

# BASINÇ DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİNDE BESLEME GERİLİMİNİN KALİBRASYON SONUÇLARINA ETKİSİ

Yasin DURGUT  
İlknur KOÇAŞ

## ÖZET

Basınç dönüştürücüleri otomotiv, gıda, ilaç sanayi, petrokimya başta olmak üzere endüstride oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Çok Farklı basınç ölçüm aralıklarında çalışabilen basınç dönüştürücüleri çok düşük belirsizliklere sahip olabilmektedir. Üretici firmalar bir basınç dönüştürücünün çalıştırılması için gereken besleme gerilim değerlerini genellikle bir aralık içerisinde tanımlamaktadırlar. Bu durumda kullanıcı aynı basınç dönüştürücüyü söz konusu çalışma aralığında farklı gerilim değerleri ile besleyebilmektedir.

Bu çalışmada, UME Basınç Laboratuvarı'nda ölçümleri yapılmış bir basınç dönüştürücü grubu üzerinde yapılan istatistiksel çalışma ortaya konulmuş ve besleme gerilimlerinin hesaplamalarda dikkate alınması ve alınmaması suretiyle ortaya çıkan durumun kalibrasyon sonuçlarına etkisi incelenmiştir.

## 1. GİRİŞ

Basınç dönüştürücü, ölçülen basıncı, uygulanan basınç ile orantılı olarak analog elektriksel sinyale dönüştüren bir yapıdır. Çıkış sinyali; basınç dönüştürücü modeline göre gerilim, akım ya da frekans şeklinde olabilmektedir. Dönüştürücülerin çalışabilmeleri için sabit ve sürekli bir güç ile beslenmeleri gereklidir.

Özellikle otomasyon gerektiren sistemlerde tercih edilmekte olan basınç dönüştürücülerinde çıkış sinyali ya bir çevirici gösterge aracılığıyla tekrar basınç olarak okunabilir ya da ölçüm yapılan noktadan belli bir mesafeye elektriksel sinyal olarak taşınıp, o noktada değer okunabilir. Genellikle de otomasyon sistemlerinde sıkça kullanılırlar. Ölçüm yapılan proses için otomatik kontrol sistemlerinin içerisinde yer alırlar ve ölçüm ya da geri besleme yapılabilmesi amacıyla kullanılırlar. Analog veya sayısal basınçölçerlerde olduğu gibi okunan değerlerin referans değerler ile karşılaştırılması suretiyle kalibre edilirler.

Basınç elemanlarının uygulanan basınçla orantılı olarak ürettiği elektriksel sinyaller, elektronik devreler yardımıyla kuvvetlendirilip süzüldükten sonra bir gösterge, denetim elemanı veya bir yazıcıya gönderilebilirler.

## 2. BASINÇ DÖNÜŞTÜRÜCÜLER VE KALİBRASYON DÜZENEKLERİ

Basınç elemanı zarının, uygulanan basınç altında ne kadarlık bir elastik şekil değişimine uğrayacağını, küçük çökmeler için analitik olarak hesaplamak mümkün olmakla beraber, kullanılmadan önce kalibre

edilmesi gereklidir. Bu kalibrasyon, bilinen basınçların elemana uygulanması ve göstergede uygulanan basınç değeri sağlanana kadar, elemanın ayar devresi ile oynanması yardımıyla yapılır. Elektrik elemanlı basınç dönüştürücülerine elektriksel basınç dönüştürücüleri adı verilir. Elektrik elemanlı basınç dönüştürücülerinin çokluğunun sebebi, elektrik sinyallerinin kolayca güçlendirilmesi, iletilmesi, kontrol edilebilmesi ve ölçülebilmesidir.

Elektrik elemanlı basınç dönüştürücülerini iki grupta sınıflandırabiliriz:

Aktif elektriksel basınç dönüştürücüleri  
Pasif elektriksel basınç dönüştürücüleri

Aktif dönüştürücüler, mekanik yer değiştirme fonksiyonu olarak kendi elektriksel çıkışlarını oluştururlar, pasif dönüştürücüler ise, mekanik yer değiştirme fonksiyonu olarak elektriksel çıkış oluşturabilmek için dışarıdan bir elektriksel beslemeye ihtiyaç duyarlar.

