comfort level while maintaining the physical and mental activities of people. As stated in the study conducted by Çınar (2016), four environmental and two personal factors are used to determine thermal comfort:

- Air temperature
- Relative humidity
- Radiant heat
- Airflow velocity
- Metabolic rate
- Garment insulation

In addition to the factors listed above, the wet bulb temperature (wet bulb globe temperature - WBGT) value is also measured and used in the evaluation of thermal comfort.

When the studies conducted in our country are examined, it is seen that "TS EN ISO 7730:

2006; Ergonomics of the thermal environment - PMV (Predicted Mean Vote) and PPD (Predicted Percentage Dissatisfied - Predicted Dissatisfaction Percentage) indices and regional thermal comfort criteria are evaluated. Analytical determination and interpretation of thermal comfort using the standard "TS EN ISO 7243: 2017; Thermal environment ergonomics - WBGT (wet bulb temperature globe - wet chamber)" It has been seen that the standard of "Evaluation of heat stress by using the sphere temperature) index" can be benefited from.

4. Research Findings

Within the scope of the study, measurements regarding the PMV and PPD values and thermal comfort ergonomics included in the TS EN ISO 7730 standard were carried out in the workplaces. It is stated in the relevant standard that the PMV value should be between (+2) (warm) and (-2) (cool) and the PPD value should be below 75,7%, since it is not appropriate for the employees to work in hot or cold environments.

In areas where the PMV value is above the warm level, WBGT measurement was made in accordance with the TS EN ISO 7243 standard and the thermal comfort status was evaluated according to this value. 30°C WBGT limit value is accepted for welding workers.

All measurements were carried out between July 2021 and October 2021 in 15 different workplaces located in industrial sites in Ankara. The workplaces where measurements were taken were classified as large, medium, small and micro according to the number of employees in order to ensure a more homogeneous distribution. Those employing 100 or more employees are considered to be large, those employing 30 to 100 employees are considered medium, businesses employing 10 to 30 employees are small, and enterprises with less than 10 employees are considered to be in the micro class. In addition, thermal comfort satisfaction levels were asked to the welding workers at the workplaces where measurements were taken. A total of 131 welding workers were reached, and 65 welding workers in the large class, 35 in the middle class, 21 in the small class and 10 in the micro class commented on thermal comfort.

5. Discussion and Conclusion

Thermal comfort measurements include seasonal and seasonal differences. Since this study was mostly carried out in the summer months, thermal comfort dissatisfaction was highly reflected in the survey results of the employees. However, although some of the measurements were found to be at the hot level, no wet bulb sphere temperature measurement exceeded the limit value. Measurements carried out towards the autumn months, on the other hand, were determined as thermal ergonomics due to the fact that the outside air temperature is at more average levels. The main problem created by this situation is that although the thermal comfort measurements made are to determine the working environment temperature, it gives the impression of having ergonomic working conditions in terms of thermal during the periods when the outside temperature is high, the measurement results are higher, average or lower.

The biggest disadvantage regarding occupational hygiene measurements is that measurements are not made at regular intervals in the workplace. Therefore, the available data relate to the noise level created by the work done in the workplace at the time of measurement. In order to achieve more accurate results related to workplaces, it is of great importance to measure noise exposure in different months or periods, especially for variable work areas where a fixed process is not available.

1. Giriş

Malzemelerin kalıcı şekilde birleştirilmesini sağlayan bir imalat yöntemi olan kaynak işlemi, başta metal sanayi olmak üzere birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Kaynak işinin tekil bir sektör olmayışı ve bir imalat yöntemi olarak hemen her alanda kullanılıyor olması nedeniyle kendine ait NACE kodu mevcut değildir. 26/12/2012 tarihli ve 28509 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği uyarınca “25.62.02: Metallerin makinede işlenmesi (torna tesfiye işleri, metal parçaları delme tornalama, frezeleme, rendeleme, parlatma, oluk açma, perdahlama, birleştirme, kaynak yapma vb. faaliyetler) (metallerin lazerle kesilmesi hariç)” kodunda yer alan kaynak işi, ülkemizdeki işyerleri için uygulanmakta olan üç farklı tehlike sınıfından orta tehlikeli olarak tarif edilen tehlikeli işler sınıfında yer almaktadır. Kaynak işlerinde en önemli fiziksel maruziyet etkenleri; gürültü, titreşim, termal konfor, aydınlatma ve ışıma olarak sınıflandırılmaktadır.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan tanımlamaya göre iş sağlığı ve güvenliği; bütün mesleklerde, çalışanların bedensel, ruhsal ve sosyal yönden iyilik hallerinin en üstün düzeyde tutulması, sürdürülmesi, geliştirilmesine yönelik faaliyetler ile işyerlerinde ortaya çıkabilecek her türlü tehlikeye karşı alınması gereken tüm tedbirlere ilişkin uygulamaları kapsayan sistemli ve bilimsel çalışmalar bütünüdür. Bu kavram, 13/1/2004 tarihinde kabul edilen İş Sağlığı ve Güvenliği ve Çalışma Ortamına İlişkin 155 Sayılı Sözleşmenin Onaylanmasının Uygun Bulunduğu Hakkında Kanun ile İş Sağlığı Hizmetlerine İlişkin 161 Sayılı Sözleşmenin Onaylanmasının Uygun Bulunduğu Hakkında Kanun vasıtasıyla ulusal mevzuatımıza kazandırılmıştır. Çalışanların sağlığını korumak adına işyerindeki tehlikeler belirlenerek riskler analiz edilmektedir. İşyerlerinde gerçekleştirilen risk analizlerinin en önemli aşamalarından biri de iş hijyeni ölçümleridir. 27/1/2023 tarihli ve 32086 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yönetmelik kapsamında gerçekleştirilmekte olan iş hijyeni ölçümleri ile çalışanların maruz kaldığı fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenler belirlenmekte ve bu etkenlerin yasal sınırlar dahilinde olup olmadığı izlenebilmektedir.

Bu çalışmada kaynak yöntemleri arasında imalatta en sık kullanılan örtülü elektrot ark kaynağı, gaz altı kaynağı (MIG, MAG ve TIG) ve toz altı kaynak türleri ele alınmıştır. Bu kapsamda, Ankara ilinde bulunan ve metal sanayinin farklı alanlarında faaliyet gösteren 15 farklı firmaya gidilerek saha çalışması gerçekleştirilmiş ve bu yolla elde edilen bilgi ve veriler değerlendirilmiştir. İşyerlerinde gerçekleştirilen iş hijyeni ölçümleri yoluyla çalışanların maruz kaldığı termal konfor düzeyleri tespit edilmiştir. Ayrıca kaynak çalışanlarına termal konfor maruziyetlerine yönelik rahatsızlık durumları sorulmuş, iş hijyeni ölçümlerinde tespit edi-

len değerler ile çalışanların kendi beyanları birlikte incelenmiş ve tutarlılıkları sorgulanmıştır.

