

# ALAŞIMLI ÇELİKLER

## 8. ALAŞIMLI ÇELİKLER

### 8.1 Giriş

Yüksek mukavemet, yüksek aşınma dayanımı, yüksek korozyon direnci ve yüksek sertlik gerektirmeyen uygulamalar için karbon çelikleri veya alaşımsız çelikler yaygın olarak kullanılır. Ancak, alaşımsız çeliklerin sertleşme kabiliyeti yeterli olmadığından üretilen parçaların mukavemetlerinin istenilen düzeye çıkartılması mümkün olmayabilir. Öte yandan, sertleştirilen çelikler genelde iç gerilmelerin giderilmesi ve tokluğun artırılması amacıyla menevişleme işlemine tabi tutulurlar. Menevişleme sıcaklığı arttıkça, sertleştirilen karbon çeliğinin sertliği büyük ölçüde azalır. Bu nedenle, oda sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklarda yüksek sertlik ve mukavemet gerektiren uygulamalar için alaşımsız çeliklerden üretilen parçaların kullanımı uygun değildir. Alaşımsız çeliklerin kullanımını kısıtlayan etkenler alaşım elementi katkılarıyla ortadan kaldırılabilir.

Alaşımli çeliklerin karakteristik özellikleri içerdikleri karbon oranından çok, alaşım elementlerine bağlıdır. Karbon çelikleri, düşük oranlarda mangan (Mn oranı<%0.90) ve silisyum (Si oranı<%0.30) içermelerine karşın, bunlar alaşımli çelik kabul edilmezler. Çünkü; Mn ve Si katkıları çelik üretiminde deoksidan maddesi olarak kullanılır. Bu katkılar, oksijen (O) ve kükürt (S) ile birleşerek, yani bileşik oluşturarak bu elementlerin zararlı etkilerini giderirler.

## 8.2 Alaşımlamanın Amacı

Çeliklere alaşım elementi katılmasının belli başlı amaçları; **a)** sertleşme kabiliyetini iyileştirmek, **b)** sertlik ve mukavemeti artırmak, **c)** mekanik özellikleri iyileştirmek, **d)** tokluğu artırmak, **e)** aşınma direncini artırmak, **f)** korozyon direncini artırmak ve **g)** manyetik özellikleri iyileştirmek şeklinde sıralanabilir.

Alaşım elementleri, tavlanmış durumdaki çeliğin yapısındaki dağılımlarına göre iki gruba ayrılır. Birinci grup ferrit içerisinde çözünen elementlerden, ikinci grup ise karbonla birleşerek karbür yapan elementlerden oluşur.

## 8.3 Alaşım Elementlerinin Çeliklerin Yapı ve Özelliklerine Etkisi

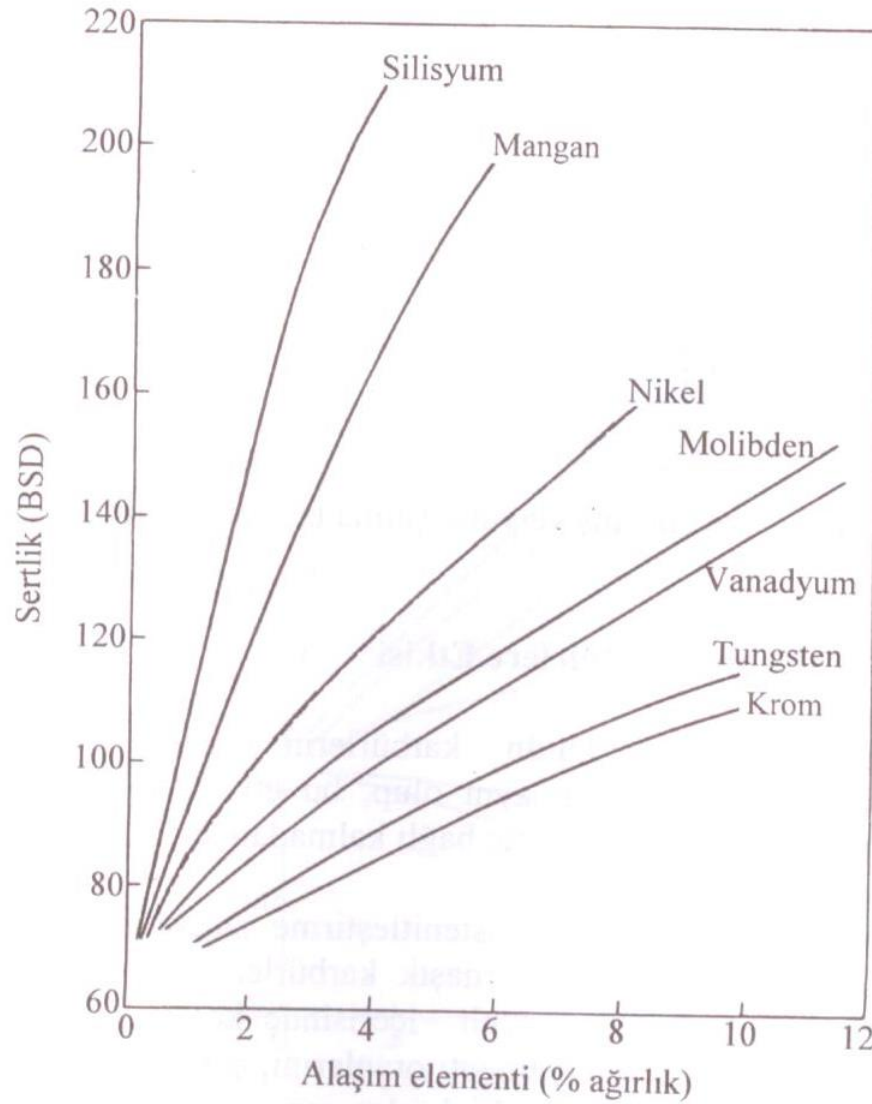
### 8.3.1 Alaşım Elementlerinin Ferrite Etkisi

