

## Paslanmaz Çeliğin Tarihi

Antik çağlardan günümüze birkaç korozyon dayanımlı demir ulaşmayı başarmıştır. Bunun en ünlü ve en büyük örneği Hindistan 'ın Delhi kentindeki, Kumara Gupta I tarafından 400 'lü yıllarda yaptırılan "Delhi 'nin Dikili Demiri" 'dir. Fakat paslanmaz çeliğe benzemeyen bir şekilde bu demir anıt paslanmazlık özelliğini kromdan değil, içerdiği yüksek fosfordan almaktadır. Fosfor uygun yöresel hava şartlarıyla birlikte anıtın yüzeyinde, demir-oksit ve fosfordan oluşan bir koruyucu yüzey tabakası oluşturup demirin korozyona karşı direncini sağlamaktadır.

Demir-krom alaşımlarının korozyona karşı olan direnci ilk defa 1821 yılında Fransız metalürjist Pierre Berthier tarafından farkına varılmıştır. O dönemdeki teknoloji, krom ile demiri bugünkü gibi işleme tabii tutabilmeye yetmediği için pratik olarak kullanıma geçilememiştir.

1890 'larda Alman Hans Goldschmidt karbonsuz krom üretimin yolunu açan alimnotermik yöntemini bulmuştur. Bu tarihten itibaren paslanmaz çelik üzerine birçok çalışma yapılmıştır.

Modern paslanmaz çeliklerin başlangıcı, 1913 yıllarında İngiliz metalürjist Harry Brearly tarafından rastlantısal olarak tüfek namlularını geliştirmek için araştırma yaparken keşfedilerek başlamıştır. Bu da paslanmaz çeliğin başlangıç noktası olmuştur. Daha sonrasındaki çalışmalarda, 18-8 olarak nitelendirilen (304) östenitik paslanmaz çelik yaklaşık 1920 'li yıllarda piyasaya çıkmış ve uygulamalarında büyük bir başarı sağlanmıştır. 1930 'lardan itibaren paslanmaz çelik endüstride ve günlük hayatımızda vazgeçilmez bir yer almıştır. Bu gelişmeleri diğer alaşım elementleri ile sürdüren araştırmacılar, bugün tanıdığımız paslanmaz çelik kalitelerini zamanla geliştirmişlerdir.

Dubleks paslanmaz çelikler bundan yaklaşık 70 yıl önce, sülfid kağıt endüstrisinde kullanım amaçlı olarak geliştirilmiştir. Dupleks alaşımlar ilk etapta klorit yatak soğutma sularının ve diğer keskin kimyasal proses sıvılarının yol açtığı korozyon problemiyle başa çıkabilmek için kullanıldı. 1970 'lerde Kuzey Denizindeki gaz ve petrol istasyonlarının gelişimiyle, ikinci bir kuşak dupleks paslanmaz çelik geliştirildi. Buna göre belirli bir oranda nitrojen ilavesi, tokluğu, kaynaklanabilmeyi, klorit korozyon dayanımını artırmıştır. En yaygın olarak kullanılan UNS S31803 olarak adlandırılan karışık kompozisyon 1996 yılında dupleks çelik UNS S32205 standartlaştırılmıştır.

**II. Dünya Savaşı esnasında, yapılan araştırmalarla çökellemeyle sertleştirilen paslanmaz çelikler keşfedilmiştir. Standart olmayan bu kalitelerin ilk örneği 1948 yılında 17-7PH olarak adlandırılan paslanmaz çelik olmuştur.**

## Paslanmaz Çelik Çeşitleri

Paslanmaz çeliğin değişik çeşitleri vardır. Örneğin nikel ilave edildiğinde demirin östenitik mikro yapısı istikrarlı hale gelir. Bu kristal yapı çeliği manyetik olmayan, düşük sıcaklıklarda daha az kırılgan olan bir çelik haline getirir. Daha yüksek sertlik ve mukavemet için içerdiği karbon miktarı artırılır. Isıl işlemlerle birlikte bu çelikler jilet, bıçak ve kesici uçlar gibi birçok üründe kullanılabilir. Mangan da birçok çelikte değişik oranlarda bulunur ve nikelin vermiş olduğu östenitik yapının korunmasına, daha düşük maliyetlerle yardımcı olur.

Paslanmaz çelikler kristal mikro yapılarına göre beş grupta sınıflandırılırlar.

1. Östenitik Paslanmaz Çelikler
2. Ferritik Paslanmaz Çelikler
3. Duplex Paslanmaz Çelikler
4. Martensitik Paslanmaz Çelikler
5. Çökellemeyle Sertleştirilmiş Paslanmaz Çelikler (PH)

## 1. Östenitik Paslanmaz Çelikler

300 serisi veya östenitik paslanmaz çelikler dünya toplam paslanmaz çelik üretiminin yaklaşık %60 'ını oluştururlar. Maksimum %0,15 karbon, minimum %16 krom ve östenitik yapıyı çok düşük sıcaklıklardan ergime sıcaklığına kadar kararlı kılmak amacıyla yeterli miktarda nikel ve/veya mangan içerirler.

En çok bilinen türü 18/8 (304 kalite) paslanmaz çelik olarak tanınan ve %18 krom, %8 nikel içeren çeliktir. AL-6XN ve 254SMO gibi "süperöstenitik" paslanmaz çelik olarak bilinen çelikler içerdikleri yüksek molibden (>%6) ve nitrojen ilaveleriyle ve yüksek nikelin gösterdiği yüksek stres korozyon direnci sayesinde çok etkin bir klorit çekirdeklenme ve çatlama korozyonu direnci gösterirler.

"Süperöstenitik" 'lerin yüksek alaşım içerikleri maliyetlerinin de çok yükselmesine neden olur. Bu nedenle tamamen aynı olmamakla birlikte benzer bir performansı, daha düşük maliyetle ferritik veya duplex paslanmaz çelik gruplarından da elde edilebileceği unutulmamalıdır. En yaygın olarak bilinen östenitik kaliteler 304 ve 316 'dır.

Östenitik paslanmaz çelikler manyetik değildirler ve ısı işleme tabii tutulamazlar, süneklik özellikleri yüksektir, haddelikle sertleştirilebilirler ve mükemmel bir korozyon dayanımına, işlenebilirlik özelliğine ve kaynaklanabilirlik özelliğine sahiptirler. Yapıları FCC 'dir

## 2. Ferritik Paslanmaz Çelikler

Ferritik paslanmaz çelikler genelde nikel içermeyip yüksek krom içeren (%10,5 ile %30 arasında), molibden, titanyum vanadyum gibi karbür yapıcı ve ferritik yapıyı istikrarlı kılan alaşım elementleri içeren bir paslanmaz çelik gurubudur.

Genelde içerdikleri yüksek krom oranı, ferritlere çok yüksek bir korozyon direnci sağlar. Daha çok yakın akrabaları olan karbon çeliklerin özelliklerine yakın mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olan ferritik paslanmaz çelikler, östenitiklerin tersine manyetiklerdir, düşük karbon içerikleri nedeniyle ısı işleme tabii tutulamazlar ve kolayca haddelenebilirler. Bu tür çeliklere tek uygulanabilen ısı işlem tavlama işlemidir.

Son zamanlarda alaşım elementlerinde, özellikle nikelde, yaşanan aşırı fiyat yükselişi ve değişikliği, ferritiklerin geliştirilmesine hız kazandırmış olup, düşük maliyetle östenitikler kadar korozyona dayanımlı yeni, geniş bir kullanım alanına sahip ve maliyeti çok daha düşük ferritik kaliteler de geliştirilmiştir.

## 3. Duplex Paslanmaz Çelikler

Mikro yapılarında genelde eşit oranlarda ferrit ve östenit içeren bu çeliklerin korozyona karşı performansı içerdikleri alaşımlara göre farklılık göstermektedir.

Duplex paslanmaz çelikler östenitik paslanmaz çeliklere göre daha yüksek bir mukavemete sahip olmakla birlikte, bölgesel korozyonlara karşı özellikle çekirdeklenme, çatlak ve stres korozyonuna karşı östenitiklerden daha iyi bir dayanıma sahiptirler. Duplex kaliteler de %19 - %28 arasında olan yüksek orandaki krom, %5 'e kadar bulunan molibden ve östenitlere göre daha düşük oranlarda olan nikel içerikleri sayesinde daha mukavimdirler.

