

# POLİETİLEN ESASLI ISI YALITIM MALZEMELERİNİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ\*

**Derya Burcu ÖZKAN, Abdülkadir EDREMİT, Ahmet KOYUN**

## ÖZET

Yalıtım malzemelerine uygulanan test metodları malzemelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin farklılıklarına göre sınıflandırılır. Bu yazıda yalıtım malzemeleri açısından en belirleyici iki özellik olan ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ ) tayini testi ile açık ve kapalı gözeneklerin hacim yüzdeleri tayini test metodları polietilen esaslı malzeme için ayrıntılı bir şekilde anlatılacak ve yapılan test sonuçları verilecektir.

## GİRİŞ

Enerji darboğazına girildiği günümüzde enerjinin verimli kullanılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bunda yalıtımın rolü büyüktür. Yalıtım malzemeleri çeşitlilik göstermekte olup kullanılacağı yere göre seçim yapılması son derece önemli bir konudur. Bir başka önemli konu ise malzemelerin fiziksel özelliklerinin uluslararası standartlara uygun bir şekilde doğru olarak tespit edilmesidir. Buda projelendirmede doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Polietilen esaslı ısı yalıtım malzemelerinin fiziksel özelliklerinin tespiti için aşağıda belirtilen test metodları kullanılmıştır.

- 1 ) Isı İletkenlik Katsayısı Tayini Deneyi (TS 389 )
- 2 ) Açık ve Kapalı Gözeneklerin Hacim Yüzdesi Tayini Deneyi (TS 4202)
- 3 ) Su Buharı Geçirgenlik Tayini Deneyi (TS 1971)
- 4 ) Su Adsorpsiyonu Tayini Deneyi (TS 4502)
- 5 ) Görünür Yoğunluk Tayini Deneyi (TS 1975)
- 6 ) Yanma Özellikleri Tespit Deneyi (TS 6999)
- 7 ) Boyut Kararlılık Deneyi (TS 2251)
- 8 ) Basma Deneyi (TS 1696)

### **Abdülkadir EDREMİT**

1973 yılında Van'da doğdu. 1990 yılında lise öğrenimini İstanbul Kabataş Erkek Lisesinde tamamladı. 1994 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu ve aynı üniversitede 1997 yılında yüksek lisansını bitirdi. Halen Y.T.Ü.de doktora çalışmalarına devam etmekte ve araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

### **Derya Burcu ÖZKAN**

1972 Ankara doğumludur. 1993 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1994 yılında İmtek Makine, 1995 yılında Form A.Ş.'de makine mühendisi olarak görev yapmıştır. 1995 yılında Y.T.Ü.'nde yüksek lisansını tamamlamıştır. Halen aynı üniversitede doktora çalışmalarına devam etmekte ve araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.

### **Ahmet KOYUN**

1962 yılında Akşehir' de doğdu. 1979' da lise öğrenimini 1983' de A.Ü. Müh. Fak. Makina Mühendisliği bölümünü bitirdi. 1986 yılında Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Isı Proses Anabilimdalında yüksek lisansını 1995 yılında da aynı enstitüde doktorasını tamamladı. Halen aynı üniversitede öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

Bu yazıda yalıtım malzemeleri açısından en belirleyici iki özellik olan ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ ) tayini testi ile kapalı gözeneklerin hacim yüzdeleri tayini test metodları ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. [3]Isı İletkenlik Katsayısı ( $\lambda$ )'nın Tespiti Deneyi Isı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ )'nın



termal fotoğrafta borunun uç kısmından ısı kaybı olmadığı görülmüştür. Isı enerjisi sağlama düzeni olarak wattmetre kullanıldı. Numune dış yüzey ve iç yüzey sıcaklığı kararlı duruma ulaşınca kadar boru ısıtıldı. İki sıcaklık arasındaki farkın 10°C den fazla olmasına dikkat edildi. Sıcaklık dalgalanmasını önlemek için deneyin yapıldığı odada hava ceyanı bulunmaması, oda sıcaklığının sabit tutulması ve ortam ile numune arasındaki radyasyonla ısı transferinin minimuma indirilmesi şartları sağlandı.

