

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ISO STANDARTLARINA GÖRE TERMAL KONFOR
ŞARTLARININ İNCELENMESİ: GIDA ENDÜSTRİSİNDE
ÖRNEK ÇALIŞMA**

FATİH DENİZ

KOCAELİ 2017

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ISO STANDARTLARINA GÖRE TERMAL KONFOR
ŞARTLARININ İNCELENMESİ: GIDA ENDÜSTRİSİNDE
ÖRNEK ÇALIŞMA

FATİH DENİZ

Doç. Dr. Cenk ÇELİK
Danışman, Kocaeli Üniv.
Yrd. Doç. Dr. M. Aytaç ÇINAR
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.
Doç. Dr. Hüseyin PEHLİVAN
Jüri Üyesi, Sakarya Üniv.



Tezin Savunulduğu Tarih: 03.07.2017

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Günümüzde her gün yüzlerce bilimsel makale yayımlanıyor. Hayatımız bu çalışmalar sayesinde daha rahat, güvenli ve sağlıklı hale geliyor. Biz de bu çalışmamızda işyeri ortamındaki termal konforu ele aldık. Çalışanlar için daha sağlıklı, konforlu ve güvenli bir iş ortamını nasıl sağlarız sorusu üzerinde durduk. Gıda endüstrisinde termal konfor ölçümleri gerçekleştirdik iş yeri ortamını iyileştirmek ve olası maruziyetlerin önüne geçmek için neler yapabileğimizi araştırdık. Çalışmamızın işçilerin termal konforunu sağlamsına katkıda bulunmasını ümit ederiz.

Bu çalışmaların başlamasında ilk adımı atmamı sağlayan Prof. Dr. Hakan Pekey ve Yrd. Doç. Dr. M.Aytaç Çınar'a, çalışma fonumuzu sağlayan Kocaeli İSGÜM Bölge Laboratuvarına ve başta Hüseyin Sezek olmak üzere ölçümleri birlikte yürüttüğüm Tuğba Türkay ve diğer çalışanlarına, çalışmamın düzenli ve sistematik bir şekilde ilerlemesi için beni yönlendiren danışmanım Doç. Dr. Cenk Çelik'e, teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak maddi manevi desteğini esirgemeyen anne ve babama, eşime, aileme, arkadaşlarıma ve bugünlere gelmemde büyük emeği olan tüm öğretmenlerime çok teşekkür ederim.

Haziran - 2017

Fatih DENİZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ	v
SİMGELEr VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER.....	4
1.1. Süt Ürünleri Üretimi Yapan İşletmelerde Sıcak ve Soğuk Ortamlar.....	6
1.2. Soğuk Ortam Maruziyetleri	6
1.3. Soğuk Stres Nasıl Önlenebilir.....	7
1.4. Sıcak Ortam Maruziyetleri.....	7
1.5. Sıcak Stres Nasıl Önlenebilir.....	8
1.6. Hastalıklar ve Önlemler	9
1.7. İnsanın Ortama Karşı Tepkisi	13
1.7.1. Subjektif yöntemler.....	14
1.7.2. Objektif yöntemler	14
1.7.3. Davranışsal yöntemler.....	14
1.7.4. Rasyonel yöntemler.....	15
1.8. ISO Standartları ve Termal Çevre.....	15
2. MALZEME VE YÖNTEM.....	16
2.1. PMV Yöntemi.....	17
2.2. IREQ Yöntemi	18
2.3. WBGT Yöntemi.....	19
2.4. Metabolik Hızın Belirlenmesi.....	20
2.5. Elbise Yalıtımının Belirlenmesi.....	21
2.6. Anketlerin Uygulanması	22
2.7. Termal Konfor Değerlendirme Adımları	22
3. BULGULAR	24
3.1. 1 Numaralı İşletme.....	25
3.1.1. Ölçüm sonuçları	25
3.1.2. Değerlendirme.....	25
3.2. 2 Numaralı İşletme.....	27
3.2.1. Ölçüm sonuçları	27
3.2.2. Değerlendirme.....	28
3.3. 3 Numaralı İşletme.....	30
3.3.1. Ölçüm sonuçları	30
3.3.2. Değerlendirme.....	31
3.4. 4 Numaralı İşletme.....	32
3.4.1. Ölçüm sonuçları	32
3.4.2. Değerlendirme.....	32
3.5. 5 Numaralı İşletme.....	34

3.5.1. Ölçüm sonuçları	34
3.5.2. Değerlendirme.....	34
3.6. 6 Numaralı İşletme.....	36
3.6.1. Ölçüm sonuçları	36
3.6.2. Değerlendirme.....	36
3.7. 7 Numaralı İşletme.....	37
3.7.1. Ölçüm sonuçları	37
3.7.2. Değerlendirme.....	38
3.8. 8 Numaralı İşletme.....	39
3.8.1. Ölçüm sonuçları	39
3.8.2. Değerlendirme.....	40
3.9. 9 Numaralı İşletme.....	41
3.9.1. Ölçüm sonuçları	41
3.9.2. Değerlendirme.....	41
3.10. 10 Numaralı İşletme.....	42
3.10.1. Ölçüm sonuçları	42
3.10.2. Değerlendirme.....	43
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	50
EKLER.....	53
KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER	56
ÖZGEÇMİŞ	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Termal konfor değerlendirme programı	19
Şekil 3.1.	1 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı	26
Şekil 3.2.	2 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı	29
Şekil 3.3.	3 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı	31
Şekil 3.4.	4 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı	33
Şekil 3.5.	5 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı	35
Şekil 3.6.	6 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı	37
Şekil 3.7.	7 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı	39
Şekil 3.8.	8 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı	40
Şekil 3.9.	9 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı	42
Şekil 3.10.	10 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı	43
Şekil 4.1.	Tüm ortamlardaki PMV Dağılımı	47
Şekil 4.2.	Anket verilerinin histogram dağılımları	49

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.	Hastalıkların belirtileri ve ilk yardım.....	10
Tablo 2.1.	Takım tablosu	21
Tablo 2.2.	Giyecek tablosu.....	21
Tablo 3.1.	Ortam kodları ve karşılıkları.....	24
Tablo 3.2.	1 Numaralı işletme için hesaplanan veriler.....	25
Tablo 3.3.	2 Numaralı işletme için hesaplanan veriler.....	27
Tablo 3.4.	3 Numaralı işletme için hesaplanan veriler.....	30
Tablo 3.5.	4 Numaralı işletme için hesaplanan veriler.....	32
Tablo 3.6.	5 Numaralı işletme için hesaplanan veriler.....	34
Tablo 3.7.	6 Numaralı işletme için hesaplanan veriler.....	36
Tablo 3.8.	7 Numaralı işletme için hesaplanan veriler.....	38
Tablo 3.9.	8 Numaralı işletme için hesaplanan veriler.....	40
Tablo 3.10.	9 Numaralı işletme için hesaplanan veriler.....	41
Tablo 3.11.	10 Numaralı işletme için hesaplanan veriler.....	43
Tablo 4.1.	Anket sonuçları	48

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

f_{cl}	: elbise alan faktörü, (birimsiz)
h_c	: konvektif ısı transfer katsayısı, ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
I_{cl}	: temel elbise yalıtımı, (clo)
M	: metabolik hız, ($W \cdot m^{-2}$)
p_a	: su buharı kısmi basıncı, (kPa)
t_a	: hava sıcaklığı, ($^{\circ}C$)
t_{cl}	: elbise yüzey sıcaklığı, ($^{\circ}C$)
t_g	: küre sıcaklığı, ($^{\circ}C$)
t_{nw}	: hazne sıcaklığı, ($^{\circ}C$)
\bar{t}_r	: ortalama ışıma sıcaklığı, ($^{\circ}C$)
W	: verimli mekanik güç, ($W \cdot m^{-2}$)

Kısaltmalar

IREQ	: Required Clothing Insulation (Gerekli Elbise Yalıtımı)
PMV	: Predicted Mean Vote (Tahmini Ortalama Oy)
PPD	: Predicted Percentage of Dissatisfaction (Tahmini Memnuniyetsizlik)
WBGT	: Wet Bulb Globe Temperature (Yaş Hazne Küre Sıcaklığı)

ISO STANDARTLARINA GÖRE TERMAL KONFOR ŞARTLARININ İNCELENMESİ: GIDA ENDÜSTRİSİNDE ÖRNEK ÇALIŞMA

ÖZET

Maruziyetler çoğunlukla işyeri ortamındaki etkenlerden kaynaklanır. Bunlardan bir tanesi de ortamın sıcaklığıdır. Soğuk ve sıcak ortamlar çalışanların sağlığını bozabilir, performans kayıplarına neden olabilir. Bu durumda ortamın sıcaklığı kontrol edilmelidir. Bu yapılamıyorsa koruyucu önlemler alınmalıdır. Termal konforu değerlendirmek için çeşitli yöntemler vardır. Bilinen ve sıklıkla kullanılan PMV yöntemiştir. Yöntemin bize faydası ortamda bulunanların memnuniyetsizlik oranlarını vermesidir. Fakat sıcaklığın uç değerlerde olduğu yerlerde kullanılamaz. Yapılan işin gereği olarak soğukta çalışan işçilerin elbise özelliklerinin yeterliliği belirlenmelidir. Yöntem olarak literatürde elbise yalıtımının bir ölçüsü olan IREQ kullanılmaktadır. Sıcak ortamların hızlı bir değerlendirmesi için ise WBGT yöntemi kullanılır. Yapılan çalışmada 10 firmada 143 üretim alanlarında termal konfor ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Soğuk, sıcak ve uygun termal koşullarda çalışan 203 işçiye uluslararası standartta (ISO 10551) belirtilen 5 ölçek kullanılarak subjektif değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda 21 noktada IREQ değeri elbise yalıtım değerinden küçük çıkmıştır. 11 noktada WBGT değeri referans değerinin üzerinde çıkmıştır. 38 noktada ise sıcaklık WBGT sınır değerine çok yakın çıkmıştır. Çalışma sonucunda gıda endüstrisinde çalışanların büyük bir kısmı termal olarak rahatsız edici ortamlarda çalıştığı görülmüştür. Çalışma koşulları bazı ortamlarda maruziyet olabilecek seviyededir. Subjektif değerlendirmelere göre ise yaz aylarında sıcak ortam çalışanlarında dış hava koşulları nedeniyle ortam sıcaklığının daha da artmasıyla işçilerde de bu yönde yakınmalar olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma ülkemizde soğuk ortamları ilk defa ele aldığı için ve bütün ortamlardaki (soğuk, sıcak ve normal) termal konforu değerlendirdiği için önemlidir. Ayrıca çalışma sonrasında ölçüm firmalarına İSGÜM tarafından soğuk ortamları değerlendirmek için eğitimler verilmesi planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: IREQ, PMV, Termal Konfor, WBGT.

INVESTIGATION OF THERMAL COMFORT REQUIREMENTS ACCORDING TO ISO STANDARDS: A CASE STUDY IN FOOD INDUSTRY

ABSTRACT

Exposures are mostly caused by factors in the workplace environment. One of them is the temperature of the environment. Cold and hot environments can disrupt employees' health and cause performance losses. In this case the temperature should be controlled. If this can not be done, protective measures must be taken. There are several methods to evaluate thermal comfort. PMV is a well-known and frequently used method. Method gives the dissatisfaction rate of the employees in the environment. But it can not be used where temperatures are extremes. Qualification of dress characteristics of workers working in cold must be determined. IREQ which is a measure of dress isolation is used in the literature. The WBGT method is used for rapid evaluation of hot environments. Study conducted at 10 plants in 143 production area. 203 workers working in the cold, hot and temperate environment attended the study and subjective analyses were conducted by using five scales given by ISO 10551. According to measurement conducted in workplaces; IREQ value was lower than the clothing isolation value in 21 points and WBGT value was higher than the reference point in 11 places. In addition to this 38 places WBGT value was very close the reference point. As a result of the study, a large number of food industry workers were found to work in thermally disturbing environments. Working conditions in some environments are the limit at which exposure can be. Due to weather conditions during the summer months with increasing ambient temperature, an increase in discomfort was observed in hot environment workers. The study is important because it is the first time in our country to handle cold environments and to assess thermal comfort in all environments (cold, hot, and normal). Furthermore, it is planned to give training courses to the measuring companies to evaluate the cold environments by İSGÜM.

Keywords: IREQ, PMV, Thermal Comfort, WBGT.

GİRİŞ

Çalışma hayatında etrafımız tehlikelerle çevrilidir. Tehlikeleri kontrol altına almak ise teknik çalışmaların yanı sıra çalışanların eğitimini ve etkili bir yönetimi de kapsar. Ülkemizde 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununun yürürlüğe girmesiyle birlikte yeni bir dönem başlamış; bu işin yönetim, eğitim ve teknik yönü detaylandırılmıştır.

Riski önlemenin temel prensibi tehlikeyi kaynağında yok etmektir. Bu mümkün değilse işi kişiler için uygun hale getirmeye çalışmalı; bunun sağlanması için kanunda belirtildiği şekliyle;

“işyerlerinin tasarımı ile iş ekipmanı, çalışma şekli ve üretim metotlarının seçiminde özen göstermek, özellikle tekdüze çalışma ve üretim temposunun sağlık ve güvenliğe olumsuz etkilerini önlemek, önlenemiyor ise en aza indirmek” [1].

gibi önlemler alınmalıdır. Riskle mücadele ederken teknolojik gelişmelere uyum sağlanmalı ve güncel uygulamalar ile tehlikeler minimize edilmelidir. Bütün bu faaliyetler gerçekleştirildikten sonra kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.

İşyeri ortamında insan sağlığını etkileyen ve üzerinde durulması gereken birçok faktör/tehlike vardır. Bunlar gürültü, titreşim, aydınlatma, soğuk ve sıcak, havada bulunan partiküller, gazlar, hava basıncı vb. gibi sıralanabilir. Yapılan işin sağlık ve güven içerisinde sürdürülebilmesi için bu faktörlerin kişileri nasıl etkilediği göz önünde bulundurulur. Yani bu ortamda çalışan insanların verdiği tepkiler önemlidir. Bunun için ortamların çalışanlar üzerindeki etkisi incelenmelidir. Bu tepkiler üç grupta ele alınır; sağlık, konfor, performans. Bu çalışma ülkemizde çok az ele alınmış termal konfor üzerinedir. Ortamdaki çalışanların konfor durumları ve ortam kaynaklı maruziyetler çalışmanın konusunu oluşturur[2-4].

ILO ve WHO iş sağlığını;

“her türlü işte çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik hali” [5].

şeklinde tanımlamıştır. Termal konforun sağlanmadığı bir ortamda çalışmak ise çalışanın tam bir iyilik halinde olmasını engelleyebilir. Bu nedenle termal konfor sınır şartları belirlenmeli ve maruziyet engellenmelidir. İnsan metabolizması sürekli iç sıcaklığını sabit tutmak eğilimindedir[6]. Soğuk ortamda çalışan bir insan vücudunda zaman geçtikçe uç noktalardaki kan iç noktalara gelmeye başlar. Bunun sonucunda uç noktalar soğuğa maruz kalır. Maruziyet süresi arttıkça vücuda verilen zarar da artacaktır. Sonuç olarak uç noktalarda donmalar ve doku kayıpları yaşanabilir. Vücudun bu genel soğumasının yanında soğuk yüzeylere temas halinde de yaralanmalar gerçekleşebilir[7]. Sıcak ortamda çalışmalarda ise vücut sıcaklığı yükselmeye başlar. Bu ısı yükselmesi sonucu metabolizma terleme yoluyla vücuttan fazla ısıyı atmak ister. Terleme mekanizmasının çalışması vücut iç ısısının düşmesini sağlar fakat bu esnada metabolizma su ve tuz kaybı yaşar. Sıcak ortamda çalışmaya devam edilip, metabolizmanın sıvı ve tuz ihtiyacı giderilmezse sığa maruziyet başlar[8, 9]. Vücut sıcaklığı optimum seviyesinden az veya fazla olduğunda, bu durum insan metabolizmasına mental ve fiziksel olarak zarar verir[10]. Maruziyetin süresi ve çalışanın metabolizmasına bağlı olarak çeşitli hastalıklar gerçekleşebilir. Sıcak çarpması, soğuk ısırığı, hipotemi vb gibi. Soğuk ortamda görülen rahatsızlıklar rüzgar etkisi ile daha da artmakta ayrıca kaygan zemin yüzünden kaza sayılarında da artışa neden olmaktadır. Sıcak ortamda ise özellikle yaz aylarında dış ortam sıcaklığının artmasıyla sıcaktan yakınmalarda artış görülmektedir[11].

Konunun bir diğer yönü ise çalışan performansıdır. Çalışma ortamının sıcaklığı insanın performansını etkileyen faktörlerden biridir. Soğuk veya sıcak ortamlarda çalışma hiç şüphesiz aynı işi ılıman bir ortamda yapmaktan daha zor ve tehlikelidir. Ortam sıcaklığının bu zararlı etkisi doğal olarak insanın performansının düşmesine yol açar. Yapılan çalışmalarda soğuk ortamda ya da sıcak ortamda çalışanlarda sıklıkla performans düşüklüğü, yetersiz motivasyon, depresyon, memnuniyetsizlik ve uykusuzluk gibi şikayetler artış göstermektedir[12-16].

Soğuk ve sıcak etkilerinin sıklıkla görüldüğü yerlerin başında gıda sektörü yer almaktadır. Bu sektörde üretim alanları sıcak ortamları depolama alanları ise soğuk ortamları oluşturur. Ürünlerin muhafazası için genelde soğuk hava depoları ve dondurucular kullanılır. Üretim ise yüksek sıcaklık gerektiren yöntemlerle (sterilizasyon-121°C) yapılır. Bu durumda bahsedilen iş ortamlarında çalışanlar gün

içinde soğuk/sıcak ortamlarda çalışmak zorunda kalabilmektedir. Bu ise çalışanların sağlığını ve performansını etkilemektedir. Sağlıklı ve üretkenliğin olduğu bir iş ortamı sağlamak için soğuk ve sıcak stres etkisini ve çalışanların bu etkiye nasıl tepki gösterdiklerinin belirlenmesi ise son derece önemlidir.

Soğuk ve sıcak ortam çalışanlarının sağlığını korumak ve performanslarını iyileştirmek için işyerlerinde özel bazı önlemler alınmalı ve çalışanlar bu etkilere karşı korunmalıdır. Böylelikle olası kazaların ve sağlık sorunlarının önüne geçilebilir. Yapılan çalışmalarda önlemler sayesinde çalışan performanslarının da iyileşebileceği gözlemlenmiştir[13, 17, 18].

Bu çalışmanın amacı gıda sektöründe termal ortam koşullarını, olası sağlık sorunlarını ve bunları önlemeye yönelik tedbirleri belirlemektir. Bu kapsamda Kocaeli ve civarında faaliyet gösteren 10 gıda firmasında termal konfor ölçümleri ve subjektif değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmamız ülkemizde termal konfor çalışmalarının çok az yapılması, yapılan çalışmalarda ılıman ve sıcak ortamların ele alınması ve soğuk ortamlara değinilmemesi, ülkemizde soğuk ortamları da içine alarak termal konforu değerlendiren ilk çalışma olması, çalışmanın İSGÜM Kocaeli Laboratuvarı ile birlikte bir proje dahilinde yapılması ve geniş çapta ölçümlere dayanması gibi nedenlerden dolayı önemlidir.

Çalışmamızın birinci bölümde bu alanda yapılan çalışmalar dan bahsedildikten sonra, soğuk ve sıcak etkilerinin yol açtığı sağlık sorunları ve önleme faaliyetleri anlatılmıştır. İkinci bölümde standartta verilen yöntemler incelenmiş ve sınır şartlar belirlenmiştir. Üçüncü bölümde elde edilen bulgular ve işletme özelinde değerlendirmeler sunulmuştur. Son kısımda ise bu sektörün genel bir değerlendirmesi yapılmış ve çözüm önerileri ortaya konulmuştur.

1. GENEL BİLGİLER

Termal konfor günlük hayatın hemen her noktasında önem arz etmektedir. Okulda, evde, metroda, otobüste daima kendimizi rahat hissetmek isteriz. Ama bu her zaman mümkün olmaz. Çoğunlukla bulunduğumuz ortam ya rüzgarlıdır, ya soğuktur veya çok sıcaktır. Bunun için çeşitli önlemlere başvururuz örneğin sıcak çoksya yelpaze kullanırız, soğuk ortamlarda daha kalın kıyafetler kullanırız. Bir şekilde içinde bulunduğumuz ortamı kendimiz için uygun hale getirmeye çalışırız. Çünkü rahat değildir. Peki böyle bir ortamda çalışmak ister miyiz? Ya da böyle bir ortamda çalışmak zorunda kalsak nasıl önlemler alırdık?

