

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

METAL TEKNOLOJİSİ

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ 521MMI208

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1	3
1. BRİNELL DENEYİ YAPMAK	3
1.1. Sertlik Kavramı ve Tanımı	3
1.2. Sertlik Ölçme Yöntemleri	4
1.2.1. Birinell Yöntemi ile Sertlik Ölçme	4
1.2.2. Sertlik Değerini Bulmak İçin Gerekli Formülü Uygulama	9
UYGULAMA FAALİYETİ	11
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	15
2. ROCKWELL DENEYİ YAPMAK	15
2.1. Rockwell Yöntemi ile Sertlik Ölçmek	15
2.2. Numune Yüzeyini Kimyasal Yollarla Temizleme	16
2.3. Malzeme Cinsine Göre Batıcı Ucun Şekli ve Uygulama Basıncı	16
2.4. Yükü Malzemeye Doğru Olarak Uygulama	18
2.5. Sertlik Değerini Cihazdan Okuma	19
UYGULAMA FAALİYETİ	20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	24
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	25
3. VİCKERS DENEYİ YAPMAK	25
3.1. Vickers Yöntemi ile Sertlik Ölçme	25
3.2. Numune Yüzeyini Mekaniksel Yollarla Temizleme ve Parlatma	26
3.3. Malzeme Cinsine, Kalınlığına Göre Uygulanan Yük ve Süresi	26
3.4. Yükü Malzemeye Doğru Olarak Uygulama	26
3.5. Sertlik Değerini Bulmak İçin Gerekli Formülü Uygulama	27
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	33
4. SHORE DENEYİ YAPMAK	33
4.1. Shore Sclereskobu Yöntemi ile Sertlik Ölçmek	33
4.2. Numune Yüzeyini Mekanik Yollarla Temizleme ve Parlatma	34
4.3 Malzeme Cinsine ve Çeşidine Göre Sertlik Ölçme Yöntemini Tayin Etme	34
4.4. Serbest Olarak Malzeme Üzerine Düşen Çekiçğin Zıplamalarının Değerlendirilmesi	34
UYGULAMA FAALİYETİ	36
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	38
MODÜL DEĞERLENDİRME	39
CEVAP ANAHTARLARI	41
KAYNAKÇA	43

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI208
ALAN	Metal Teknolojisi
DAL/MESLEK	Kaynakçılık, Isıl İşlemciliği
MODÜLÜN ADI	Sertlik Ölçme Yöntemleri
MODÜLÜN TANIMI	Sertlik ölçme yöntemlerini kullanarak sertlik ölçme bilgi ve becerilerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Malzeme sertliğini farklı yöntemlerle ölçmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam ve ekipman sağlandığında Brinell, Rockwell, Vickers, Shore sclereskobu yöntemleriyle sertlik ölçme işlemlerini yapabileceksiniz. Amaçlar 1. TS139-1 EN ISO 6506-1-2-3 standardını dikkate alarak Brinell yöntemi ile sertlik ölçme yapabileceksiniz. 2. TS 140 EN ISO 6508-1 standardını dikkate alarak Rockwell yöntemi ile sertlik ölçme yapabileceksiniz. 3. TS 207-1 EN ISO 6507-1-2-3 standardını dikkate alarak Vickers yöntemi ile sertlik ölçme yapabileceksiniz. 4. Yüzeyi temizlenmiş malzeme yüzeyine cam boru içerisinden bilya bırakarak bilyanın zıplama yüksekliği yöntemi (Shore sclereskobu) ile sertlik ölçme yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Gerçek çalışma ortamı ve tahribatsız muayene laboratuvarı Donanım: Brinell, Rockwell, Vickers ve Shore sclereskobu sertlik ölçme cihazları, sertliği ölçülecek malzeme ve temizleme gereçleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Sertlik ölçme deneyi ile bir malzemenin, yüzeyine batırılan daha sert başka bir malzemeye karşı gösterdiği direnç ölçülür.

Makine yapım sanayisinde ve benzeri endüstri kuruluşlarında üretilen her parçanın, yapacağı görev yerine ve biçimine göre mutlaka sertliğinin bilinmesi gerekir. Görev yapacak olan makine parçası, göreve başlamadan önce bir dizi işlemden geçirilmelidir veya geçirilmiş olabilir. Bu işlemler döverek şekil verme, üzerinden talaş kaldırma, sertleştirme, tavlama vb. olabilir. Bu işlemlerden sonra malzemenin iç yapısı ve bunlara bağlı olarak da sertliği değişir.

Yukarıda anlatılan işlemlerden dolayı makine parçalarının daha önceden belirlenmiş metotlarla sertliği ölçülmelidir. Bu ölçüm ile makine parçasının görev yapacağı işe uygun olup olmadığı belirlenir. Bu sebeple üretimi yapılan makine parçalarının sertliği son derece önemlidir.

Sertlik ölçümleri sayesinde farklı malzemelerin sertlik değerleri hakkında da bilgi sahibi oluruz. Bu bilgiler daha sonradan yapılacak çalışmalarda bize yardımcı olur.

Sizler, bu modül ile sertlik ölçme metotlarını kullanarak sertlik ölçme deneyleri yapabilecek ve herhangi bir malzemenin sertliğini ölçebileceksiniz. Kazanmış olduğunuz bu beceriyle sertlik ölçümü üzerine çalışan işletmelerde veya sanayide çalışma imkânı bulabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerçek çalışma ortamı ve tahribatsız muayene laboratuvarı sağlandığında TS139-1 EN ISO 6506-1-2-3 standardını dikkate alarak Brinell yöntemi ile sertlik ölçme yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde, sertlik ölçme uygulamaları yapan işletmelerden, eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internetten Brinell sertlik ölçme yöntemi ile ilgili araştırma yaparak bunları not ediniz.
- Brinell sertlik uygulaması işlem basamaklarını rapor olarak hazırlayınız.

1. BRINELL DENEYİ YAPMAK

1.1. Sertlik Kavramı ve Tanımı

Sertlik, daha sert bir malzemeye göre mukayese edilen bir malzeme özelliğidir. Bu özellik tamamen olmasa da yeterli derecede diğer malzeme özellikleri hakkında bizlere fikir verir, yapılacak işler için önceden yardımcı olur. Bu açıklamaya uygun olarak sertliğin tanımını aşağıdaki gibi yapmak mümkündür.

Bir malzemeye kendisinden daha sert başka bir malzemenin batmasına, çizmesine (kalıcı şekil değiştirmesine vb.) karşı gösterdiği dirence **sertlik** denir.



Resim 1.1: Brinell sertlik ölçme cihazı

1.2. Sertlik Ölçme Yöntemleri

Geçmişten günümüze, malzemelerin sertliğini ölçmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler sırasıyla aşağıda belirtilmiştir.

- Statik sertlik ölçme yöntemleri
 - Brinell
 - Rockwell
 - Vickers
- Dinamik sertlik ölçme yöntemleri
 - Shore sclereskobu yöntemi

Yukarıda sıralanan sertlik ölçme yöntemlerini birbirinden ayıran özellikler batıcı uç, yüklenme kuvveti ve ölçme değeriyle sertlik değerinin meydana getirilmesidir.

1.2.1. Birinell Yöntemi ile Sertlik Ölçme

Bu ölçme, sertlik ölçme cihazı yardımı ile deneyi yapılacak malzemenin yüzeyine belirli bir yükün, belirli çaptaki sert malzemeden yapılmış bir bilya yardımıyla belirli süre uygulanmasından ve sonuç olarak meydana gelen izin çapının ölçülmesinden ibarettir. Ancak gelişen teknolojiyle günümüzde bu hesaplamalara gerek kalmamaktadır. Sertlik değeri makine üzerindeki göstergeden (sıkala) okunabilmektedir.

