

1. Çeliklerin Sınıflandırılması

Çelikler kullanım yerlerine veya özelliklerine göre çeşitli şekilde sınıflandırılır. Bu sınıflandırmalar aşağıda verilmiştir.

1. Kompozisyona göre
2. Üretim metotlarına göre
3. Piyasaya arz edildikleri kesit şekillerine göre
4. Kalite niteliği belirleme durumuna göre
5. Kullanım yerlerine göre

A) Kompozisyonlarına Göre Sınıflandırma

1. Karbonlu çelikler;
 - Düşük karbonlu ($C < \%0.25$)
 - Orta karbonlu ($\%0.25 < C < \%0.55$)
 - Yüksek karbonlu ($\%0.55 < C$)
2. Alaşımli çelikler;
 - Düşük alaşımli (Alaşım elementi oranları toplamı $< \%5$)
 - Yüksek alaşımli (Alaşım elementi oranları toplamı $> \%5$)
3. İhtiva ettikleri (İçerdikleri) alaşım elementine göre;
 - Manganlı çelikler
 - Krom nikelli çelikler
 - Paslanmaz çelikler

B) Üretim Metotlarına Göre Sınıflandırma

1. Sıcak haddelenmiş çelikler
2. Soğuk haddelenmiş/Çekilmiş çelikler
3. Üretim esnasında kullanılan yöntemine göre
 - Siemens-Martin çeliği
 - Oksijen konverter çeliği
 - Pota çeliği
4. Oksijen giderme yöntemine göre
 - Kaynar çelik
 - Durgun çelik
 - Yarı durgun çelik

C) Piyasaya Arz Edildikleri Kesit Şekillerine Göre Sınıflandırma

1. Yuvarlak çubuk
2. Altı köşe çubuk
3. Plaka
4. Sac
5. Profil

D) Çeliklerin Kalite Niteliği Belirleme Durumuna Göre Sınıflandırma

1. Sıcak haddelenmiş karbonlu çelik çubuklar
 - Ticari kalitede
 - Özel kalitede; dar toleranslarda sertleşebilen metalik olmayan kalıntılardan arındırılmış
 - Soğuk ekstrüzyon kalitesinde
 - 4.1.d) Dövme kalitesinde
2. Karbon çeliği levhalar
 - Standart kalitede
 - Soğuk çekme kalitesinde
 - Dövme kalitesinde
 - Basınçlı kap imaline uygun kalitede
 - Gemi sacı kalitesinde
3. Sıcak hadde sacı/Soğuk hadde sacı
 - Ticari kalitede
 - Derin çekme kalitesinde
 - Özel durgun çelikten üretilmiş derin çekme kalitesinde
4. Alaşımlı çelik plakalar
 - Genel yapı çeliği kalitesinde
 - Çekme kalitesinde
 - Basınçlı kap imaline uygun kalitede
5. Sıcak haddelenmiş çelik çubuklar
 - Standart kalitede
 - Aks mili kalitesinde
 - Rulman yapımına uygun kalitede
 - Dövme kalitesinde
 - Silah namlusuna uygun kalitede

E) Çeliklerin Kullanım Yerlerine Göre Sınıflandırma

1. Kalitesiz yumuşak çelikler
2. Kolay kaynak çelikleri
3. Yapı çelikleri
4. İmalat çelikleri
5. Islah çelikleri
6. Transmisyon çelikleri
7. Paslanmaz çelikler
8. Takım çelikleri
9. Kullanım yerine göre diğer çelikler

1.1. Çeliklerde Alaşım Elementlerinin Özelliklere Etkisi

- 1) Dayanım artırır.
- 2) Sertliği yükseltir
- 3) Sertleştirilmeyi kolaylaştırır
- 4) Korozyon dayanımını yükseltir
- 5) Mıknatıslanma özelliğini geliştirir.
- 6) Yüksek sıcaklıklara dayanımı artırır
- 7) Elektrik direncini yükseltir
- 8) Isı etkisi altında genleşmeyi ayarlar

Alaşım Elementlerinin Çeliğe Etkileri

1) Karbon Elementinin Etkisi

Çelikte sertleştirici etkisi olan başlıca elementtir. Sertlik ve çekme dayanımını artırır. Ancak dövme ve kaynak edilebilme özelliklerini olumsuz yönde etkiler.

2) Krom Elementinin Etkisi

Çeliğin korozyona direncini, sertleşme özelliğini ve aşınma direncini artırır. Yüksek sıcaklıklarda dayanımı sağlar. Çelikte % 1 krom artışına karşılık çekme dayanımında 8-10 kg/mm²'lik bir artış görülür.

3) Nikel Elementinin Etkisi

Çeliğin sünekliğini azaltmadan dayanımını artırır. Nikel özellikle düşük sıcaklıklarda yapı çeliklerinin çentik darbe dayanımını artırır.

4) Mangan Elementinin Etkisi

Çeliğin dayanımını geliştirir. Esnekliğini az miktarda azaltır. Dövme ve kaynak edilebilme özelliğini artırır. Manganın sertlik ve dayanım arttıran özelliği karbon miktarına bağlıdır. Ayrıca su verme derinliğini artırır.

5) Silisyum Elementinin Etkisi

Çelik yapımında önemli bir oksijen giderici olarak kullanılır. Çok düşük alaşımlı karbon çeliğine ilave edildiği zaman yüksek manyetik kabiliyeti olan gevrek malzeme elde edilir. Silisyumun mangan, krom ve vanadyum gibi diğer alaşım elementleriyle birlikte kullanılmasının nedeni çeliğin yapısındaki karbürleri stabilize etmektir.

6) Molibden Elementinin Etkisi

Molibden tek başına çok az çelikte kullanılmasına rağmen nikel, krom veya her ikisi ile birlikte çok yaygın olarak kullanılır. Çeliğin çekme dayanımını ısıya karşı dayanımını ve kaynak edilebilme özelliğini artırır. Yüksek miktarda molibden çeliğin dövülmesini güçleştirir. Molibden karbonla birleştiğinde kuvvetli karbür meydana getirdiğinden takım çeliklerinde kullanılır.

7) Vanadyum Elementinin Etkisi

Vanadyum çeliğe çok geniş sertleşme imkanı verir. Çeliğin yüksek sıcaklıklara dayanımını artırır. Vanadyumlu çeliklerin temperleme ile yuusatılması çok zordur. Bu nedenle takım çeliklerinde çok yaygın olarak kullanılır.

8) Tungsten (Wolfram) Elementinin Etkisi

Takım çeliklerinde yaygın olarak kullanılır. Çeliğin sertlik ve tokluğunu artırır.

9) Kobalt Elementinin Etkisi

Yüksek sıcaklıklarda tane büyümesini önler. Isıya dayanıklılığı ve aşınma direncini artırır. Çoğunlukla takım çeliklerinde kullanılır.