Kullanılan termokupul K tipidir ve bir ucu sıcaklığı ölçülmesi istenilen yüzeye tespit edildi diğer ucu ise dataloger cihazına bağlandı. Böylelikle dataloger cihazına gelen sıcaklık verileri buradan bilgisayara aktarıldı. Dataloger software programı vasıtası ile istenilen sıcaklıklar bilgisayar ekranından okundu. Sıcaklıklar kararlı duruma ulaşınca wattmetreden boruya verilen ısı miktarı ve bilgisayar ekranından yüzey sıcaklıkları okunarak aşağıdaki örnekteki gibi ısı iletim katsayısı hesapları yapıldı.(1)

Örnek Hesaplama:

$$\lambda = \frac{Q \cdot \ln(d_2 / d_1)}{2\pi \cdot L \cdot \Delta T} \quad (1)$$

$d_2/d_1=25/55$  mm olan boru malzeme için,

$$\lambda = \frac{8,5 \cdot \ln(55/25)}{2\pi \cdot 0,97(48,6 - 23,8)} = 0,044 \text{ W/mK}$$

### Açık ve Kapalı Gözenek Hacim Yüzdesi Tayini (TS 4202)

Bu standart; gözenekli sert plastiklerde açık ve kapalı gözeneklerin hacim yüzdesinin tayininde kullanılır. Açık gözeneklerin görünür hacim yüzdesi deney parçasının geometrik hacim-hava girmez hacim farkının, hava girmez hacim içinde yüzdesidir.  $W_r$  ile temsil edilir. Açık gözeneklerin görünür hacim yüzdesi, deney parçasının kesilmesi sırasında açılan gözeneklerin hacmini de içerir ve deney konusu gözenekli plastiğin tipine ve deney parçasının yüzey/hacim oranına bağlılık gösterdiği görülmüştür.

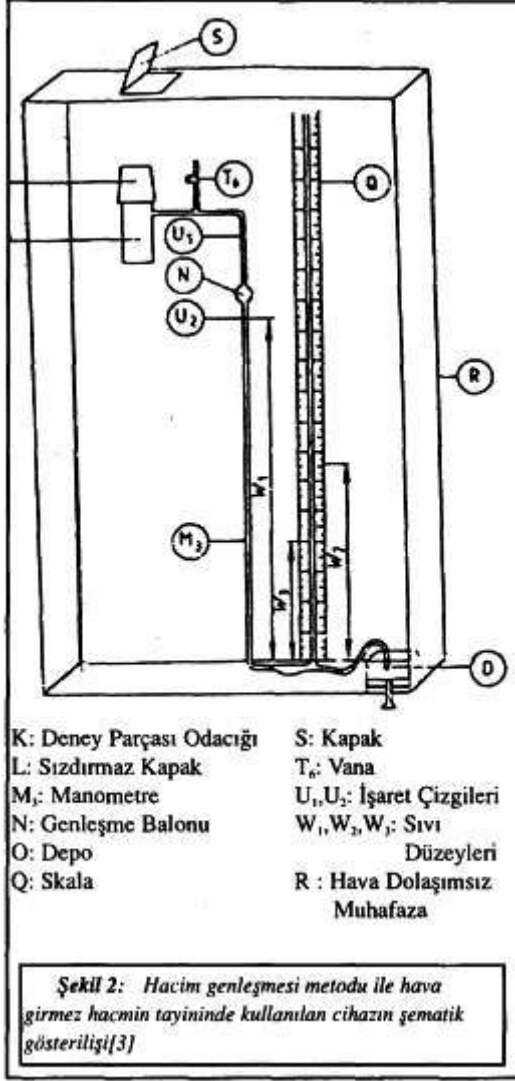
Boyle-Mariotte yasasına göre kapalı bir yerde tutulan gazın hacminin artması basıncının orantılı olarak düşmesine neden olur. Odacık hacmi, deney parçası varlığında ve deney parçası bulunmadan eşit olarak arttırıldığında, boş odacık için basınç düşmesi daha az olacaktır. Bu metodda önceden standart hacimleri kalibre edilen görelî basınç düşmesi dış ortama bir manometrenin skala değerlerindeki farklılığa dayanılarak tayin edilir. Açık gözeneklerin yüzdesi arttıkça bu metodla ölçülen hava girmez hacmin değeri daha küçük olduğu görülmüştür.

### Test Cihazı

Cihaz cam boru donanımlı bir manometre düzeneğinden oluşur (Şekil 2) Deney parçası odacığı (K), vakum presi kullanılarak yerine oturtulurken deney odacığının hava sızdırmazlığını sağlayacak şekilde sızdırmaz plastik bir kap kullanıldı. Odacık (K),bir genişleme balonu (N) ile birkaç damla yüzey aktif madde ve renklendirici katılmış su içeren bir manometreye (M3) bağlandı. Manometre içindeki sıvı düzey depo (O) ile ayarlandı. Bu da bir şırınga ile kontrol edildi. Odacık ( K ) içindeki gaz, vana (T6) kullanılarak deney sırasındaki ortam basıncına getirildi. Milimetre bölümlü bir skala (Q) manometrenin açık koluna takıldı..

Ortam sıcaklığındaki oynamalardan kaynaklanacak hatalardan kaçınmak amacıyla tüm cihaz, önce camı saydam olan ve ayrıca, deney parçalarının odacık içine yerleştirilebilmeleri için bir kapak (S) ile donatıldı ve içinde hava dolaşımı olmayan bir muhafaza içine yerleştirildi.

