

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Sertlik Nedir?

Basite indirgendiğinde oldukça kolay tanımlanan bir özelliktir;

- tebeşir *yumuşak*,
- çelik *serttir*.

Malzeme özelliği olarak ele alındığında;

Sertlik, malzemelerin plastik deformasyona karşı direnç gösterebilme kabiliyetidir. Diğer bir ifadeyle, sertlik izafi bir ölçü olup bir parçanın içine sokulmak istenilen diğer parçaya karşı gösterdiği dirençtir.

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Genellikle sertlik ölçme koni veya küresel standart bir ucun malzemeye batırılmasına karşı malzemenin gösterdiği direnci ölçmekten ibarettir. Uygun olarak seçilen sert uç, tatbik edilen bir yük altında malzemeye batırıldığında malzeme üzerinde bir iz bırakacaktır. Genel bir deyimle malzemenin sertliği bu izin büyüklüğü ile ters orantılıdır.

Sertlik ölçmelerinde uygulanan kuvvetin tatbik şekline göre statik veya dinamik sertlik ölçme metotları olarak ikiye ayrılırlar. Statik sertlik ölçme metotları:

- Brinell sertlik ölçme metodu
- Vickers sertlik ölçme metodu
- Mikro sertlik ölçme metodu
- Rockwell sertlik ölçme metodu,
olup, gerçek sertlik değerlerini verir.

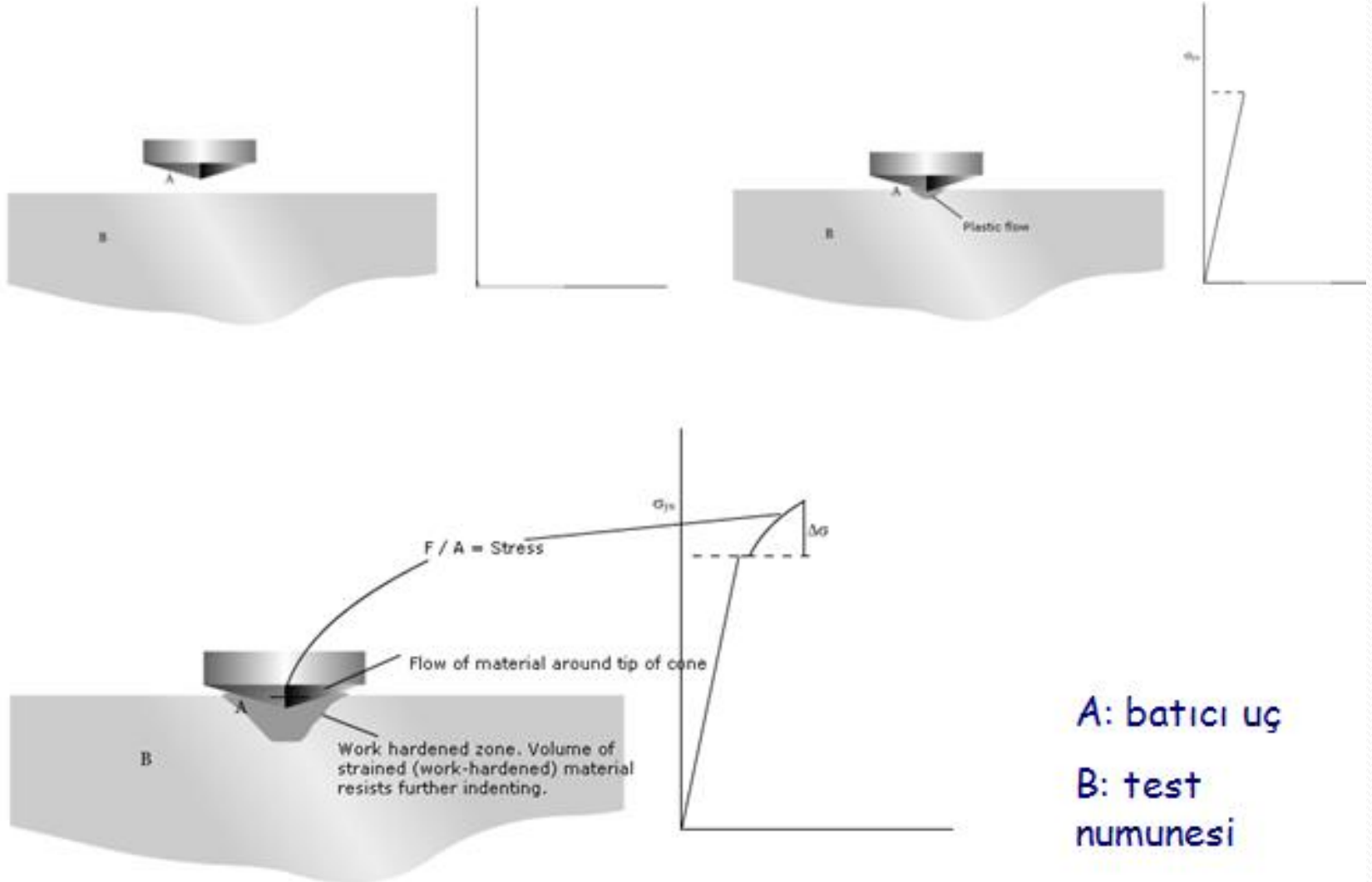
SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Dinamik sertlik metotlarının amacı mümkün olduğu kadar hızlı ve istenen her çalışma yerinde muayenesi yapabilmektedir. Bu metotlarda;

