

MAKİNE PROGRAMI  
MALZEME  
TEKNOLOJİSİ-II-  
(DERS NOTLARI)

Prof.Dr.İrfan AY

Öğr. Gör. Fahrettin Kapusuz



2009-2010

BALIKESİR

**GİRİŞ**  
**TAHRİBATLI**  
**DENEYLER**

# VICKERS SERTLİK DENEYİ

\* **Bu test ne işe yarıyor? En çok hangi malzemeler için kullanılıyor?**

Brinell sertlik deneyi, sertliği çoğunlukla **65-450** arasın da olan yumusak celik veya yapı celiğinin muayene sinde kullanılır. Malzeme daha sert olunca deneyde kul lanılan celik bilyanın sekil değisimi de önem kazanır. Bu nedenle daha değisik yontemler kullanmak gerekir. Bunların en önemlisi **Vickers sertlik** deneyidir.



\* **Vicker Test Makinası nasıldır?**





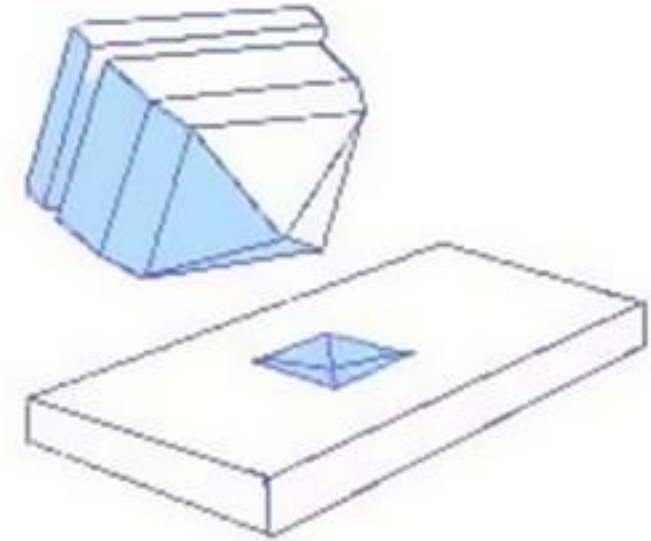
**En gelişmiş vickers sertlik ölçüm cihazı**



## Vicker testinin yapılışı

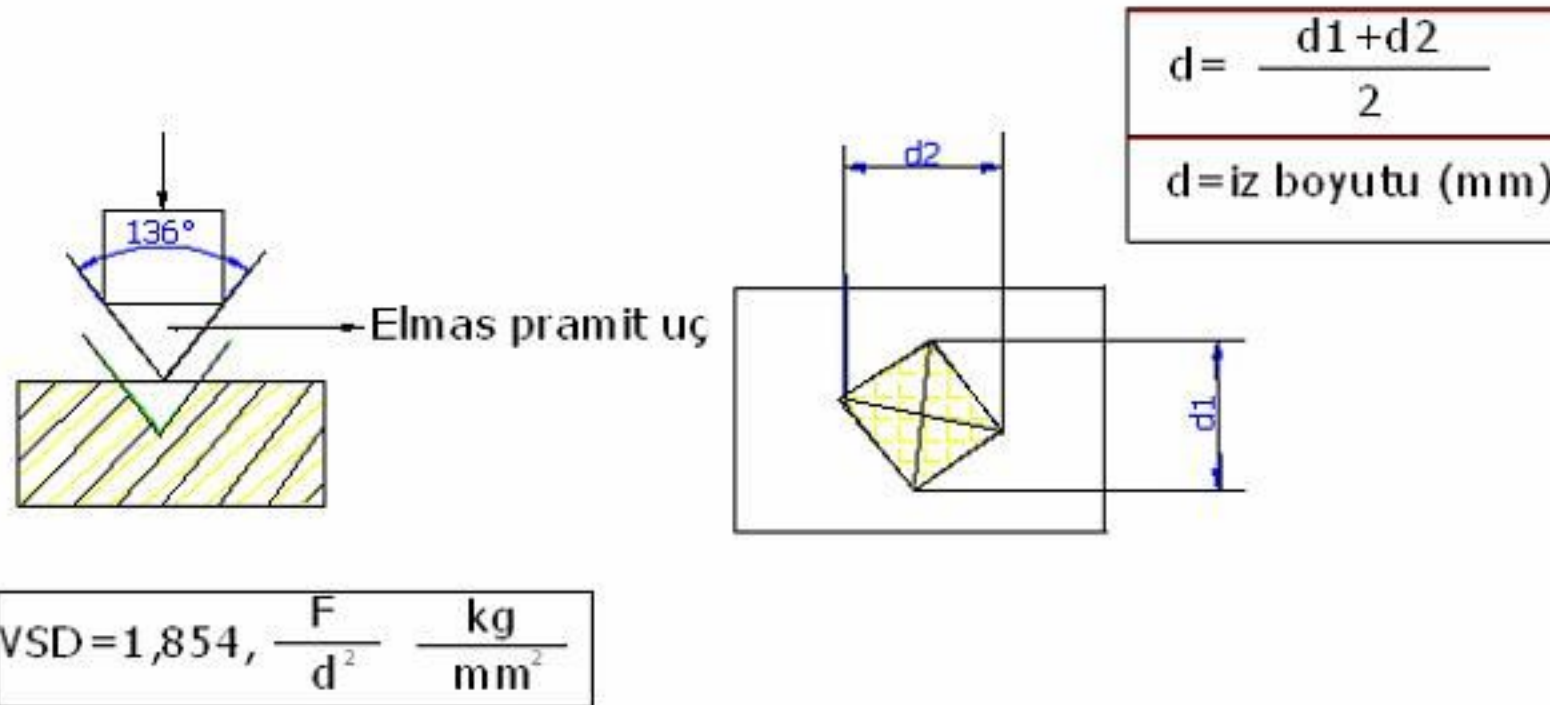
1. Bu sertlik ölçme yönteminde tabanı **KARE** ve **TEPE AÇISI**  $136^{\circ}$  olan bir “**elmas piramit uç**” kullanılır.

Malzemenin cinsine göre **0,025 ile 120 kg** arasında bir yük uygulanır. Uygulama süresi **10-15 saniye** dir.