- Odacığın (K) hacmi ( $V_k$ ) ile cam boru donanımının U1 işaretine kadar hacmi: 310 cm<sup>3</sup>
- U1 ve U2 işaretleri arasında kalan genişleme balonu hacmi  $V_N$ : 10.5 cm<sup>3</sup>
- U2 işaretinin manometrenin dip noktası üzerinden yüksekliği: en az 650 mm
- Cam boru donanımının en düşük iç çapı 10 mm'dir.



### Deneyin Yapılışı

Cihazın Kalibrasyonu:

Kalibrasyon için hacimleri belirli olan 6 adet saf alüminyum silindir parça kullanıldı.

W1= Başlangıç manometre değeri

W2= Standart hacim yokken manometrenin sağ kolunun değeri

W3= Standart hacimler varken manometrenin sağ kolunun değeri

Kalibrasyon grafiğini R basınç değişimi oranı ile bu değişimin meydana gelmesine neden olan hacimsel değişim apsis ve ordinatları oluşturdu.

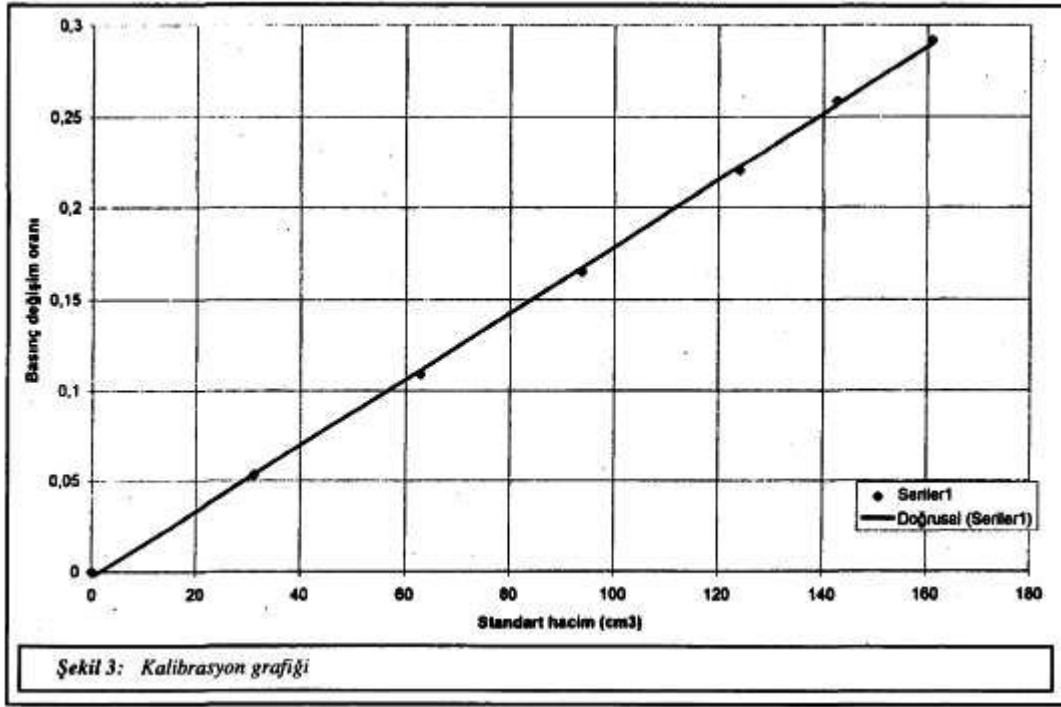
Basınç değişim oranı

$$R = \frac{W_2 - W_3}{W_1 - W_3} \quad (2)$$

W<sub>1</sub> = 707mm

W<sub>2</sub> = 385mm

Standart hacimler kullanılarak elde edilen W3 değerlerine göre basınç değişim oranları hesaplandı. Standart hacim -basınç değişim oranı grafiği kalibrasyon grafiği olarak (Şekil 3)'te verilmiştir.



Numune boyutları  $\phi = 40$  mm  $h = 80$  mm silindir. Hacim  $V = 100.53$  cm<sup>3</sup>

Basınç değişim oranları tespiti (R)

$W_1 = 707$  mm  $W_2 = 389$  mm

$W_1$  ve  $W_2$  değeri sabit olup  $W_3$  değeri silindirik derz dolgu fitilinin (Şekil 4)'de belirtildiği şekilde kesilmiş sonucu yapılan deneylerde tespit edildi.



