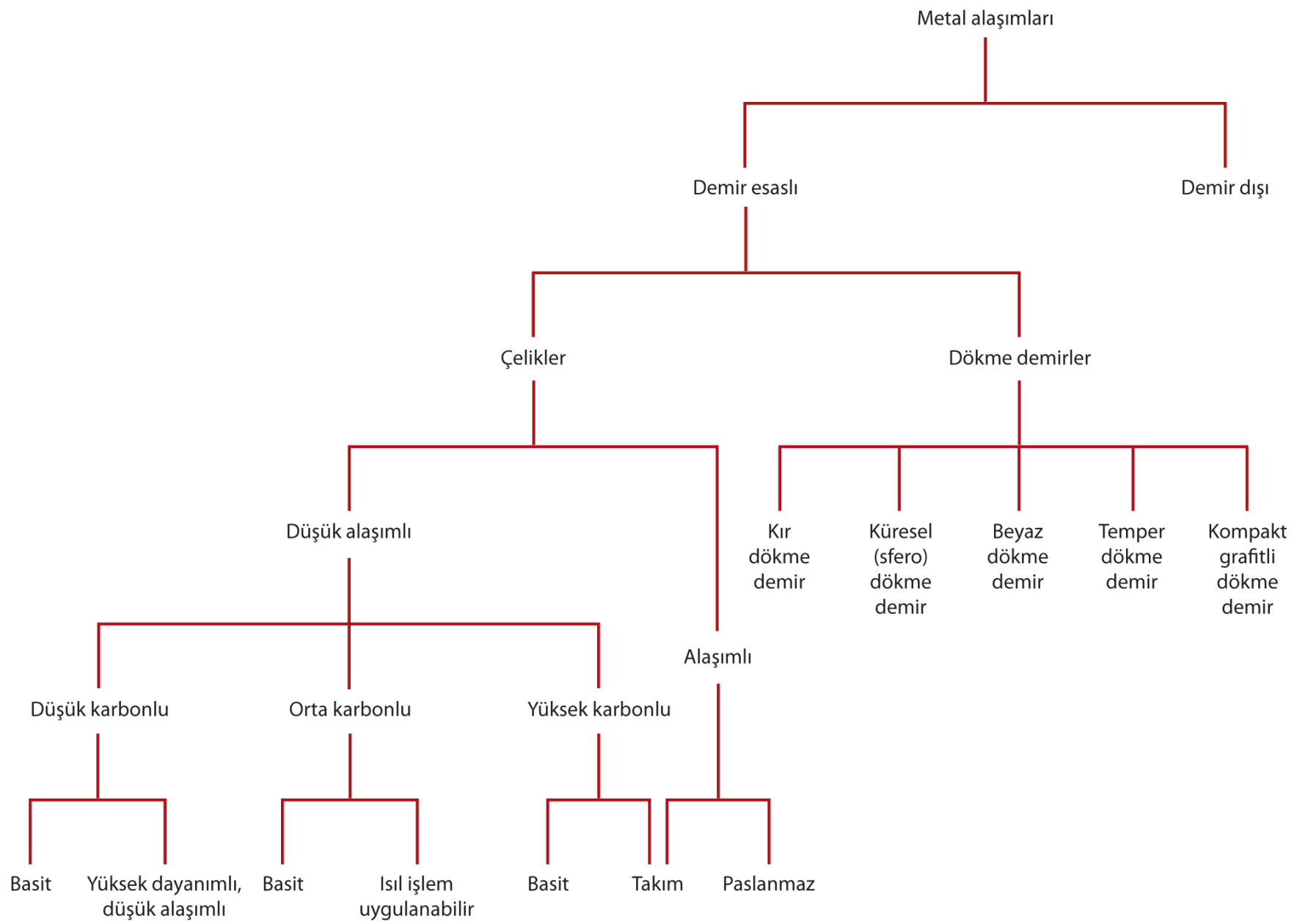




Metal Alaşım Türleri

11.2 DEMİR ESASLI ALAŐIMLAR

- **Demir esaslı alaşımlar**, demir elementinin ana element olarak yer aldığı ve diğer metal ve alaşımlardan daha fazla kullanılan malzeme gurubunu oluşturur. Bu alaşımlardan özellikle mühendislik yapılarını oluşturmada yararlanılır.



Şekil 11.1 Demir esaslı alaşımlara ait sınıflandırma

Çelikler

- Çok kullanılan bazı çeliklerin düşük karbonlu, orta karbonlu ve yüksek karbonlu çelikler olarak da alt gruplara ayrıldığı görülür. Aynı şekilde içerdikleri diğer alaşım elementleri miktarına bağlı olarak da bazı alt gruplandırmalar söz konusudur. Örneğin **basit (yalın) karbonlu çelikler**, sadece karbon ve az miktarda manganez içerirken **alaşımli çelikler**, özellikle belirli miktarlarda ilave edilmiş olan diğer alaşım elementlerini de içerirler.

