

# SENSÖR TEKNOLOJİLERİ VE ÖLÇÜM TEKNİKLERİ SICAKLIK, NEM, HAVA HIZI, BASINÇ, BACA GAZI VE YANMA VERİMLİLİĞİ, TERMAL GÖRÜNTÜLEME, SOĞUTMA SİSTEMLERİ

Özgür KÜÇÜKHÜSEYİN

Testo Elektronik ve Test Ölçüm Cihazları Dış.Tic.Ltd.Şti.  
okucukhuseyin@testo.com.tr

## ÖZET

Günümüzde sensör teknolojisi oldukça ilerlemiş olup bir çok firma bu konuda ciddi yatırımlar yapmaktadır. Çünkü “gerçek değeri” ölçmeye çalışmak, ciddi bir yatırım gerektirmektedir. Gerçek değeri en yakın tolerans ile ölçmek ana hedef olmalıdır. Sıcaklık sensörlerinden nem sensörlerine, basınç sensörlerinden hava hızı sensörlerine ve daha pek çok parametrelerin ölçümü ile ilgili olarak değişik sensör teknolojileri kullanılmakta olup, bu bildiride bu teknolojiler hakkında bilgi verilmeye çalışılacaktır.

## GİRİŞ

### Doğru sensörün seçimi:

Hassas sıcaklık ölçümü yapmanın temeli doğru sensör tipini seçmektir. Prosele uygun prob seçimini aşağıdaki kriterler belirlerler;

- Ölçüm aralığı
- Hassasiyet
- Proben cevap süresi
- Kullanım alanı

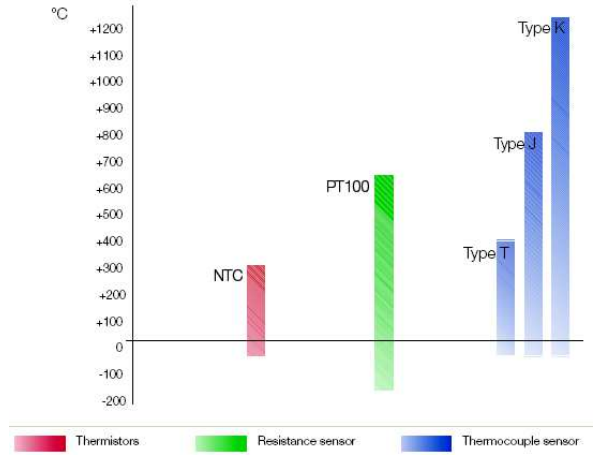
### Temaslı sıcaklık ölçümü:

Yukarıdaki kriterler göz önünde bulundurularak seçim yapılabilecek farklı sıcaklık sensör tipleri vardır. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir;

- Isılçift (Thermocouple)
- Rezistans sensör (Pt100)
- Termistör (NTC)

### Pratik kural:

Isılçift sensör grubu hızlı cevap verir ve geniş bir ölçüm aralığına sahiptirler. Pt100 ve NTC sensörler ise daha yavaş cevap vermesine rağmen daha hassastırlar. Aşağıdaki grafikten sensör tiplerinin ölçüm aralıkları ile ilişkisi gözlenebilmektedir.



Grafik-1 Ölçüm Aralıkları

### Hassasiyet:

Prob seçiminde bir diğer önemli parametre de hassasiyettir. Kimi proseslerde 0,2°C'lik hassasiyet oldukça önemli iken, kimi proseslerde kaba bir sıcaklık değeri alınması yeterli olmaktadır. Sensör seçimi bu konuda önemlidir. Aşağıdaki tablodan sıcaklık sensör tiplerine ait ölçüm aralığı, hassasiyet ve ölçüm sınıfları ile ilgili değerlendirmelerin bulunduğu tablonun incelenmesi yararlı olacaktır.

