

Hazırlayan: Hikmet ZEYBEK

## 5 TİP ÇELİĞİN İSMİ VE ÖZELLİKLERİ

### 1- KARBON ÇELİĞİ

Çeliğin ağırlıkça en fazla %2,1'i kadarında karbon barındıran tipi karbon çeliği olarak adlandırılmaktadır. Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsü (AISI)'ya göre karbon çeliği aşağıdaki standartlara göre tanımlanır:

- Krom, kobalt, nikel, titanyum, tungsten, vanadyum ve zirkonyum gibi alaşım etkisi gösterecek elementleri barındırmıyorsa çelik karbon çeliği olarak sınıflandırılabilir.
- Manganez yüzdesi ağırlıkça %1,65'i, silikon yüzdesi ağırlıkça %0,60'ı ve bakır yüzdesi ağırlıkça %0,6'yı geçmiyorsa çelik karbon çeliği olarak sınıflandırılır.

"Karbon çeliği" terimi paslanmaz çelik haricindeki çeliklerden bahsederken kullanılabilir, bu kullanımda karbon çeliği alaşım çeliklerini de kapsayabilir.

Karbon çelikleri içinde barındırdıkları karbon miktarına göre dört formda sınıflandırılabilir. Bunlar aşağıdaki başlıklarda tanımlanmıştır.

**Hafif (Düşük Karbonlu) Çelik:** Hafif çelik, sade çelik ya da düşük karbonlu çelik olarak da bilinir, günümüzde çeliğin en yaygın formudur. Bunun nedeni ise malzeme özelliğinin birçok uygulama için makul olması ve maliyetinin diğer formlara göre uygun olmasıdır. Hafif çelik yaklaşık olarak ağırlıkça %0,05 ile %0,25 arası karbon barındırır, bu aralık da malzemeyi biçimlendirilebilir ve esnek kılmaktadır. Hafif çelik diğer formlara göre çekmelere karşı daha dayanıksızdır, ancak ucuz ve oluşturması kolaydır. Yüzey sertliği karbürleme ile arttırılabilir.

**Orta Karbonlu Çelik:** Yaklaşık olarak ağırlıkça %0,29 ile %0,54 arası karbon, %0,60 ile %1,65 arası mangan barındırır. Bu formdaki çeliğin esnekliği ve dayanıklılığı hafif çeliğe göre dengelidir. Ayrıca bu çelikler aşınmaya daha dirençlidir. Bu formdaki çelik büyük parçaların yapımında, dövme işlemlerinde ve taşıt parçası yapımında kullanılır.

**Yüksek Karbonlu Çelik:** Yaklaşık olarak ağırlıkça %0,55 ile %0,95 arası karbon, %0,30 ile %0,90 arası mangan barındırır. Direnci çok yüksektir. Yay yapımında, kesici alet yapımında ve yüksek mukavemetli tellerin yapımında kullanılırlar.

**Çok Yüksek Karbonlu Çelik:** Yaklaşık olarak ağırlıkça %0,96 ile %2,1 arası karbon barındırır. Yüksek sertlik elde edebilmek için tavlatabilen çeliklerdir. Bıçakların, aksların ve çekiçlerle beraber kullanılan pançların yapımında kullanılır. Ağırlıkça %2,5'ten yüksek olan çeliklerin üretiminde toz metalürjisi yöntemleri kullanılır.

### 2- ALAŞIM ÇELİKLERİ

Alaşım çelikleri, mekanik özelliklerini geliştirmek için ağırlıkça %1 ile %50 arası miktarda çeşitli elementlerle alaşımlı olan çelik tipidir. Düşük alaşımlı ve yüksek alaşımlı çelikler olarak iki gruba ayrılabilir. "Alaşım çelikleri" çoğunlukla düşük alaşımlı çeliklerden bahsedilirken kullanılan bir isimdir.

Aslında tüm çelikler birer alaşımdır. En basit çelikler demir ve karbonun alaşımından oluşmaktadır. Buna rağmen "alaşım çelikleri" terimi karbonla birlikte başka elementlerin demir ile oluşturduğu alaşımlardan bahsederken kullanılır. Bu elementlerden en bilinenleri mangan (en

bilineni), nikel, krom, vanadyum, silikon ve bordur. Ayrıca çok fazla görülme de alüminyum, kobalt, bakır, titanyum, tungsten, kalay, çinko, kurşun ve zirkonyum barındıran alaşımlar vardır.

