

PİSTONLU BASINÇ STANDARTLARINDA EFEKTİF ALAN VE ALAN DEFORMASYON DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Namık Bostan, Haluk Orhan

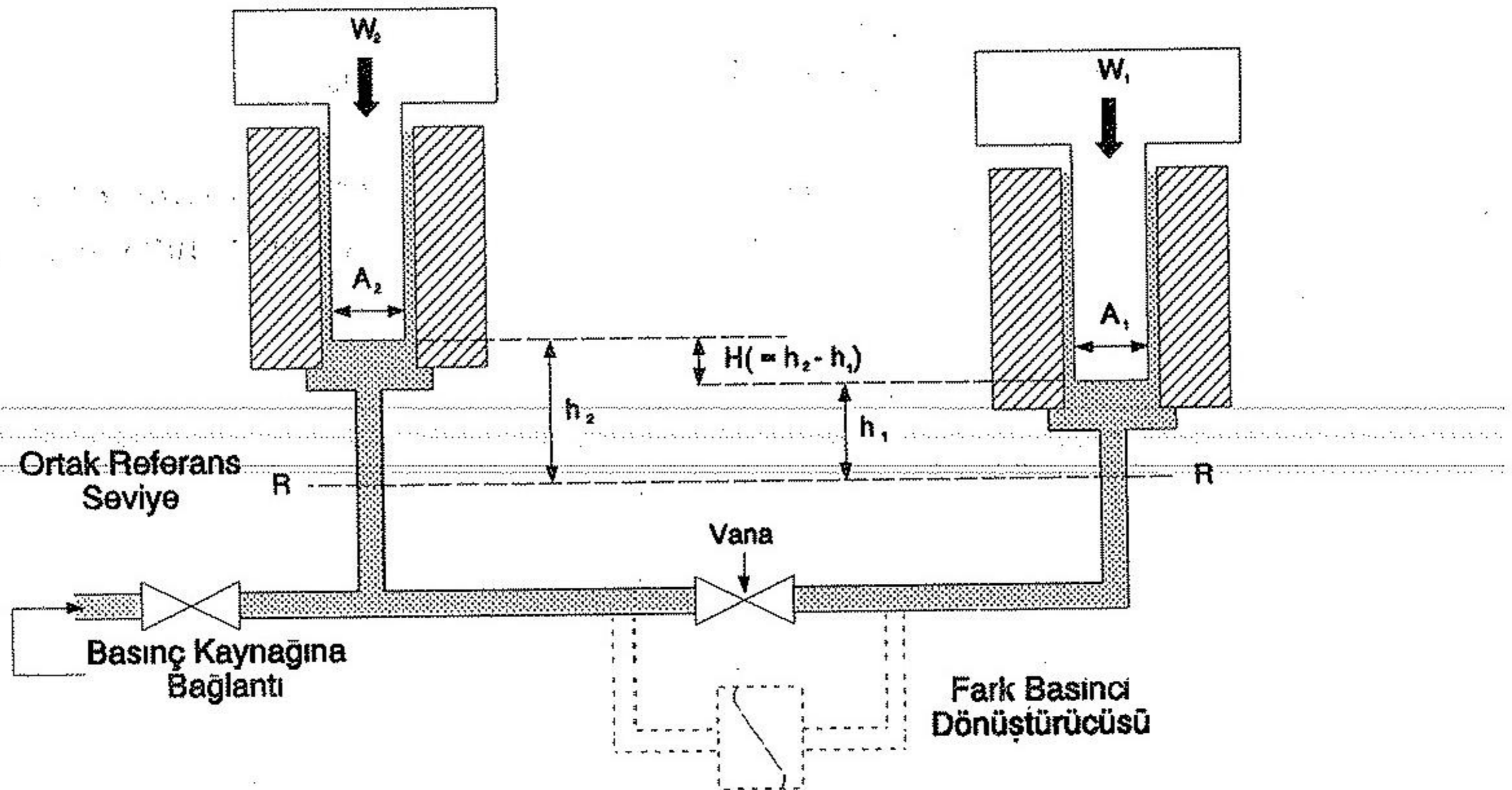
TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME), P.K. 21, 41470, Gebze, Kocaeli