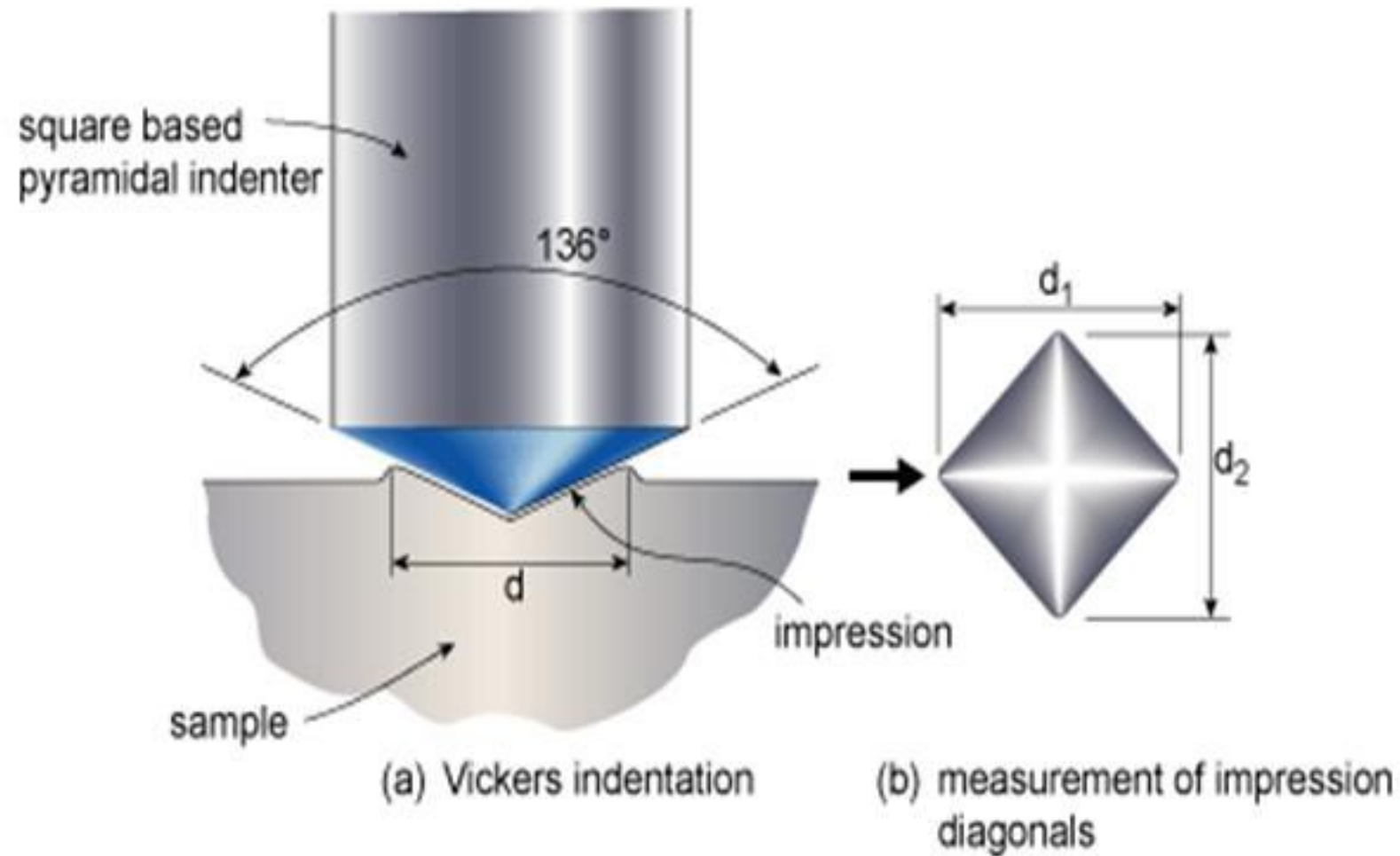
Vickers deneyi **mikro sertlik** ölçümünde de kullanılır. Bu yöntemle en yumuşak malzemedenden en sert malzemeye kadar **geniş bir aralıkta** sertlik ölçümü yapılabilir.

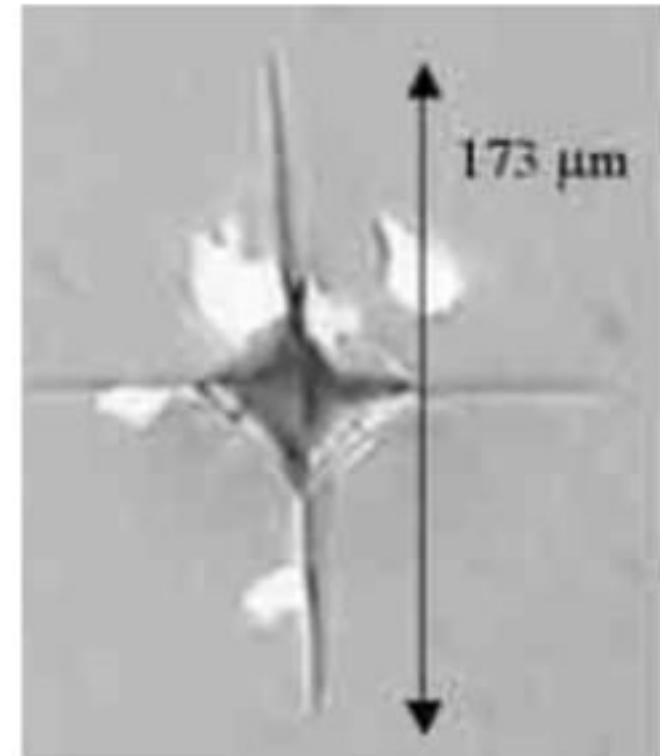
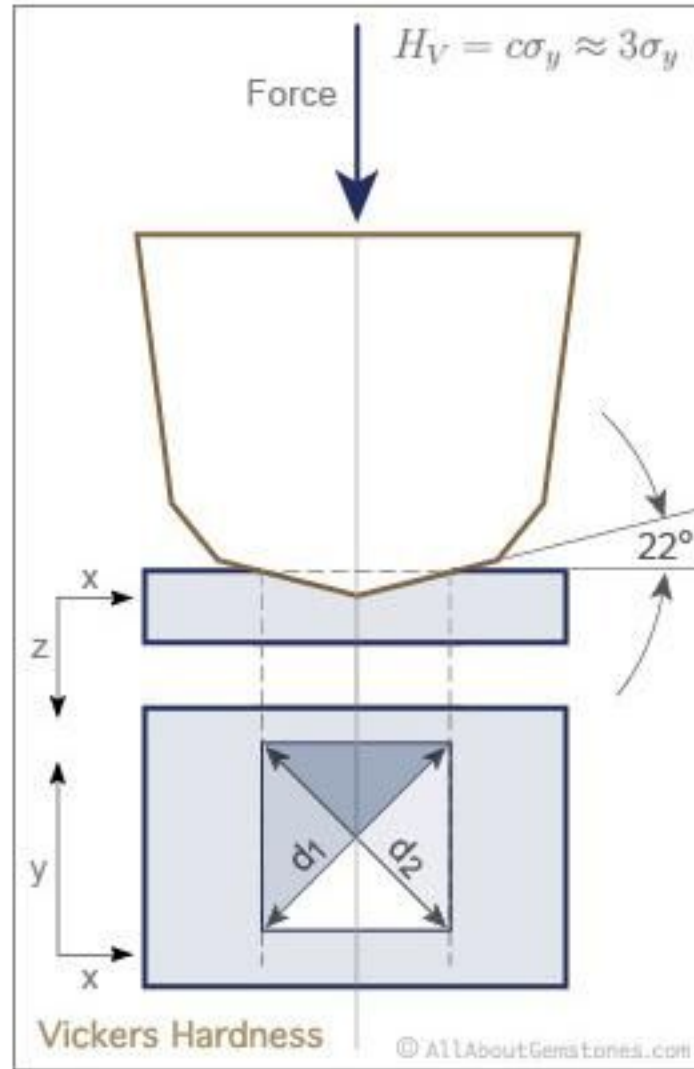
**Vicker sertlik ölçümünde iz detayları aşağıdaki gibidir.**