Alaşım çeliklerinde karbon çeliklerine kıyasla geliştirilen çeşitli özellikler vardır. Direnç, sağlamlık, sertlik, aşınma direnci, korozyon direnci, sertleşebilirlik ve ısıya karşı sağlamlığı koruma bunlardan birkaçıdır. Bu geliştirilmiş özelliklere ulaşabilmek için metalin ısı işlem görmesi gerekebilir.

Alaşım çelikleri lüks ve talebi çok olan uygulamalarda kullanılabilir. Bunlardan bazıları jet motorlarındaki türbin kanatları, uzay araçları ve nükleer reaktörlerdir. Demirin ferromanyetik özelliğinden ötürü elektrik motorları ve transformatörlerin de içinde bulunduğu uygulamalarda çelik alaşımlarının yer alması önemlidir.

### 3- PASLANMAZ ÇELİK

Paslanmaz çelik, ağırlıkça en az %10,5 krom ve en fazla %1,2 karbon barındıran çelik alaşımıdır. Ayrıca inoks çeliği olarak tanımlanır, bu tanımlama oksitlenmeme anlamındaki inoxydable kelimesinden ortaya çıkmıştır.

En önemli özelliği korozyona karşı dayanımıdır. Korozyon dayanımı krom elementinin ağırlıkça oranının artması ile yükselir. Asitlerden kaynaklanan korozyonlar ve klorürlerden kaynaklanan yüzey delinmelerine karşı direncin artışı molibden oranı eklenerek sağlanır. Bundan dolayı bulunduğu ortamda dayanması için molibden ve krom bakımından birçok paslanmaz çelik derecesi bulunur. Korozyon ve paslanmaya karşı dayanımı, az bakım gerektirmesi ve bilindik parlaklığa sahip olmasıyla paslanmaz çelik, sağlamlık ve korozyon dayanımını beraber gerektiren uygulamalar için ideal bir malzemedir.

Paslanmaz çelik haddelenmiş halde, levha halinde, bar halinde, tel halde ve tüp şeklinde birçok uygulamada tercih edilmektedir. Çelik pişirme kaplarının, çatal-bıçak gibi gereçlerin, cerrahi aletlerin ve beyaz eşyaların yapımında; yapı malzemesi olarak bazı binaların yapım aşamasında; endüstriyel ekipmanlarda (büyük baskı su arıtımı, kağıt fabrikaları gibi); depolama tankları ve kimyasal ya da yiyecek-içecek depolanan tankların yapımında paslanmaz çelik malzeme tercih edilmektedir. Korozyon dayanımı, buharlı temizlik ve sterilizedeki kolaylıklar ve yüzey kaplamalarına gerek duyulmaması nedeniyle ticari mutfak ve gıda işleme tesislerinde paslanmaz çelik malzemeler tercih edilmektedir.

Paslanmaz çelikler kristal mikroyapılarına göre beş grupta sınıflandırılırlar:

1. Östenitik Paslanmaz Çelikler
2. Ferritik Paslanmaz Çelikler
3. Martensitik Paslanmaz Çelikler
4. Dupleks Paslanmaz çelikler
5. Çökelmeyle Sertleştirilmiş Paslanmaz Çelikler

#### Paslanmaz Çelikte Korozyon Dayanımı

Paslanmaz çelikler eşit dağılımlı korozyonlardan etkilenmez, ıslak ortamlara maruz kaldığında karbon çelikleri gibi bu tip korozyona uğramazlar. Koruma uygulaması yapılmamış karbon çelikleri hava ve neme karşı kolaylıkla paslanmaktadır. Yüzeyde gözenekli ve kırılğan demir oksit yüzeyleri oluşur ve bu pas olarak adlandırılır. Diğer yandan paslanmaz çelik yüzeylerinde paslanmaya karşı pasifleştirilebilmesi için yeterli miktarda krom bulunmaktadır. Bu krom havadaki, bazı durumlarda sudaki oksijenle birleşerek krom oksit tabakası oluşturur ve bu tabaka paslanmaya karşı direnci

sağlar. Ayrıca bu tabaka çizilme ya da bulunduğu ortamdan gördüğü yıpranmalara karşı kendi kendini tamir edebilir. Bu da yine kromun oksitlenme özelliğinden ötürüdür.

