

## XVII — KAYNAKTA ÇARPILMA VE ŞEKİL DEĞİŞMELERİ

Bütün kaynak yöntemlerinde müşterek olan birkaç sorun ya da değişken vardır. Bunlardan biri de çarpılma (distorsiyon)'dır.

Bir kaynaklı konstrüksiyonda distorsiyon, kaynak sürecinin ısınma ve soğuma sayıklı sırasında kaynak metali ile buna komşu ana metalin uniform (yeknasak - tekdüze) olmayan genişleme ve çekmesinin sonucu ortaya çıkar. Böyle bir sayıklı sırasında birçok etmen metalin çekmesini etkileyip distorsiyonun hassas olarak peşin tahminini olanaksız kılar. Hesapların, kısmen bile olsa, üzerine dayandığı fiziksel ve mekanik nitelikler, ısı uygulandığında değişmektedir. Örneğin, kaynak alanının sıcaklığı arttıkça çelik levhanın akma sınırı, elastikiyet modülü ve ısı genleşme katsayısı ile özgül ısı artar. Bu değişmeler, bu kez, ısı akışını ve uniform dağılımını olumsuz yönde etkiler. Böylece de ısıtma sırasında olup bitenlerin hassas hesabını zorlaştırır.

### *Genleşme*

Uniform olarak ısıtılan bir metalik parçanın boyutları, orantılı olarak ve her yönde, artar. Her metal, K lineer genleşme katsayısıyla nitelenir; bu katsayı, mm uzunluk ve °C başına uzunluk değişmesini ifade eder. Örneğin, yumuşak çeliğin (C = % 0,10) lineer genleşme katsayısı  $K = 0,0000122$  olup 0°C'ta 1 m uzunlukta kare kesitli, 100°C'a uniform olarak ısıtılmış bir numune  $1000 \times 0,0000122 \times 100 = 1,22$  mm kadar uzayacaktır.

### *Elastikiyet sınırı*

650°C civarında, yumuşak çeliğin K katsayısı artmış ve 0,000019 olmuştur. Bu itibarla genleşme de artacaktır ancak bu sınır sıcaklığının ötesinde çelik *plastik* hale gelir, kalıcı deformasyonlara (şekil değişmelerine) uğrar: *elastikiyet sınırı* aşılmıştır. Bu sınır sıcaklığının altında deformasyonlar *elastik* karakterleri korurlar, yeni geçici olurlar.

### *Çekme*

Aynı metalik parça, soğumada, ilk boyutlarına geri dönmeye meyleder; bu *çekme (büzülme)*'dir.

Yukarıdaki örneği ele alarak bu aynı numuneyi basitçe iki mesnet üzerine konmuş (şek. 244 A) ve 650°C'ın altında bir sıcaklığa uniform olarak ısıtıldığını farz edelim; bu numune, oda sıcaklığına geri geldiğinde ilk boyutlarına (1 = 1,00 m) dönecektir.

### *Gerilmeler*

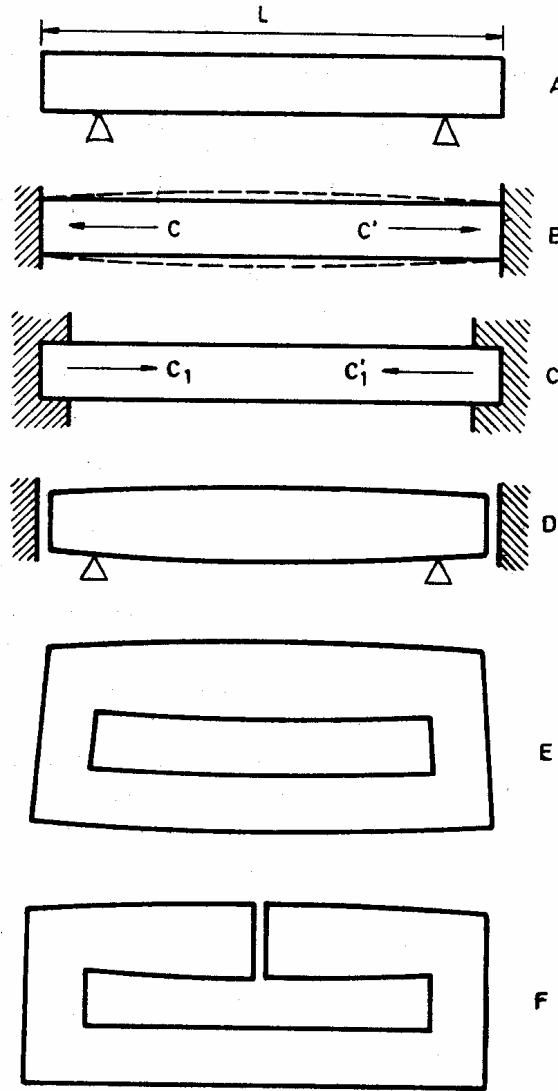
Buna karşılık, elastikiyet sınırının çok altında (örneğin 300°C) bir sıcaklığa ısıtılan bu aynı numune iki ucundan hiç aralıksız, sıkıca tespit edilecek olursa (şek. 244 B), lineer genişlemesine olanak bırakılmamış olur. Geçici olarak *basma gerilmeleri* (C - C') meydana çıkacak ve sadece kesiti genişlemenin etkilerine maruz kalacaktır. Soğumada numune, başlangıç kesitini yeniden elde edecektir. Buna karşılık bu aynı parça her iki ucundan tespit edilmiş olunca (şek. 244 C),

soğumada ( $C_1 - C_1'$ ) çekme gerilmeleri'ne maruz kalacaktır.

