

MALZEME TEST MAKİNALARININ KALİBRASYONUNDA MAKİNA HIZININ ETKİLERİ

Bülent AYDEMİR, Barış ÇAL, Sinan FANK,

Kuvvet Ölçümleri Lab., UME, TÜRKİYE

ÖZET

Malzeme test makinalarının kalibrasyonunda, makina hızının sonuçlar üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Bu cihazların kalibrasyonunda esas alınan EN 10002-2 ve EN ISO 7500-1 standartlarında, "yavaş bir şekilde artan kuvvetler uygulanır" ifadesi yer alır. Standartlarda belirtilen bir rakamsal hız değeri olmadığından cihazın uygulayabildiği hız kademesinde kalibrasyon işlemleri gerçekleştirilir. Bazı makinalarda çok hassas olarak hız değeri ayarlanabilirken; bazılarında ise belirli hız değerinin altına inemeyen yani yavaş hız değerlerinde çalışmama gibi problemlerle karşılaşmaktadır. Gerçekleştirilen bir kalibrasyonda hızın etkisini ve getirdiği hataları belirleyebilmek için UME'de bir çalışma. Bu çalışmada doğruluk sınıfı 00 olan bir kuvvet dönüştürücü, malzeme test makinasına bağlanarak kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Aynı işlem makinanın farklı hız kademelerinde de uygulanmıştır. Bunlara ilave olarak verilen alınacağı kuvvet basamaklarında, beklemeli olarak da kalibrasyon yapılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçlarında malzeme test makinalarının kalibrasyonlarında yükleme şartlarının ve farklı test hızlarının etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak malzeme test makinalarının kalibrasyonu sırasında kullanılması gerekli hız kademesi ve nedenleri verilmiştir.

1. GİRİŞ

Yaygın bir şekilde malzeme test makinalarının kuvvet ölçme sistemlerinin doğrulamaları, Avrupa Birliği standartları içerisinde yer alan EN 10002-2 veya EN ISO 7500-1 standartlarına göre gerçekleştirilir [1,2]. Bu standartlar Türk Standartları Enstitüsü tarafından TS EN 10002-2 ve TS EN ISO 7500-1 olarak Türkçeleştirilmiştir. Bu standartlarda makina hızı ile ilgili olarak "yavaş bir şekilde artan kuvvetler uygulanır" ifadesi yer alır. Bunun anlamı mümkün olduğunca düşük hızlarda doğrulama işleminin gerçekleştirilmesidir. Ülkemizde bulunan malzeme test makinalarına bakıldığında, bilgisayar kontrollü makinaların istenilen hız değeri girildiğinde oldukça düşük hızlarda kuvvet uygulayabildikleri görülmektedir. Bunun yanı sıra istenilen kuvvet değeri ve hız değeri girilerek otomatik olarak bu işlemi gerçekleştiren makinalarda mevcuttur. Fakat bunun dışında hız değerleri belirli bir hız değerinin altına düşürülemeyen ve hız nedeniyle değer okumanın da oldukça zor olduğu makinalar da mevcuttur. İşte böyle durumlarda, malzeme test makinalarının kalibrasyonunda, kuvvet uygulama hızının önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, 250 kN kapasiteli ve 10 kN ilave kuvvet dönüştürücüsü olan, farklı kuvvet uygulama hızları uygulayabilen, bilgisayar kontrollü bir malzeme test makinası kullanılmıştır. Kuvvet doğrulaması için 10 kN, 100 kN ve 250 kN kapasiteli, Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) tarafından EN ISO 376 standardına uygun olarak kalibre edilmiş, doğruluk sınıfı 00 olan referans kuvvet dönüştürücüler seçilmiştir [3]. Doğrulama işlemi, EN ISO 7500-1 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir ve 0,05 mm/dak, 0,2 mm/dak ve 1 mm/dak olarak üç farklı makine hızı seçilmiştir. Bu hız kademelerinde kuvvet doğrulama değerleri, sürekli kuvvet artışı ve basamaklı kuvvet artışı şeklinde iki durumda alınmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Doğrulama ölçümleri için 3 adet EN ISO 376 standardına göre kalibre edilmiş doğruluk sınıfı 00 olan çekme tipi kuvvet dönüştürücüler kullanılmıştır (Tablo 1). Tüm dönüştürücülerde gösterge elemanı olarak VN Digitizer model cihaz kullanılmıştır.