2. Literatür Araştırması

Tagurum, Gwomson, Yakubu, Igbita, Chingle ve Chirdan (2018), tarafından yapılan çalışmada kaynakçıların mesleki tehlikelere ilişkin farkındalık düzeyleri ölçülmeye çalışılmıştır. 295 kişiye uyguladıkları ankete göre kaynakçıların %99,3'ü mesleki tehlikelerin farkında olduklarını beyan etmişlerdir. Bu tehlikeler arasında en yüksek oranı %93,2 ile gürültü ve titreşim alırken termal stres %45,8 oranı ile dördüncü sırada kendine yer bulmuştur. Çalışanların %98'i koruyucu gözlük, %92,2'si koruyucu eldiven, %75,6'sı yüz maskesi ve %50,2'si kulak koruyucu kullandıklarını belirtmiştir. Çalışma neticesinde, en az bir kişisel koruyucu donanım kullanımının yüksek olmasına ve işyerindeki tehlike algısının tatmin edici düzeyde olarak ölçülmesine rağmen çalışanların meslekle alakalı sağlık sorunlarını yoğun olarak yaşamaya devam ettiği ortaya konulmuştur.

Tadesse, Bezabih, Destaw ve Yalemzewod (2016), tarafından gerçekleştirilen çalışmada 555 kaynakçıya anket uygulanmıştır. Ankete katılan kaynakçıların %86,5'inin yaptıkları işteki mesleki tehlikelerden haberdar oldukları belirlenmiştir. Bu kesimde yer alan katılımcılar özellikle, kaynak esnasında duman ve gazlar, toz, yoğun ve parlak ışık, aşırı gürültü, titreşim, elektrik, aşırı sıcaklık ve ergonomik olmayan çalışma koşullarına maruz kaldıklarını beyan etmişlerdir.

İzgi (2006) tarafından yapılan çalışmada Ankara'da faaliyet gösteren üç büyük işletme seçilerek kaynak ve kesme işinde çalışanlara bir anket uygulanmıştır. Toplam 62 kişiye yapılan anket neticesinde kaynakçı olarak çalışmakta iken meslek hastalığına yakalandığını beyan eden 4 kişi olmuş, iş kazası yaşayan ise 13 kişi tespit edilmiştir. Ankete göre işçilerin %24,2'si termal radyasyondan, %46,7'si titreşimden ve %82,2'sinin de gürültüden rahatsızlık duyduğu görülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda, gürültülü çalışmaların ayrı bir bölüme alınarak gürültünün izole edilmesi ve mümkün olduğunca daha az kişinin etkilenmesi ile gürültü yaratan makine veya işlerde çalışanların istisnasız kulak koruyucu kullanması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca termal rahatsızlığı önlemek için ise kaynak yapılan yerlerin bölmelerle birbirinden ayrılması ile ısı yükünü daha aza indirileceği izah edilmiştir.

Yılmaz (2009) tarafından yapılan çalışmada kaynak işi sırasında meydana gelen fiziksel tehlikelere karşı kaynakçının baş ve vücut bölgesini koruması gerektiği açıklanmıştır. Özellikle ortaya çıkan ışınlar karşı el, kol gibi açıkta kalan bölgelerin eldiven, tozluk ve önlük gibi ekipmanlarla muhafaza edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu ekipmanların pamuklu veya sentetik olması halinde ultraviyole ışınlarına karşı geçirgenliğinin %30 seviyelerini bulması nedeniyle koruma

düzeylerinin zayıf olduğu ve yüksek ısıya dayanıklı olmadıkları izah edilmiştir. Bu sebeple yün, flanel veya deri malzemelerin tercih edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Gebrezgiabher, Tetemke ve Yetum (2019), tarafından yürütülen çalışmada kaynak çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği farkındalığı ile iş güvenliği önlemlerine uyumu konusu irdelenmiştir. Katılımcılardan %51,9'unun mesleki tehlikelere karşı bilgisinin olduğu belirlenirken katılımcıların %86,5'i kişisel koruyucu donanım kullandığını beyan etmiştir. Çalışanların en bilinçli olduğu alanlar, %84,6 oranı ile iş kazası yaşanmasını önleme konusu ve %77,7 oranı ile elektrik tehlikeleri konusu olarak gözlemlenmiştir. Kişisel koruyucu donanım hakkında sorulan sorulara verilen yanıtlar değerlendirildiğinde; %80,8 ile göz koruyucunun ilk sırada yer aldığı, onu takiben %76,9 oranında önlük kullanımının mevcut olduğu görülmüştür. En az kullanılan ise %34,2 ile kulak koruyucu olduğu anlaşılmıştır.

3. Materyal ve Yöntem

Termal konfor; insanların bedensel ve zihinsel faaliyetlerini sürdürürken bulunan ortamdaki iklim koşullarının belirli bir rahatlık seviyesinde tutulmasını ifade eder. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)'in tanımına göre termal konfor, zihnin termal çevre ile etkileşimi sonucu oluşan memnuniyet durumu olup öznel olarak değerlendirilir. Bu sebeple termal konfor incelenirken yalnızca çevresel faktörlerle ilişkilendirilmekte olup kişisel özellikler de dikkate alınmaktadır. Kişinin sıcaklık veya soğukluk algısı, bedeninin termal dengesi ile ilişkilidir. Bu durum her kişide farklılık göstereceğinden genel ekseriyet göz önünde bulundurularak optimal değerler üzerinden çalışılmaktadır. Çınar (2016), tarafından yürütülen çalışmada da belirtildiği üzere termal konforun belirlenmesinde kullanılan dört farklı çevresel faktörün tamamı ölçülerek tespit edilirken iki adet kişisel faktör ise sınıflandırılmış değerler ile belirlenmektedir:

- ✓ Hava sıcaklığı (kuru termometre ile ölçülür.)
- ✓ Bağıl nem (kuru ve ıslak termometre yardımı ile ölçülür.)
- ✓ Radyant ısı (siyah hazneli küre probu yardımı ile ölçülür.)
- ✓ Hava akım hızı (anemometre ile ölçülür.)
- ✓ Metabolik hız
- ✓ Giysi yalıtımı