Bu kez şek. 244 B'de belirtilmiş örneği ele alarak numune  $650^\circ\text{C}$ 'in iyice üstünde bir sıcaklığı ısıtılacak olursa, metal plastiklik bölgesine girip yanal olarak şekil değiştirecektir. Oda sıcaklığına geri döndüğünde numune uzunluktan kaybetmiş olacak ama uğramış olduğu yanal şekil bozulmasını koruyacaktır (şek. 244 D). Gözlenen uzunlaşmasına çekmenin miktarı,  $650^\circ\text{C}$ 'in ötesinde meydana çıkmış olan ezilmeye tekabül eder.

Ve nihayet numunenin tek parçalı bir geometrik bütüne ait olduğunu ve sadece onun, elastikiyet sınırının çok ötesinde bir sıcaklığa ısıtıldığını farz edelim.

Bunun sonucunda parçanın bütünü bir iç eğme zorlanmasına maruz kalarak elastik olarak şekil değiştirecektir (şek. 244 E). Numunemizin ortadan testereyle kesilmesi halinde, ısıtılmış kısımları ilk şekillerine dönme olanağını bulacaklar ve böylece *bakiye gerilmeler* serbest kalmış olacaklardır (şek. 244 F). Çoğu kez *ısıtılma çekme (büzülme) gerilmeleri* adıyla anılan bu gerilmeler ısıtma sıcaklığıyla orantılı olup büyük değerlere varacak kadar toplanırlar; bu değerler 23 ilâ 27  $\text{daN/mm}^2$  mertebesinde olup bazen çok yumuşak çeliğin 25  $\text{daN/mm}^2$  olan elastik sınırını aşarlar.

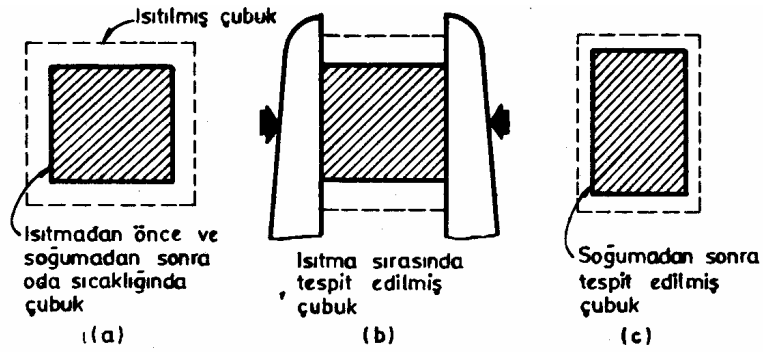


Şek. 244

Ve böylece de ana metalin dönüşüm bölgelerinde, ana metalin geçiş ya da ergime bölgesinde, kaynağın kendisinde, genellikle sıcakta ve bazen de soğuduktan sonra, *çatlaklar* meydana çıkabilmektedir. Bunların ayrıntılarına "kaynak hataları" bahsinde gireceğiz.

Bir metalin ısıtılma ve soğuması sırasında distorsiyonun nasıl ve neden meydana geldiğini daha iyi anlayabilmek için bir başka örneği ele alalım. Şek. 245'deki çelik çubuk, uniform olarak ısıtıldığında, her yönde genişler (şek. 245 a). Metal oda sıcaklığına soğuduğunda uniform olarak ilk boyutlarına çeker.

Ama çelik çubuk, ısıtıldığı sırada örneğin bir mengenenin çeneleri arasında tespit edilecek olursa (şek. 245 b), yanal genişleme vaki olamaz. Bununla birlikte hacim genişmesi vaki olmak zorundadır, dolayısıyla çubuk büyük ölçüde dikey yönde (kalınlık yönünde) genişler. Şekil değiştirmiş çubuk oda sıcaklığına döndüğünde yine de her yönde uniform olarak çekme eğiliminde olacaktır (şek. 245 Çubuk artık daha dar ama daha kalındır. O, deforme olmuş (şekil değiştirir. Basitleştirmek için şek. 245'de bu deformasyonun sadece kalınlıkta vaki olduğu gösterilmiştir. Oysa ki gerçekte uzunluk aynı şekilde etkilenmiştir.