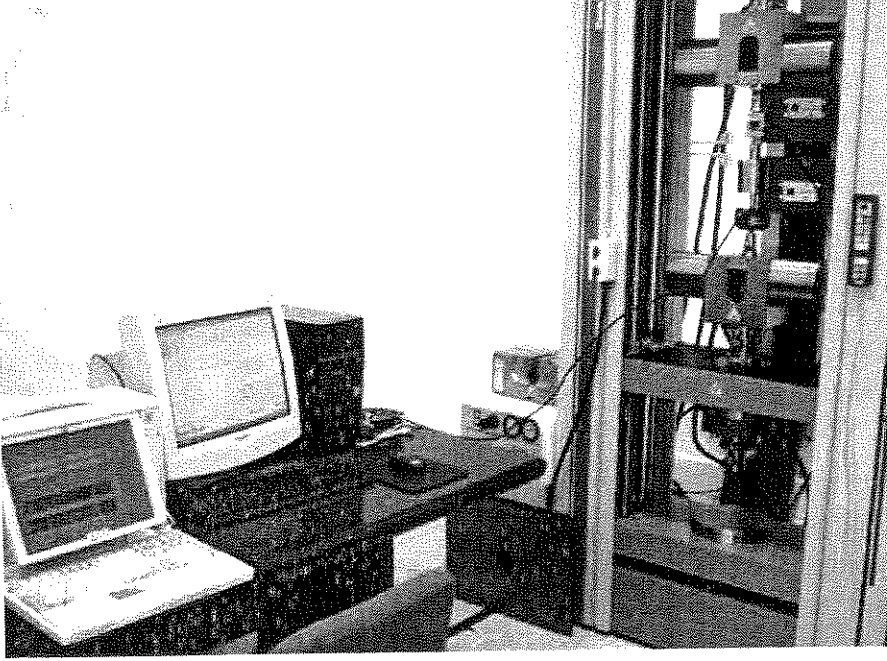
Tablo 1: Kuvvet dönüştürücüler ve ölçüm kapasiteleri

Ölçüm Kapasitesi	Dönüştürücü Tipi	Sınıfı	Gösterge Elemanı
10 kN	Çekme	00	VN Digitizer
100 kN	Çekme	00	
250 kN	Çekme	00	

Tüm ölçümler Zwick / Roell marka BZ250/SN5A tip bilgisayar kontrollü cihazda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Doğrulama işlemi gerçekleştirildiği ortam, $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%45\pm 5$ bağıl nem içeren bir kontrollü ortamdır.

0,05 mm/dak, 0,2 mm/dak ve 1 mm/dak olarak üç farklı makina hızında, referans kuvvet dönüştürücülere kuvvet sürekli yükleme ve basamaklı yükleme şeklinde uygulanmıştır. Veriler, her biri 10 basamaktan oluşan 3 seri halinde alınmıştır. Basamaklı kuvvet artışında, belirtilen kuvvet değerine ulaşıldıktan sonra veri almadan önce 10 sn. beklenmiştir.



Şekil 1. Malzeme test makinası ve kalibrasyon sistemi (gösterge + kuvvet dönüştürücü)

3. ÖLÇÜM SONUÇLARI

Bu çalışmada, malzeme test makinası sınıfının belirlenmesinde en önemli parametrelerden olan bağıl doğruluk hatası "q" üzerine hızın etkisi şeklinde sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bağıl doğruluk hatası aşağıdaki şekilde ifade edilir [2]:

$$q = \frac{F_i - \bar{F}}{\bar{F}} \times 100$$

q (%) : Deney makinesinin kuvvet ölçme sisteminin bağıl doğruluk hatası

F_i (N) : Doğrulanacak kuvvet ölçme cihazının kuvvet göstergesinin artan deney kuvvetiyle gösterdiği gerçek kuvvet

\bar{F} (N) : Aynı kuvvetle yapılan birçok F ölçmelerinin aritmetik ortalaması

10 kN, 100 kN ve 250 kN kapasiteli referans kuvvet dönüştürücülerin ölçüm sonuçlarına göre farklı hız ve yükleme değerlerindeki "q" hatası değerleri Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4 te verilmiştir.

