

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇELİK KONSTRUKSİYONLARDA
MALZEME, KAYNAK YÖNTEMİ VE
KONSTRUKSİYON
İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Mak. Müh. Emin Cem AKYOL

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Nurullah GÜLTEKİN

İSTANBUL, 1994

İÇİNDEKİLER

DIŞ KAPAK

İÇ KAPAK

İÇİNDEKİLER

iii

TEŞEKKÜR

TÜRKÇE ÖZET

YABANCI DİLDE ÖZET

I. KAYNAK KABİLİYETİ KAVRAMI

1.1.	Kaynak kabiliyeti kavramının sınıflandırılması	1
1.1.1.	Kaynağa elverişlilik	2
1.1.2.	Kaynak emniyeti	2
1.1.3.	Kaynak edilebilirlik	3
1.2.	Etki faktörleri	3
1.2.1.	Malzeme	4
1.2.2.	İmalat şartları	4
1.2.3.	Konstrüktif yapı	5
1.3.	Kaynak kabiliyetinin güvenilirliği	6
1.4.	Kaynak kabiliyetinin muayene edilmesi	6
1.4.1.	Sertliğin muayenesi	6
1.4.2.	Yaşlanma hassasiyetinin muayenesi	9
1.4.3.	Gevrek kırılma hassasiyetinin muayenesi	9
1.4.4.	Kaynak parçasının çatlama hassasiyeti ve ITAB' in muayenesi	14
1.4.5.	Yüksek dayanımlı malzemelerin çatlak sertliği muayenesi	15
1.4.6.	Sıcak çatlak hassasiyetinin muayenesi	17
II.	KAYNAK TEKNİĞİNİN TEMEL PRENSİPLERİ	
2.1.	Genel	20
2.2.	Şekle ait tesir faktörleri	20

2.2.1.	Gerilmenin etkisi	20
2.2.2.	Kaynak metodunun etkisi	20
2.2.3.	Dikişin hazırlığı ve dikiş tatbikatının etkisi	21
2.2.4.	Donanımların seçimi	21
2.2.5.	Kalite deneyi - kontrol - emniyetin etkisi	21
2.2.6.	Malzemenin etkisi	21
2.2.7.	Kullanma amacının etkisi	21
2.2.8.	Görünüş ve estetik	21
2.3.	Esas yapı tarzları	22
2.3.1.	Levha yapı tarzı	22
2.3.2.	Kafes yapı tarzı	23
2.3.3.	Hafif yapı	23
2.3.3.1.	Şekilsel dayanımlı yapı tarzı	24
2.3.3.2.	Hücre yapı tarzı	24
2.3.3.3.	Diğer hafif yapı konstrüksiyonları	25
2.3.4.	Akışkan kapların yapı tarzları	26
2.4.	Kaynak bağlantılarının görünüşü için genel temel prensipler	27
III. STATİK GERİLMEDE KAYNAK BAĞLANTILARININ DURUMU		
3.1.	Genel	28
3.2.	Statik gerilmede kaynak bağlantılarının durumu	30
3.2.1.	Genel	30
3.2.2.	Alın kaynak birleştirmeleri	33
3.2.3.	Köşe kaynak birleştirmeleri	34
3.2.4.	Nokta kaynak birleştirmeleri	36
IV. ÇENTİK ETKİSİ		
4.1.	Demir yollarında çentik durumlarının düzenlenmesi	41
4.2.	Çentik çeşitleri	43

4.2.1.	Çentik durumu K0 olan küçük çentik etkileri	43
4.2.2.	Çentik durumu K1 olan ölçülü çentik etkileri	44
4.2.3.	Çentik durumu K4 olan çok büyük çentik etkileri	45
4.3.	Hesaplama örneği	46
V.	GENEL YAPI ÇELİKLERİ DIN EN 10025 İÇİN AVRUPA NORMLARI. (DIN 17100 ' ün yerine tekabül eden)	
5.1.	Çelik ürünlerinin Avrupa normları	49
5.2.	Genel yapı çelikleri için Avrupa normu (EN 10025)	50
5.3.	Genel yapı çeliklerinin eski ve yeni normlarının karşılaştırılması	52
VI.	BORU MALZEMELERİNİN KAYNAKLANMASI, SEÇİMİ VE KAYNAK KAİDELERİ.	
6.1.	Endüstriyel boru hatlarının kullanıldığı yerler	53
6.2.	Boru malzemelerinin seçimi	53
6.3.	Örnek problem	58
VII.	KAYNAK EDİLECEK PARÇALARIN KONSTRUKSİYONLARININ HESAP EDİLMESİ VE KONSTRUKSİYONLARININ MEYDANA GETİRİLMESİ.	
	KAYNAKLI ÇELİK KONSTRUKSİYONLARDA YAPI PARÇALARINA UYGULANAN DENEYLER İLE EKONOMİKLİĞİN ARTIRILMASI	59
VIII.	KAYNAKLARIN ISIL İŞLEMİ	71
IX.	KAYNAKTA ÇARPILMA VE ŞEKİL DEĞİŞİMLERİ	74
X.	DİSTORSİYONUN ÖNCEDEN TAHMİNİ VE DENETİMİ	
10.1.	Malzeme özelliklerinin distorsiyona etkisi	80
10.2.	Kendini çekme ve çarpılma türleri	81
10.3.	Distorsiyonun denetimi	83
10.4.	Distorsiyonun asgariye indirilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar	85

10.5.	Distorsiyonun denetimine örnekler	90
XI.	DİSTORSİYONLARIN DÜZELTİLMESİ	96
XII.	KALİTE YÖNETİMİ VE KALİTE GÜVENCESİ STANDARTLARI SEÇİM VE KULLANIM KILAVUZU (TS-ISI 9000)	
12.1.	Kapsam ve uygulama alanı	100
12.2.	Kalite sistemi şartları	101
12.2.1.	Yönetim sorumluluğu	101
12.2.1.1.	Kalite politikası	101
12.2.1.2.	Kuruluş	101
12.2.2.	Proses kontrolü	102
12.2.2.1.	Genel	102
12.2.2.2.	Özel prosesler	102
12.2.3.	Muayene ve deney	103
12.2.3.1.	Girdi muayene ve deneyleri	103
12.2.3.2.	Proses sırasında muayene ve deneyler	103
12.2.3.3.	Son muayene ve deneyler	103
12.2.3.4.	Muayene ve deney kayıtları	104
12.2.4.	Muayene, ölçme ve deney teçhizatı	104
12.2.5.	Muayene ve deney durumu	105
12.2.6.	Uygun olmayan ürünün kontrolü	105
12.2.7.	Uygunsuzluğun incelenmesi ve elden çıkarılması	106
12.2.8.	Düzeltilici faaliyet	106
12.2.9.	Eğitim	107
XIII.	BİR OTOBÜSTE BİRLEŞTİRME TEKNİKLERİNİN UYGULANMASININ ANALİZİ	
13.1.	Otobüsün imalatında kullanılan çelik malzemeler	108
13.2.	Otobüste uygulanan kaynak yöntemleri	112

13.2.1.	MAG kaynağı	113
13.2.2.	Nokta direnç kaynağı	117
13.2.3.	Oksi-Asetilen kaynağı	119
13.2.4.	Örtülü elektrodla ark kaynağı	120
13.3.	Otobüsün karoserisinin (Rohbau) meydana getirilmesi	120
13.3.1.	Şasinin meydana getirilmesi	121
13.3.2.	Çatma işleminin yapılması	131
13.3.3.	İskeletin meydana getirilmesi	135
13.3.4.	Saç kaplama işlemi	138
13.4.	Kaynak işlemi esnasında ve sonrasında meydana gelen hatalar	140
13.5.	Karoseriye yapılan kalite kontrol işlemleri	143
13.5.1.	Kalite Kontrol tarafından değerlendirilen kaynak hataları	144
13.5.2.	Kaynak hatalarının tamir edilmesi	145
XIV.	SUBJEKTİF GÖRÜŞLER, SONUÇLAR VE ÖNERİLER	146
	KAYNAKLAR	149
	ÖZGEÇMİŞ	

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında değerli fikirleri ile bana yardımcı olan ve çalışmamı sağlayarak, yakın ilgi ve desteği ile her sorunuma çözüm bulan, Hocam, Sayın Prof. Nurullah GÜLTEKİN' e, çalışmamda kullandığım literatürlerin temininde bana yardımcı olan Sayın Heinz BENDER' e ve pratiğe yönelik çalışmamda benden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen MERCEDES-BENZ TÜRK A.Ş. çalışanlarından, Sayın Mak. Müh. Oğuz MOROVA ve Mak. Müh. (MBA) Y. Oğuzhan ACAR' a bu vesile ile teşekkür edebilmek benim için bir mutluluktur.

ÖZET

Endüstri devriminin başlangıcından bugüne kadar özellikleri ve bileşimleri farklı yaklaşık 4000 çelik türü geliştirilmiştir. Isıl işlemler yardımıyla aynı çelikten elde edilen farklı özellikler de hesaba katılırsa ne denli geniş bir spektrumun ortaya çıktığı görülür. Ortaya çıkan bu malzeme zenginliği de, bize çelik malzemelerin kaynağında ortaya çıkabilecek sorunlar yelpazesinin ne denli geniş olduğunu ispat eder. Bu sebeple, bu çalışmada çelik konstrüksiyonlardaki malzeme, yöntem ve konstrüksiyon ilişkisi incelenmiş, kaynak kabiliyeti kavramı uygulanmada ele alınan örnek açısından değerlendirilmiştir. Çalışmanın teoriğe yönelik kısmı ilk on iki bölümde toplanmış, bunları izleyen son iki bölümde ise bir otobüsün imalinde kullanılan birleştirme teknikleri analiz edilerek bu birleştirme tekniklerinin avantajlı ve dezavantajlı yönleri belirtilmiştir.

Birinci bölümde kaynak kabiliyetini etkileyen faktörler gruplandırılarak, kaynaklı parçalara uygulanan muayeneler açıklanmıştır.

İkinci bölümde kaynakta meydana gelen gerilmeler ve kaynak yöntemi ile birleştirilen çeşitli yapı tarzları resimlerle açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde statik gerilme altında kaynak bağlantılarının davranışları çeşitli birleştirme tarzlarına göre irdelenmiştir.

Malzemelerin çeşitli durumlardaki çentik davranışları bir hesaplama örneği ile dördüncü bölümde anlatılmıştır.

Beşinci bölümde çelik malzemelerin kaynağı esnasında uyulması gereken yeni normlar, eski ve yeni normların karşılaştırılması yapılmıştır.

Altıncı ve yedinci bölümlerde boru malzemelerin kaynağında uyulması gereken kurallar ve kaynak edilecek parçalar konstrükte edilirken dikkat edilmesi gereken hususlar açıklanmıştır.

Sekizinci bölümde kaynaklı bir konstrüksiyona uygulanan ısıl işlemler, karbon eşdeğeri de gözönüne alınarak açıklanmıştır.

Dokuz, on ve on birinci bölümlerde kaynaklı konstrüksiyonlarda meydana gelen çarpılmalar ve bu çarpılmaların önceden tahmin yoluyla minimuma indirilmesi veya kontrol altında tutulması açıklanmıştır. Alınan önlemlere rağmen kaynaklı

konstrüksiyonda herhangi bir çarpılma meydana gelmiş ise bu çarpılmaların hangi yöntemler ile yine bu çalışmanın gelişme kısmı olan onbirinci bölümde açıklanmıştır.

On ikinci bölümde herhangi bir imalat yöntemi ile üretilecek olan malzemenin hangi uluslararası kalite standartlarına uyması gerektiği detaylı bir şekilde dökümanite edilmiştir.

Çalışmanın son bölümlerinden biri olan on üçüncü bölümde, bir otobüsün karoserisinin imalatında kullanılan malzemeler ve kaynak yöntemleri teorinin pratiğe uygulanması ile birlikte incelenmiştir. Ayrıca bu bölümde kaynak işlemi bitirilmiş olan bir karoseriye uygulanan kalite kontrol işlemleri ve kalite kontrol işleminden sonra tesbit edilen kaynak hatalarının hangi yöntemlerle tamir edilebileceği açıklanmıştır.

Son bölümde ise bu çalışmayı gerçekleştiren Mak. Müh. E. Cem AKYOL'un subjektif görüşleri ve önerileri bir başlık altında toplanmıştır.



INHALTSANGABE

Seit dem Anfang der Industrierevolution wurden ca. 4000 verschiedene Stahlsorten mit verschiedenen Eigenschaften und Kompositionen entwickelt. Durch Wärmebehandlung erhält man verschiedene Eigenschaften, die ein weites Spektrum bilden. Dieser Reichtum an Materialien weist darauf hin, wie weit das Spektrum der Probleme sein kann, die bei dem Schweißen dieser Stähle entstehen können. Aus diesem Grund wurden in dieser Arbeit der Zusammenhang zwischen Material, Verfahren und Konstruktion in Stahlkonstruktionen untersucht; und der Begriff Schweißbarkeit an einem praktischen Beispiel ausgewertet. Der theoretische Teil dieser Arbeit wurde in den ersten zwölf Kapiteln zusammengestellt. In den folgenden zwei Kapiteln wurde durch Analyse der Verbindungstechniken bei der Produktion eines Busses auf die Vorteile und Nachteile dieser Verbindungstechniken hingewiesen.

In Kapitel 1 werden die Faktoren die die Schweißbarkeit beeinflussen, gruppiert und Untersuchungsmethoden erläutert, die auf geschweißte Teile angewendet werden.

In Kapitel 2 werden Spannungen beim Schweißen und verschiedene Konstruktionen die durch Schweißen entstehen, erläutert.

In Kapitel 3 werden die Verhalten von Schweißverbindungen unter Spannung nach verschieden Verbindungsarten untersucht.

Das Kerbverhalten von Materialien in verschiedenen Zuständen werden in Kapitel 4 mit einem Rechenbeispiel erläutert.

Im fünften Kapitel werden auf Normen hingewiesen die beim Schweißen von Stählen berücksichtigt werden müssen, und alte und neue Normen werden verglichen.

In Kapiteln 6 und 7 werden Richtlinien für das Schweißen von Rohren und Richtlinien für die Konstruktion der Schweißteile erläutert.

Im achten Kapitel werden Wärmebehandlungen einer Schweißkonstruktion unter Berücksichtigung des Kohlenequivalentes erläutert.

In den Kapiteln 9, 10 und 11 werden Distortionen in Schweißkonstruktionen und die Minimierung oder Kontrolle dieser Distortionen durch vorheriges Schätzen erläutert. Im elften Kapitel wird darauf hingewiesen, wie Distortionen an der Konstruktion eliminiert werden können, falls diese trotz der Massnahmen entstehen.

Im zwölften Kapitel wird detailliert dokumentiert, welche internationalen Schweissnormen bei den jeweiligen Produktionsverfahren eingehalten werden müssen.

In Kapitel 13 wird untersucht , wie die Theorie praktisch an Materialien und Schweissverfahren am Rohbau eines Busses angewendet wird. In diesem Kapitel wird auch gezeigt, welche Qualitätskontrollmethoden an einer geschweissten Karosserie angewendet werden und wie Schweissfehler beseitigt werden können.

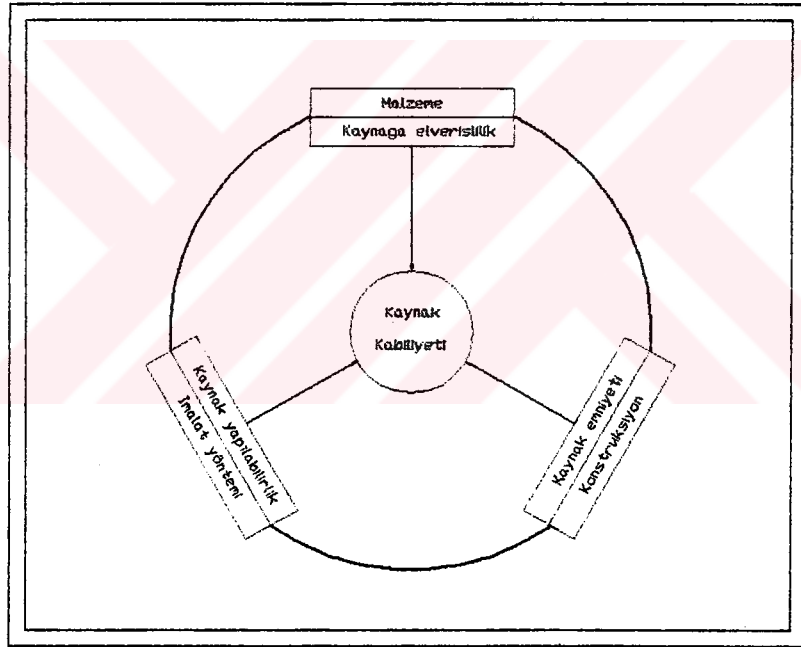
Im letzten Kapitel werden persönliche Meinungen und Vorschläge des Autors Dipl.-Ing. E. Cem AKYOL unterbreitet.



I. KAYNAK KABİLİYETİ KAVRAMI

1.1. Kaynak kabiliyeti kavramının sınıflandırılması

Kaynak kabiliyetindeki problemler çok çeşitli olduğundan kaynak kabiliyeti kavramını tanımlamak güçtür. Çeliklerde malzemenin özelliklerinden olan gevrek kırılma ve yaşlanma davranışından başka imalat yöntemi ve yapı parçasının şekli de kaynak kabiliyetinde önemli bir rol oynar. Çelik olmayan malzemelerde ise başka şartları göz önüne almak gerekir. Buna Alüminyum karışımlarına uygulanan sertleştirme tavlama örneği gösterilebilir. Aşağıda malzemelerin kaynak kabiliyeti DIN 8528 ' e göre tanımlanmıştır;



Resim 1.1. Kaynak kabiliyetini etkileyen belirli büyüklükler arasındaki bağıntılar görülmektedir.

Metalik bir malzemedan oluşan bir yapı parçasının kaynak kabiliyeti eğer kaynak yolu ile malzemeyi belirli bir kaynak yöntemi kullanarak ve uygun bir imalat akışını da dikkate alarak elde edebiliyorsak, vardır diyebiliriz. Bu arada kaynaklar lokal özelliklerine ve bir bölümü oldukları konstrüksiyon üzerindeki etkilerine göre istenilen şartları yerine getirmek zorundadırlar /1/.

Kaynak kabiliyeti malzeme, imalat usulü ve konstrüksiyon diye adlandırılan üç ana etki büyüklüğüne bağlıdır. Bu etki büyüklüklerinin kaynak kabiliyeti üzerindeki etki değerleri de birbirine eşittir. Bunlardan başka aşağıdaki özellikler de kaynak kabiliyetini etkilemektedir;

- Malzemenin kaynağa elverişliliği,
- Konstrüksiyonun kaynak emniyeti,
- İmal usullerinin kaynak yapılabilirliği,

1.1.1. Kaynağa elverişlilik

Kaynağa elverişlilik herşeyden önce malzemeye bağlı bir özelliktir. Bir malzemenin kaynağa elverişliliğinden söz edebilmek için kaynak edilecek malzeme kimyasal, metelsel ve fiziksel malzeme özelliklerine ait şartları yerine getirmesi gerekmektedir. Eğer malzemeye ait faktörler belirli bir konstrüksiyon için kaynak tekniği ile imalat yönteminden daha az önemli olursa, malzemelerin kaynağa elverişliliğini malzemeye göre gruplandırmak daha uygun olur.

Kaynak elverişliliğini aşağıdaki faktörler etkilemektedir;

- a) Kimyasal bileşim
- b) İmalat yönteminden gelen metelsel özellikler
- c) Fiziksel özellikler

Bu tanıma göre bir malzemenin kaynağa elverişliliği o malzemeye uygulanan kaynak yöntemine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu durum alaşımız çeliklerde gevrek kırılma hassasiyetsizliğinin sağlanması ve malzeme için uygun olmayan karışım elemanlarının emniyetli maksimum miktarının sınırlanması ile mümkün olur. Başka tür malzemelerde de yine aynı yöntemler uygulanır.

1.1.2. Kaynak emniyeti

Bir konstrüksiyonun kaynak emniyeti kullanılan malzemenin konstrüktif şeklinden başka parçanın çalışma şartlarına göre uygun yapılıp yapılmadığına bağlıdır. Bir malzemeye tatbik edilen kaynak tekniği yöntemi o malzemenin konstrüksiyonuna etki eden faktörlere göre daha az dikkate alınır, ilgili yapı veya yapı parçasının konstrüksiyonun kaynak emniyeti de o ölçüde artar.

Kaynak emniyetini aşağıdaki faktörler etkilemektedir;

- a) Konstrüktif şekil
- b) Gerilme durumu ve tipi
- c) Et kalınlığı
- d) İşletme sıcaklığı

1.1.3. Kaynak edilebilirlik

Eğer bir konstrüksiyonda öngörülen kaynaklar seçilmiş imalat yöntemlerine göre üretmek mümkünse, o kaynak tekniği imalat yönteminin kaynak edilebilirliğinden söz edilebilir. Belirli bir malzeme için konstrüksiyonun planlanmasında imalata etki eden faktörler daha az dikkate alınırsa, ilgili yapı veya yapı parçasının öngörülen imalat yöntemi için kaynak edilebilirliği de o ölçüde artar.

Kaynak edilebilirliği aşağıdaki faktörler etkilemektedir

- a) Kaynak işlemi için ön hazırlık
- b) Kaynağın yapılışı
- c) Kaynaktan sonraki işlemler

1.2. Etki faktörleri

Metal malzemelerin kaynak kabiliyeti bir sıra faktörlere bağlıdır. Bu faktörlerin başında malzemenin özelliklerine bağlı olan faktörler gelir. Bu özellikler kimyasal karışım ve mekanik kalite değeri, malzemenin bünyesi tarafından absorbe edilmiş gazlara karşı hassasiyeti, oksidasyon elverişliliği, korozyon hassasiyeti, yüksek sıcaklıktaki yada hızlı ısınma veya soğumadaki davranışı, değişim davranışı (katılaşma, sertleştirme), malzemenin durumu (ergime değeri, katılaşmış, soğuk şekil verilmiş) ve benzeri gibi şartlara bağlıdır.

Metal olmayan malzemelerde ise özellikle de plastik malzemelerde malzeme özellikleri (termoplast, duroplast) önemli bir rol oynar. Kaynak kabiliyeti bu etkenlerden başka yüzey durumu, kullanılan kaynak yöntemi, iç gerilme durumu ve konstrüktif şekle bağlı olarak da değişim göstermektedir /1/.

1.2.1. Malzeme

Metal malzemelerde kimyasal karışım dayanım özelliğinin yanısıra aşağıdaki özelliklere de etki etmektedir.

- Sertlik özelliği,
- Yaşlanma özelliği,
- Gevrek kırılma özelliği,
- Sıcak yarıma özelliği,
- Bünye yapısı,
- Erime kuvveti ve gazların difüzyonu,
- Metal banyosu,

Metal özelliklerini erime veya dezoksidasyon derecesi, sıcak veya soğuk şekil verme, son işlemler gibi imalat şartları da etkilemektedir. Bunlardan başka aşağıdaki faktörler de etkili olur.

- Eritip ayırma durumu,
- Birleşme tipi ve yapısı,
- Dayanım özelliğinin izotropisi,
- Bünye yapısı,
- Yüzey durumu,

Bunlardan başka sıcaklık genişleme katsayısı, ısı iletme kabiliyeti, özgül ısı ve erime noktası veya erime aralığı gibi fiziksel özellikler de kaynak kabiliyeti üzerinde etkili olmaktadır.

1.2.2. İmalat şartları

Yüzeydeki oksit ve yabancı tabaka (yağ, kir, uygunsuz imalat çizgileri) yüzünden kaynak kabiliyeti önemli derecede etkilenmektedir. Örneğin; ergime kaynağındaki gözenekler, nokta direnç kaynağında dayanımın azalması ve yüksek alaşımli elektrodlar.

Soğuk pres kaynağında yüzeydeki en ufak bir kirlenme bile (temizlenmiş yüzeye el ile dokunma) kaynağın yapılmasına engel teşkil eder. Alüminyum ve alaşımlarının yüksek

sıcaklıklardaki kaynağında yüzeydeki oksit tabakasının temizlenmemesi halinde kaynağı yapmak mümkün değildir. Benzer durumlar birçok metal malzemeler için de geçerlidir.

Kaliteli bir bağlantı yapmak için mükemmel bir dikiş hazırlığı ve iyi ulaşılabilirlik şarttır. Kaynak sırası ve dikiş yapısı da meydana gelen iç gerilmeye direkt etki eder. Dikiş hataları kaynak konstrüksiyonunun statik ve özellikle de dinamik dayanımını düşürür.

Enerji akışı kaynak yöntemlerine bağlı olarak farklılık gösterir. Gaz absorpsiyonu, katılma özelliği ve iç gerilme burada etkili olan özelliklerdir. Isının az olarak kullanıldığı yöntemler farklı malzemelerin birleştirilmesine daha uygundur. Buna örnek olarak Bakır ve Alüminyumun soğuk pres kaynağı örnek gösterilebilir. Bunun dışında sıcaklığın yüksek tutulması uzun süre tatbik edilmesi sonucunda yeni fazların oluşumuna sebebiyet verilir (Östenit bölgede Cr-C oluşumu).

Belirli bir yöntem ile kaynak edilemeyen yada az kaynak edilen malzemeler (cidar kalınlığı 1 mm' nin üzerindeki bakır sacların nokta direnç kaynağı ve berilyum ışın kaynağı), özel yöntemlerle mükemmel olarak kaynak işlemi gerçekleştirilebilir.

Bazı durumlarda çatlaksız olarak kaynak yapılmasına rağmen amaca uygun işletme gerilmesine sonradan tatbik edilen bir takım işlemlerle ulaşılabilir. Bu son işlemlerde ön ısıtma mutlaka hesaba katılmalıdır. Bu ısıtma ile soğuma hızı düşer ve malzemenin iyi bir şekilde kaynak edilmesi sağlanır.

Tekli durumlarda bağlantıların özellikleri sıcak dövme (bakır) yada soğuk dövme (dökme demirin soğuk kaynağı) ile düzeltilir.

1.2.3. Konstrüktif yapı

Kullanışlı bir şekil verme için kaynak konstrüksiyonu çatlaksız olarak kaynak edilir. Ama bu kullanışsız bir şekil vermeye sebep olur. Bunun için dik enine kesit geçişlerden mümkün mertebe kaçınılmalıdır ve konstrüktif çentikler ayrılmalıdır. Bu olay özellikle dinamik gerilmeli konstrüksiyonlarda geçerlidir. Burada iç gerilmeler mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Ayrıca bölgesel gerilme yoğunlaşmasından kaçınılmalıdır. Büyük et kalınlıklı malzemelerin haddeden geçirilmesinde dikkat edilmesi gereken olay, metalurjik farklılıkların oluşabileceği ve çok eksenli çekme gerilmelerinin yük ve iç gerilmeler ile birlikte bir etki meydana getirebileceğidir.

1.3. Kaynak kabiliyetinin güvenilirliği

Genel olarak kaynak kabiliyetinin güvenilirliğinden söz edilemez. Çünkü malzeme özelliklerinden başka imal şartlarının ve konstrüksiyonun görüntüsünün de hesaba katılması gerekir. Malzemelerin kaynak kabiliyeti belirli bir çerçevede garanti altına alınabilir. Bunu takiben malzeme talimatlarında malzemenin kaynak kabiliyeti hakkında bilgiler verilmektedir /1,5/.

1.4. Kaynak kabiliyetinin muayene edilmesi

Kaynak kabiliyeti dayanım özelliği gibi saf bir malzeme özelliği değildir. Bunun mümkün olduğu bazı istisnai durumlar da vardır. Malzeme özelliklerinin kaynak edilmiş malzemeye etki yaptığı belli olan durumlarda küçük numune çubukları kullanılır. Muhtemel işe yarar kaynak edilmiş yapı parçasında sınırlı bir ifade elde edilir. Diğer bir ihtimal kaynak edilmiş sacın mecburiyetten dolayı muayene edilmesidir. Bu o zaman var olmayan yada var olanın muayenesini zorlaştırmaktadır. Fakat bu sefer de muayene şartları kolaylaşmaktadır. Günümüzde bu muayenenin her iki türü de beraber olarak kullanılmaktadır.

Yüksek sertlikteki malzemelerde çatlama gevrekliği ifadesi uygun muayene yöntemleri ile kırılma mekaniği içinde kullanılabilir.

1.4.1. Sertliğin muayenesi

Sertlik sadece çelik ve alaşımlı çeliklerde önemli bir rol oynar. Yapı işlerinde kullanılan çeliklerin emniyetinde sertlik muayenesi doğru bir ifade değildir. Burada bir sıra metalurjik doğa etkileri gözetim altında tutulamaz. Bu sebeple kaynakta sertlik önemli ama baskın bir faktör olmaz. Bu durumda yaşlanma ve gevrek kırılma eğilimleri önem kazanmaktadır.

* Kimyasal Analiz

Ana malzemenin sertliği karışımın sertliğini önemli derecede etkiler. Düşük alaşımlı çeliklerde karbon eşdeğer ve zaman - sıcaklık değişim diyagramlarına başvurulur

* Metalografik inceleme

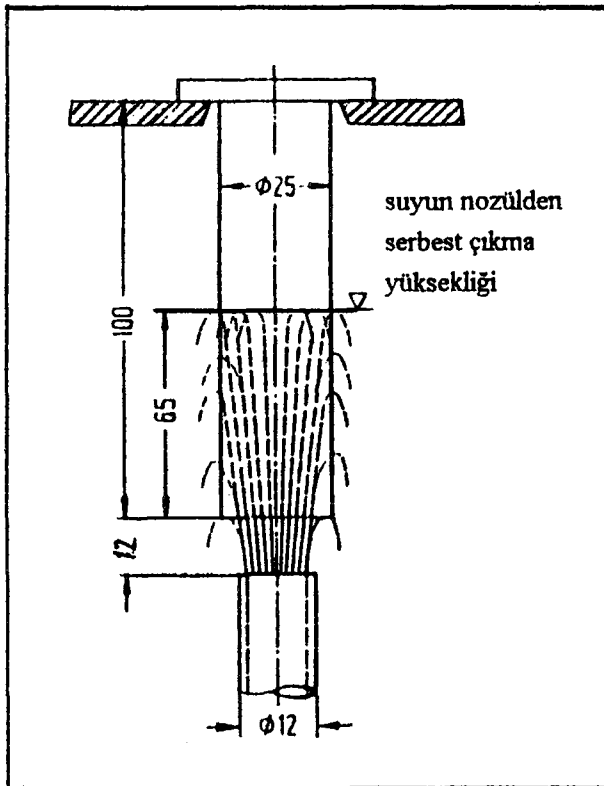
Metalografik muayene kaynak edilmiş bir numunenin tehlikeli bölge sınırının türünü ve genişliğini belirlemeye yarar. Bunun sonucunda sınırlı bir şekilde kaynak kabiliyetinden söz edilebilir.

* Sertlik muayenesi

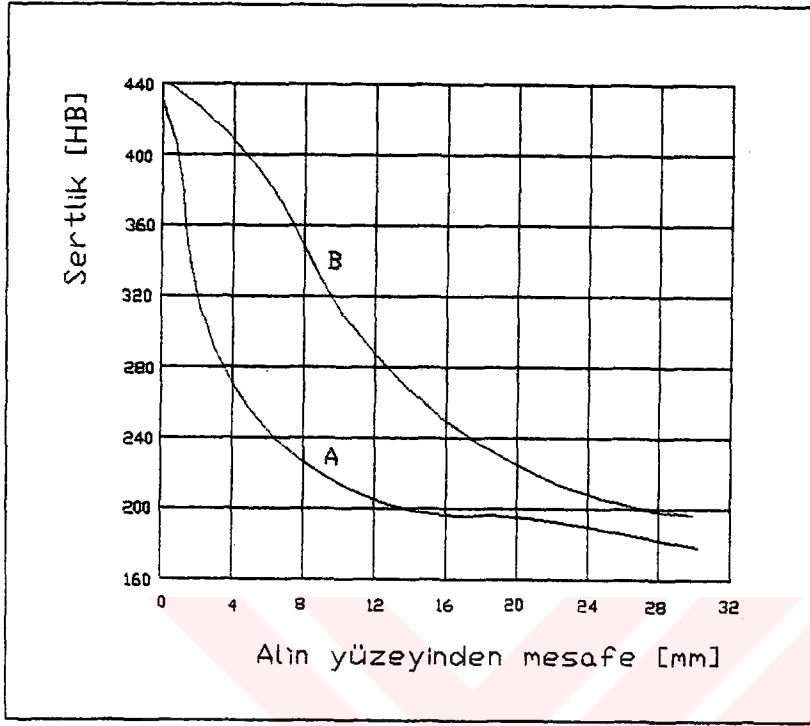
Uluslararası Kaynak Enstitüsü' nün tavsiyesine göre sertliğin sıcaklıktan etkilenmiş durumunda 350 HV' yi geçmemesi gerekir. Fakat bu değer mutlak bir değer olarak kabul edilemez, çünkü farklı çeliklerin aynı sertlikteki şekil değiştirme özellikleri farklıdır.

* Jominy Sertlik Deneyi [J1]

Çapı 25 mm ve uzunluğu 100 mm olan dairesel bir çubuk sertleşme sıcaklığına çıkartılıyor ve açık bir alanda tamamen soğumaya terk ediliyor (RESİM 1.2). Dış yüzey çizgisine göre bir sertlik belirleniyor. Bunun yanında sertlik gelişme eğrisi çelik için sertlik kuvvetinin bir ölçeğini oluşturuyor. RESİM 1.3 ' de buna benzer iki eğri görülmektedir. A eğrisi alüminyum ile dinlendirilmiş ve daha az sertleşen çeliğin sertlik gelişmesini, B eğrisi ise alüminyum ile dinlendirilmemiş ve daha çok sertleşen çeliğin gelişim eğrisini göstermektedir. Sertlik gelişim eğrisi ne kadar çabuk düşerse, incelenen malzemenin sertlik eğilimi de o kadar az olur.



RESİM 1.2. Jominy' ye göre sertlik deneyi



RESİM 1.3. Yaklaşık olarak bileşimi aynı olan iki çeliğin sertlik eğrisi (A çeliği Al' da dinlendirilmiştir.)

* Kubasta değişim sayısı [K2]

Değişim sayısı ile su verilerek belirli bir nesneyi tam olarak sertleştiren çap bulunur. Bu yöntem kaynak kabiliyetinin muayenesinde kullanılamaz.

* Grossmann' a göre ideal kritik çap [G1]

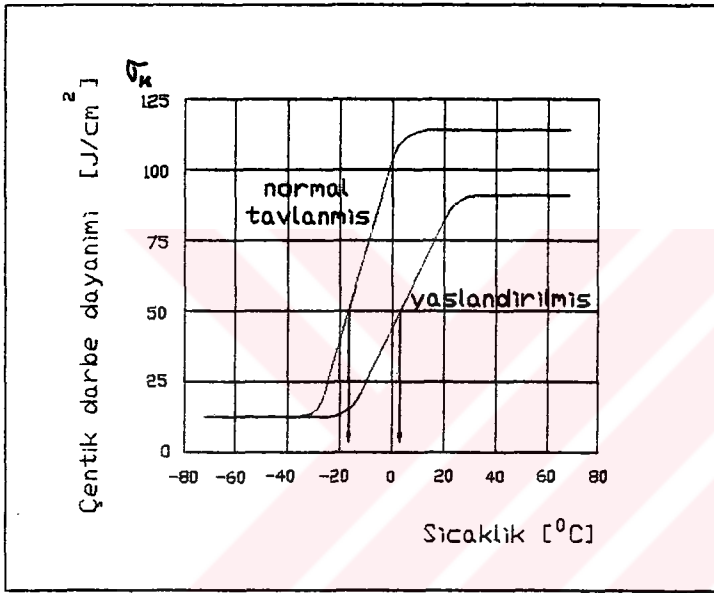
İdeal kritik çap olarak %50 martenzit ile yeterli sertleştirilebilen çap bulunmaktadır. Bu yöntem kaynak kabiliyeti muayenelerinde de seyrek olarak kullanılmaktadır.

* ZTU Diyagramı

Değişim hareketlerini göstermek için genellikle ZTU diyagramları (ZTU-Zaman - Sıcaklık- Değişim) kullanılmaktadır. Eğer ZTU diyagramı olan bir çeliğin kaynak esnasında soğuma durumları belli ise soğumadan sonra ştruktur için bir yorumda bulunulabilir [W1, N1, A1,M3]. Bunun için en uygun diyagram ZTU diyagramlarıdır. Buna benzer sıcaklık değişimleri kaynakta ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple genellikle yüksek östenitleşme sıcaklıkları seçilmektedir. Bu sıcaklıklar yaklaşık 1300° C civarındadır [R8].

1.4.2 Yaşlanma hassasiyetinin muayenesi

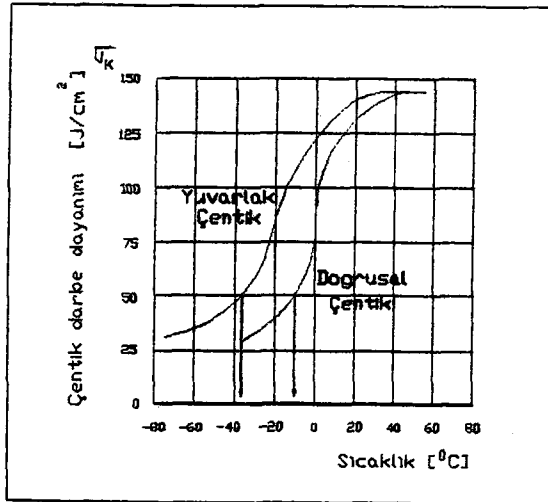
Yaşlanma hassasiyeti çeliklerin özellikle nitratlama ve oksidasyonla imal edilmesine bağlı olarak meydana gelir. Yaşlanma hassasiyeti sadece yapay olarak yaşlandırılmış numunelerin çentik bükme muayenesinde kullanılmaktadır. Yaşlanma hassasiyeti için geçiş sıcaklığının daha yüksek sıcaklıklara çıkması bir ölçü alınmaktadır. Burada geçiş sıcaklığından çentik bükme muayenesinde alınan işin yüksek durumdan düşük duruma geçen sıcaklığı anlaşılmaktadır (RESİM 1.4). Ama yine de geçiş sıcaklığının numunenin formuna ve soğuma hızına bağlı olduğu dikkatlerden kaçırılmamalıdır.