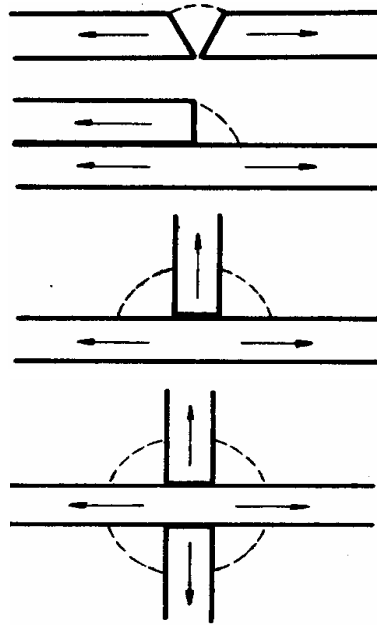


Şek. 245 — Bir çelik çubuk, tespit edilmeden uniform olarak ısıtılacak olursa (a'da olduğu gibi) her yönde genişleyecek olup soğumadaki ilk boyutlarına geri dönecektir. (b'de olduğu gibi) ısıtma sırasında tespit edilecek olursa sadece dikey yönde genişleyebilir ve daha kalın hale gelir. Soğumada, şekil değiştirmiş olan çubuk uniform olarak çeker (c'de gösterildiği gibi) ve böylece kalıcı olarak deformasyona uğramış olur. Bu, kaynaklı birleşmelerde distorsiyonun başlıca nedeninin basitleştirilmiş bir izahı olmaktadır.

Bir kaynaklı birleşmede aynı genişleme ve çekme kuvvetleri kaynak metali ile ana metal üzerine etki yaparlar. Kaynak metali, ana metalle birlikte ergiyip katılaştığından, azami genişmiş durumda olur, bir katı olarak mümkün olan en büyük hacmi işgal eder. Soğumada, aşağı sıcaklıkta normal olarak işgal edeceği hacme çekmeye (büzölmeye) çalışır ama komşu ana metal tarafından tespit edilmiş olduğundan bunu yapamaz. Kaynak içinde gerilmeler oluşur, bunlar sonunda ana metalin akma mukavemetine varırlar. Bu noktada kaynak gerilir, ya da akar ve inceler, böylece de aşağı sıcaklığın gerektirdiği hacme uyarlanır. Bu uymayla sadece kaynak metalinin akma mukavemetini aşan gerilmeler giderilmiş olur. Bu arada kaynak oda sıcaklığına varır, artık kımıldanamayacak şekilde ana metal tarafından tespit olunmuştur; içinde, yaklaşık olarak metalin akma mukavemetine eşit değerinde hapis kalmış çekme gerilmeleri bulunacaktır. Dış tespit unsurları (iş parçasını tutan kelepçe, işkence, mengene vb...) kaldırılacak olursa, içerde

hapis kalmış gerilmeler kısmen giderilirken ana metali harekete getirirler, böylece de kaynaklı konstrüksiyon distorsiyona uğrar.

Yukarıdaki mülâhazaların ışığında kaynağın, esas itibariyle izoterm olmayan tabiatına bağlı sayıda olaya neden olduğu anlaşılır. Ark kaynağının, oksî-asetilen kaynağına göre kalori girdisini daha çok yerleştirdiği de dikkatle alındığında birleşme tipinin, ana metal içinde ısı dağılımına arz edilen kesitle doğru orantılı olarak etkili olduğu görülür. Bu kesit bir T ve özellikle haçvari birleşmede, örneğin bir alın kaynağına göre daha büyük olacaktır (şek. 246). Sıcak bölümler genişlemeye çalışacak ama soğuk bölümlerin karşı koymasını zorlukla yeneceklerdir; bu itibarla bunlar plastik olarak sıkıştırılmış ve ezilmiş olacaklardır. İlk boyutlardan hareket eden soğumada çekmeye, "tespit" teşkil eden soğuk bölgelerce engel olunacak, böylece de bakiye ya da kaynağa özgü gerilmeler meydana gelecektir.



Şek. 246.

Bu değişik olguların mekanizması kaynakta şöyle özetlenebilir:

- Serbest parçalarda, deformasyonlar maksimum ve gerilmeler sıfırdır;
- Tespit edilmiş parçalarda deformasyonlara engel olunmuştur, ısıtılan bölgeler uzarlar ve gerilmeler maksimum olur.

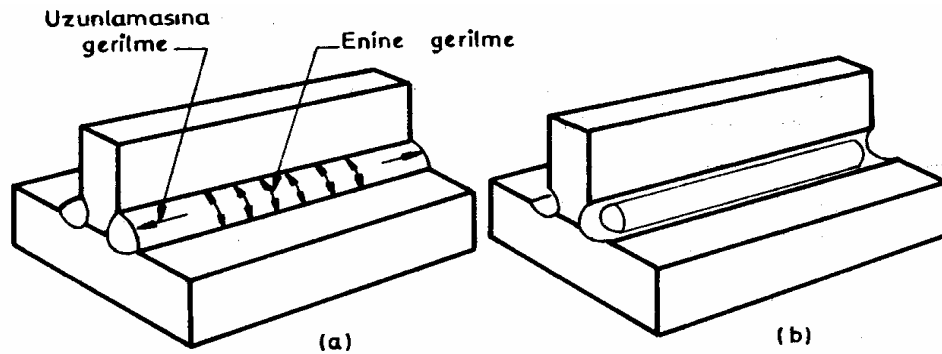
Genellikle gerilmeler ince elementlerde maksimum ve büyük kitleli parçalarda minimum olur. Bu sonuncu durumda kaynakların kendileri bu gerilmelerin etkilerini taşımak zorunda kalırlar ki bu gerilmeler ve çatlama ihtimalleri, çevre sıcaklığının düşüklüğü oranında tehlikeli olurlar.