10) Kükürt Elementinin Etkisi

Otomat çelikleri hariç hiçbir çelikte bulunması istenmez. Çeliği kırılgan yapar. Mangan katılarak etkisi en aza indirilir.

11) Alüminyum Elementinin Etkisi

Çeliğin ısıtılma işlem ve sıcak şekillendirme esnasında tane büyüklüğünü kontrol etmek için kullanılır. Alüminyum yaşlanma direncini arttırdığından derin çekme saclarında bir miktar kullanılır.

12) Fosfor Elementinin Etkisi

Kükürt gibi çeliği kırılgan yapar. Otomat çelikleri hariç diğer çeliklerde en az düzeyde olması istenir.

13) Oksijen Elementinin Etkisi

Kaynar çelik türlerinde daha çok bulunur ve oluşturduğu oksit kalıntılarla tehlike yaratır.

14) Bakır Elementinin Etkisi

Çeliğin akma ve çekme dayanımını artırır. Ancak elastikiyetini azaltır. Çeliğin kaynak edilme özelliğini etkilemez. Çeliğin korozyon direncini arttırmak için kullanılır. Çelikteki bakır miktarı %0,2 - %0,5 arasındadır.

15) Azot Elementinin Etkisi

Çeliğin dayanımını ve sertliğini artırır. Talaşlı işlemini kolaylaştırır. Ancak çeliği kırılgan yapar. Alüminyumla birlikte kullanıldığında nitrat oluşturur. Dayanım ve tokluk iyileşir.

16) Hidrojen Elementinin Etkisi

Çelikte bulunması hiç arzu edilmeyen bir elementtir. Çeliğe kullanılan hurdadan, katkı maddelerinden veya havadaki nemden girer. Çeliğin yorulma direncini azaltır.

ALAŞIM ELEMENTLERİNİN ÇELİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ															
ALAŞIM	SERTLİK	DAYANIM	AKMA NOKTASI	UZAMA	KESİT DARALMASI	DARBE DİRENCİ	ELASTİKİYE	YÜKSEK SICAKLIĞA DAYANIM	SÖĞÜTME HIZI	KARBÜR OLUŞUMU	AŞINMA DİRENCİ	DÖVÜLEBİLİRLİK	İŞLENEBİLİRLİK	OKSİTLENME	KOROZYON DİRENCİ
Si	↑	↑	↑↑	↓	~	↓	↑↑↑	↑	↓	↓	↓↓↓	↓	↓	↓	-
Mn*	↑	↑	↑	~	~	~	↑	~	↓	~	↓↓	↑	↓	~	-
Mn**	↓↓↓	↑	↓	↑↑↑	~	-	-	-	↓↓	-	-	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	-
Cr	↑↑	↑↑	↑↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓↓↓	↑↑	↑	↓	-	↓↓↓	↑↑↑
Ni*	↑	↑	↑	~	~	~	-	↑	↓↓	-	↓↓	↓	↓	↓	-
Ni**	↓↓	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	-	↑↑↑	↓↓	-	-	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	↑↑
Al	-	-	-	-	↓	↓	-	-	-	-	-	↓↓↓	-	↓↓↓	-
W	↑	↑	↑	↓	↓	~	-	↑↑↑	↓↓	↑↑	↑↑↑	↓↓	↓↓	↓↓	-
V	↑	↑	↑	~	~	↑	↑	↑↑	↓↓	↑↑↑	↑↑	↑	-	↓	↑
Co	↑	↑	↑	↓	↓	↓	-	↑↑	↑↑	-	↑↑↑	↓	~	↓	-
Mo	↑	↑	↑	↓	↓	↑	-	↑↑	↓↓	↑↑↑	↑↑	↓	↓	↑↑	-
S	-	-	-	↓	↓	↓	-	-	-	-	-	↓↓↓	↑↑↑	-	↓
P	↑	↑	↑	↓	↓	↓↓↓	-	-	-	-	-	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	↑↑
* Perlitik çeliklerde ↑ Arttırır ↓ Azaltır ~ Değiştirmez - Önemli yada bilinmiyor ** Östenitik çeliklerde															

Şekil 1. Alaşım elementlerinin çeliğe etkisi

Element	Alt Sınır (% Ağırlık)	Element	Alt Sınır (% Ağırlık)	Element	Alt Sınır (% Ağırlık)
Alüminyum	0.10	Mangan	1.60	Vanadyum	0.10
Bakır	0.40	Molibden	0.08	Volfram	0.10
Bor	0.0008	Nikel	0.30	Zirkonyum	0.05
Bismut	0.10	Niobyum	0.05	Diğerleri (Karbon, fosfor, kükürt, azot ve oksijen dışında)	0.05
Kobalt	0.10	Selenyum	0.10		
Krom	0.30	Silisyum	0.50		
Kurşun	0.40	Tellür	0.10		
Lantanitler	0.05	Titanyum	0.05		

Şekil 2. Çeliklerin alaşımlı sayılabilmesi için içerecekleri alaşım miktarının alt sınırı (EURO NORM 20-74)

1.2. Çelik Norm ve Simgeleri

Günümüzde kullanılan çelik türünün 2000 civarında olduğu tahmin edilir. Doğru malzeme seçimi yapılabilmesi için bir takım çelik normları ve simgeleri geliştirilmiştir. Simgelerle çeliğin;

- Dayanımı
- Kimyasal bileşimi
- Üretim yöntemi

- İç yapı durumu
- Piyasaya arz ediliş biçimi gibi özelliklerin biri veya birkaçı kodlandırılmıştır.

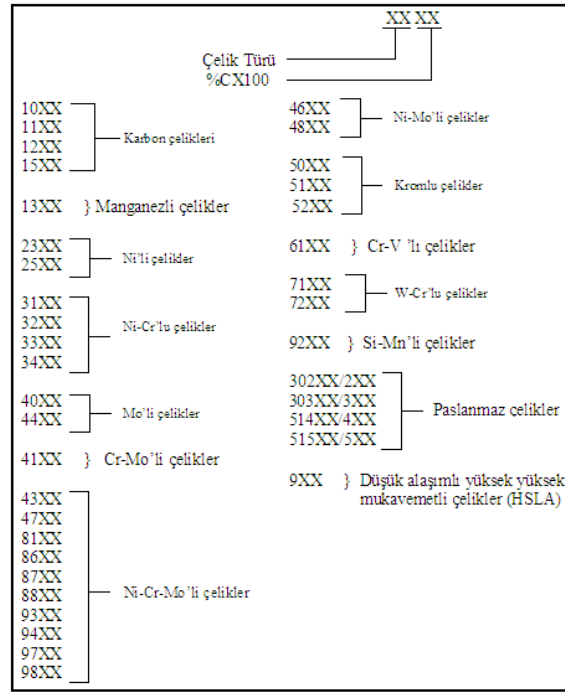
Çelik Konusunda Önemli Standartlar

Tablo 1. Çelik standartları

Kısaltma	Açılımı
AISI	Amerikan Demir Ve Çelik Enstitüsü
SAE	Otomotiv Mühendisleri Birliği
ASTM	Amerikan Malzeme Test Birliği Standartları
AFNOR	Fransız Standartları Enstitüsü
JIS	Japonya Standartları
BS	İngiliz Standartları
ISO	Uluslararası Standartlar Organizasyonu
EURONORM	Avrupa Standartları
DIN	Alman Standartları Enstitüsü
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
GOST	Rusya Standartları Enstitüsü