RESİM 1.4. Normalleştirilmiş ve yaşlandırılmış durumda çentik darbe dayanımının sıcaklığa bağlılığının şematik gösterimi

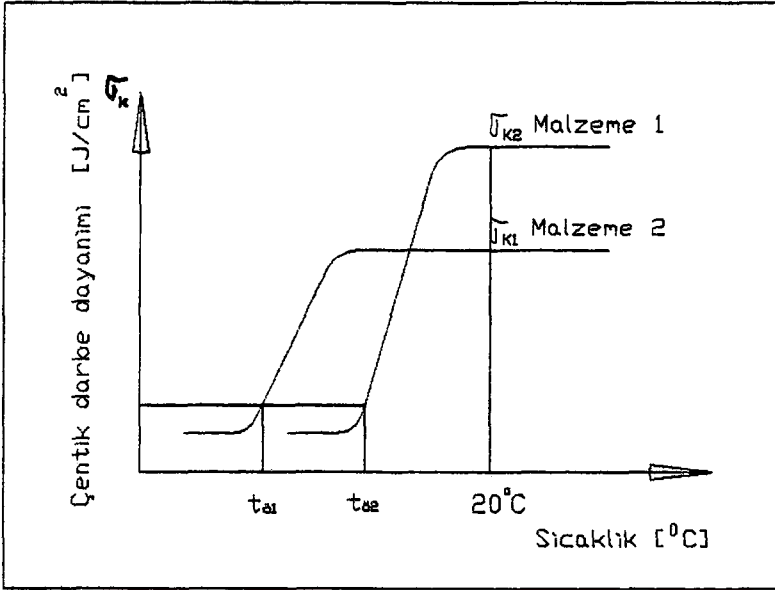
1.4.3 Gevrek kırılma hassasiyetinin muayenesi

Gevrek kırılma hassasiyeti alaşımsız ve az alaşımlı çeliklerde önemli bir rol oynar. Yüksek alaşımlı çeliklerde ve demir olmayan metallerde gevrek kırılma hassasiyetinin önemli bir rolü yoktur.



RESİM 1.5. Yuvarlak çentik ve keskin çentik deneyinde kullanılan çeliğin çentik darbe dayanımı -sıcaklık eğrisi

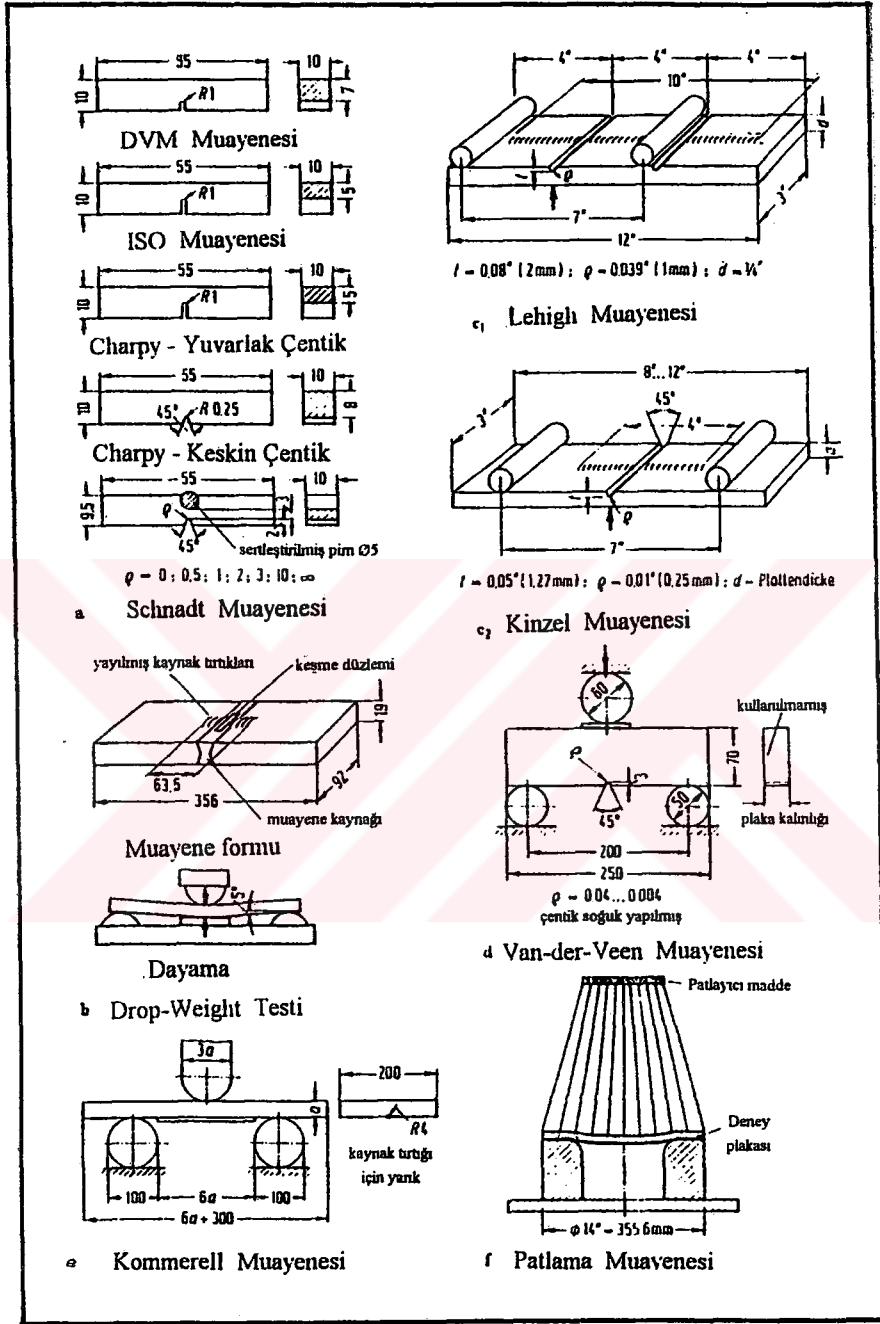
RESİM 1.5. Yuvarlak çentik ve keskin çentik deneyinde kullanılan çeliğin çentik darbe dayanımı -sıcaklık eğrisi



RESİM 1.6. İki farklı çeliğin çentik darbe dayanımı - sıcaklık eğrisi

* Gevreklik adedinin muayenesi

Yaşlanma hassasiyetinin muayenesinde olduğu gibi burada da bir geçiş sıcaklığı belirlenir. Yani sıcaklığın bir iş alımında belirli bir miktara ulaşması (ISO uç çentik muayenesinde 35 J/cm^2) yada karışık kırıkların meydana gelme sıklığının en yüksek değerinin belirlenmesi [K3], yada kırık görüntüsünden sertlikten gevrek kırılma geçişine (Örneğin; şekil değiştirme kırığı %50) yada röntgenle hassas incelemede çok keskin bir çizim elde edilmesi [F2]. Elbetteki tarife göre değişik geçiş sıcaklıkları meydana gelmektedir. Burada muayene yöntemleri arasında bir karşılaştırma yapmak mümkün olabilmektedir. Bununla beraber yöntemler teker teker aynı zamanda da kesinlikle hem mutlak değerde farklı tariflenmektedir. Gevrek kırılma etkisi RESİM 1.5' de şematik olarak gösterilmektedir. Eğer bir işin kabul edilebilen sıcaklığı belirli bir değeri sıkça geçerse (20° C ' yi kriter bir sıcaklık alırsak) o zaman geçiş sıcaklığı için bir ifade elde edilemez. Daha yüksek iş kabulünde pek uygun olmamak şartı ile 20° C ' den yüksek sıcaklıklara çıkılabilir. Böylelikle yüksek durumun mutlak değeri denenmiş malzemenin düşük sıcaklıklardaki davranışı için bir ölçü olmayacağı ortaya çıkmaktadır (RESİM 1.6). RESİM 1.7.a' da kullanılmış muayene formları görülmektedir.



RESİM 1.7. a-f. Gevrek kırılma hassasiyetinin muayenesi

- a) Çentik darbe muayenesi b) Drop-Weight-Testi c) Kinzel - Muayenesi, Lehigh - Muayenesi d) Van-der-Veen Muayenesi e) Kommerell Muayenesi f) Patlama Muayenesi

* Yoğun kaynak edilmiş ve kaynak edilmemiş numunelerin muayenesi

Daha önce açıklanan ve küçük numunelerde denenen çentik darbe sertliği büyük levhalarda da muayene edilmektedir.

* Büyük levhalarda statik bükme ve çentik bükme muayenesi

Çekme muayenesinde incelenen parçanın çentikli veya çentiksiz olması kaynaklı veya kaynak edilmemiş olarak muayene edilmektedir.

* Drop Weight testi

Amerikan Drop Weight testinde (RESİM 1.7.b) geçiş sıcaklığı olarak numunelerde 5°C' lik kırılan dönemeçler tariflenmiştir. Geçiş sıcaklığı NDT (Nil Ductility Temperature) olarak tariflenmiştir.

* Çentik bükme muayenesi

Bu tür muayene yöntemleri çentik vurma bükme muayene tekniğine benzemektedir. Yük statik kuvvete bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu grubun bilinen muayene yapısı Kinsel ve Lehigh muayenesidir (RESİM 1.7.e). Yani çentiklenmiş uzun kaynak dikişi muayeneleri veya Van-der-Veen muayenesi (RESİM 1.7.d) büyük ölçmeli ve dikişsiz çentik muayenesidir. Deney büyüklükleri büküm açısı, enine büzülme ve kırılmanın görünüşü olarak tariflenebilir.

* Büyük ölçmeli bükme muayeneleri

Daha büyük çaptaki bükme muayeneleri kaynak bükme muayenesi ile yapılmaktadır (Kommerell muayenesi RESİM 1.7.e). Bu Avusturya' da M3052 olarak normlandırılmış ve DIN 17100 olarak tasvir edilmiştir. İlk çatlamlar kaynak dikişinden ana malzemeye geçişte meydana gelmekte ve burada önemli bir kriter ortaya çıkmaktadır. Eğer çatlaklar kaynakta ortaya çıkıyor ve numune malzemesi tarafından tutulamıyorsa şekil verilemeyen bir kırık meydana gelir.

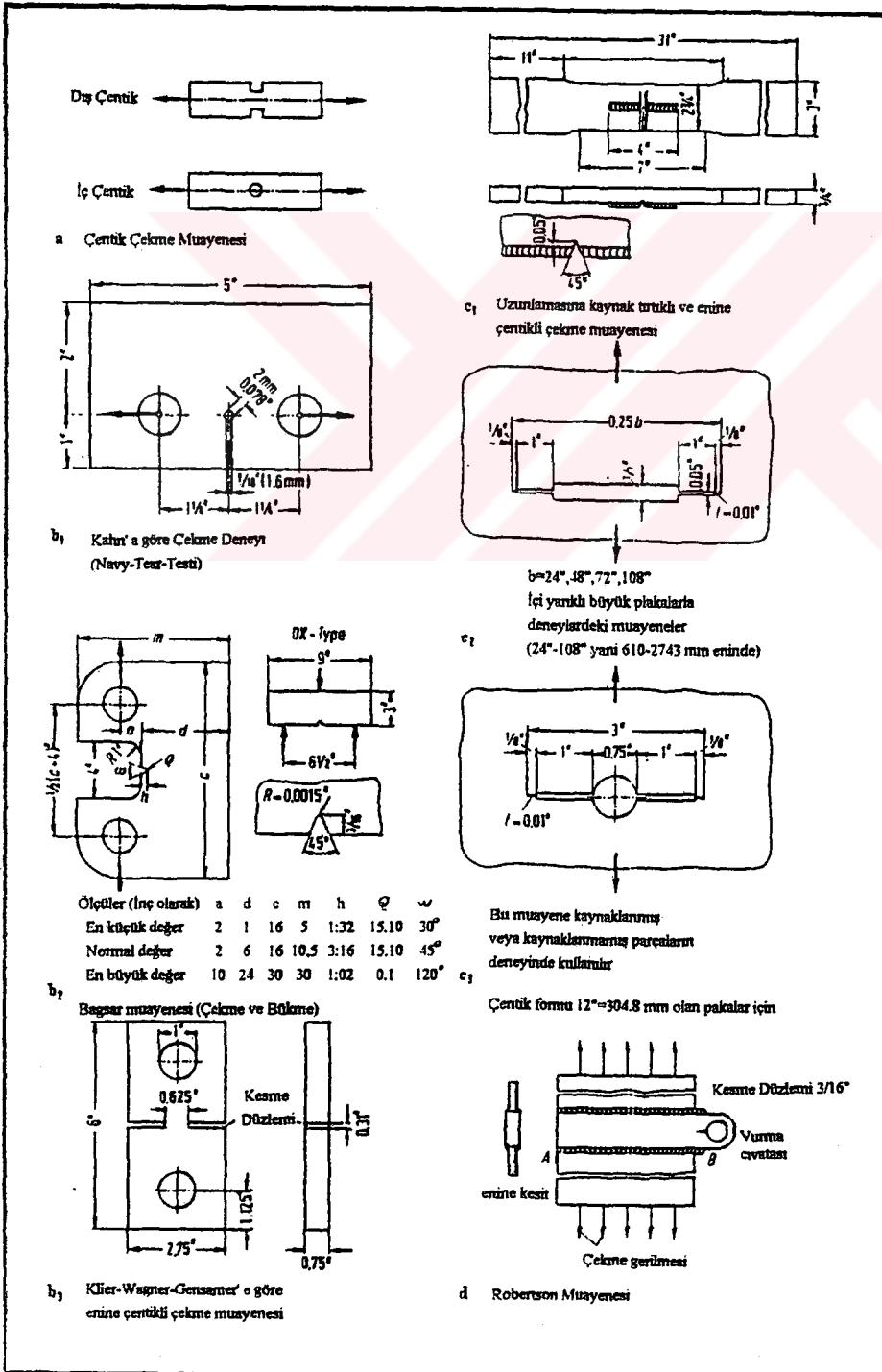
* Patlama muayene

Patlama muayenesinde levhalar patlama ile aniden yüklenmektedir. Levhalar kaynak edilmemiş yada kaynak edilmiş durumda olabilirler. Geçiş sıcaklığı, levhalar arasında başlayan çatlaklar, devam eden ve içine işleyen çatlaklar arasındaki farklar

dolayısı ile belirlenmektedir. Durdurulmuş çatlaklar çentik darbe muayenesinin sert kırığına, içine işlemiş çatlaklara ve gevrek kırılmaya uygun görülmektedir.

* Büyük levhalarda çentik çekme muayenesi

Değişik muayene formları RESİM 1.8.a' dan RESİM 1.8.c' ye kadar görülmektedir. Saçlar kaynak tırtıklı (RESİM 1.8.c) ile yada kaynak tırtıksız (RESİM 1.8.b) kullanılabilir. Kahn (Navy-Tear-Test) ve Amerikan çentik çekme muayenesi bilinmektedir. Geçiş sıcaklığı kırık resimden belirlenir yada kırıktaki sertlikten ölçü olarak değerlendirilmektedir.



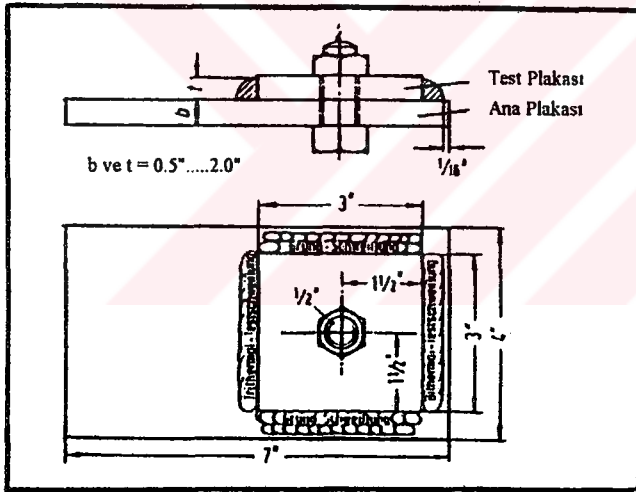
RESİM 1.8. a-d.
Gevrek kırılma hassasiyetinin muayenesi a) çentik çekme muayenesi b) Navy-Tear-Test-Bagsar Muayenesi c) Uzunlamasına kaynak tırtığında ve enine çentikte çekme muayenesi d) Robertson muayenesi

* Robertson muayenesi

İki saç arasında kaynatılmış numune A' da ısıtılıyor, B' de soğutuluyor ve çekmeye tabi tutuluyor (RESİM 1.8.d). Eğer B numunesine bir iğne ile vurulursa testere kesiği harici bir çatlak oluşur. Bu noktadaki sıcaklık çatlama durma noktasına geldiğinde ölçülür (Çatlak tutma sıcaklığı). Farklı çekme gerilmelerinde çalışıldığı için bir çatlağın durdurulduğu çekme gerilmesinin sıcaklığa bağlı olduğu bir eğri elde edilir.

1.4.4. Kaynak parçasının çatlama hassasiyeti ve ısı tesiri altındaki bölgenin muayenesi

Çoğunlukla Reeve muayenesi [R10] yada CTS muayenesi (Controlled Thermal Sverity Test) [C3] kullanılır (RESİM 1.9). Muayene büyüklüğü boyun dikişinde veya ITAB' da çatlaklar oluşturur. Çatlak arayışı numuneyi düzenli olarak ayırma, bileme veya dağlama yöntemleri ile yapılır. Bu işlem gözle veya manyetik olarakta yapılabilmektedir.



RESİM1.9. CTS Muayenesi

* Implant Testi [G34 , E16]

Bu testte çelik soğuk çatlama eğilimine göre incelenmektedir. Testte 8-10 mm çapındaki silindirik yapının keskin çevre çentiği ile bir saca delinmesi için öyle bir kullanılmalıdır ki civatanın sonu sacın yüzeyi ile kapansın. İstenen çizgi tırtıklı saç ve civata üzerine konur ve civata statik olarak yüklenmektedir. Çentik, kritik olan ITAB' da olacak şekilde konulduğu için malzeme hareketine bağlı olarak çatlak eğimine göre muayene edilmektedir. Bu testte daha yüksek bir emniyette kritik bir değer bulunması mümkündür.

* Niblink Testi [B44]

Bu testte kaynak parçasının çentik kırılma eğilimi incelenmektedir. Bunun için, keskin bir çentikle kaynak dikişinin ortasına yanlışlıkla yapılan kör kaynak edilmiş saçtan şeritler değişme ağırlığından üç nokta-bükme gerilmesinin çentik vurma bükme muayenesine benzer şekilde çıkarılır. Ağırlığın düşme yüksekliği kırığın muayenesine kadar yükseltilmektedir. Her yükün COD konsepti esas alınarak plastik şekil değiştirmesinin büyüklüğü belirlenmektedir. Bu numunenin kırılması için malzemenin sürekliliği ölçü olarak alınmaktadır.

* TRC Testi [S49] (Tens ile Restraint Cracking)

Bu Test yüksek dayanımlı çeliklerin kaynak bağlantılarındaki soğuk çatlakların tesbiti için ortaya çıkarılmıştır. Bununla beraber iki levha muayene makinasında tek yada çok bağlantılı kaynakla bağlanmıştır. Kaynak olayı sırasında bir levha serbest halde diğeri ise bağlıdır. Numune kaynaktan sonra çekme gerilmesine maruz kalır. Bunun yanında çatlak oluşumuna kadar kuvvet yüklü durumda kalır. Çatlağın büyümesiyle numunenin maruz kaldığı kuvvet düşer. Numunenin dikişi enine yada uzunlamasına gerilme meydana getirecek şekilde seçilebilir. Aralığın şeklinin değişimi ile ITAB' daki bölgenin ve aynı şekilde kaynak malzemesinin soğuk yırtılma eğilimi araştırılabilir.

* RRC Testi [K40] (Rigid Restraint Cracking)

Bu test ile bağlantı kaynaklarının soğuk çatlama karşı olan eğilimleri araştırılabilir. İki adet plaka TRC testinde olduğu gibi kaynak edilir. Kaynak işleminden sonra tanımlanmış ölçü mesafesi bir motorun yardımı ile malzemede meydana gelebilecek olan genişleme ve büzülme gibi bütün şekil bozuklukları engellenebilir. Burada gerekli kuvvetler bağlantının çatlak istidatı için çatlak oluşumuna ölçektir /1/.

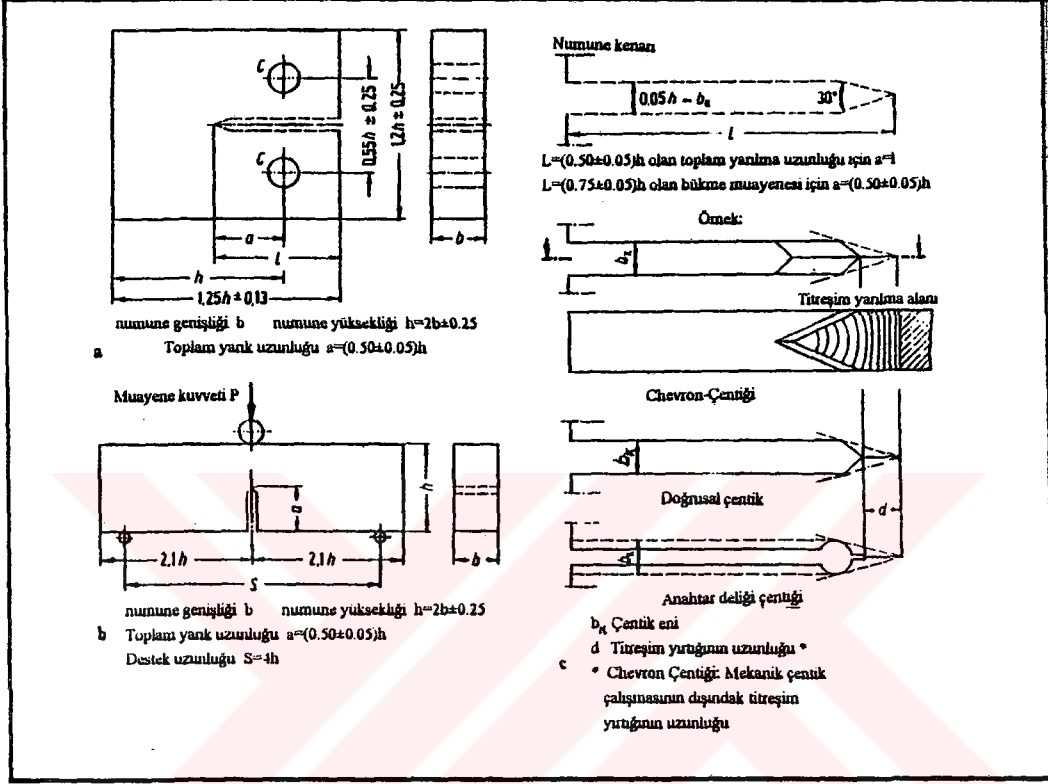
1.4.5. Yüksek dayanımlı malzemelerin çatlak sertliği muayenesi

Kırık mekaniği çekme yada bükme muayenesi çatlak sertliğinin $K_{1,C}$ 'nin belirlenmesi için kullanılır (RESİM 1.10). Keskin bir çentiğe sahiptir. Bunun ucunda dalgalı gerilmenin çekme dalga alanında bir yorulma çatlak oluşur. Bu yorulma çatlak radyüsü çok keskin ve 0.025 mm' den daha küçüktür. Bu bir işletmede yapı parçasından beklenen çatlakla benzemektedir. Şekil verme durumu şartı da buradan çıkmaktadır. Muayene genişliği b ve toplam çatlak uzunluğu a

$$a, b \geq 2,5(K_{1,c}/\sigma_{0,2})^2$$

(1.1)

gerilmesine uygundur.



RESİM 1.10a-c. Yırtılma hassasiyetinin tespiti için muayeneler
 a) Çekme deneyi b) Üç nokta yüklemesinde bükme deneyi
 c) Sürekli yırtılmada çentik formları

Yol sınırı $\sigma_{0,2}$ muayenesi için seçilmiş sıcaklık ve yük hızının içine konulacaktır. Daha küçük numune genişlikleri çok yüksek $K_{1,c}$ değerleri vermektedir. Muayene esnasında kuvvet-çatlak açma eğrisi belirlenir ve uzun çatlak büyümesinin ortaya çıktığı dengesizlik noktasının P_Q kuvveti belirlenir (RESİM 1.10). P_Q ' dan numunenin ölçülmesinden ve toplam çatlak uzunluğu a 'dan , çatlağın sertliği de K_Q hesaplanır. Bunun için oluşturulan örnek muayeneler aşağıdaki şartlarda kabul edilmektedir;

Bükme denemesi ;

$$K_Q = [P_Q \cdot S / b \cdot h^{3/2}] \cdot [2,9 (a/h)^{1/2} - 4,6(a/h)^{3/2} + 21,8(a/h)^{5/2} - 37,6(a/h)^{7/2} + 38,7 (a/h)^{9/2}]$$

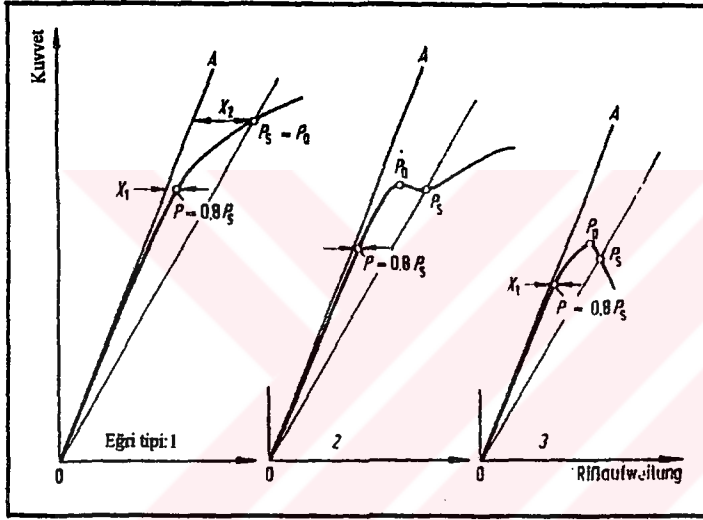
(1.2)

Çekme denemesi ;

$$K_Q = [P_Q / b.h^{1/2}].[29,6(a/h)^{1/2} - 185,5(a/h)^{3/2} + 655,7(a/h)^{5/2} - 1017,0(a/h)^{7/2} + 638,9(a/h)^{9/2}] \quad (1.3)$$

K_Q ile daha sonra $2,5.(K_Q / \sigma_{0,2})^2$ ifadesi hesaplanır. a ile b bu değerden daha büyük bir değerden daha büyük bir değerde ve diğer bütün şartlarda yerine getirildiyse o zaman $K_{1,c}$ bir malzemenin tanınmasını sağlayabilen bir değerdir.

$$K_Q = K_{1,c} \quad [N.m^{-3/2}] \quad (1.4)$$



RESİM 1.10. Kuvvet-Çatlak genişleme eğrisinin temel şekilleri. (OP_s arası ölçekli çizilmemiştir)

$K_{1,c}$ sıcaklığa bağlı olduğu için malzemenin talep edileceğinde ölçmenin en düşük sıcaklıkta yapılması gerekir.

1.4.6. Sıcak çatlak hassasiyetinin muayenesi

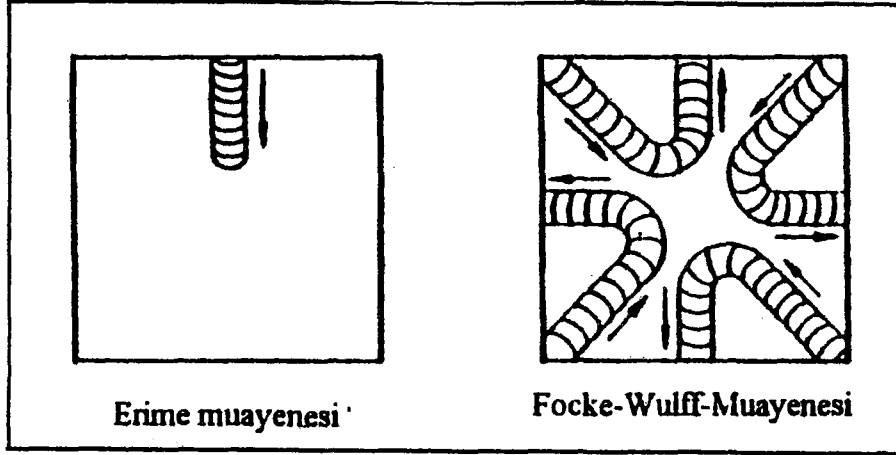
Eğer metalik bir malzeme az eriyen maddeler tane sınırında mevcut ise o malzemenin yüksek sıcaklıklardaki sertliğinin düşük olmasına sebep olur. Bu da düşük bir gerilme neticesinde interkristalleşmiş çatlak oluşumuna sebebiyet verir.

Bunun için aşağıdaki yöntemler geçerlidir.

* Erime Muayenesi

Erime muayenesinde ve Focke - Wulff muayenesinde (RESİM1.12) muayene edilecek saç alevle yüzeysel olarak eritilir. Muayene neticesinde sacın arka kısmında bir çatlak oluşmuşsa muayene başarılı kabul edilir. Bu yöntemde muayene

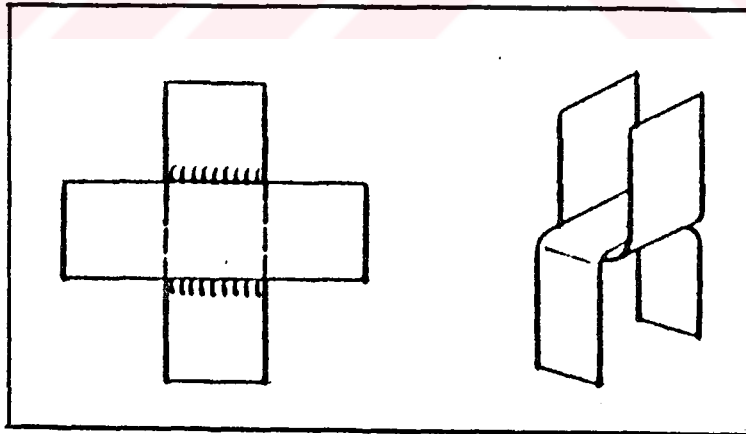
yönteminin yakıcı kaynağa bağlılığından dolayı bir dezavantajı vardır. Bu deney sadece et kalınlığı 2mm' nin altındaki ince saçlarda kullanılır.



RESİM 1.12. Erime ve Focke-Wulff muayenesinde kaynak çatlaklarının muayenesi

* Çapraz Kaynak Muayenesi

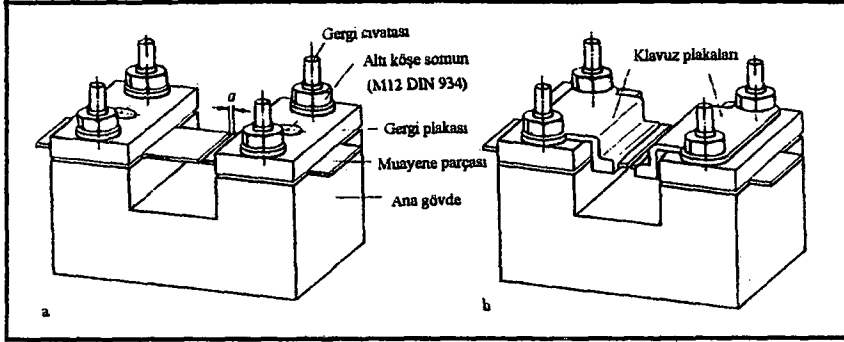
Erime muayenesi için geçerli olan benzer olaylar çapraz kaynak muayenesi içinde geçerlidir. (RESİM1.13) Bunun için iki saç boyun dikişlerinden bağlanmış ve sonra bükülmüştür.



RESİM 1.13. Çapraz kaynak muayenesinde kaynak çatlaklarının muayenesi

* Bağlama Muayenesi

DIN 50130 (RESİM 1.14)' e göre bağlama muayenesinde saçların çatlak eğilimli kör kaynaktan reaksiyon gerilmesi etkisinde incelenmektedir. Zamanla bu amaç için bir çok bağlama tertibatları geliştirilmiştir. Bu metod hem ince çelik saçlara hem de demir dışı metallerin incelenmesinde kullanılmaktadır /1,5/.



RESİM 1.14 a-b. DIN 50130' a göre bağlama muayenesinde kaynak çatlaklarının muayenesi

II. KAYNAK TEKNİĞİNİN TEMEL PRENSİPLERİ

2.1. Genel

Bir kaynak yöntemi ile konstrüksiyon yapmadan önce aşağıdaki soruları cevaplamak gerekir.

- Konstrüksiyon hangi işlevi yerine getirecek.?
- Ne tür gerilmeler ortaya çıkıyor ?
- Hangi malzemeler kullanılıyor ?
- Ne tür bir kaynak yöntemi kullanılıyor ?
- Ne tür bir kalite bekleniliyor ?

Buna ait; ekonomi, dayanma (kullanma) süresi, tehlike anları hesaba katılmalıdır.

2.2. Şekle ait tesir faktörleri

Pek çok etki faktörü kaynak konstrüksiyonun şeklini etkilemektedir. En önemlileri aşağıdakilerdir.

2.2.1. Gerilmenin etkisi

- Gerilme çeşiti = Durgun, özellikle durgun (sabit), dalgalı, değişme
- Gerilmenin şekli = Çekme, basma, bükme, burkulma, iç basma, dış basma, kırılma, çıkıntı, devrilme
- Sıcaklık Gerilmesi
- Korozyon Gerilmesi
- Aşınma Gerilmesi

2.2.2. Kaynak metodunun etkisi

- Isı girdisi
- Kaynak gerilimine ve büzölmelere olan tesiri
- Nufuziyet derinliği, kaynak pozisyonu, et kalınlığı
- Elle kaynak, makina veya otomatik kaynak
- Kaynak edilebilirlik
- Ekonomiklik

2.2.3. Dikişin hazırlığı ve dikiş tatbikatının etkisi

- Kullanışlı (uygun) dikiş tarzının seçimi = Alın dikişi, köşe dikişi
- Uygun dikiş formunun seçimi V, X, Y vs.
- Dikiş hazırlığı = Termik yada mekanik kaynak ağzı hazırlanması
- Dikişlerin sıralaması = Çapraz dikiş,
- Dikiş tatbikatı = Pasolu, çok pasolu, yüzey kalitesi, çentikler, dikiş hataları.

Bunlar geri beslemeli kaynakta önem kazanır.

2.2.4. Donanımların seçimi

Donanımları gerektiğinde rasyonel bir çalışmanın yapılabilmesi için dikişleri sıralamak .

2.2.5. Kalite deneyi - kontrol - emniyetin etkisi

Tahribatsız deney metodu veya başka bir deney metodunun gerektiğinde belirlilik kesitleri için uygulanabilmesi gerekmektedir (ulaşılabilirlik).

Bu tatbikat esnasında emniyet talimatları dikkate alınmalıdır.

2.2.6. Malzemenin etkisi

Dayanım ve şekil değiştirme kabiliyeti dikkate alınmalıdır.(Elastiklik modülü) sıcaklık, korozyon ve aşınma durumu malzemeye göre değişkenlik stabilitesi kaynak edilecek malzemenin konstrüksyonu bu şartlar göz önüne alınarak belirlenir.

2.2.7. Kullanma amacının etkisi

Kaynak edilecek parçanın kullanılacağı yer kaynak yöntemini yakından ilgilendirir.

Örneğin;	Makina gövdesi	yüksek rijitlik
	Kamyon iskeleti	yüksek elastiklik (söndürme kabiliyeti)
	Basınçlı kaplar	yoğunluk ve basınç emniyeti

2.2.8. Görünüş ve estetik

Özellik yüksek yapılarda, köprülerde, vinçlerde, araçlarda, gemilerde formun, yüzeyin ve malzemenin vs. uygun seçilmesi gerekmektedir.

2.3. Esas yapı tarzları

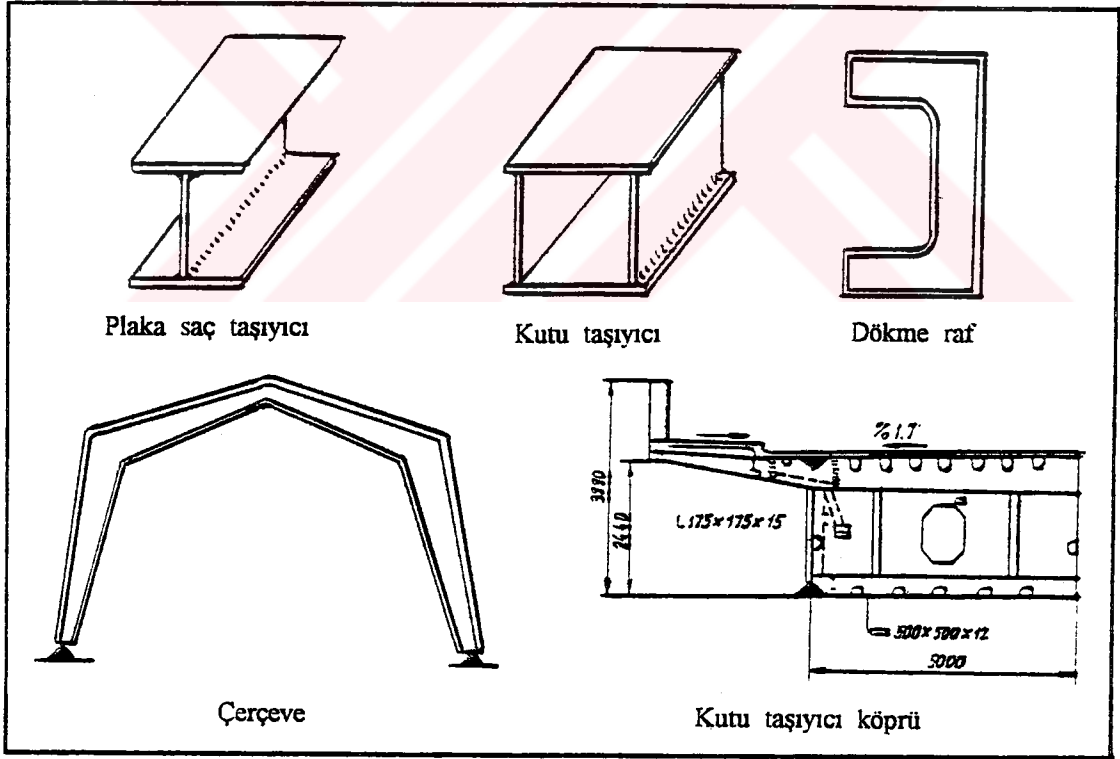
2.3.1. Levha yapı tarzı

Avantajları;

- Değişik enine kesitlerde iyi uyum kabiliyeti
- Hatalar genellikle parçada zarar meydana getirdiğinden az oranda tehlikeli momentler meydana gelir.
- Düşük bakım masrafı
- Basit düz formlar (ucuz)

Dezavantajları;

- Yüksek rüzgar temas yüzeyi
- Yüksek ağırlık
- Düşük yapı yüksekliğinden dolayı büyük şekil değişikliği



RESİM 2.1. Levha yapı tarzlarına örnekler

Uygulama;

Silindir taşıyıcı, plaka taşıyıcı, kutu taşıyıcı, levhalar, dilimler ve onun bağlantıları.