Tablo 2. 10 kN referans kuvvet dönüştürücünün farklı hız ve yükleme şartlarındaki bağıl doğruluk hatası değerleri

10 kN Kapasiteli Dönüştürücü Kuvvet Adımları	Makinanın Hızı					
	0.05 mm/min		0.2 mm/min		1 mm/min	
	Sürekli Yükleme	Basamaklı Yükleme	Sürekli Yükleme	Basamaklı Yükleme	Sürekli Yükleme	Basamaklı Yükleme
KN	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %
1	0.186	0.147	0.551	0.117	1.505	0.121
2	0.163	0.142	0.541	0.097	1.186	0.087
3	0.170	0.151	0.522	0.125	0.917	0.118
4	0.148	0.133	0.494	0.112	0.696	0.109
5	0.180	0.128	0.457	0.120	0.524	0.087
6	0.164	0.128	0.411	0.119	0.399	0.118
7	0.146	0.122	0.356	0.119	0.321	0.113
8	0.146	0.125	0.292	0.125	0.290	0.095
9	0.108	0.124	0.219	0.124	0.306	0.115
10	0.100	0.122	0.137	0.129	0.369	0.116

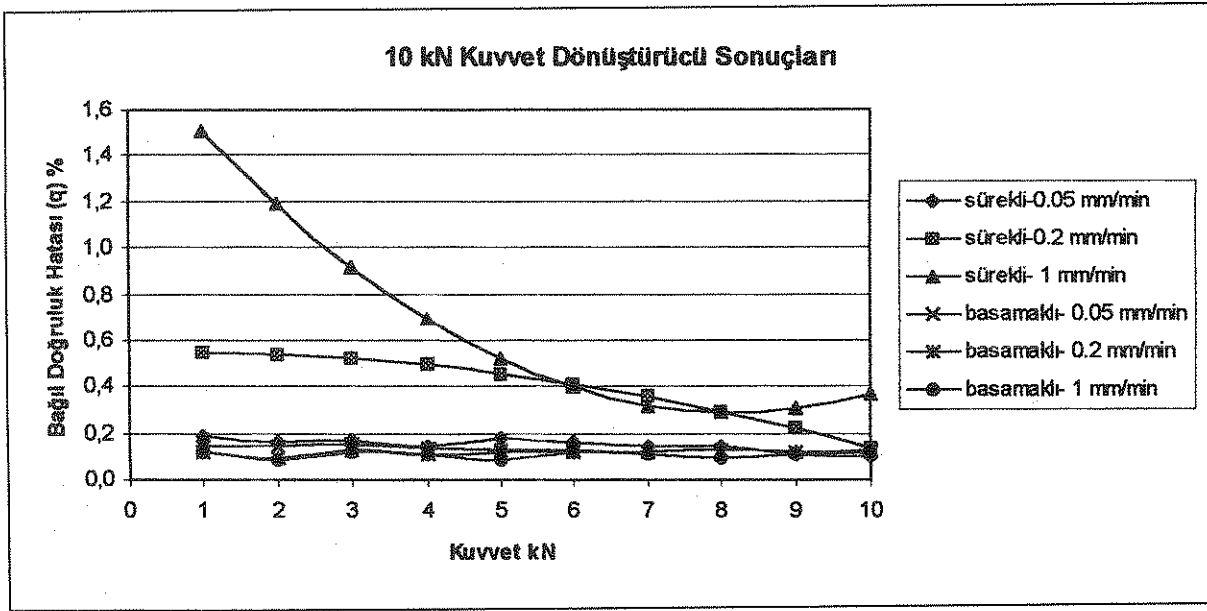
Tablo 3. 100 kN referans kuvvet dönüştürücünün farklı hız ve yükleme şartlarındaki bağıl doğruluk hatası değerleri

100 kN Kapasiteli Dönüştürücü Kuvvet Adımları	Makinanın Hızı					
	0.05 mm/min		0.2 mm/min		1 mm/min	
	Sürekli Yükleme	Basamaklı Yükleme	Sürekli Yükleme	Basamaklı Yükleme	Sürekli Yükleme	Basamaklı Yükleme
KN	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %
10	0.034	0.092	0.252	0.058	0.991	0.029
20	0.046	0.094	0.221	0.066	0.813	0.036
30	0.057	0.096	0.194	0.072	0.659	0.043
40	0.066	0.098	0.172	0.078	0.530	0.051
50	0.074	0.101	0.154	0.084	0.425	0.059
60	0.080	0.103	0.140	0.089	0.343	0.067
70	0.084	0.106	0.131	0.094	0.285	0.075
80	0.087	0.109	0.126	0.097	0.250	0.084
90	0.089	0.112	0.126	0.101	0.239	0.092
100	0.088	0.115	0.130	0.104	0.251	0.101