Düşük-Karbonlu Çelikler

Tablo 11.1a Dört Basit Karbonlu Çelik ve Üç Yüksek Dayanımlı Düşük Alaşımli Çeliğe Ait Kimyasal Bileşim

<i>Kodu^a</i>		<i>Bileşim (ağ%)^b</i>		
<i>AISI/SAE veya ASTM Numarası</i>	<i>UNS Numarası</i>	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Diğer</i>
<i>Basit Düşük Karbonlu Çelikler</i>				
1010	G10100	0,10	0,45	
1020	G10200	0,20	0,45	
A36	K02600	0,29	1,00	0,20 Cu (min.)
A516 Grade 70	K02700	0,31	1,00	0,25 Si
<i>Yüksek Dayanımlı Düşük Alaşım Çelikler</i>				
A440	K12810	0,28	1,35	0,30 Si (maks.); 0,20 Cu (min.)
A633 Grade E	K12002	0,22	1,35	0,30 Si; 0,08 V; 0,02 N; 0,03 Nb
A656 Grade 1	K11804	0,18	1,60	0,60 Si; 0,1 V; 0,20 Al; 0,015 N

^a AISI, SAE, UNS ve ASTM Kodlama Sistemine ilişkin bilgi ilgili bölümlerde verilmiştir.

^b Aksi belirtilmedikçe en çok % 0,04 P, % 0,05 S ve % 0,30 Si içerir.

Kaynak: *Metals Handbook: Properties and Selection: Irons and Steels*, Vol. 1, 9th edition, B. Bardes (Editor), ASM 1978, p. 185 and 407.

Tablo 11.1b Sıcak Haddelenmiş Muhtelif Düşük Karbonlu Çelikler ile Yüksek Dayanımlı Düşük Alaşımli Çeliklere Ait Malzeme Özellikleri ve Kullanımlarına Ait Örnekler

<i>AISI/SAE veya ASTM Numarası</i>	<i>Çekme Dayanımı [MPa]</i>	<i>Dayanımı Akma [MPa]</i>	<i>50 mm Ölçü Boyunda % Uzama Cinsinden Süreklilik</i>	<i>Örnek Uygulamaları</i>
<i>Düşük Karbonlu Basit Çelikler</i>				
1010	325	180	28	Araç kaportaları, çivi ve tel
1020	380	205	25	Boru, yapı çelikleri ve saçları
A36	400	220	23	Yapı (köprü, bina) çelikleri
A516 Grade 70	485	260	21	Düşük sıcaklıkta çalışan basınçlı kaplar
<i>Yüksek Dayanımlı Düşük Alaşımli Çelikler</i>				
A440	435	290	21	Civatalı veya perçinli bağlantı kullanılan yapılar
A633 Grade E	520	380	23	Düşük sıcaklıklarda çalışan donanım
A656 Grade 1	655	552	15	Kamyon kasaları ve tren vagonları

- Düşük alaşımlı çeliklerin diğer bir grubu da, **yüksek dayanımlı düşük alaşımlı (YDDA) çeliklerdir**. Bu çelikler bileşimlerinde bakır, vanadyum, nikel ve molibden gibi diğer alaşım elementlerini, ağırlıkça toplam en çok % 1 mertebesinde bulundurur ve düşük karbonlu çeliklere oranla dayanımları daha yüksektir.

Orta-Karbonlu Çelikler

Tablo 11.2a AISI/SAE ve UNS (Metal ve Alaşımların Birleştirilmiş Kodlama Sistemi) Kodlama Sistemi ile Basit Karbonlu Çelikler ve Bazı Düşük Alaşımlı Çelikler İçin Kimyasal Bileşim Aralıkları

AISI/SAE Kodu ^a	UNS Kodu	Bileşim Aralığı (Karbona ek olarak bulunan alaşım elementlerin ağırlıkça yüzdesi) ^b			
		Ni	Cr	Mo	Diğer
10xx, Basit karbonlu	G10xx0				
11xx, Otomat	G11xx0				0,08–0,33S
12xx, Otomat	G12xx0				0,10–0,35S, 0,04–0,12P
13xx	G13xx0				1,60–1,90Mn
40xx	G40xx0			0,20–0,30	
41xx	G41xx0		0,80–1,10	0,15–0,25	
43xx	G43xx0	1,65–2,00	0,40–0,90	0,20–0,30	
46xx	G46xx0	0,70–2,00		0,15–0,30	
48xx	G48xx0	3,25–3,75		0,20–0,30	
51xx	G51xx0		0,70–1,10		
61xx	G61xx0		0,50–1,10		0,10–0,15V
86xx	G86xx0	0,40–0,70	0,40–0,60	0,15–0,25	
92xx	G92xx0				1,80–2,20Si

^a her çelik için “xx” ile gösterilen yerde ağırlıkça C yüzdesinin 100 ile çarpılmış değeri vardır.

