

METALİK CEVHER MİNERALLERİ									
METAL	TEMEL UYGULAMALAR	CEVHER MİNERALLERİ	FORMÜL	ÖZGÜL AĞIRLIK		METAL %			
Alüminyum	Hafif, yüksek ısı ve elektrik iletkenliği, korozyona dayanıklı çekme dayanımlı alaşım	Boksit, Diaspar Gibbsit, Beohmit	AlO (OH) Al(OH)3 AlO (OH)	3.2-3.5 2.4	2.3- 3.0-3.1	— — —			
Antimuan	Ateşe dayanıklı, tekstilde, naylon yapımında kullanılır, kurşunla yaptığı alaşım, dayanımı artırır, akümülatör plaklarında ve borularında kullanılır.	Stibnit	Sb2S3	4.5-4.6		71.8			
Arsenik	Küçük miktar kullanılır, bakır ve kurşunla yapılan alaşımı dayanıklı ve kırılmaz olurlar.	Arsenopirit Realgar Orpiment	FeAsS AsS As2S3	5.9-6.2 3.5 3.5	3.4	46.0 70.1 61			
Krom	Çelik yapımında kullanılır, aşınmaya, korozyona, ısıya dayanımı artırır. Sertlik ve dayanım verir. Demir ve çelik elektro plakalarda kullanılır. Ayrıca boya yapımında kullanılır.	Kromit	Fe Cr2 O4	4.1-5.1		46.2			
Kobalt	Yüksek ısıya dayanımlı çeliklerde magnetik alaşımlarda kullanılır. Kimya endüstrisinde katalizör olarak ve kesici karbid uçların dayanımını artırmada kullanılır.	Smaltit Kobaltit Carrolit Linnasit	CoAs2 CoAsS CuCo2S4 Co2S4	5.7-6.8 6.3 5.0 5.0	6.0- 4.8- 4.8-	28.2 35.5 58 20.5			
Bakır	Yüksek elektrik ve ısı iletimi, korozyona dayanıklı, kolayca tel yapılabilir, bronz aliminyum bronz gibi alaşımlar yapılır.	Kalkopirit Kalkosit Koveltit Malakit Nabit Tennannit Tetrahedrit Azurit Enorgit	CuFeS2 Cu5FeS4 Cu2O 3Cu(OH)2 Cu8As2S7 2SSb2S3 Cu(OH)2 Cu3AsS4	Cu2S CuS CuCO Cu 4Cu 2CuCO3 Cu3AsS4	4.1-4.3 5.8 4.6 6.2 8.9 4.5 3.8-3.9	5.5- 4.9-5.4 5.9- 4.0 4.4- 4.4-5.1 4.4	34.6 79.8 66.5 57.2 100 52.1 48.4	63.3 88.8 57.5 55	
Altın	Mücevher yapımında; para sisteminde; dişçilikte, elektronikte, dekorasyon plakalarında kullanılır.	Nabit	Au	12-20		85-100			

Demir	Demi Çelik Endüstrisinde kullanılır.	Hematit		Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	5-6	5.5-	70	72.4
		Manyetit	Götite	Fe ₂ O ₃ H ₂ O		6.5	4.0-4.4	62.9	
		Limonit		FeO.OH	FeCO ₃	3.6-4.0	3.7-	48-63	48.3
		Siderit	protit	FeS	FeS ₂	3.9	4.6	61.5	46.7
		Pirit				4.9-5.2			
Kurşun	Bataryalarda, korozyona dayanımlı borularda, çeşitli alaşımlarda, boyalarda, radyasyon kalkanlarda	Galena		PbS		7.4-7.6		86.6	
		Serist		PbCO ₃		6.5-6.6	6.1-	77.5	
		Anglesit		PbSO ₄	Pb ₄	6.4	5.5-6.0	68.3	
		Jemsonit		FeSb ₆ S ₁₄				50.8	
Magnezyum	Alüminyum alaşımına küçük miktarda katılınca dayanım ve korozyona dayanımı artırır. Yüksek fırınlarda kükürtü elimine eder. Titanyum ve zirkonyum eldesinde redükleyici olarak kullanılır.	Dolomit		Burisit		2.8-2.9		13	
		Magnesit		MgCO ₃		3.0-3.2		29	
		Kamalit		KMgCl ₃ 6H ₂ O		1.6		9	
		Burisit		Mg(OH) ₂		2.4		42	

METALİK CEVHER MİNERALLERİ					
METAL	TEMEL UYGULAMALAR	CEVHER MİNERALLERİ	FORMÜL	ÖZGÜL AĞIRLIK	METAL %
Manganez	Genellikle çelik endüstrisinde kullanılır, kimya endüstrisinde ve akülerde de kullanılır.	Payrolusit Manganit Braunit Pisilomelana	MnO ₂ Mn ₂ O ₃ 3Mn ₂ O ₃ MnSiO ₃ Mn Okister	4.5-5.0 4.2-4.4 4.7-4.8 3.3-4.7	63.2 62.5 78.3 değişken
Civa	Elektrik aparatları, bilimsel aletlerde, elektroliz hücrelerinde altın çözmede, kimyasallarda ve ilaçlarda kullanılır.	Sinnabar	HgS	8.0-8.2	86.2
Molibden	Demir alaşımında, elektrodalarda ve fırınların bazı parçalarında, korozyon önleyicilerinde katalizör olarak ve yağlarda kullanılır.	Molibdenit Wulfenit	MoS ₂ PbMoO ₄	4.7-4.8 6.5-7.0	60 26.2
Nikel	Paslanmaz çelik yapımında, Krom, Alüminyum, Manganez metal alaşımlarda, saf metallerin korozyona dayanımında, yiyecek taşımada, eczacılık ekipmanlarında kullanılır.	Petlandit Garnierit Nikolit Millerit	(FeNi)S Ni-Mg silikatlar NiAs NiS	4.6-5.0 2.4 7.3-7.7 5.3-5.7	22 25-30 44.1 64.8
Platin	Dişçilikte ve mücevher yapımında kullanılır. Yüksek ergime sıcaklığı ve yüksek korozyona dayanımından dolayı elektrik malzemelerinde, kimyasal potalarda ve elektrodalarda kullanılır.	Nabit Sperrylit	Pt PtAs ₂	21.5 10.6	45.86 56.6
Gümüş	Mücevher yapımında, para sisteminde, fotoğraf ve elektronikte, aynalarda ve bataryalarda kullanılır.	Argenit Nabit	Ag ₂ S Ag	7.2-7.4 10.1-11.1	87.1 100
Kalay	Kalay plakalarında, konserve kutusu yapımında, çeşitli alaşımlarda kullanılır.	Kassiterit	SnO ₂	6.8-7.1	78.6
Tungsten	Kesici ve delici uçların dayanımını artırmada, lambalarda, elektronik parçalarda demir alaşımlarında, çeliğin dayanımını artırmada kullanılır.	Volfam Şelit	(FeMn)WO ₄ CaWO ₄	7.1-7.9 5.9-6.1	50 6.9
Uranyum	Nükleer Yakıt	Piteblant Karnotit	UO ₂ K ₂ (UO ₂) ₂ (VO ₄) ₂ 2H ₂ O	8-10 4-5	80-90 Değişken

Çinko	Galvanizlemede, diğer metallerde alaşımlarda, korozyona dayanımlı boyalarda, diğer boyalarda kullanılır.	Simitsonit	$ZnCO_3$	4.3-4.5	3.4	52
		Hemimorphit	$Zn_4SiO_7(OH)_2H_2O$	3.5	3.9-	54.3
		Marmatit	$(Zn, Fe)_2S$	4.2	5.0-	46.5-56.9
		Franklinit	Zn, Mn, Fe oksit	5.2	5.4-	Değişken
		Zinkit	ZnO	5.7	4.0-	80.3
		Villemit	Zn_2SiO_4	4.1	3.9-4.1	58.5
		Safalerit	ZnS			67.1

KİMYASAL ELEMENTLER VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ											
İSİM	SEMBOL	ATOM AĞIRLIĞI	ATOM SAYISI	KAFES TİPİ		YOĞUNLUK (20 C'DE gr/cm3)					
actinium	Ac	222.0	89	-	-	-					
aluminium	Al	26.9815	13	f.c.c	-	2.69808	-				
americium	Am	(243)	95	rhombohedral	-	6.69					
antimony	Sb	1221.75	51			-					
argon	Ar	39.94	18								
arsenic	As	At 749211	33	rhombohedral		5.72					
astatine	Ba	(210)	85	-		-					
barium	Bk	137.34	56	b.c.c.	-	3.61					
berkelium	Be	(249)	97	hex.		-					
beryllium		9.0122	4			1.86					
bismuth	Bi	208.980	83	rhombohedral		9.79					
boron	B	10.811	5	ortholex		2.33					
bromine	Br	79.909	35	-		3.14					
cadmium	Cd	112.40	48	-		8.642					
calcium	Ca	40.08	20	f.c.c		1.540					
californium	Cf	(251)	98	-		-					
carbon	C	12.01115	9	ortholex.cubic		2.2					
cassiopeum(lutetium)	Cd(Lu)	175.0	71	-	-	-					
cerium	Ce	140.12	58	-		6.768					
cesium	Cs	132.91	55			1.873					
chlorine	Cl	35.46	17	rhombical		1.56					
chromium	Cr	51.996	24	b.c.c		8.99					
cobalt	Co	58.9332	27	hex.	f.c.c	8.85					
copper	Cu	63.54	29	-		8.99					
cerium	Cm	(247)	96			-					
dysprosium	Dy	162.5	66	-		8.559					
einsteinium	E	(254)	99	-		-					
erbium	Er	167.26	68	-		9.062					
europium	Eu	151.96	63	-		5.24					
fermium	Fm	(253)	100	-		-					