1.2.1. SAE ve AISI Çelik Norm ve Simgeleri

Çeliklerin numaralandırılmasının ihtiyaç olduğu tespiti ve sistem adaptasyonu ilk kez otomotiv mühendisleri birliği (SAE) tarafından yapıldı. Daha sonra Amerika demir çelik enstitüsü (AISI) benzer bir sistem adapte edildi. 1975 yılında SAE metal ve alaşımlar için birim numaralandırma sistemini (UNS) yayınladı. UNS malzemeyi tanımlamak için harf kullanılır. Örneğin C ve alaşım çelikleri için G, alüminyum alaşımları için A, bakır alaşımları için C, paslanmaz veya korozyona dayanıklı malzemeler için S, çinko ve çinko alaşımları için 2 ön ekleri kullanılır. SAE ve AISI dört harf kullanır. İlk 2 rakam çeliğin ait olduğu alaşım grubunu (XXXX) son iki rakam (XXXX) karbon miktarını % olarak verir.



Tablo 2. SAE ve AISI çelik norm ve simgeleri

Simge	Anlamı	Örnek
WX	Suda sertleşebilen takım çelikleri	W1, W3
PX	Kalıp çelikleri	P1, P2, P20
OX	Yağda sertleşebilen soğuk iş takım çelikleri	O1, O3
AX	Havada sertleşebilen soğuk iş takım çelikleri	A2, A4
DX	Yüksek karbon ve kromlu soğuk iş takım çelikleri	D2, D3
TX	Tungstenli yüksek hız çelikleri	T2, T4
MX	Molibden içeren yüksek hız çelikleri	M7, M44
H1X	Molibden içeren yüksek hız çelikleri	H12, H19
H2X	Kromlu sıcak iş takım çelikleri	H21, H26
H4X	Tungstenli sıcak iş takım çelikleri	H41, H46
SX	Molibdenli sıcak iş takım çelikleri	S2, S4
LX	Düşük alaşımlı özel amaçlı takım çelikleri	L2, L6
FX	Diğer özel amaçlı takım çelikleri	F1, F2

1.2.2. DIN Çelik ve Normları

- 1) Çekme Dayanımını Göre
- 2) Çeliğin Kimyasal Analizine Göre
- 3) Malzeme Numaralarına Göre

1) Çekme Dayanımına Göre

Sanayileşmenin başladığı yıllarda çelik kelimesinin almanca karşılığının kısaltması çelik simgesi olarak kullanılmaya başlanmıştır, Çelik, Almanca **Stahl** (St). St halen alaşımsız genel yapı çeliklerini tanımlamada kullanılır. St den sonra çeliğin çekme dayanımı (kg/mm^2) yazılır. Çeliğin üretim metoduna göre aşağıdaki harfler çeliğin simgesine ilave edilir.

M: Siemens martin ocağında üretilen çelik,

E: Elektrik ark ocaklarında üretilen çelik,

U: Kaynar çelik

R: Durgun çelik

Örnek: ER St 42; elektrik ark ocaklarında elde edilen, çekme dayanımı 42 kg/mm^2 olan durgun çelik

Örnek: St33; En az 33 Kg/mm^2 'lik çekme dayanımına sahip olan çeliği tanımlar. Aynı çelik TS 2162 de Fe33 olarak gösterilir. Euro norm (EN)'da ise çekme dayanımı yerine N/mm^2 olarak akma dayanımı sınırı verilmektedir. Örneğin yukarıdaki çelik Fe 310-0 olarak gösterilmektedir.

1.3. Çeliğin Kimyasal Analizine Göre Sınıflandırılması

a) Karbon Çelikleri

'C' ön harfi ile tanımlanır. Sonraki sayılar, ortalama yüzde karbon miktarının yüz katını gösterir (%CX100). Karbon çeliklerinde doğal olarak bulunan katkı elementlerinin kabul edilebilir % maksimum miktarları aşağıda verilmiştir.

	KULLANIM ALANLARI	Fosfor (P) maks.	Kükürt (S) maks.
C	Genel amaçlı kaliteli karbon çelikleri	0,060	0,060
Ck	Genel amaçlı vasıflı karbon çelikleri düşük P ve S lü	0,035	0,035
Cm	Kükürt miktarı belli sınırlar içinde olan ıslah edilebilir karbon çelikleri	0,035	0,035
Cq	Soğuk şekillendirilebilir karbon çelikleri	0,035	0,035
Cf	Alevle ve endüksiyonla yüzeyi sertleştirilebilir karbon çelikleri	0,025	0,035

Örnek: C45; En fazla %0,60 P ve S ihtiva eden ve ortalama C miktarı %0,45 olan genel amaçlı karbon çeliğidir.

Örnek: Cq35; En fazla %0,035 P ve S ihtiva eden ve C miktarı %0,35 olan soğuk şekillendirilebilir karbon çeliğidir.

EN standartlarında ise bu özellikleri belirlemek için kullanılan harfler rakamlardan sonraya alınmış ve harflerin anlamları değişmiştir:

Simge	Açıklaması	Örnek
E	Kükürt oranı $S \leq \%0,035$ olan soy çelik	C45E
R	Kükürt oranı alttan da sınırlandırılmış ($S \leq \%0,020-0,04$) soy çelik	C45R
G	Alevle ve indüksiyon ile sertleştirmeye uygun soy çelik	C45G
C	Soğuk şekillendirmeye uygun kalite çeliği veya soy çelik	C22C
D	Tel çekmeye uygun kalite çeliği veya soy çelik	C20D
S	Yay yapımına uygun soy çelik	C62S
W	Kaynak teli olarak ön görülmüş kaliteli veya soy çeliği	C10W

b) Düşük (Az) Alaşımlı Çelikler

Alaşım elementlerinin ağırlık olarak toplam miktarı $\leq$ %5 olan çeliklerdir. Bu çeliklerin kısa işaretiindeki ilk rakam ortalama %CX100'dür. Sonra alaşım elementlerinin sırasıyla sembolleri ve miktarları verilir. Alaşım elementlerinin miktarları belli bir katsayıyla çarpılarak yazılır. Bunlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

