

1. SERTLİK DENEYİ

Sertlik Deneylerinin Amacı

Sertlik izafi bir ölçü olup malzemelerin plastik deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Sertlik ölçümü, mühendislik malzemelerine uygulanan çok genel bir testtir. Bir malzemenin sertliği ile diğer mekanik özellikleri arasında bir ilişki kurulabilir. Örneğin çeliklerde, çekme mukavemeti sertlik ile doğru orantılıdır. Genellikle malzemelerin sertliği ile işlenebilme özelliği arasında ters bağıntı vardır. Diğer bir deyişle, sert malzemeleri işlemek zordur.

Sertlik Ölçme Yöntemleri

Sertlik ölçme genellikle, piramit, konik veya küresel standart bir ucun malzemeye batırılmasına karşı malzemenin gösterdiği direnci ölçmekten ibarettir. Sert uca aksenal bir kuvvet uygulanarak malzeme üzerinde bir iz oluşturulur. Malzemenin sertliği, bu izin büyüklüğüyle ters orantılıdır.

Cisimlerin sertliği ölçme yöntemleri iki gruba ayrılabilir:

- 1- Malzeme yüzeyini sert bir cisim ile çizerek yapılan sertlik deneyleri.
- 2- Malzemeye sert bir cismi kuvvet altında batırmak suretiyle yapılan sertlik deneyleri.
- 3- Sert bir bilyeyi malzeme üzerine düşürmek ve sıçratmak suretiyle yapılan sertlik deneyleri.

Batırılarak Yapılan Sertlik Deneyleri

a- Statik Yük Kullanılarak Yapılan Sertlik Deneyleri

(Cihazlar portatif değildir, sertlik laboratuvarlarında ölçüm yapılır.)

Rockwell - Brinell - Vickers - Knoop

b- Dinamik Yük Kullanılarak Yapılan Sertlik Deneyleri

(Cihazlar portatiftir, istenilen yerde sertlik ölçümü yapılabilir.)

- Shore - Poldi Çekici

1.1. Rockwell Sertlik Deneyi

Rockwell sertlik deneyi (RSD), yapılmasının çok kolay olmasından dolayı metallerin sertlik ölçümünde en yaygın kullanılan metottur. Rockwell sertliği, batma derinliğine karşı gelen birimsiz bir sayıdır. Batıcı uç, konik uçlu veya bilye şeklindedir. Yumuşak malzemeler bilye batıcı uç ile ölçülür Çok sert malzemeler 120° uç açılı elmas koni batıcı ile ölçülür.

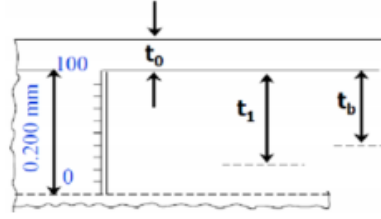
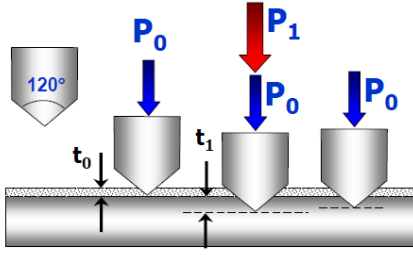


Konik ve bilye uçlu batıcı uç



Rockwell sertlik ölçüm cihazı

Bu yöntemde batma derinliği ölçüleceği için yüzey pürüzlülüğü sonuçları etkileyebilir. Bu sakıncayı gidermek için ön yükleme yapılarak cihaz sıfırlanır. Rockwell sertlik ölçümünde batıcı uç, malzeme üzerine 10 kg (100 N) ön bir yükleme (P0) ile batırılır. Sonra batıcı uca ana yük (P1) uygulanarak elde edilen derinlik ölçülür. Meydana gelen kalıcı izdeki derinlik artışı bulunarak mevcut göstergeden Rockwell sertlik değeri okunur Ana yük Rockwell B (RB) için 100 kg, Rockwell C (RC) için 150 kg'dır.



$$RSD - C = 100 - \frac{t_b}{0.002}$$

Rocwell sertlik deneyi

Rockwell sertlik değeri boyutsuzdur. Uzun malzeme içine her 0,002 mm batışı bir sertlik değerinin 1 sayı düşmesi olarak alınır. Ön yük uygulandıktan sonra ucun konumu ile ana yük kaldırıldıktan sonra ucun konumu arasındaki batma derinliği t_b olmak üzere Rockwell Sertlik Değeri-C (RSD-C) yukarıdaki formülle hesaplanabilir.

