



SOĞUK ÇEKME ÇUBUKLARINDA ISIL İŞLEMLERLE MEKANİK ÖZELLİKLERİN DEĞİŞİMİ

N. Sinan KÖKSAL

Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Manisa

Geliş Tarihi : 03.12.1998

ÖZET

Malzemelerin özelliklerinde, imalat usulleri ve yapılan ısıl işlemler önemli olmaktadır. Makine konstrüksiyonunda, kullanılan malzemelerle emniyetli konstrüksiyon oluşturmak, bu özelliklerin bilinmesi ve doğru kullanılmasına bağlıdır. Bu çalışmada; soğuk çekme çubuklarından Ç1040 numunesine, üç farklı sıcaklıkta (500 °C, 650 °C, 840 °C) ısıl işlem uygulanmış ve ısıl işlem uygulanmamış (25 °C'deki) numunelerle mukavemet, sertlik ve % uzama değerleri karşılaştırılmıştır. Soğuk çekme çubukları, sıcak haddelenmiş çubuklara oranla daha fazla mukavemet değerleri göstermiştir. Bunun sebebi imalatla seçilen işlem türüdür. Isıl işlem ile sertlik, mukavemet değerleri azalmış, süneklik (% uzama değerleri) artmıştır. Artış ve azalış oranının, uygulanan ısıl işlem sıcaklığına göre değiştiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Soğuk Çekme, Isıl işlem, Haddeme

THE CHANGE OF MECHANICAL PROPERTIES IN COLD DRAWN BARS BY HEAT TREATMENT

ABSTRACT

Manufacturing methods and the applied heat treatment are important for the properties of materials. Building safe constructions with the materials used depends on the knowledge and correct use of their properties. In this study, cold drawn bar specimens of Ç1040 are heat treated in three different temperatures (500 °C, 650 °C, 840 °C) and the strength, hardness, and strain values are compared with those of untreated materials. Cold drawn bars has shown higher strength values when compared with the hot rolled bars. This is because of the type of process selected for manufacturing. By heat treatment, strain has increased, hardness and strength have decreased. It has been observed that the rate of increasing or decreasing depends on the temperature and duration of the heat treatment.

Key Words: Cold drawn, Heat treatment, Rolling

1. GİRİŞ

Makinelerin ve makine parçalarının dizaynında kullanılacak malzemenin özellikleri, güvenilir konstrüksiyon açısından büyük önem taşır. Bu nedenle, kullanılan malzemenin imalat usulleri ve uygulanacak ısıl işlemler dikkatlice seçilmelidir.

Haddeme, üretim hızı ve sürekliliği işlemin ve ürünün kontrolünün kolay oluşu nedeniyle en çok kullanılan plastik şekil verme yöntemidir. Plastik deformasyon yapıldığı bütün malzemelerin % 95 kadarı haddeme ile şekillendirilir (Kayalı ve Ensari, 1986).

Haddeme, işlem sıcaklığına göre sıcak ve soğuk haddeme olarak sınıflandırılır. İngot ve kütük dökümlerin haddemede olduğu gibi, büyük oranlarda kesit daralması yapıyorsa, haddeme sıcak işlem olarak yapılır. Malzemenin yeniden kristalleşme sıcaklığı üzerindeki sıcaklıklarda yapılan sıcak haddeme ile döküm yapısı bozulurken, daha küçük kesitli ürünler elde edilir. Çelik ingotlardan sıcak haddeme ile slab, blum ve kütük gibi yarı ürünler ile levha, sac, çubuk, boru, ray ve profiller gibi çeşitli ürünler elde edilebilir (Sarioğlu ve ark., 1995).

Son haddeme pasosu, oda sıcaklığında yapılabilir (soğuk haddeme). Soğuk haddeme önemli olup, saç, folye, ince çubuk ve tel gibi küçük kesitli ürünlerin elde edilmesinde kullanılır. Soğuk haddeme, düzgün bir yüzey, hatasız boyutlar ve yüksek mukavemet sağlamasına karşılık, işlem için gerekli haddeme kuvvetinin ve gücünün artmasına yol açar (Çapan, 1984).