- Shore sklereskopu
- Poldi çekiçidir.

Sertlik ölçmeleri yapılırken kullanılan ölçme metotları ne olursa olsun, numunelerin üzerinde birkaç ölçme yapıp ortalamasının alınması gerekir. Yapılan sertlik deneylerinde değerler birbirinden çok farklı ise ortalamaya dahil edilmeyip bu farkın mevcudiyeti raporda mutlak olarak belirtilmelidir.

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ



SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

➤ Brinell Sertliği (HB, BSD)

➤ Vickers Sertliği (HV, VSD)

➤ Rockwell Sertliği (HR)

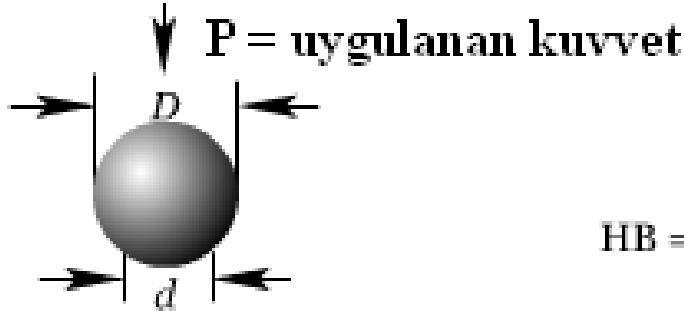
iz büyüklüğü ölçülür

batma derinliği ölçülür

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

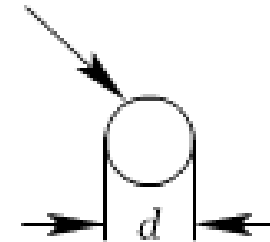
Brinell Sertlik Ölçme Yöntemi

küre şeklinde batıcı uç



$$HB = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

izin şekli



D = küre çapı (mm)

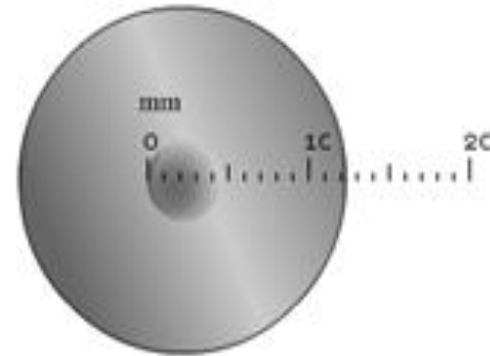
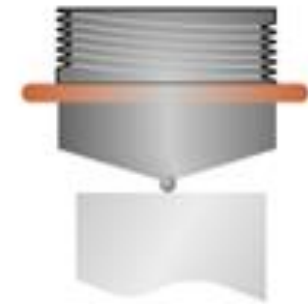
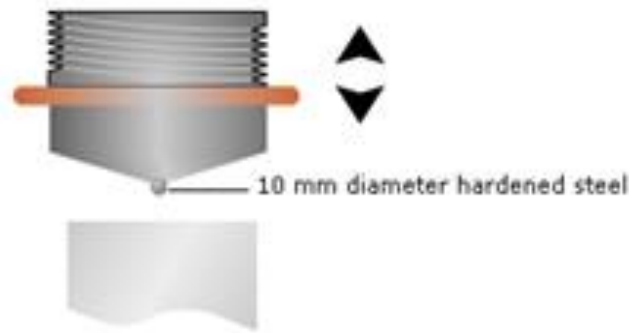
d = iz çapı (mm)

Brinell sertlik değeri (HB), numuneye uygulanan yük değerinin oluşan izin yüzey alanına bölünmesi ile elde edilir.