Duplex paslanmaz çeliklerin en önemli kısıtlayıcı özelliği yüksek sıcaklıklarda ve çok düşük sıcaklıklarda kırılma eğilimindedir. Özellikle 300 °C 'nin üzerinde ve -50 °C 'nin altında kısa bir süre dahi çalışılırsa, duplex çelikler kırılma eğilimindedir ve tekrar tavlama ihtiyacı doğar. En yaygın olarak bilinen duplex paslanmaz çelik kalitesi 2205 kalitedir. Yapıları ferritik kısımları için BCC, östenitik kısımları için FCC 'dir.

#### 4. Martensitik Paslanmaz Çelikler

Fakat içerdiği fazladan karbon ilavesi nedeniyle, karbon çelikleri gibi ısı ile sertleştirilip, mukavemeti artırılabilir. Temel alaşım elementleri: %12 ile %15 arası krom, %0,2 ile %1,0 arası molibden ve %0,1 ile %1,2 arasında karbon 'dur. Birkaç martensitik kalite haricinde içeriğinde nikel bulunmaz.

Aşağıda bir mikro yapı örneği görülen martensitik paslanmaz çelikler manyetikler. Artan karbon oranına bağlı olarak, sertleştirilebilirlikleri ve mukavemetleri artarken, toklukları ve süneklikleri azalır. Yüksek karbon oranına ve diğer alaşım elementlerine bağlı olarak, 60 HRC 'ye kadar ısı ile sertleştirilebilirler. Menevişleme veya temperleme olarak adlandırılan ısı ile işlem sonrası stres giderme işleminden sonra, en uygun korozyon dayanımına ulaşılır.

Martensitik kalitelerin, ferritik ve östenitik kalitelerle karşılaştırıldığında korozyona dayanım özelliği biraz düşüktür. İşlenebilirlik ve şekillenebilirlik özellikleri yüksektir. İçerdikleri alaşım elementlerine ve oranlarına bağlı olarak yapılarında az miktarda kalan-östenit yapı olabilir.

Martensitik çelikler, özellikle mukavemetin ve mekanik aşınmaya karşı direncin korozyona karşı dirençle birlikte istendiği alanlarda çok başarıyla uygulanabilir. Takım çeliği olarak da kullanılır. Uygulama alanı çok geniştir. Yapıları BCT 'dir.

#### 5. Çökmeyle Sertleştirilmiş Paslanmaz Çelikler (PH)

"Yaşlandırma ile sertleştirilen paslanmaz çelikler" olarak da adlandırılan çökmeyle sertleştirilmiş paslanmaz çelikler, temelde krom ve nikel içerip, martensitik ve östenitik kalitelerin arasında, her ikisinin de özelliklerini uygun bir şekilde yapısında birleştiren bir paslanmaz çelik türüdür.

Martensitik paslanmaz çelikler gibi ısı ile işlemle yüksek mukavemet kazanabildikleri gibi, östenitik kaliteler gibi de korozyon dayanımına sahiptirler. Sertleştirme, bakır, alüminyum, titanyum, niobium ve molibden gibi alaşım elementlerinin bir veya bir kaçının ilavesiyle sağlanır. Bu grupta en yaygın olarak bilinen kalite 17-4 PH 'dır. Bu kalite ayrıca 630 olarak da tanınır. Adını %17 krom ve %4 nikel içeriğinden alan bu kalite, %4 bakır ve %0,3 niobium da içerir.

Çökmeyle sertleştirilmiş paslanmaz çeliklerin bir avantajı da, bu malzemelerin mekanik olarak çalışmaya, işlenmeye hazır bir şekilde, "işlem görmüş çözelti" şartlarında da temin edilebilmesidir. Mekanik işleme veya üretim sonrasında, çok basitçe bir düşük sıcaklık ısı ile işlemi uygulanması yoluyla çeliğin mukavemeti istenildiği gibi artırılabilir. Bu işlem düşük sıcaklıkta yapıldığı için, üretilen veya uygulanan malzemede sıcaklığa bağlı bozulmalar veya çarpıklıklar oluşmaz.

Çökmeyle sertleştirilen paslanmaz çelikler üç alt gruba ayrılır: Martensitik PH, yarı-östenitik PH ve östenitik PH.

PH paslanmaz çelikler, alaşım oranına bağlı olmakla birlikte östenitik 304 kalite kadar korozyon direncine sahip olabilir. Tavlanmış şekilde korozyon dayanımı çok düşüktür. Bu nedenle ısıl işlem den önce kullanılmamalıdır. Yapıları da alt guruplarına göre BCT veya FCC veya her ikisi birden olabilir.



Burada 17-4PH kalite 1040 °C 'de çözelti işlemine tabii tutulmuş, havada soğutulmuş ve 4 saat 495 °C 'de yaşlanmaya bırakılıp havada soğutulmuş, menevişlenmiş martensitik yapı görülmektedir. (1000x)



Burada 17-7PH kalite 1,5 saat 760 °C 'ye ısıtılmış, 15 °C 'ye havada soğutulup, 1,5 saat bekletip, 570 °C 'de 1,5 saat yaşlanmaya bırakılmış, martensitik matriks içindeki krom karbür ve ferrit adacıkları görülmektedir. (1000x)

## 304 Kalite Paslanmaz Çelik

ASTM 304 (304 Kalite) en büyük paslanmaz çelik başarı hikâyesidir. Tüm paslanmaz çelik üretiminin %50 'sini ve paslanmaz tüketiminin yaklaşık yarısını oluşturur ve hemen hemen tüm endüstriyel uygulamalarda kullanılır.

304 sadece her uygulamaya uyabilen bir paslanmaz çelik değildir; aynı zamanda 304 'ün niteliklerini anlamak, istenilen bir uygulamada paslanmaz çeliğin uygunluğunu tanımlamada pratik bir temel ve östenitik paslanmaz çelik grubunun malzemelerini karşılaştırmak için mükemmel bir temel sağlar. 304 'ün kullanımıyla ilgili tatmin edici bir tecrübeye ve derin çekme özellikleriyle ilgili bilgiye hepimiz sahibizdir. Çatal-bıçak takımlarınız, (18/10 ve 18/8 işaretlemelerine bakınız), düdüklü tencereleriniz, lavabolarınız ve hatta disketlerde kullanılan metalik kısım 304 paslanmaz çeliğindedir.

### Bileşenleri:

Kalite 304L (Lütfen Tablo-1 'e bakınız), kaynakla tutturulmuş parçalarda mümkün olabilecek korozyon hassasiyetini önlemek amacıyla ara sıra kullanılan düşük karbonlu bir 304 'tür. Kalite 304H (Lütfen Tablo-1 'e bakınız), dayanımı artırır, (özellikle 500 °C üzerindeki sıcaklıklarda) 304L 'ye göre daha yüksek bir karbon içerir. Hassas korozyon ihtimali olan uygulamalar için bu kalite kullanılmaz.

Standart Adı	Kalite	%C	%Cr	%Ni	%Mn	%P	%Si	%S
<b>ASTM 304</b>	304	0,08	18,00-20,00	8,00-10,50	0,045	1,00	2,00	0,03
<b>ASTM 304L</b>	304L	0,03	18,00-20,00	8,00-12,00	0,045	1,00	2,00	0,03
<b>ASTM 304H</b>	304H	0,04-0,10	18,00-20,00	8,00-12,00	0,045	1,00	2,00	0,03

Tablo-1: 304 'ün Bileşenleri ve İlgili Kalite 'ler

Not-1: Aralık olarak verilmeyen % oranları maksimum oranları göstermektedir.

Not-2: Bu değerler ASTM A240 'da, plaka, sac ve rulo için tanımlanmış değerlerdir. Diğer bazı ürünler için tanımlama bu değerlerden biraz farklı olabilir.