Teknik olarak, bütün alaşım elementleri ferrit içerisinde az da olsa bir miktar çözünürler, ancak bazı elementler karbür oluşturmazlar. Nikel, alüminyum, silisyum, bakır ve kobalt gibi elementler ferrit içerisinde yüksek oranlarda çözünürler. Karbonun olmaması durumunda, ikinci grup elementler ferrit içerisinde önemli ölçüde çözünebilirler. Karbürün oluşması için çelikte yeterli oranda karbon bulunması gerekir. Alaşım elementlerinin çelik içerisindeki davranışı Tablo 8.1'de görülmektedir. Grupların ikisinde de yer alan elementler hem ferrit içerisinde çözünme, hem de karbür oluşturma özelliğine sahiptirler.

Tablo 8.1 Alaşım elementlerinin tavlanmış elik içerisindeki davranışı

| Alaşım elementi | Birinci grup elementler<br>(ferrit içerisinde çözünen elementler) | İkinci grup elementler<br>(karbür yapıcı elementler) |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Nikel           | Ni                                                                |                                                      |
| Silisyum        | Si                                                                |                                                      |
| Alüminyum       | Al                                                                |                                                      |
| Bakır           | Cu                                                                |                                                      |
| Mangan          | Mn                                                                | Mn                                                   |
| Krom            | Cr                                                                | Cr                                                   |
| Tungsten        | W                                                                 | W                                                    |
| Molibden        | Mo                                                                | Mo                                                   |
| Vanadyum        | V                                                                 | V                                                    |
| Titan           | Ti                                                                | Ti                                                   |

Ferrit içerisinde çözünen herhangi bir element, katı çözelti sertleşmesi ilkelerine uygun olarak ferritin sertlik ve mukavemetini artırır. Demirin mukavemetini artırma etkisi bakımından alaşım elementleri krom, tungsten, vanadyum, molibden, nikel, mangan ve silisyum sırasını izler. Bu alaşım elementlerinin çeliğın sertliğıne etkileri Şekil 8.1'deki diyagramda görölmektedir.



Ti

Mn

Mo

W

V

Cr

Ti

Ni

Ni

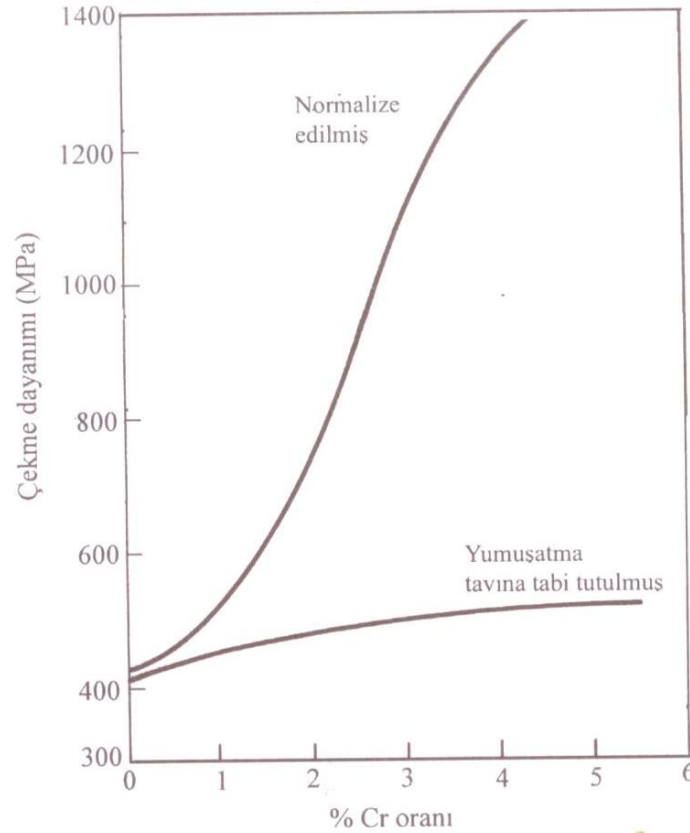
Si

Al

Cu

Şekil 8.1 Ferrit içerisinde çözünen elementlerin çeliğin sertliğine etkileri

Ferrit içerisinde çözünen elementlerin çeliğin sertliğine etkileri gerçekte fazla değildir, ancak ferritin mukavemetinin artırılması çeliğin genel mukavemetini etkilemektedir. Bu durum, krom içeren düşük karbonlu çelikler için Şekil 8.2’de verilen diyagramda görülmektedir. Bu diyagram kromun, normalize edilmiş ve yumuşatma tavi görmüş durumda bulunan çeliğin çekme dayanımına etkisini göstermektedir. Diyagramın üstteki eğrisi, kromun havada soğutulan çeliklerin çekme dayanımına önemli ölçüde etkilediğini gösterirken, alttaki eğrisi kromun kararlı yapıya sahip çeliklerin çekme dayanımına etkisinin önemli olmadığını sergilemektedir.



