

# Teknik Katalog



# Hasçelik:

## Anadolu'dan dünyaya...

Hasçelik; sahip olduğu yenilikçilik, güvenilirlik, dürüstlük, müşteri odaklılık, takım ruhu ve rekabetçilik değerleri ile sektörünün öncüsüdür.

### İçindekiler

|    |                                     |    |  |
|----|-------------------------------------|----|--|
| 1  | 1. Giriş                            | 29 | 3.7. İndüksiyonla Yüzeyi Sertleştirilebilen Çelikler |
| 1  | 1.1. Hasçelik Hakkında              | 31 | 3.8. Takım Çelikleri                                 |
| 2  | 1.2. Bölgelerimiz                   | 34 | 3.9. Çelik Standartlarının Okunması                  |
| 3  | 1.3. Markalarımız                   | 35 | 4. Dikişsiz Çelik Çekme Borular                      |
| 4  | 1.4. Renk Kodlarımız                | 46 | 5. Tahribatsız Muayene Yöntemleri                    |
| 5  | 2. Çelikler Hakkında Genel Bilgiler | 47 | 5.1. Radyografi Yöntemi                              |
| 6  | 2.1. Çelik Nedir?                   | 48 | 5.2. Magnetik Partikül Yöntemi                       |
| 6  | 2.2. Alaşım Elementlerinin Etkisi   | 50 | 5.3. Penetrant Yöntemi                               |
| 8  | 2.3. Çeliklerin Isıl İşlemi         | 51 | 5.4. Ultrasonik Yöntem                               |
| 11 | 3. Çeliklerin Sınıflandırılması     | 51 | 5.5. Eddy Current Yöntemi                            |
| 12 | 3.1. Genel Yapı Çelikleri           | 53 | 6. Mekanik Testler                                   |
| 13 | 3.2. Sementasyon Çelikleri          | 54 | 6.1. Çekme Deneyi                                    |
| 16 | 3.3. Islah Çelikleri                | 55 | 6.2. Sertlik Testi                                   |
| 22 | 3.4. Yay Çelikleri                  | 56 | 6.3. Çentik Darbe Testi                              |
| 24 | 3.5. Otomat Çelikleri               | 56 | 6.4. Jominy Deneyi                                   |
| 25 | 3.6. Paslanmaz Çelikler             | 57 | 7. Ek Tablolar                                       |

## 1.1. Hasçelik Hakkında...



Hasçelik yüksek kalite ilkesi ile şekillendirdiği faaliyetlerini üç ana kategoride gerçekleştirmektedir.

- **Vasıflı çelik sıcak hadde üretimi**
- **Parlak çelik üretimi**
- **Vasıflı çelik ve dikişsiz boru satış ve dağıtımı**

Türkiye'nin önde gelen, vasıflı çelik üreticisi ve tedarikçisi olan Hasçelik, 1968 yılında Konya'da kurulmuş ve bugünkü ismini 1982 yılında almıştır.

Hasçelik, son teknoloji ile kurduğu tam kontinü çalışan vasıflı çelik sıcak hadde tesisinde ürettiği ve kendi markası olan Hasmil vasıflı çelikleri, İstanbul ve Konya soğuk işlem merkezlerinde üretimi gerçekleşen parlak çelikler, transmisyon milleri ve Hasotomat markalı otomat çelikleri, dünyanın ileri gelen çelik fabrikalarından tedarik ettiği ithal alaşımli çelikler ve yine düzenli olarak ithalatını gerçekleştirdiği dikişsiz çelik çekme borularla müşterilerine oldukça geniş bir ürün yelpazesinde hizmet vermektedir

Ülkemizde otomotiv, makine imalat, denizcilik, savunma, tarım makinaları ve beyaz eşya sanayi başta olmak üzere piyasada artan kaliteli yarı mamul ihtiyacına çözüm ortağı olmak düşüncesiyle yatırımlarına yön veren ve bugün Türkiye'nin en modern çelik depolarına sahip olan Hasçelik tüm depolarında %100 barkod sistemine geçerek kusursuz hizmet anlayışıyla tedarik sağladığı müşterilerine ürünlerin izlenebilirliği konusunda da büyük kolaylık sunmaktadır.

Hasçelik; sahip olduğu yenilikçi, güvenilir, dürüst, müşteri odaklı, takım ruhu ve rekabetçilik değerlerini korumakta, sektöründe öncü olmaya aynı hızla devam etmektedir.

# Hasçelik:

Anadolu'dan 5 kıtada 30'dan fazla ülkeye



7 farklı ilde

110.000 m<sup>2</sup>

Toplam alan

tam kontinü hizmet  
veren tek tesis

200.000 ton/yıl

Sıcak haddeleme kapasitesi

## 1.3. Markalarımız



Hasmil, Türk sanayicisinin vasıflı çelik ihtiyacını karşılamak amacı ile vakumlu kütüklerden yuvarlak, kare, lama ve altıköşe kesitlerinde haddelenen ürünlerdir. Genellikle karbon yaylık ve yapı çeliklerinin hakim olduğu Hasmil markalı ürünlerde müşteri talebine bağlı olarak; ıslah çelikleri ve sementasyon çelikleri de üretilmektedir.



İthalatı gerçekleştirilen dikişsiz borulardan oluşan ürünlerdir. 21,3-800 mm dış çap aralığında satışa sunulan dikişsiz borular DIN, EN, ASTM, API ve GOST normları gibi uluslararası normlara göre üretilmektedir. St35.8, St37, St44, St52, GrB, CK45 gibi başlıca kalitelerin yanı sıra müşteri talebine göre 4140, 8620, 15Mo3 vb. alaşımli boruların da tedariki gerçekleştirilmektedir.



Dünya standartlarına (EN-DIN-SAE-AFNOR-BS vb.) ve müşteri özel şartnamelerine uygun, dünyanın önde gelen çelik üreticilerinden temin edilen ürünlerdir. ıslah çelikleri, sementasyon çelikleri, karbon çelikleri, otomat çelikleri ve özel alaşımli çelikler başta olmak üzere, özel kalitelerdeki farklı müşteri talepleri de ithalat yoluyla karşılanmaktadır.

































Türk sanayisinin parlak çelik ihtiyacını karşılamak amacıyla, kabuk soyma, taşlama, kumlama, soğuk çekme, kangal çekme, yağlı doğrultma ve pah kırma işlemleri PLC, PC ve Lazer kontrollü son teknoloji makinelerle yapılan ürünlerdir. Hasmil ve Hasithal markalı ürünlerin tamamına parlak çelik üretim merkezlerinde yukarıda belirtilen işlemler uygulanmaktadır. Ayrıca dikişsiz çelik çekme borulara da müşteri talepleri doğrultusunda kabuk soyma ve dıştan soğuk çekme işlemi uygulanmaktadır.



İthal edilen 1. sınıf çatlak kontrollü Kangal ve Çubuk Otomat malzemeler Hasçelik üretim tesisinde soğuk çekme işlemine tabi tutularak Türk sanayicisinin hizmetine sunulmaktadır. Ø 6-30 arası Kangal Otomatlar Ø 5-29 çaplar arasında soğuk çekim, doğrultma ve çift taraflı pah kırma işlemine tabi tutulmaktadır. Aynı makinelerde altı köşe H 27'ye kadar üretim de gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca, yuvarlak olarak 70, altı köşe olarak ta 60 çapa kadar Çubuk Otomatların üretimi yapılabilmektedir.

## 1.4. Renk Kodlarımız

| KOD NO                             | RENK  | AÇIKLAMA                       | ALAŞIM             |
|------------------------------------|---|--------------------------------|--------------------|
| R: 9003 -<br>P: White              |    | Beyaz                          | C 40 / SAE 1040    |
| R: 9003 - 3020<br>P: White - 485C  |    | Beyaz Üzerine Kırmızı Nokta    | GRADE 60           |
| R: 9003 - 5015<br>P: White - 3005C |    | Beyaz Üzerine Mavi Nokta       | C 43               |
| R: 5015 -<br>P: 3005C              |    | Mavi                           | C 50 / SAE 1050    |
| R: 3020 -<br>P: 485C               |    | Kırmızı                        | St 37-2 / S 235 JR |
| R: 3020 - 5015<br>P: 485C - 3005C  |    | Kırmızı Üzerine Mavi Nokta     | SAE 1008           |
| R: 4005 -<br>P: 2655C              |    | Mor                            | C 45 / SAE 1045    |
| R: 4005 - 9003<br>P: 2655C - White |    | Mor Üzerine Beyaz Nokta        | Ck 45 / C 45 E     |
| R: 6018 -<br>P: 361C               |    | Yeşil                          | C 30 / SAE 1030    |
| R: 1016 -<br>P: 395C               |    | Sarı                           | St 52 / S 355 JR   |
| R: 9003 - 8012<br>P: White - 477C  |   | Beyaz Üzerine Kahverengi Nokta | St 60-2 / E 355    |
| R: 5015 - 9003<br>P: 3005C - White |  | Mavi Üzerine Beyaz Nokta       | St 70-2 / E 360    |
| R: 3020 - 9005<br>P: 485C - Black  |  | Kırmızı Üzerine Siyah Nokta    | C 10 / SAE 1010    |
| R: 1016 - 5015<br>P: 395C - 3005C  |  | Sarı Üzerine Mavi Nokta        | SAE 1020           |
| R: 1016 - 6018<br>P: 395C - 361C   |  | Sarı Üzerine Yeşil Nokta       | SAE 1018           |
| R: 1016 - 3020<br>P: 395C - 485C   |  | Sarı Üzerine Kırmızı Nokta     | C 22               |
| R: 5015 - 3020<br>P: 3005C - 485C  |  | Mavi Üzerine Kırmızı Nokta     | C 60 / SAE 1060    |
| R: 5015 - 2004<br>P: 3005C - 1665C |  | Mavi Üzerine Turuncu Nokta     | C 65 / SAE 1065    |

| KOD NO                               | RENK   | AÇIKLAMA                    | ALAŞIM             |
|--------------------------------------|--|-----------------------------|--------------------|
| R: 5015 - 1016<br>P: 3005C - 395C    |    | Mavi Üzerine Sarı Nokta     | C 70 / SAE 1070    |
| R: 1016 - 9003<br>P: 395C - White    |    | Sarı Üzerine Beyaz Nokta    | St 44-2 / S 275 JR |
| R: 2004 - 9005<br>P: 1665C - Black   |    | Turuncu Üzerine Siyah Nokta | SAE 4340           |
| R: 7039 -<br>P: 405C                 |    | Gri                         | SAE 4140           |
| R: 7039 - 9005<br>P: 405C - Black    |    | Gri Üzerine Siyah Nokta     | 42 CrMo 4          |
| R: 7039 - 9003<br>P: 405C - White    |    | Gri Üzerine Beyaz Nokta     | 50 CrMo 4          |
| R: 2004 -<br>P: 1665C                |    | Turuncu                     | 41 Cr 4            |
| R: 2004 - 9003<br>P: 1665C - White   |    | Turuncu Üzerine Beyaz Nokta | SAE 5140           |
| R: 9005 -<br>P: Black                |    | Siyah                       | SAE 8620           |
| R: 6018 - 9003<br>P: 361C - White    |    | Yeşil Üzerine Beyaz Nokta   | 11SMnPb30          |
| R: 6034 -<br>P: 325C                 |   | Turkuaz                     | 16 MnCr 5          |
| R: 6034 - 9005<br>P: 325C - Black    |  | Turkuaz Üzerine Siyah Nokta | 20 MnCr 5          |
| R: 8012 -<br>P: 477C                 |  | Kahverengi                  | 60 SiMn 5          |
| R: 8012 - 9003<br>P: 477C - White    |  | Kahverengi / Beyaz          | SAE 9260           |
| R: 3020 - 9003<br>P: 485C - White    |  | Kırmızı / Beyaz             | 55 Cr 3            |
| R: 7039 - R: 2004<br>P: 405C - 1665C |  | Gri / Turuncu               | 51 CrV 4           |
| R: 3020 - 1016<br>P: 485C - 395C     |  | Kırmızı / Sarı              | SAE 9262           |

\* 30 mm'den büyük kesitteki malzemelere noktalar tek tek konulur.

# 2

## Çelikler Hakkında ● Genel Bilgiler

## 2.1. Çelik Nedir?

Çelik, bir Demir (Fe) Karbon (C) alaşımıdır. C'dan başka farklı oranlarda alaşım elementleri ve empürite (saf olmayan, kirlilik yaratan) elementler bulunur. Çeliğe farklı özellikler kazandıran içerdiği elementlerin kimyasal bileşimi ve çeliğin içyapısıdır. Çeliğe değişik oranlarda alaşım elementleri katılabileceği gibi, çeşitli işlemler (ıslah, normalizasyon vs.) ile içyapı da kontrol edilerek kullanım amacına göre değişik özelliklerde çelik elde edilir.

Mangan (Mn), Fosfor (P), Kükürt (S) ve Silisyum (Si) üretim sırasında hammaddeden kaynaklanan elementler olup, çelik bünyesinde belirli oranlarda bulunur. Diğer elementler ise (Cr, Ni vs.) ferro-alyajlar halinde istenilen miktarlarda çelik bünyesine ilave edilir.

Çelik demir cevherinden veya hurdadan geri dönüşüm ile iki şekilde üretilmektedir. Sıvı çelik üretildikten sonra döküm ile ingot olarak veya sürekli döküm yöntemi ile kütük ya da blum olarak şekillendirilir.

Vasıflı Çelikler alaşımsız, düşük alaşımlı ve alaşımlı çelikler olup, kitlesel olarak üretilen çeliklerden bazı noktalarda ayrılmaktadır. Bu noktalar;

- Üretim yöntemi,
- Üretim araçları,
- Alt limitlerde bulunan S, P ve diğer empüriteler ile çözünmüş gaz miktarları.

Çelikler genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır;

- Karbon ve alaşımlı çelik olarak bileşimlerine göre,
- Üretim yöntemlerine göre,
- Son üretim yöntemine göre,
- Ürün şekline göre,
- Kullanım yerleri, üretim programları ve deoksidasyon durumlarına göre.

Çeliklerin temel özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Çeliklerin büyük çoğunluğu ısıtılı işlemlere karşı duyarlıdır. Bu nedenle kimyasal bileşimin yanı sıra uygulanan ısıtılı işlemler sonucunda istenen sertlik, mekanik ve fiziksel özellik, elektriksel özellik, korozyona ve yüksek sıcaklığa dayanım özelliklerine tam olarak kavuşturulabilir.
- Çelikler yapılarının gerektirdiği sıcaklıklara kadar ısıtıldıklarında şekillenme özelliğine kavuşur (haddeleme, presleme, dövme).

- Ayrıca kimyasal bileşim ve içyapı olarak uygun olan çelikler haddeleme, presleme gibi yöntemlerle soğuk olarak da şekillendirilebilir.
- Talaş kaldırıcı tezgâhlarda işlenerek, istenilen şekil ve yüzey düzgünlüğüne getirilebilir.
- Kimyasal bileşim olarak uygun olan çelikler kaynak işlemi ile birleştirilebilir.
- Çeliklerin büyük bir bölümü çeşitli yöntemler ile metal ile kaplanmaya, emaye yapılmaya, boyanmaya ve plastik maddeler ile kaplanmaya elverişlidir.

## 2.2. Alaşım Elementlerinin Çelik Yapısına Etkisi

Karbonlu çeliklerden normal olarak sağlanamayan kendine has özellikleri sağlayabilmek amacıyla, bir veya birden fazla alaşım elementi katmak suretiyle yapılan çelikler alaşımlı çeliklerdir.

Alaşım elemanlarının etkisi, diğer metallere nazaran en çok çelik yapısında etkili olmaktadır. Ayrıca alaşım elementlerinin etkileri toplanabilir olmadığından, çok sayıda alaşım elementinin birlikte bulunması halinde beklenen özellik değişimleri ancak genel çerçevede ele alınabilir ve bu konuda kesin bir yaklaşım yapılamaz.

Alaşımlı çelikler, alaşım elemanları (karbon ve artırılmayan elemanlar dışında kalan diğerleri) toplam miktarı %5'ten az olan (düşük alaşımlı) çelikler ve alaşım elemanlarının toplamı %5'ten fazla olan (yüksek alaşımlı) çelikler olmak üzere, iki ana gruba ayrılırlar. Alaşımsız çeliklere benzer davranışa sahip olan düşük alaşımlı çeliklerin en belirgin özelliği, sertleşme kabiliyetlerinin daha yüksek olmasıdır. Ayrıca, sertlik, çekme dayanımı, akma sınırı, elastiklik modülü gibi dayanım özellikleri ile sıcağa dayanıklılık, meneviş dayanıklılığı, gibi karakteristikler yükselirken, genellikle kopma uzaması, kesit daralması, çentik darbe dayanımı gibi değerlerde azalma olur. Alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerde, istenilen özelliklerin bulunmaması veya yetersiz olması halinde yüksek alaşımlı çelikler kullanılır. Bu tür alaşımlama, normal sıcaklıklardaki mekanik dayanımın artırılmasının yanı sıra, özellikle sıcağa, tufalleşmeye, korozyon dayanımına, sıcaklıkta sertlik ve manyetiklenmeme gibi bazı istenen özelliklerin elde edilmesini amaçlar.

### Karbon (C)

Çelik için temel alaşım elementidir. Karbon miktarının artmasıyla sertlik ve dayanım önemli ölçüde artar. Ancak %0,8 karbona kadar çekme gerilmesi ve akma sınırı değeri artar. Bu değerden sonra kırılma artar, ısıtılı işlem sonu sertlik kalıntı östenit sebebiyle daha fazla artmaz. Çeliğin alabileceği maksimum sertlik 67 HRC olup bu değer 0,6



karbon miktarı ile elde edilir. Çeliklerde Karbon miktarı süneklilik, dövülebilirlik, derin çekilebilirlik ve kaynak kabiliyeti gibi özellikleri olumsuz yönde etkilemektedir. Yüksek karbonlu çeliklerin ısıtılmasında çatlama riski de fazladır.

### Mangan (Mn)

Yapıya genellikle cevher halinde iken girer. Mekanik özellikleri iyileştirmesi sebebiyle ayrıca da ilave edilir. Temel alaşım elementi olarak da kendisini gösterebilir. Genel olarak sünekliliği azaltmakla birlikte, çeliğin dayanımını artırır özelliğe sahiptir. %3 Mn miktarına kadar, her %1 Mn için çekme dayanımı yaklaşık 100 MPa kadar artar, %3-8 arası artış azalır, %8'den itibaren düşüş görülür. Çeliğin dövülebilirliği ve sertleşebilirliğini iyileştirici özelliğindedir. Kaynak kabiliyetini olumsuz yönde etkilemez ve kaynaklanabilir malzemeler içinde %1,6 oranına kadar yükseltilebilir. Manganın iyi yöndeki etkisi karbon oranının artmasıyla birlikte artar. Ayrıca çeliğin yüzey kalitesini iyileştirir.

### Silisyum (S)

Çelik üretimi esnasında oksijen giderici olarak kullanılır. Döküm çeliklerde, döküme akıcılık sağlamak için ilave edilebilir. Ferrit içerisinde çözünebilir özelliğine sahip olduğu için malzemenin süneklilik ve tokluğunu düşürmeden, dayanımı ve sertliği artırır. Yüksek silis içeren çeliklerin ısı dayanımı da yüksektir. Genel olarak sertleşebilirliği, aşınma dayanımını ve elastikiyeti yükseltmesine karşın yüzey kalitesini olumsuz yönde etkiler. Silisyum miktarı arttıkça çeliğin tane büyüklüğü de artar.

### Kükürt (S)

Otomat çeliklerinde kükürt miktarı, talaşlı şekillendirmeyi iyileştirmek için yüksektir. Bunun dışında istenmeyen bir elementtir ve daima azaltılmaya çalışılır. Kükürt miktarı yükseldikçe, şekillendirmeye dik doğrultuda süneklilik ve darbe dayanımı düşer, boyuna doğrultuda etkilenme azdır. Mangan ile dengelenmediğinde sıcaklıkta kırılabilirlik yapar. Kaynak edilebilirliği ve sertleşebilirliği kötüleşir.

### Fosfor (P)

Mevcutiyeti ile malzeme tokluğunu düşüren, zararlı etkiye sahip bir elementtir. Çeliğin dayanımını ve sertliği artırıcı özelliği olmasına karşın süneklilik ve darbe dayanımını düşürür. Bu etki yüksek karbonlu çeliklerde daha net görülür. Çeliğin korozyon dayanımını iyileştirmesine karşın mümkün olduğunca düşük olmasına çalışılır ve kükürtle birlikte fosfor azlığı malzeme kalitesinde birinci kriterdir.

### Krom (Cr)

Çeliklere en fazla ilave edilen alaşım elementidir. Çelikte, oksidasyona ve korozyona karşı dayanımı, aşınma direncini ve sertleşebilirliği artırır. Çeliğe ilave edilen krom Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub> ve Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub> gibi sert karbürler oluşturarak sertliği direkt olarak artırır. Dönüşüm hızlarını da yavaşlatarak sertlik derinliğini de aynı oranda artırır. Krom, %25'e varan değerlerde ilave edilmesi halinde malzeme yüzeyinde bir oksit tabakası oluşturarak paslanmaya karşı direnç sağlar ve malzemeye parlak bir görüntü kazandırır. Çekme dayanımını ve sıcaklık dayanımını da artırır özelliğe sahiptir. Bazı alaşımlarda meneviş kırılabilirliğine sebep olabilir veya sünekliliği düşürebilir. Bu etkileri azaltmak amacıyla daha çok Ni ve Mo ile birlikte kullanılır.

### Nikel (Ni)

Nikel %5'e varan oranlarda, alaşımlı çeliklerde geniş bir biçimde kullanılır. Nikel malzemenin mukavemetini ve tokluğunu artırır. Özellikle paslanmaz çeliklerde daha geniş yer alır. Nikel aynı zamanda tane küçültme etkisine de sahiptir. Alaşım elemanı olarak nikelin tek başına kullanımı son yıllarda azalmış Ni-Cr alaşımı başta olmak üzere Ni-Mo yahut Ni-Cr-Mo alaşımları yaygınlaşmıştır. Sıcaklık ve tufalleşmeye karşı iyileştirici özelliğe sahip olmasının yanı sıra, krom ile birlikte kullanılarak sertleşmeyi, sünekliliği ve yorulma direncini artırır.

### Molibden (Mo)

Molibden düşük nikel ve düşük krom içeren çeliklerde temper gevrekliği eğilimini gidermek için kullanılır. %0,3 civarında molibden ilavesi bunu sağlar. Molibden ilavesi yapılan nikel ve krom çeliklerinin temper sonrası darbe dayanımları da önemli ölçüde yükselir. Aynı zamanda akma ve çekme dayanımını artırır.

### Vanadyum (V)

Nikel gibi vanadyum da çelikler için önemli bir tane küçültücüdür. %0,1 gibi bir oranda kullanılması bile, sertleştirme prosesi esnasında tane irileşmesini önemli ölçüde engeller. Vanadyum sertlik derinliğini artırmakla beraber sıcaklık dayanımını da artırır. Özellikle kesmeye çalışan parçalarda, darbe dayanımının artmasını sağlayarak kesici kenarların formunun uzun süre muhafaza edilmesinde etkilidir.

### Wolfram (W)

Wolfram; çeliğin dayanımını artıran bir alaşım elementidir. Takım çeliklerinde, kesici kenarın sertliğinin muhafazasını, takım ömrünün uzamasını ve yüksek ısıya dayanımını sağlar. Bu sebeple özellikle yüksek hız çeliklerinde, takım çeliklerinde ve ıslah çeliklerinde, alaşım elementi olarak kullanılır. Yüksek çalışma sıcaklıklarında, çeliğin menevişlenip sertliğini kaybetmemesini sağladığından, sıcağa dayanımlı çeliklerin yapımında kullanılır.

### Niobyum (Nb)

Tane inceltici etkiye sahip olan element, aynı zamanda, akma sınırını da yükseltir. Kuvvetli karbür yapıcı özelliği ile sertliği de artırır.

### Titanyum (Ti)

Kuvvetli karbür yapıcı özelliği vardır ve sertliği artırır. Çelik üretimi esnasında deoksidan olarak da kullanılır. Tane inceltici etkiye sahiptir.

### Kobalt (Co)

Yüksek sıcaklıklarda tane büyümesini yavaşlattığı için, daha çok hız çeliklerine ve sıcağa dayanıklı çeliklere ilave edilir.

### Alüminyum (Al)

En güçlü deoksidandır. Isıtma da tane kabalaşması ve yaşlanmayı azaltır. Tane inceltici özelliğe sahiptir.

### Bor (B)

Düşük ve orta karbonlu çeliklerin sertleşebilirliğini en etkin artırır özelliğe sahiptir. Sakinleştirilen çeliklere 0,0005-0,003 kadar düşük oranda katılırlar.

### Bakır (Cu)

Sıcak şekillendirmede kırılma eğilimine sebep olduğu için %0,5 oranı pek aşılmaz. Sünekliliği ciddi oranda düşürmesine karşın korozyon dayanımını artırır ve sertliği artırdığı için ilave edilir.

### Azot (N)

Nitrür teşekkül ettirerek sertliği artırır. Nitrürasyon ile 1100 VSD kadar sertlik elde edilebilir. Mekanik dayanım ve korozyona karşı direnci artırmasına karşın yaşlanma meydana getirir.

Çeliklerin alaşımli sayılabilmesi için içerebilecekleri elementlerin alt sınırları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

| ELEMENT   | ALT SINIR (% AĞIRLIK) |
|-----------|-----------------------|
| Alüminyum | 0,10                  |
| Bakır     | 0,40                  |
| Bor       | 0,0008                |
| Bizmut    | 0,10                  |
| Kobalt    | 0,10                  |
| Krom      | 0,30                  |
| Kurşun    | 0,40                  |
| Mangan    | 1,60                  |
| Molibden  | 0,08                  |
| Nikel     | 0,30                  |
| Silisyum  | 0,50                  |
| Titanyum  | 0,05                  |
| Vanadyum  | 0,10                  |

## 2.3. Çeliklerin Isıl İşlemi

Genel olarak ısıl işlem, malzemenin sertliği, tane yapısı ve mekanik özelliklerinin istenen değerlerde olmasını sağlamak amacıyla, malzemeye uygulanan bir dizi ısıtma ve soğutma işlemidir.

Isıl işlem yapıları özellikleri ve elde edilen özellikler bakımından, Tavlama ve Sertleştirme olarak iki grupta incelenebilir.

### Tavlama

Malzemelerin, talaşlı işlem kabiliyetini artırmak, plastik şekillendirme kabiliyetini artırmak, iç yapı özelliklerini düzeltmek gibi amaçlarla yapılan ve malzemenin istenen bir sıcaklığa kadar ısıtılıp, yavaş soğutulması şeklinde gerçekleştirilen işlemlerdir.

Tavlama işlemi işlem sıcaklıkları ve soğutma şekilleri yönünden farklı şekillerde ifade edilir. Başlıca tavlama işlemleri şu şekilde belirtilebilir.

**Yumuşatma Tavlaması:** Isıl işlem görmemiş malzemeler, içerdikleri karbon oranlarına bağlı olarak, oda sıcaklığında farklı sertlikler gösterirler. Bazı malzemeler sertlikleri itibarıyla kolay işlenemez durumda olabilirler. Özellikle plastik şekil değiştirme işlemleri için malzemelerin minimum sertlikte olması istenir. Bu sebeple, malzemelerin yumuşatılması amacıyla malzemelere yumuşatma tavlaması yapılır.

Çelik malzemelerin, oda sıcaklığındaki yapıları, tanecikler halinde ve içindeki karbon oranıyla doğru orantılı olarak, ince uzun plakalar şeklinde, sıralı dizilmiş görünümdeki karbür çökeltileri şeklindedir. Perlit olarak anılan bu yapı içerisindeki karbür plakalarının sıklığı, malzemenin içerdiği karbon oranıyla artar ve bu durum sertliğin de artmasına sebep olur.

Yumuşatma tavlama yapılarak, ince uzun yapıdaki karbür plakalar, daha kısa ve küresel bir yapıya dönüştürülür. Bu durumda çelik ilk haline oranla daha yumuşak ve kolay şekillendirilebilir bir yapıya sahip olur. Bu yöntem küreleştirme tavlama olarak da bilinir.

**Gerilme Giderme Tavlama:** Kaynaklama, plastik şekil verme veya aşırı ısıtma-ani soğutma gibi durumlar sonucu malzeme içinde, çeşitli yönlere iç gerilmeler meydana gelir. Bu gerilmelerin giderilmesi amacıyla en yüksek kullanım sıcaklığının üstünde ve faz dönüşüm sıcaklığının altında bir sıcaklıkta parçalar en fazla iki saat bekletilerek iç gerilmelerinin giderilmesi sağlanır.

**Yeniden Kristalleştirme Tavlama:** Plastik şekil verme yöntemleriyle şekillendirilen parçaların tane yapılarında, özellikle cidar bölgelerinde, kalıcı yapı bozulmaları meydana gelir. Bu durum sertlik ve mukavemetin artması, süneklik ve elektrik iletkenliğinin azalmasına sebep olur. Faz dönüşüm sıcaklığının altında bir sıcaklıkta, bir saate kadar bekletme ve yavaş soğutma ile tane yapısı düzgün ve düzenli bir forma dönüşerek, deformasyon öncesi özelliklerin geri kazanılması sağlanır. Bu işlem rekristalizasyon olarak da bilinir.

**Normalleştirme Tavlama:** Tavlama işlemlerinin tamamı malzemeye iyi özellikler kazandırmakla beraber, tane irileşmesine de sebep olur. Yapılacak işleme göre iri taneli yapıların istenmediği durumlar için malzemeler sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılarak, sakin havada soğumaya bırakılırlar. Normalleştirme tavlama diğerlerinden ayıran özellik parçaların yavaş soğutulması yerine, sakin havada hızlı soğutulmasıdır. Bu durumda tane yapısı daha ince yapılı olur. Bu işlem normalizasyon olarak da bilinir.

### Sertleştirme

Üretimi yapılan parçaların çalışma şartlarına göre değerlendirilmesiyle, parçanın tamamı veya bir kısmının, çekirdeğe kadar veya sadece cidar yüzeyi boyunca sertlik kazanması istenebilir. Bu gibi durumlar söz konusu olduğu zaman istenen özelliğe göre farklı ısıl işlemler uygulanması gerekir.

Yapılış özellikleri ve nihai yapı özellikleri göz önüne alınarak sertleştirme işlemi farklı başlıklar altında değerlendirilir.

### İslah İşlemi

İstenen sertlik ve mekanik özelliklerin elde edilmesi amacıyla yapılan su verme ve menevişleme işlemidir. Özellikle parçanın tüm kesitinin sert olması istendiği durumlar için kullanılır.

Sertleştirme yöntemleri işlemi en basit şekilde, malzemenin sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılması ve ani olarak soğutulmasıyla gerçekleştirilmesi şeklinde tariflenebilir. Konuyla ilgili olarak, sertleştirme sıcaklığının seçimi, ısıtma hızı, soğutma ortamı seçimi ve soğutma hızı gibi faktörlerin birbiri ile olan ilgileri ve doğru değerlerin belirlenmesi uzmanlık gerektiren konulardır.

Sertleştirme sıcaklık aralıkları, maksimum sertliğin, en küçük tane yapısı ile elde edilmesini sağlayacak şekilde bir dizi deney ile belirlenen değerlerdir. Bu değerlerin altında veya üzerinde yapılacak ısıtma, sertlik değerinin düşük, nihai iç yapının ise istenen şekilde olmaması ile sonuçlanacaktır. Ayrıca sertleştirme sıcaklığında tutma süresi de önemli olup, malzemenin alaşımli, az alaşımli olması ve tane boyutlarının uygunluğu ile bağlantılıdır.

Su verme ortamının seçimi, malzemenin alaşım miktarıyla alakalıdır. Düşük alaşımli çelikler için daha çok su ve tuz banyoları tercih edilirken, yüksek alaşımli çelikler için çarpılma riski göz önünde bulundurularak yağ gibi yumuşak ortamlar tercih edilir. Yoğunlukla kullanılan soğutma ortamları su, yağ, tuz banyosu ve hava şeklinde belirtilebilir.

**Su:** Suda su verme işlemiyle ilgili en önemli özelliklerden biri, sıcak parçayı soğutmak için kullanılan suyun sıcaklığıdır. 20-40 °C arasındaki soğutma suyu sıcaklığı en verimli sıcaklıktır. 60 °C üzerindeki sıcaklıklarda soğutma hızı fazlasıyla düşer.

**Yağ:** Yağda su verme işlemindeki yağın soğutma hızı, suyun soğutma hızından yavaştır. Soğutma hızının en verimli olduğu yağ sıcaklığı 50-80 °C arasındadır. Ayrıca yağın sürekli olarak hızlı biçimde karıştırılması verimi büyük ölçüde artırır.

**Tuzlu Su Çözeltisi:** Suda su verme verimini artırmak için suya sodyumhidroksit veya mutfak tuzu ilave edilebilir. Mutfak tuzu parça üzerinde korozyona sebep olduğu için pek az tercih edilir. %10 oranında ilave edilecek NaOH soğutma hızını çok fazla artırır. Bu tip kullanımlar, yüksek sertleşme derinliğini artırarak iç gerilmelerin az olmasını da sağlar.

**Hava:** Havada su verme işlemi diğer yöntemlere göre en az verimli oranıdır. Bunun en büyük sebebi havanın soğutma hızının çok düşük olmasıdır. Hatta sakin havanın soğutma hızı suyun %1'inden daha azdır. Bu sebeple bu yöntem sadece yüksek hız çelikleri için tercih edilebilir.

### Menevişleme

Su verme işlemi sonrası oluşan nihai yapı, çok sert ve kırılğan olup, ani soğutma esnasında oluşan iç gerilmelere sahiptir. Dolayısıyla menevişleme malzemenin tokluğunun iyileştirilmesi için malzemenin tekrar ısıtılıp, aynı sıcaklıkta bir süre tutularak soğutulmasıdır.

Menevişleme işlemi istenen tokluk oranı, sertlik ve nihai yapıya göre farklı sıcaklıklarda yapılabilir. Su verilen parçanın tamamen soğumasını bekledikten sonra yapılan menevişleme çatlamaya sebep olabilir. Bu sebeple parça 60-80 °C sıcaklığa düşmesiyle birlikte menevişlemenin hemen yapılması gerekir.

### Sementasyon

Kolay işlenebilir özelliğe sahip düşük karbonlu çelikler, işlendikten sonra kullanım amaçları doğrultusunda, yüzeylerine karbon emdirilerek, sertleştirme işlemine tabi tutulurlar. Bu işlem parça yüzeyinin aşınma dayanımını artırır ve çekirdek bölgenin yumuşak kalması ile tüm parçanın tok özellikler göstermesini ve darbe dayanımının yüksek olmasını sağlar.

Sementasyon işlemi, katı, sıvı veya gaz fazlı ortamlarda gerçekleştirilebilir. Kontrolü en kolay ve ekonomik yöntem gaz ortamında yapılan sementasyondur. Karbon verici olarak CO veya metan gazı gibi hidrokarbonlar kullanılır. Sıvı ortam sementasyonunda yaygın olarak sodyumsiyaniür ve potasyumsiyaniür gibi karbon vericilerin tuzları kullanılır. Sıvı ortam sementasyonu daha çok küçük parçaların sertleştirilmesi için uygundur. Katı ortam sementasyonunda daha çok odun kömürü kullanılır. Kontrolü zor ve tecrübe gerektiren fazla tercih edilmeyen bir yöntemdir.

Sementasyon işleminde, yüzey karbon oranı %0,7-0,8 oranlarına artırılmaya çalışılır. Bunun üzerinde emdirilen karbon, karbür çökmesine yol açarak kırılğan bir yüzey oluşturur. Sementasyon için asıl kriter etkin sementasyon derinliğidir.

Karbon emdirme işlemi müteakip, su verme işlemi uygulanarak cidarın sertleştirilmesi gerçekleştirilir. Su verme işlemi, karbon emdirme sıcaklığından su verilerek (doğrudan su verme), oda sıcaklığına kadar soğutulup ıslah edilerek (tek su verme) veya karbon emdirme sıcaklığından su verildikten sonra düşük sıcaklıkta ıslah edilerek gerçekleştirilir. Su verme işlemlerinden sonra mutlaka menevişleme yapılmalıdır. Sementasyon işlemi ardından sağlanacak en yüksek aşınma dayanımı, en yüksek sertlikte değil, yaklaşık 300 °C'de yapılan menevişlemeden sonra elde edilir.

### İndüksiyonla Yüzey Sertleştirme

Parçanın indüksiyon akımı yardımıyla yüzeyinin ani olarak ısıtılıp, ani olarak soğutulmasıyla yapılan bir yüzey sertleştirme işlemidir. Alevle sertleştirmeye benzer fakat gerek işlem süresi, gerekse yüzeyde oluşturulan yüksek ısı birikimi açısından daha verimlidir. İndüksiyonla yapılan ani ısıtmanın ardından yapılan ani soğutma işlemi genellikle su ile yapılır ve yüksek karbonlu çeliklerde çatlama ihtimalini artırır. Soğutma suyunun 60 °C civarında olması veya tuz kullanılması çatlama ve iç gerilme ihtimalini azaltır.

Sertleştirmeden sonra iç gerilmelerin giderilmesi için 150-200 °C arasında menevişleme yapılır.

# 3

## Çeliklerin ● Sınıflandırılması

### 3.1. Genel Yapı Çelikleri

#### Çekme Dayanımına Göre İfade Edilen Yapı Çelikleri

Çekme dayanımına göre ifade edilen yapı çelikleri, öncelikli olarak çekme gerilmeleri ve akma sınırı değerleri dikkate alınan, çelik konstrüksiyon, köprü yapımı, basınçlı kap ve donanımları, taşıt imalatı ve makine konstrüksiyonlarında kullanılmak üzere tercih edilir.

Bu çelikler genellikle alaşımsız çelik olarak tanımlanır, mekanik özellikler daha çok karbon miktarına bağlıdır fakat başta azot ve fosfor olmak üzere, üretim hammaddelerinden ve üretim şekillerinden kaynaklanan mangan, silisyum, bakır ve kükürt elementleri de oldukça etkilidir.

Genel yapı çelikleri kalite gruplarına göre sınıflandırılırlar. Standartlarda yapılan yeni düzenlemeler sonucunda;

- 1. kalite grubuna yalnızca St 33 çeliği verilmektedir. St 33 çeliğinde kimyasal analiz değerleri verilmez, üretim yöntemi ve döküm tarzı serbest bırakılmıştır. Denilebilir ki; 1. kalite grubundaki çelikler itinalı şekilde ergitilmezler.
- 2. kalite grubundaki çelikler, en fazla %0,050 P ve %0,050 S içerirler ve daha çok kaynak konstrüksiyonlarında tercih

\* Kaynar dökülmüş çelik, erimiş çelikte bulunan demir oksidin çeliğin kalıpta katılaşması sırasında içindeki karbonun bir kısmı ile birleşip, karbon monoksit teşkil ederek dokusunda gaz habbecikleri etkisi gösteren ve genellikle yüzeyinde ince bir ferrit tabakası bulunan çeliktir.

\*\* Sakin dökülmüş çelik, kepçede veya kalıpta oksijen bağlayıcı (deoksidan) madde kullanılarak erimiş çelikteki demir oksidin oksijeni tamamen alınmış olan çeliktir. (yapı diğerlerine oranla homojendir)

\*\*\* Yarı sakın dökülmüş çelik kepçede ve kalıpta, deoksidan madde kullanılarak erimiş çelikte bulunan demir oksidin oksijeni kısmen alınmış olan çeliktir.

\*\*\*\* Yaşlanmayan çelik, uzun süre bekledikten sonra vurma dayanımı, imal edildiği durumdakine göre çok az değişiklik gösteren çeliktir.

edilirler. Silisyum ve mangan miktarı da belirlenmiştir. Fe 37 çeliği kaynar\*, sakın dökülmüş\*\* veya yarı sakın dökülmüş\*\*\* olarak dökülebilir. Fe 44, Fe 50, Fe 60 ve Fe 70 çelikleri mutlaka sakın ya da yarı sakın dökülürler.

- 3. kalite grubundaki çelikler yaşlanmaya\*\*\*\* dayanıklı ve ince taneli çelik olarak, özellikle sakınleştirilerek dökülürler. Fosfor ve kükürt miktarları %0,040 ile sınırlandırılmıştır. Genellikle 0,020 Al ile deokside edilirler.

Genel yapı çeliklerinin talaşlı şekillendirilmesinde, ağırlıklı olarak daha çok normal tavlı veya soğuk şekillendirilmiş malzeme tercih edilmelidir. Normal tavlama ve yaklaşık 600-650 °C sıcaklığında uygulanan gerilim giderme tavlama dışında, genel yapı çeliklerine ısı işlem uygulanmaz. Bunun nedeni, yapı içerisinde istenmeyen elementlerin fazla oluşu; bunun neticesinde oluşan kuvvetli çökelmeler ve sertleştirme çatlaklarıdır.

Genel yapı çelikleri, nokta ve makara dikiş kaynağı ile birlikte, direnç kaynağına da uygundur. Fe 60 ve Fe 70 çelikleri, kaynaktan sonra yavaş soğutulmalı veya derhal tavlmalıdır. Eğer çeliklerdeki karbon miktarı %0,2'den az ise diğer pres kaynağı yöntemleri de kullanılabilir.

#### GENEL YAPI ÇELİKLERİ VE BİLEŞİMLERİ

| Malz. No. | DIN (Eski) | DIN (Yeni) | SAE/AISI     | DEOKSİDASYON ŞEKLİ | ISIL İŞLEM | KİMYASAL BİLEŞİM (max % ağırlık) |                     |                  |                  |                  |                   |
|-----------|------------|------------|--------------|--------------------|------------|----------------------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
|           |            |            |              |                    |            | C                                | MN <sub>max</sub>   | P <sub>max</sub> | S <sub>max</sub> | N <sub>max</sub> | Al <sub>max</sub> |
| 1.0035    | St 33      | S185       | -            | -                  | U, N       | -                                | -                   | -                | -                | -                | -                 |
| 1.0037    | St 37-2    | S235JR     | -            | -                  | U, N       | 0.17 <sub>max</sub>              | 1.40 <sub>max</sub> | 0.045            | 0.045            | 0.009            | -                 |
| 1.0036    | USt 37-2   | S235JRG1   | A570Gr.33,36 | K                  | U, N       | 0.17 <sub>max</sub>              | 1.40 <sub>max</sub> | 0.045            | 0.045            | 0.007            | -                 |
| 1.0038    | RSt 37-2   | S235JRG2   | A570Gr.36    | S                  | U, N       | 0.17 <sub>max</sub>              | 1.40 <sub>max</sub> | 0.045            | 0.045            | 0.009            | -                 |
| 1.0116    | St 37-3    | S235J2G3   | A284Gr.D     | SS                 | U, N       | 0.17 <sub>max</sub>              | 1.40 <sub>max</sub> | 0.035            | 0.035            | -                | 0.020             |
| 1.0044    | St 44-2    | S275JR     | A570Gr.40    | S                  | U, N       | 0.21 <sub>max</sub>              | 1.50 <sub>max</sub> | 0.045            | 0.045            | 0.009            | -                 |
| 1.0144    | St 44-3    | S275J0     | A573Gr.70    | SS                 | U, N       | 0.20 <sub>max</sub>              | 1.50 <sub>max</sub> | 0.040            | 0.040            | 0.009            | 0.020             |
| 1.0570    | St 52-3    | S355J0     | -            | SS                 | U, N       | 0.20 <sub>max</sub>              | 1.60 <sub>max</sub> | 0.040            | 0.040            | 0.009            | 0.020             |
| 1.0050    | St 50-2    | E295       | A570Gr.50    | S                  | U, N       | 0.30 <sub>ort</sub>              | -                   | 0.045            | 0.045            | 0.009            | -                 |
| 1.0060    | St 60-2    | E335       | -            | S                  | U, N       | 0.40 <sub>ort</sub>              | -                   | 0.045            | 0.045            | 0.009            | -                 |
| 1.0070    | St 70-2    | E360       | -            | S                  | U, N       | 0.50 <sub>ort</sub>              | -                   | 0.045            | 0.045            | 0.009            | -                 |

K - Kaynar Döküm S - Sakin Döküm SS - Yarı Sakin Döküm U - Sıcak Haddelenmiş, Başka İşlem Görmemiş N - Normal Tavlınmış

## GENEL YAPI ÇELİKLERİ MEKANİK ÖZELLİKLERİ

| Malz. No. | DIN (Eski) | DIN (Yeni) | SAE/AISI     | ÇEKME DAYANIMI (Mpa) |           | AKMA SINIRI (≥ Mpa) |         |         |         |          | KOPMA UZAMASI (şekillendirme yönü-dik doğrultu) (≥ %) |         |          |
|-----------|------------|------------|--------------|----------------------|-----------|---------------------|---------|---------|---------|----------|---|---------|----------|
|           |            |            |              | < 3 mm               | ≥ 3 mm    | ≤ 16 mm             | ≥ 16 mm | ≥ 40 mm | ≥ 63 mm | ≥ 80 mm  | ≤ 3 mm  | ≤ 40 mm | ≤ 63 mm  |
|           |            |            |              |                      | ≤ 100 mm  |                     | ≤ 40 mm | ≤ 63 mm | ≤ 80 mm | ≤ 100 mm | ≥ 40 mm   | ≥ 63 mm | ≥ 100 mm |
| 1.0035    | St 33      | S185       | -            | 310 - 540            | 290 - 510 | 185                 | 175     | -       | -       | -        | 16  | -       | -        |
| 1.0037    | St 37-2    | S235JR     | -            | 360 - 510            | 340 - 470 | 235                 | 225     |         |         |          | 26  | 25      | 24       |
| 1.0036    | USt 37-2   | S235JRG1   | A570Gr.33,36 | 360 - 510            | 340 - 470 | 235                 | 225     | 215     | 215     | 195      | 26  | 25      | 24       |
| 1.0038    | RSt 37-2   | S235JRG2   | A570Gr.36    | 360 - 510            | 340 - 470 | 235                 | 225     | 215     | 215     | 215      | 26  | 25      | 24       |
| 1.0116    | St 37-3    | S235J2G3   | A284Gr.D     | 360 - 510            | 340 - 470 | 235                 | 225     | 215     | 215     | 215      | 26  | 25      | 24       |
| 1.0044    | St 44-2    | S275JR     | A570Gr.40    | 430 - 580            | 410 - 560 | 275                 | 265     | 255     | 245     | 235      | 22  | 21      | 20       |
| 1.0144    | St 44-3    | S275J0     | A573Gr.70    | 430 - 580            | 410 - 560 | 275                 | 265     | 255     | 245     | 235      | 22  | 21      | 20       |
| 1.0570    | St 52-3    | S355J0     | -            | 510 - 680            | 490 - 630 | 355                 | 345     | 335     | 325     | 315      | 22  | 21      | 20       |
| 1.0050    | St 50-2    | E295       | A570Gr.50    | 490 - 660            | 470 - 610 | 295                 | 285     | 275     | 265     | 255      | 20  | 19      | 18       |
| 1.0060    | St 60-2    | E335       | -            | 590 - 770            | 570 - 710 | 335                 | 325     | 315     | 305     | 295      | 16  | 15      | 14       |
| 1.0070    | St 70-2    | E360       | -            | 690 - 900            | 670 - 830 | 360                 | 355     | 345     | 335     | 325      | 11  | 10      | 9        |

## ÇEKME DAYANIMINA GÖRE İFADE EDİLEN GENEL YAPI ÇELİKLERİ

| Malz. No. | DIN (Eski) | DIN (Yeni) | SAE/AISI     | KULLANIM YERLERİ  |
|-----------|------------|------------|--------------|---|
| 1.0035    | St 33      | S185       | -            |   |
| 1.0037    | St 37-2    | S235JR     | -            | İnşaat, sanayi sektöründe, kutu profil, çubuk yapımı ve sıcak haddelenmiş sanayi profilleri yapımında |
| 1.0036    | USt 37-2   | S235JRG1   | A570Gr.33,36 | İnşaat, sanayi sektöründe, kutu profil, çubuk yapımı ve sıcak haddelenmiş sanayi profilleri yapımında |
| 1.0038    | RSt 37-2   | S235JRG2   | A570Gr.36    | İnşaat, sanayi sektöründe, kutu profil, çubuk yapımı ve sıcak haddelenmiş sanayi profilleri yapımında |
| 1.0116    | St 37-3    | S235J2G3   | A284Gr.D     | İnşaat sektöründe, düz satırlı malzemeler, parlaklık istenen malzemeler, dikişli - dikişsiz borular   |
| 1.0044    | St 44-2    | S275JR     | A570Gr.40    | İnşaat ve sanayi sektöründe, yüksek mukavemetli sıcak çekilmiş sanayi profilleri yapımında            |
| 1.0144    | St 44-3    | S275J0     | A573Gr.70    | İnşaat ve sanayi sektöründe, yüksek mukavemetli sıcak çekilmiş sanayi profilleri yapımında            |
| 1.0570    | St 52-3    | S355J0     | -            | Sanayi ve inşaat sektöründe yüksek mukavemet gerektiren uygulamalarda                                 |
| 1.0050    | St 50-2    | E295       | A570Gr.50    | Daha çok basma gerilimine maruz yüklerde, manivelalar, kalıp ve pres altlıkları imalinde              |
| 1.0060    | St 60-2    | E335       | -            | Yüksek mukavemet gerektiren makine elemanları, dişli çarklar vb. uygulamalarda                        |
| 1.0070    | St 70-2    | E360       | -            | Perçin, özel civata kama ve mukavemet gerektiren makine elemanlarında                                 |

## 3.2. Sementasyon Çelikleri

Sementasyon işlemi, yüzey sertliği aşınma dayanımı ve sürekli dayanımı iyileştirici özelliğe sahip olmakla birlikte, parça çekirdek bölge dayanımı ve sünekliğini de iyileştirir. Bu sayede büyük yüklerin taşınması, darbe tarzındaki yüklerin karşılanması sağlanır.