Bu nedenle, *hiçbir surette 0°C'in altında bir sıcaklıkta kaynak işlemine girilmeyecektir. Bu alt sınır orta ve yüksek karbonlu ve az veya çok alaşımlı çeliklerde (özellikle zırh çeliklerinde) + 5°C'dir.*

Hızlı bir soğuma, daha önce de gördüğümüz gibi sert çekmeler doğurur ve metalin su almaya hassas olması halinde, daha sert ve daha az şekil değiştirebilir hale gelmiş birleşmeye komşu bölgeleri kırılğan kılar.

Bir kaynakta iç gerilmelerin anlaşılmasına başka bir yaklaşım şek. 247'de görülmektedir. İki kalın levhayı birleştiren köşe kaynakları, şek. 247 a'daki gibi uzunlama ve enlemesine bakiye gerilmeler içerirler. Bu gerilmelerin kaynağın içinde nasıl oluştuğunu göz önüne getirmek için şek. 247 b'deki durumu düşünelim. Burada köşe kaynakları ana levhalardan ayrılmışlardır. Her iki durumda da aynı kaynak metali miktarının varlığı kabul ediliyor. Bağımsız haliyle kaynak metali, oda sıcaklığında normal olarak işgal edeceği hacme çekmiştir. Hiçbir tespit yoktur ve gerilme içermez.

Bu bağımsız kaynağı şek. 247 a'daki hale geri getirmek için onu uzunlama ve enlemesine çekmek gerekecektir. Gerilebilmek için kaynak metali akma zorundadır, ama gerekli ölçülere vardığı zaman o, kendi akma mukavemetine eşit gerilme altındadır. Bu bakiye gerilme kaynaklı konstrüksiyona şekil değiştirtmeye çalışır. Örneğimizde levhalar çok rijit ve kaynak da göreceli olarak küçük olduğundan, levhaların ciddi şekilde şekil değiştirmesi mümkün değildir (şekil değiştirebilseydi, yani konstrüksiyon distorsiyona uğrayabilseydi, bakiye gerilmeler giderilmiş olacaktı). Bununla birlikte birinci köşe kaynağı çekildiğinde, eğer levhalar rijit şekilde tespit edilmemişlerse, bir açısal distorsiyon meydana gelecektir.



Şek. 247 — (a)'da köşe kaynakları uzunlama ve genişlemesine iç gerilmeleri haiz olup bu kaynaklar ana levhadan bağımsız kılınabilselerdi (b)'de gösterilen boyutlara çekerlerdi. (a)'daki koşulu yeniden tesis etmek için (b)'deki köşe kaynakları, bunların akma mukavemetini aşacak kuvvetler tarafından uzunlama ve genişlemesine gerileceklerdir.

Kaynağa komşu ana metalde çekme, distorsiyona götüren gerilmelere eklenir. Kaynak sırasında kaynağa komşu ana metal az çok ergime derecesine ısıtılmış olur. Buna karşılık kaynaktan birkaç santimetre uzaklıktaki ana metalin sıcaklığı ciddi şekilde daha azdır. Bu büyük sıcaklık farkı, birleşecek parçaların tespit edilmiş olmaları halinde, uniform olmayan genişlemeye neden olur ki bunu ana metal hareketi ya da metal yer değiştirmesi takibeder. Ark birleşmeden geçip gittikten sonra ana metal, tıpkı kaynak metali gibi soğur ve çeker. Çevredeki metal ısıtılmış ana metali normal olarak çekmeden (büzülmeden) alıkoyacak olursa, iç gerilmeler gelişir. Bunlar, kaynak metalinde gelişmiş gerilmelerle birlikte, konstrüksiyonun distorsiyona uğrama eğilimini artırır.

Kaynaklı konstrüksiyonların tabi oldukları deformasyonlar aşağıdaki farklı esas etkilerin bileşiminin sonucudur:

*Basit çekme (büzülme)*, ya da birleşmenin genişliğinin azalması; bunu, puntalamadan sonra ilk açıklığın azaldığını (şek. 248 A) gözleyen kaynakçılar iyi bilirler. Basit çekmeyi aşağıda irdeleneceğimiz sıkma etkisiyle karıştırmamak gerekir,

*Açısal veya enine deformasyon*, kaynak dikişine dikey yönde olup özellikle V kaynak ağzıyla çalışıldığında hissedilir derecede fazladır. X kaynak ağzında, bu deformasyon, ihmal edilebilecek ölçüde olur (şek. 248 B).