İmalat sahasında çalışan bir mühendisin hedefi, belli bir malzemeden, belli bir geometrik yapıya sahip makine elemanını, bütün şartları optimize edecek şekilde ortaya koymaktır. Bu nedenle, gerekli geometrik şeklin üretilmesi üretim işleminin esasını teşkil eder. Bu noktada malzemelerin özelliklerinde kötüleşme olmadan, katı halde yapılan deformasyon işlemi önemli bir yer tutar. İmalat açısından bakıldığında ise, soğuk çekmenin; ısıtma gerektirmemesi, daha iyi yüzey kalitesi elde edilmesi, çok iyi boyut kontrolü, daha iyi yeniden üretilebilme, mukavemet özelliklerinde iyileşme gibi avantajları olduğu görülür. Dezavantaj olarak da; yüksek çekme mukavemeti ve buna bağlı olarak daha büyük ekipman gerektirmesi, sıcak çekmeye göre daha düşük çekme oranı, çekilecek malzeme yüzeyinin temiz olmasının gerekmesi, yönlere bağlı özelliklerinin farklılaşması sayılabilir (De Garmo et al., 1984).

1. 1. Soğuk Haddelenmiş Çelik Çubuklar

Birçok uygulamalar için sıcak haddelenmiş çelik çubukların mekanik özellikleri ve yüzey durumları uygun düşmemektedir. Bu gibi durumlarda kullanılmak üzere, önceden sıcak haddelenmiş çelik çubuklara soğuk mekanik işlemler uygulanarak özellikleri iyileştirilmiş, soğuk haddelenmiş çelik çubuklar seçilir.

Soğuk haddeme işlemleriyle üretilecek olan çelik çubuklar, önce sıcak haddeme işlemlerine uygunluktaki boyutlarda sıcak haddelenir. Sıcak haddelenmiş çubuklar daha sonra kabuk soyma yöntemleriyle ya da bir kalıptan geçirerek çekme yöntemiyle soğuk haddelenmiş çubuklara dönüştürülür. Kabuk soyma işlemlerinden önce sıcak haddelenmiş çubuklara asitte temizleme uygulanabilir, kalıptan geçirilerek çekilecek olan çubuklara ise bu yüzey temizleme işlemi mutlaka uygulanır.

Hemen hemen bütün metaller soğuk çekilebilir. Bunun sonucunda da, malzeme özelliklerinde değişimler olur. Bununla beraber, çekme işlemindeki deformasyon oranlarının uygun seçimiyle sonuçta elde edilecek malzeme özellikleri istendiği gibi ayarlanabilir. Gerekli özellikler sonradan yapılacak ısıl işlemlerle de sağlanabilir (Wistreich, 1958).

Soğuk haddelenmiş çubuklar; sıcak haddelenmiş çubukları bir kalıptan çekerek veya taşlama yöntemiyle ya da soyma yöntemiyle üretilirler. Uygulanan üretim yöntemlerine bağlı olarak soğuk haddelenmiş çelik çubuklar dört temel biçimde toplanır:

- Soğuk çekme çubuklar,
- Kabuk soyulmuş + parlatılmış çubuklar.
- Soğuk çekilmiş + taşlanmış + parlatılmış çubukları.
- Kabuk soyulmuş + taşlanmış + parlatılmış çubuklar.

Bunların arasında kullanımı en yaygın olan, soğuk çekme çubuklarıdır. Soğuk çekilmiş + taşlanmış + parlatılmış çubukların, çekme ve akma mukavemetleri ile talaşlı işlenebilirlikleri, soğuk çekme çubuklara oranla daha yüksektir. Ayrıca boyut toleransları, daha dar aralıklar içindedir.

Kabuk soyulmuş parlatılmış çubuklar genellikle sıcak haddelenmiş çubukların mekanik özelliklerine eşdeğer özellikler taşır, fakat yüzey düzgünlükleri çok iyi değildir. Benzer biçimde kabuk soyulmuş + taşlanmış + parlatılmış çubuklar ise çok daha üstün yüzey düzgünlüğüne, dar boyut toleranslarına ve doğruluğa sahiptir. Bu nedenle de, en ince uyumlu miller bunlardan yapılır.