Özet

Basınç ölçeğinin oluşturulmasında, izlenebilirliğin sağlanmasında ve basınç standartlarının özelliklerinin belirlenmesinde piston silindir ünitelerinin efektif alan ve alan deformasyon değerlerinin belirlenmesi önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada, doğrudan karşılaştırma yöntemiyle basınç standartlarının efektif alan ve deformasyon değerlerinin belirlenmesi anlatılmıştır.

1. Giriş

Primer basınç standartlarından, pistonlu basınç standardının ana elemanı olan piston-silindir ünitesinin efektif alanının, alanı bilinen bir başka piston silindir ünitesiyle doğrudan karşılaştırma yapılarak belirlenebilmesi için, iki piston-silindir ünitesinin ortak bir basınç sistemine bağlanması gerekir (Şekil 1).



Şekil 1. Piston Silindirlerin Doğrudan Karşılaştırıldığı Deney Düzenegi

Karşılaştırılan piston silindir üniteleri üzerindeki ağırlıklar (W_1 ve W_2) hassas bir şekilde ayarlanarak denge konumu oluşturulduğunda, iki sistem de aynı basıncı ölçmektedir.

Denge konumunun oluşturulması, ölçümlerin en önemli kısmını oluşturmaktadır.

2. Denge Konumunun Oluşturulması

Aynı basınç ortamına bağlı iki piston silindir ünitesi arasında denge konumunun oluşup oluşmadığına, farklı iki yöntem izlenerek karar verilebilir. Birinci yöntem, sistemdeki akışın tetkikine, ikinci yöntem ise sistem basıncının izlenmesine dayanır.

2.1. Akışa bağlı yöntem

Her bir piston silindir ünitesi üzerindeki kütleler yaklaşık olarak gereken çalışma basıncına göre ayarlanır. İki ünite arasındaki vana kapalı iken, pistonların silindir içerisindeki doğal düşme hızları ölçüldükten sonra aradaki vana açılır ve pistonların vana açılmadan önceki doğal düşme hızlarına erişilinceye kadar, bir başka deyişle denge konumuna ulaşıncaya kadar, pistonlardan birisi üzerine kütle değerleri miligramlar mertebesinde olan küçük ağırlıklar ilave edilir. Denge konumuna ulaşıldığında artık, iki piston silindir ünitesi de ortak bir "R" referans seviyesinde aynı basıncı ölçer. Bu sırada iki sistemi birbirine bağlayan hatta akış yoktur [1].

2.2. Basınca bağlı yöntem

Sisteme bağlanan fark basıncı ölçer üzerinden okunan basınç farkı sıfır oluncaya kadar piston silindir üniteleri üzerindeki kütleler hassas bir şekilde ayarlanır. Fark basıncı ölçer üzerinden okuma yapmadan önce, sistemin yaklaşık olarak denge durumuna gelmiş olması gerekir aksi halde yüksek basınç farklılıkları aradaki basınç dönüştürücüsüne zarar verebilir [1].

3. Efektif Alan ve Deformasyon Değerlerinin Belirlenmesi

Bölüm 2 'de anlatılan karşılaştırma metodu uygulanarak sistem dengeye ulaştığında ortak bir, "R" referans seviyesinde piston silindir ünitelerini dengede tutan basınçlar birbirine eşittir ($P_1 = P_2$).