^b 13xx çeliklerinin dışında Mn oranı ağırlıkça % 1’in altındadır.

12xx çeliklerinin dışında P oranı ağırlıkça % 0,035’in altındadır.

11xx ve 12xx çeliklerinin dışında S oranı ağırlıkça % 0,04’ün altındadır.

92xx çeliklerinin dışında Si oranı ağırlıkça % 0,15 - 0,35 arasında değişir.

Tablo 11.2b

Tablo 11.2b Yağda Su Verilmiş ve Temperlenmiş Bazı Karbon Çelikleri ile Düşük Alaşımli Çeliklerin Mekanik Özellikleri ve Tipik Kullanım Yerleri

<i>AISI Numarası</i>	<i>UNS Numarası</i>	<i>Çekme Dayanımı [MPa]</i>	<i>Akma Dayanımı [MPa]</i>	<i>50 mm Ölçü Boyunda % Uzama Cinsinden Süneklik</i>	<i>Örnek Uygulamaları</i>
<i>Basit Karbonlu Çelikler</i>					
1040	G10400	605–780	430–585	33–19	Krank milleri, civatalar
1080 ^a	G10800	800–1310	480–980	24–13	Keskiler, çekiçler
1095 ^a	G10950	760–1280	510–830	26–10	Bıçaklar, testere lamaları
<i>Düşük Alaşımli Çelikler</i>					
4063	G40630	786–2380	710–1770	24–4	Yaylar el aletleri
4340	G43400	980–1960	895–1570	21–11	Yataklar-uçak boruları
6150	G61500	815–2170	745–1860	22–7	Miller, pistonlar, dişliler

^a Yüksek karbonlu çelik olarak sınıflandırılır.

Yüksek-Karbonlu Çelikler

Tablo 11.3 Altı Takım Çeliğine Ait Gösterimler, Bileşimler ve Uygulama Örnekleri

AISI Numarası	UNS Numarası	Bileşim (ağ %) ^a						Örnek Uygulamaları
		C	Cr	Ni	Mo	W	V	
M1	T11301	0,85	3,75	0,30 maks.	8,70	1,75	1,20	Matkap uçları, testere lamaları, torna ve planya takımları
A2	T30102	1,00	5,15	0,30 maks.	1,15	—	0,35	Zımbalar, kabartma kalıpları
D2	T30402	1,50	12	0,30 maks.	0,95	—	1,10 maks.	Bıçaklar, derin çekme kalıpları
O1	T31501	0,95	0,50	0,30 maks.	—	0,50	0,30 maks.	Makas bıçakları, kesici takımları
S1	T41901	0,50	1,40	0,30 maks.	0,50 maks.	2,25	0,25	Boru kesme takımları, beton matkap uçları
W1	T72301	1,10	0,15 maks.	0,20 maks.	0,10 maks.	0,15 maks.	0,10 maks.	Demirci takımları, tahta işleme takımları

^a Bileşimin geri kalanı demirdir. Mn oranı çeliğe göre ağırlıkça % 0,10 - 1,40 aralığındadır.

Kaynak: ASM Handbook, Vol. 1, Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys, 1990. ASM izni ile basılmıştır.

Paslanmaz Çelikler

- **Paslanmaz çelikler** muhtelif ortamlarda, özellikle atmosfere açık koşullarda korozyona ve paslanmaya karşı direnç gösteren çelik grubunu oluşturur. Bu çeliklerde korozyon direncini sağlamaya yardımcı olan en önemli alaşım elementi krom olup paslanmaz çeliklerin kimyasal bileşimde en az ağırlıkça %11 oranında bulunması gerekir.

Tablo 11.4 Bazı Ostenitik, Ferritik ve Martenzitik Paslanmaz Çeliklerin Kodları, Kimyasal Bileşimleri, Mekanik Özellikleri ve Tipik Uygulama Örnekleri

AISI Numarası	UNS Numarası	Bileşim (ağ %) ^a	Durumu ^b	Mekanik Özellikler			Örnek Uygulamaları
				Çekme Dayanımı [MPa]	Akma Dayanımı [MPa]	50 mm ölçü boyu için % kopma uzaması cinsinden sünekliliği	
				<i>Ferritik</i>			
409	S40900	0,08 C, 11,0 Cr, 1,0 Mn, 0,50 Ni, 0,75 Ti	Tavlanmış	380	205	20	Araçların egzos parçaları, tarımsal ilaç tankları
446	S44600	0,20 C, 25 Cr, 1,5 Mn	Tavlanmış	515	275	20	Yüksek sıcaklık vanaları, cam kalıpları, yanma odaları
				<i>Ostenitik</i>			
304	S30400	0,08 C, 19 Cr, 9 Ni, 2,0 Mn	Tavlanmış	515	205	40	Kimyasal ve gıda işleme ekipmanları, düşük sıcaklık kapları

Devam ediyor...