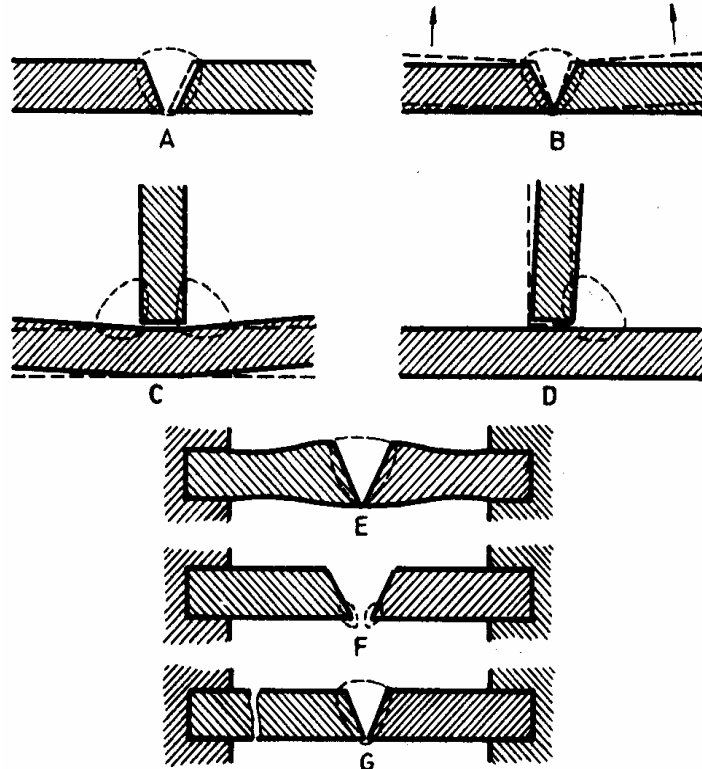
İki saçın T kaynağında çekilen kaynak dikişinin enine çekmesiyle saçınki, soğumada bir eğilme etkisi yapar (şek. 248 C ve D). Bu çekme, e/g oranıyla aynı yönde değişir, burada

e = alt saçın kalınlığı

g = kaynak dikişinin boğazıdır.

Kaynak edilecek parçalar, enine çekme serbestçe vaki olamayacak şekilde tespit edilmiş olmaları halinde, aşağıdaki durumlara uğrama tehlikesiyle karşılaşılır:

- Kalıcı deformasyonlar yaratabilecek bakiye gerilmeler (şek. 248 E);
- Kaynak sırasında paso kopmaları (şek. 248 F);
- İki parçadan birinin bir zayıf noktasından kopması (şek. 248 G).
- 



Şek. 248.

Şek. 248 A ve B'de birleşmenin üst bölümünde daha çok kaynak metali miktarı ve ısı, üst yüzeyde daha büyük çekmeye götürdüğünden, kenarlar yukarı kalkar. Aynı kaynağın uzunlamasına çekmesi de birleşmiş levhaların, şek. 249 a'da görüldüğü gibi, şekil değiştirmesini

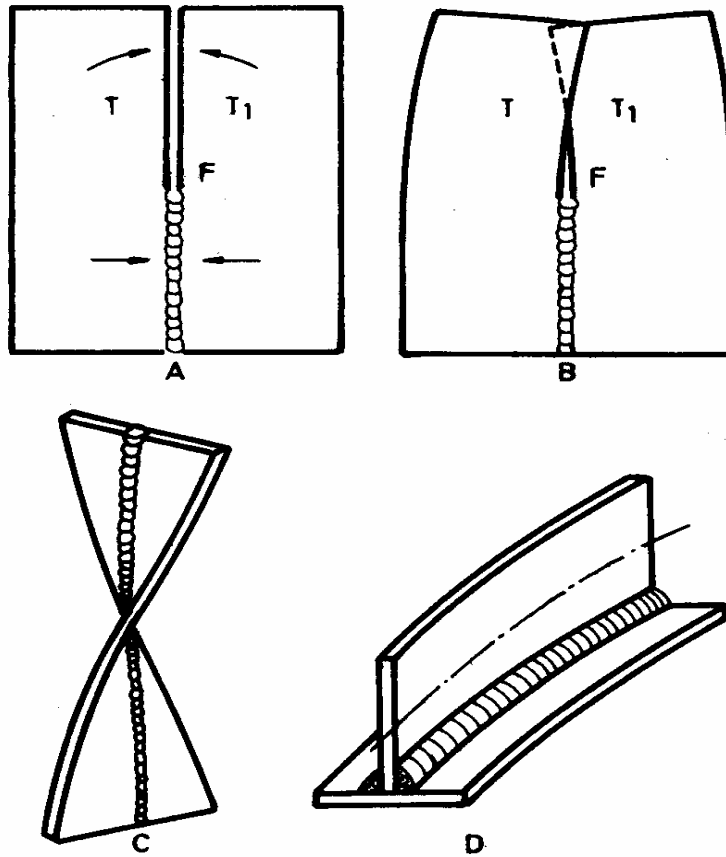
sonuçlandırır.