ALAŞIM ELEMENTLERİ	ALAŞIM İÇİN KULLANILAN ÇARPAN
Krom (Cr), Kobalt (Co), Manganez (Mn), Nikel (Ni), Silisyum (Si), Wolfram (W)	4
Alüminyum (Al), Bakır (Cu), Niyobyum (Nb), Kurşun (Pb) Titanyum (Ti), Zirkonyum (Zr), Molibden (Mo), Tantalyum (Ta), Vanadyum (V)	10
Karbon (C), Kükürt (S), Fosfor (P), Azot (N)	100
Bor (B)	1000

Örnek: 34 Cr 4 : ort. %0,34 C, %1 Cr içeren çelik

Örnek: 9 S 20 : ort. %0,09 C, % 0,2 S içeren çelik

Örnek: 14 Ni Cr 18 4: ort. %0.14 C, %4.5 Ni, %1 Cr içeren çelik

c) Yüksek Alaşımlı Çelikler

Alaşım elementlerinin ağırlık olarak toplam miktarları %5 den fazla olan çelikler. Yüksek alaşımı belirtmek için tüm ifadenin başına 'X' işareti konulmuştur. Sonraki sayı %CX100'dür. Sonra alaşım elementlerinin sembolleri ve % miktarları verilir.

Örnek: X20Cr 13: %0,2 C ve %13 Cr içeren yüksek alaşımlı çelik

Örnek: X5CrNi19 9: %0,05 C, %19 Cr ve %9 Ni içeren yüksek alaşımlı çelik

Örnek: X120 Mn 12: %1.2 C, %12 Mn içeren yüksek alaşımlı çelik

Yüksek hız çeliklerinin gösterimi farklıdır. HS veya S harfinden sonra sırasıyla W, Mo, V ve Co yüzdeleri verilir.

Örnek: S 18-1-2-5.

DIN normlarında, kimyasal bileşimleri gösteren simgelerin dışında bir de malzeme numarası (**Werkstoff Nr.**) kullanılır. Burada malzemeyi tanımlamak için 5 haneli bir rakam dizisi kullanılır.

X.XXXX

Birinci rakam; Malzemenin cinsini gösterir. Çelik için 1, Demirden ağır metaller için 2, hafif metaller için 3, metal olmayan malzemeler için 4-8 arası rakam kullanılır.

İkinci rakam; Çelik türünü gösterir.

Üçüncü rakam; Çelik türü alt grubunu gösterir.

Son iki rakam; Sıra numarası gösterir. Rakamların sıralama dışında, çeliklerin belirleyici bir özelliği yoktur.

Simge	Anlamı	Örnek
00	Ticari nitelikli çelikler	1.0037
05	Orta karbonlu çelikler	1.0503
07	Otomat çelikleri	1.0736
20-29	Takım çelikleri	1.2080
32-33	Hava çelikleri	1.3343
40-49	Paslanmaz çelikler	1.4021
50-59	Makine yapım çelikleri	1.7225

ANFOR Fransız Standartları

DIN normlarında (St) yerine A simgesi kullanılır. A7; Fransız normunda 37 kg/mm² kopma mukavemeti olan çeliktir. Kimyasal analizine göre simgeleme, sistem olarak DIN normundakine benzer, ancak alaşım elementlerinin rumuzları farklıdır.

Örnekler:

C 35 sade karbonlu çelik % 0,35 karbon içerir.

XC 18 ısıtıl işlemlilik çelik % 0,18 karbon içerir.

35 NC 15 alaşımlı çelik % 0,35 karbon, %3,7 nikel ve krom içerir.

50 CV 4 alaşımlı çelik % 0,50 karbon, %1 krom içerir.

BS İngiliz Standartları

Bu normlarda çelik simgeleri kimyasal analizlerine göre altı haneli sayı ve sembol sistemi kullanılarak verilir.

XXX XX

- İlk üç işaret, rakam olarak çelik türü ana grubunu
- Dördüncü işaret, harf olarak çeliğin özelliğini
- Son iki işaret, rakam olarak karbon miktarını (%C X 100) belirtir

Simge	Çelik Türü
000 – 199	Karbon çelikleri

200 – 240	Otomat çelikleri
250 – 299	Yay çelikleri
300 – 499	Paslanmaz çelikler – ısıya dayanıklı çelikler
500 – 999	Alaşımlı çelikler

1.4. Çeliklerin Kullanım alanına Göre Sınıflandırılması

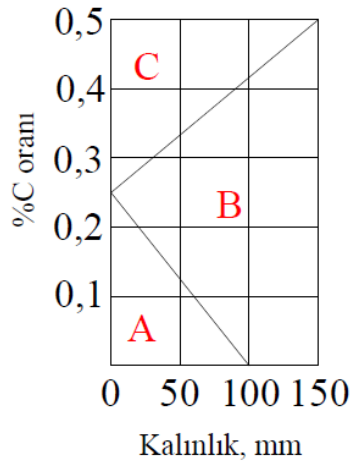
1) Kalitesiz yumuşak çelikler

Tasarımda kullanılacak malzemelerde çekme dayanımı, aşınmaya karşı drenç, sıcaklığa dayanıklılık çekme veya uzamadan kaynaklanacak sorunlar söz konusu değilse kalitesiz yumuşak çelikler kullanılabilir. Çöp tenekesi, bahçe parmaklığı gibi yerlerde düşük karbonlu çelik kullanılması aynı zamanda malzemenin kolay kaynak yapılabilmesini, yumuşak olduğundan kolay şekil verilebilmesini ve böylece hem işçilikten hem de malzeme maliyetinden tasarruf edilmesi sağlanmış olur. Düşük karbon çeliği olarak belirtilen bu çelikleri içinde %0,05 – 0,15 arasında C içermekte olup; SAE 1010 veya DIN-C_k10 (1.1121) standartlarında tanımlanmışlardır.

2) Kolay kaynak çelikleri

Çelikteki C oranı ve kalınlık arttıkça kaynak edilebilirlik zorlaşır; ancak bir takım önlemler alınarak bu problem ortadan kaldırabilir.

20 mm'den ince kesitli malzemelerden C %0,25'den az ise herhangi bir önleme gerek kalmadan malzemeyi kaynak etmek mümkün olur. Bu tip çeliklere kolay kaynak çelikleri denir. Silolar, basınçsız kaplar, şasalar, genel anlamda konstrüksiyonlar için kolay kaynak çelikleri seçilir. Bu çeliklere örnek olarak;.....



A bölgesine düşüyorsa malzeme herhangi bir önlem alınmadan kaynak edilebilir demektir.

B bölgesine düşüyorsa malzemedeki kaynaktaki ön ısıtma yapılmalıdır.