Şekil 8.2 Kromun, normalize edilmiş ve yumuşatma tavisine tabi tutulmuş çeliğin çekme dayanımına etkisi

### 8.3.2 Alaşım Elementlerinin Karbürlere Etkisi

Çelik içerisinde bulunan bütün karbürlerin çeliğın oda sıcaklığındaki mukavemetine etkileri hemen hemen aynı olup, bu etkiler kimyasal bileşime bağlı değildir. Yani, karbürler kimyasal bileşime bağlı kalmadan, çeliklerin oda sıcaklığındaki mukavemetini benzer şekilde etkilerler.

Karbür yapıcı elementler, çeliğın ostenitleştirme sıcaklığı ve tavlama süresini etkilerler. Kolay kolay çözünmeyen karmaşık karbürler, ostenit fazı içerisinde katı çözeltilinin dışında bulunurlar. Yani ostenit içerisinde kolayca çözülmeyizler. Bu tür karbürler ostenitin karbon ve alaşım elementi oranlarını, çeliğın kimyasal bileşimindeki oranların altına düşürürler. Çözünmeyen karbürler, ayrıca tane büyümesini önlerler. Bu

nedenlerden dolayı karbürler, çeliklerin sertleşme yeteneğini olumsuz etkilerler. Karbürlerin ostenit içerisinde çözünmeyi durumunda ise, karbür yapıcı elementler çeliğın sertleşme yeteneğini çok daha fazla etkilerler, yani çeliğın daha fazla sertleşmesini sağlarlar.

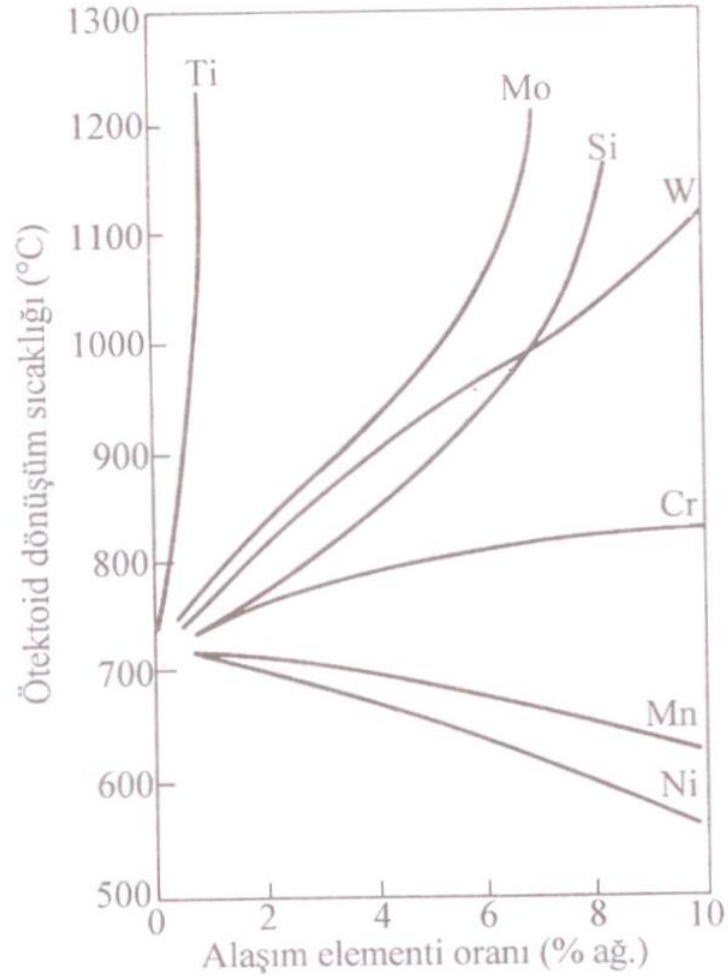
Çelik içerisinde bulunan bütün karbürler sert ve gevrek bileşiklerdir, ancak yüksek sertlik ve yüksek aşınma direncinin söz konusu olduğu durumlarda krom ve vanadyum karbürleri büyük önem taşırlar. Yüksek oranda karbür içeren alaşımlı çeliklerin sertlik ve aşınma dirençleri içerdikleri karbürlerin oranına, büyüklüğüne ve dağılımına bağlıdır. Bu faktörler de çeliğın kimyasal bileşimine, üretim yöntemine ve uygulanan ısıl işleme göre değişir.

