

**3E**

GÜDEK

Güvenlik Denetim Kontrol

BÖLÜM:

3- ORTAM TEHLİKELERİ

KONU:

3E- ÇALIŞMA ORTAMI HAVA KALİTESİ

İçindekiler

ÇALIŞMA ORTAMI KONFOR KALİTESİ	2
Ortam havası	2
Sıcaklık ölçüm değerlendirmesi	2
Celsius, Fahrenheit, Kelvin karşılaştırması	2
Derecelerin geçiş formülü	2
Soğuk ortamlarda çalışma	4
Hipotermi	4
Sıcak ortamlarda çalışma	5
Isı çarpması	5
Termometreler	6
Glop termometre	6
Termal konfor şartları	7
Ortamdaki HAVA sıcaklığı	7
Efektif Sıcaklık (hissedilen sıcaklık)	8
Ortamdaki NEM durumu	8
Vücudun ısı dengesi	12
Higrometreler	13
Psikrometre	14
Ortamdaki HAVA akımı	15
Radyant Isı	16
Nem alma yöntem ve sistemleri	17
Kapalı Havuz ortamında nem alma	20

ÇALIŞMA ORTAMI KONFOR KALİTESİ

Ortam havası

Öncelikle ortam havası için sıcaklık, hava akımı ve hava oksijen miktarı ve diğer Ozon ve Radon gazlarının etkisine bakmak gibi konulara bakılması gerekir.

Sıcaklık ölçüm değerlendirme

Sıcaklık ölçü değerlendirmeleri 1724 yılında Alman fizikçi D. Gabriyel Fahrenheit tarafından Fahrenheit ölçeği kullanılmaya başlanmış, bu birime göre suyun donma sıcaklığı 32 derece, kaynama sıcaklığı 212 derece olarak alınmış ve bu iki nokta arası 180 dereceye bölünmüştür. Bu dünyada ilk standartlaşmış sıcaklık ölçeğidir.

1960'lara kadar çoğu İngilizce konuşan ülkede yaygındı. Celsius ölçeği daha sonra ABD dışındaki çoğu ülkede bu ölçeğin yerini aldı.

- Fahrenheit'ın Celsius'a dönüştürülmesi için formül: $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$
- Celsius'un Fahrenheit'a dönüştürülmesi için formül: $^{\circ}\text{F} = (9/5 \times ^{\circ}\text{C}) + 32$ biçimindedir.
- Bu denklemlere dayanarak iki ölçeğin aynı olduğu sıcaklık – 40 olacaktır.

Celsius, Fahrenheit, Kelvin karşılaştırması

Kelvin K	Santigrat °C	Fahrenheit °F	
373,15 K	100 °C	212 °F	Suyun kaynama noktası
310,15 K	37 °C	98,6 °F	İnsan vücudu sıcaklığı
298,15 K	25 °C	77 °F	Oda sıcaklığı
273,15 K	0°C	32 °F	Suyun donma noktası
0 K	-273,15°C	-459,58°F	Mutlak sıfır Görsel 3E- 1

Derecelerin geçiş formülü

	Fahrenheit	Santigrat	Kelvin
°F	°F	$(^{\circ}\text{F} - 32) / 1,8$	$(^{\circ}\text{F} - 32) * 5/9 + 273,15$
°C	$(^{\circ}\text{C} * 1,8) + 32$	°C	$^{\circ}\text{C} + 273,15$
K	$(K - 273,15) * (9/5) + 32$	K - 273,15	K Görsel 3E- 2

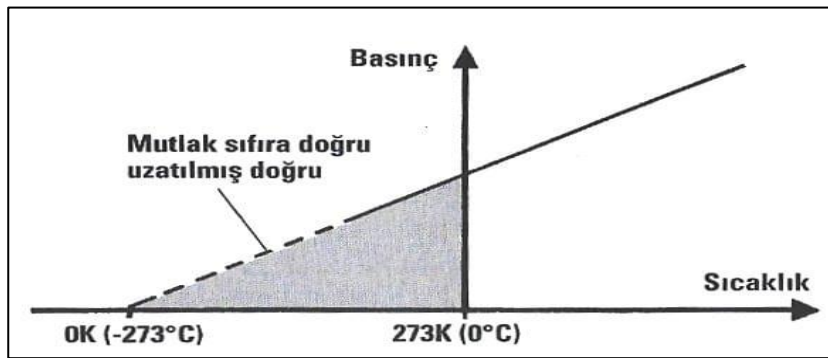
Fahrenheit, Celsius'tan daha kesin bir ölçektir. Bunun nedeni her derece arasındaki sıcaklık farkının daha küçük derecelere ayrılmış olmasıdır. 50 Fahrenheit, 10 santigrat derece iken, 51 derece Fahrenheit, 10,56 santigrat derecedir. 10 santigrat derece artış, 18 derece Fahrenheit artışına eşittir. Böylece, Fahrenheit kullanarak kesirlere ve ondalık sayılara başvurmadan sıcaklıkları ölçerken daha kolay işlem yapabilirsiniz.

Fahrenheit ölçeğinde sıcaklıktaki bir derecelik artış, cıva hacmini 10.000'de tam olarak 1 oranında artırır.

Yaşadığımız evrenin bazı limitleri vardır. Işık hızı ve mutlak sıfır bu limitler içinde en bilinenleridir. Mutlak sıfır denilen sıcaklık değeri -273,15 santigrat dereceye karşılık gelir. Teorik olarak bu sıcaklık değerine ulaşan bir maddenin enerjisi de sıfıra eşit olur. Yani molekülleri hareket edemeyecek duruma erişir. Bu noktadan sonra onu daha fazla soğutmak mümkün değildir.