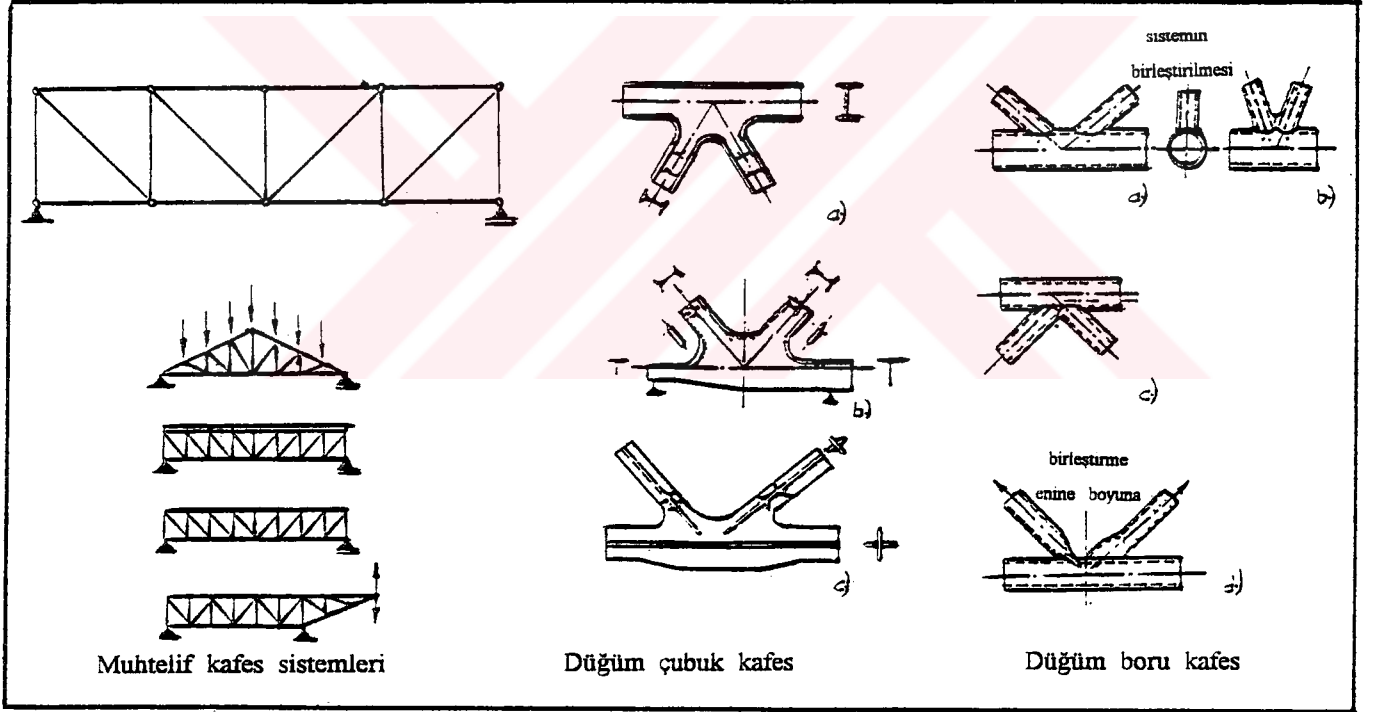
2.3.2. Kafes yapı tarzı

Avantajları;

- Uygun hesaplama imkanları (sadece çekme ve basma gerilmesi)
- Düşük ağırlık
- Düşük rüzgar temas yüzeyi
- Genelde büyük yapı yüzeylerinde (taşıyıcılarda) düşük şekil değişikliği

Dezavantajları;

- Bir parçanın hatasında büyük tehlike oluşumu (çökme tehlikesi)
- Gerilmelere karşı elverişsizlik
- Yüksek bakım ve uygulama masrafı
- Mimari etkinin değişik değerlendirilmesi



RESİM 2.2. Kafes yapı tarzlarına örnekler

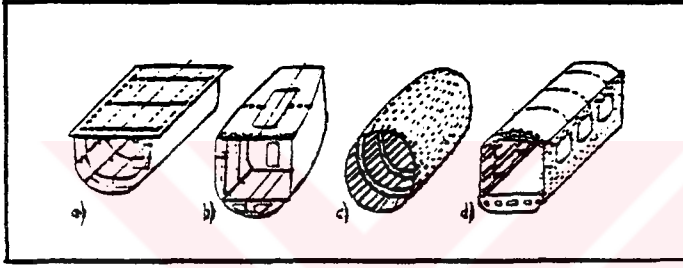
2.3.3. Hafif yapı

Hafif yapı ağırlık yada malzeme tasarrufunun gerekli olduğu her alanda kullanılabilir. Bu yapı tarzı esas olarak aşağıdaki şartların sağlanması ile sağlıklı olarak uygulanabilir.

- a) Formun uygun seçimi
- b) Düşük özgül ağırlıklı malzeme seçimi
- c) Daha yüksek dayanma ve emniyetli gerilmesi olan malzemelerin kullanılması ile.

2.3.3.1. Şekilsel dayanımlı yapı tarzı

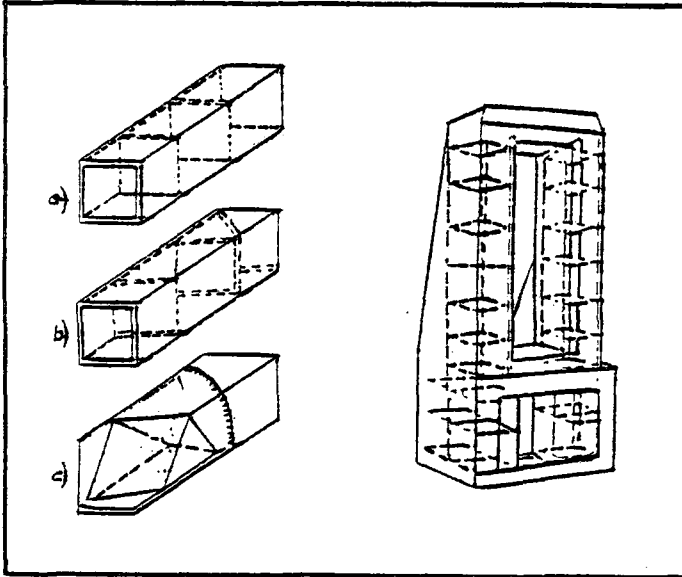
Bu yapı tarzı levha yapı tarzının et kalınlıklarının düşürülmesi ile ortaya çıkmıştır. Gerektiğinde iskelet, takviye parçaları vs. ile gerekli olan dayanım elde edilir. Burada cidarlar genellikle eğik yüzeylerde yada orthotrap levhalardan oluşur. Örneğin; köprü taşıyıcıları, gemi gövdesi, vagonlar.



RESİM 2.3. Şekilsel dayanım tarzına değişik kullanım örnekleri

2.3.3.2. Hücre yapı tarzı

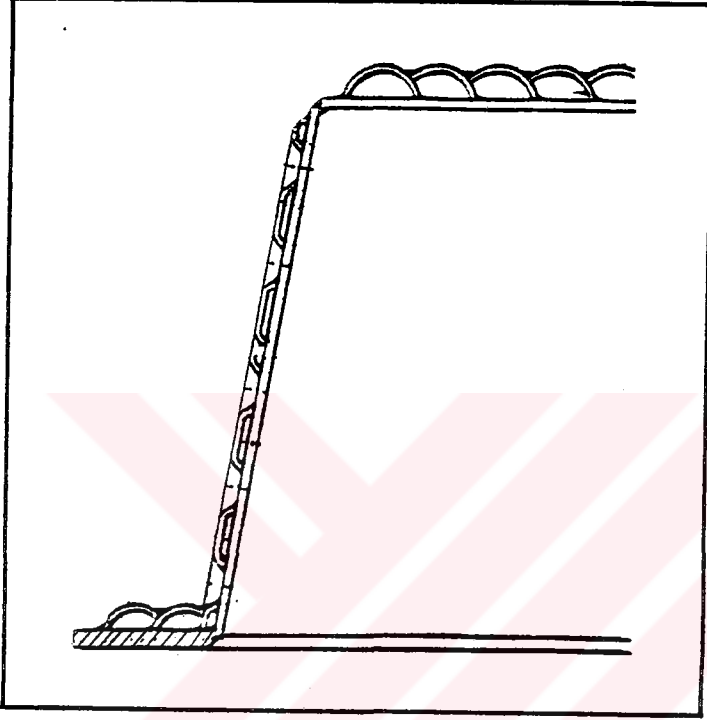
Bu yapı tarzı ile kafes yapı tarzı arasında büyük benzerlikler vardır. Bu tarz özellikle makina mühendisliğinde, makina rafları için hafif ve takviyeli konstrüksüyonlar gerektiğinde kullanılır. Kaynak edilmiş hücrenin ana formları kubik, prizma ve tetragonaldır.



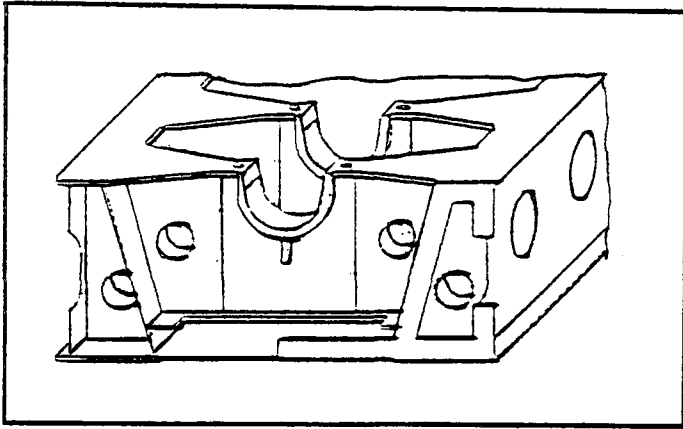
RESİM 2.4. Hücre yapı şeklinin temel formları

2.3.3.3. Diğer hafif yapı konstrüksiyonları

Bu hafif yapı diğer bütün kaynak konstrüksiyonlarında kullanım alanı bulabilmektedir. Örnek olarak; zımbalı taşıyıcılar, daire veya petek formu, kesitli taşıyıcılar, ekstrüzyon profilleri, takviye kanatlı plakalar, bükülmüş veya dalgalı plakalar.



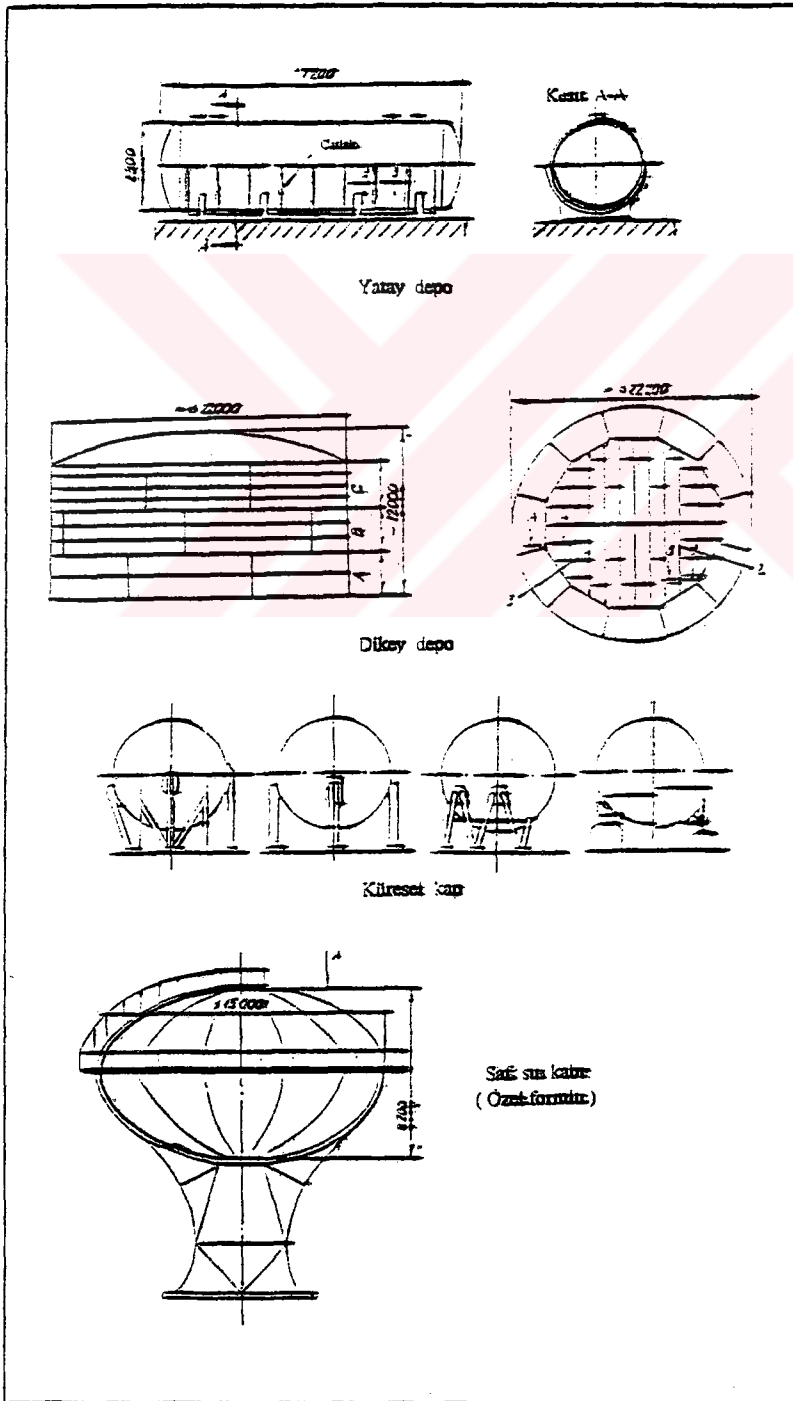
RESİM 2.5. Bakır
kaplamalı radyatör dilimi



RESİM 2.6. Dizel motor
iskeleti

2.3.4. Akışkan kapların yapı tarzları

Bu yapı tarzı daha önce gördüğümüz yapı tarzlarından farklıdır. Bunların yapıları bükümlü ve levha yapı tarzlarına benzerlik göstermektedir. Takviyeli veya takviyesiz bükümler veya plakalar iç ve dış basma kuvvetlerinin etkisi altındadır. Bu sebeple bunlar zorunlu olarak yatay veya dikey silindirveya küre yapı tarzına dönüşür. Bunun dışında bilhassa daha küçük parçalarda örneğin; benzin ve yağ tanklarındaki dikdörtgen kesitler, valf gövdeleri ve radyatörler gibi karışık formlarda da kullanılmaktadır.



RESİM 2.7. Kab yapı tarzında yapı formlarının şekil alması

2.4. Kaynak bağlantılarının görünüşü için genel temel prensipler

- Mümkün oldukça az kaynak dikişi kullanmak,
 - Et kalınlığını en alt düzeyde tutmak, ani kalınlık değişikliklerinden mutlaka kaçınılmalıdır.
 - Dikiş yığılmalarından ve dikiş kesişmelerinden mutlaka kaçınılmalıdır.
 - Dikiş kalınlıklarını en az düzeyde tutmak
 - Kaynak bağlantılarında kuvvet akışkanına dikkat edilmelidir. Buralarda alın dikişleri tercih edilmelidir. Dinamik gerilmeli bağlantılarda çentik oluşmamasına dikkat edilmelidir.
 - Uygun enine kesit formları seçmek (Gerilme dengelemesi yapılmalıdır)
 - Kaynak dikişleri mümkün olan en az gerilmeye maruz bırakılmalıdır.
 - Malzemenin kalınlığı yönündeki gerilmelerden mutlaka kaçınılmalıdır.
 - Köşe dikişlerinde yüksek gerilme olması durumunda, gerilimin akışının bağlantının ortasından geçmesi önemlidir
 - Kaynak edilebilirliğe dikkat edilmelidir.
 - Kaynak gerilmelerinin ve şekil değiştirmenin en az seviyede tutulması gerekmektedir. Bu sebeple kaynak sırası planı yapılmalıdır.
 - Dönel konstrüksiyonlarda sargı birleştirme yapı tarzı kullanılmalıdır.
 - Bir bağlantı aynı zamanda vida ve kaynak bağları olarak kullanılmalıdır.
 - Deneylere uygunluk, yani parça için ön görülmüş deneyler rahatlıkla uygulanabilmelidir
- /6/.

III. STATİK GERİLMEDE KAYNAK BAĞLANTILARININ DURUMU

3.1. Genel

Malzemelerin ve kaynak bağlantılarının statik yahut durgun gerilmedeki durumu, dinamik veya dalgalı gerilmedeki durumuna göre oldukça farklılık gösterir. Bu sebeple konstrüktörün, konstrüksiyonun detaylarına etkileyen gerilmelerin tesiri hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir.

Bir konstrüksiyondaki gerilmeleri esas olarak şu şekilde gruplayabiliriz:

- | | |
|--|--|
| - Durgun (Statik) Gerilme | - statik, değişmeyen kısım |
| - Statik Gerilme | - statik, az değişken kısım |
| - Statik olmayan gerilme
veya dalgalı gerilme | - değişken , değişerek veya
dalgalanarak, düzenli veya
düzensiz. |

İlk iki durumda malzemenin statik dayanımı hesaba katılmaktadır. Bunun sebebi çekme deneyinin malzemeye etkisidir.

Statik veya özellikle statik gerilmenin hesabı aşağıda görüldüğü şekilde ayırd edilmektedir.

- Emniyetsiz şekil değişikliği için hesaplama yöntemi ;
(sünek malzemelerde)

$S_v = \text{Şekil değiştirmeye karşı emniyet}$

$$\sigma_{em} = R_{ch} / S_v$$

- Kırılma için hesaplama yöntemi ;
(gevrek malzemelerde)

$S_B = \text{Kırılmaya karşı emniyet}$

$$\sigma_{em} = R_m / S_B$$

Kazan ve akışkan kaplarının imalinde genellikle emniyetli gerilme sınırları içinde kalabilmek için emniyet katsayısı hesaba katılmaktadır. Bir çok durumda dikiş

hesaplaması kabın et kalınlığının hesaplanması ile aynı olduğundan şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$\sigma_v \leq \sigma_{em} = K / S * V$$

σ_v = Dayanım hipotezine göre mukayese gerilmesi

K = Ana malzeme katsayısı

S = Emniyet değeri

V = Emniyetli gerilme değerine ulaşmak için emniyet katsayısı

(Bu değer 0,85 -1,0 arasında değişir)

Tek eksenli gerilmeler için şekil değişiklikleri Hook kanununa göre meydana gelmektedir.

$$\epsilon_x = \sigma / E$$

$$\epsilon_y = -\mu / E * \sigma_x$$

$$\epsilon_z = -\mu / E * \sigma_x$$

veya düzlem iki eksenli gerilme durumunun dayanım tesbiti için elastiklik denkleminde kullanılır.

Yüksek sıcaklıklardaki gerilmelerde akma zorlamasından dolayı oda sıcaklığı için kullanılan formüller yüksek sıcaklıklarda kullanılmaz. Bu sıcaklıklarda aşağıdaki bilgilerden istifade edilir.

Çalışma sıcaklığı

450 °C ' ye kadar (Çeliklerde)

450 °C ' nin yukarısında

Açıklama

Çalışma sıcaklığında akma sınırı

Zaman - Uzama sınırı

zaman dayanımı

Yukarıda yazılanların anlamları ,

Zaman - Uzama sınırı = Herbir tek eksenli statik çekme gerilmesinin sabit bir deneme sıcaklığında belli bir zaman sonra (örneğin 10.000 yada 100.000 saat) belli bir genişleme (örnek olarak %1) ortaya çıkarmasıdır.

Bunun ifadesi , $\sigma / 10.000$ veya $\sigma_1 / 100.000$ şeklinde yapılmaktadır.

Zaman dayanımı = Herbir tek eksenli statik çekme gerilmesinin sabit bir deneme sıcaklığında belli bir zaman sonra kırılma ortaya çıkarmasıdır.

ifadesi , $\sigma_B / 10.000$ veya $\sigma_B / 100.000$ [Bu ifade tarzı artık kullanılmamaktadır.]

3.2. Statik gerilmede kaynak bağlantılarının durumu

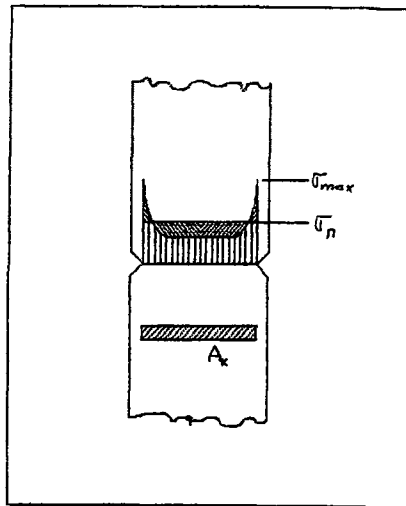
3.2.1. Genel

Yapı çeliklerinde kaliteli plastik şekil değiştirme genel olarak kaynak bağlantılarının tamamında elde edilememektedir. Bunun sebebi ana malzemenin sertliğinin genellikle çok yüksek olmasıdır. Sonuç olarak çok eksenli çekme zorlamaları altında kritik noktalarda gevrek kırılmalar görülmektedir. Örnek olarak çentik oluşumuna sebep olan çok eksenli gerilmelerde enine kesitte gerilme dağılımı eşit değildir. Çentik noktalarında az yada çok yüksek gerilim uçları (noktaları) ortaya çıkmaktadır.

Bu olay aşağıda görüldüğü şekilde tanımlanmaktadır.

Çentik Gerilme Ucu,

$$\sigma_{ma} = d_k * \sigma_n = \alpha_k * F / A_k$$



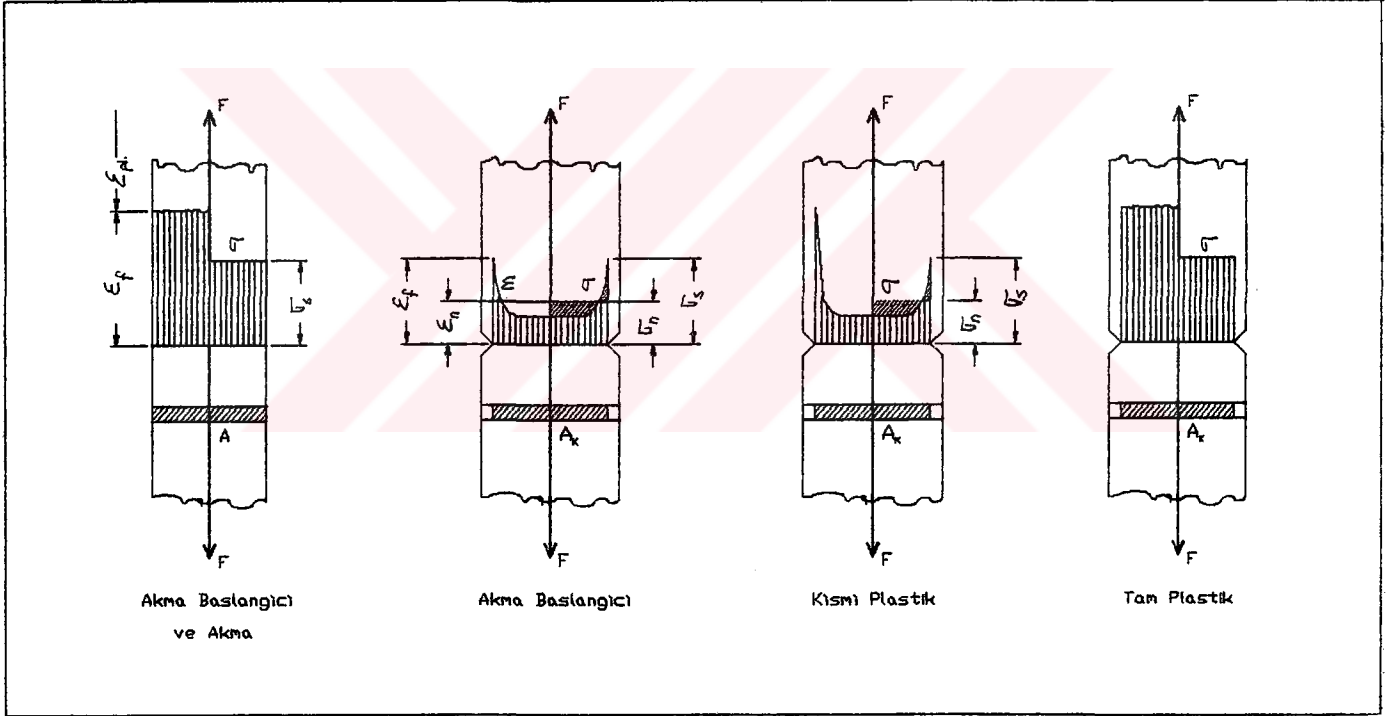
RESİM 3.1. Çentik gerilme ucu

Bu olayın sakıncalı tarafları aşağıdaki şekilde tanımlanabilir ;

1. İdeal gevrek malzemenin (saf elastik durumdaki) gerilim ucunun çekme sertliğine ulaşmasıyla kırılmanın oluşması.
2. İdeal plastik malzemenin kısmen yada tam plastiklik duruma ulaşması ile akmanın olması.

Akmanın başlangıcı ; gerilme akması , akma sınırına ulaştığında akma olayı başlar. Akma sınırının tam plastiklik durumuna ulaşması için artırılması gerekmektedir. Sonuç olarak taşıma kapasitesi daha yüksek olarak ortaya çıkmaktadır.

Yukarıda anlatılan olayların ikisinde ideal gevrek yada plastik durumlar için geçerlidir.



RESİM 3.2. Gevrek ve plastik durumda akma sınırı

Maddenin durumu ile ilgili aşağıdaki değerlerin dikkate alınması gerekir ;

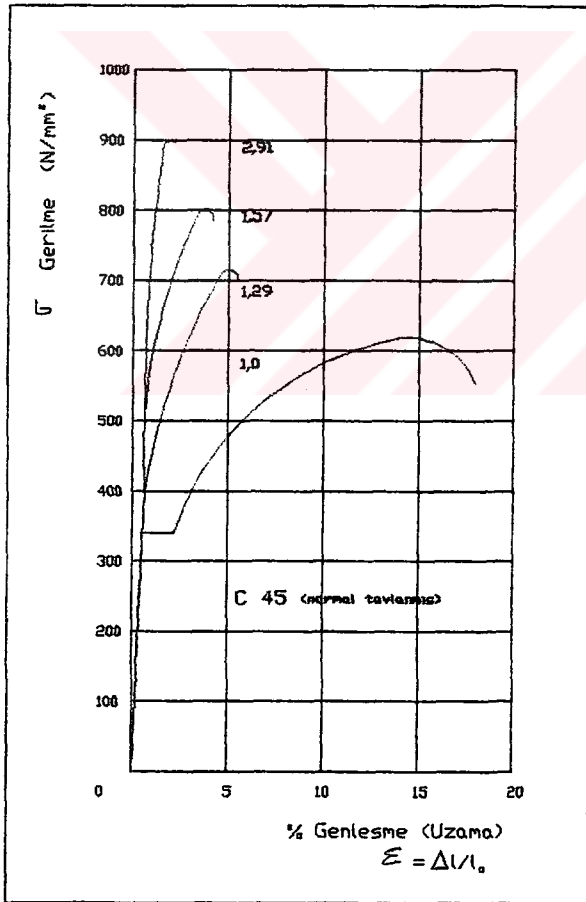
- Çentik dayanımı (çentik enine kesitine bağlı çekme dayanımı) kolay şekil değiştirebilen malzemelerde çentik kabiliyeti (α_k) ile beraber artmaktadır. Bunun yanı sıra şekil değiştirme özelliği azalmaktadır.

$$\text{Çentik çekme dayanımı} : R_{mk} = F_{max} / A_k$$

- Gevrek malzemelerde çentik çekme dayanımı çentik kabiliyeti ile azalmaktadır.

Çok büyük α_k değerlerinde şekil değiştiren malzemelerde maksimum noktalara ulaşabilmek için çentik çekme dayanımının azalmasını da hesaba katmalıyız. Bundan başka çentik biçimi veya deney türüde (örneğin ; yassı deneyi, yuvarlak deneyi) yük taşıma kabiliyetine etki eder. Sonuç olarak, çentikleşmiş yapı parçalarının (örneğin; kaynak dikişlerinin) statik yük taşıma kabiliyetleri aşağıdaki faktörlere bağlıdır;

- Malzemenin durumu,
- Çentik türü,
- Çentik katsayısı (keskinliği),



RESİM 3.3. Malzemelerin α_k değerlerine bağlı olarak gerilmeleri

Gerilim yoğunlaşması mevcut olmaması halinde, kaynak dikişleri incelendiğinde genel olarak şekil değiştirebilen malzemelerde ve statik gerilmelerde iyi bir dayanımdan ve yeterli bir şekil değiştirme kabiliyetinden söz edilebilir.

Gevrek malzemelerde gerilme yoğunlaşmalarından dolayı gevrek kırılma tehlikesinin olabileceği hesaba katılmalıdır. Özellikle kaynak dikişlerinde çentikler şu şekilde ortaya çıkmaktadır.

Konstruksiyon Çentikleri ; kaynak şeklinin formu veyahut dikiş formu (köşe dikişi, boyun dikişi ile çubuk bağlantısı) ile ortaya çıkmaktadır.

Kaynak Hataları ;

- İç kaynak hataları ; Gözenekler, gaz absorbiyonu, bağlama hataları, v.s
- Dış kaynak hataları ; Yarıklar, kaynak edilmemiş kökler, dağlama çentikleri, oyuk (bel vermiş) kökler, krater oluşumu, yüzey pürüzlülüğü v.s /6,8/.

3.2.2. Alın kaynak birleştirmeleri

Esas itibarı ile alın dikişlerinde düzgün kuvvet hatlarının olması yüzünden çentikler mevcut değildir. Eğer hatasız bir dikiş tatbikatı yapılırsa ve kaynak ilave malzemeside doğru seçilirse kaynak dikişinin yük taşıma dayanımı ana malzemeninki ile aynı olur. İlave malzemenin sertliğinin daha yüksek olması veya efektif daha büyük dikiş eni kesiti yüzünden ana malzemenin üzerinde dikişin hemen yanında şekil değiştirmeden dolayı kırılma olayı meydana gelir. Dikiş kökünde kaynak hatalarının tesbiti için röntgen kontrolü yapılır. Hataların önlenmesi için 1.0 azalma faktörü hatasız olarak tatbik edilmelidir. Fakat bu kontrollerin yapılması bize ekonomik olarak ek maliyetler yüklemektedir. Bu sebeple bu kontrollere ihtiyaç olup olmadığı dikkatlice araştırılmalıdır.

Gözenekler, bel vermiş kökler, krater oluşumu, yüzey pürüzlülüğü gibi daha küçük orandaki önemsiz dikiş hataları normal olarak malzemenin statik yük taşıma kabiliyetini fazla etkilemez.

Buna karşılık bağlama hataları, yarıklar ya da iyi kaynamamış kökler gibi hatalar yüksek gerilim uçları ve azaltılmış enine kesitler yüzünden yük taşıma kabiliyetinde önemli bir oranda düşüşe sebep olduğundan çok tehlikelidir.

Alın dikişleri için kabul edilen esaslar DHV dikişleri ve benzeri dikişler içinde kabul edilebilir.

3.2.3. Köşe kaynak birleştirmeleri

Köşe dikişlerin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken olay, bu işlemde iyi netice alabilmek için bazı önlemlerin alınmasıdır.

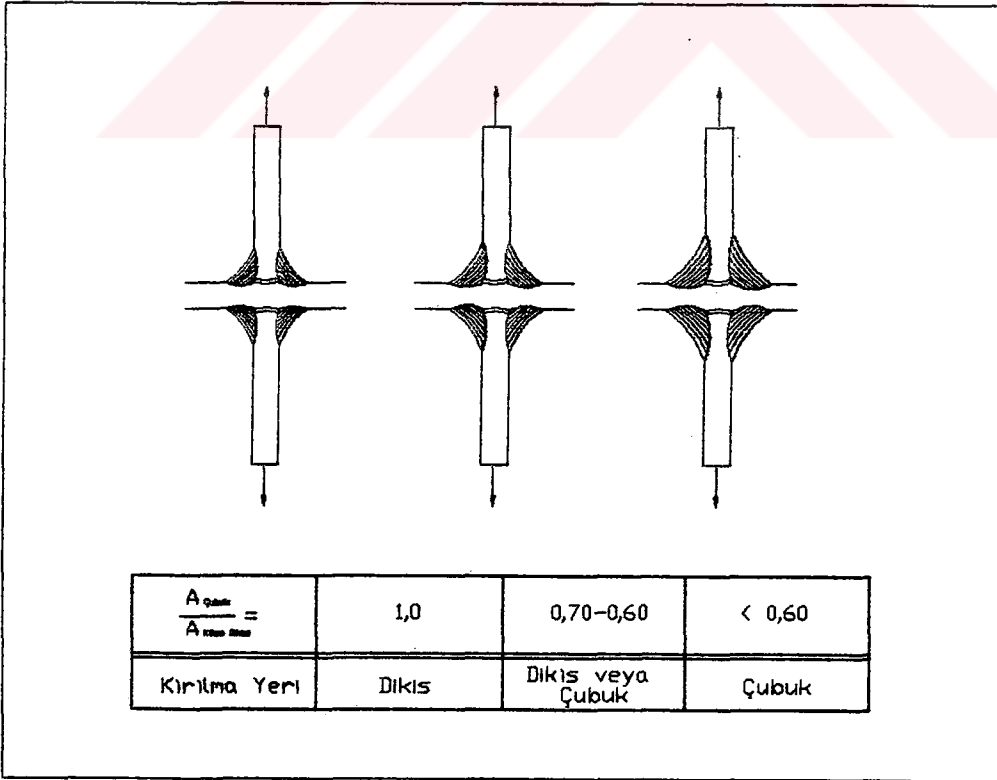
Bunlar ;

- a) Kuvvet değişimi
- b) Kaynak edilmemiş yarık

Ayrıca bunlara çentik etkisi ile muhtemel kaynak hatalarında ilave olmaktadır.

Çentik dayanımının artmasına karşı ana malzemenin dayanımında düşmeler meydana gelmektedir. Bu düşüşler dikişin formuna ve gerilmesine bağlı olarak 0.6-1.0 değerleri arasında değişmektedir.

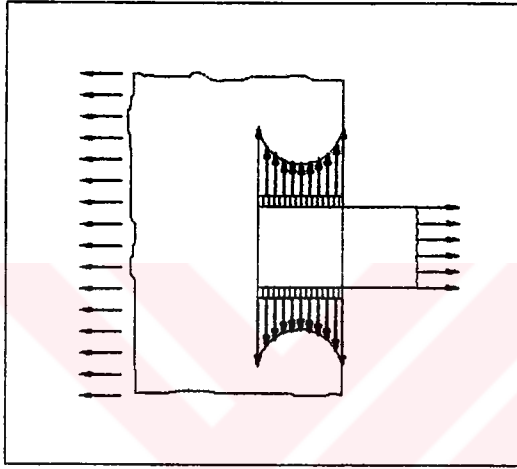
Köşe kaynağında kalınlıkta önemli bir rol oynamaktadır. Çok ince köşe dikişlerinin yük taşıma kabiliyeti kalın köşe dikişlerine göre daha yüksektir. σ_{11} ve τ_{11} gerilmeli köşe dikişlerinde dikiş boyunca bilhassa eğik taşıyıcıların boğaz dikişleri yüksek yük taşıma kabiliyetine sahiptir. σ_1 ve τ_1 gerilmeli köşe dikişlerinde enine dikiş yönü boyunca daha düşük yük taşıma kabiliyetine sahiptir.



RESİM 3.4. Köşe dikişleri ile çift T birleştirmelerinin çekme deneyleri

Köşe dikişleri ile ilgili birçok deneyde kanıtlağığı gibi normal gerilme ve kesme zorlaması dikiş beraber etki ederek dikişin yük taşıma kabiliyetinin ana malzemenin yük taşıma kabiliyetine oranla daha düşük olmasına sebep olur. Bu sebeble herbir köşe dikiş için uygun kesme zorlamaları tablolar halinde düzenlenmiştir.