Sensör	Ölçüm Aralığı	Sınıf	Maksimum Tolerans	
			Sabit değer	Sıcaklığa göre
Thermocouple Type K (NiCr-Ni)	-40 to +1200 °C	2	±2.5 °C	±0.0075 • Itl
	-40 to +1000 °C	1	±1.5 °C	±0.004 • Itl
Type T	-40 to +350 °C	1	±0.5 °C	±0.001 • Itl
Type J	-40 to +750 °C	1	±1.5 °C	±0.004 • Itl
PT100	-100 to +200 °C	B	± (0.3 + 0.005 • Itl)	
	-200 to +600 °C	A	± (0.15 + 0.002 • Itl)	
NTC (Standard)	-50 to -25.1 °C	-	±0.4 °C	
	-25 to +74.9 °C		±0.2 °C	
	+75 to +150 °C		±0.5 %	
NTC (High temp.)	-30 to -20.1 °C	-	±1 °C	
	-20 to 0 °C		±0.6 °C	
	+0.1 to +75 °C		±0.5 °C	
	+75.1 to +275 °C		±0.5 °C ±0.5	

t : ölçülen değer

Tablo-1 Sıcaklık Sensör Tiplerine Ait Ölçüm Aralığı, Hassasiyet Ve Ölçüm Sınıfları

### Ölçüm ortamı:

Ölçümü yapılacak ortam veya malzeme çeşitine göre prob seçimi 3 ana başlık altında toplanmıştır;

- Daldırma/batırma probu
- Hava probu
- Yüzeysel probu

**1. Daldırma probu:** Her türlü ürünün iç sıcaklığı (çekirdek sıcaklığı) veya sıvı sıcaklığını ölçmekte kullanılmaktadır. Bu tarz proba ortam sıcaklığını ölçmeniz de mümkündür, ancak ortam sıcaklığı ölçmede yavaş cevap vermektedir.

**2. Hava probu:** Hava sıcaklığını ölçmek için idealdir. Probon genellikle hava ile temas yüzeyinin rahat olması nedeniyle

sensörü hava ile temas edecek şekilde açık bırakılmıştır. Cevap süresi daldırma problemlerinin hava sıcaklığı ölçümüne oranla daha hızlıdır.

**3. Yüzeysel probu:** Yüzeysel ölçümünde kullanılabilen 2 farklı yöntem vardır. Bunlar temaslı ve temassız (Kızılötesi) ölçüm yöntemidir. Temaslı yüzeysel ölçümünde kullanılabilen prob tipi yüzeysel probudur. Bu tip sensörlerin uç kısmı yüzeysel ile temas edebilecek şekilde düz bir yapıdadır. Ölçüm küt ucun yüzeye temas etmesi ile yapılmaktadır. Yüzeysel sıcaklığının ölçümü alınacak yerde tam düz bir yüzey yoksa esnek bantlı, yüzeyin şeklini alabilen yüzeysel probu tercih edilmelidir.



(1)



(2)

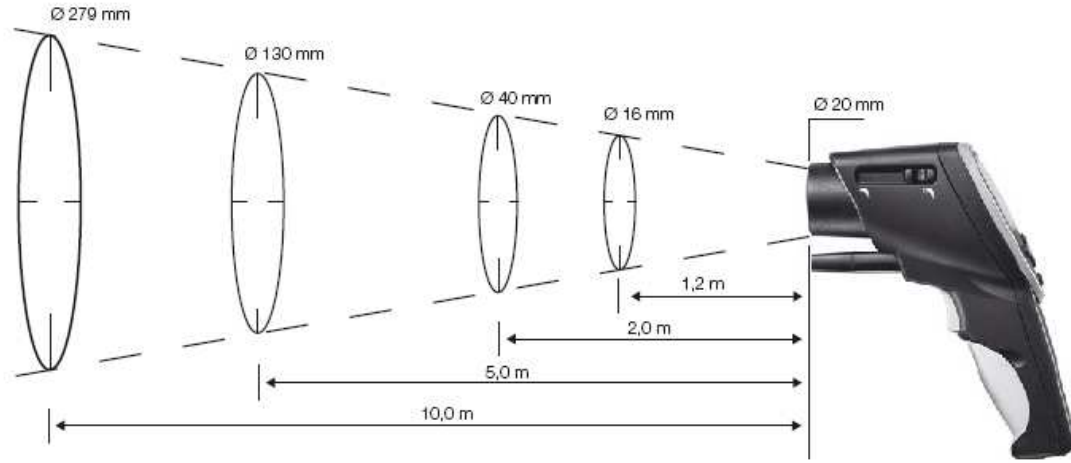


(3)

### Temassız (kızılötesi) sıcaklık ölçümü:

Kızılötesi ölçüm artık özellikle ısıtma soğutma sektöründe çok sıklıkla kullanılan bir ölçüm haline gelmiştir. Kızılötesi, sıcaklık ölçüm cihazlarının yüzey sıcaklığını çok hızlı bir şekilde ölçmesi en büyük avantajıdır. Aynı zamanda erişilmesi noktalardaki yüzey sıcaklığını ölçmekte de oldukça yarar sağlar.