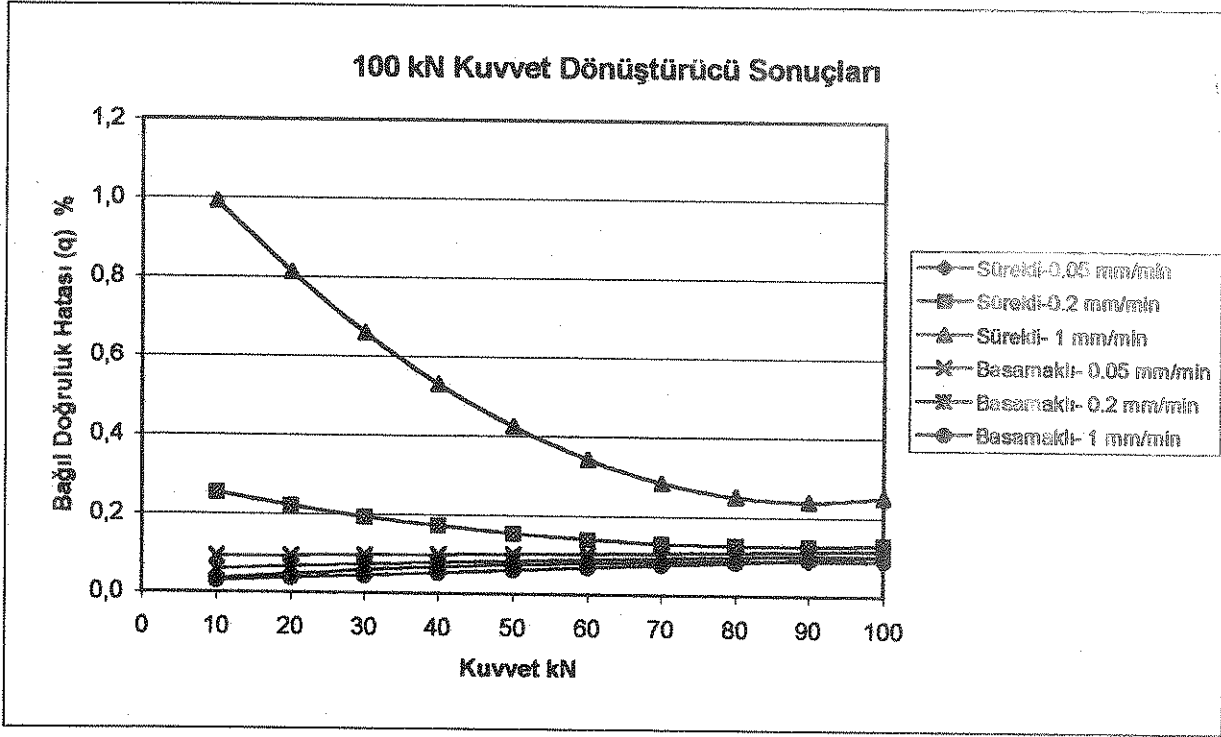
Tablo 4. 250 kN referans kuvvet dönüştürücünün farklı hız ve yükleme şartlarındaki bağıl doğruluk hatası değerleri

100 kN Kapasiteli Dönüştürücü Kuvvet Adımları	Makinanın Hızı					
	0.05 mm/min		0.2 mm/min		1 mm/min	
	Sürekli Yükleme	Basamaklı Yükleme	Sürekli Yükleme	Basamaklı Yükleme	Sürekli Yükleme	Basamaklı Yükleme
KN	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %	Bağıl Doğruluk (q), %
25	-0.007	-0.082	0.080	-0.056	0.435	-0.053
50	-0.001	-0.050	0.071	-0.024	0.367	-0.022
75	0.005	-0.022	0.064	0.005	0.306	0.005
100	0.012	0.004	0.060	0.030	0.255	0.029
125	0.020	0.026	0.058	0.053	0.212	0.051
150	0.027	0.045	0.058	0.072	0.178	0.069
175	0.035	0.062	0.060	0.088	0.153	0.084
200	0.044	0.075	0.064	0.100	0.136	0.097
225	0.052	0.085	0.071	0.110	0.127	0.106
250	0.062	0.092	0.080	0.116	0.128	0.112

