

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

METAL TEKNOLOJİSİ

SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

ANKARA 2006

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1	3
1. SERTLİK VE SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ	3
1.1. Sertlik Kavramı ve Tanımı	3
1.2. Sertlik Ölçme Yöntemleri	3
1.2.1. Birinell Yöntemi ile Sertlik Ölçme	4
2.5. Sertlik Değerini Bulmak İçin Gerekli Formülü Uygulama	8
UYGULAMA FAALİYETİ	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	11
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	13
2. ROCKWELL YÖNTEMİ İLE SERTLİK ÖLÇMEK	13
2.1. Numune Yüzeyini Kimyasal Yollarla Temizleme	14
2.2. Malzeme Cinsine Göre Batıcı ucun Şekli ve Uygulama Basıncı	14
2.3. Yükü Malzemeye Doğru Olarak Uygulama	16
2.4. Sertlik Değerini Cihazdan Okuma	17
UYGULAMA FAALİYETİ	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	19
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	21
3. VİCKERS YÖNTEMİ İLE SERTLİK ÖLÇME	21
3.1. Numune Yüzeyini Mekaniksel Yollarla Temizleme ve Parlatma	22
3.2. Malzeme Cinsine, Kalınlığına Göre Uygulanan Yük ve Süresi	22
3.3. Yükü Malzemeye Doğru Olarak Uygulama	22
3.4. Sertlik Değerini Bulmak İçin Gerekli Formülü uygulama	23
UYGULAMA FAALİYETİ	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	28
4. SHORE SCLERESKOBU YÖNTEMİ İLE SERTLİK ÖLÇMEK	28
4.1. Numune Yüzeyini Mekanik Yollarla Temizleme ve Parlatma	28
4.2 Malzeme Cinsine ve Çeşidine Göre Sertlik Ölçme Yöntemini Tayin Etme ...	28
4.3. Serbest Olarak Malzeme Üzerine Düşen Çekiçğin Zıplamalarının	
Değerlendirilmesi	29
UYGULAMA FAALİYETİ	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	31
MODÜL DEĞERLENDİRME	33
CEVAP ANAHTARLARI	35
ÖNERİLEN KAYNAKLAR	37
KAYNAKÇA	38

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI208
ALAN	Metal Teknolojisi
DAL/MESLEK	Kaynakçılık, Isıl İşlemciliği
MODÜLÜN ADI	Sertlik Ölçme Yöntemleri
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, sertlik ölçme yöntemlerini kullanarak sertlik ölçümü ile ilgili bilgi becerileri kapsayan öğrenim materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Tahribatlı Muayene modülünü almış olmak
YETERLİK	Malzeme sertliğini farklı yöntemlerle ölçmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç: Bu modül ile gerekli ortam ve ekipman sağlandığında, Brinell, Rockwell, Vickers ve Shore sclereskobu yöntemi ile sertlik ölçme işlemlerini yapabileceksiniz. Amaçlar: <ol style="list-style-type: none">1. TSE 139 standardına uygun olarak Brinell yöntemi ile sertlik ölçümü yapabileceksiniz.2. TSE 140 standardına uygun olarak Rockwell yöntemi ile sertlik ölçümü yapabileceksiniz.3. TSE 207 standardına uygun olarak Vickers yöntemi ile sertlik ölçümü yapabileceksiniz.4. Standarda uygun olarak Shore Sclereskobu yöntemi ile sertlik ölçümü yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	ORTAM: Gerçek çalışma ortamı ve tahribatsız muayene laboratuvarı DONANIM: Brinell, Rockwell, Vickers ve Shore sclereskobu sertlik ölçme cihazları, sertliği ölçülecek malzeme ve temizleme gereçleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	<ul style="list-style-type: none">• Bu modül içerisinde yer alan her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz.• Modül sonunda, kazandığınız bilgi beceri ve tavırların ölçülmesi için öğretmeniniz tarafından hazırlanan ölçme aracı ile değerlendirileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

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

Makine yapım sanayiinde 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 imkanı bulabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerçek çalışma ortamı ve tahribatsız muayene laboratuvarı sağlandığında TSE 139 standardına uygun olarak Brinell yöntemi ile sertlik ölçümü 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 not ediniz. Brinell sertlik uygulaması esnasında işlem basamaklarını rapor olarak hazırlayınız.

1. SERTLİK VE SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

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

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



Resim1.1: Brinell sertlik ölçme cihazı

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.

1.2.1.1. Numune Yüzeyini Mekanik Yolla Temizleme ve Parlatma

Sertlik deneyinde ilk işlem olarak sertliği ölçülecek malzemenin yüzeyini ölçüm yapmaya elverişli hale 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.

a- Yüzey oksitlenmeleri, kirler ve benzeri yabancı maddeler tel fırçalarla temizlenmelidir.

b- 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 hale getirilir.