[illegible]

[illegible]

[illegible]

KİMYASAL ELEMENTLER VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ							
Erime Sıcaklığı (c)	Kaynama Noktası (1 Bar'da C)	Ortalama Isıl Genişleme Katsayısı 10 ⁻⁶ m/(m.K))	Isıl İletkenlik (W/(m.K))	Özgül Isı Kapasitesi (0 C'da(J/kg.K))	Elektrik İletkenliği (20C'da(m/ mm ²))	Elastisite Modülü 10 ³ N/mm ²)	
-	-	-	-	-	-	-	
6.59	2447	(0-100 C) 23.86	222	930	37.6	69.6	
-	-	-	-	-	-	-	
630.5	1637	-	19	205	5.4	54.4	
-	-	-	-	-	-	-	
815 (36 bar)	613 (subl.)	-	-	343	2.86	-	
-	1637	(0-100 C) 19	-	285	-	12.85	
710	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	
1283	2477	(0-100 C) 12.3	159	2177	16.9	286	
271	1560	(0-100 C) 13.5	9	142	0.94	33.8	
2030	3900	(20-750 C) 8.3	-	1294	10 ₁₀ ∞	-	
-8.25	58.2	-	-	-	-	-	
321	76.5	(1-100 C) 29.4	92	230	14.6	62.3	
850	1487	(20-100 C) 25.2	126	624	29.2	19.5	
-	-	-	-	-	-	-	
3800	-	-	24	720	0.03	-	
-	-	-	(0-	-	-	-	
797	3470	25C) 8.5	11	188	1.3	30	
28.64	685	-	-	-	-	-	
-103	-	-	-	468	-	-	
1903	2642	(0-100 C) 6.6	67	461	6.7	132-157	
-	-	(0-100 C) 12.6	69	415	16.1	209	
1083	2595	(0-100 C) 16.8	394	385	60	129.4	
-	-	-	-	-	-	-	
1407.1500	2330 ∞	(0-25C) 8.6 ∞	-	-	-	63.1	
-	-	-	-	-	-	-	
1497	2420	(0-25C) 9.2	-	-	-	73.3	
826	1430 ∞	(-200-780C) 26 ∞	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	

-223	-188	-	-	754	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	
1312+15	2800	(0-25C) 6.4	-	-	-	56.3	
29.76	2227	(0-20C) 5.2	-	-	-	9.81	
937.2	28.30	-	-	-	-	81.4	
1063	2707	(0-100C) 14.2	297	130	45.7	77.5	
2220	5200	(20-200C) 6.6	-	-	-	137.9	
-	-	-	-	-	-	-	
1461	2490	-	-	-	-	67.1	
-259.14	-252.8	-	-	14445	-	-	
-	-	2047	-	-	-	-	
156.17		(0-100C) 30	-	-	-	10.69	
113.7	184.35	-	-	218	-	-	
2443	4350	(0-100C) 6.5	-	-	-	528	
1536	3070	(0-20C) 11.5	75	461	10.3	211	
-	-	-	-	-	-	-	
920	3470	(0-25C) 4.9	-	-	-	38.4	
-	-	-	-	-	-	-	
327.4	1751	(0-100C) 29.4	35	130	482	15.9	
180.5	1317	(0-95C) 56	-	-	-	4.9	
649.5	1120	(0-100C) 26	154	1047	22.2	44.5	
1244	2095	(0-100C) 23	50	482	0.54	196	

KİMYASAL ELEMENTLER VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ					
İsim	Sembol	Atom Ağırlığı	Atom Sayısı	Kafes Tipi	Yoğunluk (20 C'de gr/cm ³)
mandeleivium	Mv	(256)	101	-	-
mercury	Hg	200.61	80	hex	13.5
molybdenum	Mo	95.94	42	b.c.c	10.22
neodymium	Nd	144.24	60	b.c.c	7.007
neon	Ne	20.18	10	-	-
neptunium	Np	(237-239)	93	-	-
nickel	Ni	58.71	28	f.c.c.	8.91
niobium (colombium)	Nb (Cb)	92.906	41	Rhombical	8.55
nitrogen	N	14.01	7	-	1.25
nobelium	No	-	102	-	-
osmiyum	Os	190.2	76	-	22.48
oxygen	O	16	8	-	1.43
palladium	Pd	106.4	46	-	12.1
phosphorus	P	30.9738	15	f.c.c.	1.83
platinum	Pt	195.06	78	-	14.21
plutonium	Pu	(242)	94	-	-
polonium	Po	(210)	84	-	-
potassium	K	39.102	19	b.c.c.	0.862
praseodymium	Pr	140.907	59	-	6.769
protactinium	Pa	(231)	91	-	-
radium	Ra	226.05	88	-	-
radon	Rn	222	86	-	-
rhenum	Re	186.2	75	-	21.04
rhodium	Rh	102.905	45	f.c.c.	12.5
rubidum	Rb	85.47"	37	-	1.53
ruthenium	Ru	101.07	44	-	12.3
samarium	Sm	150.35	62	-	7.53
scandium	Sc	44.956	21	-	2.99
selenium	Se	78.96	34	-	4.7924
silicom	Si	28.086	14	cubic	2.3263

silver	Ag	107.870	47	f.c.c.	10.50
sodium	Na	22.9898	11	-	0.971
strontium	Sr	87.62	38	-	2.67
sulfur	S	32.064	16	rhombical	2.07
tantalum	Ta	180.948	73	b.c.c.	16.6
technetium	Tc	99	43	-	-
tellurium	Te	127.60	52	-	6.25
terbium	Tb	158.92	66	81	8.253
thallium	Tl	204.37	90	-	11.85
thorium	Th	232.038			11.7
thulium	Tm	168.93	69	-	7.29
tin	Sn	118.69	50	tetragonal	4.505
titanium	Ti	47.90	22	hex	19.27
tungsten	W (T)	183.85	74	b.c.c.	19.1
uranium	U	238.03	92	Ortorliombical	
andium	V	50.942	23	b.c.c.	6.12
xenon	X	131.13	54	-	-
ytterbium	Yb	173.04	70	-	6.959
yttrium	Y	88.905	39	-	4.472
zinc	Zn	65.37	40	hex	7.13
zirconium	Zr	91.22	40	hex	6.5

KİMYASAL ELEMENTLER VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Erime Sıcaklığı (C)	Kaynama Noktası (1 Bar'da C)	Ortalama Isıl Genişleme Katsayısı (10 ⁻⁶ m/(m.K))	Isıl İletkenlik (W/(m.K))	Özgül Isı Kapasitesi (0 C'da J/kg.K))	Elektrik İletkenliği (20C'de m/ mm ²)	Elastisite Modülü 10 ³ N/mm ²)
-	-	-	-	-	-	-
-38.86	356.73	-	82	138	10.2	-
2620	4800	(0-100C) 5.1	142	255	19.4	330
1020	3210	(0-25C) 6.7	-	-	-	37.9
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
1455	2800	(0-100C) 13	92	440	14.6	220
2468	4900 ~	(0-100C) 7.37	-	-	-	104.4
-209.86	195.8	-	-	1034	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-2700	4400 ~	(0-100C) 6.58	-	-	-	559
-218.4	182.96	-	-	130	-	121
1550	3560	(0-100C) 11.9	-	-	-	-
44.2	281	-	-	754	0.02	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	3.53
63.2	753.8	(0-50C) 84	101	741	15.9	35.2
935	3017	(0-25C) 4.8 ~	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
3180	5600 ~	(20-100C) 6.6	88	-	-	466
1960	3960	(0-100C) 8.5 ~	-	247	1.06	397
38.7	701	-	-	-	-	2.35
2500	4110	(0-100C) 9.63	-	-	-	431
1072	1670	-	-	-	-	34
1538	2730	(0-20C) 49.27	-	-	-	-
217.4	684.9	-	-	84	-	58
1423	2355	-	-	678	-	-

961.3	2180	(0-100C) 19.3	419	235	10	81.9
97.82	890	(0-95C) 71	134	1235	23.8	6.8
770	1367	-	-	-	733	15.7
115.18	444.6	-	-	142	-	8.1
2996	5400	0-100C) 6.5	54	-	-	184.7
-	-	-	-	-	-	-
449.5	989.8	-	-	-	-	47.1
1356	2800	(0-25C) 7.6	-	-	-	57.5
303.5	1457	(0-100C) 29.4	-	-	-	7.85
1695	4200	(0-100C) 10.5	-	-	-	78.5
1545	1720 ~	-	-	-	-	-
231.9	2687 ~	(0-100C) 27	63	226	12.9	53
1668	3280	(0-100C) 8.35	63	519	1.25	102
3390	5500	(0-100C) 4.5	(0- 166	134	18.2	407
1130	39.30	100C) 15.3	30	117	1.67	178.5
1890	3380 ~	(23-100C) 8.3	- 31	498	3.84	127.5
-	-	(0-25C) 25	-	-	-	-
824	1520	-	-	-	-	18.93
1500 ~	3630	-	-	-	-	66.3
419.5	907	-	113	385	16.9	92.7
1855	4380 ~	-	88	276	2.44	67.7