304L ve 304H 'ın her ikisi de plaka (yassı ürün) ve boru için uygundur, fakat 304H stok öncesi daha az bulunabilir. 304L ve 304H bazen standart 304 gibi stoklanır. (Test sertifikaları bunun "L" 'mi "H" 'mı olduğunu teyit eder)

### **Korozyon Dayanımı:**

304 Kalite çok geniş bir alanda mükemmel bir korozyon dayanımına sahiptir. Birçok mimari inşaat uygulamalarında paslanma yapmaz. Ayrıca, birçok gıda üretimi ve prosesi yapılan çevrelerde, kolayca temizlenip, organik kimyasallara, çok geniş bir alanda inorganik kimyasallara ve renkli boya maddelerine karşı dayanıklıdır.

304 Kalite, orta sıcaklıktaki klorit ortamlarda, 50 °C üzerindeki sıcaklıklarda çekme kuvvetinin uygulandığı stres korozyonu kırılması ve çekerdekleme ve çatlama korozyonuna maruz kalır. Bunun yanında, kısa süreli aralıklarla ve temizliğin düzenli yapılıp, uygulandığı (örneğin tencerelerde ve bazı yat bağlantılarında) yerlerdeki ılık klorit ortamlarda başarıyla uygulanabilir.

### **Isı Dayanımı:**

304 Kalite 870 °C 'de kısa süreli aralıklarla çalışıldığı ve 925 °C 'de sürekli çalışıldığı yerlerde iyi bir oksitlenme dayanımına sahiptir. 304 'ün 425 – 860 °C aralığında, eğer takip eden uygulama oda sıcaklığında sulu ortamlardaki çalışma ise, tavsiye edilmez. Fakat bu sıcaklık aralığının üzerinde veya altında değişen ortamlarda bazen iyi performans gösterir.

304L kalitesi karbür çökmesine karşı daha dayanımlıdır ve yukarıda bahsi geçen sıcaklık aralığında kullanılabilir. Yüksek sıcaklıkta malzeme dayanımının önemli olduğu yerlerde, yüksek karbon değerlerine ihtiyaç duyulur. Örneğin AS1210 basınç kapları kodu 304L 'nin kullanım operasyon sıcaklığını 425 °C ile sınırlar ve 304 kalitenin kullanımı, 550 °C sıcaklığın üzeri için, karbon değeri %0,04 ve daha yüksek değerlere kısıtlanır.

304 Kalite, sıvılaştırılmış gazların düşük sıcaklıklarında mükemmel bir tokluğa sahiptir ve bu sıcaklıklarda uygulaması da bulunur.

### **Mekanik ve Fiziksel Özellikler:**

Çekme Mukavemeti	Min. 515 MPa
%0,2 Akma Mukavemeti	Min. 205 MPa
Uzama %	Min. %40
Sertlik (Brinell)	Maks. 201 HB
Sertlik (Rockwell)	Maks. 92 HRB
Sertlik (Vickers)	Maks. 210 HV

Tablo-2: 304 Kalitenin ASTM A240m 'de verilen Mekanik Özellikleri (Tavlınmış Olarak)

Not: Diğer standartlarda özellikler çok az farklı olarak verilmektedir.

<b>Yoğunluk</b>	8.000 kg/m <sup>3</sup>
<b>Akma Modülü</b>	193 GPa
<b>Ortalama Termal Uzama Katsayısı</b>	0 – 100 °C 17,2 µm/m/ °C 0 – 315 °C 17,8 µm/m/ °C 0 – 538 °C 18,4 µm/m/ °C
<b>Termal İletkenlik</b>	100 °C 'de 16,2 W/m.K 500 °C 'de 21,5 W/m.K
<b>Spesifik Isı</b>	0 – 100 °C 500 J/kg.K
<b>Elektrik İletkenliği</b>	720 nOhms.m

Tablo-3: 304 Kalitenin Fiziksel Özellikleri (Tavllanmış malzemenin tipik özellikleri)

Diğer östenitik kaliteler gibi, tavllanmış şekildeki 304'de neredeyse manyetik değildir. (çok düşük manyetik özellik). Fakat soğuk haddelendikten sonra, önemli ölçüde manyetik özelliğe sahip olabilir. (Tavlamayla tersine çevrilebilir)

Diğer östenitik çeliklerde olduğu gibi, 304'de ancak soğuk haddeme ile sertleştirilebilir. 1.000 MPa 'ı aşan kopma mukavemet değerlerine ulaşılabilir ve talep edilen miktar ürün şekline bağlı olarak da özel soğuk haddelenmiş, mukavemeti yüksek bir sipariş de verilebilir. (Bakınız ASTM A666 veya EN 10088-2)

Tavlama işlemi 304 kalitede uygulanan ana ısıl işlemdir. Bu 1.010 – 1.120 °C 'ye kadar ısıtıp, hızlı bir şekilde soğutmayla –genelde suya daldırma- gerçekleştirilir.

### Üretilebilirlik

304 Kalite mükemmel bir şekillendirilebilme özelliğine sahiptir. Isıl işlemle ara yumuşatma operasyonu yapmadan derin çekme işlerinde kullanılabilir. Bu özelliği derin çekmenin (sıvama halk dilinde) üretiminde kullanıldığı kaplar, tencereler gibi ürünlerin üretiminde, bu malzemenin tercih edilmesine neden olmaktadır. Kolayca kesilip, endüstriyel, mimari ve taşımacılık alanlarındaki diğer parça çeşitlerine şekillendirilip, kullanılabilir.

304 kalite kaynaklanabilirlik açısından da uygun olup tüm standart kaynak teknikleri kullanılabilir. (Oxyacetylene normalde kullanılmamasına rağmen) Kaynak sonrası uygun şekilde yapılmış temizleme tavsiye edilmesine rağmen, kaynak sonrası tavlama, 304 'ün korozyon dayanımını koruması açısından bazen gerekli değildir. 304L kaynak sonrası tavlama işlemi gerektirmez ve ağır ölçü üretimlerinde geniş yer bulur.

304 'ün işlenebilirliği birçok karbon çeliklerinden daha düşüktür. 304 gibi standart östenitik çelikler, yavaş hızlarda ve ağır beslemeyle, sert ve keskin uçlar ve soğutma sıvısı kullanarak kolayca işlenebilirler.

## Uygun Formlar:

304 Kaliteleri, rulo, sac, plaka, şerit, tüp, boru, bağlantı elemanı, bar, açılı ürün, tel, döküm ve diğer şekillerde olmak üzere, aşağı yukarı tüm paslanmaz ürün formlarında elde etmek mümkündür. Ayrıca 304' ü, paslanmaz çelikten üretilen, standarttan özel yüzeylere kadar tüm yüzey kalitelerinde bulmak mümkündür.

## Uygulamalar:

Deniz şartları, 50 – 60 °C 'yi aşan sıcaklık şartları, klorit bulunan ortamları, ağır kaynaklamaya ihtiyaç duyan durumları, çok işleme gerektiren, yüksek mukavemet, sertlik veya soğuk haddelemeyle elde edilen şeritleri de içeren durumlar gibi belirgin bazı durumlarda ve uygulamalarda, 304 'e alternatif kaliteler değerlendirilmelidir.

Ancak mutfak takımı, mimari, gıda ve meşrubat prosesi, takım-teçhizat, ticari ve ev mutfak üretimi, kazanlar, kimya, petro-kimya, mineral işlemleri ve diğer endüstriler, 304 'ün tipik uygulama alanlarını oluşturur.

Bu geniş kullanım alanıyla 304 kalite modern endüstride temel bir malzeme olmuştur.

## 316 Kalite Paslanmaz Çelik

Eğer bir uygulama 304 kalitenin sağlayacağı korozyon dayanımından daha yüksek bir dayanım gerektiriyorsa, 316 kalite bir basamak ilerisidir. 316 Kalite görsel olarak 304 kaliteyle eşdeğer bir mekanik, fiziksel ve üretilebilirlik karakterine sahip olmakla birlikte, özellikle klorit ortamlardaki çekirdeklenme paslanmasına karşı 304 kaliteden daha iyi bir korozyon direncine sahiptir.