Bir şeyin sıcaklığını ölçerken aslında ölçtüğümüz şey, maddenin atomları etrafında dönen elektronları hızının verdiği ortalama enerjidir. Maddeler ısıtıldıklarında elektronlar daha hızlı hareket eder, soğutulduklarında da yavaşlar. Bu yavaşlama çok daha fazla düşerse, atomların etrafındaki elektron hareketleri de o kadar yavaşlar ki elektronların durma noktası “**mutlak sıfır**”dır. (-273,15°C dir

Bu sıcaklıkta, maddeleri sadece donmuş (veya katı) olarak düşünmemek gerekir. Daha ziyade bu noktada **entropi**¹ minimum değerinde olur.



https://www.matematiksel.org/wp-content/uploads/2018/11/Tarama_20181123-4.jpg

Görsel 3E- 3

Negatif Kelvin sıcaklıkları hiç ölçülmedi ve bilim insanları bu sıcaklıkların var olup olamayacağını hâlâ tartışıyor. Geleneksel bilime göre bu mümkün olmamalıydı ama

¹ **Entropi**: fizikte bir sistemin mekanik işe çevrilemeyecek termal enerjisini temsil eden termodinamik terimidir

kuantum fiziği etkileri bunun olmasına olanak veriyor. Sonuçta şimdilik, ışık hızına ulaşamayacağı, ancak çok çok yaklaşmanın mümkün olduğu gibi, mutlak sıfır noktasına da sürekli yaklaşabileceğimizi ama asla ulaşamayacağımızı kabul ediyoruz.

Soğuk ortamlarda çalışma

Çalışma dış ortamda olması durumunda çok soğukta oluşan üşümeler, titremeler olabilir önlem alınmadığı takdirde durum hipotermiye gidebilir. Bunun kademeleri şöyle gelişir,

Hipotermi

Bunun anlamı vücut sıcaklığının normal seviyenin altına düşmesidir. Titreme vücudun soğuk havalarda kendini ısıtmak için otomatik savunma sistemidir.

Sabit titreme hipoterminin önemli bir belirtisidir.

Hipotermi belirtileri genellikle çok yavaş seyrettiği ve kişinin muhakeme yeteneği azaldığı için, hipotermi olan kişi genellikle durumun farkında değildir. Hipotermi belirtileri aşağıdakileri içerebilir.

Orta dereceli soğuk hava belirtileri

Titreme

Moraran dudaklar ve parmaklar

Yavaş nefes alma ve kalp atışı

Yönelim bozukluğu ve kafa karışıklığı

Tutarsızlık

Sarhoşluk durumuna benzer belirtiler

Şiddetli soğuk derece belirtileri

Karar verememe

Nabızın bulunamayacak seviyede kalp atışının yavaşlaması

Titrememe

Algılanamayan nefes alımı

Kazazedenin ölmüş gibi durması

Tedavi

Acil tıbbi yardım alınmazsa hipotermi ölüme sebep olabilir

Kazazedeyi dikkatlice barınağa taşıyınız. (Ani ve hızlı taşıma kalp ritmini bozabilir.)

Kazazedenin uyanık kalmasını sağlayın

Islak elbiseleri çıkarın ve kazazedeyi örtüyle sarın.

Doğrudan boyun, kasık, göğüs, karın gibi vücudun temel alanlarını ısıtın.

Kollar ve ayaklara müdahale etmeyin.

Sıcak ve tatlı içecekler verin.

Sıcak ortamlarda çalışma

Sıcak ortamda çalışmalarda vücut ısını terleyerek ayarlamaya çalışır, rahatlamak için ortam belirlenen sınırlara nemin düşürülmesi veya hava akımının olması gerekir. Nemin çok düşük olması teri çok hızlı bir şekilde buharlaşma oluşur, bu durumda vücut su kaybına ve üşütmeye varan rahatsızlıklar meydana gelir. Hava akımının da belirlene limitleri üzerinde olması aynı durum ve etkiyi yapar. Bunun için aşağıda verilen değerlere dikkat edilmesi gerekir.

Isı çarpması

Vücut ısının 41 °C'ye kadar ulaşması sonucu, **ısı çarpması** olur.

Aşırı terleme nedeni ile kaslarda ani kasılmalar şeklinde ısı krampları olabilir.

Aşırı yükleme sonucu tansiyon düşüklüğüne, baş dönmesine yol açar

Kaşıntılı kırmızı lekeler şeklinde deri bozukluklarına sebep olabilir,

Konsantrasyon bozukluklarına ve aşırı duyarlılıklar artar,

Çalışma ortamında parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerin bulunması durumunda sıcaklık özel olarak ayarlanmalı, önlemler alınmalı ve çalışanlara da ayarlanan bu sıcaklığa uygun giyim verilmelidir.

Sıcaklığı ölçülecek her ortam ve durum için farklı termometreler kullanılmaktadır. Bu termometre örnekleri (**Görsel 3E- 4**) te çeşitleri nerelerde kullanıldıkları açıklanarak konulmuştur.