2. aşamada kaba taşlamadan dolayı yüzeyde meydana gelen çizilmeler veya izler ince taşlama yapılarak giderilir.



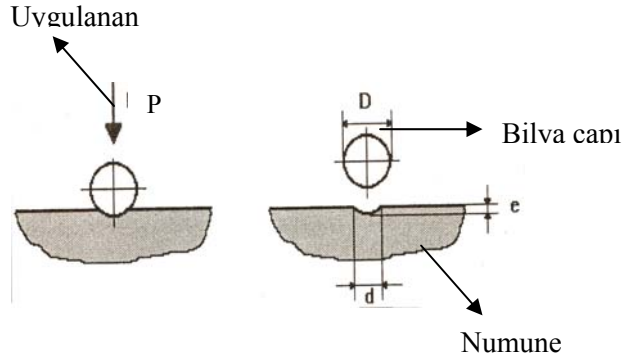
Resim1.2: Kaba ve ince zımparalama tezgâhı

c- 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.

1.2.1.2. Malzeme Cinsine Göre Uygulanan Yük, Bilye 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=Bilye 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 alınır

Yatak alaşımları için C= 2,5

Kurşun, kalay, yumuşak metal malzemeler için C= 1,25

Örneğin:

D=2,5mm, C=30(numune malzemesi çelik) için uygulanacak yük

$$P=CxD^2$$

$$P=30 \times 2,5^2 = 187,5 \text{ Kgf olarak bulunur.}$$

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

Malzeme Grubu	Yüklemeye derecesi	Ölçme aralığı HB	Uygulanan Kuvvet (P),kg			
			1mm bilye çapı	2,5mm bilye çapı	5mm bilye çapı	10mm bilye 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

Tablo1.1: Malzeme cinsine göre bilye çapı ve uygulanan yük

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

1.2.1.3. Bilye Çapları ve Çeşitleri

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

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



Resim1.3: Bilye çapları ve çeşitleri

Malzeme kalınlığına göre kullanılması gereken bilye çapları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

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

Tablo1.2: Malzeme kalınlığına göre kullanılması gereken bilye çapları

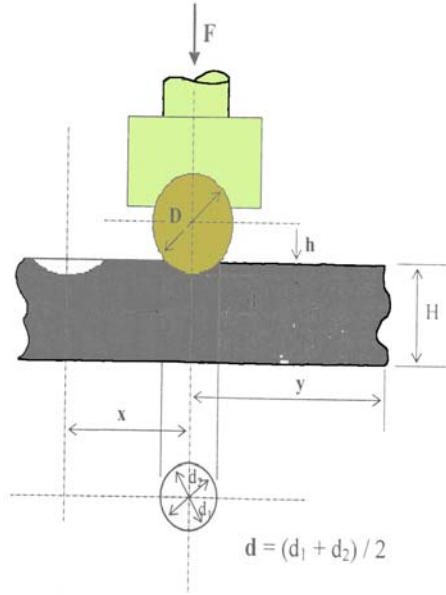
1.2.1.4. Yükü Malzemeye Doğru Olarak Uygulama

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 basıncı 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 bilye 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.



Resim 1.4: Numune üzerine yükün uygulanması



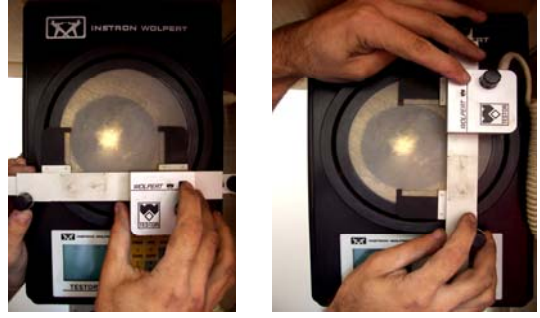
Şekil 1.2: İz çapının şematik olarak gösterilmesi

- İnce saclar üst üste konularak ölçüm yapılmalıdır.

2.5. 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, elik bilyenin malzeme yüzeyindeki ortalama batma derinliğini içeren HB ile belirtilir. Bu uygulamada elik bilyenin malzeme yüzeyindeki küresel batma alanı esas alınır. Birinell sertlik aşağıdaki formülle bulunur.



Resim 1.5: Cihaz yzerinde iz çapının görünümü

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

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

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

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= Bilyenin parça yzerinde meydana getirdięi küresel iz alanı

D= Bilye apı, mm

d= Sertliği llen parça yzerindeki iz çapı, mm

Yukarıdaki bilgileri daha iyi anlamak için aşağıdaki örnek uygulamayı inceleyelim. 3 mm kalınlığındaki elik bir malzemenin Birinell sertlik değerini lelim. Bunun için;

1- Tablo 1-2' den bilye cinsi ve çapı belirlenir. $D=2,5$

2- Tablo 1-1' den uygulanacak kuvvet belirlenir. $P=187,5$

3- İz çapları belirlenir. $d=(d_1=1, d_2=1.02, d_3=1.01)/3=1,01$
 $d/D=1.01/2.5=0.40$ olduęundan kuvvet uygundur.