DÖNÜŞÜM FAKTÖRLERİ		
Parametre	Dönüşümler	
Zaman	1h = 60 dk = 3600 s	
Uzunluk	1 m = 10 ² cm = 10 ³ mm 1 Å = 10 ⁻¹⁰ m = 10 ⁻⁸ cm 1 in = 2.54 cm 1 ft = 30.48 cm	
Alan	1 m ² = 10 ⁴ cm ² = 10 ⁶ mm ² 1 m ² = 1550 in ² = 10.76 ft ²	
Kuvvet	1 N = 0.102 kg 1 kg = 2.204 lb = 9.81 N 1 lb = 4.448 x 10 ⁵ dyne = 4.448 N	
Gerilme	1 N/m ² (Pa) = 0.102 x 10 ⁻⁶ kg/mm ² = 145 x 10 ⁻⁶ lb/in ² (psi) kg/mm ² = 1422 lb/in ² (psi) = 9.81 x 10 ⁶ N/m ² 1 lb/in ² (psi) = 7.04 x 10 ⁻⁴ kg/mm ² = 6.93 x 10 ⁴ dyne/cm ² 1 ksi = 10 ³ psi = 6.89 x 10 ⁶ N/m ² (Pa)	1
Enerji	1 N.m (J) = 0.102 kg.m = 10 ⁷ erg (dyne.cm) N.m (J) = 0.239 cal = 2.78 x 10 ⁻⁷ KW saat 1 lb.ft = 1.356 N.m (J)	1
Güç	1 J/s (W) = 0.102 kg.m/s 1 J/s (W) = 10 ⁷ erg/s = 0.239 cal/s 1 BG = 75 kg.m/s = 550 lb.ft/s = 746 w (J/s) 1b.ft/s = 1.356 W	1
Sıcaklık	C = 5/9 (F-32) C = K-273.15	

YAYGIN KULLANILAN SERTLİK DENEYLERİ

Metod		Simge	Batıcı uç	Deney yükü	Prensip	
Brinell		HB, BSD	10 mm çaplı çelik veya tugsten karbür bilya	3000 kg (Fe-C alaşımları)	Uygulanan yükün, malzeme yüzeyinde oluşan izin yüzey alanına oranı, birimi genellikle kg/mm2	
				500 kg (Demir dışı metaller)		
Rockwell	A	R _A	Tepe açısı 120 ° olan elmas konik uç	60 kg	Batıcı ucun malzemeye batma derinliği	
	C	R _C		150 kg		
	D	R _D		100 kg		
	B	R _B	1/16 inç.çapında çelik bilya	100 kg		
	F	R _F		60 kg		
	G	R _G		150 kg		
	E	R _E	1/8 inç çapında çelik bilya	100 kg		
	15N	HR 15N		15 kg		
	30N	HR 30N		30 kg		
	45N	HR 45N	N konik	45 kg		
	15T	HR 15T		1/16 in.çelik bilya		15 kg
	30T	HR 30T				30 kg
	45T	HR 45T	45 kg			
Vickers		HV, VSD	Tepe açısı 136 ° olan elmas piramit	Uygulanan yükün, malzeme yüzeyinde oluşan izin yüzey alanına oranı, birimi genellikle kg/mm2		
Vicker	Mikrosertlik		10-30 kg			
			25-10000 gr			
Knoop	Mikrosertlik	KHN	Tepe açısı 1725 °30' olan elmas piramit	25-10000 gr	Uygulanan yükün, malzeme yüzeyinde oluşan izin yüzey alanına oranı, birimi genellikle kg/mm2	

Uygulama
Dökme demir, çelikler ve demir dışı alaşımlar
Çok sert malzemeler
Yüksek mukavemetli çelikler
Yüksek mukavemetli çelikler
Düşük ve orta C'lu çelikler, pirinç ve bronz
Çok yumuşak malzemeler, tavllanmış pirinç ve bakır
Yumuşak malzemeler ve alüminyum
Yumuşak malzemeler ve alüminyum
Rockwell C, A, B ve F'nin uygulanmadığı durumlarda, özellikle çok ince veya küçük numunelere uygulanır. Daha çok jilet gibi ince saçların, yüzeyleri az miktarda karbürize veya dekarbürize edilmiş veya nitrasyonla yüzeyi sertleştirilmiş çeliklerin sertliklerini ölçmede kullanılır.
Çok düşükten çok yüksek sertlikteki kalın ve ince numunelere uygulanır.
Mikroyapısal bileşenlerin ve yüzey sertliğini ölçmede kullanılır.
Yapıyı oluşturan bileşenler, nitrirüze edilmiş parçalar, elektrolitik olarak kaplanmış malzemeler

BAZI ALAŞIMSIZ ÇELİKLERİN TİPİK MEKANİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

AISI/SAE Simgesi	Kimyasal Bileşim, % ağ.	İşlem Durumu	Akma Mukavemeti, Mpa	Çekme Mukavemeti, Mpa	Kopma Uzunluğu %
1010	0.10 C, 0.40 Mn	Sıcak haddelenmiş, Soğuk haddelenmiş	170-310 290-400	276-414 290-400	28-47 30-45
1020	0.20 C, 0.45 Mn	Haddelenmiş halde Tavlanmış	331 297	448 398	36 36
1040	0.40 C, 0.45 Mn	Haddelenmiş halde Tavlanmış Su verilmiş ve temperlenmiş*	414 352 593	621 517 800	25 30 20
1060	0.60 C, 0.65 Mn	Haddelenmiş halde Tavlanmış Su verilmiş ve temperlenmiş*	483 483 780	814 628 1100	17 22 13
1080	0.80 C, 0.80 Mn	Haddelenmiş halde Tavlanmış Su verilmiş ve temperlenmiş*	586 373 980	967 614 1304	12 25 12
1095	0.95 C, 0.40 Mn	Haddelenmiş halde Tavlanmış Su verilmiş ve temperlenmiş*	573 379 814	966 655 1263	9 13 10
* Temperleme sıcaklığı : 315 °C					

NLARI

Tipik Uygulama Alanı	
Sac ve şerit, çivi, vida, tel, çubuk, beton çeliği	
Çelik levha ve yapı elemanları, şaft, dişli, somun	
Şaft, çivi, yüksek mukavemetli borular, dişliler, dingil, cer kancası	
Yay, dövme kalıpları, vagon tekerlekleri, ray, dişli, kazma ve balta	
Yaylı çalgı teli, helisel yaylar, keski, dövme blokları, makas bıçağı, soğuk zımba	
Kalıp, zımba, matkap, freze bıçakları, kesme bıçakları, yüksek mukavemetli tel	

BAZI ALAŞIMLI ÇELİKLERİN TİPİK MEKANİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

AISI/SAE Simgesi	Kimyasal Bileşim, ağ. %	İşlem Durumu	Akma Mukavemeti,	Çekme Mukavemeti,	Kopma Uzaması
1340	0.40 C, 1.75 Mn	Tavlınmış temperlenmiş*	435 1421	704 1587	20 12
5140 5140	0.40 C, 0.80 Cr, 0.80 Mn	Tavlınmış temperlenmiş*	297 1449	573 1580	29 10
5160	0.60 C, 0.80 Cr, 0.90 Mn	Tavlınmış temperlenmiş*	276 1773	725 200	17 9
4140	0.40 C, 1.0 Cr, 0.90 Mn, 0.20 Mo	Tavlınmış temperlenmiş*	421 1422	655 1550	26 9
4620	0.20 C, 1.82 Ni, 0.55 Mn, 0.25 Mo	Tavlınmış normalleştirilmiş*	373 366	517 573	31 29
4820	0.20 C, 3.50 Ni, 0.60 Mn, 0.25 Mo	Tavlınmış normalleştirilmiş*	462 488	683 690	22 60
4340	0.40 C, 1.83 Ni, 0.90 Mn, 0.80 Cr, 0.20 Mo	Tavlınmış temperlenmiş*	469 1587	745 1725	22 10
8620	0.20 C, 0.55 Ni, 0.50 Cr, 0.80 Mn, 0.20 Mo	Tavlınmış temperlenmiş*	407 359	531 635	31 26
8650	0.50 Cr, 0.55 Ni, 0.50 Cr, 0.80 Mn, 0.25 Mo	Tavlınmış temperlenmiş*	386 1552	710 1725	22 10
*Temperleme sıcaklığı: 315 C					

