

## REFERANS ROCKWELL SERTLİK BLOKLARININ KALİBRASYONU VE KALİBRASYONDA KULLANILAN SERTLİK STANDARDI MAKİNALARI

*Sinan FANK, Cihan KUZU, Hayrettin PARLAKTÜRK, Çetin DOĞAN,*

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü, Gebze-Kocaeli  
Tel:262 6466355 Fax:262 6465914

E-posta:sinan.fank@ume.tubitak.gov.tr

### ÖZET

Endüstride yaygın olarak sertlik test makinalarının doğrulanması amacıyla kullanılan, referans sertlik bloklarının kalibrasyonları, standartlarda teknik özellikleri belirtilen sertlik standardı makinaları ile gerçekleştirilir. Rockwell sertlik skalasına sahip sertlik bloklarının kalibrasyonu için, bloğa uygulanan yükün yüksek doğrulukla oluşturulması ve iz derinliğinin de yüksek doğrulukla ölçülmesi gerekir. Bir blok kalibrasyonu için gereken üçüncü önemli parametre ise batıcı ucun geometrik özelliklerinin standartlarda belirtilen toleranslar içinde olmasıdır. Bu makalede, örnek olarak seçilen Rockwell C skalasına sahip bir sertlik bloğunun, ISO 674 ve ISO 1355 standardına göre kalibrasyonunun nasıl gerçekleştirildiği ve kalibrasyonun gerçekleştirilmesinde kullanılan Rockwell sertlik standardı makinaları ve bu makinalarda olması gereken teknik özellikler anlatılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Sertlik bloğu, kalibrasyon, sertlik standardı makinası

### 1. GİRİŞ

Sertlik ölçümleri malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan en kolay ve hızlı ölçme yöntemlerinden biridir. Ayrıca çekme, burma, kırma vs. gibi malzeme test yöntemlerine göre malzemeyi çok daha az tahrip ettiği ve bitmiş makine parçası üzerinde de ölçüm alınabildiği için özellikle tercih edilmekte ve bu özelliğinden dolayı da endüstride çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Sertlik ölçümlerinin doğuşu Brinell isimli bir mühendis tarafından kendi fabrikasında ürettiği çelik ürünlerinin mukavemetinin pratik ve hızlı olarak belirlenmesi amacıyla geliştirdiği teknik sayesinde ortaya çıkmıştır. Daha sonra Rockwell tarafından geliştirilen farklı bir teknik sayesinde, sertlik ölçümü daha da basit ve hızlı hale gelmiştir [1]. Sertlik ölçümleri, ne kadar kolay ve güvenilir teknik geliştirilirse o kadar kullanışlı ve verimli olacağı için, araştırmaya açık bir konu olarak üzerinde yoğun çalışılan alanlardan biridir.

Sertlik ölçme yöntemleri tahribatlı ve tahribatsız olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir. Tahribatlı ölçme yöntemleri çok çeşitli olmasına rağmen endüstride en yaygın olarak kullanılanlar Rockwell, Brinell, Vickers, mikrovickers, Knoop ve Shore yöntemleridir. Bu yöntemlerde Shore hariç diğerleri belirli bir geometriye sahip bir batıcı ucun malzeme yüzeyine belirli bir kuvvet ile bastırılması sonucu oluşan iz boyutlarını veya iz derinliğini ölçerek malzemenin sertliği hakkında bilgi vermektedirler. Shore yönteminde ise, bir bilyanın

serbest olarak malzeme yüzeyine düşmesi ve bilyanın geri zıplama yüksekliğine göre sertlik değeri hakkında bilgi edinilmektedir. Tahribatsız yöntemler ise elektromanyetik ve fototermal teknikleri kullanmaktadırlar. Elektromanyetik yöntemde malzemenin manyetik ve elektriksel özelliklerine göre sertlik ölçümü gerçekleştirilir. Bu durumda sertliği ölçülecek malzemenin manyetik olması gerekmektedir [2]. Fototermal sertlik ölçme yönteminde termal laser uyarılmasıyla, ısı dalgaları malzeme yüzeyine gönderilmekte ve yüzeyden yansıyan ısı radyasyonu bir dedektör aracılığı ile ölçülmektedir. Malzemenin yüzeyinden içe doğru sertlik profili sonlu farklar yöntemiyle belirlenmektedir [3]. Bu tahribatsız sertlik ölçme yöntemleri yanında, eddy-current ve ultrasonik yöntemleri kullanan teknikler üzerinde de çalışmalar sürdürülmektedir. Tahribatsız yöntemler, tahribatlı yöntemlere göre daha kaba ölçüm değeri vermelerine rağmen malzemeyi tahrip etmemesi, hızlı ve pratik kullanımı, yüzey geometrisinden bağımsız olmaları, hafif ve taşınabilir olmaları gibi avantajları nedeniyle gelecekte doğruluğunun yükselmesi ve fiyatının düşmesi ile çok daha yaygın olarak kullanılacaklardır.

