

# Alevle Tavlama

Prof. Salâhaddin ANIK

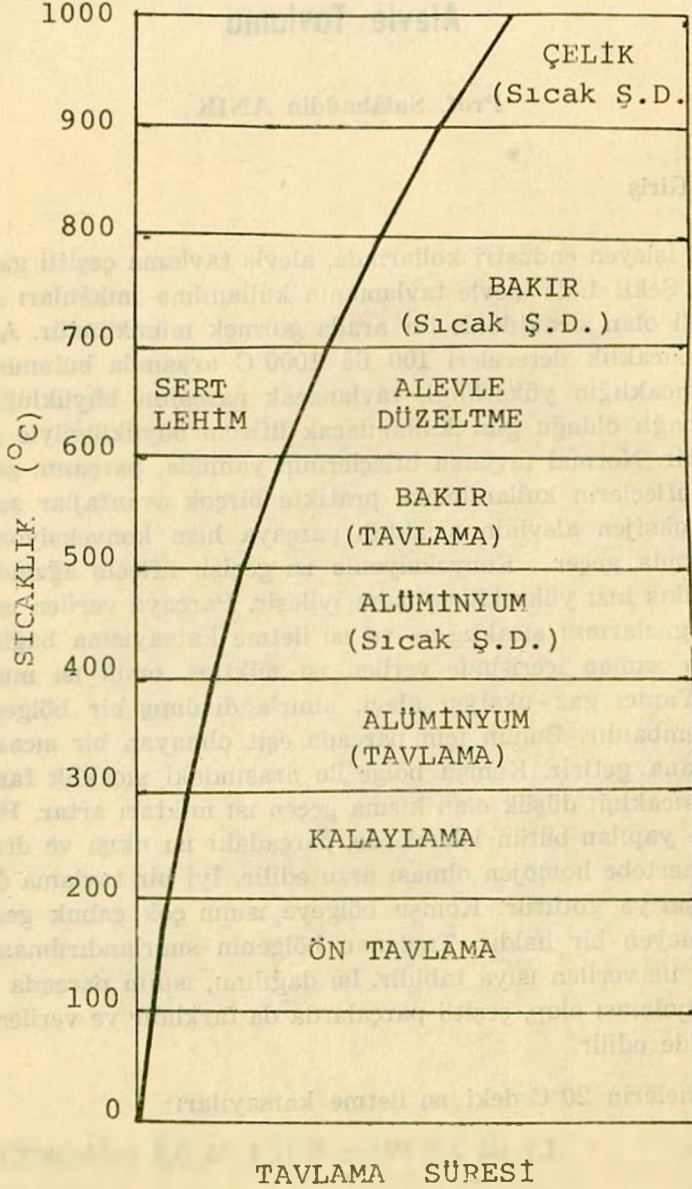
## 1 — Giriş

Metal işleyen endüstri kollarında, alevle tavlama çeşitli gayeler için kullanılır. Şekil 1.'de alevle tavlamanın kullanılma imkânları ile bunlar için gerekli olan sıcaklıkları bir arada görmek mümkündür. Alevle tavlamaadaki sıcaklık dereceleri 100 ilâ 1000°C arasında bulunur. İhtiyaç duyulan sıcaklığın yüksekliği, tavlanaacak parçanın büyüklüğü ile kalınlığına bağlı olduğu gibi, kullanılacak üflecin büyüklüğüyle de yakından ilgilidir. Normal tavlama üfleçlerinin yanında, parçanın şekline uygun özel üfleçlerin kullanılması, pratikte birçok avantajlar sağlar. Yanıcı gaz - oksijen alevinin sıcaklığı parçaya hem konveksiyon hem de kondüksiyonla geçer. Konveksiyonla ısı geçişi, üflecin ağzından çıkan gazların çıkış hızı yükseldikçe daha iyileşir. Parçaya verilen ısının miktarı, alev gazlarının sıcaklığına ve ısı iletme katsayısına bağlıdır. Parçaya birim zaman içerisinde verilen ısı miktarı, onun ısı muhtevasını gösterir. Yanıcı gaz - oksijen alevi, sınırlandırılmış bir bölgeyi etkileyen ısı mabıdır. Bunun için parçada eşit olmayan bir sıcaklık dağılımı meydana getirir. Komşu bölge ile arasındaki sıcaklık farkı büyüdükçe de, sıcaklığı düşük olan kısma geçen ısı miktarı artar. Hemen hemen ısı ile yapılan bütün işlemlerde, parçadaki ısı akışı ve derinliğinin mümkün merteye homojen olması arzu edilir. İyi bir tavlama daima çalışmayı başarıya götürür. Komşu bölgeye ısının çok çabuk geçişi ekseriya istenmeyen bir haldir. Tavlanan bölgenin sınırlandırılması ise, çalışma şekli ile verilen ısıya tabidir. Isı dağılımı, ısının parçada üç eksen boyunca yayılması olup, çeşitli parçalarda da farklıdır ve verilen ısı miktarından elde edilir.