Değişik deney koşullarında ölçülen farklı düzeydeki sertlik değerleri RSD-A, RSD-B, RSD-C, RSD-D gibi simgelerle birlikte verilir (Tablo 1). Çok sert malzemelerin Rockwell sertliği koni biçimindeki elmas uç kullanarak 150 kg'lık yük altında ölçülür ve sonuçlar RSD-C simgesi ile belirtilir. Yumuşak malzemelerin sertliğinin ölçümünde ise batıcı uç olarak çelik bilye kullanılır ve 100 kg'lık yük altında elde edilen ölçüm sonuçları RSD-B simgesi ile gösterilir. Bir malzemenin Rockwell cinsinden ölçülen sertlik değeri 100 rakamını aşarsa batıcı uç olarak bilye kullanılması tavsiye edilmez. Çünkü çok sert malzemelerin sertliğinin ölçülmesinde batıcı uç olarak bilye kullanılması, hem bilyenin deforme olmasına hem de ölçüm hassasiyetinin azalmasına neden olur. Diğer taraftan herhangi bir skalaya göre Rockwell sertliği 20 sayısından daha düşük olan malzemelerin sertliğinin ölçülmesinde koni biçimindeki elmas uç kullanılması tavsiye edilmez.

Tablo 1. Rockwell sertlik skalaları

Sembolü	Batıcı Uç	Büyük Yük Kgf.	Tipik Kullanma Yerleri
B	1.6 mm (1/16 inç) bilya	100	Bakır alaşımları, yumuşak çelikler, alüminyum alaşımları, temper döküm vs.
C	Elmas konik uç	150	Çelik, sert dökme demirler, perlitik temper döküm, titan, derin olarak yüzeyi sertleştirilmiş çelik ve Rockwell B değeri 100'den daha fazla olan diğer malzeme
A	Elmas konik uç	60	Sert metaller, ince çelik ve yüzeyi ince tabaka halinde sertleştirilmiş çelik
D	Elmas konik uç	100	İnce çelik ve orta kalınlıkta yüzeyi sertleştirilmiş çelik ve temper döküm
E	3.2 mm (1/8 inç) bilya	100	Dökme demir, alüminyum ve magnezyum alaşımları, yumuşak ince sac metaller
F	1.6 mm (1/16 inç) bilya	60	Tavllanmış bakır alaşımları, yumuşak ince sac metaller
G	1.6 mm (1/16 inç) bilya	150	Fosforlu bronz berilliyumlu bakır temper dökümler

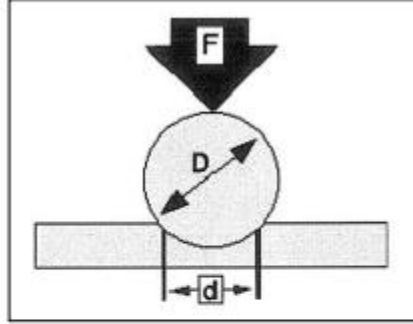
Rockwell sertlik değerinin bulunmasında kullanılan formüller;

$$\left. \begin{array}{l} RSD - A = \\ RSD - C = \\ RSD - D = \end{array} \right\} 100 - 500t \quad \text{ve} \quad \left. \begin{array}{l} RSD - B = \\ RSD - F = \\ RSD - G = \\ RSD - E = \end{array} \right\} 130 - 500t \quad \text{şeklinde dir.}$$

Burada t batıcı uçun batma derinliği (mm) dir.

1.2. Brinell Sertlik Deneyi

Brinell sertlik deneyi malzeme yüzeyine belirli bir yükün (F') belirli bir çaptaki (D) sert malzemeden yapılmış bir bilya yardımıyla belirli bir süre uygulanması sonucu yüzeyde kalıcı bir iz (d) meydana getirme esasına dayanır. Daha sonra bu kuvvetin oluşan izin küresel yüzey alanına bölünmesiyle Brinell sertlik değeri elde edilir.