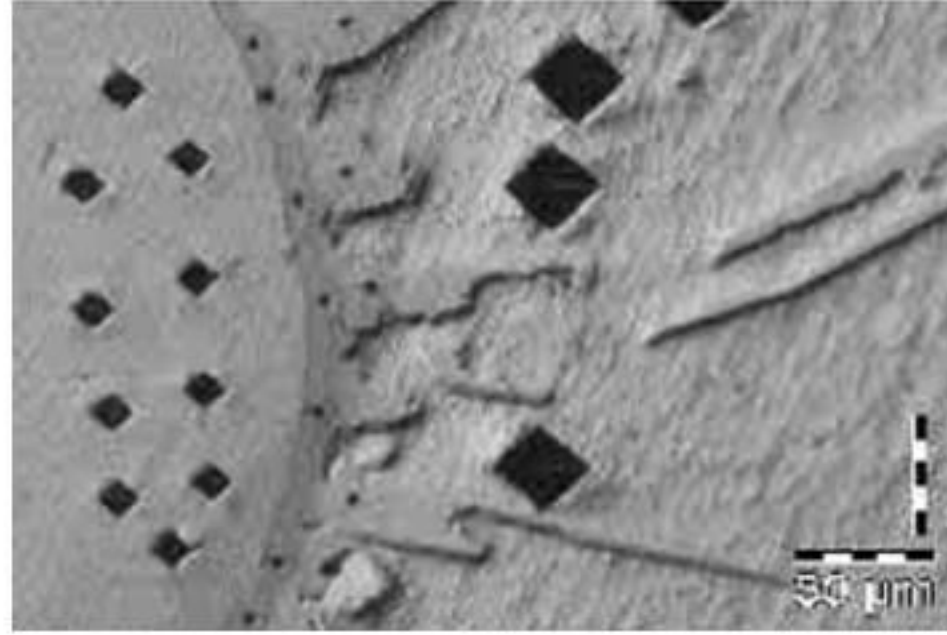


Vickers deneyi ile Brinell deneyinde **aynı cihaz** kullanılır. Yalnızca **batıcı uc** değiştirilir. 600'e kadar Brinell sertliği yaklaşık olarak Vickers sertliğine esittir.





**Gerçek ölçülen iz büyüklüğü**



### Baticı ucun farklı izleri

Vickers sertliğinin avantajı, oldukça doğru okumalar yapması ve tüm metal ve işlem görmüş yüzeyler için sadece “**bir tip baticı uc**”un kullanılmasıdır.

Vickers sertliği ölçme yöntemi daha uzun zaman almakla beraber “**en duyarlı sertlik ölçüm yöntemi**”dir.

- 2.** Bu uç, seçilen yük altında belli bir süre sertliği ölçülecek yüzeye uygulanır. Sonuçta malzeme yüzeyinde bir iz oluşur. Bu iz mikroskopta büyütülür. Ekrana aktarılır. Bir cetvel yardımıyla **İZİN KÖŞEGENLERİ** dikkatlice ölçülür. Ortalaması alınır. Bu değer formülde yerine konarak HV sertliği bulunur.
- 3.** Oluşan izin köşegenlerinin ortalaması ;

$$d = (d_1 + d_2) / 2 \text{ alınarak ;}$$

$$HV = 1.854 \times P/d^2$$

**formülünden teorik olarak hesaplanır.**

**Burada P = Uygulanan yük**

**d = Ortalama iz çapı**

## **Vicker iz'inin detayları**



### **Vicker sertlik testinde kullanılan standartlar ;**

- \* ASTM E384 – micro force ranges – 10g to 1kg**
- \* ASTM E92 – macro force ranges - 1kg to 100kg**
- \* ISO 6507-1,2,3 – micro and macro ranges**



**4. Vicker sertliği yazılırken řu şekilde ifade edilir.**

**HV 180 /30/20**

**Gösterimin açıklaması ;**

**30 kg'lık yükün 20 saniye süre ile uygulanması sonucunda bu malzemenin vicker sertlik değeri 180 dir.**

**Örnek:** Elmas uç kullanılarak 70 kg 'lık yük uygulanan mak suretiyle sertliği ölçülen bir metalik Malzemedede oluşan iz boyutları;  $d_1 = 0,085$   $d_2 = 0.075$  mm olarak ölçülmüştür. Uygulama süresi 15 sn olduğuna göre , metalin sertlik değeri bularak sembol olarak gösteriniz?

$$d = (d_1 + d_2) / 2 = (0.085 + 0.075) / 2 = 0.08 \text{ mm}$$

$$HV = 1.854 \times (70 / 0.08^2) = 811 \text{ HV } /70/15 \text{ olur.}$$

**MİKROSERTLİK  
ÖLÇÜM METODLARI  
(Knoop & Vickers sertlik  
testi)**

\* **Bu test ne işe yarıyor? En çok hangi malzemeler için kullanılıyor?**

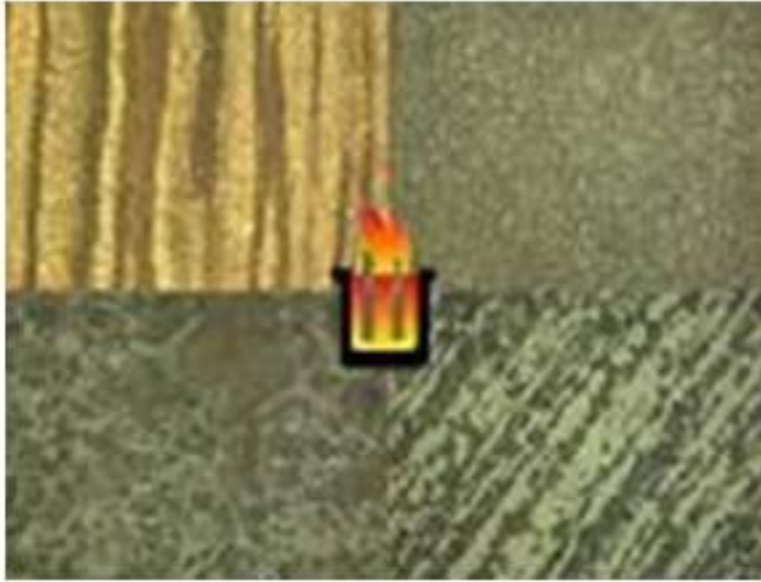
**1.** Bu ölçme yöntemi, özellikle çok küçük numunelerin ve ince sacların sertliklerini ölçmede elverişlidir.

- \* Karbur izi,
- \* dekarburize ve azotla sertleştirilmiş yüzeyler,
- \* elektrolitik olarak kaplanmış malzemelerin sertlikleri bu deneyle ölçülür.





2. Ayrıca, metalik alaşımlarda fazların (Mikro-bileşenlerin) (**ferrit, sementit, ostenit vb.**) sertliklerinin tespitinde, segregasyonların ve cam, porselen gibi (inorganik) çok sert ve kırılğan malzemelerin sertliklerini ölçmede de tercih edilir.