4- Bulunan deęerler için formül uygulanarak sertlik bulunur.

$$HB = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2 \cdot 187,5}{3,14 \cdot 2,5 \cdot (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 0,01^2})}$$

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

Eęer Birinell sertlik muayeneleri özel şartlarda gerekleştirilmişe lme parametreleri bilye çapı, uygulanan yük, yükleme süresi HB ibaresinin yanında belirlenmelidir.

Örnek: 350HB 5/250/30

D= 5mm 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 BASAMAKLARI

- Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekanik yollarla düzeltiniz ve zımpara ile parlatınız (**Resim 1.2**).
- Malzeme cinsine göre bilye çapını, uygulama basıncını ve uygulama süresini belirleyiniz (**Tablo 1.1**).
- Yükü malzemeye belirlenen şartlarda yavaş yavaş ve en az üç yerden **uygulayınız (Resim 1.3)**.
- Meydana gelen izlerin birbirine dik iki yöndeki çaplarını taksimatlı büyüteçle ölçerek ayrı ayrı ortalamalarını alınız (**Resim 1.5**).
- Üç izin ölçülen çaplarının ortalamasını alınız ve küresel alanı hesaplayınız.
- Bilye üzerindeki yükü, meydana gelen yüzey alanına bölerek Brinell sertlik değerini bulunuz.

ÖNERİLER

- Mekanik temizleme işlemlerini yaparken dikkatli olunuz.
- Çalışma sırasında disiplinli hareket ediniz.
- İş önlüğü ve eldiven kullanmadan çalışmaya başlamayınız.
- Mesleğiniz ile ilgili bütün iş güvenliği kurallarına uyunuz ve etik ilkelere uygun davranınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

ÖLÇME SORULARI (DOĞRU YANLIŞ TESTİ)

Aşağıda doğru-yanlış olarak verilen soruların doğru ise (D) yanlış ise (Y) koyarak cevaplayınız.

(...) 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 bilyeler, daha büyük sertlikler için sinterlenmiş malzemenin yapılmış bilyeler 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 anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulamayı kontrol listesine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

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

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksiklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

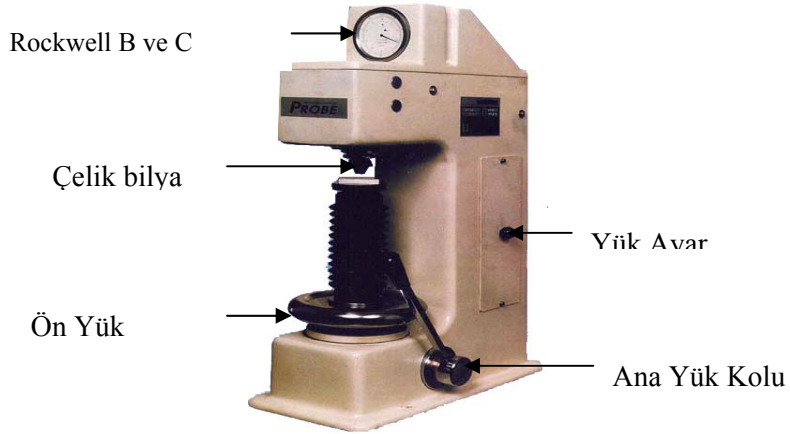
Gerçek çalışma ortamı ve tahribatsız muayene laboratuvarı sağlandığında TSE 140 standardına uygun olarak Rockwell yöntemi ile sertlik ölçümü yapabileceksiniz.

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 YÖNTEMİ İLE SERTLİK 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

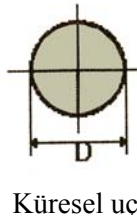
2.1. Numune Yüzeyini Kimyasal Yollarla Temizleme

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.

2.2. 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 bilye kullanılır. Kullanılan batıcı ucun türü, yöntemin simgesinde belirtilir. Elmas uç kullanıldığında yöntem HRC ve HRA olarak ifade edilir. Çelik bilyede 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 diğere Rockwell sertlikleri ölçülür.