Yukarıda sayılan faktörlere ek olarak yaş termometre sıcaklığı (yaş hazne küre sıcaklığı – wet bulb globe temperature – WBGT) değeri de ölçülerek termal konforun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik uyarınca, işyerlerinde termal konfor şartlarının çalışanları rahatsız etmeyecek, çalışanların fiziksel ve psikolojik durumlarını olumsuz etkilemeyecek şekilde olması gerekmektedir. Çalışılan ortamın sıcaklığının çalışma şekline ve çalışanların harcadıkları güce uygun olması işveren tarafından temin edilir. İlgili Yönetmelik uyarınca işyerlerinde termal konfor şartlarının ölçülmesi ve değerlendirilmesinde “TS EN ISO 7243: 2017; Isıl ortam ergonomisi - WBGT (wet bulb globe temperature – yaş hazne küre sıcaklığı) indeksi kullanılarak ısı stresinin değerlendirilmesi” standardından faydalanılabileceği belirtilmiştir. Ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde, kişisel termal memnuniyeti ön plana alan, “TS EN ISO 7730: 2006; Isıl çevrenin ergonomisi – PMV (Predicted Mean Vote - Öngörülen Ortalama Oy) ve PPD (Predicted Percentage Dissatisfied - Öngörülen Memnuniyetsizlik Yüzdesi) indislerinin hesabını ve bölgesel ısı konfor kriterlerini kullanarak ısı konforun analitik olarak belirlenmesi ve yorumu” standardının kullanılarak termal ortam koşulları hakkında yorum yapıldığı, bu standartta verilen sınır değer aşıldığında yani standardın yetersiz kaldığının düşünüldüğü durumlarda ise TS EN ISO 7243 standardından yararlanıldığı görülmüştür. Şekil 1’de termal konfor ölçüm cihazına yer verilmiştir.

Ölçüm metodolojisine aşağıda yer verilmiştir:

- Cihazın işlem doğrulaması yapılır. Doğrulama sonrası ölçüm sensörü cihaza takılır ve yaş hazne siyah küresine saf su doldurulur.
- Cihazın yerden yüksekliği 1 m olacak şekilde ayarlanır. Sensörlerin ortama adapte olabilmesi için 10 dakika kadar beklenildikten sonra bir saat boyunca ölçüm alınması yeterlidir.
- Ölçüm cihazının tespit edeceği sıcaklık, hava akışı veya nemi etkileyecek hiçbir engel (balkon, ağaç, düşey yüzey veya duvarlar vb.) ile kısıtlanmadığından emin olunmalıdır.



Şekil 1. Termal Konfor Ölçüm Cihazı

3.1 TS EN ISO 7730 Standardına Göre Termal Konforun Belirlenmesi

TS EN ISO 7730 standardı iki kavram ortaya koymuş olup bunlardan ilki PMV yani öngörülen ortalama oy, diğeri ise PPD yani öngörülen memnuniyetsizlik yüzdesi olarak izah edilmiştir. Standarda göre PMV, aynı çevreye maruz bırakılmış geniş bir grup insanın ısı oylarının ortalama değerini ifade etmektedir. PPD ise, çok serin ya da çok ılık hisseden, ısı olarak memnun olmamış insanların nicel öngörüsünün yüzdesini sağlayan bir indekstir. PMV, insan vücudunun ısı dengesini göz önünde bulundurarak yedi nokta ısı algı ölçeğinde belirlenmiş bir indekstir. Vücutta üretilen ısı enerjisi ile vücudun ortama yayarak kaybettiği ısı enerjisinin denk olduğu durumda oluşan insan bedeninin ısı dengesini temel alan ortalama bir karar değerini öngörmektedir. PMV indeksi; hava sıcaklığı, radyant ısı, nem, hava akım hızı, giysi ve aktivite değişkenleri dikkate alınarak hesaplanan ve bireyin ortamın termal koşullarından etkilenme düzeyini belirlemeyi amaçlar. Tablo 1 ve 2’de ise PMV’nin hesaplanmasında kullanılan metabolizma hızı ve giysi faktörüne ilişkin değerler gösterilmiştir.

Tablo 1. Yapılan Aktiviteye Göre Metabolik Hız Değerleri

Aktivite	Metabolik hız	
	W/m ²	Metabolik birim (met)
Yaslanma	46	0,8
Oturma (rahat)	58	1,0
Durgun aktivite (ofis, ev, okul, laboratuvar)	70	1,2
Ayakta durma, hafif aktivite (alış veriş, laboratuvar, hafif sanayi)	93	1,6
Ayakta durma, orta seviye aktivite (tezgahtar, ev işi, makine işi)	116	2,0
Yer seviyesinde yürüme		
2 km/h	110	1,9
3 km/h	140	2,4
4 km/h	165	2,8
5 km/h	200	3,4

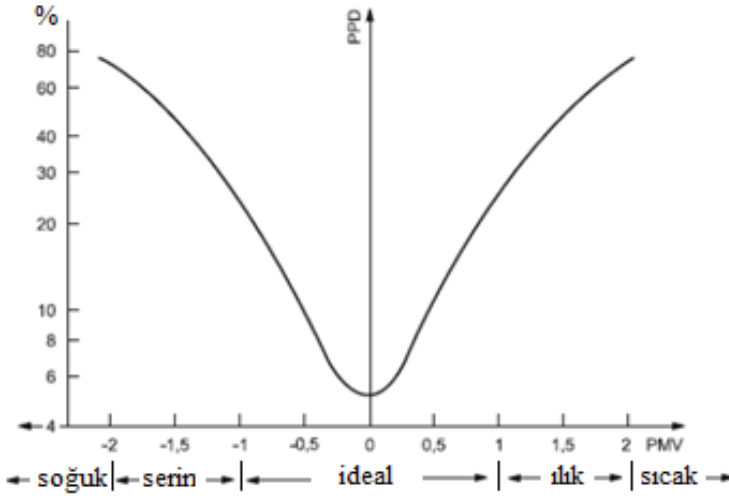
Tablo 2. Kullanılan Kıyafetlere Göre Belirlenen Giysi Faktörü

İş kıyafeti	I_{ct}		Günlük kıyafet	I_{ct}	
	Giysi birimi (clo)	m ² -K/W		Giysi birimi (clo)	m ² -K/W
Külot, tulum, çoraplar, ayakkabılar	0,70	0,110	Külot, tişört, şort, ince çoraplar, sandaletler	0,30	0,050
Külot, gömlek, tulum, çoraplar, ayakkabılar	0,80	0,125	Külot, kısa kollu gömlek, ince pantolon, ince çorap, ayakkabılar	0,50	0,080
Külot, gömlek, pantolon, iş önlüğü, çoraplar, ayakkabılar	0,90	0,140	Külot, iç etek, külotlu çorap, elbise, ayakkabılar	0,70	0,105
Kısa kollu ve bacaklı iç çamaşırı, gömlek, pantolon, ceket, çoraplar, ayakkabılar	1,00	0,155	İç çamaşırı, gömlek, pantolon, çoraplar, ayakkabılar	0,70	0,110
Uzun kollu ve bacaklı iç çamaşırı, termal ceket, çoraplar, ayakkabılar	1,20	0,185	Külot, gömlek, pantolon, ceket, çoraplar, ayakkabılar	1,00	0,155
Kısa kollu ve bacaklı iç çamaşırı, gömlek, pantolon, ceket, kalın kapitone mont ve iş önlüğü, çoraplar, ayakkabılar, şapka, eldivenler	1,40	0,220	Külot, külotlu çorap, bluz, uzun etek, ceket, ayakkabılar	1,10	0,170
Kısa kollu ve bacaklı iç çamaşırı, gömlek, pantolon, ceket, kalın kapitone mont ve iş önlüğü, çoraplar, ayakkabılar	2,00	0,310	Uzun kollu ve bacaklı iç çamaşırı, gömlek, pantolon, V yaka süveter, ceket, çoraplar, ayakkabılar	1,30	0,200
Uzun kollu ve bacaklı iç çamaşırı, termal ceket ve pantolon, kalın kapitone parka kalın kapitone iş önlüğü, çoraplar, ayakkabılar, şapka, eldivenler	2,55	0,395	Kısa kollu ve bacaklı iç çamaşırı, gömlek, pantolon, yelek, ceket, palto, çoraplar, ayakkabılar	1,50	0,230