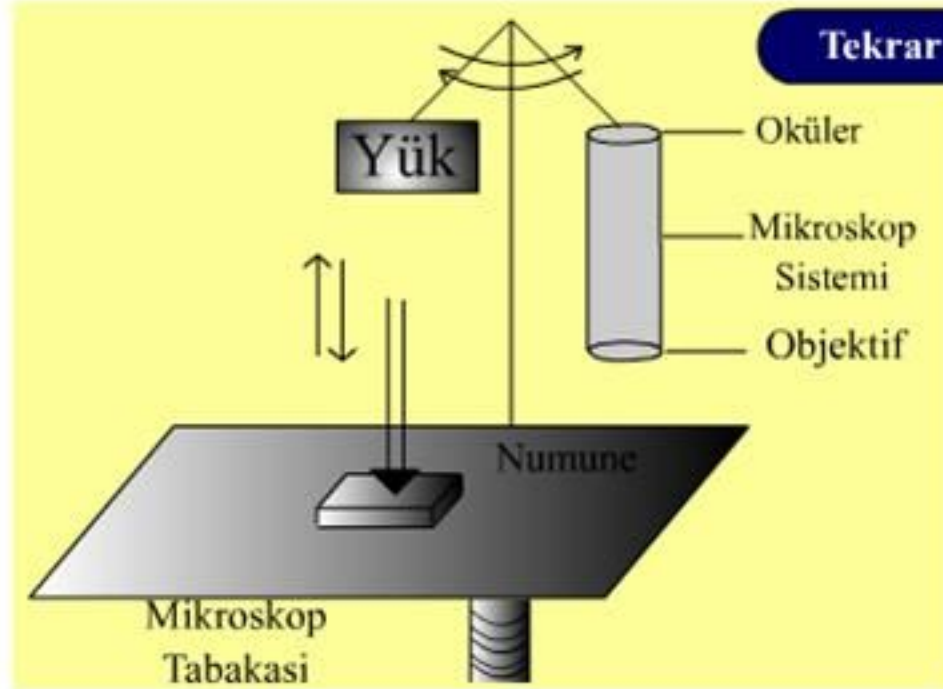


Knoop sertlik testinde kullanılan standart ;

\* ASTM E384.

## \* Knoop&Vicker Test Makinası nasıldır?

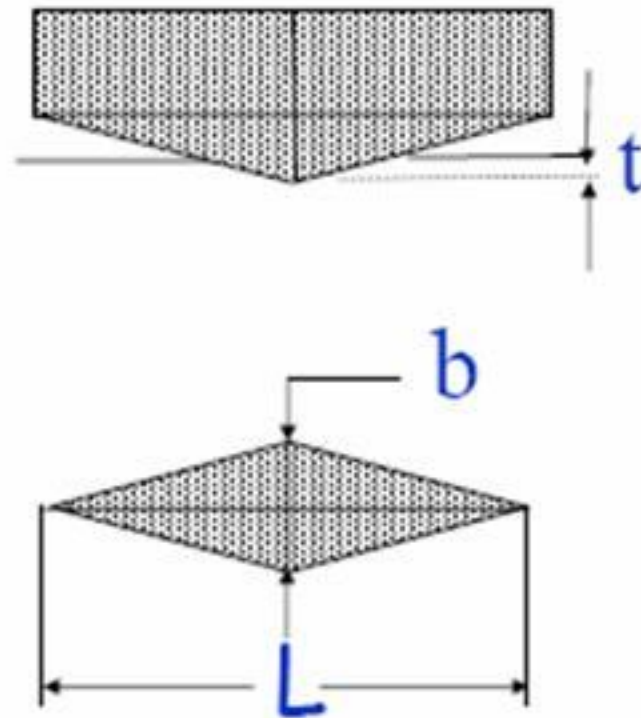
Mikrosertlik cihazı hassas olup kontrolü otomatiktir. Diğer sertlik ölçme cihazlarından farklı olan yanı, cihazın komple optik (ışık/metal) mikroskobunu içermesidir.



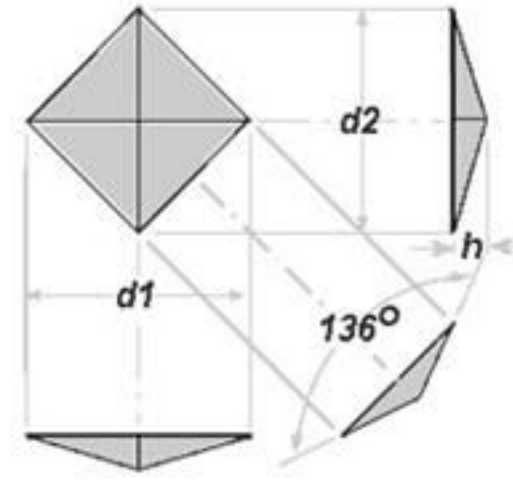
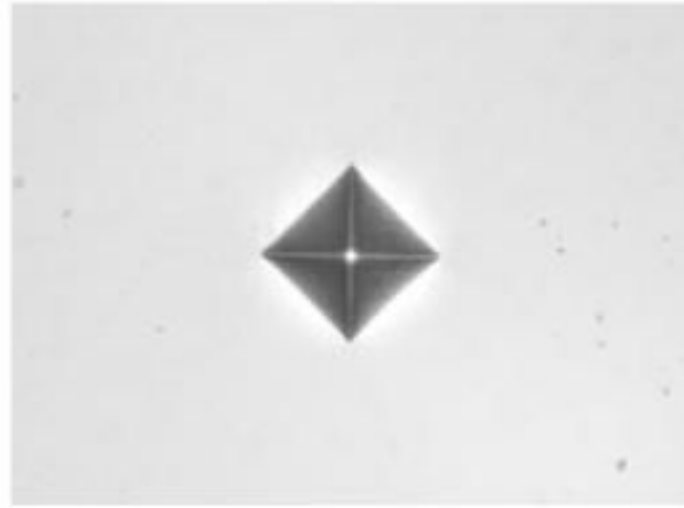


## **Knoop&Vicker testinin yapılışı**

- 1. Numune mikroskop tablasına oturtulur.**
- 2. Net görüntü elde edilinceye kadar tabla hareket ettirilir.**
- 3. Sertlik ölçülecek alana gelindiğinde düğmeye basılır.Uç otomatik olarak yüzeye(10-30s) batar.**
- 4. Mikrosertlik ölçümünde iki standart uç kullanılır:**
  - a)- Birincisi 136°'lik tabanı kare olan piramit uç (vickers ucu)dur.**
  - b)- Diğeri ise knoop ucu diye bilinen 172°30' lik piramit uçdur.**
  - \* 136°'lik uç malzeme üzerine kare şeklinde iz bırakır.**
  - \* Knoop uç ise eşkenar dörtgen şeklinde bir iz bırakır.**