- **Numune yüzeyini mekanik yolla temizleme ve parlatma:**

Sertlik deneyinde ilk işlem olarak sertliği ölçülecek malzemenin yüzeyini ölçüm yapmaya elverişli hâle getirmek gerekmektedir.

Sertliği ölçülecek malzeme yüzeyinin oksitlerinden, girinti ve çıkıntılardan arındırılmış olması gerekmektedir. En önemlisi yüzeyin pürüzsüz ve parlak olması istenir.

Parça yüzeyine göre aşağıdaki temizleme yöntemlerinden biri kullanılarak parça yüzeylerinin temizleme işlemi yapılır.

- Yüzey oksitlenmeleri, kirler ve benzeri yabancı maddeler tel fırçalarla temizlenmelidir.
- Girintisi ve çıkıntısı fazla olan, parlak ve düzgün olması istenilen yüzeyler zımpara taşıyla taşlanmalı ve parlatılmalıdır. Bu işlem için zımpara taşı veya taşlama makineleri kullanılır.

Zımparalama 2 aşamada gerçekleştirilir:

- 1. aşamada; kaba taşlama yapılır. Bu işlem sonucunda parça yüzeyi düzgün hâle getirilir.
- 2. aşamada kaba taşlamadan dolayı yüzeyde meydana gelen çizilmeler veya izler ince taşlama yapılarak giderilir.



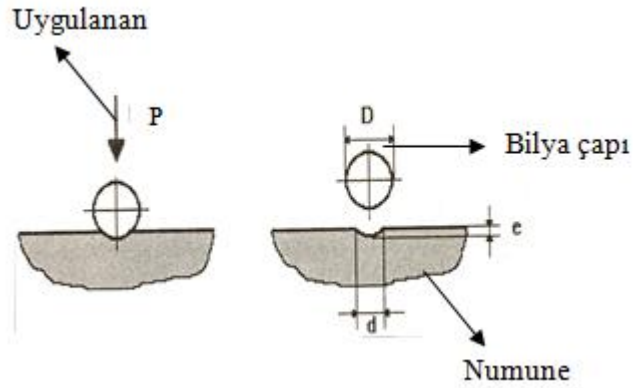
Resim 1.2: Kaba ve ince zımparalama tezgâhı

- Girintili ve çıkıntılı yüzeylerin yukarıda açıklanan yöntemlerle temizlenmesinin güç olduğu durumlarda kum püskürtme vb. yöntemler kullanılabilir.

Not: Bu yöntemler için geniş bilgiyi Tahribatsız Muayene Yöntemleri veya Metal Yüzeyleri Parlatma modülünde bulabilirsiniz.

➤ **Malzeme cinsine göre uygulanan yük, bilya çapı ve uygulama süresi:**

Yükün uygulama süresi, yumuşak metaller dışında genellikle 10 -15 saniyedir. Yumuşak metaller için bu süre 30 saniye ve daha fazla olabilir. Birinel sertlik deneyinde uygulanacak yükü malzeme cinsine göre aşağıdaki şekilde belirlemek mümkündür.



Şekil 1.1: Brinell sertlik ölçümünün şematik gösterilmesi

$$P=CxD^2$$

P= Uygulanacak kuvvet (Kgf)

C=Numunenin malzemesine göre değişen katsayısı

D=Bilya çapı (mm)

Çelik, dökme demir malzemesi ve titanyum alaşımları için C=30,

Hafif metal alaşımları, bakır, pirinç, bronz malzemeleri için C=10,

Saf alüminyum, magnezyum, çinko, dökme pirinç malzemeleri için C= 5,

Yatak alaşımları için $C= 2,5$,
Kurşun, kalay, yumuşak metal malzemeler için $C= 1,25$ alınır.

Örnek:

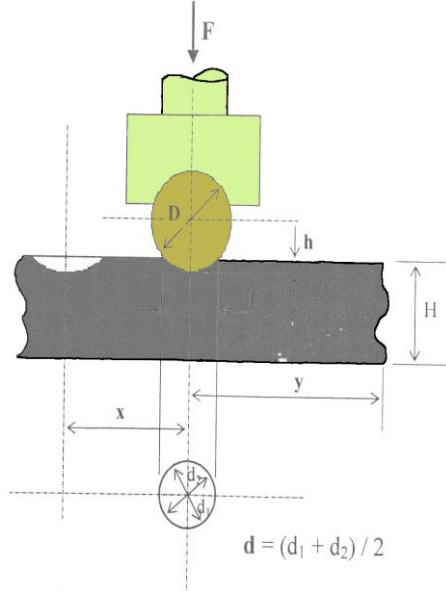
$D=2,5$ mm, $C=30$ (numune malzemesi çelik) için uygulanacak yük
 $P=CxD^2$
 $P=30x2,5^2=187,5$ Kgf olarak bulunur.

Malzeme cinsine göre bilya çapı ve uygulanan yük aşağıdaki tabloda detaylı olarak gösterilmiştir.

Malzeme Grubu	Yükleme derecesi	Ölçme aralığı HB	Uygulanan Kuvvet (P), kg			
			1 mm bilya çapı	2,5 mm bilya çapı	5 mm bilya çapı	10 mm bilya çapı
Çelik, dökme demir malzemesi ve titanyum alaşımları	$30.D^2$	67-450	30	187,5	750	3000
Hafif metal alaşımları, bakır, pirinç, bronz	$10.D^2$	22-315	10	62,5	250	1000
Saf alüminyum, magnezyum, çinko, dökme pirinç	$5.D^2$	11-158	5	31,25	125	500
Yatak alaşımları	$2.5.D^2$	6-78	2,5	15,625	62,5	250
Kurşun, kalay, yumuşak metal	$1.25.D^2$	3-39	1.25	7,81	31,25	125

Tablo 1.1: Malzeme cinsine göre bilya çapı ve uygulanan yük

Malzemenin üzerine uygulanacak yük değeri, sertliği ölçülecek malzemenin cinsine ve bilya çapına göre seçilmektedir. $d/D = 0.20 - 0.70$ oranı sağlandığı durumlarda uygulanan yük değeri doğru kabul edilir ($D=Bilya$ çapı, $d= İz$ çapı).



Şekil 1.2: İz çapının şematik olarak gösterilmesi

➤ **Bilya çapları ve çeşitleri:**

400 Brinell değerine kadar sertlik değerleri için sertleştirilmiş çelik bilyalar, daha büyük sertlikler için sinterlenmiş malzemeden yapılmış bilyalar kullanılır.

Baskı ucu olarak kullanılan bilyalarda mak + - % 0,5 çap farklarına izin verilir. En fazla kullanılan bilya çapları :0.625; 1.25; 2.5; 5 ve 10 mm'dir.



Resim 1.3: Bilya çapları ve çeşitleri

Malzeme kalınlığına göre kullanılması gereken bilya çapları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Malzeme kalınlığı (mm)	Bilya Çapı (mm)
6-Yukarısı	2,5-5-10
3-6	2,5-5
1,5-3	2,5
0,6-1,5	1

Tablo 1.2: Malzeme kalınlığına göre kullanılması gereken bilya çapları

➤ **Yükü malzemeye doğru olarak uygulama:**

Sertlik ölçme yönteminde yükü malzemeye uygulamadan önce veya uygulama esnasında aşağıdaki işlem sırası mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

