

NEM ÖLÇÜMLERİ

Doç. Dr. Sevilay Uğur , Ali Uytun

Ulusal Metroloji Enstitüsü, P.K: 54 41470 Gebze-Kocaeli TÜRKİYE
Tel: 262 679 50 00 E-Mail:sevilay.ugur@ume.tubitak.gov.tr, ali.uytun@ume.tubitak.gov.tr

ÖZET

Güvenilir, doğru ve izlenebilir nem ölçümleri endüstride ürün kalitesinin artması bakımından gün geçtikçe artan bir önem kazanmaktadır.

Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) nem ölçüm çalışmalarına 1999 yılında başlamıştır. Amacı Türkiye'nin Ulusal Nem ölçeğini oluşturmak, bu ölçeği endüstriyel kalibrasyon laboratuvarlarına aktarmak, izlenebilir nem ölçümleri konusunda ülkemizin diğer ülkelerle denkliğini sağlamaktır.

Laboratuvarımızda -10°C ile $+70^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığında, %5 ile %95 aralığında bağıl nem ve -70°C ile $+60^{\circ}\text{C}$ aralığında çiy/kırağı noktası oluşturulabilmektedir.

Bu bildiride UME Nem Laboratuvarı tanıtılarak, laboratuvarın endüstriye verdiği hizmetler anlatılacaktır.

Anahtar sözcükler: Bağıl Nem, Çiy Noktası Sıcaklığı

1.GİRİŞ

UME Sıcaklık Standartları Laboratuvarı-SSL içinde yer alan UME-Nem Laboratuvarı 1999 yılında çalışmalarına başlamıştır. Amacı, ülkemizdeki nem ölçümlerinin izlenebilirliğini ve uluslararası denkliğini sağlamaktır.

Nem ölçmek çok kolay bir iş değildir. Bunun en önemli nedeni dinamik alanın çok geniş olmasıdır. Örnek olarak -70°C kırağı noktası 2,6 PPMv karşılık gelmektedir. Bu değer oda sıcaklığında %0,01 den daha düşük bağıl nem demektir. Ayrıca nem ölçümlerinin, bu aralıklarda, aşındırıcı veya aşındırıcı olmayan çeşitli gaz ortamlarında ve değişik kirlilikler yaratan parçacıklı ortamlar gibi değişik atmosferlerde yapılması gerekir. Bu gibi nedenler nem ölçümlerinin yapılmasını zorlaştıran önemli etkenlerdir.

Ölçüm aralığının genişliği ve değişik ortamlar, ölçüm teknikleri ile ölçüm cihazlarında çeşitliliğe neden olmaktadır. Ayrıca nem, genellikle, bağıl nem, çiy noktası sıcaklığı, hacim ve kütle karışım oranı veya mutlak nem cinsinden ölçülür. Bu şekilde değişik birimlerle de ifade ediliyor olması amaca göre farklı endüstri kuruluşlarında farklı nem ölçüm cihazları gerektirmektedir. Kalibre edilecek cihazların çeşitliliği de nem kalibrasyonlarını daha da zorlaştırmaktadır.

2. BAĞIL NEM

Nem, gazın içindeki su buharı miktardır.

Su buharı diğer gazlarla karışmış olarak bulunduğu için gaz kanunlarına uyarak kısmi basıncını uygular. Bu şekilde nem ölçümü, gazın içindeki su buharının kısmi basıncının ölçülmesidir.

Kısmi basıncın ölçülmesinin en temel ve yaygın yöntemi o gazın yoğunlaşma sıcaklığının ölçülmesidir.

İçinde belli bir miktar su buharı taşıyan gaz sabit basınç altında soğutulursa belli bir sıcaklık noktasına gelindiğinde yoğunlaşma gözlenir. Yoğunlaşmanın başladığı sıcaklık ise çiy noktası sıcaklığı (dew-point temperature) olarak adlandırılır. Bu sıcaklıktaki kısmi su buhar basıncı, doyma su buhar basıncına eşittir.

Herhangi bir gaz kendi özelliklerine bağlı olarak belli miktarda su taşıma kapasitesine sahiptir. Bu kapasite büyük

oranda sıcaklığa bağlıdır. Gaz ne kadar sıcak olursa su buharı tutma kapasitesi o kadar fazla olur. Belli bir sıcaklıkta gaz, buhar tutma kapasitesini tam olarak kullanıyorsa gaz doymuş (saturated) demektir. Bağıl nem, gazın hangi oranda su buharı ile doymuş olduğunu anlatır.