316 kalite paslanmaz çelik ailesinde ikinci en popüler kalitedir. Tüm üretilen paslanmaz çelik ürünleri arasında %20 'lik bir tüketim oranına sahiptir.

## Bileşenleri:

Tablo-1 316, 316L ve 316H kalitelerinin karşılaştırmasını göstermektedir.

316L kalite düşük karbonlu bir 316 'dır ve kaynaklı parçalardaki hassas korozyona karşı kullanılır.

316H kalite 316L 'ye göre daha yüksek oranda karbon içerir ve mukavemeti yüksektir.(özellikle 500 °C üzerindeki sıcaklıklarda) Fakat hassas paslanmanın görülebileceği yerlerde kullanılmamalıdır.

Standart Adı	Kalite	%C	%Cr	%Ni	%Mo	%Mn	%P	%Si	%N	%S
ASTM 316	316	0,08	16,00-18,00	10,00-14,00	2,00-3,00	2,00	0,045	0,75	0,10	0,03
ASTM 316L	316L	0,03	16,00-18,00	10,00-14,00	2,00-3,00	2,00	0,045	0,75	0,10	0,03
ASTM 316H	316H	0,04-0,10	16,00-18,00	10,00-14,00	2,00-3,00	2,00	0,045	0,75	-	0,03

Tablo-1 316 Kalite Bileşenleri

### Korozyon Dayanımı:

316 Kalite, geniş bir kullanım alanına ve mükemmel bir korozyon direncine sahiptir. 304 Kaliteyle karşılaştırıldığında esas avantajı, ılık klorit ortamlardaki çekirdeklenme ve çatlama korozyonlarına karşı artırılmış direnme gücüdür. Tüm mimari uygulamalarda oluşabilecek paslanmalara karşı dirençlidir ve hatta deniz gören yapılar, köprü bağlantıları ve kirişleri gibi çok zor şartlar içinde bazen kullanılır. Gıda prosesi yapılan çevrelerde, kolay temizlenmesinden dolayı çok tercih edilir. Organik kimyasallara, boyalara ve geniş bir inorganik kimyasallar grubuna dayanım gösterir.

Sıcak klorit ortamlarda, 316 kalite çekirdeklenme ve çatlama korozyonu ve 50 °C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda çekme stresine maruz kaldığı durumlarda stres korozyon kırılmaları görülür.

Bu tür zor koşullarda 2205 (UNS S 31803) veya %6 molibden içeren yüksek alaşımlı östenitik kaliteler (UNS S31254) gibi duplex kaliteler uygun seçim olur. 316 Kalitenin yüksek veya düşük karbon içeren alt sürümlerinin (316L ve 316H) korozyon dayanımları standart 316 gibidir. Bu alt sürümler genelde kaynaklamada daha iyi bir dayanım göstermesi sebebiyle (316L) veya yüksek sıcaklıkta yüksek mukavemet için (316H) tercih edilirler.

### Isı Dayanımı:

304 kalite gibi, 316 kalite de 870 °C 'deki aralıklı uygulama şartlarında ve 925 °C 'deki sürekli uygulama şartlarında iyi bir oksitlenme dayanımına sahiptir. 316 kalitenin 425 °C ile 860 °C arasında sürekli bir çalışma ortamına maruz kalması, eğer uygulama sonrası oda sıcaklığında sulu bir ortam olarak devam ediyorsa, tavsiye edilmez. Fakat bu kaliteler bazen bu belirtilen aralığın üstünde veya altında değişen sıcaklıklarda iyi performans da gösterebilirler.

316L kalitesi karbür çökmesine karşı standart 316 kaliteden ve 316H 'dan daha dirençlidir ve yüksek sıcaklık aralığında kullanılabilir. Yinede, yüksek sıcaklık mukavemetinin önemli olduğu yerlerde yüksek karbon değerlerine ihtiyaç duyulur. Örneğin, basınçlı kaplar standardı 316L 'nin operasyon sıcaklığını 450 °C ile sınırlar ve 550 °C sıcaklıklar için 316 kalitede karbon değerinin %0,04 veya üstü bir değerde olmasına izin vermez. 316H veya titanyum içeren sürümü 316Ti yüksek sıcaklık uygulamaları için uyarlanabilirler.

Diğer östenitik paslanmaz çelikler gibi, 316 da sıvılaştırılmış gazların düşük sıcaklıklarında mükemmel bir tokluğa sahiptirler ve genelde cryogenic kaplar için 304 gibi daha düşük maliyetli kalitelerin tercih edilmesine rağmen, bu sıcaklıklarda uygulamaları vardır.

### Mekanik ve Fiziksel Özellikler:

Lütfen Tablo-2 ve Tablo-3 'e bakınız.

<b>Kopma Mukavemeti</b>	Min. 515 MPa
<b>0.2% Akma Mukavemeti</b>	Min 205 MPa
<b>Uzama %</b>	Min %40
<b>Sertlik (Brinell)</b>	Maks. 217 HB
<b>Sertlik (Rockwell)</b>	Maks. 95 HRB



Tablo–2: 316 Kalitenin ASTM A240M 'de verilen Mekanik Özellikleri (tavlanmış şekilde)

Not: Diğer standartlarda özellikler çok az farklı olarak verilmektedir.

Yoğunluk	8.027 kg/m <sup>3</sup>
Akma Modülü	193 GPa
Ortalama Termal Uzama Katsayısı	0 – 100 oC 15,9 µm/m/oC
	0 – 315 oC 16,2 µm/m/oC
	0 – 538 oC 17,5 µm/m/ oC
	0 – 649 oC 18,6 µm/m/ oC
	0 – 815 oC 20,0 µm/m/ oC
Termal iletkenlik	100 oC 'de 16,3 W/m.K
	500 oC 'de 21,5 W/m.K
Spesifik Isı	0 – 100 oC 500 J/kg.G
Elektrik İletkenliği	20 oC'de 740 nOhm.m

Tablo–3: 316 Kalitenin Fiziksel Özellikleri (Tavlanmış malzemenin tipik özellikleri)

Diğer östenitik kaliteler gibi, 316 'da hemen hemen manyetik değildir. (çok düşük manyetik geçirgenlik gibi) 304 kalite soğuk haddelene ile önemli ölçüde manyetikleşirken, 316 kalite hemen hemen hiç etkilenmez.

Bu özelliği bazı uygulamalarda tercih edilmesinde bir sebep olabilir. 316 kalitenin diğer östenitik kalitelerle ortak özelliği de sadece soğuk haddelene ile sertleştirilebilmesidir. 1.000 MPa 'ı aşan kopma mukavemetine, talep edilen ürün ve miktarın şekline bağlı olarak ulaşılabilir. Özel olarak tanımlanmak kaydıyla soğuk haddelene mukavemetine göre sipariş de verilebilir. (ASTM A666 veya EN 10088-2 'ye bakınız)

Tavlama (çözüm işlemi olarak da adlandırılabilir) 316 kalitelerde uygulanan ana ısıl işlemdir. Bu 1010 -1120 oC sıcaklığa ısıtarak hızlı soğutmayla (genelde suya daldırarak) gerçekleştirilir.

### Üretilirlik:

Diğer östenitik kaliteler gibi 316 'da mükemmel bir şekillendirilebilme özelliğine sahiptir. Lavabo, tencere gibi, derin çekme paslanmaz parçalarının üretiminde olduğu gibi ara ısı yumuşatma işlemine tabii tutmadan derin çekme yapılabilir. Yinede, normal uygulamalar için 316 kalitenin ekstra korozyon direnci gerekli değildir. 316 kalite endüstride ve mimari uygulamalarda birçok parça çeşidi üretiminde kolayca bükülerek ve haddelenerek kullanılabilir. 316 kalitenin uygun bir kaynaklanabilme özelliği vardır ve bütün standart kaynaklama teknikleri uygulanabilir. (oxyacetylene normalde uygulanmamasına rağmen) Kaynak sonrası tavlama, 316 'nın korozyon dayanımını korumak için bazen gerekli olmasa da, ağır ölçülü üretimlerde onu daha uygun kılar; uygun bir kaynak sonrası temizleme tavsiye edilir. 316 'nın işlenebilirliği birçok karbon çeliğinde daha düşüktür. Standart östenitik kaliteler gibi 316 da, eğer yavaş bir besleme yapılırsa, düşük hızlarda ve soğutma sıvısı kullanarak, sert ve keskin uçlarla kolayca işlenebilir. 316 'nın işlenebilirliği iyileştirilmiş sürümleri de mevcuttur.