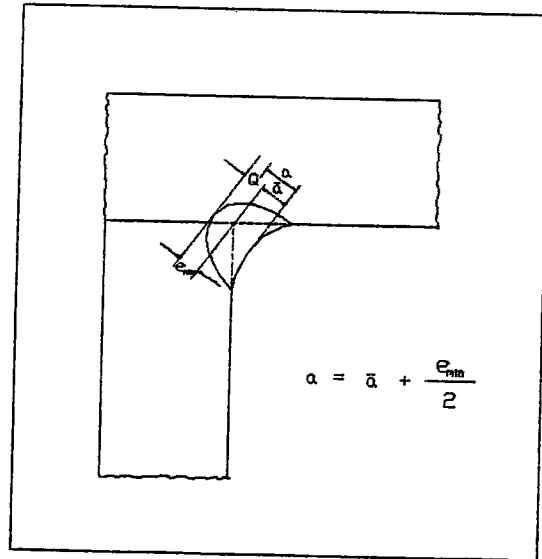
Çubuk bağlantılarında uzunluk boyunca köşe dikişlerindeki çekme ve basma gerilmesinde dikkat edilmesi gereken olay gerilim dağılımının dikiş boyunca eşit olmadığıdır.



RESİM 3.5. Çubuk bağlantılarında gerilim dağılımı

Ortaya çıkan gerilim uçlarından ilgili dikişlerin sonu geri kalan dikiş parçasından daha güçlü bir gerilim altındadır. Bu gerilim uçları artan dikiş uzunluğu ile daha çok büyümektedir. Bu nedenle çubuk bağlantılarının hesaplanması dikiş uzunluğu ile sınırlandırılmıştır.

En uzun dikiş uzunluğu $100a$ dır. Halbuki en küçük uygun dikiş uzunluğu yapılaşa göre $10a$ veya $15a$ olarak belirlenmiştir. Eğer deneme sonucu eklenmiş derinlik ölçęđi e ile belirtilmişse , derin nüfuziyetli köşe dikişlerinin yük taşıma kabiliyeti yükselir. (Örneğin; UP- Kaynağında) o zaman a ölçęđi DIN18800' e göre bir parça için; $\alpha = \alpha + \min_e / 2$



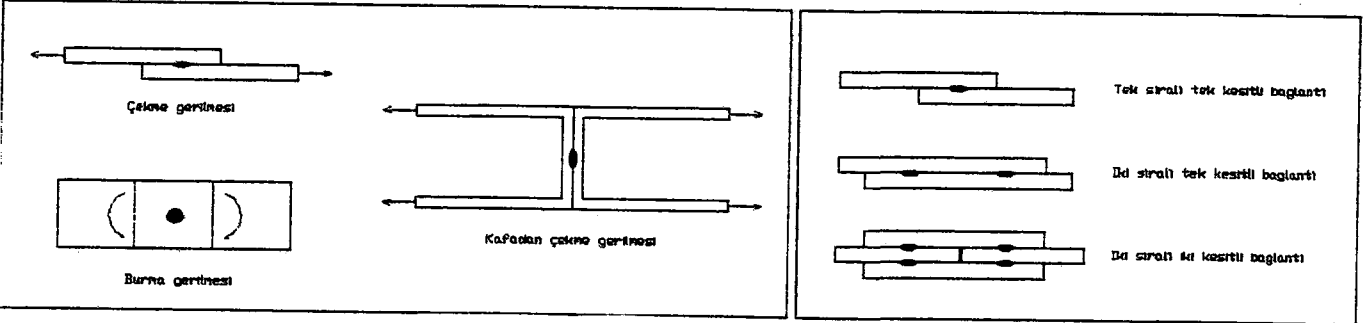
$$\alpha = \bar{\alpha} + \frac{e_{nm}}{2}$$

Burada \min_e muayene ile ölçülmüş e derin ölçęđinin en küçük eğeridir.

3.2.4. Nokta kaynak birleştirmeleri

Bağlantı formları olarak ilk olarak akla gelenler ;

Tek veya iki sıralı , tek veya iki kesitli bağlantılardır.

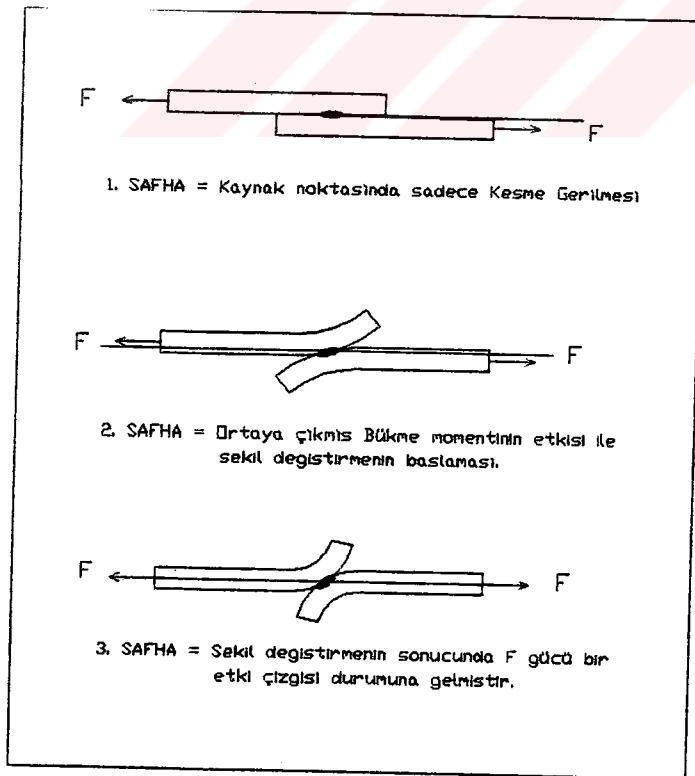


RESİM 3.6. Gerilme çeşitleri

RESİM 3.7. Farklı tipli bağlantı durumları

Nokta kaynak bağlantıları çekme gerilmelerini , makaslama eğrilmesine dönüştürdüğü için tercih edilmektedir. Nokta birleştirmelerinde burulma ve çekme gerilmesinden kaçınılması gerekmektedir. Çünkü bu bağlantıların emniyet değerleri düşüktür.

Kesme çekme gerilmesinde genel olarak üç safha ortaya çıkmaktadır.



RESİM 3.8. Kesme-Çekme gerilmesinde ortaya çıkan safhalar

2. ve 3. safhalarda kesme ve normal gerilmeleri ortaya çıkmaktadır. Oysa burada aşağıdaki kuvvetler etkilidir.

$$F_N = F * \sin \alpha$$

$$F_T = F * \cos \alpha$$

Kopma Çeşitleri

Esas itibari ile üç çeşit kopma ortaya çıkabilir;

1) Ayırma Kopması: Kopma kaynak merceğinin kenarından sacın enine doğru ilerler. Eğer noktanın çapı deneyle ölçülen değerden büyük olursa kopma meydana gelir. Burada noktanın taşıma kabiliyeti irdelenmez.

2) Kesme Kopması: Bu kopmada önemli bir bükme yapmadan noktanın koparılması gerçekleşmektedir. Eğer noktanın çapı deney ölçüsüne göre çok küçük seçilirse kopma meydana gelir.

3) Düğmeleme Kopması: Saç madeden noktanın koparılması ile meydana gelmektedir. Burada kopma yüzeyi noktanın saca geçişi boyunca ilerler. Bu kopma, eğer nokta çapı kesme kopması meydana gelmeyecek kadar büyük seçilirse ortaya çıkar.

Hatasız iki sıralı bağlantılarda kopma saçta meydana gelmektedir. İki sıralı bağlantılarda ya ayırma kopmaları, yada saf saç kopmaları ortaya çıkmaktadır.

Taşıma Kapasitesi

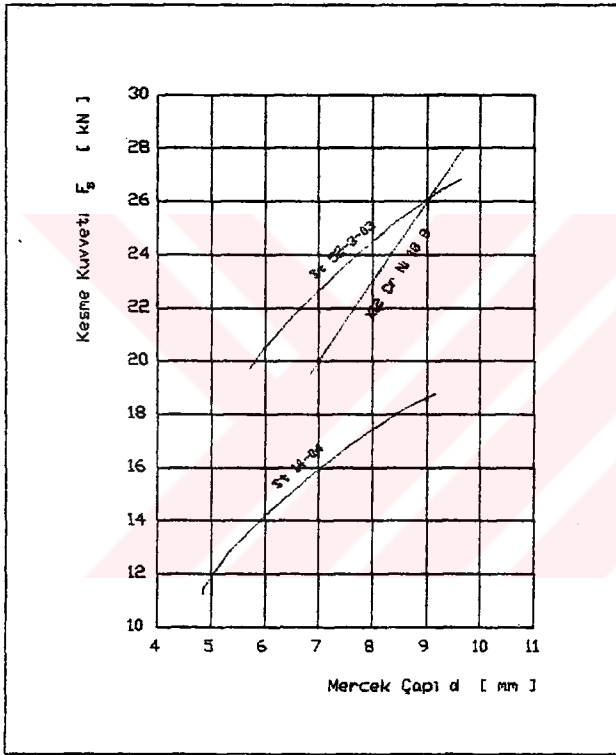
Nokta kaynak bağlantısında taşıma kabiliyeti esas olarak aşağıdaki etkenlere bağlıdır.

- Nokta çapı
- Saç boyutları
- Saç kalitesi kaynak
- Nokta kalitesi (Kaynak Verileri)

Bunun yanında nokta kalitesi ve nokta çapı, kaynak parametrelerinin dışında elektrod çapına da bağlıdır.

Nokta çapının etkisi

Nokta çapı ile taşınabilir kesme kuvveti arasında yakın bir ilişki olduğu tesbit edilmiştir. Burada nokta çapının karesi ile kesme kuvveti arasında bir bağıllık yoktur. Olsa idi bu yüzeyin büyümesine yol açardı. Çok küçük nokta çapında kopma, kesme kopması olarak daha büyük çaplarda ise düğmeleme kopması ortaya çıkmaktadır. Geçiş genel olarak $d > 5\sqrt{s}$ (s =saç kalınlığı) dır. Diyagramda aynı zamanda ana malzemenin dayanımının taşıyabilir makaslama zorlamasına olan etkisi görülebilmektedir.



RESİM 3.9. Kesme kuvveti-mercek çapı ilişkisinin malzemeye bağlı değişkenliği

Numune boyutlarının etkisi

Araştırmalarda saç kalınlığı ile orantılı olarak bir artma gösterdiğini ve ayrıca numunenin genişliği ile de bir artma olduğu tesbit edilmiştir.

Akma Kuvveti (R_{SH})

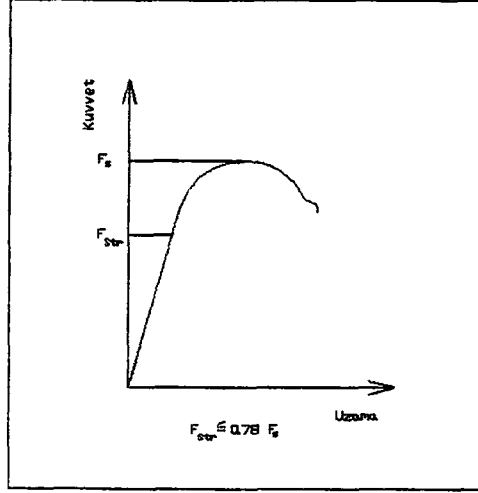
Taşıma kabiliyeti ile ilgili şimdiye kadar yapılan araştırmalarda büyük şekil değişiklikleri söz konusu olduğunda daha şekil değişikliğinin başında yenildiği tesbit edilmiştir. Normal çekme deneyinde bu durum ihmal edilmiştir. O yüzden kesme deneylerinde de bir uzama kuvveti tesbit edilmiştir.

Uzama kuvvetinin genel olarak grafik halde gösterilmesi için işlemler yapılmıştır. Uzama sınırı burada mevcut değildir.

Burada akma kuvveti ;

$$F_{str} \cong 0,78$$

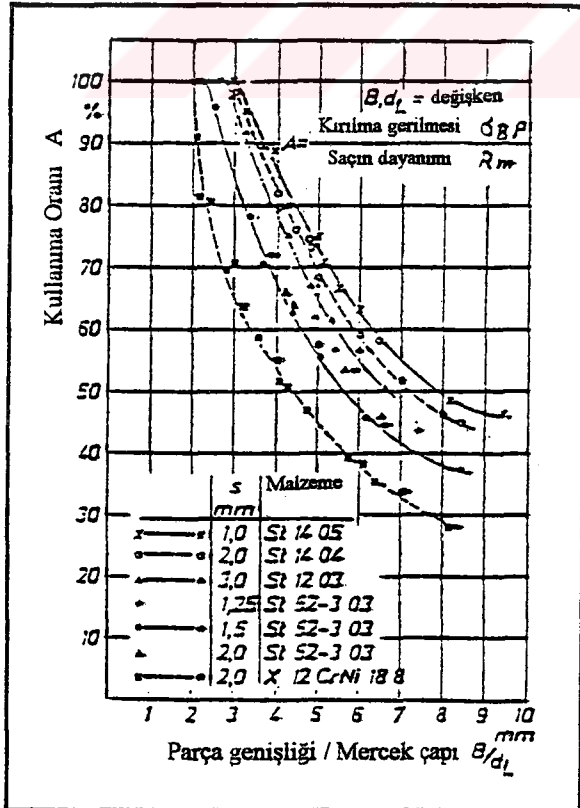
olarak gösterilmiştir.



Dayanımdan yararlanma oranı

Ana malzemede ITAB veya kaynak merceğinin bağlantı yüzeyinde olduğu gibi kırıklar ortaya çıkabilir.

Yararlanma oranı deneyin σ_{BP} kırılma gerilmesinin saçın çekme sertliği R_m ile olan ilişkisidir.



RESİM 3.10. Kırılma gerilmesi ve çekme sertliğinin malzemeye bağlı değişkenliği

Kırılma Gerilimi Deneyinin Yanında

$$\sigma_{BP} = F_S / B * s$$

σ_{BP} = Kesme çekme gücü / Numune genişliği * Sacın kalınlığı 'dır.

Sonuçta yararlanma oranı, $A = \sigma_{BP} / R_m * \%100$ olarak gösterilir.

Bu çıkan değer bir kaynak işleminde ona sac malzemenin dayanımının kaynak olmuş noktada nederece etkili olduğunu gösterir.

- $B/d_L \approx 3$ olması ona malzemenin %100 yumuşak çelik kullanılması durumunda ortaya çıkar.

- Bu değer St 52-3 'te , $B/d_L = 2,3$ 'e düşer.

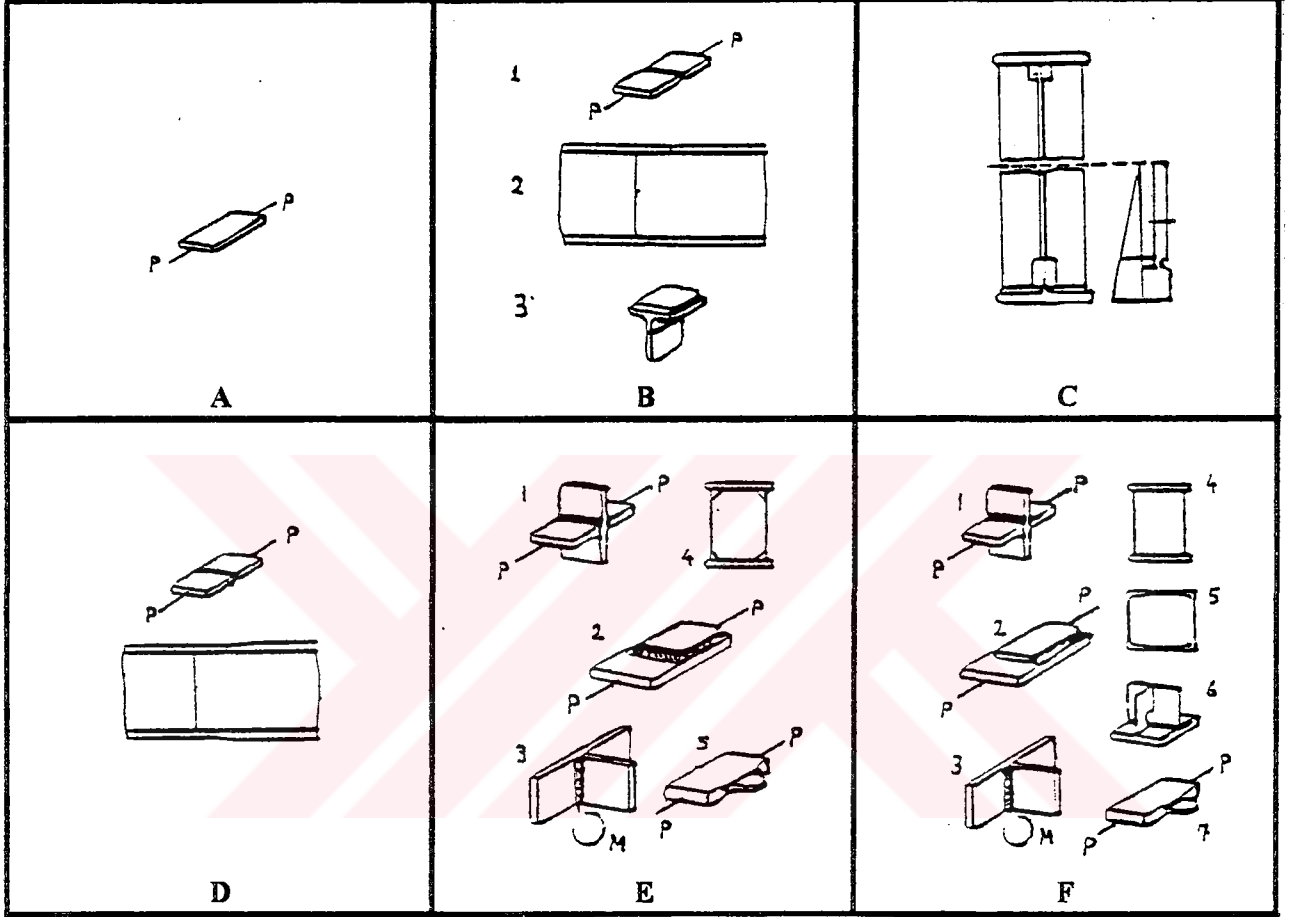
- Östenit çelik saclarda da $B/d_L = 2,0$ değerine karşılık gelir.

Daha büyük ilişkilerde bu yararlanma oranı azalır. Esasen yüksek dayanımlı malzemelerde de yararlanma oranı düşük olmaktadır. Buda özellikle kaynak merceği çapının parça genişliği ile doğrudan ilişki içerisinde olduğunu ifade etmektedir. Bu sebeple mercek çapı ve numune genişliği çok dikkatli seçilmelidir /5,6/.

IV. ÇENTİK ETKİSİ

4.1. Demir Yollarında Çentik Durumlarının Düzenlenmesi

Kaynak Bağlantılarının Değerlendirilmesi, Bağlantı Çeşitleri



RESİM 4.1. Muhtelif bağlantı çeşitleri

A = Bükme yada çekme kuvveti gerilmesi tatbik edilmemiş yapı parçaları.

(Tam çubuk)

B = 1. Alın dikişi ile temas ettirilmiş özel kaliteli yapı parçaları

(Kuvvet yönüne enine dikiş, ters yönden kök kaynağı yapılmış,
nufuziyet sağlanmış)

2. Dikme saç enine temasında alın dikişi yapılmış,

3 numaralı formüle göre max σ Basma (-)

em $\sigma_D \leq 1600$ veyahut 2400 kg / cm^2

3. Boyun dikişi (Alın, K veyahut boğaz dikişi) dikme (geçit) sacının bir kuşak ile bağlantısında uygulanır. Kuşak levhalarının kendi aralarındaki bağlantıları için yan boyun dikişi uygulanır. Dikme sacının uzunluğunun teması.

Max σ (Basma) (-) emniyetli $\sigma_D \leq 1600$ veyahut 2400 kg / cm^2

C= Eğer takviye parçasının boyun dikişleri kesitlerin kenarları etrafına çekilmiş ve çekim sınırında geçişler istenmişse dikme sacında enine yada uzunluğuna takviye parçası sondadır.

* Çubuk kaynaklanmış enine su geçirmeyen bölmelerle (E4 ve F4 ' ön karşılaştırması)

* Çok parçalı çubuk kaynaklanmış bağlantı saçlarıyla (F5 ' in karşılaştırması)

* Tam duvar taşıyıcısında kuşak, enine ya da uzunluğuna dikiş ile, takviye parçası ve açılı kaynağında.

Yukarıda görüldüğü üzere sadece basma bölmesinde $x \geq 0$ ' dır.

D = 1. Alın dikişi ile temas ettirilmiş normal kaliteli yapı parçaları (Kuvvet yönüne enine dikiş, kök yeniden kaynaklanmış, nüfüzüyet sağlanmış.)

2. Dikme saç enine temasında alın dikişi yapılmamış.

3 numaralı formüle göre max Basma (-) emniyetli $\sigma_D \leq 1600$ veyahut 2400 kg / cm^2

Eğer boyun dikişlerinin takviye parçası kesitlerin kenarlarından çekilmiş fakat çekim sınırında geçişte işlenmemişse dikme sacı enine veya uzunlamasına takviye parçaları sondadır.

(C ile karşılaştırma)

E = 1. Kuvvet yönünün enine doğru K dikişi

2. Ek yeri kuşağı veya temel enine kesit işlenmiş alın boyun dikişii ile kuşak levhasının sonundadır.

3. K dikişi ile taşıyıcı birleştirme , (3 formülüne göre hesaplanmıştır.) maksimum σ emniyetli $\sigma_D \leq 1600$ veyahut 2400 kg / cm^2

4. Eğer bölmenin köşeleri kesilmiş ve boyun dikişleri kesimin kenarları etrafında çekilmişse çubukta kaynaklanmış enine bölüm

ortaya çıkar.

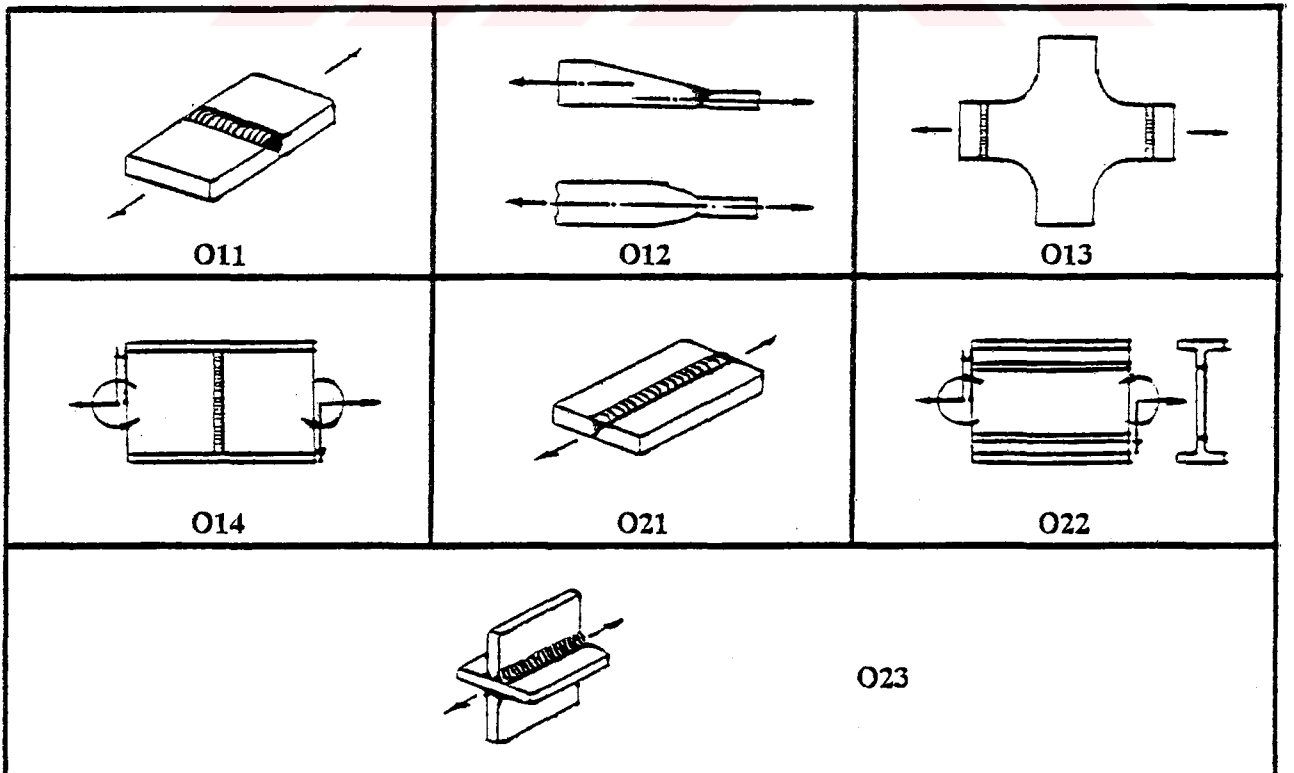
Basma kaynak sahasında ($x > 0$), C çizgisine göre hesaplama .

5. Çubukta sürekli olarak kuvvet yönüne yan taraftan uygulanan ve kar yada boyun dikişlerinde dikiş sonlarında enine kesit geçişlerinde yuvarlatma istemişse ortaya çıkan durum.

- F= 1. Kuvvet yönünün enine boyun dikişi
 2. Ek yeri kuşağı yada temel enine kesit yan boyun dikişinin ve kuşak levhasının sonunda.,
 3. K dikişi ile taşıyıcı birleştirmeler (3 formülüne göre hesaplanmış)
 4. Eksiksiz kaynaklanmış enine bölmeli çubuk.,
 5. Kaynaklanmış bağlama saçlarıyla çok parçalı çubuk,
 6. Takviye parçası ve eşik açılarında olduğu gibi içi dolu kuşak taşıyıcılarında enine yada uzunlamasına dikişler
 4.5. ve 6. maddelerde basma kaynak sahasında ($x > 0$) çizgisine göre hesaplama .
 7. Kuvvet yönü boyunca kar yada boyun dikişi işlenmemiş çubuk.

4.2. Çentik Çesitleri

4.2.1. Çentik durumu K0 olan küçük çentik etkileri (RESİM 4.2)



011 = Özel kaliteli alın dikiş ile kuvvet yönünü enine bağlanmış parçalar.

012 = Özel kaliteli alın dikiş ile kuvvet yönünü enine bağlanmış parçaları farklı kalınlıklar ile simetrik olmayan temas ve açı ile (1/4) birleştirilmesi veya simetrik temas ve açı ile (1/3) birleştirme.

013 = Özel kaliteli alın dikiş ile kuvvet yönünü enine bağlanmış düğüm saçları

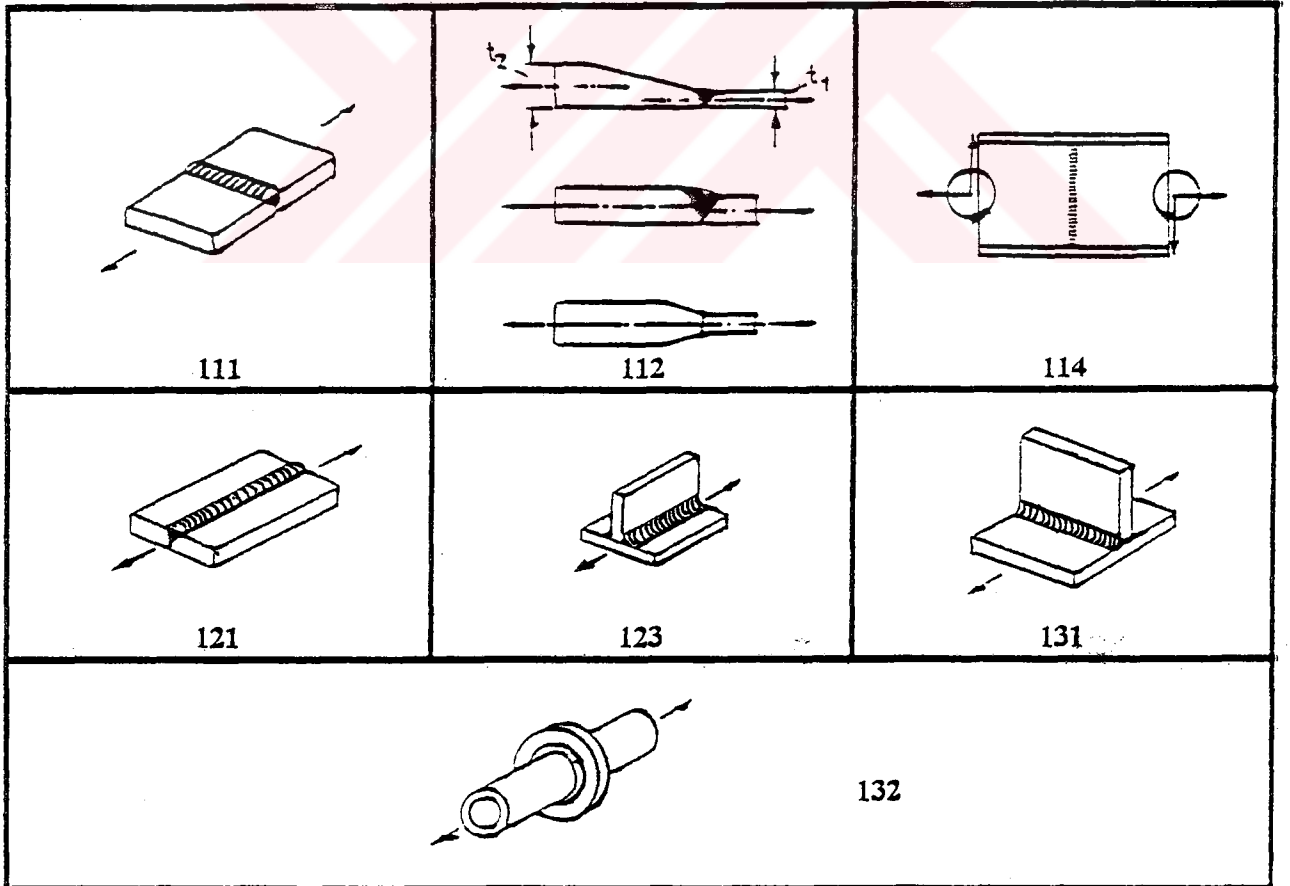
014 = Özel kaliteli alın dikiş ile enine bağlanmış dikme saçlar

021 = Normal kaliteli alın dikiş ile kuvvet yönünü boyunca bağlanmış parçalar

022 = Normal kaliteli alın dikiş ile bağlanmış form yada çubuk çeliklerden oluşan dikme saçları ve kuşak profilleri

023 = K dikişi ile çift taraftan boyun dikişi ile kuvvet yönünü boyunca bağlanmış parçalar

4.2.2. Çentik durumu K1 olan ölçülü çentik etkileri



RESİM 4.3. Çentik durumu K1 olan ölçülü çentik örnekleri

111 = Normal kaliteli alın dikiş ile kuvvet yönünü enine bağlanmış parçalar.

112 = Normal kaliteli alın dikiş ile kuvvet yönünü enine bağlanmış parçaları farklı kalınlıklar ile simetrik olmayan temas ve açı ile (1/4) birleştirilmesi veya simetrik temas ve açı ile (1/3) birleştirme.

114 = Normal kaliteli alın dikiş ile enine bağlanmış dikme saçlar

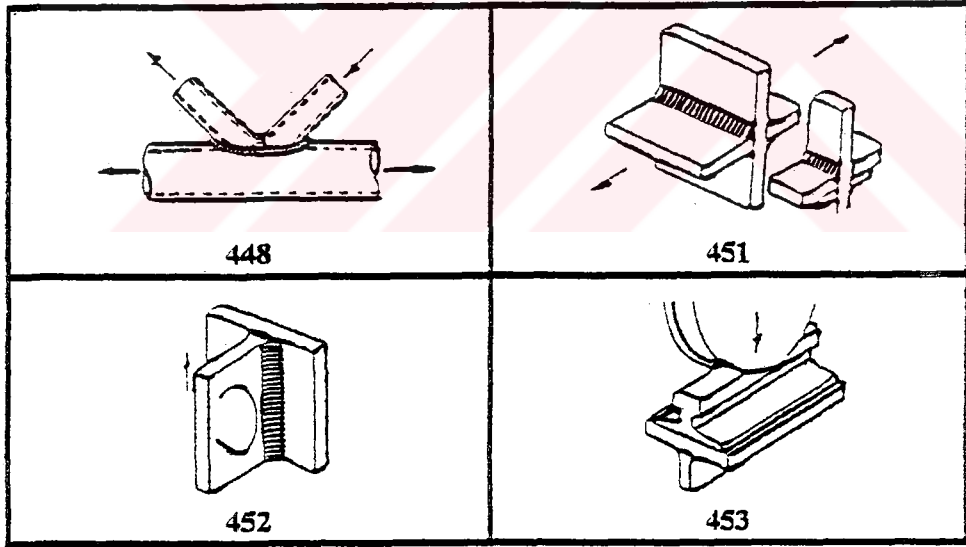
121 = Normal kaliteli alın dikiş ile kuvvet yönünü boyunca bağlanmış parçalar

123 = Normal kaliteli boyun dikişi ile kuvvet yönü boyunca bağlanmış parçalar

131 = Boylamasına parçaların boylamasına K dikişi ile özel kaliteli çift taraflı boyun dikişi ile kuvvet yönünü enine bağlanmış parçalar

132 = Boylamasına parçaların boylamasına K dikişi ile özel kaliteli çift taraflı boyun dikişi ile kuvvet yönünü enine parçalı olarak bağlanması

4.2.3. Çentik durumu K4 olan çok büyük çentik etkileri



RESİM 4.4. Çentik durumu K4 olan çok büyük çentik örnekleri

448 = Boyun dikişi ile kaynaklanmış borudan çubuklar

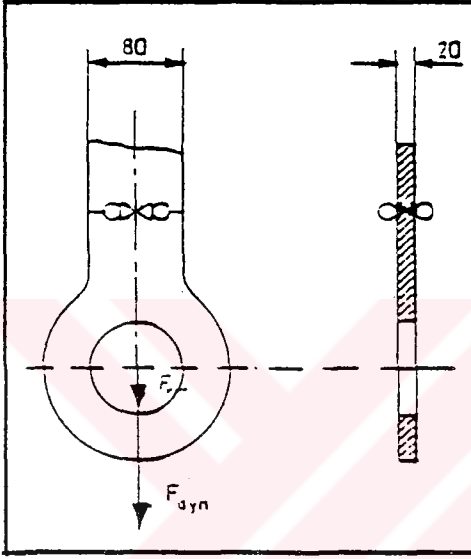
451 = Normal kaliteli çift taraflı boyun dikişi ile yada tek taraflı HV boyun dikişi ile kökün temelinde kuvvet yönünün enine çapraz temas ile bağlanmış parçalar

452 = Normal kaliteli çift taraflı boyun dikişi ile bükme ve itme bağlantıları

453 = Normal kaliteli çift taraflı boyun dikişi ile kuşak ve dikme arasında parça yüklerinin dikme düzleminde dikişin enine olarak aktarılması

4.3. Hesaplama örneği

RESİM 4.4 'deki çubuk oyuğunun ağırlığı $F_r = 75$ kN durgun kuvvetten ve $F_{dyn} = 100$ kN değişim yükünden oluşmaktadır.



RESİM 4.5. İçi oyuk çubuk

İtme faktörü ψ , 1.4 'dür. Yük değeri ψ_1 ve ψ_2 (durgun ağırlık için) 1.1 ve (dinamik ağırlık için) 1.8 'dir. Malzeme St 52-3 'dür. Kaynak dikişi özel kalitede yapılmıştır. Hesaplama için hafif yük ortaklığı ve düzenli işletmede ($N = 6.10^5 - 2.10^6$) sürekli kullanım kabul edilir.

Çözüm :

$$F_{max} = \psi_1 F_r + \psi_2 \phi F_{dyn} = (1,1 * 75 + 1,8 * 1,4 * 100) \text{ kN}$$

$$= (82,5 + 252) \text{ kN} = 334,5 \text{ kN}$$

$$F_{min} = \psi_1 F_r - \psi_2 \phi F_{dyn} = (1,1 * 75 - 1,8 * 1,4 * 100) \text{ kN}$$

$$= (82,5 - 252) \text{ kN} = -169,5 \text{ kN}$$

$$A_w = A_k = b * t = 80 * 20 \text{ mm}^2 = 1600 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{max} = F_{max} / A_w = 334500 / 1600 \text{ N / mm}^2 = 209 \text{ N / mm}^2 \text{ (Basma)}$$

$$\sigma_{min} = F_{min} / A_w = -169500 / 1600 \text{ N / mm}^2 = -106 \text{ N / mm}^2 \text{ (Çekme)}$$

CETVEL 1.' e göre yük oynamaları kısmı N 3 ve yük ortaklığı S₁ bir gerilme grubu B4 ' ü oluşturmaktadır. Uygun kaynak dikişinin uygulanmasında RESİM 4.2. 'de 011 düzenleme numarası olan K0 çentik durumunda faydalanılır. CETVEL 2. ' de B4 için St 52-3 ve K0 $\sigma_{D(-1)} = 168 \text{ N/mm}^2$ bulunur.

Mevcut gerilme durumu için emniyetli gerilme ;

$$K = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} = -106 / 209 = -0.50$$

Tablolardan aşağıdaki formül alınarak hesaplar yapılır.

$$\sigma_{D=(K)em} = 5 \sigma_{D(-1)em} / 3 - 2 * K = 5 * 168 / 3 - [2 * (-0.507)] = 209 \text{ N / mm}^2$$

Buna göre emniyetli gerilmenin kullanıldığı yapı parçası tam olarak bulunur /4,6/.