Brinell sertlik değeri;

$$BSD = \frac{F}{y} = \frac{2F}{\pi.D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Brinell Sertlik Deneyi

bağıntısıyla hesaplanır. Bu bağıntıda yer alan F uygulanan yükü (kg), D bilya çapını (mm) ve d ise iz çapını (mm) gösterir. Standart deney koşullarında çapı 10 mm olan bilye kullanılır. Yük, malzemenin cinsine göre seçilir ve uygulama süresi 10-15 saniye arasında değişir. Ancak bazı durumlarda çapları 10 mm'den daha küçük olan (örneğin 1,25, 2,5 ve 5,0 mm) bilye biçimindeki uçlarda kullanılır. 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. Deney yükünün saptanmasında $F=CD^2$ bağıntısı kullanılır. Burada F deney yükü, C malzeme cinsine göre değişen yükleme derecesidir.

- Demir esaslı malzeme (Çelik, DD) (C=30)

- Cu ve Al alaşımlı malzeme (C=10)

- Yumuşak malzeme (C=5)

Metalik malzemelerde sertlik arttıkça çekme dayanımı da artar. Çeliklerin Brinell sertlik değeri ile çekme dayanımları arasındaki ilişki;

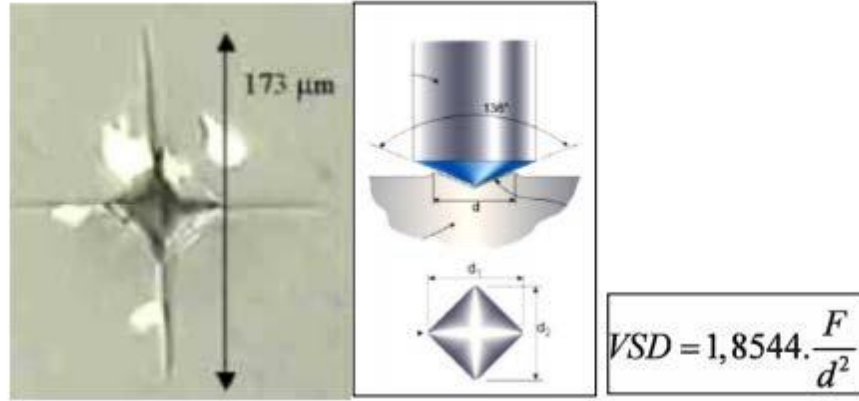
$$\sigma_c \text{ (kg/mm}^2\text{)} = 0,35 \times BSD \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

bağıntısı ile bulunabilir. Bu bağıntı yardımıyla çeliklerin çekme dayanımını yaklaşık olarak belirlemek mümkündür.

1.3. Vickers Sertlik Deneyi

Bu deney yönteminde baskı elemanı olarak tepe açısı 136° olan elmas kare piramit kullanılır. F yükü ile malzemeye bastırılan piramit ucun bıraktığı dörtgen izin köşegenleri ölçülerek hesaplanan ortalama köşegen uzunluğu formülde yerine konarak sertlik değerleri bulunur. Vickers sertliği yüke bağlı değildir. Ölçme hatalarını azaltmak ve heterojen yapılarda ortalama değer elde edebilmek için yükü ve dolayısıyla izi büyütme faydalıdır. Ancak köşegen uzunluğu sertliği ölçülen parça veya tabaka kalınlığının en çok üçte ikisi kadar olmalıdır. Yük 1-120 kgf arasında değişebilir. Normal yük olarak 30 kgf seçilebilir. Vickers yönteminde büyük piramit açısından dolayı az derinliklere rağmen geniş diyagoneller elde edilir. Yüklü numune

üzerinde kalma süresi yaklaşık 20 saniyedir. Bu süre sonunda baskı ucu numune üzerinden kaldırılır ve deney bitirilir.