Elastik ve elektrik elemanlı aktif elektriksel dönüştürücülere örnek olarak Piezo-elektrik yapıya sahip sensörler verilebilir. Gerinim ölçer, kaygan uçlu potansiyometre, kapasitans kaydedici, lineer fark transformatörü, değişken manyetik dirençli üniteler, elektrik elemanlı pasif basınç dönüştürücülere örnek olarak gösterilebilir.

Dönüştürücülerin tüm çeşitleri, ortam sıcaklığı değişiminden büyük ölçüde etkilenmektedir. Eğer dönüştürücü, sıcaklığı kontrol edilmiş bir laboratuarda kullanılmıyorsa, sıcaklık kompanzasyonunun önemi artar. Sıcaklık değişimi, dönüştürücünün sadece mekanik kısmını değil, elektronik elemanlarını da etkiler. Sıcaklık kompanzasyonunu sisteme ilave etmek istediğimizde cihazın fiyatı artacağından, dönüştürücünün çalışabileceği sıcaklık aralığının bir kısmını kompanze etme yoluna gidilerek maliyet düşürülebilir.

Tipik bir basınç dönüştürücüsünün özellikleri tablo 1.'de verilmiştir:

**Tablo 1.** Tipik Bir Basınç Dönüştürücü Özellikleri

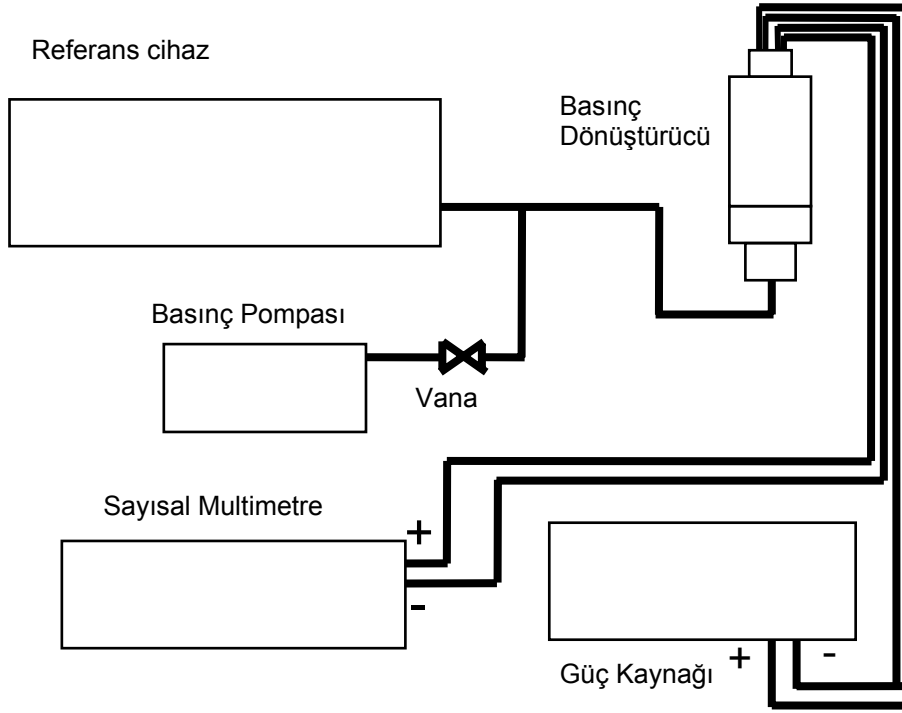
Basınç ölçme aralığı	0-10 bar
Besleme voltajı	11-28 Vdc
Çıkış voltajı	1-5 Vdc
20°C sıcaklıkta his.,lin., tekrarlanabilirlik	± 2 % veya 0.08 V
Çalışma sıcaklığı	30°C
30°C ile 82°C arasında sıcaklık etkisi	0.02 % / °C
Lineerite ve histerisiz	± 0.5 %
Tekrarlanabilirlik	0.2 %
Uzun dönem kararlılık	± 0.4 % /sene
Min. yük empedansı	2.5 kΩ
Besleme akımı	10 mA

Üretici tarafından bildirilen ve basınç dönüştürücülerin çalışabilmesi için gerekli olan besleme gerilimi; 5, 10, 24 VDC, vb. olabileceği gibi, yukarıdaki tablo 1. de belirtildiği gibi belli bir aralıkta da tanımlanmış olabilir.