- Ölçüm yapılacak malzeme üzerinde soğuk biçimlendirme izi bulunmamalı, söz konusu izlerin olduğu malzeme kısımlarında ölçüm yapılmamalıdır. Ölçüm öncesi malzeme yüzeyi zımpara ile temizlenmeli ve parlatılmalıdır. Isıl işlem görmüş parçaların yüzeylerinden talaş kaldırıldıktan sonra ölçüm yapılmalıdır.
- Deney sonuçlarının güvenilir olması için ölçümün, oda sıcaklığında ve normal atmosfer basınçlı bir ortamda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Çünkü metal malzemelerin mekanik özellikleri sıcaklık ve basınçla değişebilir.
- Ölçümü yapılacak malzemenin cinsine ve kalınlığına göre uygulanacak basıncın süresi ve değeri belirlenmeli, batıcı ucun cinsi ve kalınlığı tespit edilmelidir.
- Bu işlemden sonra deney malzemesi ve bilya sağlam bir şekilde ölçüm cihazındaki yerlerine takılır, uygulanacak yük cihaz üzerinde ayar kolu yardımı ile ayarlanır ve yükleme işlemine geçilir.
- Parça üzerine yük, sarsıntı olmaksızın yüzeye yavaş yavaş ve dik olarak önceden belirlenen süre zarfında uygulanır.
- Sertlik ölçümüne esas alınacak değer için parça yüzeyinde üç farklı noktada ölçüm yapılır. Bu ölçümlerin aritmetik ortalaması esas ölçüm değeri olarak kabul edilir.
- Ölçümün güvenilir olması için ortalama değer bulunması esnasında malzemenin değişik yerlerinde yapılacak ölçümler arasındaki mesafe, birbirlerine çok yakın olmamalıdır. İz merkezinin malzeme kenarına olan uzaklığı iz çapının 2,5 katı, iz merkezleri arasındaki uzaklık iz çapının en az 4 katı olmalıdır.
- İnce saclar üst üste konularak ölçüm yapılmalıdır.



Resim 1.4: Numune üzerine yükün uygulanması

1.2.2. Sertlik Değerini Bulmak İçin Gerekli Formülü Uygulama

Sertlik değerini bulmak için öncelikle malzeme yüzeyinde meydana gelen iz çapının ölçülmesi gerekir. Bunun için meydana gelen izlerin birbirine dik iki yöndeki çapları taksimatlı büyüteçle ölçülür ve ayrı ayrı ortalaması alınarak iz çapı belirlenir. Bu işlemden sonra üç izin ölçülen çaplarının ortalaması alınır [$d_{ort.}=d=(d_1+d_2+d_3)/3$] ve küresel alan hesaplanır.

Brinell sertliği, çelik bilyanın malzeme yüzeyindeki ortalama batma derinliğini içeren HB ile belirtilir. Bu uygulamada çelik bilyanın malzeme üzerindeki küresel batma alanı esas alınır. Brinell sertlik aşağıdaki formülle bulunur.



Resim 1.5: Cihaz üzerinde iz çapının görünümü

$$HB = \frac{P}{A} \text{ kg/mm}^2$$

$$A = \pi \times D \times t$$

$$t = \frac{1}{2} \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right) \Rightarrow A = \frac{\pi \cdot D}{2} \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \text{ bulunur.}$$

Yukarıdaki verilere göre Brinell sertlik

$$HB = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \text{ Kg/mm}^2 \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

HB= Birinell sertlik

P= Uygulanan kuvvet

A= Bilyanın parça üzerinde meydana getirdiği küresel iz alanı

D= Bilya çapı, mm

d= Sertliği ölçülen parça üzerindeki iz çapı, mm

Yukarıdaki bilgileri daha iyi anlamak için aşağıdaki örnek uygulamayı inceleyelim.

3 mm kalınlığındaki çelik bir malzemenin Birinell sertlik değerini ölçelim. Bunun için;

- Tablo 1-2'den bilya cinsi ve çapı belirlenir. D=2,5
- Tablo 1-1'den uygulanacak kuvvet belirlenir. P=187,5
- İz çapları belirlenir. $d=(d_1=1, d_2=1.02, d_3=1.01)/3=1,01$
- $d/D=1.01/2.5=0.40$ olduğundan kuvvet uygundur.
- Bulunan değerler için formül uygulanarak sertlik bulunur.

$$HB = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2 \cdot 187,5}{3,14 \cdot 2,5 \cdot (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 1,01^2})}$$

BSD=228,65 bulunur. (228 HB 2,5/187,5)

Eğer Birinell sertlik muayeneleri özel şartlarda gerçekleştirilmişse ölçme parametreleri bilya çapı, uygulanan yük, yükleme süresi HB ibaresinin yanında belirlenmelidir.

Örnek: 350HB 5/250/30

D= 5 mm küresel uç


F= 250 kg

30 saniye tutularak yapılan ölçümün sonucu 350'dir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Birinell sertlik ölçme işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekanik yollarla düzeltiniz ve zımpara ile parlatınız.</p> 	<p>➤ Mekanik temizleme işlemlerini yaparken dikkatli olunuz.</p> <p>➤ Çalışma sırasında disiplinli hareket ediniz.</p>
<p>➤ Malzeme cinsine göre bilya çapını, uygulama basıncını ve uygulama süresini belirleyiniz (Tablo1.1).</p>	<p>➤ İş önlüğü ve eldiven kullanmadan çalışmaya başlamayınız.</p>
<p>➤ Yükü malzemeye belirlenen şartlarda yavaş yavaş ve en az üç yerden uygulayınız.</p> 	<p>➤ Mesleğiniz ile ilgili bütün iş güvenliği kurallarına uyunuz ve etik ilkelere uygun davranınız.</p>

<p>➤ Meydana gelen izlerin birbirine dik iki yöndeki çaplarını taksimatlı büyüteçle ölçerek ayrı ayrı ortalamalarını alınız.</p> 	<p>➤ Çalıştığınız makine veya cihazı temizleyiniz.</p>
<p>➤ Üç izin ölçülen çaplarının ortalamasını alınız ve küresel alanı hesaplayınız.</p>	
<p>➤ Bilya üzerindeki yükü, meydana gelen yüzey alanına bölerek Brinell sertlik değerini bulunuz.</p>	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekanik yollarla düzeltip zımpara ile parlattınız mı?		
2. Malzeme cinsine göre bilya çapını, uygulama basıncını ve uygulama süresini belirlediniz mi?		
3. Yükü malzemeye belirlenen şartlarda yavaş yavaş ve en az üç yerden uyguladınız mı?		
4. Meydana gelen izlerin birbirine dik iki yöndeki çaplarını taksimatlı büyüteçle ölçerek ayrı ayrı ortalamalarını aldınız mı?		
5. Üç izin ölçülen çaplarının ortalamasını alarak küresel alanı hesapladınız mı?		
6. Bilya üzerindeki yükü, meydana gelen yüzey alanına bölerek (gerekli formülü uygulayarak) Brinell sertlik değerini buldunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Bir malzemenin, kendisinden daha sert malzemenin batmasına, çizmesine vb. karşı gösterdiği dirence **sertlik** denir.
2. () Brinel, Rockwell, Shore ve Vickers sertlik ölçme yöntemlerini birbirinden ayıran özellik kullanılan uç ve yükleme kuvvetinin farklı olmasıdır.
3. () Numune malzeme yüzeyi temizlenmeden yapılan sertlik ölçümlerinde hatalı sonuçlar meydana gelebilir.
4. () Brinel sertlik yönteminde $d/D = 0.90 - 0.75$ oranları sağlandığında uygulanan yük değeri doğru kabul edilir.
5. () Yükün uygulama süresi, yumuşak metaller dışında genellikle 50 -65 saniyedir.
6. () Baskı ucu olarak 400 Brinell değerine kadar sertlik değerleri için sertleştirilmiş çelik bilyalar, daha büyük sertlikler için sinterlenmiş malzemeden yapılmış bilyalar kullanılır.
7. () Deney öncesi malzeme yüzeyi zımparalanarak temizlenmelidir.
8. () Her atmosfer basıncında deney gerçekleştirmek deneyin güvenilirliğini etkilemez.
9. () Malzeme cinsine göre uygulanacak basıncın değeri ve batıcı ucun cinsi belirlenmelidir.
10. () Parça üzerine yük her şartta istenildiği gibi uygulanmalıdır.
11. () Ölçümün güvenilir olması için parça üzerinin en az 3 yerinden ölçüm yapılmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerçek çalışma ortamı ve tahribatsız muayene laboratuvarı sağlandığında TS 140 EN ISO 6508-1 standardını dikkate alarak Rockwell yöntemi ile sertlik ölçme yapabileceksiniz