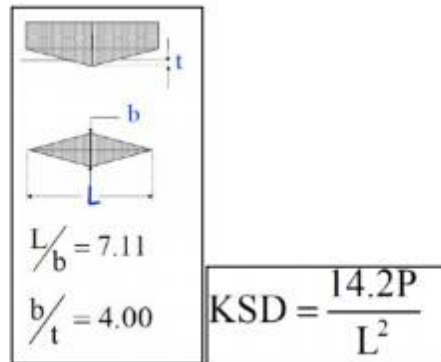


Vickers Sertlik Deneyi

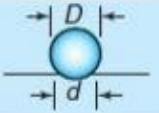



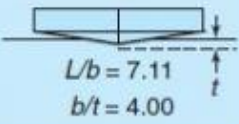
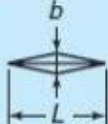
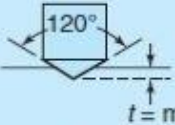

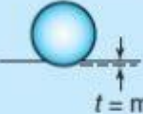

Burada F uygulanan yükü (kg), d iz köşegenlerinin ortalaması (mm) olup $d = \frac{d_1 + d_2}{2}$ formülü ile hesaplanır. d1 ve d2 sırasıyla ölçülen köşegen uzunluklarıdır. Vickers sertlik deneyi çok yumuşak ve çok sert tabakalar için de uygundur. Deneyde yük düşük olduğu için genellikle ince parçalarda ve sadece yüzeyi sert olan özel işlem görmüş malzemelerde tercih edilir. Vickers sertliğinin avantajı, oldukça doğru okumalar yapması ve tüm metal ve işlem görmüş yüzeyler için sadece bir tip batıcı ucun kullanılmasıdır. Vickers sertliği metallerin yanında seramik malzemelerin sertliğinin ölçümünde de güvenilir bir sertlik ölçüm metodudur.

1.4. Knoop Sertlik Deneyi

Bir malzemenin göreceli mikrosertliği Knoop batma deneyi ile belirlenebilmektedir. Bu deneyde tepe açısı 130° ve 173° olan piramit şekilli elmas bir uç malzeme üzerine bastırılır. Bir boyutu diğerinin yaklaşık olarak 7 katı olan bir iz oluşur. Malzemenin sertliği izin derinliği ölçülerek bulunur. Vickers sertlik ölçme deneyine göre daha düşük kuvvetler uygulanır. Knoop deneyi, cam ve seramik gibi gevrek malzemelerin sertliğinin test edilmesini sağlar. Malzeme üzerine uygulanan yük genellikle 1 kgf'den daha azdır. Batıcı uç yaklaşık olarak 0,01 ile 0,1 mm arasında dört yanlı bir iz bırakır.



Knoop Sertlik Deneyi

Test	Indenter	Shape of indentation		Load, P	Hardness number	
		Side view	Top view			
Brinell	10-mm steel or tungsten-carbide ball			500 kg 1500 kg 3000 kg	$HB = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$	
Vickers	Diamond pyramid			1-120 kg	$HV = \frac{1.854P}{L^2}$	
Knoop	Diamond pyramid			25 g-5 kg	$HK = \frac{14.2P}{L^2}$	
Rockwell						
A } C } D }	Diamond cone			60 kg	HRA } HRC } HRD }	
				150 kg		= 100 - 500t
				100 kg		
B } F } G }	$\frac{1}{16}$ -in. diameter steel ball			100 kg	HRB } HRF } HRG }	
				60 kg		= 130 - 500t
				150 kg		
E	$\frac{1}{8}$ -in. diameter steel ball			100 kg	HRE }	