Bir basınç dönüştürücüsü kalibrasyonunda genel olarak aşağıdaki cihazlar kullanılır:

- Referans Cihaz
- Güç Kaynağı ( Dönüştürücüyü beslemek için )
- Sayısal Gerilim /Akım Ölçer (Dönüştürücünün çıkış sinyalinin ölçmek için)

Bir basınç dönüştürücü kalibrasyon düzeneği Şekil 1.'de ve Şekil 2.'de verilmiştir.



Şekil 1. Şematik Olarak Basınç Dönüştürücü Kalibrasyon Düzeneği



Şekil 2. Basınç Dönüştürücü Kalibrasyon Düzeneği

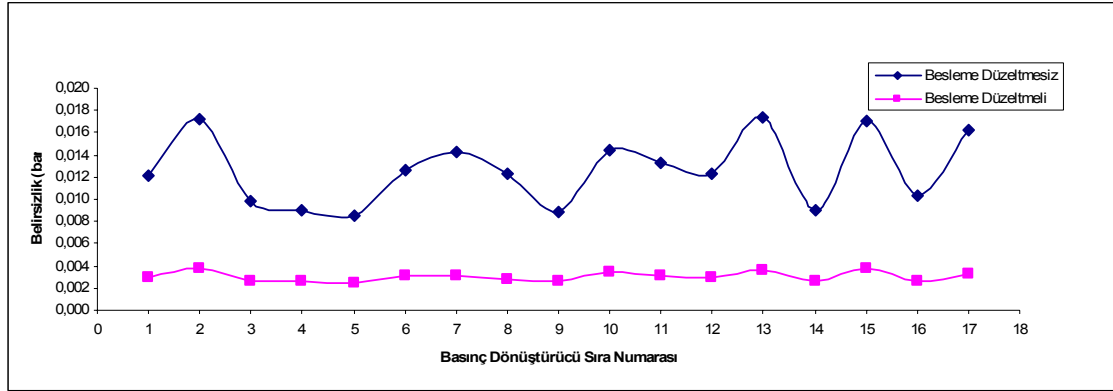
### 3. BASINÇ DÖNÜŞTÜRÜCÜ KALİBRASYONU

Basınç dönüştürücüler kalibre edilirlerken, üreticinin tanımladığı birtakım özellikler göz önüne alınmalıdır. Bu özelliklerden bir tanesi de besleme gerilimidir. Basınç dönüştürücü kalibrasyonu sırasında besleme geriliminin değişimine dikkat etmek gereklidir. Üretici sertifikalarında sonuçlar incelendiğinde besleme gerilimi etkisinin dikkate alınmadığı, basınca karşılık okunan gerilim değerlerinin doğrudan verildiği gözlemlenmiştir. Oysa ki uygulanan besleme gerilimi kalibrasyon süresince sabit kalmaz ve belli sınırlar içinde değişir. Çevrimler sırasında nominal olarak aynı besleme gerilimi uygulansa dahi her basınç noktasında mV mertebelerinde değişim olmaktadır. Söz konusu gerilim değişimi dikkate alınarak histeresiz ve tekrarlanabilirlik gibi belirsizlik bileşenleri hesaplanmalıdır. Bu nedenle konuyla ilgili uluslararası rehber dokümanda da basınca karşılık okunan gerilim değerlerinin besleme gerilimine bölünmek suretiyle normalize edildiği görülmektedir[3].