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ



Brinell Cihazı



SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Yük derecesi $N = \frac{0.102F}{D^2}$ $\frac{kp}{F}$ $\frac{D^2}{D^2}$	30	10	5	2,5	1,25
Kullanım aralığı HB	67-450	22-315	11-158	6-78	3-39
HB sertlik yönteminin kullanıldığı malzemeler	Demir esaslı malzemeler ve yüksek dayanıklı alaşımlar	Demir Dışı Metaller			
	-yumuşak çelik -çelik -dökme çelik -temper döküm -titanyum alaşımları -Ni ve Co alaşımları	-hafif metaller -döküm alaşımları -bakır -pirinç -bronz -nikel	-saf alüminyum -magnezyum -çinko -dökme pirinç	-yatak malzemeleri	-kurşun -kalay -yumuşak metaller

Ölçülen değerler, ancak muayene yükü ve küre çapının karesi arasında sabit bir oran varsa karşılaştırılabilirler. Bu orana “*yükleme derecesi*” adı verilir.

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Deney yükü seçim tablosu

Bilya çapı D (mm)	Deney yükü F/D^2 yük derecesi kp olarak				
	30	10	5	2,5	1,25
10	3000	1000	500	250	125
5	750	250	125	62,5	31,25
2,5	187,5	62,5	31,25	15,625	7,8125
1	30	10	5	2,5	1,25

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Deneyde dikkat edilecek hususlar:

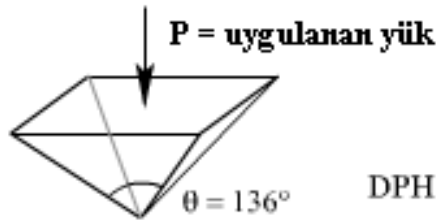
- Minimum malzeme (numune) kalınlığı $S_{min} = 17 \times bilyanın\ batma\ derinliği$ kadar olmalıdır.
- Numene yüzeyi parlak ve düzgün olmalıdır.
- Kalıcı iz çapı $0,2D$ 'den küçük ve $0,7D$ 'den büyük olmamalıdır.

$$0,2D < d < 0,7D$$

- Numune üzerinde kalan izin merkezinin parça kenarından ve bir diğer izin merkezinden uzaklığı iz çapının iki katı kadar olmalıdır ($2d$).
- İz çapı (d) $0,01\text{ mm}$ hassasiyetle ölçülmelidir. İz tam dairesel değilse birbirine dik doğrultudaki çaplar ölçülüp, ortalaması alınmalıdır.
- 400 HB 'ye kadar olan sertlikler için, sertleştirilmiş çelikten imal edilmiş bilyeler kullanılır. Sert malzemelerde karbürden yapılmış bilyeler tercih edilir.

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Vickers Sertlik Ölçme Yöntemi



$$DPH = \frac{2P \sin \frac{\theta}{2}}{d^2} = \frac{1.854P}{d^2}$$



P= uygulana yük (kp)

d=ortalama köşegen uzunluğu (mm)

DPH : Diamond piramid hardness (HV)