Kısaca bağıl nem değeri gerçek su buharı miktarının aynı koşullardaki maksimum su buharı miktarına oranıdır. Maksimum su buharı miktarı ise o sıcaklık ve basınç değerinde gazın doyma buhar miktarıdır. İdeal gaz kanununu düşünürsek gazın belli bir sıcaklık ve basınçtaki kısmi buhar basıncının aynı sıcaklık ve basınçtaki doymuş buhar basıncına oranıdır.

$$\% \text{ BağılNem} = \frac{e}{e_s} \times 100 \quad (1)$$

e : kısmi buhar basıncı

e_s : çiy/kırağı noktası buhar basıncı (doymuş buhar basıncı)

3.0. UME SSL NEM LABORATUVARI

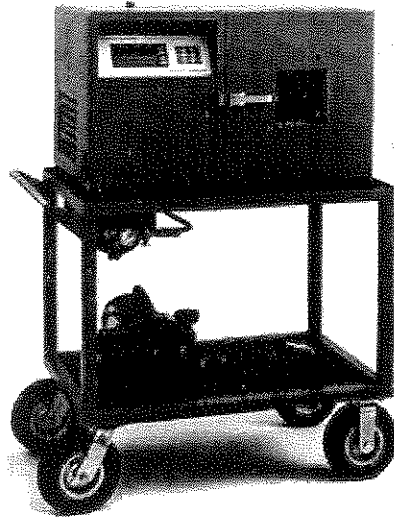
-70 °C ve 60 °C aralığında çiy/kırağı noktası oluşturulabilmek için laboratuvarında iki adet nem jeneratörü mevcuttur.

3.1. 2-P nem jeneratörü ve bağıl nem kabini.

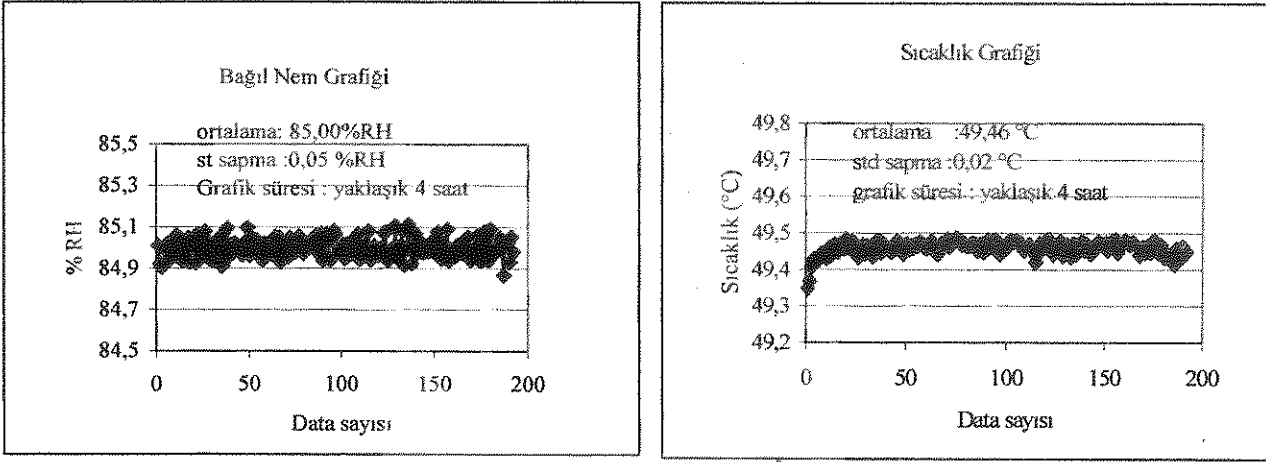
İki basınç ilkesine göre çalışan bu kabinde, yüksek basınçtaki hava akımı, sabit bir sıcaklıkta doymun duruma getirilir ve sonra aynı sıcaklıkta fakat daha düşük basınçtaki, genellikle ortam basıncındaki nem odasına bırakılır.

Doymunlaştırıcı ve nem odasındaki sıcaklık ve basınç ölçülerek bağıl nem hesaplama yöntemine dayanır.

Aşağıda verilen grafikte kabinin sıcaklık ve bağıl nem kararlılığı gözükmektedir.