## Uygun Formlar:

316 kaliteleri, rulo, sa, plaka, şerit, tp, boru, bağlantı elemanı, çubuk, bar, açılı ürün, tel, döküm ve diğer şekillerde olmak üzere, aşağı yukarı tüm paslanmaz ürün formlarında bulmak mümkündür. Ayrıca, 316' yı paslanmaz elik de üretilen, standarttan özel yzeyleye kadar tüm yüzey kalitelerinde de bulmak mümkündür.

## Uygulamalar:

316 'nın tipik uygulamasını şu şekilde özetleyebiliriz: Yat bağlantı ve yapı elemanlarında, özellikle denizdeki mimari yapılarda, kirli veya endüstriyel çevrelerde, gıda ve içecek işlemlerinin yapıldığı donanımlarda, sıcak su sitemlerinde ve kimyasal, petrokimyasal, mineral prosesi, fotografik ve diğer endüstri uygulamalarında.

Bazen 316 kalite deniz kalitesi olarak tanımlanır ve 304 baz kalitesinin bir üst basamağıdır.

## Alternatifler:

Aşağıda belirtilen bazı uygulama ve çevrelerde, 316 kaliteye alternatif kalite seçenekleri değerlendirilmelidir:

- Güçlü indirgeyici asitlerde (904L, 2205 veya süper duplex kaliteler alternatif olabilir)
- 50-60 °C 'nin üzeri ve klorit içeren ortamlarda (2205 veya süper duplex veya süper östenitik gibi yüksek stres korozyon kırılmasına ve yüksek çekirdeklenme korozyonu dayanımına sahip kaliteleri tercih ediniz)
- Ağır kaynaklama (316L), ilave işleme (316 'nın işlenebilirlik özelliği geliştirilmiş sürümü) yüksek mukavemet veya sertlik (martensitik veya keltmeyle sertleştirilmiş kaliteler) gerektiren uygulamalar

## Düşük Nikel İçeren stenitik Paslanmaz elikler

Özellikle stenitik mikro yapının neden olduğu mükemmelen bir korozyon dayanımı, mekanik ve fiziksel özellikler ve üretim kolaylığı gibi özelliklerinin bileşimleri nedeniyle popüler olan 304 ve 316 kaliteler, paslanmaz çelikler arasında en fazla tanınan kalitelere dir.

Östenitik yapı yaklaşık olarak %8–10 'luk bir nikel ilavesiyle oluşur. Nikel stenitik yapıyı oluşturan tek element değildir. Bu amaçla kullanılan diğer elementler, mangan, nitrojen, karbon ve bakırdır.

## Nikel 'in Maliyeti ve Paslanmaz eliğe İlavesi:

Genelde paslanmaz çeliğin maliyeti içeriğindeki bileşen alaşımların maliyetleriyle belirlenir. Paslanmaz eliğin temel bileşen ve korozyona karşı yüzeyde krom oksit tabakası oluşturup korozyonu önlemede temel etken olan kromun maliyeti yüksek değildir, fakat korozyon dayanımını artıran (zellikle molibden) veya üretim kolaylığı sağlayan (zellikle nikel) gibi elementlerin ilavesi

maliyeti çok artırır. Nikel 'in maliyeti 2001 yılında 5.000 – 6.000 \$/ton seviyesindeydi. Mayıs 2007 'nin sonunda bu rakam 50.000 \$/ton seviyesine yükseldi. Aynı şekilde molibden 'in fiyatı da 2001 yılında 8.000 \$/ton seviyesindeyken şu anda 40.000 \$/ton seviyesine fırlamıştır.

Bu maliyet artışları direkt olarak bu iki kalite üzerinde etkili olmuştur: 304 (18%Cr, %8 Ni) ve 316 (%18Cr, %10 Ni, %2 Mo). En fazla etkilenen kalite de tabii ki 316 kalite olmuştur. Bunun yanında 2205 (%22Cr, %5Ni, %3Mo) duplex kalite gibi yüksek oranda alaşım elementi içeren diğer paslanmaz çelikler de etkilenmiştir. Alaşım elementlerinin rolü esas olarak korozyon dayanımı için belli başlı değişimleri veya mekanik ve üretim özelliklerini etkileyecek olan mikro yapısını değiştirmektir. Korozyon dayanımını belirlemek amacıyla kullanılan genel bir yaklaşım da Çekirdeklenme (Çukurcuklaşma) Direnci Eşdeğer Katsayısıdır (PRE).  $PRE = \%Cr + 3,3xMo + 16x\%N$  'dir. PRE katsayısı kalitelerin çekirdeklenme korozyonuna karşı direncini gösterip onları bu amaçla bir sıralamaya koymak amacıyla kullanılır. Herhangi bir korozyona etki eden şartı ortaya koymak amacıyla kullanılamaz. Görüldüğü üzere krom 'un yanında molibden ve nitrojenin de bu korozyon türüne karşı etkin bir direnç verme özelliği vardır.

Nitrojen, molibden ve nikel 'e oranla çok daha ucuza mal edilebilmesine karşın çelik içindeki çözünürlüğü % 0,2 ile sınırlı olduğu için korozyon direncine de etkisi sınırlıdır. Çeliğin mikro yapısı ferrit oluşturucu ve östenit oluşturucu elementleri arasındaki dengeye bağlıdır. Östenit yapıyı oluşturucu elementler olarak, karbon, mangan, nitrojen ve bakır elementleri nikel 'e alternatiftir. Bütün bu elementler nikel 'den daha düşük maliyetlidirler. PRE formülasyonunda görüldüğü üzere, her element farklı şekillerde etki eder ve östenitik kalitelerde nikel 'i tamamen kaldırmak mümkün değildir.

Mangan, nikel kadar etkili olmasa da östenitik yapıyı kararlı kılıcı bir elementtir ve Cr-Mn çelikleri, Cr-Ni çeliklerine göre daha yüksek bir haddeme sertleştirilmesi özelliğine sahiptir. PRE formülünde belirtilmese de nikel, manganın etkisinden çok daha fazla korozyona sebep olan şartlarda olumlu etkiye sahiptir. Ayrıca elementler arasında da oluşan bir sinerji mevcuttur. Nitrojen östenitik yapıyı kararlı kılmada çok etkinken, mangan 'ın kendisi östenitik yapıyı kararlı kılarken çelik içinde nitrojen çözülmesini de artırıcı bir etki gösterir.

### **200 Serisi Paslanmaz Çeliklerin Yükselişi:**

Mangan küçük ilavelerden, büyük oranda yerini almaya kadar nikel 'e önemli bir alternatiftir. Yüksek manganlı östenitik çeliklerin geliştirilmesi yaklaşık olarak 60 yıl önce, nikel fiyatlarının aşırı arttığı dönemlerde olmuştur. Bu zamanlarda 201 ( %17 Cr, %4 Ni, %6 Mn) ve 202 (%18 Cr, %4 Ni, %8Mn) gibi Cr-Mn-Ni kaliteler, krom-nikel kaliteleri olan 301 ve 302 'ye alternatif olarak AISI 'de yerini almış ve halen de üretilip kullanılmakta olan kalitelerdir. Tüketimleri Cr-Ni eşdeğerleriyle karşılaştırıldığında son dönemlerde daha düşüktür. Bu kalitelerin düşük talebinin nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

Yüksek haddeme sertleştirilmesi oranı (bu bazı uygulamalarda avantaj olabilir)  
Çok daha düşük yüzey kalite özellikleri bazı uygulamalar için uygun bulunmamaktadır.  
Ek üretim maliyetleri, ergitme esnasındaki yüksek refrakter aşınması  
Korozyon direnci Cr-Ni kalitelerle karşılaştırıldığında, bazı çalışma ortamlarında daha düşüktür.