İşletmeler açısından bu sorular daha büyük önem arz eder. Çünkü işletmelerin en önemli hedeflerinden birisi üretim maliyetlerini en aza indirmektir. Başka bir ifadeyle verimi artırmaktır. Bu herhangi bir makinenin verimi olabileceği gibi çalışanların verimi de olabilir. Çalışanların verimi fizisel, çevresel, psikolojik ve fizyolojik etkenlere bağlıdır. İş ortamlarında gürültü, titreşim, iç hava kalitesi, aydınlatma, termal durum çalışanların performansı, rahatı ve sağlığı üzerinde etki eder.

Termal konfor son yıllarda birçok çalışmanın konusunu oluşturmuştur[19-24]. Literatürde termal konforu değerlendirmek için Fanger'in 1972'de ortaya koyduğu ISO 9920'de verilen PMV yöntemi kullanılır[25]. Bu indeks ile çevresel faktörler (hava sıcaklığı, nem, ortalama ışınma sıcaklığı, ve hava hızı) ve kişisel faktörler(elbise yalıtımı ve metabolik hız) değerlendirilerek ortam memnuniyet oranı tahmin edilir.

PMV yöntemi farklı çalışmacılar tarafından irdelenmiştir. Çalışmalarda PMV hesaplamalarında hava ve küre sıcaklıklarının daha önemli olduğunu gösterilmiş, bu yüzden PMV hesaplanırken ölçüm hataları ihmal edilemez sonucuna varılmıştır. Aynı çalışmada metabolik hızı ve kıyafet yalıtımını sahada ölçmenin uygun olmadığı gösterilmiştir. Humphreys yaptığı çalışmada ortamda bulunma süresinin algı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu, bunun çoğunlukla psikolojik olsa da iç ortamlarda fiziksel aktivitelerde önemli bir rol oynadığını ve verilen aynı görevlerde sıcak ortama alışmış bir kişinin daha düşük metabolik hıza sahip olduğunu göstermiştir[26]. Benzer bir

problemin kıyafet yalıtımı bulunurken de ortaya çıktığını vurgulamıştır. Çalışılan ortamda soğuk stresi değerlendirmek için ise sıklıkla Holmer'in 1988'de geliştirdiği ve ISO 11079'da verilen yöntem kullanılır[27]. Yöntem hava sıcaklığını, ortalama ışımaya sıcaklığını, nem ve hava hızı ile metabolik hız etkilerini birleştirmiştir. Matematik hesaplamalarla elde edilen IREQ değeri ile kullanımda olan elbisenin etkinliğini ölçmemizi sağladı. Ayrıca maruziyet oluşmaması için çalışma sürelerine ilişkin sınır değerler de bu model ile belirlenebildi. Yapılan çeşitli çalışmalarda, çalışanların yalıtım değeri hesaplanan minimum elbise yalıtım değerinden daha yüksek kıyafetleri tercih ettikleri gösterildi[15, 28, 29]. Soğuk ortamda çalışanlara yönelik alınabilecek en iyi önlemin ise yapılan işi çok hızlı veya çok yavaş yapmaktan kaçınmak olduğu vurgulanmıştır[30].

Soğuk ortamda çalışanlar birçok sağlık sorunuyla karşı karşıyadır. Örneğin dokunma duyusu 8 °C'de el beceresi 12-16°C'de zarar görmeye başlar. Soğuk ortamlarda çalışanlarda soğuma hızı ayrıca önemlidir[7]. Yapılan çalışmalarda yavaş soğuma hızının vücut iç sıcaklığında daha büyük etki yaptığı görülmüştür[13]. Soğuğa uzun süreli maruziyetin etkilerini kanıtlamak için de birçok çalışma yapılmıştır. Epidemiyolojik çalışmalar sonucunda soğuk periyotlarda myocardial infarction strokes, pnemoni vb kaynaklı ölümler arttığı gözlemlendi[14, 30]. Fizyolojik tepki üzerine yapılan deneysel çalışmalar uzun süreli maruziyetlerin vücut sıcaklığını düşürdüğü, kan basıncı ve metabolizmayı ise artırdığı görülmüştür[31]. Dahası uzun süreli maruziyetlerde performans düşüklüğü sıklıkla rapor edilmiştir[13, 14]. Diğer taraftan tekrarlı soğuk maruziyetin sağlık, fizyolojik tepki ve performans üzerine etkisi sınırlıdır[30]. Ama bu tür maruziyetler endüstride hızla artmaktadır. Örneğin soğuk depolarda el ile yapılan işlerden forkliftle yapılan işlere kadar istifleme, taşıma, barkotlama gibi birçok iş vardır. Bu nedenle her ne kadar işçiler şiddetli soğuğa uzun süreli maruz kalmasa da sıklıkla soğuğa girip çıkmaktadırlar. Özellikle yaz aylarında bu soğuk etkisi sıcaklık farkının çok olmasından dolayı daha fazla etkilidir. Bu tip tekrarlı maruziyetin fizyolojik tepki ve performans üzerine etkilerinin uzun süreli maruziyete denk olduğu gösterilmiştir[30, 32].

Ortamın ısı baskısını değerlendirmek için ise WBGT yöntemi kullanılır. WBGT referans değerinden yüksek olan ortamlar ısı maruziyet olabilecek yerlerdir. Ortam sıcaklığının yüksek olması ile birlikte gerçekleşen ısı maruziyet esnasında ise

vücuttan ısı kaybı, daha ziyade buharlaşma ile gerçekleşir. Deri ve çevre arasında sıcaklık farkı azaldığı için konvektif ve ışınım ile ısı kaybı azalır[33]. Fark negatif olduğunda ısı bu yollarla tekrar kazanılır. İnsan vücudu bu dengeyi sağlayabilmek için gerekli buharlaşma kapasitesine sahiptir. Bu yüksek kapasite koruyucu elbise kullanıldığında daraltılmış olur. Kıyafetler buhar geçişine karşı ilave bir direnç oluşturur. Bunun sonucunda termal gerinim artar. Termal gerinimi önlemenin başlıca iki yolu elbise yalıtımını dengelemek veya vücuttan çevreye olan ısı geçişini kontrol etmektir. Burada karşılaşılan iki önemli sorun vardır. İlki kıyafetlerin buharlaşma direnciyle ilgili yetersiz bilgi, diğeri ise bu değer ölçülmesinin detaylı ve pahalı olmasıdır. Kaldı ki bu değer ölçülse bile sadece o anki mevcut şartlar için geçerli olacaktır. Çünkü postür, etraftaki hava akımı, çalışanın aktivite seviyesi bu değeri etkiler[11, 34].

Endüstride çok fazla alanda termal konfor önemli bir sorun oluşturmaktadır. Fakat gıda endüstrisinde hem soğuk hem de sıcak etkileri görülür. Bu nedenle termal konforun bütün bir değerlendirmesi için çalışmalar bu sektörde süt ürünleri üretimi yapan işletmelerde (bir işletme hariç) gerçekleştirilmiştir.

1.1. Süt Ürünleri Üretimi Yapan İşletmelerde Sıcak ve Soğuk Ortamlar

Süt ve süt ürünleri endüstrisinde ürünün özelliklerine göre üretim işlemi soğuk ya da sıcak ortamlarda yapılır. Örneğin pastörizasyon alanı, peynir haşlama alanları, yoğurt inkübasyon odaları sıcak ortamlardır. Paketleme alanları, ürün dinlendirme odaları, ürün depolama alanları soğuk odalara örnek olarak gösterilebilir. Bunun yanı sıra bazı alanlarda ki çalışanlar gün içinde hem soğuk ortamda hem sıcak ortamda bulunabilir. Örneğin yoğurt üretiminde ürün sıcak olarak inkübasyon odasından alınıp soğuk odalara taşınır. Bu esnada çalışan hem sığağa hem de soğuğa maruz kalabilmektedir.

1.2. Soğuk Ortam Maruziyetleri

Donma noktasına yakın sıcaklıklar aşırı soğuk olarak adlandırılır. Bu sıcaklıklardaki ortam, vücudun kendi sıcaklığını sürdürmesinde zorlayıcı bir etki yapar. Hava sıcaklığı normalin altına indiğinde ve rüzgâr hızı yükseldiğinde, vücut sıcaklığı çok hızlı düşmeye başlar. Burada rüzgâr sıcaklığı ayrıca önemlidir. Sonuç olarak soğuğa

maruziyet vücudun iç sıcaklığında düşüş meydana getirir ve bu durum sağlık problemlerine, doku kayıplarına ve ölüme neden olabilir.

Soğuk stresi destekleyen risk faktörleri:

- Islaklık, yetersiz giyim, tükenmişlik.
- Tiroit yetmezliği, yüksek tansiyon, diyabet gibi soğuk strese zemin hazırlayan hastalıklara sahip olma.
- Zayıf fiziksel kondüsyona sahip olma.

1.3. Soğuk Stres Nasıl Önlenebilir

Çalışanların eğitimi: Çalışanlar ilkyardım, soğuk yaralanmalar ve hastalıklar; bunların kontrolünde kullanılabilecek mühendislik yöntemleri hakkında eğitilir.

Mühendislik Kontrol Yöntemleri: Örneğin dış ortamda çalışanlar için ışınlama ısıtan bir ısı kaynağının kullanılması, rüzgâr etkisini azaltacak önlemler.

Düzen: Çalışanlar için güvenli bir çalışma düzeni oluşturulmalıdır. Örneğin soğuk ortamda çalışanlar sık sık iklimlendirilmiş ortamlarda ara vermeli, çalışırken birbirlerini gözlemlemeleri sağlanmalı, iş yükleri aşamalı olarak yükseltilmelidir.

Kıyafetler: Yeterli yalıtıma sahip kıyafetler kullanılmalıdır.

1.4. Sıcak Ortam Maruziyetleri

Sıcak ortamda çalışanlar ısı stres riski altındadır. Aşırı sığa maruz kalmanın sonucu meslek hastalığı ya da iş kazaları meydana gelebilir. Isıl stres sonucu; sıcak çarpması, tükenmişlik, kramplar, deri döküntüleri gibi rahatsızlıklar oluşabilir. Sıcaklık ayrıca baş dönmesine, koruyucu gözlüklerin buğulanmasından dolayı yetersiz görüşe ve aşırı terlemeye neden olacağından kaza riskini ve yaralanmaları da artıracaktır. Ayrıca sıcak yüzeylere veya kızgın buhara temas ile yanıklar oluşabilir.

Sığa maruziyetin olduğu iş gruplarına itfaiyeciler, fırın çalışanları, inşaat işçileri, çiftçiler, maden çalışanları, kaynatıcı odasında çalışanlar, fabrika işçileri, vb gibi örnekler verilebilir. Ayrıca 65 yaş üstü, aşırı kilolu, kalp hastalığına sahip, yüksek tansiyona sahip çalışanlar özel risk grubundadır.

1.5. Sıcak Stres Nasıl Önlenebilir

Çalışanların Eğitimi: Isıl stresin önlenmesinde çalışanların ısı stresin ne olduğunu, nasıl etki ettiğini ve nasıl önlenebileceğini bilmesi çok önemlidir. İşçilere verilecek eğitimlerde şu hususlar yer almalıdır.

- Isıl stresle ilgili hastalıklar için risk faktörleri.
- Isıl stresle ilgili hastalıklar ve belirtileri
- Isıl stres hastalıkları önleme yolları
- Sürekli küçük miktarlarda su içmenin önemi
- Isıya alıştırmamanın önemi ve nasıl yapılacağı
- Isıl stres hastalıklarının belirtisi varsa acilen isg uzmanına bilgi verilmesi

Mühendislik Kontrol Yöntemleri: Isı ile ilişkili hastalıkları önlemenin en iyi yolu çalışma ortamını soğutmaktır. Bazı mühendislik yöntemleri şöyle sıralanabilir:

- Havalandırma (İklimlendirmesi yapılmış bir kabin veya dinlenme odaları gibi).
- Genel havalandırmayı artırma
- Soğutma fanları
- Isı veya buhar üretiminin fazla olduğu yerlerde bu ısının lokal olarak dışarı atılması
- Işınım ile ısıyı yansıtıcı yüzeylerle yönlendirme.
- Sıcak yüzeyleri yalıtımlama (fırın duvarları gibi).
- Buhar sızıntılarını azaltma.

Düzen: Çalışanların çalışma düzenlerinde aşağıdaki uygulamalar yapılabilir;

- Çalışanların özel bir acil durum planları olmalı ve çalışanlar herhangi bir işçide ısı ile ilgili bir hastalık belirdiğinde gerekli medikal hizmeti nasıl sağlayacağını bilmelidir.
- Çalışanlar bir haftadan fazla süre izinli ise veya ilk defa o işte çalışacak ise iş yükleri kademeli olarak artırılmalıdır. İlk hafta boyunca bol bol dinlenmeleri sağlanmalıdır.
- Çalışanların içme suyuna yakın olmaları sağlanmalı ve sık sık az miktarda su içmeleri tavsiye edilmelidir.
- Çalışanlar ısıya uzun süre maruz kalmaları yerine, dinlenme zamanlarına da rastlarsa iş yüklerini bölmeleri sağlanmalıdır.
- Mümkünse iş günün daha serin olan zamanlarında yürütülmelidir.

- İşçilerin rotasyonla farklı işlerde çalışmaları sağlanmalıdır.
- İşçilerin birbirlerini gözlemlemeleri sağlanmalıdır.

Kıyafetler: Isıl stresten korunmak için işçiler kıyafetleri konusunda uyarılmalıdır. Çünkü uygun olmayan kıyafet ısıl stres riskini artıracaktır. Bazı durumlarda özel soğutucu kıyafetler işçileri sıcak ortamdan koruyabilir; yalıtımlı eldivenler, takımlar, yansıtıcı kıyafetler gibi. Bazı ekstrem durumlar için ise termal klimalı kıyafetler kullanılabilir. Örneğin:

- Sırtında kliması olan bir giysi
- Önceden hava sıkıştırılmış bir giysi ve bu serin havanın kıyafet içindeki kanallarda dolaşımı
- Ceplerinde kuru buz olan bir plastik ceket

1.6. Hastalıklar ve Önlemler

Sıcak Çarpması: Sıcak maruziyeti sonucu oluşan hastalıklardan en sık karşılaşılanıdır. Vücut, sıcaklığını kontrol edemediğinde oluşur; vücut sıcaklığı hızla artar, terleme mekanizması bozulur ve vücut sıcaklığını düşüremez. Sıcak çarpması gerçekleştiğinde vücut sıcaklığı 10-15 dakika içinde 40 derecenin üzerine çıkabilir. Acil müdahale sağlanmazsa sıcak çarpması ölümlü veya kalıcı yetenek kaybıyla sonuçlanabilir.

Isıl Yorgunluk: Isıl yorgunluk aşırı terleme sonucu vücudun su ve tuz eksikliğine verdiği tepkidir. Yüksek kan basıncında olan, daha yaşlı olan, sıcak ortamda çalışan kişiler ısıl yorgunluğa daha çabuk yakalanırlar.

Isıl Kramplar: Isıl kramplar genelde yoğun iş sonucu aşırı terleyen çalışanlarda görülür. Bu terleme vücudun su ve tuz seviyesini tüketir. Kaslardaki düşük tuz oranı ağrılı kramplara yol açar. Isıl kramp ayrıca sıcak çarpmasının da belirtisi olabilir.

Isıl Döküntü: Isıl döküntü sıcak ve nemli havada aşırı terleme sonucu vücudun tahriş olması sonucu oluşur.

Hipotermi: Soğuğa maruziyet durumunda, vücut ürettiği ısıdan fazlasını kaybetmeye başlar. Soğuğa uzun süreli maruziyetler nihayetinde vücut depolanmış enerjisini kullanacaktır. Bunun sonucunda hipotermi yani normal olmayan bir vücut sıcaklığı oluşacaktır. Çok düşük vücut sıcaklığı beyni etkiler ve maruz kalan kişide bilinç kaybı

ve harekette zorlanma gözlenir. Bu durum özellikle hipotermiyi tehlikeli yapar çünkü kişi ne yaptığını ve ne yapacağını bilmez durumdadır.

Soğuk Isırığı: Soğuk ısırığı donma sonucu vücudun yaralanmasıdır. Soğuk ısırığı gerçekleşen bölgede his ve renk kaybı gözlenir. Genelde burunda, kulakta, yanaklarda, çenede, el ve ayak parmaklarında oluşur. Soğuk ısırığı dokulara kalıcı zarar verebilir. Aşırı soğuk sıcaklıklarda kan dolaşımının azalması ve yetersiz yalıtımlı elbise giyilmesi ile birlikte soğuk ısırığı riski artar.

Siper Ayağı: Ayakların uzun süreli soğuk ve ıslak kalması durumunda gerçekleşir. Savaş sırasında siperdeki askerlerde fark edildiği için bu ismi almıştır. Eğer ayaklar ıslaksa sıcaklık 15 dereceye kadar yükselse de gerçekleşebilir. Çünkü ıslak ayaklar kuru olana göre 25 kez daha hızlı ısı kaybeder. Bu yüzden ısı kaybını önlemek için vücut kanın ayakta dolaşımını sınırlar, doku besin ve oksijen alamadığı için ölmeye başlar.

Mantar: Vücudun 0-15 derece sıcaklıklara tekrar tekrar maruziyeti durumunda oluşur. Soğuğa maruziyet küçük kan damarlarına zarar verir. Zarar kalıcıdır ve kızarıklık ve kaşıntı tekrar maruziyet halinde devam edecektir. Kızarıklık ve kaşıntı genelde boyunda, kulakta, el ve ayak parmaklarında oluşur.

Sıcak ve soğuk maruziyetlerde oluşabilecek bu hastalıklar, belirtileri ve ilk yardım bilgileri Tablo 1.1’ de verilmiştir[5].

Tablo 1.1. Hastalıkların belirtileri ve ilk yardım

Hastalık	Belirtiler	İlk Yardım
Isıl döküntü	<ul style="list-style-type: none">➤ Deride kırmızı nokta kümelenmeleri➤ Sıklıkla boyunda, göğüs üst kısmında ve deri kıvrımlarında	<ul style="list-style-type: none">➤ Mümkünse daha az nemli ve daha serin bir yerde çalışma➤ Etkilenen bölgeye kuru tutma

Tablo 1.1. (Devam) Hastalıkların belirtileri ve ilk yardım

Hastalık	Belirtiler	İlk Yardım
Sıcak Çarpması	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bayılma ➤ Nöbet geçirme ➤ Aşırı terleme veya kırmızı, sıcak ve kuru deri ➤ Çok yüksek vücut sıcaklığı 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 112'yi ara ➤ Hastayı gölgeli ve serin bir yere taşıyın ➤ Üstündeki kıyafetleri çıkartın ➤ Koltuk altına buz uygulayın ➤ Hastayı soğuk suyla ıslatın, mümkünse buzla soğutma uygulayın ➤ Hastaya su verin ➤ Yardım gelene dek yanında kalın
Isıl Yorgunluk	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Serin ve nemli deri ➤ Aşırı terleme ➤ Baş ağrısı ➤ Bulantı veya kusma ➤ Baş dönmesi ➤ Hafif sersemlik ➤ Zayıflık ➤ Susuzluk ➤ Sinirlilik ➤ Hızlı kalp atımı 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İşçi gölge ve serin bir yere oturmalı veya uzanmalıdır ➤ İşçiye bir parça soğuk su veya başka bir içecek verilmelidir ➤ Buz paketleri uygulanarak işçi serinletilmelidir ➤ Belirti ve semptomlar 60 dakika içinde geçmezse işçi kliniğe götürülmelidir ➤ İşçi o gün çalışmamalıdır
Isıl kramplar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kas spazmları ➤ Genellikle karın, kol ve bacaklarda ağrı 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İşçi gölge ve serin bir yerde dinlenmelidir ➤ Su veya başka içecek tüketmelidir. ➤ Yorucu işe dönmeden birkaç saat beklemelidir ➤ Kramplar geçmezse doktora görünmelidir
Isıl döküntü	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deride kırmızı nokta kümelenmeleri ➤ Sıklıkla boyunda, göğüs üst kısmında ve deri kıvrımlarında 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mümkünse daha az nemli ve daha serin bir yerde çalışma ➤ Etkilenen bölgeye kuru tutma

Tablo 1.1. (Devam) Hastalıkların belirtileri ve ilk yardım

Hastalık	Belirtiler	İlk Yardım
Hipotermi	<p>Hipotermi belirtileri soğuğa maruziyet süresine göre çeşitlilik gösterir.</p> <p>Erken belirtiler:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Titreme ➤ Yorgunluk ➤ Denge kaybı ➤ Karışıklık ve oryantasyon bozukluğu <p>Sonraki belirtiler:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Titreme yok ➤ Mavi deri ➤ Büyümüş göz bebekleri ➤ Yavaş nabız ve kalp atışı ➤ Bilinç kaybı 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İSG uzmanına haber verin ve hekim çağırın ➤ Hastayı daha sıcak bir yere taşıyın ➤ Islak kıyafetlerini çıkarın ➤ Vücudunu mümkünse elektrikli ısıtıcıyla, değilse ten teması, battaniye, sıcak havlu vb ile ısıtın. Şu sırayı izleyin: önce göğüs, boyun, baş, kasık. ➤ Sıcak içecekler vücudun ısınmasına yardım edebilir fakat kesinlikle alkol vermeyin. Bilinç kaybı olan hastaya içecek vermeyin. ➤ Vücut sıcaklığı yükseldikten sonra da hastayı kafasını da saracak şekilde battaniye ile örtün. ➤ Hastada nabız yoksa kalp masajına başlayın.
Soğuk ısırması	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El ve ayaklara kan akışının azalması(el ve ayak parmakları donmuş olabilir) ➤ Uyuşma ➤ Karıncalanma ve batma ➤ Ağrı ➤ Mavimsi deri 	<p>Bu belirtilere sahip olan çalışan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hızlıca sıcak bir yere geçmelidir ➤ Zorunlu olmadıkça yürümemelidir ➤ Soğuktan etkilenmiş alana sıcak su uygulamayın(sıcaklık vücudun etkilenmemiş kısmında test edilebilir) ➤ Donmuş yerlere masaj yapmayın veya ovalamayın. Bunu yapmak daha fazla hasar verecektir. ➤ Herhangi bir ısıtıcı ile ısıtma yapmayın. Etkilenmiş bölge duyarsız olduğu için kolaylıkla yanabilir.