Sementasyon malzemeleri karbon oranı genelde %0,10-0,20 arasındadır, bazı çeşitlerde %0,25'e kadar çıkabilir. Alaşımli veya alaşımsız olarak üretilebilirler.

Sementasyon çelikleri, sementasyon işleminden sonra değişik şekillerde ısıl işleme tabi tutulabilirler. Sementasyon işleminden sonra çekirdek bölgedeki karbon miktarı %0,10-0,20 değerlerinde kalırken, yüzey bölgede karbon miktarı %0,80'e kadar yükselir. Bu durumda yapılacak ısıl işlem sıcaklığının seçimi, parça yapısının her yerinde değişen karbon miktarı nedeniyle zorlaşır. Çekirdek bölge baz alınarak seçilecek sıcaklık parça cidar bölgesinde tane irileşmesine, parça cidar bölgesi baz alınarak seçilecek sıcaklık, çekirdek

bölgenin yeterince sertleşmemesine yol açar. Bu sebeple uygulanabilecek en kolay yöntem sementasyon sıcaklığından direkt sertleştirmedir. Bu yöntem sadece tuz banyosu ve gaz sementasyonundan sonra uygulanabilir. Yöntem ince taneli çelikler için daha uygundur.

Sementasyon çeliklerinde karbon miktarının yükselmesiyle ve ilave edilmiş alaşım elementleriyle, çekirdek bölge dayanımı artırılabilir. Ancak en verimli sonuçta, sementasyon sonrası çekirdek sertleştirmesi ile ulaşılabilir. Bu yönetime çift sertleştirme adı verilir. Çekirdek bölge uygun sertleştirme sıcaklığından ani soğutulan parça, ara tavlama işlemine tabi tutulur ve ardından cidar bölge için uygun sertleştirme sıcaklığından ani soğutulmuş cidar bölgenin sertliği sağlanır.

Sementasyon çeliklerinin kaynak kabiliyetleri iyidir. Alaşımli çeliklerde kaynaktan sonra tavlama gerekir. Talaşlı işlenebilirlik en iyi, normal tavllanmış veya kaba taneli yapıya sahip malzeme ile sağlanır. Yumuşatma yapılmış malzeme kötü yüzey kalitesi verdiği için tercih edilmez.

## SEMENTASYON ÇELİKLERİ VE BİLEŞİMLERİ

| Malz. No. | DIN         | SAE/AISI   | C         | Si        | Mn        | Pmax  | Smax        | Cr        | Mo        | Ni        |
|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 1.0301    | C 10        | 1010       | 0.07-0.13 | ≤0.40     | 0.30-0.60 | 0.045 | 0.045       | -         | -         | -         |
| 1.0401    | C 15        | 1015       | 0.12-0.18 | ≤0.40     | 0.30-0.80 | 0.045 | 0.045       | -         | -         | -         |
| 1.1121    | Ck 10       | 1010       | 0.07-0.13 | ≤0.40     | 0.30-0.60 | 0.035 | 0.035       | -         | -         | -         |
| 1.1141    | Ck 15       | 1015       | 0.12-0.18 | ≤0.40     | 0.30-0.60 | 0.035 | 0.035       | -         | -         | -         |
| 1.7015    | 15 Cr 3     | 5015       | 0.12-0.18 | 0.15-0.40 | 0.40-0.60 | 0.035 | 0.035       | 0.40-0.70 | -         | -         |
| 1.7131    | 16 MnCr 5   | 5115       | 0.14-0.19 | ≤0.40     | 1.00-1.30 | 0.035 | 0.035       | 0.80-1.10 | -         | -         |
| 1.7147    | 20 MnCr 5   | 5120       | 0.17-0.22 | ≤0.40     | 0.60-0.90 | 0.035 | 0.035       | 1.00-1.30 | -         | -         |
| 1.7321    | 20 MoCr 4   | -          | 0.17-0.23 | ≤0.40     | 0.70-1.00 | 0.035 | 0.035       | 0.30-0.60 | 0.40-0.50 | -         |
| 1.7325    | 25 MoCr 4   | -          | 0.23-0.29 | 0.15-0.40 | 0.60-0.90 | 0.035 | 0.035       | 0.40-0.60 | 0.40-0.50 | -         |
| 1.5919    | 15 CrNi 6   | -          | 0.14-0.19 | ≤0.40     | 0.40-0.60 | 0.035 | 0.035       | 1.40-1.70 | -         | 1.40-1.70 |
| 1.5920    | 18 CrNi 8   | -          | 0.15-0.20 | 0.15-0.40 | 0.40-0.60 | 0.035 | 0.035       | 1.80-2.10 | -         | 1.80-2.10 |
| 1.6587    | 17 NiCrMo 6 | -          | 0.15-0.21 | ≤0.40     | 0.50-0.90 | 0.025 | 0.035       | 1.50-1.80 | 0.25-0.35 | 1.40-1.70 |
| 1.6523    | 21 NiCrMo 2 | 8620       | 0.17-0.23 | ≤0.40     | 0.65-0.95 | 0.035 | 0.035       | 0.35-0.70 | 0.15-0.25 | 0.40-0.70 |
| 1.1140    | Cm 15       | -          | 0.12-0.18 | ≤0.40     | 0.30-0.60 | 0.035 | 0.020-0.040 | -         | -         | -         |
| 1.7139    | 16 MnCrS 5  | -          | 0.14-0.19 | ≤0.40     | 1.00-1.30 | 0.035 | 0.020-0.040 | 0.80-1.10 | -         | -         |
| 1.7149    | 20 MnCrS 5  | -          | 0.17-0.22 | ≤0.40     | 1.10-1.40 | 0.035 | 0.020-0.040 | 1.00-1.30 | -         | -         |
| 1.7323    | 20 MoCrS 4  | -          | 0.17-0.23 | ≤0.40     | 0.70-1.00 | 0.035 | 0.020-0.040 | 0.30-0.60 | 0.40-0.50 | -         |
| 1.7326    | 25 MoCrS 4  | -          | 0.23-0.29 | 0.15-0.40 | 0.60-0.90 | 0.035 | 0.020-0.035 | 0.40-0.60 | 0.40-0.50 | -         |
| 1.5713    | 13 NiCr 6   | 3415       | 0.10-0.17 | 0.15-0.35 | 0.30-0.50 | 0.035 | 0.035       | 0.65-0.85 | -         | 1.35-1.50 |
| 1.5752    | 14 NiCr 14  | 3415; 3310 | 0.14-0.20 | ≤0.40     | 0.40-0.70 | 0.035 | 0.035       | 0.60-0.90 | -         | 3.00-3.50 |
| 1.7243    | 18CrMo 4    | -          | 0.15-0.21 | ≤0.40     | 0.60-0.90 | 0.035 | 0.035       | 0.90-1.20 | 0.15-0.25 | -         |

## SEMENTASYON ÇELİKLERİNDE ISIL İŞLEM

| Malz. No. | DIN         | SAE/AISI | Sıcak Şekil Sıcaklığı (°C) | Yumuşak Tavlama Sıcaklığı (°C) | Sementasyon Sıcaklığı (°C) | Sementasyon |          |         | Sementasyon sonrası soğutma |     |             |             | Çekirdek Sertleştirme Sıcaklığı | Ara Tavlama Sıcaklığı | Cidar Sertleştirme |         |      | Meneviş Sıcaklığı |         |
|-----------|-------------|----------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------|----------|---------|-----------------------------|-----|-------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|---------|------|-------------------|---------|
|           |             |          |                            |                                |                            | Direkt S.   | Basit S. | Çift S. | su                          | yağ | sıcak banyo | tuz banyosu |                                 |                       | sem. Kütüsü        | hava    | (°C) |                   | Su      |
| 1.0401    | C 15        | 1015     | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | *           | *        | -       | -                           | -   | -           | -           | -                               | 880-920               | -                  | -       | -    | -                 | 150-180 |
| 1.1121    | Ck 10       | 1010     | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | *           | *        | -       | *                           | -   | *           | -           | *                               | 880-920               | -                  | -       | -    | -                 | 150-180 |
| 1.1140    | Cm 15       | -        | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | *           | *        | -       | *                           | -   | *           | -           | *                               | 880-920               | -                  | -       | -    | -                 | 150-180 |
| 1.1141    | Ck 15       | 1015     | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | *           | *        | -       | *                           | -   | *           | -           | *                               | 880-920               | -                  | -       | -    | -                 | 150-180 |
| 1.5919    | 15 CrNi 6   | -        | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | -           | *        | *       | -                           | *   | *           | *           | *                               | 840-870               | 630-650            | 800-830 | +    | *                 | 170-210 |
| 1.5920    | 18 CrNi 8   | -        | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | -           | *        | *       | -                           | *   | *           | *           | *                               | 840-870               | 630-650            | 800-830 | +    | *                 | 170-210 |
| 1.6523    | 21 NiCrMo 2 | 8620     | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | *           | *        | -       | *                           | -   | *           | -           | *                               | 840-870               | 630-650            | 800-830 | +    | *                 | 170-210 |
| 1.6587    | 17 NiCrMo 6 | -        | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | -           | *        | *       | -                           | *   | *           | *           | *                               | 840-870               | 630-650            | 800-830 | +    | *                 | 170-210 |
| 1.7015    | 15 Cr 3     | 5015     | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | *           | *        | -       | *                           | *   | *           | -           | *                               | 870-900               | -                  | -       | -    | -                 | 150-180 |
| 1.7131    | 16 MnCr 5   | 5115     | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | +           | *        | *       | -                           | *   | *           | *           | *                               | 850-880               | -                  | 810-840 | +    | *                 | 170-210 |
| 1.7139    | 16 MnCrS 5  | -        | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | +           | *        | *       | -                           | *   | *           | *           | *                               | 850-880               | -                  | 810-840 | +    | *                 | 170-210 |
| 1.7147    | 20 MnCr 5   | 5120     | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | +           | *        | *       | -                           | *   | *           | *           | *                               | 850-880               | -                  | 810-840 | +    | *                 | 170-210 |
| 1.7149    | 20 MnCrS 5  | -        | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | +           | *        | *       | -                           | *   | *           | *           | *                               | 850-880               | -                  | 810-840 | +    | *                 | 170-210 |
| 1.7321    | 20 MoCr 4   | -        | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | *           | -        | -       | -                           | *   | *           | -           | -                               | 890-920               | -                  | -       | -    | -                 | 170-210 |
| 1.7323    | 20 MoCrS 4  | -        | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | *           | -        | -       | -                           | *   | *           | -           | -                               | 890-920               | -                  | -       | -    | -                 | 170-210 |
| 1.7325    | 25 MoCr 4   | -        | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | *           | -        | -       | -                           | *   | *           | -           | -                               | 890-920               | -                  | -       | -    | -                 | 170-210 |
| 1.7326    | 25 MoCrS 4  | -        | 1150-850                   | 670-700                        | 900-950                    | *           | -        | -       | -                           | *   | *           | -           | -                               | 890-920               | -                  | -       | -    | -                 | 170-210 |

## JOMINY DEĞERLERİ

|             |     | Ani soğutulan yüzeyden itibaren (mm) HRC değerleri |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|-------------|-----|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| KALİTE      |     | 1,5  | 3  | 5  | 7  | 9  | 11 | 13 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |  |
| 15 CrNi 6   | Max | 47   | 47 | 46 | 45 | 43 | 42 | 41 | 39 | 37 | 35 | 34 | 34 | 33 |  |
| 21 NiCrMo 2 | Max | 49   | 48 | 44 | 42 | 36 | 32 | 30 | 29 | 26 | 24 | 23 | 23 | 22 |  |
| 17 NiCrMo 6 | Max | 48   | 48 | 48 | 48 | 47 | 47 | 46 | 46 | 44 | 43 | 42 | 41 | 41 |  |
| 16 MnCr 5   | Max | 47   | 46 | 44 | 41 | 37 | 35 | 34 | 33 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 |  |
| 20 MnCr 5   | Max | 49   | 49 | 48 | 46 | 44 | 42 | 41 | 40 | 37 | 35 | 34 | 33 | 31 |  |
| 20 MoCr 4   | Max | 49   | 47 | 43 | 40 | 36 | 34 | 31 | 29 | 26 | 24 | 23 | 22 | 21 |  |
| 25 MoCr 4   | Max | 52   | 51 | 50 | 47 | 43 | 40 | 38 | 36 | 33 | 31 | 30 | 29 | 28 |  |



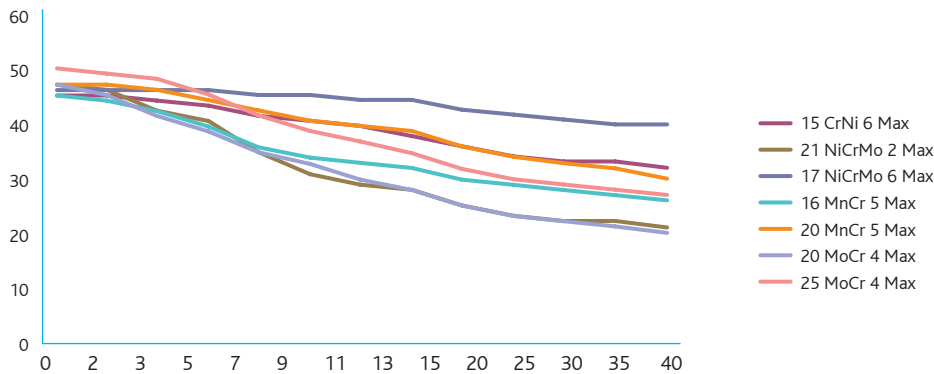
## SEMENTASYON ÇELİKLERİ KULLANIM YERLERİ

| Matz. No. | DIN         | SAE/AISI   | KULLANIM YERLERİ   |
|-----------|-------------|------------|--|
| 1.0301    | C 10        | 1010       | Düşük çekirdek dayanımlı ve orta zorlanmalı, yapı ve makine parçaları  |
| 1.0401    | C 15        | 1015       | Manivela kolu, burç, makara, dişli çark, ölçü aleti ve benzeri yapı ve makine parçaları                      |
| 1.1121    | Ck 10       | 1010       | Düşük çekirdek dayanımlı manivela kolu, burç, pim gibi beyaz eşya ve büro makine aşınma parçaları            |
| 1.1140    | Cm 15       | -          | Titreşimli çalışan ve düşük çekirdek zorlanmalı yapı ve makine parçaları                                     |
| 1.1141    | Ck 15       | 1015       | Düşük çekirdek dayanımlı manivela kolu, burç, pim muylu gibi küçük makine parçaları                          |
| 1.5713    | 13 NiCr 6   | 3415       | Makine ve otomobillerde, dişli çark, zincir dişlisi, mil gibi küçük boyutlu fazla zorlanan parçalar          |
| 1.5752    | 14 NiCr 14  | 3415; 3310 | Kam milleri, dişli tekerleği, standart gerilimli kardan mafsalları   |
| 1.5919    | 15 CrNi 6   | -          | Makine ve otomobillerde, dişli çark, zincir dişlisi, mil gibi küçük boyutlu fazla zorlanan parçalar          |
| 1.5920    | 18 CrNi 8   | -          | Kalın kesitli dişli çark, tabak dişli ve tahrik parçası gibi fazla zorlanan aktarma organı parçaları         |
| 1.6523    | 21 NiCrMo 2 | 8620       | Çok fazla zorlanan, makine ve otomobillerde dişli çark, pim, mil, şalter kovani ve benzer parçalar           |
| 1.6587    | 17 NiCrMo 6 | -          | Çok fazla zorlanan, aktarma organı parçaları, kalın kesitli çarklar, benzeri aşınmaya maruz parçalar         |
| 1.7015    | 15 Cr 3     | 5015       | Makara yatağı, makara, ölçü aleti, piston pimi, diferansiyel parça dişli çark, vidalı mil vb.                |
| 1.7131    | 16 MnCr 5   | 5115       | Dişli çark, aktarma organı parçaları, kardan yuvası, mil, pim, burç ve benzer parçalar                       |
| 1.7139    | 16 MnCrS 5  | -          | Kükürt ilavesi ile talaşlı işleme özelliği iyileştirilmiş 1.7131 malzeme                                     |
| 1.7147    | 20 MnCr 5   | 5120       | Aktarma organı parçaları, dişli çark, tabak ve konik dişli, kalın kesitli mil, pim, burç ve benzeri parçalar |
| 1.7149    | 20 MnCrS 5  | -          | Kükürt ilavesi ile talaşlı işleme özelliği iyileştirilmiş 1.7147 malzeme                                     |
| 1.7243    | 18CrMo 4    | -          | Her tür aktarma organı, yönlendirme parçaları, aks, mil, pim, burç, şalter yatağı parçaları                  |
| 1.7321    | 20 MoCr 4   | -          | Her tür aktarma organı, yönlendirme parçaları, aks, mil, pim, burç, şalter yatağı parçaları                  |
| 1.7323    | 20 MoCrS 4  | -          | Her tür aktarma organı, yönlendirme parçaları, aks, mil, pim, burç, şalter yatağı parçaları                  |
| 1.7325    | 25 MoCr 4   | -          | Her tür aktarma organı, yönlendirme parçaları, aks, mil, pim, burç, şalter yatağı parçaları                  |
| 1.7326    | 25 MoCrS 4  | -          | Her tür aktarma organı, yönlendirme parçaları, aks, mil, pim, burç, şalter yatağı parçaları                  |

## SEMENTASYON ÇELİKLERİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

| Matz. No. | DIN         | SAE/AISI | SERTLİK HB 30 ≤ |         |         | AKMA SINIRI (Re) ≥Mpa |         |         | ÇEKME DAYANIMI (Rm) Mpa |           |           | KOPMA UZAMASI (A) L <sub>0</sub> =5 D <sub>0</sub> |         |         | KESİT DARALMASI (Z) ≥% |         |         |
|-----------|-------------|----------|-----------------|---------|---------|-----------------------|---------|---------|-------------------------|-----------|-----------|--|---------|---------|------------------------|---------|---------|
|           |             |          | Yt              | Bç      | Fp      | Φ 11 MM               | Φ 30 MM | Φ 63 MM | Φ 11 MM                 | Φ 30 MM   | Φ 63 MM   | Φ 11 MM  | Φ 30 MM | Φ 63 MM | Φ 11 MM                | Φ 30 MM | Φ 63 MM |
| 1.0301    | C 10        | 1010     | 131             |         | 90-126  | 390                   | 295     |         | 640-780                 | 490-640   |           | 13   | 16      |         | 35                     | 45      |         |
| 1.1121    | Ck 10       | 1010     | 131             |         | 90-126  | 440                   | 355     |         | 740-880                 | 590-780   |           | 12   | 14      |         | 35                     | 45      |         |
| 1.0401    | C 15        | 1015     | 146             |         | 103-140 | 390                   | 295     |         | 640-780                 | 490-640   |           | 13   | 16      |         | 40                     | 50      |         |
| 1.1140    | Cm 15       | -        | 146             |         | 103-140 | 440                   | 355     |         | 740-880                 | 590-780   |           | 12   | 14      |         | 35                     | 45      |         |
| 1.1141    | Ck 15       | 1015     | 146             |         | 103-140 | 440                   | 355     |         | 740-880                 | 590-780   |           | 12   | 14      |         | 35                     | 45      |         |
| 1.5919    | 15 CrNi 6   | -        | 217             | 170-217 | 152-201 | 685                   | 635     | 540     | 960-1270                | 880-1180  | 780-1060  | 8  | 9       | 10      | 35                     | 40      | 40      |
| 1.5920    | 18 CrNi 8   | -        | 235             | 187-235 | 170-217 | 835                   | 785     | 685     | 1230-1470               | 1180-1420 | 1080-1320 | 7  | 8       | 8       | 30                     | 35      | 35      |
| 1.6523    | 21 NiCrMo 2 | 8620     | 210             | 165-210 | 150-195 | 785                   | 590     | 490     | 980-1270                | 780-1080  | 690-930   | 9  | 10      | 11      | 35                     | 40      | 40      |
| 1.6587    | 17 NiCrMo 6 | -        | 229             | 179-229 | 159-207 | 835                   | 785     | 685     | 110-1420                | 1080-1320 | 980-1270  | 7  | 8       | 8       | 30                     | 35      | 35      |
| 1.7015    | 15 Cr 3     | 5015     | 174             | 126-174 | 118-160 | 510                   | 440     |         | 780-1030                | 690-880   |           | 10   | 11      |         | 35                     | 40      |         |
| 1.7131    | 16 MnCr 5   | 5115     | 207             | 156-207 | 140-187 | 635                   | 590     | 440     | 880-1180                | 780-1080  | 640-930   | 9  | 10      | 11      | 35                     | 40      | 40      |
| 1.7139    | 16 MnCrS 5  | -        | 207             | 156-207 | 140-187 | 635                   | 590     | 440     | 880-1180                | 780-1080  | 640-930   | 9  | 10      | 11      | 35                     | 40      | 40      |
| 1.7147    | 20 MnCr 5   | 5120     | 217             | 170-217 | 152-201 | 735                   | 685     | 540     | 1080-1370               | 980-1270  | 780-1080  | 7  | 8       | 10      | 30                     | 35      | 35      |
| 1.7149    | 20 MnCrS 5  | -        | 217             | 170-217 | 152-201 | 735                   | 685     | 540     | 1080-1370               | 980-1270  | 780-1080  | 7  | 8       | 10      | 30                     | 35      | 35      |
| 1.7321    | 20 MoCr 4   | -        | 207             | 156-207 | 140-187 | 635                   | 590     |         | 880-1180                | 780-1080  |           | 9  | 10      |         | 35                     | 40      |         |
| 1.7323    | 20 MoCrS 4  | -        | 207             | 156-207 | 140-187 | 635                   | 590     |         | 880-1180                | 780-1080  |           | 9  | 10      |         | 35                     | 40      |         |
| 1.7325    | 25 MoCr 4   | -        | 217             | 170-217 | 152-201 | 735                   | 685     | 540     | 1080-1370               | 980-1270  |           | 7  | 8       |         | 30                     | 35      | 35      |
| 1.7326    | 25 MoCrS 4  | -        | 217             | 170-217 | 152-201 | 735                   | 685     | 540     | 1080-1370               | 980-1270  |           | 7  | 8       |         | 30                     | 35      | 35      |

Yt: Yumuşak tavlı, Bç: Belirli dayanım değeri için Isıl İşlemlı, Fp: Belirli yapı tavlı için Isıl İşlemlı



### 3.3. Islah Çelikleri

Islah çeliklerinde sertleşebilirlik özelliklerinin yanında, yüksek dayanım ve süneklik de istenir. Yeterli seviyede sertlik elde edilebilmesi için, ıslah çelikleri diğerlerine nispeten yüksek karbon içerirler. Kalın kesitli parçalar için sertlik derinliğinin en önemli kriter olması sebebiyle, bu parçalar alaşımlı ıslah çeliklerinden imal edilirler.

Islah çeliklerinin seçiminde, parça boyutları ve dayanım değerleri ön plandadır. Alaşımsız ıslah çelikleri ancak küçük kesitli parçalarda verimli olabilir. Kalın kesitli parçalar için, sertlik dağılımının homojen olması, çeliğin alaşımlı olmasına bağlıdır. Sertlik dağılımının, malzeme alaşımlarına göre değişimleri Jominy testi sonuçları ile gözlenebilir. Jominy testi basit bir ifade ile; sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılan çubuk şeklinde bir malzemenin sadece bir ucundan soğutulmasıyla soğutulan uca olan mesafelerdeki sertleşme değerlerini ifade eder.

Islah çelikleri alevle ve indüksiyonla sertleştirilebileceği gibi, ıslah edildikten sonra da alev ve indüksiyonla sertleştirilebilirler. Bu şekilde ısıtılacak malzemenin seçiminde, kimyasal bileşimin yanı sıra, yüzeyde elde edilecek sertlik değeri ve sertleşme derinliği göz önünde bulundurulur. Alaşımsız çeliklerde sertlik derinliği 3-4 mm olabilirken, alaşımlı çeliklerde bu derinlik 10-12 mm'yi bulur. Ayrıca indüksiyonla sertleştirme esnasında yüksek mangan çatlama tehlikesi yaratacağından, yüksek karbonlu-düşük manganlı Cf kalite çeliklerin kullanılması daha uygundur. Ayrıca çatlama tehlikesinin azalması, malzeme tane yapısının küçük olmasıyla yakından ilişkilidir.

Islah çelikleri kimyasal bileşimlerine göre 4 ana grupta toplanır.

1. Alaşımsız ıslah çelikleri
2. Mangan alaşımlı ıslah çelikleri
3. Krom alaşımlı ıslah çelikleri
4. Krom-molibden alaşımlı ıslah çelikleri

Alaşımsız çeliklerde, ıslah dayanımı karbon miktarıyla artmaktadır. 16 mm çapa kadar en düşük akma sınırı 370 N/mm<sup>2</sup> (%C: 0,25) ila 570 N/mm<sup>2</sup> (%C: 0,50) arasındadır. 16-40 mm çap arasındaki boyutlarda 50-80 N/mm<sup>2</sup> daha düşük olur.

Mangan alaşımlı ıslah çeliklerinde mangan setreleşebilirliği arttırdığından 30 Mn 4 ve 40 Mn 4 çeliklerinde akma sınırı C60 çeliğindeki özelliklerini gösterir.

Krom alaşımlı ıslah çeliklerinde krom elementi sertleşebilirliği oldukça fazla artırır ve plastisiteye de olumlu etki yapar. Örneğin 40 Cr 4 çeliğinde 16-40 mm çap aralığında minimum akma 700 N/mm<sup>2</sup>'dir.

Molibden kroma nazaran daha kuvvetli sertleşebilme kabiliyetini artırır. Ayrıca meneviş dayanımını artırır ve meneviş kırılma ihtimalini azaltır.

## ISLAH ÇELİKLERİ VE BİLEŞİMLERİ

| Matz. No. | DIN         | SAE/AISI  | C         | Si <sub>max</sub> | Mn        | P <sub>max</sub> | S <sub>max</sub> | Cr        | Mo        | Ni        | V         |
|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.0402    | C 22        | 1020      | 0.18-0.25 | 0,40              | 0.30-0.60 | 0.045            | 0.045            | -         | -         | -         | -         |
| 1.0501    | C 35        | 1035      | 0.32-0.39 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.045            | 0.045            | -         | -         | -         | -         |
| 1.0503    | C 45        | 1045      | 0.42-0.50 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.045            | 0.045            | -         | -         | -         | -         |
| 1.0535    | C 55        | 1055      | 0.52-0.60 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.045            | 0.045            | -         | -         | -         | -         |
| 1.0601    | C 60        | 1060      | 0.57-0.65 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.045            | 0.045            | -         | -         | -         | -         |
| 1.1151    | Ck 22       | 1020/1023 | 0.18-0.25 | 0,40              | 0.30-0.60 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -         | -         |
| 1.1180    | Cm 35       | 1035      | 0.32-0.49 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.020-0.035      | -         | -         | -         | -         |
| 1.1181    | Ck 35       | 1035      | 0.32-0.39 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -         | -         |
| 1.1186    | Ck 40       | 1040      | 0.37-0.44 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -         | -         |
| 1.1191    | Ck 45       | 1045      | 0.42-0.50 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -         | -         |
| 1.1201    | Cm 45       | 1045      | 0.42-0.50 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.020-0.035      | -         | -         | -         | -         |
| 1.1203    | Ck 55       | 1055      | 0.52-0.60 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -         | -         |
| 1.1206    | Ck 50       | 1050      | 0.45-0.55 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -         | -         |
| 1.1209    | Cm 55       | 1055      | 0.52-0.60 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.020-0.035      | -         | -         | -         | -         |
| 1.1221    | Ck 60       | 1060      | 0.57-0.65 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -         | -         |
| 1.1223    | Cm 60       | -         | 0.57-0.65 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.020-0.035      | -         | -         | -         | -         |
| 1.5038    | 40 Mn 4     | 1039      | 0.36-0.44 | 0.25-0.50         | 0.80-1.10 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -         | -         |
| 1.5065    | 28 Mn 6     | 1330      | 0.25-0.32 | 0,40              | 1.30-1.65 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -         | -         |
| 1.6511    | 36 CrNiMo 4 | 9840      | 0.32-0.40 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | 0.15-0.30 | 0.90-1.20 | -         |
| 1.6580    | 30 CrNiMo 8 | -         | 0.26-0.33 | 0,40              | 0.40-0.70 | 0.035            | 0.035            | 1.40-1.70 | 0.30-0.50 | 1.80-2.20 | -         |
| 1.6582    | 34 CrNiMo 6 | 4340      | 0.30-0.38 | 0,40              | 0.30-0.60 | 0.035            | 0.035            | 1.80-2.20 | 0.15-0.30 | 1.40-1.70 | -         |
| 1.7003    | 38 Cr 2     | -         | 0.34-0.41 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.035            | 0.40-0.60 | -         | -         | -         |
| 1.7006    | 46 Cr 2     | 5045      | 0.42-0.50 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.035            | 0.40-0.60 | -         | -         | -         |
| 1.7033    | 34 Cr 4     | 5132      | 0.30-0.37 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | -         | -         | -         |
| 1.7034    | 37 Cr 4     | 5135      | 0.34-0.41 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | -         | -         | -         |
| 1.7035    | 41 Cr 4     | 5140      | 0.38-0.45 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | -         | -         | -         |
| 1.7037    | 34 CrS 4    | -         | 0.30-0.37 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.020-0.035      | 0.90-1.20 | -         | -         | -         |
| 1.7038    | 37 CrS 4    | -         | 0.34-0.41 | 0,40              | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.020-0.035      | 0.90-1.20 | -         | -         | -         |
| 1.7039    | 41 CrS 4    | -         | 0.38-0.45 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.020-0.035      | 0.90-1.20 | -         | -         | -         |
| 1.7218    | 25 CrMo 4   | 4130      | 0.22-0.29 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | 0.15-0.30 | -         | -         |
| 1.7220    | 34 CrMo 4   | 4135/4137 | 0.30-0.37 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | 0.15-0.30 | -         | -         |
| 1.7225    | 42 CrMo 4   | 4140      | 0.38-0.45 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | 0.15-0.30 | -         | -         |
| 1.7226    | 34 CrMoS 4  | -         | 0.30-0.37 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.020-0.035      | 0.90-1.20 | 0.15-0.30 | -         | -         |
| 1.7227    | 42 CrMoS 4  | -         | 0.38-0.45 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.020-0.035      | 0.90-1.20 | 0.15-0.30 | -         | -         |
| 1.7228    | 50 CrMo 4   | 4150      | 0.46-0.51 | 0,40              | 0.50-0.80 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | 0.15-0.30 | -         | -         |
| 1.7361    | 32 CrMo12 4 | -         | 0.28-0.35 | 0,40              | 0.40-0.70 | 0.035            | 0.035            | 2.80-3.30 | 0.30-0.50 | 0.30      | -         |
| 1.7707    | 30 CrMoV 9  | -         | 0.26-0.34 | 0,40              | 0.40-0.70 | 0.035            | 0.035            | 2.30-2.70 | -         | -         | 0.10-0.20 |
| 1.8159    | 50 CrV 4    | 6150      | 0.47-0.55 | 0,40              | 0.70-1.10 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | -         | -         | 0.10-0.20 |

## ISLAH ÇELİKLERİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

| Malz. No. | DIN         | SAE/AISI   | AKMA SINIRI (Re) $\geq$ Mpa |                             |                              |                               | ÇEKME DAYANIMI (Rm) Mpa |                             |                              |                               | KOPMA UZAMASI (A) $L_0=5 D_0$ |                             |                              |                               | KESİT DARALMASI (Z) $\geq$ % |                             |                              |                               |
|-----------|-------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|           |             |            | $\leq\Phi$ 16<br>MM         | $\Phi >16-$<br>40 $\leq$ MM | $\Phi >40-$<br>100 $\leq$ MM | $\Phi >100-$<br>160 $\leq$ MM | $\leq\Phi$ 16 MM        | $\Phi >16-$<br>40 $\leq$ MM | $\Phi >40-$<br>100 $\leq$ MM | $\Phi >100-$<br>160 $\leq$ MM | $\leq\Phi$ 16<br>MM           | $\Phi >16-$<br>40 $\leq$ MM | $\Phi >40-$<br>100 $\leq$ MM | $\Phi >100-$<br>160 $\leq$ MM | $\leq\Phi$ 16<br>MM          | $\Phi >16-$<br>40 $\leq$ MM | $\Phi >40-$<br>100 $\leq$ MM | $\Phi >100-$<br>160 $\leq$ MM |
| 1.0402    | C 22        | 1020       | 350                         | 300                         |                              |                               | 550-700                 | 500-650                     |                              |                               | 20                            | 22                          |                              |                               | 40                           | 45                          |                              |                               |
| 1.0501    | C 35        | 1035       | 430                         | 370                         | 320                          |                               | 630-780                 | 600-750                     | 550-700                      |                               | 17                            | 19                          | 20                           |                               | 35                           | 40                          | 45                           |                               |
| 1.0503    | C 45        | 1045       | 500                         | 430                         | 370                          |                               | 700-850                 | 650-800                     | 630-780                      |                               | 14                            | 16                          | 17                           |                               | 30                           | 35                          | 40                           |                               |
| 1.0535    | C 55        | 1055       | 550                         | 500                         | 430                          |                               | 800-950                 | 750-900                     | 700-850                      |                               | 12                            | 14                          | 15                           |                               | 25                           | 30                          | 35                           |                               |
| 1.0601    | C 60        | 1060       | 580                         | 520                         | 450                          |                               | 850-1000                | 800-950                     | 750-900                      |                               | 11                            | 13                          | 14                           |                               | 20                           | 25                          | 30                           |                               |
| 1.1151    | Ck 22       | 1020/1023  | 350                         | 300                         |                              |                               | 550-700                 | 500-650                     |                              |                               | 20                            | 22                          |                              |                               | 50                           | 50                          |                              |                               |
| 1.1180    | Cm 35       | 1035       | 430                         | 370                         | 320                          |                               | 630-780                 | 600-750                     | 550-700                      |                               | 17                            | 19                          | 20                           |                               | 40                           | 45                          | 50                           |                               |
| 1.1181    | Ck 35       | 1035       | 430                         | 370                         | 320                          |                               | 630-780                 | 600-750                     | 550-700                      |                               | 17                            | 19                          | 20                           |                               | 35                           | 40                          | 45                           |                               |
| 1.1191    | Ck 45       | 1045       | 500                         | 430                         | 370                          |                               | 700-850                 | 650-800                     | 630-780                      |                               | 14                            | 16                          | 17                           |                               | 35                           | 40                          | 45                           |                               |
| 1.1201    | Cm 45       | 1045       | 500                         | 430                         | 370                          |                               | 700-850                 | 650-800                     | 630-780                      |                               | 14                            | 16                          | 17                           |                               | 35                           | 40                          | 45                           |                               |
| 1.1203    | Ck 55       | 1055       | 550                         | 500                         | 430                          |                               | 800-950                 | 750-900                     |                              |                               | 12                            | 14                          | 15                           |                               | 30                           | 35                          | 40                           |                               |
| 1.1209    | Cm 55       | 1055       | 550                         | 500                         | 430                          |                               | 800-950                 | 750-900                     | 700-850                      |                               | 12                            | 14                          | 15                           |                               | 30                           | 35                          | 40                           |                               |
| 1.1221    | Ck 60       | 1060       | 580                         | 520                         | 450                          |                               | 850-1000                | 800-950                     | 750-900                      |                               | 11                            | 13                          | 14                           |                               | 25                           | 30                          | 35                           |                               |
| 1.1223    | Cm 60       | -          | 580                         | 520                         | 450                          |                               | 850-1000                | 800-950                     | 750-900                      |                               | 11                            | 13                          | 14                           |                               | 25                           | 30                          | 35                           |                               |
| 1.5038    | 40 Mn 4     | 1039       | 635                         | 540                         | 440                          |                               | 880-1080                | 780-930                     | 690-830                      |                               | 12                            | 14                          | 15                           |                               | 40                           | 45                          | 50                           |                               |
| 1.5065    | 28 Mn 6     | 1330       | 590                         | 490                         | 440                          |                               | 780-930                 | 690-840                     | 640-790                      |                               | 13                            | 15                          | 16                           |                               | 40                           | 45                          | 50                           |                               |
| 1.6511    | 36 CrNiMo 4 | 9840       | 900                         | 800                         | 700                          | 600                           | 1100-1300               | 1100-1200                   | 900-1000                     | 800-950                       | 10                            | 11                          | 12                           | 13                            | 45                           | 50                          | 55                           | 60                            |
| 1.6580    | 30 CrNiMo 8 | -          | 1050                        | 1050                        | 900                          | 800                           | 1250-1450               | 1250-1450                   | 1100-1300                    | 1000-1200                     | 9                             | 9                           | 10                           | 11                            | 40                           | 40                          | 45                           | 50                            |
| 1.6582    | 34 CrNiMo 6 | 4340       | 1000                        | 900                         | 800                          | 700                           | 1200-1400               | 1100-1300                   | 1000-1200                    | 900-1100                      | 9                             | 10                          | 11                           | 12                            | 40                           | 45                          | 50                           | 55                            |
| 1.7003    | 38 Cr 2     | -          | 550                         | 450                         | 350                          |                               | 800-950                 | 700-850                     | 600-750                      |                               | 14                            | 15                          | 17                           |                               | 35                           | 40                          | 45                           |                               |
| 1.7006    | 46 Cr 2     | 5045       | 650                         | 550                         | 400                          |                               | 900-1100                | 800-950                     | 650-800                      |                               | 11                            | 14                          | 15                           |                               | 35                           | 40                          | 45                           |                               |
| 1.7033    | 34 Cr 4     | 5132       | 700                         | 590                         | 460                          |                               | 900-1100                | 800-950                     | 700-850                      |                               | 11                            | 13                          | 14                           |                               | 35                           | 40                          | 45                           |                               |
| 1.7034    | 37 Cr 4     | 5135       | 750                         | 630                         | 510                          |                               | 950-1150                | 850-1000                    | 750-900                      |                               | 11                            | 13                          | 14                           |                               | 35                           | 40                          | 45                           |                               |
| 1.7035    | 41 Cr 4     | 5140       | 800                         | 660                         | 560                          |                               | 1100-1200               | 900-1100                    | 800-950                      |                               | 10                            | 12                          | 14                           |                               | 30                           | 35                          | 40                           |                               |
| 1.7037    | 34 CrS 4    | -          | 700                         | 590                         | 460                          |                               | 900-1100                | 800-950                     | 700-850                      |                               | 11                            | 13                          | 14                           |                               | 35                           | 40                          | 45                           |                               |
| 1.7038    | 37 CrS 4    | -          | 750                         | 630                         | 510                          |                               | 950-1150                | 850-1000                    | 750-900                      |                               | 11                            | 13                          | 14                           |                               | 35                           | 40                          | 45                           |                               |
| 1.7039    | 41 CrS 4    | -          | 800                         | 660                         | 560                          |                               | 1100-1200               | 900-1100                    | 800-950                      |                               | 10                            | 12                          | 14                           |                               | 30                           | 35                          | 40                           |                               |
| 1.7218    | 25 CrMo 4   | 4130       | 700                         | 600                         | 450                          | 400                           | 900-1100                | 850-950                     | 700-800                      | 650-800                       | 12                            | 14                          | 15                           | 16                            | 50                           | 55                          | 60                           | 60                            |
| 1.7220    | 34 CrMo 4   | 4135; 4137 | 800                         | 650                         | 550                          | 500                           | 1000-1200               | 900-1000                    | 800-950                      | 750-900                       | 11                            | 12                          | 14                           | 15                            | 45                           | 50                          | 55                           | 55                            |
| 1.7225    | 42 CrMo 4   | 4140       | 900                         | 750                         | 650                          | 550                           | 1100-1300               | 1100-1200                   | 900-1100                     | 800-950                       | 10                            | 11                          | 12                           | 13                            | 40                           | 45                          | 50                           | 50                            |
| 1.7226    | 34 CrMoS 4  | -          | 800                         | 650                         | 550                          | 500                           | 1100-1200               | 900-1100                    | 800-950                      | 750-900                       | 11                            | 12                          | 14                           | 15                            | 45                           | 50                          | 55                           | 55                            |
| 1.7227    | 42 CrMoS 4  | -          | 900                         | 750                         | 650                          | 550                           | 1100-1300               | 1000-1200                   | 900-1100                     | 800-950                       | 10                            | 11                          | 12                           | 13                            | 40                           | 45                          | 50                           | 50                            |
| 1.7228    | 50 CrMo 4   | 4150       | 900                         | 780                         | 700                          | 650                           | 1100-1300               | 1000-1300                   | 900-1100                     | 800-1000                      | 9                             | 10                          | 12                           | 13                            | 40                           | 45                          | 50                           | 50                            |
| 1.7361    | 32 CrMo12 4 | -          | 1030                        | 1030                        | 885                          | 785                           | 1230-1420               | 1230-1420                   | 1080-1270                    | 980-1180                      | 9                             | 9                           | 10                           | 11                            | 35                           | 35                          | 40                           | 45                            |
| 1.7707    | 30 CrMoV 9  | -          | 1050                        | 1020                        | 900                          | 800                           | 1250-1450               | 1200-1450                   | 1100-1300                    | 1000-1200                     | 9                             | 9                           | 10                           | 11                            | 35                           | 35                          | 40                           | 45                            |
| 1.8159    | 50 CrV 4    | 6150       | 900                         | 800                         | 700                          | 650                           | 1100-1300               | 1000-1200                   | 900-1100                     | 850-1000                      | 9                             | 10                          | 12                           | 13                            | 40                           | 45                          | 50                           | 50                            |

## ISLAH ÇELİKLERİ KULLANIM YERLERİ

| Matz. No. | DIN         | SAE/AISI   | KULLANIM YERLERİ  |
|-----------|-------------|------------|---|
| 1.0402    | C 22        | 1020       | Taşıt, makine, motor ve aparat yapımında pek az zorlanan parçalar   |
| 1.0501    | C 35        | 1035       | Makine, aparat ve taşıt yapımında biraz yüksek zorlamalar için parçalar   |
| 1.0503    | C 45        | 1045       | Taşıt, motor, makine ve aparat yapımında, aktarma organı mili ve dişlisi gibi yüksek zorlanmalı parçalar        |
| 1.0535    | C 55        | 1055       | Makine, taşıt ve motor yapımında, aktarma organı mil, dişlisi gibi yüksek zorlanmalı parçalar                   |
| 1.0601    | C 60        | 1060       | Makine ve taşıt imalatında, mil, aks, pim ve benzeri, çok fazla zorlanan parçalar                               |
| 1.1151    | Ck 22       | 1020/1023  | Taşıt, makine, motor ve aparat yapımında, az zorlanan yüksek arıklıktaki çelikten yapılacak parçalar            |
| 1.1180    | Cm 35       | 1035       | Makine, taşıt, motor ve aparat yapımında talaşlı şekillendirilecek fazla zorlanan parçalar                      |
| 1.1181    | Ck 35       | 1035       | Makine taşıt ve motor yapımında fazla zorlanan ve yüksek arıklık gerektiren çelikten yapılacak parçalar         |
| 1.1186    | Ck 40       | 1040       | Taşıt, makine, motor ve aparat yapımında, orta zorlanan ve yüksek arıklıkta çelikten yapılacak parçalar         |
| 1.1191    | Ck 45       | 1045       | Taşıt, makine, motor ve aparat yapımında, orta zorlanan ve yüksek arıklıkta çelikten yapılacak parçalar         |
| 1.1201    | Cm 45       | 1045       | Makine, taşıt, motor ve aparat yapımında, orta zorlanan ve talaşlı işlenecek parçalar                           |
| 1.1203    | Ck 55       | 1055       | Makine, taşıt, motor ve aparat yapımında, fazla zorlanan talaşlı işlenecek parçalar                             |
| 1.1206    | Ck 50       | 1050       | Makine, taşıt, motor ve aparat yapımında, fazla zorlanan talaşlı işlenecek parçalar                             |
| 1.1209    | Cm 55       | 1055       | Makine taşıt ve motor yapımında fazla zorlanan talaşlı işlenecek parçalar                                       |
| 1.1221    | Ck 60       | 1060       | Makine taşıt ve motor yapımında fazla zorlanan ve yüksek arıklık gerektiren çelikten yapılacak parçalar         |
| 1.1223    | Cm 60       | -          | Makine taşıt ve motor yapımında fazla zorlanan talaşlı işlenecek parçalar                                       |
| 1.5038    | 40 Mn 4     | 1039       | Genel makine ve taşıt yapımında Mn alaşımlı islah çeliğinden parçalar   |
| 1.5065    | 28 Mn 6     | 1330       | Genel makine ve taşıt yapımında Mn alaşımlı islah çeliğinden parçalar   |
| 1.6511    | 36 CrNiMo 4 | 9840       | Taşıt ve motor yapımında, aks, aks kovani, krank mili, dingil gibi çok fazla zorlanan parçalar                  |
| 1.6580    | 30 CrNiMo 8 | -          | Otomobil ve motor yapımında, dayanım, süneklik ve elastikliğin ön palanda olduğu çok zorlanan parçalar          |
| 1.6582    | 34 CrNiMo 6 | 4340       | Otomobil ve motor yapımında, krank mili ve diğer tahrik aksamı, ön aks, aks kovani gibi çok zorlanan parçalar   |
| 1.7003    | 38 Cr 2     | -          | Genel olarak taşıt ve motor yapımında parçalar  |
| 1.7006    | 46 Cr 2     | 5045       | Genel olarak taşıt ve motor yapımında parçalar  |
| 1.7033    | 34 Cr 4     | 5132       | Taşıt ve makine yapımında, krank mili ve diğer tahrik aksamı, ön aks, aks kovani gibi parçalar                  |
| 1.7034    | 37 Cr 4     | 5135       | Siyanür banyosunda sertleştirilecek, şanzıman parçaları, piston kolu, krank mili ve dişli çarklar               |
| 1.7035    | 41 Cr 4     | 5140       | Taşıt ve motor yapımında, krank mili, ön aks, aks kovani, direksiyon mili ve benzeri parçalar                   |
| 1.7037    | 34 CrS 4    | -          | Şanzıman parçaları, mil, piston kolu gibi talaşlı şekillendirilecek islah çeliği parçalar                       |
| 1.7038    | 37 CrS 4    | -          | 1.7037 gibi, ayrıca siyanür banyosunda sertleştirilecek parçalar  |
| 1.7039    | 41 CrS 4    | -          | 1.7037 gibi, ayrıca siyanür banyosunda sertleştirilecek parçalar  |
| 1.7218    | 25 CrMo 4   | 4130       | Otomobil ve taşıt yapımında, aks mili, aks kovani, türbin parçaları ve türbin kanadı gibi parçalar              |
| 1.7220    | 34 CrMo 4   | 4135; 4137 | Otomobil ve uçak yapımında krank mili, aks mili ve kovani, yivli mil ve sünekliği yüksek parçalar               |
| 1.7225    | 42 CrMo 4   | 4140       | 1.7220 gibi, ayrıca dişli çark  |
| 1.7226    | 34 CrMoS 4  | -          | 1.7220 gibi (daha iyi talaşlı şekillendirilebilir öz.)  |
| 1.7227    | 42 CrMoS 4  | -          | 1.7220 gibi (daha iyi talaşlı şekillendirilebilir öz.)  |
| 1.7228    | 50 CrMo 4   | 4150       | Otomobil ve uçak yapımında yüksek süneklikte parçalar, şanzıman, direksiyon parç. Aktarma organı parç.          |
| 1.7361    | 32 CrMo12 4 | -          | Dayanım, süneklik ve elastiklikte fazla beklentilerin olduğu parçalar   |
| 1.7707    | 30 CrMoV 9  | -          | Otomobil ve taşıtlarda yüksek süneklikte, fazla zorlanan krank mili, saplama, civata vb. parçalar               |
| 1.8159    | 50 CrV 4    | 6150       | Otomobil ve çeşitli mekanizmaların yapımında, dişli çark, mil, yönlendirme parçası gibi aşınmaya zorlanan parç. |