Yük-Gerilim Kısımları	N1	N2	N3	N4
Önceden ayarlanmış yük veya gerilmelerin toplamı	$2.10^4 - 2.10^5$ uzun durgunluklu sürekli olmayan kullanım	$2.10^5 - 6.10^5$ kesintili işletmede sürekli kullanım	$6.10^5 - 2.10^6$ devamlı işletmede sürekli kullanım	2.10^6 üzeri zorlanmış sürekli işletmede sürekli kullanım
Yük veyahut gerilim ortaklıkları	Gerilme Grupları			
S ₀ çok hafif çok küçük sıklıklı büyük ağırlıklı yapı parçaları	B1	B2	B3	B4
S ₁ hafif az sıklıklı büyük ağırlıklı yapı parçaları	B2	B3	B4	B5
S ₂ orta yaklaşık eşit sıklıklı küçük, orta ve yüksek ağırlıklı yapı parçaları	B3	B4	B5	B6
S ₃ ağır devamlı yüksek ağırlıklı yapı parçaları	B4	B5	B6	B6

CETVEL 1. DIN 15018' e göre hesaplanabilen emniyetli gerilmeler

Malzeme	St 37					St 52-3				
	Çentik Durumu					Çentik Durumu				
Gerilme Grubu	K0	K1	K2	K3	K4	K0	K1	K2	K3	K4
B1				180	(152,7)			270	(254,0)	(152,7)
B2	180	180	180	(180,0)	108	270	270	(252,0)	180	108
B3			(178,2)	127,3	76,4	(237,6)	(212,1)	178,2	127,3	76,4
B4	(168,0)	(150,0)	126	90	54	168	150	126	90	54
B5	118,8	106,1	38,2	63,6	38,2	118,8	106,1	38,2	63,6	38,2
B6	84	75	63	45	27	84	75	63	45	27

CETVEL 2. DIN 15018' e göre gerilim grupları



V. GENEL YAPI ÇELİKLERİ DIN EN 10025 İÇİN AVRUPA NORMLARI.

(DIN 17100 ' ün yerine tekabül eden)

1992 yılının sonunda üniter Avrupa Tek Pazarı oluşmuştur. Yaklaşık 350 milyon insanın yaşadığı sınırları olmayan bu pazarda mallar, insanlar, hizmetler ve sermayenin serbest dolaşımı mevcuttur.

Bu hedefe erişmek için ön şartlardan birisi tarife dışı ticaret engellerinin ortadan kaldırılmasıdır. Normlar ve teknik kurallar ticari engeller yarattığında Avrupa düzeyinde birbirlerine uyumları sağlanmalıdır. Uyumlama aynı amaçta ve kullanım alanındaki normların teknik içeriklerindeki farklılıkların ortadan kaldırılması şeklinde olmalıdır. Bu uyumlama bir ülkenin milli normlarına göre üretilmiş malların herhangi bir değişiklik yapılmadan diğer ülkelerin normlarına uygun olması durumunda sağlanmış olur.

Avrupa Normlarının ortaya çıkartılması CEN ' de (elektronik dalında CENELEC diye adlandırılır) veya buna bağlı kuruluşlarda olur. CEN ' e 18 AET ve Avrupa Serbest Ticaret Bölgesi (EFTA) ülkelerinin norm enstitüleri üyedir. Çalışmalar teknik komitelerde (gerekirse alt komitelerde ve çalışma gruplarında) yapılır ve her komitenin sekreterliği bir ülkeye verilir. Çalışmaların sonucunda formalite icabı onaylanması ülkelerin aylarının ağırlıklı değerlendirilmesi ile yapılır.

Bu arada Avrupa normu gerekli çoğunluğu sağlarsa bu norm tümüyle değiştirilmeden ve yapısı bozulmadan her üye ülkenin normlarına alınır.

5.1. Çelik ürünlerinin Avrupa normları

"Demir ve çelik ürünlerinin adlandırılması " isimli Avrupa Topluluk Komisyonunun yönetimi altında 1955 ' den beri yaklaşık 180 Avrupa Normu çelik ürünlerin sınıflandırılması ve adlandırılması, test edilmesi ve teknik sevkiyat şartları için yayınlanmıştır. Bu Avrupa normlarının milli normlara dahil edilmesi konusunda hiç bir zorunluluk bulunmamasına rağmen üye ülkeler arasındaki sevkiyat şartnameleri ile bir uyum sağlanmıştır. Bu çalışma grubu 1986 ' da Avrupa demir ve çelik normlama komitesine dönüştürülmüştür (ECISS). Bu komite CEN ' nin bir parçasıdır. Genel çalışmasında ve her işin bireysel olarak yürütülmesinde özerktir. Fakat form ve temel tüzük konularında (Normların yapısı, formalite icabı sonuçların onaylanması değerlendirilmesi vs.) CEN ' nin kurallarına bağlıdır. Şu sıra aktif olan 15 komitenin çalışma sonuçları Euro Norm olarak değil Avrupa Normları olarak yayınlanmaktadır. Bunlar Almanca, İngilizce, Fransızca olan üç resmi dildedir. Bir diğer dildeki bir CEN

üyesinin kendi sorumluluğunda ülke diline tercüme edilen ve CEN merkezi sekreterliğine bildirilen kopya orjinal kopyalar ile aynı statüdedir.

5.2. Genel yapı çelikleri için Avrupa normu (EN 10025)

ECISS ' nin kurulması ile ilk çalışma genel yapı çelikleri için bir uyumlulaştırılmış Avrupa normunun yapılması idi.

Çok sayıda heyetin katılımı ile ve sonuçların en ince ayrıntısına kadar kendi normlarına alma zorunluluğu sonucunda görüşmeler formalite icabı tasdikler ile beraber yaklaşık üç yıl sürmüştür. EN 10025 ' in sonuç metni (bu numara genel yapı çelikleri için olan daha önceki Euro Norm 25 ' den türetilmiştir) Mart 1990 ' da CEN tarafından kabul edilmiştir.

Avrupa Normları sadece milli normlar olarak yayınlanır. Bu durumda Almanya' da DIN EN 10025, İngiltere' de BS EN 10025, Fransa' da NF EN 10025 vb olarak adlandırılır. Bu yapılırken değiştirilmeden basılan EN ' ye milli başlık sayfası ve bir ön söz eklenir ki bu kullanıcı için amaca yönelik bilgiler örneğin daha önceki milli normlar, önemli değişikliklerinin derlenmesi ve buna benzer açıklamalar verir. Fakat normun içeriğini genişleten veya değiştiren kararlar bulunamaz. Bu milli baskılar Avrupa normunun kabul edilmesinden sonra en geç altı ay içerisinde yayınlanmalıdır.

EN 10025 ile ve bu norma bağlı milli normlar ile şu anda Avrupada (AET ve EFTA ülkeleri) her yerde geçerli olan genel yapı çelikleri için teknik sevkiyat şartları vardır. Bunun yerine daha önce DIN 17100 normu geçerliydi. Ancak çeliklerin adlandırılması konusundaki bilgiler geçicidir. EN 10025 ' in kabul edilmesi sırasında çeliklerin adlandırma sistemi olan EN 10027 normu daha çıkmamıştı. Bu normun birinci bölümü kısa isimlerden ikinci bölümü ise numaralama sisteminden oluşmaktadır. Bundan dolayı normun tablolarında yeni kısa isimler için kolonlar boş bırakılmıştır. Çelik isimlerinin kısa isimleri eski Euro Norm 25 ve eski milli sistemlere (DIN 17100) göre verilmiştir (CETVEL 3). EN 10027' nin kabul edilmesi ile kısaltmalarda önemli değişiklikler olacaktır. Bundan dolayıdır ki tanımlamaları kısa zamanda yenilenen EU 25 ' e göre kısa isimlere dönüştürmeye gerek yoktur. Bunun için şimdilik eski milli tanımlamalar yeni norm çıkana kadar kullanılmalıdır /3/.

Yeni EN 10027-1' ye göre 1) çelik türü	1) EU 25-72'ye göre kısa adlandırma 2)	Eski milli tanımlama (DIN 17100' e göre)	Malzeme numarası	Dezoksiasyon türü 3)	Çelik türü 4)
Fe310-0	St 33		1.0035	Serbest bırakılmış	BS
Fe 360 B	St 37-2		1.0037	Serbest bırakılmış	BS
Fe 360 B	USt 37-2		1.0036	FU	BS
Fe 360 B	RSt 37-2		1.0038	FN	BS
Fe 360 C	St 37-3 U		1.0114	FN	QS
Fe 360 D1	St 37-3 N		1.0116	FF	QS
Fe 360 D2	***		1.0117	FF	QS
Fe 430 B	St 44-2		1.0044	FN	BS
Fe 430 C	St 44-3 U		1.0143	FN	QS
Fe 430 D1	St 44-3 N		1.0144	FF	QS
Fe 430 D2	***		1.0145	FF	QS
Fe 510 B	***		1.0045	FN	BS
Fe 510 C	St 52-3 U		1.0553	FN	QS
Fe 510 D1	St 52-3 N		1.0570	FF	QS
Fe 510 D2	***		1.0577	FF	QS
Fe 510 DD1	***		1.0595	FF	QS
Fe 510 DD2	***		1.0596	FF	QS
Fe 490-2	St 50-2		1.0050	FN	BS
Fe 590-2	St 60-2		1.0060	FN	BS
Fe 690-2	St 70-2		1.0070	FN	BS

CETVEL 3. DIN 10025 ve daha önceki DIN 17100' e göre çelik çeşitleri

1) Şu anda taslak halinde

2) Euro Norm 25 'e göre (1972 baskısı) kısa isimler.

Ancak bunlar EN 10027 çıktığında güncel olmaktan çıkacaktırlar.

3) FU = Dinlendirilmemiş çelik

FN = Dinlendirilmiş (Yarı dinlendirilmiş de dahil) çelik

FF = Özellikle dinlendirilmiş çelik

4) BS = Ana çelik

QS = Kaliteli Çelik

5.3. Genel yapı çeliklerinin eski ve yeni normlarının karşılaştırması.

DIN EN 10025 (01,1991 Baskısının) DIN 17100 (01,1980 Baskısının) Arasındaki farklılıklar aşağıda açıklanmıştır;

- İçi boş profiller ve dövme parçaları kullanım alanlarından çıkarılmıştır. İçi boş profiller için Avrupa normları çalışması yapılmaktadır. (DIN EN 10210 Bölüm 1 Baskı 02.1991 ' in tasarısına bakılabilir.)

- Fe 360, Fe 430, Fe 510 çelik türlerinde kalite sınıfı C kullanıma alınmıştır. Bu kalite sınıfı çentik testinde 0 °C 'de 27 J olan değerler ile DIN 17100 ' ün kalite sınıfı B ' ye karşılık gelmektedir. DIN 17100 ' deki bu çelik sıcak şekillendirilmiş veya ek bir işlem görmemiştir. Ancak bunun içinde dezoksidasyon türünün özellikle dinlendirilmiş olarak tanımlanması gerekir.

- Kalite sınıfı D (DIN 17100 'e göre 3) D1 ve D2 olarak sevkiyat durumlarına göre bölünmüştür. D1 grubundaki çelik yassı mamüller normal kızdırılmış ve normalize edilerek haddelenmiştir. Kalite sınıfı D2 ' de malların muamele (sevkiyat) durumu belirlenmiştir.

- DIN 17100 ' de bugüne kadar belirtilmeyen çelik türleri Fe 510 B (20 °C 'deki çentik darbe gücü değerleri ile) ve Fe DD1 ve DD2 önceden belirlenmiş - 20 °C ' de 40 J ' luk bir çentik darbe gücü ile yeni olarak listeye alınmıştır.

- Teknolojik bükme deneyi ve üstüne kaynatarak bükme deneyi standartlardan çıkartılmıştır.

- Fosfor ve kükürt oranlarının ve aynı şekilde Fe 430 (St 44) cinsindeki C oranının azami değerleri düşürülmüştür.

- Fe 510 çelik cinsinde (Fe 510 B dışında) kaynak edilebilirlik göz önünde bulundurularak kimyasal bileşim (Karbon oranının Nb, Ti, V oranları ile bağlantılı olarak azami değerleri) ve / veya Karbon eşdeğerinin azami değeri için özel maddeler konulmuştur /3/.

VI. BORU MALZEMELERİNİN KAYNAKLANMASI, SEÇİMİ VE KAYNAK KAİDELERİ

6.1. Endüstriyel boru hatlarının kullanıldığı yerler.

Endüstriyel boru hatları ki bunlar sanayi kuruluşlarının fabrika içi boru hatlarıdır , prosese yönelik işletmelerde bir çok görevi vardır. Bunlar;

- Anorganik ve organik kullanım malzemelerinin enerji (örneğin ; buhar, organik ısı taşıyıcıları, yanar gaz, fuel - oil) , soğutma malzemeleri (örneğin; su, amonyak ve floro cloro karbon gibi soğutma malzemeleri) ve üretim malzemelerinin (örneğin; azot, oksijen , basınçlı hava, su) tesise taşınması

- Kullanım malzemelerinin , ana mamüllerin , enerjinin soğutma ve üretim malzemelerinin tesis içinde taşınması.

- Mamüllerinin dolum istasyonlarına veya depolama tanklarına taşınması.

- Tesisden ve buna bağlı yardımcı işletmelerden gelen artık maddelerin tesis sınırlarının dışına taşınması.

Buna karşılık uzun boru hatlarının görevi bir maddenin büyük miktarlarda uzun bir mesafe taşınmasıdır. Bunlar ;

- Enerji taşıyıcılarının tüketiciye (örneğin ; su, hava gazı veya doğal gaz)

- Kullanım maddelerinin işleyiciye (petrol, doğal gaz)

Isı taşıyıcılarının tüketiciye (merkezi ısıtmaya) taşınmasıdır.

Bu maddelerin sorunsuz taşınmasında boru sistemlerinin prosese yönelik ve emniyetli olarak yapılmasının yanında boru bağlantılarındaki kaynakların özellikle önemi vardır. Kaynakçının eğitiminin yanında izin verilmeyecek hataların ortadan kaldırılması gerekmektedir. Örneğin boru malzemesindeki bünye değişikliklerinden dolayı ısı tesiri altındaki bölgede ve kaynak iç gerilmesi konularında kaynak dikişlerinin korozyona karşı dayanımına dikkat edilmelidir /3,9/.

6.2. Boru Malzemelerinin Seçimi

Boru malzemelerinin seçimi kullanım amacına ve taşınacak malzemeye göre değişir. Endüstriyel boru hatları için gereken malzemeler bundan dolayı alaşimsız çeliklerden alaşımli çeliklere kadar RESİM 6.1. ve NE metallerinden çok çeşitli yapay malzemelere

kadar uzanır. Seçim için önemli olan ilk önce maddedir ve buna bağlı olarak basınç ve sıcaklıktır. Bu seçimle yardımcı bilgiler normlardan, kaidelerden ve her maddenin değerlerinden bunun yanında da üreticilerin madde konusundaki spesifikasyonlarından alınabilir. Bu arada özellikle üreticilerden malzemelerin korozyona karşı dayanımı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Korozyon dayanım değerlerinin et kalınlığı hesaplarına korozyon marjı olarak yansır. Seçilen malzemelerin işlem imkanları ve burada özellikle kaynak edilebilirlik ve kaynak emniyeti ki bunlar boru hatlarının yapımında çok önemlidir.

Giren Ürün	Yardımcı Ürün	Yarı mamül ve mamül	Kullanılan malzeme		
Hafif Benzin (L D F)		Etilen	$CH_2 : CH_2$	Buhar Oksijen Nitrojen Basıncılı hava Soğutma suyu Kazan suyu Soğutma tuz çökeltisi	
		Etanol	C_2H_5OH		
		Etilen glikol	$HOCH_2 CH_2 OH$		
		Propen	$CH_3 CH : CH_2$		
		Hidroklorik Asit HCl	Propan oksit		$CH_3 \cdot CH \cdot CH_2 O$
		Bakır tozu	Benzol		C_6H_6
		Fosforik Asit H_3PO_4	Tolien		$C_6H_5CH_3$
		Sülfirik Asit H_2SO_4	Nitrik asit		HNO_3
			Akril nitrik		$CH_2 : CH CN$
			Hidrojen siyanür		HCN
			Amonyak		NH_3
			Bütadiyen		$CH_2 : CH CH CH_2$
	İzobütülen	C_4H_8			
Malzeme : C - Çelik	C - Çelik Cr- ve CrNi- alaşımsız Çelik Aluminyum Bakır		Alaşımlı ve alaşımsız C - Çelik		
Basınç : 3 bar	maksimum 110 bar		maksimum 200 bar		
Sıcaklık : Çevre sıcaklığı	-105 °C 'den mak. 800 °C 'ye kadar		maksimum 550 °C		

RESİM 6.1. Petrokimyasal tesislerin üretim bilgileri ve boru hatlarının kullanılma kriterleri

Burada planlamacı , malzeme eksper ve kaynak eksper arasındaki çalışma önemlidir. Boruların dikişsiz veya kaynaklı yöntemi ile imal edilmesi sadece ekonomik bir sorudur. Ancak uzunlamasına dikişli alaşımlı borular dikişsiz borular gibi korozyon dayanımı konusunda aynı özellikleri göstermelidir. Bu da kaynak sırasında ve sonrasında ek bir işlemten geçmelerini gerektirebilir.

Boru hatlarının döşenmesinde yapay malzemeli boruların kullanılması istisnai bir durumdur. Bu iş özel bilgiler ve tecrübeler ister. Uzun boru hatlarında kullanılan

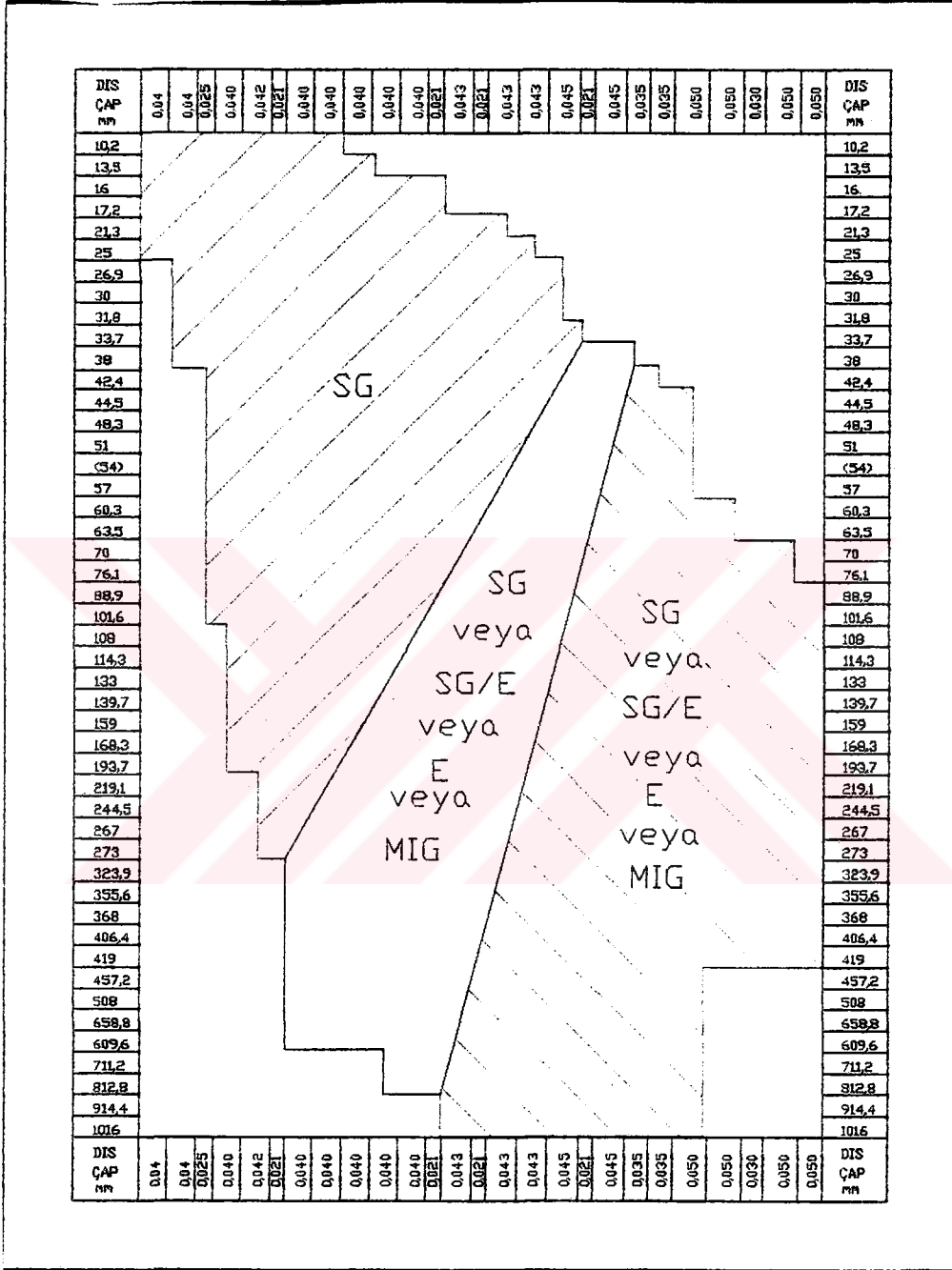
malzemelerin seçimi için daha basit seçim kriterleri vardır. Burada basınç ve miktardan hesaplanan boyutların önemli bir rolü vardır. Sıcaklığın büyük bir önemi yoktur. Çünkü taşınan maddeler genelde çok az korozyon yaparlar veya hiç yapmazlar. Özel malzemeler alaşimsız ve düşük alaşımli boru malzemeleri için olan normlarda örneğin DIN 1626, DIN 1628, DIN 1629, DIN 1630 ve DIN 17172' de bulunabilir. Burada da dikişsiz veya kaynaklı form ekonomik bir faktördür.

Kaynak edilebilirlik

Planlama esnasında bile göz önünde bulundurulmuş kaynak edilebilirlik endüstriyel boru hatlarında veya uzun taşıma hatlarının üretimde önem kazanır. Malzemeye bağlı olarak üretim kaynak tekniği kaidelerine bağlıdır ve bunlar ön hazırlıktan son işlemlere kadar detaylı bilgiler içerir. Yöntemin seçimi, dikişin hazırlığını ve ilave kaynak malzemelerinin seçiminde etkilidir. Manuel kaynak yöntemlerinde pratik tecrübeden gelen bilgiler vardır ve bunlar verilere göre kaidelerde gerekli yöntemi tavsiye eder. RESİM 1.3 - 12, 1.3 - 13 Bu arada bölgesel şartlara dikkat etmek gerekir. Dikiş hazırlığı ve ek malzeme genelde ilişkili normlarda alınmalıdır. Ama endüstriyel hatlarının yapımında bu her zaman mümkün olmamaktadır. Bu durumda boru hattının, boru malzemesinin, kaynak ek malzemesinin üreticileri ve işletmecisi arasında özel şartların tanımlanması için görüşmeler gerektirmektedir /8,9/.

DİS ÇAP MM	NİRMAL ET KALINLIĞI	1,4	1,6	1,8	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4	4,5	5	5,6	6,3	7,1	8	8,8	10	11	12,5	14,2	16	17,5	20	22,5	25	DİS ÇAP MM	
20	2																										20	
21,3	2																											21,3
25	2																											25
26,9	2																											26,9
30	2																											30
33,7	2																											33,7
38	2																											38
42,4	2																											42,4
44,5	2																											44,5
48,3	2,3																											48,3
57	2,3																											57
60,3	2,3																											60,3
76,1	2,6																											76,1
88,9	2,9																											88,9
101,6	2,9																											101,6
108	2,9																											108
114,3	3,2																											114,3
121	3,2																											121
133	3,6																											133
139,7	3,6																											139,7
159	4																											159
168,3	4																											168,3
177,6	4,5																											177,6
193,7	4,5																											193,7
216	4,5																											216
219,1	4,5																											219,1
244,5	5																											244,5
267	5																											267
273	5																											273
318	5,6																											318
323,9	5,6																											323,9
355,9	5,6																											355,9
368	5,6																											368
406,4	6,3																											406,4
419	6,3																											419
457,2	6,3																											457,2
470	6,3																											470
508	6,3																											508
521	6,3																											521
658,8	6,3																											658,8
609,6	6,3																											609,6
660,4	7,1																											660,4
711,2	7,1																											711,2
762	8																											762
812,8	8																											812,8
863,6	8,8																											863,6
914,4	10																											914,4
1016	10																											1016
DİS ÇAP MM	NİRMAL ET KALINLIĞI	1,4	1,6	1,8	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,5	5,6	6,3	7,1	8,8	12,5	14,2	16	17,5	20	22,5	25	DİS ÇAP MM						

RESİM 6.2. Gaz, koruyucu gaz ve elektrik ark kaynağı için kullanım alanları. Bunlar alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerden oluşan DIN 2448 ve DIN 2458 ile belirlenen Boru Çapı / Et Kalınlığı kombinasyonları için



RESİM 6.3. Östenik ve paslanmaz çeliklerin DIN 2462 ve DIN 2463 ile belirlenen Boru Çapı / Et Kalınlığı kombinasyonları için elektrik ark kaynağı ve koruyucu gaz kaynağı için kullanma alanları.

6.3. Örnek Problem

X2 Cr Ni Si 18 15 (W - Nr 1.4361) malzemesi %4 oranında Si ihtiva eder ve genelde tesislerde yüksek konsantrasyonlu Nitrik Asit' in (HNO_3) üretimi ve depolanmasında kullanılır. 850 - 650 °C sıcaklık aralığında yapı malzemesi bünyesinden bir takım malzemeleri atarak Nitrik Asit'le birleşerek korozyon dayanımını düşürür. Bu sıcaklıklara (ve gerekli bünye dışına atma zamanları) kaynak esnasında yani dikiş soğurken erişilir. Bundan dolayı soğuma sıcaklığını ve soğuma zamanını önemli ölçüde azaltmak için tedbirler alınmalıdır. Bunun için şu imkanlar vardır;

- Dikiş hazırlığında ürünün değıdiği kaynak tarafı en son olarak ve efektif bir soğutma ile kaynatılabilmesine dikkat edilmelidir. (Arka taraftan su veya hava duşu)
- Manuel kaynaklama öyle yapılmalıdır ki kaynak banyonun direkt olarak arkasında bir yardımcı dikiş kaynağına engel olmadan soğutmalıdır.
- Tüm yapı malzemesi 1050-1100°C 'ye kadar ısıtılır ve çok kısa bir zamanda (saniyeler mertebesinde) çeliğe su verilerek sertleştirme işlemi yapılır.

Malzemenin bünyesinden bir takım malzemelerin atılması engellemek için önemli bir tedbir ilave malzeme imalatçısı ile konuşarak eriyik kaynak malzemesindeki C oranını % 0.01 'in altına düşürmektedir.

Boru hatlarının planlama, yapım ve denetimi eksperlerin anlamlı bir grup çalışması ile işletmecinin çalışanlara ve doğanın korunmasına karşı olan sorumluluklarından dolayı önemlidir /8,9/.

VII. KAYNAK EDİLECEK PARÇALARIN KONSTRUKSİYONLARININ HESAP EDİLMESİ VE KONSTRUKSİYONLARININ MEYDANA GETİRİLMESİ .

KAYNAKLI ÇELİK KONSTRUKSİYONLARDA YAPI PARÇALARINA UYGULANAN DENEYLER İLE EKONOMİKLİĞİN ARTTIRILMASI

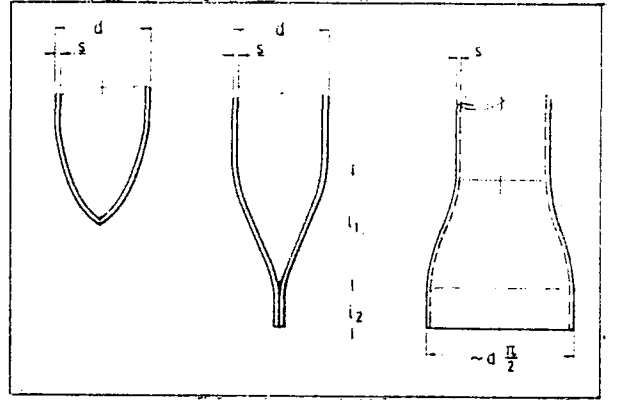
Deney tekniğinin önemi kalite artırıcı önlemlerde ve yapı mukavemetinin tespitinde veya yapım parçalarının optimazasyonunda çok büyüktür. Ekonomik avantajlarda bu faktörlere yakından bağlıdır. Bu deneyler çerçevesinde örneklerle norm dışı kalan konstruksiyonlar gözler önüne serilir. Yapı parçalarına uygulanan deneyler neticesinde ulaşılan ekonomikliğin artırılması taşıyıcı yüklerin verilmesi ile sağlanır.

Basit kaynak ağızlı boruların düğüm noktalarındaki taşıma kabiliyetleri :

Hareketsiz durumdaki içi boş çelik profillerden oluşan taşıyıcıların ölçümü DIN 18808 ile açıklanmıştır. Bu norm özellikle yuvarlak ve dörtgen boş profillerin düğüm noktaları ile ilgilidir. Yuvarlak boş çelik profillerden bu norma göre taşıyıcılar üreten firmalardan birbirine kaynatılacak yuvarlak içi boş profilleri birbirine uydurmak için uygun tertibatlara sahip olmalıdırlar. Bunun anlamı da kaynak ağızı hazırlığının koordinatlarla yönetilen oksijenle kesme makineleri ile yapılmasıdır. RESİM 7.1' de bu tip makinelerle kaynak ağızı hazırlığı yapılan bir düğüm noktası görülmektedir.



RESİM 7.1. Koordinat kontrollü oksijenle kesme makinesi ile boru profilleri düğüm noktalarının kaynak kenarı hazırlığı



RESİM 7.2. Uç birleştirme formları

Böyle bağlantıları kolaylaştırmanın bir yolu boru uçlarını sıcak veya soğuk durumda birleştirmektir. RESİM 7.2' de çeşitli uç birleştirme şekilleri görülmektedir. Bu tür bağlantılar şimdiye kadar normlarla belirlenmemiştir ve yapı endüstrisinde izine tabidir. Çünkü örnek olarak her uç birleştirme türü ve şekline göre uçları ezilmiş çubukların uç kısımlarında değişik kırılma davranışı olur ve yükler çizgisel olarak alt konstruksiyona veya konstruksiyonun kemer çubuklarına iletilir. Buna karşılık burada basit işlemler ve oldukça kolay bir kaynak tekniği ile üretim imkanı vardır. RESİM 7.3' de uç kısmı birleştirilmiş boruların düğüm noktaları görülmektedir. Bu arada düğüm noktasına bağlantılardaki yuvarlak içi boş profillerde ve çubuklarda kısmi bir doğrultma işlemi uygulamak gerekli olabilir. RESİM 7.4' de böyle bir düğüm noktası görülmektedir. RESİM 7.5' de kaynak işlemine kısmi bir birleştirme işlemi yardımcı olmaktadır.



RESİM 7.3. Ucu tamamen büzülmüş borular ile bağlantı

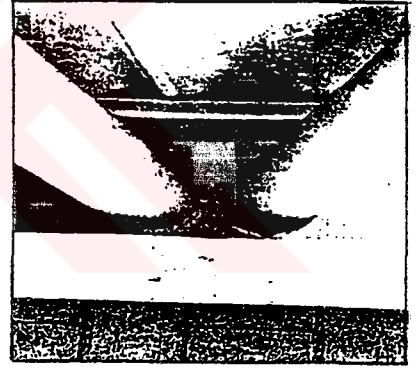
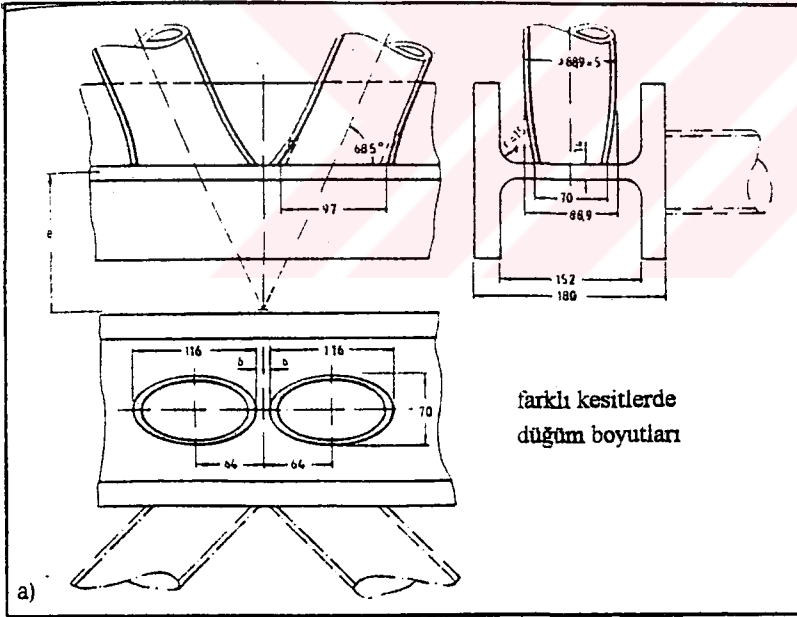


RESİM 7.4. Kısmen uçları büzülmüş boruların kullanıldığı bir uçak hangarının düğüm noktaları



RESİM 7.5. Üç destekli bir bağlantıda boruların uçlarının kısmen büzülmesi

Uç birleştirme işlemi kaynak tekniğinin getirdiği bir zorunluluk neticesinde de olabilmektedir. Böyle bir uygulamaya örnek olarak vinç yapımı gösterilebilir. Döner kule vinçlerde statik hesaplara göre kulenin ayakları HEM 180 hadde profil ile yapılmalıdır. Bu aradada (çapı 88.9 x 5.0) olan yuvarlak borular dolgu çubuğu olarak kullanılabilir. Bir hadde profili olan I taşıyıcıların kaynağında bazı durumlarda bir takım sorunlarla karşılaşılabilir. Örnek olarak RESİM 7.6' da görülen yüksekliği 152 mm ve yuvarlatma yarı çapı 5 mm olan bir hadde profilinin çapı 88.6 mm ve et kalınlığı 5 mm olan bir boru ile kaynağı için yeterli bir yer yoktur. Bunun gibi durumlarda boruların uçları kısmen birleştirilerek hatasız bir kaynak yapılmasına imkan verilir. Bu tip birleştirmelerde diğer bir problemde, boruların sistem çizgilerinin profilin orta noktasının uzak bir kenarında kesişmesidir Ortaya çıkan bu eksantriklik (RESİM 7.6.a' da e harfi ile gösterilen) halen hazırda geçerli DIN normlarının matematiksel sağlamalarına uymayan momentler meydana getirmektedir. Yapılan yük taşıma deneyleri ile bu bağlantıların yeterli emniyet değerlerine sahip olduğu ve yeterli derecede ekonomik bir konstruksiyon meydana getirdiği saptanmıştır /4,7/.



RESİM 7.6.

a) Ucu kısmen ezilmiş boruların bir dönel kule vinç konstruksiyonu için daha kolay kaynak edilmesi

b) Taşıma deneyinden sonra RESİM 7.6.a' ya göre düğüm noktası görülmektedir

Bir köprülü vinçte kemerler hadde ürünü taşıyıcılardan oluşmalıdır. Ayrıca aynı profildeki hadde ürünü taşıyıcılar kendi rayları içinde kullanılmaktadır. Bu arada kafes çubuğu olarak uçları ezilmiş borular kullanılmıştır. Daha basit kaynak dikişi oluşturmak için kafes çubukları arasında belirli bir aralık gerekmektedir. Aralık verilmez ise düğüm noktasında ezilmeden dolayı çizgisel yüklerin binmelerinden dolayı kemer flanşlarında

şekilsel bozulmalar meydana gelebilir. Bundan dolayıdır ki iki kafes çubuğu arasındaki aralık mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Aralığın sıfır tutulması ideal durumdur. Ancak bu durumda eksantiriklik nedeni ile momentler o derece büyük olur ki kemer profili bu mekanik yükleri taşıyamaz. Sistematik olarak yapılan deneyler sonucunda aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

RESİM 7.7' den görüldüğü gibi kemer flanşında bir kırma deneyinden sonraki kalıcı şekil bozuklukları az olmaktadır. Yalnız bunun için konstruksiyonda uygun seçilmelidir. Bu durumda kafes çubukları arasında sıfır yada çok küçük olan bir aralık optimal konstruksiyon formu olarak belirlenmelidir.

Daha büyük bir aralık verilmesi durumunda bağlantı bölgesinde daha düşük yüklemelerde bile kemer flanşında büyük şekil bozuklukları meydana gelir. RESİM 7.8 bu durumu göstermektedir.



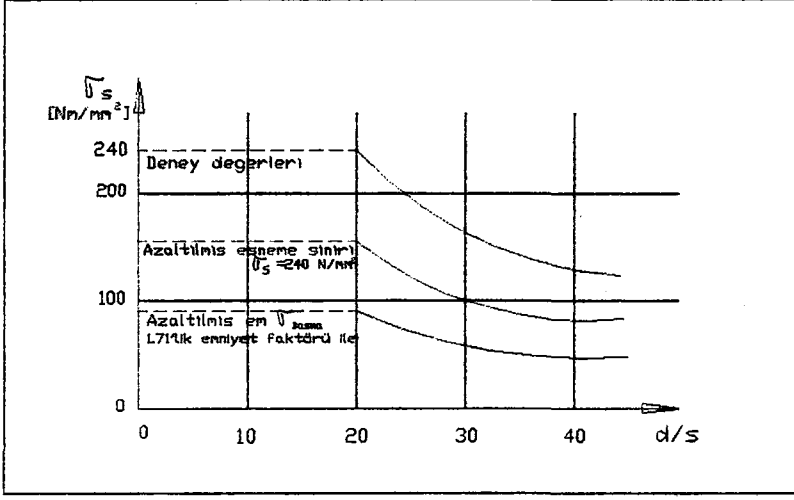
RESİM 7.7. Ucu tümüyle ezilmiş az aralıklı diagonal bir düğümün yük deneyinden sonraki durumu



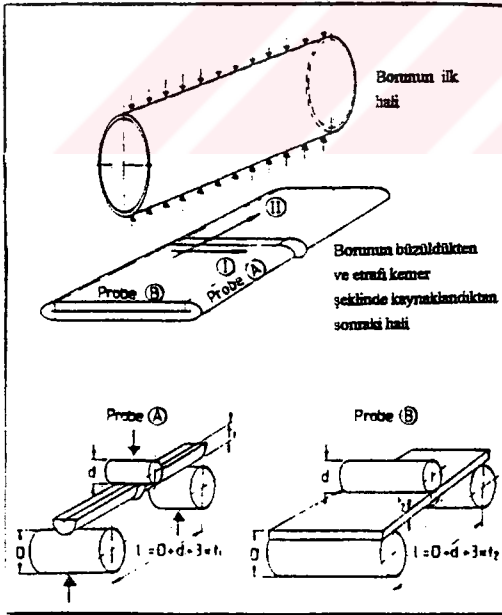
RESİM 7.8. Büyük aralıklı düğüm noktalarının yük deneyinden sonraki durumu

Çelik yapılarda takviye parçası kullanmadan kaynak yapılması ekonomik açıdan avantajlar getirdiği için sık sık kullanılmaktadır.