Ancak temassız ölçümde dikkat edilmesi gereken bazı önemli noktalar vardır. Bunlardan ilki özellikle tek nokta lazer işaretlemeli temassız termometrelerde **optik orana** azami dikkat edilmesidir. Optik oran; cihazın ölçüm yapacağı mesafe ile ölçtüğü bölgenin arasındaki bağıntıyı işaret eder. Örnek olarak aşağıda 75:1 optik oranına sahip testo 845 kızılötesi termometrenin ölçüm alanı görüntüsü verilmiştir;



Şekil-1 Kızılötesi Termometre Örnek Ölçüm Alanı

Yukarıdaki şekilden de görebileceğiniz gibi, cihaz belirli mesafede belirli bir dairenin ortalama sıcaklık değerini göstermektedir. Ölçüm yaptığınız cihaz eğer tek nokta işaretlemeli ise, nokta sadece dairenin orta noktasını gösterir. Ölçtüğü dairenin çapını ise cihazın optik oranına ve ölçüm yaptığınız noktaya bulunduğunuz mesafeye göre hesaplamamız gerekmektedir. Daha hassas ölçüm almak için çift nokta işaretlemeli kızılötesi sıcaklık ölçüm cihazı tercih edilebilir. Çift noktalı ölçüm cihazları, ölçülen dairenin alt ve üst noktalarını belirler.

### Nem ölçümü:

Nem, endüstriyel uygulamada ölçülmesi ve kontrol altına alınması zorunlu parametrelerden biridir. Bu parametrenin doğru ve prosedüre uygun olarak ölçülmemesi sonucunda üretimde ve depolama proseslerinde büyük zararlar meydana gelebilir. Hatta günümüzde artık

bu parametrenin sadece ölçümleri yeterli değildir, ölçülen bu değerlerin düzenli bir şekilde bilgisayar ortamında kayıt altına alınması da zorunlu hale gelmiştir. Bu bağlamda bu parametrelerin hassas ve doğru bir şekilde ölçülüp değerlendirilmesi konusunda ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Nem sensörü ile son derece kararlı üretim ve ayarı sayesinde,  $\pm 2$  veya ayrıca  $\pm 1$  RH oranında ölçüm hatasının garanti edilmesi mümkün hale gelmiştir. Buna ek olarak, nem sensörü de uzun süreli stabilite sağlar.

Nem sensörü ne kadar hassassa, klima ve havalandırma sistemlerinin işletim maliyetleri o kadar düşük olur. Uluslar arası standartlara göre (ASHRAE Temel İlkeleri, DIN 1946 vb.) klima sistemleri  $30\% \dots 65\%$  RH arası hava nemi seviyelerine sahip olmalıdır. Daha yüksek nem seviyeleri, nemi alınarak gerekli aralığa

getirilmeli; daha düşük seviyeler ise nemlendirilmelidir.

Nem uygulama ve amaca bağılı olarak, referans ölçüm cihazları, veri kaydediciler, sabit ölçüm teknolojisindeki cihazlar ve portatif kontrol amaçlı cihazlar ile ölçülebilir.