Bu filmin korozyona karşı direnci, esas olarak krom içeriği olan paslanmaz çeliğin kimyasal bileşimine bağlıdır. Çalışma ortamının uygun olmadığı durumlarda paslanmaz çelik korozyona uğrayabilir. Bu korozyonlar genel olarak dörde ayrılır:

- a. Tekdüze (Uniform) Korozyon: Çok sert ortamlarda meydana gelen aşınımlardır, kimyasal madde kullanılan ortamlar ya da kağıt üretimi yapılan ortamlar gibi. Genelde paslanmaz çeliğin asit ya da baza maruz kalmasıyla bahsedilen korozyonlar oluşur. Bu maruziyet asidin ya da bazın türüne, sıcaklığına göre değişmektedir. Yayınlanan geniş veriler ve korozyon testinin kolaylığından ötürü tekdüze korozyondan korunmak kolaydır. Sülfürik asit, hidroklorik asit, fosforik asit ve nitrik asit gibi asit türleri paslanmaz çeliklere karşı etkilidirler. Organik asitler ise bu asitlere göre daha az aşınımına neden olurlar. Bazı paslanmaz çelik derecelerine karşı güçlü bazlar da etkili olmaktadır.
- b. Yerel (Lokalize) Korozyon: Delinme ya da çatlaklar halinde oluşan aşınımlardır. En çok bilinenleri klorürlerin verdiği zararlardan meydana gelenleridir. Ortamdaki klorür seviyesi artarsa daha yüksek oranlı alaşımlı paslanmaz çelikler kullanmak gerekebilir. Yerel korozyonların ne sebeple meydana geldiğini tahmin edebilmek zordur çünkü birçok etkenden meydana gelebilir. Klorür iyon konsantrasyonu, sıcaklık ve asidik oranın hassasiyeti artırması, demir ve bakır gibi oksitlenebilir iyonların yüzdesi bunlardan bazılarıdır.
- c. Gerilim Korozyonu: Ani çatlamlar ile oluşan bozulmalardır. Parçanın gerilim altında olması, ortamdaki ekstrem şartlar (yüksek sıcaklık, klorür seviyesi gibi) ve paslanmaz çeliğin gerilime yeteri kadar dayanıklı olmaması en önemli nedenleridir. Öncelikle deliklerin oluşumu, ardından bu deliklerden çatlakların belirmesi, çatlakların yayılması ve bozulmaların oluşması aşamaları ile meydana gelirler. Ekstrem şartları kaldırmak, gerilimi azaltmak ve doğru paslanmaz çelik çeşidini seçmek bu bozulmaları engelleyebilir.
- d. Galvanik Korozyon: Birbirine benzemeyen iki malzemenin aşındırıcı bir elektrolit içerisinde birleştirilmesi sonrası oluşan aşınımlardır. Bu elektrolitlerden en bilineni sudur. Anot haline gelen metalin aşınımı artarken katot haline gelen metalin aşınımı azalmaktadır. Paslanmaz çelik anot hale gelirse aşınımı normal aşınımına göre artacağından bahsettiğimiz şekilde korozyona uğrar. Farklı metaller arasında elektrik yalıtımını sağlamak aşınımların önlenmesinde etkilidir.

#### 4- TAKIM ÇELİKLERİ

Takım çeliği, takım üretimine uygun karbon ya da alaşım çelikleridir. Bu uygunluk belirgin sertliklerinden, aşınmalara ve deformasyonlara karşı dayanımlarından ve kesici kenarları yüksek sıcaklıklarda tutabilmelerinden kaynaklıdır. Bundan ötürü takım çelikleri diğer malzemelerin biçimlendirilmesinde tercih edilmektedir.

Ağırlıkça %0,5 ile %1,5 arası karbon içeren takım çelikleri gerekli kalitenin sağlanması için dikkatli şekilde kontrol edilen ortam şartları altında üretilmektedir. Kalıbında bulunan karpit oranı takım çeliğinin kalitesinde baskın bir rol oynamaktadır. Takım çeliğinde karbür oluşturan dört ana alaşım elementi tungsten, krom, vanadyum ve molibdendir. Farklı karbürlerin demirin östenit formuna çözülme hızı, çeliğin yüksek sıcaklıktaki performansını belirler (yavaşladıkça yüksek sıcaklığa karşı dayanıklılık artar). Bu tip çelikleri uygun ısıtma işlemi tabii tutmak uygun performans için önemlidir. İçerisinde mangan bulunması su ile yapılan bazı işlemler sırasında çatlama olasılığını en aza indirir.

Takım çelikleri kesme, presleme, ekstruderleme, darp etme işlemlerinde kullanılırlar. Enjeksiyonlu kalıp işlerinde aşınma karşı dayanımı nedeniyle yüzlerce ya da binlerce üretilecek parçanın kalıbının dayanıklı olması gerekmesinden ötürü takım çelikleri tercih edilmektedir.