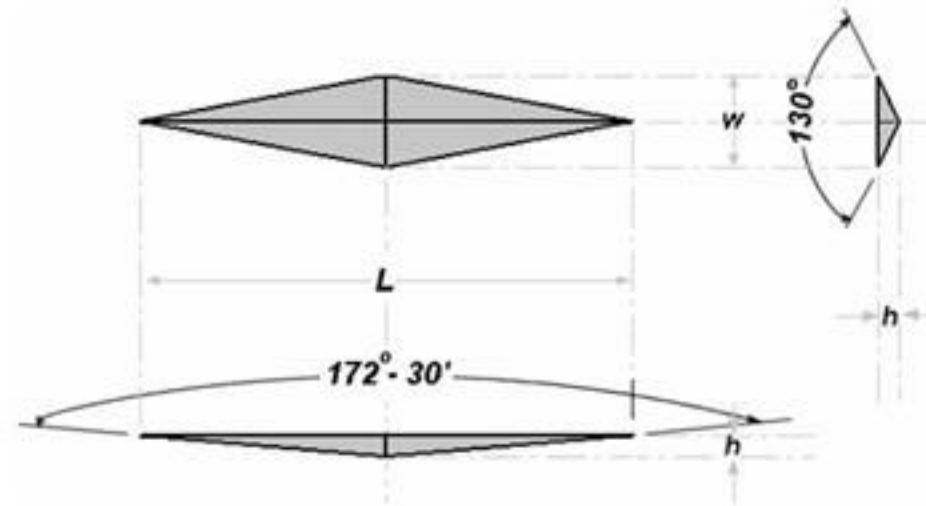
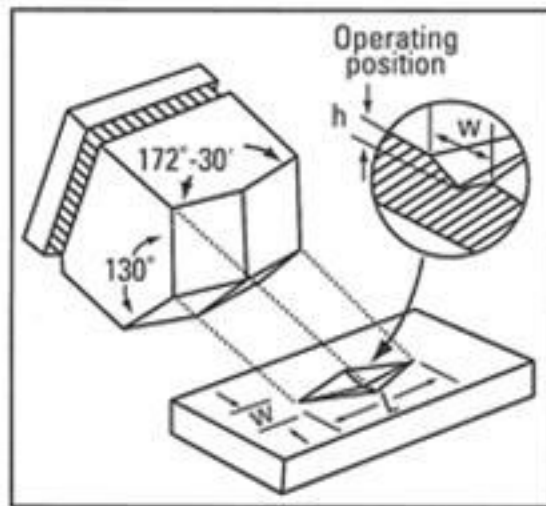


Piramit sekilli elmas uc



**Kare iz**

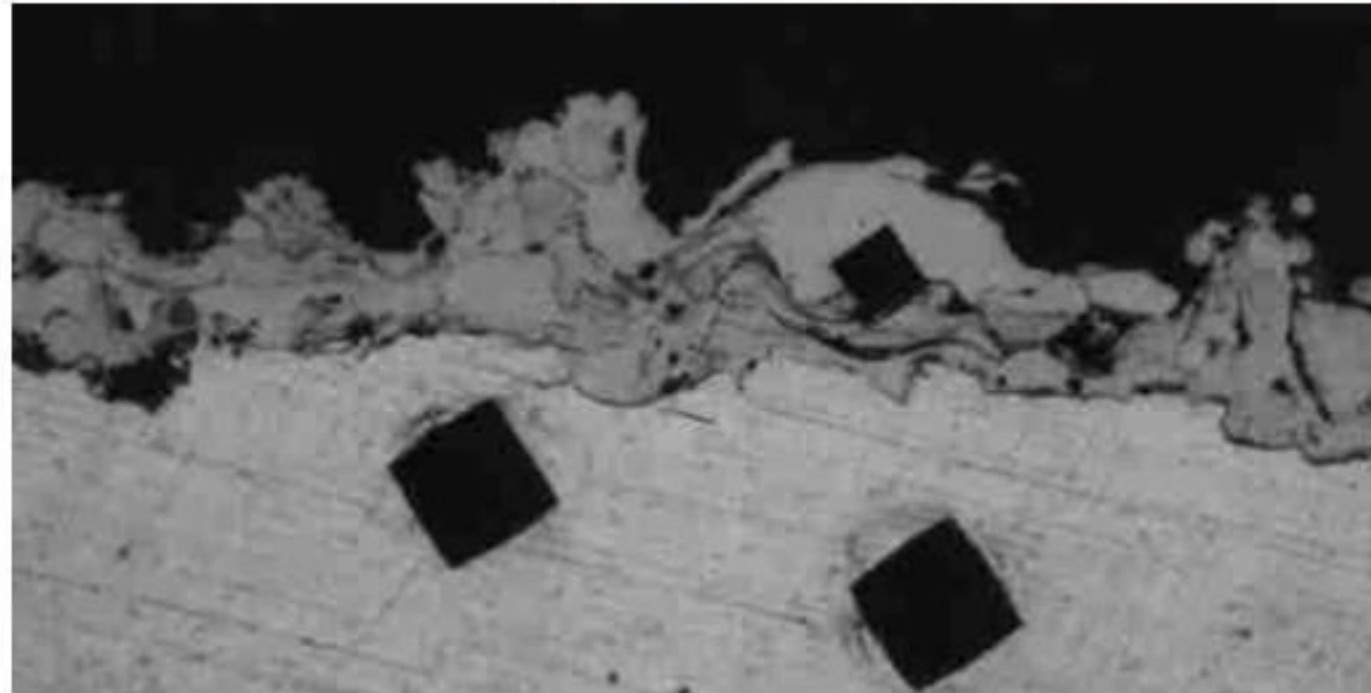
5. Mikrosertlik ölçüm uygulamalarının bir çoğunda (**10-1000 gr**) arasında, bazı literatürde ise (**25-3600 gr**) yük uygulanmaktadır. Uygulanan yükün oluşturduğu derinlik, köşegenin  $1/7'$  si kadardır.