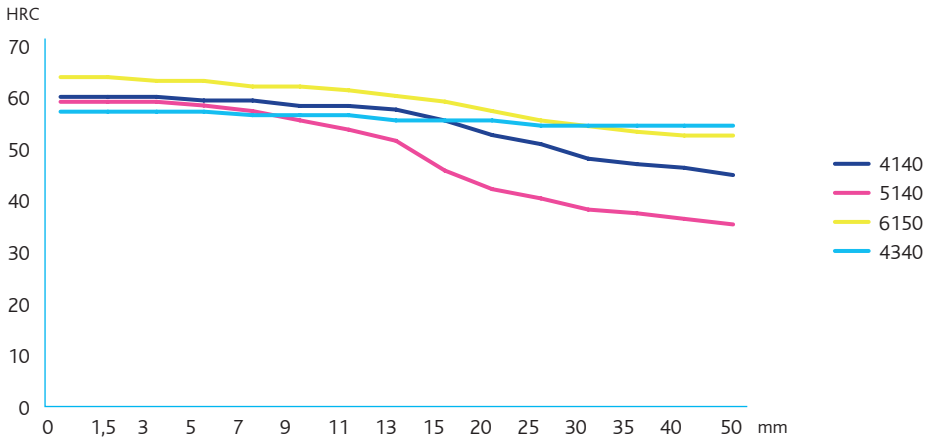
## ISLAH ÇELİKLERİNDE ISIL İŞLEM KOŞULLARI

| Malz. No. | DIN         | SAE/AISI    | Sıcak Şekil Sıcaklığı (°C) | Yumuşak Tavlama Sıcaklığı (°C) | Yumuşak Tavlama Sertlik (≥BSD 30) | Normal Tavlama Sıcaklığı (°C) | Soğutma Sıcaklığı |          | Meneviş Sıcaklığı (°C) |
|-----------|-------------|-------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------|------------------------|
|           |             |             |                            |                                |                                   |                               | Su (°C)           | Yağ (°C) |                        |
| 1.0402    | C 22        | 1020        | 1100-900                   | 650-700                        | 156                               | 880-920                       | 860-900           |          | 550-660                |
| 1.0501    | C 35        | 1035        | 1100-850                   | 650-700                        | 183                               | 860-900                       | 840-880           | 840-880  | 550-660                |
| 1.0503    | C 45        | 1045        | 1100-850                   | 650-700                        | 207                               | 840-880                       | 820-860           | 820-860  | 550-660                |
| 1.0535    | C 55        | 1055        | 1050-850                   | 650-700                        | 229                               | 825-865                       | 805-845           | 805-845  | 550-660                |
| 1.0601    | C 60        | 1060        | 1050-850                   | 650-700                        | 241                               | 820-860                       | 800-840           | 800-840  | 550-660                |
| 1.1151    | Ck 22       | 1020 / 1023 | 1100-900                   | 650-700                        | 156                               | 880-920                       | 860-900           |          | 550-660                |
| 1.1180    | Cm 35       | 1035        | 1100-850                   | 650-700                        | 183                               | 860-890                       | 840-870           | 850-880  | 550-660                |
| 1.1181    | Ck 35       | 1035        | 1100-850                   | 650-700                        | 183                               | 860-890                       | 840-880           | 840-880  | 550-660                |
| 1.1186    | Ck 40       | 1040        | 1100-850                   | 650-700                        | 197                               | 850-890                       | 830-870           | 840-870  | 550-660                |
| 1.1191    | Ck 45       | 1045        | 1100-850                   | 650-700                        | 207                               | 840-880                       | 820-860           | 820-860  | 550-660                |
| 1.1201    | Cm 45       | 1045        | 1100-850                   | 650-700                        | 207                               | 840-870                       | 820-850           | 830-860  | 550-660                |
| 1.1206    | Ck 50       | 1050        | 1100-850                   | 650-700                        | 217                               | 830-870                       | 810-850           | 820-850  | 550-660                |
| 1.1203    | Ck 55       | 1055        | 1050-850                   | 650-700                        | 229                               | 830-860                       | 805-835           | 815-845  | 540-680                |
| 1.1209    | Cm 55       | 1055        | 1050-850                   | 650-700                        | 229                               | 830-860                       | 805-835           | 815-845  | 550-660                |
| 1.1221    | Ck 60       | 1060        | 1050-850                   | 650-700                        | 241                               | 820-850                       | 800-830           | 810-840  | 540-680                |
| 1.1223    | Cm 60       | -           | 1050-850                   | 650-700                        | 241                               | 820-850                       | 800-830           | 810-840  | 540-680                |
| 1.5038    | 40 Mn 4     | 1039        | 1100-850                   | 650-700                        | 217                               | 850-880                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |
| 1.5065    | 28 Mn 6     | 1330        | 1100-850                   | 650-700                        | 223                               | 850-880                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |
| 1.6511    | 36 CrNiMo 4 | 9840        | 1050-850                   | 650-700                        | 248                               | 850-880                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |
| 1.6580    | 30 CrNiMo 8 | -           | 1050-850                   | 650-700                        | 248                               | 850-880                       | -                 | 830-860  | 540-680                |
| 1.6582    | 34 CrNiMo 6 | 4340        | 1050-850                   | 650-700                        | 248                               | 850-880                       | -                 | 830-860  | 540-680                |
| 1.7003    | 38 Cr 2     | -           | 1100-850                   | 650-700                        | 207                               | 850-880                       | 830-860           | 840-870  | 540-680                |
| 1.7006    | 46 Cr 2     | 5045        | 1100-850                   | 650-700                        | 223                               | 840-870                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |
| 1.7033    | 34 Cr 4     | 5132        | 1050-850                   | 680-720                        | 223                               | 850-890                       | 830-860           | 840-870  | 540-680                |
| 1.7034    | 37 Cr 4     | 5135        | 1050-850                   | 680-720                        | 235                               | 845-885                       | 825-855           | 835-865  | 540-680                |
| 1.7035    | 41 Cr 4     | 5140        | 1050-850                   | 680-720                        | 241                               | 840-880                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |
| 1.7037    | 34 CrS 4    | -           | 1050-850                   | 680-720                        | 223                               | 850-890                       | 830-860           | 840-870  | 540-680                |
| 1.7038    | 37 CrS 4    | -           | 1050-850                   | 680-720                        | 235                               | 845-885                       | 825-855           | 835-865  | 540-680                |
| 1.7039    | 41 CrS 4    | -           | 1050-850                   | 680-720                        | 241                               | 840-880                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |
| 1.7218    | 25 CrMo 4   | 4130        | 1050-850                   | 680-720                        | 212                               | 860-890                       | 840-870           | 850-880  | 540-680                |
| 1.7220    | 34 CrMo 4   | 4135/4137   | 1050-850                   | 680-720                        | 223                               | 850-890                       | 830-860           | 840-870  | 540-680                |
| 1.7225    | 42 CrMo 4   | 4140        | 1050-850                   | 680-720                        | 241                               | 840-880                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |
| 1.7226    | 34 CrMoS 4  | -           | 1050-850                   | 680-720                        | 241                               | 840-880                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |
| 1.7227    | 42 CrMoS 4  | -           | 1050-850                   | 680-720                        | 241                               | 840-880                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |
| 1.7228    | 50 CrMo 4   | 4150        | 1050-850                   | 680-720                        | 248                               | 840-880                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |
| 1.7361    | 32 CrMo12 4 | -           | 1100-900                   | 680-720                        | 248                               | 880-920                       | -                 | 860-900  | 540-680                |
| 1.7707    | 30 CrMoV 9  | -           | 1050-850                   | 680-720                        | 248                               | 860-900                       | 840-870           | 850-880  | 540-680                |
| 1.8159    | 50 CrV 4    | 6150        | 1050-850                   | 680-720                        | 248                               | 840-880                       | 820-850           | 830-860  | 540-680                |

## ISLAH ÇELİKLERİNDE JOMINY DEĞERLERİ

| Çelik Türü |           |            | Ani soğutulan yüzeyden itibaren (mm) HRC değerleri |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------|-----------|------------|--|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Matz. No.  | DIN       | SAE/AISI   |  | 1,5 | 3  | 5  | 7  | 9  | 11 | 13 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 1.5065     | 28Mn6     | 1330       | max  | 55  | 54 | 51 | 48 | 45 | 42 | 39 | 37 | 33 | 31 | 29 | 28 | 27 | 27 | 26 |
|            |           |            | min  | 45  | 43 | 37 | 31 | 27 | 23 | 20 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 1.6511     | 36CrNiMo4 | 9840       | max  | 59  | 59 | 58 | 58 | 57 | 57 | 57 | 56 | 56 | 54 | 53 | 52 | 51 | 50 | 49 |
|            |           |            | min  | 51  | 50 | 49 | 49 | 48 | 47 | 46 | 45 | 43 | 41 | 39 | 38 | 36 | 34 | 33 |
| 1.6580     | 30CrNiMo8 | -          | max  | 57  | 57 | 57 | 57 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
|            |           |            | min  | 49  | 49 | 49 | 49 | 48 | 48 | 48 | 47 | 47 | 46 | 46 | 45 | 45 | 44 | 44 |
| 1.6582     | 34CrNiMo6 | 4340       | max  | 58  | 58 | 58 | 58 | 57 | 57 | 57 | 56 | 56 | 56 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
|            |           |            | min  | 50  | 50 | 49 | 49 | 48 | 48 | 48 | 47 | 46 | 45 | 44 | 44 | 43 | 42 | 41 |
| 1.7003     | 38Cr2     | -          | max  | 59  | 57 | 54 | 49 | 43 | 39 | 37 | 35 | 32 | 30 | 27 | 25 | 24 | 23 | 22 |
|            |           |            | min  | 51  | 46 | 37 | 29 | 25 | 22 | 20 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 1.7006     | 46Cr2     | 5045       | max  | 63  | 61 | 57 | 52 | 46 | 42 | 40 | 38 | 35 | 33 | 31 | 29 | 28 | 27 | 26 |
|            |           |            | min  | 54  | 49 | 40 | 32 | 28 | 25 | 23 | 22 | 20 | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 1.7033     | 34Cr4     | 5132       | max  | 57  | 57 | 56 | 54 | 52 | 49 | 46 | 44 | 39 | 37 | 35 | 34 | 33 | 32 | 31 |
|            |           |            | min  | 49  | 48 | 45 | 41 | 35 | 32 | 29 | 27 | 23 | 21 | 20 | -  | -  | -  | -  |
| 1.7034     | 37Cr4     | 5135       | max  | 59  | 59 | 58 | 57 | 55 | 52 | 50 | 48 | 42 | 39 | 37 | 36 | 35 | 34 | 33 |
|            |           |            | min  | 53  | 52 | 50 | 47 | 44 | 40 | 37 | 35 | 30 | 27 | 25 | 23 | 22 | 21 | 20 |
| 1.7218     | 25CrMo4   | 4130       | max  | 52  | 52 | 51 | 50 | 48 | 46 | 43 | 41 | 37 | 35 | 33 | 32 | 31 | 31 | 31 |
|            |           |            | min  | 44  | 43 | 40 | 37 | 34 | 32 | 29 | 27 | 23 | 21 | 20 | -  | -  | -  | -  |
| 1.7220     | 34CrMo4   | 4135; 4137 | max  | 57  | 57 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | 52 | 48 | 45 | 43 | 41 | 40 | 40 | 39 |
|            |           |            | min  | 49  | 49 | 48 | 45 | 42 | 39 | 36 | 34 | 30 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 24 |
| 1.7225     | 42CrMo4   | 4140       | max  | 61  | 61 | 61 | 60 | 60 | 59 | 59 | 58 | 56 | 53 | 51 | 48 | 47 | 46 | 45 |
|            |           |            | min  | 53  | 53 | 52 | 51 | 50 | 48 | 45 | 43 | 38 | 35 | 34 | 33 | 32 | 32 | 32 |
| 1.7228     | 50CrMo4   | 4150       | max  | 64  | 64 | 64 | 63 | 63 | 62 | 61 | 60 | 59 | 57 | 55 | 54 | 53 | 52 | 52 |
|            |           |            | min  | 56  | 55 | 54 | 53 | 51 | 50 | 48 | 46 | 42 | 40 | 39 | 38 | 37 | 36 | 36 |
| 1.7361     | 32CrM124  | -          | max  | 57  | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 56 | 55 | 55 | 55 | 54 | 54 | 53 |
|            |           |            | min  | 49  | 48 | 48 | 48 | 47 | 47 | 47 | 46 | 46 | 46 | 46 | 45 | 45 | 44 | 44 |
| 1.7707     | 30CrMoV9  | -          | max  | 56  | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 55 | 55 | 54 | 53 | 52 | 51 | 50 | 49 | 48 |
|            |           |            | min  | 48  | 48 | 47 | 47 | 46 | 46 | 45 | 44 | 41 | 39 | 38 | 37 | 36 | 35 | 34 |

## BAZI ISLAH ÇELİKLERİ İÇİN JOMINY DEĞERLERİ GRAFİĞİ



### 3.4. Yay Çelikleri

Yay malzemesi olarak kullanılacak çeliklerde istenilen özellikler, yeterli yük dayanımı, iyi esneklik, kırılmaya karşı sınırsız emniyet şeklinde tariflenebilir. Bu özellikler ancak uygun çelik seçimi ve ısıtım işlemi ile mümkün olabilir. Yük dayanımının artırılması ile malzemenin sünekliğini kaybetmemesi esastır.

Esnek parçaların üretimi hususunda dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan biri, parçaların kaynak edilmesinin sakıncasıdır. Bunlara ek olarak; yüzey çentik etkisi, ısıtım

işlemden kaynaklanabilecek iç çatlaklar, yüzeyde oluşan ve malzemenin homojen sertliğini bozar etkideki dekarbürasyon gibi olaylar, kırılma etkisini artırır sebepler olarak belirtilebilir. Ayrıca, yüzey pürüzlülüğünün hassasiyeti, termokimyasal sertleştirme (nitürasyon), kuşlama gibi işlemler kırılma tehlikesini azaltıcı işlemler olarak söylenebilir.

Çelik malzemeye şekil verme işlemi oda sıcaklığında gerçekleşirse, yüksek oranda eğilme gerilmeleri meydana gelir ki, bu durum üretilen parçanın esnekliğini düşürür. Bu sebeple şekil verilmiş parçaların düşük sıcaklıklarda tavlınması uygun olur.

#### YAY ÇELİKLERİ VE BİLEŞİMLERİ

| Malz. No. | DIN        | SAE/AISI | C         | Si        | Mn        | P <sub>max</sub> | S <sub>max</sub> | Cr        | Mo        | N <sub>max</sub> |
|-----------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|
| 1.0900    | 38 Si 6    | -        | 0.35-0.42 | 1.40-1.60 | 0.50-0.80 | 0.050            | 0.050            | -         | -         | 0.007            |
| 1.0902    | 46 Si 7    | -        | 0.42-0.50 | 1.50-1.80 | 0.50-0.80 | 0.050            | 0.050            | -         | -         | 0.007            |
| 1.0903    | 51 Si 7    | -        | 0.47-0.55 | 1.50-1.80 | 0.50-0.80 | 0.045            | 0.045            | -         | -         | 0.007            |
| 1.0904    | 55 Si 7    | 9255     | 0.52-0.60 | 1.50-1.80 | 0.70-1.00 | 0.045            | 0.045            | -         | -         | -                |
| 1.0906    | 65 Si 7    | -        | 0.60-0.68 | 1.50-1.80 | 0.70-1.00 | 0.050            | 0.050            | -         | -         | 0.007            |
| 1.0908    | 60 SiMn 5  | -        | 0.55-0.65 | 1.00-1.30 | 0.90-1.10 | 0.050            | 0.050            | -         | -         | 0.007            |
| 1.0961    | 60 SiCr 7  | 9262     | 0.55-0.65 | 1.50-1.80 | 0.70-1.00 | 0.045            | 0.045            | 0.20-0.40 | -         | 0.007            |
| 1.0970    | 38 Si 7    | -        | 0.35-0.42 | 0.15-0.35 | 0.50-0.80 | 0.045            | 0.045            | -         | -         | 0.007            |
| 1.1231    | Ck 67      | 1070     | 0.65-0.72 | 0.15-0.35 | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -                |
| 1.1248    | Ck 75      | 1075     | 0.70-0.80 | 0.15-0.35 | 0.60-0.80 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -                |
| 1.1269    | Ck 85      | 1086     | 0.80-0.90 | 1.50-1.80 | 0.45-0.65 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -                |
| 1.1274    | Ck 101     | 1095     | 0.95-1.05 | 0.15-0.35 | 0.40-0.60 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -                |
| 1.5028    | 65 Si 7    | -        | 0.60-0.70 | 1.50-1.80 | 0.70-1.00 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -                |
| 1.5029    | 71 Si 7    | -        | 0.68-0.75 | 1.50-1.80 | 0.60-0.80 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -                |
| 1.5225    | 51 MnV 7   | -        | 0.48-0.55 | 0.15-0.35 | 1.60-1.90 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -                |
| 1.7103    | 67 SiCr 5  | -        | 0.62-0.72 | 1.20-1.40 | 0.40-0.60 | 0.035            | 0.035            | 0.40-0.60 | -         | -                |
| 1.7138    | 52 MnCrB 3 | 50B50    | 0.48-0.55 | 0.15-0.35 | 0.75-1.00 | 0.035            | 0.035            | 0.40-0.60 | -         | B 0.0005         |
| 1.7176    | 55 Cr 3    | 5155     | 0.52-0.59 | 0.15-0.40 | 0.70-1.00 | 0.035            | 0.035            | 0.60-0.90 | -         | -                |
| 1.7701    | 51 CrMoV 7 | -        | 0.48-0.56 | 0.15-0.40 | 0.70-1.00 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | 0.15-0.25 | -                |
| 1.8159    | 51 CrV 4   | 6150     | 0.47-0.55 | 0.00-0.40 | 0.70-1.00 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | -         | -                |
| 1.8161    | 58 CrV 4   | -        | 0.55-0.62 | 0.15-0.40 | 0.70-1.00 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | -         | -                |

#### YAY ÇELİKLERİ İÇİN MEKANİK ÖZELLİKLER

| Malz. No. | DIN        | SAE/AISI | AKMA SINIRI (N/mm <sup>2</sup> ) | ÇEKME DAYANIMI (N/mm <sup>2</sup> ) | KOPMA UZAMASI (%) |
|-----------|------------|----------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| 1.0900    | 38 Si 6    | -        | 1030                             | 1180-1370                           | 6                 |
| 1.0902    | 46 Si 7    | -        | 1080                             | 1275-1470                           | 6                 |
| 1.0903    | 51 Si 7    | -        | 1130                             | 1320-1570                           | 6                 |
| 1.0904    | 55 Si 7    | 9255     | 1080                             | 1275-1470                           | 6                 |
| 1.0906    | 65 Si 7    | -        | 1080                             | 1275-1470                           | 6                 |
| 1.0908    | 60 SiMn 5  | -        | 1030                             | 1320-1520                           | 6                 |
| 1.0961    | 60 SiCr 7  | 9262     | 1130                             | 1320-1570                           | 6                 |
| 1.0970    | 38 Si 7    | -        | 1030                             | 1180-1370                           | 6                 |
| 1.7103    | 67 SiCr 5  | -        | 1320                             | 1470-1670                           | 6                 |
| 1.7176    | 55 Cr 3    | 5155     | 1180                             | 1370-1620                           | 6                 |
| 1.7701    | 51 CrMoV 7 | -        | 1180                             | 1370-1670                           | 6                 |
| 1.8159    | 51 CrV 4   | 6150     | 1180                             | 1370-1620                           | 6                 |
| 1.8161    | 58 CrV 4   | -        | 1320                             | 1470-1670                           | 6                 |



## YAY ÇELİKLERİNDE ISIL İŞLEM

| Malz. No. | DIN        | SAE/AISI | Dövme Sıcaklığı (°C) | Sıcak Şekil Verme Sıcaklığı (°C) | Normal Tavlama Sıcaklığı (°C) | Yumuşak Tavlama Sıcaklığı (°C) | Ani Soğutma ile Sertleştirme |    |     | Meneviş Sıcaklığı (°C) |
|-----------|------------|----------|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----|-----|------------------------|
|           |            |          |                      |                                  |                               |                                | (°C)                         | su | yağ |                        |
| 1.0900    | 38 Si 6    | -        |                      |                                  |                               |                                |                              |    |     | 350-550                |
| 1.0902    | 46 Si 7    | -        | 1100-850             | 900-830                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | *  | -   | 430-500                |
| 1.0903    | 51 Si 7    | -        | 1050-850             | 900-820                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | *  | -   | 350-550                |
| 1.0904    | 55 Si 7    | 9255     | 1050-850             | 900-830                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | +  | *   | 430-500                |
| 1.0906    | 65 Si 7    | -        | 1050-851             | 900-830                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 430-500                |
| 1.0908    | 60 SiMn 5  | -        | 1100-851             | 900-830                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 400-550                |
| 1.0961    | 60 SiCr 7  | 9262     | 1050-850             | 900-830                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 350-550                |
| 1.0970    | 38 Si 7    | -        | 1050-850             | 900-830                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | *  | -   | 350-550                |
| 1.1231    | Ck 67      | 1070     | -                    | -                                | -                             | 650-690                        | 815-845                      | -  | *   | 300-500                |
| 1.1248    | Ck 75      | 1075     | -                    | -                                | -                             | 650-690                        | 810-840                      | -  | *   | 300-500                |
| 1.1269    | Ck 85      | 1086     | -                    | -                                | -                             | 650-690                        | 800-830                      | -  | *   | 300-500                |
| 1.1274    | Ck 101     | 1095     | 1050-850             | 880-800                          | 800-830                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 430-500                |
| 1.5028    | 65 Si 7    | -        | 1050-853             | 900-830                          | 830-860                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 470-540                |
| 1.5029    | 71 Si 7    | -        | 1100-853             | 900-820                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 430-500                |
| 1.5225    | 51 MnV 7   | -        | 1050-850             | 880-800                          | 830-860                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 430-500                |
| 1.7103    | 67 SiCr 5  | -        | 1050-850             | 900-820                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 430-500                |
| 1.7138    | 52 MnCrB 3 | 50B50    | 1050-854             | 900-800                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 350-550                |
| 1.7176    | 55 Cr 3    | 5155     | 1100-854             | 900-800                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 350-550                |
| 1.7701    | 51 CrMoV 7 | -        | 1050-850             | 920-830                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 350-550                |
| 1.8159    | 51 CrV 4   | 6150     | 1050-850             | 920-820                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 350-550                |
| 1.8161    | 58 CrV 4   | -        | 1050-855             | 920-830                          | 850-880                       | 640-680                        | 830-860                      | -  | *   | 350-550                |

## YAY ÇELİKLERİ KULLANIM YERLERİ

| Malz. No. | DIN        | SAE/AISI | KULLANIM YERLERİ  |
|-----------|------------|----------|---|
| 1.0900    | 38 Si 6    | -        | Raylı taşıtlar için sıcak şekil verilen yaprak yaylar, büyük çekme ve basma yayları, plaka yaylar, tabak yaylar, yaybilezikleri |
| 1.0902    | 46 Si 7    | -        | Genel makine yapımında özellikle yaprak yay, helis yay, tabak yay ve spiral yay, taşıt ve uçaklarda                             |
| 1.0903    | 51 Si 7    | -        | Genel makine yapımında özellikle yaprak yay, helis yay, tabak yay ve spiral yay, taşıt ve uçaklarda                             |
| 1.0904    | 55 Si 7    | 9255     | 7 mm'den kalın yaprak yaylar, plaka, yaylar, tabak yaylar   |
| 1.0906    | 65 Si 7    | -        | 7 mm'den kalın taşıt yaprak yayları, orta ve yüksek zorlamalarda spiral yay, helis yay, konik yay                               |
| 1.0908    | 60 SiMn 5  | -        | 7 mm'den kalın yüksek ve orta zorlamalarda taşıt yaprak yayları, tabak, helis ve bilezik yaylar                                 |
| 1.0961    | 60 SiCr 7  | 9262     | Taşıtlar için 7 mm'den kalın yaprak yaylar, ayrıca genel makine yapımında helis ve tabak yaylar                                 |
| 1.0970    | 38 Si 7    | -        | Cıvata emniyetleri için bilezik yay ve kapıya, üst yapılar için germe yayı  |
| 1.1231    | Ck 67      | 1070     | Yüksek tamlıkta ve yüzey düzgünlüğünde yaylar için soğuk haddelenmiş çelik bantlar  |
| 1.1248    | Ck 75      | 1075     | Yüksek tamlıkta ve yüzey düzgünlüğünde yaylar için soğuk haddelenmiş çelik bantlar  |
| 1.1269    | Ck 85      | 1086     | Yüksek tamlıkta ve yüzey düzgünlüğünde yaylar için soğuk haddelenmiş çelik bantlar  |
| 1.1274    | Ck 101     | 1095     | Fazla zorlanan çekme yayları için soğuk haddelenmiş bant çeliği yayları özellikle saat endüstrisinde                            |
| 1.5028    | 66 Si 7    | -        | Taşıtlar için 25 mm kalınlığa kadar, yaprak yaylar, helis yaylar ve döner çubuk yaylar  |
| 1.5029    | 71 Si 7    | -        | Saat endüstrisi ve benzer kullanım alanları için çok fazla zorlanan çekme yayları   |
| 1.5225    | 51 MnV 7   | -        | Yüksek zorlamalar için, yaprak, helis ve konik yaylar   |
| 1.7103    | 67 SiCr 5  | -        | Özellikle darbeli zorlanan helis yaylar, 25 ... 40 mm döner çubuk yaylar, vana yayları, bilezik ve tabak yaylar                 |
| 1.7138    | 52 MnCrB 3 | 50B50    | Yüksek zorlamalar için taşıt yaprak yayları   |
| 1.7176    | 55 Cr 3    | 5155     | Taşıtlar için, yaprak, döner çubuk ve helis yaylar, özellikle büyük çekme ve basma yayları                                      |
| 1.7701    | 51 CrMoV 7 | -        | Taşıtlarda fazla zorlanan çubuk, helis, çekme ve basma yayları  |
| 1.8159    | 51 CrV 4   | 6150     | Fazla zorlanan taşıt yaprak yayları   |
| 1.8161    | 58 CrV 4   | -        | Çok fazla zorlanan, büyük çaplı spiral, helis yayları, tabak yaylar ve bilezik yaylar   |

### 3.5. Otomat Çelikleri

Çelik malzemelerden istenen özellikler arasında talaşlı işlenebilirlik kabiliyeti önem arz eder. İmalat aşamasında, yüksek kesme hızları ve buna bağlı olarak işlem zamanı, takım ömrü, iyi yüzey kalitesi, daha düşük kesme kuvvetleri kullanarak sağlanacak enerji tasarrufu gibi kriterler, diğer faktörlerle birlikte malzeme kalitesiyle de direkt alakalıdır. Bu kaliteyi sağlamak amacıyla otomat çelikleri geliştirilmiştir.

Otomat çelikleri karbon oranı %0,07-0,60 arasında değişen ve kükürt oranı %0,15 ile %0,40, fosfor oranı %0,07-0,10 arasında olan çeliklerdir. Kükürt ve fosforun diğer tüm

kalitelerde azaltılmaya çalışmasına karşın, talaşlı işlem kabiliyetini artırmasından dolayı otomat çelikleri içine özellikle ilave edilir. İlave edilen bu elementler malzemede metalik kırılma sağlayarak, kısa kırılma talaş oluşumunu sağlar. Bunun yanı sıra kükürt ve fosfor ilavesi yağlama etkisi yaparak, parça dayanımının artmasına, temiz yüzey elde edilmesine imkan tanır.

Otomat çelikleri kurşun ile alaşımlandırılmış şekilde de bulunabilir. İlave edilen kurşun çeliğin mekanik özelliklerini değiştirmemekle birlikte yağlama özelliğini artırır.

Otomat çeliklerinin ıslah edilebilme ve sementede edilebilme özellikleri de vardır.

#### OTOMAT ÇELİKLERİ VE BİLEŞİMLERİ

| Malz. No.                      | DIN (ESKİ) | DIN (YENİ) | SAE/AISI | C         | Si        | Mn        | P <sub>max</sub> | S         | Pb        |
|--------------------------------|------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| <b>ISIL İŞLEM UYGULANMAYAN</b> |            |            |          |           |           |           |                  |           |           |
| 1.0711                         | 9 S 20     |            | 1212     | 0.00-0.12 | 0.10-0.35 | 0.75-1.10 | 0.03             | 0.08-0.13 | -         |
| 1.0715                         | 9 SMn 28   | 11SMn30    | 1213     | 0.00-0.14 | 0.00-0.05 | 0.90-1.30 | 0.11             | 0.27-0.33 | -         |
| 1.0718                         | 9 SMnPb 28 | 11SMnPb30  | 12L13    | 0.00-0.14 | 0.00-0.05 | 0.90-1.30 | 0.11             | 0.27-0.33 | 0.20-0.35 |
| 1.0736                         | 9 SMn 36   | 11SMn37    | 1215     | 0.00-0.14 | 0.00-0.05 | 1.00-1.50 | 0.11             | 0.34-0.40 | -         |
| 1.0737                         | 9 SMnPb 36 | 11SMnPb37  | 12L14    | 0.00-0.14 | 0.00-0.05 | 1.00-1.50 | 0.11             | 0.34-0.40 | 0.20-0.35 |
| <b>SEMENTASYON YAPILABİLEN</b> |            |            |          |           |           |           |                  |           |           |
| 1.0721                         | 10 S 20    |            | 1108     | 0.00-0.12 | 0.10-0.35 | 0.75-1.10 | 0.03             | 0.08-0.13 | -         |
| 1.0722                         | 10 SPb 20  |            | 11L08    | 0.07-0.13 | 0.00-0.40 | 0.70-1.10 | 0.060            | 0.15-0.25 | 0.20-0.35 |
| <b>ISLAH EDİLEBİLEN</b>        |            |            |          |           |           |           |                  |           |           |
| 1.0726                         | 35 S 20    |            | 1140     | 0.32-0.39 | 0.00-0.40 | 0.70-1.10 | 0.060            | 0.15-0.25 | -         |
| 1.0727                         | 45 S 20    |            | 1146     | 0.42-0.50 | 0.00-0.40 | 0.70-1.10 | 0.060            | 0.15-0.25 | -         |
| 1.0728                         | 60 S 20    |            | -        | 0.57-0.65 | 0.10-0.30 | 0.70-1.10 | 0.060            | 0.18-0.25 | -         |

#### SOĞUK ÇEKİLMİŞ OTOMAT ÇELİKLERİ İÇİN MEKANİK ÖZELLİKLER

| Malz. No. | DIN (Eski) | DIN (Yeni) | SAE/AISI | ÇEKME DAYANIMI (Mpa) |             |             |             | AKMA SINIRI (≥ Mpa) |             |             |             | KOPMA UZAMASI (≥ %) |             |             |             |
|-----------|------------|------------|----------|----------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
|           |            |            |          | ≤10 mm               | 10 mm-16 mm | 16 mm-40 mm | 40 mm-63 mm | ≤10 mm              | 10 mm-16 mm | 16 mm-40 mm | 40 mm-63 mm | ≤10 mm              | 10 mm-16 mm | 16 mm-40 mm | 40 mm-63 mm |
| 1.0711    | 9 S 20     |            | 1212     | 540-780              | 490-740     | 460-710     | 390-640     | 410                 | 390         | 355         | 295         | 7                   | 8           | 9           | 10          |
| 1.0715    | 9 SMn 28   | 11SMn30    | 1213     | 560-800              | 510-760     | 460-710     | 410-660     | 440                 | 410         | 375         | 305         | 6                   | 7           | 8           | 9           |
| 1.0718    | 9 SMnPb 28 | 11SMnPb30  | 12L13    | 560-800              | 510-760     | 460-710     | 410-660     | 440                 | 410         | 375         | 305         | 6                   | 7           | 8           | 9           |
| 1.0736    | 9 SMn 36   | 11SMn37    | 1215     | 540-780              | 490-740     | 460-710     | 390-640     | 410                 | 390         | 355         | 295         | 7                   | 8           | 9           | 10          |
| 1.0737    | 9 SMnPb 36 | 11SMnPb37  | 12L14    | 540-780              | 490-740     | 460-710     | 390-640     | 410                 | 390         | 355         | 295         | 7                   | 8           | 9           | 10          |
| 1.0721    | 10 S 20    |            | 1108     | 640-880              | 590-830     | 540-740     | 510-710     | 490                 | 400         | 315         | 285         | 6                   | 7           | 8           | 9           |
| 1.0722    | 10 SPb 20  |            | 11L08    | 740-980              | 690-930     | 640-830     | 610-800     | 570                 | 470         | 375         | 325         | 5                   | 6           | 7           | 8           |
| 1.0726    | 35 S 20    |            | 1140     | 830-1080             | 780-1030    | 740-930     | 710-900     | 645                 | 540         | 430         | 355         | 5                   | 6           | 7           | 8           |
| 1.0727    | 45 S 20    |            | 1146     | 560-800              | 540-780     | 490-740     | 430-680     | 440                 | 430         | 390         | 315         | 6                   | 7           | 8           | 9           |
| 1.0728    | 60 S 20    |            | -        | 560-800              | 540-780     | 490-740     | 430-680     | 440                 | 430         | 390         | 315         | 6                   | 7           | 8           | 9           |

## NORMAL TAVLANMIŞ OTOMAT ÇELİKLERİ İÇİN MEKANİK ÖZELLİKLER

| Malz. No. | DIN (Eski) | DIN (Yeni) | SAE/AISI | NORMAL TAVLAMA SICAKLIĞI (°C) | ÇEKME DAYANIMI (Mpa) |             |             | AKMA SINIRI (≥ Mpa) |             |             | KOPMA UZAMASI (≥ %) |
|-----------|------------|------------|----------|-------------------------------|----------------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|
|           |            |            |          |                               | ≤16 mm               | 16 mm-40 mm | 40 mm-63 mm | ≤16 mm              | 16 mm-40 mm | 40 mm-63 mm |                     |
| 1.0711    | 9 S 20     |            | 1212     | 890-920                       | ≥350                 | ≥350        | ≥350        | 225                 | 215         | 205         | 25                  |
| 1.0715    | 9 SMn 28   | 11SMn30    | 1213     | 890-920                       | ≥370                 | ≥370        | ≥370        | 235                 | 225         | 215         | 23                  |
| 1.0718    | 9 SMnPb 28 | 11SMnPb30  | 12L13    | 890-920                       | ≥370                 | ≥370        | ≥370        | 235                 | 225         | 215         | 23                  |
| 1.0736    | 9 SMn 36   | 11SMn37    | 1215     | 890-920                       | ≥350                 | ≥350        | ≥350        | 225                 | 215         | 205         | 25                  |
| 1.0737    | 9 SMnPb 36 | 11SMnPb37  | 12L14    | 890-920                       | ≥350                 | ≥350        | ≥350        | 225                 | 215         | 215         | 25                  |
| 1.0721    | 10 S 20    |            | 1108     | 860-890                       | 480-600              | 480-600     | 480-600     | 295                 | 285         | 275         | 18                  |
| 1.0722    | 10 SPb 20  |            | 11L08    | 840-870                       | 580-700              | 580-700     | 580-700     | 335                 | 325         | 315         | 14                  |
| 1.0726    | 35 S 20    |            | 1140     | 820-870                       | 660-780              | 650-770     | 640-760     | 365                 | 355         | 345         | 9                   |
| 1.0727    | 45 S 20    |            | 1146     | 890-920                       | ≥380                 | ≥370        | ≥360        | 235                 | 225         | 215         | 23                  |
| 1.0728    | 60 S 20    |            | -        | 890-920                       | ≥380                 | ≥370        | ≥360        | 235                 | 225         | 215         | 23                  |

## OTOMAT ÇELİKLERİ KULLANIM YERLERİ

| Malz. No. | DIN (Eski) | DIN (Yeni) | SAE/AISI | KULLANIM YERLERİ   |
|-----------|------------|------------|----------|--|
| 1.0711    | 9 S 20     |            | 1212     | Otomotiv endüstrisinde, aparat ve cihaz yapımında seri imalat parçaları                                      |
| 1.0715    | 9 SMn 28   | 11SMn30    | 1213     | Otomotiv endüstrisi, cihaz ve aparat yapımında yüksek güçlü otomat çeliği olarak seri imalatta yaygın        |
| 1.0718    | 9 SMnPb 28 | 11SMnPb30  | 12L13    | Otomotiv endüstrisi, cihaz ve aparat yapımında yüksek güçlü otomat çeliği olarak seri imalatta yaygın        |
| 1.0721    | 10 S 20    |            | 1108     | Otomotiv endüstrisinde, cihaz aparat ve makine yapımında, sementasyon gerektiren seri parçalar               |
| 1.0722    | 10 SPb 20  |            | 11L08    | Otomotiv endüstrisinde, cihaz aparat ve makine yapımında, kurşun ilavesi ile daha iyi talaşlı işlenebilirlik |
| 1.0726    | 35 S 20    |            | 1140     | Otomotiv endüstrisinde, cihaz aparat ve makine yapımında, ıslah gerektiren orta dayanımlı seri parçalar      |
| 1.0727    | 45 S 20    |            | 1146     | Otomotiv endüstrisinde, cihaz aparat ve makine yapımında, ıslah gerektiren yüksek dayanımlı seri parçalar    |
| 1.0728    | 60 S 20    |            | -        | Otomotiv endüstrisinde, cihaz aparat ve makine yapımında, ıslah gerektiren yüksek dayanımlı seri parçalar    |
| 1.0736    | 9 SMn 36   | 11SMN37    | 1215     | Otomotiv endüstrisinde, cihaz aparat ve makine yapımında, sementasyon gerektiren seri parçalar               |
| 1.0737    | 9 SMnPb 36 | 11SMNPB37  | 12L14    | Otomotiv endüstrisinde, cihaz aparat ve makine yapımında, sementasyon gerektiren seri parç. Kurşun ilaveli   |

## 3.6. Paslanmaz Çelikler

Az alaşımlı ve alaşımsız çelikler ortama bağlı olarak hızla paslanır yahut kimyasal aşınmalara uğrarlar. Tahrıattan ve paslanmadan korunmak amaçlı boyar maddeler kullanılması veya ilave önlemler istenen korumayı sağlamayabilir. Bu gibi durumlar için paslanmaz çeliklerin seçimi önem taşır.

İçerdiği Cr, Si ve Al gibi elementler, oksijenle birleşerek, çok ince, yoğun ve yapışkan bir oksit filmi tabakası oluştururlar. Bu tabaka paslanma oluşumunu engeller. Bir malzemenin paslanmaya karşı dayanımlı olarak tanımlanabilmesi için her m<sup>2</sup> için malzeme kaybının 2,4 gr'dan az olması gerekir.

Paslanma olayı sadece çeliğin alaşım durumuyla ilgili değildir. Parçaların talaşlı işlem özellikleri de paslanma konusunda önemlidir. Örneğin; yüzeyi hassas taşlanmış bir parçanın paslanma oranı, kötü yüzey kalitesine sahip bir parçanın paslanma oranından daha düşüktür.

Paslanmaz Çeliklerin Sınıflandırılması:

- Krom çelikler,
- Krom-nikel çelikler
- Krom-mangan çelikler
- Çok fazlı çelikler

Krom çeliklerinin korozyon dayanımı, birinci planda krom miktarına bağlıdır. Genellikle %13-17 arasında krom içerirler.

Krom-nikel çelikler %13-21 krom, %5-20 nikel ve %0,02-0,16 arasında karbon içerirler. Nikel ilavesiyle korozyon dayanımları daha fazlalaşır.

Krom-mangan çelikler; krom- nikel çeliklerinin kullanımına paralel olarak özel durumlarda kullanılabilirler. X 12 MnCr18 12 çeliği -180 °C'ye kadar olan sıcaklıklarda kullanılabilir.

## PASLANMAZ ÇELİKLER VE BİLEŞİMLERİ

| Malz. No. | DIN               | SAE/AISI     | C <sub>max</sub> | S <sub>i</sub> <sub>max</sub> | Mn <sub>max</sub> | P <sub>max</sub> | S <sub>max</sub> | Cr        | Mo        | Ni        | V         | Diğer        |
|-----------|-------------------|--------------|------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 1.4000    | X 6 Cr 13         | 403          | 0.08             | 1.00                          | 1.00              | 0.040            | 0.030            | 12.0-14.0 | -         | -         | -         | -            |
| 1.4002    | X 6 CrAl 13       | 405          | 0.08             | 1.00                          | 1.00              | 0.040            | 0.030            | 12.0-14.0 | -         | -         | -         | Al 0.10-0.30 |
| 1.4006    | X 10 Cr 13        | 410          | 0.15             | 1.00                          | 1.50              | 0.040            | 0.030            | 11.5-13.5 | -         | -         | -         | -            |
| 1.4016    | X 8 Cr 17         | 430          | 0.10             | 1.00                          | 1.00              | 0.040            | 0.030            | 16.0-18.0 | -         | -         | -         | -            |
| 1.4021    | X 20 Cr 13        | 420          | ≥0,15            | 1.00                          | 1.50              | 0.040            | 0.030            | 12.0-14.0 | -         | -         | -         | -            |
| 1.4024    | X 15 Cr 13        | -            | 0.12-0.17        | 1.00                          | 1.00              | 0.045            | 0.030            | 12.0-14.0 | -         | -         | -         | -            |
| 1.4031    | X 40 Cr 13        | -            | 0.36-0.42        | 1.00                          | 1.00              | 0.040            | 0.030            | 12.5-14.5 | -         | -         | -         | -            |
| 1.4057    | X 22 CrNi 17      | 431          | ≤0.20            | 1.00                          | ≤1,50             | 0.040            | 0.030            | 15.0-17.0 | -         | 1.50-2.50 | -         | -            |
| 1.4104    | X 12 CrMoS 17     | 430 F        | ≤0.12            | 1.00                          | 1.50              | 0.040            | 0.15-0.30        | 15.5-17.5 | 0.20-0.60 | -         | -         | -            |
| 1.4113    | X 6 CrMo 17       | 434          | 0.08≤            | 1.00                          | 1.00              | 0.045            | 0.030            | 16.0-18.0 | 0.75-1.25 | -         | -         | -            |
| 1.4116    | X 45 CrMoV 15     | -            | 0.45-0.55        | 1.00                          | 1.00              | 0.040            | 0.030            | 14.0-15.0 | 0.50-0.80 | -         | 0.10-0.20 | -            |
| 1.4301    | X 5 CrNi 18 9     | 304          | 0.07             | 1.00                          | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 17.0-19.5 | -         | 8.0-10.5  | -         | -            |
| 1.4303    | X 5 CrNi 18 12    | 308; 305     | 0.06             | 1.00                          | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 17.0-19.0 | -         | 11.0-13.0 | -         | -            |
| 1.4305    | X8CrNiS18-9       | 303          | 0.15             | 1.00                          | 2.00              | 0.045            | 0.15-0.35        | 17.0-19.0 | -         | 8.0-10.0  | -         | -            |
| 1.4306    | X2CrNi19-11       | 304 L        | 0.03             | 1.00                          | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 18.0-20.0 | -         | 8.0-12.0  | -         | -            |
| 1.4311    | X 2 CrNiN 18 10   | 304 L N      | 0.03             | 1.00                          | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 17-19.50  | -         | 8.0-11.5  | -         | N 0.12-0.22  |
| 1.4401    | X5CrNiMo17-12-2   | 316          | 0.07             | ≤0.75                         | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 16.5-18.5 | 2.0-2.50  | 10.0-13.0 | -         | -            |
| 1.4404    | X2CrNiMo17-12-2   | 316 L        | 0.03             | ≤0.75                         | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 16.5-18.5 | 2.0-2.50  | 10.0-13.0 | -         | N 0.00-0.11  |
| 1.4406    | X2CrNiMoN17-11-2  | 316 L N      | 0.03             | ≤0.75                         | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 16.5-18.5 | 2.0-2.50  | 10.0-12.0 | -         | N 0.12-0.22  |
| 1.4429    | X2CrNiMoN17-13-3  | 316 L N      | 0.03             | ≤0.75                         | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 16.5-18.5 | 2.5-3.0   | 11.0-14.0 | -         | N 0.12-0.22  |
| 1.4435    | X2CrNiMo18-14-3   |              | 0.03             | 1.00                          | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 17.0-19.0 | 2.5-3.0   | 12.5-15.0 | -         | Ti: 7x%C     |
| 1.4436    | X3CrNiMo17-13-3   |              | 0.05             | 1.00                          | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 16.5-18.5 | 2.5-3.0   | 10.5-13.0 | -         | Nb: 12x%C    |
| 1.4438    | X2CrNiMo18-15-4   | 317 L        | 0.03             | ≤0.75                         | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 17.5-19.5 | 3.0-4.0   | 11.0-15.0 | -         | -            |
| 1.4510    | X 3 CrTi 17       | XM 8; 430 Ti | 0.05             | 1.00                          | 1.00              | 0.045            | 0.030            | 16.0-18.0 | -         | -         | -         | -            |
| 1.4511    | X 3 CrNb 17       | -            | 0.05             | 1.00                          | 1.00              | 0.040            | 0.030            | 16.0-18.0 | -         | -         | -         | Nb: 12x%C≤1  |
| 1.4541    | X6CrNiTi18-10     | 321          | 0.08             | 1.00                          | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 17.0-19.0 | -         | 9.0-12.0  | -         | Ti: 5x%C≤0,7 |
| 1.4550    | X6CrNiNb18-10     | 347          | 0.08             | ≤0.75                         | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 17.0-19.0 | -         | 9.0-12.0  | -         | Nb: 10x%C≤1  |
| 1.4571    | X6CrNiMoTi17-12-2 | 316 Ti       | 0.08             | ≤0.75                         | 2.00              | 0.045            | 0.030            | 16.5-18.5 | 2.0-2.50  | 10.5-13.5 | -         | Ti: 5x%C≤0,7 |

## PASLANMAZ ÇELİKLERDE ISIL İŞLEM

| Malz. No. | DIN              | SAE/AISI     | Dövme Sıcaklığı (°C) | Yumuşak Tavlama Sıcaklığı (°C) | Sertleştirme Sıcaklığı (°C) | Soğutma Ortamı |     |    | Dayanım - Sertlik |     | Meneviş Sıcaklığı (°C) |
|-----------|------------------|--------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------|-----|----|-------------------|-----|------------------------|
|           |                  |              |                      |                                |                             | Hava           | Yağ | Su | Mpa               | HRC |                        |
| 1.4000    | X 6 Cr 13        | 403          | 1150-750             | 750-800                        | 950-1000                    | *              | *   | -  | -                 | -   | 750-700                |
| 1.4002    | X 6 CrAl 13      | 405          | 1150-750             | 750-800                        | 950-1000                    | *              | *   | -  | -                 | -   | 750-700                |
| 1.4006    | X 10 Cr 13       | 410          | 1150-750             | 750-850                        | 950-1000                    | *              | *   | -  | 1030              | 31  | 750-700                |
| 1.4016    | X 8 Cr 17        | 430          | 1150-750             | 750-850                        | -                           | -              | -   | -  | -                 | -   | -                      |
| 1.4021    | X 20 Cr 13       | 420          | 1150-750             | 750-800                        | 980-1030                    | *              | *   | -  | 1570              | 47  | 750-650                |
| 1.4024    | X 15 Cr 13       | -            | 1150-750             | 750-800                        | 980-1030                    | *              | *   | -  | 1470              | 45  | 750-700                |
| 1.4031    | X 40 Cr 13       | -            | 1100-800             | 750-800                        | 1000-1050                   | *              | *   | -  | 1930              | 55  | 200-100                |
| 1.4057    | X 22 CrNi 17     | 431          | 1100-750             | 700-750                        | 1000-1050                   | -              | *   | -  | 1570              | 47  | 720-630                |
| 1.4104    | X 12 CrMoS 17    | 430 F        | 1100-750             | 800-850                        | 1025-1050                   | -              | *   | -  | 930               | 27  | 600-550                |
| 1.4113    | X 6 CrMo 17      | 434          | 1050-750             | 750-850                        | -                           | -              | -   | -  | -                 | -   | -                      |
| 1.4116    | X 45 CrMoV 15    | -            | 1100-850             | 750-850                        | 1050-1100                   | *              | *   | -  | 2190              | 59  | 200-100                |
| 1.4301    | X 5 CrNi 18 9    | 304          | 1150-750             | -                              | 1000-1050                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4303    | X 5 CrNi 18 12   | 308; 305     | 1150-750             | -                              | 1000-1050                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4305    | X8CrNiS18-9      | 303          | 1150-750             | -                              | 1000-1050                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4306    | X2CrNi19-11      | 304 L        | 1150-750             | -                              | 1000-1050                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4311    | X 2 CrNiN 18 10  | 304 L N      | 1150-750             | -                              | 1000-1050                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4401    | X5CrNiMo17-12-2  | 316          | 1150-750             | -                              | 1050-1100                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4404    | X2CrNiMo17-12-2  | 316 L        | 1150-750             | -                              | 1050-1100                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4406    | X2CrNiMoN17-11-2 | 316 L N      | 1150-750             | -                              | 1050-1100                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4429    | X2CrNiMoN17-13-3 | 316 L N      | 1150-750             | -                              | 1050-1100                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4435    | X2CrNiMo18-14-3  | 316 L        | 1150-750             | -                              | 1050-1100                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4436    | X3CrNiMo17-13-3  | 316          | 1150-750             | -                              | 1050-1100                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4438    | X2CrNiMo18-15-4  | 317 L        | 1150-750             | -                              | 1050-1100                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4510    | X 3 CrTi 17      | XM 8; 430 Ti | 1150-750             | 750-850                        | -                           | -              | -   | -  | -                 | -   | -                      |
| 1.4511    | X 3 CrNb 17      | -            | 1150-750             | 750-850                        | -                           | -              | -   | -  | -                 | -   | -                      |
| 1.4541    | X6CrNiTi18-10    | 321          | 1150-750             | -                              | 1020-1070                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |
| 1.4550    | X6CrNiNb18-10    | 347          | 1150-750             | -                              | 1020-1070                   | *              | -   | *  | -                 | -   | -                      |