Rockwell sertlik ölçme yöntemi, genellikle elmas piramit bir ucun malzeme yüzeyine belirli bir kuvvet ile bastırılması sonucu, batıcı ucun malzeme içine dalma derinliğine göre, malzemenin sertlik değeri hakkında fikir vermektedir. Bir malzeme ne kadar sert ise iz derinliği o kadar az olacaktır. Batıcı ucun geometrik özellikleri, uygulanan yükün doğruluğu ve iz ölçme sisteminin hassasiyeti ISO 674 ve ISO 355 standardında belirtilen sınırlar dahilinde gerçekleştirilebilirse bu özellikleri sağlayan sertlik makinası referans sertlik bloklarının kalibrasyonlarında kullanılabilir. Referans sertlik bloklarının kalibrasyonu için ise sertlik makinası, istenen özellikleri sağladığı takdirde blok üzerinde alınacak beş adet iz ölçümü ile blok kalibrasyonu kolay bir şekilde gerçekleştirilebilir.

## 2. ROCKWELL SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMİ

Rockwell sertlik değeri malzeme üzerine batıcı bir uç yardımıyla önce sabit bir ön yük ile bastırıldığında meydana gelen izin dip kısmı başlangıç noktası alınarak asıl yük uygulanıp belirli bir süre sonra asıl yük kaldırılıp ön yük değerine geri dönüldüğünde başlangıçtaki iz değerine nazaran meydana gelen iz derinliğindeki net artışla ters orantılı olarak elde edilen sayı, Rockwell sertlik değerini verir. Rockwell sertlik ölçümü şematik olarak Şekil 1.'de gösterilmiştir.

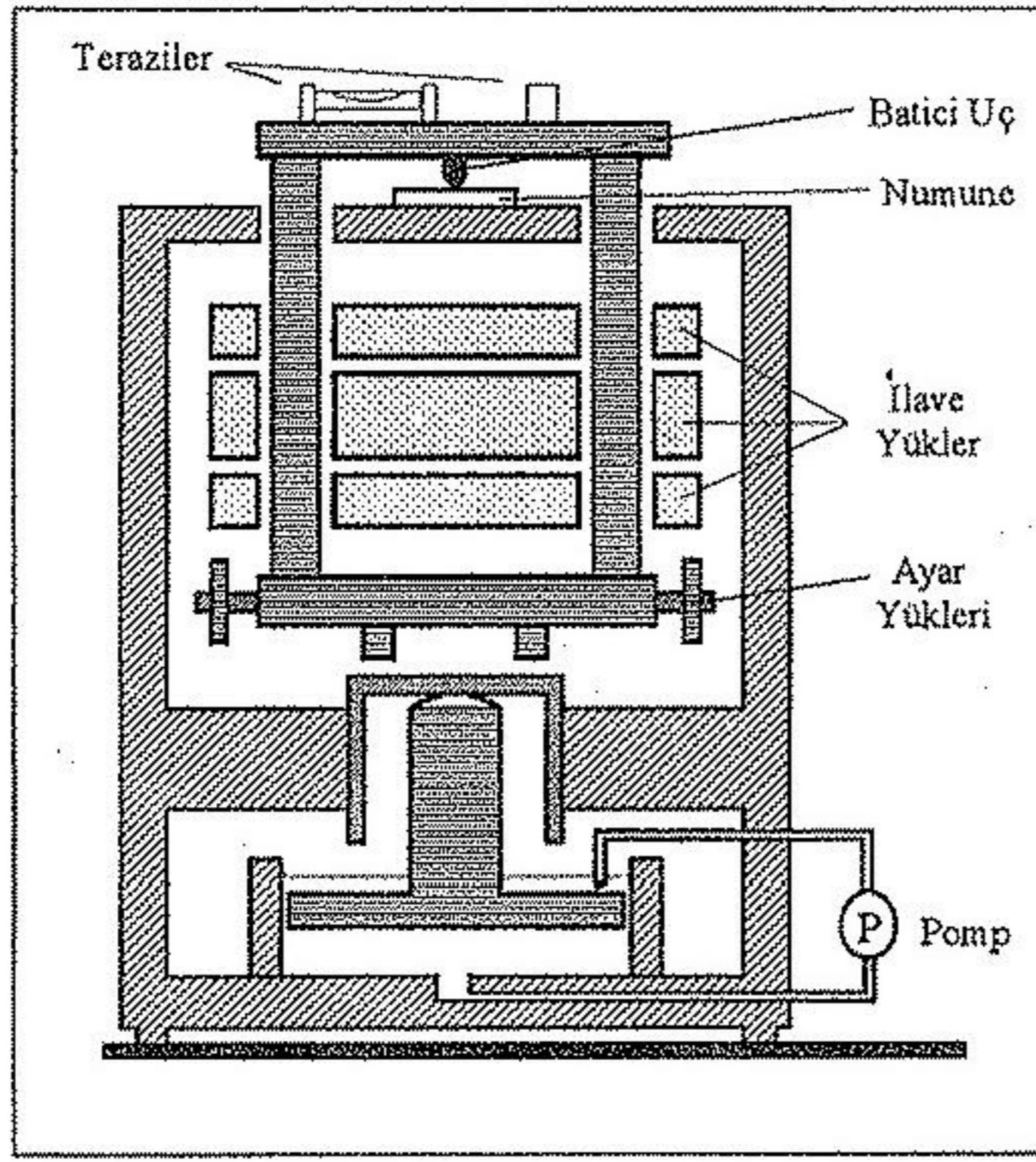
Rockwell sertlik ölçümünde, batıcı uç olarak yaygın bir şekilde 1.5875 mm ve 3.175 mm çapında bilyalar ile 120° açığa sahip elmas konik uç kullanılmaktadır.