Tablo 11.4 Bazı Ostenitik, Ferritik ve Martenzitik Paslanmaz Çeliklerin Kodları, Kimyasal Bileşimleri, Mekanik Özellikleri ve Tipik Uygulama Örnekleri

AISI Numarası	UNS Numarası	Bileşim (ağ %) ^a	Durumu ^b	Mekanik Özellikler			Örnek Uygulamaları
				Çekme Dayanımı [MPa]	Akma Dayanımı [MPa]	50 mm ölçü boyu için % kopma uzaması cinsinden sünekliği	
316L	S31603	0,03 C, 17 Cr, 12 Ni, 2,5 Mo, 2,0 Mn	Tavlanmış	485	170	40	Kaynaklı konstrüksiyonlar
				Martenzitik			
410	S41000	0,15 C, 12,5 Cr, 1,0 Mn	Tavlanmış SV & T	485 825	275 620	20 12	Tüfek namluları, jet motor parçaları
440A	S44002	0,70 C, 17 Cr, 0,75 Mo, 1,0 Mn	Tavlanmış SV & T	725 1790	415 1650	20 5	Çatal, bıçak, rulmanlar, tıbbi aletler
				Çökeltme Sertleşmesi Uygulanabilir			
17-7PH	S17700	0,09 C, 17 Cr, 7 Ni, 1,0 Al, 1,0 Mn	Çökeltme sertleştirilmiş	1450	1310	1–6	Yaylar, bıçaklar basınçlı kaplar

^a Kimyasal bileşimin geri kalanı demirdir.

^b SV & T çeliğin su verilip temperlenmiş olduğunu ifade eder.