Bir başka konuda, Cr-Ni ve Cr-Mn-Ni östenitik kaliteler manyetik değildir, hurdacılar ise hurda değerini, içerdiği yaklaşık nikel değerine göre belirlemektedir.

### **Son Gelişmeler:**

Son zamanlarda Cr-Mn-Ni östenitik kalitelerinin geliştiğini görmekteyiz. En önemli gelişme Hindistan 'da olup, mutfak eşyaları ve pişirici ekipmanlardaki kullanımı artmaktadır. Düşük nikel yüksek mangan kalitelerinin yüksek haddeleme sertleştirilmesi özelliğine uygun olması bu uygulamalarda kabul edilebilir sınırlarda olup, bakır ilavesi de bu problemi azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Yerel ekonomik faktörlerden dolayı Hindistan bu uygulamalarda ki gelişme ve üretimlerde uygun sonuçlar almaktadır. Aynı şekilde Asya ülkeleri de bu kaliteler açısından güçlü bir piyasaya sahip olup, son zamanlarda üretimlerini artırmışlardır. Özellikle Çin piyasasında güçlü bir talep bulan bu kalitelerin üretimi ve kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bu kalitelerin Tayvan, Brezilya, Japonya gibi ülkelerde de üretimleri yapılmakta olup, nikel içerikleri %1 ile %4 arasında ve mangan içerikleri %9 'a kadar değişebilmektedir. Bunların hiçbirisi henüz ASTM veya diğer uluslararası standartlarda yer almamıştır. Düşük nikelli östenitik kalitelerin üretimindeki artış çok hızlı seyretmektedir. 2003 yılındaki ISSF verilerine göre bu kalitelerin üretimi 1,5 milyon tonla toplam dünya paslanmaz çelik üretiminin %7,5 'ini oluşturmaktadır. Bu kalitelerin 2004 yılı Çin 'deki üretim oranının %25'i olduğu tahmin edilmektedir. Bu rakamlar özellikle 2006 yılından itibaren fırlayan nikel fiyatları nedeniyle günümüzde çok daha fazla bir üretim oranını teşkil ettiği sanılmaktadır.

## **Karbon İçeriği**

304 ve 316 gibi genel östenitik paslanmaz çelikler de, "L" ve "H" olarak bilinen kontrollü düşük ve yüksek karbon içeriğiyle üretilirler. Düşük karbon veya "L" kaliteler paslanmaz çeliğin yüksek sıcaklıklardaki hassasiyet seviyesini azaltmak ve korozyon oranını azaltmak için veya önlemek için kullanılırlar. Kaynaklama veya özel uygulamalarda karşılaşılan problemleri sıcaklık aralığı 450 – 850 °C arasındadır. "L" kaliteler genelde, 5 mm 'nin üzerindeki yassı mamul kalın malzemeler şeklinde bulunur.

Yüksek karbon, "H" kaliteleri daha yüksek mukavemet gerektiren uygulamalarda kullanılır. "L" ve "H" kalitelerinin birbirinin yerine kullanımı sıkça karşılaşılan bir durumdur.

### **"L" Kaliteler Nelerdir ve Nerelerde Kullanılır?**

"L" kaliteler, orta ve büyük derecedeki malzemelerin kaynağı da dâhil olmak üzere yüksek sıcaklık uygulamasının olduğu yerlerde kullanılır. Düşük karbon, korozyona müsait ortamlardaki taneler arası korozyona neden olabilecek taneler arası karbür çökmesini (sıkça "hassasiyet" olarak bahsedilir) engelleyici veya geciktirici yollardan biridir. 450 – 850 °C sıcaklık aralığında karbürlerin çökmesinin bir kuluçka dönemi vardır. Çökmenin oluşabilmesi için gerekli zaman büyük oranda karbon içeriğine bağlı olduğundan dolayı düşük karbon içeriği bu problem karşısında dayanımı artırır. Uygulamaları nedeniyle "L" kaliteler, plaka, sac, boru ve sıkça yuvarlak çubuk olarak bulunur. Yüksek sıcaklık uygulamasının veya ağır kaynak ihtiyacının olmadığı durumlarda, "L" kaliteler genelde diğerleriyle özdeşirler.

### **"H" Kaliteler Nelerdir ve Nerelerde Kullanılır?**

"H" Kaliteler standart kalitelerin yüksek karbonlu sürümleridir ve özellikle yüksek sıcaklıklarda (genelde 500 °C 'nin üzerinde) artırılmış mukavemete sahiptirler. Uzun dönem uygulanan yüklerle oluşan "sürünme mukavemeti" değerleri yüksektir. "H" kaliteler esas olarak plaka ve boru olarak üretilirler. Genelde uygulandığı kaliteler 304H ve 316H 'ın yanında, ASTM A240/A240M 'de tanımlandığı gibi 309, 310, 321, 347 ve 348 'in yüksek karbonlu sürümlerinde de bulunur. Bu kaliteler, eğer 450 – 850 °C sıcaklık aralığında tutulurlarsa "hassasiyet" olarak nitelendirilen karbür çökmesinden çok etkilenirler. "Hassasiyet" problemi oluşursa, normal sıcaklıktaki süneklilikleri ve toklukları düşer ve korozyon dayanımları önemli ölçüde kaybolur.

## Fark Nedir?

1. 304 ve 304L kalitelerin bileşenleri karbon içeriği haricinde eşdeğerdir. Teorik olarak 304L kalitede nikel içeriğine maksimum %12 'ye kadar izin verilirken, bu oran standart 304 kalitede maksimum %10,5' dir. Fakat nikel fiyatlarındaki yüksek seyir nedeniyle genelde nikel bu iki kalite içinde alt limit olan minimum %8,5 oranında kullanılır. Her iki kalitede de karbon alt limiti tanımlanmamıştır. %0,02 karbon içerikli bir malzeme hem 304 kalitenin hem de 304L kalitenin gerekliliklerine uygundur.
2. 304H kalite karbon içeriğinin %0,04 – 0,10 olarak sınırlandırılması haricinde (karbon içeriğinin minimum tanımlanmasına dikkat ediniz) ve 304H kalitenin nitrojen içeriğinde standart ve “L” kalitelerde olduğu gibi %0,1 maksimum limiti olmaması haricinde standart 304 kalitenin kimyasal bileşenlerinden farkı yoktur. Bunlara ilaveten, tüm östenitik “H” kaliteler ASTM tane genişliği olarak minimum No:7 veya daha büyük tane genişliğine sahip olmaları gerekmektedir.
3. 316, 316L ve 316H kaliteleri arasındaki ilişki de 304 kalitede olduğu gibidir. Bu kaliteler arasında sadece karbon içeriği, nitrojen içeriği ve tane büyüklüğü konusunda sınırlamalar vardır. Tablo–1 'de ASTM A240/A240M 'den alınan kalitelerin karbon içeriklerini görebilirsiniz. Özellikle boru ve tüp şartnameleri gibi diğer bazı ürün şartnamelerinde 304L ve 316L için karbon üst limit sınırlaması maksimum %0,035 veya %0,040 'dır. Şartnamelerin diğer özellikleri aynıdır.

Kalite	UNS Numarası	Tanımlanan Karbon İçeriği (%)
304	S30400	Maks. 0,080
304L	S30403	Maks. 0,030
304H	S30409	0,040 – 0,100
316	S31600	Maks. 0,080
316L	S31603	Maks. 0,030
316H	S31609	0,040 – 0,100

Tablo – 1: Karbon İçeriği Şartname Farkları (ASTM A240/A240M)

- 4.
5. Tablo – 2 'de ASTM A240/A240M 'den alınmış mekanik özelliklerinin şartnamesini bulabilirsiniz. Pratik olarak, çelik haddeçileri genelde “L” kalite üretimlerinin standart kalite gerekliliklerini karşılayacak şekilde üretmeye özen gösterir. Örneğin, tüm 304L kalitelerin kopma ve akma mukavemeti değerleri 205 ve 515 MPa 'ın üzerinde olur. Böylece standart ve “L” kalite gerekliliklerinin her ikisini de karşılayan geniş bir piyasaya hitap eden malzemeler üretirler.