Yukarıda belirtilen tüm değerler göz önünde bulundurularak hesaplanan PMV indeksi, (-3) ile (+3) arasında değer almaktadır. (-1) – (0) – (1) aralıkları, termal olarak iyi veya kabul edilebilir termal çevre olarak nitelendirilmektedir. (-1) ile (1) aralığı termal koşulların ideal olduğunu tarif etmektedir. (1) ile (2) aralığı biraz ılık olarak adlandırılmakta, (-1) ile (-2) aralığı ise serin olarak nitelendirilmektedir. Bu aralıklarda biraz ılık veya serin olsa dahi çalışmaya elverişli olarak kabul edilmekte ancak termal konforun dikkatle izlenmesi ve gerektiğinde önlem alınması tavsiye edilmektedir. (-2)'den düşük değerler soğuk, (2)'den yüksek değerler ise sıcak olarak belirlenmekte olduğu için bu ortamların termal konfor açısından uygunsuz olduğu ifade edilmektedir.

PPD ise, PMV'ye bağlı bir değer olup bir ortamda bulunan termal açıdan memnuniyetsiz kişilerin sayısal yüzdesini veren bir indekstir. PMV ile PPD arasındaki fonksiyon Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2'de görüldüğü üzere PMV değerinin optimal durumda olduğu sıfır noktasında dahi PPD indisi açısından tam anlamıyla memnuniyet sağlanamamaktadır. PPD indeksi, memnuniyetsizlik yüzdesi olarak belirlenmiş olduğu için hiçbir termal ortamda, o ortamda bulunan kişiler arasında %100 memnuniyete ulaşılamaz.



Şekil 2. PMV – PPD Eğrisi

yacağı öngörülerek hesaplanmıştır. PMV'yi gösteren yedi nokta ısıl algı indeksi ile PPD yüzdesinin eşleştirildiği ve bu iki indeksin termal açıdan değerlendirildiği tablo Tablo 3'te yer verilmiştir.

Tablo 3. PMV ve PPD İndekslerinin Termal Çevre Değerlendirmesi

PMV	PPD%	TERMAL ÇEVRE DEĞERLENDİRMESİ
3	100	Sıcak
2	75,7	Ilık
1	26,4	Biraz Ilık
0,85	20	Kabul Edilebilir Termal Çevre
-0,5 < PMV < +0,5	< 10	Termal Olarak İyi
-0,85	20	Kabul Edilebilir Termal Çevre
-1	26,8	Serin
-2	76,4	Soğuk
-3	100	Çok Soğuk

3.2 TS EN ISO 7243 Standardına Göre Termal Konforun Belirlenmesi

PMV indeksinin +2 değerinin üstünde olduğu, diğer bir deyişle termal ortamın sıcak olarak hissedilmeye başladığı durumlarda termal şartları değerlendirmek için PMV indeksi yetersiz kalmakta ve ölçüm stratejisini değiştirmek gerek-

tedir. PMV indeksinin (2)'den yüksek olduğu sıcak ortamlar için değerlendirme yapabilmek adına TS EN ISO 7243 standardı kullanılmaktadır. PMV indeksinin (-2) değerinin altında kaldığı yani termal ortamın soğuk hissedildiği durumlarda ise "TS EN ISO 11079 - Isıl çevrenin ergonomisi - Giydirilmiş yalıtım ve yerel soğutma etkilerinin kullanıldığı soğuk gerilmenin tayini ve yorumlanması" standardından faydalanılmakla beraber bu çalışma kapsamında negatif değerlere sahip PMV indeksi tespit edilmemiş olduğu için bu standarttan faydalanılmamıştır.

TS EN ISO 7243 standardı, *WBGT* yani ıslak hazne küre sıcaklığı indeksine göre ısının çalışan üzerindeki baskısını belirlemeye yardım eder. Isı baskısını belirlemek için kullanılan *WBGT* indeksinin sınır değerleri; yapılan işe, harcanan enerjiye ve mesai süresi boyunca işin başında geçirilen süreye göre farklılık arz etmektedir. *WBGT* indeksi hesaplanırken ıslak termometre sıcaklığı (T_{nw}), küre sıcaklığı (T_g) ve kuru termometre sıcaklığı (T_a) kullanılır. *WBGT* indeksi, güneş yükü alan dış ortamlar ve güneş yükü almayan iç ve dış ortamlar için ayrı şekilde hesaplanmaktadır.

Güneş yükü olan dış ortamlar için denklem (1) kullanılır.

$$WBGT=0,7 T_{nw}+0,2 T_g+0,1 T_a \quad (1)$$

Güneş yükü olmayan dış ortamlar için denklem (2) kullanılır.

$$WBGT=0,7 T_{nw} + 0,3 T_g \quad (2)$$

WBGT değerinin tespiti yapılırken de metabolizma hızı ile giysi faktörü hesaba katılır. Metabolizma hızına göre *WBGT* referans değeri seçilirken giysi ayarlama değeri olarak kullanılan *CAV* katsayısı *WBGT* değerine eklenir. *CAV* katsayısı, standart iş giysisinden farklı ısıl özelliklere sahip giysilerin etkisini *WBGT* değerinin tespitindeki hesaba katmak için kullanılır. Böylelikle $WBGT_{eff}$ değeri elde edilir ve bu değer *WBGT* sınır değeri ile karşılaştırılarak termal konfor yorumlanır. $WBGT_{eff}$ hesaplama yöntemi denklem (3)'te verilmiştir. Çizelge 4'te metabolizma hızı ve bunlara karşılık gelen sınır değerler, Tablo 5'te ise farklı giysi tasarımları için *CAV* katsayıları belirtilmiştir.