Rockwell sertlik değerleri çeşitli yük ve uçları kullanarak çeşitli şekilde skalandırılırlar. Sertliği ölçülecek malzemenin cinsine (sertliğine vs. ) göre uygun bir Rockwell skalası ve bu skalaya uygun ön yük, yük ve batıcı uç seçilir. Bu skalalar Rockwell A-B-C-D-E-F-G-H-K, Rockwell Suprficial 15 N, 30 N, 45 N, 15 T, 30 T, ve 45T'dir.

Rockwell A, F ve H'de ön yük 98.07 N, toplam yük ise 588.4 N, Rockwell B, D ve E'de ön yük yine 98.07 N toplam yük ise 980.4 N, Rockwell C, G ve K'de ise ön yük 98.07 N toplam yük ise 1471 N olarak kullanılmaktadır. Rockwell superficial ölçümü için 15 N ve 15 T skalası için ön yük 29.42 N toplam yük 147.1 N, 30 N ve 30 T skalası için ön yük 29.42 N toplam yük 294.2 N, 45 N ve 45 T skalası için ise ön yük yine 29.42 N toplam yük ise 441.3 N olarak seçilmektedir.



bir standart makine olarak adlandırılabilir. Böyle bir makinaya ait şematik çalışma prensibi Şekil 2.'de görülmektedir. Bu makinada uygulana yükün doğruluğu % 0.005 ve iz derinlik ölçme sisteminin doğruluğu ise  $0.05\mu\text{m}$  veya 0.025 Rockwell birimi olarak gerçekleştirilebilmektedir. İtalya Metroloji Enstitüsü'nde tasarım ve imalatı gerçekleştirilen böyle bir sertlik standardı makinasında bu özelliklerin yanında, batıcı ucun yatakladığı sistem sürtünmeyi yok etmek ve buradan gelebilecek hatayı ortadan kaldırmak için hava yastıklı yatak sistemiyle donatılmıştır.[6,7]. UME'de birincil seviyede bir sertlik laboratuvarı kurulması çalışmaları kapsamında endüstrinin acil ihtiyacını karşılayabilmek için, endüstriyel amaçlı ölçümler için üretilmekte olan manivela ile ölü ağırlık uygulayan sertlik cihazı ISO standartlarında belirtilen şartları sağlayacak şekilde düzenlenmiş ve sertlik blok kalibrasyonu yapılabilecek konuma getirilmiştir.



Şekil 2. Ölü ağırlıklı Sertlik Standardı Makinası [8]

#### 4. REFERANS SERTLİK BLOK KALİBRASYONU

Referans Rockwell sertlik bloklarının kalibrasyonu, ISO 674 ve ISO 1355'de belirtilen prosedüre göre kalibrasyon gerçekleştirilir.