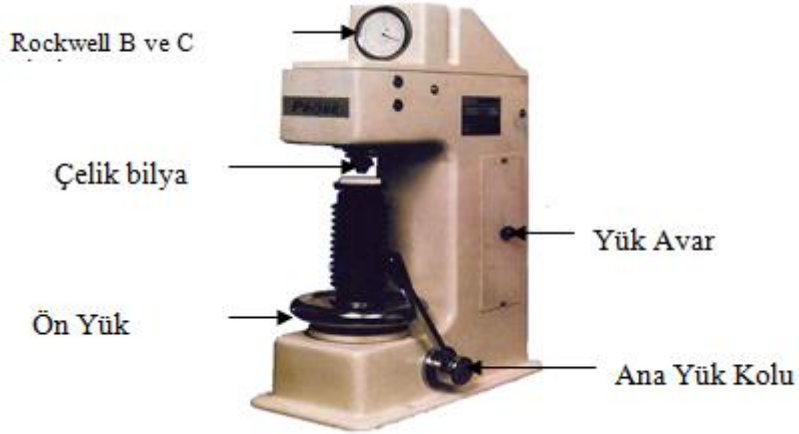
ARAŞTIRMA

- Çevrenizde, sertlik ölçme uygulamaları yapan işletmelerden, eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internetten Rockwell sertlik ölçme yöntemi ile ilgili araştırma yaparak not ediniz. Rockwell sertlik uygulaması esnasında işlem basamaklarını rapor olarak hazırlayınız.

2. ROCKWELL DENEYİ YAPMAK

2.1. Rockwell Yöntemi ile Sertlik Ölçmek

Rockwell sertliği, koni ya da küre biçiminde bir ucun belli bir yük altında bir malzeme üzerinde oluşturduğu izin derinliğinden yararlanarak ölçülen sertlik değeridir.



Resim 2.1: Rockwell sertlik ölçme cihazı

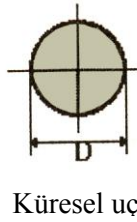
2.2. Numune Yüzeyini Kimyasal Yollarla Temizleme

Sertliği ölçülecek numunenin yüzeyinde kir, pas, yağ vb. yabancı maddeler bulunmamalıdır. Bu sebeple sülfürik asit, nitrik asit, benzin, benzol, mazot, fosforik asit, sodyum hidroksit, potasyum hidroksit veya elektroliz gibi kimyasal metotlardan biri kullanılarak numune yüzeyi temizlenmelidir.

Not: Bu yöntemler için geniş bilgiyi Tahribatsız Muayene yöntemleri veya Metal Yüzeyleri parlatma modülünde bulabilirsiniz.

2.3. Malzeme Cinsine Göre Batıcı Ucun Şekli ve Uygulama Basıncı

Rockwell sertlik ölçme yönteminde batıcı uç olarak tepe açısı 120° olan basık elmas, konik ya da küresel çaplı çelik bilya kullanılır. Kullanılan batıcı ucun türü, yöntemin simgesinde belirtilir. Elmas uç kullanıldığında yöntem HRC ve HRA olarak ifade edilir. Çelik bilyada ise HRB ve HRF ifadeleri kullanılır. Bunlar arasındaki fark deney esnasında uygulanan kuvvet değerleridir. En çok kullanılan Rockwell sertlik ölçekleri B ve C ölçekleridir. Ölçü saati üzerindeki iki sıra numaralardan biri kırmızı, diğeri de siyahtır. Siyah renkli numaralarla Rockwell (A), (C) ve (D) sertlikleri, kırmızı renkli numaralarla diğer Rockwell sertlikleri ölçülür.



Resim 2.2: Malzeme cinsine göre kullanılan uç çeşitleri

Malzeme cinsine göre batıcı ucun şekli ve uygulama basıncı aşağıdaki tabloda detaylı olarak gösterilmiştir.

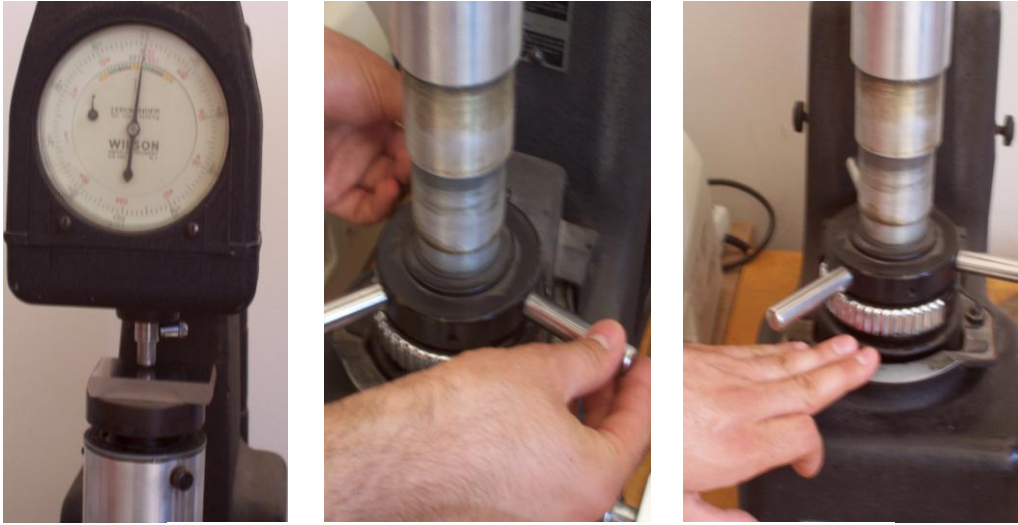
Sembolü	Sertlik Ölçme Ucu	Ön Yükleme Kuvveti P ₀ , Kg	Toplam Yük P, Kg	Uygulama Alanları
HR _A	120 ⁰ Elmas koni	10	60	Sert metal, yüzeysel sertleştirme derinliği 0,4 mm olan ince sac malzemeler
HR _B	1/16 Bilya	10	100	Metal olmayan malzemelerle yumuşak çelikler
HR _C	120 ⁰ Elmas koni	10	150	Sertleştirilmiş çelikler
HR _D	120 ⁰ Elmas koni	10	100	Yüzeysel sertleştirme işlemi yapılmış orta sertlikte çelikler
HR _E	1/8 Bilya	10	100	Dökme demir, alüminyum ve magnezyum alaşımları
HR _F	1/16 Bilya	10	60	Tavlanmış bakır alaşımları, kalınlığı 0,6 mm'ye kadar olan ince malzemeler
HR _G	1/16 Bilya	10	150	Fosforlu bronz, berilyumlu bakır ve yumuşak demir
HR _H	1/8 Bilya	10	60	Alüminyum, çinko ve kurşun
HR _K	1/8 Bilya	10	150	Yatak malzemeleri ve diğer çok yumuşak malzemeler
HR _L	1/4 Bilya	10	60	Ser kauçuk ve sentetik malzemeler
HR _M	1/4 Bilya	10	100	Sentetik malzemeler ve sert ağaçlar
HR-15N HR-30N HR-45N	120 ⁰ Elmas koni	3	15 30 45	Yüzeysel sertleştirme işlemi yapılmış mastarlar
HR _P	1/4 Bilya	10	150	Yatak malzemeleri, sert ağaç ve sentetik malzemeler
HR _R HR _S	1/2 Bilya	10	60 100	
HR-15T HR-30T HR-45T	1/16 Bilya	3	15 30 45	Rockwell B, F veya G'deki malzemelerle, kalınlığı 0,25 mm'ye kadar olan ince sac malzemeler
HR _V	1/2 Bilya	10	150	Rockwell "K, L, M, P, R ve S"deki malzemeler ve benzerleri

Tablo 2.1: Rockwell sertliğinde malzeme cinsine göre kullanılan uç ve uygulama kuvveti

2.4. Yüğü Malzemeye Doğru Olarak Uygulama

Sertlik ölçme yönteminde yüğü malzemeye uygulamadan önce veya uygulama esnasında aşağıdaki işlem sırası mutlaka gözü önünde bulundurulmalıdır.