Tipik Uygulama Alanı	
Kalıp, makas bıçağı, makine parçaları, yüksek mukavemetli cıvata	
Otomobillerin trsmisyon dişlisi, hava tabancası kalemleri	
Otomobil amortisör ve yayları	
Uçak türbin dişlisi, transmisyon dişlisi, traktör paneli	
Transmisyon dişlisi, zincir halkası, şaftlar rulmanlar	
Çelik tesislerdeki ekipman dişlileri, kağıt makinaları, madencilik makinaları	
Büyük kesitli parçalar, iniş takımları, kampon parçaları, şaftlar, sıcak iş kalıbı	
Transmisyon dişlileri	
Küçük makinaların aksları, şaftlar, sıcak iş kalıpları	

BAZI PASLANMAZ ÇELİKLERİN TİPİK MEKANİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI				
AISI/SAE Simgesi	Kimyasal Bileşim, % ağı.	İşlem Durumu	Mukavemet Mpa Akma Çekme	Kopma Uzunluğu %
Ferritik Paslanmaz Çelikler				
460	17 Cr, 0.012 C	Tavlanmış	345 517	25
446	25 Cr, 0.20 C	Tavlanmış	345 552	20
Martensitik Paslanmaz Çelikler				
410	12.5 Cr, 0.15 C	Tavlanmış	276 517	30
440A	17 Cr, 0.70 C	Tavlanmış su verme+temperleme	414 724 1690 1828	20 5
440C	17 Cr, 1.1 C	Tavlanmış su verme+temperleme	276 759 1897 1966	13 2
Ostenitik Paslanmaz Çelikler				
301	17 Cr, 7 Ni	Tavlanmış	276 759	60
304	19 Cr, 10 Ni	Tavlanmış	290 580	55
304L	19 Cr, 10 Ni, 0.03 C	Tavlanmış	269 559	55
321	18 Cr, 10 Ni Ti = 5x%C min.	Tavlanmış	241 621	45
247	18 Cr, 10 Ni Nb = 10x%C min.	Tavlanmış	276 655	45
Çökelme ile Sertleşen Paslanmaz Çelikler				
17-4 PH	16 Cr, 4 Ni, 4 Cu, 0.03 Nb	Çökeltme sertleşmesi	1207 1311	14
*Temperleme sıcaklığı: 315 C				

Tipik Uygulama Alanı
Genel amaçlı: Isıl işlemle sertleştirilemez; restoran ekipmanları
Yüksek sıcaklık uygulamaları; ısıtıcılar, yanma odaları
Genel amaçlı; Isıl işlem uygulanabilir; makine parçaları, pompa şaftları, valfler
Kesici aletler, ameliyat malzemeleri
Yataklar, valf parçaları
Deformasyon sertleşmesi yüksek alaşım; Konstrüksiyon uygulamaları
Kimya ve gıda proses ekipmanları
Kaynak işlemine uygun az karbonlu; kimyasal tanklar
Kaynak işleri için stabilize edilmiş; proses ekipmanları, basınç kapları
Kaynak işlemi için stabilize edilmiş; kimyasallar için tanklar
Dişliler, şaftlar, uçak ve türbin parçaları
.....

BAZI TAKIM ÇELİKLERİNİN ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI				
AISI/SAE Simgesi	Kimyasal Bileşim ağ.	%	İdeal kullanım sertliği (HRC)	Özellik ve Kullanım Alanı
Ferritik Paslanmaz Çelikler				
O1	0.985 C, 1.2 Mn, 0.6 Cr, 0.1 V, 0.6 W		58-63	İyi işlenebilirliğe, yüzey sertliğın, aşınma direncine ve kolay serleştirilebilirliğe sahip genel amaçlı takım çeliğı.
A2	1.0 C, 0.8 Mn, 5.3 Cr, 1.1 Mo, 0.2 V		56-62	İyi sertleştirilebilirliğe, aşınma direncine ve çok iyi boyut kararlılığına sahip takım çeliğı.
D2	1.55 C, 0.4 Mn, 11.8 Cr, Mo, 0.8 V	0.8	56-62	Yüksek aşınma direncine ve tokluğa sahip yüksek performanslı takım çeliğı. Sac kesme ve bükme işleri için kalıplar ve bıçaklar, boru ve profil şekil verme rolleri, hadde rolleri, soğuk şekil verme kalibrasyon, aşındırıcı plastik kalıplar olarak kullanılırlar.
D6	2.05 C, 0.8 Mn, 12.7 Cr, 1.1 W		58-64	Yüksek aşınma direncine sahip yüksk performanslı takım çeliğıdir. Sert saclar, silisyumlu trafo saclarının şekillendirilmesinde aşındırıcı tozların preslenmesinde, hadde ve form rolleri olarak kullanılırlar.
S1	0.5 C, 1.3 Cr, 0.2 V, 2.5 W 0.75 Si		55-57	Taslak kesme işlemlerinde kullanılırlar.
Sıcak İş Takım Çelikler				
H11	038 C, 0.4 Mn, 5.0 Cr, 1.3 No, 0.4 V, 1.08 Si		46-52	Çok iyi tokluğu olan sıcaklıkış akım çeliğıdir. Alümuinyum ve alaşımlarının basınçlı dökümünde ve dövülmesinde ve çelik dövme işlemlerinde kullanılırlar.
H13	0.39 C, 0.4 Mn, 5.3 Cr, 1.3 Mo, 0.9 V, 1.0 Si		46-52	Yüksek sıcaklık ve ısıl yorulma direncine sahip takım çeliğıdir. Alüminyum ve alaşımlarının ekstrüzyonunda, muhtelif malzemelerin dövülmesinde ve sıcak preslenmeinde ve yüksek tokluk istenen sıcak ve soğuk makaslarda kullanılırlar.
Yüksek Hız Takım Çeliğı				
M2	0.87 C, 4.2 Cr, 5.0 Mo, V, 6.4 Si	1.9	64-66	Yüksek aşınma direnci istenen şekillendirme ve kesme takımlarında kullanılırlar.

ALAŞIM ELEMENTLERİNİN ÇELİKLERİN ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

ALAŞIM ELEMENTİ	SERTLİK	MUKAVEMET	AKMA NOKTASI	UZAMA	KESİT BÜZÜLMESİ	DARBE DİRENCİ	ELASTİSİTE	YÜKSEK SICAKLIĞA DAYANIM	SOĞUTMA HIZI	KARBÜR OLUŞUMU	AŞINMA DİRENCİ	DÖVÜLEBİLİRLİK	İŞLENEBİLİRLİK	OKSİTLENME EĞİLİMİ	KOROZYON DİRENCİ
Si	↑	↑	↑↑	↓	~	↓	↑↑↑	↑	↓	↓	↓↓↓	↓	↓	↓	—
Mn*	↑	↑	↑	~	~	~	↑	~	↓	~	↓↓↓	↑	↓	~	—
Mn**	↓↓↓	↑	↓	↓↓↓	~	—	—	—	↓↓↓	—	—	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	—
Cr	↑↑	↑↑	↑↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓↓↓	↑↑	↑	↓	—	↓↓↓	↓↓↓
Ni*	↑	↑	↑	~	~	~	—	↑	↓↓↓	—	↓↓↓	↓	↓	↓	—
Ni**	↓↓↓	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	—	↑↑↑	↓↓↓	—	—	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	↑↑
Al	—	—	—	—	↓	↓	—	—	—	—	—	↓↓↓	—	↓↓↓	—
W	↑	↑	↑	↓	↓	—	—	↑↑↑	↓↓↓	↑↑	↑↑↑	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	—
V	↑	↑	↑	~	~	↑	↑	↑↑	↓	↑↑↑↑	↑↑	↑	—	↓	↑
Co	↑	↑	↑	↓	↓	↓	—	↑↑	↑↑	—	↑↑↑	↓	~	↓	—
Mo	↑	↑	↑	↓	↓	↑	—	↑↑	↓↓↓	↑↑↑	↑↑	↓	↓	↑↑	—
S	—	—	—	↓	↓	↓	—	—	—	—	—	↓↓↓	↑↑↑	—	↓

P	↑	↑	↑	↓	↓	↓↓↓	—	—	—	—	—	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	↑↑
* Perlitik Çeliklerde															
* Ostenitik Çeliklerde															
							Artırır	Azaltır	Değişmez	Önemsiz ya da bilinmiyor					

BAZI ÇELİK VE DÖKME DEMİR STANDART DÖNÜŞÜMLERİ		
AISI/SAE	W.Nr.	DIN
Islah Çelikleri		
1030	1.0402	C22(St50)
1040	1.0501	C35 (St60)
1060	1.1221	C60
1080	1.0605	C75
1090	1.1530	C85W1
1350	1.0912	46Mn7
4130	1.7220	34CrMo4
4140	1.7225	42CrMo4
5140	1.7035	41Cr4
8620	1.6523	21NiCrMo2
Takım Çelikleri		
O1	1.2500	100MnCrW4
A2	1.2363	X100CrMoV5 1
S1	1.2542	45WCrV7
D2	1.2379	X155CrVMo12 1
D3/D6	1.2436	X210CrW12
H13	1.2344	X40CrMoV5 1
M2	1.3343	W6Mo5Cr4V2
Paslanmaz Çelikler		
430	1.4016	X8Cr17
X10Cr18A1		
410	1.4006	X10Cr13
440C	1.4125	X105Cr17Mo
301	1.4310	X12Cr17Ni7
304	1.4301	X5Cr18Ni9
304L	1.4306	X2Cr18Ni9