$$P_1 = \frac{W_1}{A_1} \quad (1)$$

ve

$$P_2 = \frac{W_2}{A_2} \quad (2)$$

$P_1 = P_2$ olduğundan;

$$\frac{W_1}{A_1} = \frac{W_2}{A_2} \quad (3)$$

veya,

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{A_1}{A_2} \quad (4)$$

Böylece efektif alanların oranı, düzeltilmiş ağırlık kuvveti W_1 ve W_2 değerlerinin oranına eşit olacaktır. A_1 ve A_2 , karşılaştırılan iki piston silindir ünitesinin (p) çalışma basıncı ve (t_1) sıcaklığındaki efektif alanlarını göstermektedir.

$$A_1 = (A_{0,20})_1 \cdot (1 + a_1 \cdot p) \cdot [1 + \lambda_1 \cdot (t_1 - 20)] \quad (5)$$

ve

$$A_2 = (A_{0,20})_2 \cdot (1 + a_2 \cdot p) \cdot [1 + \lambda_2 \cdot (t_2 - 20)] \quad (6)$$

ise,

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{(A_{0,20})_1 \cdot (1 + a_1 \cdot p) [1 + \lambda_1(t_1 - 20)]}{(A_{0,20})_2 \cdot (1 + a_2 \cdot p) [1 + \lambda_2(t_2 - 20)]} \quad (7)$$

Buradan,

$$\frac{W_1 \cdot [1 + \lambda_2(t_2 - 20)]}{W_2 \cdot [1 + \lambda_1(t_1 - 20)]} = \frac{(A_{0,20})_1 \cdot (1 + a_1 \cdot p)}{(A_{0,20})_2 \cdot (1 + a_2 \cdot p)} = R_p \quad (8)$$

Böylece, ortak bir basınç ve aynı referans sıcaklığında efektif alanlar oranının (R_p 'nin), sıvı kolonu etkileri h_1 , h_2 ve piston silindir ünitelerinin sıcaklık farklılıkları için düzeltilmiş denge konumu yüklerinin oranına eşit olduğu görülmektedir.

Sonuçta; R_p ,

$$R_p = \frac{W_1 \cdot [1 + \lambda_2(t_2 - 20)]}{W_2 \cdot [1 + \lambda_1(t_1 - 20)]} \quad (9)$$

eşitliğinden hesap edilebilir.

Aynı zamanda;