### **Hava hızı ölçümü:**

Hava hızını ölçmekte kullanılan ölçüm cihazına anemometre denmektedir. Hava hızı ölçümünde ölçüm yapılacak yer, hava hızı ve hava sıcaklığı kullanılacak cihaz ve ilgili sensörünün tipini seçmekte dikkate alınması gereken parametrelerdir. Uygun anemometre ve probunu seçerken yukarıda belirtilen parametreler mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Hava hızı ölçümünde kullanılabilecek sensör tipleri aşağıda sıralanmıştır;

- Pervane tip sensör
- Termal sensör
- Pitot tüp

### **Prob seçimi:**

0 ile 100m/s arasındaki hava hızı 3 farklı bölümde incelenebilir:

- Düşük seviye hız 0 ile 5m/s arasında
- Orta seviye hız 5 ile 40m/s arasında
- Yüksek seviye hız 40 ile 100m/s arasında

Termal problar 0 ile 5 m/s arasındaki düşük hızlarda hassas ölçüm almaktadırlar. Pervane problar 5 ile 40m/s arasındaki orta hızlardaki akışlarda kullanılmak için idealdir. Pitot tüpün ölçüm aralığı kullanılan fark basınç sensörüne bağlıdır. Zira pitot tüplerle ölçülen hava hızları aslında Bernouilli denklemi baz alınarak fark basıncından hesaplanan bir parametredir. Pitot tüpler daha çok yüksek hızların ölçümünde kullanılan ürünlerdir.

Prob seçimindeki başka bir kriter ise sıcaklıktır. Normal şartlarda termal problar 70°C'ye kadar kullanılabilir. Özel olarak dizayn edilmiş pervane problar ise +350°C'ye kadar çıkan sıcaklıklarda çalışabilir. +350°C üzerindeki sıcaklıklarda genellikle pitot tüpler kullanılmaktadır.

### **Termal problar:**

Termal probların çalışma prensibi; belirli sıcaklığa kadar ısıtılmış ince bir telin üzerine çarpan hava akışının ısıtılmış tel üzerinde yaratmış olduğu soğuma baz alınarak hesaplanmasıdır. daha soğuk bir akışın çarpması ile ısıtılmış bir elemanın soğuması sonucunda oluşmaktadır. Termal prob türbülanslı akışların ölçümü için uygun değildir

### **Pitot tüp:**

Pitot tüpler kanal içerisinde, özellikle yüksek hız ve yüksek sıcaklığın olduğu yerlerin ölçümünde idealdir. Pitot tüp bir fark basınç ölçüm cihazına takılarak, kanal içerisinde ölçülen dinamik basıncın formülasyonla hava hızına dönüşmesi sonucunda hava hızını hesaplamaktadır. Pitot tüp yardımı ile yapılan ölçümlerde de termal problar gibi türbülans olan yerlerde ölçüm sonuçlarında dalgalanma gözlenmektedir.

### **Pervane prob:**

Pervane probun ölçüm prensibi pervane devirinin elektrik sinyaline dönüşümüne dayanmaktadır. Geniş çaplı pervaneler (Ø60mm, Ø100mm) türbülansın bulunduğu, orta ve düşük hızlı akışlar için uygundur (Menfez, anemostat uygulamaları). Küçük çaplı pervane problar ise daha çok kanal içi ölçüm uygulamaları için uygundur.



Resim-1 Termal prob



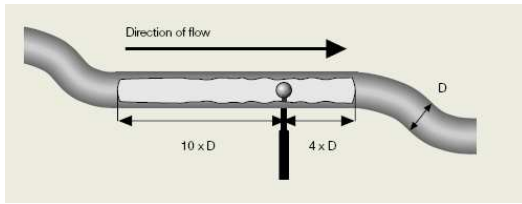
Resim-2 Pitot tüp



Resim-3 Pervane prob

### Prob konumunun seçimi:

Mümkün ise ölçümün kanalın dirseklerden uzak bir kısmında yapılması gerekmektedir. Kanal içi ölçümlerde ölçüm alınacak nokta için dirseklerden en az 10 kanal çapı kadar mesafe bırakılmalı ve ölçüm noktasından sonra gelen gelen dirsekten 4 kanal çapı önde olmalıdır. Akış profili hiç bir engelleyici eleman tarafından engellenmemelidir. Prob konumunun seçimi ile ilgili aşağıdaki resim incelenebilir.



Resim-4 Prob konumu seçimi

### Akışa konumlanma:

Pervane ve termal prob şekilde de görüldüğü gibi akışa paralel olarak konumlandırılmalıdır. Probun akışa dik olmadığı durumda cihazda görünen değer değişecektir. Pervane prob doğru şekilde konumlandırıldığında hız maksimumda görüntülenecektir. Tasarısı gereği pervane

problar termal problara ve pitot tübe göre türbülansdan çok daha az etkilenirler.