Kalite	UNS No	Kopma Mukavemeti min. (MPa)	Akma Mukavemeti min. (MPa)	Uzama min. (%)	Sertlik Brinell maks. (HRB)	Sertlik Rockwell (HB) maks.
304	S30400	515	205	40	201	92
304L	S30403	485	170	40	201	92
304H	S30409	515	205	40	201	92
316	S31600	515	205	40	217	95

316L	S31603	485	170	40	217	95
316H	S31609	515	205	40	217	95

Tablo – 2: Mekanik Özellikler Şartname Farkları (ASTM A240/A240M)

5. Standart, “L” ve “H” kaliteler için ölçü ve diğer gereklilikleri aynıdır.
6. Basınç kabı şartnamesi ve boru basıncı şartnamesi gibi şartnameler her bir kalite için yüksek sıcaklıklarda çalışılabilir basınç aralığı sınırı getirmektedir. Bu şartnameler “L” kalitelerin 425 °C üzerindeki yüksek sıcaklıklarda kullanımına izin vermemektedir. Ayrıca bu şartnameler 550 °C üzerindeki sıcaklıklardaki kullanımında en az %0,040 karbon içermesi şeklinde sınırlama getirmektedir. Bu neder bu şartnameler “L” olup olmamasına bakmaksızın %0,020 karbon içeren 304 ve 316 kalitelerin bu uygulamalarda kullanımına izin vermemektedir. Standart ve “L” kaliteler şartnamelerde belirtilen kimya bileşen ve mekanik özelliklerine uyduğu sürece oda sıcaklığından “L” kalitelerin sınırlı sıcaklığına kadar olan aralıkta kullanılabilir.

Basıncılı kap şartnamesi “H” kalitelere, istenilen mukavemet değerlerine uyduğu sürece standart kalitelerle birlikte kullanılmasına izin vermektedir.

#### **Alternatif Kalite Kullanımı:**

Şartların gerektirdiği durumlarda standart, “L” ve “H” kaliteler birbirlerinin yerine kullanılabilirler. Bu durum aşağıda belirtilen şartlara bağlıdır:

- “L” kaliteler mekanik özelliklerinin uyması halinde ve yüksek sıcaklık mukavemeti gerektirmeyen uygulamalarda standart kalitelerin yerini alabilir. “L” kaliteler genelde standart kalitelerin gerekliliklerini karşılarlar. Fakat üretici sertifikası her bir özellik için titizlikle kontrol edilmeli ve uygunluğu teyit edilmelidir. Üreticilerin standart kalite siparişine karşı “L” kalite üretmesi veya vermesi çok sık karşılaşılan bir durumdur. Pratikte şartnamelerine uygun bir kullanım olduğu ve parça üreticisi ile son kullanıcı problem yaşamadığı sürece herhangi bir problem olmayacaktır.
- Standart kaliteler, karbon içerikleri “L” kalitelerin karbon içeriği sınırlamasına uyduğu sürece “L” kalite olarak kullanılabilirler.
- Özellikle plaka, sac, boru ve çubuklarda çift sertifikalı ürün olması gün geçtikçe artan bir uygulamadır. Bu malzemeler 304/304L veya 316/316L kalitelere tam olarak uymaktadır. Çift sertifikalı ürünlerin kullanımı “L” kaliteler için kullanılırken, “H” kaliteler için böyle bir uygulama söz konusu değildir. Eğer bir uygulama “H” kalite gerektiriyorsa, bunun sipariş aşamasında özellikle belirtilmesi gerekir. Standart kaliteler de, karbon içeriği “H” kalitelerin gerekliliklerine uyduğu sürece, “H” kaliteler yerine kullanılabilirler. Mikro yapı tane büyüklüğü belki de fazladan yapılacak muayenelerle karşılanabilir. Malzeme ve sertifikası “standart” olarak belirtmesi gerekir, aksi takdirde bu malzeme “H” kalite olarak üretilmiştir. Test sertifikasının detayları kalitenin gerekliliklerine uyacaktır.
- “H” kaliteler karbon içerikleri %0,080 ‘i geçmediği ve nitrojen içerikleri maksimum %0,10 olduğu sürece standart kaliteler olarak kullanılabilir. Genelde bunu karşılar, fakat yine de sertifikasının kontrol edilmesi gerekir.

## Paslanmaz Çelik Kullanım Alanları

ASTM	Özellikleri	Kullanım Alanları
304	Paslanmaz çeliğin temel çeşididir. 400°C'ye kadar yüksek oksidasyon sağlar. Mekanik direnç ve sürtünme mukavemeti çok iyidir.	Mutfak eşyaları, evyeler, ev aletleri, endüstriyel mutfaklar, kimya ve petro-kimya sektörü, gıda sektörü, otomotiv sanayi, eşanjör ve boyler üretimi.
304L	304 Kalite paslanmaz çeliğin düşük karbonlu versiyonudur.	Kağıt sanayi, süthane ekipmanları, sabun sanayi, deri sanayi, kimya endüstrisi, petrol endüstrisi, kazan yapımı, ısı değiştiriciler.
321	Bünyesindeki <b>titan</b> ilavesi ile korozyona karşı mukavemeti artırılmıştır. Yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır.	Rezistanslar, egzost boruları, havacılık endüstrisi, bira fabrikaları, kimya endüstrisi.
316	600°C'a kadar sıcaklıklara dayanıklıdır. Mekaniksel kopma ve büzülme mukavemeti oldukça iyidir. Bünyesindeki molibdenen dolayı oksidasyon ve asitlere dayanıklıdır.	Kimya, petro-kimya endüstrisi, buhar kazanları, ısıya mukavim eşanjörler, çeşitli kazan uygulamaları.
316L	316 kalite paslanmaz çeliğin düşük karbonlu versiyonudur. 400°C'a kadar sıcaklıklara dayanıklıdır.	Kimya, petro-kimya endüstrisi, kağıt endüstrisi, nükleer mühendislik, süthane ekipmanları.
316 Ti	316 kalite paslanmaz çeliğin <b>titanyumlu</b> versiyonudur. Yüksek sıcaklık ve oksidasyon mukavemetine sahiptir.	Kimya, petro-kimya endüstrisi, pompa ve kompresör parçaları, kazanlar, fırınlar ve ısı değiştiriciler.
309S	1050°C'a kadar sıcaklıklarda oksidasyon mukavemeti yüksektir.	Yüksek sıcaklığa dayanıklı ekipmanların ve parçaların üretiminde.
310	1100°C'a kadar sıcaklıklarda oksidasyon mukavemeti yüksektir.	Fırın parçaları ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı ekipmanlar, kimya, petro-kimya endüstrisi.
310S	1100°C'a kadar sıcaklıklarda oksidasyon mukavemeti yüksektir.	Fırın parçaları ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı ekipmanlar, kimya, petro-kimya endüstrisi.
430	İyi yüzey görünümü sağlar, <b>nikel</b> içermediğinden mıknatıslanabilir.	Dekoratif amaçlı kullanımlar, parlak yüzey uygulamalar.