Resim2.2: Malzeme cinsine göre kullanılan uç çeşitleri

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

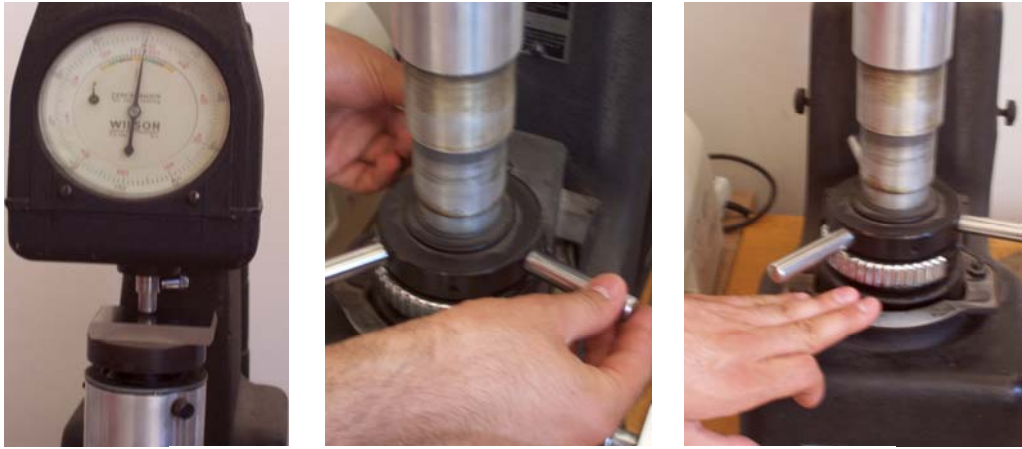
Sembolü	Sertlik Ölçme Ucu	Ön Yükleme Kuvveti P ₀ , Kg	Toplam Yük P, Kg	Uygulama Alanları
HR _A	120 ⁰ Elmas koni	10	60	Sert metal, yüzeysel sertleştirme derinliği 0,4 mm olan ince sac malzemeler
HR _B	1/16" Bilye	10	100	Metal olmayan malzemelerle yumuşak çelikler
HR _C	120 ⁰ Elmas koni	10	150	Sertleştirilmiş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

2.3. Yüğü Malzemeye Doğru Olarak Uygulama

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

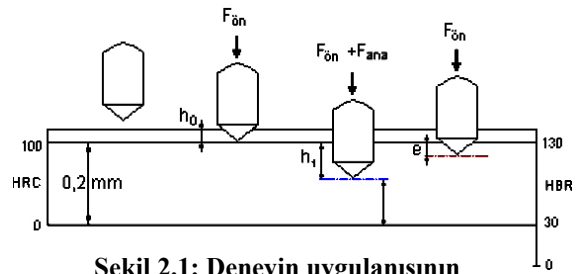
- Ölçüm yapılacak malzemenin yüzeyi kimyasal yollarla ve zımpara ile temizlenerek parlatılmalıdır.
- Deney sonuçlarının güvenilir olması için ölçümün, oda sıcaklığında ve normal atmosfer basınçlı bir ortamda gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- Ölçümü yapılacak malzemenin cinsine ve kalınlığına göre, 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 işlemten 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 uygulamasının şematik olarak gösterilmesi

- Siyah rakamlı bölüm üzerinde kadran sıfıra getirilir ve daha sonra sıra 90 kg'lık ana yükün uygulanmasına gelmiştir. Böylece toplam yük, 10 kg'lık ön yükle beraber 100 kg olacaktır. (Batıcı uç olarak çelik bilye 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.)

2.4. Sertlik Değerini Cihazdan Okuma

Ana yükün uygulanmasıyla büyük kadranda (ölçü saatindeki) ibrenin hareketsiz hale gelmesi beklenir (yaklaşık 15-30 saniye). İbrenin durmasıyla ana yük kolu ters yönde çevrilerek ana yük kaldırılır. Ana yükün kaldırılmasıyla harekete geçen kadranda 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 değerin okunması)

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

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

UYGULAMA FAALİYETİ

Birinell sertlik ölçme işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

Işlem basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Numunenin kirli olan yüzeyini kimyasal yollarla temizleyiniz ve zımpara ile parlatınız.➤ Malzeme cinsine göre batıcı ucun şeklini ve uygulama basıncını belirleyiniz (Tablo 2.1).➤ Batıcı ucu numune yüzeyine dik olacak şekilde temas ettiriniz (Resim 2.3a).➤ Önce 10 kg'lık küçük yükleme basıncını uygulayarak ucun malzeme yüzeyine oturmasını sağlayınız (Resim 2.3b).➤ Cihaz üzerindeki siyah rakamlı bölüm üzerindeki kadranı sıfıra getiriniz (Resim 2.4a).➤ Malzemeye göre batıcı uç çelik bilya olduğunda 100 kg, küresel konik elmas uç kullanıldığında 150 kg'lık büyük yükü uygulayınız (Resim 2.3c).➤ Büyük yük uygulanıp kaldırıldıktan sonra, küçük yük uygulanır durumda iken büyük yükün uygulama derinliğini görerek kadran üzerinden Rockwell sertlik değerini okuyunuz.➤ 10 kg'lık ön yüklemeyi kaldırarak deneyi bitiriniz	<ul style="list-style-type: none">• Kimyasal temizleme işlemlerini yaparken dikkatli olunuz.• Çalışma sırasında disiplinli hareket ediniz.• İş önlüğü ve eldiven kullanmadan çalışmaya başlamayınız.• Mesleğiniz ile ilgili bütün iş güvenliği kurallara uyunuz ve etik ilkelere uygun davranınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

ÖLÇME SORULARI (DOĞRU YANLIŞ TESTİ)

Aşağıda doğru-yanlış olarak verilen soruların doğru ise (D) yanlış ise (Y) koyara cevaplayınız.