Malzemelerin 20°C deki ısı iletme katsayıları:

|              |  |
|--------------|--|
| Alüminyum    | : 1,7 ilâ 2,5 W/cm K (0,4 ilâ 0,6 cal/cms°C) |
| Bakır (99,5) | : 2,9 ilâ 3,5 W/cm K (0,7 ilâ 0,8 cal/cms°C) |

Oksijensiz bakır : 0,8 ilâ 1,7 W/cm K (0,2 ilâ 0,4 cal/cms°C)  
 18/8 Cr-Ni çeliği : 0,145 W/cm K (0,035 cal/cms°C)  
 Alaşimsız çelik : 0,53 W/cm K (0,13 cal/cms°C)



Şekil. 1. — Alevle tavlamanın kullanılma imkânları (Sıcaklık - tavlama süresi)

Genellikle, çeliğin bileşiminde bulunan alaşım elemanları, ısı iletkenliğini değiştirir. Bu noktaya da, alevle tavlama da dikkat etmek gerekir. Tablo I'de çeşitli metallerin ısıl özellikleri verilmiştir.

Tablo. 1. — Çeşitli metallerin ısıl özellikleri

| Malzeme         | Elastiklik modülü (kp/cm <sup>2</sup> ) | Isıl Uzama katsayısı (mm/°C) | Isı iletme kabiliyeti (kcal/mm°C) |
|-----------------|---|------------------------------|-----------------------------------|
| Çelik (0,15% C) | 2100000                                 | 0,0000120                    | 58                                |
| Çelik (0,65% C) | 2100000                                 | 0,0000117                    | 50                                |
| Çelik (13% Cr)  | 2100000                                 | 0,0000095                    | 20                                |
| Kır dökme demir | 1000000                                 | 0,0000104                    | 40 - 55                           |
| Bakır           | 1550000                                 | 0,0000165                    | 330                               |
| Pirinç          | 800000                                  | 0,0000184                    | 96                                |
| Alüminyum       | 675000                                  | 0,0000238                    | 190                               |
| Kurşun          | 500000                                  | 0,0000290                    | 30                                |

Alevle tavlama da, parçanın tavlana cık kısmının, mümkün mertebeye gayet kısa bir süre içerisinde istenen sıcaklığa getirilmesi istenir. Bu da, optimum bir alev ayarının yanında doğru bir çalışma tekniğı ile sağlanır. Parçanın, alev in en yüksek sıcaklığa sahip bulunan alev konisinin uç kısmına yakın olmasına ve üfleç parça üzerinde hareket ederken, bu mesafenin daima aynı şekilde tutulmasına dikkat edilmelidir. Erime veya lüzumsuz iç yapı değışmelerine sebep olacak bölgesel ısı yığılmalarından kaçınılmalıdır. Oksi-asetilen alevinde maksimum sıcaklığın 3170°C olduğu ve bunun da oksijen ile asetilenin karışım oranına bağı bulunduğı unutulmamalıdır. 3170°C sıcaklık, 50 % bir oksijen fazlalığına tekabül etmekte ve bu durumda da oksijen: asetilen oranı takriben 1,5'a erişmektedir.