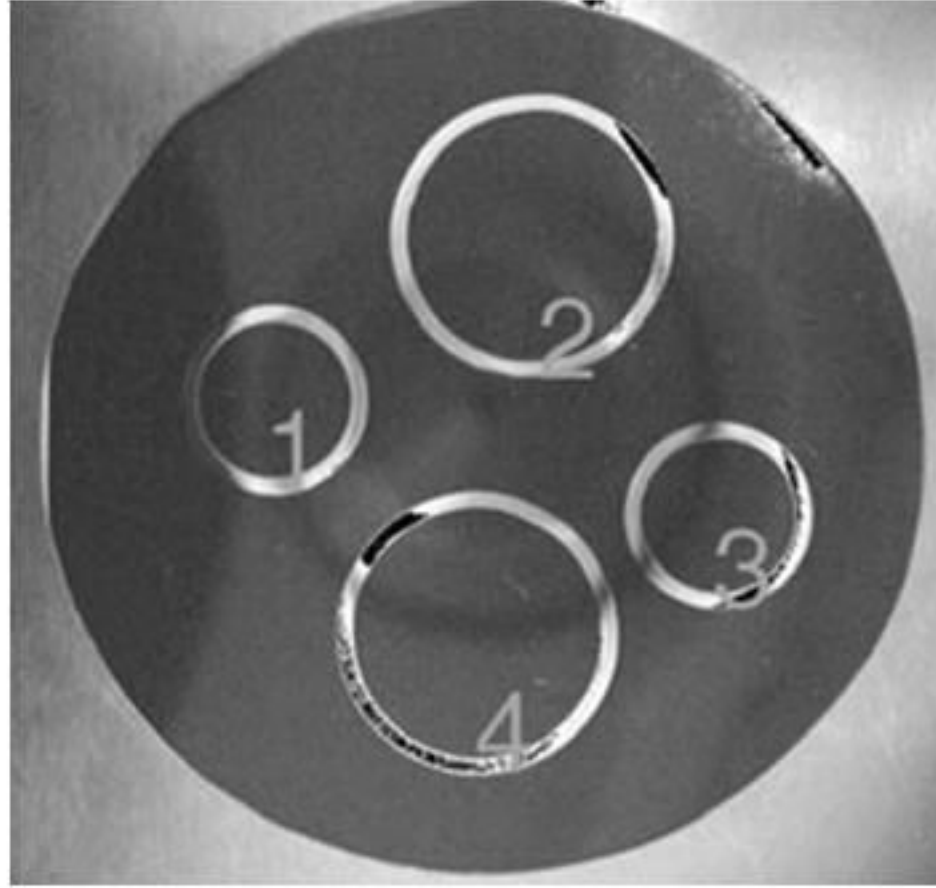


**Eşkenar iz**

## Gerçek mikrosertlik ölçüm izleri

Malzemesinin sertliğine göre seçilen uygun yükler için, baticı ucun malzemeye girdiği derinlik, hiç bir zaman “1” mikronu geçmez.





**Knoop&Vickers sertlik cihazından alınan görüntü**



**6. Uygulanan yük ile oluşan iz ölçülür ve aşağıdaki formül gereğince **HK (Knoop&Vicker sertliği)** hesaplanır.**

$$\text{HK} = (\text{Yük}) / \text{Alan. Katsayı}$$

$$\text{HK} = P / L^2 \cdot k$$

**Burada ;**

**P = Uygulanan yük**

**L = İz'in uzun eksen boyu (mm)**

**k = Katsayı**

**ENDÜSTRİDE  
KULLANILAN  
PRATİK SERTLİK ÖLÇME  
METODLARI**

# POLDİ ÇEKİÇLİ SERTLİK ÖLÇME ( Scleroscope test )



## Darbe etkisi ile sertlik olcen cihazlar

Bu test, **400 HB** 'in altındaki sertliklerin ölçümünde kullanılan bir sertlik ölçme yöntemidir. Bu yöntemle Çelik, Pirinç, Bakır, Aluminium, Bronze, dökme demir malzemelerinin pratik olarak sertlikleri ölçülür. **Darbe etkisi ile sertlik ölçen cihazlardandır.**



## Testin yapılışı

1. Bu yöntemde bir **standart test çubuğu** bir de **ölçülecek numune** vardır. Poldi cihazındaki bilya üzerine (**çelik bilya çapı 10 mm** dir) bir çekiç vasıtasıyla darbeli yük uygulanır. Aynı yük, bir standart numunede ve bir de test edilecek numunede **iz** meydana getirir.
2. **İz'ler** genellikle eliptik olduğundan ortalama çap'ları bulunur. Bu iz'ler **bir büyütücü** ile büyütülürler.
3. Standart test çubuğu üzerindeki herhangi bir iki izin merkezleri arasındaki **mesafe 15 mm** den az olmalıdır.



**4. Standart test numunesi üzerinde oluşacak iz'in sınırı 4,2 mm dir.**

**5. Bu iz'ler hassasiyetle ölçülür. Daha önce hazırlanmış olan**

**\* EĞRİ veya**

**\* TABLO'lar yardımıyla Brinel sertlik değerinde karşılığına bakılarak okunur.**

Bu sertlik ölçme (**Scleroscope**) testinde kullanılan standartlar ;

**\* ASTM Practice E 448 standard' dır.**

# SHORE SKLEROSKOBU İLE SERTLİK ÖLÇME

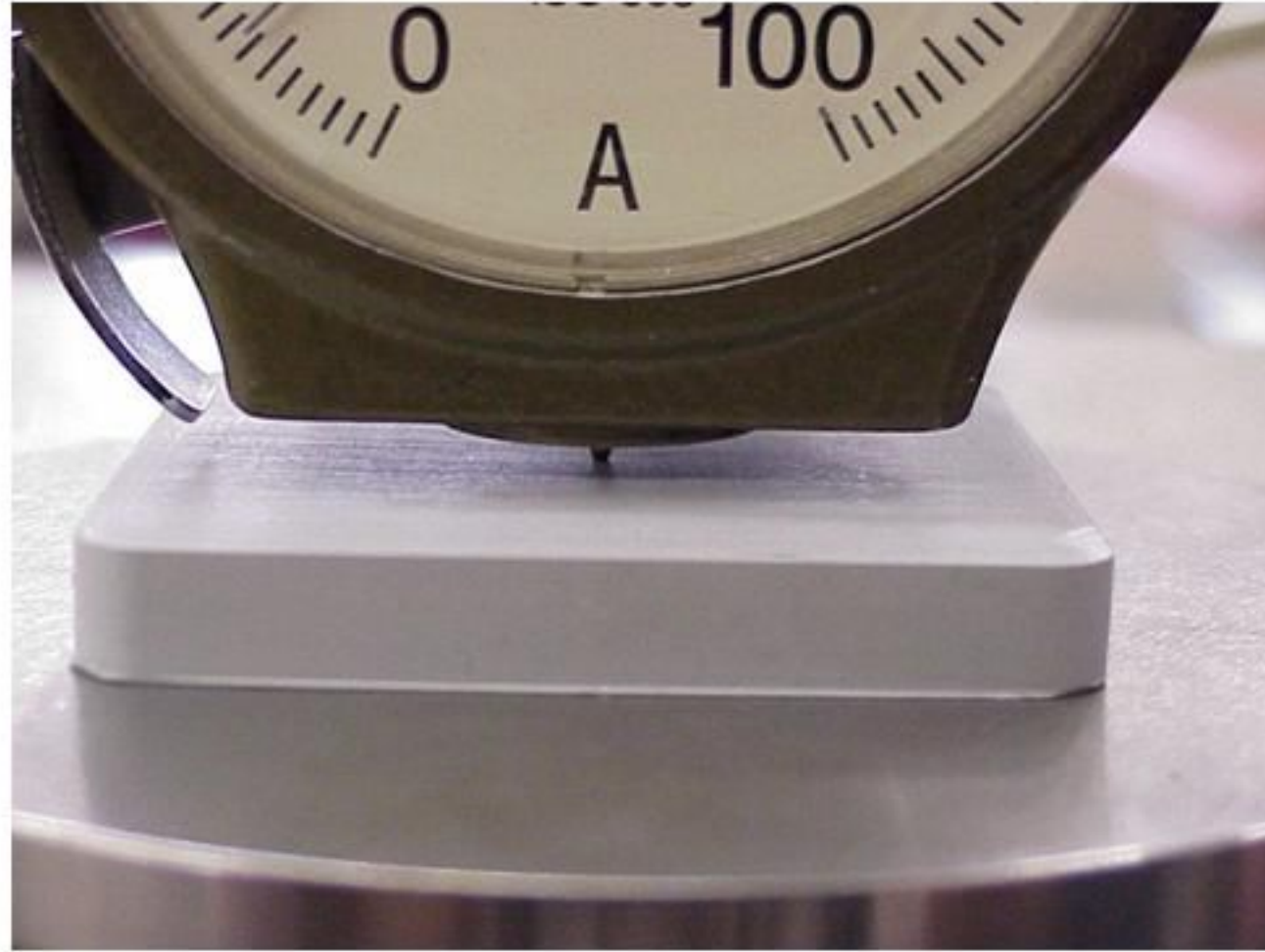


**İbrelili shore sertlik ölçme cihazı**

## **İbrelili Shore testinin yapılışı (Metaller ve plastikler için)**

- 1. Numune üzerine belli bir yükseklikten küçük bir ağırlık düşürülür.**
- 2. Düşen ağırlık numune yüzeyinde elastik deformasyonla geri sıçrar.**
- 3. Sıçrama miktarı, yüzeyin yumuşak veya sert olmasına göre değişir.**
- 4. Yumuşak yüzeyde DAHA AZ, sert yüzeyde DAHA FAZLA olur.**
- 5. Sıçrama miktarı bir ibre ile izlenir.**