Sertlik Deneyleri Karşılaştırması

Conversion Table of Hardness

Approximate conversion value for steel Rockwell C hardness*1

(HRC) Rockwell C scale hardness	(HV) Vickers hardness	Brinell hardness (HB) 10mm ball load 3000kgf		Rockwell hardness*3			Rockwell superficial hardness; diamond conical indenter			(HS)	Tensile strength*2 (approximate value) MPa	(HRC)*3 Rockwell C scale hardness
		Standard ball	Tungsten carbide ball	(HRA) A scale load 60kgf diamond conical indenter	(HRB) B scale load 100kgf diameter 1.6mm (1/16in) ball	(HRD) D scale load 100kgf diamond conical indenter	15-N scale load 15kgf	30-N scale load 30kgf	45-N scale load 45kgf	Shore hardness		
68	940	—	—	85.6	—	76.9	93.2	84.4	75.4	97	—	68
67	900	—	—	85.0	—	76.1	92.9	83.6	74.2	95	—	67
66	865	—	—	84.5	—	75.4	92.5	82.8	73.3	92	—	66
65	832	—	(739)	83.9	—	74.5	92.2	81.9	72.0	91	—	65
64	800	—	(722)	83.4	—	73.8	91.8	81.1	71.0	88	—	64
63	772	—	(705)	82.8	—	73.0	91.4	80.1	69.9	87	—	63
62	746	—	(688)	82.3	—	72.2	91.1	79.3	68.8	85	—	62
61	720	—	(670)	81.8	—	71.5	90.7	78.4	67.7	83	—	61
60	697	—	(654)	81.2	—	70.7	90.2	77.5	66.6	81	—	60
59	674	—	(634)	80.7	—	69.9	89.8	76.6	65.5	80	—	59
58	653	—	615	80.1	—	69.2	89.3	75.7	64.3	78	—	58
57	633	—	595	79.6	—	68.5	88.9	74.8	63.2	76	—	57
56	613	—	577	79.0	—	67.7	88.3	73.9	62.0	75	—	56
55	595	—	560	78.5	—	66.9	87.9	73.0	60.9	74	2075	55
54	577	—	543	78.0	—	66.1	87.4	72.0	59.8	72	2015	54
53	560	—	525	77.4	—	65.4	86.9	71.2	58.6	71	1950	53
52	544	(500)	512	76.8	—	64.6	86.4	70.2	57.4	69	1880	52
51	528	(487)	496	76.3	—	63.8	85.9	69.4	56.1	68	1820	51
50	513	(475)	481	75.9	—	63.1	85.5	68.5	55.0	67	1760	50
49	498	(464)	469	75.2	—	62.1	85.0	67.6	53.8	66	1695	49
48	484	451	455	74.7	—	61.4	84.5	66.7	52.5	64	1635	48
47	471	442	443	74.1	—	60.8	83.9	65.8	51.4	63	1580	47
46	458	432	432	73.6	—	60.0	83.5	64.8	50.3	62	1530	46
45	446	421	421	73.1	—	59.2	83.0	64.0	49.0	60	1480	45
44	434	409	409	72.5	—	58.5	82.5	63.1	47.8	58	1435	44
43	423	400	400	72.0	—	57.7	82.0	62.2	46.7	57	1385	43
42	412	390	390	71.5	—	56.9	81.5	61.3	45.5	56	1340	42
41	402	381	381	70.9	—	56.2	80.9	60.4	44.3	55	1295	41
40	392	371	371	70.4	—	55.4	80.4	59.5	43.1	54	1250	40
39	382	362	362	69.9	—	54.6	79.9	58.6	41.9	52	1215	39
38	372	353	353	69.4	—	53.8	79.4	57.7	40.8	51	1180	38
37	363	344	344	68.9	—	53.1	78.8	56.8	39.6	50	1160	37
36	354	336	336	68.4	(109.0)	52.3	78.3	55.9	38.4	49	1115	36
35	345	327	327	67.9	(108.5)	51.5	77.7	55.0	37.2	48	1080	35
34	336	319	319	67.4	(108.0)	50.8	77.2	54.2	36.1	47	1055	34
33	327	311	311	66.8	(107.5)	50.0	76.6	53.3	34.9	46	1025	33
32	318	301	301	66.3	(107.0)	49.2	76.1	52.1	33.7	44	1000	32
31	310	294	294	65.8	(106.0)	48.4	75.6	51.3	32.5	43	980	31
30	302	286	286	65.3	(105.5)	47.7	75.0	50.4	31.3	42	950	30
29	294	279	279	64.7	(104.5)	47.0	74.5	49.5	30.1	41	930	29
28	286	271	271	64.3	(104.0)	46.1	73.9	48.6	28.9	41	910	28
27	279	264	264	63.8	(103.0)	45.2	73.3	47.7	27.8	40	880	27
26	272	258	258	63.3	(102.5)	44.6	72.8	46.8	26.7	38	860	26
25	266	253	253	62.8	(101.5)	43.8	72.2	45.9	25.5	38	840	25
24	260	247	247	62.4	(101.0)	43.1	71.6	45.0	24.3	37	825	24
23	254	243	243	62.0	100.0	42.1	71.0	44.0	23.1	36	805	23
22	248	237	237	61.5	99.0	41.6	70.5	43.2	22.0	35	785	22
21	243	231	231	61.0	98.5	40.9	69.9	42.3	20.7	35	770	21
20	238	226	226	60.5	97.8	40.1	69.4	41.5	19.6	34	760	20
(18)	230	219	219	—	96.7	—	—	—	—	33	730	(18)
(16)	222	212	212	—	95.5	—	—	—	—	32	705	(16)
(14)	213	203	203	—	93.9	—	—	—	—	31	675	(14)
(12)	204	194	194	—	92.3	—	—	—	—	29	650	(12)
(10)	196	187	187	—	90.7	—	—	—	—	28	620	(10)
(8)	188	179	179	—	89.5	—	—	—	—	27	600	(8)
(6)	180	171	171	—	87.1	—	—	—	—	26	580	(6)
(4)	173	165	165	—	85.5	—	—	—	—	25	550	(4)
(2)	166	158	158	—	83.5	—	—	—	—	24	530	(2)
(0)	160	152	152	—	81.7	—	—	—	—	24	515	(0)