Termometreler



Görsel 3E- 4

Görsel 3E- 4b
Minimum ve Maksimumu
gösteren termometre

- Ortam hava sıcaklığı Santigrat ve Fahrenheit cetvel göstergeli kuru termometre (**Görsel 3E- 4a**)
- Maksimum- minimum göstergeli derece, tüp içinde mıknatıslı iğneler derece yükseldiğinde cıva ile beraber çıkar ve geri gitmez, derece düştüğünde diğer mıknatıslı iğne de düşer geri gitmez böylece maksimum ve minimum değerleri göstermiş olur derece arkasındaki ince sac plâka ortadaki düğme ile iterek ayında manyetik iğneler cıva üzerine iner. (**Görsel 3E-4b**)
- İnsan vücut sıcaklığını ölçmek için derece (**Görsel 3E- 4c**)
- Lazerli lazerin temas ettiği yüzeyin sıcaklığını ölçer termometre (**Görsel 3E 4d**)
- Bimetâl (ısı ile farklı genleşen iki metalin birbirine kaynak edilmiş ve spiralin sıcaklığa göre yayın açılma ve kapanması ile ölçme yapan termometre (**Görsel 3E- 4e**)
- Havadaki bir noktada ısıyı ölçen çift lazerli termometre, (Radyan ısıtmalarda) ortam ısını ölçen termometre (**Görsel 3E- 4f**)

Glop termometre

Havadaki bir noktada ısıyı ölçen klasik diğer bir termometre de **Glop termometre** bu termometrenin yapısı, ince ve dış yüzü mat siyah boya ile boyanmış 15 cm çapında bakır bir küre merkezine yerleştirilmiş kuru bir termometreden oluşur. Ucunun Küre içinde olmasının nedeni hava akımının soğutma etkisi yapmaması içindir.

Termal konfor şartları

İnsanların bulundukları ortamlardaki hissettikleri sıcaklık, kuru termometre ile ölçülen sıcaklık değil, fizyolojik olarak hissettikleri sıcaklıktır.

Ortam ve insan vücudu ısı alışverişi

İnsanın ortamla vücut ısısına alışverişine etki eden 4 ana faktör vardır:

1. **Hava sıcaklığı**
2. **Havanın nem yoğunluğu**
3. **Hava akım hızı**
4. **Radyant ısı**

Ortamdaki HAVA sıcaklığı

Sıcaklık, bir cismin sıcaklığının ya da soğukluğunun ölçüsüdür. Isı enerjisinin şiddetidir.

Bir sistemin ortalama moleküler kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür.

- Sıcaklık *kuru termometreler* ile ölçülür.
- Birimi; (santigrat (C), fahrenheit (F), Reaumur (R) veya kelvin (K) 'dir.

İnsan vücudunun sıcaklığı 36,5-37 °C arasında olur, bu durum; vücut ile çevre arasındaki ısı alış-verişi konusunun bilinmesi gerekir.

Vücut sıcaklığındaki artış, çalışma yüküne veya çalışma sırasında harcanan kaloriye bağlı olarak değişik giyim seçilmelidir.

Termal Konfor Çalışma Değerleri

Bulunduğu ortam havasının normal (ısı ve nem) şartlarında, insanın günlük aktivitelerinde harcadığı kalori miktarları aşağıda verilmiştir.

- | | |
|---|--------------------|
| • Uyku ve oturma halinde harcadığı enerji | 63- 100 Kcal/Saat, |
| • Hafif işlerde (oturma, ayakta makine kontrolü, | 200 Kcal/Saat |
| • Orta ağır işlerde ağır el ve ayak hareketi, | 200- 350 Kcal/Saat |
| • Ağır işlerde (ağır malzemeyi taşıma veya itmek) | 350- 500 Kcal/Saat |

Efektif Sıcaklık (hissedilen sıcaklık)

Bu sıcaklık ise; içinde bulunulan ortamdaki

1. Kuru termometre ile ölçülen sıcaklık,
2. Ortamdaki hava akım hızı ve
3. Havanın nemine bağlı olarak oluşan sıcaklıktır.

Bu üç faktörün etkisi altında duyulan sıcaklığa **efektif sıcaklık** denir. Aşırı sıcaklığın üretim üzerinde de olumsuz etkisi vardır. (**Görsel 3E- 6**) tabloda nem değeri ile sıcaklık değerinin ortak noktası hissedilen (efektif) sıcaklığı göstermektedir.

- Efektif sıcaklık; 29 °C olursa, performans %5 düşer.
- Efektif sıcaklık; 30 °C olursa, performans %10 düşer.
- Efektif sıcaklık; 31 °C olursa, performans %17 düşer.
- Efektif sıcaklık; 32 °C olursa, performans %30 düşer.

Ortamdaki NEM durumu

- Havada belli bir miktarda nem bulunur. %100 göreceli nem,
- Havadaki nem miktarı mutlak ve bağıl nem olarak ifade edilir.
- Bağıl nem; Belli bir sıcaklıkta, belli bir hacim havada bulunan su buharı miktarının aynı sıcaklıkta ve aynı hacimdeki doymuş havada bulunan su buharı miktarına oranıdır.
- Mutlak nem; 1 m³ havadaki su buharı miktarının gram olarak ağırlığıdır.
- Spesifik nem; Su buharının toplamının havanın toplamına oranıdır.
- Göreceli nem; Basit tanımıyla havanın sahip olduğu su yoğunluğu demektir.

Havanın taşıyabileceği nem miktarı, havanın ısısına göre su tutma potansiyelinin maksimum düzeye ulaşması demektir.

Bu durumda havanın nem durumunda havanın nem yoğunluğu üst sınıra yaklaştığı zaman sis oluşumu başlar.



Görsel 3E-4

Havadaki nem %si ortam sıcaklığı ile beraber değerlendirilir. (Görsel 3E- 4) te görülen derece ve bağıl nem oranını gösteren ölçüm aletleri görülmektedir.