### 8.3.3 Alaşım Elementlerinin Demir-Sementit Denge Diyagramına Etkisi

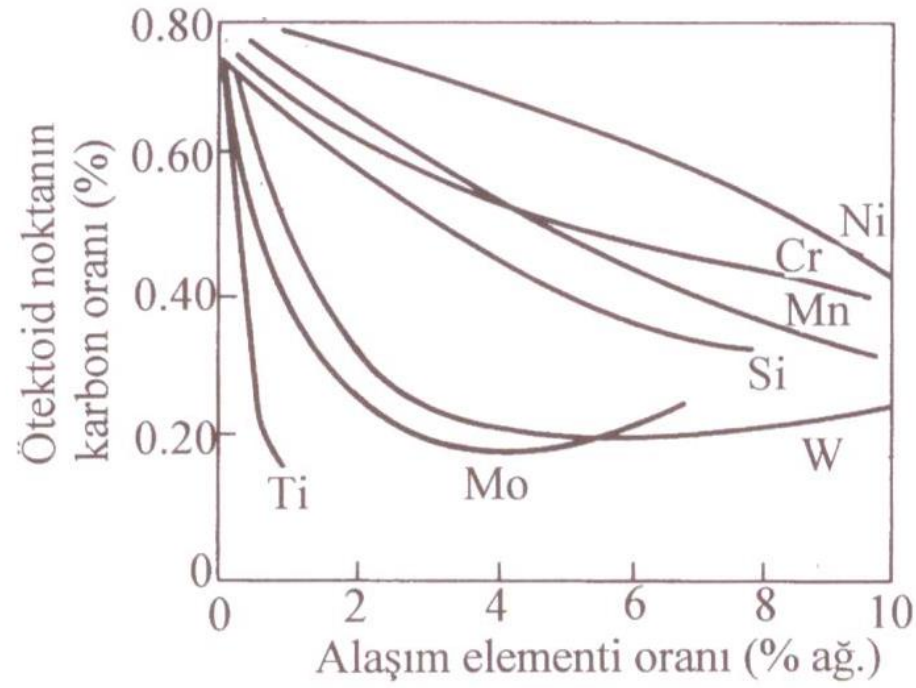
Alaşımsız çeliğe üçüncü bir element katıldığında, ikili demir-sementit faz diyagramı denge durumu için geçerli olmaz. Üçlü denge diyagramlarının belirlenmesi ve yorumlanması bu kitabın kapsamı dışında olmakla birlikte, alaşım elementleri ikili Fe-Fe<sub>3</sub>C denge diyagramında belirtilen kritik sıcaklıkları, ötektoid noktanın konumunu ve bazı faz bölgelerinin ( $\alpha$  ve  $\gamma$ ) sınırlarını değiştirirler.

Isıtma sırasında nikel ve mangan Ac<sub>1</sub> sıcaklığını düşürürken, molibden, alüminyum, silisyum, tungsten ve vanadyum bu sıcaklık değerini yükseltir. Alaşım elementlerinin Ac<sub>1</sub> sıcaklık çizgisine etkileri, alaşımlı çeliklerin ısıtılma işlemi bakımından önem taşımaktadır. Ac<sub>1</sub> sıcaklığının düşmesi veya yükselmesi, çeliğin su verme sıcaklığının değişmesine neden olur. Alaşım elementlerinin ötektoid dönüşüm sıcaklığına etkisi şekil 8.3'de görülmektedir.

Bütün alaşım elementleri Fe-Fe<sub>3</sub>C denge diyagramındaki ötektoid noktanın karbon oranını azaltır, ancak yalnız nikel ve mangan katkısı ötektoid dönüşüm sıcaklığını düşürür. Yüksek oranlardaki nikel ve mangan katkısı Ac<sub>1</sub> sıcaklığını düşürerek, yavaş soğuma sırasında ostenitin dönüşümünü önleyebilir. Bu nedenle, nikel ve mangana osteniti dengeleyici veya stabilize edici elementler adı verilir. Bu elementler sayesinde ostenit fazı oda sıcaklığında tutulabilir. Nitekim, ostenitik paslanmaz çeliklerde bu durum görölmektedir. Alaşım elementlerinin ötektoid noktanın karbon oranına etkisi şekil 8.4'de görölmektedir. Molibden, krom, silisyum ve titan gibi alaşım elementleri ostenit bölgesini daraltarak  $\alpha$  ve  $\delta$  fazlarına ait bölgeleri genişletirler.



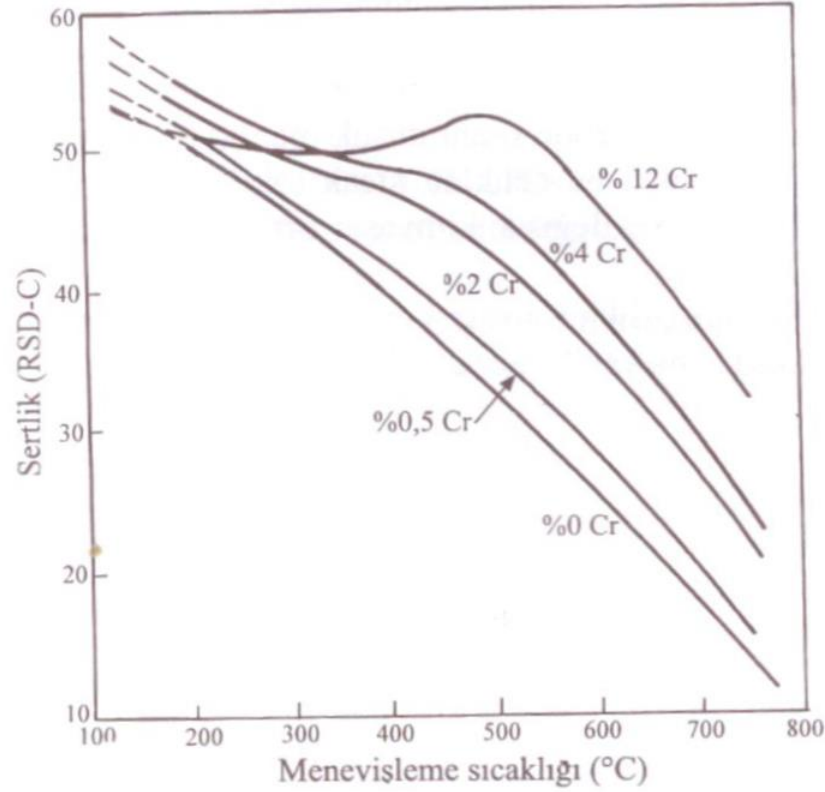
Şekil 8.3 Çeşitli alaşıım elementlerinin ötektoid dönüşüm sıcaklığına etkileri