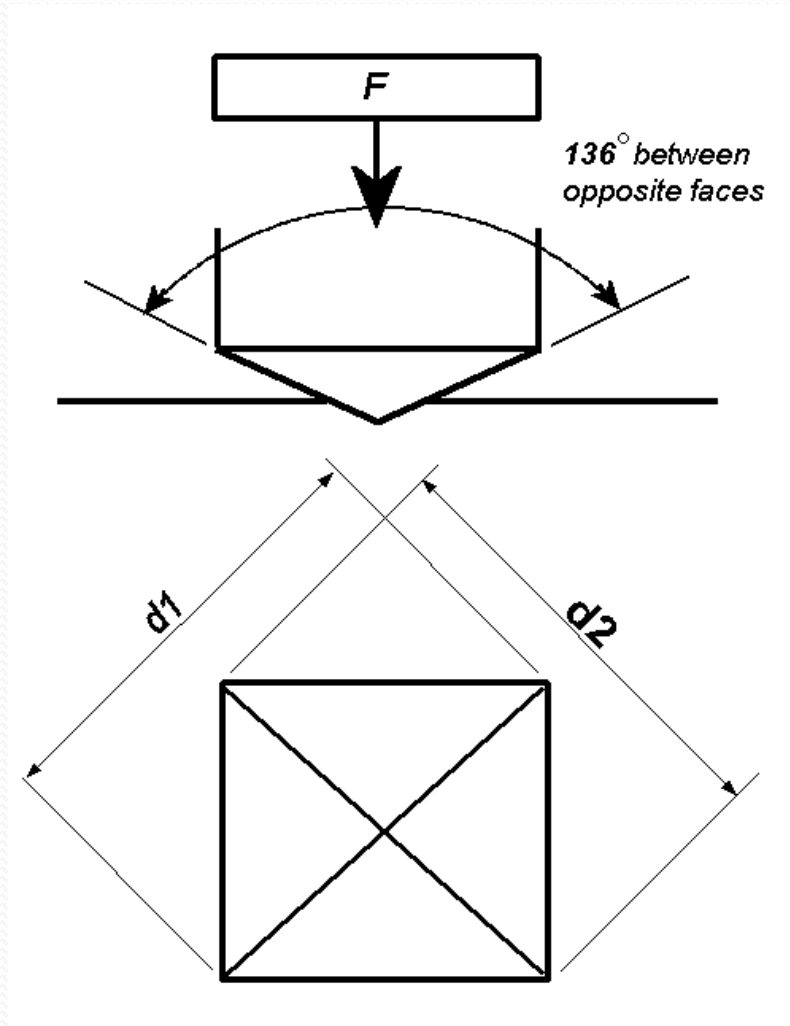
Yumuşak malzemelerden, özel yöntemlerle sertleştirilmiş çok sert malzemelere kadar geniş bir kullanım aralığı mevcuttur.

Yük : 1-150 kg (en sık 2,10 ve 30 kg)

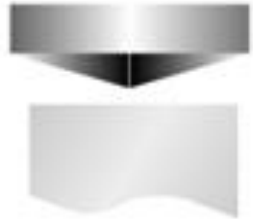
Batıcı uç : Kare tabanlı, tepe açısı 136° olan elmas piramit

Bekleme süresi : 15 sn (yumuşak malzemelerde 30 sn)

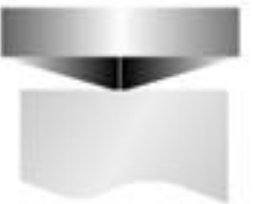
SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ



SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ



Contact made

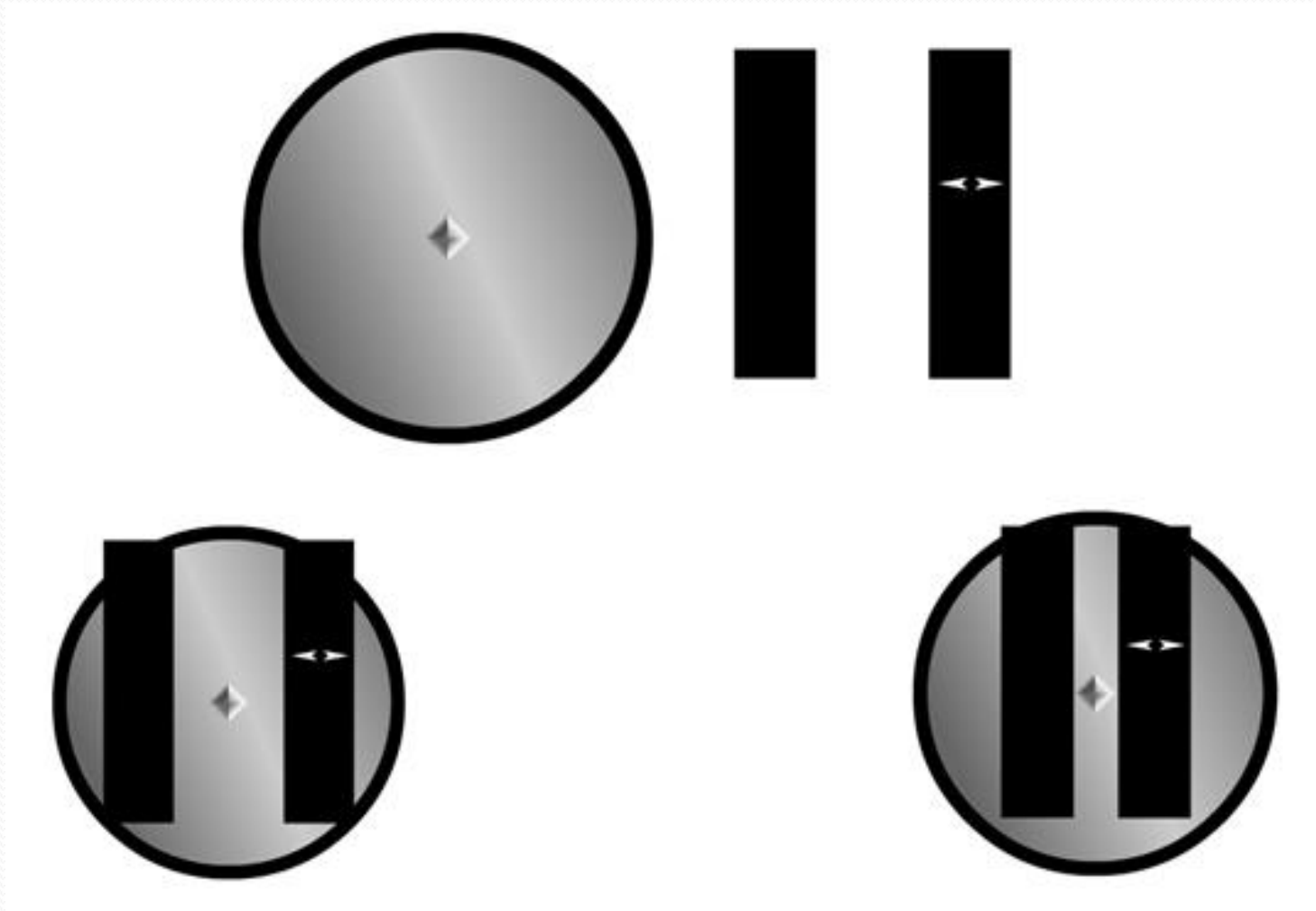


10



Vickers Cihazı

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ



SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

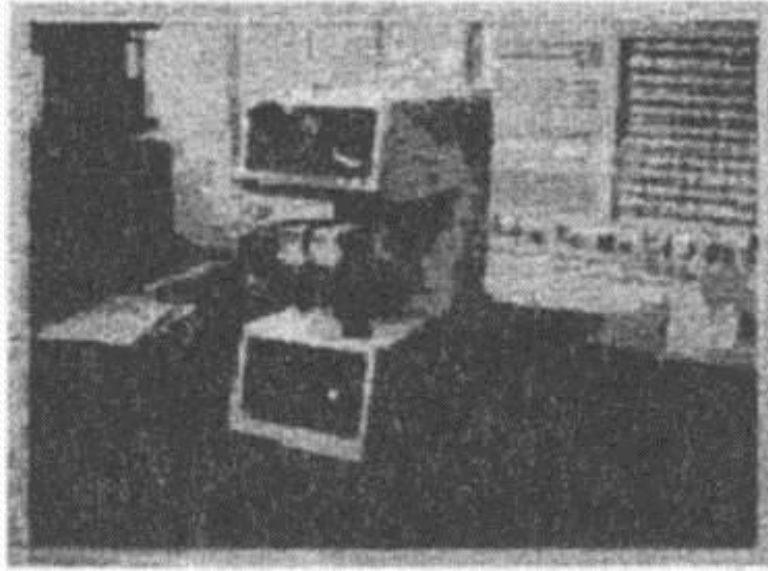
Deneyde dikkat edilecek hususlar:

- Yük darbesiz olarak uygulanmalıdır.
- Numene yüzeyi parlak ve düzgün olmalıdır.
- Elmas uç darbeden ve çarpmadan korunmalıdır.
- Numune üzerinde kalan izin merkezinin parça kenarına veya bir diğer izin kenarına olan uzaklığı en az 3d kadar olmalıdır.
- Piramid uç P yükü ile deney parçasına düşey olarak batırılmalı, iz köşegenleri 0,002 mm hassaslıkla ölçülmelidir.

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Mikro Sertlik Muayenesi Deneyi

Mikro sertlik testi malzeme üzerine uygulanan kuvvetin düşüklüğü ve meydana gelen izin küçüklüğü ile temsil edilir ve diğer testlerden bu özeliğı ile ayrılır.