Konuyla ilgili olarak UME Basınç Laboratuvarı'nda 17 adet aynı marka, model basınç dönüştürücü üzerinde kalibrasyon amaçlı ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde her basınç noktasında dönüştürücüden okunan gerilim değerleri ile birlikte o noktada okunan besleme gerilim değerleri de kaydedilmiştir. Söz konusu basınç dönüştürücü grubunda 10 bar basınç için besleme gerilimi etkisinin hesaba dâhil edildiği ve edilmediği durumlar için elde edilen belirsizlik değerleri Tablo 2 de ve Grafik 1 de verilmiştir. Tablo 3 ve Grafik 2 de ise tek bir basınç dönüştürücü için besleme gerilimi etkisinin hesaba dâhil edildiği ve edilmediği durumlarda elde edilen belirsizlik değerleri verilmiştir.

**Tablo 2.** 17 Adet Basınç Dönüştürücüde 10 Bar Basınç Değerinde Elde Edilen Belirsizlik Değerleri

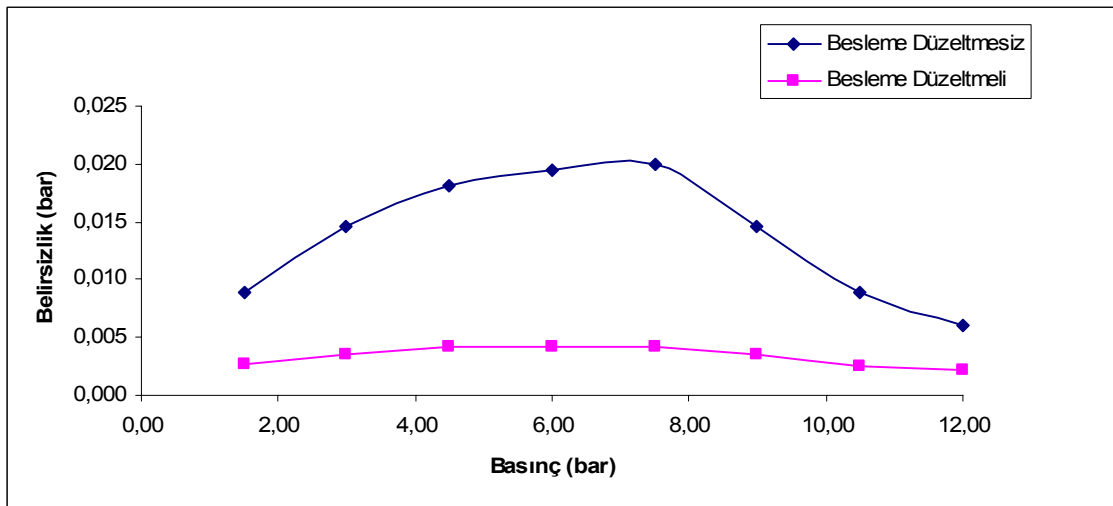
Basınç Dönüştürücü Sıra No	Belirsizlik Değeri (U1) [bar] Besleme Gerilimi Düzeltmesiz	Belirsizlik Değeri (U2) [bar] Besleme Gerilimi Düzeltmeli	U1/U2
1	0,0121	0,0029	4
2	0,0171	0,0038	5
3	0,0099	0,0027	4
4	0,0091	0,0027	3
5	0,0086	0,0025	3
6	0,0126	0,0032	4
7	0,0143	0,0032	5
8	0,0123	0,0028	4
9	0,0088	0,0026	3
10	0,0144	0,0034	4
11	0,0132	0,0032	4
12	0,0123	0,0030	4
13	0,0173	0,0036	5
14	0,0089	0,0026	3
15	0,0171	0,0038	4
16	0,0103	0,0026	4
17	0,0162	0,0033	5



**Grafik 1.** Besleme Geriliminin Hesaba Dahil Edildiği ve Edilmediği Durumda Belirsizlik Değeri

**Tablo 3.** Besleme Gerilimi Düzeltmeli / Düzeltmesiz Belirsizlik Değerleri

Basınç [bar]	Belirsizlik Değeri (U1) [bar] Besleme Gerilimi Düzeltmesiz	Belirsizlik Değeri (U2) [bar] Besleme Gerilimi Düzeltmeli	U1/U2
1,50	0,0089	0,0026	3
3,00	0,0147	0,0035	4
4,50	0,0181	0,0042	4
6,00	0,0194	0,0042	5
7,50	0,0200	0,0042	5
9,00	0,0146	0,0035	4
10,50	0,0088	0,0026	3
12,00	0,0060	0,0022	3