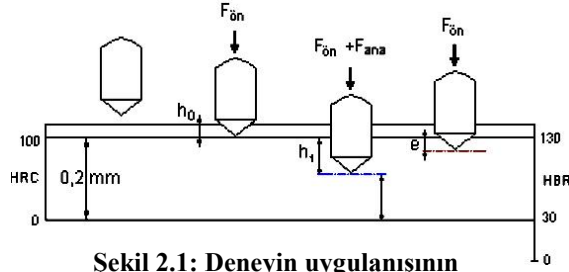
- Ölçüm yapılacak malzemenin yüzeyi kimyasal yollarla ve zımpara ile temizlenerek parlatılmalıdır.
- Deney sonuçlarının güvenilir olması için ölçümün, oda sıcaklığında ve normal atmosfer basınçlı bir ortamda gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- Ölçümü yapılacak malzemenin cinsine ve kalınlığına göre, basıncın değeri ve batıcı ucun cinsi Tablo 2-1'den tespit edilir.



Resim 2.3: Numune malzemenin cihaza yerleştirilmesi ve yükün sıra ile uygulama aşamaları

Bu işlemden sonra deney malzemesi ve batıcı uç sağlam bir şekilde ölçüm cihazındaki yerlerine takılır ve yükleme işlemine geçilir.

- Sertliği ölçülecek numune tabla üzerine konulduktan sonra malzemeye ön yükleme kolu vasıtasıyla 10 kg'lık ön yük uygulanır. Bu sayede baskı ucu malzeme üzerine oturur ve onu yerinde tutar. Ön yükleme kolunun çevrilmesi ile küçük kadrandaki ibrenin, kırmızı nokta hizasına gelmesi ile 10 kg'lık ön yüklemenin verildiği anlaşılır.

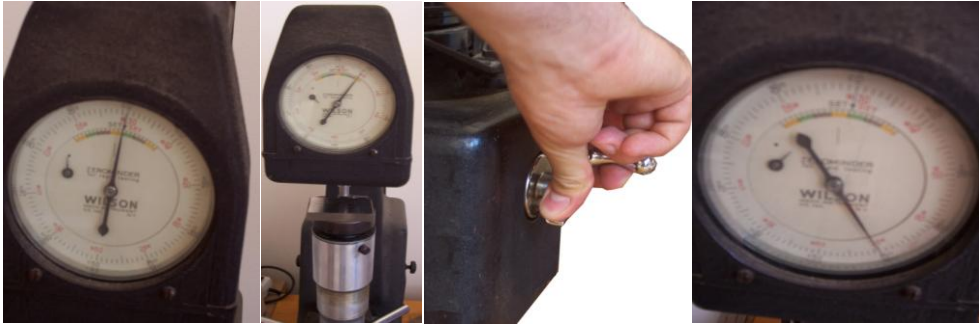


Şekil 2.1: Deneyin uygulanışının şematik olarak gösterilmesi

- Siyah rakamlı bölüm üzerinde kadrana sıfıra getirilir ve daha sonra sıra 90 kg'lık ana yükün uygulamasına gelmiştir. Böylece toplam yük, 10 kg'lık ön yükle beraber 100 kg olacaktır (Batıcı uç olarak çelik bilya kullanıldığı zaman büyük yük 100 kg olarak alınır. Küresel konik elmas uç kullanıldığı zaman büyük yük, genel olarak 150 kg olur fakat gerektiği zaman diğer yükler de kullanılır.).

2.5. Sertlik Değerini Cihazdan Okuma

Ana yükün uygulanmasıyla büyük kadrandaki (ölçü saatindeki) ibrenin hareketsiz hâle gelmesi beklenir (yaklaşık 15-30 saniye). İbrenin durmasıyla ana yük kolu ters yönde çevrilerek ana yük kaldırılır. Ana yükün kaldırılmasıyla harekete geçen kadrandaki ibre durduğunda ölçü, bize malzemenin sertlik değerini verecektir. Son olarak ön yükün de kaldırılması ile deney sona erdirilir.





Resim 2.4: Sertlik değerini cihazdan okuma aşamaları (ön ve ana yükün uygulanması, ana yükün kaldırılması ve değer okunması)



Bu ölçüm sonucunun güvenilir ve doğru olması için ölçümün, numunenin en az üç farklı noktasına uygulanması gerekir. Ölçüm yerinin parça kenarına uzaklığının, iz çapının en az 2,5 katı ve izler arasındaki mesafelerin 2-3 mm olması gerektiği unutulmamalıdır.

Yukarıda belirtilen hususların göz önünde bulundurulmaması ölçümün hatalı olmasına sebebiyet verecektir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Rockwell sertlik ölçme işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem basamakları	Öneriler
<p>➤ Numunenin kirli olan yüzeyini kimyasal yollarla temizleyiniz ve zımpara ile parlatınız.</p> 	<p>➤ Kimyasal temizleme işlemlerini yaparken dikkatli olunuz.</p>
<p>➤ Malzeme cinsine göre batıcı ucun şeklini ve uygulama basıncını belirleyiniz (Tablo 2.1).</p>	<p>➤ Çalışma sırasında disiplinli hareket ediniz.</p>
<p>➤ Batıcı ucu numune yüzeyine dik olacak şekilde temas ettiriniz.</p> 	<p>➤ İş önlüğü ve eldiven kullanmadan çalışmaya başlamayınız.</p>
<p>➤ Önce 10 kg'lık küçük yüklemeye basıncını</p>	<p>➤ Mesleğiniz ile ilgili bütün iş güvenliği</p>

<p>uygulayarak ucun malzeme yüzeyine oturmasını sağlayınız.</p> 	<p>kurallara uyunuz ve etik ilkelere uygun davranınız.</p>
<p>➤ Cihaz üzerindeki siyah rakamlı bölüm üzerindeki kadranı sıfıra getiriniz.</p> 	
<p>➤ Malzemeye göre batıcı uç çelik bilya olduğunda 100 kg, küresel konik elmas uç kullanıldığında 150 kg'lık büyük yükü uygulayınız.</p>	



- Büyük yük uygulanıp kaldırıldıktan sonra küçük yük uygulanır durumda iken büyük yükün uygulama derinliğini görebek kadran üzerinden Rockwell sertlik değeri okuyunuz.



- Deneyi bitirdikten sonra deney cihazının temizliğini yapınız.
- Çalıştığınız ortamı düzenli ve tertipli tutunuz.