\* Bu sertlik cihazları, DIN 53505, ASTM D 2240, ISO 868 ve NFT 51109 standartlarına uygun olarak Shore sertlikleri ölçmektedirler.





## Batma derinliği esas alınarak yapılan shore sertlik ölçüm cihazı



**Plastiğin içine batmaya calısan bir uç kullanılır. Ucun gerisinde bulunan yay lastiğin sertliğine göre gerilir ve yayın gerilmesine bağlı olarak lastiğin sertliği belirlenir.**



## Lastiklerde ve bazı plastiklerde shore sertliği ;

-Ancak burada elde edilen sonuçlar yalnız sertliğe değil malzemenin elastisite modülüne ve plastik şekil değişim yapabilmesine de bağlı olduğundan diğer deneylerden farklı sonuçlar verebilir.



## Kullanım alanları :

- \* Yumuşak kauçuk, elastomer ve doğal kauçuk malzemeler için **Shore A**
  - \* Shore A'dan daha sert elastomerler için **Shore B**
  - \* Orta sertlikteki elastomerler için **Shore C**
  - \* Sert elastomerler, plastikler ve güçlü termoplastikler için **Shore D**
- Ayrıca ;
- \* Yumuşak elastomer ve tekstil dokuma kumaşlar için **Shore 0**
  - \* Köpük/Sünger/hücreli kauçuklar için **Shore 00**

## Digital Shore Sertlik Cihazları

Dijital Shore sertlik cihazlarının, göstergesi sertlik ölçme kafası üzerinde olan modeli ve ayrı bir dijital ölçme konsolu olan cihazlar olmak üzere iki temel modeli vardır.



- \* Sertlik değeri maksimum noktaya ulastıktan, DIN standartlarına göre 3 saniye, ISO standardına gore 1 saniye sonra, otomatik olarak ölçülür.
- \* Dijital Shore cihazları **DIN 53505**, **ISO R 688**, **NFT51109**, **ASTM D 2240** ve **BS 903 Part A26** standartlarına uygun olarak ölçüm yapmaktadırlar.
- \* **İbrelili ve analog** tipli bu cihazların en önemli avantajı iz bırakmadan sertlik lme imkanını ve çok genis bir yüzeyde sertlik dağılımını ölçebilme kolaylığını sağlamasıdır.



## Shore cihazları için **test blokları** ve **kalibre aletleri**



**Test bloğu**



**Kalibre aleti**



## Değişik shoremetre cihazları



**Digital  
shoremetre**



**Analog  
shoremetre**



**IRHD Shore Sertlik  
Ölçme (6 mm den  
kalın lastik ve plas  
tikler için)**

**Shore sertlik ölçme testinde kullanılan standartlar ;**

**The International Rubber Hardness Degrees (IRHD) için ;**

**\* ASTM D1415**

**\* ISO S 48**



**IRHD-Shore cihazı**

# Hardness Conversion Table

Approximate Hardness Equivalents Covering Range of Rockwell C and Rockwell B Scales

VPN	ROCKWELL SCALES															BRINELL		SCLERO-SCOPE	U.T.S.	
DPH HV/10	A	B	C	D	E	F	G	H	K	15N	30N	45N	15T	30T	45T	BHN 500kg	BHN 3000kg		Kpsi	Mpa
1865	92		80	87						97	92	87								
1787	92		79	86						96	92	87								
1710	91		78	85						96	91	86								
1633	91		77	84						96	91	85								
1556	90		76	83						96	90	84								
1478	90		75	83						95	89	83								
1400	89		74	82						95	89	82								
1323	89		73	81						95	88	81								
1245	88		72	80						95	87	80								
1160	87		71	80						94	87	79								
1076	87		70	79						94	86	78						101		
1004	86		69	78						94	85	77						99		
940	86		68	77						93	84	75						97		
900	85		67	76						93	84	74						95		
865	85		66	75						93	83	73						92		
832	84		65	75						92	82	72					739	91		
800	84		64	74						92	81	71					722	88		



800	84		64	74					92	81	71				722		88		
772	83		63	73					91	80	70				705		87		
746	83		62	72					91	79	69				688		85		
720	82		61	72					91	79	68				670		83		
697	81		60	71					90	78	67				654		81	320	2206
674	81		59	70					90	77	66				634		80	310	2137
653	80		58	69					89	76	64				615		78	300	2069
633	80		57	69					89	75	63				595		76	290	2000
613	79		56	68					88	74	62				577		75	282	1944
595	79	120	55	67					88	73	61				560		74	274	1889
577	78	120	54	66					87	72	60				543		72	266	1834
560	78	119	53	65					87	71	59				523		71	257	1772
544	77	119	52	65					86	70	57				512		69	245	1689
528	77	118	51	64					86	69	56				496		68	239	1648
513	76	117	50	63					86	69	55				481		67	233	1607
498	75	117	49	62					85	68	54				469		66	227	1565
484	75	116	48	61					85	67	53				455		64	221	1524
471	74	116	47	61					84	66	51				443		63	217	1496
458	74	115	46	60					84	65	50				432		62	212	1462
446	73	115	45	59					83	64	49				421		60	206	1420
434	73	114	44	59					83	63	48				409		58	200	1379
423	72	113	43	58					82	62	47				400		57	196	1351
412	72	113	42	57					82	61	46				390		56	191	1317
402	71	112	41	56					81	60	44				381		55	187	1289
392	71	112	40	55					80	60	43				371		54	182	1255



392	71	112	40	55						80	60	43					371	54	182	1255
382	70	111	39	55						80	59	42					362	52	177	1220
372	70	110	38	54						79	58	41					353	51	173	1193
363	69	110	37	53						79	57	40					344	50	169	1165
354	69	109	36	52						78	56	38					336	49	165	1138
345	68	109	35	52						78	55	37					327	48	160	1103
336	68	108	34	51						77	54	36					319	47	156	1076
327	67	108	33	50						77	53	35					311	46	152	1048
318	67	107	32	49						76	52	34					301	44	147	1014
310	66	106	31	48				91		76	51	33					294	43	144	993
302	66	105	30	48				91		75	50	31					286	42	140	965
294	65	104	29	47				89		75	50	30					279	41	137	945
286	65	104	28	46				88		74	49	29					271	41	133	917
279	64	103	27	45				87		73	48	28					264	40	129	889
272	64	103	26	45				86		73	47	27					258	39	126	869
266	63	102	25	44				85		72	46	26					253	38	124	855
260	63	101	24	43				84		72	45	24					247	37	121	834
254	62	100	23	42				83		71	44	23	93	82	72	201	240	36	118	814
248	62	99	22	42				81		71	43	22	93	82	71	195	234	35	115	793
243	61	98	21	41				79		70	42	21	93	81	70	189	228	35	112	772
238	61	97	20	40				78		69	42	20	92	81	69	184	222	34	109	752
234	60	97	19					77					92	80	69	181	218	34	107	738
230	59	96	18					76					92	80	68	179	214	33	106	731