		D-X2Cr18Ni9
321	1.4541	X10Cr18Ni9Ti
347	1.4550	X10Cr18Ni9Nb
Dökme Demirler		
G2500	0.6020	GG20
G3500	0.6025	GG25
G4000	0.6030	GG30
60-40-18	0.7040	GGG40
65-45-12	0.7050	GGG50
80-55-06	0.7060	GGG60
100-07-03	0.7070	GGG70
120-09-02	0.7080	GGG80

DÖKME DEMİRLERDE ESER ELEMENTLERİN ETKİLERİ

ELEMENT	KATKI KAYNAĞI	ESER SEVİYEDE ZARARSIZ OLARAK BULUNABİLECEĞİ MİKTAR, %	GRİ DÖKME DEMİR	SFERO DÖKME DEMİR
Seryum Ce	- Bazı aşılایıcılar tretman alaşımları - Sfero - Misch metal olarak sıvı metale ilave	0.02'ye kadar	1) Genelde bulunmaz	1) Grafitlerin küreselliğini etkileyen bazı elementlerin etkisini azaltır. 2) Aşılama etkisinin azalma sürecini uzatır. 3) Karbon %'si yüksek kalın kesitli parçalarda, temiz ham madde kullanılması halinde yumru (chunky) grafit oluşmasına neden olur. 4) Ostenitik sfero dökümlerde yumru grafit oluşmasına neden olur. 5) %0.01'den fazla miktarda karbürler oluşmasına neden olur.
Kobalt Co	- Takım çelik hurdadan			1) Etkisi yoktur.
Bakır Cu	- Bakır tel - çelik hruda - Bazı pik demirler - Demir dışı hurdalar	0.03"e kadar	1) Bu elementin eser miktarları zararsızdır.	1) Perlit oluşturur. 2) mukavemet ve sertliği arttırır. 3) Ferritik yapıyı zorlaştırır. 4) Yumuşatma tav süresini uzatır.
Hidrojen H	- Islak refrakterler - Kalıp boyaları ve malzemeleri - Islak katkı malzemeleri	0.0004"e kadar	1) Yüzey altında karınca boşluklarına neden olur. Bazı durumlarda, kesit boyunca uzanan boşluk ve kılcal çatlaklar oluşturur. 2) Zayıf bir çil (sementit) etkisi vardır. 3)Kükürtü bağlayacak yeterli mangan bulunmadığı zaman, içsementit(inverse-chill) oluşturur. 4) Kaba grafit oluşuma neden olur.	1) Yüzey altında karınca boşlukları oluşturur. Bu boşlukların içi bir grafit filmi ile kaplıdır.
Magnezyum Mg	- Saf veya alaşım halinde sıvı metale katkı	0.07"ye kadar	1) Bulunmaz	1) Küresel grafit oluşmasını sağlar

TEMPER DÖKÜM
1) Genelde bulunmaz
1) Bilinen etkisi yoktur.
1) Gri ve sfero döküme oranla daha az görünmesine rağmen karınca boşlukları ve kılcal çatlaklar oluşturur.
1) Bulunmaz

Molibden Mo	- Bazı pik demirler - Alaşımli hurdalar	0.05"e kadar	1) Perlit oluşturur	) Perlit oluşturur
Nikel Ni	- Bazı pik demirler - Alaşımli hurdalar	0.1"e kadar	1) Düşük seviyelerde etkisi yoktur	1) Düşük seviyelerde etkisi yoktur

1) Perlit oluşturur

1) Düşük seviyelerde
etkisi yoktur

DÖKME DEMİRLERDE ESER ELEMENTLERİN ETKİLERİ					
ELEMENT	KATKI KAYNAĞI	ESER SEVİYEDE ZARARSIZ OLARAK BULUNABİLECEĞİ	GRİ DÖKME DEMİR	SFERO DÖKME DEMİR	TEMPER DÖKÜM
Kurşun Pb	- Emayeli hurda - Boyalı hurda - Çelik hurda - Demir dışı hurdalar - Yatak malzemesi - Pik hurdalar	0.005"e kadar	1) Yüksek hidrojen içeren kalın kesitli parçalarda Widmanstatten ve iğneli tip grafit oluşumna neden olur. 2) Kopma dayanımı yarı yarıya düşer 3) Bu etkiler %0.0004 miktarlarda bile görülebilir 4) Perlit oluşturur	1) Analizde seryum bulunmaması halinde grafitlerin küresel şekilde oluşmasını önler. 2) Perlit oluşturur.	1) Düşük seviyelerde etkisi yoktur.
Azot N	- Kok - Karbon vericiler - Kalıp ve maça bağlayıcılar - Bazı ferro alyajlar - Çelik hurda	0.02"ye kadar	1) Grafit tanecikleri ufaktır. 2) Kopma dayanımlarını artırır. 3) Perlit oluşturur. 4) Çil oluşumunu artırır. 5) Karınca ve kılcal çatlaklara neden olur Azotlun etkileri "Al" ve "Ti" kullanılarak önlenabilir.	1) Parçanın geç katılan yerlerinde karınca boşluklarına neden olur.	1) Grafit hücre sayısını azaltır. 2) Zor çözünür karbür ve perlit oluşturur. Azotun etkileri "Al" ve "Ti" kullanılarak önlenabilir.
Tellür Te	- Bakır hurda - Tellür içeren kalıp ve maça boyaları - Sıvı metale katkı	0.003"e kadar	1) Genelde bulunmaz fakat karbür oluşturur	1) Genelde bulunmaz	1) Melez yapıyı önlemek için ilave edilebilir
Kalay S	- Lehimli hurda - Çelik hurda - Demir dışı hurdalar - Bazı pik demirler - Saf olarak sıvı metalde katkı	0.15"e kadar	1) Güçlü perlit oluşturu 2) %0.1"e kadar ilave ile perlitik doku oluşturur.	1) Güçlü perlit oluşturu 2) %0.1"e kadar ilave	1) Perlit oluşturur fakat düşük seviyelerde bulunur

Titanyum Ti	- Bazı pik demirler - Çelik hurda - Emayeli hurda - Boyalı hurda - Alaşım olarak sıvı metale ilave	0.15"e kadar	1) Katılaşma da aşırı soğumaya nden olarak "D" ve "E" tipi grafit oluşturulur. 2) Alüminyum bulunması halinde karınca boşluklarına neden olur. 3) Azot ile birleşerek etkileri önlenebilir.	1) Analizde seryum bulunması halinde grafitlerin küresel şekilde oluşmasını öner. 2) Alüminyum bulunması halinde karınca boşluklarına neden olur.	1) Genelde düşük seviyelerde bulunur.
Tungsten (Volfram) W	- Takım çelikleri	0.05"e kadar	1) Perlit oluşturur.	1) Perlit oluşturur.	1) Perlit oluşturur.
Vanadyum V	- Çelik hurda - Bazı pik demirler	0.08"e kadar	1) Vanadyum karbür oluşturur. 2) Perlit oluşturur.	1) Vanadyum karbür oluşturur. 2) Perlit oluşturur.	1) Vanadyum karbür oluşturur. 2) Perlit oluşturur.

DÖKME DEMİRLERDE ESER ELEMENTLERİN ETKİLERİ

ELEMENT	KATKI KAYNAĞI	ESER SEVİYEDE ZARARSIZ OLARAK BULUNABİLECEĞİ MİKTAR, %	GRİ DÖKME DEMİR	SFERO DÖKME DEMİR
Aliminyum Al	- Ferro alaşımlarda - Aşılaiıcıardan - Hurdadan - Saf alüminyum olarak sıvı metale verilerek	0.003"e kadar	1) Yaş kum kalıplarda ve miktar %0.005"i geçtiğinde hidrojen bazlı karınca boşluklarına neden olur. 2) Azotu bağlar	1) Hidrojen bazlı karınca boşluklarına neden olur 2) Curuf ve oksit yapar
Antimuan Sb	- Emayeli hurda - Yatak malzemesi içeren hurda - Saf antimuan olarak sıvı metale verilerek	0.02"ye kadar	1) Perlit oluşturur 2) %0.01"lik bir ilave maçalı yüzeylerde ferrit oluşmasını önler	1) Perlit oluşturur 2) Analizde seryum bulunmadığı takdirde, grafit yapımını bozar 3) Analizde seryum bulunması halinde yüksek karbonlu kalın kesitli sfero döküm parçalarda grafitlerin küresellik oranını artırır
Arsenik As	- Pik demir - Hurda	0.05'e kadar	1) Perlit oluşturur 2) %0.05"lik bir miktar maçalı yüzeylerde ferrit oluşmasını önler (Kullanılması tavsiye edilmez.)	1) Perlit oluşturur 2) Analizde seryum bulunması halinde, yüksek karbonlu kalın kesitli sfero döküm parçalarda grafitlerin küresellik oranını artırır.
Bizmut Bi	- Bizmut içeren kalıp, kalıp ve maça boyaları - Bizmut içeren aşılaiıcılar - Saf olarak sıvı sıvı metale verilerek	0.02"ye kadar	1) Karbür oluşturur 2) İstenilmeyen grafit şekilleri oluşturarak, mekanik özellikleri düşürür.	1) Analizde seryum bulunmadığı durumlarda, grafitlerin küreselliğini bozar 2) Analizde seryum bulunması halinde, %0.01 miktarında ilave edilmesi ile küresel modül sayısı artıp, kalın kesitlerde yumru (chunky) grafit önlenebilir.