Katatermometre

- Katatermometreler² (psikrometreler³) ve higrometreler ile ölçülür. Kata termometreler, birisinin haznesine ıslak bez yerleştirilmiş bir çift termometreden oluşur.
- Bu insan vücudunun rüzgâr veya terleme etkisiyle kaybettiği ısı miktarını belirlemede kullanılır.
- Bir işyerinde bağıl nem %30- 80 olabilmeli ve bu sınırları aşmamalıdır.
- Yüksek ortam sıcaklığında yüksek bağıl nem (80-100) bunalma hissine neden olur ve kişinin çalışma gücünü düşürür.
- Düşük ortam sıcaklığında yüksek bağıl nem ise üşüme ve ürperme hissi verir.

Mutlak nem, havanın hacim birimi (m³) başına içerdiği su buharının gram cinsinden değeridir.

Bağıl nem ise hava durumu raporlarında belirtilen nem tipidir.

- Adından da anlaşılacağı üzere bağıl nem, doğası gereği göreceli olarak bulunur. Havadaki su buharı miktarının havanın tutabileceği maksimum su miktarına oranıdır ve göreceli nem yüzde cinsinden ifade edilir.

² **Katatermometre**: soğuma değerini ölçmek için kullanılan biyolojik klimatolojide yararlanılan, insan vücudunun sıcaklığına yakın termik şartlardaki iki termometrenin sıcaklık düşümü hızını ölçer. Bu insan vücudunun rüzgâr veya terleme etkisiyle kaybettiği ısı miktarını belirlemede kullanılır.

³ **Psikrometreler**: İki termometre arasındaki sıcaklık farkının hesabına dayanarak havadaki su buharı oranını ölçen aletlerdir.

Eğer hava durumunda nem oranının %100 olduğu bildirilirse bu havanın suya dönüşeceği anlamına gelmez. Nasıl ki bir sünger çekebileceği kadar su çektiğinde suya dönüşmezse havanın bağıl nemi %100 olduğunda hava suya dönüşmez.

“Sıcak değil de nem çok yüksek nem!” cümlesi özellikle yaz aylarında en sık duyduğumuz cümlelerdendir.

Nemin hava ortamında buhar halinde asılı olan belirli oranlarda su zerreciklerinin oluşturduğu bir oluşumdur.

Aslında genel “nem” olan kavramın **üç çeşidi** bulunuyor.

- Mutlak Nem
- Maksimum Nem
- Bağıl (Göreceli) Nem

Yazın yoğun bir şekilde varlığını hissettiren nem çeşidi:

Mutlak Nem

1 m³ hacmindeki havanın içinde bulunan nem miktarını ifade eder. Mevcut havanın içinde devamlı su buharı bulunmaktadır. Bir m³ havada bulunan nem’in gram cinsinden ağırlığına, havanın “mutlak nemliliği” denir. İnsanların sıcak yaz günlerinde rahatsızlık hissi veren aslında “mutlak nem”dir. Havanın sıcaklığına göre taşıyabileceği maksimum nem seviyesidir.

Sıcaklık yükseldikçe hava belli oranlarda genleşeceği için taşıyabileceği nem miktarı da artar.

Tersi olduğunda yani havanın sıcaklığı düştüğünde de yoğunluk arttığında, nem azalır.

Havanın taşıyabileceği nemin yüksekliği havanın sıcaklığına bağlıdır.

Bağıl nemin çok yüksek seviyelere çıkmasının sonucu "sis" oluşumudur. Havadaki nem maksimum kapasiteye ulaşmaya çok yakın olduğunda **yoğun bir sis** görürüz.

Ancak bağıl nem %100 olduğunda suya dönüşmeyen hava, kapasitesinin üstünde su buharıyla karşılaştığında “yağış” görülür.

Maksimum Nem

Mutlak nemlilik sıcak ekvatorial bölgelerde daha çok, yüksek dağlarla Kutup bölgelerinde daha azdır. (Hava yoğunluğuna bağlı olarak) Bir m³ hacmindeki hava, belli bir sıcaklıkta bazı ortalama miktarlarda nem taşıyabilir.

Meselâ

0°C'de 4,8 gram nem,

10°C'de 9,4 gram nem,

20°C'de 17,3 gram nem ve

30°C'de 30 gram nem taşır.



Görsel 3E- 5

Eğer nem miktarı, tekabül ettiği derece oranlarının üstüne çıkarsa, nem artık buhar halinde durmaz, yoğunlaşır ve yeryüzüne yağmur olarak iner.

Bağıl Nem

Meselâ 20°C sıcaklıkta bir m³ havada 15 gram nem bulunduğunda bu sıcaklıkta havada yani 20°C'de bulunan bir m³ havanın alabileceği nem, en çok 17.3 gramdır. Buna göre formülle (Görsel 3E- 5) görselde görülen bu havanın bağıl nemi hesaplanacak olursa

e= bağıl nem yüzdesi,

F= gram

Bağıl nem: **e= 100.F/f= 100.15/17,3= 1500/17,3= % 86'dır.**

Bu hava, henüz yoğunlaşma derecesine varmamıştır. Yani %100 değildir. Havadaki nemin yoğunlaşması neticesinde, çeşitli atmosfer yağışları meydana gelir.

Bağıl nem (nisbi nem), mutlak nemden daha önemlidir. Mutlak nem, yapıldığı yerin rasat ve mevsim durumuna göre çeşitli özellikler arz edebilir. Yapılan hesaplamalara göre, mutlak nemlilik, güneşin doğmasında minimum, öğleden sonra ise maksimumdur.