- (...)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° 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° 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 2-3mm olmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz.

Cevaplarınızda yanlış var ise faaliyete geri dönerek, araştırarak veya ders öğretmeninizden yardım alarak eksiklerinizi tamamlayınız.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulamayı kontrol listesine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	Evet	Hayır
Numunenin kirli olan yüzeyini kimyasal yollarla temizleyerek zımpara ile parlattınız mı?		
Malzeme cinsine göre batıcı ucun şeklini ve uygulama basıncını belirlediniz mi?		
Batıcı ucu numune yüzeyine dik olacak şekilde temas ettirdiniz mi?		
Önce 10 Kg'lık küçük yükleme basıncını uygulayarak ucun malzeme yüzeyine oturmasını sağladınız mı?		
Malzemeye göre batıcı uç çelik bilya olduğunda 100 Kg, küresel konik elmas uç kullanıldığında 150 Kg'lık büyük yükü uyguladınız mı?		
Büyük yük uygulanıp kaldırıldıktan sonra küçük yük uygulanır duruma getirerek, büyük yükün uygulama derinliğini görerek kadran üzerinden Rockwell sertlik değerini okudunuz mu?		
10 Kg'lık ön yüklemeyi kaldırarak deneyi bitirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksiklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Gerçek çalışma ortamı ve tahribatsız muayene laboratuvarı sağlandığında TSE 207 Standardına uygun olarak Vickers yöntemi ile sertlik ölçümü 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 not ediniz. Vickers sertlik uygulaması esnasında işlem basamaklarını rapor olarak hazırlayınız.

3. VICKERS YÖNTEMİ İLE SERTLİK 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 Brinelden 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

3.1. 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.

3.2. Malzeme Cinsine, Kalınlığına Göre Uygulanan Yük ve Süresi

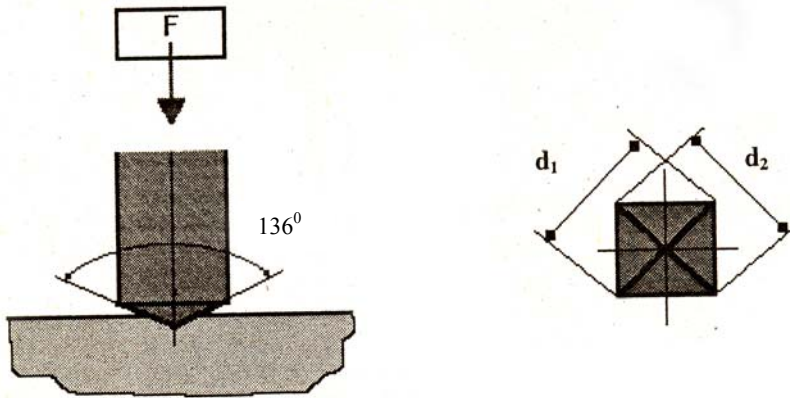
Vickers sertlik ölçme yönteminde tepe açısı 136° olan elmas kare piramit uç kullanılır.

- 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.



Resim3.2: Vickers sertliğinde kullanılan batıcı uç çeşidi

3.3. Yükü Malzemeye Doğru Olarak Uygulama



Şekil 3.1: Vickers sertlik ölçümünün şematik olarak gösterilmesi

Yükü malzeme 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.
- Deney parçası deney cihazı üzerine sağlam bir şekilde bağlanmalı, uç sıkıca yerine tutturulmalı ve deney cihazı ani titreşimlerden korunmalıdır.

- Deney için uygulanacak yük ve uygulama süresi belirlendikten sonra, baskı ucu mængenede 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 deney bitirilir.