% 0,55 C'dan daha çok karbon içeren çelikler soğuk haddelenmiş çubuk olarak üretilmezler. Çünkü bunlara soğuk haddeme işlemleri ancak tavlandıktan sonra uygulanabilir; bu ise maliyeti artırır.

Soğuk çekme işlemi, düşük karbonlu çeliklerin talaşlı işlenebilirlik özelliğini iyileştirir. Fakat orta ve yüksek karbonlu çeliklere olumlu bir etkisi yoktur. Bunun için bu çeliklere talaşlı işlemleri iyileştirmek için küreleştirme ısıl işlemi uygulanır.

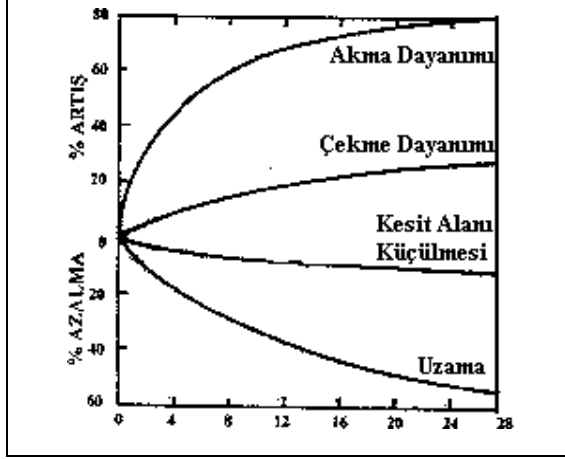
Soğuk çekilmiş karbonlu çelik çubukların çok büyük bir oranı soğuk haddelenerek üretilir. Bu işlemle karbonlu çeliklerin mekanik özellikleri yükseltilir. Fakat alaşımlı çeliklere soğuk çekme daha çok yüzey durumunu iyileştirmek ve boyutsal doğruluk sağlamak için kullanılır. Soğuk haddelenmiş alaşımlı çeliklere ısıl işlem uygulandığında soğuk haddeme işleminin kazandırdığı mekanik özellikler yitirilmiş olur. Bunların seçiminde bu hususlara dikkat edilmelidir (Tekin, 1990).

1. 2. Soğuk Çekme Çubuklar

Soğuk haddelenmiş çelik çubuklar arasında, mekanik özellikleri açısından seçilenler soğuk çekme çubuklarıdır. Soğuk çekme çubukların çekme ve akma dayanımları sıcak haddelenmiş çubuklarınkine oranla çok yüksektir. Bunun nedeni,

soğuk işlem ile oluşturulan 'işlem sertleşmesi' ya da 'pekleşme' diye bilinen olgudur.

690 MPa çekme dayanımlı 25 mm çapında bir sıcak haddelenmiş çelik çubuğun mekanik özelliklerinin soğuk çekme oranıyla değişimi Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. % soğuk çekme indirimi

Akma dayanımında en önemli artışlar, ilk % 12 soğuk çekme aralığında olduğundan, soğuk çekme uygulamalarında indirim oranı % 12 değerini genellikle geçmez; nadiren % 20 değerine ulaşır.

Soğuk haddelenmiş çubukların yüzey kusurları, görsel yöntemlerle kolaylıkla belirlenemez. Bu nedenle, standart nitelikli ve olağan nitelikli soğuk haddelenmiş çubukların yüzeyleri yüzey kusurlarından arındırılmış durum istendiğinde, belli oranda yüzeyden talaş alınır. Yalın karbonlu çelik çubuklar için talaş alma derinliği, çubuk kesitinin her 1.50 mm için 0.025 mm. ya da toplam 0,25 mm'nin hangisi daha büyükse; kolay işlenebilir (otomat) çelik çubuklar için ise bu değerler her 1.590 mm için 0.038 mm ya da toplam 0,38 mm'nin hangisi daha büyükse o verilir (Tekin, 1990).