şekil 8.4 Alaşım elementlerinin ötektoid noktanın karbon oranına etkileri

### 8.3.4 Alaşım Elementlerinin Menevişleme İşlemine Etkisi

Bir önceki bölümde belirtildiği gibi, su verilerek sertleştirilen çelikler gevrek oldukları için menevişleme işlemine tabi tutulur. Bu işlem sonucunda çeliklerin tokluğu artar, ancak sertliği bir miktar azalır. Meneviřleme sıcaklığı arttıkça, çeliğin sertliği dūřer. Alaşım elementleri ise menevişleme sırasında çeliğin yumuşama hızını dūřürürler. Bu nedenle, istenilen sertliğin elde edilmesi için alaşımlı çeliklerin menevişleme sıcaklığının yükseltilmesi gerekir. Ferrit içerisinde çözünen nikel, silisyum ve mangan gibi elementler menevişlenmiş çeliğin sertliğini fazla etkilemezler. Karmaşık karbür oluşturan krom, tungsten, molibden ve vanadyum gibi elementler ise menevişleme sırasında çeliğin yumuşama hızını önemli ölçüde dūřürürler. Bu elementler, menevişleme sıcaklığını yükseltmekten başka, bileşim oranlarının yüksek olması durumunda artan menevişleme sıcaklığı ile sertliğin artmasına neden olurlar. Yani, yüksek oranda karbür yapıcı alaşım elementi içeren çeliklerin sertliği, yüksek sıcaklıklarda yapılan menevişleme işleminin belirli devrelerinde artar. Karbür yapıcı element içeren alaşımlı çeliklerin sertliğinde görülen bu artışa ikincil sertleşme adı verilir. Söz konusu sertleşmenin, ince  $\epsilon$  karbürlerinin çökelmesinin gecikmesinden kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Krom oranının menevişleme sırasındaki sertlik değişimine etkisi şekil 8.5'deki eğrilerden görülmektedir.



Şekil 8.5 Kromun, % 0,35 C içeren çeliğin sertliğinin menevişleme sıcaklığına göre değişimini gösteren eğrilere etkisi

## 8.4 Alaşımlı elik Türleri

Günümüzde çok çeşitli alaşımlı elik üretilip, kullanılmaktadır. Ancak, burada bunlardan yalnız paslanmaz çelikler, rulman çelikleri ve takım çelikleri kısaca anlatılmaktadır.

### 8.4.1 Paslanmaz elikler

Yüksek alaşımlı elik grubuna giren paslanmaz çelikler, yüksek oranlarda krom ve nikel içerirler. Bu elikler hem korozyona, hem de ısıya dayanıklıdırlar. Paslanmaz eliklerin yüksek korozyon direnci, yüzeylerinde oluşan ince ve kararlı krom oksit ya da nikel oksit filminden kaynaklanır.

Paslanmaz elikler, yüksek oranlarda krom içerdiklerinden, l Fe-Cr-C alaşım sisteminde yer alırlar. Paslanmaz eliklerin ısıl işlem özellikleri kimyasal bileşime bağlıdır. Genelde paslanmaz çelikler; martenzitik, ferritik ve ostenitik paslanmaz çelikler olmak üzere üç gruba ayrılırlar.

#### 8.4.1.1 Martenzitik Paslanmaz Çelikler

Martenzetik paslanmaz çelikler, %12-18 Cr içeren yüksek alaşımlı çeliklere suda veya yağda su verilerek elde edilir. Alaşımsız çeliklerde olduğu gibi, martenzitik durumdaki paslanmaz çeliklerin sertlik ve mukavemeti daha çok karbon oranına bağlıdır. Bu çelikler, 1000°C sıcaklıkta ostenitleştirildikten sonra suda veya yağda su verilerek sertleştirilir. Menevişleme işlemi 590°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda yapılır. 400°C ile 510°C arasındaki sıcaklıklarda darbe dayanımları düştüğünden, bu sıcaklıklar arasında menevişleme yapılmaz. Menevişleme sıcaklığı arttıkça bazı karbürlerin

çökmesi nedeniyle bu çeliklerin korozyon direnci biraz azalır, ancak bu durum önemli bir sorun doğurmaz. Tipik bir martenzitik paslanmaz çeliğin iç yapısı Şekil 8.6'da görülmektedir.

Martenzitik paslanmaz çelikler manyetik olup, soğuk şekillendirmeye elverişlidirler. Bu çeliklerden karbon oranı düşük olanlar talaşlı yöntemle işlenebilirler. Tokluğu oldukça yüksek olan bu çelikler, sıcak şekillendirmeye elverişlidirler. Söz konusu çelikler atmosferde ve değişik kimyasal ortamlarda yüksek korozyon direnci gösterirler.