Ucu tamamen ezilmiş borularda emniyetli gerilmeler için uç ezmenin türüne göre (sıcak yada soğuk) azalma diyagramları verilebilir. RESİM 7.9' da ucu ezilmiş baskı altındaki bir çubuk için bir ölçüm diyagramı verilmektedir.

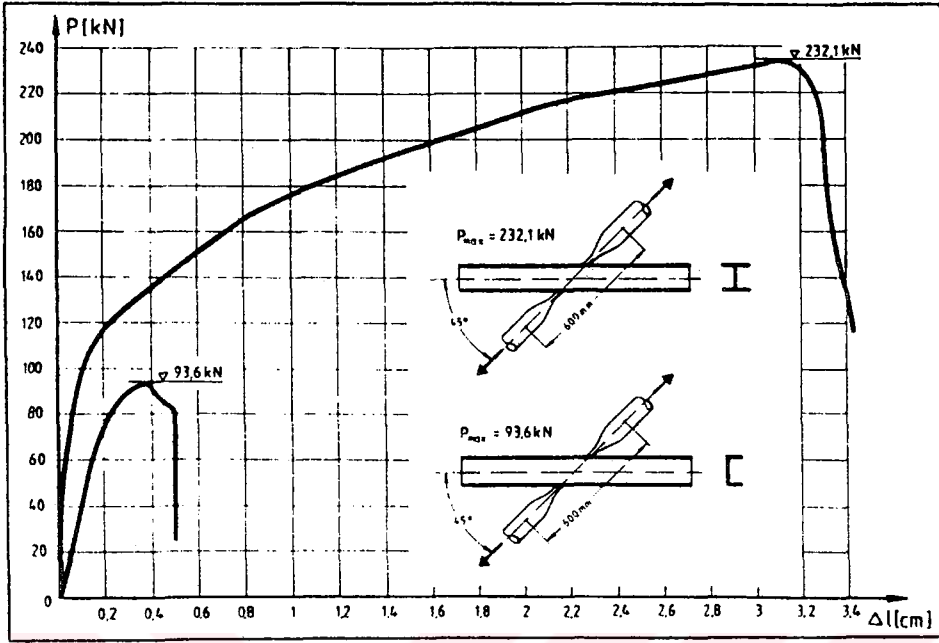


RESİM 7.9 Ucu ezilmiş boruların baskı deneylerinden çıkan sonuçlar ve kullanımı



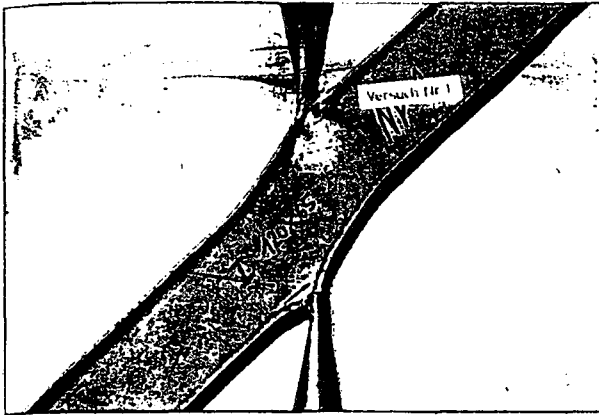
RESİM 7.10. Ucu ezilmiş boruların kaynaklanmasında gevrekleşme deneyi

Uç ezilmesi ile ilgili şimdiye kadar yapılan araştırmalarda herhangi bir problem çıkmamasına rağmen "soğuk şekillendirilmiş bölgelerde kaynak" konusuna dikkat edilmelidir. RESİM 7.10' da görüldüğü gibi boruların uçlarını ezmeden önce bizim için ideal olan malzemenin tespit edilmesi için bir deney yapılması gerekmektedir.

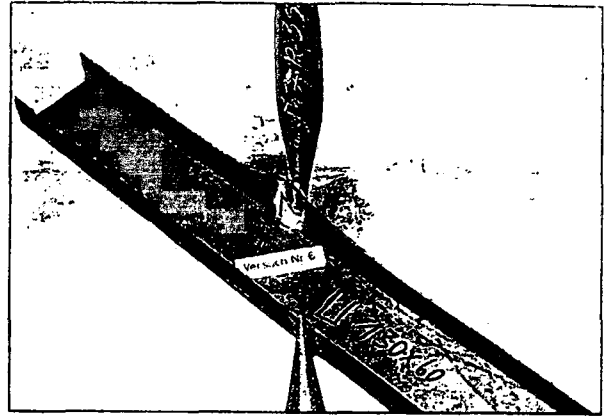


RESİM 7.11. Ucu ezilmiş boruların I ve C profillere çapraz bağlantısında yük - şekil bozulması diyagramı

RESİM 7.11 ve RESİM 7.14' de görülen değişik konstrüktif yapısal şekillerle taşıma yükü arttırılabilir. I profilden oluşan bir kemer çubuğunu C profil ile değiştirirsek büyük şekil bozuklukları ile taşınan yük yaklaşık üç katı kadar arttırılabilir. RESİM 7.12 ve RESİM 7.13' de deneyden sonra numuneler görülmektedir.

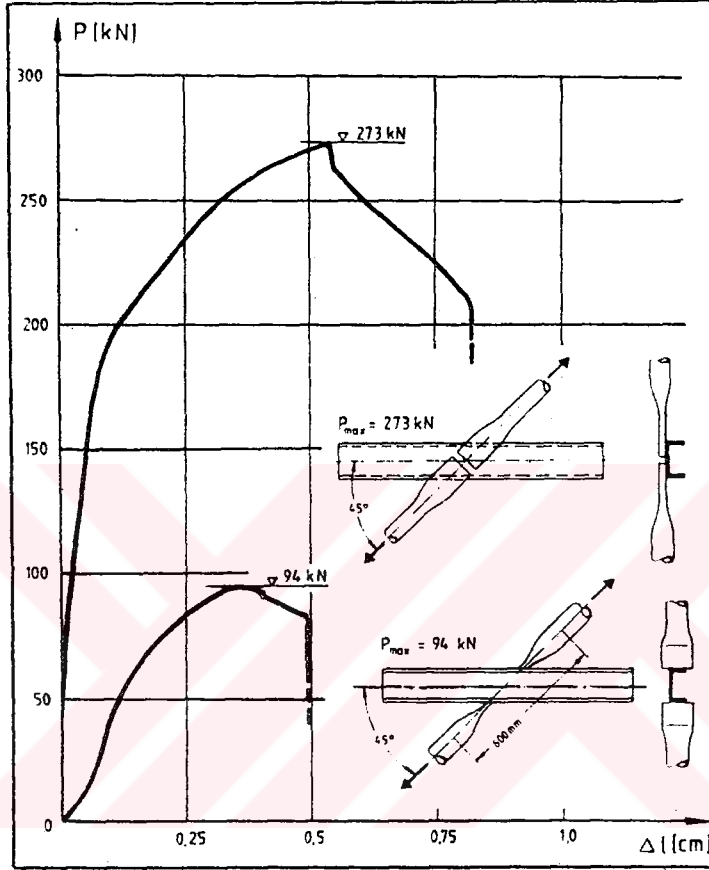


RESİM 7.12. Deformasyona uğramış IPE 120' den oluşan bir kemer çubuğundaki çapraz düğüm

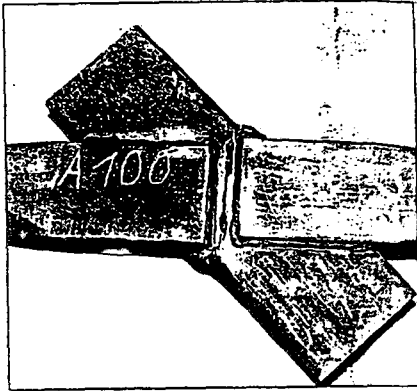


RESİM 7.13. Soğuk şekillendirilmiş bir C profilden oluşan kemer çubuğundaki düğümün deformasyon sonrası

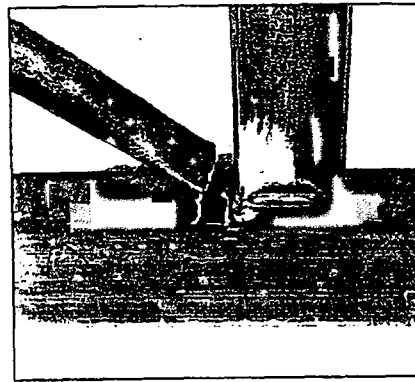
C profillerin kemer çubuğu olarak kullanımında RESİM 7.14' ün üst kısmında görüldüğü gibi kanatlarının yerine gövdesinden bağlantı yapılması daha uygun olur. RESİM 7.15' de gövdeden C profile bağlı boru oçlu numuneyi deformasyondan sonra göstermektedir. Bütün bu tavsiyeler ve veriler takviye edilmemiş bağlantılar için geçerlidir.



RESİM 7.14. Resim 7.11' de C profillerinin kemer olarak kullanıldığı haç şeklindeki düğümlerin yük - şekil değişikliği diyagramı



RESİM 7.15. Resim 7.14' deki numunenin kopmadan sonraki durumu



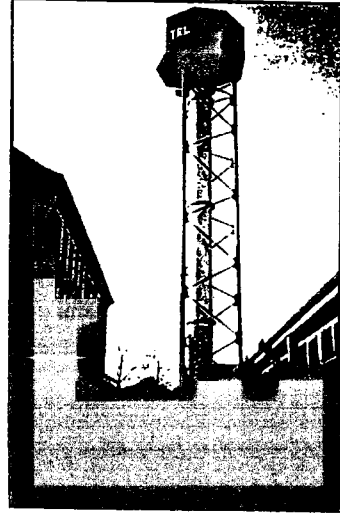
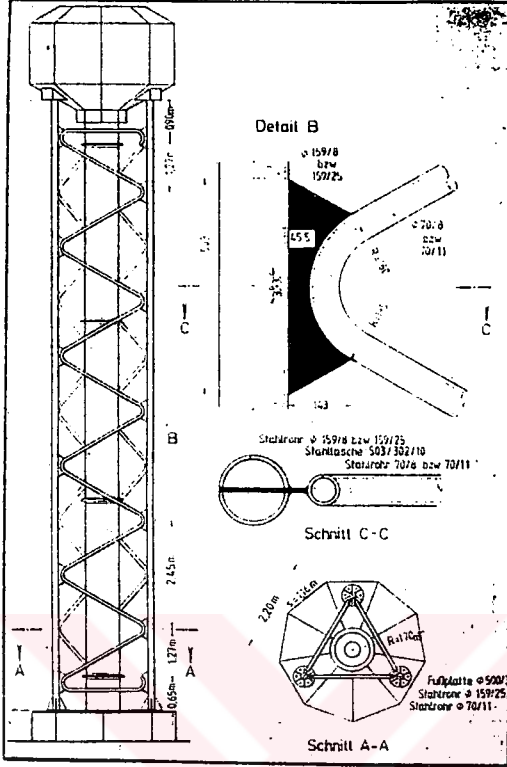
RESİM 7.16. Çekme deneyinden sonra numunenin durumu

Bir çok yapı bu cins düğüm ile ekonomik olarak imal edilebilir. Bunlara örnek olarak yüksek ambar taşıyıcıları ve bina taşıyıcıları gösterilebilir. Bu arada çeşitli kopma türleri göz önünde bulundurulmalıdır ve konstruksiyonun tasarımı da buna göre yapılmalıdır. RESİM 7.16 ucu ezilmiş bir borudan meydana gelmiş bir konstruksiyonun yükleme deneyinden sonraki düğüm noktası görülmektedir. Bu durumda böyle bir diagonal bağlama yerine ucu ezilmiş olan boru I profilin iç kısmına kaynak edilmiş olsa idi daha iyi bir tasarım yapılmış olurdu.

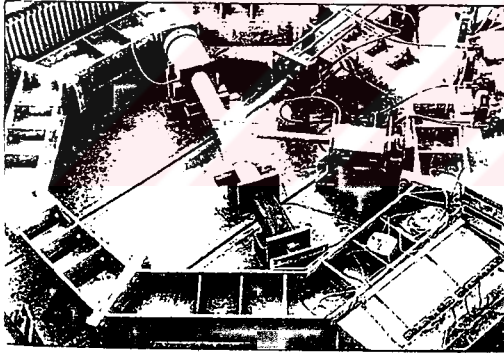
Düğüm oluşturmak için bir başka olasılıkta kafes çubuklarının sıcak halde iken bir kalıp ile bükülerek büküm yerlerinden kemere sokulan bir düğüm sacına kaynatılmasıdır. Bu tür düğümler genelde teknik deneyler ve incelemeler gerektirmektedir. RESİM 7.17 ve RESİM 7.18' de bir kule için gerekli düğüm görülmektedir.



RESİM 7.17. Resim 18'deki düğüm noktasının detayı



RESİM 7.18. Düğüm noktası ile imal edilmiş bir su kulesi (Karlsruhe Üniversitesi)



RESİM 7.19. Deney standı ile gerçekleştirilen bir yük taşıma deneyi

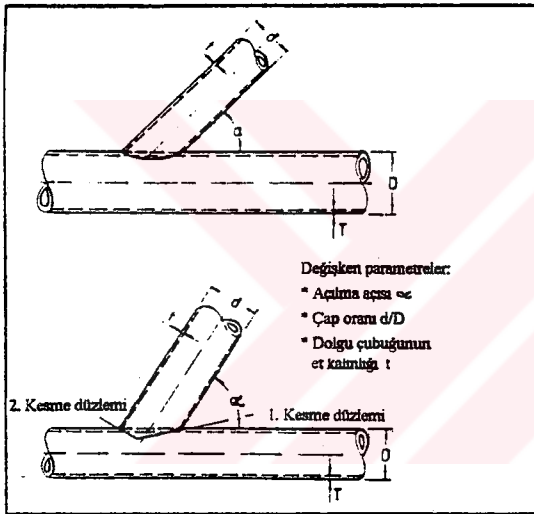
RESİM 7.19' da Karlsruhe Üniversitesi çelik, tahta ve taş inceleme enstitüsünde sekizgen bir deney standında gerçekleştirilen bir düğümdeki taşıma deneyi görülmektedir. Bu stand ile değişik düğüm noktalarındaki değişik yükleme durumlarında taşıma deneylerinin yapılmasına imkan sağlanmaktadır.

Koordinat kontrollü yakarak kesme makinalarının yüksek yatırım maliyetleri ve her makina için alınması gereken izinler nedeni ile küçük ve orta ölçekli sanayide pek fazla kullanılmaz. Çünkü bu çaptaki işletmeler içi boş profilli konstruksiyonları bu yöntemle keserlerse ekonomik açıdan darboğaza düşerler. Burada önemli olan düğüm taşıma özelliğinin yuvarlak içi boş profillerin bağlantı uçlarının testere ile kesilerek hazırlanması yada hangi şartlarda kaynak kenarı oluşumu ve maksimal aralığın hangi testere dışı

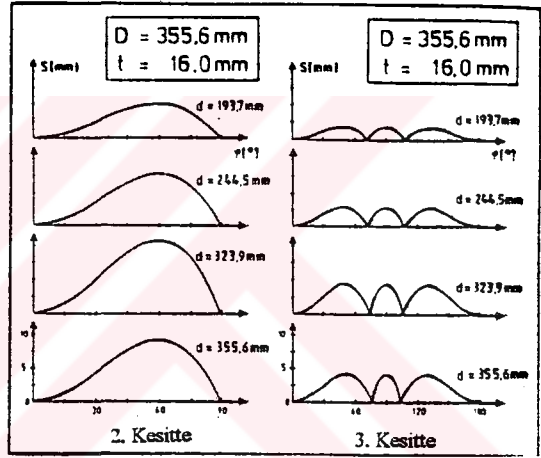
büyüklüğü ile kesilmesi gerektiğidir. Düğüm noktalarındaki maksimum aralık aşağıdaki parametrelere bağlıdır.

- Yatay kesme kesiti sayısı
- Çap oranı d / D
- Kafes çubuğunun et kalınlığı
- α kaynak açısı

RESİM 7.20 bunu şematik olarak göstermektedir. Kesim sayısı gerekli aralığa ve düğümdeki geometrik şekle bağlıdır (RESİM 7.21).

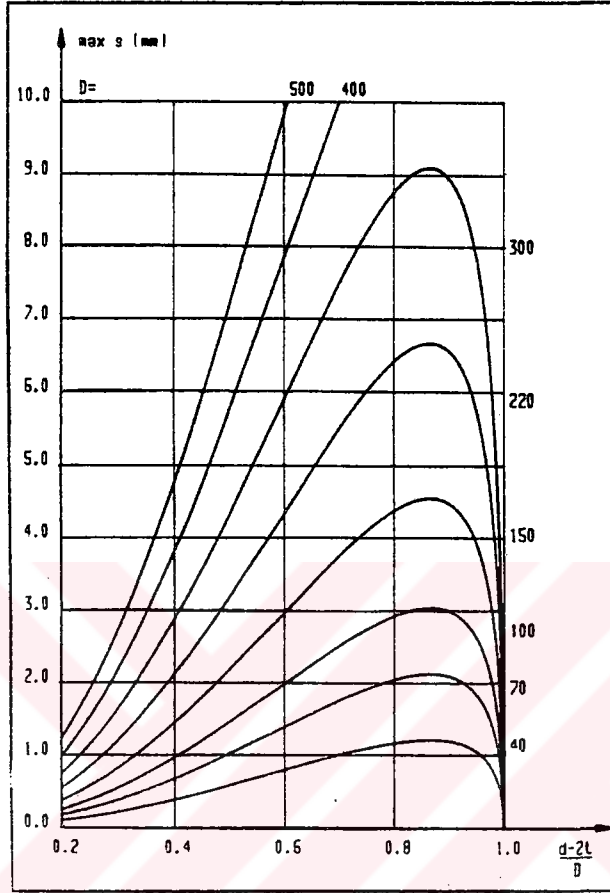


RESİM 7.20. Kesim adımları ve buna bağlı parametreler



RESİM 7.21. Dolgu çubuğu çapına bağlı olarak aralık genişliği

Maksimal aralık genişliklerinin tesbiti için diyagramlar vardır. RESİM 7.22' deki iki kesimli bir düğümdeki aralık genişliğinin tesbitinin nasıl yapılması gerektiği görülmektedir. Deneyler sonucunda 3,0 mm' den büyük aralıkların mukavemeti düşürmeden kaynatılabileceği tesbit edilmiştir.



RESİM 7.22. İki kesme aralık genişliği belirleme diyagramı

Örnek:

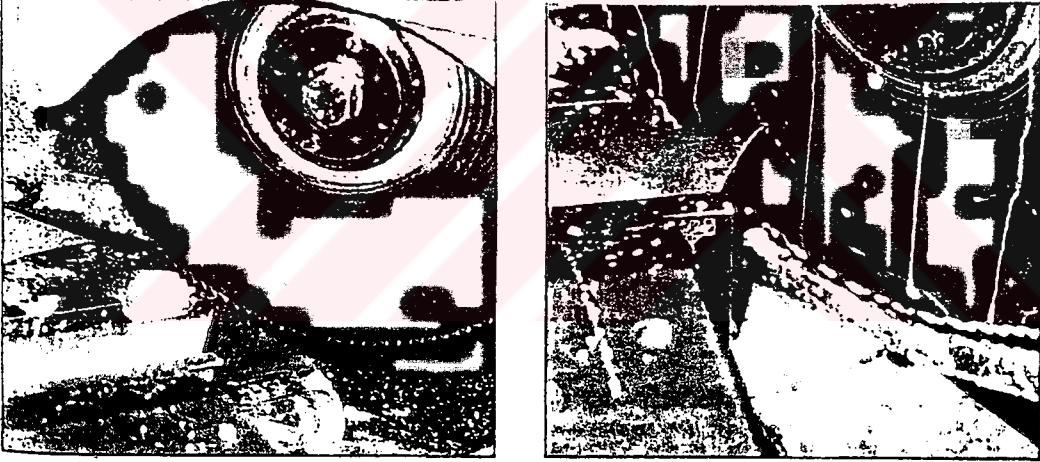
$D=139,7$ mm $T=8,0$ mm $d=101,6$ mm $t=0$ mm ve $\theta=45^\circ$ ile $14,2$ mm' lik maksimal bir aralık kaynak edilmiştir. Bunun için 16 adet $2,5$ mm' lik ve 25 adet $3,0$ mm' lik elektrod kullanılmıştır. Efektif kaynak zamanı da 93 dakikadır. Temizlik vs. gibi zamanlar bu zamana dahil edilmemiştir. Bu numune diyagonal çubuğun akması ile deformasyona uğramıştır. Ekonomik bir kaynak için $4,0$ mm' nin üzerinde bir aralık verilmemelidir. Bundan dolayı ekonomik yönden kesim adedinin 1 artırılması tavsiye olunur.

Bu tip profiller ile ilgili normlar oluşturmak için aşağıdaki öneriler dikkate alınmalıdır.

Yuvarlak boş profillerin bağlantılarında oluşan eğrisel kesim boşluğu, düğüm bağlantısının boyutlarına bağlı olarak kesim adedi ile sağlam temellere dayandırılabilir. DIN 18808' e göre şu şartlar sağlanmalıdır.

- Kaynak işlemi rahat erişilebilir bir banyo pozisyonunda yapılıyorsa ek bir kontrol işlemine gerek yoktur.
- Tavan kaynağı ile yapılan düğümler için kaynakçı ek bir eğitime tabi tutulmalıdır
- Kesim sayısına bağlı olarak izin verilen maksimum aralık 4,0 mm' yi geçmemelidir.

RESİM 7.23' de düz kesimleri ve düz kesimle birbirine uygun hale getirilen düğüm noktalarını göstermektedir /7/.



RESİM 7.23. Çapı 88,9 mm' lik bir borunun kesilmesi

VIII. KAYNAKLARIN ISIL İŞLEMİ

Çelikte 150°C sıcaklık yükselmesi, tam rijit bir konstrüksiyonda kalıcı gerilmelerin oluşmasına sebebiyet verir. Sıcaklık 300°C civarına vardığında, kalıcı gerilmeler akma sınırı mertebesine varırlar. Bu olaydan gerilim giderme işleminin önemi anlaşılmaktadır. Dikişin iki yanındaki ana metal bölgeleri, kaynak sırasında ileri dercede ısınırlar (ITAB). Soğuma esnasında bu bölgeler çeker. Ancak bu çekme kaynak metalinin çekmesinin ters yönünde olur. Dolayısıyla ana metal, dikiş içindeki gerilmeleri daha da artırıcı bir davranış içindedir. Hatta ana metalin, dikiş içindeki gerilme payı %90'a varır.

Kaynağın ısıl işlemi, biri "hazırlık" döneminde, ikincisi doğruca kaynak işlemi sırasında, son üç tanesi de kaynak sonrasında uygulanan işlemlerin tümünü içine alan bir deyim olup bunlar;

- Ön ısıtma
- Pasolar arası sıcak tutma
- Son ısıtma
- Gerilim giderme tavlama
- Rejenerasyon ve normalizasyon tavlamasından ibarettir.

Bir kaynak işleminde bunların mutlaka hepsinin uygulanması gerekmez. Koşullara göre bunların bir veya birkaçı ya da tümüne başvurulur. Bazı durumlarda ise hiçbirine gerek duyulmayabilir.

Kaynak dikişi çevresinde sıcaklık dağılımının çok "sert", başka deyimle ısı gradyanının çok dik olması, soğuma hızının çok büyük olmasına götürür ki bu olgular iç gerilmelerin ve bazen çarpılmaların aşırı derecede yüksek olmasına sebebiyet verir. Sonuç olarak;

* *Ön ısıtma*

Isıyı yaymakla herşeyden önce, kaynak işlemi sırasında ideal olarak gerçekleştirilmesine çalışılacak ısıl dengenin bir ölçüde oluşmasına yardımcı olunur. Kaynak dikişi çevresinde sıcaklık dağılımı böylece yumuşayınca ve dikişin soğuma hızı azalınca, iç gerilme ve bunun sonucu çarpılmalar bir ölçüde azalır. Konstrüksiyon şeklinin, dikişin serbestçe çekmesini önlediği durumlarda ön ısıtma daha da büyük önem kazanır.

Yüksek kopma mukavemetli çeliğin kaynak kabiliyeti, içerdiği karbon ve diğer elementlerin oranı arttıkça, azalır. Burada karbonun etkisi diğer elementlerinkine göre

daha fazladır. Çeliğin içerdiği karbon, manganez, nikel, krom, molibden, bakır vs. element miktarı ne kadar artarsa kaynaklı birleşme o denli sert olmaya meğilli olur ve bu sertleşmiş bölgedeki çatlak oluşum eğilimi de o denli yüksek olur /24/.

* Eşdeğer karbon

Çeliğin kaynak kabiliyeti üzerinde yapılmış olan bütün deneyler bizi "eşdeğer karbon" kavramına götürmüştür. Çeliğin kaynak kabiliyeti üzerinde karbon ve öbür alaşım elementlerinin etkisi bu eşdeğer karbon oranıyla belirlenmiştir.

Eşdeğer karbon için çeşitli koşullar dikkate alınarak birçok formül oluşturulmuştur. Aşağıda Dearden ve O'Neill 'in formülü görülmektedir.

$$C_{ES} = C + Mn/6 + Cr/5 + Ni/15 + Mo/4 + V/5 + (Cu/13 + P/5)$$

Burada Cu ve P 'un yüzdesi 0,05 'i geçtiğinde hesaba katılır /23/.

$C_{ES} <$ yüzde 0,45 için kaynak kabiliyeti göreceli olarak iyidir. $C_{ES} >$ yüzde 0,45 için özel önlemler gerekli olur ve aşağıdaki sıcaklıklarda bir ön ısıtma genellikle uygulanır:

$$C_{ES} = \% 0,45-0,5 \quad \text{için } 100^{\circ}\text{C}$$

$$C_{ES} = \% 0,5-0,55 \quad \text{için } 150^{\circ}\text{C}$$

$$C_{ES} = \% 0,55-0,6 \quad \text{için } 200^{\circ}\text{C}$$

$$C_{ES} > \% 0,6 \quad \text{için } 200-350^{\circ}\text{C}$$

Yukarıda sayılan işlemler ve uygun kaynak süresi çoğu kez istenilen sonucu vermesine rağmen bazen özel kaynak malzemelerine gerek duyulabilir. Özellikle alaşımli çeliklerin kaynağında kaynak dikişi çatlamasından kaçınmak için 200°C'lik bir ön ısıtma işlemi gereklidir. Aksi durumda hidrojen çatlamlara sebebiyet verir /23,24/.

* Pasolar arası sıcak tutma

Ön ısıtmanın uygulandığı durumlarda bu sıcaklığın pasolar arasında muhafazası gereklidir. Çoğu kez sürekli olarak yürütülen kaynaklarda kaynağın kendi ısısı dikişi istenilen sıcaklıkta tutmaya yeterli olur. Aksi halde dışarıdan ısı vermek gereklidir. El kaynağında, çok pasolu çalışmak, kaynak ağzını geniş tutmak ve çalışmayı aralıksız sürdürmek, yavaş ilerleme hızı ile çalışmak, elektroda salıntı vermek gibi önlemler, dışarıdan ısı verme gereksinimini ortadan kaldırabilir.

** Isıl gerilmeler*

Gerilim giderme sıcaklığına çıkarılan çelik büyük oranda genişir. Çelik bu genişmeyi rahatlıkla yapabilmelidir. Eğer buna imkan bulamazsa gerilimlerin giderilmesi amaçlanırken aksine yeni gerilmeler oluşur ki bunlara ısı gerilmeler adı verilir. Bunların akma sınırını aşması halinde distorsiyon, çekme ve basma dayanımını aşması halinde de çatlama meydana gelir.



IX. KAYNAKTA ÇARPILMA VE ŞEKİL DEĞİŞMELERİ

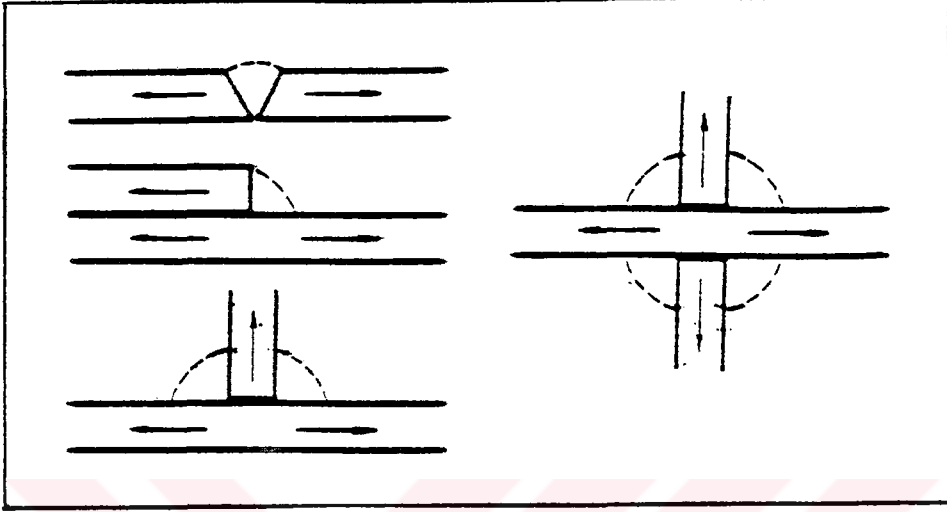
Bütün kaynak yöntemlerinde ortak olan birkaç sorun ya da değişken vardır. Bunlardan biri de çarpılma (distorsiyon)'dır.

Bir kaynaklı konstruksiyonda distorsiyon, kaynak sürecinin ısınma ve soğuma olayı sırasında kaynak metali ile buna komşu ana metalin uniform olmayan genişleme ve çekmesi sonucu ortaya çıkar. Böyle bir olay sırasında birçok etmen metalin çekmesini etkileyip distorsiyonun önceden 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 ısıl genişleme katsayısı ile özgül ısı artar. Bu değişimler bu kez ısı akışını ve uniform dağılımını olumsuz yönde etkiler. Böylece de ısıtma sırasında olup bitenlerin hassas hesabını zorlaştırır.

Bir kaynaklı birleşmede 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 düşük sıcaklıkta normal olarak işgal edeceği hacime çekmeye (büzülmeye) çalışır ama komşu ana metal tarafından tespit edilmiş olduğundan bunu yapamaz. Bu arada kaynak içinde gerilmeler oluşur, bunlar sonunda ana metalin akma mukavemetine varırlar. Bu noktada kaynak gerilerek ya akar ya da incelir. Böylece de düşük sıcaklığın gerektirdiği hacime uyarlar. Bu yöntemle sadece kaynak metalinin akma mukavemetini aşan gerilmeler giderilmiş olur. Bu arada kaynak oda sıcaklığına varır. İçinde yaklaşık olarak metalin akma mukavemetine eşit değerde hapis kalmış çekme gerilmeleri bulunur. Dış unsurları (iş parçasını tutan kelepçe, işkence, mengene vb.) kaldırılacak olursa, içeride hapis kalmış gerilmeler kısmen giderilirken kaynaklı konstruksiyonda distorsiyonlar oluşur.

Yukarıda anlatılanların ışığında kaynağın, esas itibariyle izoterm olmayan tabiatına bağlı sayıda olaya neden olduğu anlaşılır. Ark kaynağı, oksii-asetilen kaynağına göre kalori girdisini daha çok yerelleştirdiği de dikkatle alındığında birleşme tipinin, ana metal içinde ısı dağılımına arzedilen kesitle doğru orantılı olarak etkili olduğu görülür. Bu kesit bir T ve özellikle haçvari birleşmede, örneğin bir alın kaynağına göre daha büyük olacaktır (RESİM 9.1). Sıcak bölümler genişlemeye çalışılacak 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

bölgelerde engel olunacak, böylece de artık ya da kaynağa özgü gerilmeler meydana gelecektir.



RESİM 9.1. Alın, bindirme, T ve haç birleştirme teknikleri.

Bu değişik olguların mekanizması kaynakta şöyle özetlenebilir.

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

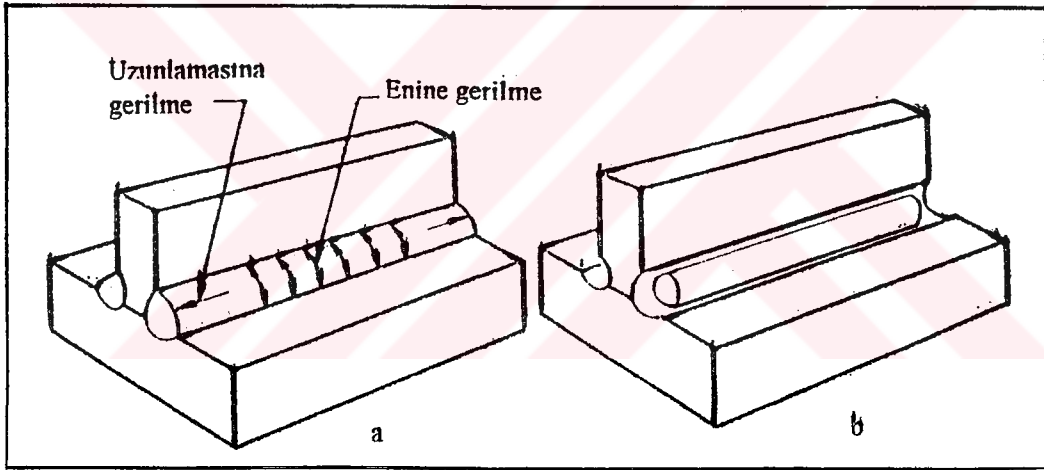
Genellikle gerilmeler ince elementlerde maksimum ve büyük kütleli parçalarda minimum olur. Bu sonuncu durumda kaynakların kendileri bu gerilmelerin etkilerini taşımak zorunda kalırlar ki bu gerilmeler ve çatlama ihtimalleri, çevre sıcaklığının düşüklüğü oranında tehlikeli olurlar.

Bu nedenle, hiçbir suretle 0°C ' in altında bir sıcaklıkta kaynak işlemine girilmemelidir. Bu alt sınır orta ve yüksek karbonlu ve az veya çok alaşımlı çeliklerde (özellikle zırh çeliklerinde) $+5^{\circ}\text{C}$ ' dir.

Bir kaynakta iç gerilmelerin anlaşılmasına başka bir yaklaşım RESİM 9.2' de görülmektedir. İki kalın levhayı birleştiren köşe kaynakları, RESİM 9.2.a' daki gibi uzunlama ve enlemesine artık gerilmeler içerirler. Bu gerilmelerin kaynağın içindeki oluşumu RESİM 9.2.b' de görülmektedir. Burada köşe kaynakları ana levhalardan

ayrılmıştır. Her iki durumda da kaynak metali miktarı aynıdır. Bağımsız haliyle kaynak metali, oda sıcaklığında normal olarak işgal edeceği hacime çekmiştir. Parça tespit edilmemiştir ve gerilme oluşmamıştır.

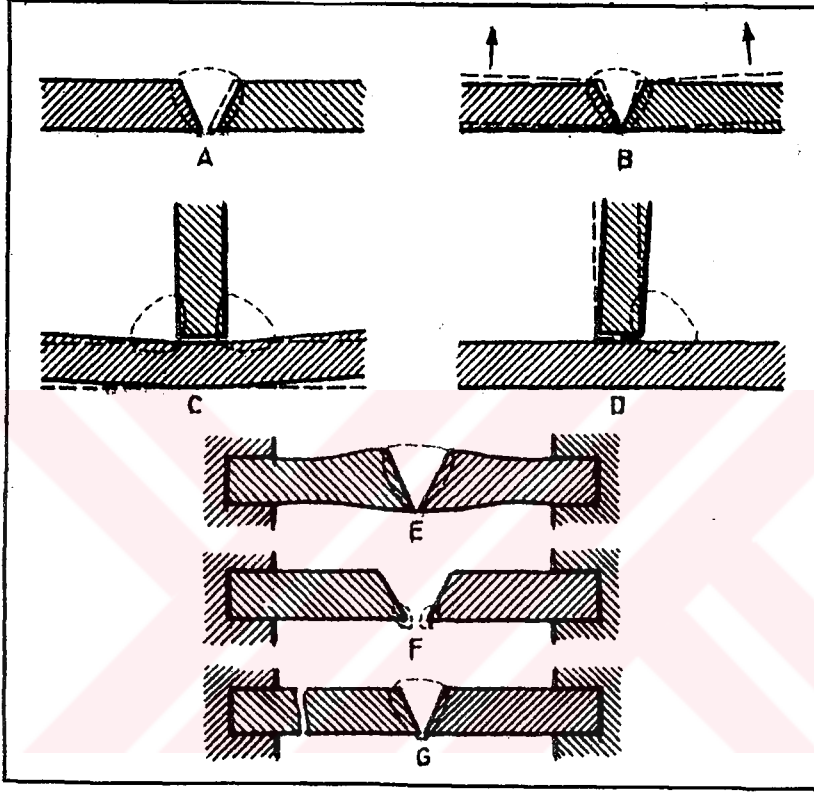
Bu bağımsız kaynağı RESİM 9.2.a' daki hale geri getirmek için parçayı uzunlama ve enlemesine çekmek gerekecektir. Gerilebilmek için kaynak metali akma zorundadır. Ama gerekli ölçülere vardığı zaman parça, kendi akma mukavemetine eşit gerilme altındadır. Bu artık gerilme kaynaklı konstrüksiyonu şekil değiştirmeye zorlar. Verilen örnekte levhalar çok rijit ve kaynak da göreceli olarak küçük olduğundan, levhaların ciddi şekilde şekil değiştirmesi mümkün değildir (şekil değiştirebilseydi, yani konstrüksiyon distorsiyona uğrayabilseydi, artık gerilmeler giderilmiş olacaktı). Bununla birlikte birinci köşe kaynağı çekildiğinde, eğer levhalar rijit şekilde tespit edilmemişlerse, bir açılma distorsiyonu meydana gelecektir.