## PASLANMAZ ÇELİKLERDE MANYETLENEBİLME VE PARLATILABİLME ÖZELLİĞİ

| Malz. No. | DIN              | SAE/AISI     | Manyetlenebilme |       | Parlatılabilirlik |        |
|-----------|------------------|--------------|-----------------|-------|-------------------|--------|
|           |                  |              | Evet            | Hayır | İyi               | Normal |
| 1.4000    | X 6 Cr 13        | 403          |                 |       |                   |        |
| 1.4002    | X 6 CrAl 13      | 405          | *               | -     | -                 | *      |
| 1.4006    | X 10 Cr 13       | 410          | *               | -     | *                 | -      |
| 1.4016    | X 8 Cr 17        | 430          | *               | -     | *                 | -      |
| 1.4021    | X 20 Cr 13       | 420          | *               | -     | *                 | -      |
| 1.4024    | X 15 Cr 13       | -            | *               | -     | *                 | -      |
| 1.4031    | X 40 Cr 13       | -            | *               | -     | *                 | -      |
| 1.4057    | X 22 CrNi 17     | 431          | *               | -     | -                 | *      |
| 1.4104    | X 12 CrMoS 17    | 430 F        | *               | -     | *                 | -      |
| 1.4113    | X 6 CrMo 17      | 434          | *               | -     | *                 | -      |
| 1.4116    | X 45 CrMoV 15    | -            | *               | -     | *                 | -      |
| 1.4301    | X 5 CrNi 18 9    | 304          | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4303    | X 5 CrNi 18 12   | 308; 305     | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4305    | X8CrNiS18-9      | 303          | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4306    | X2CrNi19-11      | 304 L        | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4311    | X 2 CrNiN 18 10  | 304 L N      | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4401    | X5CrNiMo17-12-2  | 316          | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4404    | X2CrNiMo17-12-2  | 316 L        | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4406    | X2CrNiMoN17-11-2 | 316 L N      | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4429    | X2CrNiMoN17-13-3 | 316 L N      | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4435    | X2CrNiMo18-14-3  | 316 L        | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4436    | X3CrNiMo17-13-3  | 316          | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4438    | X2CrNiMo18-15-4  | 317 L        | -               | *     | *                 | -      |
| 1.4510    | X 3 CrTi 17      | XM 8; 430 Ti | *               | -     | -                 | *      |
| 1.4511    | X 3 CrNb 17      | -            | *               | -     | -                 | *      |
| 1.4541    | X6CrNiTi18-10    | 321          | -               | *     | -                 | *      |
| 1.4550    | X6CrNiNb18-10    | 347          | -               | *     | -                 | *      |

## PASLANMAZ ÇELİKLER KULLANIM YERLERİ

| Malz. No. | DIN               | SAE/AISI     | KULLANIM YERLERİ  |
|-----------|-------------------|--------------|---|
| 1.4000    | X 6 Cr 13         | 403          | Su ve buhar için konstrüksiyon parçaları, beyaz eşya, iç mimari   |
| 1.4002    | X 6 CrAl 13       | 405          | Petrol endüstrisi aparat ve parçaları, su santrallerinde kaynaklı parçalar  |
| 1.4006    | X 10 Cr 13        | 410          | Su ve buhar için konstrüksiyon parçaları, gıda endüstrisinde  |
| 1.4016    | X 8 Cr 17         | 430          | 1.4001 e benzer, fakat korozyon dayanımı daha yüksek, derin çekme daha iyi  |
| 1.4021    | X 20 Cr 13        | 420          | Aks, mil, pompa parçaları, vana konisi, meme iğnesi gibi yüksek dayanımlı parçalar                                      |
| 1.4024    | X 15 Cr 13        | -            | Mil, pim, vana mili gibi konstrüksiyon parçaları  |
| 1.4031    | X 40 Cr 13        | -            | Kesici takımlar için sertleştirilebilir çelik, geniş bıçak, makine bıçağı, jilet, makas, ölçme takımları rulmanlı yatak |
| 1.4057    | X 22 CrNi 17      | 431          | Gıda, sabun ve sirke endüstrisinde yüksek dayanımlı konstrüksiyon parçaları   |
| 1.4104    | X 12 CrMoS 17     | 430 F        | Otomatta işlenecek su ve buhar için civata, mil, burç gibi parçalar   |
| 1.4113    | X 6 CrMo 17       | 434          | Yüksek korozyon dayanımlı otomobil ve motor parçaları   |
| 1.4116    | X 45 CrMoV 15     | -            | Her tür değerli kesici, ayrıca kısmen sertleştirilen parçalar   |
| 1.4301    | X 5 CrNi 18 9     | 304          | Gıda endüstrisinde aparat ve cihazlar, kaynak edilebilir, parlatılabilir ve iyi derin çekilebilir.                      |
| 1.4303    | X 5 CrNi 18 12    | 308; 305     | Kimya endüstrisi ve civata  |
| 1.4305    | X8CrNiS18-9       | 303          | Gıda ve süt endüstrisinde torna parçaları, yağ, sabun, boyama, kağıt ve tekstil endüstrisi                              |
| 1.4306    | X2CrNi19-11       | 304 L        | Gıda, yağ, sabun ve suni iplik endüstrilerinde organik ve meyva asidine maruz parça ve araçlar                          |
| 1.4311    | X 2 CrNiN 18 10   | 304 L N      | Kimyasal aparat yapımında basınçlı kap, süt, süt ürünleri ve bira endüstrisi  |
| 1.4401    | X5CrNiMo17-12-2   | 316          | Kimya ve selüloz endüstrisinde parça ve aparatlar, yağ yakıt boyama, sabun ve tekstil endüstrisi, süt ve bira end.      |
| 1.4404    | X2CrNiMo17-12-2   | 316 L        | Kimya ve selüloz endüstrisinde parça ve aparatlar, yağ yakıt boyama, sabun ve tekstil endüstrisi, süt ve bira end.      |
| 1.4406    | X2CrNiMoN17-11-2  | 316 L N      | Kimya ve selüloz endüstrisinde parça ve aparatlar, yağ yakıt boyama, sabun ve tekstil endüstrisi, süt ve bira end.      |
| 1.4429    | X2CrNiMoN17-13-3  | 316 L N      | Yüksek kimyasal dayanımlı basınçlı kap ve aparat  |
| 1.4435    | X2CrNiMo18-14-3   | 316 L        | Selüloz, sentetik yün, tekstil ve yapay ipek endüstrilerinde yüksek kimyasal dayanımlı kaynak edilecek parçalar         |
| 1.4436    | X3CrNiMo17-13-3   | 316          | Selüloz, sentetik yün, tekstil ve yapay ipek endüstrilerinde yüksek kimyasal dayanımlı kaynak edilecek parçalar         |
| 1.4438    | X2CrNiMo18-15-4   | 317 L        | Selüloz ve kimya endüstrisinde aparat yapımı, kimyasallar taşıma kabı   |
| 1.4510    | X 3 CrTi 17       | XM 8; 430 Ti | Süt, gıda ve bira endüstrisinde kaynaklı parçalar   |
| 1.4511    | X 3 CrNb 17       | -            | Süt, gıda, bira, sabun ve boyama endüstrisinde kaynaklı parçalar, zayıf asitli ortamlarda                               |
| 1.4541    | X6CrNiTi18-10     | 321          | Gıda, film ve fotoğraf endüstrisi, ev aletleri ve aparatlar   |
| 1.4550    | X6CrNiNb18-10     | 347          | Gıda, film ve fotoğraf endüstrisi, ev aletleri ve aparatlar   |
| 1.4571    | X6CrNiMoTi17-12-2 | 316 Ti       | Kimya endüstrisinde aparat ve parçalar, tekstil, selüloz, boyama, fotoğraf, yapay reçine ve lastik endüstrisi           |

## PASLANMAZ ÇELİKLERDE MEKANİK DEĞERLER

| Malz. No. | DIN               | SAE/AISI     | ISIL İŞLEM DURUMU |       |              |               | SERTLİK (RSD-C) | Rp 0,2 %2 Akma Sınırı |     |     |     |     |     |     |     |           | Çekme Dayanımı Mpa | A5 Kopma uzaması $L_0=5d_0 \geq\%$ |
|-----------|-------------------|--------------|-------------------|-------|--------------|---------------|-----------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|--------------------|------------------------------------|
|           |                   |              | Tavlı             | Islah | Sertleştirme | Hızlı Soğutma |                 | 20                    | 50  | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | 550       |                    |                                    |
| 1.4000    | X 6 Cr 13         | 403          | *                 | -     | -            | -             | 130...180       | 250                   | 240 | 235 | 230 | 225 | 220 | 195 | -   | -         | 450..650           | 20                                 |
| 1.4002    | X 6 CrAl 13       | 405          | *                 | -     | -            | -             | 130...180       | 250                   | 240 | 235 | 230 | 225 | 220 | 195 | -   | -         | 450..650           | 20                                 |
| 1.4006    | X 10 Cr 13        | 410          | *                 | -     | -            | -             | 140...180       | 300                   | 285 | 275 | 265 | 260 | 245 | -   | -   | 550...700 | 20                 |                                    |
| 1.4016    | X 8 Cr 17         | 430          | *                 | -     | -            | -             | 130...170       | 270                   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 450...660 | 20                 |                                    |
| 1.4021    | X 20 Cr 13        | 420          | -                 | *     | -            | -             | 160...210       | 400                   |     |     |     |     |     |     |     | 550...700 | 18                 |                                    |
| 1.4024    | X 15 Cr 13        | -            | *                 | -     | -            | -             | ≤220            | 440                   |     |     |     |     |     |     |     | ≤750      | -                  |                                    |
| 1.4031    | X 40 Cr 13        | -            | *                 | -     | -            | -             | ≤250            | -                     | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | ≤800      | -                  |                                    |
| 1.4057    | X 22 CrNi 17      | 431          | *                 | -     | -            | -             | ≤275            | -                     | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | ≤950      | -                  |                                    |
| 1.4104    | X 12 CrMoS 17     | 430 F        | *                 | -     | -            | -             | 160...210       | 300                   |     |     |     |     |     |     |     | 550...700 | 20                 |                                    |
| 1.4113    | X 6 CrMo 17       | 434          | *                 | -     | -            | -             | 130...180       | 270                   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 450...650 | 20                 |                                    |
| 1.4116    | X 45 CrMoV 15     | -            | *                 | -     | -            | -             | ≤260            | -                     | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | ≤900      | -                  |                                    |
| 1.4301    | X 5 CrNi 18 9     | 304          | -                 | -     | -            | -             | 130...180       | 185                   | 175 | 155 | 140 | 127 | 110 | 98  | 92  | 90        | 500...700          | 50                                 |
| 1.4303    | X 5 CrNi 18 12    | 308; 305     | -                 | -     | -            | *             | 130...180       | 185                   | 175 | 155 | 140 | 127 | 110 | 98  | 92  | 90        | 500...700          | 50                                 |
| 1.4305    | X8CrNiS18-9       | 303          | -                 | -     | -            | *             | 130...180       | 215                   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 500...700 | 50                 |                                    |
| 1.4306    | X2CrNi19-11       | 304 L        | -                 | -     | -            | *             | 130...180       | 175                   | 165 | 145 | 130 | 118 | 100 | 89  | 81  | 80        | 450...700          | 50                                 |
| 1.4311    | X 2 CrNiN 18 10   | 304 L N      | -                 | -     | -            | *             | 140...200       | 270                   | 245 | 205 | 175 | 157 | 136 | 125 | 119 | 118       | 550...750          | 40                                 |
| 1.4401    | X5CrNiMo17-12-2   | 316          | -                 | -     | -            | *             | 130...180       | 205                   | 195 | 175 | 158 | 145 | 127 | 115 | 110 | 108       | 500...700          | 45                                 |
| 1.4404    | X2CrNiMo17-12-2   | 316 L        | -                 | -     | -            | *             | 120...180       | 195                   | 185 | 165 | 150 | 137 | 119 | 108 | 100 | 98        | 450...700          | 45                                 |
| 1.4406    | X2CrNiMoN17-11-2  | 316 L N      | -                 | -     | -            | *             | 150...210       | 280                   | 250 | 211 | 185 | 167 | 145 | 135 | 129 | 127       | 600...800          | 40                                 |
| 1.4429    | X2CrNiMoN17-13-3  | 316 L N      | -                 | -     | -            | *             | 150...210       | 300                   | 265 | 225 | 197 | 178 | 155 | 145 | 138 | 136       | 600...800          | 40                                 |
| 1.4435    | X2CrNiMo18-14-3   | 316 L        | -                 | -     | -            | *             | 120...180       | 195                   | 185 | 165 | 150 | 137 | 119 | 108 | 100 | 98        | 450...700          | 45                                 |
| 1.4436    | X3CrNiMo17-13-3   | 316          | -                 | -     | -            | *             | 130...180       | 205                   | 195 | 175 | 158 | 145 | 127 | 115 | 110 | 108       | 500...700          | 45                                 |
| 1.4438    | X2CrNiMo18-15-4   | 317 L        | -                 | -     | -            | *             | 130...180       | 195                   | 187 | 170 | 158 | 144 | 126 | 116 | 110 | 108       | 500...700          | 45                                 |
| 1.4510    | X 3 CrTi 17       | XM 8; 430 Ti | *                 | -     | -            | -             | 130...170       | 270                   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 450...600 | 20                 |                                    |
| 1.4511    | X 3 CrNb 17       | -            | *                 | -     | -            | -             | 130...170       | 270                   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 450...600 | 20                 |                                    |
| 1.4541    | X6CrNiTi18-10     | 321          | -                 | -     | -            | *             | 130...190       | 205                   | 190 | 176 | 165 | 155 | 136 | 125 | 119 | 118       | 500...750          | 40                                 |
| 1.4550    | X6CrNiNb18-10     | 347          | -                 | -     | -            | *             | 130...190       | 205                   | 190 | 176 | 165 | 155 | 136 | 125 | 119 | 118       | 500...750          | 40                                 |
| 1.4571    | X6CrNiMoTi17-12-2 | 316 Ti       | -                 | -     | -            | *             | 130...190       | 225                   | 205 | 190 | 176 | 165 | 145 | 135 | 129 | 127       | 500...750          | 40                                 |

### 3.7. İndüksiyonla Yüzeysel Sertleştirilebilen Çelikler

İndüksiyon ile sertleştirme işlemi, sementasyon ile elde edilemeyen, uygun çekirdek özellikleri, yüksek sertlik derinliği gibi özelliklerin elde edilebilmesi amacıyla kullanılır. Yüksek torkla çalışması sebebiyle fazla sertlik verilemeyen millerin aşınma dayanımı gerektiren kısımlarının indüksiyonla sertleştirilmesi örnek olarak verilebilir.

İslah çeliklerinin tamamı indüksiyonla sertleştirilebilir olmasına rağmen, %0,30-0,70 arası karbon içeren

indüksiyonla sertleştirilebilen çeliklerin yapı özellikleri daha iyidir. İndüksiyonla sertleştirilebilen çelikler 50-60 HRC arası sertlik alabilirler ve yüzey-çekirdek bölge arası sertlik geçişi, ıslah çeliklerine göre daha iyidir. İslah çeliklerinin mangan miktarının nispeten yüksek oluşu indüksiyonla sertleştirme esnasında çatlak oluşma riskini artırır. Bu sebeple indüksiyonla sertleştirilebilen çeliklerde mangan miktarı düşürülmüştür. SAE 1050 malzemenin mangan oranı %0,60-0,90 arası iken Cf 53 malzemede bu oran %0,40-0,70 oranlarındadır. Ayrıca kükürt ve fosfor miktarı bu çeliklerde daha düşüktür.

#### İNDÜKSİYONLA YÜZEYİ SERTLEŞTİRİLEBİLEN ÇELİKLER VE BİLEŞİMLERİ

| Malz. No. | DIN       | SAE/AISI | C         | Si        | Mn        | P <sub>max</sub> | S <sub>max</sub> | Cr        | Mo        | N <sub>max</sub> | V         |
|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|
| 1.1157    | 40 MN 4   | 1039     | 0.36-0.44 | 0.25-0.50 | 0.80-1.10 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -                | -         |
| 1.1183    | Cf 35     | 1035     | 0.33-0.39 | 0.15-0.35 | 0.50-0.80 | 0.025            | 0.035            | -         | -         | -                | -         |
| 1.1193    | Cf 45     | 1045     | 0.43-0.49 | 0.15-0.35 | 0.50-0.80 | 0.025            | 0.035            | -         | -         | 0.007            | -         |
| 1.1213    | Cf 53     | 1050     | 0.50-0.57 | 0.15-0.35 | 0.40-0.70 | 0.025            | 0.035            | -         | -         | -                | -         |
| 1.1249    | Cf 70     | -        | 0.68-0.75 | 0.15-0.35 | 0.20-0.35 | 0.025            | 0.035            | -         | -         | 0.007            | -         |
| 1.5122    | 37 MnSi 5 | -        | 0.33-0.41 | 1.10-1.40 | 1.10-1.40 | 0.035            | 0.035            | -         | -         | -                | -         |
| 1.7005    | 45 Cr 2   | -        | 0.42-0.48 | 0.15-0.40 | 0.50-0.80 | 0.025            | 0.035            | 0.40-0.60 | -         | -                | -         |
| 1.7043    | 38 Cr 4   | -        | 0.34-0.40 | 0.15-0.40 | 0.60-0.90 | 0.025            | 0.035            | 0.90-1.20 | -         | -                | -         |
| 1.7045    | 42 Cr 4   | 5140     | 0.38-0.44 | 0.15-0.40 | 0.50-0.80 | 0.025            | 0.035            | 0.90-1.20 | -         | -                | -         |
| 1.7220    | 34 CrMo 4 | 4135     | 0.30-0.37 | 0.00-0.40 | 0.60-0.90 | 0.035            | 0.030            | 0.90-1.20 | 0.15-0.30 | -                | -         |
| 1.7223    | 41 CrMo 4 | 4140     | 0.38-0.44 | 0.15-0.40 | 0.50-0.80 | 0.025            | 0.035            | 0.90-1.20 | 0.15-0.30 | -                | -         |
| 1.7238    | 49 CrMo 4 | -        | 0.46-0.52 | 0.15-0.40 | 0.50-0.80 | 0.025            | 0.035            | 0.90-1.20 | 0.15-0.30 | -                | -         |
| 1.8159    | 50 CrV 4  | 6150     | 0.47-0.55 | 0.00-0.40 | 0.70-1.10 | 0.035            | 0.030            | 0.90-1.20 | -         | -                | 0.10-0.20 |
| 1.8161    | 58 CrV 4  | -        | 0.55-0.62 | 0.15-0.40 | 0.70-1.10 | 0.035            | 0.035            | 0.90-1.20 | -         | -                | 0.10-0.20 |

#### İNDÜKSİYONLA YÜZEYİ SERTLEŞTİRİLEBİLEN ÇELİKLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

| Malz. No. | DIN       | SAE/AISI | AKMA SINIRI (Re) ≥Mpa |              |               |                | ÇEKME DAYANIMI (Rm) Mpa |              |               |                | KOPMA UZAMASI (A) L <sub>0</sub> =5 D <sub>0</sub> |              |               |                | KESİT DARALMASI (Z) ≥% |              |               |                |
|-----------|-----------|----------|-----------------------|--------------|---------------|----------------|-------------------------|--------------|---------------|----------------|--|--------------|---------------|----------------|------------------------|--------------|---------------|----------------|
|           |           |          | ≤Φ 16 MM              | Φ >16-40≤ MM | Φ >40-100≤ MM | Φ >100-250≤ MM | ≤Φ 16 MM                | Φ >16-40≤ MM | Φ >40-100≤ MM | Φ >100-250≤ MM | ≤Φ 16 MM   | Φ >16-40≤ MM | Φ >40-100≤ MM | Φ >100-250≤ MM | ≤Φ 16 MM               | Φ >16-40≤ MM | Φ >40-100≤ MM | Φ >100-250≤ MM |
| 1.1157    | 40 MN 4   | 1039     | 635                   | 540          | 440           |                | 880-1030                | 780-930      | 690-830       |                | 12   | 14           | 15            |                | 40                     | 45           | 50            |                |
| 1.1183    | Cf 35     | 1035     | 420                   | 365          | 325           |                | 620-760                 | 580-730      | 540-690       |                | 17   | 19           | 20            |                | 40                     | 45           | 50            |                |
| 1.1193    | Cf 45     | 1045     | 480                   | 410          | 370           |                | 700-840                 | 660-800      | 620-760       |                | 14   | 16           | 17            |                | 35                     | 40           | 45            |                |
| 1.1213    | Cf 53     | 1050     | 510                   | 430          | 400           |                | 740-880                 | 690-830      | 640-780       |                | 12   | 14           | 15            |                | 25                     | 35           | 40            |                |
| 1.1249    | Cf 70     | -        | 560                   | 480          |               |                | 780-930                 | 740-880      |               |                | 11   | 13           |               |                | 25                     | 30           |               |                |
| 1.5122    | 37 MnSi 5 | -        | 785                   | 635          | 540           | 440            | 980-1180                | 880-1030     | 780-930       | 690-830        | 11   | 12           | 14            | 15             | 35                     | 40           | 45            | 50             |
| 1.7005    | 45 Cr 2   | -        | 635                   | 540          | 440           |                | 880-1080                | 780-930      | 690-830       |                | 12   | 14           | 15            |                | 40                     | 45           | 50            |                |
| 1.7043    | 38 Cr 4   | -        | 735                   | 630          | 510           |                | 930-1130                | 830-980      | 740-880       |                | 11   | 13           | 14            |                | 40                     | 45           | 50            |                |
| 1.7045    | 42 Cr 4   | 5140     | 780                   | 665          | 560           |                | 980-1180                | 880-1080     | 780-930       |                | 11   | 12           | 14            |                | 40                     | 45           | 50            |                |
| 1.7220    | 34 CrMo 4 | 4135     | 800                   | 650          | 550           | 500            | 980-1180                | 880-1030     | 780-930       | 690-830        | 11   | 12           | 14            | 15             | 40                     | 45           | 55            | 60             |
| 1.7223    | 41 CrMo 4 | 4140     | 885                   | 765          | 635           | 510            | 1080-1270               | 980-1080     | 880-1030      | 740-930        |  |              |               |                |                        |              |               |                |
| 1.7238    | 49 CrMo 4 | -        | 880                   | 780          | 690           | 510            | 1080-1270               | 980-1080     | 880-1080      | 780-980        | 9  | 10           | 12            | 13             | 40                     | 45           | 50            | 50             |
| 1.8159    | 50 CrV 4  | 6150     | 900                   | 800          | 700           | 650            | 1100-1300               | 1000-1200    | 900-1100      | 850-1000       | 9  | 10           | 12            | 13             | 40                     | 45           | 50            | 50             |
| 1.8161    | 58 CrV 4  | -        | 1080                  | 980          | 885           | 735            | 1320-1570               | 1180-1370    | 1080-1270     | 980-1180       | 7  | 8            | 10            | 12             | 40                     | 45           | 50            | 55             |

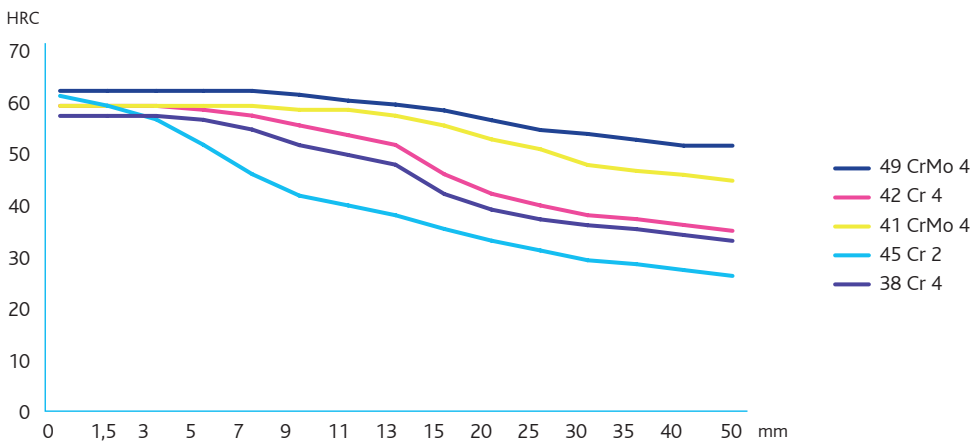
## İNDÜKSİYONLA YÜZEYİ SERTLEŞTİRİLEBİLEN ÇELİKLERDE ISIL İŞLEM

| Malz. No. | DIN       | SAE/AISI | Sıcak Şekil Sıcaklığı (°C) | Normal Tavlama Sıcaklığı (°C) | Yumuşak Tavlama Sıcaklığı (°C) | Çekirdek Sert. için Soğut. |          | Meneviş Sıcaklığı (°C) | Yüzey Sert. Sıcaklığı (°C) | Gerilim Giderme Sıcaklığı (°C) | Yüzey Sertliği (HRC) |
|-----------|-----------|----------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------|
|           |           |          |                            |                               |                                | Su (°C)                    | Yağ (°C) |                        |                            |                                |                      |
| 1.1157    | 40 MN 4   | 1039     | 1100-850                   | 850-880                       | 650-700                        | 820-850                    | 830-860  | 480-650                | 820-850                    | 120-200                        | 53-59                |
| 1.1183    | Cf 35     | 1035     | 1100-850                   | 860-890                       | 650-700                        | 840-870                    | 850-880  | 550-660                | 860-890                    | 120-200                        | 51-57                |
| 1.1193    | Cf 45     | 1045     | 1100-850                   | 840-870                       | 650-700                        | 820-850                    | 830-860  | 550-660                | 820-850                    | 120-200                        | 55-61                |
| 1.1213    | Cf 53     | 1050     | 1050-850                   | 830-860                       | 650-700                        | 805-835                    | 810-845  | 550-660                | 800-830                    | 120-200                        | 57-62                |
| 1.1249    | Cf 70     | -        | 1000-800                   | 820-850                       | 650-700                        | 790-820                    | -        | 550-660                | 780-810                    | 120-200                        | 60-64                |
| 1.5122    | 37 MnSi 5 | -        | 1100-850                   | 860-890                       | 680-720                        | 830-850                    | 840-860  | 480-650                | 820-850                    | 120-200                        | 52-58                |
| 1.7005    | 45 Cr 2   | -        | 1100-850                   | 840-870                       | 650-700                        | 820-850                    | 830-860  | 550-660                | 820-850                    | 120-200                        | 55-61                |
| 1.7043    | 38 Cr 4   | -        | 1050-850                   | 845-885                       | 680-720                        | 825-855                    | 835-865  | 540-680                | 825-855                    | 120-200                        | 53-58                |
| 1.7045    | 42 Cr 4   | 5140     | 1050-850                   | 840-880                       | 680-720                        | 820-850                    | 830-860  | 540-680                | 820-850                    | 120-200                        | 54-60                |
| 1.7220    | 34 CrMo 4 | 4135     | 1100-850                   | 850-880                       | 680-720                        | 830-860                    | 840-870  | 480-650                | 820-850                    | 120-200                        | 51-57                |
| 1.7223    | 41 CrMo 4 | 4140     | 1050-850                   | 840-880                       | 680-720                        | 820-850                    | 830-860  | 540-680                | 820-850                    | 120-200                        | 54-60                |
| 1.7238    | 49 CrMo 4 | -        | 1050-850                   | 840-880                       | 680-720                        | 820-850                    | 830-860  | 540-680                | 820-850                    | 120-200                        | 56-62                |
| 1.8159    | 50 CrV 4  | 6150     | 1100-850                   | 870-900                       | 680-720                        | 820-850                    | 830-860  | 480-650                | 840-870                    | 120-200                        | 57-62                |
| 1.8161    | 58 CrV 4  | -        | 1050-850                   | 850-880                       | 680-720                        | -                          | 820-850  | 480-650                | 820-850                    | 120-200                        | 60-65                |

## İNDÜKSİYONLA YÜZEYİ SERTLEŞTİRİLEBİLEN ÇELİKLERİNDE JOMINY DEĞERLERİ

| Çelik Türü |           |          | Ani soğutulan yüzeyden itibaren (mm) HRC değerleri |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------|-----------|----------|--|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Malz. No.  | DIN       | SAE/AISI |  | 1,5 | 3  | 5  | 7  | 9  | 11 | 13 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 1.7005     | 45 Cr 2   | -        | max  | 62  | 60 | 57 | 52 | 46 | 42 | 40 | 38 | 35 | 33 | 31 | 29 | 28 | 27 | 26 |
|            |           |          | min  | 54  | 49 | 40 | 32 | 28 | 25 | 23 | 22 | 20 | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 1.7043     | 38 Cr 4   | -        | max  | 58  | 58 | 58 | 57 | 55 | 52 | 50 | 48 | 42 | 39 | 37 | 36 | 35 | 34 | 33 |
|            |           |          | min  | 51  | 50 | 48 | 44 | 39 | 36 | 33 | 31 | 26 | 24 | 22 | 20 | -  | -  | -  |
| 1.7045     | 42 Cr 4   | 5140     | max  | 60  | 60 | 60 | 59 | 58 | 56 | 54 | 52 | 46 | 42 | 40 | 38 | 37 | 36 | 35 |
|            |           |          | min  | 53  | 52 | 50 | 47 | 44 | 40 | 37 | 35 | 30 | 27 | 25 | 23 | 22 | 21 | 20 |
| 1.7223     | 41 CrMo 4 | 4140     | max  | 60  | 60 | 60 | 60 | 60 | 59 | 59 | 58 | 56 | 53 | 51 | 48 | 47 | 46 | 45 |
|            |           |          | min  | 53  | 53 | 52 | 54 | 50 | 48 | 45 | 43 | 38 | 35 | 34 | 33 | 32 | 32 | 32 |
| 1.7238     | 49 CrMo 4 | -        | max  | 63  | 63 | 63 | 63 | 63 | 62 | 61 | 60 | 59 | 57 | 55 | 54 | 53 | 52 | 52 |
|            |           |          | min  | 56  | 55 | 54 | 53 | 51 | 50 | 48 | 46 | 42 | 40 | 39 | 38 | 17 | 36 | 36 |

## İNDÜKSİYONLA YÜZEYİ SERTLEŞTİRİLEBİLEN ÇELİKLER İÇİN JOMINY DEĞERLERİ GRAFİĞİ





## İNDÜKSİYONLA YÜZEYİ SERTLEŞTİRİLEBİLEN ÇELİKLERİN KULLANIM YERLERİ

| Malz. No. | DIN       | SAE/AISI | KULLANIM YERLERİ  |
|-----------|-----------|----------|---|
| 1.1157    | 40 MN 4   |          | Taşıtlarda ve dizel motorlarda krank mili, dişli çark, dişli kutusu milleri ve yüksek çekirdek dayanımlı ve yüksek süneklikte benzer parçalar |
| 1.1183    | Cf 35     | 1035     | Taşıtlarda ve genel makine konstrüksiyonlarında az zorlanan makine elemanları   |
| 1.1193    | Cf 45     | 1045     | Kam mili ve küçük krank milleri, 5 modül üzeri dişli çarklar, şanzıman mili, piston pimi vb.  |
| 1.1213    | Cf 53     | 1050     | Piston pimi, zincir pimi, şanzıman mili, şanzıman dişlisi, kavrama kolları, matkap ve torna milleri vb.                                       |
| 1.1249    | Cf 70     | -        | Baskı haddeleri, sonsuz vida dişli milleri, kam mili, piston pimi, matkap ve torna mili, teraziler için prizma ve yuvası                      |
| 1.5122    | 37 MnSi 5 | -        | Şanzıman parçaları, krank mili, dişli çark gibi orta yüzey sertlikli, yüksek çekirdek dayanımlı ve iyi süneklikte parç.                       |
| 1.7005    | 45 Cr 2   | -        | Genel makine konstrüksiyonlarında, dişli kutusu mili, kavrama kolu, taşıtlarda dişli çark, pim, burç  |
| 1.7043    | 38 Cr 4   | -        | Taşıtlarda ve dizel motorlarda krank mili, dişli çark, tarak pimi, genel makine konstrüksiyonunda parçalar                                    |
| 1.7045    | 42 Cr 4   | 5140     | Taşıtlarda ve dizel motorlarda krank mili, dişli çark, tarak pimi, genel makine konstrüksiyonunda parçalar                                    |
| 1.7220    | 34 CrMo 4 | 4135     | Taşıtlarda fazla zorlanan krank milleri, fazla zorlanan küresel pim, arka aks mili, kamalı miller ve benzeri parçalar                         |
| 1.7223    | 41 CrMo 4 | 4140     | Taşıtlarda fazla zorlanan krank milleri, fazla zorlanan küresel pim, arka aks mili, kamalı miller ve benzeri parçalar                         |
| 1.7238    | 49 CrMo 4 | -        | Taşıtlarda ve makine yapımında yüksek dayanımlı parçalar, şanzıman milleri, dişli çarklar   |
| 1.8159    | 50 CrV 4  | 6150     | Yüksek çekirdek dayanımlı dişli çark, dişli kutusu mili ve benzeri büyük parçalar   |
| 1.8161    | 58 CrV 4  | -        | Yüksek çekirdek dayanımlı dişli çark, dişli kutusu mili ve benzeri büyük parçalar   |

## 3.8. Takım Çelikleri

## ALAŞIMSIZ TAKIM ÇELİKLERİ VE BİLEŞİMLERİ

| Malz. No. | DIN     | C         | Si        | Mn        | P <sub>max</sub> | S <sub>max</sub> |
|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|------------------|
| 1.1740    | C 60 W  | 0.55-0.65 | 0.15-0.40 | 0.60-0.80 | 0.035            | 0.035            |
| 1.1620    | C 70 W2 | 0.65-0.74 | 0.10-0.30 | 0.10-0.35 | 0.030            | 0.030            |
| 1.1525    | C80 W1  | 0.75-0.85 | 0.10-0.30 | 0.10-0.40 | 0.020            | 0.020            |
| 1.1830    | C85 W   | 0.80-0.90 | 0.25-0.40 | 0.50-0.70 | 0.025            | 0.020            |
| 1.1545    | C105 W1 | 1.00-1.10 | 0.10-0.30 | 0.10-0.40 | 0.020            | 0.020            |

## ALAŞIMSIZ TAKIM ÇELİKLERİNDE ISIL İŞLEM

| Malz. No. | DIN     | Yumuşak tavlı durumda sertlik max BSD 30 | Sertleştirme ve Meneviş     |                    |   |                        |                               |
|-----------|---------|--|-----------------------------|--------------------|---|------------------------|-------------------------------|
|           |         |  | Sertleştirme Sıcaklığı (°C) | Ani Soğutma Ortamı | Kare 30 mm kesit için sertleştirme derinliği (mm) | Meneviş Sıcaklığı (°C) | Meneviş sonrası Sertlik RSD-C |
| 1.1740    | C 60 W  | 231                                      | 800-830                     | Yağ                | 3.5   | 150-180                | 52                            |
| 1.1620    | C 70 W2 | 183                                      | 790-820                     | Su                 | 3.0   | 150-180                | 57                            |
| 1.1525    | C80 W1  | 192                                      | 780-810                     | Su                 | 2.5   | 150-180                | 59                            |
| 1.1830    | C85 W   | 222                                      | 800-830                     | Yağ                | 4.5   | 150-180                | 57                            |
| 1.1545    | C105 W1 | 213                                      | 770-800                     | Su                 | 2.5   | 150-180                | 60                            |

## SOĞUK İŞ TAKIM ÇELİKLERİ VE BİLEŞİMLERİ

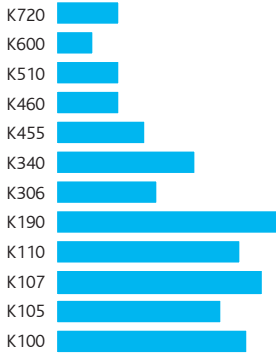
| Malz. No. | BÖHLER | DIN              | C    | Si   | Mn   | Cr    | Mo   | Ni   | V    | W    |
|-----------|--------|------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| 1.2080    | K100   | X 210 Cr 12      | 2.00 | 0.25 | 0.30 | 11.50 | -    | -    | -    | -    |
| 1.2601    | K105   | X 165 CrMoV 12   | 1.60 | 0.35 | 0.30 | 11.50 | 0.60 | -    | 0.30 | 0.50 |
| 1.2436    | K107   | X 210 CrW 12     | 2.10 | 0.25 | 0.30 | 11.50 | -    | -    | -    | 0.70 |
| 1.2379    | K110   | X 155 CrVMo 12-1 | 1.55 | 0.25 | 0.35 | 11.80 | 0.80 | -    | 0.95 | -    |
| H.2380    | K190   | X 220 CrVMo 13-4 | 2.30 | 0.40 | 0.40 | 12.50 | 1.10 | -    | 4.00 | -    |
| 1.2345    | K306   | X 50 CrVMo 5-1   | 0.51 | 0.95 | 0.30 | 5.00  | 1.40 | -    | 1.40 | -    |
| H.K340    | K340   | -                | 1.10 | 0.90 | 0.40 | 8.30  | 2.10 | -    | 0.50 | -    |
| 1.2550    | K455   | 60 WCrV 7        | 0.63 | 0.60 | 0.30 | 1.10  | -    | -    | 0.18 | 2.00 |
| H.2510    | K460   | 100 MnCrW 4      | 0.95 | 0.25 | 1.10 | 0.55  | -    | -    | 0.10 | 0.55 |
| 1.2210    | K510   | 115 CrV 3        | 1.18 | 0.25 | 0.30 | 0.70  | -    | -    | 0.10 | -    |
| 1.2767    | K600   | X 45 NiCrMo 4    | 0.45 | 0.25 | 0.40 | 1.30  | 0.25 | 4.00 | -    | -    |
| 1.2842    | K720   | 90 MnCrV 8       | 0.90 | 0.25 | 2.00 | 0.35  | -    | -    | 0.10 | -    |

## SOĞUK İŞ TAKIM ÇELİKLERİNDE ISIL İŞLEM KOŞULLARI

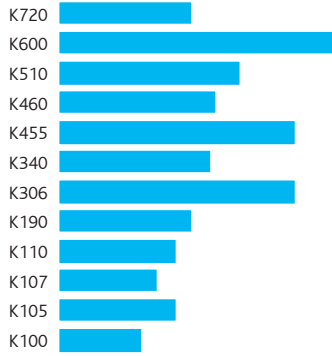
| Malz. No. | BÖHLER | DIN              | Sıcak Şekil Sıcaklığı (°C) | Yumuşak Tavlama Sıcaklığı (°C) | Gerilim Alma (°C) | Yumuşak Tavlama Sonu Sertlik (≥BSD 30) | Sertleştirme Sıcaklığı (°C) | Sertleştirme Ortamı | Sertleştirme Sonu Sertlik (HRC) | MENEVİŞLEMEDEN SONRA ELDE EDİLEN TAKRİBİ SERTLİK (HRC) |     |     |     |     |     |     |
|-----------|--------|------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------|--|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           |        |                  |                            |                                |                   |  |                             |                     |                                 | 100  | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 |
| 1.2080    | K100   | X 210 Cr 12      | 1050-850                   | 800-850                        | 650               | 250                                    | 940-970                     | Y-SB-BH-H           | 63-65                           | 64   | 62  | 59  | 57  | -   | -   | -   |
| 1.2601    | K105   | X 165 CrMoVa 12  | 1050-850                   | 800-850                        | 650-750           | 250                                    | 980-1010                    | Y-SB-BH-H           | -                               | 64   | 62  | 60  | 58  | -   | -   | -   |
| 1.2436    | K107   | X 210 CrW 12     | 1050-850                   | 800-850                        | 650-750           | 250                                    | 950-980                     | Y-SB-BH-H           | 64-66                           | 65   | 63  | 61  | 60  | -   | -   | -   |
| 1.2379    | K110   | X 155 CrVMo 12-1 | 1050-850                   | 800-850                        | 650-750           | 235                                    | 1020-1040                   | Y-SB-BH-H           | 63-65                           | 63   | 61  | 58  | 58  | -   | -   | -   |
| H.2380    | K190   | X 220 CrVMo 13-4 | 1100-900                   | 800-850                        | 650-750           | 260                                    | 1050-1150                   | Y-SB-BH-H           | 62-67                           | 63   | 61  | 60  | *65 | *63 | 55  |     |
| 1.2345    | K306   | X 50 CrVMo 5-1   | 1100-900                   | 750-800                        | 650               | 240                                    | 1050-1100                   | Y-SB-H              | 57-60                           | -  | -   | -   | *57 | *56 | *51 | *40 |
| H.K340    | K340   | -                | 1050-850                   | 800-850                        | 650               | 235                                    | 1040-1080                   | Y-SB-BH-H           | 61-63                           | 63   | 61  | -   | -   | 62  | *63 | *64 |
| 1.2550    | K455   | 60 WCrV 7        | 1050-850                   | 710-750                        | 650               | 225                                    | 870-900                     | Y                   | 58-62                           | 60   | 59  | 56  | 53  | -   | -   | -   |
| H.2510    | K460   | 100 MnCrW 4      | 1050-850                   | 710-750                        | 650               | 225                                    | 780-820                     | Y-SB                | 63-65                           | 64   | 62  | 58  | 52  | -   | -   | -   |
| 1.2210    | K510   | 115 CrV 3        | 1050-850                   | 710-750                        | 650               | 220                                    | 780-810                     | S-Y                 | 64-66                           | 64   | 62  | 57  | 51  | -   | -   | -   |
| 1.2767    | K600   | X 45 NiCrMo 4    | 1050-850                   | 610-650                        | 650               | 260                                    | 840-870                     | Y-SB-H              | 53-57                           | 56   | 54  | 51  | 48  | -   | -   | -   |
| 1.2842    | K720   | 90 MnCrV 8       | 1050-850                   | 680-720                        | 650               | 220                                    | 780-820                     | Y-SB                | 63-65                           | 64   | 62  | 57  | -   | -   | -   | -   |

## SOĞUK İŞ TAKIM ÇELİKLERİNİN ÖZELLİKLERİ

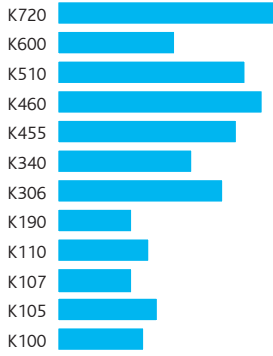
## AŞINMA DİRENCİ



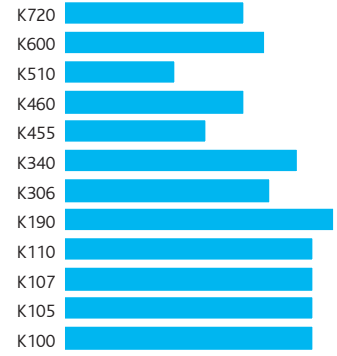
## TOKLUK



## İŞLENEBİLİRLİK



## BOYUTSAL KARARLILIK



## SOĞUK İŞ TAKIM ÇELİKLERİ KULLANIM YERLERİ

| Malz. No. | BOHLER | SAE/AISI         | KULLANIM YERLERİ   |
|-----------|--------|------------------|--|
| 1.2080    | K100   | X 210 Cr 12      | Fazla tokluk aranmayan kesme delme takımları, ağaç bıçakları, kesme bıçakları, diş tarakları, derin çekme ve ekstrüzyon takımları, soğuk çekme makaraları, ölçme takımları, plastik kalıpları                            |
| 1.2601    | K105   | X 165 CrMoVa 12  | Tokluk istenen kesme, delme, takımları, ağaç bıçakları, kesme bıçakları, diş tarakları, derin çekme ve ekstrüzyon kalıpları, soğuk çekme makaraları, ölçme takımları, plastik kalıpları                                  |
| 1.2436    | K107   | X 210 CrW 12     | Aşınma mukavemeti istenen kesme, delme takımları, ağaç bıçakları, kesme bıçakları, diş tarakları, derin çekme ve ekstrüzyon takımları, soğuk çekme makaraları, ölçme takımları, plastik kalıpları                        |
| 1.2379    | K110   | X 155 CrVMo 12-1 | Tokluk ve aşınma mukavemeti istenen kesme ve delme takımları, ağaç bıçakları, kesme bıçakları diş tarakları, derin çekme ve ekstrüzyon takımları soğuk çekme makaraları, ölçme takımları, plastik kalıpları              |
| H.2380    | K190   | X 220 CrVMo 13-4 | Yüksek tokluk ve aşınma dayanımı istenen kesme ve delme takımları, ağaç bıçakları, kesme bıçakları, diş tarakları, ekstrüzyon silindir ve vidaları, metal işleme takımları, plastik kalıp çekirdekleri                   |
| 1.2345    | K306   | X 50 CrVMo 5-1   | Selüloz, kağıt ve fiber endüstrisi için kesme bıçakları  |
| H.K340    | K340   | -                | ESR tarzında üretilmiştir. Aşınma mukavemetinin yanı sıra yüksek tokluk gerektiren kesme kalıpları, bıçak, zimba, damga ve diş açma tarakları, derin çekme, ekstrüzyon takımları, damga ve soğuk şekillendirme takımları |
| 1.2550    | K455   | 60 WCrV 7        | Yüksek tokluk gerektiren, kesme, delme takımları, ağaç bıçakları, damgalar   |
| H.2510    | K460   | 100 MnCrW 4      | Kesme takımları, delme ve zımbalama, diş tarakları, ağaç bıçakları, ağaç, kağıt ve metal bıçakları, ölçme takımları  |
| 1.2210    | K510   | 115 CrV 3        | Cr alaşımlı cıva çeliği olarak çeşitli pim imalatı ve matkap gibi kesici takım imalatında, H8 toleransında taşlanmış olarak üretilir.  |
| 1.2767    | K600   | X 45 NiCrMo 4    | Yüksek tokluk gerektiren, her türlü kalıp - zimba kesme bıçakları ve muhtelif damga yapımında  |
| 1.2842    | K720   | 90 MnCrV 8       | Tokluk gerektiren kesme delme takımları, ağaç bıçakları, kesme bıçakları, diş tarakları, ölçme takımları, plastik kalıpları  |

## SICAK İŞ TAKIM ÇELİKLERİ VE BİLEŞİMLERİ

| Malz. No. | DIN            | C    | Si   | Mn   | Cr   | Mo   | Ni   | V    | W    |
|-----------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.2581    | X 30 WCrV 9 3  | 0.29 | 0.25 | 0.30 | 2.70 | -    | -    | 0.35 | 8.50 |
| 1.2344    | X 40 CrMoV 5 1 | 0.39 | 1.10 | 0.40 | 5.20 | 1.40 | -    | 0.95 | -    |
| 1.2367    | X 38 CrMoV 5 3 | 0.38 | 0.40 | 0.40 | 5.00 | 2.80 | -    | 0.65 | -    |
| 1.2365    | X 32 CrMoV 3 3 | 0.31 | 0.30 | 0.35 | 2.90 | 2.80 | -    | 0.50 | -    |
| 1.2714    | 56 NiCrMoV 7   | 0.55 | 0.25 | 0.75 | 1.10 | 0.50 | 1.70 | 0.10 | -    |

## SICAK İŞ TAKIM ÇELİKLERİNDE ISIL İŞLEM KOŞULLARI

| Malz. No. | DIN            | Sıcak Şekil Sıcaklığı (°C) | Yumuşak Tavlama Sıcaklığı (°C) | Gerilim Alma (°C) | Yumuşak Tavlama Sonu Sertlik (≥BSD 30) | Sertleştirme Sıcaklığı (°C) | Sertleştirme Ortamı | Sertleştirme Sonu Sertlik (HRC) | MENEVİŞLEMEDEN SONRA ELDE EDİLEN TAKRİBİ SERTLİK (HRC) |     |     |     |     |     |
|-----------|----------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------|--|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|
|           |                |                            |                                |                   |  |                             |                     |                                 | 400  | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 |
| 1.2581    | X 30 WCrV 9 3  | 1100-900                   | 750-800                        | 600-650           | 240                                    | 1070-1150                   | Y-SB-H              | 48-52                           | 50   | 51  | 52  | 50  | 46  | 38  |
| 1.2344    | X 40 CrMoV 5 1 | 1100-900                   | 750-800                        | 600-650           | 229                                    | 1020-1080                   | Y-SB-H              | 52-56                           | 54   | 55  | 54  | 50  | 40  | 32  |
| 1.2367    | X 38 CrMoV 5 3 | 1100-900                   | 750-800                        | 600-650           | 229                                    | 1030-1080                   | Y-SB-H              | 52-56                           | 52   | 54  | 53  | 50  | 44  | 35  |
| 1.2365    | X 32 CrMoV 3 3 | 1100-900                   | 750-800                        | 600-650           | 229                                    | 1010-1050                   | Y-SB                | 52-56                           | 50   | 51  | 52  | 50  | 45  | 36  |
| 1.2714    | 56 NiCrMoV 7   | 1100-850                   | 650-700                        | 650               | 248                                    | 830-870                     | Y                   | 52-58                           | 50   | 48  | 43  | 40  | 36  | -   |