TEMPER DÖKÜM
1) Hücreleri artırarak oluşumunu artırır tav süresini kısaltır 2) %0.005"ın üzerinde yaş kum kalıplarda karıncaya neden olur 3) %0.005"ın üzerinde, grafitlerin yönlenmesine ve toplanmasına neden olarak mekanik özellikleri etkiler 4) Azotu bağlar
1) Perlit oluşturur, fakat genelde çok küçük seviyede bulunur.
1) Perlit oluşturur, fakat genelde çok düşük seviyelerde bulunur.
1) Özellikle beyaz temper dökümlerde, potaya %0.02 ilave ile kalın kesitlerde melez (mottle) yapı önlenabilir.

Boron B	- Emayeli hurda - Saf olarak sıvı metale verilerek - Çelik hurda	0.01"e kadar	1) İnce kesitli parçalarda karbürler oluşturur. Etkileri %0.001"den sonra görülür	1) Karbür oluşturur 2) Mekanik özellikleri düşürür Etkileri %0.001"den sonra görülür
Krom Cr	- Alaşımlı çelik hurda - Paslanmaz hurda - Bazı pik demirler	0.2"ye kadar	1) İnce kesitlerde sementit ve karbürler oluşturur.	1) Karbürler oluşturur 2) Kalın kesitlerde tüm tane sınırlarına yayılarak zor çözünür. Karbürler oluşturur.

1) Hücre sayısını artırmak ve tav süresini kısaltmak için potaya %0.002 miktarda ilave edilir.
2) %0.003"den fazla miktarlar, grafit yönlenmesine neden olup küçük grafit tanecikleri oluşumuna engel olur.

1) Karbürlerin çözülmesini zorlaştırır.
2) Tav süresini uzatır.

KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERİN TİPİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM YERLERİ								
	MALZEMENİN CİNSİ (DIN 1563)			GGG-40	GGG-50	GGG-60	GGG-70	GGG-80
	MALZEME NUMARASI (DIN 17007)	G sterim	Birim	0.7040	0.7050	0.7060	0.7070	0.7080
1	MİKROYAPI			Ferritik $\leftarrow$ $\rightarrow$ Perlitik				
2	ÇEKMEDAYANIMI	Rm	N/mm ²	400-550	50-650	600-750	700-850	800-1000
3	%0.2 SINIRI	Rp 0.2	N/mm ²	250-350	320-420	380-480	440-600	500-750
4	KOPMA UZAMASI	A	%	27-15	18-7	8-3	6-2	4-2
5	KESİT DARALMASI	Z	%	30-15	20-2	8-3	6-2	4-2
6	BRİNEL SERTLİK (a)	HB 3Q		135-185	170-220	200-250	235-285	270-335
7	ELASTİK MODİL	E ₀	KN/mm ²		160-185			
8	POISSON ORANI	μ	N/mm ²	0.28-0.29				
9	AŞINMA DİRENCİ		KN/mm ²	> Rm		$\sim$ Rm		< Rm
10	KIRILMA MODÜLÜ	G	N/mm ²	0.4.E ₀				
11	KIRILMA DİRENCİ	τ	N/mm ²	0.9 Rm				
12	BURKULMA YORULMASI	bW	J	$\sim$ (0.61-0.00026 Rm).Rm				
13	KIRILMA ENERJİSİ (b) (Çentiksiz)	A _h	J	98-196	59-118	39-78	19-49	9_29
14	KIRILMA ENERJİSİ (b) (VÇentikli)	A _v	N/mm ²	10_19	3,5-10	-	-	-
15	YORULMA LİMİTİ (c)	zdW	kg/dm ³	$\sim$ (0.43-0.000192 Rm).Rm				
16	ÖZGÜL AĞIRLIK	ρ	W/(m.K)	7.1-7.3				
17	ISI İLETKENLİĞİ	λ	10-6m	25-42				
18	DOĞRUSAL GENLEŞME	α	(m.K)	'10-13				
BAŞLICA KULLANIM YERLERİ				- Fittingsler - İnşaat iskele parçaları - Fren merkezleri - Büyük tekerlekler - Pnömatik mak.pistonlar - Potalar - Fırın ve ocak kapaklar	- Kompresör - Pistonlar - Tekerlekler - Pompa gövdeleri - Dişli kutular - Traktör parçaları - Tarım mak.parçaları - Valfler	- Büyük dişliler - Kağıt sanayininde kullanılan maddeler - Hidrolik kontrol alet yatakları - Uçak motor parçaları	- Kam milleri - Kazıcı uçlar - Kavramalar - Pistonlar - Kalıplar - Makine parçaları	- Piston kollar - Hadde silindirleri - Krank milleri - Soğuk kalıplar - Kam milleri - Makine klavuzları - Palet makaralar -Küçük dişliler
(a) HB=3,36.Rm + 15 (b) Çalışma Sıcaklığı (c) Ters çekme - Basma Gerilimleri Altında (d) Bu cinsler için ısıt işlem kademeleri gerekmekte (e) Bunların çentik darbe değerlerinin garanti edilmesi gerekmekte.								

GGG-35.3A (d) (e)	GGG-40.3 (e)
0.7033	0.7043
Ferritik	
350-400	400-450
220-280	250-300
30-22	27-18
35-20	32-17
110-150	120-165
> Rm	
-	-
19-25	14-18
Darbe Dayanımının Önemli Olduğu Dökümler	

KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERİN TİPİK MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ						
ÖZELLİK	BİRİM	ÇEKME DAYANIMLARINA GÖRE TİPLER (Newton / mm ² cinsinden)				
		DARBEME DAYANIKLI TİPLER		NORMAL TİPLER		
		350	400	400	420	500
ÇEKME DAYANIMI (En az)	Newton/mm ²	350	400	400	420	500
AKMA DAYANIMI (%0.2), en az	Newton/mm ²	220	250	250	270	320
UZAMA, En az	%	22	18	18	12	7
SERTLİK	BHN	≤160	≤179	≤179	≤212	170-241
ELASTİK MODEL	Newton/m ² (100x)	160	160	165	165	170
BASMA DAYANIMI	Newton/mm ²	600	700	800	800	900
BASMADA AKMA DAYANIMI %0.1	Newton/mm ²	220	240	260	290	330
YORGUNLUK SINIRI (Wöhler, entiksiz)	Newton/mm ²	180	200	220	220	240
DARBE DAYANIMI	Joule (deneyin ortalamalar)	120	100	80	80	60
20±5°C (ÇENTİKSİZ) 10X10 KARE CHARPY-DVM)	-					
20±5°C (U-ÇENTİKLİ) CHARPY-DVM	-					
-20±5°C (U-ÇENTİKLİ) CHARPY-DVM	-					
-40±5°C (U-ÇENTİKLİ) CHARPY-DVM	-	14	-	-	-	-

600	700	800	900
600	700	800	900
370	420	480	600
3	2	2	2
192-269	229-302	248-352	302-359
175	180	185	185
1000	1100	1200	1300
370	440	520	660
260	280	300	-
40	30	20	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

THERMAL GENLEŞME KATSAYISI (-100°C) (+20 °C) (+20°C) (+200 °C) (+20°C) (+400 °C)			° 10-6/ C	10 11 12.5	10 11 12.5	10 11 12.5
THERMAL İLETKENLİK	Watt/m-°C	40	40	38	36.5	35.5
YOĞUNLUK 20 °C	gr/cm ²	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
MODELÇİ ÇEKME PAYI	%	0-0.5	0-0.5	0.2-0.8	0.2-0.8	0.5-10
TİPİK MİKRO YAPI	-	Ferrit % 95 en az	Ferrit % 95 en az	Ferrit % 90 en az	Ferrit % 80 en az	Perlit %40

10 11 12.5	10 11 12.5	10 11 12.5	10 11 12.5
32.8	31.4	31.4	
7.2	7.2	7.2	7.2
0.5-10	0.5-10	1.0-1.5	1.0-1.5
Perlit %75	Perlit %90	Perlit %95 temper martensit	Temper martensit