Standart nitelikli çubuklar, en yaygın kullanılan türlerdir. Bunlar özel nitelikli sıcak haddelenmiş çelik çubuklardan üretilirler, yüzey kusurlarından arındırılmışlık aranmaz, fakat aşırı düzeyde birikinti bulunmamalıdır.

Kısıtlı nitelikli (A) çubuklar, (RRA) simgesiyle gösterilir ve standart nitelikli karbonlu çelik çubukların özelliklerine ek olarak özel sertleşebilirlik, özel sağlamlık (gaz boşlukları ve birikim azlığı) ve özel yüzey düzgünlüğü koşullarından birini taşırlar .

Kısıtlı nitelikli (B) çubuklar, (RRB) simgeleriyle tanınır ve bir öncekilere benzer fakat, özel seçimli en az karbonsuzlaşma, özel bileşim vb. nitelik koşullarından iki tanesini ek koşul olarak taşırlar .

Soğuk dövme nitelikli (A) ve soğuk sıkma nitelikli (A) çubuklar basma yöntemleriyle ortası delik ya da dolgun profillerin üretimi için seçilir.

Kısıtlı soğuk işlem nitelikli çubuklar en ağır soğuk bozunma işlemlerinin uygulanacağı yerlerde seçilir. En üstün kaliteli soğuk haddelenmiş çelik çubuklar bunlardır.

Bunlar gibi, aks mili nitelikli, tüfek namlusu nitelikli vb. tür nitelikte, çubuk türleri de üretilmektedir (Tekin, 1990).

2. MATERYAL VE METOT

Soğuk çekilmiş çelik çubuklardan seçilen numunelerin malzemesi Ç1040 olup, malzemenin kimyasal yapısına ait özellikler Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Ç1040'ın Kimyasal Kompozisyonu

C	Mn	Si	P	S
0,35-0,44	0,60-0,90	0,10-0,30	0,040 en çok	0,050 en çok

Soğuk çekilmiş çelik çubuklar ve soğuk haddelenmiş fakat ısı işlem görmemiş numuneler, incelemek için alınmıştır. Soğuk çekilmiş çelik çubuklardan hazırlanan numuneler, 500 °C, 650 °C, 840 °C'a fırında ısıtılıp ve bir saat bekletildikten sonra, havada soğutulmuştur.

Her gruptan beşer adet TS 138'e uygun olarak hazırlanan Ç1040 çekme numuneler için, çekme hızı 1 mm / dak olarak seçilmiştir.

Deney sonuçlarına göre elde edilen değerlerin ortalaması alınıp, sonuçları Şekil 2 ve 4'te verilmiştir.

Oda sıcaklığında işlem görmemiş ve 500 °C, 650 °C, 840 °C'ta ısı işlem görmüş numunelerin sertlik ölçümleri de Brinell olarak yapılmıştır ve sonuçlar Şekil 3'te verilmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

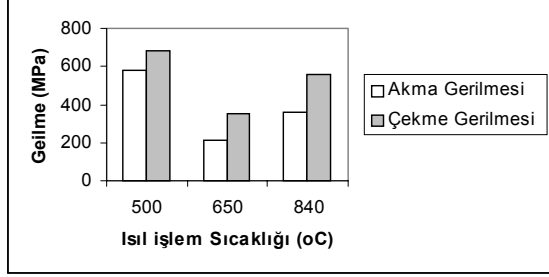
Isıl işlem görmemiş 25 °C'daki numunelerin mekanik özellikleri ile ısı işlem yapılan numunelerin akma, çekme ve % uzama değerleri incelendiğinde:

Isıl işlem sıcaklığı, 500 °C olan soğuk çekme çubuklarında; sertlik, mukavemet ve % uzama değerleri artmıştır.