Tablo 1.1. (Devam) Hastalıkların belirtileri ve ilk yardım

Hastalık	Belirtiler	İlk Yardım
Trench foot (siper ayağı)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tende kızarma ➤ Duyarsızlık ➤ Bacak krampları ➤ Şişme ➤ Karıncalanmalı ağrı ➤ Kabarcıklar ➤ Ten altında kanama ➤ Kangren oluşumu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Islak ayakkabı ve çorapları çıkarın ➤ Kurutun ➤ Ayağınızın üzerine basmayın bu doku kayıplarına neden olabilir
Chilblains (Mantar)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kızarıklık ➤ Kaşıntı ➤ Olası kabarıklıklar ➤ Yangı veya iltihaplanma; inflamasyon ➤ Çok şiddetli durumlarda ülserasyon 	<p>Bu durumda olan işçiler:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kaşımayın ➤ Bölgeyi yavaş yavaş ısıtın ➤ Kaşıntı ve şişmeyi rahatlatmak için krem kullanın ➤ İltihaplı yerleri temizleyin ve sarın

1.7. İnsanın Ortama Karşı Tepkisi

İşyerinde sağlık, konfor ve performansı iyileştirmek için işçilerin ortamdaki kaynaklı etkilere nasıl tepki verdiklerini bilmemiz çok önemlidir. Bu tepki genelde fiziksel, fizyolojik ve psikolojik olmaz üzere üç farklı şekilde ele alınır. Değerlendirme yapılırken insan tepkisinin kişiden kişiye değişebileceği gibi aynı kişi içinde değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

İnsanların buldukları ortama karşı verdikleri tepkiyi değerlendirmek için başlıca 4 yöntem vardır[3]:

- **Subjektif Yöntemler** : Ortamdaki kişilerin görüşlerini yansıtır. Mülakatlar, anketler ile değerlendirmeler sağlanır.
- **Objektif Yöntemler** : Ölçüm yapılarak sağlanan değerlendirmelerdir. Ortam sıcaklığı, gürültüsü gibi.

- Davranışsal Yöntemler: İnsan tepkisini daha önceki verilere dayanarak tahmin eden deneysel yöntemdir.
- Rasyonel Yöntemler: Simülasyonlar ile değerlendirme sağlanan yöntemlerdir.

1.7.1. Subjektif yöntemler

Basit ölçekleri ve detaylı anketleri ayrıca bazen söylem analizini içerir. Nispeten kolay uygulanır. Özellikle konfor rahatsızlığı ortaya koymak için uygundur. Ayrıca verilen tepkinin bilinmeyen yönlerine katkı sağlar. Metodolojide potansiyel yan tutmalar olduğu için tasarlanması zordur. İlave olarak subjektif yöntemler sağlık üzerinde etkisi olan şeyleri değerlendirmeye uygun değildir. Örneğin bir insan ister kadın ister erkek olsun asla tam olarak fizyolojik bir gerinim altında olduğunu tespit edemez. Çünkü çevre etkisi güvenilir bir değerlendirme yapmasına engel olur. Ayrıca yöntem daima temsili bir gruba çalışır ve temsili grubun o ortamda çalışanların tamamının özelliklerini yansıtmaması için detaylı analizler gerektirir.

1.7.2. Objektif yöntemler

Tepkileri doğrudan ölçme avantajına sahiptir. Bu vücut sıcaklığının ölçülmesini, titreşim transfer hızı, hatta doğrudan performans ölçümünü içerebilir. Temel dezavantajı çevre ile etkileşimde temsili bir grubun gerekliliğidir. Ölçüm araçları hangi amaçlarla ölçülüyorsa onu ölçerler; örneğin doğrudan konfor çıktısı yoktur. Konfor çıktısı için birçok parametrenin ölçülüp birlikte değerlendirilmesi gereklidir.

1.7.3. Davranışsal yöntemler

Davranışsal yöntemlerde ölçmeye çalıştığımız durum ile gösterilen davranış birbirinden bağımsızdır. Postür değişikliği, kıyafet seçimi, çevreye alışma, hızlı ve yavaş çalışma gibi. Tek ihtiyaç herhangi bir davranışın sebebini yorumlamak için gerekli bir model ve gözlemci eğitimidir. Bu metodlar özellikle engelli insanlar, çocuklar ve diğer yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlar için uygundur. Bu yöntemde zor kısım tepkinin ne sebeple verildiğinin bulunmasıdır. Örneğin kişi koltuğunu değiştirdi. Neden? Bunun üç olası cevabı olabilir. Ortam çok sıcak olduğu için, ortamdaki ışık yetersiz olduğu için veya oturlan koltuğun rahat olmaması gibi.

1.7.4. Rasyonel yöntemler

Rasyonel yöntemlerde amaç deneysel yöntemlerle ve ölçümlerden elde edilen verilerle insanın çevreye verdiği tepkiyi simüle etmektir.

Modellerin tamamı hiç şüphesiz insanın tepkisini değerlendirmek için kullanım kolaylığı ile tasarım ve değerlendirme için gerekli veri için hızlı bir sonuç verdiği için yararlıdır. Fakat modeller yaklaşık değerler verdiği için ve gerçek ortamlarda durumu etkileyen başka parametrelerinde olması ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır.

1.8. ISO Standartları ve Termal Çevre

Termal çevrenin ergonomisi ile ilgili ISO standartları kapsamlı bir değerlendirme sunar. Konu üç ana grupta incelenir. Sıcak, ortalama ve soğuk ortamlar.

Sıcak ortamı kolay bit şekilde değerlendirmek için WBGT indeksi kullanılır. ISO 7730 PMV ve PPD hesaplamaları ile ortalama çevrenin analitik değerlendirilmesini sağlar. Eğer gerekliyse subjektif ölçümler için ISO 10551 kullanılır. ISO 11079 IREQ hesaplamasını içeren soğuk ortamı analitik değerlendirmemizi sağlayan bir yöntemdir. Termal indeks veya elbise seçimi için bir rehber olarak kullanılabilir. Bunların yanında ISO 9920 elbiselerin termal özelliklerini 8996 metabolik ısı üretiminin tahmin etmemizi ya da hesaplamamızı sağlayan yöntemleri sunar[27, 35-37].

2. MALZEME VE YÖNTEM

Termal konfor kişinin içinde bulunduğu ortamı memnuniyet verici olarak algılamasıdır. Konfor algısı ise kişiden kişiye değişen bir kavramdır. Bu algıya etki eden parametreler hava sıcaklığı, ışıma sıcaklığı, nem ve rüzgar ile kişinin metabolizma hızı ve üzerindeki kıyafetler şeklinde sıralanabilir. Her ne kadar bu parametreler kişinin içinde bulunduğu ortamı termal yönden algılaması üzerinde önemli bir etkiye sahip olsa da bütün bu parametreleri ölçmek, termal konfor bir zihin durumu da olduğundan, bize mutlak bir doğru sonuç vermeyecektir. Yine de çalışma ortamlarının önceden tasarlanması ve ergonomik koşulların optimum seviye de sağlanması için termal konforu tahmin eden yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan sıklıkla kabul gören yöntem Fanger'in geliştirmiş olduğu, uluslararası standartta (TS EN ISO 7730) da yerini alan PMV(Predicted Mean Vote) metodudur.

Aynı ortamda olan insanlara, ortamın sıcaklığını değerlendirmeleri söylene kimi ortamı sıcak, kimi ılık, kimi serin vb gibi değerlendirecektir. Yani her bir birey ortamı farklı algılayabilir fakat sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde verilen cevapların normal dağılıma uyduğu görülecektir. Bu bilgiden hareketle tahmini ortalama oy olarak türkçeye çevirebileceğimiz PMV metodu geliştirilmiştir. Bu metot matematiksel denklemler ile ortamın termal olarak konforlu olup olmadığını tahmin eder. Ayrıca ortamdaki memnun olmayanların oranı da(PPD) yine bu yöntem ile hesaplanabilmektedir.

Fanger'in geliştirmiş olduğu PMV yöntemine göre kişilerin ortamdaki memnuniyet seviyeleri tahmin edilebilmektedir. Üretim alanları ise genellikle termal konfor sınır şartlarının dışındadır. Nitekim bu beklenen bir sonuçtur. Üretim ya da depolama alanlarındaki temel sorun ise maruziyetin olup olmadığıdır. Literatürde sıcak ortam maruziyetlerinin hızlı bir şekilde kontrolü için WBGT(Wet Bulb Globe Temperature) yöntemi sıklıkla kullanılır. Diğer taraftan soğuk maruziyet riskinin en aza indirilmesi için ise elbise yalıtımının yeterli olup olmadığını değerlendirmemizi sağlayan IREQ yöntemi kullanılmaktadır.

2.1. PMV Yöntemi

Termal konfor şartlarını değerlendirmede yaygın olarak kullanılan yöntem PMV metodudur. PMV yöntemi termal konforu etkileyen çevresel faktörler (hava sıcaklığı, nem, ortalama ışıma sıcaklığı, bağıl hava hızı) ve fiziksel faktörlerin (metabolik aktivite seviyesi, elbise ile sağlanan yalıtım miktarı) matematiksel denklemlerle ifadesidir. Yöntemde ayrıca ortamda bulunan kişilerin memnuniyetsizlik oranlarını ifade eden PPD (Predicted Percentage of Dissatisfaction) değeri de hesaplanır. PMV yönteminde konfor şartları -0,5 ila +0,5 arasında sağlanır. PMV sonuçları -2 ila +2 değerleri arasında anlamlıdır. Ayrıca yöntemin uygulanabilmesi için hava sıcaklığının 10 ila 30 (°C) derece arasında olması gereklidir[38].

PMV (predicted mean vote) bir insan topluluğunun termal konfor algısını tahmin eden bir indekstir. PMV hesaplanması insanın çevreyle olan termal dengesine dayanır. Termal denge vücudun iç ısı üretiminin, çevreye olan ısı kaybına eşitlenmesiyle elde edilir. PMV değeri aşağıdaki denklemler aracılığıyla hesaplanır[37].

$$PMV=(M-W)-3,05 \cdot 10^{-3} \cdot -0,42 \cdot [(M-W)-58,15]-1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867-p_a)-0,0014 \cdot M \cdot (34-t_a)-3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl}+273)^4 - (\bar{t}_r+273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl}-t_a) \quad (2.1)$$

$$t_{cl}=35,7-0,028 \cdot (M-W)-1_{cl} \cdot \{3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl}+273)^4 - (\bar{t}_r+273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl}-t_a)\} \quad (2.2)$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 |t_{cl}-t_a|, \rightarrow 2,38 \cdot |t_{cl}-t_a|^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}}, \rightarrow 2,38 |t_{cl}-t_a|^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{cases} \quad (2.3)$$

$$f_{cl} = \begin{cases} I_{cl} < 0,5 \text{clo}, \rightarrow 1+0,2I_{cl} \\ I_{cl} > 0,5 \text{clo}, \rightarrow 1,05+0,1I_{cl} \end{cases} \quad (2.4)$$

PMV metodunun uygulanması aşağıdaki gibidir:

1. Sıcaklık, nem ve rüzgar hızının ölçülmesi.
2. Metabolizma hızının belirlenmesi.
3. Elbise yalıtımının belirlenmesi.
4. Önceki adımlarda bulunan değerler PMV denkleminde yerine konularak sonucun bulunması.
5. PPD değerinin hesaplanması.

2.2. IREQ Yöntemi

Soğuk ortam çalışanlarında soğuk stres kaynaklı olası sağlık sorunlarının önüne geçmek için, çalışma ortamı IREQ yöntemi ile değerlendirilmektedir. TS EN ISO 11079 standardı ile verilen yöntem soğuk ortamda çalışanların elbise yalıtım değerlerinin uygunluğunu ve maruziyet limit sürelerini belirlemek için kullanılır.

IREQ gerekli elbise izolasyonunun bir ölçüsüdür. İnsan vücudu çevresi ile sürekli bir ısı alış-verişi içindedir. O halde çevre ile insan arasında bir enerji dengesi kurulabilir. IREQ değeri çevre ile insan vücudu arasındaki sürekli rejim enerji dengesini esas alarak hesaplanır. Hava sıcaklığının 10 (°C) derecen az olduğu, bağıl hava hızının 0,4 ila 18 (m/s) aralığında ve elbise yalıtım değerinin 0,5 (clo) ve üzerinde olduğu şartlarda IREQ hesaplaması yapılabilir. IREQ için minimum ve nötr olarak iki değer hesaplanır. Hesaplanan değerler elbise izolasyon değeri ile (Icl) ile kıyaslanır. Elbise izolasyon değerinin $IREQ_{min}$ dan küçük olduğu durumda elbise izolasyonu yetersizdir ve bu koşullarda maksimum çalışılacak süre olarak D_{lim} (Duration Limited Exposure) hesaplanır. Aynı şekilde $IREQ_{min} < Icl < IREQ_{nötr}$ şartı için de D_{lim} hesaplanır. $Icl > IREQ_{nötr}$ durumu için ise elbise izolasyon miktarı azaltılmalıdır. IREQ hesaplaması için denklemler ISO 11079'da verilmiştir[27]. Hesaplamalar için denklemler kullanılarak matlabda bir program oluşturulmuştur (Şekil 2.1).

The image shows the THERMAL_KONFOR software interface, which is used for thermal comfort evaluation. It is divided into two main sections: PMV (Predicted Mean Vote) and IREQ (Required Airflow). Each section has a 'VERİ GİRİŞİ' (Data Input) area and a 'SONUÇLAR' (Results) area.

VERİ GİRİŞİ (PMV):

- Elbise izolasyon değerini giriniz(clo)=
- Metabolik Hızı Giriniz(w/m2)=
- Verimli iş, genelde sıfır(w/m2)=
- Hava Sıcaklığı(C)=
- Ortalama Işıma Sıcaklığı(C)=
- Bağıl Hava Hızı(m/s)=
- Bağıl nemi giriniz(%)=
- Su buhar basıncı(Pa)=(Bilinmiyorsa sıfır girilmelidir.)

Buttons: TEMİZLE, HESAPLA (PMV)

SONUÇLAR (PMV):

- PPD değeri=
- PMV değeri=
- İterasyon Sayısı=

VERİ GİRİŞİ (IREQ):

- Elbise izolasyon değerini giriniz(clo)=
- Metabolik Hızı Giriniz(w/m2)=
- Verimli iş, genelde sıfır(w/m2)=
- Hava Sıcaklığı(C)=
- Ortalama Işıma Sıcaklığı(C)=
- Geçirgenlik(m/s)=
- Yürüme hızı(m/s)=
- Bağıl nemi giriniz(%)=
- im değerini giriniz(bilinmiyorsa sıfır)(%)=
- Hava hızı=

Buttons: TEMİZLE, HESAPLA (IREQ)

SONUÇLAR (IREQ):

- IREQ_{min} =
- IREQ_{nötr} =
- ICL_{min} = DLE_{min} =
- ICL_{nötr} = DLE_{nötr} =

Şekil 2.1. Termal konfor değerlendirme programı

2.3. WBGT Yöntemi

Sıcak bir ortamda çalışan kişinin maruz kaldığı ısı baskısını iki temel faktör etkiler. Birincisi ortamın kişi üzerindeki etkisi, ikincisi fiziksel faaliyet sonucu ortaya çıkan ısının etkisi. WBGT indeksi sıcak ortamları değerlendirebilmemizi sağlar. Bunun için sadece ortamın ısı baskısını esas alır. Bu nedenle ısı baskısının tahmini için hızlı bir değerlendirme yapmamızı sağlar. WBGT hava sıcaklığı, ortalama ışıma sıcaklığı, hava hızı ve mutlak nem parametrelerinin bir ölçüsüdür. Yöntemde kişisel faktörler ele alınmadığı için ısı baskısı için detaylı analizler yapmak gerekebilir[39].

WBGT indeksi, iki türetilmiş parametre ölçüsü olan, doğal yaş-hazne sıcaklığı (t_{nw}) ile küre sıcaklığını (t_g), ve bazı durumlarda da bir temel parametre ölçüsü olan hava sıcaklığını (t_a) (kuru hazne sıcaklığı) birleştirir.

Güneş yükü olmayan iç yapılar ve dış yapılar için;

$$WBGT = 0,7t_{nw} + 0,3t_g \quad (2.5)$$

Güneş yükü olan dış yapılar için;

$$WBGT = 0,7t_{nw} + 0,2t_g + 0,1t_a \quad (2.6)$$

denklemleri ile WBGT değeri hesaplanır.

Isı baskısını tahmin eden bu metot, bu farklı parametrelerin ölçülmesine ve bu parametrelerin herhangi bir alan-zaman değişimlerini dikkate alan ortalama değerlerin hesaplanmasına dayanır.

Bu yolla toplanılan veriler, referans değerleriyle mukayese edilir ve daha sonra,

- Ya iş yerindeki ısı baskısının veya zorlamasının uygun metotlarla doğrudan azaltılması,
- Veya daha ayrıntılı, ancak uygulaması çok zor olan ve genellikle de uzun zaman alan metotlar kullanılarak detaylı bir ısı baskısı analizinin yapılması gereklidir.

2.4. Metabolik Hızın Belirlenmesi

Hem PMV yöntemi hem de IREQ yönteminin uygulanması için kişinin metabolik hızının belirlenmesi gerekir. Metabolik hızın belirlenmesine yönelik yöntemler ISO 8996 standardında detaylandırılmıştır. Standartta yöntemler dört ana grupta incelenmiştir. Bunlar sırasıyla tarama, gözlem, analiz ve uzmanlık olarak verilmiştir. Çalışmamızda gaz maskelerinin kullanılmasına dayanan uzmanlık yöntemi uygulanmak istenmiş fakat ilgili yöntem laboratuvar şartlarında elverişli olduğu için uygulanamamıştır. Onun yerine üzerindeki sensörler vasıtasıyla metabolik hızı ölçebilen bodymedia fit cihazı tercih edilmiştir. Yapılan bir çalışmada direnç/kondisyon çalışması yapan bir denekten ölçümler alınarak cihaz test edilmiş ve en doğru ölçüm yapan fakat kullanımı zor olan (COSMED - K4b2) cihazına göre yakın(%77-78) sonuçlar elde edilmiştir[40]. Bu nedenle bu kol bantlarıyla ölçümler yapılmıştır. Fakat bir süre sonra kol bantları işçilerde hijyen açısından rahatsızlık oluşturmuştur. Ayrıca bu bantlarla yapılan ölçümlerde metabolizma hızının kişiden kişiye çok değişmediği görülmüştür. Bu nedenle elde edilen ölçüm sonuçlarının ortalama bir değeri olarak metabolizma hızı tüm çalışanlar için $130 (W \cdot m^{-2})$ olarak belirlenmiştir.

2.5. Elbise Yalıtımının Belirlenmesi

Elbise yalıtımının ölçülmesi zor ve maliyetlidir. İşyeri ortamı bunu daha zor hale getirmektedir. Bu nedenle elbise yalıtımı, yapılan deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen verilerden hesaplanır. TS EN ISO 9920 standardı bize elbise yalıtımını belirlememiz için bu deneysel verileri sunar. Standarda göre elbise yalıtımını belirlemek için aşağıdaki adımlar sırasıyla uygulanmalıdır;

- Tamamlanmış takımlar için verilen tablodan uygun olanı bulunur.
- Doğru eşleşme sağlamak için takımlar arasında interpolasyon yapılabilir.
- Giysilerin yalıtımına ekleme veya çıkarmalar yapılabilir.

Tabloların okunmasında karmaşıklık yaşanmaması için bir örnek gösterilmiştir[37]. Buna göre öncelikle Tablo 2.1’de gösterildiği gibi takım bulunur. Burada takım numarası 429’dur. Kombinasyon kısmında ise bu takımın hangi takımlardan oluşturulduğu belirtilmektedir.