RESİM 9.2. (a) 'da köşe kaynakları uzunlama ve genişlemesine iç gerilmelere sahip olup bu kaynaklar ana levhadan bağımsız olabiliydi (b) 'de gösterilen boyutlara çekildi. (a) 'daki koşulu yeniden sağlamak için (b) 'deki köşe kaynakları, bunların akma mukavemetini aşacak kuvvetler tarafında uzunlama ve genişlemesine gerileceklerdir.

Kaynağa komşu ana metalde çekme, distorsiyona sebep olan 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 yada metal yer değiştirmesi

takip eder. Ark birleşmeden geçip gittikten sonra ana metal, tıpkı kaynak metali gibi soğur ve çeker. Çevredeki metal ısıtılmış ana metali normal olarak çekmeden (büzülmeden) tutacak olursa iç gerilmeler büyür. Bunlar, kaynak metalinde gelişmiş gerilmelerle birlikte, konstrüksiyonun distorsiyona uğrama eğilimini arttırırlar /24/.



RESİM 9.3

Kaynaklı konstrüksiyonlarda meydana gelen deformasyonlara aşağıdaki farklı esaslar sebebiyet verir:

Basit çekme (büzülme), ya da birleşmenin genişliğinin azalması; bu olay, puntalama işleminden sonra ilk açıklığın azalması (RESİM 9.3 A) sırasında ortaya çıkar.

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 (RESİM 9.3 B).

İki sacın T kaynağında çekilen kaynak dikişinin enine çekmesiyle sacın ki, soğumada bir eğilme etkisi yapar (RESİM 9.3 C ve D). Bu çekme, e/g oranıyla aynı yönde değişir, burada

e = alt sacın kalınlığı

g = kaynak dikişinin boğazıdır.

Kaynak edilecek parçalar, enine çekme serbestçe meydana gelmeyecek şekilde tesbit edilmiş olmaları halinde, aşağıdaki tehlikelere maruz kalabilirler:

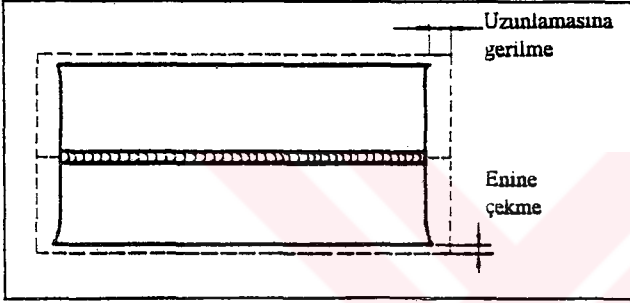
Kalıcı deformasyonlar yaratabilecek artık gerilmeler (RESİM 9.3 E)

Kaynak sırasında paso kopmaları (RESİM 9.3 F)

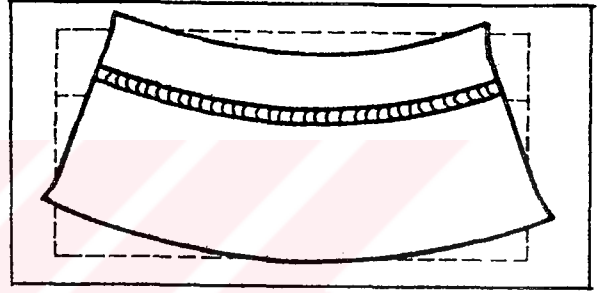
İki parçadan birinin bir zayıf noktasından kopması (RESİM 9.3 G).

X. DİSTORSİYONUN ÖNCE DEN TAHMİNİ VE DENETİMİ

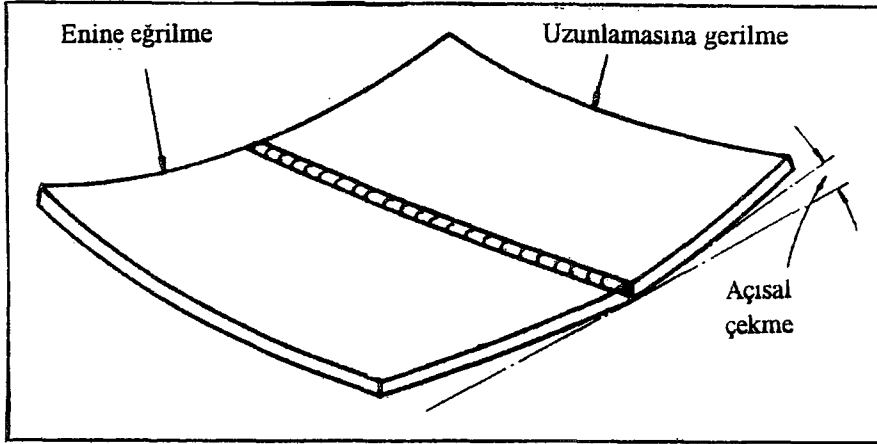
Isıl kaynak ve kesme süreçlerini takibeden büzülme ve distorsiyonlar, özellikle ince saç konstrüksiyonlarda sorun çıkartabilir. Bunun temel nedeni, bu süreçlere bağlı uniform olmayan ısı alanıdır. Bunun sonucunda ortaya çıkan ısı şekil bozulma farkları elastik sınır aşılmadan şekillenemez ve ısı kaynağı konstrüksiyon üzerinden geçip gittikten sonra arkasında kalıcı şekil bozulmaları ve gerilmeler bırakır. Başlıca güçlük belli ilk boyutlardan hareketle imalatın son boyut ve şeklini tahmin etmektedir.



RESİM 10.1. Düzlem içinde çekme



RESİM 10.2. Düzlem içinde eğrilme



RESİM 10.3. Düzlem dışına çıkmış distorsiyonlar

Tipik kaynak distorsiyonlarının nitel görünüşleri, ısı kaynağının hareket yönüne paralel ve dikey yönlerde ileri derecede ısıtılmış bölgenin kendini çekme etkisi göz önüne alınarak anlaşılır. Burada öncelikle düzlem içinde çekmeler oluşur (RESİM 10.1).

Kaynak hattının eğme için nötr eksenine karşılık gelmemesi durumunda, düzlem içinde eğilmeler meydana gelecektir (RESİM 10.2). Konstrüksiyonun nötr eksenine göre kalınlık içinde sıcaklık dağılımı simetrik olmazsa enine ve uzunlamasına düzlem dışına çıkmış eğilmeler meydana gelecektir (RESİM 10.3). Enine eğilme çoğu kez kaynak alanında sınırlı kalır ve daha uygun olarak yukarıda gördüğümüz açısız çekme olarak ifade edilir. Bu düzlem dışına çıkmış distorsiyonlar burkulma eğilimi açısından özel bir önem taşırlar. Çekme ve distorsiyonun bütün şekilleri, ergimiş bölgenin, diğer herşey eşit kalmak kaydıyla kesit alanıyla artma eğiliminde olurlar. Dolayısıyla uygulamaların çoğunda, amaç distorsiyonu azaltmak olduğundan kaynak birim uzunluğu başına ısı girişi asgaride tutulacaktır.

10.1. Malzeme özelliklerinin distorsiyona etkisi

Metalin ısı genleşme katsayısı, ısı iletkenliği, elastikiyet modülü ve akma mukavemetinin yaklaşık değerlerinin bir kaynaklı konstrüksiyonda bilinmesi, tasarımcı ve kaynakçıya distorsiyon sorunun göreceli ağırlığını önceden tahmin etmekte yardımcı olur.

Isıl genleşme katsayısı, bir metalin ısıtıldığında uğradığı genleşme ya da soğuduğunda oluşan çekmenin bir ölçüsüdür. Yüksek ısı genleşme katsayılı metaller, belli bir ısı değişikliği 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 büzülmesi nedeni ile, 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 (paslanmaz çelikler ve nikel esaslı alaşımlar) ısıyı hızlı dağıtmazlar. Yüksek ısı iletkenliğe sahip metaller (Al ve Cu) ısıyı hızla dağıtırlar. Düşük ısı iletkenliğe sahip metaller konstrüksiyonlarda dik bir ısı gradyeni oluştururlar. Bu da kaynakta ve komşu levhadaki 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 ulaşmalıdır. Gerilme ve incelmelerin oluşmasından sonra kaynak ve buna komşu ana metal yaklaşık olarak akma mukavemetlerine girilmiş olurlar. Kaynak alanında bir malzemenin akma mukavemeti ne kadar yüksek olursa, konstrüksiyonu distorsiyona uğratma yolunda etki

yapan artık gerilmeler o denli yüksek olur. Buna karşılık, düşük mukavemetli metallerde 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 önemli derecede artırır. Soğuk işleme de bir çok paslanmaz çelik , bakır ve aliminyum alaşımları üzerinde aynı etkiye sahiptir. Çarpılmayı asgariye indirmek için metaller, mümkün olduğunca tavllanmış olarak kaynak edilmelidir.

Elastikiyet modülü, bir malzemenin rijitliğinin ölçüsüdür. Yüksek elastikiyet modülü bir metal, distorsiyona karşı daha dayanıklı olur /17,24/.

10.2. Kendini çekme ve çarpılma türleri

Kaynak sonrası ortaya çıkan çekme ve çarpılmalar, görünüşlerine göre şu şekilde gruplanırlar.

* *Enine çekmeler*

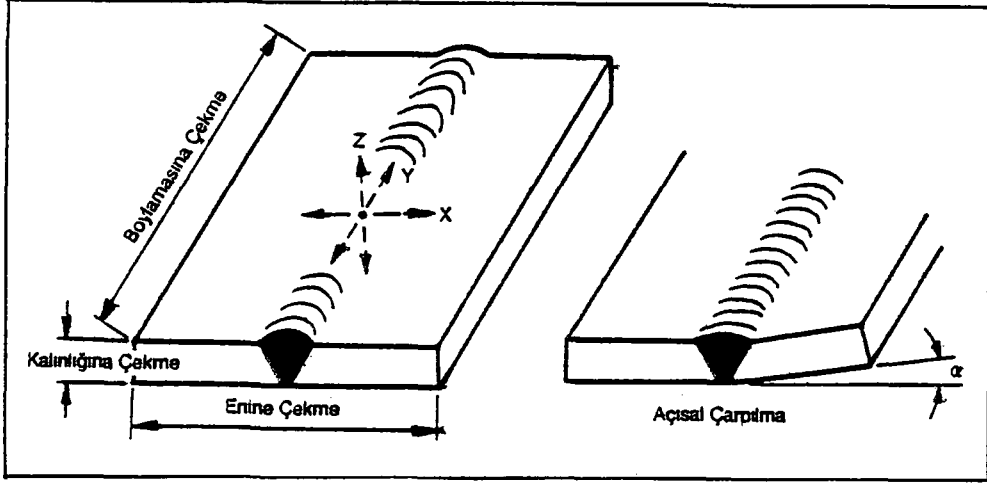
Enine çekme, parçada kaynak dikişine dik eksen boyunca ortaya çıkan kendini çekmedir. Tavlanan kaynak ağzı kenarında bulunan esas metal genişlerken ağız aralığını daraltır ve kaynak banyosunun katılaşma ve soğumasının sonucunda ortaya çıkan kendini çekmenin de etkisiyle enine çekme ortaya çıkar. Bu çekmenin %90 ila %95'i esas metalin ısı uzaması, %5 ila 10'u da kaynak metalinin kendini çekmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Enine çekmenin şiddeti, kaynak bölgesine verilen ısı miktarına, ortalama ağız genişliğine ve dikiş boyuna bağlı olarak değişir.

Bir kaynakta enine çekmelerin düşük tutulması için enine şeridin kaynak çizgisine dikey yönde izafi şekil değiştirmesini dikkate almak gerekir. Bununla birlikte, her bir elementin serbest ısı şekil bozulması bütün yönlerde eşit olduğundan kaynağın enine net çekmesi, uzunlama yönü için hesap edilenle aynı olması gerekir. Ancak bu durumda çekme kaynak bölgesinde yoğunlaşmış olup genişlik üzerinde ortalananmamıştır.

* *Boyuna çekmeler*

Parçanın kaynak dikişi yönündeki ekseni boyunca kendinin çekmesi, boyuna çekme diye adlandırılır. Kaynak yerinin erimesi esnasında, dikişin komşu bölgeleri genişlemek ister, fakat soğuk kısımlar boylamasına uzamaya engel olur ve dolayısı ile ısınmış

kısımlarda plastik bir yığılma oluşur ve soğuma sonucu oluşan bölgelerin kendini çekmesi de boylamasına çekmelerin ortaya çıkmasına neden olur.



RESİM 10.4. Çeşitli çekme ve çarpılma şekilleri

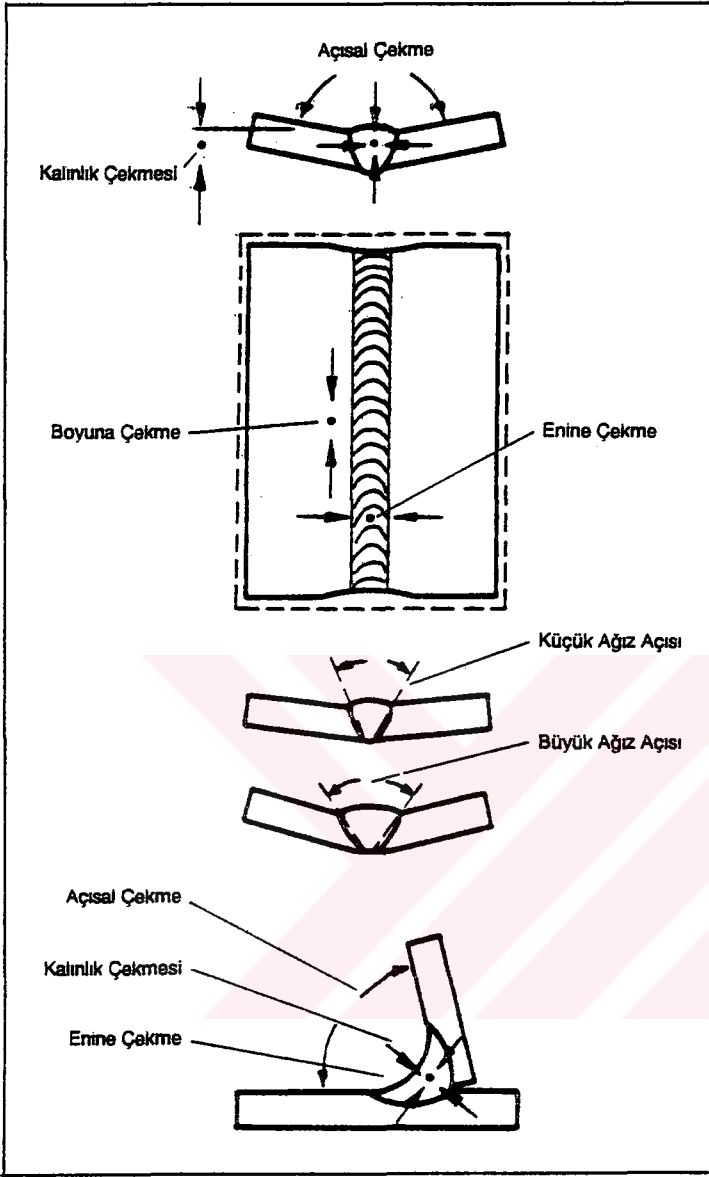
** Açısal distorsiyon*

Açısal distorsiyon enine çekmenin bir özel şekli olup, parçanın ilk başlangıçtaki duruma göre bir α açısı kadar kendisini çekmesidir. Ortaya çıkan açısal çarpılmanın büyüklüğü kaynak ağzının şekline, pasoların miktar ve sarası ile parça kalınlığına bağlı olarak değişir.

Açısal distorsiyon uygun bir kaynak yönteminin kullanılması veya uygun bir kaynak hazırlığı seçimi ile derin nüfuziyetli dar açılı kaynak bölgesi meydana getirilerek daha düşük seviyede tutulur. Buna karşılık yüzey köşe kaynakları ($\theta=90^\circ$) durumunda, açısal distorsiyon çok daha fazla olacaktır. Açısal distorsiyon birinci pasoda daha büyük olma eğilimindedir. Kaynak edilecek levhalar önceden ayarlanarak veya tespit edilerek distorsiyondan büyük oranda kaçınılmış olunur. Bazen simetrik olmayan hazır şekli üç ya da dört pasoda süreçlerinde kullanıp birinci pasoda, kesit sendroidine yakın olarak büyük tarafa çekilir; bundan sonrakiler, kaynağı dengelemek üzere bir alttan bir üstten çekilir.

** Kalınlık çekmesi*

Enine çekme aynı zamanda parçanın kalınlığı doğrultusunda da ortaya çıkar ve kalınlık çekmesi diye adlandırılır. Kalınlık çekmesi ancak oldukça kalın parçaların kaynağında farkedilebilen boyutlara erişir /23,24/.



RESİM 10.5. Kaynaklı bir parça üzerinde çekme türlerinin etkileri

10.3. Distorsiyonun denetimi

İlk ve en önemli nokta, distorsiyonun bütün şekillerinin özgül ısı girdisiyle, yani birleşmeyi tamamlamak için gerekli birim uzunluk başına ısıyla arttığıdır. Isı girdisini ve aynı zamanda genellikle ergimiş metal kesit alanını asgaride tutan yöntemler daha az distorsiyon içereceklerdir.

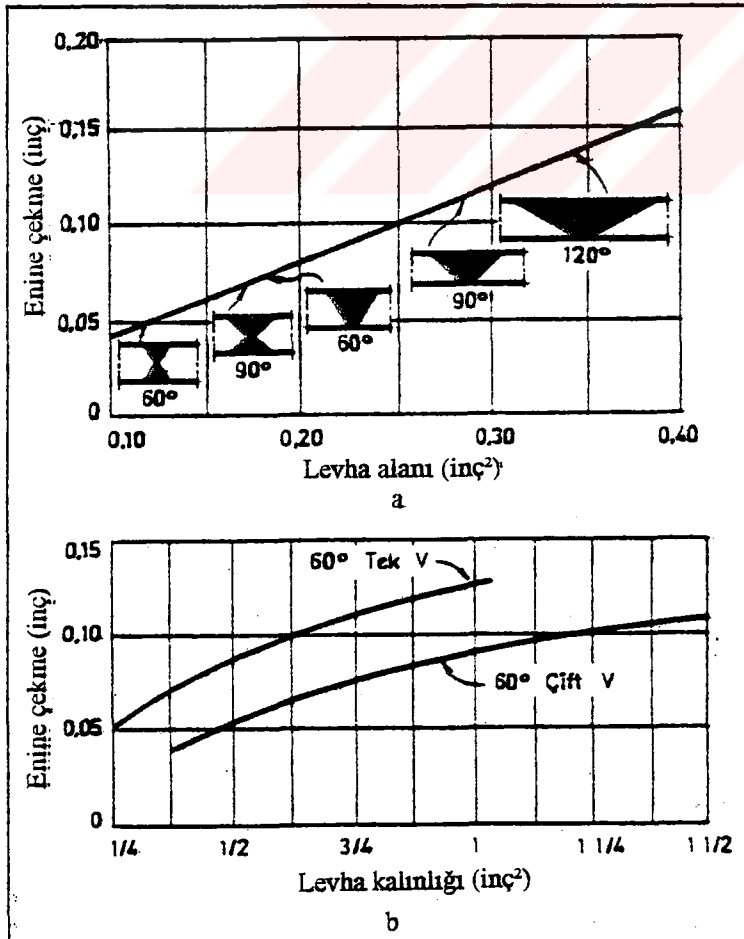
Bir kaynakta bulunan çekme kuvvetini azaltmak için herşey yapıldıktan sonra konstrüksiyonun bu kuvveti çekebilip çekemeyeceğinin saptanması gerekir. Uzunlamasına çekme durumunda kesit alanıyla orantılı olarak aksenal rijitlik önemlidir. Ama her yönüyle imalat ve montajda güçlük çıkaran düzlem dışı distorsiyonlar için

eğilme rijitliği azamiye çıkarılıp kaynağın sentroidi mümkün olduğu kadar konstruksiyonun nötr eksenlerine yakın getirilecektir. Açısal distorsiyon da, yüzey köşe kaynaklarından kaçınarak azaltılabilir.

Distorsiyon, kaynağın artık basma gerilmeleri içeren bir bölgede uygulanması halinde çok daha fazla olur. Buna karşılık, artık gerilmenin çekme gerilmesi olması halinde distorsiyon azalır.

Çubuklar ve borular gibi hazır satın alınan birçok malzemede, şekillendirme doğrultma ve ısıl işlem den ötürü artık gerilmeler mevcuttur ve bu gerilmelerin daha sonraki kaynak işlemleriyle karşılıklı etkileşimleri beklenmeyen distorsiyonlara sebep olurlar. Bazı durumlarda da simetrik ya da dengeli ve sırasına uygun olarak yürütülmüş kaynak süreçlerinin mutlaka simetrik gerilme içermeyecekleridir.

Distorsiyonun minimuma indirmek için tasarım ve planlama açısından mümkün olan yapıldıktan sonra imalat süreci sırasında bunun dikkatle denetimi gerekmektedir. Ancak böylelikle meydana gelecek olan distorsiyon kontrol altında tutulabilir.



Belli bir kaynak kalınlığı için enine çekme, kaynak kesit alanı ile doğru orantılı olarak artar. RESİM 10.6' da 1/2 inç kalınlıkta levha için bu ilişki görülür; grafikte görülen geniş iç açılar sadece temsili olarak verilmiştir. Zira 60°den büyük açılar nadiren kullanılır. Çeşitli levha kalınlıklarında 60° tek ve çift V birlaşmelerinin çekmesi RESİM 10.6.b' de görölmektedir.

Başka kaynak ağız açıları veya boyutlar için yaklaşık enine çekme $0,10 A/t$ formülü ile önceden hesaplanabilir. Burada A, kaynağın inç² cinsinden kesit alanı, t'de yine inç olarak kaynak kalınlığıdır. Bu ilişkiyi ifade etmenin bir başka yoluda enine çekmenin, kaynak alanının ortalama genişliğinin onda biri olduğu şeklindedir.

** Uzunlamasına eğilme*

Bir elementin nötr ekseninden belli bir mesafede uygulanmış bir kendini çekme kuvvetinden ileri gelir. Distorsiyon miktarı, kendini çekme momenti ile atalet momentinin tayin ettiği elementin eğilmeye mukavemetine bağlıdır.

10.4. Distorsiyonun asgariye indirilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar

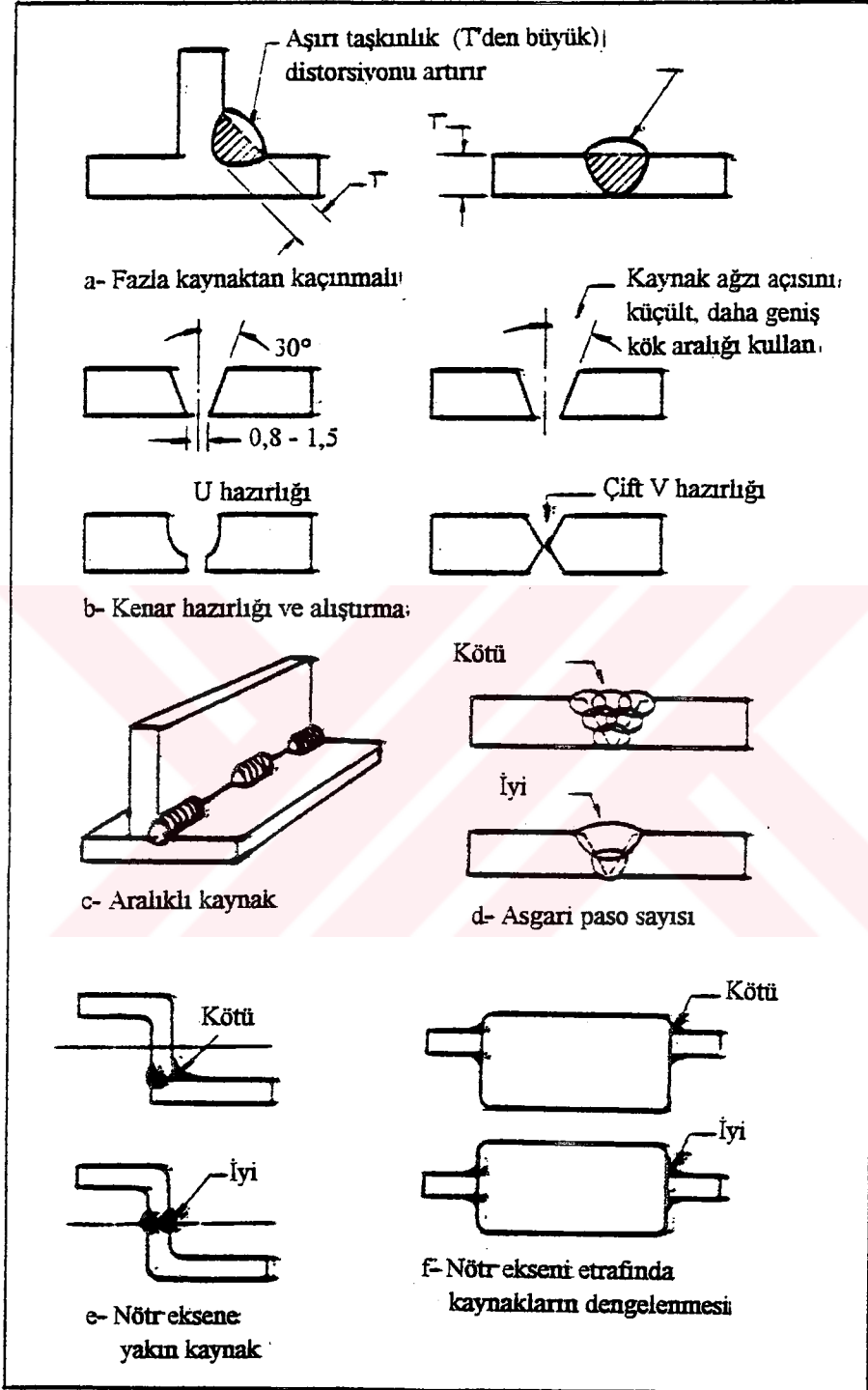
Distorsiyonu önlememiz neredeyse imkansızdır ama kontrol altında tutabiliriz. Distorsiyonu asgariye indirmek için aşağıdaki hususlara dikkat etmeliyiz.

- Fazla kaynak edilmemeli

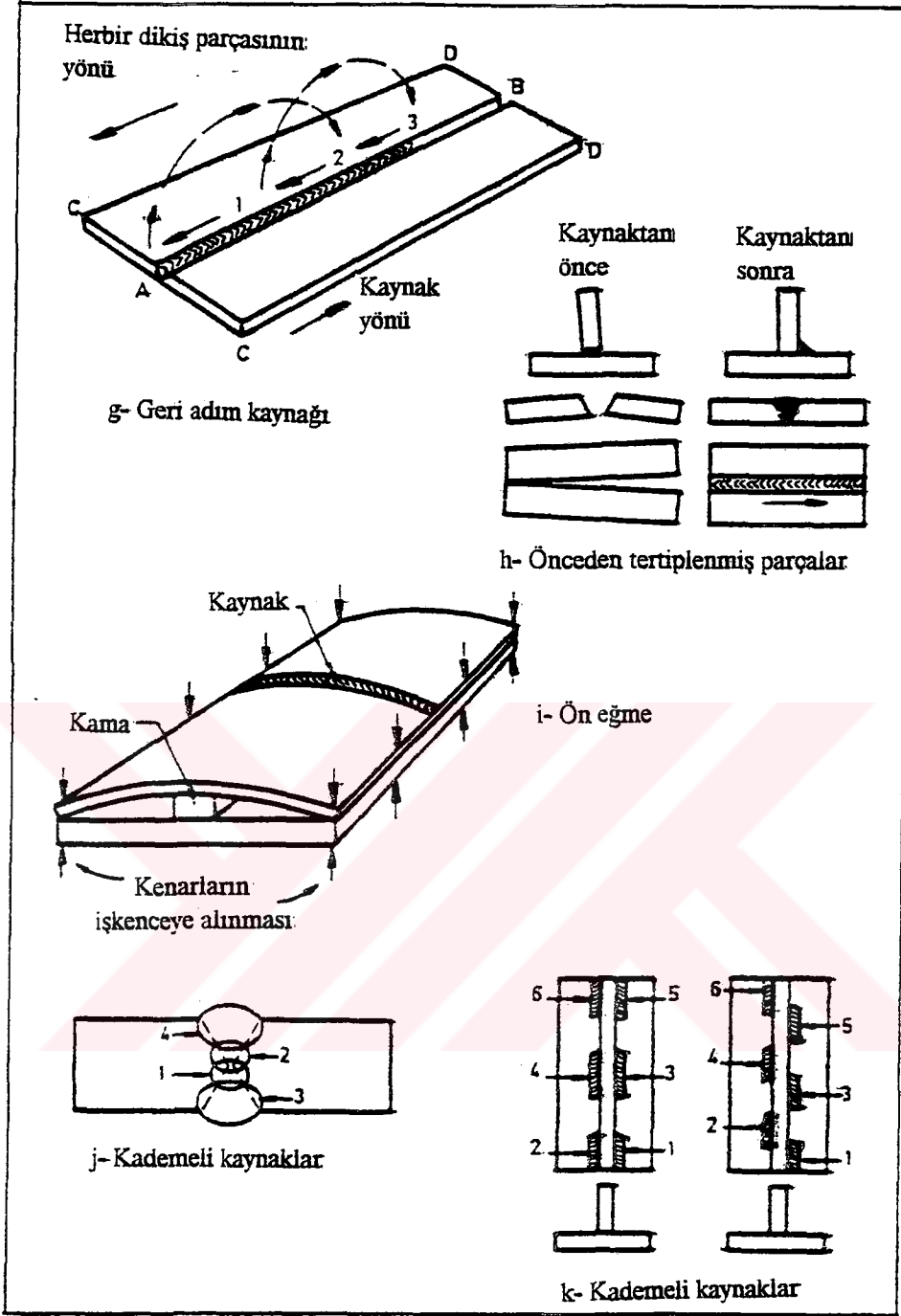
Bir birleştirmeye ne kadar fazla metal konursa, çekme kuvvetleri de o kadar fazla olur. Birleşmenin çalışma kurallarına uygun şekilde bir kaynağı doğru boyutlandırmak sadece distorsiyonu asgariye indirmekle kalmaz, ayrıca kaynak metali ve zamandan da tasarruf eder. Bir köşe kaynağında kaynak metali miktarı bir düz ya da hafif dış bükey dikiş, alın birleştirmesinde de uygun ağız hazırlık ve ayarı ile elde edilir. Sadece fiili boğaz, RESİM 10.7' deki T boyutu, bir kaynağın mukavemetinin hesabında kullanılabilir. Aşırı dış bükey bir dikişte kaynak metali fazlası, müsaade edilebilir mukavemeti arttırmaz, sadece çekme kuvvetlerini artırır.

- Aralıklı kaynak kullanılacak

Kaynak metalini asgaride tutmanın bir başka yolu da, mümkün olan her yerde sürekli kaynak yerine aralıklı kaynak kullanmaktır (RESİM 10.7.c). Örneğin levhalara bayrak ve guşelerin bağlantısında aralıklı kaynak metali miktarını %75'e kadar azaltabilir. Bununla birlikte gerekli mukavemeti verir.



RESİM 10.7.a



RESİM 10.7.b

- Mümkün olduğu kadar az paso kullanılacak

Enine çekmelerin sorun yarattığı durumlarda kalın elektrodla daha az paso, ince ince elektrodla daha çok sayıda pasoya tercih edilir (RESİM 10.7.d). Her pasonun meydana getirdiği çekme, birikme eğiliminde olup çok paso kullanıldığında toplam çekmeyi artırır.

- Kaynaklar nötr eksene yakın olacak

Çekme kuvvetlerine, levhaları hizadan saptıracak çekme kuvvetlerine daha küçük bir manivela kolu sağlayarak distorsiyon asgariye indirilebilir (RESİM 10.7.e). Bunun için tasarımda mümkün olan değişikliğe gidilmeli, kaynak sırasına önem verilmelidir.

- Kaynaklar nötr eksenin etrafında dengelenecek

RESİM 10.7.f de görülen bu uygulama bir çekme kuvvetini ötekiyle telafi etmek olanağı sağlar ve belirgin olarak distorsiyon azaltılır. Burada da konstrüksiyonun tasarımı ve kaynak sırası önemli etmenler olmaktadır.

- Geri adım kaynağı kullanılacak (RESİM 10.7.g)

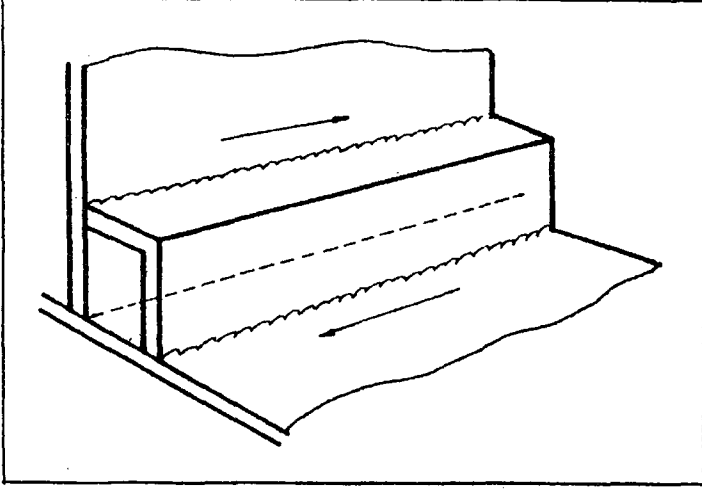
Her bir dikiş parçası çekildiğinde, ısıtılan kenarlar genişler ve levhaları B'de geçici olarak açar. Ancak ısı levha içinde C' ye ilerledikçe, CD dış kenarlar boyunca genişleme, levhaları yine eskisi gibi yanyana getirir. B'de görülen açılma, ilk dikiş parçası çekildiğinde en fazla olur. Sonraki dikişlerle, levhaların genişmesi giderek azalır. Çünkü daha önceki kaynaklar buna engel olurlar. Geri adım kaynağı her uygulamada istediğimiz sonucu veremeyebilir (otomatik kaynak).

- Kendini çekme kuvvetleri olumlu yönde kullanılacak

Parçalar kaynaktan önce pozisyon dışında tertiplenerek çekme kuvvetlerinin bunları istenilen istenilen konstrüksiyon şekline getirmesi sağlanabilir (RESİM 10.7.h). Birkaç deneme kaynağın gerekli pozisyon dışı tertip miktarını saptayabilir.

Parçaların önceden eğilmesi ya da yaylandırılması (RESİM 10.7.i), kaynaktan ileri gelen distorsiyonu telafi etmek için karşıt mekanik kuvvetlerin kullanılmasına basit bir örnek oluşturur. Levhalar yaylandırıldıklarında kaynak ağzının üst kısmı uzar ve böylece tamamlanan kaynak, bunun düz levha üzerine yapılmış olanına göre hafifçe daha uzun olur. Kaynaktan sonra işkenceler çıkarıldığında levhalar düz hale dönerler ve böylece de kaynak, düz çizgiye kısalarak uzunlamasına kendini çekme kuvvetlerini giderme olanağı sağlar. Her iki etki üst üste biner ve kaynaklı levhalar istenilen düzlüğe karşılık gelir.

Paralel dikişlerin birbirine ters yönde kaynak edilmeleri, distorsiyonu asgariye indirebilir (RESİM 10.8). Bayrak, guşe gibi takviyeler mümkün olduğu kadar en son kaynak edilmelidir.



RESİM 10.8

- Kaynak sırası planlanacak

İyi planlanmış bir kaynak sırasında kaynak metalinin, konstrüksiyon bir yerde çektiğinde, bir başka yerdeki daha önce yapılmış çekme kuvvetlerini telafi edecek şekilde, değişik yerlere dağıtılması bahis konusudur. Bir alın kaynağında nötr eksenin iki tarafında almaşık kaynaktır (RESİM 10.7.k). Bir başka örnekte RESİM 10.7.l' de görülmektedir. Bunlarda 1 kaynağındaki çekme 2 kaynağı tarafından dengelenir.

Parçaları istenilen pozisyonlarda tespit eden ve kaynak bitene kadar bu durumda tutan işkence, aparat vs., küçük konstrüksiyon ve parçaların kaynağında distorsiyonu denetlemede en çok kullanılan araçlardır. Bu tespit sağladığı engelleyici kuvvet, kaynaklı konstrüksiyonda kaynak metalinin akma sınırına varılana kadar iç gerilmeleri artırır. Bu gerilmenin işkenceler söküldükten sonra önemli bir hareket ya da distorsiyon yaratması beklenir.