$$WBGT_{eff}= WBGT+ CAV \quad (3)$$

Tablo 4. Metabolizma Hızına Göre WBGT Referans Değerleri

Metabolik Hız Sınıfı	Meta-bolik Hız (Watt)	Örnekler	Isıya Alıştırılmış Kişiler İçin WBGT Referans Sınırı °C	Isıya Alıştırılmamış Kişiler İçin WBGT Referans Sınırı °C
Sınıf 0 Dinlenme durumunda metabolik hız	115 (100 ila 125)	Dinlenme, rahat şekilde oturma	33	32
Sınıf 1 Düşük eforlu metabolik hız	180 (125 ila 235)	Rahat Oturma: Elle yapılan hafif işler (elle yazma, makina yazma, dikiş dikmek, muhasebe defteri tutma); el ve kolla yapılan işler (küçük tezgah aletleri, hafif malzemelerin kontrolü, montajı veya tasnifi); kol ve bacakla yapılan işler (normal şartlarda araç kullanma, ayakla basılan düğme ve pedal kullanma)	30	29
Sınıf 2 Orta eforlu metabolik hız	300 (235 ila 360)	Ayakta: Matkapla delik açma (küçük parçalar); freze makinası (küçük parçalar); bobin sarma; küçük armatür sarma; düşük güçlü aletlerle şekil verme; hafif yürüme (saatte 3,5 km'ye kadar bir hızla) El ve kolla yapılan sürekli işler (çekiçle çivi çakmak, dolgu yapmak); kol ve bacakla yapılan işler (kamyon, traktör veya yapı ekipmanlarıyla yapılan arazi işleri); kol ve bedenle yapılan işler (havalı çekiçle çalışma, traktör montajı, sıva yapma, nispeten ağır malzemenin zaman zaman durarak taşınması, ot temizleme, çapalama, meyve ve sebze toplama); hafif iki tekerlekli yük arabası veya tekerlekli el arabasının itilmesi veya çekilmesi; saatte 3,5 km ile 5,5 km arası bir hızda yürüme, demir dögme	28	26

Sınıf 3	415	Kol ve bedenle yapılan ağır işler; ağır malzeme taşıma; kürek işleri; balyoz işleri; sert ahşabın testereyle kesilmesi, rendelenmesi veya keskiyle oyulması; elle çim biçme; kazı yapma; saatte 5,5 km ile 7,0 km arası hızda yürüme; ağır yüklenmiş çek çek veya iki tekerlekli el arabasının itilmesi veya çekilmesi; döküm çapak temizleme; beton blok yatırma	26	23
Yüksek eforlu metabolik hız	(360 ila 465)			
Sınıf 4	415	Azami tempoya dayanıklı ağır işler; baltayla çalışma; kürek ve kazı ile yapılan ağır işler; merdiven, rampa veya el merdivenine tırmanma; küçük adımlarla hızlı yürüme, koşma, saatte 7 km'den büyük bir hızla yürüme	25	20
Çok yüksek eforlu metabolik hız	(360 ila 465)			

Tablo 5. Farklı Giysi Takımları için WBGT CAVs, °C Biriminde – WBGT

Takım	Açıklama	CAV [°C-WBGT]
İş kıyafetleri	Dokuma kumaştan yapılmış iş kıyafetleri referans takım olarak alınmıştır.	0
Kumaş tulumlar	İşlenmiş pamuk içeren dokuma kumaş.	0
Tek katmanlı dokunmamış SMS tulumları	Polipropilenden, dokunmamış kumaşlar yapmak için tescilli olmayan süreç.	0
Tek katmanlı dokunmamış polyolefin tulumlar	Polietilenden yapılmış tescilli kumaş.	2
Kumaş tulumların üzerine uzun kollu ve uzun boylu buhar bariyerli önlük	Çepeçevre saran önlük konfigürasyonu, kimyasal madde dökülmelerine karşı vücudun ön ve yan kısımlarının korunması için tasarlanmıştır.	4
Çift katmanlı dokuma giysi	Genellikle iş kıyafetleri üzerine tulum giydirilmesi.	3
Başlıksız tek katmanlı buhar bariyerli tulumlar	Gerçek etki nem seviyesine bağlıdır ve çoğu durumda etki azdır.	10
Başlıklı tek katmanlı buhar bariyerli tulumlar	Gerçek etki nem seviyesine bağlıdır ve çoğu durumda etki azdır.	11
Başlıksız kumaş tulumlar üzerine buhar bariyeri	—	12
Başlık^a	Her türlü giysi takımıyla birlikte giyilen her türlü kumaştan yapılmış başlık	+1

WBGT_{eff} değerinin elde edilmesi için ölçülen WBGT'ye, CAVs eklenir.
NOT Yüksek buhar dirençli giysi için bağıl neme bağımlılık söz konusudur. CAVs en olası yüksek değeri verir.
^a Bu değer, başlıksız veya solunum cihazsız takımın CAV değerine eklenir.

Bu çalışma esnasında araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

4. Araştırma Bulguları

Çalışma kapsamında işyerlerinde TS EN ISO 7730 standardında yer verilen PMV ve PPD değerleri ile termal konfor ergonomisine ilişkin ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışanların sıcak veya soğuk ortamda çalışmalarının sağlık açısından uygun olmaması nedeniyle PMV değerinin (+2) (ılık) ile (-2) (serin) aralığında ve PPD değerinin ise %75,7 düzeyinin altında olması gerektiği ilgili standartta belirtilmiştir. Yapılan aktivite kaynak işi olduğu için TS EN ISO 7730 standardına göre metabolizma birimi 2,00 met olarak belirlenmiştir. İşyerlerinde kullanılan kıyafetler ise birbirinden farklılık gösterdiği için iş elbisesi kullanılan işyerlerinde giysi birimi olarak 0,7 clo, günlük kıyafet kullanılan işyerlerinde ise 0,5 clo tercih edilmiştir. Ölçüm sonuçlarında, cihazdaki belirsizlik de göz önünde bulundurulmuştur.

PMV değerinin ılık düzeyin üzerinde olduğu alanlarda TS EN ISO 7243 standardına uygun olarak WBGT ölçümü yapılmış ve bu değere göre termal konfor durumu değerlendirilmiştir. Standartta göre WBGT referans değeri tablosunda, kaynak işi sınıf 1'de yer almakta, ayakta yapılan ve düşük efor sarf edilen metabolik oran kategorisinde bulunmaktadır. Bu kategoride ortalama metabolik hız 180 W olarak kabul edilse dahi değer aralığının 125 ila 235 W arasında değişmesi ve metal sektöründeki çalışmaların daha yüksek efor sarf edilmesine sebebiyet vermesi nedenleriyle metabolik hız olarak 200 W değeri tercih edilmiştir. Bu sınıftaki ısıya alıştırmış kişiler için verilen sınır değer olan 30 °C WBGT sınır değeri olarak kabul edilmiştir. Ölçülen WBGT değerinin üzerine eklenen giysi faktörü CAV değeri ise iş kıyafetleri ve ince tek katmanlı giysiler için sıfır olarak görülmektedir. Bu sebeple ölçülen değere herhangi bir CAV katsayısı eklenmeksizin doğrudan WBGT sınır değeri ile mukayese edilmiştir. Sonuç olarak PMV sınır değerini aşan işyerlerinde 30 °C'nin altında kalan çalışma alanlarının termal açıdan uygun, 30 °C'nin üzerinde olanların ise uygun olmadığı ve müdahaleye ihtiyaç duyduğu şeklinde ön kabul yapılmıştır.