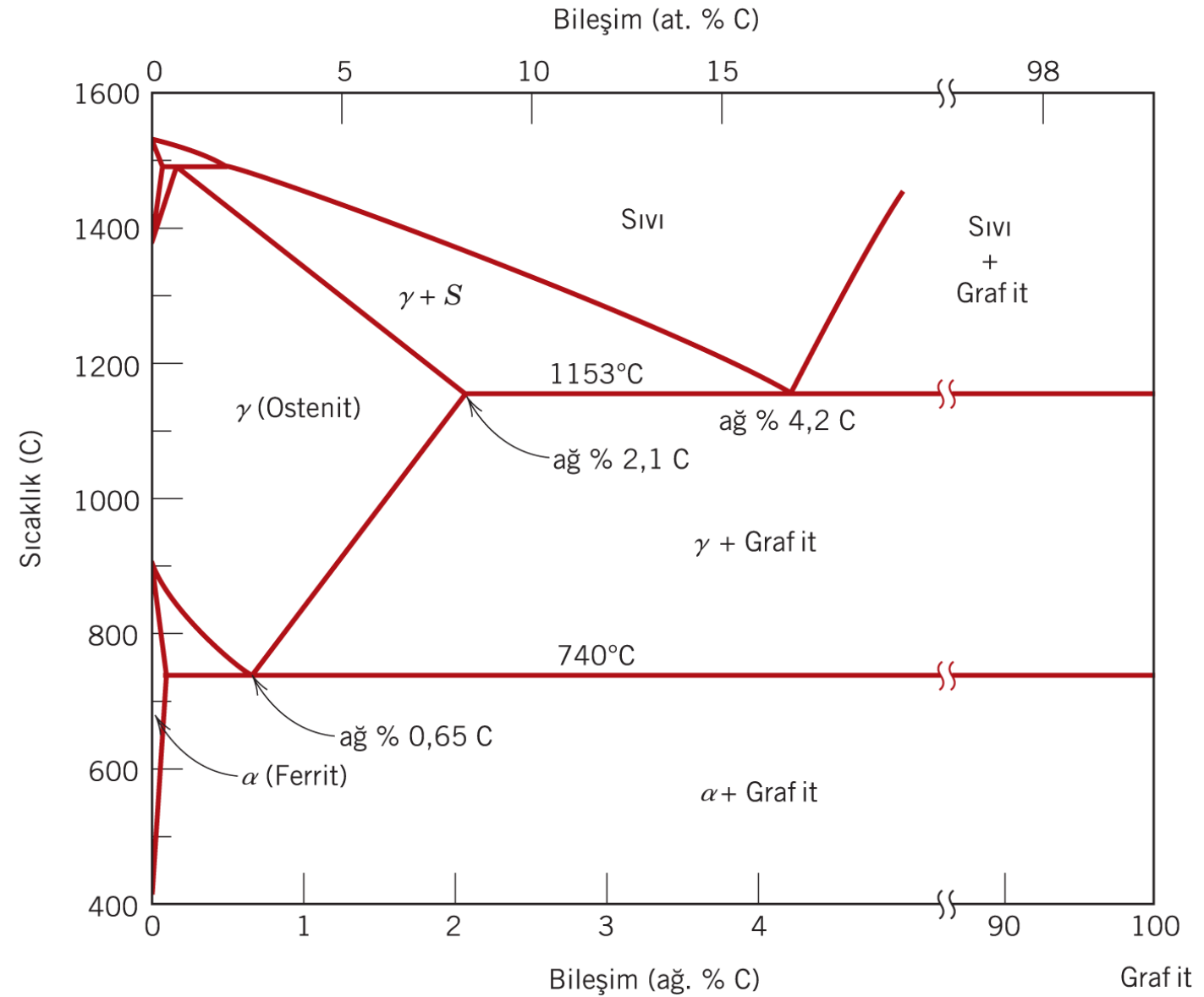
Dökme Demirler

- **Dökme demirler** karbon oranı ağırlıkça %2,14'ün üzerinde olan demir alaşımı sınıfı olarak tanımlansa da pratikte çoğu dökme demir türleri ağırlıkça % 3 ile 4,3 arasında karbonla birlikte diğer bazı alaşım elementlerini de içerir.

Sementitin, α -ferrit ve grafit oluşturmak üzere ayrışması



Şekil 11.2 Kararlı faz olarak sementit yerine grafit içeren gerçek denge durumundaki demir-karbon faz diyagramı (*Binary Alloy Phase Diagrams*, T.B.Massalski (Editor-in-Chief), 1990, ASM International, Metals Park, OH izni ile basılmıştır.)



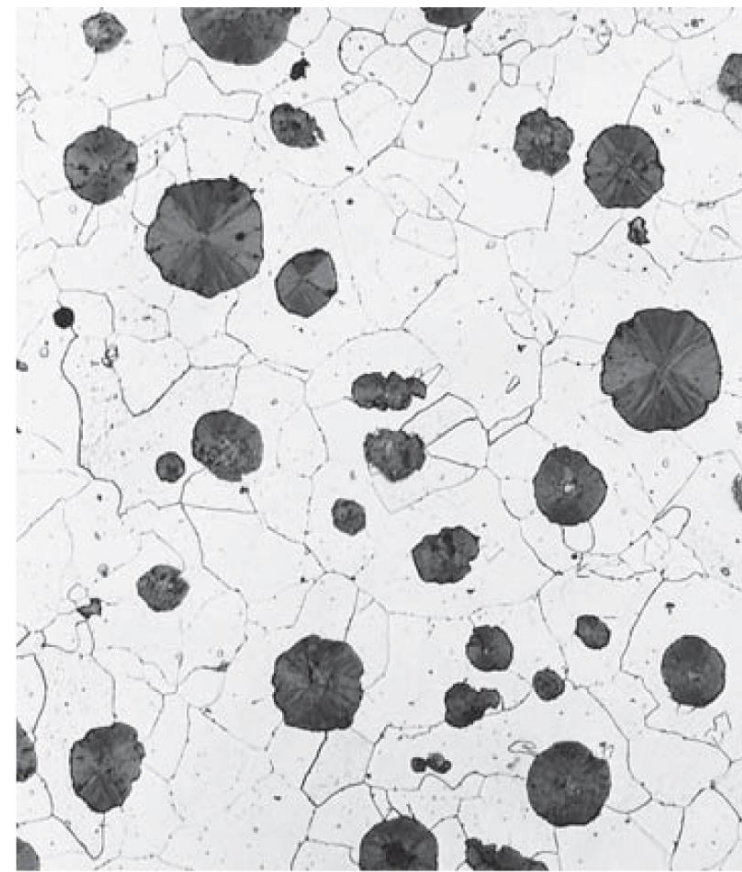
Kır (Gri) Dökme Demir

- **Kır dökme demir**lerin kimyasal bileşimlerdeki karbon oranı ağırlıkça % 2,5 ile % 4 ve silisyum oranı da % 1 ile % 3 arasında değişir. Bu tür dökme demirlerde grafit lameller kuru yaprak şeklinde ferrit veya perlit matris fazı içine gömülü halde bulunur. Ferritik bir matris içinde, lamelli grafit içeren kır dökme demire ait mikroyapı fotoğrafı [Şekil 11.3a](#)'da gösterilmiştir.