Tablo 2.1. Takım tablosu

No.	Takım açıklaması (giysilerin sonundaki numaralar Tablo B.2’ye atıftır)	Kombinasyon	Kütle(g)	fcl	ıcl	it		
					clo	m ² .K.W ²	clo	m ² .K.W ⁻¹
429	Slip 23, gömlek 70, pantolon 91, ceket 151, çorap 254, ayakkabı 255	434 151	1803	1,29	0,87	0,135	1,42	0,220

Takım açıklaması kısmında giysilerin yanındaki numaralar atıftır. Örneğin Tablo 2.1’de ceketin yanında 151 sayısı bulunmaktadır. Tablo 2.2’de ise bu numaraya sahip giyecek için diğer özellikler verilmektedir. Adımlar uygulanıp tablolar okunarak elbise yalıtım değerleri belirlenebilmektedir. Bu elbette kesin bir sonuç vermemektedir. Fakat pratik bir değerlendirme yapmak için yeterlidir.

Tablo 2.2. Giyecek tablosu

No	Giyecek	Tip no	Kumaş no	Giyecek kütlesi	Clo	Icl m ² .K.W--1
Ceketler, velekler ve önlükler						
151	İş ceket	8	59	652	0,26	0,04

Yapılan bu çalışmada normal ortamların yanı sıra soğuk ve sıcak ortamlarda yer almıştır. İşçilerin önemli bir kısmı gün içinde hem soğuk ortamlarda hem de sıcak ortamlarda çalışmaktadır. Sürekli bu ortamlarda (soğuk veya sıcak) çalışanlara ise işletmelerden (toplam 10 işletme) sadece 1 tanesi özel bir kıyafet sunmuştur. Bu

nedenle elbise yalıtım değerleri günlük işçi kıyafetini esas alarak 0,7(clo) olarak belirlenmiştir.

2.6. Anketlerin Uygulanması

Bu çalışmada uluslararası standartta verilen termal konfor değerlendirme ölçeklerine;

- Termal ortam kişisel algı ölçeği
- Termal ortam değerlendirme ölçeği
- Termal ortam tercih ölçeği
- Termal ortam kabul edilebilirlik ölçeği
- Termal ortam kişisel tolerans ölçeğine

göre toplam 203 çalışana anket uygulanmıştır. Ölçekler daha önce sıcak ortamlarda uygulanmış ve ilgili çalışmada Türkçeye çeviri işlemi işçilerin algılayabileceği şekilde düzenlenmiştir[4].

Anketlerde, işletme özelinde olabilecek problemleri belirleyebilmek için, çalışanlara açık uçlu sorularda sorulmuştur.

2.7. Termal Konfor Değerlendirme Adımları

Bu çalışmada ortam termal koşulları değerlendirilirken şöyle bir yöntem izlenmiştir;

- Kişisel faktörleri ölçme veya tahmin etme (metabolik aktivite seviyesi, elbise ile sağlanan yalıtım değeri)
- Fiziksel faktörleri ölçme (hava sıcaklığı, nem, bağıl hava hızı, ortalama ışıkta sıcaklığı)
- Hava sıcaklığının 10 ila 30 °C olduğu aralıkta PMV değerinin hesaplanması
 - a. $-0,5 < PMV < +0,5$ ise ortam konforludur.
 - b. $PMV > +1,5$ ise WBGT hesaplanır.
 - c. $PMV < -1,5$ ise IREQ hesaplanır.
- Hava sıcaklığının 10 derecenin altında olduğu yerlerde IREQ değerinin hesaplanması.
 - a. $Icl < IREQ_{min}$ ise elbise izolasyonunu artırılır. D_{lim} hesaplanır.
 - b. $IREQ_{min} < Icl < IREQ_{nötr}$ ise işlem yapmaya gerek yoktur. D_{lim} hesaplanır.
 - c. $Icl > IREQ_{nötr}$ ise elbise izolasyonunu azaltılır.

- Hava sıcaklığının 29°C derecenin üstünde olduğu yerlerde WBGT'nin hesaplanması. Referans WBGT hesaplanan WBGT değerinden küçükse sıcağa karşı maruziyet için önlem alınır.



3. BULGULAR

Bu bölümde her bir işletme için kısa bilgiler, ölçüm sonuçları ve işletme özelinde değerlendirmeler verilmiştir. Ölçüm ortamları ilk iki hanesi; ölçüm yapılan işletmeyi, sonra gelen KZ, CZ, HZ ve TZ harfleri sırasıyla konfor, soğuk, sıcak ve normal ortamları; harflerden sonraki iki hane o noktanın ölçümler arasındaki sırasını ve son iki hane ölçüm yapılan ayı ifade edecek şekilde kodlanmıştır. Grafiklerdeki ölçüm ortam numaralarının ortam kodu karşılıkları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Ortam kodları ve karşılıkları

Ortam		Ortam		Ortam		Ortam		Ortam	
Kodu	Nu	Kodu	Nu	Kodu	Nu	Kodu	Nu	Kodu	Nu
1.CZ.1_02	1	2.KZ.1_02	30	2.RZ.31_02	59	4.CZ.6_04	88	7.HZ.10_07	117
1.TZ.4_02	2	2.TZ.2_02	31	2.RZ.32_02	60	4.CZ.8_04	89	7.RZ.2_07	118
1.TZ.3_02	3	2.TZ.10_02	32	2.RZ.33_02	61	4.CZ.10_04	90	7.HZ.9_07	119
1.KZ.10_02	4	2.TZ.19_02	33	2.RZ.30_02	62	4.TZ.12_04	91	7.HZ.8_07	120
1.KZ.9_02	5	2.TZ.20_02	34	2.RZ.27_03	63	4.TZ.37_04	92	7.HZ.3_07	121
1.KZ.12_02	6	2.TZ.24_02	35	2.RZ.25_03	64	4.RZ.12_04	93	8.CZ.20_08	122
1.TZ.1_02	7	2.TZ.23_02	36	2.RZ.21_02	65	4.RZ.8_04	94	8.TZ.13_08	123
1.TZ.8_02	8	2.TZ.27_02	37	2.RZ.11_03	66	4.HZ.2_04	95	8.TZ.14_08	124
1.TZ.17_02	9	2.TZ.29_02	38	2.HZ.6_03	67	5.CZ.7_04	96	8.RZ.13_08	125
1.TZ.22_02	10	2.TZ.33_02	39	2.HZ.4_03	68	5.TZ.25_04	97	8.RZ.7_08	126
1.TZ.30_02	11	2.TZ.15_02	40	3.CZ.13_04	69	5.KZ.2_04	98	8.RZ.3_08	127
1.TZ.31_02	12	2.TZ.35_03	41	3.CZ.18_04	70	5.KZ.5_04	99	9.CZ.5_09	128
1.TZ.48_02	13	2.TZ.38_02	42	3.KZ.4_04	71	5.KZ.14_04	100	9.CZ.12_09	129
1.RZ.22_02	14	2.TZ.42_02	43	3.KZ.6_04	72	5.KZ.15_04	101	9.TZ.5_09	130
1.RZ.23_02	15	2.TZ.43_02	44	3.KZ.8_04	73	5.TZ.28_04	102	9.TZ.9_09	131
1.RZ.17_02	16	2.TZ.45_02	45	3.KZ.11_04	74	5.HZ.7_04	103	9.TZ.11_09	132
1.RZ.16_02	17	2.TZ.47_02	46	3.TZ.6_04	75	6.CZ.14_05	104	9.TZ.21_09	133
1.RZ.6_02	18	2.TZ.49_02	47	3.TZ.18_04	76	6.TZ.34_05	105	9.TZ.26_09	134
1.HZ.11_02	19	2.TZ.50_02	48	3.TZ.39_04	77	6.TZ.52_05	106	9.TZ.32_09	135
1.TZ.58_02	20	2.TZ.51_02	49	3.TZ.40_04	78	6.RZ.15_05	107	10.CZ.15_10	136
2.CZ.3_02	21	2.TZ.53_02	50	3.TZ.44_04	79	6.RZ.9_05	108	10.KZ.3_10	137
2.CZ.4_02	22	2.TZ.54_02	51	3.TZ.46_04	80	6.RZ.1_05	109	10.RZ.36_10	138
2.CZ.9_03	23	2.TZ.55_02	52	3.RZ.29_04	81	7.CZ.2_07	110	10.RZ.26_10	139
2.CZ.11_03	24	2.TZ.56_02	53	3.RZ.28_04	82	7.CZ.16_07	111	10.RZ.14_10	140
2.CZ.21_03	25	2.TZ.36_02	54	3.RZ.24_04	83	7.CZ.17_07	112	10.RZ.10_10	141
2.TZ.41_03	26	2.TZ.57_02	55	3.RZ.20_04	84	7.CZ.19_07	113	10.RZ.5_10	142
2.TZ.16_02	27	2.RZ.37_02	56	3.RZ.19_04	85	7.TZ.7_07	114	10.HZ.5_10	143
2.KZ.13_02	28	2.RZ.35_02	57	3.RZ.18_04	86	7.RZ.38_07	115		

3.1. 1 Numaralı İşletme

İşletme Kocaeli'nin Gebze ilçesinde kuruludur. Sakız, çikolata ve şeker üretimi yapan işletmede 1300 civarında çalışan bulunmaktadır. İşletmede üretim alanları sıcak, paketleme alanları normal, depolama alanları ise soğuk alanlardır. İşletmede 2016 Şubat ayının 9,10 ve 11. Günlerinde 3 gün boyunca ölçümler yapılmıştır.

3.1.1. Ölçüm sonuçları

Yapılan ölçümler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmış, oluşturulan termal konfor hesaplama programı ile PMV, PPD, IREQ, WBGT, DLE değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.2'de 1 numaralı işletme için hesaplanan değerler verilmiştir.

Tablo 3.2. 1 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

Ölçüm Ortamı	ÖLÇÜM SAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	IREQ(min)	DLE(min)
1.TZ.17_02	10:06-11:22	0,9	22,29	17,37		
1.TZ.8_02	10:09-11:18	0,65	14,02	17,24		
1.TZ.58_02	10:22-11:36	1,24	37,15	19,7		
1.CZ.1_02	10:24-11:37	-3,4	100	5,42	1,4	0,6
1.KZ.12_02	11:20-13:01	0,42	8,8	15,18		
1.RZ.22_02	11:25-12:30	1,84	69,15	22,07		
1.RZ.23_02	11:25-12:33	1,84	69,5	21,66		
1.RZ.16_02	11:49-13:02	1,94	74,35	22,05		
1.TZ.1_02	11:49-13:03	0,51	10,55	15,41		
1.RZ.17_02	12:37-14:08	1,92	73,46	21,23		
1.RZ.6_02	12:37-14:11	2,31	88,71	24,21		
1.TZ.31_02	13:13-14:23	1,09	30,14	18,51		
1.TZ.4_02	13:15-15:06	-0,57	12,02	10,76		
1.TZ.48_02	13:17-14:26	1,23	36,96	19,25		
1.TZ.30_02	14:16-15:52	1,03	27,63	17,89		
1.TZ.22_02	14:21-15:56	0,93	23,44	17,25		
1.HZ.11_02	14:27-15:40	2,33	89,25	46,36		
1.KZ.9_02	14:29-15:36	0,36	7,83	14,14		
1.KZ.10_02	16:00-17:12	-0,37	7,99	11,34		
1.TZ.3_02	16:00-17:17	-0,57	12,01	12,25		

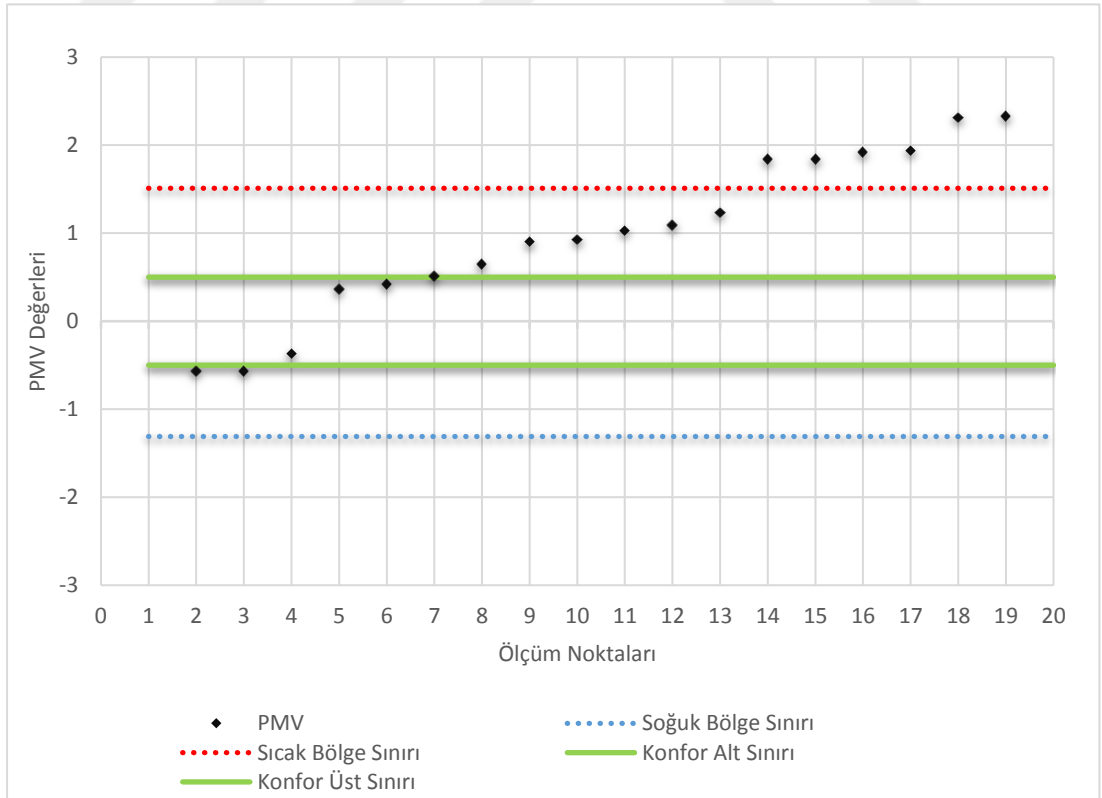
3.1.2. Değerlendirme

İşletmede toplam 20 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlere göre PMV metoduna göre sadece 3 noktada ortam termal olarak konforludur. Sıcak bölge sayısı 1 tane yine soğuk bölge sayısı da 1 tanedir. Bunun dışında 5 bölgede sıcak stres açısından riskli olarak belirlenmiştir.

PMV sınırları dışında kalan (-2,+2 sınırları dışında) 3 nokta belirlenmiştir. Bu noktaların 1 tanesinde soğuk maruziyet olduğu saptanmıştır. (1.CZ.1_02) noktasının İREQ_{min} değeri 1,4 clo olarak hesaplanmıştır. Buna göre Icl <İREQ_{min} olduğu görülmüştür. Yani mevcut elbise yalıtımı olması gereken minimum seviyeden daha küçük çıkmıştır. Yönteme göre çalışanların herhangi bir maruziyette kalmaması için o ortamda maksimum kalma süresi DLE ise 0,6 saat olarak hesaplanmıştır.

PMV değerinin +2 den yüksek çıktığı (1.HZ.11_02), (1.RZ.6_02) noktaları için WBGT değerleri sırasıyla 46,36 ve 24,21 olarak hesaplanmıştır. Referans WBGT değeri 29°C olduğu göz önüne alınırsa 1. bölgede sıcak maruziyet olduğu görülecektir. Ölçümler kış ayında(Şubat) yapıldığı için sıcak maruziyetin olabileceği riskli bölgelerde belirlenmiştir (Şekil 3.1). Ortamdan memnuniyetsizliğin %50(PPD) ve üzerinde seyrettiği noktalar yaz aylarında tekrar gözden geçirilmelidir.

Firmada sıcaklığın nispeten yüksek olduğu yerlerde çalışan sayısı daha az ve yapılan iş ise kısadır. Yani çalışan gün boyu o ortamda çalışmamaktadır. Depolama alanlarında ise forklift kullanımı rüzgar hızını ve dolayısıyla soğuk etkisini de artırmaktadır.



Şekil 3.1. 1 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı

İşletmeye sıcak bölgede çalışan işçilerin dönüşümlü olarak o işi yapmaları, soğuk bölgede çalışanların ise yalıtım değeri minimum 1,6 clo olan bir iş kıyafeti giymeleri tavsiye edilmiştir.

3.2. 2 Numaralı İşletme

İşletme Sakarya ili Pamukova ilçesinde kuruludur. 940 çalışanı bulunan işletmenin günlük süt işleme kapasitesi 1500 tondur. Bu işletmede süt ürünleri(peynir, tereyağ, kaymak vb) üretilmektedir. Ürünlerin satışı hem yurt içinde hem de yurt dışında yapılmaktadır. İşletmede 2016 Şubat ayının 24 ve 25. günleri ile Mart ayının 21 ve 22. günlerinde 4 gün süren ölçümler yapılmıştır.

3.2.1. Ölçüm sonuçları

Yapılan ölçümler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmış, oluşturulan termal konfor hesaplama programı ile PMV, PPD, IREQ, WBGT, DLE değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.3'de 2 numaralı işletme için hesaplanan değerler verilmiştir.

Tablo 3.3. 2 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

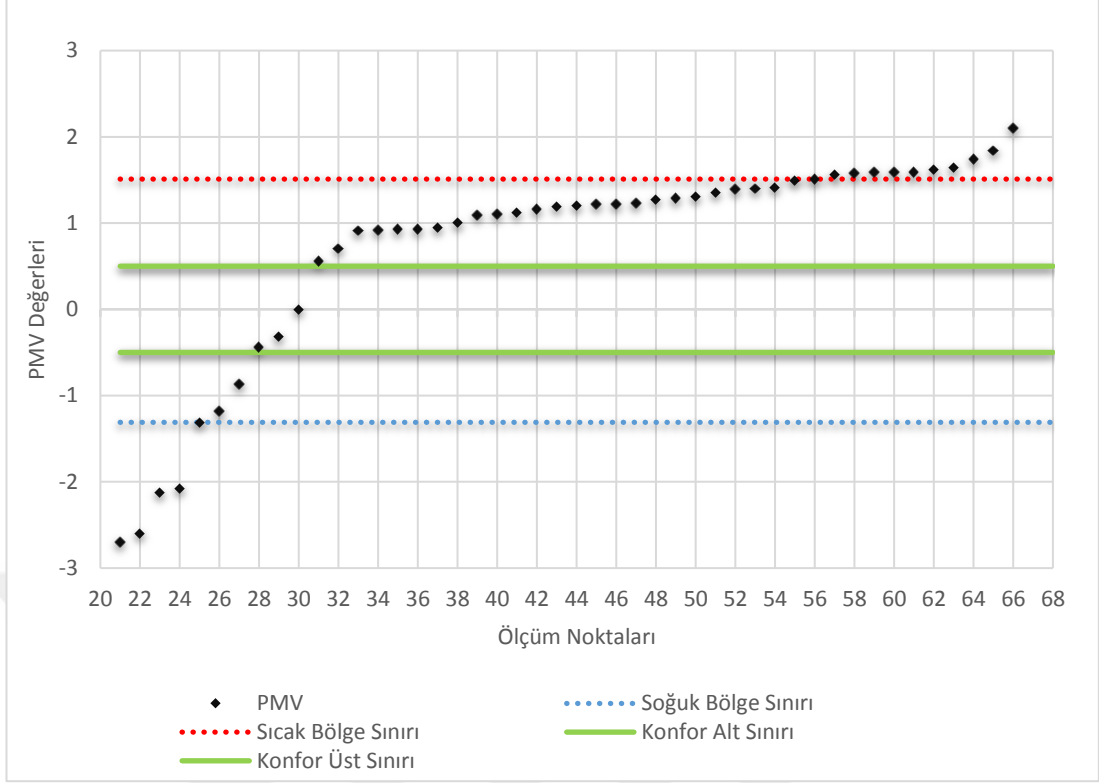
Ortam	ÖLÇÜM SAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	İREQ(min)	DLE(min)
2.RZ.35_02	10:21-11:39	1,56	54,63	21,66		
2.TZ.51_02	10:30-11:45	1,29	39,99	21,16		
2.RZ.21_02	10:33-11:41	1,84	69,55	22,32		
2.TZ.38_02	10:33-11:45	1,16	33,47	19,27		
2.CZ.21_03	10:37-11:51	-1,31	40,88	6,63	0,8	2,9
2.HZ.6_03	10:40-11:52	3,9	99,9	32,3		
2.TZ.41_03	10:45-11:48	-1,18	34,42	13,12		
2.TZ.35_03	10:49-12:43	1,12	31,74	18,56		
2.RZ.31_02	10:50-12:09	1,59	55,81	21,98		
2.TZ.45_02	10:55-12:07	1,22	36,24	19,16		
2.CZ.11_03	10:56-12:01	-2,08	80,4	5,79	0,9	1,5
2.CZ.9_03	10:56-12:01	-2,13	82,28	5,6	0,9	1,8
2.RZ.30_02	10:56-12:12	1,62	57,56	21,74		
2.TZ.20_02	11:01-12:44	0,92	22,92	19,43		
2.RZ.11_03	11:01-12:44	2,1	81,77	23,19		
2.RZ.34_02	11:12-12:52	1,58	55,66	20,46		
2.TZ.29_02	11:16-12:55	1	26,26	18,77		
2.RZ.32_02	11:46-13:09	1,59	56,13	22,76		
2.TZ.27_02	11:47-13:03	0,95	24,45	19,61		
2.TZ.57_02	11:50-13:08	1,49	50,69	25,04		
2.TZ.53_02	11:53-13:13	1,31	41,18	21,09		
2.CZ.4_02	12:04-13:35	-2,6	96	2,99	1,6	0,6