Ölçümler esnasında işyerinin büyüklüğü ve çalışanların dağılımı göz önünde tutulmuş ve termal konfor ölçüm cihazı işyerinin tüm çalışma alanlarındaki durumu gösterecek şekilde yerleştirilmiştir. Termal konfor cihazına ortam değerleri girilerek cihaz şartlandırılmış ve bir noktadan asgari bir saat sürecek şekilde ölçüm alınmıştır.

Tüm ölçümler, Temmuz 2021-Ekim 2021 tarihleri arasında ve Ankara'da bulunan sanayi sitelerinde yer alan 15 farklı işyerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm alınan işyerleri, daha homojen bir dağılım sağlanması adına çalışan sayılarına göre büyük, orta, küçük ve mikro olarak sınıflandırılmıştır. 100 ve üzeri çalışan istih-

Tablo 6. İşyerlerinin Termal Konfor Ölçüm Sonuçları

İşyeri No ve İşyeri Büyüklük Sınıfı	Ölçüm Tarihi, Çalışma Alanının Ortalama Sıcaklığı (°C) ve İşyerinde Kullanılan Kaynak Türleri	Ölçüm Alanı	MET - Clo Değerleri	PMV	PMV Belirsizliği (+/-)	PPD (%)	PMV-PPD'nin Sınır Değerleri Üzerinde Olması Durumunda WBGT _{air} (°C) ve (+/-) Belirsizliği
1 (ORTA)	5 - 6 Temmuz 2021 (25 °C) (MIG - MAG ve Toz Altı)	Çelik bölümü kaynak alanı	Met: 2 - Clo: 0,7	1,09	0,31719	30,15	-
2 (ORTA)	31 Ağustos - 1 Eylül 2021 (27-28 °C) (MIG - MAG ve Örtülü Elektrot Ark)	Talaşlı imalat Taşlama Bölümü (Sanayi) Talaşlı İmalat Bölümü (Sanayi) Üretim Bölümü (Fabrika)	Met: 2 - Clo: 0,7 Met: 2 - Clo: 0,5 Met: 2 - Clo: 0,5 Met: 2 - Clo: 0,5	1,08 1,80 1,88 1,14	0,31428 0,524 0,547 0,332	29,53 66,96 71,26 32,44	- - - -
3 (BÜYÜK)	18 - 19 Ağustos 2021 (29-30 °C) (MIG - MAG ve TIG)	Hol 4 Kaynak Tezgâhı Hol 3 Taşlama Alanı	Met: 2 - Clo: 0,5 Met: 2 - Clo: 0,5	1,74 1,98	0,51 0,58	63,75 75,89	- 21,31 (+/-3,32)
4 (MİKRO)	12 Ekim 2021 (19 °C) (MIG - MAG)	Hol 2 Kaynak Bölümü Hol 1 Kesim Alanı	Met: 2 - Clo: 0,5 Met: 2 - Clo: 0,5	2,11 1,99	0,61 0,58	81,45 76,23	21,14 (+/-3,30) 20,63 (+/-3,22)
5 (BÜYÜK)	28 - 29 Temmuz 2021 (28-29 °C) (MIG - MAG ve TIG)	Üretim Bölümü Abkant bölümü Preshane bölümü Boyahane böl. Lazer kesim böl.	Met: 2 - Clo: 0,7 Met: 2 - Clo: 0,5 Met: 2 - Clo: 0,5 Met: 2 - Clo: 0,5 Met: 2 - Clo: 0,5	0,31 1,55 1,78 2,20 1,43	0,090 0,45 0,52 0,64 0,42	7,11 53,72 66,08 84,96 47,08	- - - 21,84 (+/-3,41) -

	Elektrot)	Üretim 2	Met: 2 - Clo: 0,5	1,53	0,45	52,63	-
11 (MİKRO)	3 Eylül 2021 (31 °C) (Toz Altı)	Üretim Bölümü	Met: 2 - Clo: 0,5	2,79	0,812	96,54	25,57 (+ / -3,99)
12 (KÜÇÜK)	13 Ekim 2021 (17 °C) (MIG - MAG)	Üretim Bölümü	Met: 2 - Clo: 0,7	0,02	0,006	5,19	-
13 (KÜÇÜK)	2 Eylül 2021 (27 °C) (TIG)	Üretim Bölümü	Met: 2 - Clo: 0,5	1,52	0,442	52,12	-
14 (KÜÇÜK)	14 Eylül 2021 (23 °C) (MIG - MAG)	Üretim bölümü (MIG-MAG kaynak)	Met: 2 - Clo: 0,5	0,85	0,247	20,44	-
15 (KÜÇÜK)	8 - 9 Temmuz 2021 (31-32 °C) (MIG - MAG ve Örtülü Elektrot)	Kaynak 1 Alanı Torna Alanı	Met: 2 - Clo: 0,5	1,54	0,45	52,84	-
			Met: 2 - Clo: 0,5	1,59	0,46	56,06	-

dam edenler büyük, 30 ila 99 arasında orta, 10 ila 29 arasında küçük, 10'dan az çalışanı olan işletmelerin ise mikro sınıfta olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca, ölçüm alınan işyerlerinde kaynak çalışanlarına termal konfor memnuniyet durumları sorulmuştur. Toplam 131 kaynak çalışanına ulaşılmış olup büyük sınıfta 65, orta sınıfta 35, küçük sınıfta 21 ve mikro sınıfta 10 kaynak çalışanı termal konfora ilişkin yorum yapmıştır. İşyerlerinde gerçekleştirilen termal konfor ölçüm sonuçları aşağıda gösterilmiş olup ölçüm sonuçları çalışanların beyanları ile birlikte değerlendirilmiştir.

Büyük sınıftaki işyerlerinde kaynak çalışanlarının %75,4'ünün başka bir deyişle her dört kişiden üçünün termal ortamdan rahatsız olduğu anlaşılmıştır. Bu ortamlarda gerçekleştirilmiş olan 17 farklı termal konfor ölçümünden 9'unun sıcak olarak tespit edilmiş olması neticesinde WBGT ölçümüne de bakılmıştır. WBGT sınır değerini aşan herhangi bir çalışma ortamı tespit edilmemiştir. Geri kalan 8 ölçümün ise ılık olarak belirlenmiş olduğu görülmüştür. Ölçümlerden hiçbirinin termal ergonomik olarak değerlendirilen kabul edilebilir veya termal olarak iyi sınıfta yer almadığı tespit edilmiştir. Bu netice uyarınca işyerlerindeki çalışma alanlarının %53'ünün sıcak olduğu, geriye kalanların ise sığa yakın ılık seviyede bulunduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler uyarınca çalışanların termal açıdan yaşadığı memnuniyetsizliğin ölçüm sonuçları ile paralellik arz ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Orta sınıfta yer alan işyerlerinde kaynak çalışanlarının %62,9'unun termal ortamdan rahatsız olduğu anket soruları vasıtasıyla elde edilmiştir. Orta işyeri sınıfında yer alan dört işletmenin tamamında termal konfor ölçümleri belirlenen sınır değer altında tespit edilmiştir. Birinci, ikinci ve onuncu işyerinde yapılan ölçümlerde işyerlerinin ılık olduğu, yedinci işyerinin ise termal açıdan ergonomik vaziyette bulunduğu anlaşılmıştır. Toplam 11 ölçümün 9'u ılık olarak 2'si termal ergonomik olarak belirlenmiştir. İdeal olan ölçümlere yalnızca yedinci işyerinde ulaşılması, bu işyerine eylül ayı ortasında gidilmiş olması, diğerlerinde ise temmuz ve ağustos aylarında ölçümlerin yapılmış olması neticesinde gerçekleşmiştir. Dolayısıyla özellikle birinci, ikinci ve onuncu işyerlerinde hem ankette görülen termal konfor memnuniyetsizliği hem de ölçümlerin sıcak ılık aralığında bulunuyor olması dış hava sıcaklığının oldukça yüksek oluşu ile izah edilmiştir.