Doğru ölçüm almak için prosese en uygun anemometre tipini seçmek çok önemlidir. Unutulmamalıdır ki yanlış alınan ölçüm değerleri havalandırma ayarlarının yapılmasında hatalara sebep olabilmekte, sonuç olarak da enerji maliyetlerinin daha da yükselmesine sebep olabilmektedir.

### Fark basıncı ölçümü:

U manometreler ile fark basıncı ölçümünde dijital teknoloji kullanıcıya önemli faydalar sağlamaktadır. Dijital u manometre ile çok düşük basınçları ekranda görebilme imkanınız vardır. Sulu u manometrelerde virgülden sonraki rakamı net olarak görmek çok zor, neredeyse imkansızdır. Dijital u manometre ile ise virgülden sonraki rakamı görmek için sadece cihazın hortumlarını ilgili yerlere yerleştirirseniz yeterlidir.

Dijital u manometrelerin uygulama alanları;

- Kombi ve brülörlerde gaz basıncı ayarı
- Bacalarda çekiş ölçümü
- 2 farklı mekan arasındaki basınç farkı
- Pitot tüp kullanarak havalandırma kanallarındaki dinamik basınç, statik basınç ve toplam basınç ölçümüdür.

Dijital u manometreleri özellikle kombi uygulamalarında gaz ayarı amacıyla kullanmanın elbette birçok avantajı vardır. Bu cihazlar doğru kullanıldıkları takdirde, kullanıcıya profesyonellik, hassasiyet, zaman ve prestij kazandıran cihazlardır.



Resim-5 Digital U Manometre

U manometrelerin kullanımında dikkat edilmesi gereken noktalar ile ilgili örnek olarak testo 510 u manometrenin kullanımı hakkında önemli bir kaç bilgi verilecektir;

- Cihazın arkasındaki mıknatıslar sayesinde metal bir yüzeye cihazı sabitleyerek ölçüm almanız, daha hassas ölçüm almanız açısından önemlidir. Ancak, cihazı sabitlediğiniz yüzeyin yüksek sıcaklıkta olmamasına dikkat ediniz. Cihazın düşük basınçlarda hassasiyetinin 0,03mbar olduğunu düşünüldüğünde, bu hassasiyeti korumak için yüksek sıcaklıktan kaçınılmasının önemi daha iyi anlaşılmaktadır.
- Cihazın çalışıp çalışmadığını cihazın “+” veya “-“ ucuna üfleterek test etmeyiniz. Zira nefesinizdeki yüksek su buharı sensörlere zarar verebilir.

- Cihazı çalıştırdıktan sonra, sisteme hortumla bağlantı yapmadan önce sıfırlayınız. Cihazın artı ucundaki hortumu sisteme bağlayıp, daha sonra sıfırladığınız takdirde cihaz mevcut basıncı “0” gösterecektir.

### **Baca gazı ve yanma verimliliği analizi:**

Yoğuşmalı kombilerin yanma ayarı bacadan çıkan CO2 konsantrasyonuna göre yapılmaktadır. Konvansiyonel (Gele-neksel) kombilerde yanma ayarları basınca göre yapılırken, yoğuşmalı kombilerde ayarlar baca gazındaki CO2 konsantrasyonuna göre yapılmaktadır. CO2, portatif cihazlarda ölçülen O2 konsantrasyonuna ve seçilen yakıt tipine göre hesaplanan bir parametredir. Yani baca gazı analiz cihazında CO2 ölçümü için ayrı bir CO2 sensörüne gerek yoktur. Bu bağlamda yoğuşmalı kombilerin ayarlarının yapılması için sadece O2 sensörüne sahip portatif baca gazı analiz cihazı yeterli olacaktır. Baca gazı analiz cihazlarının sensörleri elektrokimyasal yolla çalıştığından dolayı belirli sürelerde değişime ihtiyacı vardır. Sadece yoğuşmalı kombi uygulaması olacaksa kullanılmayacak bir CO sensörü için sarf malzeme ücreti ödeme zorunluluğu ortadan kalkar. Daha sonra ihtiyaç duyulduğunda cihaza CO sensörü de eklenebilir.