Vücudun ısı dengesi

Bütün su buharlaşması ve terleme, bağıl nem'e göredir. Atmosferde bağıl nem % 100 olursa, hiç su buharlaşmaz ve terleme olamaz. İnsan vücudu, terleme ile ısını buharlaştıramadığı için vücut sıcaklığı yüksek olacak ve sıkıntılı bir durum olacaktır.

		RELATİF NEM (YÜZDE)																				
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
HAVA SICAKLIĞI (CANTIGRADE)	60	52																				
	57	49																				
	54	47	50	55																		
	52	44	47	51	55	51																
	49	42	44	47	51	54	59	54														
	46	39	42	44	46	49	53	57	52	56												
	43	37	39	41	42	44	47	51	54	58	52	56										
	41	35	36	38	39	41	43	45	48	51	54	57	51	55								
	38	33	34	35	36	37	38	40	42	43	46	49	52	55	59	52						
	35	31	31	32	33	34	34	36	37	38	40	42	43	46	48	51	54	58				
32	28	29	29	30	31	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	43	45	47	50			
29	26	26	27	27	28	28	29	29	30	31	31	32	32	33	34	35	36	37	39	41	42	
27	23	23	24	24	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	29	30	30	31	31	32	33	
24	21	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24	25	25	26	26	26	26	27	
21	18	18	18	18	19	19	19	19	20	20	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22	22	

Görsel 3E- 6

Görsel 3E- 6

Normal ortam havasında sıcaklığın insan vücuduna etkisi (Görsel 3E- 6) da görüldüğü gibi hissedilen sıcaklık olarak belirtilen "Bağıl nem" (relatif nem) dir. Yani insan vücudunun terlemesi ve terinin buharlaşma hızını gösterir bir tablodur. Belirli sıcaklıkta belirli nemde insanın hissettiği sıcaklığı gösterir. Görüldüğü gibi 32 derecede bile nem %100 olduğunda rahatsız edici bir durum olduğu görülmektedir.

Bu sıcaklıkta terleyememek insanı ölüme kadar götürebilir. Bu duruma göre suyun buharlaşması nisbi nem'le olur.

Not: Sıcaklığın 27 derece veya nemin %40'ın altında olduğu durumlarda hissedilen sıcaklık değeri hesaplanamaz. Bu vücudun buharlaşma hızına bağlıdır. Bu hız da katatermometre ile ölçülür.

Terlemeyi hızlandırmak için (teri buharlaştırmak) hava akımına ihtiyaç vardır. Bunu iyi ayarlamak gerekir. Aşırısı insanı üşütür hastalandırır, azı ise çalışma performansını düşürür. Ortam hava akım miktarları ayarlayarak hem terin buharlaşması hem de hava oksijen miktarını ayarlamada çok önemlidir.

Atmosferdeki nem'in derecesi **higrometre** denilen aletle ölçülür.

Higrometreler⁴

- **Saç Higrometresi:** Havanın nemine bağlı olarak az ya da çok kıvrılan saç grubundan oluşur. Dolayısıyla saçlar nemin az ya da çok olmasına göre olduğunu gösterir ancak kesin değeri söyleyecek kadar ileri gitmezler.
- **Absorbsiyon higrometresi:** Ortamdaki nemi dışarı verebilen veya emebilen kimyasal bir maddeden oluşur.
- **Elektrikli higrometre:** spiral şeklinde sarılmış ve lityum klorür emdirilmiş iki elektrottan oluşur. Higrometre, kimyasal bir işlemden geçtikten sonra havanın nemini doğru bir şekilde belirleyebilir.
- **Yoğuşma Higrometresi:** Çiğ noktası higrometresi olarak da bilinen bu tür higrometre, çiğ noktası sıcaklığı kavramına dayalı olarak havanın nemini hesaplar.
- **Dijital higrometre:** Bazı malzemelerin elektrik direncinin havanın nemine bağlı olarak değişmesi gerçeğinden yararlanan bu tip higrometre, elektrik devreleri aracılığıyla ortam nemini belirler ve hesaplama sonucunu ekranda görüntüler.

Bu İzafi nem, saçlı higrometrelerle ölçülebilir. Higrometrenin içindeki saç, nem arttıkça uzar, azaldıkça kısalır. Bu uzama ve kısaltmalar, kollar vasıtasıyla kadran üzerine aktarılır. Nemin zamanla değişmesini gösteren **hidrograflar⁵** da aynı şekilde çalışır.

Saçlı higrometreler zaman zaman hassasiyet kontrolünden geçirilmelidir. Bugün meteoroloji istasyonlarında, nem ölçmek için daha çok **psikrometreler⁶** kullanılmaktadır.

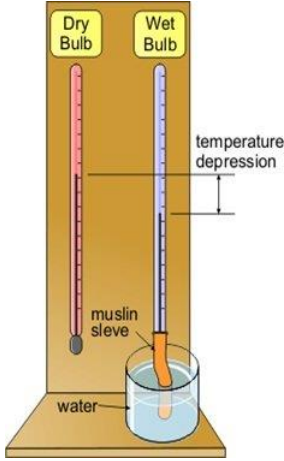
⁴ **Higrometre** havadaki nemi ölçmek için kullanılan bir araçtır.

⁵ **Hidrografya** veya **hidrografi** (*sular coğrafyası*), yeraltı ve yer üstü sularının oluşum ve dağılımlarını araştıran ve insan yaşamı üzerine etkilerini inceleyen bilim dalıdır.