C bölgesine düşüyorsa malzemedeki kaynaktan önce ön ısıtma yapılmalı ve kaynak sonrası gerilim giderme tavı uygulanmalıdır.

Eğer kaynak edilecek malzeme alaşımlı bir çelik ise; bu diyagramı kullanmak için önce eş değer karbon oranı (EC) bulunmalıdır.

$$EC = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Co}{15}$$

Düşük alaşımlı çeliğin kimyasal bileşenlerine göre hesaplanan eş değer karbon oranı değerine yaklaşık olarak denk geliyorsa ilgili düşük alaşımlı çelik için aynı eş değer karbon oranı değerindeki karbonlu çelik için uygulanan kaynak yöntemi uygulanır.

3) Yapı Çelikleri

DIN normundaki yapı çelikleri, DIN17100 altında toplanmışlardır. DIN normu kısa gösterimde önünde St bulunan tüm malzemeler yapı çeliğidir. Levha, sac, profil şeklinde çelik konstrüksiyon, bina, köprü gibi yerlerde kullanılan çeliklerdir.

Bir yapı çeliğinin belirtilen mukavemet değerleri sıcak veya soğuk haddeden geçerek almış olduğu form için geçerlidir. Eğer yapı çeliği torna veya frezede talaş kaldırılarak inceltilecek olursa ortaya çıkacak mukavemet değerleri katalogda belirtilen mukavemet değerlerinden çok daha düşük olur. Çünkü yapı çeliklerinde iç kısımlarda ki mukavemet değerleri yüzeydeki mukavemet değerlerinden çok daha düşüktür. Bu nedenden yapı çeliklerine kesme ve delik delme işlemleri hariç talaş kaldırma işlemleri ve ısıl işlemler uygulanamaz.

W.S.Nr: 1.0037 (St37-2)

W.S.Nr: 1.0036 (St33)

W.S.Nr: 1.0035 (USt37-2)

W.S.Nr: 1.0038 (RSt37-2)

W.S.Nr: 1.0116 (St37-3)

W.S.Nr: 1.0044 (St44-2)

W.S.Nr: 1.0114 (St44-3)

W.S.Nr: 1.0507 (St52-3)

W.S.Nr: 1.0050 (St50-2)

W.S.Nr: 1.0060 (St60-2)

W.S.Nr: 1.0070 (St70-2)

4) İmalat Çelikleri

a) Sementasyon Çelikleri

Bu çelik türü içeriğinde %0,29'den daha az C olmasına rağmen karbonlama (sementasyon) ile yüzeydeki karbon oranı %1'e kadar artırılabilirdiği daha sonra su verilerek yüzeyin 65 HRC değerine kadar sertleştirilebildiği çelik türüdür. Bu çelik türülerinin yüzeyi aşınmaya maruz

kalacağından yüzeyinin sert, ağır yükler taşıyacağı veya şoklara maruz kalacağı için iç yapı tokluğunun yüksek olması istenen parçaların imalatında kullanılır.

Bu çelikler düşük C çeliği olabildiği gibi alaşımlı çelikte olabilir. Bu çeliklere sementasyon çelikleri denir. En çok kullanılan sementasyon çelikleri,

C10 (1.0301)

C15 (1.0401) (SAE 1020)

21NiCrMo2 (1.6523)

16MnCr55 (1.7139)

15Cr3 (1.7015)

SAE 4320

SAE 3315

SAE 3415

SAE 4120

b) Nitrürleme Yöntemi ile Yüzeyi Sertleştirilebilir Çelikler

Çeliklerin yüzey sertliğinin artırılmasında uygulanan diğer bir yöntem nitrürleme işlemidir. Bu yöntemde, azotça zengin ortamda malzeme 600 °C’de uzun bir süre bekletilerek malzeme yüzeyinde azot miktarı artırılarak su vermeden yüzeyin sertleştirilmesi sağlar. Aşınma ve yorulma dayanımının çok yüksek ve yüzey sertliğinin 72 HRC sertliğine kadar çıkması gereken makine parçaları için bu tip çelikler kullanılır. En çok kullanılan nitrürleme çelikler aşağıda verilmiştir.

1.8504 – 34CrAl6

1.8505 - 34CrAlS5

1.8507 – 34CrAlMo5

1.8509 – 34CrAlMo7

1.8515 – 34CrMo12

1.8519 – 34CrMoV9

1.8550– 34CrAlNi7

5) Otomat Çelikleri

Otomat çelikleri, genellikle hızlı talaş alma işleminde talaşların kırık çıkmasıyla, talaşlı imalat maliyetleri düşük çeliklerdir. Bu çelikler çok milli ve revolver torna tezgahlarında yapılan boyuna ve alın tornalama, diş açma, matkapla delme, raybalama gibi talaş kaldırma işlemlerine uygun çelikler olarak tanımlanırlar. İhtiva ettikleri yüksek kükürt ve fosfor nedeni ile kısa,

kırılgan talaş verirler. İşleme esnasında kesici takım ömürlerini uzatabilmek için bazı türlerine kurşun ilave edilir.

Çelik	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Pb
ISIL İŞLEM UYGULANMAYANLAR						
9 S 20	- 0,13	- 0,05	0,60 1,2	- 0,1	0,18 0,25	- -
9 SMn 28	- 0,14	- 0,05	0,90 1,30	- 0,1	0,24 0,32	- -
9 SMnPb28	- 0,14	- 0,05	0,90 1,30	- 0,1	0,24 0,32	0,15 0,30
9 SMn 36	- 0,15	- 0,05	1,00 1,50	- 0,1	0,32 0,40	- -
9 SMnPb 36	- 0,15	- 0,05	1,00 1,50	- 0,1	0,32 0,40	0,15 0,30
SEMENTASYON İŞLEMİ UYGULANANLAR						
10 S 20	0,07 0,13	0,10 0,40	0,50 0,90	- 0,060	0,15 0,25	- -
10 SPb 20	0,07 0,13	0,10 0,40	0,50 0,90	- 0,060	0,15 0,25	0,15 0,30
ISLAH İŞLEMİ UYGULANANLAR						
35 S 20	0,32 0,39	0,10 0,40	0,50 0,90	- 0,060	0,15 0,25	- -
45 S 20	0,42 0,50	0,10 0,40	0,50 0,90	- 0,060	0,15 0,25	- -
60 S 20	0,57 0,65	0,10 0,40	0,50 0,90	- 0,060	0,15 0,25	- -

6) Islah Çelikleri

Sertleştirmeye elverişli miktarda karbon ihtiva eden ıslah işlemi sonunda dayanımları artan alaşımlı veya alaşımsız makina imalat çelikleridir. Islah çelikleri, ıslah işlemi yapmadan kullanmak ekonomik değildir. Burada Islah işlemi, sertleştirme ve müteakiben menevişleme işleminin kısa ifade edilışıdır. Islah işlemi sonunda kazandıkları üstün mekanik özelliklerden dolayı, çeşitli şiddette değişen yüklerde yorulmaya maruz makina ve motor parçaları, dövme parçalar, krank mili, biyel, rot-rotıl, aks, bijon civataları gibi otomotiv endüstrisinde önemli parçaların imalinde kullanılmaktadır.