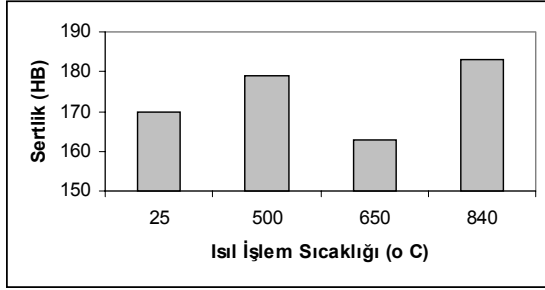
650 °C civarında ısı işlemde yeniden kristalleşme başlayabileceği için, soğuk çekmenin kazandırdığı mukavemet tamamen kaybolur. Sertlik, mukavemet değerleri azalır, % uzama değerleri artar. 840 °C'da yapılan ısı işlem sonucunda da; mukavemet ve

sertlik artar, şekil alabilirlik değerlerinde ise azalma görülmüştür (Şekil 2, 3, 4).

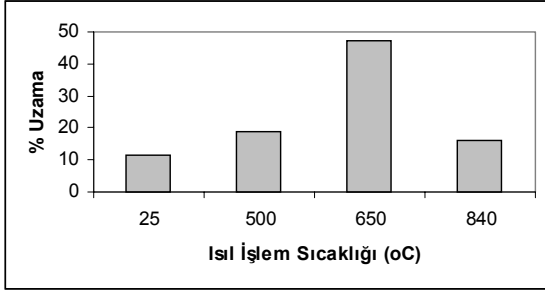
Numunelerin sertlik durumu da, malzemenin gördüğü ısıl işleme göre değişmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Akma ve çekme mukavemetinin ısıl işlem sıcaklığıyla değişimi



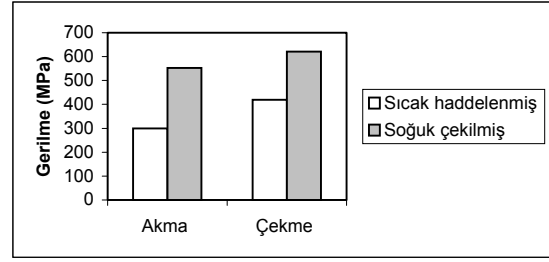
Şekil 3. Sertlik değerlerinin ısıl işlem sıcaklığı ile değişimi



Şekil 4. Şekil alabilirliğin ısıl işlem sıcaklığına göre değişimi

Soğuk çekilmiş malzemelerin özelliklerinde önemli derecede iyileşme görülmektedir. Soğuk çekme işleminde bir miktar sertleşme de olur.

Bu akma noktasının, çekme noktasına yaklaşması şeklinde de dikkatimizi çekmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Akma ve Çekme Mukavemetinin İşlem Türüne Göre Değişimi

Soğuk çekme işlemi, sıcak haddelemeye göre daha iyi yüzey düzgünlüğü verdiği için de özellikle seçilir.

Oda sıcaklığında; sıcak haddelenmiş numuneler, soğuk çekilmiş numunelerden daha az akma ve çekme mukavemet değerleri göstermiştir (Şekil 5).

4. KAYNAKLAR

Çapan, L. 1984. Plastik Şekil Verme Teori ve Uygulamaları, İstanbul, İ. T. Ü. Makine Fakültesi, s. 134.

De Garmo, E. P., Black, J. T., Kohser, R. A. 1984. Materials and Process in Manufacturing, NewYork, Macmillan Publishing Company. 125 p.

Kayalı, E. S., Ensari, C. 1986. Metallere Plastik Şekil Verme İlke ve Uygulamaları, İstanbul, İ.T.Ü. Metalürji Bölümü. 260 s.

Sarıoğlu, A., Çimenoğlu, H., Kayalı, E. S. 1995. Sıcak Haddelemede Yük Hesabı Metodlarının Karşılaştırılması, İstanbul - Türkiye, 8. Metalürji ve Malzeme Kongresi, 6-9 Haziran, 1355 s.

Tekin, E. 1990. Mühendisler İçin Çelik Seçimi, Ankara, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No: 119 215 - 219 s.

Wistreich, J. G. 1958. The Fundamentals of Wire Drawing, Metallurgical Reviews, 1958, Vol. 3, (10), s. 97-142.