⁶ **Psikrometre**, Nem ölçmeye yarayan, havada bulunan su buharı oranını ölçmen alettir. genel adı higrometredir.

Psikrometre

Bu cihazlarda iki termometre bulunur. Üst tarafından bir mil üzerine takılı olanları ıslatılmış sünger tarafı hızlı bir şekilde çevrilerek nemin daha hızlı buharlaşması sağlanarak daha



Görsel 3E- 7

PSİKOMETRE

Bu cihazlarda iki termometre bulunur. Hava akımı altında tutulan bu termometrelerin birinin haznesi, ıslak bir bezle sarılmıştır. Hava akımında buharlaşan su, termometrenin haznesini soğutarak ısı çeker.

Onun için bu termometre, kuru termometreden daima daha düşük bir sıcaklığı gösterir.

Yalnız, su buharına doymuş havada, yani izafi nem %100 olduğunda iki termometrenin gösterdiği sıcaklık aynıdır. (Görsel 3E- 7)

çabuk sonuç alma imkânı bulunur. Hava akımı altında tutulan bu termometrelerin ıslak bezle (sünger) sarılmış kısım hızlı bir şekilde hava akımı ile karşılaşınca buharlaşan su, termometrenin haznesinin etrafını soğutarak termometre derecesinin kuru termometreden daima daha düşük bir sıcaklığı gösterir.

Yalnız, su buharına doymuş havada, yani izafi nem %100 olduğunda iki termometrenin gösterdiği sıcaklık aynıdır. (Görsel 3E- 7)

İki termometrenin gösterdiği sıcaklıklardan elde edilen değerler eldeki cetvellerden faydalanarak izafi nem bulunur.

Haznesi ıslak termometrenin gösterdiği sıcaklığa, yaş termometre sıcaklığı denir. Eğer yaş termometre hazne etrafındaki bezdeki tabii hava sirkülasyonu ile buharlaşırsa, ortamda hissedilen sıcaklığı gösterir.

Havada bulunan nisbi nem miktarı, toprağın nemliliğine etki ettiği gibi, bitkilerin büyümesine, gelişmesine ve terlemelerine yardımcı olur. Bitkilerin şekil ve yapıları üzerinde tesiri çoktur.

İnsanlar çok fazla soğuklara (kışın -40°C), Büyük Sahra ve Arabistan'ın yakıcı sıcaklarına (yılın ekserisinde 30°C 'nin üstünde) tahammül edip dayanabiliyorlarsa, oralardaki havalarda nisbi nem miktarına göre terlemesini giyimleri ayarlayabildiği için dayanabilmektedir.

Türkiye’de nisbi **nem oranı**, bölgelere göre değişiklik arz etmektedir. Karadeniz ve Marmara bölgelerinde en yüksek, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde en alçaktır.

Ortamdaki HAVA akımı

- Hava akımı; değişik sebeplerden dolayı havanın atmosferde veya ortamda yer değiştirmesi anlamına gelir.



ANEMOMETRE

Yandaki soldaki resimde görülen elektronik el tipi anemometre sağda görülen hava akımının hem yönünü hem de saatteki hava akış miktarının eğriler ile kaydeden ölçüm yapan bölümleri (**Görsel 3E- 8**)

Görsel 3E- 8

- **İşyerinde termal konforu sağlamak** ve sağlığa zararlı olan gaz ve tozları işyeri ortamından uzaklaştırmak için uygun bir *hava akım hızı* temin edilmesi gerekir.
- Çeşitli anemometreler ile ölçülür.
- Pervaneli veya ısıya duyarlı elemanlı olan çeşitli tipleri vardır.
- «**Hava akım hızı** saniyede 0,3-0,5 metreyi aşmamalıdır»
- Çünkü vücut ile çevresindeki hava arasında hava akımın etkisi ile ısı transferi olur.
- Hava vücuttan serinse, vücut ısısı kaybolur.
- Hava vücuttan sıcaksa vücut ısısı artar.
- Böyle durumlarda ısı stresleri oluşur.
- Üşüme, ürperme, boyun tutulması vb.

RADYANT ISI

- Çevredeki cisimlerden yayılan ısı enerjisidir. İşyerinde işin gereği olarak sıcak yüzeyler bulunabilmekte ve bu yüzeylerden ısı radyasyonu olabilmektedir.
- Ocak ve fırınlardan önemli miktarlarda radyant ısı yayılır. Isı kaynaklarından ışıma yolu ile yayılan radyant ısı glop termometre ile ölçülür.
- Isı radyasyondan korunmanın tek yolu, çalışanla kaynak arasına ısı geçirmeyen bir perde koymaktır. Bakır bir küre merkezine yerleştirilmiş bir kuru termometreden oluşur.
- İş ortamlarındaki sıcak veya soğuk yüzeylerden çalışanlara veya çalışanlardan bu yüzeylere ısı yayılımıdır. Bu ısı hava akımlarından etkilenmez ancak yutulabileceği bir yüzeye çarptığında sıcaklık meydana getirir.
- Radyant ısıdan korunmak için tek yol, çalışanlarla bu yüzeyler arasına, yansıtma katsayıları yüksek malzemelerden (örneğin, alüminyum) yapılmış levhalar konulmasıdır.