- 10 kg'lık ön yüklemeyi kaldırarak deneyi bitiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Numunenin kirli olan yüzeyini kimyasal yollarla temizleyerek zımpara ile parlattınız mı?		
2. Malzeme cinsine göre batıcı ucun şeklini ve uygulama basıncını belirlediniz mi?		
3. Batıcı ucu numune yüzeyine dik olacak şekilde temas ettirdiniz mi?		
4. Önce 10 kg'lık küçük yükleme basıncını uygulayarak ucun malzeme yüzeyine oturmasını sağladınız mı?		
5. Malzemeye göre batıcı uç çelik bilya olduğunda 100 kg, küresel konik elmas uç kullanıldığında 150 kg'lık büyük yükü uyguladınız mı?		
6. Büyük yükü uygulayıp kaldırdıktan sonra küçük yükü uygulanır duruma getirerek büyük yükün uygulama derinliğini görüp kadran üzerinden Rockwell sertlik değerini okudunuz mu?		
7. 10 kg'lık ön yüklemeyi kaldırarak deneyi bitirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Rockwell sertliği, küre ya da koni biçimindeki ucun belli bir yük altında malzeme üzerinde oluşturduğu izin derinliğinin ölçülen sertlik değeridir.
2. () Deney parçası üzerine her konum ve şartta herhangi bir batıcı uç ile sertlik ölçümü yapılabilir.
3. () Rockwell sertlik yönteminde batıcı uç olarak tepe açısı 200^0 olan elmas konik ya da piramit kullanılır.
4. () Rockwell sertlik yönteminde uygulanan kuvvet bütün malzemeler için eşittir.
5. () Sertleştirilmiş çelik malzeme için Rockwell sertliğinde 120^0 elmas koni uç kullanılır.
6. () Sonuçlarının güvenilir olması için oda sıcaklığında ve normal atmosfer basınçlı bir ortamda deneyin yapılması doğru olur.
7. () Deney yükü üzerine önce esas yük, sonra ön yükleme yapılır.
8. () Ölçüm sonuçlarının doğru ve güvenilir olması için numune yüzeyinin en az üç yerinden ölçüm yapılmalıdır.
9. () Ölçüm yerinin parça kenarına uzaklığı iz çapının en az 7 katı olmalıdır.
10. () Bir numune üzerinde birden fazla ölçümlerde izler arasındaki mesafeler 2-3 mm olmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Gerçek çalışma ortamı ve tahribatsız muayene laboratuvarı sağlandığında TS 207-1 EN ISO 6507-1-2-3 standardını dikkate alarak Vickers yöntemi ile sertlik ölçme yapabileceksiniz.

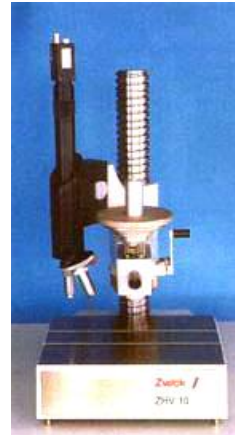
ARAŞTIRMA

- Çevrenizde, sertlik ölçme uygulamaları yapan işletmelerden, eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internetten Vickers sertlik ölçme yöntemi ile ilgili araştırma yaparak araştırmalarınızı not ediniz. Vickers sertlik uygulaması esnasında işlem basamaklarını rapor olarak hazırlayınız.

3. VICKERS DENEYİ YAPMAK

3.1. Vickers Yöntemi ile Sertlik Ölçme

Vickers sertlik ölçme yöntemi, sertliği ölçülecek malzeme yüzeyine, tabanı kare olan piramit şeklindeki bir ucun belirli bir yük altında batırılması ve yük kaldırıldıktan sonra meydana gelen izin köşegenlerinin ölçülmesinden ibarettir. Ölçme ve değerlendirme kriterleri aynı Brinell yöntemindeki gibidir. Bu yöntemi “Brinell”den ayıran özellik kullanılan ölçme ucunun farklı olmasıdır. Bu yöntem, daha sert malzemelerin ölçümlerinde veya daha hassas ölçümler için tercih edilir.



Resim 3.1: Vickers sertlik ölçme cihazı

3.2. Numune Yüzeyini Mekaniksel Yollarla Temizleme ve Parlatma

Sertliği ölçülecek malzemenin yüzeyleri oksitlerden, girinti ve çıkıntılardan arındırılmış olmalıdır. En önemlisi yüzeyin pürüzsüz ve parlak olması istenir. Bu işlem için “Öğrenme Faaliyeti-1”deki numune yüzeyini mekanik yollarla temizleme ve parlatma konusuna bakınız.

3.3. Malzeme Cinsine, Kalınlığına Göre Uygulanan Yük ve Süresi

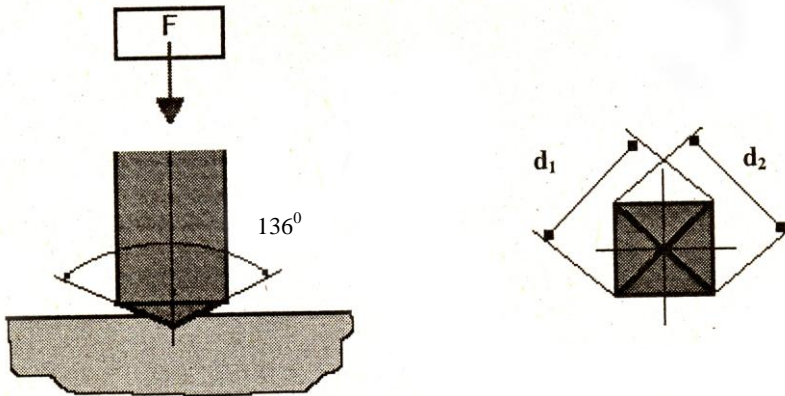
Vickers sertlik ölçme yönteminde tepe açısı 136° olan elmas kare piramit uç kullanılır.

- Bu yöntemde sertliği ölçülecek parçanın cins ve boyutlarına göre 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 62.5 ve 125 kg yükleme kuvvetlerinden biri kullanılır. Pratikte genel olarak 10-30 ve 50 kg yükleme kuvvetleri uygulanır.
- Deney yükünün uygulama süresi normal şartlarda 10-15 saniye kadardır. Malzeme cinsine göre bu süre artabilir.



Resim 3.2: Vickers sertliğinde kullanılan batıcı uç çeşidi

3.4. Yükü Malzemeye Doğru Olarak Uygulama



Şekil 3.1: Vickers sertlik ölçümünün şematik olarak gösterilmesi

Yükü malzemeye uygulama esnasında aşağıdaki işlem sırası takip edilir.

- Çok küçük veya düzensiz şekle sahip parçalar iyi desteklenmeli veya bir yere sabitlenmelidir.
- Ölçüm normal oda sıcaklığında ($10-35^{\circ}\text{C}$ arasında) yapılmalıdır.

- Deneş parçası deneş cihazı üzerine sağlam bir şekilde bağlanmalı, uç sıkıca yerine tutturulmalı ve deneş cihazı ani titreşimlerden korunmalıdır.
- Deneş için uygulanacak yük ve uygulama süresi belirlendikten sonra, baskı ucu mengenede bağlı olan numune üzerine getirilir. Baskı ucu yavaş yavaş belirlenen süre kadar numune yüzeyine dik bir şekilde uygulanır. Bu uygulamadan sonra yük numune üzerinden kaldırılarak deneş bitirilir.

Deneş sonuçlarının güvenilir olması için bu uygulamanın numunenin üç farklı noktasına uygulanması gerekir.

Uygulamada numune kenarından ölçüm yapılmamalı ve izler arasında mesafe olmalıdır (Bunun için “Öğrenme Faaliyeti-1”den geniş bilgi edinebilirsiniz.).

3.5. Sertlik Değerini Bulmak İçin Gerekli Formülü Uygulama

Vickers sertlik değerini bulmak için;

- Numune yüzeyindeki yükün kaldırılmasından sonra numune üzerinde meydana getirilen izin görüntüsü metal mikroskobu yardımı ile ölçme ekranına aktarılır.