Martenzitik paslanmaz çelikler, üstün korozyon direnci gerektiren uygulamalardan başka, yüksek sıcaklıkta mekanik zorlamalara dayanım gerektiren yerlerde de kullanılır. Örneğin; X20Cr13Mo çeliği, özellikle buhar türbini kanatları ve basınçlı döküm kaplarının yapımında tercih edilir. Karbon oranı yüksek olan martenzitik paslanmaz çelikler (X40Cr13 ve X90Cr18MoV) kesici alet ve rulmanlı yatak yapımında kullanılır. Söz konusu çelikler su verme işleminden sonra 300°C dolayındaki sıcaklıklarda menevişlenirler. Menevişleme işleminden sonra bu çelikler 55-57 RSD-C arasında bir sertliğe sahip olurlar.

#### 8.4.1.2 Ferritik Paslanmaz Çelikler

Ferritik paslanmaz çelikler % 14 ile %27 arasında krom içerirler ve bu çeliklerin karbon oranı martenzitik paslanmaz çeliklerin karbon oranlarından daha düşüktür. Bu çelikler ısı ile işlemle sertleştirilemez, ancak soğuk şekil değiştirme ile biraz sertleştirilebilirler. Ferritik paslanmaz çelikler manyetik özelliklere sahip olup, hem sıcak hem de soğuk şekillendirmeye elverişlidirler. Yumuşatma tavından sonra bu çeliklerin sertliği en düşük, süneklik ve korozyon direnci ise en yüksek değerlerine ulaşır. Bu çelikler, korozyon direnci ve işleme özelliği bakımından martenzitik paslanmaz çeliklerden daha üstündür. Şekil 8.7’de tipik bir ferritik paslanmaz çeliğin iç yapısı görülmektedir

Krom oranı %20’ den daha fazla olan ferritik paslanmaz çelikler 550°C ile 850°C arasındaki sıcaklıklarda uzun süre tavlандıklarında sigma ( $\sigma$ ) fazı oluşur. Yüksek sıcaklıktaki uygulama sırasında ortaya çıkan bu durum, çeliğin sertliğini artırdığı için bazen yararlı olabilir, ancak gevrekleşmeye neden olduğu ve korozyon direncini azalttığı için genellikle istenmez.

Ferritik paslanmaz çelikler (X10Cr13 ve X8Cr17Ti) korozyon direnci bakımından, martenzitik paslanmaz çeliklerden daha üstündürler. Ancak, yüksek sıcaklıktaki mukavemet değerleri martenzitik paslanmaz çeliklerin mukavemetinden daha düşüktür. Sertlikleri su verme ile değil, soğuk deformasyon ile artırılabilir. Bu çelikler; mutfak aletleri, devamlı su ve buhar etkisi altında bulunan kaplar, çatal, kaşık ve süs eşyası yapımında kullanılır.

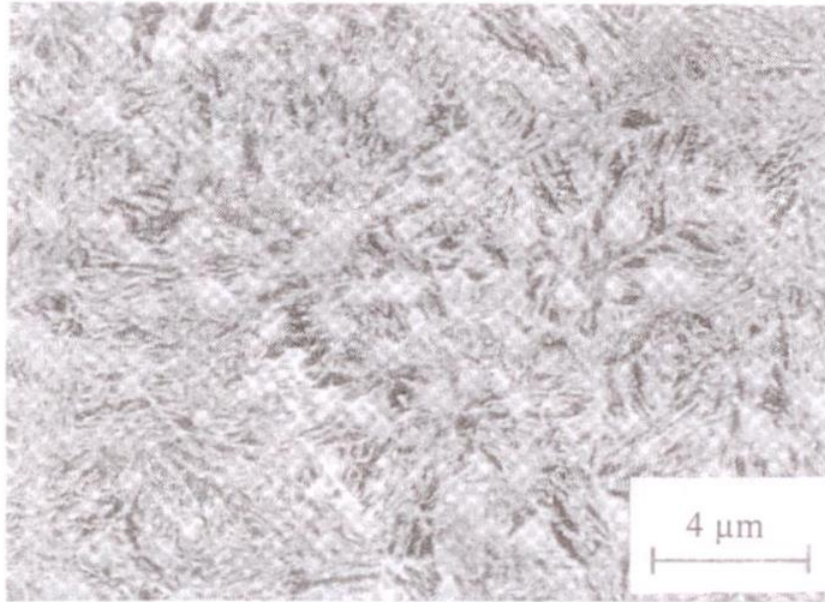
### 8.4.1.3 Ostenitik Paslanmaz Çelikler

Ostenitik paslanmaz çelikler krom, nikel ve mangan içerirler ve bunların içerdikleri krom ve nikel oranlarının toplamı en az %23 değerindedir. Ostenitik paslanmaz çelikler ısı ile sertleştirilemezler ve tavlama durumunda manyetik değildirler. Tipik bir paslanmaz çeliğin metalografik yapısı Şekil 8.8’de görülmektedir. Yüksek sıcaklıklarda üstün mekanik özelliklere sahip olan bu çeliklerin tokluğu, düşük sıcaklıklarda bile pek azalmaz. Sıcakta kolay işlenebilirler ve soğuk şekil değiştirme ile de çok çabuk sertleşirler. Bu çelikler asitlere dayanıklıdır. Bu nedenle, daha çok gıda ve kimya endüstrisi ile tıbbi cihazların yapımında kullanılırlar. Türk Standartlarında; X12Cr18Ni8, X5Cr18Ni9, X10Cr18Ni9Ti ve X5Cr17Ni13Mo şeklinde gösterilen yüksek alaşımlı çelikler, ostenitik paslanmaz çeliklere örnek olarak verilebilir.