Küçük sınıftaki işyerlerinde kaynak çalışanlarının %28,6'sının termal ortamdan memnun olmadığı sonucu belirlenmiştir. Küçük işyeri sınıfında yer alan dört işletmeden on üçüncü ile on beşincide gerçekleştirilen ikişer ölçümün ılık düzeyde olduğu, on ikinci ve on dördüncü işyerinde gerçekleştirilen birer ölçümün ise kabul edilebilir veya termal olarak iyi olan koşullarda bulunduğu gözlemlenmiştir. On üçüncü ve on beşinci işyerinde yapılan ölçümlerin sıcak seviyesine daha yakın olacak şekilde ılık olarak belirlenmiş olması nedeniyle kısmi düzeyde termal

memnuniyetsizliğin kabul edilebilir boyutlarda olduğu öngörülmüştür. On üçüncü ve on beşinci işyerlerinde yapılan termal konfor ölçümlerinin yaz aylarında yapılmış olması nedeniyle ılık seviyeden sıcak seviyeye doğru elde edilen sonuçlara rağmen ölçümlerin tamamının uygun düzeylerde bulunduğu anlaşıldığı için termal ortamdaki çalışanların büyük oranda memnun olmasının normal bir sonuç olduğu kabul edilmiştir.

Mikro sınıfta bulunan işyerlerinde kaynak çalışanlarının yarısının termal ortamdaki memnun olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Mikro işyeri sınıfında yer alan dört işletmede de çalışma alanının dar ve tekil özellikte olması nedeniyle birer termal konfor ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerden sadece on birinci işyerine ait olan ölçümün sınır değeri aşarak sıcak seviyede olduğu belirlenmiştir. Bu işyerinde WBGT ölçümü ise sınır değeri aşmamıştır. On birinci işyerinde yaz aylarında gerçekleştirilen ölçüm esnasında toz altı kaynak makinesinin çalışması nedeniyle çok yüksek ısı ortaya çıktığı gözlemlenmiş ve termal konfor ölçümünün bu nedenle sıcak seviyede kaldığı anlaşılmıştır. Diğer işyerlerinde ise termal ergonomik işyeri ortamının sağlandığı görülmüştür. Çalışanların termal memnuniyetsizliklerinin en önemli sebeplerinden birinin kişisel koruyucu giysiler ile yaz sıcaklığının yarattığı bunaltı olarak izah edilebileceği görülmüştür.

Kaynak çalışanlarının termal konfor ölçüm sonuçları ile işyeri büyüklükleri arasında bir bağlantı olup olmadığı Python programlama dili kullanılarak ANOVA tek yönlü varyans analizi kullanılarak incelenmiştir. Yapılan analizde H_0 hipotezi, işyeri büyüklüklerine göre kaynak çalışanlarının termal konfor ölçüm sonuçlarında farklılık bulunmadığı şeklinde kurgulanmıştır. %95 güven aralığında ($p > 0,05$ için) yapılan analizde $p = 0,00096$ olarak belirlenmiş ve H_0 hipotezi ret edilmiştir. Bu durum neticesinde işyeri büyüklüğü ile işyerlerinde çalışan kaynak çalışanlarının maruz kaldığı termal konfor düzeyi arasında bir bağlantının var olduğu ispatlanmıştır.

5. Tartışma ve Sonuç

Termal konfor ölçümleri, mevsimsel farklılıkları bünyesinde barındırmaktadır. Bu çalışmanın ekseriyetle yaz aylarında yapılmış olması nedeniyle termal konfor memnuniyetsizliği çalışanların anket sonuçlarına yüksek düzeyde yansımıştır. Ancak yapılan ölçümlerden bir kısmının sıcak seviyede bulunmuş olmasına rağmen hiçbir ıslak hazne küre sıcaklığı ölçümü sınır değeri aşmamıştır. Sonbahar aylarına doğru gerçekleştirilen ölçümler ise dış hava sıcaklığının daha ortalama düzeylerde olması nedeniyle termal ergonomik olarak tespit edilmiştir. Bu durumun yarattığı en temel problem, yapılan termal konfor ölçümlerinin çalışma ortamını termal ergonomisini belirlemek olmasına rağmen dış hava sıcaklığının yüksek olduğu dönemlerde ölçüm sonuçlarının daha yüksek, ortalama veya daha düşük olduğu dönemlerde ise termal açıdan ergonomik çalışma koşullarına sahip izle-

nimi vermesidir. Halbuki çalışma ortamlarında herhangi bir ısıtma veya soğutma tertibatı bulunmadığı gibi çalışanların giyimleri de genellikle mevsimsel koşullara uymamaktadır. Yaz ve kış mevsimlerine uygun şekilde yazlık ve kışlık iş kıyafetlerinin temininin yanında çalışanlar tarafından kullanımının sağlanması termal ergonomi adına en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Ancak ölçüm alınan işyerlerinde bu hususun büyük oranda göz ardı edildiği anlaşılmıştır. Anılan bu durumlar nedeniyle işyerlerinde termal konfor düzeyinin belirlenmesi oldukça güçtür. Özellikle Ankara gibi karasal iklimin sert olduğu bir yerde kış aylarında bu çalışma esnasında termal ergonomik tespit edilmiş işyerleri için yaz aylarında gerçekleştirilecek ölçümlerde tam aksi neticelerin alınması kaçınılmazdır. Aynı şekilde yazın en sıcak günlerinde yapılacak ölçümlerde çıkacak sonuç, bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde yüksek seviyelerde seyredecektir. Bu sebeplerle özellikle metal sektöründe yer alan işyerlerinin tamamına yakınında dört mevsim boyunca endüstriyel kapıların açık şekilde çalışıldığı ve de hemen hemen hepsinde çalışma ortamındaki sıcaklığı dengeleyecek iklimlendirme sistemlerinin bulunmayışı nedenleriyle işyerlerinde termal konforun belirlenmesi adına düzenli ölçümün yapılması şarttır. Aksi halde yapılan ölçümlerin dış hava sıcaklığını ölçmekten öteye gidemediği aşikârdır. Mevsimsel etkilerin yarattığı değişimlerin en aza indirilmesi ve ideal çalışma sıcaklıklarına uygun ortamların temin edilebilmesi adına faaliyet alanlarının termal durumunun mümkün olduğunca en doğru şekilde belirlenerek tedbirlerin bu sonuçlara göre alınması çalışanların sağlığı ve konforu açısından büyük önem arz etmektedir.