Kalibrasyonun gerçekleştirilmesi için gereken şartlar şu şekilde sıralanabilir:

- Kalibrasyonun gerçekleştirildiği ortam  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  içinde olmalıdır,
- Batıcı ucun bloğa değme hızı  $< 1 \text{ mm/s}$  olmalıdır,
- Bloğun oturtulduğu tabla, batıcı ucun bloğa batması esnasında şok ve titreşim oluşturmaması için bloğa değecek derecede yaklaştırılmalıdır,
- Ön yükün uygulanma süresi ( $t_1$ ),  $1 \text{ sn} < t_1 < 10 \text{ sn}$  şartını sağlamalıdır,
- Ön yükten toplam yüke geçme süresi ( $t_2$ ),  $2 \text{ sn} < t_2 < 8 \text{ sn}$  şartını sağlamalıdır,
- Toplam yükün uygulanma süresi ( $t_3$ ),  $3 \text{ sn} < t_3 < 5 \text{ sn}$  şartını sağlamalıdır,
- Sertlik bloğu üzerinde mümkün olduğunca homojen olarak beş noktadan ölçüm değeri alınır ve bunlar küçükten büyüğe doğru sıralanır, ( $e_i$ ).
- Alınan ölçümlere göre bloğun belirli sınırlar içinde üniform dağılım göstermesi gerekir. Bunun için eşitlik (1) kullanılır.

$$r = 100 (e_5 - e_1) / \bar{e} \quad (1)$$

$$\bar{e} = e_1 + e_2 + \dots + e_5 / 5$$

$\bar{e}$  : ölçümlerin ortalaması

$r$  : % olarak üniform dağılım hatası

$e_i$  : ölçülen iz derinliğine karşılık gelen Rockwell sertlik değeri

Bulunan  $r$  değerleri ISO 674 ve 1355'de belirtilen müsaade edilebilir üniform dağılım hata sınırları içinde kalıyorsa kalibrasyonu gerçekleştirilen Rockwell sertlik bloğu, sertlik test cihazlarının kalibrasyonunda kullanılabilir.

## 5. SONUÇ

Endüstride yaygın olarak kullanılan Referans sertlik blokları, sertlik ölçme cihazlarının doğrulama ölçüm ve periyodik kontrollerinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle bunların kalibrasyonu, değeri bilinen standartlarla gerçekleştirildiği takdirde malzeme ve mamül üretiminde, doğru gerçekleştirilecek sertlik ölçümü sayesinde kalite ve ticarete önemli katkı sağlayacaktır. Ülkemizde sertlik bloklarının kalibrasyonunu en üst seviyede gerçekleştirmek UME'nin çalışma alanlarından biridir. Bu konuda gerçekleştirilen çalışmalara ek olarak, UME Sertlik Laboratuvarı, endüstrinin ihtiyacına göre birincil seviyede sertlik bloğu kalibrasyonlarına başlamak için alt yapısını geliştirecek ve kuracaktır.

## 6. REFERANSLAR

- [1] "Metalik Malzemelerin Mekanik Deneyleri" E. S. Kayalı, C. Ensari, F. Dikeç, İ.T.Ü Matbaası, 1983 Gümüşsuyu İstanbul
- [2] Stiefel Mayer-Qualimax- Nondestructive Hardness Testing (Elektromanyetik Sertlik Cihazı Kataloğu)
- [3] "Photothermal Hardness Determination Using Finite Difference Method", M. Reigl, G. Goch, Imeko XIV World Congress Vol III, 1-6 June 1997, Tampere, Finland
- [4] Iso 674 Metallic Materials- Hardnes Test- Calibration Of Standardized Blocks to be Used For Rockwell Hardness Testing Machines (Scales A-B-C-D-E-F-G-H-K)
- [5] Iso 1355 Metallic Materials-Hardnes Test-Calibration Of Standardized Blocks to be Used For Rockwell Superficial Hardness Testing Machines (Scales 15 N, 30n, 45n, 15t, 30t And 45t)
- [6] G. Barbato, S. Desogus, R. Levi " Design Studies And Characteristic Description ff The Standard Dead-Weight Hardness Tester of the Istituto Di Metrologia Di G. Colonnetti -. VDI-Berichte Nr. 308, 1978, 97-103.
- [7] G. Barbato, S. Desogus, And R. Levi, "Design And Performance Of A Deadweight Standard Rockwell Hardness Testing Machine," Journal Of Testing And Evaluation, Vol. 6, No. 4, July 1978, Pp. 276-279.
- [8] Ş. Baytaroğlu, H.Ö.Özbay "Sertlik Birimleri ve Sertlik metrolojisi", I Ulusal Ölçübilim Kongresi, Ekim 1995, Eskişehir.