Mikro Sertlik Cihazı

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

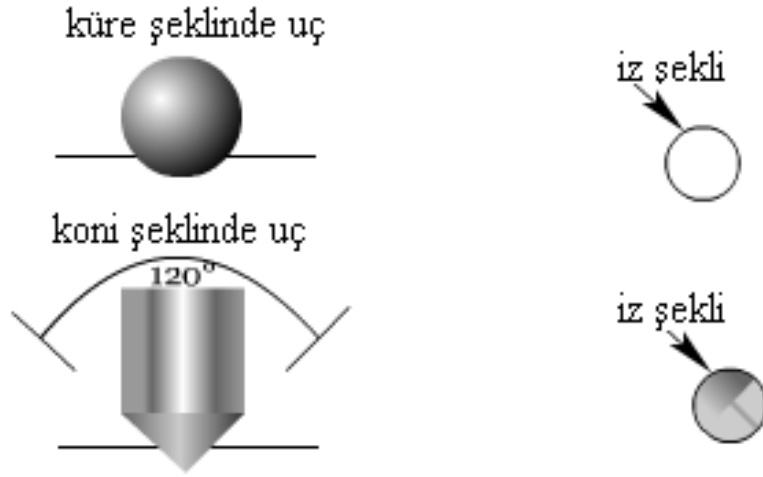
Mikro sertlik testi ya vikers yada knoobe ucu ile yapılır. Genel olarak statik sertlik testinde 1000 gr a kadar yük kullanılır. Geçerli testi başarmak için elmas uç tam olarak şekillendirilmiş ve ölçülecek malzemenin yüzeyi düz ve parlatılmış damalıdır. Özellikle 100 gr lık yükler için metallografik yüzey hazırlama gereklidir. Yük sürtünmesiz, titreşimsiz ve çarpma şeklinde yüklenmemelidir. İzler iyi görüntü veren mikroskopla okunmalıdır. Test ekipmanı izin hassas olarak yerleşmesini sağlamalıdır.

Mikro sertlik testi malzeme testi veya kalite kontrolü araştırma ve geliştirme takımı olarak sınırsız imkanlar verir. Bazı tipik uygulamaları şunlardır:

- Mikro yapıların sertliği (boyları knoob ucu ile 20 mikrondan, vikers ucu ile 7 mikrondan az kristaller test edilebilir). Bunun için 25 gramın altındaki yük kullanılmalıdır.
- Demir ve demir dışı metallerin levha, folye ince tellerin sertlikleri ve yüzey sertlikleri.
- Yüzey sertliklerinde (Sementasyon, nitrürasyon, galveniz, elektrolitik ve plazma metal püskürtme ile kaplamaların).
- Kaynak bölgesinin incelenmesinde.

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Rockwell Sertlik Ölçme Yöntemi