Açısal distorsiyon da, şek. 249 b ve c'de görüldüğü gibi, köşe kaynaklarında sorun yaratır. Bir T birleşmesinde, köşe kaynakları nötr eksen (ağırlık merkezinin üstünde iseler, saçların kenarları yukarı kalkmaya, kaynaklar nötr eksenin altında ise, kenarlar aşağı kıvrılmaya meyleder.

*Sıkma etkisi* tekdüze olmayıp daha önce kaynak edilmiş uzunluğa göre değişir.

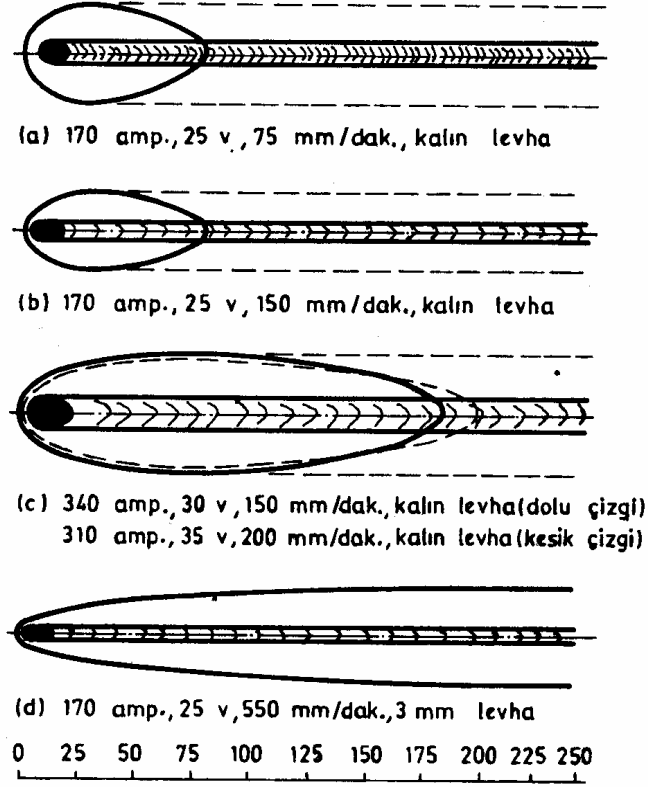
İki T ve T<sub>1</sub> saç ucu uca kaynak edildiğinde, bağlanmış bulunan bölümler bir rijit birleşme teşkil ederler ve F ergime bölgesi serbestçe genişemez. Soğuduğunda bu bölge her iki saçın uçlarını yaklaştırmaya meyledecek, önceden uygun bir puntalama yapılmamışsa uçlar birbirine üzerine binecektir (şek. 250 a ve b).

*Uzunlamasına deformasyon*, büyük boyda birleşmelerde aynı şekilde önemli olur. Bu çekme, birleşme yerine metal doldurma sırasında ergimiş metal çevresinde mevcut, bu metalin birleşme yönünde serbestçe genişemesine karşı koyan soğuk bölgelere bağlanabilir. Her ne kadar genellikle zayıf ise de bu çekme önemli ve etkileriyle rahatsız edici bakiye gerilmelerinin menbainı teşkil eder. Nitekim kenar kenara kaynak edilmiş iki simetrik ince saç, helisel biçimde şekil değiştirir (şek. 250 c) ve birleşik profiller meydana getirmek üzere levha ve basit profillerin birleşmesi, kaynağın nötr eksenin dışında yapılması halinde, her defasında bel verecektir (şek. 250 d).



Şek. 250.

Komşu ana metalin distorsiyona yardımcı olan hacim bölümü az çok kaynak süreciyle denetim altında tutulabilir. Örneğin, daha yüksek kaynak hızları, kaynakla birlikte çeken komşu ana metal bölgesinin boyutunu azaltır. Bazı tipik kaynaklar için bu etkiler şek. 251'de gösterilmiştir.



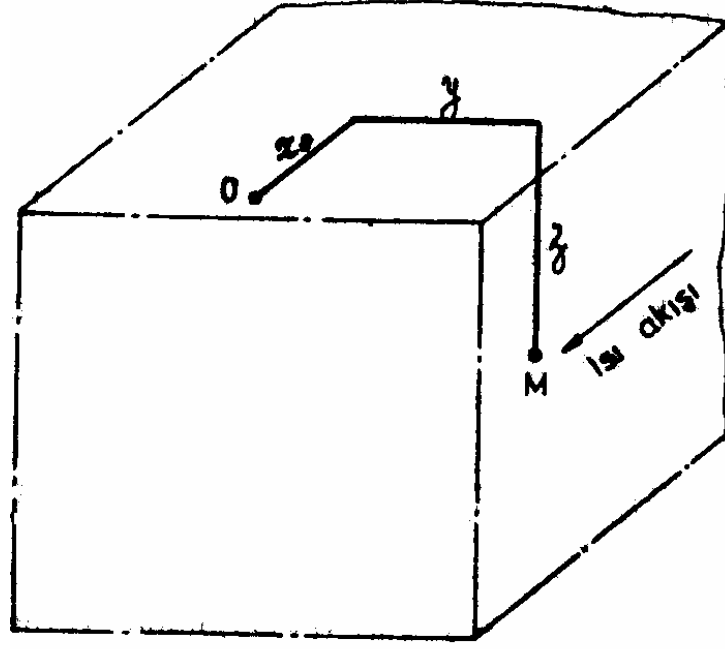
Şek. 251 — Daha yüksek kaynak hızları, kaynakla birlikte çeken komşu ana metal bölgesinin boyutunu küçültür ve distorsiyonu azaltmaya yardımcı olur.