Resim 3.3: Numune üzerinde meydana gelen izin metalürji mikroskobu yardımı ile ekrana aktarılması

Ölçme ekranındaki hareketli cetvel yardımı ile izin köşegen uzunlukları ölçülerek ortalaması alınır. $d = (d_1 + d_2) / 2$

- İz alanının bulunmasından sonra Vickers sertliği aşığıdaki formül ile bulunur.

$$HV = \frac{P}{A}, kg/mm^2$$

$$HV = 1,854 \cdot \frac{P}{d^2}$$

HV= Vickers sertlik, kg/mm²

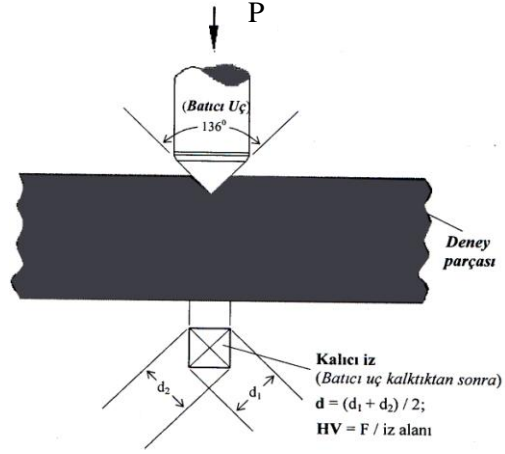
P= Yükleme kuvveti

A= Numune üzerindeki izin yüzey alanı, mm²

d= Numune üzerindeki kare izin köşegen boyu, mm

Bulunan Vickers sertlik değeri aşağıdaki örnekteki gibi ifade edilebilir.


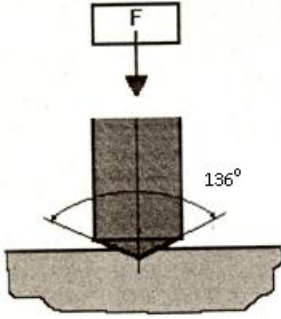
Örnek: 400 HV 50 / 20
Uygulanan yük, $P= 50$ kg
Uygulama süresi = 20 saniye
Vickers sertlik değeri, HV= 400



Şekil 3.2: Oluşan izin şematik olarak gösterilmesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Vickers sertlik ölçme işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekaniksel yollarla düzeltiniz ve zımpara ile parlatınız.</p> 	<p>➤ Kimyasal temizleme işlemlerini yaparken dikkatli olunuz.</p> <p>➤ Çalışma sırasında disiplinli hareket ediniz.</p>
<p>➤ Malzeme cinsine ve kalınlığına göre uygulama basıncını ve süresini belirleyiniz.</p>	
<p>➤ Batıcı ucu yüzeye dik olacak şekilde temas ettiriniz.</p> 	<p>➤ İş önlüğü ve eldiven kullanmadan çalışmaya başlamayınız.</p>
<p>➤ Tabanı kare tepe açısı 136° olan batıcı ucu malzemeye belirlenen yük ve sürede batırınız.</p>	
<p>➤ Yük kaldırıldıktan sonra metalürji mikroskobu yardımı ile izi ölçme ekranına aktarınız.</p>	<p>➤ Mesleğiniz ile ilgili bütün iş güvenliği kurallara uyunuz ve etik ilkelere uygun davranınız.</p>
<p>➤ Ölçme ekranındaki hareketli iki cetvel yardımı ile izin köşegen uzunluklarının ortalamasını alınız ve iz alanını hesaplayınız.</p>	



➤ Vickers sertliğini, deney yükünü (kg) milimetrik alan olarak ifade edilen iz alanına bölünmesi ile bulunuz.

➤ Çalışmayı bitirdikten sonra çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekanik yollarla düzelterip zımpara ile parlattınız mı?		
2. Malzeme cinsine ve kalınlığına göre uygulama basıncını ve süresini belirlediniz mi?		
3. Batıcı ucu yüzeye dik olacak şekilde temas ettirdiniz mi?		
4. Tabanı kare tepe açısı 136^0 olan batıcı ucu malzemeye belirlenen yük ve sürede batırdınız mı?		
5. Yük kaldırıldıktan sonra metalürji mikroskobu yardımı ile izi ölçme ekranına aktardınız mı?		
6. Ölçme ekranındaki hareketli iki cetvel yardımı ile izin köşegen uzunluklarının ortalamasını alarak iz alanını hesapladınız mı?		
7. Deney yükünü (kg) milimetrik alan olarak ifade edilen iz alanına bölerek (gerekli formülü uygulayarak) sertlik değerini buldunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Vickers sertlik ölçme yöntemini Birinell'den ayıran özellik kullanılan ölçme ucunun farklı olmasıdır.
2. () Vickers sertlik ölçme yönteminde tepe açısı 136^0 olan elmas kare piramit uç kullanılır.
3. () Vickers sertlik ölçme yönteminde pratikte genel olarak 50–100 ve 500 kg yükleme kuvvetleri uygulanır.
4. () Vickers sertliğinde deney yükünün uygulama süresi normal şartlarda 10-15 saniye kadardır. Malzeme cinsine göre bu süre artabilir.
5. () Vickers deneyinde bir kerelik uygulama en doğru sonucu verir.
6. () Vickers deneyinde deneyin güvenilir olması için numune parçanın özellikle kenar noktalarından ölçüm yapılmalıdır.
7. () Numune üzerinde meydana getirilen izin görüntüsü metalürji mikroskobu yardımı ile ölçme ekranına aktarılır.
8. () Ölçme ekranındaki hareketli iki cetvel yardımı ile izin köşegen uzunlukları ölçülerek ortalaması alınır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

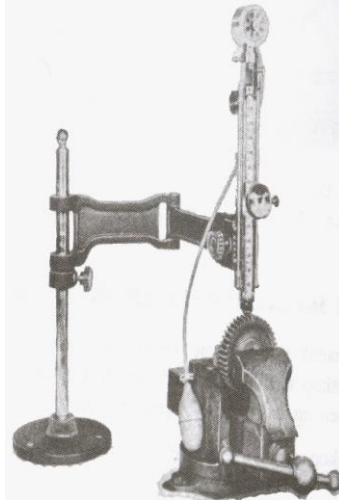
AMAÇ

Gerçek çalışma ortamı ve tahribatsız muayene laboratuvarı sağlandığında yüzeyi temizlenmiş malzeme yüzeyine cam boru içerisinden bilya bırakarak bilyanın zıplama yüksekliği yöntemi (Shore sclereskobu) ile sertlik ölçme yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde, sertlik ölçme uygulamaları yapan işletmelerden, eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internetten Shore sclereskobu ile sertlik ölçme yöntemi hakkında araştırma yaparak not ediniz. Shore sclereskobu ile sertlik uygulaması esnasında işlem basamaklarını rapor olarak hazırlayınız.

4. SHORE DENEYİ YAPMAK



Resim 4.1: Shore deney

4.1. Shore Sclereskobu Yöntemi ile Sertlik Ölçmek

Bu yöntemde sertlik elmas uçlu bir çekiç cam boru içerisinden parça üzerine bırakılıp çekicinin zıplama boyuna göre hesaplanır. Bu yöntemin maliyeti az, uygulama işlemi kolay, sonuçları karşılaştırılabilen en basit sertlik ölçme yöntemidir.

4.2. Numune Yüzeyini Mekanik Yollarla Temizleme ve Parlatma

Bu işlem için Öğrenme Faaliyeti-1'deki "Numune Yüzeyini Mekaniksel Yollarla Temizleme ve Parlatma" konusuna bakınız.

4.3 Malzeme Cinsine ve Çeşidine Göre Sertlik Ölçme Yöntemini Tayin Etme

Bu deney yöntemi genellikle ağır parçaların muayenesinde kullanılır. Özellikle haddeler, dövme ve dökme parçalar ile büyük yüzeylerde eşit dağılmış sertliğin belirlenmesi istenilen parçalarda bu yöntem tercih edilir. Ayrıca kalınlığı 0,125 mm'ye kadar olan sertleştirilmiş çelik parçalara bu yöntem uygulanabilir. Ancak genel uygulamalarda parça kalınlığı 0,375 mm'den az olmamalıdır. Yuvarlak veya değişik şekilli parçalarda sertlik ölçümü yapılacak kısım düzeltilir. İçi boş parçalar malafa üzerine takılarak ölçüm yapılır.

4.4. Serbest Olarak Malzeme Üzerine Düşen Çekiçliğin Zıplamalarının Değerlendirilmesi

Shore Sclereskop sertlik ölçme metodunda aşağıdaki işlem sırası takip edilerek ölçüm yapılır.