Yapılan çalışmada kaynak işi özelinde fiziksel etkenlerin tespit edilmesi amaçlanmış olsa da metal sektörünün doğası gereği salt kaynak işi yapan bir işletme olmadığı gibi sadece kaynak işlemi esnasındaki maruziyetin istenilen düzeyde tespiti de mümkün olamamıştır. Bu durumun en önemli nedeni; termal konfor ölçümü her ne kadar kişisel maruziyet düzeyi ölçümü sınıfında yer alıyor olsa da her çalışan özelinde uygulanamaması nedeniyle ortam ölçümü olarak kabul edilmiş ve kaynak çalışması dışında kalan işleri de kapsayacak şekilde termal konfor düzeyi incelenmiştir.

İş hijyeni ölçümleri ile alakalı olarak en büyük dezavantaj, işyerlerinde düzenli periyotlarla ölçüm yapılmamasıdır. Bu nedenle mevcut veriler, ölçüm anında işyerinde yapılan çalışmaların yarattığı termal konfor düzeyine ilişkindir. İşyerleriyle alakalı daha doğru sonuçlara ulaşılabilmesi adına özellikle sabit prosesin mevcut olmadığı değişken çalışma alanları için farklı ay veya dönemlerde de ölçüm yapılması termal konfor maruziyetinin tespitinde büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma ile hem kaynak çalışması esnasında ortaya çıkan termal konfor maruziyeti değerlendirilmiş hem de dolaylı olarak metal sektöründeki termal konfor maruziyet düzeylerine ayna tutulmuştur. İş hijyeni ölçümlerinin esas amacı, ça-

İşanların meslek hastalığına yakalanmasını önlemek ve güvenli bir çalışma ortamını temin etmek adına mevcut çalışma koşullarını bilimsel yöntemlerle göstermek ve analiz edilmesini sağlamaktır. Bu sebeple işverenler, iş hijyeni ölçüm, test ve analizlerini yaptırmakla mükelleftir. Buradan elde edilen veriler iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi tarafından değerlendirilerek işverene sunulmakta ve işveren de yapılması gereken koruyucu faaliyetleri belirlemektedir. Bu çalışma neticesinde, metal sektöründeki termal konfor seviyesinin ulusal mevzuat ve uluslararası standartlara göre değerlendirilmesi yapılarak çalışan sağlığının korunması ve geliştirilmesi adına işyerlerindeki fiziksel tehlikelere karşı önlem alınabilmesi için yol gösterilmesi sağlanmıştır.

Araştırmacıların Katkısı

Araştırma fikrinin oluşturulması ve tasarımı Uğur BAYAR ve Uğur ARABACI, veri toplanması ve analiz Uğur BAYAR, yorum ve makalenin raporlanması ise Uğur BAYAR tarafından yapılmıştır.

Destek

Çalışmamızda, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen “Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliğinin Geliştirilmesi Projesi” kapsamında yapılan faaliyetlerin bir kısmından elde edilen bilgi ve veriler kullanılmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını, makalede araştırma ve yayın etiğine uyulduğunu beyan ederler.

Kaynakça

- Çınar, K. (2016). *Cam Üretim Sektöründe Termal Konfor Şartlarının Değerlendirilmesi* (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi). T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 24-84.
- Gebrezgiabher B. B., Tetemke, D., and Yetum, T. (2019). Awareness of Occupational Hazards and Utilization of Safety Measures among Welders in Aksum and Adwa Towns, Tigray Region, Ethiopia, 2013. *Journal of Environmental and Public Health*, 2019, 1-7.
- Isıl çevrenin ergonomisi – PMV (Predicted Mean Vote - Öngörülen Ortalama Oy) ve PPD (Predicted Percentage Dissatisfied - Öngörülen Memnuniyetsizlik Yüzdesi) indislerinin hesabını ve bölgesel ısı konfor kriterlerini kullanarak ısı konforun analitik olarak belirlenmesi ve yorumu. (2006). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara: TS EN ISO 7730.

- Isıl ortam ergonomisi - WBGT (wet bulb globe temperature – yaş hazne küre sıcaklığı) indeksi kullanılarak ısı stresinin değerlendirilmesi. (2017). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara: TSEN ISO 7243.
- İş Sağlığı Hizmetlerine İlişkin 161 Sayılı Sözleşmenin Onaylanmasının Uygun Bulunduğu Hakkında Kanun. (2004, 13 Ocak). Resmi Gazete (Sayı: 25345). Erişim adresi: https://www.ilo.org/ankara/conventions-ratified-by-turkey/WCMS_377304/lang--tr/index.htm
- İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği. (2012, 26 Aralık). Resmi Gazete (Sayı: 28509). Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16909&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5>
- İş Sağlığı ve Güvenliği ve Çalışma Ortamına İlişkin 155 Sayılı Sözleşmenin Onaylanmasının Uygun Bulunduğu Hakkında Kanun. (2004, 13 Ocak). Resmi Gazete (Sayı: 25345). Erişim adresi: https://www.ilo.org/ankara/conventions-ratified-by-turkey/WCMS_377299/lang--tr/index.htm
- İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik. (2013, 17 Temmuz). Resmi Gazete (Sayı: 28710). Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18592&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- İzgi, A. (2006). *Kaynak Endüstrisinde Çalışanların Genel Profili ve İş Kazaları Üzerine Bir İnceleme* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 55-89.
- Tagurum, O. Y., Gwomson, D. M., Yakubu, M. P., Igbita, A. J., Chingle, P. M., and Chirdan, O. O. (2018). Awareness of occupational hazards and utilization of PPE amongst welders in Jos metropolis, Nigeria. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 6(7), 2227-2233.
- Tadesse, S., Bezabih, K., Destaw, B., and Yalemzewod, A. (2016). Awareness of occupational hazards and associated factors among welders in Lideta Sub-City, Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 11(15).
- Termal konfor ölçüm cihazı. Erişim adresi: <https://www.pentaotomasyon.com.tr/tr-TR/catalogue/isg---ortam-olcum-cihazlari/8117>.
- Yılmaz, G. (2009). Kaynaklı İmalat Atölyelerinde Sağlık ve Güvenlik Önlemleri, *Mühendis ve Makina*, 50(599), 68-73.