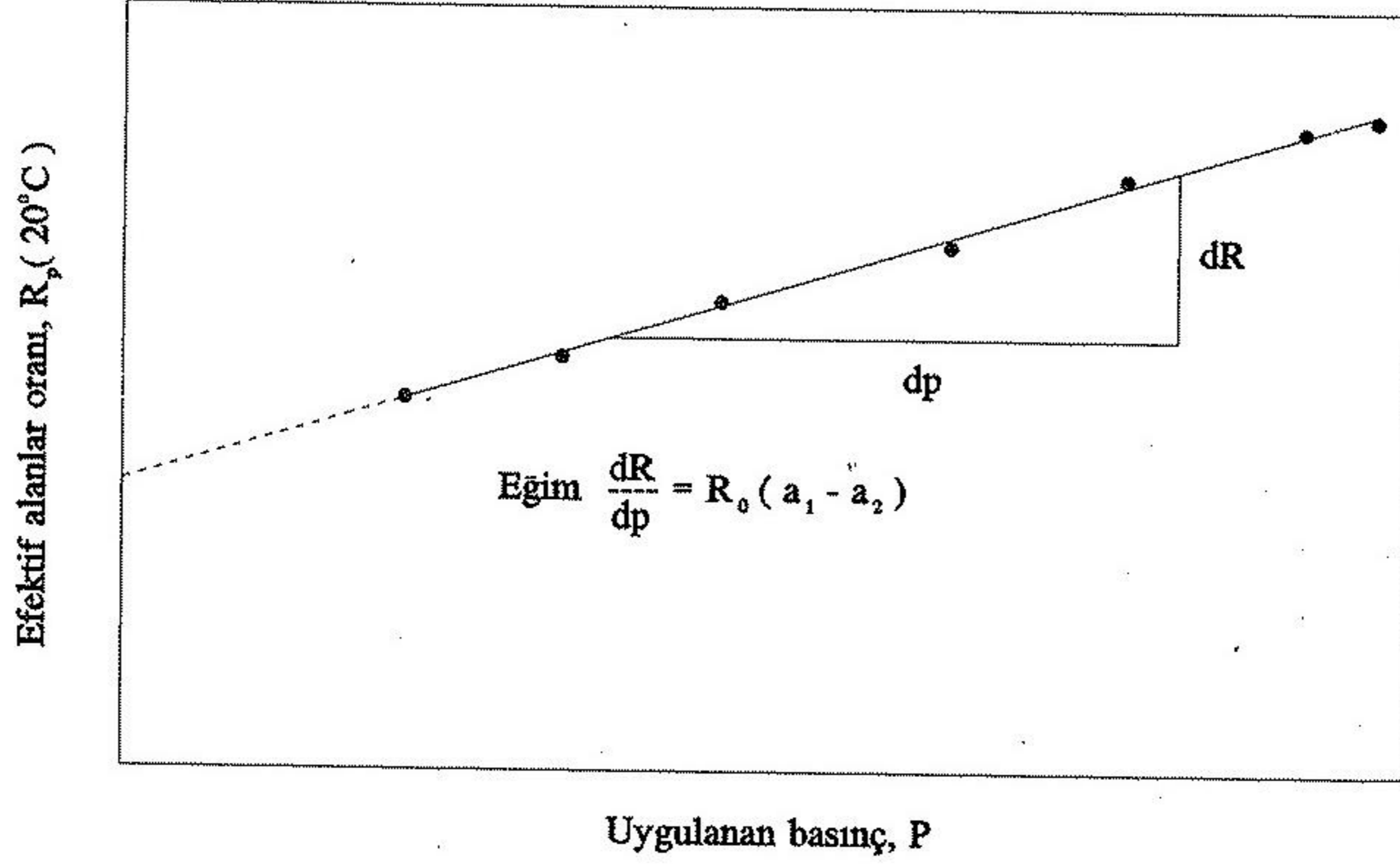
$$R_p = \frac{(A_{0,20})_1 \cdot (1 + a_1 \cdot p)}{(A_{0,20})_2 \cdot (1 + a_2 \cdot p)} \quad (10)$$

Yukarıdaki (10) eşitliğinde basitleştirme yapılarak,

$$R_p = R_0 \cdot [1 + (a_1 - a_2) \cdot p] \quad (11)$$

şeklinde yazılabilir [2].

R_p oranı, kuvvetler oranından (9) numaralı denklemden) hesap edilerek uygulanan basınçla ilişkisi grafiğe aktarılabilir (Şekil 2.)



Şekil 2. Efektif Alanlar Oranının Uygulan Basınç İle Değişim Grafiği

Doğrunun y eksenini kestiği nokta, bir başka deyişle R_p oranının $P=0$ 'daki değeri R_0 değerini verir. Doğrunun eğimi (alanlar oranında uygulanan basınçla oluşan değişim , dR/dp), karşılaştırılan piston silindir ünitlerinin deformasyon katsayılarının farkına bağlıdır.

$$R_0 = \frac{(A_{0,20})_1}{(A_{0,20})_2} \quad (12)$$

ve eğim;

$$\frac{dR}{dp} = R_0 \cdot (a_1 - a_2) \quad (13)$$

Böylece elde edilen verilere en iyi doğru uydurularak, doğrunun y eksenini kestiği nokta ve eğimi bulunabilir ve $(A_{0,20})_1$ ile a_1 değerleri elde edilebilir.

Kaynaklar

1. Dadson R.S., Lewis S.L., Peggs G.N., The Pressure Balance, NPL, s. 131-133, (1982)
2. Lewis S., Peggs G., The Pressure Balance, NPL HMSO, s. 54-55, (1982)