## SICAK İŞ TAKIM ÇELİKLERİ KULLANIM YERLERİ

| Malz. No. | BOHLER         | KULLANIM YERLERİ   |
|-----------|----------------|--|
| 1.2581    | X 30 WCrV 9 3  | Aşınma mukavemetinin istendiği demir, çelik, bakır, pirinç ve bronzların sıcak şekillendirilmesinde, (dövme, ekstrüzyon ve enjeksiyon preslerde)   |
| 1.2344    | X 40 CrMoV 5 1 | Demir, çelik, bakır, pirinç, alüminyum ve bronzların sıcak şekillendirilmesinde (dövme, ekstrüzyon ve enjeksiyon preslerde) soğuk ve sıcak hadde bıçaklarında  |
| 1.2367    | X 38 CrMoV 5 3 | Yüksek sıcaklıkta dayanım, tokluk ve aşınma mukavemeti istenen, demir çelik, bakır, pirinç, alüminyum ve bronzların sıcak şekillendirilmesinde (dövme, ekstrüzyon ve enjeksiyon preslerde)                               |
| 1.2365    | X 32 CrMoV 3 3 | Demir, çelik, bakır, pirinç, alüminyum ve bronzların sıcak şekillendirilmesinde (dövme, ekstrüzyon ve enjeksiyon preslerde)  |
| 1.2714    | 56 NiCrMoV 7   | Demir ve çelik dövme kalıplarının imalatında, tüp ekstrüzyon kalıplarında vs.  |
| 1.2345    | K306           | Selüloz, kağıt ve fiber endüstrisi için kesme bıçakları  |
| H.K340    | K340           | ESR tarzında üretilmiştir. Aşınma mukavemetinin yanı sıra yüksek tokluk gerektiren kesme kalıpları, bıçak, zımba, damga ve diş açma tarakları, derin çekme, ekstrüzyon takımları, damga ve soğuk şekillendirme takımları |
| 1.2550    | K455           | Yüksek tokluk gerektiren, kesme, delme takımları, ağaç bıçakları, damgalar   |
| H.2510    | K460           | Kesme takımları, delme ve zımbalama, diş tarakları, ağaç bıçakları, ağaç, kağıt ve metal bıçakları, ölçme takımları  |
| 1.2210    | K510           | Cr alaşımlı civa çeliği olarak çeşitli pim imalatı ve matkap gibi kesici takım imalatında, H8 toleransında taşlanmış olarak üretilir.  |
| 1.2767    | K600           | Yüksek tokluk gerektiren, her türlü kalıp - zımba kesme bıçakları ve muhtelif damga yapımında  |
| 1.2842    | K720           | Tokluk gerektiren kesme delme takımları, ağaç bıçakları, kesme bıçakları, diş tarakları, ölçme takımları, plastik kalıpları  |

## HIZ ÇELİKLERİ VE BİLEŞİMLERİ

| Malz. No. | DIN         | C         | Si <sub>max</sub> | Mn <sub>max</sub> | P <sub>max</sub> | S <sub>max</sub> | Co        | Cr        | Mo        | V         | W          |
|-----------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1.3202    | H 12-1-4-5  | 1.30-1.45 | 0.45              | 0.40              | 0.03             | 0.03             | 4.5-5.00  | 3.80-4.50 | 0.70-1.00 | 3.50-4.00 | 11.5-12.5  |
| 1.3207    | H 10-4-3-10 | 1.20-1.35 | 0.45              | 0.40              | 0.03             | 0.03             | 9.5-10.5  | 3.80-4.50 | 3.20-3.90 | 3.00-3.50 | 9.00-10.00 |
| 1.3243    | H 6-5-2-5   | 0.88-0.96 | 0.45              | 0.40              | 0.03             | 0.03             | 4.5-5.00  | 3.80-4.50 | 4.70-5.20 | 1.70-2.00 | 6.00-6.70  |
| 1.3246    | H7-4-2-5    | 1.05-1.15 | 0.45              | 0.40              | 0.03             | 0.03             | 4.80-5.20 | 3.80-4.50 | 3.60-4.00 | 1.70-1.90 | 6.60-7.10  |
| 1.3255    | H 18-1-2-5  | 0.75-0.83 | 0.45              | 0.40              | 0.03             | 0.03             | 4.50-5.00 | 3.80-4.50 | 0.50-0.80 | 1.40-1.70 | 17.5-18.5  |
| 1.3342    | HC 6-5-2    | 0.95-1.05 | 0.45              | 0.40              | 0.03             | 0.03             |           | 3.80-4.50 | 4.70-5.20 | 1.70-2.00 | 6.00-6.70  |
| 1.3343    | H 6-5-2     | 0.86-0.94 | 0.45              | 0.40              | 0.03             | 0.03             |           | 3.80-4.50 | 4.70-5.20 | 1.70-2.00 | 6.00-6.70  |
| 1.3344    | H 6-5-3     | 1.17-1.27 | 0.45              | 0.40              | 0.03             | 0.03             |           | 3.80-4.50 | 4.70-5.20 | 2.70-2.30 | 6.00-6.70  |

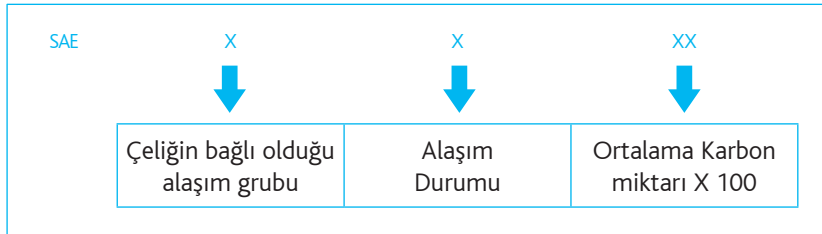
## HIZ ÇELİKLERİNDE ISIL İŞLEM KOŞULLARI

| Malz. No. | DIN         | Sıcak Şekil Sıcaklığı (°C) | Yumuşak Tavlama Sıcaklığı (°C) | Yumuşak Tavlama Sonu Sertlik (BSD 30) | ISIL İŞLEM KOŞULLARI |                  |                     |                           | MENEVİŞ SICAKLIĞI VE MENEVİŞLEMEDEN SONRA ELDE EDİLEN TAKRİBİ SERTLİK (HRC) |               |
|-----------|-------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------|---------------------|---------------------------|---|---------------|
|           |             |                            |                                |                                       | İlk Isıtma °C        | İlk Ön Isıtma °C | İkinci Ön Isıtma °C | Sertleştirme sıcaklığı °C | °C  | Sertlik RSD-C |
| 1.3202    | H 12-1-4-5  | 1100-900                   | 780-810                        | 240-300                               | 450-600              | 850              | 1050                | 1220-1260                 | 560-580   | 65            |
| 1.3207    | H 10-4-3-10 | 1100-900                   | 800-830                        | 240-300                               | 450-600              | 850              | 1050                | 1210-1250                 | 550-570   | 65            |
| 1.3243    | H 6-5-2-5   | 1100-900                   | 790-820                        | 240-300                               | 450-600              | 850              | 1050                | 1210-1250                 | 550-570   | 64            |
| 1.3246    | H7-4-2-5    | 1100-900                   | 770-840                        | 240-300                               | 450-600              | 850              | 1050                | 1180-1220                 | 540-570   | 64            |
| 1.3255    | H 18-1-2-5  | 1150-900                   | 820-850                        | 240-300                               | 450-600              | 850              | 1050                | 1260-1300                 | 560-580   | 64            |
| 1.3342    | HC 6-5-2    | 1050-900                   | 770-820                        | 230-280                               | 450-600              | 850              | 1050                | 1180-1220                 | 540-560   | 64            |
| 1.3343    | H 6-5-2     | 1100-900                   | 790-820                        | 225-280                               | 450-600              | 850              | 1050                | 1200-1240                 | 540-560   | 64            |
| 1.3344    | H 6-5-3     | 1100-900                   | 770-820                        | 230-280                               | 450-600              | 850              | 1050                | 1200-1240                 | 550-570   | 64            |

## HIZ ÇELİKLERİ KULLANIM YERLERİ

| Malz. No. | DIN         | KULLANIM YERLERİ   |
|-----------|-------------|--|
| 1.3202    | H 12-1-4-5  | Sert malzemelerin işlenmesi için büyük aşınma dirençli basit ve finiş takımları, çok aşındırıcı malzemelerde |
| 1.3207    | H 10-4-3-10 | Yüksek dayanımlı çeliklerin yüksek kesme hızlarıyla işlenmesinde, yüksek ısı ve aşınma dayanımlı takımlar    |
| 1.3243    | H 6-5-2-5   | Fazla zorlanan matkap, profil takımları, yüksek güçlü freze  |
| 1.3246    | H7-4-2-5    | Spiral matkap, freze, rayba, yüksek dayanımlı malzemelerin işlenmesi için kalıp ve kılavuz                   |
| 1.3255    | H 18-1-2-5  | Tornalama ve boşaltma işlemlerinde temiz paso takımları, özellikler dökme demirlerin işlenmesinde            |
| 1.3342    | HC 6-5-2    | Spiral matkap, Yüksek güçlü freze, rayba, yüksek sertlik ve aşınma dayanımlı kesme ve darbeli takımlarda     |
| 1.3343    | H 6-5-2     | Rayba, spiral matkap, freze, kılavuz, raptiye, tornalama ve boşaltma takımlarında                            |
| 1.3344    | H 6-5-3     | Yüksek güçlü freze, fazla zorlanan raybalar, yüksek aşınma dirençli tığlar                                   |

## 3.9. Çelik Standartlarının Okunması



- 10XX = Alaşımız Sade Karbonlu Çelikler  
 11XX = Otomat Çelikleri  
 13XX = Manganolü çelikler  
 2XXX = Nikelli Çelikler  
 3XXX = Krom-Nikel Alaşımızlı Çelikler  
 303XX = Isıya ve Korozyona Dayanımlı Çelikler  
 4XXX = Molibden Alaşımızlı Çelikler  
 41XX = Molibden-Kromlu Alaşımızlı Çelikler  
 43XX = Molibden-Krom-Nikel Alaşımızlı Çelikler  
 46XX = Molibden-Nikel Alaşımızlı Çelikler  
 5XXX = Krom Alaşımızlı Çelikler  
 514XX = Isıya ve Korozyona Dayanımlı Çelikler  
 515XX = Isıya ve Korozyona Dayanımlı Çelikler  
 6XXX = Krom-Vanadyum Alaşımızlı Çelikler  
 7XXX = Krom-Wolfram Alaşımızlı Çelikler  
 8XXX = Nikel-Krom-Molibden Alaşımızlı Çelikler  
 92XX = Silis ve Mangan Alaşımızlı Çelikler

**Bilgi Notu:** 1. C >1 ise gösterim şekli 5 haneli olur ve son 3 hanesi C oranını verir.

**Örnek: SAE 1040**

Alaşımızsız ortalama 0,40 sade karbonlu çelik

%C : 0,37-0,44

%Mn : 0,60-0,90

%S : 0,03

%P : 0,05

**Örnek: SAE 4140**

Ortalama 0,40 karbonlu molibden-krom alaşımızlı çelik

%C : 0,38-0,43

%Mn : 0,75-1,00

%Cr : 0,80-1,10

%Mo : 0,15-0,25

%S : 0,03

%P : 0,04

**Çeliklerin Standartlarının belirtilmesi;**

X.YYZZ

- X: • 0 ise; ham demir, ferro alaşımlar ve demir esaslı döküm malzemeleri belirtir.
- 1 ise; çelik ve çelik döküm malzemeleri belirtir.
- 2 ise; demir olmayan ağır metaller ve alaşımları belirtir.
- 3 ise; hafif metaller ve alaşımları belirtir.
- 4-8 arası ise; metal olmayan malzemeleri belirtir.

YY anlamları aşağıdadır;

**Genel Çeşitler:**

- 00: Ticari ve temel kaliteler
- 01-02: Genel yapı çelikleri
- 03-07: Alaşımsız kaliteli çelikler
- 08-09: Alaşımlı kaliteli çelikler

**Özel Çeşitler:**

- 90: Ticari ve temel kaliteler
- 91-99: Diğer çeşitler

**Alaşımsız Asal Çelikler:**

- 10: Özel fiziksel özelliklere sahip çelikler
- 11-12: Yapı çelikleri
- 15-18: Kalitelerine göre alaşımsız kalite çelikler (15-W1, 16W2 vb.)

**Alaşımlı Asal Çelikler:**

- 22-28: Takım çelikleri
- 32-33: Hız çelikleri
- 34: Aşınmaya dayanıklı çelikler
- 35: Rulman çelikleri
- 36-39: Özel fiziksel özellikli demir esaslı malzemeler
- 40-41-43-44-45: Paslanmaz çelikler
- 47-48: Isınmaya dayanıklı çelikler
- 49: Yüksek sıcaklık malzemeleri
- 50-59: Yapı çelikleri
- 60-69: Yapı çelikleri
- 70-79: Yapı çelikleri
- 80-84: Yapı çelikleri
- 85: Nitrasyon çelikleri
- 88: Sert alaşımlar

**DIN/EN Normlarına Göre Çeliklerin Kimyasal Bileşimlerinin Sembolle Belirtilmesi;****Alaşımsız Çeliklerin Belirtilmesi:**

Alaşımsız çeliklerin belirtilmesinde C (Karbon) başa gelmek kaydıyla alaşımdaki karbon miktarının 100 ile çarpımında bulunan sayı yazılarak adlandırılır.

**Örnek:** Ortalama 0,45 karbonlu alaşımsız çelik C45 olarak adlandırılmaktadır. C harfinden sonra bazı harfler kullanılarak bazı özel nitelikler belirtilmektedir;

K (Ck): Fosfor ve kükürt miktarı düşük

F (Cf): Alevle yüzeyi setreleştirilebilen

Q (Cq): Soğuk şekillendirilebilen

M (Cm): Fosforu düşük, kükürtü çok düşük

**Düşük Alaşımlı Çeliklerin Belirlenmesi;**

Bu çeliklerin adlandırılmasında ilk önce karbon miktarının 100 ile çarpımında bulunan sayı yazılır ardından en yüksek miktarda içerdiği alaşım elementi başta olmak üzere düşük miktarda alaşım elementine göre yazılarak adlandırılır.

Burada alaşım elementlerinin bazen bir tanesi bazen tamamı yazılarak adlandırma yapılmaktadır. Alaşım elementleri belirtildikten sonra belirtilen sayılar elementlerin sırasıyla ve o elementin faktör çarpanına göre belirtilmektedir.

| Faktör Çarpan Sayısı | Elementler                            |
|----------------------|---------------------------------------|
| 4                    | Cr, Co, Mn, Si, Ni, W                 |
| 10                   | Al, Be, Cu, Mo, Nb, Ta, Ti, V, Zr, Pb |
| 100                  | C, Ce, P, S, N                        |
| 1000                 | B                                     |

**Örnek;**

|              |  |
|--------------|--|
| 15 Cr 3      | %0,15 karbon ve ortalama 0,75 Cr içeren düşük alaşımlı çelik                     |
| 24 CrMoV 5   | %0,24 karbon ve ortalama %1,25 Cr içeren, Cr-Mo-V alaşımlı, düşük alaşımlı çelik |
| 10 CrMo 9 10 | %0,1 karbon, %2,25 krom ve %1 Mo içeren düşük alaşımlı çelik                     |

**Yüksek Alaşımlı Çeliklerin Belirtilmesi,**

Önce X harfi yazılır daha sonra karbon miktarının 100 ile çarpımında bulunan sayı yazılır ardından en yüksek miktarda içerdiği alaşım elementi başta olmak üzere düşük miktarda alaşım elementine göre yazılarak adlandırılır. Burada belirtilen alaşım elementleri faktör çarpanı kullanılmadan belirtilir.

**Örnek;**

|               |  |
|---------------|--|
| X 8 CrNi 18 8 | %0,8 karbon, %18 krom ve %8 Nikel içeren yüksek alaşımlı Çelik           |
| X 50 NiCrWV13 | %0,50 karbon, %13 Nikel içeren Ni-Cr-W-V alaşımlı, yüksek alaşımlı çelik |

# 4

## Dikişsiz Çelik ● Çekme Borular

### Dikişsiz Boru Üretimi

Dikişsiz boruların üretimi iki yöntemle yapılabilir.

a-) Ekstrüzyon ile boru üretimi

b-) Özel haddeleme yöntemleriyle boru üretimi

Bu boruların üretimi genellikle sıcak işlemle ancak çok yumuşak metalik malzemelerde soğuk işlemle yapılır.

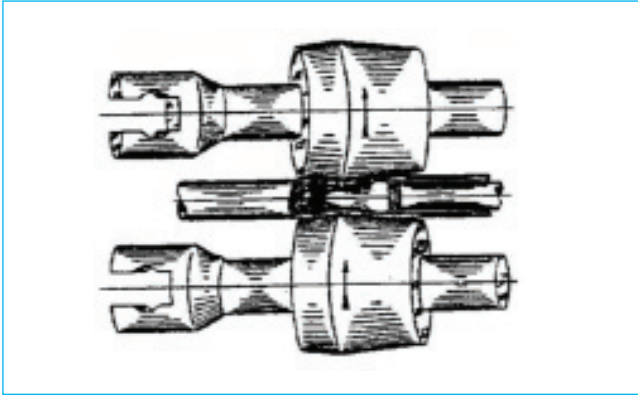
#### a-) Ekstrüzyon ile Boru Üretimi

Boru ekstrüzyonunda kullanılan silindirik metalik bloklar (takozlar), dolu veya delikli olabilir. Direkt ekstrüzyonla dolu ve delikli takozlardan indirekt ekstrüzyonda ise sadece delikli takozlardan boru üretilir.

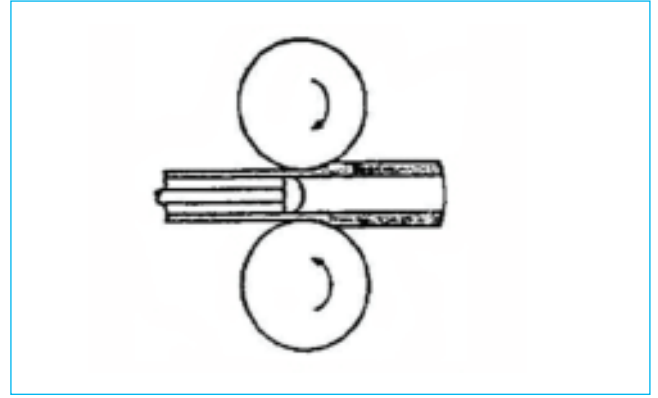
Boru ekstrüzyonunda pistonun ucuna bir malafa takılarak boru kesiti elde edilir. Şekilde görüldüğü gibi pistonun ucuna bağlanan malafa sabit, hareketli ve delme malafası olarak üç şekilde bağlanır.

#### b-) Özel Haddeleme Yöntemleri ile Dikişsiz Boru Üretimi

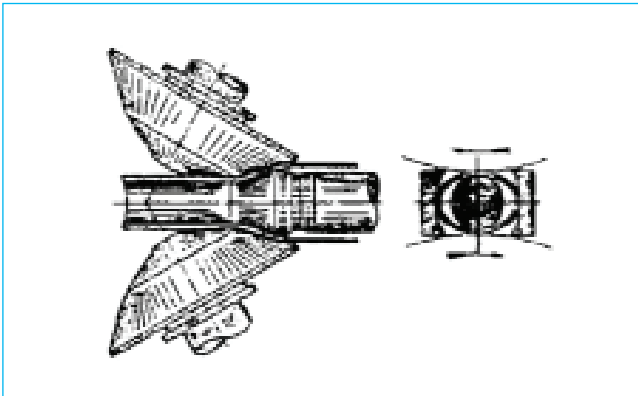
Bu yöntemle dikişsiz boru üretiminde prensip silindirik metal bloğunun sıcak işlemle delinmesidir. Bundan sonraki üretim kademeleri boru çapına ve et kalınlığına bağlı değişmektedir. Mannesmann boru üretim yöntemi olarak bilinen yöntemde sıcak silindirik blok, eksenleri birbirine göre az eğik olan ve aynı yönde dönen iki merdane ve delme işlemini gerçekleştiren bir zımba ile kalın et kalınlığında boru halinde getirir.



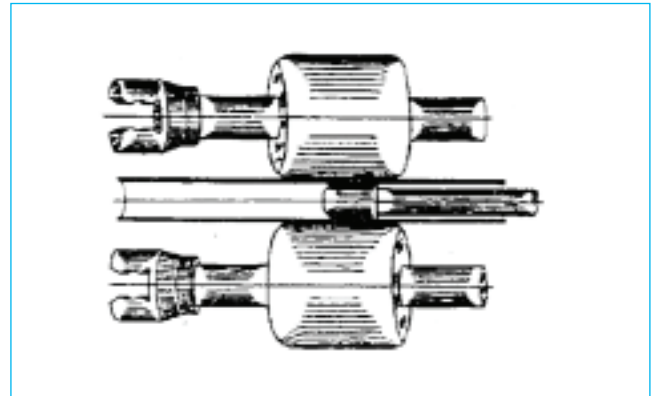
Mannesmann yöntemiyle dikişsiz boru üretimi



Haddeleme ile boru çapının ve et kalınlığının değiştirilmesi



Konik merdaneler ile boru çapının genişletilmesi



Haddeleme ve malafa ile iç ve dış boru yüzeylerinin işlenerek borunun boyutlandırılması

## BORU AĞIRLIK HESABI

Boruların ağırlık hesabı kesit ve yoğunluklarından yola çıkarak yapılmaktadır. Fakat bu uzun hesap yöntemi yerine ilgili sadeleştirmelerin yapıldığı aşağıdaki formül ile borunun 1 metresinin ağırlığını hesaplayabilirsiniz.

A: Borunun metre ağırlığı

D: Dış çap

e: Et kalınlığı  $A = (D-e) * e * 0,02464$

Burada unutulmaması gereken unsur bu hesabın teorik ağırlığı vereceğidir. Bilindiği gibi sıcak hadde borular için uluslararası normlar et kalınlığında (+/-) %9 -17,5 arasında değişen toleranslara müsaade etmektedir. Bu sınırlar dahilinde et kalınlığı değişim gösteren bir borunun gerçek kilosu da doğru orantılı olarak sapacaktır.

## BASINÇ HESABI

Boruların basınç hesabına etkileyen birçok faktör söz konusudur. Bunlardan bazıları çap, et kalınlığı, malzeme kalitesi, sıcaklık, üretim prosesinin etkileri, dinamik ve statik yüklenmeler, akışkanın türü vs. şeklinde sıralanabilir. Tüm bu etkenler nedeniyle doğru bir basınç hesabı yapabilmek teorik de olsa çok kolay değildir.

Burada belli emniyet katsayıları kullanılacağı öngörüsü ile özellikle çalışma sıcaklığından bağımsız olarak normal şartlar altında borunun basınç hesabını inceleyeceğiz.

P: Hidrostatik test basıncı (Bar)

k: Akma gerilmesinin yüzde katsayısı

s: Minimum akma gerilmesi (MPa)

D: Dış çap (mm)

t: Et kalınlığı (mm)

$$P = \frac{20 \times s \times k \times t}{D}$$

## Teknik Boru Tabloları

### STANDARTLARIN AÇILIMI

| Standart | Standartların Açılımı                    | Türkçe Karşılığı                     |
|----------|--|--------------------------------------|
| ANSI     | American National Standards Institute    | Amerika Ulusal Standartlar Enstitüsü |
| API      | American Petroleum Institute             | Amerikan Petrol Enstitüsü            |
| ASME     | American Society of Mechanical Engineers | Amerikan Makine Mühendisleri Birliği |
| ASTM     | ASTM International                       | Amerikan Test ve Malzemeler Birliği  |
| BSI      | British Standards Institution            | İngiltere Standartları               |
| DIN      | Deutsches Institut für Normung           | Alman Standartlar Enstitüsü          |
| EN       | European Standards                       | Avrupa Normu                         |
| GOST     | State Standards of Soviet                | Rusya Standartlar Birliği            |
| JIS      | Japanese Industrial Standards            | Japonya Standartlar Enstitüsü        |
| NF       | Norme Française                          | Fransa Standartları                  |

### k'nın belirlenmesi;

DIN 2448'e göre üretilen borularda

k= 0,70 olarak alınabilir.

API 5L için ise

GrA ve GrB kalitelerinde

k=0,60

X42 - X80 kalitelerinde

k=0,60 (Dış Çap < 5 9/16 inç)

k= 0,75 (6 5/8 < Dış

k= 0,85 (10 3/4 < Dış Çap < 18 inç)

k= 0,90 (Dış Çap > 20 inç)

### s'nin belirlenmesi;

Akma gerilmesi değeri olan s'nin tespitinde sık karşılaşılan bazı kaliteler için aşağıdaki değerleri kullanınız.

St 37 için, 235 MPa

St 44 için, 275 MPa

St 52 için, 355 Mpa

Gr B için, 240 Mpa



## SOĞUK BORULARDA KULLANILAN TANIMLAMALAR

| Eski Terim | Yeni Terim | Açıklaması   |
|------------|------------|--|
| + BK       | + C        | Soğuk çekmeden sonra ısıtım işlem görmemiş (sert parlak) borular   |
| + NBK      | + N        | Soğuk çekmeden sonra koruyucu gaz altında normalize edilmiş borular  |
| + GBK      | + A        | Soğuk çekmeden sonra gaz altında tavllanmış borular  |
| + BKM      | + CR 1     | Normal olarak ısıtım işlemine tabi tutulmamış, ancak son tavlama için uygun borular                                      |
|            | + CR 2     | Kaynak işlemi ve ölçü kalibrasyonundan sonra ısıtım işlem görmemiş borular   |
| + BKW      | + LC       | Isıtım işleminden sonra çok az şekil değiştirme oranında tamamlayıcı bir soğuk çekme işleminden geçmiş (yumuşak) borular |

## DİKİŞSİZ VE DİKİŞLİ BORULARDA KULLANILAN BAŞLICA TERİMLER

| Kısaltması | Açılımı                      | Açıklaması   |
|------------|------------------------------|--|
| SRM        | Stretch Reducing Mill        | Gerdirek çekme yöntemi ile                         |
| ERW        | Electrical Resistance Welded | Boyuna Kaynaklı Borular - Elektrik Direnc Kaynaklı |
| SAW        | Spiral Welded                | Spiral Kaynaklı Borular - Tozaltı metodu ile       |
| PE         | Plain End                    | Düz uçlu   |
| PBE        | Plain Both Ends              | Her iki tarafı düz uçlu                            |
| PLE        | Plain Large End              | Büyük ucu düz                                      |
| PSE        | Plain Small End              | Küçük ucu düz                                      |
| BW         | Butt Weld                    | Alın kaynaklı                                      |
| SW         | Socket Weld                  | Soket kaynaklı                                     |
| BBE        | Beveled Both Ends            | Her iki ucu kaynak ağızlı                          |
| BLE        | Beveled Large Ends           | Büyük ucu kaynak ağızlı                            |
| BSE        | Beveled Small Ends           | Küçük ucu kaynak ağızlı                            |
| THD        | Threaded                     | Dişli  |
| TBE        | Threaded Both Ends           | Her iki ucu dişli                                  |
| TLE        | Threaded Large End           | Büyük ucu dişli                                    |
| TSE        | Threaded Small End           | Küçük ucu dişli                                    |

## SCH NORMLARI

| NOMİNAL ÇAP | DIŞ ÇAP (INC) | DIŞ ÇAP (mm) | SCH 20 | SCH 30 | SCH 40 | SCH 60 | SCH 80 | SCH 100 | SCH 120 | SCH 140 | SCH 160 | XXS   |
|-------------|---------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-------|
|             | 1/8           | 10,30        |        |        | 1,73   |        | 2,41   |         |         |         |         |       |
|             | 1/4           | 13,70        |        |        | 2,24   |        | 3,02   |         |         |         |         |       |
| DN10        | 3/8           | 17,10        |        |        | 2,31   |        | 3,20   |         |         |         |         |       |
| DN15        | 1/2           | 21,30        |        |        | 2,77   |        | 3,73   |         |         |         | 4,78    | 7,47  |
| DN20        | 3/4           | 26,70        |        |        | 2,87   |        | 3,91   |         |         |         | 5,56    | 7,82  |
| DN25        | 1             | 33,40        |        |        | 3,38   |        | 4,55   |         |         |         | 6,35    | 9,09  |
| DN32        | 1 1/4         | 42,20        |        |        | 3,56   |        | 4,85   |         |         |         | 6,35    | 9,70  |
| DN40        | 1 1/2         | 48,30        |        |        | 3,68   |        | 5,08   |         |         |         | 7,14    | 10,16 |
| DN50        | 2             | 60,30        |        |        | 3,91   |        | 5,54   |         |         |         | 8,74    | 11,07 |
| DN65        | 2 1/2         | 73,00        |        |        | 5,16   |        | 7,01   |         |         |         | 9,52    | 14,02 |
| DN80        | 3             | 88,90        |        |        | 5,49   |        | 7,62   |         |         |         | 11,13   | 15,24 |
| DN90        | 3 1/2         | 101,60       |        |        | 5,74   |        | 8,08   |         |         |         |         |       |
| DN100       | 4             | 114,30       |        |        | 6,02   |        | 8,56   |         | 11,13   |         | 13,49   | 17,12 |
| DN125       | 5             | 141,30       |        |        | 6,55   |        | 9,52   |         | 12,70   |         | 15,88   | 19,05 |
| DN150       | 6             | 168,30       |        |        | 7,11   |        | 10,97  |         | 14,27   |         | 18,26   | 21,95 |
| DN200       | 8             | 219,10       | 6,35   | 7,04   | 8,18   | 10,31  | 12,70  | 15,09   | 18,26   | 20,62   | 23,01   |       |
| DN250       | 10            | 273,00       | 6,35   | 7,80   | 9,27   | 12,70  | 15,09  | 18,26   | 21,44   | 25,40   | 28,58   |       |
| DN300       | 12            | 323,90       | 6,35   | 8,38   | 10,31  | 14,27  | 17,47  | 21,44   | 25,40   | 28,58   | 33,34   |       |
| DN350       | 14            | 355,60       | 7,92   | 9,52   | 11,13  | 15,09  | 19,05  | 23,82   | 27,79   | 31,75   | 35,71   |       |
| DN400       | 16            | 406,40       | 7,92   | 9,52   | 12,70  | 16,64  | 21,44  | 26,19   | 30,96   | 36,52   | 40,49   |       |
| DN450       | 18            | 457,20       | 7,92   | 11,13  | 14,27  | 19,05  | 23,82  | 29,36   | 34,92   | 39,69   | 45,24   |       |
| DN500       | 20            | 508,00       | 9,52   | 12,70  | 15,09  | 20,62  | 26,19  | 32,54   | 38,10   | 44,45   | 50,01   |       |
| DN550       | 22            | 558,80       | 9,52   | 12,70  |        | 22,22  | 28,60  | 34,92   | 41,28   | 47,62   | 53,98   |       |
| DN600       | 24            | 609,60       | 9,52   | 14,27  | 17,48  | 24,61  | 30,96  | 38,89   | 46,02   | 52,30   | 59,54   |       |

## BASINÇ TABLOSU

| Nominal Çap |       | Nominal Çap |        |        | St. Et. Kal. |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|-------|-------------|--------|--------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| mm.         | İNÇ   | Seri 1      | Seri 2 | Seri 3 |              | 1.6 | 1.8 | 2   | 2.3 | 2.6 | 2.9 | 3.2 | 3.6 | 4   | 4.5 | 5   | 5.6 |
| -           | 1/8   | 10.2        | -      | -      | 1.6          | 506 | 579 | 656 | 776 | 903 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| -           | 1/4   | 13.5        | -      | -      | 1.8          | -   | 421 | 474 | 556 | 642 | 731 | 825 | 956 | -   | -   | -   | -   |
| -           | -     | -           | 16     | -      | 1.8          | -   | 349 | 392 | 458 | 527 | 598 | 671 | 774 | 881 | -   | -   | -   |
| 10          | 3/8   | 17.2        | -      | -      | 1.8          | -   | 322 | 362 | 422 | 485 | 550 | 616 | 709 | 806 | 933 | -   | -   |
| -           | -     | -           | 19     | -      | 2            | -   | -   | 324 | 378 | 433 | 490 | 549 | 630 | 714 | 824 | 940 | -   |
| -           | -     | -           | 20     | -      | 2            | -   | -   | 307 | 357 | 409 | 463 | 517 | 593 | 671 | 774 | 881 | -   |
| 15          | 1/2   | 21.3        | -      | -      | 2            | -   | -   | 286 | 333 | 381 | 431 | 482 | 551 | 623 | 717 | 815 | -   |
| -           | -     | -           | 25     | -      | 2            | -   | -   | 241 | 280 | 320 | 361 | 402 | 459 | 517 | 593 | 671 | 770 |
| -           | -     | -           | -      | 25.4   | 2            | -   | -   | 237 | 275 | 314 | 354 | 395 | 451 | 508 | 582 | 659 | 755 |
| 20          | 3/4   | 26.9        | -      | -      | 2.3          | -   | -   | 223 | 259 | 295 | 333 | 371 | 423 | 476 | 545 | 616 | 704 |
| -           | -     | -           | -      | 30     | 2.6          | -   | -   | -   | 230 | 263 | 295 | 329 | 374 | 421 | 481 | 542 | 619 |
| -           | -     | -           | 31.8   | -      | 2.6          | -   | -   | -   | 216 | 247 | 277 | 309 | 351 | 394 | 450 | 507 | 578 |
| 25          | 1     | 33.7        | -      | -      | 2.6          | -   | -   | -   | 204 | 232 | 261 | 290 | 329 | 370 | 422 | 475 | 540 |
| -           | -     | -           | 38     | -      | 2.6          | -   | -   | -   | -   | 204 | 229 | 255 | 289 | 324 | 369 | 415 | 471 |
| 32          | 1 1/4 | 42.4        | -      | -      | 2.6          | -   | -   | -   | -   | 182 | 204 | 227 | 257 | 288 | 327 | 367 | 416 |
| -           | -     | -           | -      | 44.5   | 2.6          | -   | -   | -   | -   | 173 | 194 | 215 | 244 | 273 | 310 | 348 | 395 |
| 40          | 1 1/2 | 48.3        | -      | -      | 2.6          | -   | -   | -   | -   | 159 | 178 | 197 | 224 | 250 | 284 | 318 | 360 |
| -           | -     | -           | 51     | -      | 2.6          | -   | -   | -   | -   | 150 | 168 | 186 | 211 | 236 | 268 | 300 | 339 |
| -           | -     | -           | -      | 54     | 2.6          | -   | -   | -   | -   | 141 | 158 | 175 | 199 | 222 | 252 | 282 | 319 |
| -           | -     | -           | 57     | -      | 2.9          | -   | -   | -   | -   | -   | 150 | 166 | 188 | 210 | 238 | 266 | 301 |
| 50          | 2     | 60.3        | -      | -      | 2.9          | -   | -   | -   | -   | -   | 141 | 156 | 177 | 198 | 224 | 250 | 283 |
| -           | -     | -           | 63.5   | -      | 2.9          | -   | -   | -   | -   | -   | 134 | 148 | 167 | 187 | 212 | 237 | 268 |
| -           | -     | -           | 70     | -      | 2.9          | -   | -   | -   | -   | -   | 121 | 134 | 151 | 169 | 191 | 214 | 241 |
| -           | -     | -           | -      | 73     | 2.9          | -   | -   | -   | -   | -   | 116 | 128 | 145 | 162 | 183 | 204 | 230 |
| 65          | 2 1/2 | 76          | -      | -      | 2.9          | -   | -   | -   | -   | -   | 111 | 123 | 139 | 155 | 175 | 196 | 221 |
| -           | -     | -           | -      | 82.5   | 3.2          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 113 | 128 | 142 | 161 | 180 | 202 |
| 80          | 3     | 88.9        | -      | -      | 3.2          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 105 | 118 | 132 | 149 | 166 | 187 |
| 90          | 3 1/2 | -           | 102    | -      | 3.6          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 103 | 115 | 129 | 144 | 163 |
| -           | -     | -           | -      | 108    | 3.6          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 97  | 108 | 122 | 136 | 153 |
| 100         | 4     | 114         | -      | -      | 3.6          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 91  | 102 | 115 | 128 | 144 |
| -           | -     | -           | 127    | -      | 4            | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 91  | 103 | 115 | 129 |
| -           | -     | -           | 133    | -      | 4            | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 87  | 98  | 109 | 123 |
| 125         | 5     | 140         | -      | -      | 4            | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 83  | 93  | 104 | 117 |
| -           | -     | -           | -      | 152    | 4.5          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 85  | 95  | 107 |
| -           | -     | -           | -      | 159    | 4.5          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 82  | 91  | 102 |
| 150         | 6     | 168         | -      | -      | 4.5          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 77  | 86  | 96  |
| -           | 7     | -           | -      | 178    | 5            | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 81  | 91  |
| -           | -     | -           | -      | 194    | 5.6          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 83  |
| 200         | 8     | 219         | -      | -      | 6.3          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| -           | 9     | -           | -      | 245    | 6.3          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 250         | 10    | 273         | -      | -      | 6.3          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 300         | 12    | 324         | -      | -      | 7.1          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 350         | 14    | 356         | --     | -      | 8            | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 400         | 16    | 406         | --     | -      | 8.8          | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 450         | 18    | 457         | --     | -      | 10           | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 500         | 20    | 508         | --     | -      | 11           | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 550         | 22    | -           | --     | 559    | 12.5         | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 600         | 24    | 610         | -      | -      | 12.5         | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 650         | 26    | -           | -      | 660    | 14.2         | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |

4. DİKİŞSİZ ÇELİK ÇEKME BORULAR

| 6.3 | 7.1 | 8   | 8.8 | 10  | 11  | 13  | 14   | 16   | 18   | 20   | 22  | 25   | 28  | 30   | 32   | 36   | 40   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|
| -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 890 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 873 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 813 | 944 | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 712 | 823 | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 664 | 767 | 888 | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 620 | 715 | 826 | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 539 | 619 | 714 | 802 | -   | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 476 | 545 | 627 | 702 | 820 | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 450 | 516 | 592 | 662 | 773 | 869 | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 411 | 470 | 538 | 601 | 700 | 785 | 920 | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 387 | 442 | 506 | 565 | 656 | 735 | 860 | 1010 | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 363 | 414 | 474 | 528 | 613 | 686 | 801 | 939  | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 342 | 390 | 446 | 497 | 576 | 644 | 750 | 877  | 1021 | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 321 | 367 | 419 | 466 | 539 | 602 | 701 | 818  | 950  | 1066 | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 304 | 346 | 395 | 440 | 508 | 567 | 659 | 768  | 890  | 997  | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 273 | 311 | 355 | 394 | 455 | 507 | 588 | 683  | 789  | 881  | 1044 | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 261 | 297 | 339 | 376 | 434 | 483 | 560 | 650  | 750  | 836  | 989  | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 250 | 285 | 324 | 360 | 415 | 462 | 534 | 619  | 714  | 796  | 940  | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 229 | 261 | 296 | 329 | 379 | 421 | 486 | 563  | 647  | 720  | 848  | 967 | -    | -   | -    | -    | -    | -    |
| 212 | 241 | 273 | 303 | 349 | 387 | 447 | 516  | 593  | 659  | 774  | 880 | 1023 | -   | -    | -    | -    | -    |
| 184 | 209 | 237 | 262 | 301 | 334 | 385 | 444  | 508  | 563  | 659  | 747 | 864  | 997 | 1090 | 1187 | -    | -    |
| 173 | 196 | 222 | 246 | 282 | 313 | 360 | 414  | 474  | 525  | 613  | 694 | 801  | 922 | 1007 | 1095 | 1282 | -    |
| 163 | 184 | 209 | 231 | 265 | 294 | 338 | 389  | 445  | 492  | 574  | 648 | 748  | 859 | 937  | 1017 | 1187 | -    |
| 146 | 165 | 187 | 207 | 237 | 262 | 301 | 346  | 395  | 437  | 508  | 573 | 659  | 755 | 821  | 890  | 1034 | 1187 |
| 139 | 157 | 178 | 197 | 226 | 250 | 287 | 329  | 375  | 415  | 482  | 543 | 624  | 714 | 776  | 840  | 974  | 1117 |
| 132 | 149 | 169 | 187 | 214 | 237 | 272 | 312  | 356  | 393  | 456  | 513 | 589  | 673 | 731  | 791  | 915  | 1047 |
| 121 | 136 | 155 | 171 | 195 | 216 | 248 | 284  | 323  | 357  | 413  | 465 | 532  | 607 | 659  | 712  | 821  | 937  |
| 115 | 131 | 148 | 163 | 187 | 207 | 237 | 271  | 309  | 340  | 394  | 443 | 507  | 578 | 627  | 676  | 780  | 888  |
| 109 | 123 | 139 | 154 | 176 | 194 | 223 | 255  | 290  | 320  | 370  | 416 | 475  | 541 | 586  | 632  | 728  | 828  |
| 103 | 116 | 132 | 145 | 166 | 184 | 210 | 241  | 273  | 301  | 349  | 391 | 447  | 508 | 550  | 593  | 681  | 774  |
| 94  | 106 | 120 | 133 | 152 | 168 | 192 | 220  | 249  | 275  | 317  | 356 | 406  | 461 | 499  | 537  | 616  | 698  |
| 83  | 94  | 106 | 117 | 134 | 148 | 169 | 193  | 219  | 241  | 278  | 311 | 354  | 402 | 434  | 467  | 534  | 603  |
| 74  | 84  | 95  | 105 | 119 | 132 | 150 | 172  | 195  | 214  | 247  | 276 | 314  | 356 | 384  | 412  | 471  | 531  |
| 66  | 75  | 85  | 93  | 106 | 117 | 134 | 153  | 173  | 191  | 219  | 245 | 279  | 315 | 340  | 365  | 416  | 468  |
| -   | 63  | 71  | 78  | 89  | 98  | 112 | 128  | 145  | 159  | 183  | 204 | 232  | 262 | 282  | 303  | 344  | 386  |
| -   | -   | 65  | 71  | 81  | 89  | 102 | 116  | 132  | 144  | 166  | 185 | 210  | 237 | 255  | 273  | 311  | 349  |
| -   | -   | -   | 62  | 71  | 78  | 89  | 101  | 115  | 126  | 144  | 161 | 182  | 206 | 221  | 237  | 269  | 301  |
| -   | -   | -   | -   | 63  | 69  | 79  | 90   | 102  | 111  | 128  | 143 | 161  | 182 | 195  | 209  | 237  | 265  |
| -   | -   | -   | -   | -   | 62  | 71  | 81   | 91   | 100  | 115  | 128 | 144  | 163 | 175  | 187  | 212  | 237  |
| -   | -   | -   | -   | -   | -   | 64  | 73   | 83   | 91   | 104  | 116 | 131  | 147 | 158  | 169  | 191  | 214  |
| -   | -   | -   | -   | -   | -   | 59  | 67   | 76   | 83   | 95   | 106 | 119  | 134 | 144  | 154  | 175  | 195  |
| -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 62   | 70   | 76   | 88   | 97  | 110  | 124 | 133  | 142  | 161  | 180  |

## DİKİŞSİZ ÇELİK ÇEKME BORULARI EBATLARI

| Nominal Çap |       | Nominal Çap |        |        | St. Et. Kal. | Nominal (%) |         |         |         |         |         |         |         |             |             |             |             |
|-------------|-------|-------------|--------|--------|--------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| mm.         | İNÇ   | Seri 1      | Seri 2 | Seri 3 |              | 1.6         | 1.8     | 2       | 2.3     | 2.6     | 2.9     | 3.2     | 3.6     | 4           | 4.5         | 5           | 5.6         |
| -           | 1/8   | 10,2        | -      | -      | 1,6          | +15 -10     | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| -           | 1/4   | 13,5        | -      | -      | 1,8          | -           | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | -           | -           | -           | -           |
| -           | -     | -           | 16     | -      | 1,8          | -           | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +12,5 -10   | -           | -           | -           |
| 10          | 3/8   | 17,2        | -      | -      | 1,8          | -           | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +12,5 -10   | +12,5 -10   | -           | -           |
| -           | -     | -           | 19     | -      | 2            | -           | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +12,5 -10   | +12,5 -10   | -           |
| -           | -     | -           | 20     | -      | 2            | -           | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +12,5 -10   | +12,5 -10   | -           |
| 15          | 1/2   | 21,3        | -      | -      | 2            | -           | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +12,5 -10   | +12,5 -10   | -           |
| -           | -     | -           | 25     | -      | 2            | -           | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +12,5 -10   | +12,5 -10   | +12,5 -10   |
| -           | -     | -           | -      | 25,4   | 2            | -           | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +12,5 -10   | +12,5 -10   | +12,5 -10   |
| 20          | 3/4   | 26,9        | -      | -      | 2,3          | -           | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +12,5 -10   | +12,5 -10   | +12,5 -10   |
| -           | -     | -           | -      | 30     | 2,6          | -           | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +12,5 -10   | +12,5 -10   |
| -           | -     | -           | 31,8   | -      | 2,6          | -           | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +12,5 -10   | +12,5 -10   |
| 25          | 1     | 33,7        | -      | -      | 2,6          | -           | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +12,5 -10   | +12,5 -10   |
| -           | -     | -           | 38     | -      | 2,6          | -           | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +12,5 -10   |
| 32          | 1 1/4 | 42,4        | -      | -      | 2,6          | -           | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +12,5 -10   |
| -           | -     | -           | -      | 44,5   | 2,6          | -           | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +12,5 -10   |
| 40          | 1 1/2 | 48,3        | -      | -      | 2,6          | -           | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +12,5 -10   |
| -           | -     | -           | 51     | -      | 2,6          | -           | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +12,5 -10   |
| -           | -     | -           | -      | 54     | 2,6          | -           | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +12,5 -10   |
| -           | -     | -           | 57     | -      | 2,9          | -           | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| 50          | 2     | 60,3        | -      | -      | 2,9          | -           | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| -           | -     | -           | 63,5   | -      | 2,9          | -           | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| -           | -     | -           | 70     | -      | 2,9          | -           | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| -           | -     | -           | -      | 73     | 2,9          | -           | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| 65          | 2 1/2 | 76          | -      | -      | 2,9          | -           | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| -           | -     | -           | -      | 82,5   | 3,2          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| 80          | 3     | 88,9        | -      | -      | 3,2          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| 90          | 3 1/2 | -           | 102    | -      | 3,6          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| -           | -     | -           | -      | 108    | 3,6          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| 100         | 4     | 114         | -      | -      | 3,6          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | +15 -10 | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| -           | -     | -           | 127    | -      | 4            | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     | +15 -10     |
| -           | -     | -           | 133    | -      | 4            | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 |
| 125         | 5     | 140         | -      | -      | 4            | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 |
| -           | -     | -           | -      | 152    | 4,5          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 |
| -           | -     | -           | -      | 159    | 4,5          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 |
| 150         | 6     | 168         | -      | -      | 4,5          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 |
| -           | 7     | -           | -      | 178    | 5            | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | +17,5 -12,5 | +17,5 -12,5 |
| -           | -     | -           | -      | 194    | 5,6          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | +17,5 -12,5 |
| 200         | 8     | 219         | -      | -      | 6,3          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| -           | 9     | -           | -      | 245    | 6,3          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| 250         | 10    | 273         | -      | -      | 6,3          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| 300         | 12    | 324         | -      | -      | 7,1          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| 350         | 14    | 356         | --     | -      | 8            | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| 400         | 16    | 406         | --     | -      | 8,8          | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| 450         | 18    | 457         | --     | -      | 10           | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| 500         | 20    | 508         | --     | -      | 11           | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| 550         | 22    | -           | --     | 559    | 12,5         | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| 600         | 24    | 610         | -      | -      | 12,5         | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |
| 650         | 26    | -           | -      | 660    | 14,2         | -           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -           | -           | -           | -           |