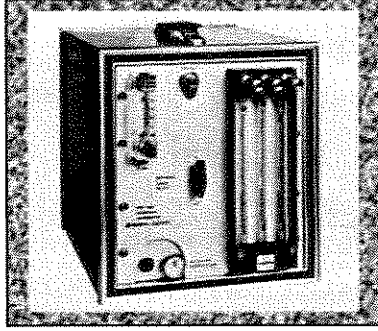
Resim 1. UME SSL Nem lab. Sıcaklık ve Bağıl Nem kabini



Grafik 1. Kabinin Bağıl Nem ve Sıcaklık kararlılığı

3.2. İki Akış (Flow) ilkesine göre çalışan nem kaynağı

Bu yöntemde kuru hava iki kısma ayrılır yani iki ayrı gaz akışı vardır. Bir akışta kuru gaz, diğerinde ise suya veya buza göre doymun duruma getirilmiş gaz taşınır. Bu iki akış nem odasında tekrar birleştirilir. Test odasındaki bağıl nem, iki gaz akışının bilinen akış oranları kullanılarak hesaplanabilir.



Çalışma Aralığı : -80 °C FP / +20 °C DP

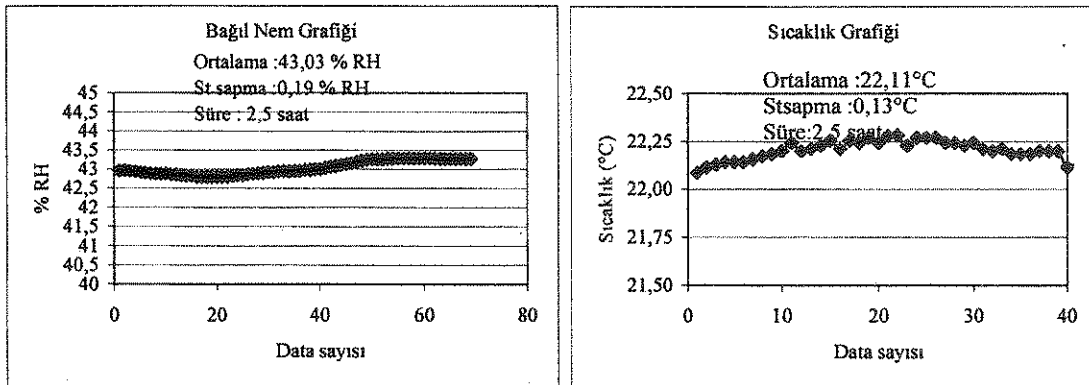
Kararlılık : 0.25 °C DP

Resim 2. UME, Nem Laboratuvarında Bulunan İki Akış İlkesine Göre Çalışan Nem Kaynağı

3.3. Doymuş tuz çözeltileri ile elde edilen nem sabit noktalar

Doymuş tuzlar, belli karakteristik bağıl nem değerlerini üretirler. Bu değerler, tuzun kimyasal yapısına, tuz konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlıdır. Bu metot uzun yıllardır kullanılmakta ve birçok kullanıcı tarafından uygulanmaktadır. Doymuş tuz solüsyonlarının bir özelliği de kararlı derişime sahip olmalarıdır. Böylece sabit bağıl nem üretirler.

UME SSL Nem laboratuvarında % 11 ile % 98 aralığını kapsayan doymuş tuz çözeltileri ile elde edilen dört adet nem sabit noktası mevcuttur. Aşağıda bunlardan bir tanesinin kararlılık grafiği verilmiştir.

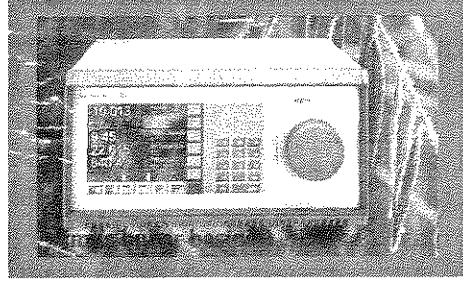


Grafik 2. UME SSL Nem Lab. Nem sabit noktaların kararlılıkları

3.4. Çiy (dew) Noktası Ölçerler

Laboratuvarında iki adet farklı çiy/kırağı noktasını ölçen optik higrometre- çiy noktası ölçer bulunmaktadır.

Çiy noktası ölçer yoğunlaşma aynasında optik yöntemle algılama yaparak ölçümleri gerçekleştirir. Bu iki cihaz UME Nem laboratuvarında referans olarak kullanılmakta ve karşılaştırmalara katılarak [5] UME nem laboratuvarının uluslararası denliğini sağlamaktadır.