*1 Bold numbers are according to ASTM E 140 Table 1 (arranged jointly by SAE, ASM and ASTM).

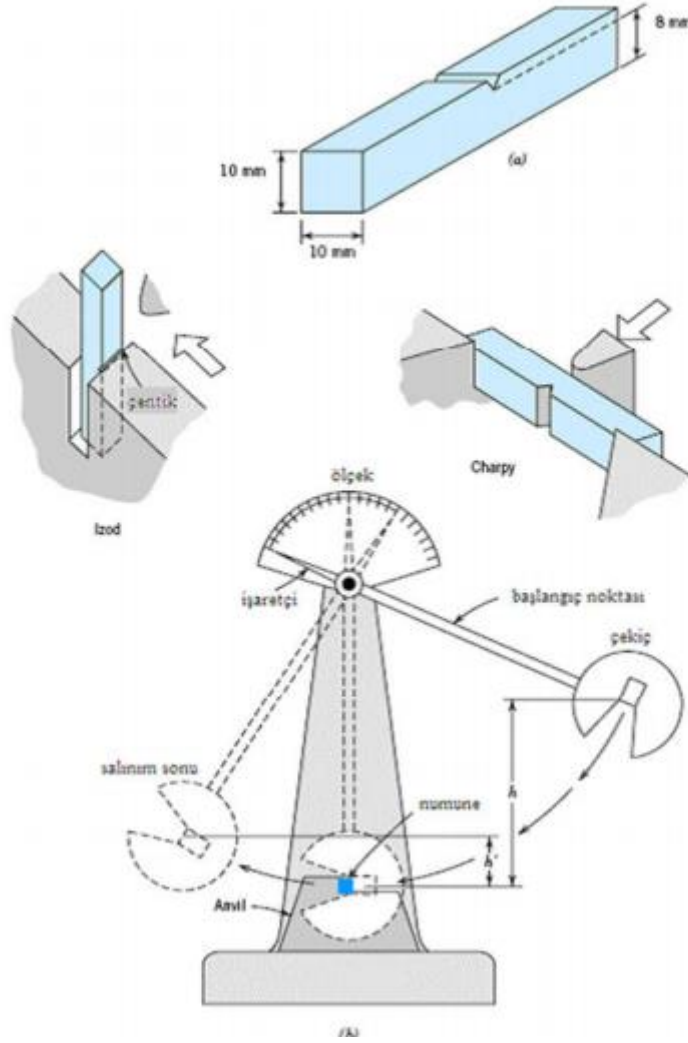
*2 1MPa = 1N/mm²

*3 The value in parenthesis in the table are for ranges rarely used and indicated for reference.