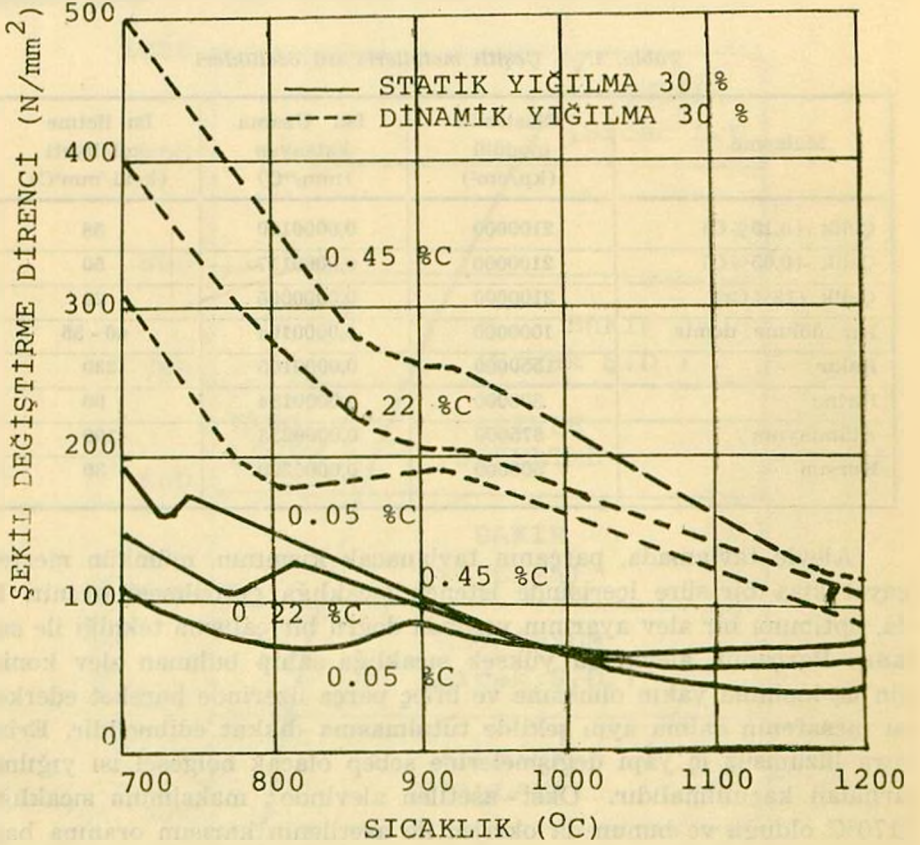
## 2 — Sıcak şekil verme

### 2.1. — Çelik

Çeliğın şekil değıştirme direnci, bileşiminde bulunan karbon miktarına ve sıcak şekil verme sıcaklığına bağıdır. Sıcaklık yükseldikçe çeliğın şekil değıştirme kabiliyeti de artar. 900°C nin üzerinde, bütün karbonlu çeliklerin şekil değıştirme direnci, küçük şekil değıştirme hızlarında (statik yığıma gibi) yaklaşık olarak aynıdır. Yüksek şekil değış-