ISLAH ÇELİKLERİ (ÇOK KULLANILANLARI)																	
Simge			Kimyasal Analizi (%)							Kopma Dayanımı kg/mm ²				Akma Dayanımı kg/mm ²			
DIN		SAE	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	kalınlık				kalınlık			
Simge	Malz. Nr.									...16	17..40	41..100	101..160	...16	17..40	41..100	101..160
C 35	1.0501	-	0.32	0.15	0.50	-	-	-	-	44	38	33	-	64	61	56	-
Ck 35	1.1181		0.39	0.35	0.80									80	76	71	
C 45	1.0503	1045	0.42	0.15	0.50	-	-	-	-	51	44	38	-	71	66	64	-
Ck 45	1.1191		0.50	0.35	0.80									86	81	79	
C 55		1050	0.52	0.15	0.60	-	-	-	-	56	51	44	-	81	76	71	-
			0.60	0.35	0.90									96	91	86	
C 60	1. 0601	1060	0.57	0.15	0.60	-	-	-	-	59	53	46	-	86	81	76	-
			0.65	0.35	0.90									100	96	91	
46 Cr 2	1. 7006	5045	0.42	0.15	0.50	0.40	-	-	-	66	56	41	-	91	81	66	-
			0.50	0.40	0.80	0.60								112	96	81	
34 Cr 4		5130	0.30	0.15	0.60	0.90	-	-	-	71	60	47	-	91	81	71	-
			0.37	0.40	0.90	1.20								112	96	86	
41 Cr 4	1. 7035	5140	0.38	0.15	0.50	0.90	-	-	-	81	67	57	-	112	91	81	-
			0.45	0.40	0.80	1.20								122	112	96	
25 Cr Mo 4	1. 7218	4130	0.22	0.15	0.50	0.90	0.20	-	-	71	61	46	41	91	81	71	66
			0.29	0.40	0.80	1.20	0.30							112	96	81	
42 Cr Mo 4	1. 7225	4140	0.38	0.15	0.50	0.90	0.15	-	-	91	76	66	56	112	101	91	81
			0.45	0.40	0.80	1.20	0.30							132	122	112	
34 Cr Ni Mo 6	1. 6582	4340	0.30	0.15	0.40	1.40	0.15	1.40	-	101	91	81	71	112	112	101	91
			0.38	0.40	0.70	1.70	0.30	1.70						142	132	112	
50 Cr V 4	1. 8159	6150	0.47	0.15	0.70	0.90		-	0.10	91	81	71	66	112	101	91	86
			0.55	0.40	1.10	1.20								0.20	132	112	

7) Soğuk çekme çelikleri (transmisyon çelikleri)

İmalat ve ıslah çelikleri normal oda sıcaklığında bir veya birkaç kalıptan geçirilerek belli bir şekil almaları sağlanıyorsa bu çeliklere soğuk çekme çelik veya transmisyon çeliği denir. Soğuk çekmede amaç ısıtılma işlemi gerek kalmadan malzemenin akma ve kopma mukavemetini arttırmaktır. Sıcak haddelenmiş sacın sadece inceltirilerek mekanik özelliklerin inceltilmesi gerekiyorsa çekme yerine oda sıcaklığında haddeleme yeterlidir. Bunlara ise soğuk haddelenmiş çelik denir.

W.S.Nr

DIN

1.1332

Cq15

1.1152

Cq22

1.5919

15CrNi6

1.7001

38Cr1

1.7220

34CrMo4

8) Paslanmaz elikler

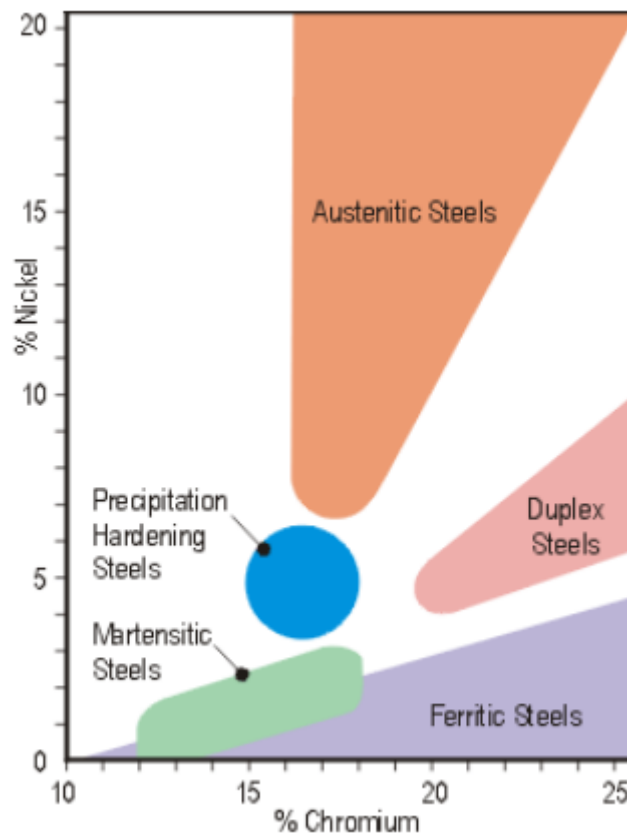
Paslanmaz eliklerde kimyasal bileşim değiştirilerek farklı özelliklerde alaşımlar elde edilir. Cr miktarı yükseltilerek veya nikel ve molibden gibi alaşım elementleri katılarak korozyon dayanımı arttırılabilir. Bunun dışında Cu, Ti, Al, Si, Nb, N, S gibi bazı elementlerle alaşımlama ile ilave olumlu etkiler sağlanabilir. Bu şekilde makine tasarımları ve imalatları değişik kullanımlar için en uygun paslanmaz çeliği seçme şansına sahip olurlar. Paslanmaz eliklerde i yapıyı belirleyen en önemli alaşım elementleri önem sırasına göre Cr, Ni, Mo, ve Mn'dir. Bunlardan ncelikle Cr ve Ni iç yapının ferritik veya ztenitik olasını belirler. Paslanmaz elikler 5 ana grupta toplanı;

- a) Ferritik
- b) Martenzitik
- c) Ostenitik
- d) Ferritik – Ostenitik (dubleks)
- e) kelme sertleşmesi uygulanabilen alaşımlar.