2. ÇARPMA DENEYİ

Düşen Ağırlık Darbe Testi metodu, dikey bir doğrultuda ağırlığın boru veya raylarla yönlendirilerek serbest düşmesidir. Düşme mesafesi ve ağırlık ile darbe enerjisi hesaplanabilir. İlk geliştirildiği günlerde, çarpma hızını ölçmenin bir yolu yoktu, bu nedenle mühendislerin kılavuz mekanizmasında sürtünmeyi yok sayması gerekiyordu. Düşen ağırlık test numunesini üzerinde durduğundan, ya da numuneyi delip geçerken tamamen tahrip ettiği için, elde edilebilecek tek sonuç, başarılı / başarısız nitelikte olmuştur. Mekanik olarak, darbe, iki veya daha fazla gövdenin çarpıştığı kısa bir sürede uygulanan yüksek bir kuvvet veya şoktur. Etki kritik olarak, cisimlerin birbirlerinin bağlı hızlarına bağlıdır. Normalde, tamamen esnek olmayan bir çarpışma sırasında, bir fırlatılan cismin çarptığı bir nesne deforme olur ve bu deformasyon çarpışma kuvvetinin çoğunu veya tümünü emer. Enerjinin dönüşümü ve korunumu açısından bakıldığında, fırlatılan cismin kinetik enerjisi, vurulmuş cisimde oluşan deformasyonlar ve titreşimler sonucunda ısı ve ses enerjisine dönüşür. Bununla birlikte, bu deformasyonlar ve titreşimler bir anda gerçekleşemez. Yüksek hızlı çarpışma (darbe), bu deformasyonların ve titreşimlerin oluşması için yeterli zaman sağlamaz. Böylece, çarpılan malzeme sanki olduğundan daha kırılabilir gibi davranır ve uygulanan kuvvetin büyük kısmı malzemenin kırılmasına yol açar. Farklı malzemeler, statik yükleme koşullarıyla karşılaştırıldığında, oldukça farklı şekillerde davranabilir. Çelik gibi yumuşak malzemeler yüksek çarpma hızlarında daha kırılabilir olma eğilimindedir ve penetrasyon meydana gelmezse arka tarafında darbeye neden olabilir. Kinetik enerjinin kesit boyunca dağılım şekli de cevabını belirlemede önemlidir. Darbe deneyinde numunenin dinamik zorlamalar altında kırılması için gereken enerji miktarı hesaplanır. Bulunan değer malzemenin darbe direnci (darbe mukavemeti) olarak tanımlanır. Darbe deneyinden elde edilen sonuçlar, o numune için bir mukayese değeridir; bu sonuçlar, çekme deneyi sonuçları gibi mühendislik hesaplamalarında kullanılmazlar.

Charpy ve Izod Darbe Deneyleri Temel prensipleri aynıdır. Izod ve Charpy deneyleri arasındaki fark, deney numunesinin boyutu, mesnetleniş ve yükleniş şeklidir. Charpy deney numunesi yatık olarak, Izod deney numunesi dik olarak darbe deney cihazına yerleştirilir.



Darbe Testi

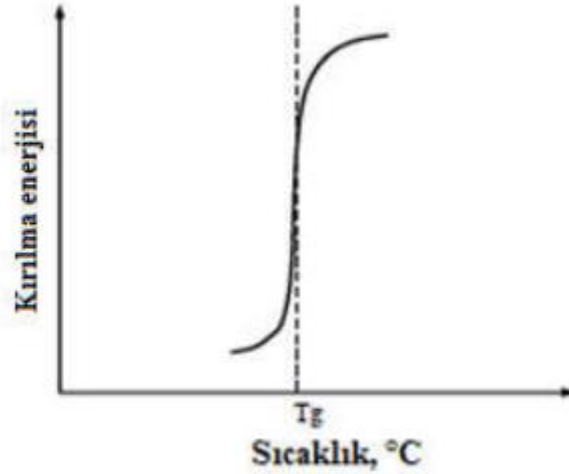
Düşen Ağırlık Darbe testi, diğer yöntemlere tercih edilir. Bu durumun sebebi diğer yöntemlere göre sağladığı şu avantajlardır;