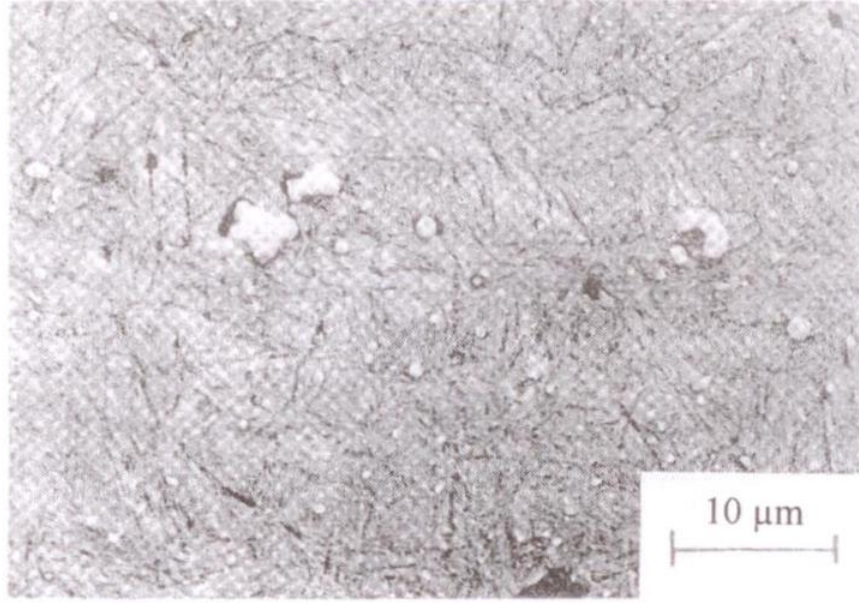
#### 8.4.2 Rulmanlı Yatak Çelikleri

Rulmanlı yatak malzemeleri, genelde yüksek basınca ve aşınmaya dayanıklı ötektoid üstü krom çelikleridir. Rulmanlı yatak üretiminde en çok AISI 52100 (100Cr6) çeliği kullanılır. Ancak, bazı rulmanlı yatakların yapımında takım çelikleri veya yüksek hız çelikleri kullanılmaktadır. Rulmanlı yatak çelikleri, genelde vakumda ergitilip, gaz giderme işlemine tabi tutularak üretildiklerinden minimum düzeyde metalik olmayan kalıntılar ( enklüzyon ) içerirler. Bu nedenle bu çeliklere temiz çelikler de denilir. Rulman çelikleri yağda su verilerek sertleştirildikten sonra, düşük sıcaklıklarda menevişlenirler. Bu işlem sonucunda, menevişlenmiş martenzitik bir matris ile bunun içerisinde hemen hemen homojen olarak dağılmış metal karbürlerden oluşan iç yapılar elde edilir. Rulmanlı yatak yapımında kullanılan AISI 52100 (100Cr6) çeliği ile AISI M-50 çeliğinin iç yapıları sırasıyla Şekil 8.9 ve 8.10'da görülmektedir. Söz konusu çeliklerin ısıtılma işleminden sonra 58 RSD-C'den daha yüksek sertliğe sahip olurlar. Rulmanlı yatak üretiminde en yaygın olarak kullanılan çelikler Tablo 8.2'de verilmektedir.

| Kimyasal bileşim (% ağırlık) |           |           |           |      |           |      |      |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|------|-----------|------|------|
| Kısa gösterim                | C         | Si        | Mn        | W    | Cr        | V    | Mo   |
| 105 Cr2                      | 1,0-1,1   | 0,15-0,35 | 0,25-0,40 | -    | 0,40-0,60 | -    | -    |
| 105 Cr4                      | 1,0-1,1   | 0,15-0,35 | 0,25-0,40 | -    | 0,90-1,15 | -    | -    |
| AISI 52100 (100 Cr6 )        | 0,95-1,10 | 0,15-0,35 | 0,25-0,40 | -    | 1,40-1,65 | -    | -    |
| 100 CrMn6                    | 0,95-1,10 | 0,50-0,70 | 1,0-1,2   | -    | 4,10      | -    | -    |
| AISI M-50                    | 0,82      | 0,22      | 0,27      | 0,02 | 3,90      | 0,9  | 4,30 |
| AISI M-10                    | 0,86      | 0,22      | 0,21      | -    | 3,70      | 1,85 | 8,20 |
| AISI M-1                     | 0,81      | 0,24      | 0,28      | 1,57 | 3,95      | 1,20 | 8,90 |
| AISI T-1                     | 0,68      | 0,22      | 0,30      | 17,5 | -         | 1,14 | 0,09 |



Şekil 8.9 Rulman yapımında yaygın olarak kullanılan AISI 52100 (100Cr6) çeliğinin iç yapısı



Şekil 8.10 Rulman yapımında kullanılan AISI M-50 çeliğinin iç yapısı

### 8.4.3 Takım Çelikleri

Tornalama, frezeleme ve eğeleme gibi talaşlı üretim yöntemlerinde ya da dövme, haddeleme, ekstrüzyon, çekme, derin çekme, zımbalama ve basınçlı döküm gibi plastik şekil verme işlemlerinde yararlanılan takımların yapımında kullanılan çeliklere takım çelikleri adı verilir. Takımların genellikle sert ve aşınmaya dayanıklı olması gerekir. Talaşsız şekil verme araçlarında ise, yüksek sıcaklığa ve sıcaklık değişimine dayanıklılık aranır.