### Isı dağılımı

Gerilme ve şekil değiştirmeler, kaynak sırasında meydana gelen ısıl heterojenlikler tarafından hasıl edildiklerinden, bu konu üzerinde her çalışma ister istemez ısıl dağılımın bir tetkikiyle başlayacaktır; bunun da hareket noktası,  $X_0$ ,  $y$  ve  $z$  koordinatlı bir  $M$  noktası ile ona komşu bölgelerde sıcaklığın dağılımına ait Fourier genel denklemi olacaktır; bu dağılım, kaynak edilen metalin homojen farz edilen iletken kitlesinde ısının akışından ileri gelmiştir.

$$\frac{\delta^2 \theta}{\delta x_0^2} + \frac{\delta^2 \theta}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 \theta}{\delta z^2} = \frac{1}{a} \times \frac{\delta \theta}{\delta t}$$





Şek. 252

burada  $x_0$ ,  $y$  ve  $z$ , M noktasının koordinatları,

$a$  = malzemenin ısı difüzyon hızı =  $1(\text{cm}^2/\text{sn})$

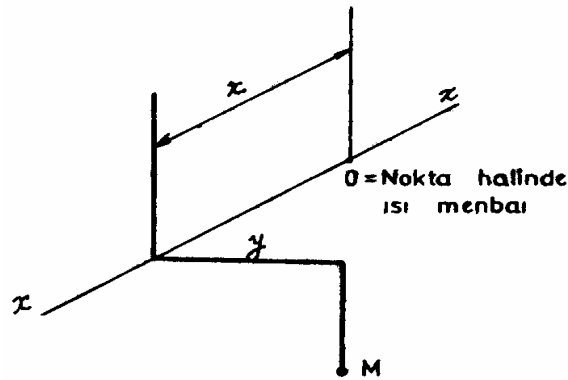
$X$  = ısı iletkenlik (kal/cm. sn. °C)

$c$  = hacimsel özgül ısı (kal/cm<sup>3</sup>. °C)

$\theta$  =  $t$  anında M'de sıcaklık (C°)  $t$  = saniye cinsinden zamandır.

Böyle bir hesabın esaslarını Rosenthal'a borçluyuz.

$xx'$ , ısı menbaının  $v$  sabit hızla üzerinde hareket ettiği eksen;  $y$  ve  $z$  de M'in bu eksene göre yanal ve derinlemesine mesafeleri olsun (şek. 253).



Şek. 253

Isı menbaı hareket ettikçe onu takibeden bir az çok durağan ısı alanının meydana geldiği deneysel gözlemlerin sonucu olup bu, absis değişmesini işlemek demektir:

$$X = X_0 - Vt$$

Bunun sonunda da yukardaki denklem yeni basit şekline dönüşür:

$$\begin{aligned}\frac{\delta^2\theta}{\delta x^2} + \frac{\delta^2\theta}{\delta y^2} + \frac{\delta^2\theta}{\delta z^2} &= -\frac{v}{a} \times \frac{\delta\theta}{\delta x} + \frac{1}{a} \times \frac{\delta\theta}{\delta t} \\ &= -\frac{v}{a} \times \frac{\delta\theta}{\delta x}\end{aligned}$$

zira (az çok durağan rejim olduğundan)  $\frac{\delta\theta}{\delta t} = 0$  dır.

Bu matematik ayrıntılara girmeyeceğiz.

## METAL NİTELİKLERİNİN DİSTORSİYONA ETKİSİ

Metalin ısı genleşme katsayısı, ısı iletkenliği, elastikiyet modülü ve akma mukavemetinin yaklaşık değerlerinin bir kaynaklı konstrüksiyonda bilinmesi, tasarımcı ve kaynakçıya distorsiyon sorununun göreceli ağırlığını peşinen kestirmekte yardımcı olur.

*Isıl genleşme katsayısı*, bir metalin ısıtıldığında uğradığı genleşme ya da soğuduğunda vaki olan çekmenin bir ölçüsüdür. Yüksek ısı genleşme katsayılı metaller, belli bir ısı değişmesi için, düşük katsayılı metallere göre daha fazla genişler ve çekerler. Yüksek ısı genleşme katsayılı metallerde, hem kaynak metalinin hem de kaynağa komşu metalin daha fazla büzölmeleri nedeniyle, kaynaklı konstrüksiyonun distorsiyona uğrama olasılığı daha büyük olur.