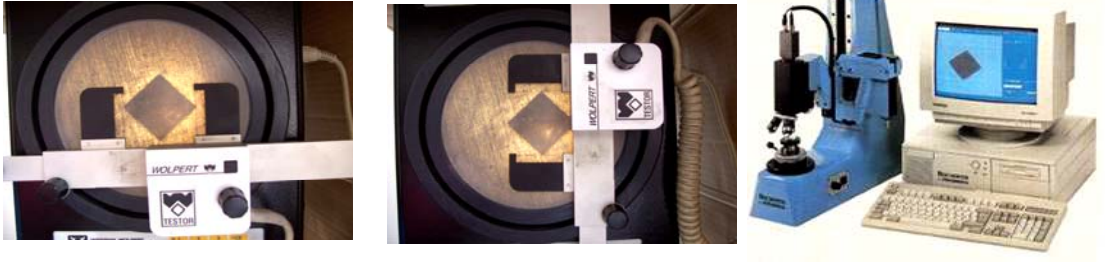
Deney sonuçlarının güvenilir olması için bu uygulamanın numunenin üç farklı noktasına uygulanması gerekir.

Uygulamada numune kenarından ölçüm yapılmamalı ve izler arasında mesafe olmalıdır (Bunun için öğrenme faaliyeti-1'den geniş bilgi edinebilirsiniz).

3.4. 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.
- Ölçme ekranındaki hareketli cetvel yardımı ile izin köşegen uzunlukları ölçülerek ortalaması alınır. $d = (d_1 + d_2) / 2$
- İz alanının bulunmasından sonra Vickers sertliği aşağıdaki formül ile bulunur.



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

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

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

HV= Vickers sertlik, kg/mm²

P= Yükleme kuvveti

A= Numune üzerindeki izin yüzey alanı, mm²

d= Numune üzerindeki kare izin köşegen boyu, mm

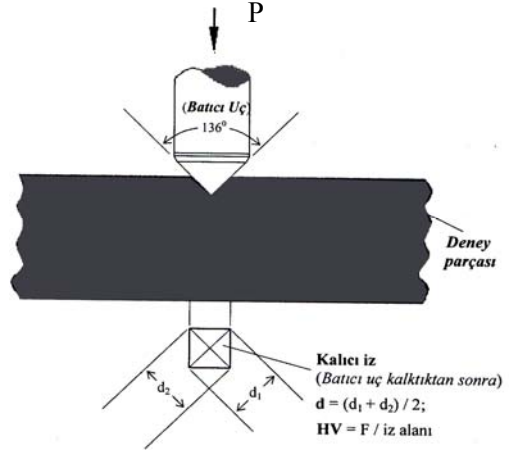
Bulunan Vickers sertlik değeri aşağıdaki örnekteki gibi ifade edilebilir.

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 BASAMAKLARI

- Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekaniksel yollarla düzeltiniz ve zımpara ile parlatınız (**Resim 1.2**).
- Malzeme cinsine ve kalınlığına göre uygulama basıncını ve süresini belirleyiniz.
- Batıcı ucu yüzeye dik olacak şekilde temas ettiriniz (**Şekil 3.1**).
- Tabanı kare tepe açısı 136° olan batıcı ucu malzemeye belirlenen yük ve sürede batırınız (**Şekil 3.2**).
- Yük kaldırıldıktan sonra metalurji mikroskobu yardımı ile izi ölçme ekranına aktarınız (**Resim 3.3**).
- Ölçme ekranındaki hareketli iki cetvel yardımı ile izin köşegen uzunluklarının ortalamasını alınız ve iz alanını hesaplayınız (**Resim 3.3**).
- Vickers sertliğini, deney yükünü (kg) milimetrik alan olarak ifade edilen iz alanına bölünmesi ile bulunuz.

ÖNERİLER

- Kimyasal temizleme işlemlerini yaparken dikkatli olunuz.
- Çalışma sırasında disiplinli hareket ediniz.
- İş önlüğü ve eldiven kullanmadan çalışmaya başlamayınız.
- Mesleğiniz ile ilgili bütün iş güvenliği kurallara uyunuz ve etik ilkelere uygun davranınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

ÖLÇME SORULARI (DOĞRU YANLIŞ TESTİ)

Aşağıda doğru-yanlış olarak verilen soruların doğru ise (D) yanlış ise (Y) koyarak cevaplayınız.

- (....)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 metalurji mikroskobu yardımı ile ölçme ekranına aktarılır.
- (....)8. Ölçme ekranındaki hareketli iki cetvel yardımı ile izin köşegen uzunlukları ölçülerek ortalaması alınır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz.

Cevaplarınızda yanlış var ise faaliyete geri dönerek, araştırarak veya ders öğretmeninizden yardım alarak eksiklerinizi tamamlayınız.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulamayı kontrol listesine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

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

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksiklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Gerçek çalışma ortamı ve tahribatsız muayene laboratuvarı sağlandığında Standarda uygun olarak Shore sclereskobu yöntemi ile sertlik ölçümü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

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

4. SHORE SCLERESKOBU YÖNTEMİ İLE SERTLİK ÖLÇMEK

Bu yöntemde sertlik elmas uçlu bir çekic 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.