Takım çelikleri altı ayrı gruba ayrılabilir. Bunlar suda sertleşen takım çelikleri, soğuk iş takım çelikleri, darbe dirençli takım çelikleri, yüksek hız takım çelikleri, sıcak iş takım çeliği ve özel maksatlı takım çelikleri. Gruplandırma maliyete, çalışma sıcaklığına, gerekli yüzey sertliğine, sağlamlığa, darbe direncine ve dayanım gerekliliklerine göre yapılır. Koşullar ne kadar ağırsa, alaşımın içerik oranı ve gerekli karpit miktarı artar.

- a. Suda Sertleşen Takım Çelikleri: İsmi oluşturulması sırasında yapılan su verme işleminden alır. Esasen yüksek karbonlu oranlı karbon çeliğidir. Düşük maliyeti nedeniyle en sık kullanılan takım çeliği grubudur. Sertleşebilirliği düşük olmasından ötürü hızlı bir su verme işlemine tabii tutulmalıdır. Sağlamlığının artırılması için mangan, silikon ve molibden kullanılır. Vanadyum ise sıcaklık etkisi sonucu tanecik büyüklüklerinin artışını engeller. Yağlar için halen kullanılır fakat son iki yüzyıla göre nispeten azalmıştır.
- b. Soğuk İş Takım Çelikleri: Yağ ile sertleşen, hava ile sertleşen ve yüksek karbon ile krom içeren biçimleri bulunur. Düşük sıcaklıktaki malzemeleri kesmek ya da oluşturmak için kullanılan takım çeliği grubudur. Sertleşme sonrası minimum bozulma gerektiren parçalar ya da büyük parçaların üretiminde kullanılırlar. Suda sertleşen takım çeliklerine göre daha çok alaşım yapan elemente sahiplerdir.
- c. Yüksek Hız Takım Çelikleri: Motorlu testerelerin bıçak kısmı ve matkap uçlarında kullanılır. Bu alanda daha önceden tercih edilen yüksek karbonlu çeliklere göre sertlik derecesini kaybetmeden yüksek sıcaklıklara dayanabilmektedir. Bu özelliği daha hızlı kesimler sağlar, bu nedenle bu ismi almıştır. Oda sıcaklığında diğer karbon ve takım çeliği türlerine göre daha çok dayanım sağlar.
- d. Darbe Dirençli Takım Çelikleri: Darbelere karşı dayanım ve iyi sertleşebilme özelliği vardır. Bu özellikler krom-tungsten, silikon-molibden ve silikon-mangan ikililerinin alaşıma eklenmesi ile kazanılır. Yüksek ve düşük sıcaklıklarda darbe direncine dayanım sağlanması için tasarlanmıştır. Dayanıklılık için karbon oranı yaklaşık %0,5 gibi düşük rakamlarda tutulmaktadır. Karbür oluşturan alaşımlar gerekli aşınma direncini, sertleşebilirliği ve sıcak ortamda çalışabilirliği artırır.
- e. Sıcak İş Takım Çeliği: Yüksek sıcaklık değerlerinde malzemeyi kesmek ya da şekillendirmek için kullanılan bir çelik grubudur. Yüksek sıcaklıklara uzun süre maruz kalan durumlarda sertliğini koruyacak ve dayanım sağlayacak çelik ihtiyacına göre geliştirilmiştir. Düşük karbon oranına sahiplerdir. İçindeki önemli miktarda karbür nedeniyle iyi sıcak sertlik, sertlik ve idare eder bir aşınma direnci sağlar. Krom barındıran, tungsten-krom barındıran ve molibden barındıran çeşitleri vardır.
- f. Özel Maksatlı Takım Çelikleri: P tipi ya da Plastik kalıp çelikleri çinko döküm ve plastik enjeksiyonu için üretilen kalıp gereksinimini karşılamak için kullanılır. L tipi ya da düşük alaşımlı takım çeliklerinden L6 aşırı derecede sertliğe sahiptir. F tipi ise suda sertleşen takım çelikleri ile aynı özelliğe sahip olup önemli derecede aşınım dayanımına sahiptir.

## 5- MARAĞING ÇELİĞİ

Biçimlendirilebilme özelliği kaybedilmeden üstün mukavemet ve dayanıklılığa sahip olan çelik tipidir. İsmi “martensitik” ve yaşlandırma anlamındaki “aging” kelimelerinden alır. Bu çelikler, mukavemetlerini karbondan değil, intermetalik bileşiklerin çökmesinden türeten özel bir düşük karbonlu ultra yüksek dayanımlı çelik sınıfıdır. Ana alaşım elementi %15 ile %25 arası bulunan

nikeldir. Kobalt, molibden ve titanyum gibi elementler ikincil alaşım elementleridir ve intermetalik çökelti oluřunu için eklenirler.