Tablo 3.3. (Devam) 2 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

Ortam	ÖLÇÜM SAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	İREQ(min)	DLE(min)
2.TZ.10_02	12:27-13:28	0,7	15,38	17,93		
2.TZ.19_02	12:54-14:17	0,91	22,64	18,87		
2.TZ.36_02	12:54-14:17	1,41	32,41	18,56		
2.KZ.7_02	13:00-14:13	-0,32	7,16	14,02		
2.TZ.56_02	13:00-14:13	1,4	45,57	19,11		
2.RZ.33_02	13:08-14:29	1,59	56,21	20,38		
2.HZ.4_03	13:14-14:26	4,89	100	33,6		
2.TZ.42_02	13:14-14:29	1,19	34,96	21,33		
2.RZ.27_03	13:20-14:28	1,64	58,5	23,69		
2.TZ.43_02	13:25-14:28	1,2	35,27	20,28		
2.TZ.49_02	13:25-14:31	1,23	37,02	20,78		
2.TZ.33_02	13:28-14:39	1,09	30,38	19,12		
2.TZ.55_02	13:28-14:45	1,39	45,47	19,81		
2.TZ.54_02	13:28-14:47	1,35	42,94	20,59		
2.TZ.15_02	13:42-14:58	1,1	20,55	19,2		
2.TZ.50_02	13:43-15:01	1,272	38,83	19,82		
2.RZ.37_02	13:56-15:03	1,51	51,83	20,58		
2.TZ.16_02	14:18-15:23	-0,87	21,29	9,37		
2.CZ.3_02	14:20-15:26	-2,7	98	3,07	1,1	1
2.TZ.47_02	14:32-15:28	1,22	36,38	20,73		
2.KZ.13_02	14:34-15:29	-0,4	9,18	11,36		
2.KZ.1_02	12:05-13:32	0	5	13,1		
2.TZ.24_02	12:10-13:17	0,93	23,56	18,28		
2.TZ.2_02	12:17-13:23	0,6	11,8	17,26		
2.TZ.23_02	12:18-13:26	0,93	23,54	18,62		
2.RZ.25_03	12:25-13:34	1,74	64,13	22,82		

3.2.2. Değerlendirme

İşletmede toplam 48 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2). Yapılan ölçümlere göre PMV metoduna göre sadece 3 noktada ortam termal olarak konforludur. Sıcak bölge sayısı 2 soğuk bölge sayısı ise 5 tanedir. Bunun dışında 11 bölgede sıcak stres açısından riskli olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2. 2 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı

PMV sınırları dışında kalan (-2,+2 sınırları dışında) 7 nokta belirlenmiştir. Bu noktaların 4 tanesinde soğuk maruziyet olduğu saptanmıştır. (2.CZ.11_03), (2.CZ.9_03), (2.CZ.4_02), (2.CZ.3_02) noktalarının İREQ_{min} değerleri sırasıyla 0,9; 0,9; 1,6 ve 1,1 clo olarak hesaplanmıştır. Ortamların tamamında $I_{cl} < IREQ_{min}$ olduğu görülmüştür. Yani mevcut elbise yalıtımı olması gereken minimum seviyeden daha küçük çıkmıştır. Yönteme göre çalışanların herhangi bir maruziyette kalmaması için o ortamda maksimum kalma süresi DLE ise sırasıyla 1,5; 1,8; 0,6 ve 1 saat olarak hesaplanmıştır.

PMV değerinin +2'den yüksek çıktığı (2.HZ.4_03), (2.HZ.6_03), (2.RZ.11_03) noktalar için WBGT değerleri sırasıyla 33,6; 32,3 ve 23,19 °C olarak hesaplanmıştır. Referans WBGT değeri 29°C olduğu göz önüne alınırsa 1. ve 2. bölgede sıcak maruziyet olduğu görülecektir. Ölçümler nispeten daha soğuk Şubat ve Mart aylarında yapıldığı için yaz aylarında sıcak maruziyetin olabileceği riskli bölgelerde belirlenmiştir. Bu yüzden ortamdaki memnuniyetsizliğin %50(PPD) ve üzerinde seyrettiği noktalar yaz aylarında tekrar gözden geçirilmelidir.

İşletmeye, yapılan anketlerde göz önünde bulundurularak, havalandırmanın daha iyi yapılması, cereyanı azaltmak için bölümlerin kapılarla birbirinden ayrılması, soğuk alan çalışanlarının mesailerini hesaplanan DLE sürelerine göre tekrar düzenlemeleri, sıcak alanda içecek sebillerinin kurulması tavsiye edilmiştir.

3.3. 3 Numaralı İşletme

İzmit'te süt ürünleri üretimi yapan işletmede 50 çalışan bulunmaktadır. Ürünlerin satışı yurt içinde yapılmaktadır. İşletmede 2016 Nisan ayının 5 ve 6. günlerinde 2 gün süren ölçümler yapılmıştır.

3.3.1. Ölçüm sonuçları

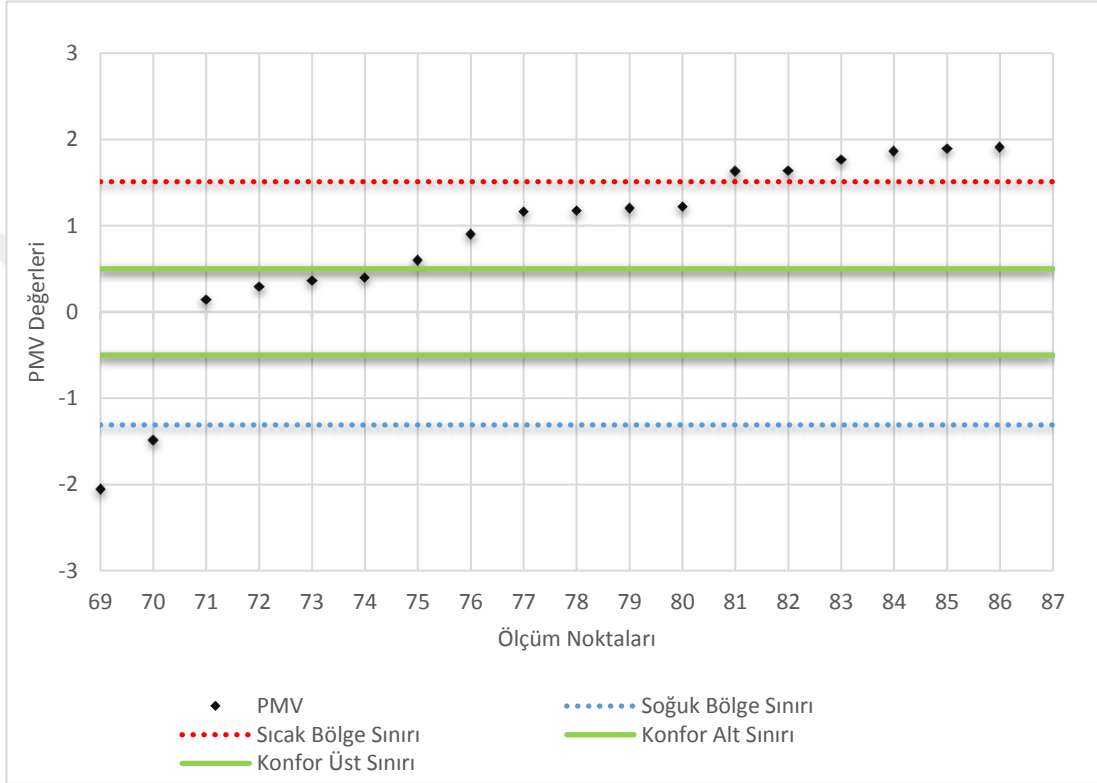
Yapılan ölçümler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmış, oluşturulan termal konfor hesaplama programı ile PMV, PPD, IREQ, WBGT, DLE değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.4'de 3 numaralı işletme için hesaplanan değerler verilmiştir.

Tablo 3.4. 3 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

	ÖLÇÜM SAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	IREQ(min)	DLE(min)
3.TZ.40_04	09:37-10:55	1,17	34,11	20,33		
3.TZ.44_04	09:42-10:45	1,2	35,52	20,42		
3.CZ.18_04	09:48-10:58	-1,49	50,39	6,09	0,9	1,7
3.KZ.4_04	09:49-10:50	0,14	5,43	15,43		
3.RZ.24_04	10:18-11:26	1,76	65,44	23,74		
3.KZ.8_04	10:21-11:29	0,36	7,79	16,51		
3.TZ.6_04	10:24-11:26	0,6	12,64	16,46		
3.RZ.20_04	10:24-11:28	1,86	70,18	24,22		
3.KZ.11_04	10:47-11:48	0,4	8,34	15,88		
3.TZ.18_04	10:50-11:52	0,9	22,33	18,4		
3.KZ.6_04	10:57-11:58	0,29	6,81	15,43		
3.TZ.39_04	11:30-13:45	1,2	33,7	20,46		
3.CZ.13_04	11:32-13:45	-2,058	79,3	2,38	1,1	0,9
3.RZ.28_04	11:36-13:48	1,64	58,57	22,45		
3.HZ.1_04	11:40-13:51	5,2	100	45,29		
3.RZ.19_04	13:55-15:24	1,89	71,96	23,22		
3.RZ.18_04	13:58-15:25	1,91	73,6	23,32		
3.RZ.29_04	13:59-15:26	1,63	58,43	21,15		
3.TZ.46_04	14:00-15:28	1,22	36,28	20,56		

3.3.2. Değerlendirme

İşletmede toplam 19 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Yapılan ölçümlere göre PMV metoduna göre sadece 4 noktada ortam termal olarak konforludur. Sıcak bölge sayısı 1 soğuk bölge sayısı ise 2 tane dir. Bunun dışında 6 bölgede sıcak stres açısından riskli olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.3. 3 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı

PMV sınırları dışında kalan (-2,+2 sınırları dışında) 2 nokta ve sıcaklığın 10°C altında olduğu 2 nokta belirlenmiştir. Bu noktaların 2 tanesinde soğuk maruziyet olduğu saptanmıştır. (3.CZ.18_04), (3.CZ.13_04), noktalarının İREQmin değerleri sırasıyla 0,9 ve 1,1 clo olarak hesaplanmıştır. Ortamların tamamında $I_{cl} < IREQ_{min}$ olduğu görülmüştür. Yani mevcut elbise yalıtımı olması gereken minimum seviyeden daha küçük çıkmıştır. Yönteme göre çalışanların herhangi bir maruziyette kalmaması için o ortamda maksimum kalma süresi DLE ise sırasıyla 1,7 ve 0,9 saat olarak hesaplanmıştır.

PMV değerinin +2'den yüksek çıktığı (3.HZ.1_04) noktası için WBGT değeri 38,6°C olarak hesaplanmıştır. Referans WBGT değeri 29 °C olduğu göz önüne alınırsa 1. bölgede sıcak maruziyet olduğu görülecektir. Ölçümler nispeten daha soğuk Nisan ayında yapıldığı için yaz aylarında sıcak maruziyetin olabileceği riskli bölgelerde belirlenmiştir. Bu yüzden ortamdan memnuniyetsizliğin %50 (PPD) ve üzerinde seyrettiği noktalar yaz aylarında tekrar gözden geçirilmelidir.

İşletmede makinaların birbirine çok yakın olması, çalışma alanının çok dar olması ve havalandırmanın yetersiz olması nedeniyle sıcak maruziyetlere karşı acilen önlem alınması gerektiği ve soğuk odalarda DLE sürelerinin aşılmaması gerektiği tavsiye edilmiştir.

3.4. 4 Numaralı İşletme

Kocaeli ilinin Kartepe ilçesinde süt ürünleri üretimi yapan işletmede 18 çalışan bulunmaktadır. İşletmede 2016 Nisan ayının 20. gününde 1 gün süren ölçümler yapılmıştır.

3.4.1. Ölçüm sonuçları

Yapılan ölçümler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmış, oluşturulan termal konfor hesaplama programı ile PMV, PPD, IREQ, WBGT, DLE değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.5'de 4 numaralı işletme için hesaplanan değerler verilmiştir.

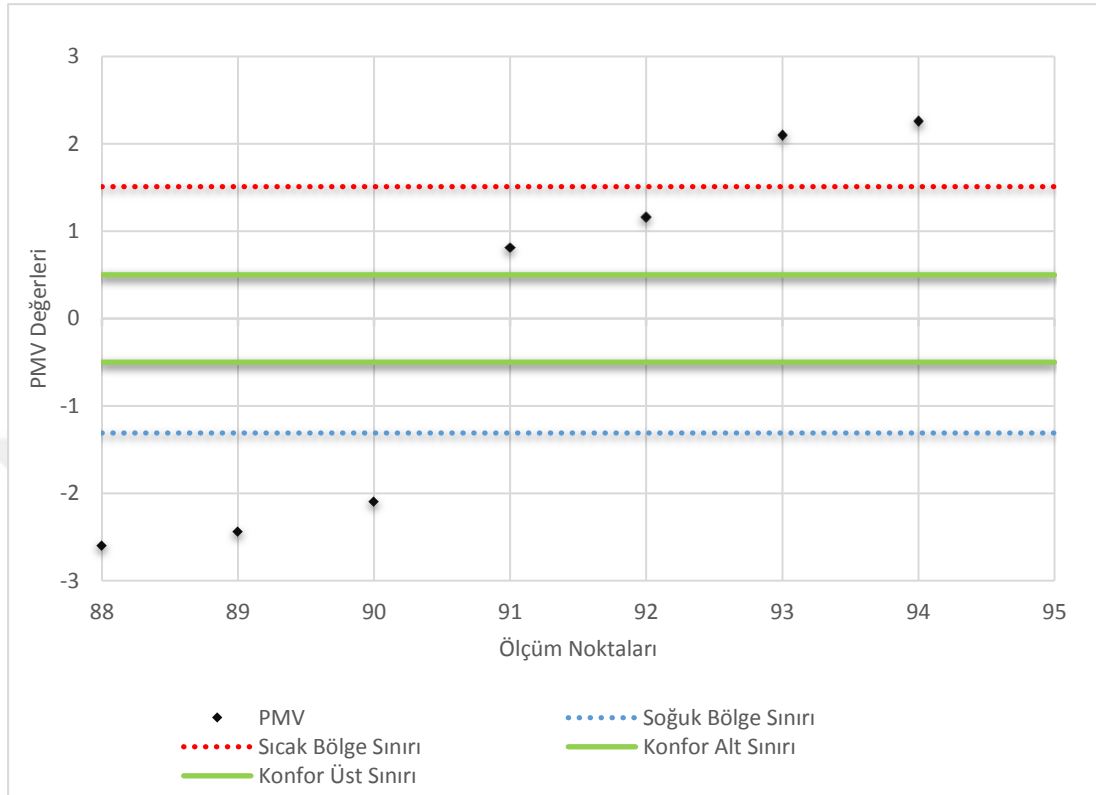
Tablo 3.5. 4 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

	ÖLÇÜM SAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	İREQ(min)	DLE(min)
4.RZ.8_04	09:54-10:59	2,26	87,2	25,92		
4.TZ.37_04	09:55-11:00	1,16	33,44	21,08		
4.RZ.12_04	09:55-11:00	2,1	82,3	23,48		
4.CZ.10_04	09:59-11:01	-2,1	82	3,14	0,9	1,6
4.HZ.2_04	11:00-12:03	5,2	100	33,57		
4.CZ.6_04	11:01-12:04	-2,6	96,2	2,97	1	1,1
4.CZ.8_04	11:03-12:05	-2,44	92,1	4,11	1	1,1
4.TZ.12_04	11:05-12:07	0,81	18,92	19		

3.4.2. Değerlendirme

İşletmede toplam 8 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4). Yapılan ölçümlere göre PMV metoduna göre hiçbir noktada ortam termal olarak konforlu

değildir. Sıcak bölge sayısı 1 soğuk bölge sayısı ise 3 tanedir. Bunun dışında 2 bölgede sıcak stres açısından riskli olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.4. 4 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı

PMV sınırları dışında kalan (-2,+2 sınırları dışında) 5 nokta belirlenmiştir. Bu noktaların 3 tanesinde soğuk maruziyet 1 tanesinde ise sıcak maruziyet olduğu saptanmıştır. (4.CZ.10_04), (4.CZ.6_04) ve (4.CZ.8_04) noktalarının İREQmin değerleri sırasıyla 0,9; 1 ve 1,1 clo olarak hesaplanmıştır. Ortamların tamamında Icl <IREQmin olduğu görülmüştür. Yani mevcut elbise yalıtımı olması gereken minimum seviyeden daha küçük çıkmıştır. Yönteme göre çalışanların herhangi bir maruziyette kalmaması için o ortamda maksimum kalma süresi DLE ise sırasıyla 1,6; 1,1 ve 1,1 saat olarak hesaplanmıştır.

PMV değerinin +2'den yüksek çıktığı (4.HZ.2_04) noktası için WBGT değeri 33,57°C olarak hesaplanmıştır. Referans WBGT değeri 29°C olduğu göz önüne alınırsa bu bölgede sıcak maruziyet olduğu görülecektir. Ölçümler nispeten daha soğuk Nisan ayında yapıldığı için yaz aylarında sıcak maruziyetin olabileceği riskli bölgelerde belirlenmiştir. Bu yüzden ortamdaki memnuniyetsizliğin %50(PPD) ve üzerinde seyrettiği noktalar yaz aylarında tekrar gözden geçirilmelidir.

İşletme küçük ve çalışan sayısı az olduğu için işin yönetilmesi de daha kolay olmaktadır. İşletmede soğuk ve sıcak bölgeler olsa da dönüşümlü çalışma ile bu risk kolaylıkla ortadan kaldırılabilir. Bunun için ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan DLE sürelerine uyulması ve sıcak bölgelerde içecek sebillerinin kurulması tavsiye edilmiştir.

3.5. 5 Numaralı İşletme

Kocaeli ilinin Kartepe ilçesinde süt ürünleri üretimi yapan işletmede 35 çalışan bulunmaktadır. İşletmede 2016 Nisan ayının 27. gününde 1 gün süren ölçümler yapılmıştır.

3.5.1. Ölçüm sonuçları

Yapılan ölçümler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmış, oluşturulan termal konfor hesaplama programı ile PMV, PPD, IREQ, WBGT, DLE değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.6'de 5 numaralı işletme için hesaplanan değerler verilmiştir.