## KİMYASAL-MEKANİK ÖZELLİKLER

| NORM  | Malzeme Tanımı |           | Kimyasal Özellikler |           |           |       |       |           |           |           |      |       | Fiziksel Özellikler      |            |            |      |      |
|-------|----------------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|------|-------|--------------------------|------------|------------|------|------|
|       | Standart       | Kalite    | C                   | Mn        | Si        | Pmax  | Smax  | Cr        | Ni        | Mo        | Cu   | Diğer | Akma Re Mpa              | Min Rm Mpa | Max Rm MPa | Min% |      |
| ASTM  | A 53           | A         | max.0,25            | max.0,95  |           | 0,050 | 0,060 |           |           | 0,15      |      |       | 205                      | 330        |            |      |      |
|       |                | B         | max.0,30            | max.1,20  |           | 0,050 | 0,060 |           |           | 0,15      |      |       | 240                      | 415        |            |      |      |
|       | A 106          | A         | max.0,25            | 0,27-0,93 | min.0,10  | 0,048 | 0,060 |           |           | 0,15      |      |       | 205                      | 330        |            | 35   |      |
|       |                | B         | max.0,30            | 0,29-1,06 | min.0,10  | 0,048 | 0,060 |           |           | 0,15      |      |       | 240                      | 415        |            | 30   |      |
|       |                | C         | max.0,35            | 0,29-1,06 | min.0,10  | 0,048 | 0,060 |           |           | 0,15      |      |       | 275                      | 485        |            | 30   |      |
|       | A 161          | C         | 0,10-0,20           | 0,30-0,80 | max.0,25  | 0,035 | 0,035 |           |           |           |      |       | 180                      | 324        |            | 35   |      |
|       |                | T-1       | 0,10-0,20           | 0,30-0,80 | 0,10-0,50 | 0,025 | 0,025 |           |           | 0,44-0,65 |      |       | 207                      | 379        |            | 30   |      |
|       | A 179          |           | 0,06-0,18           | 0,27-0,63 |           | 0,050 | 0,060 |           |           |           |      |       | max.72 HBR               | 180        | 325        |      | 35   |
|       | A 192          |           | 0,06-0,18           | 0,27-0,63 | max.0,25  | 0,048 | 0,058 |           |           |           |      |       | max.77 HBR               | 180        | 325        |      | 35   |
|       | A 199          | T4        | 0,05-0,15           | 0,30-0,60 | 0,50-1,00 | 0,025 | 0,025 | 2,15-2,85 | max.0,40  | 0,44-0,65 |      |       | V 0,18-25 Al<br>max.0,04 | 172        | 415        |      | 30   |
|       |                | T11       | 0,05-0,15           | 0,30-0,60 | 0,50-1,00 | 0,025 | 0,025 | 1,00-1,50 |           | 0,44-0,65 |      |       |                          | 172        | 415        |      | 30   |
|       | A 209          | T1        | 0,10-0,20           | 0,30-0,80 | 0,10-0,50 | 0,045 | 0,045 |           |           | 0,44-0,65 |      |       |                          | 207        | 380        |      | 30   |
|       |                | T1a       | 0,15-0,25           | 0,30-0,80 | 0,10-0,50 | 0,045 | 0,045 |           |           | 0,44-0,65 |      |       |                          | 193        | 365        |      | 30   |
|       |                | T1b       | max.0,14            | 0,30-0,80 | 0,10-0,50 | 0,045 | 0,045 |           |           | 0,44-0,65 |      |       |                          | 220        | 415        |      | 30   |
|       | A 210          | A-1       | max.0,27            | max.0,93  | min.0,10  | 0,048 | 0,058 |           |           |           |      |       |                          | 255        | 415        |      | 30   |
|       |                | C         | max.0,35            | 0,29-1,06 | min.0,10  | 0,048 | 0,058 |           |           |           |      |       |                          | 275        | 485        |      | 30   |
|       | A 213          | T11       | 0,05-0,15           | 0,30-0,60 | 0,50-1,00 | 0,030 | 0,030 | 1,00-1,50 | max.0,40  | 0,44-0,65 |      |       | V 0,18-25 Al<br>max.0,04 | 207        | 415        |      | 30   |
|       |                | T22       | 0,05-0,15           | 0,30-0,60 | max.0,50  | 0,025 | 0,025 | 1,9-2,6   |           | 0,87-1,13 |      |       |                          | 207        | 415        |      | 30   |
|       | A 333          | 1         | max.0,30            | 0,40-1,06 |           | 0,050 | 0,060 |           |           |           |      |       |                          | 205        | 380        |      | 35   |
|       |                | 6         | max.0,30            | 0,29-1,06 | min.0,10  | 0,048 | 0,058 |           |           |           |      |       |                          | 240        | 415        |      | 30   |
|       | A 334          | 1         | max.0,30            | 0,40-1,06 |           | 0,050 | 0,060 |           |           |           |      |       |                          | 207        | 380        |      | 35   |
|       |                | 6         | max.0,30            | 0,29-1,06 | min.0,10  | 0,048 | 0,058 |           |           |           |      |       |                          | 240        | 415        |      | 30   |
|       | A 335          |           | 0,05-0,15           | 0,30-0,60 | max.0,50  | 0,045 | 0,045 | 0,80-1,25 |           | 0,44-0,65 |      |       |                          | 220        | 415        |      | 30   |
|       | A 524          | I, II     | max.0,21            | 0,90-1,35 | 0,10-0,40 | 0,048 | 0,058 |           |           |           |      |       |                          | 240        | 414        | 586  | 30   |
| A 556 | A              | max.0,18  | 0,27-0,63           |           | 0,048     | 0,058 |       |           |           |           |      |       | 180                      | 320        |            | 35   |      |
|       | B              | max.0,27  | 0,29-0,93           | min.0,10  | 0,048     | 0,058 |       |           |           |           |      |       | 255                      | 410        |            | 30   |      |
|       | C2             | max.0,30  | 0,29-1,06           | min.0,10  | 0,048     | 0,058 |       |           |           |           |      |       | 275                      | 480        |            | 30   |      |
| A 692 |                | 0,17-0,26 | 0,46-0,94           | 0,18-0,37 | 0,025     | 0,025 |       |           | 0,42-0,68 |           |      |       | 290                      | 441        | 579        | 20   |      |
| API   | API 5L PSL 1   | A         | max.0,22            | max.0,90  |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       | 207                      | 331        |            |      |      |
|       |                | B         | max.0,28            | max.1,15  |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       | 240                      | 413        |            | 22,5 |      |
|       |                | X42       | max.0,28            | max.1,25  |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       | 275                      | 413        |            | 23   |      |
|       |                | X46       | max.0,28            | max.1,35  |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       | 317                      | 434        |            | 22   |      |
|       |                | X52       | max.0,28            | max.1,35  |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       | 359                      | 455        |            | 21   |      |
|       |                | X56       | max.0,28            | max.1,35  |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       | 386                      | 490        |            | 20   |      |
|       |                | X60       | max.0,28            | max.1,40  |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       | 414                      | 517        |            | 19   |      |
|       |                | X65       | max.0,28            | max.1,40  |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       | 448                      | 531        |            | 18   |      |
|       | API 5L PSL 2   | B         | max.0,24            | max.1,15  |           | 0,025 | 0,015 |           |           |           |      |       | 241                      | 414        | 758        | 23   |      |
|       |                | X42       | max.0,24            | max.1,25  |           | 0,025 | 0,015 |           |           |           |      |       | 290                      | 414        | 758        | 23   |      |
|       |                | X46       | max.0,24            | max.1,35  |           | 0,025 | 0,015 |           |           |           |      |       | 317                      | 434        | 758        | 22   |      |
|       |                | X52       | max.0,24            | max.1,35  |           | 0,025 | 0,015 |           |           |           |      |       | 359                      | 455        | 758        | 21   |      |
|       |                | X56       | max.0,24            | max.1,35  |           | 0,025 | 0,015 |           |           |           |      |       | 386                      | 490        | 758        | 20   |      |
|       |                | X60       | max.0,24            | max.1,40  |           | 0,025 | 0,015 |           |           |           |      |       | 414                      | 517        | 758        | 19   |      |
|       |                | X65       | max.0,24            | max.1,40  |           | 0,025 | 0,015 |           |           |           |      |       | 448                      | 531        | 758        | 18   |      |
|       | API 5 CT       | H40       |                     |           |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       |                          | 276        | 414        |      | 22,5 |
|       |                | J 55      |                     |           |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       |                          | 379        | 517        |      | 18,5 |
|       |                | K 55      |                     |           |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       |                          | 379        | 655        |      | 15   |
|       |                | N 80      |                     |           |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       |                          | 552        | 689        |      | 14,5 |
|       |                | M 65      |                     |           |           | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       |                          | 448        | 586        |      | 16,5 |
|       |                | L 80      | max.0,43            | max.1,90  | max.0,45  | 0,030 | 0,030 |           | max.0,25  |           | 0,35 |       |                          | 552        | 655        |      | 15   |
|       |                | C 90      | max.0,35            | max.1,00  |           | 0,020 | 0,010 | 1,2       | max.0,99  | 0,25-0,75 |      |       |                          | 621        | 689        |      | 14   |
|       |                | C 95      | max.0,45            | max.1,90  | max.0,45  | 0,030 | 0,030 |           |           |           |      |       |                          | 655        | 724        |      | 13   |
|       |                | T 95      | max.0,35            | max.1,20  |           | 0,020 | 0,010 | 0,40-1,50 | max.0,99  | 0,25-0,85 |      |       |                          | 655        | 724        |      | 13   |
|       | P110           |           |                     |           | 0,030     | 0,030 |       |           |           |           |      |       | 758                      | 862        |            | 11,5 |      |
|       | Q125           | max.0,35  | max.1,00            |           | 0,020     | 0,010 | 1,2   | max.0,99  | 0,75      |           |      |       | 862                      | 931        |            | 10,5 |      |
| BS    | 3059/2         | HFS 440   | 0,12-0,18           | 0,90-1,20 | 0,10-0,35 | 0,040 | 0,035 |           |           |           |      |       | 245                      | 440        | 580        | 21   |      |
|       |                | HFS 360   | max.0,17            | 0,40-0,80 | max.0,35  | 0,040 | 0,040 |           |           |           |      |       | 235                      | 360        | 500        | 25   |      |
|       |                | HFS 430   | max.0,21            | 0,40-1,20 | max.0,35  | 0,040 | 0,040 |           |           |           |      |       | 275                      | 430        | 570        | 22   |      |
|       | 6323/3         | HFS 3     | max.0,20            | max.0,90  | max.0,35  | 0,050 | 0,050 |           |           |           |      |       |                          | 360        |            | 24   |      |
|       |                | HFS 4     | max.0,25            | max.1,20  | max.0,35  | 0,050 | 0,050 |           |           |           |      |       |                          | 410        |            | 22   |      |
|       |                | HFS 5     | max.0,23            | max.1,50  | max.0,50  | 0,050 | 0,050 |           |           |           |      |       |                          | 490        |            | 20   |      |
|       | HFS 8          | 0,40-0,55 | 0,50-0,90           | max.0,35  | 0,050     | 0,050 |       |           |           |           |      |       | 540                      |            | 18         |      |      |

4. DİKİŞSİZ ÇELİK ÇEKME BORULAR

| NORM  | Malzeme Tanımı |           | Kimyasal Özellikler |           |           |       |           |           |           |          |             |              | Fiziksel Özellikler |            |            |      |    |
|-------|----------------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|--------------|---------------------|------------|------------|------|----|
|       | Standart       | Kalite    | C                   | Mn        | Si        | Pmax  | Smax      | Cr        | Ni        | Mo       | Cu          | Diğer        | Akma Re Mpa         | Min Rm Mpa | Max Rm MPa | Min% |    |
| DINPI | 1629           | St 37.0   | max,0,17            |           |           | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             |              | 235                 | 350        | 480        | 25   |    |
|       |                | St 44.0   | max,0,21            |           |           | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             |              | 275                 | 420        | 550        | 21   |    |
|       |                | St 52.0   | max,0,22            | max,1,60  | max,0,55  | 0,040 | 0,035     |           |           |          |             | Al min,0,020 | 355                 | 500        | 650        | 21   |    |
|       | 1630           | St 34.4   | max,0,17            | min,0,35  | max,0,35  | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             | Al min,0,020 | 235                 | 350        | 480        | 25   |    |
|       |                | St 44.4   | max,0,20            | min,0,40  | max,0,35  | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             | Al min,0,020 | 275                 | 420        | 550        | 21   |    |
|       |                | St 52.4   | max,0,22            | max,1,60  | max,0,55  | 0,040 | 0,035     |           |           |          |             | Al min,0,020 | 355                 | 500        | 650        | 21   |    |
|       | 17121          | St 37.2   | max,0,17            |           |           | 0,050 | 0,050     |           |           |          |             |              | Al min,0,020        | 235        | 340        | 470  | 26 |
|       |                | St 37.3   | max,0,17            |           |           | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             |              | Al min,0,020        | 235        | 340        | 470  | 26 |
|       |                | St 44.2   | max,0,21            |           |           | 0,050 | 0,050     |           |           |          |             |              | Al min,0,020        | 275        | 410        | 540  | 22 |
|       |                | St 44.3   | max,0,20            |           |           | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             |              | Al min,0,020        | 275        | 410        | 540  | 22 |
|       |                | St 52.3   | max,0,22            |           |           | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             |              | Al min,0,020        | 355        | 490        | 630  | 22 |
|       | 17124          | StE 255   | max,0,18            | 0,50-1,30 | max,0,40  | 0,035 | 0,030     | max,0,30  | max,0,30  | max,0,08 | max,0,20    | Al min,0,020 |                     | 360        | 480        | 25   |    |
|       | 17179          | TStE 255  | max,0,16            | 0,50-1,30 | max,0,40  | 0,030 | 0,025     | max,0,30  | max,0,30  | max,0,08 | max,0,20    | Al min,0,020 |                     | 360        | 480        | 25   |    |
|       |                | ESTE 255  | max,0,16            | 0,50-1,30 | max,0,40  | 0,025 | 0,015     | max,0,30  | max,0,30  | max,0,08 | max,0,20    | Al min,0,020 |                     | 360        | 480        | 25   |    |
|       |                | StE 285   | max,0,18            | 0,60-1,40 | max,0,40  | 0,035 | 0,030     | max,0,30  | max,0,30  | max,0,08 | max,0,20    | Al min,0,020 |                     | 390        | 510        | 24   |    |
|       |                | TStE 285  | max,0,16            | 0,60-1,40 | max,0,40  | 0,030 | 0,025     | max,0,30  | max,0,30  | max,0,08 | max,0,20    | Al min,0,020 |                     | 390        | 510        | 24   |    |
|       |                | ESTE 285  | max,0,16            | 0,60-1,40 | max,0,40  | 0,025 | 0,015     | max,0,30  | max,0,30  | max,0,08 | max,0,20    | Al min,0,020 |                     | 390        | 510        | 24   |    |
|       |                | StE 355   | max,0,20            | 0,90-1,65 | 0,10-0,50 | 0,035 | 0,030     | max,0,30  | max,0,30  | max,0,08 | max,0,20    | Al min,0,020 |                     | 490        | 630        | 22   |    |
|       |                | TStE 355  | max,0,18            | 0,90-1,65 | 0,10-0,50 | 0,030 | 0,025     | max,0,30  | max,0,30  | max,0,08 | max,0,20    | Al min,0,020 |                     | 490        | 630        | 22   |    |
|       |                | ESTE 355  | max,0,18            | 0,90-1,65 | 0,10-0,50 | 0,025 | 0,015     | max,0,30  | max,0,30  | max,0,08 | max,0,20    | Al min,0,020 |                     | 490        | 630        | 22   |    |
|       | 17204          | C22       | 0,17-0,24           | 0,30-0,60 | max,0,40  | 0,045 | 0,045     |           |           |          |             |              |                     | 420        | 550        | 21   |    |
|       |                | Ck22      | 0,17-0,24           | 0,30-0,60 | max,0,40  | 0,035 | 0,035     |           |           |          |             |              |                     | 420        | 550        | 21   |    |
|       |                | Cm22      | 0,17-0,24           | 0,30-0,60 | max,0,40  | 0,035 | 0,035     |           |           |          |             |              |                     | 420        | 550        | 21   |    |
|       |                | C35       | 0,32-0,39           | 0,50-0,80 | max,0,40  | 0,045 | 0,045     |           |           |          |             |              |                     | 520        | 670        | 17   |    |
|       |                | Ck35      | 0,32-0,39           | 0,50-0,80 | max,0,40  | 0,035 | 0,035     |           |           |          |             |              |                     | 520        | 670        | 17   |    |
|       |                | Cm35      | 0,32-0,39           | 0,50-0,80 | max,0,40  | 0,035 | 0,035     |           |           |          |             |              |                     | 520        | 670        | 17   |    |
|       |                | C45       | 0,42-0,50           | 0,50-0,80 | max,0,40  | 0,045 | 0,045     |           |           |          |             |              |                     | 610        | 760        | 16   |    |
|       |                | Ck45      | 0,42-0,50           | 0,50-0,80 | max,0,40  | 0,035 | 0,035     |           |           |          |             |              |                     | 610        | 760        | 16   |    |
|       |                | Cm45      | 0,42-0,50           | 0,50-0,80 | max,0,40  | 0,035 | 0,035     |           |           |          |             |              |                     | 610        | 760        | 16   |    |
|       | 17175          | St 35.8   | max,0,17            | 0,40-0,80 | 0,10-0,35 | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             |              |                     | 235        | 360        | 480  | 25 |
|       | St 45.8        | max,0,21  | 0,40-1,20           | 0,10-0,35 | 0,040     | 0,040 |           |           |           |          |             |              | 255                 | 410        | 530        | 21   |    |
|       | 17Mn4          | 0,14-0,20 | 0,90-1,20           | 0,20-0,40 | 0,040     | 0,040 | max,0,30  |           |           |          |             |              | 270                 | 460        | 580        | 23   |    |
|       | 19Mn5          | 0,17-0,22 | 1,00-1,30           | 0,30-0,60 | 0,040     | 0,040 | max,0,30  |           |           |          |             |              | 310                 | 510        | 610        | 19   |    |
|       | 15Mo3          | 0,12-0,20 | 0,40-0,80           | 0,10-0,35 | 0,035     | 0,035 |           |           | 0,25-0,35 |          |             |              | 270                 | 450        | 600        | 22   |    |
|       | 13CrMo44       | 0,10-0,18 | 0,40-0,70           | 0,10-0,35 | 0,035     | 0,035 | 0,70-1,10 |           | 0,45-0,6  |          |             |              | 290                 | 440        | 590        | 22   |    |
|       | 10CrMo9 10     | 0,08-0,15 | 0,40-0,70           | max,0,50  | 0,035     | 0,035 | 2,00-2,50 |           | 0,90-1,20 |          |             |              | 280                 | 450        | 600        | 20   |    |
|       | 14MoV 6 3      | 0,10-0,18 | 0,40-0,70           | 0,10-0,35 | 0,035     | 0,035 | 0,30-0,60 |           | 0,50-0,70 |          | V 0,22-0,32 |              | 280                 | 460        | 610        | 20   |    |
| GOST  | 8731/8732      | 10        | 0,07-0,14           | 0,35-0,65 | 0,17-0,37 | 0,035 | 0,040     | max,0,15  |           |          |             |              | 205                 | 330        |            | 31   |    |
|       |                | 20        | 0,17-0,24           | 0,35-0,65 | 0,17-0,37 | 0,035 | 0,040     | max,0,25  |           |          |             |              | 245                 | 410        |            | 25   |    |
|       |                | 35        | 0,32-0,40           | 0,50-0,80 | 0,17-0,37 | 0,035 | 0,040     | max,0,25  |           |          |             |              | 315                 | 530        |            | 20   |    |
|       |                | 45        | 0,42-0,50           | 0,50-0,80 | 0,17-0,37 | 0,035 | 0,040     | max,0,25  |           |          |             |              | 355                 | 600        |            | 16   |    |
|       |                | 20X       | 0,17-0,23           | 0,50-0,80 | 0,17-0,37 | 0,035 | 0,035     | 0,70-1,00 |           |          |             |              |                     | 431        |            |      |    |
|       | 19281          | 09G2S     | max,0,12            | 1,30-1-70 | 0,50-0,80 |       |           | max,0,30  | max,0,30  |          | max,0,30    |              |                     | 345        | 490        |      | 21 |
|       | 8731/8732      | 10        | 0,07-0,14           | 0,35-0,65 | 0,17-0,37 | 0,035 | 0,040     | max,0,15  |           |          |             |              |                     | 205        | 330        |      | 31 |
|       |                | 20        | 0,17-0,24           | 0,35-0,65 | 0,17-0,37 | 0,035 | 0,040     | max,0,25  |           |          |             |              |                     | 245        | 410        |      | 25 |
|       |                | 35        | 0,32-0,40           | 0,50-0,80 | 0,17-0,37 | 0,035 | 0,040     | max,0,25  |           |          |             |              |                     | 315        | 530        |      | 20 |
|       |                | 45        | 0,42-0,50           | 0,50-0,80 | 0,17-0,37 | 0,035 | 0,040     | max,0,25  |           |          |             |              |                     | 355        | 600        |      | 16 |
|       | 20X            | 0,17-0,23 | 0,50-0,80           | 0,17-0,37 | 0,035     | 0,035 | 0,70-1,00 |           |           |          |             |              | 431                 |            |            |      |    |
|       | 19281          | 09G2S     | max,0,12            | 1,30-1-70 | 0,50-0,80 |       |           | max,0,30  | max,0,30  |          | max,0,30    |              |                     | 345        | 490        |      | 21 |
| TS    | TS 346         | Fe 37     | max,0,17            |           |           | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             |              | 235                 | 480        |            | 25   |    |
|       | TS 302         | Fe 45.2   | max,0,25            |           |           | 0,050 | 0,050     |           |           |          |             |              | 255                 | 540        |            | 21   |    |
|       | TS 381         | Fe 45.8   | max,0,21            | 0,40-0,35 | 0,10-0,35 | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             |              | 255                 | 530        |            | 21   |    |
|       | TS 346         | Fe 37     | max,0,17            |           |           | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             |              | 235                 | 480        |            | 25   |    |
|       | TS 302         | Fe 45.2   | max,0,25            |           |           | 0,050 | 0,050     |           |           |          |             |              | 255                 | 540        |            | 21   |    |
|       | TS 381         | Fe 45.8   | max,0,21            | 0,40-0,35 | 0,10-0,35 | 0,040 | 0,040     |           |           |          |             |              | 255                 | 530        |            | 21   |    |

# 5 Tahribatsız ● Muayene Yöntemleri



## Giriş

Yaşantımız boyunca, seyahat ederken, televizyon seyrederken veyahut imalatta sorunsuz çalışan sistemler bekleriz. Çoğu zaman da hayatlarımızı emanet ettiğimiz ve gün geçtikçe daha da otomatikleşen cihaz ve sistemlerden doğabilecek riskleri düşünmek yerine bunların imalatçısına ve tasarımcısına güvenmek zorunda kalırız.

İşte bu yüzden imalatta bu sorumluluğu alan bizler ürettiğimiz mamulleri birçok ayrıntılı test ve muayeneden geçirmek zorundayız. Bu test ve muayenelerin en çok kullanılanları tahribatsız malzeme muayene yöntemleri başlığı altında incelenir. Tahribatsız malzeme muayene, kalite kontrolün bir bölümü olup, üretimin tamamlayıcı bir parçasıdır. Tanım olarak, malzemenin herhangi bir şekilde bütünlüğünü ve kullanılabilirliğini bozmadan yüzeyinde ve iç yapısında bulunan hatalarının ve metalürjik durumunun test edilmesidir. Bu yöntemler örnekleme yapılarak ya da üretimin kalitesinin %100 kontrolü şeklinde kullanılabilir. Yüksek teknoloji ile birlikte, üretimin her safhasında ve kullanım esnasında uygulanabilmektedir. Kontrolün verimli olabilmesinin, test edilen malzeme hakkında maksimum derecede bilgi edinmek ve bulgular sonucunda üretim ile gerekli iletişimi sağlayabilmek için testi gerçekleştiren kişinin gerekli eğitime ve tecrübeye ihtiyacı vardır. Tahribatsız malzeme muayene sadece standardın altında olan malzemeleri reddeden bir yöntem değil, aynı zamanda iyi olan malzemenin güvencesi olan bir yöntemdir. Bu yöntemde birçok prensibin kombinasyonu kullanılmakta olup, tüm istekleri karşılayan tek bir metot bulunmamaktadır.

Aşağıda endüstride en çok kullanılan metotların kısaca açıklamaları, uygulama alanları, avantaj ve dezavantajlarına yer verilmiştir. Bu metotlar:

- Radyografi Yöntemi
- Magnetik Partikül Yöntemi
- Penetrant Yöntemi
- Ultrasonik Yöntemi
- Girdap Akımları (Eddy Current) Yöntemi

(Bu metotların yanı sıra akustik, hidrojen kaçak yöntemi, görsel muayene gibi yöntemler de bulunmaktadır.)

### 5.1. Radyografi - X ve Gama

Bu yöntem ferromagnetik ve ferromagnetik olmayan metaller ve diğer malzemelerde uygulanır. X ışınları malzemelere zarar vermeden iç yapılarını inceleme olanağı sağladığından, tahribatsız muayenede yaygın olarak kullanılmaktadırlar. X ya da gama ışınlarıyla malzemelerdeki kalınlık değişimleri, yapısal değişiklikler, içteki hatalar, montaj detayları tespit edilebilmektedir.

Elektriksel olarak üretilen x ışınları ve radyoaktif izotoplardan yayılan gama ışınları, içerisinden geçtikleri malzeme tarafından absorbe edilirler. Kalınlığın artmasıyla beraber absorbe edilen miktarda artar. Dolayısıyla, daha yoğun malzemede daha fazla radyasyon absorbe edilir.

Işık gibi x ve gama ışınları da elektromagnetik dalga gurubuna aittirler. Aralarındaki tek fark dalga boylarının farklı olmasıdır. X ve gama ışınlarının dalga boyları çok küçük olduğundan gözle görülmezler ve malzemeleri delebilmeye yetenekleri vardır.

X ve gama ışınları, ışık ile aynı özelliklere sahip olup, gümüş kristallerini fotoğraf filmi üzerinde metalik gümüşe çevirirler ve filme ulaşan radyasyon yoğunluğu oranına göre bir resim oluştururlar.

Endüstriyel radyografide en temel kural, malzemenin bir tarafında ışın kaynağının, diğer tarafında ise bir algılayıcının (detektör) bulunmasıdır. Radyasyon kaynağı olarak x ya da gama ışın kaynağı, detektör olarak da film kullanılmaktadır. Radyasyon kaynağının enerjisi malzemeyi delebilecek güçte seçilmelidir. Enerjinin delme gücünü belirleyen dalga boyudur. Dalga boyu küçüldükçe delme gücü artar. X ışını radyografisinde x ışınlarının delme gücü, x ışın tüpüne uygulanan voltaj ile ayarlanır. Çelik için her inç kalınlığa yaklaşık olarak 1000 volt gereklidir. Gama radyografisinde delme gücünü izotop belirler ve her izotop için değiştirilmesi olanaksızdır. 1/2"ten 1"e kadar çelikler için iridyum 192, 3/4"ten 2 1/2"e kadar çelikler için sezyum 134 kullanılır.

Malzemeyi delerek karşı tarafa geçen ışınları algılayan film, genellikle ışık geçirmez bir zarf içerisine konularak test edilen malzemenin arka tarafına yerleştirilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken kural, zarfın ön yüzeyi ışınları kolaylıkla geçirebilecek malzemeden yapılmış olmasıdır.

X ışınlarının film üzerinde oluşturduğu görüntü, normal bir ışık kaynağının oluşturduğu gölgeye benzemektedir. Gölgeden farklı olarak malzemenin kalınlığına ve yoğunluğuna bağlı olarak film üzerinde oluşan gölgenin (görüntünün) yoğunluğu da değişmektedir. Görüntünün netliği ve büyüklüğü, radyasyon kaynağının odak büyüklüğüne, radyasyon kaynağının filme olan uzaklığına, malzemenin filme olan mesafesine bağlıdır.

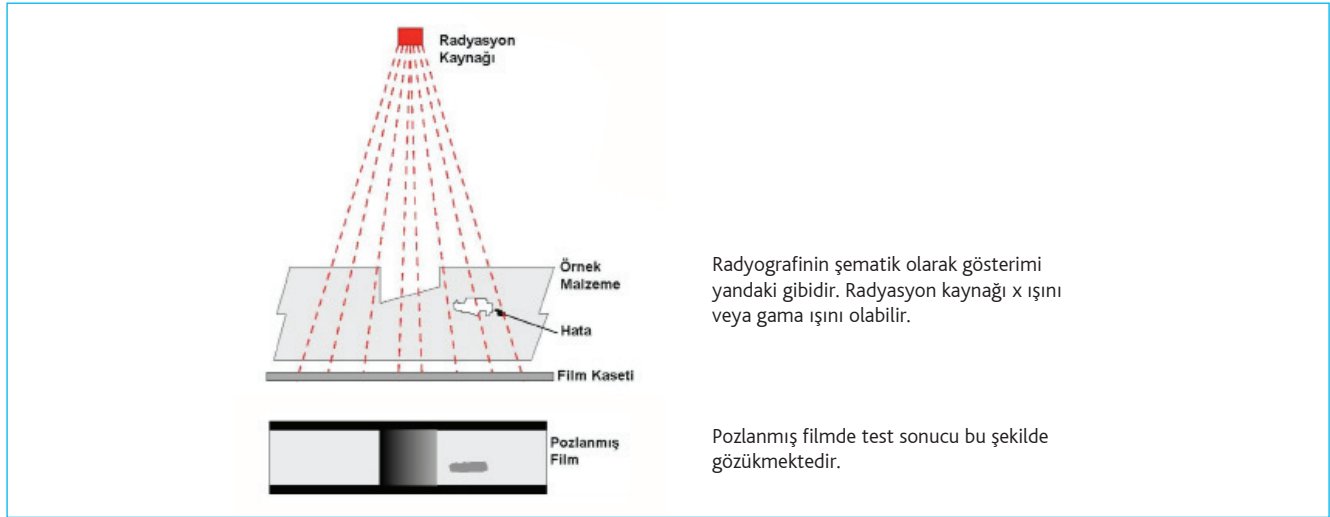
Kaset içerisindeki film, test parçasının arkasına yerleştirildikten sonra belli bir süre x ışınları ile pozlanır. Pozlanmış film, banyo edildikten sonra kararma miktarına bakılır. Filmin kararması kısaca yoğunluk olarak adlandırılmaktadır. Filmde farklı yoğunlukların olması, test edilen parçada farklı yapıların olduğunu göstermektedir. Filmin fazla radyasyon alan kısımları daha fazla kararır. Bunun anlamı, bu bölgede film yoğunluğu yüksektir. Örneğin, malzemede bir boşluk film üzerinde daha siyah olarak görülür. Filmin sağlıklı okunup değerlendirilebilmesi için ışıklı film okuma cihazları kullanılmaktadır.

### Avantajları

- Sonuç resim olarak görüntülenir.
- Test ortamından farklı bir yerde ve zamanda görülebilecek kalıcı kayıt sağlar.
- İnce parçalar için uygundur.
- Hassasiyet her film üzerinde gösterilmektedir.
- Herhangi bir malzemede uygulanabilir.

### Dezavantajları

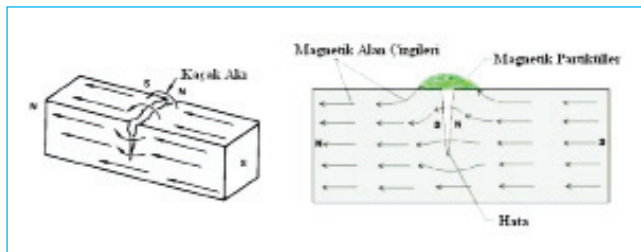
- Genel olarak kalın parçalarda uygun değildir.
- Sağlık için zararlı olabilir.
- İki boyutlu hatalar için direkt ışın gereklidir.
- Filmin pozlanması ve görüntülenmesi gereklidir.
- Otomasyona uygun değildir.
- Yüzey hataları için uygun değildir.
- Yüzeyin altındaki hatanın derinliği hakkında bilgi vermez.



## 5.2. Magnetik Partikül Yöntemi

Magnetik parçacık çatlak kontrol yöntemi ile magnetik permeabilitesi 100'ün üzerindeki ferromagnetik olan fakat östenitik olmayan bütün çelik ve alaşımları ile dökme demirler muayene edilebilir. Genellikle yüzey ve yüzeye yakın alandaki çatlak şeklindeki malzeme ayrılmaları tespit edilebilir. Belirli koşullar altında döküm parçalarda ve kaynak dikişlerinde yüzeye yakın (yüzeyin hemen altındaki) hatalar da görüntüye getirilebilir.

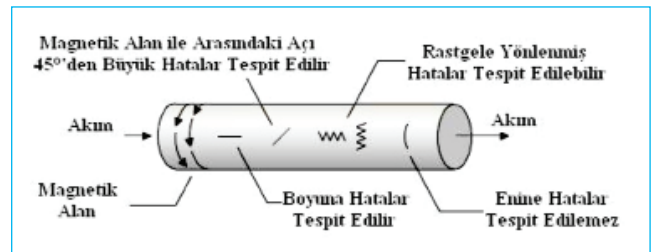
Magnetik Partikül Çatlak Kontrol yöntemi döküm, dövme ve kaynak dikişi kontrollerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Otomotiv, çelik konstrüksiyon, güç santralleri, petrokimya ve havacılık sektörlerinde uygulama alanı bulmaktadır.



Magnetik partikül çatlak kontrolünün temel prensibi

Bir çatlak görüntüsü için en önemli şart, magnetik alan çizgileriyle çatlak veya malzeme ayrılması arasındaki açının 45°'den az olmamasıdır.

Ferromagnetik malzemelerin magnetik iletkenliği iyidir (permeabiliteleri yüksektir). Magnetizasyon sırasında magnetik alan çizgileri çatlaklarda olduğu gibi daha az iletken bir bölgeye geldiğinde, değişen magnetik iletkenlikten dolayı bir magnetik alan saçılması oluştururlar. Magnetik alandaki bu değişim, magnetik partikül muayenesinde temel oluşturur. Bir çatlak veya malzeme ayrılmasının oluşturduğu bu saçılan alan, magnetizasyon sırasında yüzeye kuru veya süspansiyon içerisinde uygulanan ve serbest olan demir ve demir oksit tozlarını çekmeye ve hatalı bölge üzerinde magnetik bir köprü oluşturmaya başlar. Bu şekilde çatlak veya malzeme ayrılması üzerinde oluşan toz yığını gözle görülerek hatalı bölge olarak tanımlanabilir.



Tespit edilebilir hata doğrultuları

## Magnetizasyon Teknikleri

Magnetik partikül muayenesinde muayene parçasında bir magnetik alan oluşturmak için doğrudan ve dolaylı magnetizasyon teknikleri uygulanır.

### A) Doğrudan Magnetizasyon

#### 1. Malzemenin kendisi üzerinden akım geçirmek

Bu yöntemde ferromagnetik malzeme, kendisi üzerinden veya belirli bir bölümünden alternatif, yarı dalga veya tam dalga doğru akım geçirilerek magnetize edilir. İçerisinden akım geçen iletkenin çevresinde magnetik alan oluşacağı ve alan çizgilerini dik kesen hataların tespit edilirliliği prensibi gereği, olası boyuna çatlaklar görüntüye getirilir. Malzemenin geçirilmesi gereken akımlar malzeme kesiti ile doğru orantılıdır ve bu yüzden malzemenin temas noktalarında yanma noktaları oluşmaması için çok iyi bir temas sağlanması gerekmektedir.

Yöntemin esas uygulama şekli, test cihazının temas kafaları arasına test parçasının sıkıştırılarak üzerinden akım geçirilmesi şeklindedir. İkincil uygulama şekli de prodlar veya kışkaçlar kullanılarak malzemenin bir bölgesinden doğrudan akım geçirilmesi şeklindedir. Prodlar genellikle bakırdan imal edilir ve özellikle kaynak dikişlerinin kontrollerinde kullanılır. Her iki durumda da sıkı temas önemlidir. Aksi halde yeterli olmayan temas koşullarında ark atlamaları ve ikincil hasarlar oluşabilir.

#### 2. İndüksiyon akımı tekniği

Bazı durumlarda, özellikle dairesel ve ortası delik parçaların testinde muayene edilecek parçadaki alanı amaca uygun yönlendirebilmek için parça içerisinde bir magnetik alan yaratılması gerekir. Şekilde görüldüğü gibi halka şeklindeki test parçası üzerinde, dairesel yönde akan bir indüksiyon akımı oluşturularak dairesel hataları test edilebilir. İndüksiyon akım tekniği prensip gereği sadece alternatif akım kullanılarak uygulanabilir.

### B) Dolaylı Magnetizasyon

#### 1. Tabii mıknatıs

Muayene edilecek parçanın bir bölümü mıknatısın kutupları arasında oluşacak magnetik alanla mıknatıslanır. Bu yöntem mıknatısın iki kutbu arasındaki alan çizgilerine dik olan hataların tespitinde uygulanır. Tabii mıknatıs uygulaması, oluşturulacak magnetik alanın büyüklüğünün az olması dolayısıyla seri kontrol amacıyla kullanılamaz.

#### 2. Elektromıknatıs

Malzeme bir elektromıknatıs yardımı ile mıknatıslanır. Muayene edilecek parça kutuplar arasındaki magnetik alan içerisine yerleştirilir. Parça ve mıknatıs kapalı bir magnetik devre oluşturur ve boyuna magnetik alan yaratılır. Sabit elektromıknatısların yanı sıra taşınabilir el magnetleri şeklinde de günümüzde Tahribatsız Muayene oldukça yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Elektromıknatıslar alternatif veya darbeli doğru akımla çalışabildiği gibi alan şiddetleri de ayarlanabilmektedir.

#### 3. Yardımcı iletken üzerinden akım geçirmek

Sık kullanılan bir diğer muayene yöntemi de yardımcı bir iletken kablo veya çubuk kullanılarak oluşan magnetik alanın kullanılması şeklindedir. İletkenin çevresinde oluşacak magnetik alan ile malzeme mıknatıslanır ve boyuna ve radyal doğrultudaki hatalar tespit edilebilir. Parça ile yardımcı iletken arasında bir elektriksel temas olmadığından ark oluşması tehlikesi yoktur. Bu yöntemle hem iç hem de dış hatalar tespit edilebilir. Yöntemin bir diğer avantajlı tarafı da çok sayıda parçanın aynı anda test edilebilmesine imkan tanınmasıdır.

#### 4. Bobin ile mıknatıslama

Bobin ile mıknatıslama yine oldukça yaygın kullanılan bir yöntemdir. Boyuna magnetik alan oluşturularak enine hataların tespiti yapılır. Sarım sayısı gerekli magnetik alan şiddetine bağlıdır ve şiddeti amper-tur ile ifade edilir. Ampermetreden okunan akımın bobinin sarım sayısı ile çarpılması ile elde edilir.

### Avantajları

- Uygulaması kolaydır.
- Niceldir.
- Görüntüleme hariç tutulursa otomasyona uygundur. (Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle beraber basit hataların görüntülenmesinde kameralar kullanılmaktadır.)

### Dezavantajları

- Sadece ferromagnetik malzemelerle sınırlıdır.
- Sadece yüzey ve yüzeye yakın hataların tespiti mümkündür.

### 5.3. Penetrant Yöntemi

Bu yöntem ferromagnetik olmayan malzemelerin yüzeylerindeki hataların tespitinde kullanılır. Oldukça basit ve yaygın bir yöntemdir. Temel olarak kılcallık olayı ile ilgilidir. Tahribatsız muayenede kullanılan penetrantlar düşük gerilim ve yüksek kılcallığa sahiptir.

Penetrant testinde, ilk olarak test edilecek parçanın yüzeyinin (dolayısıyla çatlakların içinin) kimyasal olarak temizlenip yağ, kir vb. yabancı maddelerden arındırılması gerekir. Penetrant test parçasının yüzeyine uygulanır ve penetrantın yüzeye açık süreksizliklere kılcallık olayı ile girmesi için yaklaşık onbeş dakika beklenir. Daha sonra süreksizliklerin içerisine girmeyen yüzeydeki penetrant giderilir. Süreksizliklere giren penetrantın dışarı çıkmasını sağlayan geliştirici ince bir tabaka olarak yüzeye uygulanır. Bu olaya ters kılcallık denir ve penetrantın daha geniş bir belirti oluşturmasını sağlar. Penetrantta tabii olan parçanın yüzeyi incelendikten sonra penetrant ve geliştiriciye ait kalıntıları gidermek için son temizlik yapılır.

Görülebilirlik özelliklerine göre üç tip penetrant sistemi vardır:

- Florişil Penetrant: Florişil boya içeren penetrantlardır.
- Görülebilir penetrant: beyaz ışıkta görülen, renkli boya içeren penetrantlardır.
- Görülebilir ve florişil penetrant: Hem görülebilir renkli boya, hem de florişil boya içeren penetrantlardır.

Bekleme süresinden sonra yüzeydeki fazlalık penetrantı giderilebilir özelliklerine göre dört penetrant metodu vardır:

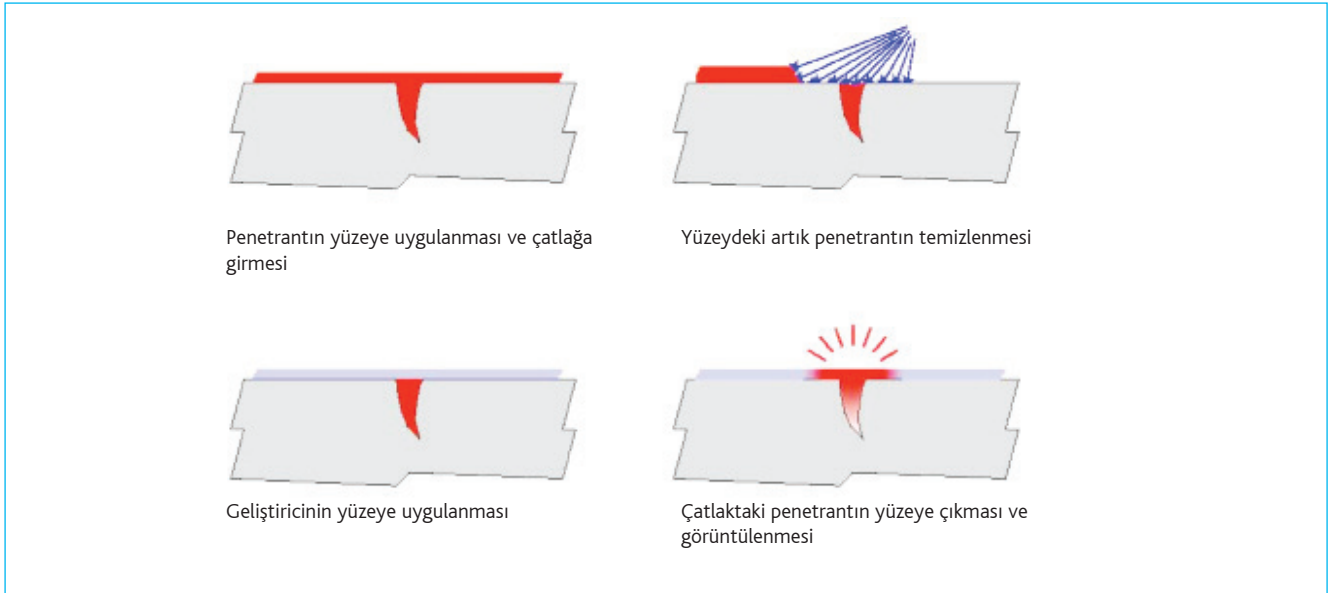
- Su ile yıkanabilen penetrant
- Sonradan emülsiyonlu penetrant (Lipofilik)
- Çözücü (Solvent) ile giderilen penetrant
- Sonradan emülsiyonlu penetrant (Hidrofilik)

#### Avantajları

- Uygulanması kolaydır.
- Bütün metallerde uygulanır ve ferritik olmayan metallerde yüzey çatlakları için en iyi yöntemdir.
- Plastik, seramik, mika, cam gibi malzemelere de uygulanabilir. Otomasyona uygundur.
- Niceldir.

#### Dezavantajları

- Sadece yüzeye açık hataların tespitinde kullanılır.
- Aşırı pürüzlü ve gözenekli yüzeylerin testinde sağlıklı sonuç alınmaz. Örneğin, sırlanmamış seramikler.
- Hassasiyeti düşüktür.
- Önemli miktarda eriyen malzeme kullanılır.



### 5.4. Ultrasonik Test

Yüksek frekanslı ses dalgaları bir malzeme içerisine gönderildikleri zaman ses yolu üstünde herhangi bir engel ile karşılaşmaları durumunda yansıma yapar. Alıcı proba geri ulaşan bu sinyaller ultrasonik muayene yöntemi cihazı ekranı üzerinde belli bir yankı belirtisi oluşturur. Ulaşan bu yankının mevcut konumu sayesinde malzeme içerisindeki koordinatlar hesaplanabilir. Elde edilen veriler sayesinde yansıma neden olan hatanın boyutu ve türü hakkında yorum yapılabilmektedir.

Ultrasonik Test, ultrason dalgaları ile, malzemenin iç hatalarını veya duvar kalınlığını ölçerek paslanmayı ortaya çıkartmak için kullanılan yüksek frekanslı bir test yöntemidir.

Ultrasonik test ile malzemenin içine, eko vurum yüksek frekanslı ses iletilir. Bu dalgalar, içsel hata olan noktalarda bozularak kısmen veya malzeme duvarının arkasından geri dönerler. Geri dönen sesi yakalayarak analiz etmek, hatanın yeri ve yönelimi açısından, ve ayrıca malzemenin duvar kalınlığı hakkında da yararlı bilgiler sunar. Kabul kriterleri endikasyonun kabul edilebilir veya edilemez (bir hata) olduğunu belirler.

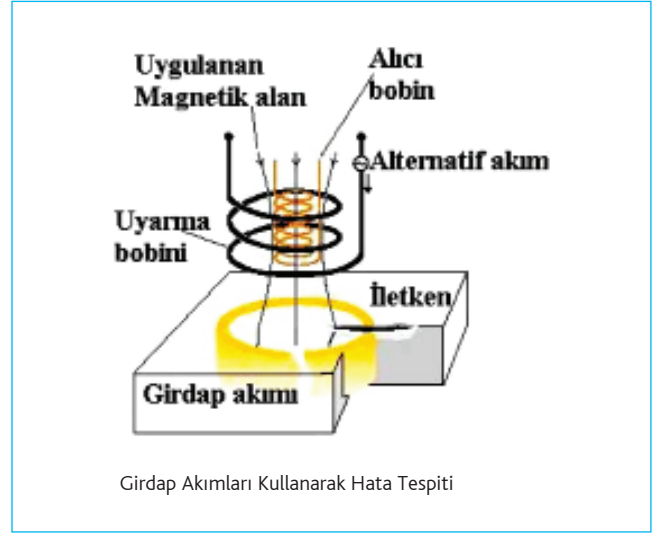
Teknik tesisat işletme lisansları ve koruyucu bakımları ile ilgili yaptığımız işlemlerde, tahribatsız test ve muayene (NDT/NDE) vazgeçilemez tekniklerdir. Hem varolan hem de yeni tesisler için, NDT/NDE kalitede, masraflardan tasarrufta, iş emniyeti ve gereken iş güvenliğini sağlar. Tesisin içinde işin bütünlüğünü ve güvenliğini koruyarak NDT/NDE, masraflardan tasarruf sağlar ve sızma veya diğer riskleri azaltır, böylece, tesisin bütünlüğünü ve güvenliğini artırır ve masrafları azaltır.

### 5.5. Girdap Akımları (Eddy-Current) Yöntemi

Tahribatsız malzeme muayene yöntemlerinden biri olan Girdap Akımları Yöntemi temel olarak iletkenlerin incelenmesinin esası olan elektromagnetizmaya dayanmaktadır. Girdap akımları, elektromagnetik indüksiyon denilen proses doğrultusunda elde edilir.

İçerisinden akım geçen bir iletkenin etrafı bir magnetik alanla çevrilidir. Bu magnetik alanın gücü, kendini oluşturan bu akımla direkt olarak ilişkilidir. Büyüklüğü değişen bu akım, örneğin zamana bağlı olarak değişen bir alternatif akım, palslı bir magnetik alan yaratır. Şayet elektrik iletkenliğine sahip bir malzeme bu magnetik alan içerisinde bırakılırsa, malzemenin içerisinde bir gerilim indüklenir. Malzeme iletken olduğunda bu gerilim malzemenin içerisinde bir akım indükler. Bu akım "Eddy current" (Eddy akımı ya da Girdap Akımı) olarak bilinir. Eddy akımı kendini oluşturan akımın özelliklerini taşır fakat doğrultusu terstir. Malzeme yüzeyindeki Eddy akımı doğrudan doğruya kendini oluşturan akımın frekansı ile ilgilidir.

Bu açıdan, Eddy akımının etkilediği derinlik bu frekansın artmasıyla azalacaktır. Malzeme yüzeyinden içerideki oluşan Eddy akımları, yüzeyde oluşan akımların faz değişimleri ile ilişkilidir. Eddy akımları şayet çatlak, boşluk, yüzey hasarları veya hatalı kaynak birleştirmeleri gibi malzeme kusurları ile karşılaşır, akımın olması gerektiği doğrultuda yayınamazlar. Bunun sonucunda magnetik alanda bir değişiklik oluşur ve buna bağlı olarak test bobini de reaksiyon verir. Eddy current test prosedüründe bu kavram malzeme hatalarının tespitinde kullanılmaktadır.