1. Charpy ve Izod testleri ile kompozit malzemeler üzerinde darbe testi yapmaya çalışırken yaşanan sınırlamalar bulunmaktadır.
2. Diğer standart testlere göre düşen ağırlık darbe testini kullanmanın bir diğer ana avantajı, gerçek hayatta oluşabilecek, numunenin darbe yüküne maruz kalabileceği koşulları yeniden üretebilmesidir.
3. Düşme ağırlığı çarpma testini sarkaç çarpma testi yöntemlerine göre kullanmanın avantajı, test düzenlemesine bağlı olarak örneğin genellikle kelepçelenmemesi gerektiğidir.
4. Kalıplanmış numuneler, kalıplanmış parçalar vb. İçin geçerlidir.
5. Tercih edilen bir başarısızlık yönü olmadan tek yönlüdür. Arızalar, numunenin en zayıf noktasından kaynaklanır ve oradan yayılır.
6. Numuneler hasarlı olarak kabul edilmek için paramparça olmak zorunda değildir. Hasar, gereksinimlere bağlı olarak deformasyon, çatlak başlatma veya tam kırılma ile tanımlanabilir.
7. Metaller ve metal olmayan metaller için darbe testi yapılabilir.

2.1. Darbe Dayanımına Etki Eden Faktörler

1. Sıcaklık

Özellikle metal malzemeler belirli bir sıcaklığın altında gevrekleşir. Bu sıcaklığa geçiş sıcaklığı denir. Ve malzemenin darbe dayanımı önemli ölçüde düşer. Bu sıcaklık her malzemede farklı olmakla birlikte, bu sıcaklığın üzerinde malzeme sünekleşir. Böylece çatlak oluşumu ve ilerleyişi zorlaştırarak darbe dayanımı artar.

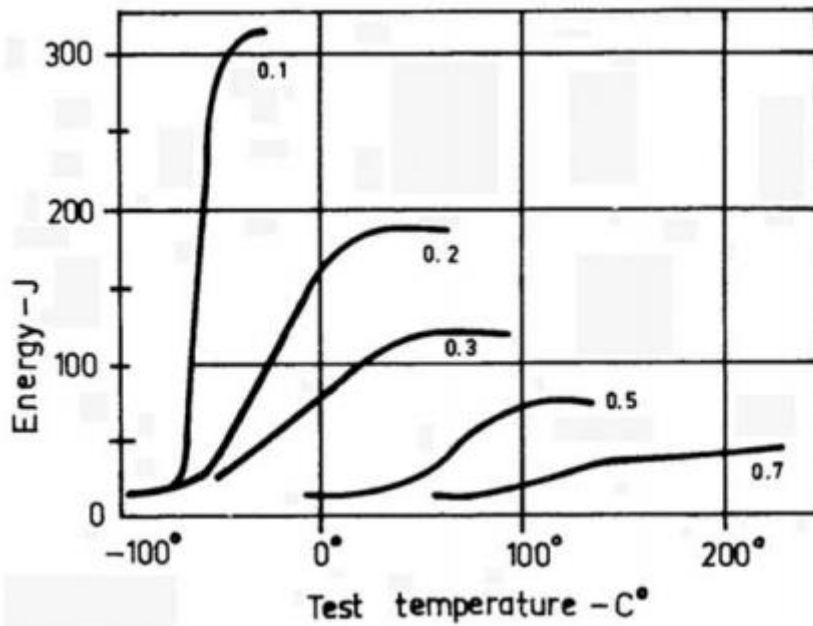


2. Tane Boyutu

Tane boyutu arttıkça geçiş sıcaklığı yükselir. Bu yüzden tane boyutu küçüldükçe malzemenin darbe dayanımı artar.

3. Malzemenin Bileşimi ve İçindeki Empüriteler

Bazı malzemelerin içindeki bileşim oranları değişikçe darbe dayanımını etkiler. Örneğin farklı oranlarda çeliğe eklenen karbon farklı dayanım değerlerine yol açabilir. Ayrıca H gibi empüriteler malzemede gevrekliğe yol açabilir.



4. Geometri

Hem mikro hem de makro açıdan bakıldığında numunenin geometrisi darbe dayanımını etkiler. Örneğin haddelenmiş bir numune farklı açılardan teste tabi tutulduğunda farklı sonuçlar verecektir. Ayrıca bal peteği, hegzogonal gibi farklı şekilde tasarlanmış numuneler darbe etkisini bünyelerinde farklı şekilde dağıtacağından aynı malzemeden yapılarak aynı koşullarda test edilse dahi farklı sonuçlar verir.