4.1. Numune Yüzeyini Mekanik Yollarla Temizleme ve Parlatma

Bu işlem için öğrenme faaliyeti-1' deki numune yüzeyini mekaniksel yollarla temizleme ve parlatma konusuna bakınız.

4.2 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.



Resim 4.1: Shore deney

4.3. Serbest Olarak Malzeme Üzerine Düşen Çekiçğin Zıplamalarının Değerlendirilmesi

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

a- Sertliği ölçülecek parça üzerine, üzerindeki bölüntü sıfırdan (0) başlayarak yüz (100) eşit parçaya ayrılmış cam boru düşey olarak yerleştirilir.

b- Belli ağırlıktaki (36,5 , 20 veya 2,5 g) çekiç (bilyeler) belirlenen yükseklikten (19mm, 112 mm veya 256 mm) yerleştirilen cam boru içerisinden sertliği ölçülecek numune üzerine bırakılır.

c- Elmas uçlu çekiçin geri zıplama yüksekliği ölçülür. Çekiçğin zıplama yüksekliğine göre sıçramayı meydana getiren enerji, ölçü aleti (**Sclereskop**) yardımıyla ölçülerek deney bitirilir.

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



Resim 4.2: Shore deneyi için ölçüm cihazı (Sclereskop)



Resim 4.3: Analog ve dijital Shore Sclereskop cihazları

UYGULAMA FAALİYETİ

Shore sclereskobu sertlik ölçme işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları

- Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekaniksel yollarla düzeltiniz ve zımpara ile parlatınız (**Resim 1.2**).
- Cam boruyu malzeme yüzeyine yerleştiriniz.
- Cam borunun içinden 2,6 gr'lık bir çekiççiği serbest olarak malzeme yüzeyine bırakınız.



Resim 4.4: Cam boruyu malzeme yüzeyine yerleştirme ve çekiççiği bırakma

- Çekiççiğin zıplama yüksekliğini ölçünüz.
- Çekiççiğin zıplama yüksekliğine göre malzemenin sertliğini ölçünüz.



Resim 4.5: Değerin ölçümü ve okunması

Öneriler

- Mekanik temizleme işlemlerini yaparken dikkatli olmak
- Çalışma sırasında disiplinli hareket ediniz.
- İş önlüğü ve eldiven kullanmadan çalışmaya başlamayınız.
- Mesleğiniz ile ilgili bütün iş güvenliği kurallara uyunuz ve etik ilkelere uygun davranınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

ÖLÇME SORULARI (DOĞRU YANLIŞ TESTİ)

Aşağıda doğru-yanlış olarak verilen soruların doğru ise (D) yanlış ise (Y) koyarak cevaplayınız.

- (...)1. Elmas uçlu bir çekicinin cam boru içerisinden parça üzerine bırakılarak çekicinin zıplama boyuna göre hesaplanan 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 bırakılarak zıplamalar sayılarak ölçüm yapılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz.

Cevaplarınızda yanlış var ise faaliyete geri dönerek, araştırarak veya ders öğretmeninizden yardım alarak eksiklerinizi tamamlayınız.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	Evet	Hayır
Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekaniksel yollarla düzeltiniz ve zımpara ile parlattınız mı?		
Cam boruyu malzeme yüzeyine yerleştirdiniz mi?		
Cam borunun içinden 2,6 gr'lık bir çekiççiği serbest olarak malzeme yüzeyine bıraktınız mı?		
Çekiççiğin zıplama yüksekliğine göre malzemenin sertliğini ölçtünüz mü?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksiklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı evet ise modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki kriterlere göre ölçünüz.

Dolgu kaynağı faaliyetleri ve araştırma çalışmaları sonunda kazandığınız bilgi ve becerilerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için kendinizi değerlendirme ölçeğine göre değerlendiriniz. Bu değerlendirme sonucuna göre bir sonraki modüle geçebilirsiniz.

KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

Evet **Hayır**

Brinel Deneyi İçin Kriterler

Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekanik yollarla düzeltiniz ve zımpara ile parlatınız mı?

Malzeme cinsine göre bilya çapını, uygulama basıncını ve uygulama süresini belirlediniz mi?

Yükü malzemeye belirlenen şartlarda yavaş yavaş ve en az üç yerden uyguladınız mı?

Meydana gelen izlerin birbirine dik iki yöndeki çaplarını taksimatlı büyüteçle ölçerek ayrı ayrı ortalamalarını aldınız mı?

Üç izin ölçülen çaplarının ortalamasını alarak küresel alanı hesapladınız mı?

Bilye üzerindeki yükü, meydana gelen yüzey alanına bölerek (gerekli formülü uygulayarak) Brinell sertlik değerini buldunuz mu?

Rockwell Deneyi İçin Kriterler

Numunenin kirli olan yüzeyini kimyasal yollarla temizleyerek zımpara ile parlattınız mı?