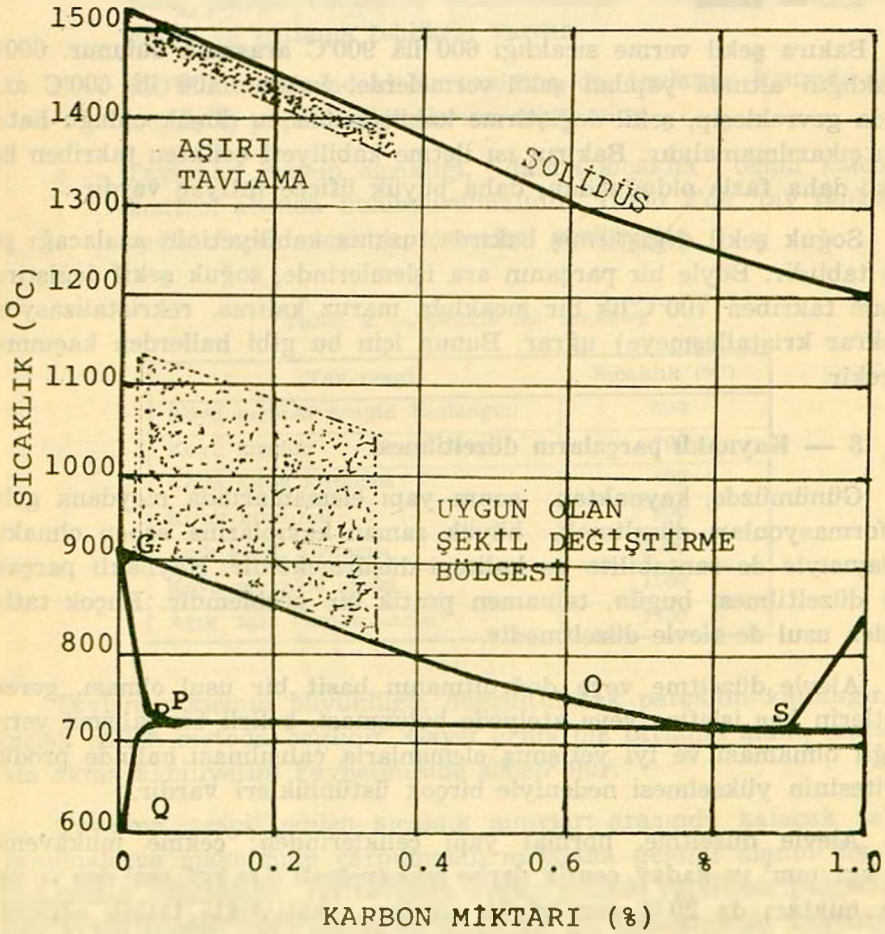
tirme hızlarında ise (dinamik yığıma gibi), durum böyle değildir (Şekil. 2).



Şekil. 2. — Statik ve dinamik yığımda alaşımsız karbonlu çeliklerin şekil değiştirme dirençleri.

Şekil. 3'de, karbonlu çelikler için uygun olan, şekil değiştirme sıcaklık alanı verilmiştir. Bu alanda genellikle minimum bir şekil değiştirme kuvvetine ihtiyaç vardır. Burada aşırı tavlama ile bir hasarın meydana gelmemesine de ayrıca dikkat edilmelidir. Demir-karbon diyagramındaki, GOS eğrisinin altında yapılan bir tavlama da çok defa arzu edilmeyen iç yapı değişimleri meydana gelir. G noktası 906°C olmasına rağmen karbon miktarı arttıkça bu noktanın sıcaklığı düşer. Bu düşüş, aşağı yukarı her 0,1 %C miktarı için takriben 200°C olarak alınabilir. Bunun için uzun süren şekil değiştirme işlemleri esnasında par-

çanın sıcaklığının GOS eğrisinin altına düşmemesi gerekir. Çeliklerdeki GOS eğrisinin altında yapılan sıcak şekil değiştirmelerde, rekristalizasyon (tekrar kristalleşme) ve iri tane teşekkülü tehlikesi kendini gösterir.



Şekil. 3. — Uygun şekil verme sıcaklık alanı.

Solidus eğrisine yakın bir sıcaklıktaki tavlama da, aşırı ısınma ve tane sınırı tahribatına sebebiyet verir. Demir - karbon diyagramında, normal karbonlu çelikler için gerekli bulunan, doğru tavlama sıcaklıklarını seçmek mümkündür. Hafif ve yüksek alaşımli çeliklerde ise, imalatının verdiği sıcaklık alanına bilhassa dikkat edilmelidir.



Ençok kullanılan sıcak şekil verme işlemleri sacların ve boruların bükülmesidir. Borular genel olarak bükülmeden önce kum ile doldurulur. Birçok hallerde birden fazla üfleçle çalışmak gerekir.

## 2.2. — Bakır

Bakıra şekil verme sıcaklığı 600 ilâ 900°C arasında bulunur. 600°C sıcaklığın altında yapılan şekil vermelerde, bakırın 400 ilâ 600°C arasında gevrekleşip, şekil değiştirme kabiliyetinin en düşük olduğu hatırdan çıkarılmamalıdır. Bakırın ısı iletme kabiliyeti çelikten takriben beş misli daha fazla olduğundan, daha büyük üflece ihtiyaç vardır.

Soğuk şekil değiştirmiş bakırda, uzama kabiliyetinin azalacağı gayet tabiidir. Böyle bir parçanın ara işlemlerinde, soğuk şekil değiştiren kısım takriben 700°C'lik bir sıcaklığa maruz kalırsa, rekristalizasyona (tekrar kristalleşmeye) uğrar. Bunun için bu gibi hallerden kaçınmak gerekir.