Tahribatsız muayene olarak girdap akımlarının temel avantajlarından biri çeşitli kontrol ve ölçümlerin gerçekleştirilebilmesidir. Genel olarak, girdap akımlarının kullanım yerleri şunlardır:

#### Çatlak Tespiti

Malzeme Kalınlık Ölçümü Kaplama Kalınlığı Ölçümü İletkenlik Ölçümü

- Malzeme Belirleme
- Isı Hasarları Tespiti
- Doku Kalınlığı Tespiti
- Isıl İşlem İzleme

**Avantajları**

Küçük çatlaklara ve diğer hatalara karşı duyarlıdır. Yüzey ve yüzeye yakın hataları tespit eder.

Kontrol hemen sonuç verir. Ekipmanlar taşınabilir.

Metot kusur tespitinden çok daha fazlası için kullanılabilir. Minimum parça hazırlığı gereklidir.

Test problemlerinin parçaya değmesi gerekmez.

Kompleks şekillerde ve sayıda iletken malzeme kontrolünde kullanılabilir.

**Dezavantajları**

- Sadece iletken malzemeler test edilebilir. Prob yüzeye erişebilmelidir.
- Diğer yöntemlerden daha kapsamlı beceri ve eğitim gerektirir. Yüzey temizliği ve pürüzsüzlük gereklidir.
- Limitli penetrasyon derinliği vardır. Ayar için standart referanslar gereklidir.
- Prob bobin sarımına ve tarama yönüne paralel olan tabakalar halinde dizilmiş hatalar tespit edilemezler.

**MALZEME TÜRÜ VE HATA TİPİNE BAĞLI OLARAK TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMİ SEÇİMİ**

| Malzeme                                       | Hata Tipi                |                               |                                |                           |   |
|---|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---|
|   | Yüzey Çatlak ve Hataları | Yüzey Altı Çatlak ve Hataları | İç Çatlaklar ve Süreksizlikler | Bağ ve Kaynaşım Eksikliği | Metalik Olmayan Kalıntılar, Curuf ve Gözenekler |
| Ferromagnetik Dövme                           | MT                       | MT<br>UT                      | RT<br>UT                       |                           |   |
| Ferromagnetik Hammadde ve Haddelenmiş Ürünler | MT                       | MT<br>UT                      | UT                             |                           |   |
| Ferromagnetik Borular                         | MT<br>ET                 | MT<br>UT                      | UT                             | UT                        |   |
| Ferromagnetik Kaynaklar                       | MT<br>UT                 | UT                            | RT<br>UT                       | RT<br>UT                  |   |
| Dökme Çelikler                                | MT                       | MT<br>UT                      | RT<br>UT                       |                           |   |
| Dökme Demirler                                | MT                       | UT<br>ET                      | UT                             |                           |   |
| Ferromagnetik Olmayan Malzemeler              | PT<br>ET                 |                               | RT<br>UT                       | UT                        |   |
| İşlenmiş Ferromagnetik Malzemeler             | MT                       | UT<br>ET                      | RT<br>UT                       | UT                        |   |
| İşlenmiş Ferromagnetik Olmayan Malzemeler     | PT<br>ET                 | UT<br>ET                      | RT<br>UT                       |                           |   |
| Uçakların Ferromagnetik Malzemeleri           | RT<br>UT<br>MT           | MT<br>UT                      | RT<br>UT                       | UT                        |   |
| Uçakların Ferromagnetik Olmayan Malzemeleri   | RT<br>PT<br>ET           | RT<br>UT                      | RT<br>UT                       | UT                        |   |

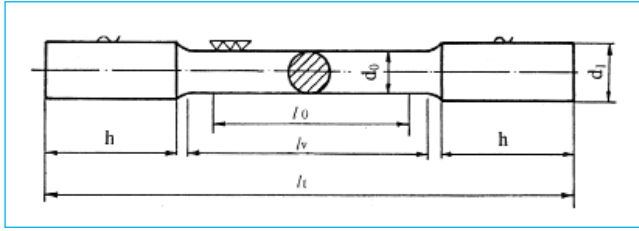
# 6 ● Mekanik Testler

## Giriş

Bilindiği gibi malzeme seçiminde mekanik özellikler esas alınır. Malzemelerin mekanik özellikleri de iç yapılarına bağlıdır. Malzemelerin iç yapıları ısı ile değiştirilerek mekanik özellikleri iyileştirilebilir. Ancak farklı ısı işlemler mekanik özellikler üzerinde farklı etkiler yapar. Malzemelere istenilen özelliklerin kazandırılabilmesi için uygun ısı işlemlerinin uygulanması gerekir. Uygulanan ısı işleminin uygun olup olmadığı genellikle tahribatlı malzeme muayenesiyle belirlenir. Tahribatlı malzeme muayenesi de daha çok mekanik deneylerle gerçekleştirilir.

### 6.1. Çekme Deneyi

Çekme deneyi, malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve mekanik davranışlarına göre sınıflandırılması amacıyla yapılır. Çekme deneyi, ilgili standartlara göre hazırlanan deney numunelerinin tek eksen ve sabit bir hızla koparılıncaya kadar çekilmesi işlemidir. Türk standartlarında TS 138 A, B, C, D, E ve F olmak üzere altı numune tipi bulunur. Numune tipi büyük ölçüde malzemenin biçimine göre seçilir. Aşağıda TS 138 A normuna göre hazırlanmış daire kesitli (yuvarlak) silindirik başlı bir çekme numunesi görülmektedir.

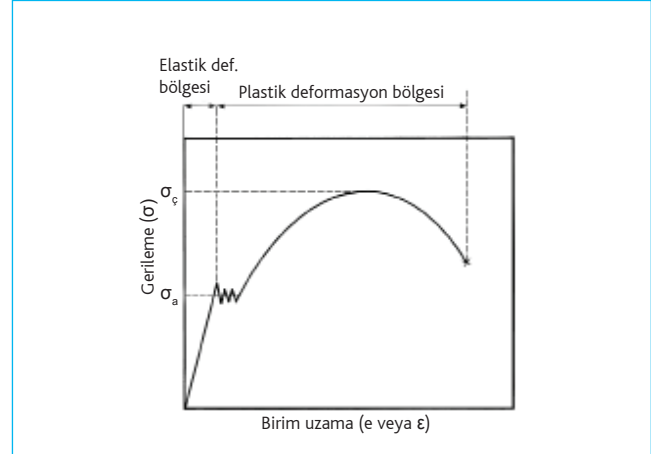


- d0: numunenin çapı,
- d1: baş kısmının çapı (1,2xd0)
- l0: ölçü uzunluğunu (5d0),
- lv: inceltilmiş kısmın uzunluğu (l0 + d0),
- h: baş kısmının uzunluğu
- lt: numunenin toplam uzunluğu

Çapı 10 mm ve ölçü uzunluğu 50 mm olan çekme numunesi 10 x 50 TS 138A şeklinde gösterilebilir.

Bu deney sonucunda kuvvet (F)-uzama ( $\Delta l$ ) eğrisi elde edilir. Ancak bu eğri ile birlikte kullanılan numunenin boyutlarını da vermek gerekir. Bu nedenle, bu eğri yerine daha evrensel olan gerilme-birim uzama eğrisi kullanılır. Gerilme-birim uzama eğrisine çekme diyagramı adı verilir.

Aşağıda normalize edilmiş durumdaki düşük karbonlu bir çeliğin gerilme-birim uzama eğrisi verilmiştir.



Çekme deneyi sonucunda malzemenin orantı sınırı, elastiklik sınırı, akma sınırı ve çekme dayanımı gibi mukavemet değerleri ile kopma uzaması, kopma büzülmesi ve tokluk gibi süneklik değerleri belirlenir. Malzemenin cinsine, kimyasal bileşimine ve metalografik yapısına bağlı olan bu özellikleri kısaca şu şekilde tanımlayabiliriz.

**a) Orantı sınırı ( $\sigma_0$ ):** Gerilme-birim uzama diyagramında Hooke yasasının, yani  $\sigma = E \cdot \epsilon$  bağıntısının geçerli olduğu doğrusal kısmı sınırlayan gerilme değeridir. Bu bağıntıdaki orantı katsayısına (E) elastiklik modülü denir ve bu katsayı çekme diyagramının elastik kısmını oluşturan doğrunun eğimini gösterir. Bir malzemenin elastiklik modülü ne kadar büyükse, o malzemenin elastik şekil değiştirmeye karşı direnci de o ölçüde büyük olur.

**b) Elastiklik sınırı ( $\sigma_e$ ):** Malzemeye uygulanan kuvvet kaldırıldığı zaman plastik uzamanın görülmediği veya yalnız elastik şekil değiştirmenin meydana geldiği en yüksek gerilme değeridir. Genellikle, elastiklik sınırı orantı sınırına eşit kabul edilir. Pratikte  $\sigma_e$  yerine %0,01 veya %0,005'lik plastik uzamaya karşı gelen gerilme ( $\sigma_{0,01}$  veya  $\sigma_{0,005}$ ) değerleri alınır.

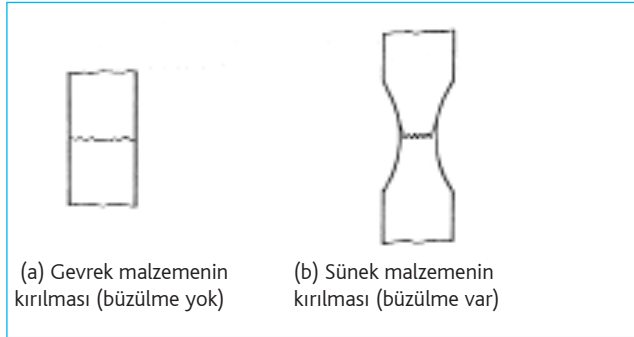
**c) Akma dayanımı ( $\sigma_a$ ):** Uygulanan çekme kuvvetinin yaklaşık olarak sabit kalmasına karşın, plastik şekil değiştirmenin önemli ölçüde arttığı ve çekme diyagramının düzgünlük gösterdiği kısma karşı gelen gerilme değeridir. Bu değer akma kuvvetinin ( $F_a$ ) numunenin ilk kesit alanına bölünmesiyle ( $\sigma_a = F_a/A_0$ ) bulunur. Düşük karbonlu yumuşak çelik gibi bazı malzemeler, deney koşullarına bağlı olarak belirgin akma sınırı gösterebilirler. Malzemelerin belirgin akma göstermemesi durumunda, genelde %0,2'lik plastik uzamaya ( $\epsilon_{plastik} = 0,002$ ) karşı gelen çekme gerilmesi akma sınırı veya akma dayanımı olarak alınır.



**d) Çekme dayanımı ( $\sigma_c$ ):** Bir malzemenin kopuncaya veya kırılıncaya kadar dayanabileceği en yüksek çekme gerilmesi olarak tanımlanır. Bu gerilme, çekme diyagramındaki en yüksek gerilme değeri olup,  $\sigma_c = F_{maks} / A_0$  formülü ile bulunur. Burada  $F_{maks}$  malzemeye uygulanan en yüksek kuvveti,  $A_0$  ise malzemenin ilk kesit alanını gösterir.

**e) Kopma uzaması (KU):** Çekme numunesinin boyunda meydana gelen en yüksek yüzde plastik uzama oranı olarak tanımlanır. Çekme deneyine tabi tutulan numunenin kopan kısımlarının bir araya getirilmesi ile son boy ölçülür ve boyda meydana gelen uzama  $\Delta l = l_k - l_0$  bağıntısı ile bulunur. Burada  $l_0$  numunenin ilk ölçü uzunluğunu,  $l_k$  ise numunenin kırılma anındaki boyunu gösterir. Kopma uzaması ise;  $KU (\%) = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100$  bağıntısı yardımıyla belirlenir. Bu değer malzemenin sünekliğini gösterir.

**f) Kopma büzülmesi (KB):** Çekme numunesinin kesit alanında meydana gelen en büyük yüzde daralma veya büzülme oranı olup,  $KB (\%) = \frac{A_0 - A_k}{A_0} \times 100$  bağıntısı ile hesaplanır. Burada  $A_0$  deney numunesinin ilk kesit alanını,  $A_k$  ise kırılma anındaki kesit alanını veya kırılma yüzeyinin alanını gösterir. Kopma büzülmesi, kopma uzaması gibi sünekliğin bir göstergesidir. Sünek malzemelerde belirgin bir büzülme veya boyun verme meydana gelirken, gevrek malzemeler büzülme göstermezler. Aşağıda gevrek ve sünek malzemelerin kırılma davranışları şematik olarak gösterilmiştir.



**g) Rezilyans:** Malzemenin yalnız elastik şekil değiştirmesi için harcanan enerji veya elastik şekil değiştirme sırasında malzemenin depoladığı enerji demektir. Bu enerji, gerilme ( $\sigma$ )-birim uzama ( $\epsilon$ ) eğrisinin elastik kısmının altında kalan alan ( $\frac{\sigma_{el} - \epsilon_k}{2}$ ) ile belirlenir ve numune kırılınca geri verilir,

**h) Tokluk:** Malzemenin birim hacmi başına düşen plastik şekil değiştirme enerjisi olarak tanımlanır ve malzemenin kırılıncaya kadar enerji depolama veya soğurma yeteneğini gösterir. Tokluk, genellikle  $\sigma$ - $\epsilon$  eğrisinin altında kalan alanın ( $\int_0^{\epsilon_k} \sigma \cdot d\epsilon$ ) hesaplanması ile bulunur. Bu formüldeki  $\epsilon_k$  malzemede kırılıncaya kadar meydana gelen en yüksek veya toplam birim şekil değiştirme miktarıdır.

## 6.2. Sertlik testi

Sertlik, malzemelerin plastik deformasyona karşı direnç gösterebilme kabiliyetidir.

Sertlik ölçümü, malzemeye bilinen miktardaki bir yük ile başka bir malzeme tarafından yük uygulanması, bastırılması ile ölçülebilir.

Malzemelerin plastik deformasyona karşı koyabilme direnci akma dayanımı ile alakalı olduğundan, böyle bir kuvvet uygulanmasıyla sertlik göreceli olarak belirlenebilir.

Batıcı uç olarak elmas gibi sert malzemelerin kullanılmasıyla deformasyon sadece kuvvetin uygulandığı malzemede (test numunesi) sınırlı tutulur.

### Temel Sertlik Ölçme yöntemleri

**1. Rockwell Sertlik Deneyi:** Rockwell sertlik deneyi, sabit yük altında, malzeme üzerinde oluşturulan iz derinliğinin ölçülmesi esasına dayanır. Ölçümü yapılacak malzemenin cinsine göre, iz bırakıcı olarak ucu çok az yuvarlatılmış 120°lik konik elmas uç veya 1/16" ve 1/8" çapında çelik bilyeler kullanılır. Yük ise 60, 100 veya 150 kg olarak uygulanır. Her yük-iz bırakıcı kombinasyonu farklı bir Rockwell skalasını oluşturur. Bu skalalardan en çok kullanılanlar Rockwell B ve Rockwell C skalasıdır. Rockwell B skalası yumuşak ve sünek malzemelerde 100 kg yük ve 1/16" çapında çelik bilye kullanılarak uygulanır. Sertliği 35-100 HRB arasında olan malzemelerin sertliğinin ölçümü için uygun sonuçlar verir. Rockwell C skalası sertleştirilmiş çeliklere 150 kg yük ve konik elmas uç kullanılarak uygulanır. Sertliği 20-70 HRC arasında olan malzemelerin sertliğinin ölçümü için uygun sonuçlar verir.

**2. Brinell Sertlik Deneyi:** Brinell sertlik deneyi, malzeme yüzeyine belirli bir yükün (F), belirli bir çaptaki (D) sert malzemeden yapılmış bir bilye yardımıyla belirli bir süre uygulanması sonucu yüzeyde kalıcı bir iz meydana getirmek esasına dayanır. Daha sonra oluşan kuvvetin oluşan izin küresel yüzey alanına bölünmesiyle Brinell sertlik değeri elde edilir. Deney sonrası sertlik sonucu ifade edilirken BSD işaretinin yanında diğer deney şartları bilye çapı/yük/uygulama süresi sırasına göre bir bilgi eklenir.

**3. Vickers Sertlik Deneyi:** Vickers sertlik deneyinin kullanım alanı çok geniştir. Çok yumuşak ve çok sert malzemeler için uygundur. Vickers sertlik deneyi, tabanı kare ve tepe açısı 136° olan standartlaştırılmış piramit şeklinde bir elmas ucun, değişken yükler altında numune yüzeyine batırılması sonucu bir iz oluşturma esasına dayanır. Deney yükü (F) 1 kg ile 100 kg arasında seçilebilir. Deneyden sonra Vickers sertlik değerini bulmak için kare şeklindeki izin köşegenleri mikroskop yardımı ile hassas bir şekilde ölçülür.

### 6.3. Çentik Darbe Testi

Ani darbelere karşı direnci iyi olan malzeme seçimi için, malzemenin kopmaya karşı direnci darbe testi ile ölçülmelidir. Bu amaçla Charpy çentik deneyini de içeren bir çok test geliştirilmiştir. Bunun için kullanılan numuneler çentikli veya çentiksiz olabilir. V çentik numuneler, malzemelerin çatlağın büyümesine karşı direncini ölçer. Bu testi uygulamak için belli bir  $h_0$  yüksekliğinde bırakılan ağır bir sarkaç yarım ay şeklinde sallanarak numuneye çarparak kırar. Daha sonra en düşük  $h_0$  yüksekliğine erişir. Sarkacın başlangıç ve son yükseklikleri bilindiğinde potansiyel enerji farkı hesaplanabilir. Bu fark numunenin kırılması sırasında absorbe edilen yani emilen darbe enerjisidir. Malzemelerin ani darbelere karşı dayanımı malzemenin tokluğu ile ilişkilidir.

#### Darbe testinde sıcaklığın etkileri

Malzemenin darbe ile sıcaklıkları arasında bir ilişki vardır. Yüksek sıcaklarda numunenin kopmasını sağlamak için büyük bir emilme enerjisi gereklidir. Halbuki düşük sıcaklarda malzeme daha az bir enerji ile kopar. Yüksek sıcaklarda, malzeme yoğun şekil değiştirdiği için sünek bir davranış gösterir. Ve numune kopmadan önce gerilir yani uzar. Düşük sıcaklarda (-) numune gevrek ve kopma noktasında çok az şekil değiştirme gözlenir. Yani malzeme kopar. **Geçiş sıcaklığı** ise malzemenin sünek kopmadan gevrek kopmaya geçtiği sıcaklıktır.

Kullanım sırasında ani bir darbeye maruz kalabilecek malzeme ortam sıcaklığının altında bir geçiş sıcaklığına sahip olmalıdır. Malzemelerin hepsi belirgin bir geçiş sıcaklığına sahip değildir. Örneğin hacim merkezli kübik malzemeler belirli bir geçiş sıcaklığına sahip iken yüzey merkezli malzemeler belli bir geçiş sıcaklığına sahip değildir. Yüzey merkezli kübik malzemeler sıcaklık düştükçe ve yavaşça azalan enerji emme yani yüksek enerji absorbe enerjisine sahiptir.

#### Malzemede çentik hassasiyeti

Malzemelerde, kötü işçilik, imalat ve tasarımın neden olduğu çentikler, gerilimin yoğunlaşmasına ve tokluğun azalmasına neden olur. Örneğin malzemelerin çentik hassasiyeti çentikli ve çentiksiz numunelerin absorbe etkileri enerjileri karşılaştırarak bulunabilir. Örneğin sünek dökme demir gibi çentikli bir numunede absorbe edilen enerji miktarı azdır. Buna karşı gri dökme demirdeki lameller şeklindeki grafit çentik etkisi gösterir.

Sonuç olarak darbe testi tasarım kriteri olarak kullanılmaktan çok malzeme seçiminde mukayese amaçlı kullanılmaktadır.

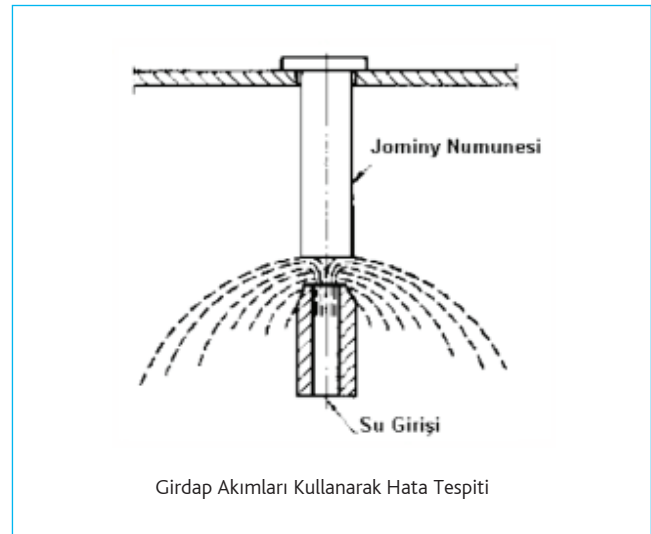
### 6.4. Jominy Testi

Günümüz endüstrisinde, başarının yakalanabilmesi için malzeme seçimi çok önemlidir.

Zira üretim öncelikle kullanılacak malzeme seçimi ile başlamaktadır. Seçimin amaca uygunluğu büyük önem taşımaktadır. Makine imalat ve yapı sanayinde en çok kullanılan malzeme çelik olduğuna göre çelik seçimi son derece önemlidir.

Sertleşebilirlik, çeliğin su verme işlemiyle martenzite dönüşümü sonucu sertleşme kabiliyetidir. Sertleşebilirlik su verme ile elde edilen sertliğin derinliğini saptar. Bu derinlik yüzeyden itibaren %50 martenzit ve beytinit mevcut olduğu mesafe olarak belirlenir. Yüksek sertleşebilirliğe sahip çelik, büyük bir sertleşme derinliği gösteriyor demektir.

Sertleşme derinliği, takım ve yapı çelikleri için çok önemlidir. Sertleşebilirlik genellikle sertlik değişimi cinsinden tarif edildiğinden, çelik cinsine C (karbon) basta olmak üzere oranlarına bağlı olarak sertlik değişimidir. Aynı zamanda mikro yapı değişimi olarak da görülebilir. Genel olarak, elementleri perlit, beytinit dönüşümleri geciktirerek sertleşebilirliği artırır. Ana element olan karbon, çelik özelliklerine en fazla etkili elementtir. Krom dayanımı ve sertleşebilme özelliğini artırır. Karbonla birleşerek çok sert olan krom karbürü oluşturur. Krom ile birlikte kullanılan nikel, sertliğin derinliğe inmesini sağlar. Cr ve Ni ile beraber kullanılan molibden ise, az miktarda katılması rağmen sertlik ve dayanımı artırır. Ancak gevreklik oluşumunu ortadan kaldırır. Çeliğin sertleşme sonrası kazanacağı sertlik, tercih faktörlerinden en başta gelenidir. Bu sebepten çeliğin sertleşebilirliğini belirlemek için östenize edilmiş çeliğe bir uçtan su verilerek Sertleşebilirlik Deneyi, diğer yaygın adıyla Jominy Deneyi uygulanır. Bu deney, uluslararası düzeyde standartlaştırılmıştır. Aşağıdaki şekilde testten bir görünüm vardır.



# 7

## ● Ek Tablolar



## SERTLİK DÖNÜŞÜM TABLOSU

| BRINELL SERTLİĞİ | VICKERS SERTLİĞİ | ROCKWELL C | ÇEKME DAYANIMI    | BRINELL SERTLİĞİ | VICKERS SERTLİĞİ | ROCKWELL C | ÇEKME DAYANIMI    |
|------------------|------------------|------------|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| HB               | HV               | HRC        | N/mm <sup>2</sup> | HB               | HV               | HRC        | N/mm <sup>2</sup> |
| 76.0             | 80               | -          | 265               | 333              | 350              | 35.5       | 1125              |
| 80.7             | 85               | -          | 270               | 342              | 360              | 36.6       | 1155              |
| 85.5             | 90               | -          | 285               | 352              | 370              | 37.7       | 1190              |
| 90.2             | 95               | -          | 305               | 361              | 380              | 38.8       | 1220              |
| 95.0             | 100              | -          | 320               | 371              | 390              | 39.8       | 1255              |
| 98.8             | 105              | -          | 335               | 380              | 400              | 40.8       | 1290              |
| 105              | 110              | -          | 350               | 390              | 410              | 41.8       | 1320              |
| 109              | 115              | -          | 370               | 399              | 420              | 42.7       | 1350              |
| 114              | 120              | -          | 385               | 409              | 430              | 43.6       | 1385              |
| 119              | 125              | -          | 400               | 418              | 440              | 44.5       | 1420              |
| 124              | 130              | -          | 415               | 428              | 450              | 45.3       | 1455              |
| 128              | 135              | -          | 430               | 437              | 460              | 46.1       | 1485              |
| 133              | 140              | -          | 450               | 447              | 470              | 46.9       | 1520              |
| 138              | 145              | -          | 465               | (456)            | 480              | 47.7       | 1555              |
| 143              | 150              | -          | 480               | (466)            | 490              | 48.4       | 1595              |
| 147              | 155              | -          | 495               | (475)            | 500              | 49.1       | 1630              |
| 152              | 160              | -          | 510               | (485)            | 510              | 49.8       | 1665              |
| 156              | 165              | -          | 530               | (494)            | 520              | 50.5       | 1700              |
| 162              | 170              | -          | 545               | (504)            | 530              | 51.1       | 1740              |
| 166              | 175              | -          | 560               | (513)            | 540              | 51.7       | 1775              |
| 171              | 180              | -          | 575               | (523)            | 550              | 52.3       | 1810              |
| 176              | 185              | -          | 595               | (532)            | 560              | 53.0       | 1845              |
| 181              | 190              | -          | 610               | (542)            | 570              | 53.6       | 1880              |
| 185              | 195              | -          | 625               | (551)            | 580              | 54.1       | 1920              |
| 190              | 200              | -          | 640               | (561)            | 590              | 54.7       | 1955              |
| 195              | 205              | -          | 660               | (570)            | 600              | 55.2       | 1995              |
| 199              | 210              | -          | 675               | (580)            | 610              | 55.7       | 2030              |
| 204              | 215              | -          | 690               | (589)            | 620              | 56.3       | 2070              |
| 209              | 220              | -          | 705               | (599)            | 630              | 56.8       | 2105              |
| 214              | 225              | -          | 720               | (608)            | 640              | 57.3       | 2145              |
| 219              | 230              | -          | 740               | (618)            | 650              | 57.8       | 2180              |
| 223              | 235              | -          | 755               | -                | 660              | 58.3       | -                 |
| 228              | 240              | 20.3       | 770               | -                | 670              | 58.8       | -                 |
| 233              | 245              | 21.3       | 785               | -                | 680              | 59.2       | -                 |
| 238              | 250              | 22.2       | 800               | -                | 690              | 59.7       | -                 |
| 242              | 255              | 23.1       | 820               | -                | 700              | 60.1       | -                 |
| 247              | 260              | 24.0       | 835               | -                | 720              | 61.0       | -                 |
| 252              | 265              | 24.8       | 850               | -                | 740              | 61.8       | -                 |
| 257              | 270              | 25.6       | 865               | -                | 760              | 62.5       | -                 |
| 261              | 275              | 26.4       | 880               | -                | 780              | 63.3       | -                 |
| 266              | 280              | 27.1       | 900               | -                | 800              | 64.0       | -                 |
| 271              | 285              | 27.8       | 915               | -                | 820              | 64.7       | -                 |
| 276              | 290              | 28.5       | 930               | -                | 840              | 65.3       | -                 |
| 280              | 295              | 29.2       | 950               | -                | 860              | 65.9       | -                 |
| 285              | 300              | 29.8       | 965               | -                | 880              | 66.4       | -                 |
| 295              | 310              | 31.0       | 995               | -                | 900              | 67.0       | -                 |
| 304              | 320              | 32.2       | 1030              | -                | 920              | 67.5       | -                 |
| 314              | 330              | 33.3       | 1060              | -                | 940              | 68.0       | -                 |
| 323              | 340              | 34.4       | 1095              | -                | -                | -          | -                 |

## BAZI EN/TS NORMLARI VE AÇIKLAMALARI









| Norm                 | Açıklaması   |
|----------------------|--|
| TS 550 EN 10021      | Demir ve Çelik Mamuller Genel Teknik Teslim Şartları   |
| TS 882 ISO 643       | Çelikler-Ferit veya Ostenitik Tane Büyüklüğünün Mikrografik Tayini   |
| TS 2348-1 EN 10016-1 | Alaşsız Çelik - Çubuk - Çekme Tel ve/veya Soğuk Haddeme İçin - Bölüm 1: Genel Özellikler   |
| TS 2348-3 EN 10016-3 | Alaşsız Çelik Çubuk - Çekme (Tel) ve/veya Soğuk Haddeme İçin - Bölüm 3: Kaynar ve Yarı Kaynar Dökülmüş Düşük Karbonlu Çelik Çubuklar İçin Belirli Özellikler |
| TS 2348-4 EN 10016-4 | Alaşsız Çelik Çubuk- Çekme (Tel) ve/veya Soğuk Haddeme İçin Bölüm 4: Özel Uygulamalar İçin Belirli Özellikler  |
| TS 2348-2 EN 10016-2 | Alaşsız Çelik Çubuk- Çekme (Tel) ve/veya Soğuk Haddeme İçin- Bölüm 2: Genel Amaçlı Çubuklar İçin Belirli Özellikler  |
| TS 2837              | Cıvata ve Somun Çelikleri  |
| TS 2850 EN 10084     | Sementasyon Çelikleri- Teknik Teslim Şartları  |
| TS 3051 EN 10087     | Otomat Çelikleri - Yarı Mamuller - Sıcak Haddelenmiş Çubuklar ve Filmaşınlar İçin Teknik Teslim Şartları   |
| TS 3060              | Çelik Çubuklar (Sıcak Haddelenmiş) Boyutlar (Yarım Yuvarlak, Yassı Yarım Yuvarlak)   |
| TS EN 10020          | Çelik Tiplerinin Tanımı ve Sınıflandırılması   |
| TS EN 10058          | Genel Kullanım Amaçları İçin Sıcak Haddelenmiş Yassı Çelik Çubuklar - Boyutlar, Şekil ve Boyut Toleransları  |
| TS EN 10059          | Genel Kullanım Amaçları İçin Sıcak Haddelenmiş Kare Kesitli Çelik Çubuklar - Boyutlar, Şekil ve Boyut Toleransları   |
| TS EN 10060          | Genel Kullanım Amaçları İçin Sıcak Haddelenmiş Yuvarlak Kesitli Çelik Çubuklar - Boyutlar, Şekil ve Boyut Toleransları                                       |
| TS EN 10061          | Genel Kullanım Amaçları İçin Sıcak Haddelenmiş Altıgen Kesitli Çelik Çubuklar - Boyutlar, Şekil ve Boyut Toleransları  |
| TS 2535-3 EN 10088-3 | Paslanmaz Çelikler - Bölüm 3: Genel Amaçlı Yarı Mamuller, Çubuklar, Filmaşınlar ve Profillerin Teknik Teslim Şartları  |
| TS EN 10092-1        | Sıcak Haddelenmiş Yay Çeliğinden Yapılan Yassı Çubuklar - Bölüm 1: Yassı Çubuklar - Boyutlar, Şekil ve Boyut Toleransları                                    |
| TS EN 10092-2        | Sıcak Haddelenmiş Yay Çeliğinden Yapılan Yassı Çubuklar - Bölüm 2: Nervürlü ve Oluklu Yay Plakaları - Boyutlar, Şekil ve Boyut Toleransları                  |
| TS EN 10204          | Metalik Ürünler - Muayene ve Deney Belgelerinin Tipleri  |
| TS EN 10221          | Sıcak Haddelenmiş Çubukların Yüzey Kalitelerinin Sınıflandırılması-Teknik Teslim Şartları  |
| TS EN 10277-1        | Parlak Çelik Mamuller - Teknik Teslim Şartları - Bölüm 1: Genel  |
| TS EN 10277-2        | Parlak Çelik Mamuller - Teknik Teslim Şartları - Bölüm 2: Genel mühendislik amaçlı çelikler  |
| TS EN 10277-3        | Parlak Çelik Mamuller - Teknik Teslim Şartları - Bölüm 3: Otomat çelikleri   |
| TS EN 10277-4        | Parlak Çelik Mamuller - Teknik Teslim Şartları - Bölüm 4: Sementasyon çelikleri  |
| TS EN 10277-5        | Parlak Çelik Mamuller - Teknik Teslim Şartları - Bölüm 5: Su verme ve temperleme için (işlah çelikleri)  |
| TS EN 10278          | Parlak Çelik Mamuller - Boyutlar ve toleranslar  |
| TS 12793             | Haddeci- Sıcak Çelik İçin  |
| TS 12856             | Soğuk Haddeci- Çelik İçin  |

| MAMUL                      | ESKİ NORM | YENİ NORM           |
|----------------------------|-----------|---------------------|
| Yuvarlak Sıcak Hadde Mamul | DIN 1013  | EN10060             |
| Kare Sıcak Hadde Mamul     | DIN 1014  | EN 10059            |
| Altıköşe Sıcak Hadde Mamul | DIN 1015  | EN10061             |
| Keskin Köşe Lama           | DIN 1017  | EN10058             |
| Yaylık Lama                | DIN 4620  | EN10092-1B/PROFİL B |
| Yaylık Lama                | DIN 59145 | EN10092-1A/PROFİL A |
| Yaylık Lama                | DIN 59146 | EN10092-1C/PROFİL C |

## SERTLİK DÖNÜŞÜM TABLOSU (DETAYLI)

| VICKERS DPH | ROCKWELL |     |     |   |    |     |     |      |      | BRINELL BHN |       |        |
|-------------|----------|-----|-----|---|----|-----|-----|------|------|-------------|-------|--------|
|             | HV/10    | B   | E   | F | G  | H   | K   | 15-T | 30-T | 45-T        | 500kg | 3000kg |
| 254         | 100      |     |     |   | 83 |     |     | 93   | 82   | 72          | 201   | 240    |
| 248         | 99       |     |     |   | 81 |     |     | 93   | 82   | 71          | 195   | 234    |
| 243         | 98       |     |     |   | 79 |     |     | 93   | 81   | 70          | 189   | 228    |
| 238         | 97       |     |     |   | 78 |     |     | 92   | 81   | 69          | 184   | 222    |
| 234         | 97       |     |     |   | 77 |     |     | 92   | 80   | 69          | 181   | 218    |
| 230         | 96       |     |     |   | 76 |     |     | 92   | 80   | 68          | 179   | 214    |
| 226         | 96       |     |     |   | 75 |     |     | 92   | 80   | 68          | 177   | 210    |
| 222         | 95       |     |     |   | 74 |     |     | 92   | 79   | 67          | 175   | 208    |
| 217         | 95       |     |     |   | 73 |     |     | 92   | 79   | 67          | 171   | 205    |
| 213         | 94       |     |     |   | 73 |     |     | 91   | 79   | 66          | 169   | 203    |
| 208         | 93       |     |     |   | 71 |     |     | 91   | 78   | 66          | 167   | 200    |
| 204         | 92       |     |     |   | 70 |     | 100 | 91   | 78   | 65          | 163   | 195    |
| 200         | 92       |     |     |   | 69 |     | 100 | 91   | 77   | 64          | 162   | 193    |
| 196         | 91       |     |     |   | 68 |     | 100 | 90   | 77   | 64          | 160   | 190    |
| 192         | 90       |     |     |   | 66 |     | 99  | 90   | 76   | 63          | 157   | 185    |
| 188         | 89       |     |     |   | 64 |     | 98  | 90   | 76   | 62          | 154   | 180    |
| 184         | 88       |     |     |   | 63 |     | 97  | 90   | 75   | 61          | 151   | 176    |
| 180         | 87       |     |     |   | 61 |     | 97  | 89   | 75   | 60          | 148   | 172    |
| 176         | 86       |     |     |   | 59 |     | 96  | 89   | 74   | 59          | 145   | 169    |
| 172         | 85       |     |     |   | 58 |     | 95  | 89   | 74   | 58          | 142   | 165    |
| 168         | 84       |     |     |   | 56 |     | 94  | 88   | 73   | 57          | 140   | 162    |
| 164         | 83       |     |     |   | 54 |     | 93  | 88   | 72   | 56          | 137   | 159    |
| 160         | 82       |     |     |   | 53 |     | 92  | 88   | 72   | 55          | 135   | 156    |
| 156         | 81       |     |     |   | 51 |     | 91  | 87   | 71   | 54          | 133   | 153    |
| 152         | 80       |     |     |   | 49 |     | 91  | 87   | 70   | 53          | 130   | 150    |
| 148         | 79       |     |     |   | 48 |     | 90  | 87   | 70   | 52          | 128   | 147    |
| 144         | 78       |     |     |   | 46 |     | 89  | 86   | 69   | 51          | 126   | 144    |
| 141         | 77       |     |     |   | 44 |     | 88  | 86   | 68   | 50          | 124   | 141    |
| 139         | 76       |     |     |   | 43 |     | 87  | 86   | 68   | 49          | 122   | 139    |
| 137         | 75       |     | 100 |   | 41 |     | 86  | 85   | 67   | 49          | 120   | 137    |
| 135         | 74       |     | 99  |   | 39 |     | 85  | 85   | 66   | 48          | 118   | 135    |
| 132         | 73       |     | 99  |   | 38 |     | 85  | 85   | 66   | 47          | 116   | 132    |
| 130         | 72       |     | 98  |   | 36 |     | 84  | 84   | 65   | 46          | 114   | 130    |
| 127         | 71       | 100 | 98  |   | 35 |     | 83  | 84   | 64   | 45          | 112   | 127    |
| 125         | 70       | 100 | 97  |   | 33 |     | 82  | 84   | 64   | 44          | 110   | 125    |
| 123         | 69       | 99  | 96  |   | 31 |     | 81  | 83   | 63   | 43          | 109   | 123    |
| 120         | 68       | 98  | 96  |   | 30 |     | 80  | 83   | 62   | 42          | 107   | 121    |
| 118         | 67       | 98  | 95  |   | 28 |     | 79  | 83   | 62   | 41          | 106   | 119    |
| 116         | 66       | 97  | 95  |   | 27 |     | 78  | 82   | 61   | 40          | 104   | 117    |
| 115         | 65       | 96  | 94  |   | 25 |     | 78  | 82   | 60   | 39          | 102   | 116    |
| 114         | 64       | 96  | 94  |   | 24 |     | 77  | 82   | 60   | 38          | 101   | 114    |
| 113         | 63       | 95  | 93  |   | 22 |     | 76  | 81   | 59   | 37          | 99    | 112    |
| 112         | 62       | 95  | 92  |   | 21 |     | 75  | 81   | 58   | 36          | 98    | 110    |
| 111         | 61       | 94  | 92  |   | 19 |     | 74  | 81   | 57   | 35          | 96    | 108    |
| 110         | 60       | 93  | 91  |   | 18 |     | 73  | 81   | 57   | 34          | 95    | 107    |
| 108         | 59       | 93  | 91  |   | 16 |     | 72  | 80   | 56   | 32          | 94    | 106    |
| 107         | 58       | 92  | 90  |   | 15 |     | 71  | 80   | 55   | 31          | 92    | 104    |
| 106         | 57       | 91  | 90  |   | 13 |     | 71  | 80   | 55   | 30          | 91    | 102    |
| 105         | 56       | 91  | 89  |   | 12 |     | 70  | 79   | 54   | 29          | 90    | 101    |
| 104         | 55       | 90  | 88  |   | 10 |     | 69  | 79   | 53   | 28          | 89    | 99     |
| 103         | 54       | 90  | 88  |   | 9  |     | 68  | 79   | 53   | 27          | 87    |        |
| 102         | 53       | 89  | 87  |   | 7  |     | 67  | 78   | 52   | 26          | 86    |        |
| 101         | 52       | 88  | 87  |   | 6  |     | 66  | 78   | 51   | 25          | 85    |        |
| 100         | 51       | 88  | 86  |   | 4  |     | 65  | 78   | 51   | 24          | 84    |        |
| 100         | 50       | 87  | 86  |   | 3  |     | 65  | 77   | 50   | 23          | 83    |        |
| 99          | 49       | 87  | 85  |   |    |     | 64  | 77   | 49   | 22          | 82    |        |
| 98          | 48       | 86  | 85  |   |    |     | 63  | 77   | 49   | 21          | 81    |        |
| 97          | 47       | 85  | 84  |   |    |     | 62  | 76   | 48   | 20          | 80    |        |
| 96          | 46       | 85  | 83  |   |    |     | 61  | 76   | 47   | 19          | 79    |        |
| 95          | 45       | 84  | 83  |   |    |     | 60  | 76   | 46   | 18          | 79    |        |
| 95          | 44       | 84  | 82  |   |    |     | 59  | 75   | 46   | 17          | 78    |        |
| 94          | 43       | 83  | 82  |   |    |     | 58  | 75   | 45   | 16          | 77    |        |
| 93          | 42       | 82  | 81  |   |    |     | 58  | 75   | 44   | 15          | 76    |        |
| 92          | 41       | 82  | 81  |   |    |     | 57  | 74   | 44   | 14          | 75    |        |
| 91          | 40       | 81  | 80  |   |    |     | 56  | 74   | 43   | 13          | 74    |        |
| 90          | 39       | 80  | 79  |   |    |     | 55  | 74   | 42   | 11          | 74    |        |
| 90          | 38       | 80  | 79  |   |    |     | 54  | 73   | 42   | 10          | 73    |        |
| 89          | 37       | 79  | 78  |   |    |     | 53  | 73   | 41   | 9           | 72    |        |
| 88          | 36       | 79  | 78  |   |    | 100 | 52  | 73   | 40   | 8           | 71    |        |
| 88          | 35       | 78  | 77  |   |    | 100 | 52  | 72   | 40   | 7           | 71    |        |
| 87          | 34       | 77  | 77  |   |    | 99  | 51  | 72   | 39   | 6           | 70    |        |
| 87          | 33       | 77  | 76  |   |    | 99  | 50  | 72   | 38   | 5           | 69    |        |
| 86          | 32       | 76  | 75  |   |    | 99  | 49  | 71   | 38   | 4           | 68    |        |
| 86          | 31       | 76  | 75  |   |    | 98  | 48  | 71   | 37   | 3           | 68    |        |
| 85          | 30       | 75  | 74  |   |    | 98  | 47  | 71   | 36   | 2           | 67    |        |
| 85          | 29       | 74  | 74  |   |    | 98  | 46  | 70   | 36   | 1           | 66    |        |
| 84          | 28       | 74  | 73  |   |    | 97  | 45  | 70   | 35   |             | 66    |        |
| 84          | 27       | 73  | 73  |   |    | 97  | 45  | 70   | 34   |             | 65    |        |
| 83          | 26       | 73  | 72  |   |    | 97  | 44  | 69   | 33   |             | 65    |        |
| 83          | 25       | 72  | 71  |   |    | 96  | 42  | 69   | 33   |             | 64    |        |
| 82          | 24       | 71  | 71  |   |    | 96  | 42  | 69   | 32   |             | 64    |        |
| 82          | 23       | 71  | 70  |   |    | 96  | 41  | 68   | 31   |             | 63    |        |
| 81          | 22       | 70  | 70  |   |    | 95  | 40  | 68   | 31   |             | 63    |        |
| 81          | 21       | 70  | 69  |   |    | 95  | 39  | 68   | 30   |             | 62    |        |
| 80          | 20       | 69  | 69  |   |    | 95  | 38  | 68   | 29   |             | 62    |        |
| 80          | 19       | 68  | 68  |   |    | 94  | 38  | 67   | 29   |             | 61    |        |
| 79          | 18       | 68  | 67  |   |    | 94  | 37  | 67   | 28   |             | 61    |        |
| 79          | 17       | 67  | 67  |   |    | 93  | 36  | 67   | 27   |             | 60    |        |
| 78          | 16       | 67  | 66  |   |    | 93  | 35  | 66   | 26   |             | 60    |        |
| 78          | 15       | 66  | 66  |   |    | 93  | 34  | 66   | 26   |             | 59    |        |
| 77          | 14       | 65  | 65  |   |    | 92  | 33  | 66   | 25   |             | 59    |        |
| 77          | 13       | 65  | 65  |   |    | 92  | 32  | 65   | 24   |             | 58    |        |
| 76          | 12       | 64  | 64  |   |    | 92  | 32  | 65   | 24   |             | 58    |        |
| 76          | 11       | 64  | 64  |   |    | 91  | 31  | 65   | 23   |             | 57    |        |
| 75          | 10       | 63  | 63  |   |    | 91  | 30  | 64   | 22   |             | 57    |        |
| 75          | 9        | 62  | 62  |   |    | 91  | 29  | 64   | 22   |             | 56    |        |
| 74          | 8        | 62  | 62  |   |    | 90  | 28  | 64   | 21   |             | 56    |        |
| 74          | 7        | 61  | 61  |   |    | 90  | 27  | 63   | 20   |             | 56    |        |
| 73          | 6        | 61  | 61  |   |    | 90  | 26  | 63   | 20   |             | 55    |        |
| 73          | 5        | 60  | 60  |   |    | 89  | 26  | 63   | 19   |             | 55    |        |
| 72          | 4        | 59  | 60  |   |    | 89  | 25  | 62   | 18   |             | 55    |        |
| 72          | 3        | 59  | 59  |   |    | 88  | 24  | 62   | 17   |             | 54    |        |
| 71          | 2        | 58  | 58  |   |    | 88  | 23  | 62   | 17   |             | 54    |        |
| 71          | 1        | 58  | 58  |   |    | 88  | 22  | 61   | 16   |             | 53    |        |
| 70          | 0        | 57  | 57  |   |    | 87  | 21  | 61   | 15   |             | 53    |        |