Büyük hol gibi geniş büyük ortamlarda çalışanlara, temel konforu sağlamak için sıcak havalarda belirlenen sınırlar içinde hava akımı sağlayarak hatta bu hava akımını lokal olarak insanların üzerine gelmeyecek şekilde hızlı bir şekilde su buharı püskürtülüp buharlaşmasını sağlayarak veya kompresörlerle soğutulmuş hava üflenerek ortamın serinletilmesi sağlanabilir. (Görsel 3E- 9)



Görsel 3E- 9

Radyant Isı

Çalışma veya dinlenme ortam hacmi gibi büyük bir holü ısıtmak için Radyant ısıtma sistemi kullanılabilir. Bu ısıtmanın tekniği hava moleküllerini ısıtmaktan ziyade üzerine geldiği nesneyi ısıtır.

Radyant Isıtma Tekniği

Kızılötesi radyant ısı enerjisi yukarıdan aşağı doğru, mahali işgal eden cisimlere (insan, eşya vb.) ve döşemeye yönlendirilmektedir. Tavanı veya içinden geçtiği havayı ısıtmaksızın cisimleri ya da insanları ısıtır. Havanın ısınması daha sonra kızılötesi ışınlarla ısınan cisimlerden taşınım ile ısı transferi sonucunda meydana gelir. Gaz yakmalı, kızılötesi radyant ısıtma sistemleri günümüzde kullanılan ısıtma sistemlerinin en konforlu ve en ekonomik olanlarından bir tanesidir.

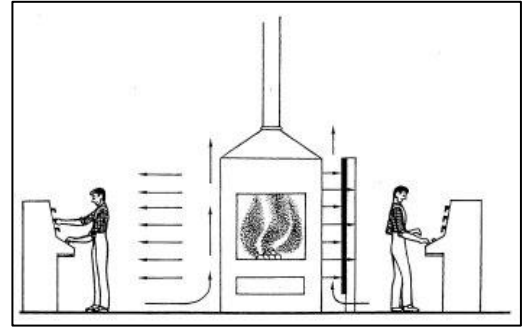
Tüm maddeler sıcaklıklarına bağlı olmak üzere ışıınım ile ısı yayarlar, ışınlar gaz ortamda hareket edebildikleri gibi boşlukta da yol alabilirler.



Görsel 3E- 10



Görsel 3E- 11



Görsel 3E- 12

Geniş bir holün radyant ısı ile ekonomi sağlanır, sadece insan ve ihtiyaç duyulan nesnelerin ısıtılması sağlanır. Böylece tüm ortamı ısıtmak için fazla enerji sarf etmeden (**Görsel 3E- 10**) çalışanların ısıtıldığı ortam, bunu sağlayan çıplak gözle görünmeyen dalga boyu 700 nanometre ile 1 milyon nanometre arasında, frekansı 430THz -300GHz olan bir Termal **radyasyon dur**.

Nem alma yöntem ve sistemleri

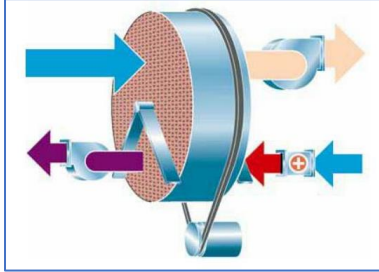
Ortam havasında konforu sağlamak için birçok yöntemler vardır.

- 1) Kimyasal maddelerle,
- 2) Oda tipi nem alıcılar
- 3) Klima santral üniteleri

Kimyasal nem alıcılar: Silikajel nem alıcılar kısa zamanda havanın nemini absorbe ederler. Yeteri miktarda nem aldıkça silikajel renk değiştirir. Nem aldıkça şeffaf olan mavi renge dönerek ortam nem değerini de belirtir.



Görsel 3E- 13



Görsel 3E- 14

Hassas parça ambalajlarında parçaları nemden korumak için kullanılan torba içinde silikajel malzemeler (Görsel 3E-13) görselinde görülmektedir.

Özellikle kapalı mekanlarda, yüksek nem seviyeleri olumsuz etkilere neden olabilir, bu nedenle ortamdaki havanın nemini almak için “Silikajel rotorlu nem alma ünitesi” kullanılır. Bu sistem (Görsel 3E-14) görselinde görülmektedir. Burada silikajelin, tambur devamlı döndürülerek daha çok silikajel ile daha fazla havanın teması sağlanmakta daha hızlı nem alma işlemi yapılabilmekte ve aynı zamanda silikajellerin emdiği suyu da dışarı atarak nem alma işleminin devamlılığı sağlanmaktadır.

Oda Tipi Nem Alıcılar, Bu sistemler, iç mekân hava kalitesini iyileştirmek ve olumsuz



Görsel 3E- 14

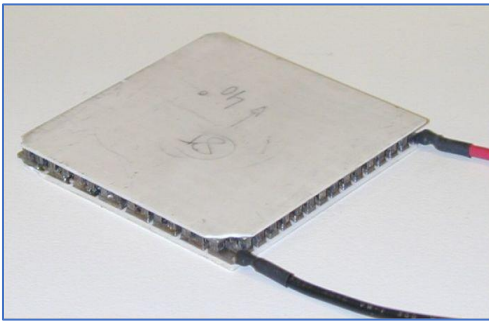
etkileri en aza indirmek için nem seviyelerini kontrol ederler. Birçok nem alma sistemi, bir nem sensörü aracılığıyla ortamdaki nem seviyesini algılar ve nem belirlenen bir seviyenin üzerine çıktığında otomatik olarak devreye girer.