Baca gazı analiz cihazlarının da aynı arabalar gibi periyodik yıllık bakımlara ihtiyaçları bulunmaktadır. Bu bağlamda bu cihazlar teknik servise muhtaç cihazlardır. Baca gazı analiz cihazlarının satış sonrası servis hizmeti desteğinin çok iyi olması gerekmektedir. Analiz cihazlarının servise bağımlılığının azaltılması sensör ömrünün uzun olması ile direkt olarak alakalıdır. Gaz sensörlerinin teorik kullanım süresi ve garanti şartları alım öncesinde özenle irdelenmelidir.

### **Termal görüntüleme:**

**Kızıl ötesi termografi**, cisimlerin yaydığı gözle görme alanımızın dışında kalan ısı yayılımını, renkli görüntü ya da tonlama şeklinde görünür hale getirir. Bu yöntemle,

ısıyan mekanik ortamlar elektrik donanımlarında, bağlantı noktalarında, sigortalarda, kopma noktalarında direnç nedeni ile oluşan ısı değişimleri izotermier şeklinde algılanır.

Infrared termografi kameraları görünmez infrared ya da sıcaklık radyasyonu görüntüleri üretirler. Temassız sıcaklık ölçüm imkanı sunarlar. Hemen hemen tüm nesnelere bozulmaları ve nesnelere oluşan problemler ile birlikte sıcaklıkları artar. Bu da termal kameraları çeşitli uygulamalarda çok değerli bir problem teşhis aracı haline getirir. Endüstride



üretim verimliliğini ve kalitesini arttırmaya, enerjiyi yönetmeye, üretim kalitesini arttırmaya ve iş güvenirliliğini ilerletmeye çalışırken, termal kameralar için yeni uygulama alanları da doğmaya devam etmektedir.

Termal ya da infrared enerji dalga uzunluğu insan gözünün tespit edemeyeceği kadar uzun olduğu için görünmez olan ışıktır; bizim sıcaklık olarak algıladığımız elektro-manyetik

spektrumun bir parçasıdır. Görünür ışığın aksine, infrared dünyasında mutlak sıfırın üzerinde sıcaklığa sahip her şey ısı yansıtır. Hatta buz küpleri gibi çok soğuk nesnelere bile infrared radyasyon yayarlar.



Bir nesnenin sıcaklığı ne kadar yüksekse yaydığı termal radyasyon da o kadar büyük olur. Infrared sayesinde gözlerimizin göremediğini görürüz. Bazen bir termal (IR) kamerayla problemi teşhis etmek yeterli olmaz. Aslında doğru sıcaklık ölçümü olmaksızın tek başına bir infrared kamera görüntüsü bir elektrik bağlantısının ya da aşınmış bir mekanik parçanın durumu hakkında çok az şey söyler. Birçok elektrikli hedef, oda sıcaklığının oldukça üstünde olan sıcaklıklarda düzgün bir şekilde çalışır. Ölçümsüz bir infrared görüntü yanıltıcı olabilir çünkü aslında olmayan bir problemi varmış gibi gösterebilir. Sıcaklık ölçüm özelliğine sahip infrared kameralar kestirimci bakım profesyonellerinin elektrikli ve mekanik hedeflerin çalışma durumları hakkında doğru hükümler verebilmelerini sağlar. Sıcaklık ölçümleri daha önceki sıcaklık ölçümleriyle ya da aynı anda benzer bir ekipmanın infrared bulgularıyla karşılaştırılabilir ve bunun sonucunda önemli bir sıcaklık artışının bileşene ya da tesisin güvenliğine zarar verip vermeyeceği belirlenir.

## Termal görüntüleme cihazının kullanılabilir olduğu uygulama tipleri:

1. Dış cephe veya çatı **yalıtım kontrolü** uygulamalarında
2. Hava akımı/kaçağı veya rutubet kaynaklı **sorunlu noktaların belirlenmesi** uygulamalarında
3. **Bina denetimlerinde**
4. Endüstride“**önleyici bakım**” uygulamalarında

Önleyici bakım, sistem çalışır durumda iken arızalar oluşmadan önce yapılan parça değişimi, yağ değişimi, ayar, kontrol vb. işlemlerden oluşan planlı bakımdır ve önceden belirlenen periyotlarda yürütülür. Önleyici bakımın amacı, kullanım süresi boyunca oluşan yıpranma, aşınma, yaşlanma, korozyon vb. etkileri minimuma indirerek sistemin güvenilirliğini arttırmak ve plansız bakımları en aza indirerek toplam bakım maliyetlerini azaltmaktır.