(a)

20 μm

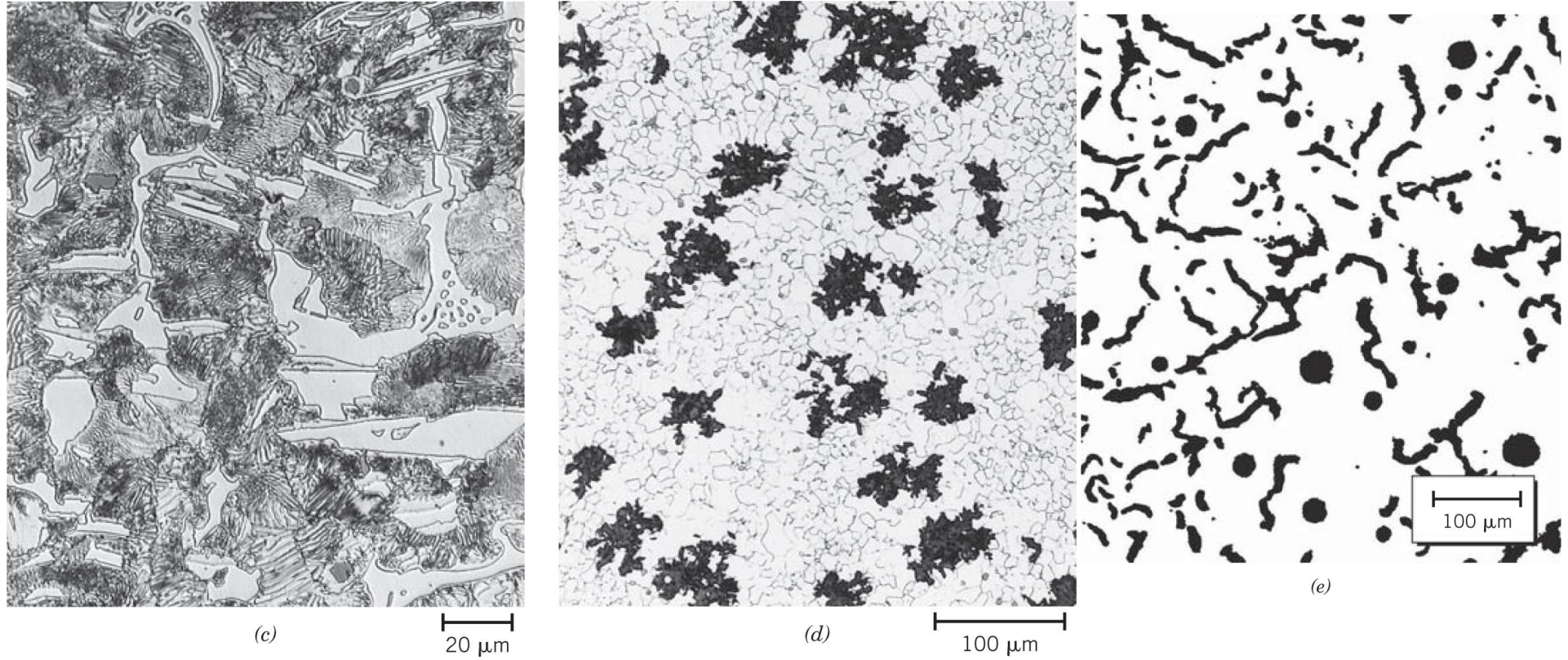


(b)

50 μm

Şekil 11.3 Optik mikroskopta elde edilen muhtelif dökme demir türlerine ait tipik mikroyapı fotoğrafları. (a) Kır (Gri) Dökme Demir: Koyu renkli grafit lamelleri ferrit (α) matris içine gömülmüş halde, $\times 500$. (b) Küresel (Sfero) Dökme Demir: Koyu renkli küresel görünümdeki grafitler ferrit matris tarafından çevrelenmiş durumda, $\times 200$. (c) Beyaz Dökme Demir: Açık renkli sementit bölgeleri daha koyu görünen perlit bölgeleri tarafından çevrelenmiş, $\times 400$. (d) Temper Dökme Demir: Patlamış mısırı andıran koyu renkli temper grafitleri (temper karbon) açık renkli ferrit matris içine yerleşmiş durumda, $\times 150$. (e) Kompakt Grafitli Dökme Demir: Koyu renkli kurtçuk şeklindeki grafit parçaları ferrit matris içine gömülmüş durumda, $\times 100$.