Bu gruplandırma malzemenin iç yapısına göre yapılmıştır. Bu gruplar içinde en yaygın olarak kullanılanlar ostenitik ve ferritik çelikler olup bunların kullanımları tüm paslanmaz çelikler içinde %95'e ulaşılabilir.

Tablo 3. Paslanmaz çeliklerin kullanım alanları

Application	Percentage
Industrial equipment	
Chemical and power engineering	34
Food and beverage industry	18
Transportation	9
Architecture	5
Consumer goods	
Domestic appliances, household utensils	28
Small electrical and electronic appliances	6



a) Ferritik Paslanmaz Çelikler

Bunlar düşük karbonlu ve bunlar %12-18 Cr içeren paslanmaz çeliklerdir.

Başlıca özellikleri;

- Orta ve iyi derecede olan korozyon dayanımı, krom miktarının artmasıyla iyileşir.
- Isıl işleme dayanım arttırılamaz ve sadece tavlanmış durumda kullanılır.
- Manyetikler

- Kaynak edilebilme kabiliyeti düşüktür.
- Ostenitik çelikler kadar kolay şekillendirilemezler.
- Kullanım yerleri mutfak gereçleri, dekoratif uygulamalar, otomobil şase parçaları, egzoz elemanları, sıcak su tankları.

Örnek : ASTM 405, 409, 430, 439, 446

b) Martenzitik paslanmaz çelikler

C miktarı %0,1'den fazla olan çelikler yüksek sıcaklıklarda ostenitik iç yapıya sahiptir. Ostenitleme sıcaklığı çeliğin türüne göre 950 – 1050 C arasındadır. Bu sıcaklıklarda tutulan çeliğe su verilirse martenzitik bir iç yapı elde edilir. bu şekilde elde edilen yüksek sertlik ve mekanik dayanım C yüzdesi ile artar. Bu çeliklerin içeriğinde Ni pek bulunmaz. Bu çelik korozyona karşı en az direnç gösterir. Başlıca özellikleri :

- Orta derecede korozyon dayanımına sahiptirler.
- Isıl işlem uygulanabilir, böylece yüksek dayanım ve sertlikler elde edilebilir.
- Kaynak edilebilme kabiliyetleri düşüktür.
- Manyetikler.
- Kullanım yerleri bıçaklar, ameliyat aletleri, miller, pimler.

Örnek : ASTM 403, 410, 414, 416, 418, 420, 422, 431, 440, 501, 502.

c) Ostenitik paslanmaz çelikler

Paslanmaz çeliğin bileşiminde yeterince nikel bulunuyorsa iç yapısı oda sıcaklığında ostenit olur. Ostenit çeliklerin temel bileşimi %18 Cr ve %8 Ni ' dir. Toplam paslanmaz çelik üretimi içinde ostenit çeliklerin payı %70' dir. Başlıca özellikleri :

- Mükemmel korozyon dayanımına sahiptirler.
- Kaynak edilebilme kabiliyetleri mükemmeldir.
- Sünük olduklarından kolay şekillendirilebilirler.
- Hijyeniktirler, temizliği ve bakımı kolaydır.
- Yüksek sıcaklıklarda iyi mekanik özelliklere sahiptirler.
- Düşük sıcaklıklarda mekanik özellikleri mükemmeldir.

- Manyetik değildirler.
 - Dayanımları sadece pekleşme ile artırılabilir.
 - Kullanım yerleri gıda işleme ekipmanları, mutfak gereçleri, kimya tesisleri ve ekipmaları
- Örnek : ASTM 301, 302, 303, 304, 305, 308, 309, 310, 314, 316, 321, 329, 347

d) Ostenitik – Ferritik paslanmaz çelikler

Bu çelikler yüksek oranda Cr %18 - 28 ve orta miktarda Ni %4,5 – 8 içeren çeliklerdir. Ni miktarı en çok %8 olup bütün iç yapının ostenitik olması için yetersizdir. Ferrit ve ostenit fazlarından oluşan iç yapı nedeniyle çelikler dubleks olarak adlandırılır. Dubleks çeliklerin çoğunluğu %2,5 – 4 Mo içerir. Başlıca özellikleri :

- Gerilemli korozyona karşı yüksek dayanıklılığa sahiptir.
- Klor iyonunun bulunmadığı ortamlarda daha yüksek korozyon dayanım gösterirler.
- Ostenitik ve ferritik çeliklerde daha yüksek mekanik dayanım sağlar.
- İyi kaynak edilebilme ve şekil alma kabiliyetleri vardır
- Kullanım alanları deniz ve tuzlu su ortamında, ısı değiştiricilerde, petrokimya tesislerinde.

Örnek : ASTM 329

e) Çökelme sertleşmesi (yaşlandırma) uygulanabilir paslanmaz çelikler

Bunların iç yapıları ostenitik, yarı ostenitik veya martenzitik olabilir. Çökelme olayını gerçekleştirebilmek için bazen önce soğuk şekil vermek gerekebilir. Çökelti oluşumu için Al, Ti, Nb ve Cu elementleriyle alaşımlama yapılır. Bu sayede mukavemetleri 1700 MPa 'a kadar çıkan paslanmaz çelikler elde edilir. başlıca özellikleri :

- Orta ve iyi derecede korozyon dayanımı vardır.
- Çok yüksek mekanik dayanıma sahiptirler.
- Kaynak edilebilme kabiliyetleri iyidir.
- Manyetikler
- Kullanım alanları pompa ve vana şaftları.

Örnek : ASTM631, 632

9) Takım çelikleri

Yüksek alaşımlı ve yüksek oranda C içeren çeliklere takım çelikleri denir. Bu çeliklerin ıslah çeliklerinden en önemli farkı iç yapılarındaki temizlik (imprüte açısından) nedeniyle belirtilen mukavemet ve sertlik değerlerinde sapmanın minimum olmasıdır. Bu nedenle takım çelikleri ıslah çeliklerinden çok daha fazla pahalıdır.

Bu malzemeler ısıtıl işlem görmemiş olarak satın alınır ve kullanıcısı tarafından işlendikten sonra ısıtıl işlem uygulanır. Takım çeliklerinin genel özellikleri:

- Yüksek mukavemet.
- Yüksek sertlik.
- Yüksek tokluk.
- Yüksek süneklik.
- Yüksek aşınma direnci.
- Yüksek sıcaklıkta çalışabilme.
- Yüksek ısı iletim kabiliyeti.
- Yüksek işlenebilirlik.
- Yüksek şekillendirilebilirlik.
- Düşük termal genleşme.

Takım çelikleri 5 gruba ayrılır:

a) Karbonlu takım çelikleri

Bu takım çeliklerine su çelikleri denir. Bu malzemede C %0,4 – 1,4 arasında değişir. Bu malzemelerde Cr ve V çok azdır. Kullanıldığı yerler, şekillendirme ve şişirme kalıpları, kesme kalıpları, ahşap işleme kesici takımları vb.