Malzeme cinsine göre batıcı ucun şeklini ve uygulama basıncını belirlediniz mi?

Batıcı ucu numune yüzeyine dik olacak şekilde temas ettirdiniz mi?

Önce 10 kg'lık küçük yükleme basıncını uygulayarak ucun malzeme yüzeyine oturmasını sağladınız mı?

Malzemeye göre batıcı uç çelik bilya olduğunda 100 kg, küresel konik elmas uç kullanıldığında 150 kg'lık büyük yükü uyguladınız mı?

Büyük yük uygulanıp kaldırıldıktan sonra küçük yük uygulanıp duruma getirerek, büyük yükün uygulama derinliğini görerek kadran üzerinden Rockwell sertlik değerini okudunuz mu?

10 Kg'lık ön yüklemeyi kaldırarak deneyi bitirdiniz mi?

Vickers Deneyi İçin Kriterler

Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekaniksel yollarla düzeltiniz

ve zımpara ile parlattınız mı?

Malzeme cinsine ve kalınlığına göre uygulama basıncını ve süresini belirlediniz mi?

Batıcı ucu yüzeye dik olacak şekilde temas ettirdiniz mi?

Tabanı kare tepe açısı 136° olan batıcı ucu malzemeye belirlenen yük ve sürede batırdınız mı?

Yük kaldırıldıktan sonra metalurji mikroskobu yardımı ile izi ölçme ekranına aktardınız mı?

Ölçme ekranındaki hareketli iki cetvel yardımı ile izin köşegen uzunluklarının ortalamasını alarak iz alanını hesapladınız mı?

Deney yükünü (kg) milimetrik alan olarak ifade edilen iz alanına bölerek (gerekli formülü uygulayarak) Sertlik değerini buldunuz mu?

Shore Sclereskobu Deneyi İçin Kriterler

Numunenin düzgün olmayan yüzeyini mekanik yollarla düzeltiniz ve zımpara ile parlattınız mı?

Cam boruyu malzeme yüzeyine yerleştirdiniz mi?

Cam borunun içinden 2,6 gr'lık bir çekiççiği serbest olarak malzeme yüzeyine bıraktınız mı?

Çekiççiğin zıplama yüksekliğine göre malzemenin sertliğini ölçtünüz mü?

Düzenli ve Kurallara Uygun Çalışma

Mekaniksel ve kimyasal temizleme işlemlerini yaparken dikkatli oldunuz mu?

Çalışma sırasında disiplinli hareket ettiniz mi?

Çalışma sırasında iş önlüğü ve eldiven kullandınız mı?

Mesleğiniz ile ilgili bütün iş güvenliği kurallarına uydunuz mu?

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda hayır cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız modülü tekrar ediniz.

Bütün cevaplarınız evet ise modülü tamamladınız, tebrik ederiz. Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

Sorular	Cevaplar
1-	D
2-	D
3-	D
4-	Y
5-	Y
6	D
7	D
8	Y
9	D
10	Y
11	D

ÖĞRENME FAALİYETİ2'NİN CEVAP ANAHTARI

Sorular	Cevaplar
1-	D
2-	Y
3-	Y
4-	Y
5-	D
6	D
7	Y
8	D
9	Y
10	D

ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

Sorular	Cevaplar
1-	D
2-	D
3-	Y
4-	D
5-	Y
6	Y
7	D
8	D

ÖĞRENME FAALİYETİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

Sorular	Cevaplar
1-	D
2-	Y
3-	D
4-	D
5-	Y

Cevaplarınızı cevap anahtarları ile karşılaştırarak kendinizi değerlendiriniz.

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- ÖZKARA Hamdi, **Malzeme Bilgisi**, İlksan Matbaacılık, Ankara, 1997
- SERFİÇELİ, Y. Saip, **Malzeme Bilgisi**, Ankara 1998
- Yerli veya yabancı malzeme bilgisi ve muayenesi ile ilgili kitaplar
- Muhtelif internet adreslerinin bölüm ve sahifeleri

KAYNAKÇA

- BAĞCI Mustafa, Yakup ERİŞKİN, **Ölçme Bilgisi ve Kontrol**, Devlet Kitapları Müdürlüğü, İstanbul, 2004
- DEMİRCİ Prof. Dr. A. Halim, **Malzeme Bilgisi ve Malzeme Muayenesi**, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. Ve Tic. Ltd. Şti., 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**, Milli 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: ANIK, Prof., Selahaddin, ANIK, Prof., E. Sabri VURAL, **Malzeme Bilgisi ve Muayenesi**, Birsan Yayınevi, İstanbul, 2000
- www.bilginoglu-endustri.com.tr
- www.dokummakina.com.tr
- www.odevsitesi.com