**Grafik 2.** Besleme Gerilimi Düzeltmeli / Düzeltmesiz Belirsizlik Değerlerinin Değişimi

## SONUÇ

Aynı marka, model bir basınç dönüştürücü grubu üzerinde yapılan çalışmaların değerlendirildiği bu çalışmada görüldüğü gibi, besleme geriliminin kalibrasyon sırasındaki değerinin dikkate alınıp alınmaması, kalibrasyon sonuçları açısından fark oluşturabilmektedir.

Besleme gerilimi etkisinin dikkate alınıp alınmayacağı konusu yapılan kalibrasyondan beklenen belirsizlik değerine göre değerlendirilmelidir. Bu noktada son kullanıcı, basınç dönüştürücüsü kalibrasyon sertifikasında verilen sonuçlara besleme geriliminin dahil edilip edilmediğini kontrol ederek proses üzerinde gerekli düzeltmeleri yapmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] G2BA-030, "Basınç Dönüştürücülerinin Kalibrasyonu ve Belirsizlik Hesaplamaları", UME Basınç Grubu laboratuvarları, Gebze,2008.
- [2] MOLINAR, G., "Calibration of Pressure Transducers", UME Pressure Workshop Notes, 16-20 April 2007.
- [3] Calibration Guide, EURAMET/cg-17/v.01, " Guidelines On The Calibration of Electromechanical Manometers", July 2007.

## ÖZGEÇMİŞLER

### Yasin DURGUT

1975 Akşehir doğumludur. 1997 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Yine aynı yıl Ege Üniversitesi Yabancı Diller Bölümü İngilizce hazırlık Programı'nı bitirmiştir. Sonrasında Alcatel Telekomünikasyon A.Ş.'de 2000-2004 yılları arasında çeşitli telekomünikasyon projelerinde çalışmıştır. Durgut, 2006 yılında ise Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi İşletme Bölümü'nü bitirmiştir.

Yasin Durgut, merkezi ABD'de bulunan Project Management Institute üyesi olup bu enstitüden PMP (Project Management Professional) sertifika derecesine sahiptir. 2004 yılından itibaren TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Basınç Grubu Laboratuvarı'nda çalışmaktadır. Laboratuvar bünyesinde her türlü basınç ölçerin kalibrasyon faaliyetleri, laboratuvar ve TÜBİTAK projeleri ve yayın faaliyetleri alanlarında çalışmalarını sürdürmektedir.

### İlknur KOÇAŞ

1967 İstanbul doğumludur. 1988 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliğinden mezun olmuştur. 1991 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Programı'nı, tamamlamıştır. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Konstrüksiyon Bilim Dalı'nda Doktora eğitimini 1999 yılında tamamlamış olup, 1990 -2000 yılları arasında aynı üniversitenin Konstrüksiyon Anabilim Dalı'nda öğretim görevlisi olarak çalışmıştır. 2000 yılında TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Basınç Laboratuvarı'nda başladığı görevi 2001 yılından bugüne Basınç ve Vakum Laboratuvarları'nın sorumlusu olarak sürdürmektedir. Basınç Metrolojisi alanında İtalya (INRIM) ve Fransa (LNE) Metroloji Enstitüleri'nde laboratuvar eğitimlerine ve ABD de gelişmiş basınçölçer sistemlerinin kullanımı eğitimlerine katılmıştır. Halen BIPM CCM "high pressure working group" üyesi ve IMEKO üyesi olarak ülkemizi basınç metrolojisi alanında temsil etmektedir. TÜRKAK sektör komitesi üyesi olan İlknur Koçaş TÜRKAK tarafından gerçekleştirilen denetimlerde denetçi olarak görev almaktadır.