[Şekil 11.3cde](#)



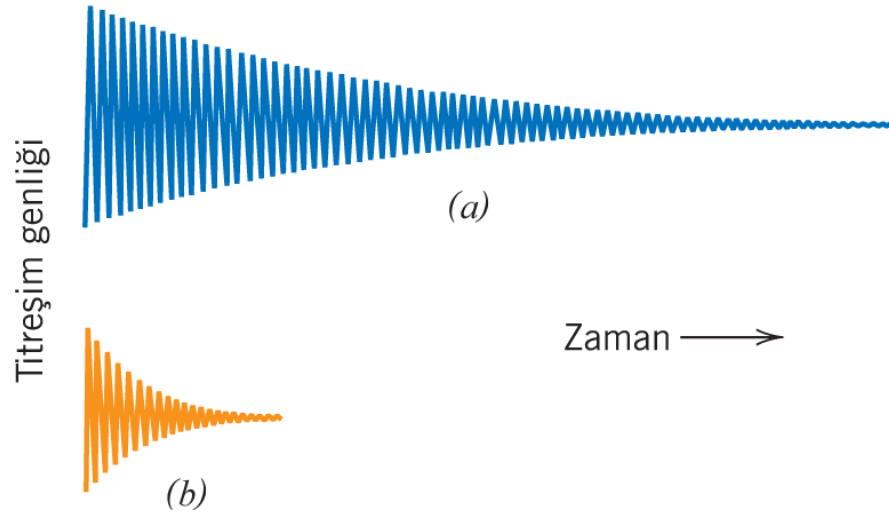
Şekil 11.3 Optik mikroskopta elde edilen muhtelif dökme demir türlerine ait tipik mikroyapı fotoğrafları. (a) Kır (Gri) Dökme Demir: Koyu renkli grafit lamelleri ferrit (α) matris içine gömülmüş halde, $\times 500$. (b) Küresel (Sfero) Dökme Demir: Koyu renkli küresel görünümdeki grafitler ferrit matris tarafından çevrelenmiş durumda, $\times 200$. (c) Beyaz Dökme Demir: Açık renkli sementit bölgeleri daha koyu görünen perlit bölgeleri tarafından çevrelenmiş, $\times 400$. (d) Temper Dökme Demir: Patlamış mısırı andıran koyu renkli temper grafitleri (temper karbon) açık renkli ferrit matris içine yerleşmiş durumda, $\times 150$. (e) Kompakt Grafitli Dökme Demir: Koyu renkli kurtçuk şeklindeki grafit parçaları ferrit matris içine gömülmüş durumda, $\times 100$.

Tablo 11.5 Muhtelif Kır, Küresel, Temper ve Kompakt Grafitli Dökme Demirlere Ait Gösterim Kodları, Sahip Oldukları Mekanik Özelliklerin Alt Sınırları, Yaklaşık Kimyasal Bileşimleri ve Tipik Kullanım Örnekleri