En yaygınları ağırlıkça %17-19 nikel, %8-12 kobalt, %3-5 molibden ve ağırlıkça %0,2-1,6 arası titanyum içerir. Krom ilavesi ile korozyona dayanıklı paslanmaz çelikler üretilebilir. Ayrıca bu az nikel gerektirdiğinden dolayı olarak sertleşebilirliğı artıran bir durumdur. Yüksek krom ve nikel oranına sahip çelikler genellikle ostenitik çeliklerdir ve ısıt ışlem uygulandığında martensite dönüşmezler, ama nikel oranı az ise bu dönüşüm gerçekleşebilir. Mangan, nikel ile benzer etkiye sahiptir, ostenit fazını dengeler. Mangan içeriğine bağılı olarak demir-mangan maraging çelikleri yüksek sıcaklıktaki ostenit fazından söndürüldükten sonra tamamen martensitik olabilir veya bir miktar ostenit tutabilir.

Karbon oranının az olmasından ötürü makinede daha iyi işlenebilirler. Yaşlandırmadan önce, çatlamadan %90'a kadar soğuk haddelenmiş (kesit küçültme) olabilirler. İyi bir kaynaklanabilirlik sağlarlar, fakat daha sonra kaynaklanan bölgede yaşlandırma uygulanmalıdır. Isıt ışlem çelikte boyutsal değışimler meydana getirebilir, bu yüzden işlemler son boyutlarına göre yapılır. Yüksek alaşım içeriğı yüksek sertleştirilebilirlik sağlar. Biçimlendirilebilir demir-nikel martensitleri soğutma üzerine oluştuğundan, çatlaklar yoktur ya da ihmal edilebilir. Paslanmaz olmayan çeşitleri korozyona orta derecede dayanıklıdır. Ayrıca gerilme ve hidrojen kaynaklı kırılmalığa karşı dayanıma sahiptir. Kadmiyum kaplama ya da fosfatlama ile korozyon dayanımı artırılabilir.

Roket ve füze gibi verilen kuvvetin etkisinin artması için ağırlıkta azalma gerektiren alanlarda maraging çeliğı tercih edilmektedir. Çokça sabit özelliğı vardır ve aşırı sıcaklık kaynaklı haddinden fazla yaşlandırmalara rağmen sadece hafifçe yumuşamaya uğrarlar. Krank mili ve vites kutusu gibi araba parçalarında, ayrıca önemli yük altında sürekli sıcak-soğuk geçişi olan otomatik silahların ateşleme pimlerinde kullanılırlar.

#### KAYNAKÇA

1. <http://www.keytometals.com/Articles/Art62.htm>
2. [http://efunda.com/materials/alloys/carbon\\_steels/low\\_carbon.cfm](http://efunda.com/materials/alloys/carbon_steels/low_carbon.cfm)
3. [http://www.efunda.com/materials/alloys/carbon\\_steels/low\\_carbon.cfm](http://www.efunda.com/materials/alloys/carbon_steels/low_carbon.cfm)
4. [http://www.efunda.com/materials/alloys/carbon\\_steels/medium\\_carbon.cfm](http://www.efunda.com/materials/alloys/carbon_steels/medium_carbon.cfm)
5. [http://www.efunda.com/materials/alloys/carbon\\_steels/high\\_carbon.cfm](http://www.efunda.com/materials/alloys/carbon_steels/high_carbon.cfm)
6. Smith, pp. 373-377, pp. 386-391, pp. 393-396
7. Degarmo, pp. 112-114
8. <http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/TheStainlessSteelFamily.pdf>
9. <http://worldstainless.org/training/Architecture%20and%20Civil%20Engineering>
10. [https://nickelinstitute.org/~media/Files/TechnicalLiterature/AlloySelectionforCausticSodaService\\_10019\\_.ashx](https://nickelinstitute.org/~media/Files/TechnicalLiterature/AlloySelectionforCausticSodaService_10019_.ashx)
11. <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=c76077d96f0a44e1bc961e4150700385>
12. <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=5c585a5e0a33433e824c6fc2c5f4ce89>
13. <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=98412264df644be88a7da49a179d25ad>
14. <https://www.hudsonsteel.com/technical-data/steelO6>
15. [http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-S/MIL-S-46850D\\_19899/](http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-S/MIL-S-46850D_19899/)