Numune tek parça  $W_3 = 335$  mm

Numune iki parça  $W_3 = 337$  mm

Numune dört parça  $W_3 = 340$  mm

Açık Gözenekli Görünür Hacim Tayini (%)

$$W_r = \frac{V_g - V_i}{V_r} \cdot 100 \quad (3)$$

$V_g$  = Geometrik hacim (cm)

$V_i$  = Kapalı gözenek hacmi (cm<sup>3</sup>) (kalibrasyon grafiğinden okunur)

$W_{r1} = 0,194$ ,  $W_{r2} = 0,224$ ,  $W_{r3} = 0,274$

(Yüzey / Hacim) oranlarının tespiti (r) kesilmeden dolayı yüzey alanları artmakta ve dolayısıyla yüzey / hacim oranı değişim göstermektedir.

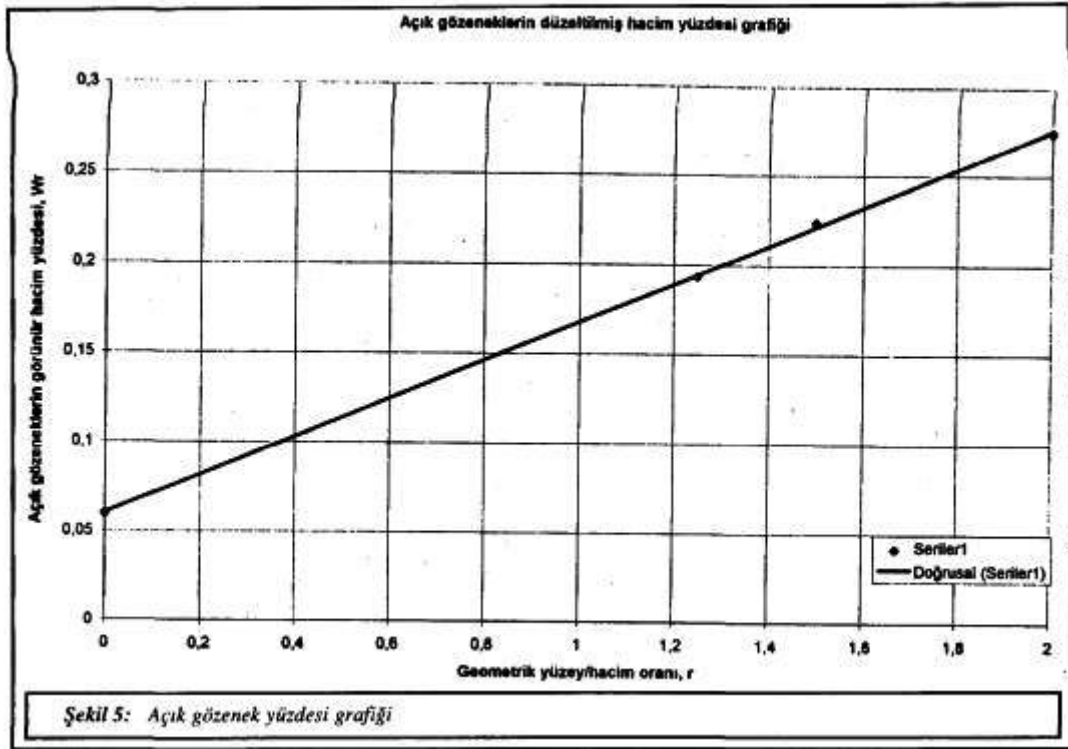
$$r_1 = 1,2499 \quad , \quad r_2 = 1,4999 \quad , \quad r_3 = 1,999$$

Açık Gözenekli Düzeltilmiş Hacim Yüzdesi

$$W_r = f(r) \quad r=0 \quad \text{için} \quad W_0 = 0.06$$

Kapalı Gözenekli Düzeltilmiş Hacim Yüzdesi

$$Y = 1 - W_0 = 0.94$$



## SONUÇ

Polietilen esaslı ısı yalıtım malzemelerinde gözenek yüzdesi fazla olan malzemelerin yoğunluğu düşük olmaktadır. Bilindiği gibi durgun havanın ısı iletim katsayısı düşüktür. Bu da kapalı gözenekli ısı yalıtım malzemelerinin ısı iletim katsayısını düşürmektedir. Kapalı gözenek yüzdesinin artması yoğunluğun da düşmesine neden olur. Ancak kapalı gözenek oranı belli bir sınırı aştığında gözenekler içinde hava akımları başlayacak bu da doğal konveksiyona neden olacaktır. Bu yazıda belirtilen deneylerle yoğunluk, kapalı gözeneklilik ve ısı iletim katsayısı ( $\lambda$ ) değerlerinin birbirini etkilediği görülmüş olup yalıtım malzemelerinin kalitesini arttırmak için bu üç değer optimum noktasında imalat yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. EDREMİT, Abdulkadir "Yalıtım Malzemelerine Ait Fiziksel Özelliklerin Belirlenerek Ekonomi Analizlerinin Yapılması", Y.T.Ü. Yüksek Lisans Tezi, 1997

2. TS 389
3. TS 4202
4. TS 720