KÜRESEL GRİFİTLİ DÖKME DEMİR ULUSAL STANDARTLARI KARŞILAŞTIRMA										
ÜLKE	STANDART VE YAYIN YILI	ÇEKME DAYANIMLARINA GÖRE TİPLER (Newton / mm ² cinsinden)								
		DARBEYE DAYANIKLI		NORMAL TİPLER						
		350	400	400	420	500	600	700	800	900
ABD	ASTM A 536 1984	-	-	60-40-18	60-42-10 65-45-12	70-50-05	80-55-06 80-60-03	100-70-03	120-90-02	-
ABD	SAE J 434 b US-Military 11466 A (ordnance)	-	-	D 4018	D 4512	-	D 5506	D 7003	DQ + T	-
ALMANYA	DIN 1693 1973	GGG35.3	GGG 40.3	GGG 40	-	GGG 50	GGG 60	GGG 70	GGG 80	-
AVUSTURALYA	AS 1831 1985	-	-	370-17	400-12	500 - 7	600 - 3	700 - 2	800 - 2	-
AVUSTURYA	M 3193 1980	-	GGG400K	GGG 400	-	GGG 500	GGG 600	GGG 700	-	-
BELÇİKA	NBN 830-02 1970	-	-	FGN 38-17	FGN 42-12	FGN 50-7	FGN 60-2	FGN 70-2	FGN 80-2	-
BULGARİSTAN	BDS 6990 1984	350-22	-	400 - 15	450 - 10	500 - 7 500 - 2	600 - 3	700 - 2	800 - 2	900 - 2
ÇİN	GB 1348 1978	-	-	40 - 17	42 - 10	50 - 5	60 - 2	70 - 2	80 - 2	120 - 1
DANİMARKA	DS 11303 1971	-	-	0715 0716	-	0727	0707	0708	-	-
FİNLANDİYA	SFS 2113 1975	GRP 340	GRP 370	GRP 400	-	GRP 500	GRP 600	GRP 700	GRP 800	-
FRANSA	NF A32-201 1976	-	-	FGS 370 - 17	FGS 400 - 12	FGS 500 - 7	FGS 600 - 3	FGS 700 - 2	FGS 800 - 2	-
HOLLANDA	NEN 6002 D 1966	-	-	GN 38	GN 42	GN 50	GN 60	GN 70	-	-
I.S.O.	ISO 1083 1976	-	-	Grade 370 - 17	Grade 400 - 12	Grade 500 - 7	Grade 600 - 3	Grade 700 - 2	Grade 800 - 2	-

İNGİLTERE	BS 2789 1985	350/ 22L 40	400 / 18 L 20	400 - 18	400 - 18	420 - 12	500 - 7	600 - 3	800 - 2	900 - 2
İSPANYA	UNE 36-118 1973	-	-	FGE 38-17	FGE 42 - 12	FGE 50 - 7	FGE 60-2	FGE 70 - 2	FGE 80-2	-
İSVEÇ	MNC 706 E 1981	SSO 717 - 15	SSO 717 - 02	SSO 717 - 00	-	SSO 727 - 02	SSO 732-03	SSO 737 - 01	-	-
İSVİÇRE	VSM 10693 1968	-	-	GGG FGS 38	GGG FGS 42	GGG FGS 50	GGG FGS 60	GGG FGS 70	-	-
İTALYA	UNI 4544 1979	-	-	GS 370 17	GS 400 12	GS 500 7	GS 600 2	GS 700 2	GS 800 2	-
JAPONYA	JIS G5502 1986	-	-	FCD 37	FCD 40	FCD 45 50	FCD 60	FCD 70	FCD 80	-
MACARİSTAN	MSZ 8277 1981	-	-	Göv 370	Göv 400	Göv 500	Gv 600	Göv 700	Göv 800	-
NORVEÇ	NS 11301 1981	NS 11335	NS 11338	NS 11342	-	NS 11350	NS 11360	NS 11370	NS 11380	-
POLONYA	PHN 83123 1976	-	-	Zs 37017	Zs 40012	Zs 50007 55002	Zs 60003 65002	Zs 70002	Zs 80002	Zs 90002
PORTEKİZ	NP 175 1981	-	-	FGE 370 - 17	FGE 400 - 12	FGE 500 - 7	FGE 600 - 3	FGE700 - 2	FGE800 2	-
ROMANYA	STAS 6071 1982	-	-	FGN 370 - 17	FGN40012 450 5	FGN 500 - 7	FGN 600 - 2	FGN700 - 2	FGN 800 - 2	-
S S C B	GOST 7293 1985	Vch 35	-	Vch 40	Vch 45	Vch 50	Vch 60	Vch 70	Vch 80	Vch 100
TÜRKİYE	TS 526 1977	-	-	DDK 38	DDK 42	DDK 45 DDK 50	DDK 60	DDK 70	-	-
YUGOSLAVYA	Jus C. J2022 1974	-	-	NL 38	NL 42	NL 50	NL 60	NL 70	-	-

LAMEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERİN TİPİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM YERLERİ										
MALZEMENİN CİNSİ (DIN 1691)						GG-10	GG-15	GG-20	GG	
MALZEME NUMARASI (DI 17007)						0.6010	0.6015	0.6020	0.60	
TİPİK ÖZELLİKLER				G sterim	Birim					
1	MİKROYAPI					Feritik	Feritik+Perlitik	Perlitik+Feritik	Çoğunlukta Perlit	
2	ÇEKME DAYANIMI			Rm	N/mm ²	Min. 100	150 - 250	200 - 300	250 - 350	
3	SERTLİK	Et Kalınlığı (a)	2.5-5	HB 30		-	Max. 270	Max. 285	Max.	
			5-10			-	Max. 245	Max. 270	Max.	
			10-20			-	Max. 225	Max. 250	Max.	
			20-40			-	Max. 205	Max. 235	-	
			40-48			-	-	-	-	
4	EŞİLME-BÜKÜLME-MUKAVEMET _(b)			bB	N/mm ²		300	360	420	
5	BASMA DAYANIMI			dB	N/mm ²	500-600	550-700	600-830	700-850	
6	ELASTİK MODÜL			E ₀	kN/mm ²	75-100	80-105	90-115	105-120	
7	POISSON ORANI			μ		~ 0.30				
8	GENLEŞME KATSAYISI			η		0.258-0.273				
9	KIRILMA DİRENCİ			τ	N/mm ²	1.5 $\leftarrow$ Rm $\rightarrow$				
10	BURKULMA YORULMASI			bw	N/mm ²	(0.35 - 0.50).Rm				
11	ÇENTİK DARBE DİRENCİ _(c)			a_b	J/cm ³	20 $\leftarrow$				
12	ÖZGÜL AĞIRLIK			ρ	kg/dm ³	7.2 $\leftarrow$				
13	ISI İLETKENLİĞİ			λ	W/(m.K)	46-59				
14	DOĞRUSAL GENLEŞME			α	$\frac{10^{-6}}{m.K}$	9-11				
15	KİMYASAL BİLEŞİM _(d)				%	C	3.60-3.80	3.40-3.60	3.20-3.40	3.00-
						Si	2.40-2.60	2.30-2.50	2.10-2.30	1.85-
						Mn	0.50-0.80	0.50-0.80	0.50-0.80	0.40-
						S	0.12 Max.	0.12 Max.	0.12 Max.	0.12
						P	0.50 Max.	0.50 Max.	0.40 Max.	0.25
BAŞLICA KULLANIM YERLERİ										
(a) 30 mm işlenmiş silindirik test çubuğu çapı, uzunluğu 300 mm						- Muhtelif pik ağırlıklar - Süs eşyaları - Soba Parçaları - Yer altı boruları	- Pis su borular - Izgaralar - Baca kapama elemanlar - İngot kalıplar - GG 10 cinsinin kullanıldığı	- Hafif fren kampanalar - Makine parçaları - Tekerlekler - Pompalar - Karterler - Marangoz makine	- Debriyaj plâ - Motor bloklar - Gömlekler - Makine parç - Pompalar - Kompresör ç	
(b) İşlenmiş test çubuğu çapı 30 mm, uzunluğu 600 mm										
(c)										

25	GG-30	GG-35
025	0.6030	0.6035
Perlitik(Min.%90)	Tamamen Perlitik	İnce Perlitik
350	300 - 400	350 - 450
285	Max. 285	Max. 285
265	Max. 265	Max. 275
250	Max. 250	-
	-	-
	-	-
20	480	540
1000	820-1200	950-1400
120	110-140	125-145
	→ 1.1	
	→ 60	
	→ 7.35	
3.25	2.95-3.10	2.70-3.00
2.10	1.70-2.00	1.70-2.00
0.70	0.40-0.70	0.60-0.80
Max.	0.10 Max.	0.10 Max.
Max.	0.20 Max.	0.20 Max.
kalar - - aları parç. parçaları	- Dişliler - Miller - Gömlekler - Motor bloklar - Makine parçaları	- Soğuk ve sıcak çalışan kalıplar - Ağır yük dişlileri - Valfler - Basıncılı parçalar - Pompalar

Silindirik çentik test çubuğu çığı 20 mm (d) Ortak kesit kalınlığındaki parçalar için önerilen bileşimlerdir.	- Burçlar - Kazan ızgaraları	yerler ve daha fazla dayanıklılık gerektiren yerler	parçaları - Tezgah gövdeleri - Şanzuman kutular - Volantlar	- Ağır fren kam - Segmanlar - Karterler Petrol borular
--	--	--	---	--

panaları	- Silindir başlar - Manifoldlar - Toprak valfler	- Şahmerdanlar - Yataklar (iş mak.) - Özel fren kampanası - Dayanıklı çerçeveler
----------	--	--

LAMEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERİN TİPİK MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ									
ÖZELLİK	BİRİM	ÇEKME DAYANIMLARINA GÖRE TİPLER (Newton / mm ² cinsinden)							
		150	200	225	250	275	300	350	400
ÇEKME DAYANIMI (En az)	Newton / mm ²	150	200	225	250	275	300	350	400
AKMA DAYANIMI % 0.01	Newton / mm ²	42	56	63	70	77	84	98	112
AKMA DAYANIMI % 0.1	Newton / mm ²	98	130	146	163	179	195	228	260
KOPMADAKİ TOPLAM UZAMA	%	0.6-0.75	0.5-0.7	0.39-0.63	0.56	0.53	0.50	0.50	0.50
KOPMADAKİ ELASTİK UZAMA	%	0.15	0.17	0.18	0.20	0.21	0.22	0.25	0.28
SERTLİK	BHN	150-190	170-210	175-215	180-220	185-225	190-230	200-240	210-280
ELASTİK MODÜLÜ (Çekme ve basmada)	Newton / mm ² (1000x)	100	110	115	120	130	135	140	145
BASMA DAYANIMI	Newton mm ²	600	700	775	850	900	960	1080	1200
BASMADA ALMA DAYANIMI, %0.1	Newton mm ²	195	242	267	293	310	331	373	414
KESME DAYANIMI	Newton mm ²	173	220	260	300	325	350	400	455
YORGUNLUK SINIRI (Wöhler, çentiksiz)	Newton mm ²	68	85	100	115	125	135	149	152
DARBE DAYANIMI Çentiksiz 10x10 Kare	Joule	1	2	3	4	5	6	8	10
DARBE SÖNDÜRME ÖZELLİĞİ	%	32	30	29	28	27	25	22	20
TERMAL GENLEŞME KATSAYISI (-100 °C) (20 °C) (20 °C) (200 °C) (20 °C) (400 °C)	10-6/ °C	10	10	10	10	10	10	10	10
		11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
		12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5

○

TERMAL İLETKENLİK 100 °C 300 °C 500 °C	Watt / m- °C	52.5 50.5 48.5	51 49.2 47.2	50.1 48.1 46.1	48.5 46.8 44.8	48 46.1 44.2	47.4 45.4 43.4	45.7 43.7 41.7	44.0 42.0 40.0
YOĞUNLUK 20 °C	gr / cm³	7.05	7.1	7.15	7.2	7.25	7.25	7.3	7.3
MODELÇİ ÇEKME PAYI	%	0.6-10	0.8-1.2	0.8-1.2	0.8-1.2	0.9-1.3	0.9-1.3	1.0-1.4	1.1-1.4
PROBLEMSİZ İMAL EDİLEBİLECEK ET KALINLIĞI	mm	3	5	6	7	8	10	20	20
TİPİK MİKRO YAPI	-	Ferrit taribaten %25 Perrit %75 A ve C tipi grafit	Ferrit %10 Perlit %90 %90 A tipi grafit	Ferrit %10 Perlit %90 %90 A tipi grafit	Ferrit %5 Perlit %95 %90 A tipi grafit	Ferrit %5 Perlit %95 %90 A tipi grafit	Perlitik %90 A tipi grafit	Perlitik A-D-E tipi grafit	Perlitik A-D-E tipi grafit %5 kARBÜR
NOT : (9.81 / mm² - 9.81 Mpa - 1 kg mm², kuvvet birimi)									

LAMEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİR ULUSAL STANDART KARŞILAŞTIRMASI

ÜLKE	STANDART VE YAYIN YILI	ÇEKME DAYANIMLARINA GÖRE TİPLER (Newton / mm ² cinsinden)						
		150	200	225	250	275	300	350
ABD	ASTM A 48 1983	Class 20 B	Class 25 B	Class 30 B	Class 35 B	Class 40 B	Class 45B/50B	Class 55 B
ABD	ASTM A 159-70 SAE-J 433b	G1800	G2500	G 3000	G 3500	G 4000	G 4000	G 400
ABD	Federal QQ-1-653 A	G 2000	-	G 3000	G 3500	G 4000	G 4500	G 4000d
ALMANYA	DIN 1691 1985	GG 15	GG 20	-	G 25	-	GG 30	GG 35
AVUSTRALYA	AS 1830 1986	T 150	T 180	T 220	-	T 260	T 300	T 350
AVUSTRALYA	M 3191 1983	GG 150	GG 200	-	GG 250	-	GG 300	GG 350
BELÇİKA	NBN 830-01 1970	FGG 15	FGG 20	-	FGG 25	-	FGG 30	FGG 35
BULGARİSTAN	BDS 1799 1974	Vch 15	Vch 20	-	Vch 25	-	Vch 30	Vch 35
ÇİN	GB 976 1967	HT 15-33	HT 20-40	-	HT 25-47	-	HT 30-54	HT 35-61
DANİMARKA	DS 11301 1969	GG 15G	G 20	-	GG 25	-	GG 30	GG 35
FİNLANDİYA	SFS 4855 1982	GRS 150	GRS 200	-	GRS 250	-	GRS 300	GRS 350
FRANSA	NF A 32-101 1965	Fonte 15 D	Fonte 20 D	- 25 D	Fonte 30 D	- 35 D	Fonte 40 D	Fonte
HOLLANDA	NEN 6002 A 1966	GG 15	GG 20	-	GG 25	-	GG 30	GG 35
I.S.O.	R 185 1961	Gare 15	Grade 20	-	Grade 25	-	Grade 30	Grade 35
İNGİLTERE	BS 1452 1977	Grade 150	Grade 180	Grade 220	- 260	Grade 300	Grade 350	Grade 40

400
Class
60 B
-
-
-
T 400
-
FGG 40
HT 40-68
GG 40
-
Fonte
-
Grade 40
Grade

İSPANYA	UNE 36-111 1973	FG 15	FG 20	-	FG 25	-	FG 30	FG 35
İSVEÇ	MNC 705 E 1984	SSOI 15-00	SSOI 20-00	- 25-00	SSOI 30-00	- 35-00	SSOI	SSOI
İTALYA	UNE 5007 1969	G 15	G 20	-	G 25	-	G 30	G 35
JAPONYA	JIS G 5501 1976	FC 15	FC 20	-	FC 25	-	FC 30	FC 35
MACARİSTAN	MSZ 8280 1981	V 1500	V 200	-	V 250	-	V 300	V 350
NORVEÇ	NS 722 1963	SJG 15	SJG 20	-	SJG 25	-	SJG 30	SJG 35
POLONYA	PNH 93101 1986	ZI 150	ZI 200	-	ZI 2500	-	ZI 300	ZI 350
PORTEKİZ	NP 175 1981	FGL 150	FGL 180	FGL 220	-	FGL 260	FGL 300	FGL 350
ROMANYA	STAS 568 1982	FC 150	FC 200	-	FC 250	-	FC 300	FC 350
SSCB	GOST 1412 1985	SC 15	SC 20	-	SC 25	-	SC 30	SC 35
TÜRKİYE	TS 552 1976	DDL-15 (DDL-10)	DDL-20	-	DDL-25	-	DDL-30	DDL-35
YUGOSLAVYA	JusC.j 2020 1973	SL 15	SL 20	-	SL 25	-	SL 30	SL 35

-
-
-
-
-
SJG 40
ZI 400
FGL 400
FC 400
-
DDL-4
SL 40

DÖKME DEMİRLERİN TİPİK MEKANİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI							
AISI/SAE Simgesi	Kimyasal Bileşim, % ag.	İşlem Durumu	Mikroyapı	Akma Mukavemet İş Mpa	Çekme Mukavemeti, Mpa	Kopma Uzaması %	Tipik Uygulama Alanı
Gri Dökme Demirler							
Ferritik (G2500)	3.4 C. 2.2 Si, 0.7 Mn	Tavlanmış	Ferritik matriks	-	179	-	Küçük silindir blokları, silindir kafaları, debriyaj balataları
Perlitik (G3500)	3.4 C. 2.0 Si, 0.7 Mn	Döküm Hali	Perlitik matriks	-	252	-	Kamyon ve traktör silindri blokları, ağır dişli kutuları
Perlitik (G4000)	3.3 C. 2.2 Si, 0.7 Mn	Döküm Hali	Perlitik matriks	-	393	-	Dizel motor dökümleri
Temper Dökme Demirler							
Ferritik (G32510)	3.4 C. 1.2 Si, 0.4 Mn	Tavlanmış	Temper karbonu ve ferrit	224	345	10	İyi işlenebilirlik özelliğinden dolayı genel mühendislik hizmetleri
Perlitik (G45008)	2.4 C. 1.4 Si, 0.75 Mn	Tavlanmış	Temper karbonu ve ferrit	310	410	8	özel boyut toleranslarına sahip genel mühendislik elemanları
Martenslik (M7002)	2.4 C. 1.4 Si, 0.75 Mn	Su verilmiş ve temperlenmiş	Temperlenmiş martensit	438	621	2	Yüksek mukavemetli parçalar, bağlantı çubukları universal bağlantılar
Küresel Grafitli Dökme Demirler							
Ferritik (60-40-18)	3.5 C. 2.2 Si	Tavlanmış	Ferrit	276	414	18	Vana ve pompa gövdeleri gibi basınç elemanları
Perlitik	3.5 C. 2.2 Si	Döküm Hali	Ferritik - Perlitik	379	552	6	Krank mili, dişli ve hadde merdaneleri
Martensitik (120-90-02)	3.5 C, 2.2 Si	Martensitik	Su verilmiş ve temperlenmiş	621	828	2	Dişliler, hadde merdaneleri ve kızaklar