Tablo 3.6. 5 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

	ÖLÇÜMSAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	İREQ(min)	DLE(min)
5.HZ.7_04	09:50-10:52	3,51	99,9	29,72		
5.CZ.7_04	09:51-10:52	-2,48	93,1	1,7	0,8	2
5.TZ.28_04	09:55-10:59	0,96	24,5	17,46		
5.KZ.2_04	09:57-10:57	-0,09	5,1	12,56		
5.TZ.25_04	10:58-11:59	-0,95	24,07	7,66		
5.KZ.5_04	10:58-12:02	0,21	5,94	14,31		
5.KZ.14_04	11:00-12:00	0,45	9,32	17,11		
5.KZ.15_04	11:01-12:03	0,5	10,28	15,46		

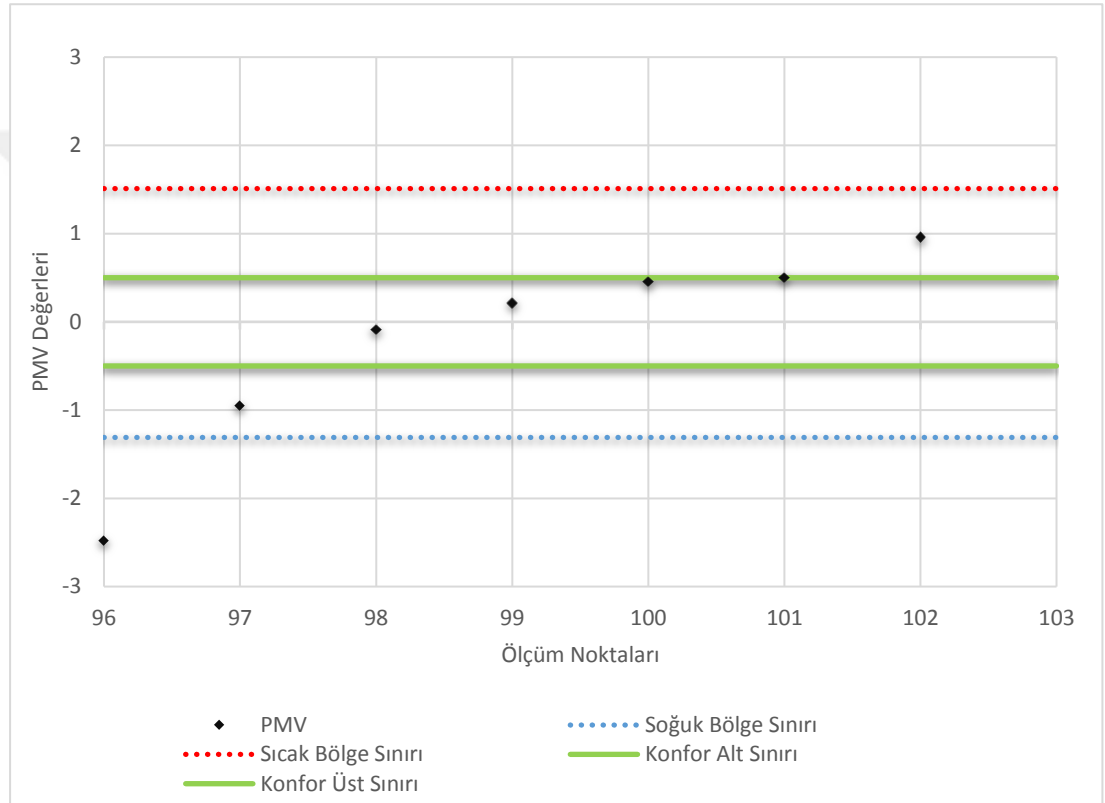
3.5.2. Değerlendirme

İşletmede toplam 8 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). Yapılan ölçümlere göre PMV metoduna göre 4 noktada ortam termal olarak konforludur. Sıcak bölge sayısı 1 soğuk bölge sayısı ise yine 1 tanedir.

PMV sınırları dışında kalan (-2,+2 sınırları dışında) 2 nokta belirlenmiştir. Bu noktaların 1 tanesinde soğuk maruziyet 1 tanesinde ise sıcak maruziyet olduğu saptanmıştır. (5.CZ.7_04) noktasının İREQmin değerleri sırasıyla 0,8 clo olarak

hesaplanmıştır. Bu durumda $I_{cl} < IREQ_{min}$ olduğu görülmüştür. Yani mevcut elbise yalıtımı olması gereken minimum seviyeden daha küçük çıkmıştır. Yönteme göre çalışanların herhangi bir maruziyette kalmaması için o ortamda maksimum kalma süresi DLE ise 2 saat olarak hesaplanmıştır.

PMV değerinin +2'den yüksek çıktığı (5.HZ.7_04) noktası için WBGT değeri $29,72^{\circ}C$ olarak hesaplanmıştır. Referans WBGT değeri $29^{\circ}C$ olduğundan bu bölgede sıcak maruziyet olduğu görülmüştür.



Şekil 3.5. 5 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı

İşletme küçük ve çalışan sayısı az olduğu için işin yönetilmesi de daha kolay olmaktadır. İşletmede soğuk ve sıcak bölgeler olsa da dönüşümlü çalışma ile bu risk kolaylıkla ortadan kaldırılabilir. Bunun için ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan DLE sürelerine uyulması ve sıcak bölgelerde içecek sebillerinin kurulması tavsiye edilmiştir.

3.6. 6 Numaralı İşletme

İzmit'te süt ürünleri üretimi yapan işletmede 15 çalışan bulunmaktadır. Ürünlerin satışı yurt içinde yapılmaktadır. İşletmede 2016 Mayıs ayının 24.gününde 1 gün süren ölçümler yapılmıştır.

3.6.1. Ölçüm sonuçları

Yapılan ölçümler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmış, oluşturulan termal konfor hesaplama programı ile PMV, PPD, IREQ, WBGT, DLE değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.7'de 1 numaralı işletme için hesaplanan değerler verilmiştir.

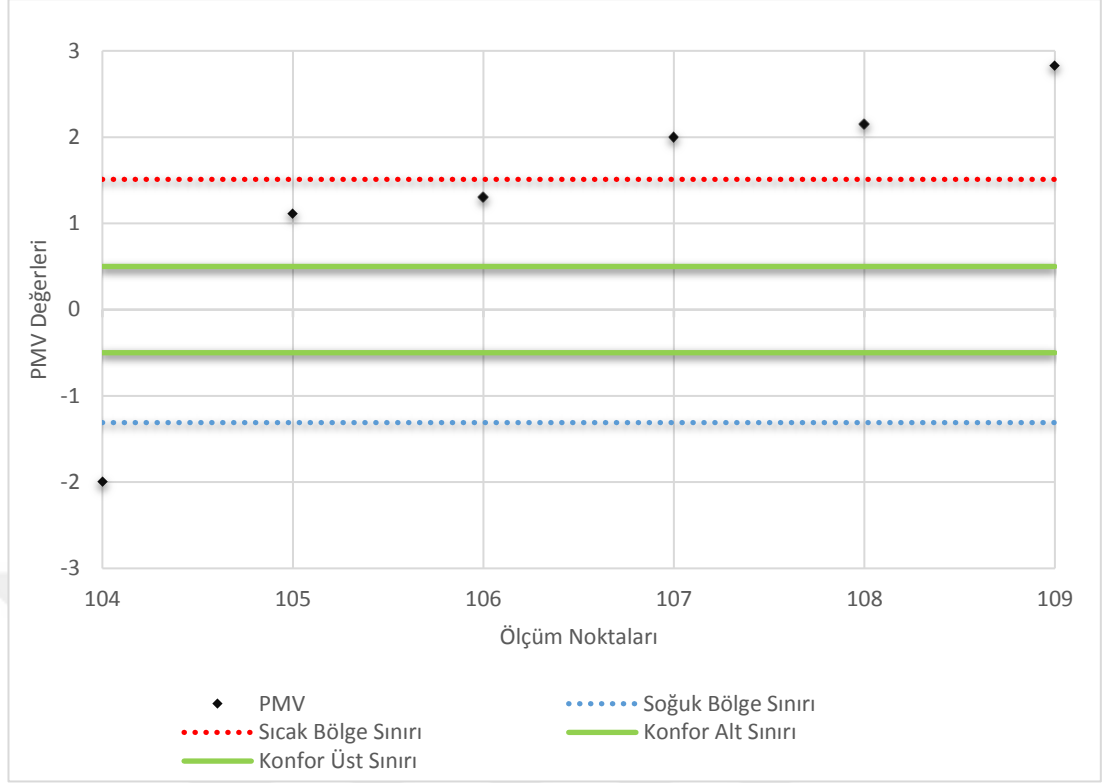
Tablo 3.7. 6 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

	ÖLÇÜM SAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	IREQ(min)	DLE(min)
6.TZ.52_05	10:36-11:41	1,3	40,77	21,09		
6.TZ.34_05	10:37-11:40	1,11	31,2	19,97		
6.RZ.15_05	10:41-11:53	2	77,02	24,63		
6.RZ.9_05	10:43-11:55	2,15	83,12	25,39		
6.CZ.14_05	14:32-15:38	-2	74	6,42	0,9	1,7
6.RZ.1_05	14:34-15:40	2,83	98,1	28,79		

3.6.2. Değerlendirme

İşletmede toplam 6 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6). Yapılan ölçümlere göre PMV metoduna göre hiçbir noktada ortam termal olarak konforlu değildir. Sıcak bölge sayısı 1 soğuk bölge sayısı ise yine 1 tanedir.

PMV sınırları dışında kalan (-2,+2 sınırları dışında) 4 nokta belirlenmiştir. Bu noktalardan birinde soğuk maruziyet olduğu diğer 3 ortamda ise sıcak maruziyet açısından risk bulunmuştur. 6.CZ.14_05) noktasının IREQmin değerleri sırasıyla 0,9 clo olarak hesaplanmıştır. Bu durumda Icl <IREQmin olduğu görülmüştür. Yani mevcut elbise yalıtımı olması gereken minimum seviyeden daha küçük çıkmıştır. Yönteme göre çalışanların herhangi bir maruziyette kalmaması için o ortamda maksimum kalma süresi DLE ise 1,7 saat olarak hesaplanmıştır. (İşletmede sıcak stres açısından riskli alan fazladır. Buna göre havalandırma sistemleri iyileştirilmeli ve çalışanların dönüşümlü çalışmaları sağlanmalıdır.



Şekil 3.6. 6 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı

3.7. 7 Numaralı İşletme

İşletme Sakarya ili Söğüt ilçesinde kuruludur. 177 çalışanı bulunan işletmenin günlük 300 ton süt işleme kapasitesi vardır. Bu işletmede süt ürünleri üretilmektedir. Ürünlerin satışı yurt içinde yapılmaktadır. İşletmede 2016 Temmuz ayının 27.gününde 1 gün süren ölçümler yapılmıştır.

3.7.1. Ölçüm sonuçları

Yapılan ölçümler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmış, oluşturulan termal konfor hesaplama programı ile PMV, PPD, IREQ, WBGT, DLE değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.8'de 1 numaralı işletme için hesaplanan değerler verilmiştir.

Tablo 3.8. 7 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

	ÖLÇÜM SAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	İREQ(min)	ireq(nötr)	DLE(min)
7.CZ.2_07	10:33-11:50	-3,03	99,0	4,1	1,1	1,4	0,8
7.HZ.8_07	10:39-11:42	3,39	99	30,9			
7.HZ.3_07	10:39-11:47	5,04	100	37,71			
7.HZ.9_07	11:45-12:48	3,3	99	30,58			
7.CZ.19_07	11:51-12:51	-1,44	47	5,69	0,9	1,2	1,9
7.RZ.38_07	11:51-12:52	1,51	51,8	23,18			
7.RZ.2_07	12:48-13:51	2,82	97,9	28,93			
7.CZ.16_07	12:53-13:59	-1,82	68,16	7,33	0,8	1,1	3,9
7.RZ.4_07	12:55-14:09	2,58	95	27,72			
7.HZ.10_07	13:53-14:59	2,8	97	29,18			
7.TZ.7_07	14:00-15:02	-0,62	13,29	14,22			
7.CZ.17_07	14:13-15:16	-1,6	68,9	5,77	0,9	1,2	1,6

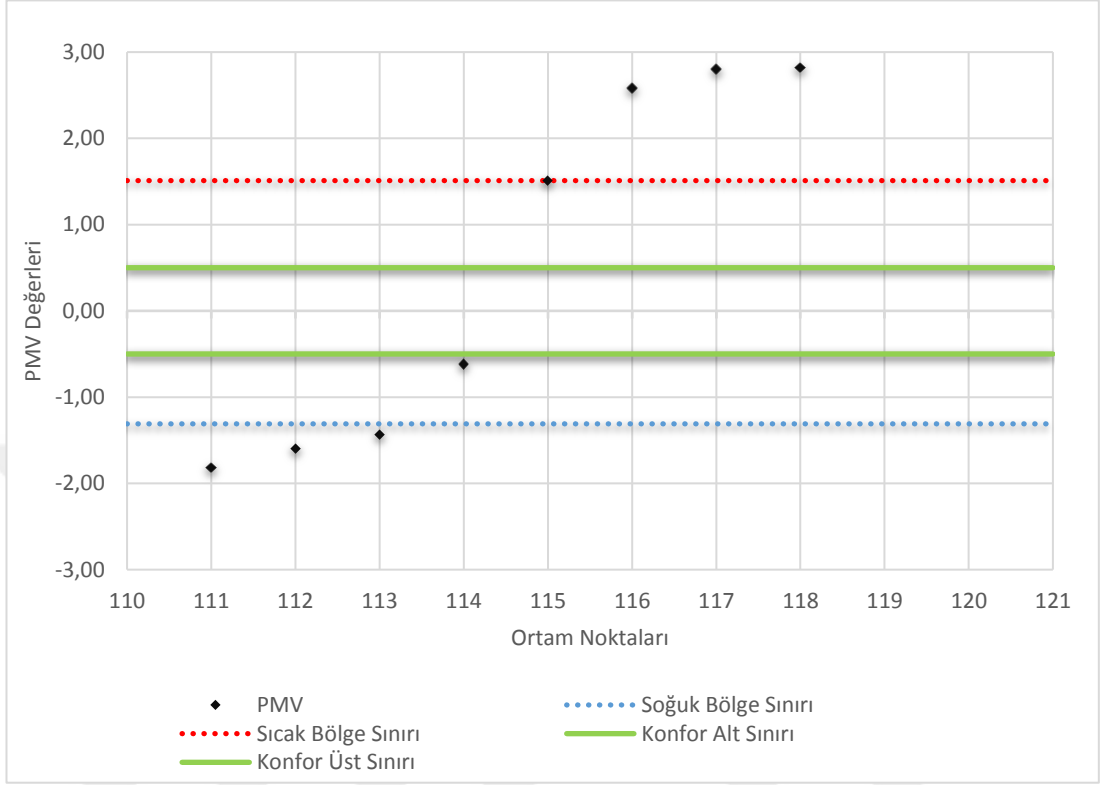
3.7.2. Değerlendirme

İşletmede toplam 12 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7). Yapılan ölçümlere göre PMV metoduna göre hiçbir ortam termal olarak konforlu değildir. Sıcak bölge sayısı 4 soğuk bölge sayısı ise yine 4 tanedir. Bunun dışında 3 bölgede sıcak stres açısından riskli olarak belirlenmiştir. PMV sınırları dışında kalan (-2, +2 sınırları dışında) ve sıcaklığın 10°C altında olan 10 nokta vardır. Bu noktaların 4 tanesinde soğuk maruziyet olduğu saptanmıştır. (7.CZ.2_07), (7.CZ.19_07), (7.CZ.16_07), (7.CZ.17_07) noktalarının İREQ_{min} değerleri sırasıyla 1,1; 0,9; 0,8 ve 0,9 clo olarak hesaplanmıştır. Ortamların tamamında $I_{cl} < IREQ_{min}$ olduğu görülmüştür. Yani mevcut elbise yalıtımı olması gereken minimum seviyeden daha küçük çıkmıştır. Yönteme göre çalışanların herhangi bir maruziyette kalmaması için ortamda maksimum kalma süresi DLE ise sırasıyla 0,8; 1,9; 3,9 ve 1,6 saat olarak hesaplanmıştır.

PMV değerinin +2'den yüksek çıktığı (7.HZ.8_07), (7.HZ.3_07), (7.HZ.9_07), (7.HZ.10_07) noktalar için WBGT değerleri sırasıyla 30,9; 37,71; 30,58 ve 29,18 °C olarak hesaplanmıştır. Referans WBGT değeri 29°C olduğu göz önüne alınırsa tüm bölgelerde maruziyet olduğu görülecektir.

İşletmeye, soğuk alanlardaki çalışanlara uygun kıyafetlerin verilmesi ve çalışanların DLE sürelerini aşmayacak şekilde mesailerinin düzenlenmesi, sıcak alanlarda içecek

sebillerinin kurulması, özellikle beyaz peynir üretim alanı çalışanlarının sıcağa maruziyeti konusunda önlem almaları, tavsiye edilmiştir.



Şekil 3.7. 7 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı

3.8. 8 Numaralı İşletme

Sakarya ilinin Söğüt ilçesinde faaliyet gösteren firmanın 43 çalışanı bulunmaktadır. Bu işletmede peynir çeşitleri imal edilmektedir. Ürünlerin satışı yurt içinde yapılmaktadır. İşletmede 2016 Ağustos ayının 8. gününde 1 gün süren ölçümler yapılmıştır.

3.8.1. Ölçüm sonuçları

Yapılan ölçümler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmış, oluşturulan termal konfor hesaplama programı ile PMV, PPD, IREQ, WBGT, DLE değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.9’de 8 numaralı işletme için hesaplanan değerler verilmiştir.

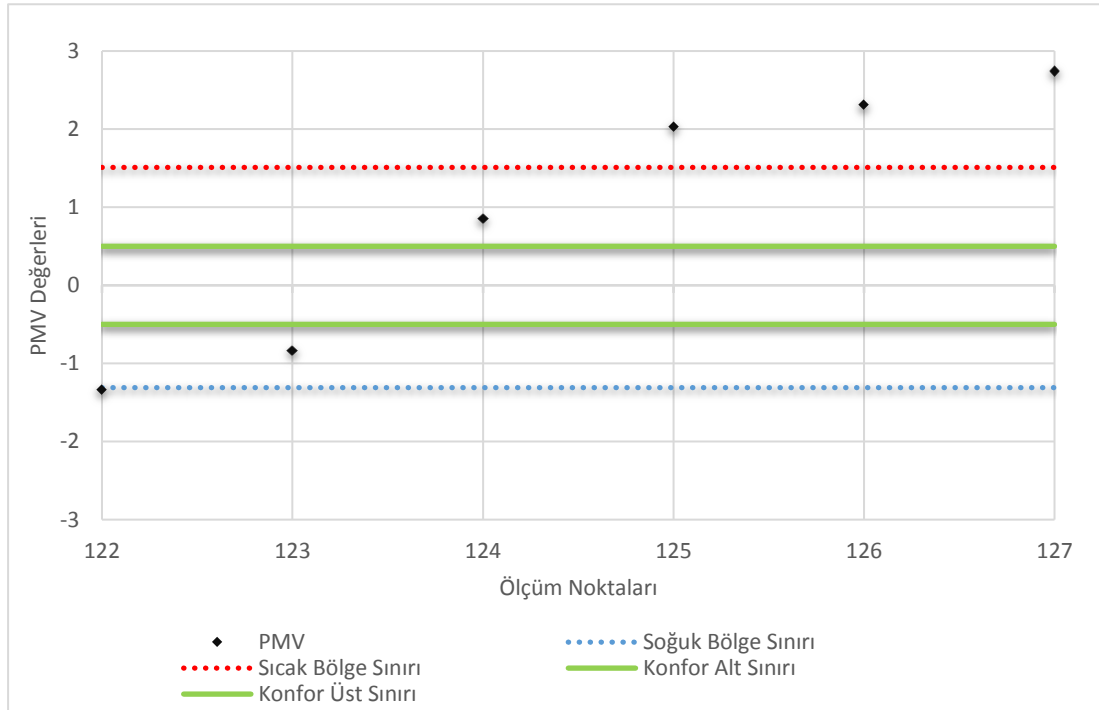
Tablo 3.9. 8 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

	ÖLÇÜM.SAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	İREQ(min)	DLE(min)
8.CZ.20_08	10:23-11:31	-1,34	42,6	7,55	0,8	3,4
8.TZ.13_08	10:28-11:35	-0,84	19,88	13,74		
8.TZ.14_08	11:38-13:42	0,85	20,48	18,9		
8.RZ.13_08	11:39-13:40	2,03	78,52	25,22		
8.RZ.7_08	13:44-14:48	2,31	88,7	26,95		
8.RZ.3_08	13:45-14:46	2,74	97,2	27,97		

3.8.2. Değerlendirme

İşletmede toplam 6 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8). Yapılan ölçümlere göre PMV metoduna göre hiçbir noktada ortam termal olarak konforlu değildir. Sıcak bölge sayısı 0 soğuk bölge sayısı ise 1 tanedir.

PMV sınırları dışında kalan (-2,+2 sınırları dışında) 3 nokta belirlenmiştir. Bu 3 ortamda sıcak maruziyet açısından risk bulunmuştur. Sıcaklığın 10°C'nin altında olduğu (8.CZ.20_08) noktasında ise İREQmin değeri 0,8 clo ve DLE değeri 3,4 saat olarak hesaplanmıştır. İşletmede genel olarak termal konfor açısından bir sorun yoktur. Fakat soğuk ortamda hesaplanan değerlere göre mesai saatleri düzenlenmelidir.



Şekil 3.8. 8 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı

3.9. 9 Numaralı İşletme

Sakarya ilinin Söğüt ilçesinde faaliyet gösteren firmanın 15 çalışanı bulunmaktadır. Bu işletmede yöresel peynir çeşitleri imal edilmektedir. Ürünlerin satışı yurt içinde yapılmaktadır. İşletmede 2016 Eylül ayının 27.gününde 1 gün süren ölçümler yapılmıştır.

3.9.1. Ölçüm sonuçları

Yapılan ölçümler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmış, oluşturulan termal konfor hesaplama programı ile PMV, PPD, IREQ, WBGT, DLE değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.10'de 1 numaralı işletme için hesaplanan değerler verilmiştir.