Resim 3. Çiy noktası ölçer

3.5. Transfer Nem Ve Sıcaklık Ölçerler

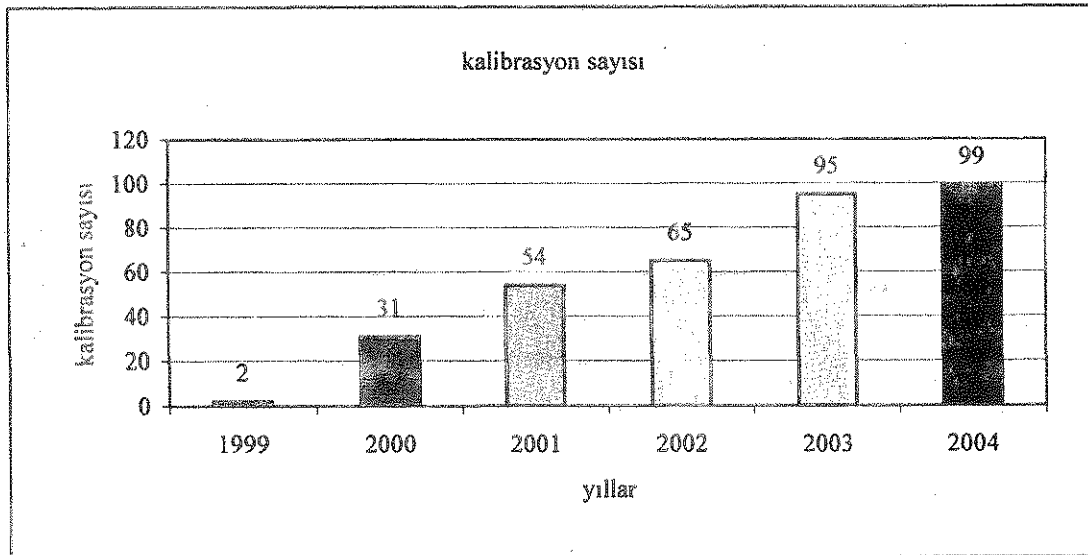
Ayrıca laboratuvarında nem jeneratörlerine karşı kalibre edilmiş sıcaklık belirsizliği 0,1 ve bağıl nem belirsizliği %1 den daha iyi bağıl nem ölçerler endüstriyel kalibrasyonlarda rutin bir şekilde kullanılmaktadır.

4. ENDÜSTRİYEL HİZMETLER

Tablo 1'de UME -Nem laboratuvarının endüstriye verdiği kalibrasyon hizmetleri görülmektedir. Bu hizmetler kuruluşundan bu yana artmıştır. Bu artış grafik 3'de görülmektedir.

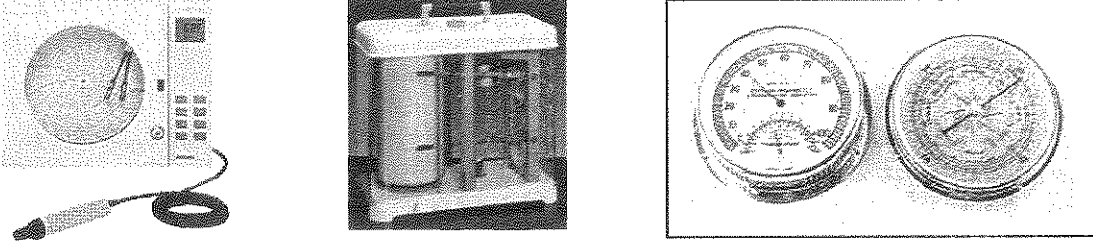
Tablo 1. UME SSL Nem Lab. Kalibrasyon Olanakları

FNM-1000	Çiy (dew point) Noktası Ölçer Kalibrasyonu	FNM-5000	Termograf Kalibrasyonu
FNM-2000	(Hygrometre) Nem Ölçer Kalibrasyonu	FNM-6000	Mekanik Nem Ölçer Kalibrasyonu
FNM-2500	Nem kabiniinde Sıcaklık Kalibrasyonu	FNM-7000	Tuz solüsyonları Kalibrasyonu
FNM-3000	Bağıl Nem Odacığı Kalibrasyonu	FNM-8000	Sis odacığı Kalibrasyonu
FNM-4000	Islak-Kuru Hazneli Nem ölçer Kalibrasyonu	FNM-9000	Diğer nem ölçer Kalibrasyonu
FNM-4500	Islaklık (moisture) Ölçer Kalibrasyonu	FNM -9500	İklimlendirme kabiniinde test ve ölçümler