## 3 — Kaynaklı parçaların düzeltilmesi

Günümüzde, kaynaktan sonra yapı elemanlarında meydana gelen deformasyonları düzeltmek, büyük zaman kayıplarına sebep olmakta, dolayısıyla de rantabilite ve kaliteyi düşürmektedir. Kaynaklı parçaların düzeltilmesi bugün, tamamen pratik bir problemdir. Ençok tatbik edilen usul de alevle düzeltmedir.

Alevle düzeltme veya doğrultmanın basit bir usul olması, gerekli aletlerin her işletme veya atelyede bulunması, belirli bir çalışma yerine bağlı olmaması ve iyi yetişmiş elemanlarla çalışılması halinde prodüktivitesinin yükselmesi nedeniyle birçok üstünlükleri vardır.

Alevle düzeltme, normal yapı çeliklerinden; çekme mukavemeti 45 kgf/mm<sup>2</sup> ye kadar, çentik darbe mukavemeti 6 m kgf/cm<sup>2</sup> den ve uzama miktarı da 20 % den büyük olanlara kolaylıkla tatbik edilebilir. Yüksek karbonlu ve hafif alaşımli çelikler ancak şartlı olarak düzeltilabilir.

Alevle düzeltmedeki tavlama işlerinde kullanılan alev nötr veya hafif asetileni fazla bir karakter taşımalıdır. Yanıcı gaz olarak ekseriya asetilen kullanılmasına rağmen, havagazı ve hidrojen gibi diğer gazlardan da istifade edilebilir. Tavlama esnasında alevin çekirdeği ile parça arasındaki mesafenin takriben 5 mm kadar olmasına dikkat edilmelidir.

Alevle düzeltmede tavlama sıcaklıkları 650 ilâ 850°C (koyu kırmızıdan kiraz kırmızısına kadar) arasında bulunmalı ve bilhassa aşağıdaki yasaklar gözönünde tutulmalıdır.

- a — Yapı elemanı 200 ilâ 350°C arasında bir sıcaklığa eriştiği zaman, çekiçle vurularak düzeltilmelidir. Bu sıcaklıkta mat kırılma ve çatlama tehlikesi vardır.
- b — 850°C'nin üzerindeki bir tavlama da, tavlanan kısımda istenmeyen iç yapı dönüşmelerine sebep olur.
- c — Tavlanan kısmın sıcaklığı, daima sıcaklık tespit kalemiyle kontrol altında bulundurulmalıdır. Tablo 2'de, tav renklerine bağlı olarak sıcaklık dereceleri verilmiştir.

Tablo. 2. — Çelikte tav renkleri.

| Tav rengi                      | Sıcaklık (°C) |
|--------------------------------|---------------|
| Koyu kırmızı rengin başlangıcı | 500           |
| Koyu kırmızı                   | 700           |
| Koyu kiraz kırmızısı           | 800           |
| Kiraz kırmızısı                | 900           |
| Açık kiraz kırmızısı           | 1000          |
| Koyu portakal sarısı           | 1100          |
| Açık sarı (limon sarısı)       | 1150          |

Tavlanan kısmın büyüklüğü, doğrultulacak parçanın kalınlığına ve tatbik edilen metoda bağlıdır. Gayet geniş bir tavlama alanı, malzemenin akma kabiliyetini kaybetmesine sebep olur.

Tavlama, tespit edilen sıcaklık sınırları arasında kalacak şekilde yapılmalı ve maksimum çarpılmanın meydana geldiği alanın dış tarafına tatbik edilmelidir. Bu tavlama uygun şekilde yapılırsa, parçada büyük iç gerilmeler hasıl olmaz ve düzeltme de hassasiyetini kaybetmez.

Tavlanaacak bölgeleri az ısı tatbik ederek bir kaç defada tavlama, aksi yöndeki yeni çarpılmalara sebep olacak kuvvetli ısı miktarına nazaran daha avantajlıdır. Yeter derecede tavllanmış bir bölgenin ikinci defa tekrar tavllanması da doğru değildir. Mütebaki tavlamalar, daha önce tavlanan kısımların arasına rastlamalıdır.