Alaşımsız takım çeliklerinin karbon oranı %0,4-1,4 arasında değişir. Bu çelikler su verilerek sertleştirildikten sonra 150-300°C arasındaki sıcaklıklarda menevişlenirler. Genellikle, yüksek karbonlu çelikler, talaş kaldırma (eğme, kılavuz vb.) ya da soğuk şekil verme takımlarının (çekme, kesme kalıpları, basma vb.), daha düşük karbonlu çelikler de ağaç gibi yumuşak malzemeleri işleyen ya da darbeli yüke maruz kalan takımların (çekiç, keski vb.) yapımında kullanılır. Yüksek hızla talaş kaldırmaya uygun bir takımın, çalışma sırasında büyük ölçüde ısınmasına karşın, kesici özelliğini koruması gerekir. Bunun için sertliğini 600°C sıcaklığa kadar koruyan yüksek hız çelikleri kullanılır. Bu çelikler; W, Cr, V ve bazen Mo ve Co içerirler. Yüksek hız çelikleri yağda veya havada su verilerek sertleştirildikten sonra, 550°C dolayındaki sıcaklıklarda menevişlenirler. Alman normuna göre “S” harfi ve sırasıyla W, Mo, V ve Co elementlerinin yüzde oranları ile belirtilirler. Amerikan standartlarında (AISI ve SAE) ise T ve M harflerine eklenmiş sayılarla gösterilirler. Tablo 8.3’de takım çeliklerine ait bazı örnekler verilmektedir. Soğuk iş çelikleri alaşımsız takım çeliklerinin kullanıldığı alanlara benzer yerlerde kullanılır. Yağda veya havada soğutularak sertleştirilen bu çelikler, karmaşık şekilli parçaların yapımında alaşımsız çeliklere tercih edilirler. Ayrıca, aşınmaya ve sıcaklıkla yumuşamaya alaşımsız çeliklerden daha fazla direnç gösterirler. Karbon ve krom içeren soğuk iş çeliklerinin aşınma dirençleri çok yüksektir. Bu nedenle bu çelikler, kesme kalıpları veya diş haddeleme kalıpları yapımında kullanılırlar.

Yapım alanları:

Sıcak iş çelikleri de yağda veya havada su verilerek sertleştirilebilir. Bu çeliklerin, 550°C'ye kadar varan çalışma sıcaklıklarındaki sertlikleri 40-55 RSD-C arasında değişir. Bu çeliklerin başlıca kullanım alanları olarak; basınçlı döküm, ekstrüzyon ve dövme kalıpları gösterilebilir.

Tablo 8.3 Takım çeliklerine ait bazı örnekler

| Kısa gösterim             | %C   | %Si  | %Mn  | %Cr  | %Mo  | %Ni | %V   | %W   | %Co |
|---------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|
| Alaşimsız takım çelikleri |      |      |      |      |      |     |      |      |     |
| C70W1                     | 0,70 | 0,20 | 0,30 | -    | -    | -   | -    | -    | -   |
| C100W1                    | 1,00 | 0,20 | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -   |
| C130W2                    | 1,30 | 0,20 | 0,30 | -    | -    | -   | -    | -    | -   |
| Yüksek hız çelikleri      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |
| S18-0-1                   | 0,74 | 0,25 | 0,25 | 4    | -    | -   | -    | -    | -   |
| S12-1,2                   | 0,86 | 0,25 | 0,25 | 4    | 1    | -   | 2,6  | 12   | -   |
| S12-1-4                   | 1,30 | 0,25 | 0,25 | 4    | 1    | -   | 3,8  | 12   | -   |
| S10-4-3-10                | 1,30 | 0,25 | 0,25 | 4    | 4    | -   | 3,0  | 10   | 10  |
| S6-5-2                    | 0,80 | 0,25 | 0,25 | 4    | 5    | -   | 2,0  | 6,5  | -   |
| Soğuk iş çelikleri        |      |      |      |      |      |     |      |      |     |
| 90MnV8                    | 0,90 | 0,25 | 2,00 | -    | -    | -   | 0,10 | -    | -   |
| 55WCrV7                   | 0,55 | 0,90 | 0,30 | 10   | -    | -   | 0,18 | 1,9  | -   |
| 210Cr46                   | 2,10 | 0,30 | 0,30 | 12   | -    | -   | -    | -    | -   |
| Sıcak iş çelikleri        |      |      |      |      |      |     |      |      |     |
| 30WCrV179                 | 0,30 | 0,20 | 0,30 | 2,40 | -    | -   | 0,55 | 4,2  | -   |
| 30WCrV3411                | 0,30 | 0,20 | 0,30 | 2,6  | -    | -   | 0,35 | 8,5  | -   |
| 45CrVMoW58                | 0,45 | 0,60 | 0,40 | 1,40 | 0,45 | -   | 0,80 | 0,45 | -   |
| 55NiCrMoV6                | 0,55 | 0,25 | 0,60 | 0,70 | 0,12 | 1,6 | 0,14 | -    | -   |