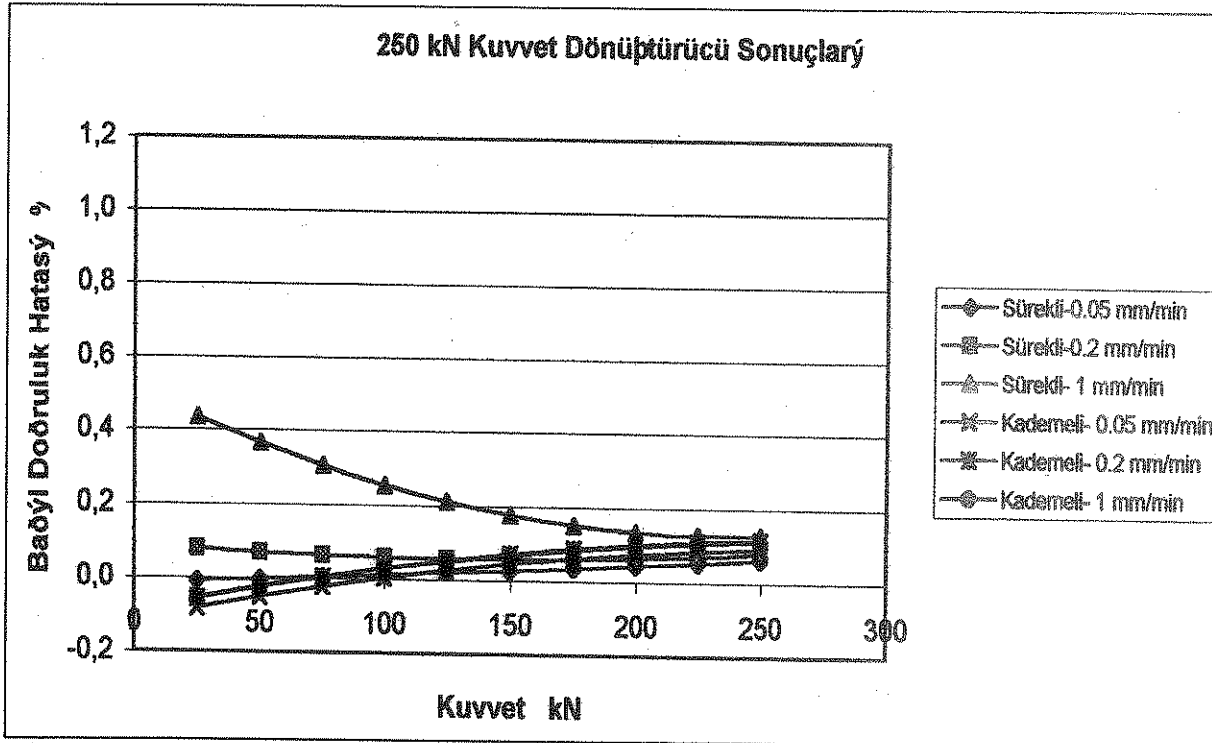
Bu tablolardaki hata değerlerine göre çizilen grafiklerde Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 2. 10 kN referans kuvvet dönüştürücünün farklı hız ve yükleme şartlarındaki bağıl doğruluk hatasındaki değişimleri



Şekil 3. 100 kN referans kuvvet dönüştürücünün farklı hız ve yükleme şartlarındaki bağıl doğruluk hatasındaki değişimleri



Şekil 4. 250 kN referans kuvvet dönüştürücünün farklı hız ve yükleme şartlarındaki bağıl doğruluk hatasındaki değişimleri

Grafiklerdende görüldüğü gibi makina hızının artması ile bağıl doğruluk hatası değeri de artmaktadır. 0,2 mm/dak makina hızının üzerindeki hızlarda bağıl doğruluk hatasının önemli derecede etkilendiği görülmektedir. Malzeme test makinalarının doğrulamasında sürekli yükleme yerine basamaklı yüklemenin tercih edilmesi ile daha doğru sonuçlar elde edildiği Şekil 2 ve Şekil 3 ten kolaylıkla görülebilmektedir.

4. SONUÇLAR

Ölçüm sonuçlarından da görüldüğü gibi doğrulama tercih edilen hızının doğruluk üzerine etkisi vardır. Bu etki 0,2 mm/dak hız değerinin altında önemli miktarda olmamasına karşın bu değerin üzerine çıktığında etkisinin belirgin bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Doğrulama esnasında en doğru sonuçların basamaklı yükleme şartlarında alındığı belirlenmiştir. Sürekli yükleme şartlarında doğru sonuçlar elde etmek için mümkün olabilen en düşük hızlarda doğrulama işleminin gerçekleştirilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

- [1] EN 10002-2, Metallic materials - Tensile testing - Part 2: Verification of the force measuring system of the tensile testing machines, 1991
- [2] EN ISO 7500-1, Metallic materials -Verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Verification and calibration of the force-measuring system, 1999
- [3] EN ISO 376, Metallic materials - Calibration of the force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines, 2002