230	59	96	18			76						92	80	68	179	214		33	106	731
226	59	96	17			75						92	80	68	177	210		33	104	717
222	58	95	16			74						92	79	67	175	208		32	102	703
217	58	95	15			73						92	79	67	171	205		31	100	690
213	58	94	14			73						91	79	66	169	203		31	99	683
208	57	93	13			71						91	78	66	167	200		30	98	676
204	57	92	12			70		100				91	78	65	163	195		30	96	662
200	56	92	11			69		100				91	77	64	162	193		29	95	655
196	56	91	10			68		100				90	77	64	160	190		28	93	641
192	56	90	9			66		99				90	76	63	157	185		27	91	627
188	55	89	8			64		98				90	76	62	154	180		26	88	607
184	54	88	7			63		97				90	75	61	151	176		26	86	593
180	54	87	6			61		97				89	75	60	148	172		26	84	579
176	53	86	5			59		96				89	74	59	145	169		25	83	572
172	53	85	4			58		95				89	74	58	142	165		25	81	558
168	52	84	3			56		94				88	73	57	140	162		25	79	545
164	51	83	2			54		93				88	72	56	137	159		24	78	538
160	51	82	1			53		92				88	72	55	135	156		24	76	524
156	50	81	0			51		91				87	71	54	133	153		24	75	517
152	50	80				49		91				87	70	53	130	150			73	503
148	49	79				48		90				87	70	52	128	147				
144	49	78				46		89				86	69	51	126	144				
141	48	77				44		88				86	68	50	124	141				



141	48	77					44		88				86	68	50	124	141			
139	47	76					43		87				86	68	49	122	139			
137	47	75				100	41		86				85	67	49	120	137			
135	46	74				99	39		85				85	66	48	118	135			
132	46	73				99	38		85				85	66	47	116	132			
130	45	72				98	36		84				84	65	46	114	130			
127	45	71			100	98	35		83				84	64	45	112	127			
125	44	70			100	97	33		82				84	64	44	110	125			
123	44	69			99	96	31		81				83	63	43	109	123			
120	43	68			98	96	30		80				83	62	42	107	121			
118	43	67			98	95	28		79				83	62	41	106	119			
116	42	66			97	95	27		78				82	61	40	104	117			
115	42	65			96	94	25		78				82	60	39	102	116			
114	42	64			96	94	24		77				82	60	38	101	114			
113	41	63			95	93	22		76				81	59	37	99	112			
112	41	62			95	92	21		75				81	58	36	98	110			
111	40	61			94	92	19		74				81	57	35	96	108			
110	40	60			93	91	18		73				81	57	34	95	107			
108	39	59			93	91	16		72				80	56	32	94	106			
107	39	58			92	90	15		71				80	55	31	92	104			
106	38	57			91	90	13		71				80	55	30	91	102			
105	38	56			91	89	12		70				79	54	29	90	101			



105	38	56		91	89	12		70				79	54	29	90	101			
104	38	55		90	88	10		69				79	53	28	89	99			
103	37	54		90	88	9		68				79	53	27	87				
102	37	53		89	87	7		67				78	52	26	86				
101	36	52		88	87	6		66				78	51	25	85				
100	36	51		88	86	4		65				78	51	24	84				
100	35	50		87	86	3		65				77	50	23	83				
99	35	49		87	85			64				77	49	22	82				
98	35	48		86	85			63				77	49	21	81				
97	34	47		85	84			62				76	48	20	80				
96	34	46		85	83			61				76	47	19	79				
95	33	45		84	83			60				76	46	18	79				
95	33	44		84	82			59				75	46	17	78				
94	32	43		83	82			58				75	45	16	77				
93	32	42		82	81			58				75	44	15	76				
92	31	41		82	81			57				74	44	14	75				
91	31	40		81	80			56				74	43	13	74				
90	31	39		80	79			55				74	42	11	74				
90	30	38		80	79			54				73	42	10	73				
89	30	37		79	78			53				73	41	9	72				
88	29	36		79	78		100	52				73	40	8	71				
88	29	35		78	77		100	52				72	40	7	71				
87	28	34		77	77		99	51				72	39	6	70				
87	28	33		77	76		99	50				72	38	5	70				



87	28	33			77	76		99	50				72	38	5	69			
86	28	32			76	75		99	49				71	38	4	68			
86	27	31			76	75		98	48				71	37	3	68			
85	27	30			75	74		98	47				71	36	2	67			
85	26	29			74	74		98	46				70	36	1	66			
84	26	28			74	73		97	45				70	35		66			
84	25	27			73	73		97	45				70	34		65			
83	25	26			73	72		97	44				69	33		65			
83	24	25			72	71		96	42				69	33		64			
82	24	24			71	71		96	42				69	32		64			
82	24	23			71	70		96	41				68	31		63			
81	23	22			70	70		95	40				68	31		63			
81	23	21			70	69		95	39				68	30		62			
80	22	20			69	69		95	38				68	29		62			
80	22	19			68	68		94	38				67	29		61			
79	21	18			68	67		94	37				67	28		61			
79	21	17			67	67		93	36				67	27		60			
78	21	16			67	66		93	35				66	26		60			
78	20	15			66	66		93	34				66	26		59			
77		14			65	65		92	33				66	25		59			
77		13			65	65		92	32				65	24		58			
76		12			64	64		92	32				65	24		58			
76		11			64	64		91	31				65	23		57			
75		10			63	63		91	30				64	22		57			
75		9			62	62		91	29				64	22		56			

75	10			63	63		91	30				64	22		57					
75	9			62	62		91	29				64	22		56					
74	8			62	62		90	28				64	21		56					
74	7			61	61		90	27				63	20		56					
73	6			61	61		90	26				63	20		55					
73	5			60	60		89	26				63	19		55					
72	4			59	60		89	25				62	18		55					
72	3			59	59		88	24				62	17		54					
71	2			58	58		88	23				62	17		54					
71	1			58	58		88	22				61	16		53					
70	0			57	57		87	21				61	15		53					
<b>DPH HV/10</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>K</b>	<b>15N</b>	<b>30N</b>	<b>45N</b>	<b>15T</b>	<b>30T</b>	<b>45T</b>	<b>BHN 500kg</b>	<b>BHN 3000kg</b>		<b>Kpsi</b>	<b>Mpa</b>
<b>VPN</b>	<b>ROCKWELL SCALES</b>														<b>BRINELL</b>		<b>SCLERO- SCOPE</b>	<b>U.T.S.</b>		