Sistem, bir nem sensörü aracılığıyla ortamdaki nem seviyesini sürekli olarak izlenir. Nem, belirlenen hedef seviyenin üzerine çıktığında, nem alma sistemi devreye girer. Genellikle bir fan yardımı ile ortam

havası soğutulmuş plâka üzerinden geçirilerek nem su damlacıkları olarak plâka üzerinde yoğunlaşır. Biriken bu su altta su haznesinde birikir. Bu su hazne doldukça boşaltılır veya hortum ile bir gidere bağlanarak su tahliye edilir. (Görsel 3E-14) te örnek görülmektedir.

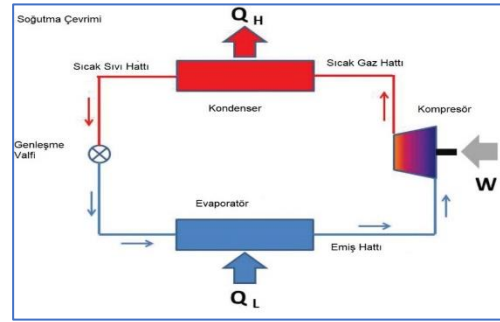
Ortam havasında su buharının havadan alınması için kullanılan en yaygın yöntem, havanın çığ noktasının altına kadar soğutulmasıdır. Yani nemli havayı soğuk plâka yüzeyine temas ettirilerek su damlacıkları oluşması sağlanır.

Soğuk plâka yüzeyi elde edilmesi ise birçok yöntemle elde edilebilir, bunlardan başlıcaları ya “Peltier” yöntemi ya da genişleme valfi (expation valf) kompresör- evaporatör ve kondenser sistemi ile elde edilir.



Peltier soğutma sistemi

Görsel 3E- 15



Kompresör soğutma sistemi

Görsel 3E- 16

Peltier nem alıcılar, İki ucuna da doğru akım verildiğinde N ve P tipindeki elemanlar bir yüzde ısınma meydana gelirken diğer taraftaki plaka soğur bundan istifade ile nemli havayı bu soğuk yüzeyden geçirilerek soğuk yüzeyin üzerinde soğur ve su buharını soğutucu plâka üzerinde yoğunlaştırır. Nemi alınmış hava soğutma işlemi yaparken yoğunlaşan su da aşağıya su deposuna akar. Bu konu (3G statik ve dinamik elektrik) dosyasında daha geniş anlatılmıştır. (Görsel 3E- 15)

Evaporatör nem alıcı, kompresör- expation valf- kondenser ve evaporatör sistemi ile soğutulmuş evaporatör yüzeyinden hava geçirilerek nemli havanın su buharı burada yoğunlaşır, nemi alınan hava sisteme geri verilir. Oluşan su da dışarı alınır.

Klima Santralleri, Büyük sistemlerde (ofis, fabrika, otel) sistemlerde ise “Klima santrallerinde” ortam soğutması yapılırken havanın nemi istenen % değere indirilir, ortamın ısıtması yapılırken de kuruyan havaya istenilen % değerinde nemlendirme yapılır.

Kapalı yüzme havuzlarında da kişilerin rahat olabilmeleri için nem alma sistemlerine ihtiyaç vardır. Kapalı havuzlar ve otellerin hamam, sauna gibi alanlarında sağlık amaçlı kullanılan **havuz nem alma sistemleri**, iklimlendirme kontrolüne ihtiyaç vardır. Küçük ölçekli havuzlardan olimpik havuzlara kadar neredeyse bütün ölçüdeki havuzlar için havuz nem alma sistemlerine ihtiyaç vardır. (Görsel 3E- 16)

Nem alma sistemlerinin en büyük avantajlarından bir tanesi de enerji tasarrufu sağlamaktır. Sistemler, otomasyon ve direk genişlemeli soğutma çevrimiyle birlikte kurulmaktadır.

Kapalı Havuz ortamında nem alma

Sıcaklığın ve nemin birlikte hissedildiği durumlarda hava insanlar için çok daha rahatsız edici olmaktadır.

Nem ve sıcaklığın yüksek olduğu bir alan kapalıysa mevcut ortamdaki oksijen azalmakta ve zararlı gazların salınımı yükselmektedir.

Özellikle kapalı yüzme havuzlarında kullanılan kimyasallarla birlikte ortamda bulunan nem ve yüksek sıcaklık nedeniyle nefes almak zorlaşmaktadır.

Havuz nem alma sistemleri, havadaki nem derecesini makul seviyeye indirerek ortamda bulunan havanın kişiler için daha uygun olmasını sağlamaktadır.

Sistemlerin kullanıldığı alanlardan bir diğeri ise kâğıt ve selülozik malzeme depolayan yerlerdir.

Arşiv ve müzelerde saklanan ya da sergilenen değerli evrakların, tarihi eserlerin korunması için de ortamdaki nem seviyesi büyük önem taşımaktadır.

Nem miktarının yüksek olması ortamda bulunan değerli eserlerin ve evrakların kısa sürede deformasyonuna neden olmaktadır.

Yüksek nem seviyesi ortamda bulunan ürünler üzerinde oksidasyona neden olarak paslanma ve çürümeye sebebiyet vermektedir.

Havuz nem alma sistemleri sayesinde havadaki nem miktarı kontrol edilebilmekte ve ürünlerin zarar görmesi engellenebilmektedir.

Havuz nem alma sistemleri ağırlıklı olarak kapalı yüzme havuzlarında kullanılmaktadır.

Nem miktarını istenilen aralığa getirmesinin yanı sıra sistemler ortam sıcaklığını ayarlamak için de kullanılabilir.

Bu durumda kompresörler devre dışı kalacağından daha fazla enerji tasarrufu sağlanmaktadır.