Örnek : 1,1520 1,1525 1,1820 1,1830

b) Yüksek hız takım çelikleri

Yüksek hız takım çelikleri derin sertleşebilir çeliklerdir. Bunlar yüksek mukavemetli ve aşınmaya karşı dirençli malzemelerdir. Bu çeliklerin hepsinde %4 Cr bulunur. Bazı yüksek hız çelikler Mo esaslı bazıları ise W esaslıdır. Kullanıldığı yerler : freze çakıları, torna kalemeleri, rayba, kılavuz, zımba ve kalıplar.

Örnek : 1,3202 1,3207 1,3247 1,3257

c) Soğuk iş takım çelikleri

Bunlar normal sıcaklıklarda yüksek mukavemet ve aşınma direnci gösteren malzemelerdir. Bunlarda başlıca element; Mn, Cr ve W 'dır. Su verme sırasında çarpılma riskleri çok düşüktür. Kullanıldığı yerler zımbalar, makaslar.

Örnek : SAE1390 (DIN 90MnV8) SAE5190 (DIN105MnCr4) SAE7245 (DIN 45WCr7)
SAE 512200 (DIN105MnCr4) SAE7245 (DIN 45WCr7) SAE512200 (DIN X210Cr12)

d) Sıcak iş takım çelikleri

Bu çelikler yüksek sıcaklıklarda mukavemetlerini aşınmaya karşı dirençlerini ve tokluklarını kaybetmeden çalışabilirler. Bunların C oranları düşük olup %0,3 – 0,5 arasındadır. Başlıca elementleri Cr, W, Mo'dir. Sıcak iş takım çeliklerinin özellikleri darbelere karşı dayanıklıdır. Ancak çok yüksek sıcaklıklarda darbe mukavemeti düşer. İkinci özelliği yüksek sıcaklıklarda 40 – 55 HRC arası sertlik değerlerini korurlar. Sıcak iş takımlarının işlemleri oldukça kolaydır ve genleşmeleri düşüktür. Su verme işlemleri sırasında meydana gelen çarpılmalar min. seviyededir. 550 °C'de 1750 – 2500 N/mm² arasında aka mukavemetini sürekli korurlar. Bu takım çelikleri beyaz eşya sektöründe, ekstrüzyon kalıpları, sıcak makaslar, sıcak dövme kalıpları gibi yerlerde kullanılırlar.

Örnek: SAE 5330, SAE 7430, SAE 7930

e) Darbe takım çelikleri

Bu takım çelikleri dinamik yük altında çalışan iş parçalarında kullanılırlar. İhtiva ettiği başlıca alaşım elementleri Si, Cr ve W'dır. Bu çeliklerde karbon oranı %0,5 geçmez. Aşınmaya karşı dirençleri oldukça yüksektir. Keskin zımbaların çekiçlerin yapımında kullanılır ve yüksek sıcaklıkta çalışma özelliği yoktur.

1.5. Kullanım Yerlerine Göre Bazı Çelikler

A) Rulman Çelikleri

Rulmanlarda kullanılan bilya ve makarnaların imalatında kullanılır.

1.3501 (DIN 100Cr 2)

1.3503 (DIN 105Cr 4)

1.3520 (DIN 100CrMn6)

1.3543 (DIN X102CrMo17)

1.3549 (DIN X39CrMoV181)

B) Yay Çelikleri

Yay imalatında kullanılan çeliklerdir. En çok kullanılan yay çelikleri:

1.0902 (DIN 46i7) (SAE 9245)

1.0904 (DIN 55Si7) (SAE 9255)

1.0906 (DIN 65Si7) (SAE 9265)

C) Sıfır Derece Altı Çelikler

Sıfır derecenin altında tokluklarını kaybetmeden çalışması gereken yerlerde kullanılan çeliklerdir.

1.1169 (DIN 20Mn6)

1.4311 (x2CrNiN18.10)

1.5622 (14Ni6)

1.5662 (DIN X8Ni9)

1.6906 (x5 CrNi1810)

1.7219 CrMo4)

D) Basınçlı Kap Çelikleri

Yüksek basınç altında çalışacak kazan ve kaplarda kullanılması gereken çeliklerdir.

1.7218 (DIN 25 CrMo4)

1.7259 (26CrMo7)

1.7273 (24CrMo10)

s

E) Valf (Sübap) Çelikleri

Bu çelikler motor ve kompresörlerde kullanılır. Sübaplarda kullanılan çeliğin temel özellikleri korozyona karşı dirençli olmaları, darbelere dayanıklı olmaları, valf ile valf yatağının sızdırmazlığını sağlayabilmek için çok yüksek yüzey hassasiyetinde işlenebilir ve uzun ömürlü olmalarıdır.

1.0906 (DIN 65Si7)

1.3817 (X40MnCr18)

1.4747 (X80CrNiSi20)

1.4873 (X45CrNiW189)

F) Manyetik Alandan Etkilenmeyen Çelikler

Elektronik sanayide yer küre bilimsel araştırmalarda, jeolojik incelemelerde navigasyon hizmetinde kullanılan uygulamalarda manyetik alanlardan etkilenmeyen elik kullanılması gerekmektedir.

1.3802 (DIN X120Mn13)

1.3805 (X35Mn18)

G) Otomotiv Sanayinde Kullanılan elikler

Buralarda kullanılacak çeliklerin mukavemetlerinin yüksek ve ağırlıklarının hafif olması gerekir. Bu özelliklerin yanında kolay şekil verilebilir (kalıplarda derinlemesine çekilebilir),korozyona karşı dayanıklı olması, yüzeyin boya tutacak kadar pürüzlü olması ve ömrünün uzun olması gerekir. Otomotiv endüstrisinde kullanılan saçların C oranı %0.25 değerinin altında tutulur. Çekme mukavemetini arttırmak için düşük alaşım kullanılır. Otomotiv endüstrisine yönelik geliştirilen malzemeler genel olarak HSLA olarak adlandırılır. Bunla erdan 6mm den ince salar ASTMA 1008 ve ASTM A1008 M spesifikasyonları ile 6mm den kalın plakalar ASTM A656 ve A656 M spesifikasyonları ile tanımlanmış ve SAE 942X İLE SAE980X arasında derecelendirilerek yayınlanmıştır.

Türkiye’de otomotiv endüstrisine yönelik sa üretimi sadece ERDEMİR de gerçekleştirilir. Bunlar ERDEMİR kalite numaraları ERO 7114,7115,7116 kalite yaşlanmaya dayanıklı ekstra derin çekilebilir özellikli malzemeler ile ERO 311,312,323,324 kalite düşük karbonlu galvanize edilmiş salardır.