Tablo 3.10. 9 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

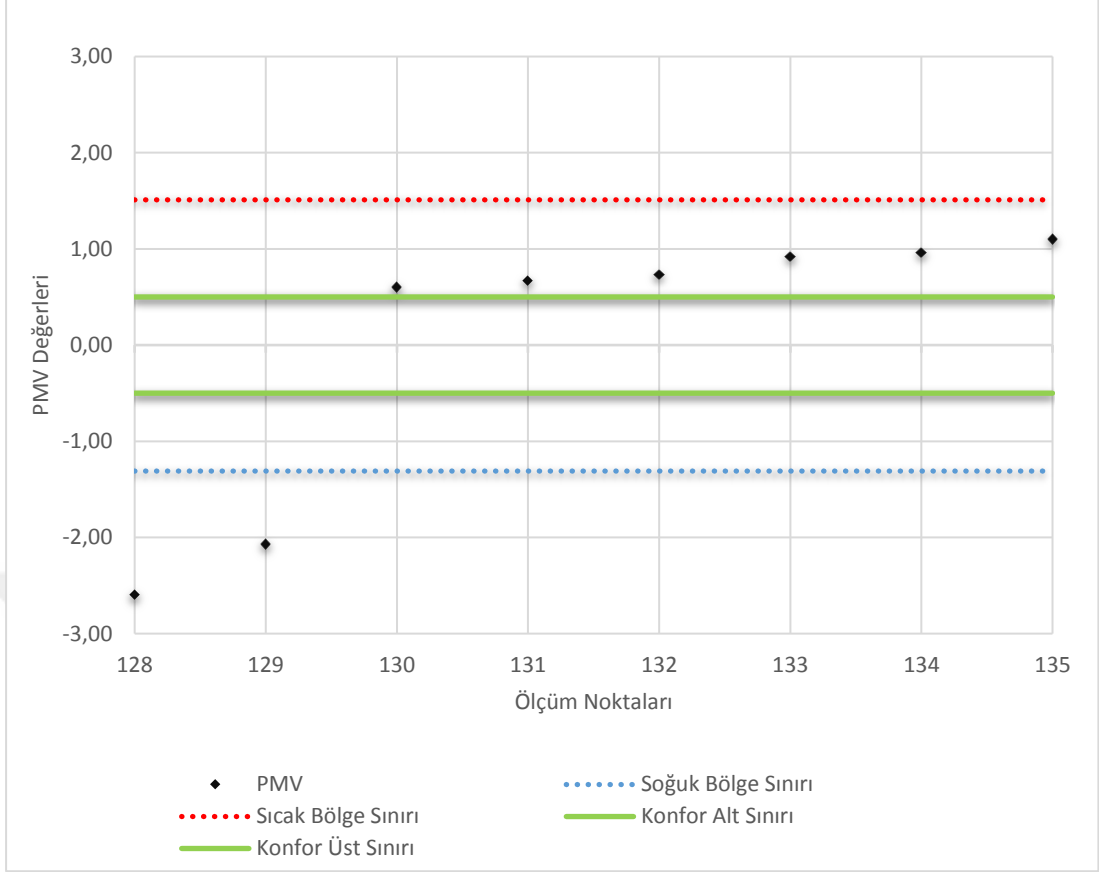
	ÖLÇÜM SAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	IREQ(min)	DLE(min)
9.CZ.5_09	10:16-11:20	-2,60	96,5	6,11	1	1,1
9.TZ.5_09	10:24-11:28	0,6	12,58	17,4		
9.CZ.12_09	11:21-12:23	-2,07	80	4,52	0,9	1,4
9.TZ.26_09	11:32-12:32	0,96	24,4	19,38		
9.TZ.9_09	12:26-13:39	0,67	14,65	17,83		
9.TZ.11_09	12:33-13:47	0,73	16,47	21,12		
9.TZ.32_09	13:40-14:50	1,1	30,2	19,65		
9.TZ.21_09	13:49-14:59	0,92	23,14	19,62		

3.9.2. Değerlendirme

İşletmede toplam 8 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9). Yapılan ölçümlere göre PMV metoduna göre hiçbir noktada ortam termal olarak konforlu değildir. Sıcak bölge sayısı 0 soğuk bölge sayısı ise 2 tanedir.

Sıcaklığın 10°C'nin altında olduğu (9.CZ.5_09) ve (9.CZ.12_09) noktalarında IREQmin değerleri sırasıyla 1 ve 0,9 clo ; DLE değerleri ise 1,1 ve 1,4 saat olarak hesaplanmıştır. Diğer noktaların sıcaklıkları normal seviyededir.

İşletmeye soğuk bölgelerde çalışanların çalışma periyotlarını hesaplanan değerlere göre düzenlemeleri tavsiye edilmiştir.



Şekil 3.9. 9 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı

3.10. 10 Numaralı İşletme

Sakarya ilinin Söğüt ilçesinde faaliyet gösteren firmanın yaklaşık 60 çalışanı bulunmaktadır. Bu işletmede peynir çeşitleri, tereyağı, yoğurt ve ayran imal edilmektedir. Ürünlerin satışı yurt içinde yapılmaktadır. İşletmede 2016 Ekim ayının 4.gününde 1 gün süren ölçümler yapılmıştır.

3.10.1. Ölçüm sonuçları

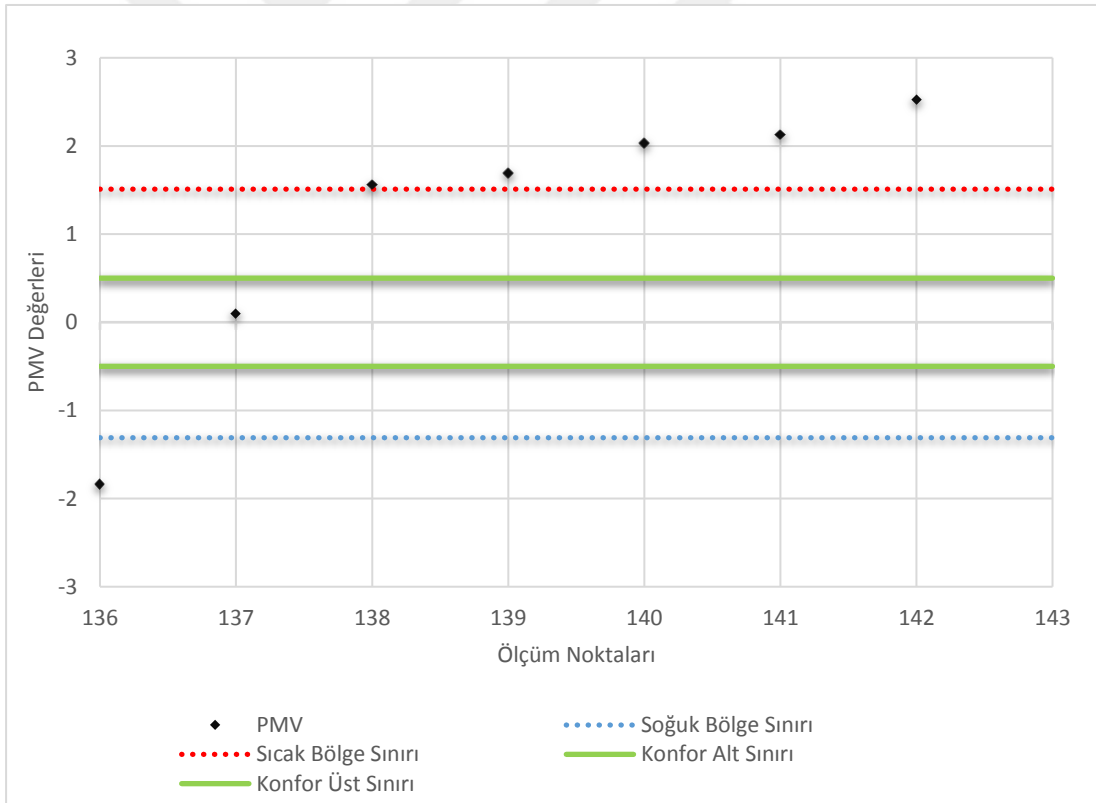
Yapılan ölçümler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmış, oluşturulan termal konfor hesaplama programı ile PMV, PPD, IREQ, WBGT, DLE değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.11’de 1 numaralı işletme için hesaplanan değerler verilmiştir.

Tablo 3.11. 10 Numaralı işletme için hesaplanan veriler

	ÖLÇÜMSAAT ARALIĞI	PMV	PPD	WBGT	İREQ(min)	DLE(min)
10.CZ.15_10	10:24-11:24	-1,84	71,3	4,91	1	1,2
10.RZ.36_10	10:34-11:34	1,56	54,2	23,08		
10.KZ.3_10	11:28-12:28	0,1	5,23	15,5		
10.RZ.10_10	11:35-12:36	2,13	82,6	26,32		
10.RZ.5_10	12:30-13:31	2,52	93,9	26,82		
10.RZ.14_10	12:39-13:40	2,03	78,2	25,65		
10.RZ.26_10	13:34-14:39	1,69	61,4	23,83		
10.HZ.5_10	13:42-14:48	4,2	99,9	29,72		

3.10.2. Değerlendirme

İşletmede toplam 8 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10). Yapılan ölçümlere göre PMV metoduna göre 1 noktada ortam termal olarak konforludur. Sıcak bölge sayısı 1 soğuk bölge sayısı ise yine 1 tanedir.



Şekil 3.10. 10 Numaralı işletme için hesaplanan PMV dağılımı

Sıcaklığın 10°C'nin altında olduğu (10.CZ.15_10) noktasında İREQmin değeri 1clo ve DLE değeri 1,2saat olarak hesaplanmıştır. WBGT referans değerinden yüksek

olduğu (10.HZ.5_10) noktada ise sıcaklık 29,72°C'dir. 5 noktada ise ortam sıcaklık açısından riskli bulunmuştur.

İşletmede genel olarak sıcaklık yüksek bulunmuştur. İşletmeye havalandırma sistemlerinin iyileştirilmesi tavsiye edilmiştir.



4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Soğuk ve sıcak iş ortamlarında sık rastlanan fiziksel faktörler arasındadır. Metal, cam, maden, gıda sektörleri ve üretim yapılan hemen her yerde bu etkenlere rastlamak mümkündür. Bu etkenler çalışanlarda çeşitli sağlık sorunlarına ve performans düşüşlerine yol açabilmektedir. Gıda ürünleri imalatı ülkemizin önemli bir işkoludur ve 400 binin üzerinde çalışanı vardır. Yapılan işin gereği olarak çalışanlar soğuğa ve sığağa maruz kalabilmektedir. Bazı durumlarda ise çalışanlar gün içinde mesailerinin bir bölümünü soğukta bir bölümünü ise sıcakta geçirebilmektedir. Bu nedenlerle işyerinde termal koşulların belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması önem arz etmektedir.

Termal konfor/konforsuzluk durumunun belirlenmesi için öncelikle yapılması gereken periyodik ölçümlerdir. Bunun yanında sübjektif değerlendirmelerden elde edilen veriler de yarar sağlayabilir. Örneğin verilen tepkinin bilinmeyen yönlerine katkı sağlayabilir. Fakat ölçüm sonuçlarına göre hareket edilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Çünkü sübjektif değerlendirmeler özellikle ortam rahatsızlığını ortaya koymak için uygun olsa da yöntemde potansiyel yan tutmalar olduğu için tasarlanması zordur. İlave olarak sübjektif yöntemler sağlık üzerinde etkisi olan şeyleri değerlendirmeye uygun değildir. Örneğin bir insan ister kadın ister erkek olsun asla tam olarak fizyolojik bir gerinim altında olduğunu tespit edemez. Çünkü çevre etkisi güvenilir bir değerlendirme yapmasına engel olur. Ayrıca yöntem daima temsili bir gruba çalışır, bu grubun ayarlanması ise zor bir iştir.

Bu araştırma kapsamında 10 tane gıda üretimi yapan firmada 2016 yılının Şubat ayından Ekim ayına kadar toplam 141 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1). Bu ölçümlerden elde edilen çıktılar ile soğuk stres ve sıcak stres değerlendirmesi yapabilmek için hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplanan PMV değerlerine göre 95 noktada memnuniyet değerleri +0,5 ila +2 arasında değişmektedir, 24 noktada ise bu değer -0,5 ila -2 aralığındadır. Bu sonuçlara göre ölçüm yapılan noktalar genellikle sıcak alanların yoğunlukta olduğu yerlerdir. Yapılan hesaplamalara göre 39 noktada

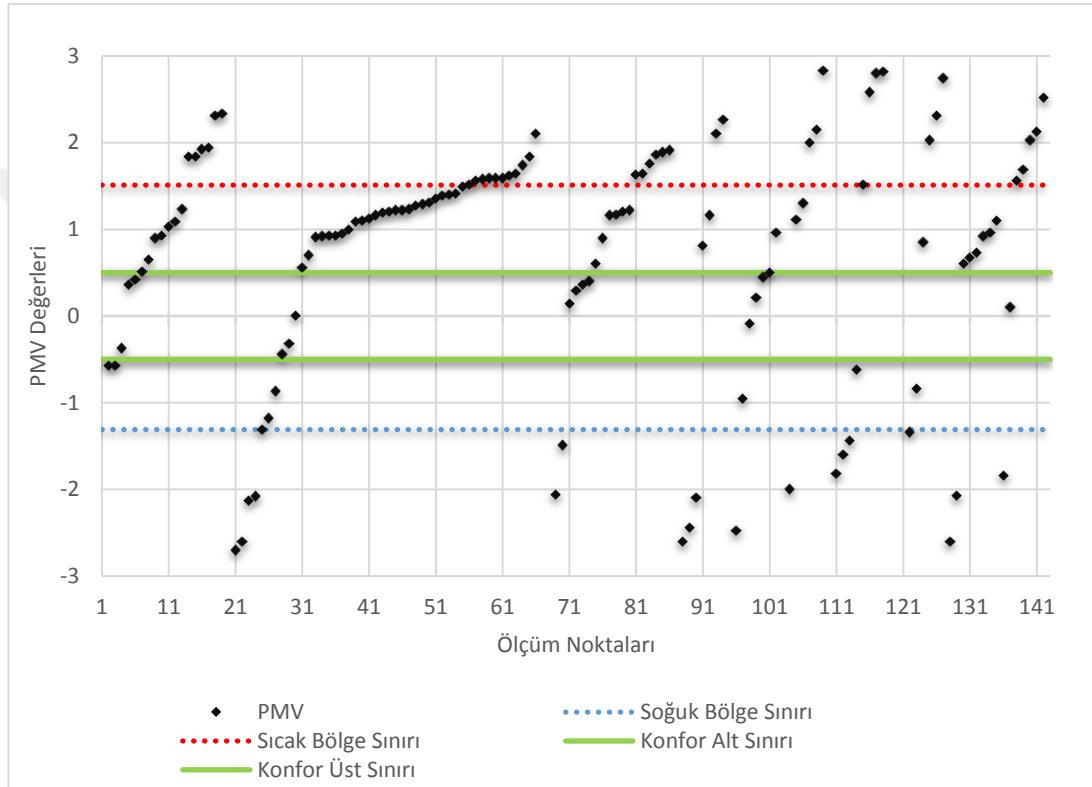
sıcak stres, 21 noktada ise soğuk stres olduğu tespit edilmiştir. Soğuk stres olan noktalar için, çalışanların o ortamda maksimum kalma süreleri de hesaplanmıştır. Sıcağa maruziyetin olabileceği noktaları genellikle üretim alanlarına yakın yerler oluşturmaktadır. Üretimde kullanılan makinelerin yakınlarında sıcak daha da artmaktadır. Soğuğa maruziyetin oluşabileceği yerler ise genelde soğuk hava depoları ve dondurucu kısımları, depolama alanlarıdır. Buralarda sıcaklık sabit kalsa da yürüme ile veya forklift kullanımı sırasında oluşan rüzgar etkisi soğuk maruziyet riskini daha da artırmaktadır.

Termal konforu değerlendirirken şüphesiz en büyük sorun memnuniyetin kişiden kişiye değişme durumudur. Her ne kadar bu durum normal dağılıma uygun görülse de çalışanların sağlıklarının korunması ve kendilerini rahat hissedebilecekleri bir ortamda çalışmaları; hem kaza riskini minimize edecek hem de çalışanların performanslarını artıracaktır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında termal konforu değerlendirmek için fiziksel faktör ölçümleri yapılmasının yanında sübjektif değerlendirmeler için de anketler uygulanmıştır.

Uluslararası standartta (ISO 10551) belirtilen ölçeklere verilen cevaplar ve dağılımları Tablo 4.1’de verilmiştir. Buna göre soğuk ortamda çalışanların %87’si ortamı soğuk ve çok soğuk olarak değerlendirmiştir. Çalışanlar ortamı soğuk olarak değerlendirmesine karşın %25’i ortamı rahat olarak değerlendirmiş, hafif rahatsız olanların oranı %16,6; rahatsız ve son derece rahatsız olanların oranı ise %46 olarak belirlenmiştir. Termal ortam tercih ölçeğine göre soğuk ortamda çalışanların % 58’i buldukları ortamı değiştirmek istememiş, %83’ü ortamı kabul edilebilir bulmuştur. Son olarak çalışanlara ortamın katlanılabilir olup olmadığı sorulmuş; %40’ı ortamı katlanılabilir, %42’si katlanmak biraz zor ve zor, %8,3’ü katlanmanın çok zor, %4’ü ise katlanılamaz olduğunu belirtmiştir.

Sıcak ortamda çalışanların %73,3’ü ortamı sıcak ve çok sıcak olarak değerlendirmiş; %30,4’ü ortamı rahat bulurken %33,9’u hafif rahatsız, %26,8’i rahatsız, %8,9’u ise çok rahatsız olarak değerlendirmiştir. Ortamda çalışanların %69,6’sı çalışma ortamını değiştirmek istemezken, %17,9’u daha soğuk bir yerde çalışmak istemiştir. Çalışanların %80,4’ü ortamı kabul edilebilir bulurken; %57,1’i katlanılabilir, %33,9’u katlanmak biraz zor, %8,9’u ise katlanmanın oldukça zor olduğunu belirtmiştir.

Çalışma ortamı değişken; gün içinde bazen sıcak bazen de soğuk ortamda çalışanlardan %6,1'i ortamı çok sıcak, %26,5'i sıcak, %18,4'ü ılık, %6,1'i hafif ılık, %26,5'i ne sıcak ne soğuk, %6,1'i hafif serin, %8,2'si serin, %2'si ise soğuk olarak değerlendirmiştir. Yine bu çalışanlardan %32,7'si ortamı rahat bulurken %37,7'si hafif rahatsız bulmuş, %30,6'sı rahatsız ve çok rahatsız bulmuştur; %89'u çalışma ortamını değiştirmek istememiş, %77,6'sı ortamı kabul edilebilir bulmuştur. Çalışanların %55'i ortamı katlanılabilir olarak değerlendirmiştir.



Şekil 4.1. Tüm ortamlardaki PMV Dağılımı

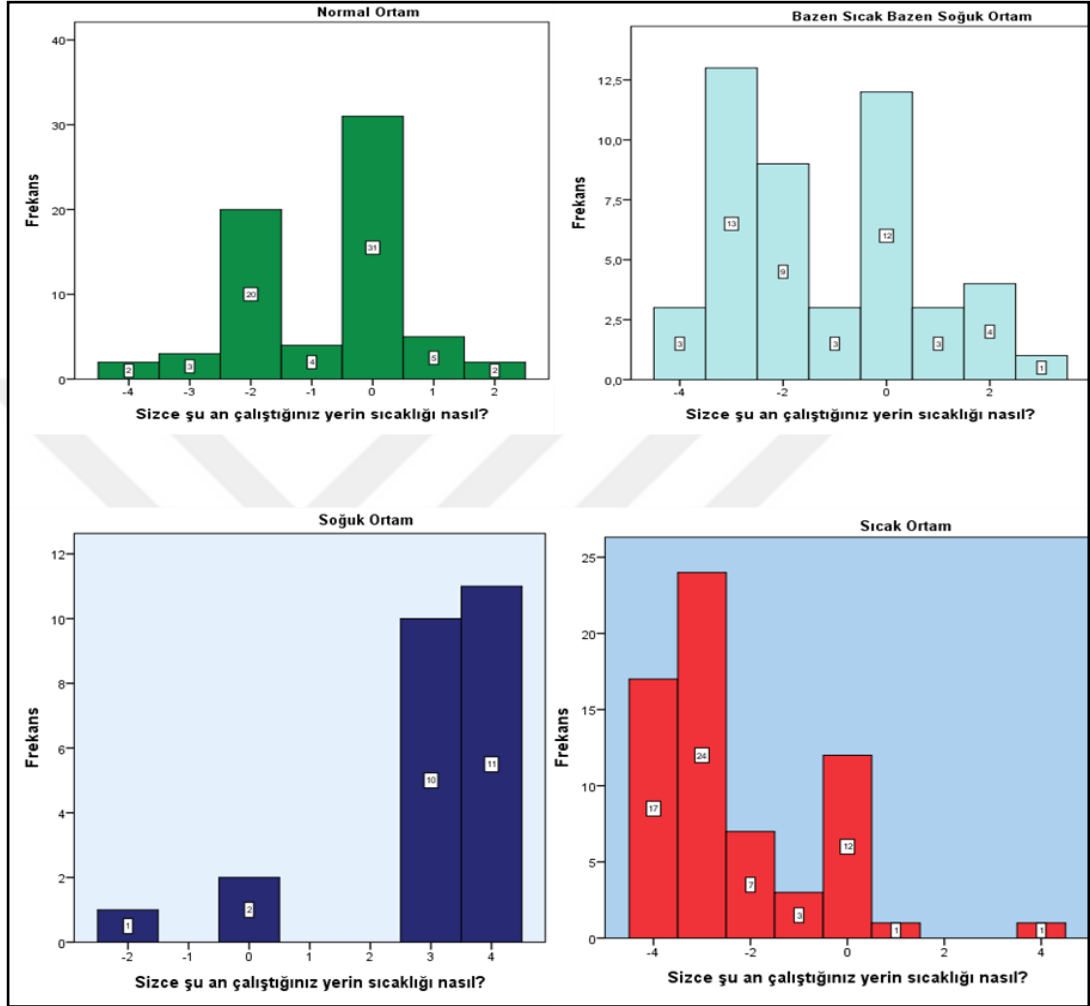
Normal ortam sıcaklıklarında çalışanlardan ankete katılanların %1,4'ü ortamı çok sıcak, %5,5'i sıcak, %27,4'ü ılık, %6,8'i hafif ılık, %47,9'u ne sıcak ne soğuk, %6,8'i hafif serin, %2,7'serin olarak değerlendirmiştir. Bu durumu katılımcıların %52,2'si rahat bulurken, %27,4'ü hafif rahatsız ve %9,6'sı rahatsız bulmuştur. Katılımcıların %87,7'si çalışma ortamını değiştirmek istememiş, %90,4'ü ise ortamı kabul edilebilir bulmuştur. Kişisel tolerans ölçeğine göre ise katılımcıların %65,8' ortamı katlanılabilir, %28,8'i katlanmak biraz zor, %2,7'si katlanmanın oldukça zor olduğu görüşündedir.