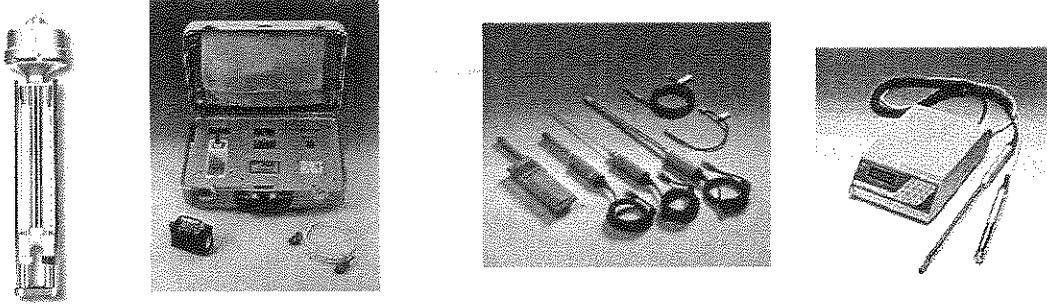


Grafik 3. UME SSL Nem Lab. Yıllara göre kalibrasyon sayıları

Ume SSL Nem laboratuvarı farklı bir çok endüstriyel kuruluşa hizmet vermektedir. İkinci seviye kalibrasyon laboratuvarları yanı sıra, ilaç, gıda, mobilya, otomotiv ve benzeri sanayi kuruluşlarına kalibrasyon, ölçüm ve eğitim konusunda hizmetini sürdürmektedir. Daha önce de belirttiğimiz gibi Nem ölçmek için çok farklı cihazlar mevcuttur. UME SSL-Nem Laboratuvarına çok farklı nem ölçme cihazları gelmektedir. Bunlardan bazılarının resimleri aşağıda verilmiştir.

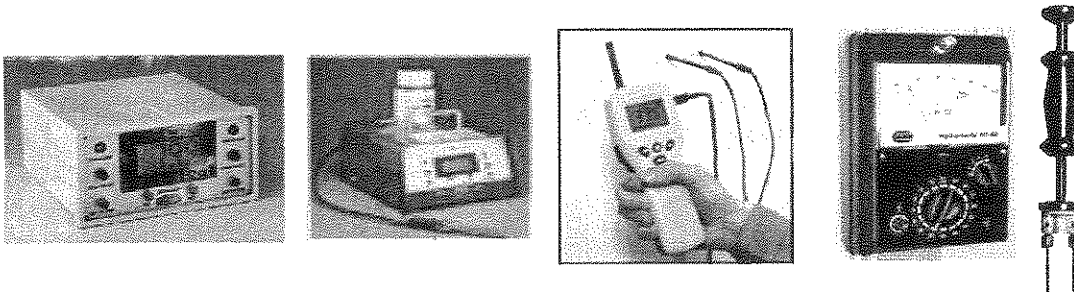


Resim 4. Mekanik Nem ölçerler



Resim 5. Islak Kuru Hazneli Nem ölçerler

Resim 6. Elektriksel Nem ölçerler



Resim 7. Çiy Noktası ölçerler

Resim 8. Islaklık ölçerler

Yukarıda verilenlerin dışında çok farklı nem ölçen cihazlarda mevcuttur. Bunlar; Elektrolitik, tayfsal Renk değişimlerine göre olabilir.

5. SONUÇ

UME SSL Nem Laboratuvarı Nem ölçümlerinin izlenebilirliğini ve uluslararası denkliği sağlamak için çalışmalarına devam etmektedir.

Nem ölçümlerinde çok farklı cihazlar kullanıldığında her yıl kapasitesini ve ölçme tekniklerini artırarak Türk endüstrinin ihtiyacını büyük ölçüde karşılar duruma gelmiştir.

6. REFERANSLAR

- [1] Operation and Maintenance Manual, Benchtop Two Pressure Humidity Generator Series 2500, Thunder Scientific.
- [2] www.michell.co.uk " Principles of Chilled Mirror "
- [3] " A Guide to the Measurement of Humidity ", The Institute of Measurement and Control, NPL (UK), 1996.
- [4] " Water Vapor Measurement", Piter R. Wiederhold,
- [5] "Measurements of humidity standards at UME (turkey) and at IMGC-CNR (italy) a bilateral comparison", Sevilay Uğur, Ali Uytun, Vito C. Fericola, Mauro Banfo, Proceedings of tempmeko 2004
- [6] "Characterisation of the UME Two-Pressure Humidity Generator", ISHM2002 Taiwan Papers from the 4 th international Symposium on Humidity and Moisture., Sevilay Uğur, Ali Uytun, pp. 10