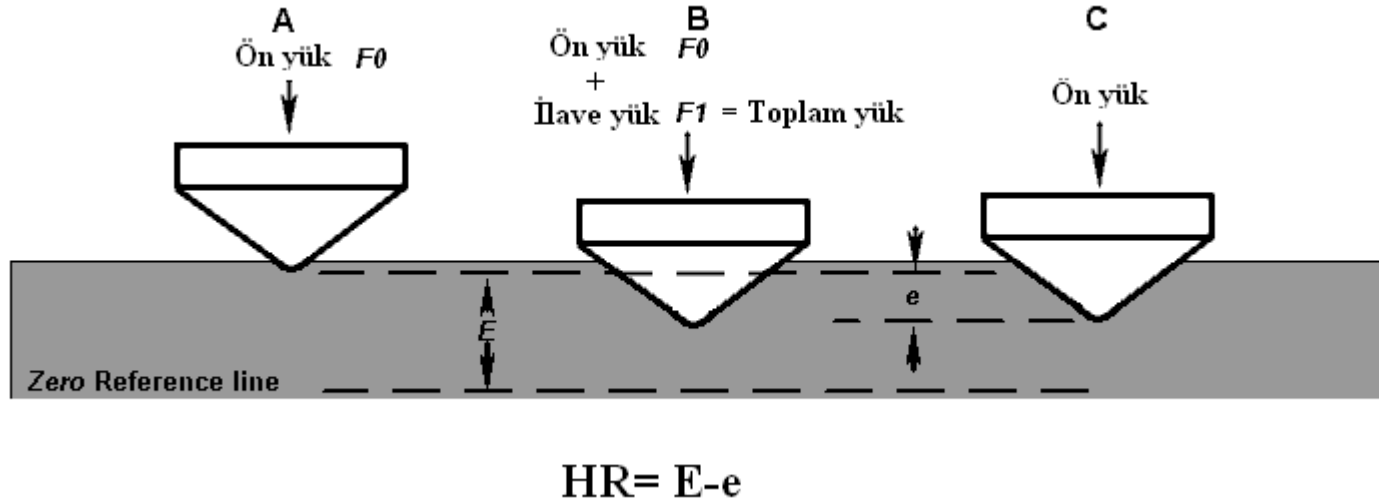


✓ Batma derinliğinin ölçülmesi esasına dayanır.

✓ Ön yüklemeli bir sertlik ölçüm yöntemidir.

Malzemenin makrogeometrik durumunun kötü etkilerinden kurtulmak ve derinlik ölçümünde sıfır noktasının iyi ayarlanabilmesi için ön yükleme yapılır.

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ



Numune kalınlığı batma derinliğinin en az 10 katı olmalıdır.

Yöntemin üstünlüğü; sertlik değerinin deney cihazı üzerindeki ölçme saatinden direkt olarak okunabilmesidir.

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Skala	Batıcı uç	Ön yük F_0 (kp)	Büyük Yük F_1 (kp)	Toplam Yük F (kp)	E
A	Elmas koni	10	50	60	100
B	1/16 inç çelik bilya	10	90	100	130
C	Elmas koni	10	140	150	100
D	Elmas koni	10	90	100	100
E	1/8 inç çelik bilya	10	90	100	130
F	1/16 inç çelik bilya	10	50	60	130
G	1/16 inç çelik bilya	10	140	150	130
H	1/8 inç çelik bilya	10	50	60	130
K	1/8 inç çelik bilya	10	140	150	130
L	1/4 inç çelik bilya	10	50	60	130
M	1/4 inç çelik bilya	10	90	100	130
P	1/4 inç çelik bilya	10	140	150	130
R	1/2 inç çelik bilya	10	50	60	130
S	1/2 inç çelik bilya	10	90	100	130
V	1/2 inç çelik bilya	10	140	150	130

HRA : Cemented carbides, thin steel and shallow case hardened steel

HRB : Copper alloys, soft steels, aluminium alloys, malleable irons, etc.

HRC : Steel, hard cast irons, case hardened steel and other materials harder than 100 HRB

HRD : Thin steel and medium case hardened steel and pearlitic malleable iron

HRE : Cast iron, aluminium and magnesium alloys, bearing metals

HRF : Annealed copper alloys, thin soft sheet metals

HRG : Phosphor bronze, beryllium copper, malleable irons

HRH : Aluminium, zinc, lead

HRK }

HRL }

HRM } Soft bearing metals, plastics and other very soft materials

HRP }

HRR }

HRS }

HRV }

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

HRB Yöntemi

Yumuşak çelikler, bakır alaşımları ve alüminyum alaşımlarına uygulanır.

Yük : $10+90=100$ kp

B. Uç : 1/16 inç çelik bilya

Süre : 20 sn

HRC Yöntemi

Çelikler, sert çelikler, sert dökme demirler, 100 HRB'den daha sert olan malzemelere uygulanır.

Yük : $10+140=150$ kp

B. Uç : 120°lik elmas koni

Süre : 20 sn

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Vickers Sertlik Değeri	Brinell Sertlik Değeri 10 mm tungsten karbür uç	Rockwell Sertlik Değeri	
-	Yük 3000 kg	100 kg yük ile B skalası	150 kg yük ile C skalası
940	-	-	68.0
920	-	-	67.5
900	-	-	67.0
880	(767)	-	66.4
860	(757)	-	65.9
570	535	-	53.6
560	525	-	53.0
400	379	-	40.8
390	369	-	39.8
380	360	(110.0)	38.8
370	350	-	37.7
360	341	(109.0)	36.6
275	261	-	26.4
270	256	(102.0)	25.6
170	162	85.0	(3.0)
160	152	81.7	(0.0)
150	143	78.7	-
100	95	56.2	-
95	90	52.0	-
90	86	48.0	-
85	81	41.0	-