Tablo 4.1. Anket sonuçları

Ölçek	Değerlendirme		Soğuk Ortam		Sıcak Ortam		Bazen sıcak, bazen soğuk		Normal ortam	
			Sayı	Oran	Sayı	Oran	Sayı	Oran	Sayı	Oran
Kişisel algı ölçeği	Çok sıcak	+4	1	4,1	18	32,1	3	6,1	1	1,4
	Sıcak	+3			23	41,1	13	26,5	4	5,5
	Ilık	+2			7	12,5	9	18,4	20	27,4
	Hafif ılık	+1			2	3,6	3	6,1	5	6,8
	Ne sıcak ne	0	2	8,2	6		13	26,5	35	47,9
	Hafif serin	-1					3	6,1	5	6,8
	Serin	-2					4	8,2	2	2,7
	Soğuk	-3	10	42			1	2		
Değerlendirme ölçeği	Çok soğuk	-4	11	45,7					1	1,4
	Rahat	1	6	25	17	30,4	16	32,7	38	52,2
	Hafif rahatsız	2	4	16,6	19	33,9	18	36,7	20	27,4
	Rahatsız	3	8	33,3	15	26,8	14	28,6	7	9,6
	Çok rahatsız	4			5	8,9	1	2		
Tercih ölçeği	Son derece	5	3	12,5					1	1,4
	Daha sıcak	+1	9	37,5	7	12,5	4	8,2	9	12,3
	Ne sıcak ne	0	14	58,3	39	69,6	44	89,8	64	87,7
Kabul edilebilirlik ölçeği	Daha soğuk	-1	1	4,1	10	17,9	1	2		
	Evet	+1	20	83,3	45	80,4	38	77,6	66	90,4
Kişisel tolerans ölçeği	Hayır	-1	4	16,7	11	19,6	8	16,3	6	8,2
	Katlanılabilir	0	10	41,7	32	57,1	27	55,1	48	65,8
	Katlanmak biraz	1	5	20,8	19	33,9	19	38,8	21	28,8
	Katlanmak	2	5	20,8	5	8,9			2	2,7
	Katlanmak çok	3	2	8,3						
Katlanılamaz	4	1	4,1			3				

Bu ölçeklerin yanı sıra çalışanlara üç tane de açık uçlu soru sorulmuştur. Bunlar sırasıyla “Çalıştığımız ortamdan kaynaklandığını düşündüğünüz bir hastalığınız var mı”, “Çalışma ortamında sağlığını olumsuz etkilediğini düşündüğünüz bir şey var mı” ve “Çalışma ortamında sıcak veya soğuk etkilerini azaltmak için sizce neler yapılabilir” şeklindedir. Ankete katılanlar birinci soruya sıklıkla; nezle, kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ve baş ağrısı; ikinci soruya sıcak, soğuk, cereyan, gürültü, gazlar ve son olarak üçüncü soruya havalandırma sistemleri daha iyi olmalı, bölümler arası kapılarla ayrılmalı, iş kıyafetleri daha iyi olmalı şeklinde cevap vermişlerdir. Tüm ortamlar birlikte ele alındığında ise ankete katılan çalışanların %11,39’u ortamı soğuk ve çok soğuk; %31,19’u sıcak ve çok sıcak olarak değerlendirmiştir. Ankete katılanların %40,10’u ortamı rahat bulurken %5,21’i çok rahatsız ve son derece

rahatsız olarak değerlendirmiştir ve %85,35'i ortamı kabul edilebilir bulmuştur. %79,70'i buldukları ortamı değiştirmek istemezken %14,36'sı daha sıcak bir ortamda çalışmak istemiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Anket verilerinin histogram dağılımları

Sonuç olarak gıda endüstrisinde çalışanlarda özellikle soğuk ve sıcak ortamda çalışanların önemli bir kısmı bu etkenlere maruz kalmaktadır. Soğuk ortamda çalışanların mesaiyeri hesaplanan maruziyet limit süreleri göz önünde bulundurularak tekrar gözden geçirilmelidir. Benzer şekilde sıcak ortamda çalışanlarda sık sık mola vermeli ve sıvı ihtiyaçlarını gidermelidirler. Çalışanlara dinlenme zamanlarında kullanabilecekleri iklimlendirilmiş odalar sağlanmalıdır. Ayrıca kıyafetleri çalıştıkları ortama uygun olacak şekilde yeniden düzenlenmelidir. Bu konuda yapılan çalışmalar ise sınırlıdır. 400 binin üzerinde çalışanın olduğu bu sektörde ortam ölçümleri düzenli yapılmalı olası sağlık sorunlarının ve performans kayıplarının önüne geçilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>, (Ziyaret Tarihi: 6 Haziran 2017).
- [2] Parsons K. C., International standards for the assessment of the risk of thermal strain on clothed workers in hot environments, *Annals of Occupational Hygiene*, 1999, **43**(5), 297-308.
- [3] Parsons K. C., Environmental ergonomics: A review of principles, methods and models, *Applied Ergonomics*, 2000, **31**(6), 581-594.
- [4] Yıldız A. N., Bilir N., Sıcak Çalışma Ortamının Subjektif Olarak Değerlendirilmesi, *Toplum Hekimliği Bülteni*, 2007, **26**(2), 23-28.
- [5] Joint ILO/WHO Committee on Occupational Health Report, http://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_110478/lang--en/index.htm, (Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2017).
- [6] Çelik N., Bayazit Y., Mühendislik Yaklaşımıyla Termoregülasyon, *Engineer & the Machinery Magazine*, 2010, **24**(3), 603-610.
- [7] Pienimäki T., Cold exposure and musculoskeletal disorders and diseases: A review, *International journal of circumpolar health*, 2002, **61**(2), 173-182.
- [8] Hunter A. et al., The effects of heat stress on neuromuscular activity during endurance exercise, *Pflugers Archiv European Journal of Physiology*, 2002, **444**(6), 738-743.
- [9] Singh L.P., Bhardwaj A., Deepak K.K., Occupational exposure in small and medium scale industry with specific reference to heat and noise, *Noise and Health*, 2010, **12**(46), 37-48.
- [10] Guéritée J., Tipton M.J., The relationship between radiant heat, air temperature and thermal comfort at rest and exercise, *Physiology and Behavior*, 2015, **139**, 378-385.
- [11] Marucci A. et al., The heat stress for workers employed in a dairy farm, *Journal of Agricultural Engineering*, 2013, **44**(4), 170-174.
- [12] Nunneley S. A., Reader D. C., Maldonado R. J., Head-temperature effects on physiology, comfort, and performance during hyperthermia, *Aviation Space and Environmental Medicine*, 1982, **53**(7), 623-628.

- [13] Enander A., Performance and sensory aspects of work in cold environments: A review. *Ergonomics*, 1984, **27**(4), 365-378.
- [14] Enander A. E., Effects of thermal stress on human performance, *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1989, **15**(1), 27-33.
- [15] Tochiyama Y. et al., Physiological reaction and manual performance during work in cold storages, *Applied human science journal of physiological anthropology*, 1995, **14**(2), 73-77.
- [16] Mishra A. K., Ramgopal M., A comparison of student performance between conditioned and naturally ventilated classrooms, *Building and Environment*, 2015, **84**, 181-188.
- [17] Oliveira A. V. M., Gaspar A. R., Quintela D. A., Occupational exposure to cold thermal environments: a field study in Portugal, *European Journal of Applied Physiology*, 2008, **104**(2), 207-214.
- [18] Anttonen H., Pekkarinen A., Niskanen J., Safety at work in cold environments and prevention of cold stress, *Industrial Health*, 2009, **47**(3), 254-261.
- [19] Morgado M., Talaia M., Teixeira L., A Thermal sensation study regarding thermal indexes application: a case study, *International Symposium on Occupational Safety and Hygiene*, Geneva, Switzerland, 13-15 May 2015.
- [20] Raimundo A. M. et al., Thermal conditions in freezing chambers and prediction of the thermophysiological responses of workers, *International Journal of Biometeorology*, 2015, **59**(11), 1623-1632.
- [21] Salata F. et al., Evaluation of Different Urban Microclimate Mitigation Strategies through a PMV Analysis, *Sustainability*, 2015, **7**(7), 9012-9030.
- [22] Thetkathuek A. et al., Cold exposure and health effects among frozen food processing workers in Eastern Thailand, *Safety and Health at Work*, 2015, **6**(1), 56-61.
- [23] Dahlan N. D., Gital Y. Y., Thermal sensations and comfort investigations in transient conditions in tropical office, *Applied Ergonomics*, 2016, **54**, 169-176.
- [24] Ning H. R. et al., Adaptive thermal comfort in university dormitories in the severe cold area of China, *Building and Environment*, 2016, **99**, 161-169.
- [25] TS EN ISO 7933, Ergonomics of the thermal environment: Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain, *International Standards*, Geneva, 2004.
- [26] Humphreys M. A., Fergus Nicol J., The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments, *Energy and Buildings*, 2002, **34**(6), 667-684.

- [27] TS EN ISO 11079, Ergonomics of the thermal environment: Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects, *International Standards*, Geneva, 2007.
- [28] Holmér I., Assessment of cold stress in terms of required clothing insulation-IREQ, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1988, **3**(2), 159-166.
- [29] Oleary C., Parsons K. C., The Role of the Ireq Index in the Design of Working Practices for Cold Environments, *Annals of Occupational Hygiene*, 1994, **38**(5), 705-719.
- [30] Tochihara Y. et al., Effects of repeated exposures to severely cold environments on thermal responses of humans, *Ergonomics*, 1995, **38**(5), 987-995.
- [31] Ramsey J. D. et al., Effects of workplace thermal conditions on safe work behavior, *Journal of Safety Research*, 1983, **14**(3), 105-114.
- [32] Buzanello M. R., Moro A. R. P., Association between repetitive work and occupational cold exposure, *Work*, 2012, **41**(1), 5791-5793.
- [33] Havenith G. et al., Clothing evaporative heat resistance Proposal for improved representation in standards and models, *Annals of Occupational Hygiene*, 1999, **43**(5), 339-346.
- [34] Magyar Z., Tamas R., What is the best clothing to prevent heat and cold stress? Experiences with thermal manikin, *The West Indian medical journal*, 2013, **62**(2), 140-144.
- [35] TS EN ISO 10551, Ergonomics of the thermal environment: Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales, *International Standards*, Geneva, 2001.
- [36] TS EN ISO 8996, Ergonomics: Determination of The Metabolic Heat Production, *International Standards*, Geneva, 2006.
- [37] TS EN ISO 9920, Ergonomics of the Thermal Environment: Estimation of the Thermal Insulation and Water Vapour Resistance of A Clothing Ensemble, *International Standards*, Geneva, 2007.
- [38] Ekici C., PMV Metodu ile Isıl Konfor Ölçümü ve Hesaplanması., 8. *Ulusal Ölçümbilim Kongresi*, Kocaeli, Türkiye, 26-28 Eylül 2013.
- [39] TS EN 27243, Sıcak ortamlar: Wbgt (Yaş - Hazne küre sıcaklığı) İndeksine Göre Isının Çalışan Üzerindeki Baskısının Tahmini, *Türk Standartları Enstitüsü*, 2002.
- [40] Reeve M. D., Pumpa K. L., Ball N., Accuracy of the SenseWear Armband Mini and the BodyMedia FIT in resistance training, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2014, **17**(6), 630-634.



EKLER

EK-1

Bu çalışmada kullanılan anket aşağıda verilmiştir.

Soru 1:	Kaç yaşındasınız:
Soru 2:	Cinsiyetiniz: (1)Erkek <input type="checkbox"/> (2)Kadın <input type="checkbox"/>
Soru 3:	Çalıştığınız ortamdan kaynaklandığını düşündüğünüz bir hastalığınız var mı? Lütfen yazınız.
Soru 4:	Öğrenim durumunuz nedir? (1) ilkokul <input type="checkbox"/> (2) Ortaokul <input type="checkbox"/> (3) Lise <input type="checkbox"/> (4) Üniversite <input type="checkbox"/> (5) Eğitimsiz <input type="checkbox"/>
Soru 5:	Çalışma alanınız neresidir? (1) Sıcak Ortam <input type="checkbox"/> (2) Soğuk Ortam <input type="checkbox"/> (3) Bazen sıcak, bazen soğuk <input type="checkbox"/> (4) Normal ortam <input type="checkbox"/>
Soru 6:	Kaç yıldır bu işi yapıyorsunuz? Lütfen yazınız.
Soru 7:	Bu işi yaparken yılın hangi döneminde daha çok zorlanıyorsunuz? (Birden fazla tercih olabilir) (1) İlkbahar <input type="checkbox"/> (2) Yaz <input type="checkbox"/> (3) Sonbahar <input type="checkbox"/> (4) Kış <input type="checkbox"/> (5) Hiçbiri <input type="checkbox"/>
Soru 8:	İş yerinde üşüdüğünüzde ne önlem alıyorsunuz? (1)Sıkı giyinirim <input type="checkbox"/> (2)Dinlenirim <input type="checkbox"/> (3)İş ortamımı değiştiririm <input type="checkbox"/> (4)Daha hızlı çalışırım <input type="checkbox"/> (5)Hiçbiri <input type="checkbox"/> (6) Ortamın sıcaklığını artırırım <input type="checkbox"/>
Soru 9:	İş yerinde terlediğinizde ya da çok sıcak hissettiğinizde ne önlem alıyorsunuz? (1)Yeleğimi-önlüğümü çıkarırım <input type="checkbox"/> (2)İş ortamımı değiştiririm <input type="checkbox"/> (3)Dinlenirim <input type="checkbox"/> (4)Daha yavaş çalışırım <input type="checkbox"/> (5)Hiçbiri <input type="checkbox"/> (6) Ortamın sıcaklığını azaltırım <input type="checkbox"/>
Soru 10:	Soğuktan korunmak için ne tür kıyafetler kullanıyorsunuz? (Birden fazla tercih olabilir) Eldiven <input type="checkbox"/> Bot <input type="checkbox"/> İş yeleği <input type="checkbox"/> Mont <input type="checkbox"/> Hiçbiri <input type="checkbox"/>
Soru 11:	Mesai süresince yemek harici kaç kez mola veriyorsunuz? 1 kez <input type="checkbox"/> 2 kez <input type="checkbox"/> 3 kez <input type="checkbox"/> 4 veya daha fazla <input type="checkbox"/> (5)Hiç mola vermiyorum <input type="checkbox"/>
Soru 12:	Bir molanız ortalama kaç dakika sürüyor? Lütfen yazınız.
Soru 13:	İş kıyafetinizden memnun musunuz? (Hayır ise nedenini yazınız) (1)Evet <input type="checkbox"/> (2)Hayır <input type="checkbox"/>
Soru 14:	Eğer birden fazla iş ortamında çalışıyorsanız; Soğukta ne kadar kalıyorsunuz, yazınız? Sıcakta ne kadar kalıyorsunuz, yazınız?
Soru 15:	Çalışma ortamınızdaki cereyanı (rüzgar esintisi) değerlendirin. (1)Çok az <input type="checkbox"/> (2)Az <input type="checkbox"/> (3)Normal <input type="checkbox"/> (4)Çok <input type="checkbox"/> (5)Çok fazla <input type="checkbox"/>

Soru 16:	Yaptığınız işi fiziksel olarak değerlendirin. (1)Çok kolay <input type="checkbox"/> (2)Kolay <input type="checkbox"/> (3)Normal <input type="checkbox"/> (4)Zor <input type="checkbox"/> (5)Çok zor <input type="checkbox"/>
Soru 17:	Herhangi bir sebeple işe ara verdikten sonra(hastalık, izin, kaza...) çalışma ortamına uyumunuzda zorluk dereceniz nedir? (1)Çok kolay <input type="checkbox"/> (2)Kolay <input type="checkbox"/> (3)Normal <input type="checkbox"/> (4)Zor <input type="checkbox"/> (5)Çok zor <input type="checkbox"/>
Soru 18:	Sizce şu an çalıştığınız yerin sıcaklığı nasıl? (1)Çok sıcak <input type="checkbox"/> (2)Sıcak <input type="checkbox"/> (3)Ilık <input type="checkbox"/> (4)Hafif ılık <input type="checkbox"/> (5)Ne sıcak ne soğuk <input type="checkbox"/> (6)Hafif serin <input type="checkbox"/> (7)Serin <input type="checkbox"/> (8)Soğuk <input type="checkbox"/> (9)Çok soğuk <input type="checkbox"/>
Soru 19:	Bu durumu nasıl değerlendiriyorsunuz? (1)Rahat <input type="checkbox"/> (2)Hafif rahatsız <input type="checkbox"/> (3)Rahatsız <input type="checkbox"/> (4)Çok rahatsız <input type="checkbox"/> (5)Son derece rahatsız <input type="checkbox"/>
Soru 20:	Şu anda çalıştığınız yere göre nasıl bir ortamda olmak isterdiniz? (1)Daha sıcak <input type="checkbox"/> (2)Ne sıcak ne soğuk böylesi iyi <input type="checkbox"/> (3)Daha soğuk <input type="checkbox"/>
Soru 21:	Kişisel olarak çalışma ortamınızı kabulleniyor musunuz? (1)Evet <input type="checkbox"/> (2)Hayır <input type="checkbox"/>
Soru 22:	Sizce bu çalışma ortamı katlanılabilir mi? (1)Katlanılabilir <input type="checkbox"/> (2)Katlanmak biraz zor <input type="checkbox"/> (3)Katlanmak oldukça zor <input type="checkbox"/> (4)Katlanmak çok zor <input type="checkbox"/> (5)Katlanılamaz <input type="checkbox"/>
Soru 23:	Çalışma ortamınızda sağlığını olumsuz etkilediğini düşündüğünüz bir şey var mı? Lütfen yazınız.
Soru 24:	Çalışma ortamınızda sıcak veya soğuk etkilerini azaltmak için sizce neler yapılabilir? Lütfen önerilerinizi yazınız.

KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER

Deniz F., Çelik C., Termal Konfor Değerlendirme Stratejisi, *INES International Academic Research Congress*, Antalya, Türkiye, 3-5 Kasım 2016.

Deniz F., Çelik C., Soğuk Ortamlar ve IREQ Yöntemi Gıda Sektöründe Örnek Çalışma, *INES International Academic Research Congress*, Antalya, Türkiye, 3-5 Kasım 2016.

Türkay T., Sezek H., **Deniz F.**, Çelik C., Gıda Üretimi Yapan İşyerlerinde Termal Konfor Koşullarının Değerlendirilmesi. 8. *Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı*, İstanbul, Türkiye, 8-11 Mayıs 2016.

ÖZGEÇMİŞ

Fatih Deniz 1988 yılında Kırıkkale’de doğdu. Lise öğrenimini Kırıkkale Anadolu Öğretmen Lisesi’nde tamamladı. 2007 yılında girdiği Ege Üniversitesi Makine Mühendisliği’nden 2013 yılında mezun oldu. 2014 yılında Sinop Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği ABD’ a ÖYP araştırma görevlisi olarak başladı. 2014 Eylül ayından beri Kocaeli Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği ABD’nda yüksek lisans çalışmalarını sürdürüyor.