- Sertliği ölçülecek parça üzerine, üzerindeki bölüntü sıfırdan (0) başlayarak yüz (100) eşit parçaya ayrılmış cam boru düşey olarak yerleştirilir.
- Belli ağırlıktaki (36,5, 20 veya 2,5 g) çekiç (bilyalar) belirlenen yükseklikten (19 mm, 112 mm veya 256 mm) yerleştirilen cam boru içerisinden sertliği ölçülecek numune üzerine bırakılır.
- Elmas uçlu çekicinin geri zıplama yüksekliği ölçülür. Çekiçliğin zıplama yüksekliğine göre sıçramayı meydana getiren enerji, ölçü aleti (sclereskop) yardımıyla ölçülerek deney bitirilir.



Resim 4.2: Shore deneyi için ölçüm cihazı (sclereskop)



Bu işlemi uygularken cam boru, sertliği ölçülecek parça üzerine tam olarak oturtulmalıdır. Deneme veya en son sertlik ölçme işlemlerinden her biri için çekicinin eski izler üzerine düşmemesi gerekir. Aksi durumda ölçülen değer hatalı olur.



Resim 4.3: Analog ve dijital shore sclereskop cihazları

UYGULAMA FAALİYETİ

Shore sclereskobu sertlik ölçme işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekaniksel yollarla düzeltiniz ve zımpara ile parlatınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Mekanik temizleme işlemlerini yaparken dikkatli olunuz.➤
<ul style="list-style-type: none">➤ Cam boruyu malzeme yüzeyine yerleştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma sırasında disiplinli hareket ediniz.➤ İş önlüğü ve eldiven kullanmadan çalışmaya başlamayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Cam borunun içinden 2,6 gr'lık bir çekiççiği serbest olarak malzeme yüzeyine bırakınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Mesleğiniz ile ilgili bütün iş güvenliği kurallara uyunuz ve etik ilkelere uygun davranınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Çekiççiğin zıplama yüksekliğini ölçünüz.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Çekiççiğin zıplama yüksekliğine göre malzemenin sertliğini ölçünüz. 	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekaniksel yollarla düzeltip zımpara ile parlattınız mı?		
2. Cam boruyu malzeme yüzeyine yerleştirdiniz mi?		
3. Cam borunun içinden 2,6 gr'lık bir çekiççiği serbest olarak malzeme yüzeyine bıraktınız mı?		
4. Çekiççinin zıplama yüksekliğine göre malzemenin sertliğini ölçtünüz mü?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Elmas uçlu bir çekicinin cam boru içerisinden parça üzerine bırakılarak çekicinin zıplama boyuna göre hesaplandığı ölçme yöntemi Shore yöntemidir.
2. () Shore yöntemi maliyeti yüksek, uygulama işlemi zor, sonuçları karşılaştırılabilen sertlik ölçme yöntemidir.
3. () Shore deney yöntemi en çok ağır parçaların muayenesinde kullanılır.
4. () Kalınlığı 0,125 mm'ye kadar olan sertleştirilmiş çelik parçalara Shore yöntemi uygulanabilir.
5. () Shore yönteminde, malzeme üzerine çekiç serbest olarak el ile bırakılıp zıplamalar sayılarak ölçüm yapılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekanik yollarla düzeltip zımpara ile parlattınız mı?		
2. Malzeme cinsine göre bilya çapını, uygulama basıncını ve uygulama süresini belirlediniz mi?		
3. Yükü malzemeye, belirlenen şartlarda yavaş yavaş ve en az üç yerden uyguladınız mı?		
4. Meydana gelen izlerin birbirine dik iki yöndeki çaplarını taksimatlı büyüteçle ölçerek ayrı ayrı ortalamalarını aldınız mı?		
5. Üç izin ölçülen çaplarının ortalamasını alarak küresel alanı hesapladınız mı?		
6. Bilya üzerindeki yükü, meydana gelen yüzey alanına bölerek (gerekli formülü uygulayarak) Brinell sertlik değerini buldunuz mu?		
7. Numunenin kirli olan yüzeyini kimyasal yollarla temizleyerek zımpara ile parlattınız mı?		
8. Malzeme cinsine göre batıcı ucun şeklini ve uygulama basıncını belirlediniz mi?		
9. Batıcı ucu numune yüzeyine dik olacak şekilde temas ettirdiniz mi?		
10. Önce 10 kg'lık küçük yükleme basıncını uygulayarak ucun malzeme yüzeyine oturmasını sağladınız mı?		
11. Malzemeye göre batıcı uç çelik bilya olduğunda 100 kg, küresel konik elmas uç kullanıldığında 150 kg'lık büyük yükü uyguladınız mı?		
12. Büyük yükü uygulayıp kaldırdıktan sonra küçük yükü uygulanır duruma getirip büyük yükün uygulama derinliğini görerek kadran üzerinden Rockwell sertlik değerini okudunuz mu?		
13. 10 kg'lık ön yüklemeyi kaldırarak deneyi bitirdiniz mi?		
14. Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekaniksel yollarla düzeltip zımpara ile parlattınız mı?		
15. Malzeme cinsine ve kalınlığına göre uygulama basıncını ve süresini belirlediniz mi?		
16. Batıcı ucu yüzeye dik olacak şekilde temas ettirdiniz mi?		
17. Tabanı kare tepe açısı 136^0 olan batıcı ucu malzemeye belirlenen yük ve sürede batırdınız mı?		
18. Yükü kaldırdıktan sonra metalürji mikroskobu yardımı ile izi		

ölçme ekranına aktardınız mı?		
19. Ölçme ekranındaki hareketli iki cetvel yardımı ile izin köşegen uzunluklarının ortalamasını alarak iz alanını hesapladınız mı?		
20. Deney yükünü (kg) milimetrik alan olarak ifade edilen iz alanına bölerek (gerekli formülü uygulayarak) sertlik değerini buldunuz mu?		
21. Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekanik yollarla düzeltip zımpara ile parlattınız mı?		
22. Cam boruyu malzeme yüzeyine yerleştirdiniz mi?		
23. Cam borunun içinden 2,6 gr'lık bir çekiççiği serbest olarak malzeme yüzeyine bıraktınız mı?		
24. Çekiççiğin zıplama yüksekliğine göre malzemenin sertliğini ölçtünüz mü?		
25. Mekaniksel ve kimyasal temizleme işlemlerini yaparken dikkatli oldunuz mu?		
26. Çalışma sırasında disiplinli hareket ettiniz mi?		
27. Çalışma sırasında iş önlüğü ve eldiven kullandınız mı?		
28. Mesleğiniz ile ilgili bütün iş güvenliği kurallarına uydunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Yanlış
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Yanlış
11	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Yanlış
10	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış

KAYNAKÇA

KAYNAKÇA

- BAĞCI Mustafa, Yakup ERİŞKİN, **Ölçme Bilgisi ve Kontrol**, Devlet Kitapları Müdürlüğü, İstanbul, 2004.
- DEMİRCİ A. Halim, **Malzeme Bilgisi ve Malzeme Muayenesi**, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Ş, İstanbul, 2004.
- ÇALIŞKAN Hikmet, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi**, Türk Hava Kurumu Basımevi, Ankara, 1990.
- ÖZKARA Hamdi, **Meyal İşleri Meslek Teknolojisi 3**, İlksan Matbaacılık, Ankara, 1997.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Malzeme Bilgisi**, Millî Eğitim Basımevi, İstanbul, 2000.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi 3**, Form Ofset, Ankara, 1997.
- ŞAHİN Sami, **Malzeme Bilgisi**, Şafak Matbaası, Ankara, 1997.
- WEISSBACH Wolfgang, Çeviren: Selahaddin ANIK, E. Sabri VURAL, **Malzeme Bilgisi ve Muayenesi**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000.