## Paslanmaz Çelik Standartları

	Uluslararası		Finlandiya	İsveç	Ülke Standartları			
	ASTM	EN	Pol.	Avesta	DIN	BS	NF	SS
AUSTENTIC	201	1.4372	--	17-5Mn	--	--	Z12CMN 17-07Az	--
	301	1.4310	710	17-7	1.4310	301S21	Z11CN 18-08	2331
	304L	1.4307	710	18-8L	--	304S11	Z3CN 18-10	2352
	304	1.4301	725	18-8	1.4301	304S31	Z7CN 18-09	2333
	304LN	1.4311	721	18-8LN	1.4311	304S61	Z3CN 18-10 Az	2371
	321	1.4541	731	18-10Ti	1.4541	321S31	Z6CNT 18-10	2337
	S30430	1.4567	--	18-8Cu	1.4567	--	Z3CNU 18-09 FF	--
	304L	1.4306	720	19-11L	1.4306	304S11	Z3CN 18-10	2352
	305	1.4303	--	18-12	1.4303	305S19	Z1CN 18-12	--
	316L	1.4404	750	17-11-2L	1.4404	316S11	Z3CND 17-11-02	2348
	316	1.4401	755	17-11-2	1.4401	316S31	Z3CND 17-11-02	2347
	316LN	1.4406	751	17-11-2LN	1.4406	316S61	Z3CND 17-11 Az	--
	316Ti	1.4571	761	17-11-2Ti	1.4571	316S31	Z3CNDT 17-12	2350
	316L	1.4432	752	17-12-2.5L	--	316S13	Z3CND 17-12-03	2353
	318	1.4436	757	17-12-2.5	1.4436	316S33	Z7CND 18-12-03	2343
	316L	1.4435	752	17-12-2.5L	1.4435	316S13	Z3CND 18-14-03	2353
	317L	1.4438	770	18-14-3L	1.4435	317S12	Z3CND 19-15-04	--
	317LN	1.4434	--	17-11-3NL	--	--	Z3CND 19-14 Az	2373
	S31726	1.4439	772	17-14-4LN	1.4439	--	Z3CND18-14-05Az	--
	N08904	1.4539	774	904L	1.4539	904S13	Z2NCDU 25-20	2562
S31254	1.4517	--	254 SMO	--	--	--	2378	
S32654	1.4652	--	654 SMO	--	--	--	--	

<b>AUSTENİTİK İSİYA DAYANIKLI</b>	304H	1.4948	--	18-8	1.4948	304S51	Z6CN 18-09	2333
	321H	1.4878	--	18-10Ti	1.4878	321S51	Z6CNT 18-10	2337
	S30415	1.4818	--	153 MA	--	--	--	2372
	309S	1.4833	744	23-13	1.4833	309S16	Z15CN 24-13	--
	--	1.4828	--	20-12Si	1.4828	--	Z17CNS 20-12	--
	S30815	1.4835	--	253 MA	--	--	--	2368
	310S	1.4845	--	25-20	1.4845	310S16	Z8CN 25-20	2361
	S35315	1.4854	--	353 MA	--	--	--	--

	Uluslararası		Finlandiya	İsveç	Ülke Standartları			
	ASTM	EN	Pol.	Avesta	DIN	BS	NF	SS
<b>FERRİTİK</b>	409	1.4512	853	409HyForm	1.4512	409S19	Z3 CT 12	--
	S32304	1.4003	--	3/12HyFab	1.4003	--	--	--
	410S	1.4000	--	410S	1.4000	403S17	Z8 C 12	2301
	430	1.4016	--	430	1.4016	403S17	Z8 C 17	2320
<b>MART</b>	S42010	1.4021	--	420L	1.4021	420S29	Z20 C 13	2303
	420	1.4028	--	420M	1.4028	420S45	Z33 C 13	2304
	--	1.4418	--	248 SV	1.4418	--	Z6CND 16-05-01	2387
	S32304	1.4362	--	SAF2304	1.4362	--	Z3CN 23-04 Az	2327
<b>DUPLEX</b>	329	1.4460	--	329	1.4460	--	Z5CND 27-05 A2	2324
	S31803	1.4462	--	S31803	1.4462	318S13	Z3CND 22-05 Az	2377
	S32750	1.4410	--	S32750	--	--	Z3CND 22-06 Az	2328

## Paslanmaz Çelik Yüzey Standartları

ASTM	EN	DIN	AÇIKLAMA
1	1D	c2/IIa	Soğuk çekilmiş, tavllanmış, mat yüzey
2D	2D	h/IIIb	Soğuk çekilmiş, tavllanmış, mat yüzey
2B	2B	n/IIIc	Soğuk çekilmiş, tavllanmış, mat yüzey, temizlenerek hafifçe parlatılmış
3	2G	o/IV	Soğuk çekilmiş, tavllanmış, mat yüzey, satine işlemi uygulanmış (Kaba)
4	2J	p/V	Soğuk çekilmiş, tavllanmış, mat yüzey, satine işlemi uygulanmış (İnce)
BA	BA	m/IIId	Soğuk çekilmiş, tavllanmış, parlak yüzey
	HL		Scotch Brite (Fırçalanmış yüzey)

## Paslanmaz Çelik Kimyasal Değerleri (%)

TÜR	ASTM	C	Cr	Ni	Mo	Diğer
Östenitik	201	0.05	17	5	--	Mn
	301	0.10	17	7	--	--
	304L	0.02	18.3	9.2	--	--
	304	0.04	18.3	8.7	--	--
	304LN	0.02	18.3	8.7	--	--
	321	0.04	17.3	9.2	--	Ti
	S30430	0.01	18	9	--	Cu
	304L	0.02	18.3	10.2	--	--
	305	0.02	18	11.5	--	--
	316L	0.02	17.3	11	2.2	--
	316	0.04	16.8	10.7	2.2	--
	316LN	0.02	17.5	11	2.2	--
	316Ti	0.04	17	11	2.2	Ti
	316L	0.02	17	11.7	2.7	--
	318	0.04	17	11	2.7	--



	316L	0.02	17.3	12.7	2.7	--
	317L	0.02	18.3	12.2	3.2	--
	317LN	0.02	17	11	3.02	--
	S31726	0.02	17.3	12.7	4.2	--
	N08904	0.01	20	25	4.5	Cu
	S31254	0.01	20	18	6.1	Cu
	S32654	0.01	24	22	7.3	Mn, Cu
<b>Östenitik «Isıya Dayanıklı»</b>	304H	0.05	18.3	8.7	--	--
	321H	0.05	17.3	9.2	--	Ti
	S30415	0.05	18.5	9.5	--	Si, Ce
	309S	0.06	22.5	12.5	--	--
	--	0.04	20	12	--	Si
	S30815	0.09	212	11	--	Si, Ce
	310S	0.05	25	20	--	--
	S35315	0.05	25	35	--	--

TÜR	ASTM	C	Cr	Ni	Mo	Diğer
<b>Feritik</b>	409	0.02	12	--	--	Ti
	S41050	0.02	11.5	0.04	--	--
	410S	0.04	12	--	--	--
	430	0.04	16.5	--	--	--
<b>Martenzitik</b>	S42010	0.20	13	--	--	--
	420	0.30	12.5	--	--	--
	--	0.03	16	5	1	--
	S32304	0.02	23	4.5	--	--
<b>Duplex</b>	329	0.02	25	5	1.5	--
	S31803	0.02	22	5.5	3	--
	S32750	0.02	25	7	4	--

## PASLANMAZ ÇELİKLERİN KAYNAĞI

Paslanmaz çelikler ve ısıya dayanıklı çelikler bazı sınırlamalar hariç, alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerde kullanılan ergitme ve basınç kaynak yöntemleri ile kaynak yapılabilir. Paslanmaz ve ısıya dayanıklı çeliklerin kaynak işlemi kaynak yapılacak ana metalden beklenen özelliklere, örneğin; korozyon ve ısı dayanımına, göre değişiklik gösterebilir. Kullanılacak kaynak malzemesi ana metalle aynı kompozisyonda veya bazı uygulamalar için daha yüksek alaşımlı olmalıdır.

Stabilize edilmiş paslanmaz çeliklerin ve kaynak metalinin yüzeyi çok fazla parlatılamaz,

Stabilize edilmiş paslanmaz çelikler hem aynı bileşime sahip kaynak malzemeleri ile hem de düşük-karbonlu kaynak malzemeleri ile kaynak yapılabilir,

Düşük-karbonlu paslanmaz çelikler mümkün ise yalnız düşük karbonlu kaynak malzemeleri ile kaynak yapılmalıdır,



Azot (N)-alaşımli paslanmaz çelikler, mekanik özellikleri yeterince yüksek olan normal (N-alaşimsız) kaynak malzemeleri ile kaynak yapılmalıdır. Ana metalle karışım mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır.

Termik genişmesi yüksek olduğundan deformasyonu azaltmak için puntalama kısa pasolarla yapılmalıdır,

Düşük termik iletkenliğe sahip olduğu için kaynak bölgesinde fazla ısı birikmesine neden olur, bu nedenle ısı girdisi sınırlandırılmalıdır.

Temiz bir metalik yüzey elde edebilmek için kaynak sonrası ısıtma işlemi yapmak gereklidir, böylece hatasız bir pasif yüzey elde edilebilir.