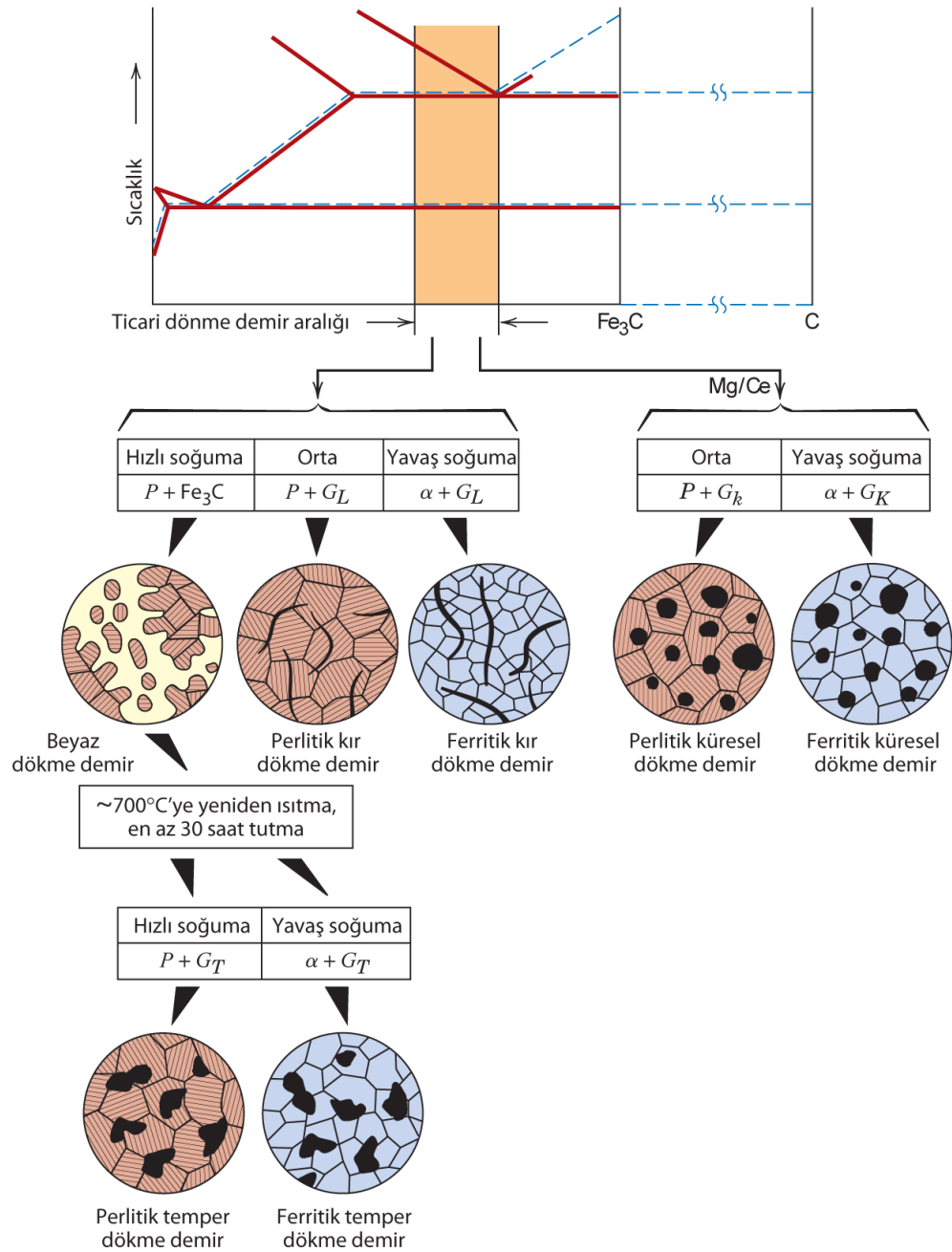
Sınıfı	UNS Numarası	Bileşim (ağ %) ^a	Matris Yapısı	Mekanik Özellikler			Örnek Uygulamaları
				Çekme Dayanımı [MPa]	Akma Dayanımı [MPa]	50 mm ölçü boyu için % kopma uzaması cinsinden sürekliliği	
Kır Dökme Demir							
SAE G1800	F10004	3,40–3,7 C, 2,55 Si, 0,7 Mn	Ferrit + Perlit	124	—	—	Dayanımın önemli olmadığı muhtelif nispeten yumuşak demir döküm parçalar
SAE G2500	F10005	3,2–3,5 C, 2,20 Si, 0,8 Mn	Ferrit + Perlit	173	—	—	Küçük silindir blokları debriyaj, balataları, transmisyon kutuları
SAE G4000	F10008	3,0–3,3 C, 2,0 Si, 0,8 Mn	Perlit	276	—	—	Dizel motor blokları, motor gömlekleri ve pistonları
Küresel (Sfero) Dökme Demir							
ASTM A536							
60–40–18	F32800	3,5–3,8 C, 2,0–2,8 Si, 0,05 Mg, <0,20 Ni, <0,10 Mo	Ferrit	414	276	18	Yüksek basınç taşıyan vana ve pompa gövdeleri Yüksek dayanımlı dişliler ve makine parçaları Pinyon dişlileri, merdaneler, makaralar, kızaklar
100–70–03	F34800		Perlit	689	483	3	
120–90–02	F36200		Temperlenmiş martenzit	827	621	2	
Temper Dökme Demir							
32510	F22200	2,3–2,7 C, 1,0–1,75 Si, <0,55 Mn	Ferrit	345	224	10	Normal ve yüksek sıcaklıklar için genel mühendislik uygulamaları
45006	F23131	2,4–2,7 C, 1,25–1,55 Si, <0,55 Mn	Ferrit + Perlit	448	310	6	
Kompakt Grafitli Dökme Demir							
ASTM A842							
Sınıfı 250	—	3,1–4,0 C, 1,7–3,0 Si, 0,015–0,035 Mg, 0,06–0,13 Ti	Ferrit	250	175	3	Dizel motor gövdeleri, egzoz boruları, hızlı tren diskleri
Sınıfı 450	—		Perlit	450	315	1	

^aBileşimin geri kalanı demirdir.

Kaynak: ASM Handbook, Vol. 1, Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys, 1990. ASM International izni ile basılmıştır.



Şekil 11.4 (a) Çelik (b) kır dökme demirin titreşim sönümleme kapasitesinin göreceli olarak karşılaştırılması. (*Metals Engineering Quarterly*, February 1961, American Society for Metals (ASM) izni ile basılmıştır.)



Şekil 11.5

Demir-karbon faz diyagramında ticari dökme demirlere ait kimyasal bileşim aralığı ile değişik ısıl işlemler sonrasında elde edilen iç yapıların şematik olarak gösterilişi. G_L : Lamel Grafit, G_T : Temper Grafit, G_K : Küresel Grafit, P : Perlit, α : Ferrit. (*The Structures and Properties of Materials Vol. 1, Structure, W. G. Moffatt, G. W. Pearshall and J. Wulff, p. 195, 1964 John Wiley & Sons Firmasının izni ile basılmıştır.*)