## ÇELİK ÇUBUKLARIN BEHER METRESİNİN KİLOGRAM OLARAK AĞIRLIKLARI

| Kalınlık (mm) | Yuvarlak  | Kare  | Altıköşe  | Sekizköşe   | Kalınlık (mm) | Yuvarlak  | Kare  | Altıköşe  | Sekizköşe   |
|---------------|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|
|               |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| 1             | 0,00616   | 0,00785   | 0,00680   | 0,00650   | 80            | 39,424  | 50,240  | 43,520  | 41,600  |
| 2             | 0,02464   | 0,03140   | 0,02720   | 0,02600   | 85            | 44,506  | 56,716  | 49,130  | 46,963  |
| 3             | 0,05544   | 0,07065   | 0,06120   | 0,05850   | 90            | 49,896  | 63,585  | 55,080  | 52,650  |
| 4             | 0,09856   | 0,12560   | 0,10880   | 0,10400   | 95            | 55,594  | 70,846  | 61,370  | 58,663  |
| 5             | 0,154   | 0,196   | 0,170   | 0,163   | 100           | 61,600  | 78,500  | 68,000  | 65,000  |
| 6             | 0,222   | 0,283   | 0,245   | 0,234   | 105           | 67,914  | 86,546  | 74,970  | 71,663  |
| 7             | 0,302   | 0,385   | 0,333   | 0,319   | 110           | 74,536  | 94,985  | 82,280  | 78,650  |
| 8             | 0,394   | 0,502   | 0,435   | 0,416   | 115           | 81,466  | 103,816   | 89,930  | 85,963  |
| 9             | 0,499   | 0,636   | 0,551   | 0,527   | 120           | 88,704  | 113,040   | 97,920  | 93,600  |
| 10            | 0,616   | 0,785   | 0,680   | 0,650   | 130           | 104,104   | 132,665   | 114,920   | 109,850   |
| 11            | 0,745   | 0,950   | 0,823   | 0,787   | 140           | 120,736   | 153,860   | 133,280   | 127,400   |
| 12            | 0,887   | 1,130   | 0,979   | 0,936   | 150           | 138,600   | 176,625   | 153,000   | 146,250   |
| 13            | 1,041   | 1,327   | 1,149   | 1,099   | 160           | 157,696   | 200,960   | 174,080   | 166,400   |
| 14            | 1,207   | 1,539   | 1,333   | 1,274   | 170           | 178,024   | 226,865   | 196,520   | 187,850   |
| 15            | 1,386   | 1,766   | 1,530   | 1,463   | 180           | 199,584   | 254,340   | 220,320   | 210,600   |
| 16            | 1,577   | 2,010   | 1,741   | 1,664   | 190           | 222,376   | 283,385   | 245,480   | 234,650   |
| 17            | 1,780   | 2,269   | 1,965   | 1,879   | 200           | 246,400   | 314,000   | 272,000   | 260,000   |
| 18            | 1,996   | 2,543   | 2,203   | 2,106   | 210           | 271,656   | 346,185   | 299,880   | 286,650   |
| 19            | 2,224   | 2,834   | 2,455   | 2,347   | 220           | 298,144   | 379,940   | 329,120   | 314,600   |
| 20            | 2,464   | 3,140   | 2,720   | 2,600   | 230           | 325,864   | 415,265   | 359,720   | 343,850   |
| 21            | 2,717   | 3,462   | 2,999   | 2,867   | 240           | 354,816   | 452,160   | 391,680   | 374,400   |
| 22            | 2,981   | 3,799   | 3,291   | 3,146   | 250           | 385,000   | 490,625   | 425,000   | 406,250   |
| 23            | 3,259   | 4,153   | 3,597   | 3,439   | 260           | 416,416   | 530,660   | 459,680   | 439,400   |
| 24            | 3,548   | 4,522   | 3,917   | 3,744   | 270           | 449,064   | 572,265   | 495,720   | 473,850   |
| 25            | 3,850   | 4,906   | 4,250   | 4,063   | 280           | 482,944   | 615,440   | 533,120   | 509,600   |
| 26            | 4,164   | 5,307   | 4,597   | 4,394   | 290           | 518,056   | 660,185   | 571,880   | 546,650   |
| 27            | 4,491   | 5,723   | 4,957   | 4,739   | 300           | 554,400   | 706,500   | 612,000   | 585,000   |
| 28            | 4,829   | 6,154   | 5,331   | 5,096   | 310           | 591,976   | 754,385   | 653,480   | 624,650   |
| 30            | 5,544   | 7,065   | 6,120   | 5,850   | 320           | 630,784   | 803,840   | 696,320   | 665,600   |
| 32            | 6,308   | 8,038   | 6,963   | 6,656   | 330           | 670,824   | 854,865   | 740,520   | 707,850   |
| 33            | 6,708   | 8,549   | 7,405   | 7,079   | 340           | 712,096   | 907,460   | 786,080   | 751,400   |
| 34            | 7,121   | 9,075   | 7,861   | 7,514   | 350           | 754,600   | 961,625   | 833,000   | 796,250   |
| 35            | 7,546   | 9,616   | 8,330   | 7,963   | 360           | 798,336   | 1017,360  | 881,280   | 842,400   |
| 36            | 7,983   | 10,174  | 8,813   | 8,424   | 370           | 843,304   | 1074,665  | 930,920   | 889,850   |
| 37            | 8,433   | 10,747  | 9,309   | 8,899   | 380           | 889,504   | 1133,540  | 981,920   | 938,600   |
| 38            | 8,895   | 11,335  | 9,819   | 9,386   | 400           | 985,600   | 1256,000  | 1088,000  | 1040,000  |
| 39            | 9,369   | 11,940  | 10,343  | 9,887   | 420           | 1086,624  | 1384,740  | 1199,520  | 1146,600  |
| 40            | 9,856   | 12,560  | 10,880  | 10,400  | 430           | 1138,984  | 1451,465  | 1257,320  | 1201,850  |
| 42            | 10,866  | 13,847  | 11,995  | 11,466  | 450           | 1247,400  | 1589,625  | 1377,000  | 1316,250  |
| 45            | 12,474  | 15,896  | 13,770  | 13,163  | 460           | 1303,456  | 1661,060  | 1438,880  | 1375,400  |
| 46            | 13,035  | 16,611  | 14,389  | 13,754  | 470           | 1360,744  | 1734,065  | 1502,120  | 1435,850  |
| 47            | 13,607  | 17,341  | 15,021  | 14,359  | 480           | 1419,264  | 1808,640  | 1566,720  | 1497,600  |
| 48            | 14,193  | 18,086  | 15,667  | 14,976  | 500           | 1540,000  | 1962,500  | 1700,000  | 1625,000  |
| 50            | 15,400  | 19,625  | 17,000  | 16,250  | 520           | 1665,664  | 2122,640  | 1838,720  | 1757,600  |
| 52            | 16,657  | 21,226  | 18,387  | 17,576  | 550           | 1863,400  | 2374,625  | 2057,000  | 1966,250  |
| 55            | 18,634  | 23,746  | 20,570  | 19,663  | 580           | 2072,224  | 2640,740  | 2287,520  | 2186,600  |
| 57            | 20,014  | 25,505  | 22,093  | 21,119  | 600           | 2217,600  | 2826,000  | 2448,000  | 2340,000  |
| 60            | 22,176  | 28,260  | 24,480  | 23,400  | 650           | 2602,600  | 3316,625  | 2873,000  | 2746,250  |
| 62            | 23,679  | 30,175  | 26,139  | 24,986  | 700           | 3018,400  | 3846,500  | 3332,000  | 3185,000  |
| 65            | 26,026  | 33,166  | 28,730  | 27,463  | 750           | 3465,000  | 4415,625  | 3825,000  | 3656,250  |
| 67            | 27,652  | 35,239  | 30,525  | 29,179  | 800           | 3942,400  | 5024,000  | 4352,000  | 4160,000  |
| 70            | 30,184  | 38,465  | 33,320  | 31,850  | 850           | 4450,600  | 5671,625  | 4913,000  | 4696,250  |
| 75            | 34,650  | 44,156  | 38,250  | 36,563  | 900           | 4989,600  | 6358,500  | 5508,000  | 5265,000  |
| 77            | 36,523  | 46,543  | 40,317  | 38,539  | 1000          | 6160,000  | 7850,000  | 6800,000  | 6500,000  |

## LAMA VE PLATİNALARIN AĞIRLIK TABLOSU (kg/m)

| Genişlik<br>(mm) | Kalınlık<br>(mm) |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |         |
|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
|                  | 10               | 15    | 20    | 25    | 30    | 35    | 40     | 45     | 50     | 60     | 70     | 80     | 90     | 100    | 110    | 120    | 130     | 140     | 150     |
| 5                | 0,393            | 0,589 | 0,785 | 0,981 | 1,178 | 1,374 | 1,570  | 1,766  | 1,963  | 2,355  | 2,748  | 3,140  | 3,533  | 3,925  | 4,318  | 4,710  | 5,103   | 5,495   | 5,888   |
| 6                | 0,471            | 0,707 | 0,942 | 1,178 | 1,413 | 1,649 | 1,884  | 2,120  | 2,355  | 2,826  | 3,297  | 3,768  | 4,239  | 4,710  | 5,181  | 5,652  | 6,123   | 6,594   | 7,065   |
| 7                | 0,550            | 0,824 | 1,099 | 1,374 | 1,649 | 1,923 | 2,198  | 2,473  | 2,748  | 3,297  | 3,847  | 4,396  | 4,946  | 5,495  | 6,045  | 6,594  | 7,144   | 7,693   | 8,243   |
| 8                | 0,628            | 0,942 | 1,256 | 1,570 | 1,884 | 2,198 | 2,512  | 2,826  | 3,140  | 3,768  | 4,396  | 5,024  | 5,652  | 6,280  | 6,908  | 7,536  | 8,164   | 8,792   | 9,420   |
| 10               | 0,785            | 1,178 | 1,570 | 1,963 | 2,355 | 2,748 | 3,140  | 3,533  | 3,925  | 4,710  | 5,495  | 6,280  | 7,065  | 7,850  | 8,635  | 9,420  | 10,205  | 10,990  | 11,775  |
| 12               | -                | 1,413 | 1,884 | 2,355 | 2,826 | 3,297 | 3,768  | 4,239  | 4,710  | 5,652  | 6,594  | 7,536  | 8,478  | 9,420  | 10,362 | 11,304 | 12,246  | 13,188  | 14,130  |
| 14               | -                | 1,649 | 2,198 | 2,748 | 3,297 | 3,847 | 4,396  | 4,946  | 5,495  | 6,594  | 7,693  | 8,792  | 9,891  | 10,990 | 12,089 | 13,188 | 14,287  | 15,386  | 16,485  |
| 15               | -                | 1,766 | 2,355 | 2,944 | 3,533 | 4,121 | 4,710  | 5,299  | 5,888  | 7,065  | 8,243  | 9,420  | 10,598 | 11,775 | 12,953 | 14,130 | 15,308  | 16,485  | 17,663  |
| 16               | -                | -     | 2,512 | 3,140 | 3,768 | 4,396 | 5,024  | 5,652  | 6,280  | 7,536  | 8,792  | 10,048 | 11,304 | 12,560 | 13,816 | 15,072 | 16,328  | 17,584  | 18,840  |
| 18               | -                | -     | 2,826 | 3,533 | 4,239 | 4,946 | 5,652  | 6,359  | 7,065  | 8,478  | 9,891  | 11,304 | 12,717 | 14,130 | 15,543 | 16,956 | 18,369  | 19,782  | 21,195  |
| 20               | -                | -     | 3,140 | 3,925 | 4,710 | 5,495 | 6,280  | 7,065  | 7,850  | 9,420  | 10,990 | 12,560 | 14,130 | 15,700 | 17,270 | 18,840 | 20,410  | 21,980  | 23,550  |
| 25               | -                | -     | -     | 4,906 | 5,888 | 6,869 | 7,850  | 8,831  | 9,813  | 11,775 | 13,738 | 15,700 | 17,663 | 19,625 | 21,588 | 23,550 | 25,513  | 27,475  | 29,438  |
| 30               | -                | -     | -     | -     | 7,065 | 8,243 | 9,420  | 10,598 | 11,775 | 14,130 | 16,485 | 18,840 | 21,195 | 23,550 | 25,905 | 28,260 | 30,615  | 32,970  | 35,325  |
| 35               | -                | -     | -     | -     | -     | 9,616 | 10,990 | 12,364 | 13,738 | 16,485 | 19,233 | 21,980 | 24,728 | 27,475 | 30,223 | 32,970 | 35,718  | 38,465  | 41,213  |
| 40               | -                | -     | -     | -     | -     | -     | 12,560 | 14,130 | 15,700 | 18,440 | 21,190 | 23,940 | 26,690 | 29,440 | 32,190 | 34,940 | 37,690  | 40,440  | 43,190  |
| 45               | -                | -     | -     | -     | -     | -     | -      | 15,896 | 17,663 | 21,195 | 24,728 | 28,260 | 31,793 | 35,325 | 38,858 | 42,390 | 45,923  | 49,455  | 52,988  |
| 50               | -                | -     | -     | -     | -     | -     | -      | -      | 19,625 | 23,550 | 27,475 | 31,400 | 35,325 | 39,250 | 43,175 | 47,100 | 51,025  | 54,950  | 58,875  |
| 60               | -                | -     | -     | -     | -     | -     | -      | -      | -      | 28,260 | 32,970 | 37,680 | 42,390 | 47,100 | 51,810 | 56,520 | 61,230  | 65,940  | 70,650  |
| 70               | -                | -     | -     | -     | -     | -     | -      | -      | -      | -      | 38,465 | 43,960 | 49,455 | 54,950 | 60,445 | 65,940 | 71,435  | 76,930  | 82,425  |
| 80               | -                | -     | -     | -     | -     | -     | -      | -      | -      | -      | -      | 50,240 | 56,520 | 62,800 | 69,080 | 75,360 | 81,640  | 87,920  | 94,200  |
| 100              | -                | -     | -     | -     | -     | -     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 70,650 | 78,500 | 86,350 | 94,200 | 102,050 | 109,900 | 117,750 |

| Genişlik<br>(mm) | Kalınlık<br>(mm) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 160              | 170     | 180     | 190     | 200     | 205     | 250     | 255     | 300     | 305     | 350     | 355     | 400     | 405     | 450     | 455     | 500     | 550     | 600     |
| 5                | 6,280            | 6,673   | 7,065   | 7,458   | 7,850   | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| 6                | 7,536            | 8,007   | 8,478   | 8,949   | 9,420   | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| 7                | 8,792            | 9,342   | 9,891   | 10,441  | 10,990  | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| 8                | 10,048           | 10,676  | 11,304  | 11,932  | 12,560  | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| 10               | 12,560           | 13,345  | 14,130  | 14,915  | 15,700  | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| 12               | 15,072           | 16,014  | 16,956  | 17,898  | 18,840  | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| 14               | 17,584           | 18,683  | 19,782  | 20,881  | 21,980  | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| 15               | 18,840           | 20,018  | 21,195  | 22,373  | 23,550  | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| 16               | 20,096           | 21,352  | 22,608  | 23,864  | 25,120  | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| 18               | 22,608           | 24,021  | 25,434  | 26,847  | 28,260  | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| 20               | 25,120           | 26,690  | 28,260  | 29,830  | 31,400  | 32,185  | 39,250  | 40,035  | 47,100  | 47,885  | 54,950  | 55,735  | 62,800  | 63,585  | 70,650  | 71,435  | 78,500  | 86,350  | 94,200  |
| 25               | 31,400           | 33,363  | 35,325  | 37,288  | 39,250  | 40,231  | 49,063  | 50,044  | 58,875  | 59,856  | 68,688  | 69,669  | 78,500  | 79,481  | 88,313  | 89,294  | 98,125  | 107,938 | 117,750 |
| 30               | 37,680           | 40,035  | 42,390  | 44,745  | 47,100  | 48,278  | 58,875  | 60,053  | 70,650  | 71,828  | 82,425  | 83,603  | 94,200  | 95,378  | 105,975 | 107,153 | 117,750 | 129,525 | 141,300 |
| 35               | 43,960           | 46,708  | 49,455  | 52,203  | 54,950  | 56,324  | 68,688  | 70,061  | 82,425  | 83,799  | 96,163  | 97,536  | 109,900 | 111,274 | 123,638 | 125,011 | 137,375 | 151,113 | 164,850 |
| 40               | 50,240           | 53,380  | 56,520  | 59,660  | 62,800  | 64,370  | 78,500  | 80,070  | 94,200  | 95,770  | 109,900 | 111,470 | 125,600 | 127,170 | 141,300 | 142,870 | 157,000 | 172,700 | 188,400 |
| 45               | 56,520           | 60,053  | 63,585  | 67,118  | 70,650  | 72,416  | 88,313  | 90,079  | 105,975 | 107,741 | 123,638 | 125,404 | 141,300 | 143,066 | 158,963 | 160,729 | 176,625 | 194,288 | 211,950 |
| 50               | 62,800           | 66,725  | 70,650  | 74,575  | 78,500  | 80,463  | 98,125  | 100,088 | 117,750 | 119,713 | 137,375 | 139,338 | 157,000 | 158,963 | 176,625 | 178,588 | 196,250 | 215,875 | 235,500 |
| 60               | 75,360           | 80,070  | 84,780  | 89,490  | 94,200  | 96,555  | 117,750 | 120,105 | 141,300 | 143,655 | 164,850 | 167,205 | 188,400 | 190,755 | 211,950 | 214,305 | 235,500 | 259,050 | 282,600 |
| 70               | 87,920           | 93,415  | 98,910  | 104,405 | 109,900 | 112,648 | 137,375 | 140,123 | 164,850 | 167,598 | 192,325 | 195,073 | 219,800 | 222,548 | 247,275 | 250,023 | 274,750 | 302,225 | 329,700 |
| 80               | 100,480          | 106,760 | 113,040 | 119,320 | 125,600 | 128,740 | 157,000 | 160,140 | 188,400 | 191,540 | 219,800 | 222,940 | 251,200 | 254,340 | 282,600 | 285,740 | 314,000 | 345,400 | 376,800 |
| 100              | 125,600          | 133,450 | 141,300 | 149,150 | 157,000 | 160,925 | 196,250 | 200,175 | 235,500 | 239,425 | 274,750 | 278,675 | 314,000 | 317,925 | 353,250 | 357,175 | 392,500 | 431,750 | 471,000 |



## GENEL TOLERANS TABLOSU (m M)

| DELİK SİSTEMİ |         |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |         |
|---------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| H             | 1 ES    | 2 ES | 3 ES | 4 ES | 5 ES | 6 ES | 7 ES | 8 ES | 9 ES | 10 ES | 11 ES | 12 ES | 13 ES | 14 ES | 15 ES | 16 ES | 1-16 Eİ |
| < 3           | 0,8     | 1,2  | 2    | 3    | 4    | 6    | 10   | 14   | 25   | 40    | 60    | 100   | 140   | 250   | 400   | 600   | 0       |
| >3-6          | 1       | 1,5  | 2,5  | 4    | 5    | 8    | 12   | 18   | 30   | 48    | 75    | 120   | 180   | 300   | 480   | 750   | 0       |
| >6-10         | 1       | 1,5  | 2,5  | 4    | 6    | 9    | 15   | 22   | 36   | 58    | 90    | 150   | 220   | 360   | 580   | 900   | 0       |
| >10-18        | 1,2     | 2    | 3    | 5    | 8    | 11   | 18   | 27   | 43   | 70    | 110   | 180   | 270   | 430   | 700   | 1100  | 0       |
| >18-30        | 1,5     | 2,5  | 4    | 6    | 9    | 13   | 21   | 33   | 52   | 84    | 130   | 210   | 330   | 520   | 840   | 1300  | 0       |
| >30-50        | 1,5     | 2,5  | 4    | 7    | 11   | 16   | 25   | 39   | 62   | 100   | 160   | 250   | 390   | 620   | 1000  | 1600  | 0       |
| >50-80        | 2       | 3    | 5    | 8    | 13   | 19   | 30   | 46   | 74   | 120   | 190   | 300   | 460   | 740   | 1200  | 1900  | 0       |
| >80-100       | 2,5     | 4    | 6    | 10   | 15   | 22   | 35   | 54   | 87   | 140   | 220   | 350   | 540   | 870   | 1400  | 2200  | 0       |
| MİL SİSTEMİ   |         |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |         |
| h             | 1-16 es | 1 ei | 2 ei | 3 ei | 4 ei | 5 ei | 6 ei | 7 ei | 8 ei | 9 ei  | 10 ei | 11 ei | 12 ei | 13 ei | 14 ei | 15 ei | 16 ei   |
| <3            | 0       | -0,8 | -1,2 | -2   | -3   | -4   | -6   | -10  | -14  | -25   | -40   | -60   | -100  | -140  | -250  | -400  | -600    |
| >3-6          | 0       | -1   | -1,5 | -2,5 | -4   | -5   | -8   | -12  | -18  | -30   | -48   | -75   | -120  | -180  | -300  | -480  | -750    |
| >6-10         | 0       | -1   | -1,5 | -2,5 | -4   | -6   | -9   | -15  | -22  | -36   | -58   | -90   | -150  | -220  | -360  | -580  | -900    |
| >10-18        | 0       | -1,2 | -2   | -3   | -5   | -8   | -11  | -18  | -27  | -43   | -70   | -110  | -180  | -270  | -430  | -700  | -1100   |
| >18-30        | 0       | -1,5 | -2,5 | -4   | -6   | -9   | -13  | -21  | -33  | -52   | -84   | -130  | -210  | -330  | -520  | -840  | -1300   |
| >30-50        | 0       | -1,5 | -2,5 | -4   | -7   | -11  | -16  | -25  | -39  | -62   | -100  | -160  | -250  | -390  | -620  | -1000 | -1600   |
| >50-80        | 0       | -2   | -3   | -5   | -8   | -13  | -19  | -30  | -46  | -74   | -120  | -190  | -300  | -460  | -740  | -1200 | -1900   |
| >80-100       | 0       | -2,5 | -4   | -6   | -10  | -15  | -22  | -35  | -54  | -87   | -140  | -220  | -350  | -540  | -870  | -1400 | -2200   |

## SIK KULLANILAN MALZEMELERİN YOĞUNLUKLARI

| Sembol | İsim      | Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> ) | Sembol | İsim             | Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|--------|-----------|--------------------------------|--------|------------------|--------------------------------|
| Al     | alüminyum | 2.70                           | Mo     | molibden         | 10.22                          |
| Sb     | antimuan  | 6.69                           | Ni     | nikel            | 8.91                           |
| Cu     | bakır     | 8.9                            | Si     | silisyum         | 2.33                           |
| B      | bor       | 2.33                           | Ti     | titanyum         | 4.51                           |
| Zn     | çinko     | 7.13                           | V      | vanadyum         | 6.12                           |
| Fe     | demir     | 7.87                           | W      | wolfram          | 19.27                          |
| Sn     | kalay     | 7.29                           | Zr     | zirkonyum        | 6.50                           |
| C      | karbon    | 2.20                           | -      | pirinç           | 8.50                           |
| Co     | kobalt    | 8.90                           | -      | dökme demir      | 7.25                           |
| Cr     | krom      | 7.20                           | -      | karbon çelikleri | 7.85                           |
| Pb     | kurşun    | 11.34                          | -      | delrin           | 1.42                           |
| S      | kükürt    | 2.07                           | -      | polyamid         | 1.135                          |
| Mg     | magnezyum | 1.74                           | -      | polietilen       | 0.95                           |
| Mn     | mangan    | 7.43                           | -      | teflon           | 2.13                           |

## MEKANİK TESTLER İLE İLGİLİ ASTM STANDARTLARI

|                 |  |
|-----------------|--|
| E 855-90 (1995) | Yay uygulamaları için düz metalik malzemelerin eğme testi  |
| E 190-92 (1992) | Kaynakların sürekliliğini belirlemek için eğme testi   |
| E 290-97a       | Metalik malzemelerin sünekliğini belirlemek için eğme  |
| E 9-89a (1995)  | Metalik malzemelerin oda sıcaklığında basma testi  |
| E 209-65 (1993) | Metalik malzemelerin yüksek sıcaklıklarda konvansiyonel veya hızlı ısıtma hızlarında ve deformasyon hızlarında basma testi                                     |
| E 855-90        | Yay uygulamaları için düz metalik malzemelerin eğme testi  |
| E 796-94        | Metalik folyonun süneklik testi  |
| E 643-84 (1995) | Erichsen testi   |
| E 646-93        | Metalik sac malzemelerin çekmedeki deformasyon sertleşmesi üssünün belirleme testi   |
| E 6-98          | Mekanik test metodları   |
| E 448-82 (1997) | Metalik malzemelerin skleroskop sertlik testi  |
| E 10-96         | Metalik malzemelerin Brinell sertlik testi   |
| E 140-97        | Metaller için sertlik dönüşüm tabloları (Brinell sertliği, Vickers sertliği, Rockwell yüzey sertliği, knoop sertliği ve skleroskop sertliği arasındaki ilişki) |
| E 110-82 (1997) | Taşınabilir sertlik cihazı ile metalik malzemelerin indentasyon sertlik testi  |
| E 384-89 (1997) | Malzemelerin mikrosertlik testi  |
| E 103-84 (1996) | Metalik malzemelerin hızlı indentasyon sertlik testi   |
| E 18-97a        | Metalik malzemelerin Rockwell ve Rockwell yüzey sertlik testi  |
| E 92-82 (1997)  | Metalik malzemelerin Vickers sertlik testi   |
| E 23-96         | Metalik malzemelerin çentikli çubuk darbe testi  |
| E 1842-96       | Metalik malzemelerin Makro Rockwell sertlik testi  |
| E 517-96a       | Sac metali için plastik deformasyon oranı r testi  |
| E 345-93        | Metalik folyonun çekme testi   |
| E 8-98          | Metalik malzemelerin çekme testi   |
| E 8M-98         | Metalik malzemelerin çekme testi (Metrik)  |
| E 466-96        | Metalik malzemeler için yük kontrollü sabit genlikli aksel yorulma testi   |
| E 606-92        | Sabit genlikli az çevrimli yorulma testi   |
| E 468-90        | Metalik malzemeler için sabit genlikli yorulma test sonuçlarının prezentasyonu   |

## MEKANİK TESTLERLE İLGİLİ TÜRK STANDARTLARI

|        |  |
|--------|--|
| TS 138 | Metalik Malzemelerin Çekme Muayenesi   |
| TS 139 | Metlik Malzemelerin Brinell Sertlik Muayenesi  |
| TS 140 | Metalik Malzemelerin Rockwell Sertlik Muayenesi  |
| TS 205 | Metalik Malzemelerin Eğme ve Katlama Muayeneleri   |
| TS 207 | Metalik Malzemelerin Vickers Sertlik Deneyi  |
| TS 269 | Metalik Malzemelerin Vurma (Darbe) Muayeneleri   |
| TS 271 | Metalik Sac ve Bantların Çökertme Muayenesi (Erichsen Muayenesi)                           |
| TS 279 | Metalik Malzemelerin Sürekli Uzama ve Kopma Süresinin Tayini Deneyi                        |
| TS 287 | Çeliklerde Eritme Kaynak Metodu ile Yapılan Alın Birleştirme Kaynaklarının Çekme Muayenesi |

## METALOGRAFİ İLE İLGİLİ ASTM STANDARTLARI

|                  |  |
|------------------|--|
| E 1077-91 (1997) | Çelik numunelerde dekarbürizasyon derinliğinin belirlenmesi                                    |
| E 112-96         | Ortalama tane boyunun belirlenmesi   |
| E 1382-97        | Yarı otomatik ve otomatik görüntü analiz cihazı kullanarak ortalama tane boyunun belirlenmesi  |
| E 340-95         | Metal alaşımlarının makro dalgalanması   |
| E 381-94         | Çelik çubuk, biler, blum ve dövme ürünlerinin makro dağlama testi                              |
| E 384-89 (1997)  | Malzemelerin mikrosertliği   |
| E 45-97          | Çelik inklüzyon içeriğinin belirlenmesi  |
| E 1245-95        | Çelik ve diğer metallerin inklüzyon içeriğinin otomatik görüntü analiz cihazı ile belirlenmesi |
| E 407-93         | Metallerin ve alaşımlarının mikro dalgalanması   |
| E 1268-94        | Mikroyapıda bantlaşma ve yönlenme derecesinin belirlenmesi                                     |
| E 1122-96        | Otomatik görüntü analiz cihazı kullanarak JK inklüzyonlarının belirlenmesi                     |
| E 768-80 (1993)  | Çeliklerde otomatik inklüzyon belirlenmesi için numune hazırlanması                            |
| E 1180-94        | Mikroyapısal inceleme için kükürt baskısının hazırlanması                                      |

## ALAŞIM ELEMENTLERİNİN ÇELİKLERİN ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

| ALAŞIM ELEMENTİ | SERTLİK | MUKAVEMET | AKMA NOKTASI | UZAMA | KESİT BÜZÜLMESİ | DARBE DİRENCİ | ELASTİSİTE | YÜKSEK SICAKLIĞA DAYANIM | SOĞUTMA HIZI | KARBÜR OLUŞUMU | AŞINMA DİRENCİ | DOĞULBİLİRLİK | İŞLENİBİLİRLİK | OKSİTLENME EĞİLİMİ | KORROZYON DİRENCİ |
|-----------------|---------|-----------|--------------|-------|-----------------|---------------|------------|--------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|----------------|--------------------|-------------------|
| Si              | ↑       | ↑         | ↑↑           | ↓     | □               | ↓             | ↑↑↑        | ↑                        | ↓            | ↓              | ↓↓↓            | ↓             | ↓              | ↓                  | □                 |
| Mn*             | ↑       | ↑         | ↑            | □     | □               | □             | ↑          | □                        | ↓            | □              | ↓↓             | ↑             | □              | □                  | □                 |
| Mn**            | ↓↓↓     | ↑         | ↓            | ↓↓↓   | □               | -             | -          | ↓↓                       |              |                |                | ↓↓↓           | ↓↓↓            | ↓↓                 | □                 |
| Cr              | ↑↑      | ↑↑        | ↑↑           | ↓     | ↓               | ↓             | ↑          | ↑                        | ↓↓↓          | □              | ↑              | ↓             |                | ↓↓↓                | ↓↓↓               |
| Ni*             | ↑       | ↑         | ↑            | □     | □               | □             | -          | ↑                        | ↓↓           |                | ↓↓             | ↓             | ↓              | ↓                  | □                 |
| Ni**            | ↓↓      | ↑         | ↓            | ↑↑↑   | ↑↑              | ↑↑↑           | -          | ↑↑↑                      | ↓↓           |                |                | ↓↓↓           | ↓↓↓            | ↓↓                 | ↑↑                |
| Al              | -       | -         | -            | -     | ↓               | ↓             | -          |                          |              |                |                | □             |                | ↓↓                 | □                 |
| W               | ↑       | ↑         | ↑            | ↓     | ↓               | -             | -          | ↑↑↑                      | ↓↓           | ↑↑             | ↑↑↑            | ↓↓            | ↓↓             | ↓↓                 |                   |
| V               | ↑       | ↑         | ↑            | □     | □               | ↑             | ↑          | ↑↑                       | ↓            | ↑↑↑            | ↑↑             | ↑             |                | ↓                  | ↑                 |
| Co              | ↑       | ↑         | ↑            | ↓     | ↓               | ↓             | -          | ↑↑                       | ↑↑           |                | ↑↑↑            | ↓             | □              | ↓                  |                   |
| Mo              | ↑       | ↑         | ↑            | ↓     | ↓               | ↑             | -          | ↑↑                       | ↓↓           | ↑↑↑            | ↑↑             | ↓             | ↓              | ↑↑                 |                   |
| S               | -       | -         | -            | ↓     | ↓               | ↓             | -          | ↓↓↓                      | ↑↑↑          |                | ↓              |               |                |                    |                   |
| P               | ↑       | ↑         | ↑            | ↓     | ↓               | ↓↓↓           | -          | ↓↓↓                      | ↓↓↓          | ↓↓             | ↑↑             |               |                |                    |                   |

\*Perlitik Çeliklerde

\*\*Ostenitik Çeliklerde

↑ artırır

↓ azaltır

□ değişmez

- önemsiz ya da bilinmiyor

## ÇELİKLERİN VE DEMİR ESASLI DÖKÜMLERİN ULUSLARARASI STANDARTLARDA YAKLAŞIK KARŞILIKLARI

| Türkiye TS |            | Almanya DIN |            | Fransa AFNOR                    | İngiltere B.S.   | İtalya UNI       | Japonya JIS         | Bağımsız Devletler Topluluğu GOST | Amerika Birleşik Devletleri AISI/SAE/ASTM |
|------------|------------|-------------|------------|---------------------------------|------------------|------------------|---------------------|-----------------------------------|---|
| Malz. No   | Sembol     | Malz. No    | Sembol     |                                 |                  |                  |                     |                                   |   |
| 1.0301     | C 10       | 1.0301      | C 10       | AF 34 C 10                      | 045M10; 040A10   | C 10             | -                   | -                                 | 1010                                      |
| 1.0401     | C 15       | 1.0401      | C 15       | AF 37 C 12                      | 080M15; 040A15   | C 15; C 16       | -                   | -                                 | 1015                                      |
| 1.0402     | C 22       | 1.0402      | C 22       | AF 42 C 20                      | 050 A 20         | C 20; C 21       | -                   | 20                                | 1020                                      |
| 1.0406     | C 25       | 1.0406      | C 25       | AF 50 C 30 1501/<br>Gr. 161-400 | -                | C 25             | -                   | -                                 | 1025                                      |
| 1.0501     | C 35       | 1.0501      | C 35       | AF 55 C 35                      | 060 A 35         | C 35             | -                   | 35                                | 1035                                      |
| 1.0503     | C 45       | 1.0503      | C 45       | AF 65 C 45                      | 080 M 46         | C 45             | -                   | 45                                | 1045                                      |
| 1.0535     | C 55       | 1.0535      | C 55       | -                               | 070 M 55         | C 55             | -                   | 55                                | 1055                                      |
| 1.0570     | Fe 52-3    | 1.0570      | St 52-3    | E 36-3; E 36-4                  | 4360-50 B; 50 D  | Fe 510 B; C; D   | SM50YB; SM53B; C    | 17 GS; 17 G 1 S                   | -   |
| 1.0601     | C 60       | 1.0601      | C 60       | AF 70 C 55                      | 080 A 62         | C 60             | -                   | 60                                | 1060                                      |
| 1.0605     | C 75       | 1.0605      | C 75       | -                               | 070 A 72         | C 75             | -                   | 75                                | -   |
| 1.1121     | Ck 10      | 1.1121      | Ck 10      | XC 10                           | 045 M 10         | C 10             | S 10 C; S 9 CK      | 03; 10                            | 1010                                      |
| 1.1141     | Ck 15      | 1.1141      | Ck 15      | XC 18                           | 080 M 15         | C 15; C 16       | S 15 C; S 15 CK     | 15                                | 1015                                      |
| 1.1151     | Ck 22      | 1.1151      | Ck 22      | XC 25; XC 18                    | 050 A 20         | C 20             | S20C; S 20 CK; S22C | 20                                | 1020; 1023                                |
| 1.1157     | 40 Mn 4    | 1.1157      | 40 Mn 4    | 35 M 5                          | 150 M 36         | -                | -                   | 40 G                              | 1039                                      |
| 1.1158     | Ck 25      | 1.1158      | Ck 25      | XC 25                           | -                | C 25             | S 25 C              | 25                                | 1025                                      |
| 1.1165     | 30 Mn 5    | 1.1165      | 30 Mn 5    | -                               | 120 M 36         | -                | SMn 433 H;          | -                                 | -   |
| SCMN 2     | 30GSL      | 1330        | -          | -                               | -                | -                | -                   | -                                 | -   |
| 1.1167     | 36 Mn 5    | 1.1167      | 36 Mn 5    | 40 M S                          | -                | -                | SMn 438 (H);        | -                                 | -   |
| SCMN3      | 35G2; 35GL | 1335        | -          | -                               | -                | -                | -                   | -                                 | -   |
| 1.1180     | Cm 35      | 1.1180      | Cm 35      | -                               | -                | -                | -                   | -                                 | 1035                                      |
| 1.1181     | Ck 35      | 1.1181      | Ck 35      | XC 38 H 1; XC 32                | 060 A 35         | C 35             | S 35 C              | -                                 | 1035                                      |
| 1.1183     | Cf 35      | 1.1183      | Cf 35      | XC 38 H 1 T S                   | 060 A 35         | C 36; C 38       | S 35 C              | 35                                | 1035                                      |
| 1.1186     | Ck 40      | 1.1186      | Ck 40      | XC 42 H 1                       | 080 A 40;        | C 15; C 16       | -                   | -                                 | 1015                                      |
| 060 A 40   | C 40       | S 40 C      | 40         | 1040                            | 050 A 20         | C 20; C 21       | -                   | 20                                | 1020                                      |
| 1.1191     | Ck 45      | 1.1191      | Ck 45      | XC 42 H 1; XC 45                | 080 M 46         | C 45; C 46       | S 45 C              | 45                                | 1045                                      |
| 1.1193     | Cf 45      | 1.1193      | Cf 45      | XC 42 H 1 TS                    | 060 A 47;        | C 35             | -                   | 35                                | 1035                                      |
| 080 M 46   | -          | S 50 C      | 45         | 1045                            | 080 M 46         | C 45             | -                   | 45                                | 1045                                      |
| 1.1201     | Cm 45      | 1.1201      | Cm 45      | XC 42 H 1                       | 080 M 46         | -                | S 50 C              | -                                 | 1045                                      |
| 1.1203     | Ck 55      | 1.1203      | Ck 55      | XC 55 H 1                       | 070 M 55         | C 55             | S 55 C              | -                                 | 1055                                      |
| 1.1206     | Ck 50      | 1.1206      | Ck 50      | -                               | 080 M 50         | -                | -                   | 50                                | 1050                                      |
| 1.1209     | Cm 55      | 1.1209      | Cm 55      | XC 55 H 1                       | 070 M 55         | -                | -                   | -                                 | 1055                                      |
| 1.1213     | Cf 53      | 1.1213      | Cf 53      | XC 48 H 1 T S                   | 060 A 52;        | C 10             | S 10 C; S 9 CK      | 03; 10                            | 1010                                      |
| 070 M 55   | C 53       | S 50 C      | 50         | 1050                            | 080 M 15         | C 15; C 16       | S 15 C; S 15 CK     | 15                                | 1015                                      |
| 1.1221     | Ck 60      | 1.1221      | Ck 60      | XC 60                           | 080 A 62         | C 60             | S 58 C              | 60; 60 G                          | 1060                                      |
| 1.1248     | Ck 75      | 1.1248      | Ck 75      | XC 75                           | -                | -                | -                   | -                                 | 1080                                      |
| 1.3401     | X 120 Mn12 | 1.3401      | X 120 Mn12 | Z 120 M 12                      | -                | X G 120 Mn 12    | SCMnH 1;            | 25                                | 1025                                      |
| SCMnH 11   | 110C13L    | -           | 30 Mn 5    | -                               | 120 M 36         | -                | SMn 433 H;          | -                                 | -   |
| 1.3505     | 100 Cr 6   | 1.3505      | 100 Cr 6   | 100 Cr 6                        | 534 A 99         | 100 Cr 6         | SUJ2                | SchCh 15                          | 52100                                     |
| 1.4021     | X 20 Cr 13 | 1.4021      | X 20 Cr 13 | Z 20 C 13                       | 420 S 37         | X 20 Cr 13       | SUS 420 J1          | 20Ch13                            | 420                                       |
| 1.4034     | X 46 Cr 13 | 1.4034      | X 46 Cr 13 | Z 40 C 14                       | (420 S 45)       | X 40 Cr 14       | -                   | 40Ch13                            | -   |
| 1.5415     | 15 Mo 3    | 1.5415      | 15 Mo 3    | 15 D 3                          | 1501 - 240       | 16 Mo 3 (KG; KW) | -                   | -                                 | A 204 Gr. A                               |
| 1.5419     | 22 Mo 4    | 1.5419      | 22 Mo 4    | -                               | -                | G 22 Mo 5        | SCPH11              | -                                 | 4419                                      |
| 1.5423     | 16 Mo 5    | 1.5423      | 16 Mo 5    | -                               | 1503 - 245 - 420 | 16 Mo 5          | -                   | -                                 | 4520                                      |
| 1.5710     | 36 NiCr 6  | 1.5710      | 36 NiCr 6  | 35 NC 6                         | 640 A 35         | -                | SNC 236             | -                                 | 3135                                      |

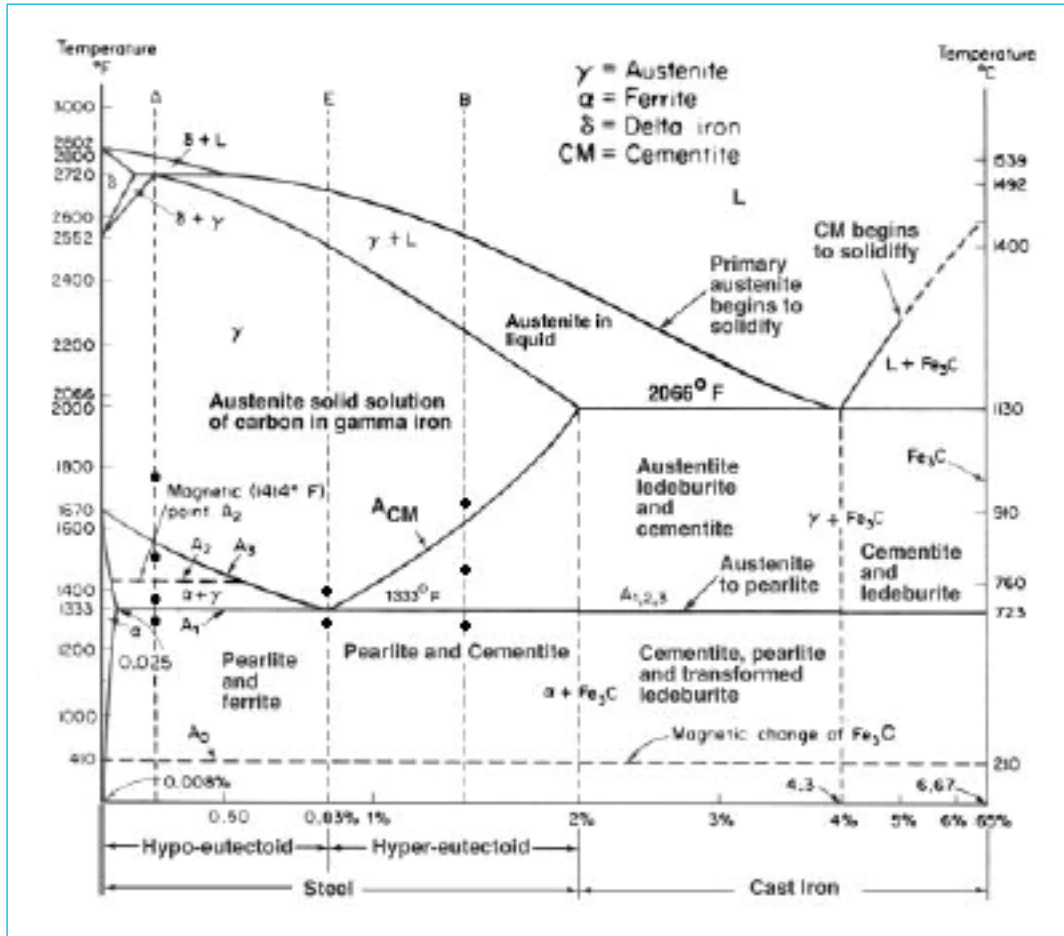
## ÇELİKLERİN VE DEMİR ESASLI DÖKÜMLERİN ULUSLARARASI STANDARTLARDA YAKLAŞIK KARŞILIKLARI

| Türkiye TS |              | Almanya DIN |               | Fransa AFNOR         | İngiltere B.S.      | İtalya UNI       | Japonya JIS                 | Bağımsız Devletler Topluluğu GOST | Amerika Birleşik Devletleri AISI/SAE/ASTM |
|------------|--------------|-------------|---------------|----------------------|---------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|
| Malz. No   | Sembol       | Malz. No    | Sembol        |                      |                     |                  |                             |                                   |   |
| 1.5711     | 40 NiCr 6    | 1.5711      | 40 NiCr 6     | -                    | 640 M 40            | -                | -                           | 40 ChN                            | 3140                                      |
| 1.5713     | 13 NiCr 6    | 1.5713      | 13 NiCr 6     | 10NC 6               | -                   | 16CrNi 4         | -                           | -                                 | 3415                                      |
| 1.5732     | 14 NiCr 10   | 1.5732      | 14 NiCr 10    | 14 NC 11             | -                   | 16NiCr 11        | SNC 415 (H)                 | -                                 | 3415                                      |
| 1.5736     | 36 NiCr 10   | 1.5736      | 36 NiCr 10    | 30 NC 11             | -                   | 35 NiCr 9        | SNC 631 (H)                 | -                                 | 3435                                      |
| 1.5752     | 14 NiCr 14   | 1.5752      | 14 NiCr 14    | 12 NC 15             | 655 M 13;           | -                | SNC 815 (H)                 | -                                 | 3415; 3310                                |
| 1.6511     | 36 CrNiMo 4  | 1.6511      | 36 CrNiMo 4   | 40 NCD 3             | 816 M 40            | 38 NiCrMo 4 (KB) | -                           | 40ChN2MA                          | 9840                                      |
| 1.6523     | 21 NiCrMo 2  | 1.6523      | 21 NiCrMo 2   | 20 NCD 2             | 805 M 20            | 20 NiCrMo 2      | SNCM 220 (H)                | -                                 | 8620                                      |
| 1.6543     | 21 NiCrMo 22 | 1.6543      | 21 NiCrMo 2 2 | -                    | 805 A 20            | -                | -                           | -                                 | 8720                                      |
| 1.6546     | 40 NiCrMo 22 | 1.6546      | 40 NiCrMo 2 2 | 40 NCD 2             | 311-Type 7          | 40 NiCrMo 2 (KB) | SNCM 240                    | 38ChGNM                           | 8740                                      |
| 1.6580     | 30 CrNiMo 8  | 1.6580      | 30 CrNiMo 8   | 30 CND 8             | 823 M 30            | 30NiCrMo 8       | SNCM 431                    | -                                 | -   |
| 1.6582     | 34 CrNiMo 6  | 1.6582      | 34 CrNiMo 6   | 35 NCD 6             | 817 M 40            | 35 NiCrMo 6 KB   | SNCM 447                    | 38Ch2N2MA                         | 4340                                      |
| 1.6587     | 17 CrNiMo 6  | 1.6587      | 17 CrNiMo 6   | 18 NCD 6             | 820 A 16            | (18 NiCrMo 7)    | -                           | -                                 | -   |
| 1.7003     | 38 Cr 2      | 1.7003      | 38 Cr 2       | 38 C 2               | -                   | 38 Cr 2          | -                           | -                                 | -   |
| 1.7006     | 46 Cr 2      | 1.7006      | 46 Cr 2       | 42 C 2               | -                   | 45 Cr 2          | -                           | -                                 | 5045                                      |
| 1.7015     | 15 Cr 3      | 1.7015      | 15 Cr 3       | 12 C 3               | 523 M 15            | -                | SCr 415 (H)                 | 15Ch                              | 5015                                      |
| 1.7030     | 28 Cr 4      | 1.7030      | 28 Cr 4       | -                    | 530 A 30            | -                | -                           | 30Ch                              | 5130                                      |
| 1.7033     | 34 Cr 4      | 1.7033      | 34 Cr 4       | 32 C 4               | 530 A 32            | 34 Cr 4 (KB)     | SCr 430 (H)                 | 35Ch                              | 5132                                      |
| 1.7034     | 37 Cr 4      | 1.7034      | 37 Cr 4       | 38 C 4               | 530 A 36            | 38 Cr 4          | SCr 435 H                   | 40Ch                              | 5135                                      |
| 1.7035     | 41 Cr 4      | 1.7035      | 41 Cr 4       | 42 C 4               | 530 M 40            | 41 Cr 4          | SCr 440 (H)                 | 40Ch                              | 5140                                      |
| 1.7131     | 16 MnCr 5    | 1.7131      | 16 MnCr 5     | 16 MC 5              | 527 M 17            | 16 MnCr 5        | -                           | 18ChG                             | 5120                                      |
| 1.7147     | 20 MnCr 5    | 1.7147      | 20 MnCr 5     | 20 MC 5              | -                   | 20 MnCr 5        | SMnC 420 H                  | 18ChG                             | 5120                                      |
| 1.7176     | 55 Cr 3      | 1.7176      | 55 Cr 3       | 55 C 3               | 527 A 60            | -                | SUP 9 (A)                   | 50ChGA                            | 5155                                      |
| 1.7218     | 25 CrMo 4    | 1.7218      | 25 CrMo 4     | 25 CD 4              | 1717 CDS 110        | 25 CrMo 4 (KB)   | SCH 420; SCM 430            | 30ChM                             | 4130                                      |
| 1.7220     | 34 CrMo 4    | 1.7220      | 34 CrMo 4     | 34 CD 4              | 708 A 37            | 35 CrMo 4        | SCM 432; SOCrM 3; SCM 435 H | AS38ChGM; 35ChML; 35 ChM          | 4135; 4137                                |
| 1.7220     | 34 CrMo 4    | 1.7220      | 34 CrMo 4     | 34 CD 4              | 708 A 37            | 35 CrMo 4        | SCM 432;                    | 35ChML; 35 ChM                    | 4135; 4137                                |
| 1.7225     | 42 CrMo 4    | 1.7225      | 42 CrMo 4     | 42 CD 4              | 708 M 40            | 42 CrMo 4        | SCM 440 (H)                 | -                                 | 4140                                      |
| 1.7228     | 50 CrMo 4    | 1.7228      | 50 CrMo 4     | -                    | -                   | -                | SCM 440 (H)                 | -                                 | 4140                                      |
| 1.7335     | 13 CrMo 44   | 1.7335      | 13 CrMo 44    | 15 CD 3.5; 15 CD 4.5 | 1501-620 Gr. 27; 31 | 14 CrMo 4 4      | -                           | 12ChM; 15 ChM                     | A 182-F 11; F 12                          |

## DÖNÜŞÜM FAKTÖRLERİ

| Parametre | Dönüşümler   |
|-----------|--|
| Zaman     | 1h= 60 dak =3600 s   |
| Uzunluk   | 1 m = 10 <sup>2</sup> cm= 10 <sup>3</sup> mm   |
|           | 1A° = 10 <sup>-10</sup> m = 10 <sup>-8</sup> cm  |
|           | 1 in = 2,54 cm<br>1 ft = 30,48 cm  |
| Alan      | 1 m <sup>2</sup> = 104 cm <sup>2</sup> = 106 mm <sup>2</sup>   |
|           | 1 m <sup>2</sup> = 1550 in <sup>2</sup> = 10,76 ft <sup>2</sup>  |
| Kuvvet    | 1 N = 0,102 kg   |
|           | 1 kg= 2,204 lb = 9,81 N  |
|           | 1 lb= 4,448 x 106 dyne=4,448 N   |
| Gerilme   | 1 N/m <sup>2</sup> (Pa) = 0,102 x 10 <sup>-6</sup> kg/mm <sup>2</sup> =145 x 10 <sup>-6</sup> lb/in <sup>2</sup> (psi) |
|           | 1 kg/mm <sup>2</sup> = 1422 lb/in <sup>2</sup> (psi) = 9,81 x 106 N/m <sup>2</sup>                                     |
|           | 1 lb/in <sup>2</sup> (psi)=7,04 x 10 <sup>-4</sup> kg/mm <sup>2</sup> =6,93 x 10 <sup>-4</sup> dyne/cm <sup>3</sup>    |
|           | 1 ksi= 103 psi = 6,89 x 106 N/m <sup>2</sup> (Pa)  |
| Enerji    | 1 N.m (J)=0,102 kg.m=107 erg (dyne.cm)   |
|           | 1 N.m (J)=0,239 cal= 2,78 x 10 <sup>-7</sup> KW saat   |
|           | 1 lb.ft= 1,356 N.m (J)   |
| Güç       | 1 J/s (W) = 0,102 kg.m/s   |
|           | 1 J/s (W) = 107 erg/s=0,239 cal/s  |
|           | BG= 75 kg.m/s= 550 lb.ft/s= 746 W (J/s)  |
|           | 1 lb.ft/s= 1,356 W   |
| Sıcaklık  | °C=5/9 (°F-32)   |
|           | °C=K-273,15  |

## Demir-Karbon Denge Diyagramı





[www.hascelik.com](http://www.hascelik.com)