*Isıl iletkenlik*, bir malzeme, içinden ısı akış kolaylığının bir ölçüsüdür. Göreceli olarak düşük ısı iletkenliğe sahip metaller (örneğin paslanmaz çelikler ve nikel esaslı alaşımlar) ısıyı hızla dağıtmazlar. Yüksek ısı iletkenliğe sahip metaller (alüminyum ve bakır) ısıyı hızla dağıtırlar. Düşük ısı iletkenliği haiz metallere konstrüksiyonlarda dik bir ısı gradieni meydana gelir, bu da, kaynakta ve komşu levhada çekme etkisini artırır.

*Akma mukavemeti*, kaynak metalinde, bir kaynaklı konstrüksiyonun distorsiyon derecesini etkileyen bir başka parametredir. Soğuma sırasında bir kaynaklı birleşmenin çekmesini sağlayabilmek için gerilmeler kaynak metalinin akma mukavemetine varmalıdır. Gerilme ve incelmenin vaki olmasından sonra kaynak ve buna komşu ana metal yaklaşık olarak akma mukavemetlerine gerilmiş olurlar. Kaynak alanında bir malzemenin akma mukavemeti ne kadar yüksek olursa, konstrüksiyonu distorsiyona uğratma yolunda etki yapan bakiye gerilmeler o denli yüksek olur. Buna karşılık, düşük mukavemetli metallere daha az muhtemel veya az ağır olur.

Metallerin akma mukavemeti ısı ya da mekanik işlemlerle değiştirilebilir. Örneğin orta karbonlu, yüksek karbonlu ve alaşımlı çeliklerin ısı işlemi akma mukavemetini ciddi şekilde artırabilir. Soğuk işleme de birçok paslanmaz çelik ve bakır ve alüminyum alaşımları üzerinde aynı etkiyi haizdir. Çarpılmayı (peçelemeyi) asgariye indirmek için metaller, mümkün olduğunca, tavllanmış halde kaynak edilmelidir.

*Elastikiyet modülü*, bir malzemenin katılığının (dijitliğinin) ölçüsüdür. Yüksek elastikiyet modüllü bir metal, distorsiyona daha dayanıklı olur.

*Paslanmaz çeliğe karşı yumuşak çelik:*

Yumuşak çelikle genellikle kullanılan paslanmaz çeliklerin akma mukavemetiyle elastikiyet modülleri aynı genel mertebelerde olup muhtemel distorsiyonda az farka delâlet ederler. Bununla birlikte paslanmaz tiplerinin ısı iletkenliği, yumuşak çeliğinkinin yaklaşık üçte biridir. Bu keyfiyet, çekme etkisini artıracaktır. Paslanmaz çeliğin ısı genleşme katsayısı, yumuşak çeliğinkinin yaklaşık 1,5 katıdır. Bu da yine, kaynağa komşu levhada çekmeyi artıracaktır. Bu itibarla aynı kaynak miktarı için paslanmaz çelik yumuşak çeliğe göre daha fazla çarpılmaya meyledecektir.

*Alüminyuma karşı yumuşak çelik:*

Alüminyumun genleşme katsayısı çeliğinkinin yaklaşık iki katıdır. Her iki metal yaklaşık aynı sıcaklıkta kaynak edilebilseydi, alüminyumun çekme etkisi çok daha fazla olurdu. Ancak, çeliğin ergime sıcaklığı alüminyumunkinden çok yüksek olduğundan, genleşme faktörleri az çok eşitlenirler. Alüminyumun ısı iletkenliği çeliğinkinin yaklaşık dört katı olup ısı alüminyumda daha hızlı akar, ve dolayısıyla, kaynağa komşu levhada daha düşük sıcaklık farkı olur. Bu da alüminyumda daha az distorsiyona götürür. Alüminyumun elastikiyet modülü çeliğinkinin üçte biri mertebesinde olduğundan, alüminyumda aynı bakiye gerilme için daha yüksek distorsiyon olur.

Akma mukavemeti, alüminyum alaşımı ve bunun ısı işlemine göre, geniş sınırlar içinde değişebilir. Göreceli olarak, bunun distorsiyon etkisi ikinci derecede kalır. Böylece de alüminyum ve çelikte distorsiyonu artıran ve azaltan etmenler az çok birbirlerini dengelerler, şöyle ki distorsiyon beklentisi her iki metal için az çok aynı olur.

*Yüksek mukavemetli çeliğe karşı yumuşak çelik:*

Bu metallerin distorsiyonu etkileyen nitelikleri arasındaki tek ciddi fark, akma mukavemetidir. Doğal olarak bu, yüksek mukavemetli çelikte daha yüksek olacağından, artan distorsiyon bahis konusu olacaktır. Yüksek mukavemet nedeniyle, muhtemelen daha küçük (ya da daha ince) kesit kullanılacak olup bu da distorsiyonu artıracaktır.