5. Endüstride“**kestirimci bakım**” uygulamalarında

Kestirimci bakım, makinalar üzerinden, periyodik aralıklar ile alınan, fiziksel parametre ölçümlerinin zaman içindeki



eğilimlerini izleyerek, makina sağlığı hakkında geleceğe yönelik bir kestirimde bulunma yöntemidir.

## Soğutma sistemlerinde ölçüm ihtiyacı duyulan yerler:

Soğutma sistemlerinde servis, bakım, hata tespiti, sızdırmazlık testi, vakum ve gaz

dolumu gibi standart işlemlerin gerçekleştirilmesinde sistem üzerinde ölçümler yapılmalıdır. Basınç, sıcaklık, doymuş buhar sıcaklığı, vakum, aşırı ısınma, aşırı soğuma ve sızdırmazlık gibi parametreler sağlıklı bir sistem için ölçülmesi gereken parametrelerdir.

Bu parametrelerden aşırı kızdırma ve aşırı soğuma değerlerinin ölçülmesi soğutma sistemleri ile ilgili aşağıdaki bilgileri ve hataları farketmenizde kolaylık sağlayacaktır.



- ✓ Kompresörün sıvıdan korunması
- ✓ Genleşme elemanının önünde sıvı olmamasının garantisi
- ✓ Kompresör verimi
- ✓ Yağ geri dönüşü iyileşmesi
- ✓ Evaporatör küçük olabilmesi.
- ✓ Eksik/Fazla gaz ihtimalinin tespiti
- ✓ Soğutma kapasitesi izlenmesi

Vakum ölçümü de sistemdeki nem ve yabancı gazların tahliyesine yardımcı olurken, korozyon hasarı, asit ve çamur oluşumu engellenir.

Soğutma analizörü ile aşağıdaki tespitleri yapabilmemiz mümkündür.



## **Kontrol, Servis, Bakım ve Hata tespiti**

Sistem devreye alımından sonra sistem bir kez daha kontrol edilebilir. Yüksek/alçak basınç değerleri, aşırı kızdırma (superheating)ve soğuma (subcooling) değerleri kontrol edilebilir. Servis ve bakım süresince kontrol esnasında yapılan ölçümlerin aynısı yapılabilir.

### **Sızdırmazlık testi**

Azot ile basınç düşümü testi yapılabilir.

### **Vakum**

Entegre vakum sensörü sayesinde sadece basıncı değil, mevcut vakum basıncında suyun buharlaşma sıcaklığını, ortam sıcaklığını ve iki sıcaklık arasındaki farkı da gösterebilmektedir.

### **Devreye alma**

Sisteme gaz dolumu yapıldıktan sonra yüksek ve alçak basınç değerleri kontrol edilir ve aşırı kızdırma ve soğuma değerleri hesaplanır.

### **Dolum**

Dolum, buharlaşma / yoğuşma basıncına göre veya aşırı ısınma değerlerine göre yapılabilir.

## **KAYNAKLAR**

[1] VDI 2080: Measuring Methods and Measuring Instruments for Air Conditioning Plants October 1984

[2] VDI 2079: Acceptance Testing of Air Conditioning Plants March 1983

[3] DIN 1946 Teil 2: Air Conditioning Engineering, Health Requirements January 1994

[4] Glück, B: Air Conditioning Engineering, Health Requirements GI Domestic Engineering, Structural Physics, Environmental Engineering 1993, Volume 3

[5] Air Conditioning Engineering Lecturers' Working Party: Manual of Ambient Air Measurement, Volume 3

[6] DIN 33403, Part 1: Air Conditions at Work and in the Working Environment, April 1984.

[7] DIN 4796 Part 1 and Part 2: Measuring the Efficiency of Air Conditioning Plant Draft, September 1991

[8] Air Conditioning Engineering Lecturers' Working Party: Manual of Ambient Air Measurement Volume 1: Fundamentals