- Kaynaktan sonra çekme kuvvetleri giderilecek

Çekiçleme, bir kaynak dikişi soğurken onun çekme kuvvetlerini telafi etme yoludur. Esas itibarıyla çekiçleme kaynaklı parçayı gerer ve inceltir. Böylece metal soğurken çekmeden dolayı meydana gelen gerilmeler plastik deformasyon yolu ile giderilir. Ancak bu işlem uygulanırken büyük özen gösterilmelidir. Örnek olarak bir kök paso hiç bir zaman çekiçlenmemelidir. Aksi takdirde meydana gelebilecek olan çatlak görülemeyebilir. Genellikle son pasoda çekiçlemeye müsaade edilmez. Çünkü burada da çatlak kapatılarak muayene esnasında gözden kaçırılabilir. Ayrıca da istenmeyen işleme sertleşmesi meydana gelebilir. Böylece de her ne kadar pasolar arasında çekiçlemenin

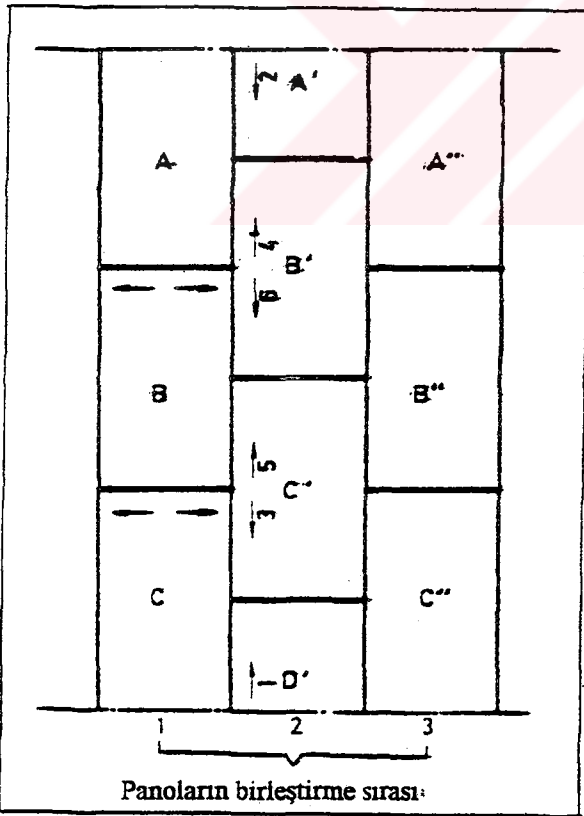
distorsiyon veya çatlama sorununun tek çözüm yolu olduğu birçok durum varsa da, bu tekniğin uygulanma sınırı dardır. Çekiçlemeye başvurmadan önce, ön araştırmaların çok iyi yapılmış olması gerekmektedir.

- *Kaynak süresi asgaride tutulacak*

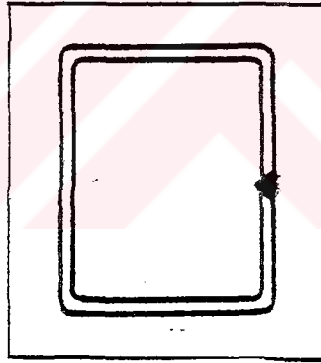
Kaynak sırasında çapraşık ısınma ve soğuma devreleri yer aldığından ve ısı girişinin de zaman gerektirmesinden dolayı süre faktörü distorsiyonu etkiler. Genellikle kaynağın hızla, onu çevreleyen büyük metal hacmi ısıtıp genişmeden bitirilmesi istenir /12,23,24/.

10.5. Distorsiyonun denetimine örnekler

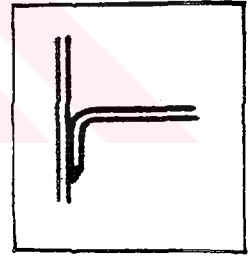
Kesişmelerle kaynak birikmelerinden kaçınmak için büyük yüzeyli düz, silindirik vs. saçlara mümkün olduğu kadar şaşırtma konulmalıdır. Bunlarda önce uç uca kaynaklar yapılarak (RESİM 10.9'de A, B, C, A', B', C'....) bir uzun pano serisi meydana getirilir. Bu panolar sonradan aralarında yanal olarak birleştirilir.



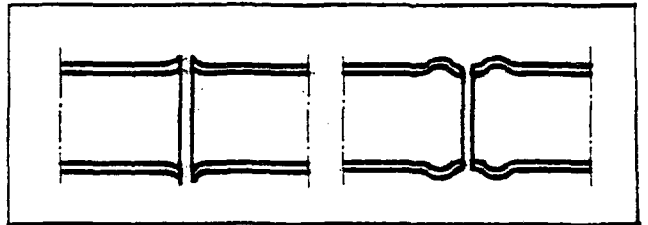
RESİM 10.9



RESİM 10.10



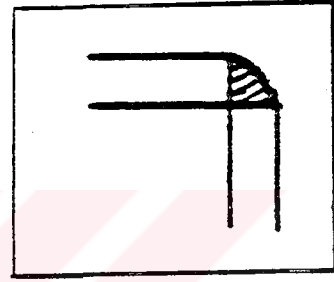
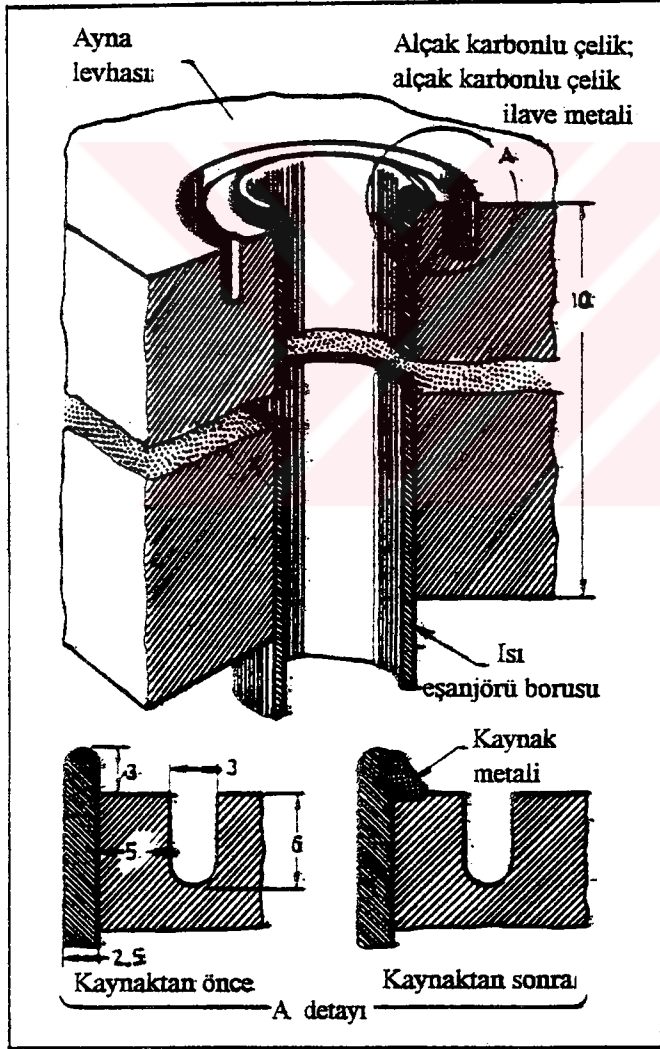
RESİM 10.11



RESİM 10.12

Bu sebeple RESİM 10.9'deki geri adım yöntemi kullanılır. Bu kaynaklarda dikişin ani yön değiştirmesinden mutlaka kaçınılmalıdır. Dikişler mümkün olduğu kadar birbirlerine dikey olmalı ve aralarındaki açı 30° 'nin altına düşmemelidir.

İnce saçlarda dış köşe dikişleri sonradan düzeltilmesi çok güç olan şekil değişimleri meydana getirir. Bunun sonucunda birleşme, köşenin ilerisinden olacaktır (RESİM 10.10). İnce saçlarda ayrıca kıvrık üzerine bindirme kaynağı önerilir (RESİM 10.11). İnce cidarlı boruların uç uca kaynağında, şekil değişmelerini yutabilecek elastik bölgeler oluşturulmalıdır (RESİM 10.12).



RESİM 10.13

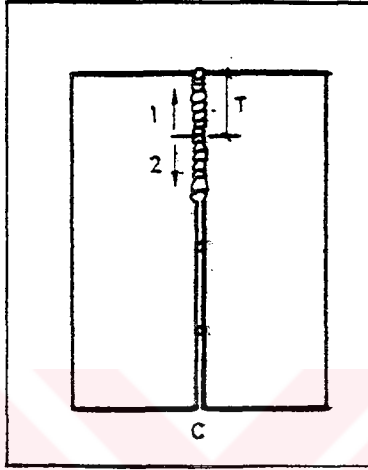


RESİM 10.14

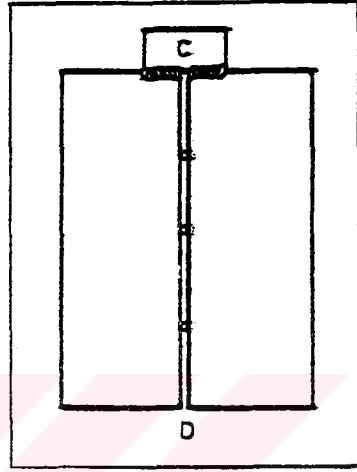
RESİM 10.15

Kalın saçlar üzerinde kaynak yapıldığında, eşit bir nüfuziyetle asgari hacimde elektrod metali gerektiren hazırlık şekillerine gidilecektir (RESİM 10.13 ve 10.14).

İnce boruların kalın saçlara, örneğin ince ısı eşanjörü borularınının kalın aynalara kaynağında, ayna deliğine eş merkezli borular açılır. Böylece ısı gradieni daha ılımlı olur (RESİM 10.15).



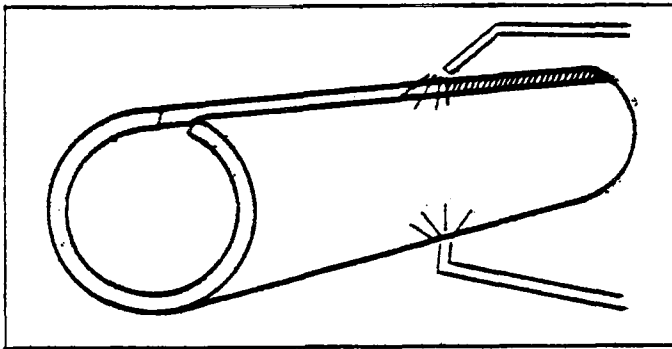
RESİM 10.16



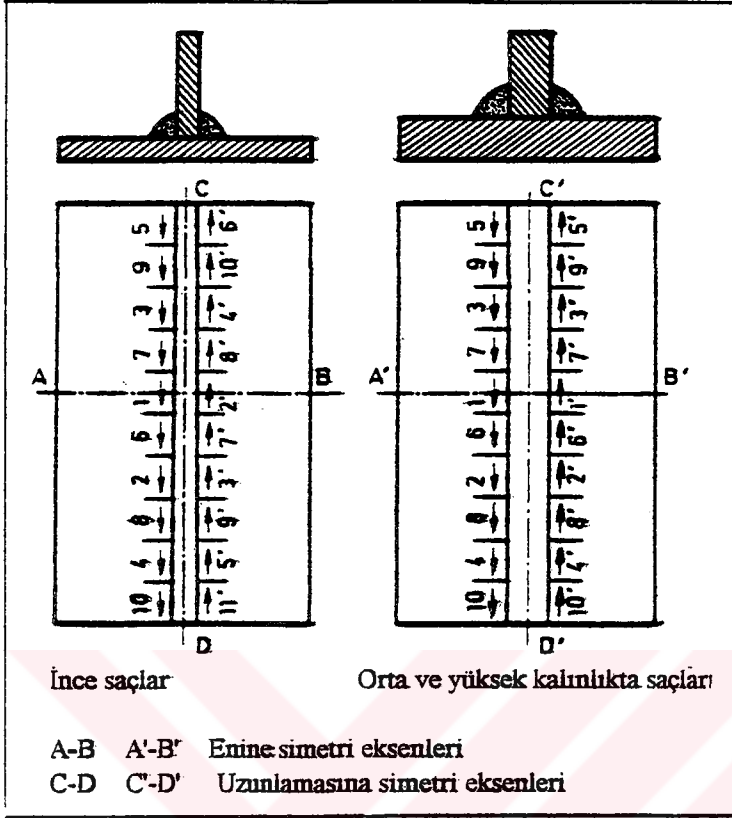
RESİM 10.17

Uç ökçeli kaynak' ta işlem ökçe kısmında başlar (RESİM 10.16). Böylece sıkma etkisi büyük ölçüde azaldığı gibi bunun sonucunda doğabilecek olan sıcak çatlama tehlikeleride sınırlandırılmış olur.

Uç kulaklı kaynak' ta (RESİM 10.17) ökçe, önceden kaynak edilen bir kulakla teşkil edilir, birleşmenin bitiminde bu kulak kesilip atılır. Böylece de dikiş sonu krateri ile birlikte, her türlü kaynak ihtimali yok edilmiş olur.



RESİM 10.19



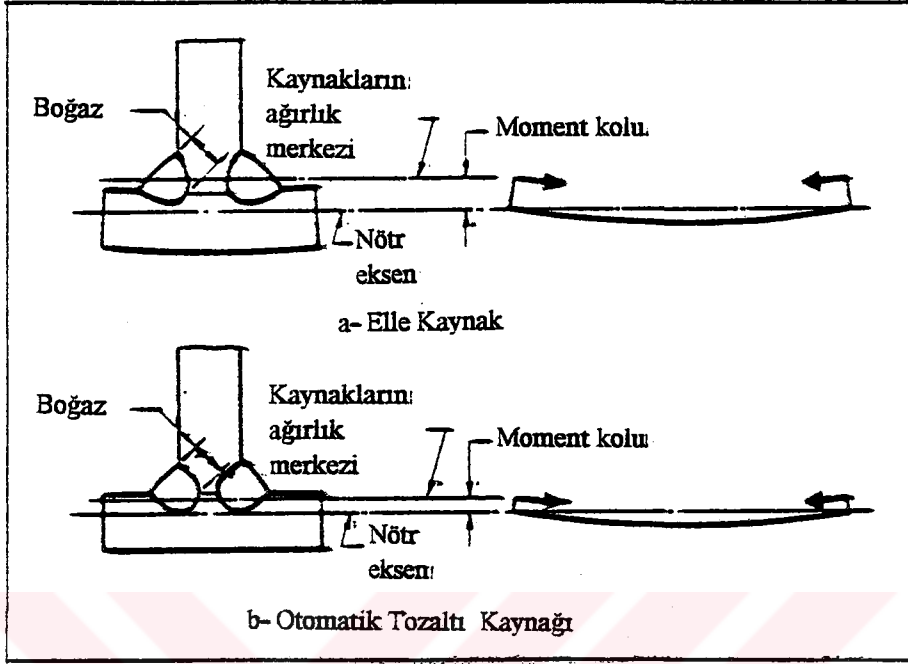
RESİM 10.18

Aynı anda simetrik kaynaklar (RESİM 10.18).

Kaynakların simetrik durumda olup az çok eşit çekme etkileri yapmaları halinde, aynı anda çalışmak ya da simetrik olarak dağılmış kısımlar halinde kaynak etmek faydalıdır. Bunda, RESİM 10.18' de gösterilen sıraya göre çalışacak iki kaynakçıya ihtiyaç vardır.

Sacı kıvrıyarak bir silindirik parça oluşturulmasında, onu ters yönde ısıtarak meydana getirdiği çekmeye eşit bir çekme meydana getirilir (RESİM 10.19). Yukarıdan elektrod ilerledikçe aşağıdan bir üfleç paralel olarak parçayı ısıtır.

Elle kaynak edilmiş bir T birleşmesinde (RESİM 10.20), köşe kaynak boyutlarının uygun olmasına rağmen, yanal distorsiyon görülmesi üzerine yapılan tetkik sonunda iki kaynağın ağırlık merkezinin nötr ekseninin hayli üzerinde olduğu görülmüştür (RESİM 10.20.a). Kaynak derin nüfuziyetli otomatik tozaltı kaynağına dönüştürülünce, kaynakların ağırlık merkezi aşağıya inmiş böylece de çekme momenti ciddi miktarda azalmıştır (RESİM 10.20.b). Kaynağın derinliği veya boğazı aynı kalmış olmakla birlikte bu kez kaynak metali nötr eksene daha yakın gelmiştir. Buna ek olarak otomatik kaynağın daha yüksek hızı da distorsiyonu azaltmıştır.



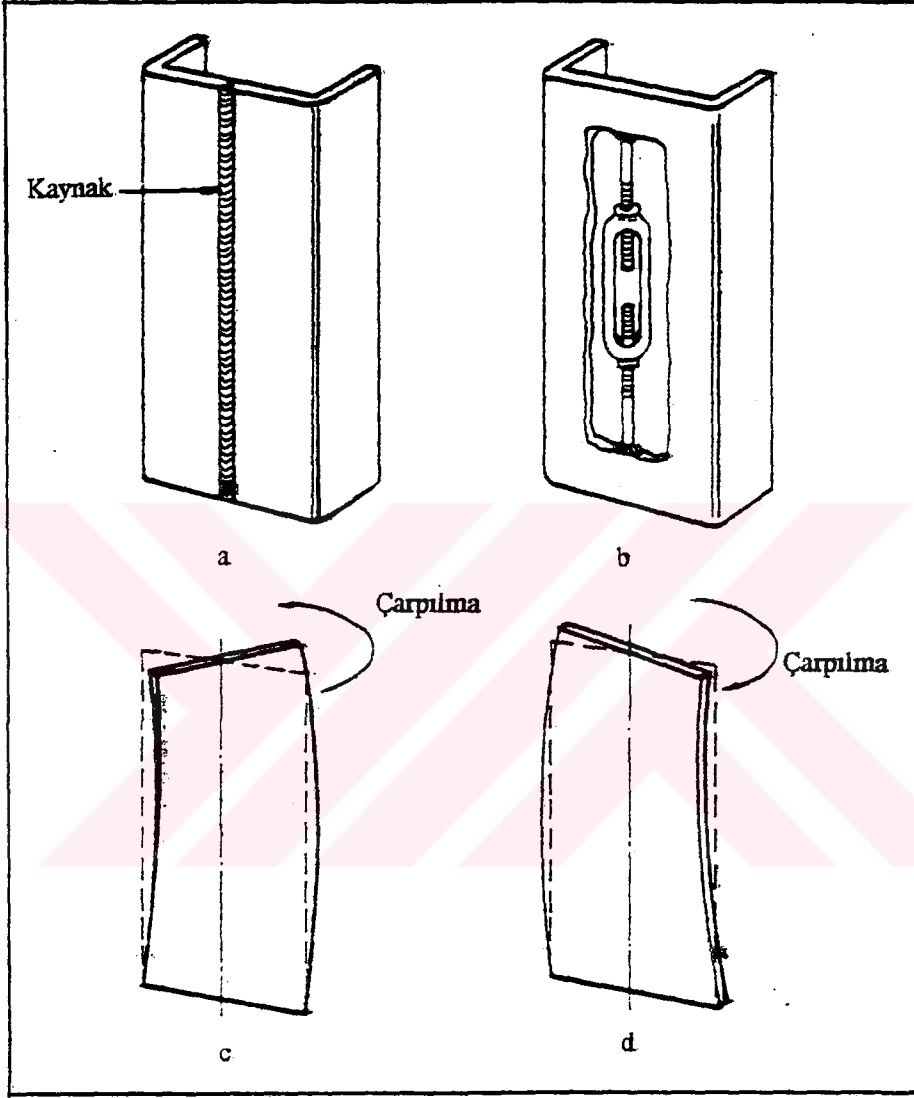
RESİM 10.20

Burkulma ve çarpılma

Kaynağın kendini çekme kuvveti malzeme kalınlığının karesinin bir fonksiyonu olup burkulmaya mukavemet de kalınlığın kübünün fonksiyonu olduğundan, bir panonun kaynaktan dolayı burkulması, kalınlık azaldıkça doğruca artar.

Çarpılma da ince malzemeyle bir sorun olabilir. Bunun burkulmaya mukavemeti zayıf olur. Bir kaynak bir elementin merkezinde yapıldığında (RESİM 10.21.a) kaynak alanı kendini çekme eğiliminde olur ve kısalır. Bu, sanki RESİM 10.21.b' de görülen parçaya tutturulmuş germe aletinin elementin üst ve altını birbirine yaklaştırmaya çalışması gibidir. Bir merkeze sınırlanmış gerilme altında düz bir dikdörtgen mevcut olamaz.

Dış kenarları merkez çizgisinden daha kısa olan bir element mutlaka çarpılacaktır (RESİM 10.21.c). Bu çarpılmayı gidermek için bir karşıt kuvvet uygulamak tamamen faydasızdır. Bu kuvvet ilk düzlemi geri getirmeye yetecek dereceye vardığında malzeme aksi yönde bir çarpılmaya geçecektir (RESİM 10.21.d) /18,24/.



RESİM 10.21

Uygulama tekniği, hafif ve kısa darbelerle çekilemeyi dikişin bütün boyuna mümkün olan en yüksek hızla dağıtmaktan ibarettir. Bu arada aletin etkisi hiçbir zaman, yüzeyi müteakip paso sırasında zaten ergiyecek olan ara pasolarının oluşturabilecekleri kabarıklık veya karışıklıklar üzerinde yoğunlaşmayacaktır.

Yumuşak çelik dışındaki çeliklerde her çekileme sırasından sonra dikiş dikkatle muayene edilip işlemin herhangi bir çatlak meydana getirmedikten emin olunmalıdır.

Isıl Yöntemler

Kaynaktan hasıl olan bazı şekil değiştirmelerinin kökeni, kendini çekme olayı teşkil eder. İşte *çekme ısıtması* adı verilen ve bu kez lehe çalışan bu aynı olay, bu şekil değiştirmelerinin düzeltilmesinde kullanılır.

Bir çelik parçasını yerel bir ısıtmanın etkisiyle önce elastik olarak genişir sonra, bir sınır sıcaklığı aşıldığında ise plastik olarak şekil değiştirir. "Hamurlaşan" metal, hemen civarındaki soğuk bölgelerin direnmesini yenemez ve yanal olarak genişir. Soğuma sırasında, ısıtılmış bölge çeker ve soğuk bölgeleri elastik olarak sürükler.

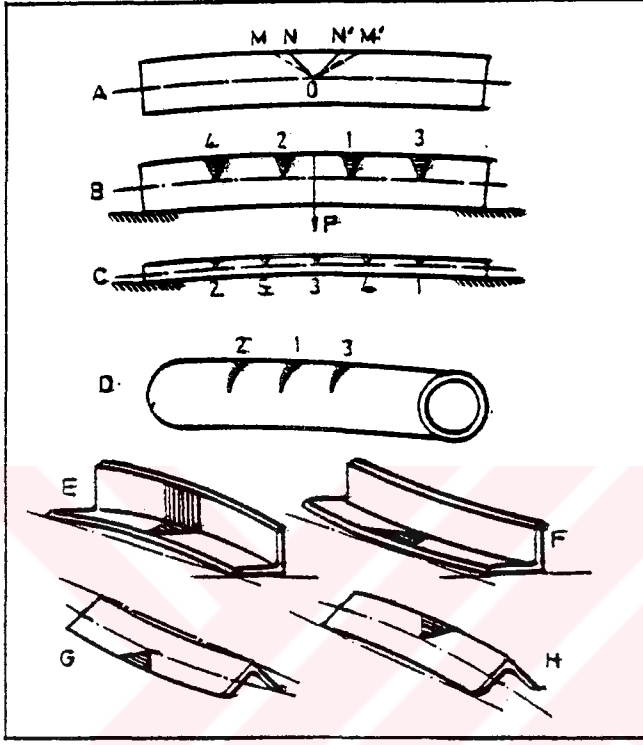
Çekme ısıtmaları için güçlü takımlara gerek vardır: Bu sebeple 3 mm kadar kalınlığı olan saçlarda saatte 100 litre, kalın saçlarda 3000 litreye kadar asetilen sarfedebilen oksiasetilen üfleçleri gerekir.

Isıtılmış bölgelerin çabuk soğutulması, istenen etkiyi artırır. Bunun için uygun şekilde yöneltilen basınçlı hava yada su püskürmesi kullanılır. Su püskürtmesi sadece yumuşak çeliklere uygulanır.

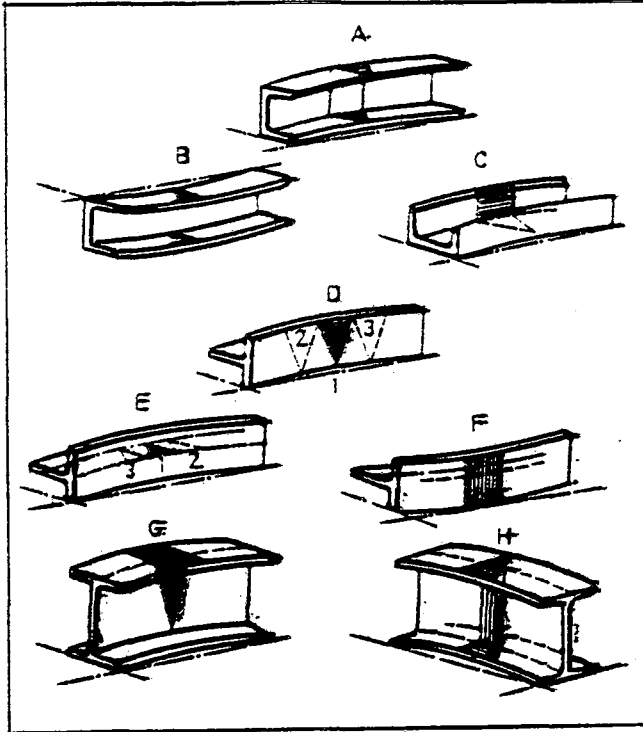
Bir çapraşık konstrüksiyonun uğradığı distorsiyonların düzeltilmesi, bunların bir ön etüdü ve azalan önem sırası ve cinslerine (helozonlaşma, kamburlar-şişkinlikler, kemerlenme vb.) göre sınıflandırılmasından sonra kademe kademe ele alınır. Bu etüd, işin yapılış sırasını ve ortaya konacak yöntemleri saptama olanağı verir.

Saçın ortasında kambur-şişkinliğin düzeltilmesi: Üfleç kamburun merkezine yöneltir ve metal kiraz kırmızısına (800-850°C) getirilir. Komşu soğuk bölgeler saç düzleminde genişmeyi engeller ve dolayısıyla soğumada ısıtılmış bölgenin çekmesi sonucu bir kısalma meydana gelir ki bu da, kambur yüksekliğinde bir azalmaya sebebiyet verir. Gerektiğinde, kamburun tamamen yok olmasına kadar birkaç ısıtma-soğutma işlemi uygulanır. Kalınlık müsait ise, düzeltme sıcakta ağaç tokmakla dövülerek de çabuklaştırılabilir.

Kambur yerel olmayıp önemli bir yüzeyi kaplıyorsa, ısıtma bunun görünürdeki çevresinin içinde bir eğri boyunca yapılır. Bu tekniğe *tıkaç şeklinde ısıtma* adı verilir.



RESİM 11.1



RESİM 11.2

Yassı demirlerin düzeltilmesi: Parça kendi düzleminde kemerlenmişse (RESİM. 11.1 A) kemerin iki yanında bulunan kısımlara bir dönüş hareketinin verilmesi uygun olur. Bunun için NN'de azami olup O'da sıfır olacak bir kendini çekme sağlanacaktır. Yani kalınlığı içinde MOM' üçgen bölge ısıtılacaktır. Kemerleşmiş bölgenin genişliğe göre, dikkatle dağıtılmış birkaç üçgen bölge üzerinde çalışılabilecektir; doğrultma işine bir P ağırlığının eklenmesi, bu yolda yardımcı olabilir.

Lamanın kalınlığı yönünde kemerlenmiş olması halinde, enine ısıtmalarla ve RESİM 11.1 C'de görülen sıraya göre çalışılacaktır. Bu üçgen bölge ısıtmasına *ısı kaması* adı verilir.

Boruların doğrultulması: İnce borular kemerlerinin tepesinde ya tek bir dar kama, ya da birkaç tıkaç ısıtmasıyla doğrultulur. Borunun kalın olması halinde dar ve kemerin tümü üzerine dağılmış kamalarla çalışılır (RESİM 11.1 D).

Köşebentlerin düzeltilmesi: Gerekli ısı kamalarının şekil ve yerleri RESİM 11.1 E-H' da gösterilmiştir.

Çeşitli profillerin düzeltilmesi: Gerekli ısı kamalarının şekil ve yerleri RESİM 11.2' de gösterilmiştir.

Önemli: Profiller birkaç düzlemde kemerlenmişlerse, *en önemli eğrilmelerden başlayarak* ayrı ayrı birbirleri arkasından yukarıda gösterilen işlemler uygulanır /23.24/.

XII. KALİTE YÖNETİMİ VE KALİTE GÜVENCESİ STANDARTLARI SEÇİM VE KULLANIM KILAVUZU (TS-ISO 9000)

Bu standart, kuruluş dışı kalite güvencesi amaçları için kullanılabilen, kalite sistemleri ile ilgili standart serisini oluşturan üç standarttan biridir. Aşağıda belirtilen üç standartta yer alan alternatif kalite güvencesi modelleri, ikili anlaşmalar için uygun olan "fonksiyonel veya kuruluş yeterliliği" nin üç farklı şeklini belirtmektedir.

- TS-ISO 9001-Kalite Sistemleri-Tasarım/Geliştirme, Üretim, Tesis ve Hizmette Kalite Güvencesi Modeli

Belirlenen isteklere uygunluğun tedarikçi tarafından tasarım/geliştirme, üretim, tesis ve hizmet gibi aşamalarda sağlanması gerektiği durumlarda kullanılır.

- TS-ISO 9002 - Kalite Sistemleri - Üretim ve Tesiste Kalite Güvencesi Modeli

Belirlenen isteklere uygunluğun tedarikçi tarafından, üretim ve tesis sırasında sağlanması gerektiği durumlarda kullanılır.

-TS-ISO 9003 - Kalite Sistemleri-Son Muayene ve Deneyle Kalite Güvencesi Modeli

Belirlenen isteklere uygunluğun tedarikçi tarafından, sadece son muayene ve deneyle sağlanması gerektiği durumlarda kullanılır.

Bu standart ile, TS-ISO 9001 ve TS-ISO 9003' de belirtilen kalite sistemi şartlarının, belirlenmiş olan teknik (ürün/hizmet) özellikleri tamamlayıcı nitelikte olduğu (alternatif değil) göz önüne alınmalıdır.

Bu standartların, normal şartlarda aynen uygulanabileceği gibi, gerektiğinde özel sözleşme şartlarına göre uyarlanabileceği de kabul edilmiştir. TS-ISO 9000 ayrıca (TS-ISO 9001, TS-ISO 9002 veya TS-ISO 9003 standartlarından birinin) uygun kalite güvencesi modelinin seçimi için de yol göstericidir /26/.

12.1. Kapsam ve uygulama alanı

Bu standart, iki taraf arasındaki sözleşmede, tedarikçinin ürün tasarımı ve temini konusunda yeterliliğin gösterimi istendiğinde kullanılmak üzere kalite sistemi şartlarını belirtmektedir.

Bu standartta belirtilen şartlar, öncelikle üretim ve muayene sırasındaki uygunsuzlukların belirlenmesi, önlenmesi ve tekrar meydana gelmesine fırsat vermeyecek esasların yerine getirilmesi amacıyla yöneliktir.

12.2. Kalite sistemi şartları

12.2.1. Yönetim sorumluluğu

12.2.1.1. Kalite politikası

Tedarikçi firma yönetimi, kalite için politika, ve amaçları ile taahhütlerini belirleyecek ve bunları dökümanete edecektir. Tedarikçi, belirlenen politikanın, kuruluşun her kademesinde anlaşıldığı, uygulandığı ve devam ettirildiğinden emin olacaktır.

12.2.1.2. Kuruluş (Organizasyon)

Kaliteyi etkileyen işleri yöneten, uygulayan ve doğrulayan bütün personelin sorumluluk, yetki ve karşılıklı ilişkileri, özellikle;

- a) Üründe uygunsuzluğun meydana gelmesini önleyecek faaliyetleri başlatma,
- b) Ürün kalitesi ile ilgili problemleri tanımlama ve kaydetme,
- c) Belirlenmiş yollar ile çözümler bulma veya yeni teklifler getirme,
- d) Uygulanan çözüm yollarını doğrulama,
- e) Uygunsuzluğun veya tatmin edici olmayan durumun düzeltilmesine kadar uygun olmayan ürünün işlenmesi, dağıtımı veya tesisini kontrol altında bulundurma, konularında bağımsız olarak çalışması ve yetkili olması gereken personel için tanımlanacaktır.

Doğrulama Kaynakları ve Personel

Tedarikçi, kuruluş içi doğrulama isteklerini belirliyecek, uygun kaynakları temin edecek ve doğrulama faaliyetleri için eğitilmiş personel görevlendirilecektir (Madde 12.2.9).

Yönetimin Temsili

Tedarikçi, bu standartta belirtilen şartların yerine getirilmesi ve bunların devamlılığının sağlanması için diğer yönetim sorumluluklarının yanı sıra, bu maksat içinde de sorumluluk ve yetkiler belirlenmiş bir temsilci tayin edecektir.

Yönetimin Gözden Geçirmesi

Tedarikçi kuruluş yönetimi, bu standart ile belirlenen şartların karşılanması için uygulanan kalite sistemini, uygunluk ve etkinliğinin devamını sağlamak amacıyla, belirli aralıklarla gözden geçirecek ve ilgili kayıtları muhafaza edecektir.

12.2.2. Proses kontrolü

12.2.2.1. Genel

Tedarikçi, üretimi ve uygun olduğu takdirde kaliteyi doğrudan etkileyen tesis proseslerini tanımlayacak, planlayacak ve bu proseslerin kontrol altında yürütülmesini sağlayacaktır.

Kontrol altına alınmış durumlar;

- a) Üretim ve tesise ait dökümanite edilmiş çalışma talimatlarını (bu ve benzeri talimatlar olmadığı takdirde, kalite olumsuz yönde etkilenecektir), uygun üretim ve tesis ekipmanı kullanımı, uygun çalışma ortamını, referans standartlar/kodlar ve kalite planları ile uyumu,
- b) Üretim ve tesis sırasındaki uygun proses ve ürün özelliklerinin gözlenmesi ve kontrolünü,
- c) Uygun olduğu takdirde proses ve teçhizatın onaylanmasını,
- d) Yazılı standartlar ve temsili örneklerden alınan, en geniş kapsamlı, şart kapsayacaktır.

12.2.2.2. Özel prosesler

Bunlar, ürün muayene ve deneyleri ile tamamen doğrulanmadığı, proses hatalarının sadece ürün kullanılmaya başlandıktan sonra ortaya çıktığı, proseslerdir. Buna bağlı olarak istenilen özelliklerinin sağlandığını garanti etmek için, sürekli gözlenmesi ve/veya dökümanite edilmiş prosedürlere uyulması gereklidir. Bu prosesler değerlendirilecek ve Madde 12.2.2.1' de istenilen özelliklerle de uyum sağlamış olacak.

Uyum olduğu takdirde değerlendirilmiş prosesler, teçhizat ve personelle ilgili kayıtlar sürekli olarak tutulacaktır.

12.2.3. Muayene ve deney

12.2.3.1. Girdi muayene ve deneyleri

a- Tedarikçi, girdi ürünün, muayene edilene kadar veya belirlenen şartları taşıdığına doğrulanmasına kadar kullanılmasını veya proses görmemesini (Madde b' de belirtilenlerin dışında) sağlayacaktır. Doğrulama işlemi, kalite planı veya dökümante edilmiş prosedürler ile uyum içinde olacaktır.

b- Acil üretim amacıyla kullanılan girdiler, şartlara uymadığında derhal geri gönderilmesi ve değiştirilebilmesi için tanımlanılacak ve kayıt edilecektir.

Not: Girdi muayenesinin miktar ve yapısını tesbit ederken, kaynakta kontrol yapıldığını ve kalite uygunluğunun sağlandığını ispat eden dökümanlar dikkate alınmalıdır.

12.2.3.2. Proses sırasında muayene ve deneyler

Tedarikçi;

a) Ürünü, kalite planı veya dökümante edilmiş prosedürlerde belirtildiği şekilde muayene edecek, deneylerle tabi tutacak ve tanımlayacaktır,

b) Ürünün istenilen şartlara uygunluğunu, proseslerin gözlenmesi ve kontrol metotları yoluyla gerçekleştirecektir,

c) İade prosedürlerine göre elden çıkarılması dışında ürünü, istenilen muayene ve deneyler tamamlanana veya gerekli raporlar alınıp doğrulanana kadar elinde tutacaktır (Madde 12.2.3.1). İade prosedürleri, Madde 12.2.3.2.a' da belirtilen faaliyetlerin yürütülmesine engel teşkil etmeyecektir,

d) Uygun olmayan ürünü tanımlayacaktır.

12.2.3.3. Son muayene ve deneyler

Son muayene ve deneyler için gerekli olan kalite planı veya dökümante edilmiş prosedürler, ürünün teslim alınması veya proses esnasındakileri de kapsayan bütün muayene ve deneylerin yapılmış olduğunu ve verilerin belirtilen şartlara uyduğunu gösterecektir.

Tedarikçi, kalite planı veya dokümanite edilmiş prosedürler çerçevesinde, son ürünün belirlenen şartlara uyduğunu kanıtlamak için son muayene ve deneyleri yapacaktır.

Hiçbir ürün, kalite planı veya dokümanite edilmiş prosedürlerde yer alan faaliyetler tam olarak belirtilmeden, veriler ve dokümanlar hazır olup, gerekli izin verilmeden sevkedilmeyecektir.

12.2.3.4. Muayene ve deney kayıtları

Tedarikçi, ürünün, belirlenen kabul kriterlerine göre, muayene ve/veya deneylerden geçirildiğini gösteren kayıtları tutacak ve muhafaza edecektir.

12.2.4 Muayene, ölçme ve deney teçhizatı.

Tedarikçi, ürünün, belirlenen şartlara uygunluğunu göstermek amacıyla, sahip olduğu, ödünç aldığı veya alıcının temin ettiği muayene, ölçme ve deney teçhizatını kontrol ve kalibre etmeli, bakımını sağlamalıdır. Teçhizat, talep edilen ölçüme yeterli olacak ve ölçüm belirsizliklerinin bilindiği garanti edilerek istenilen ölçüm kabiliyetini sağlayacak şekilde kullanılacaktır.

Tedarikçi;

- a) Yapılacak ölçümleri ve istenilen doğruluğu tanımlayacak uygun muayene, ölçme ve deney teçhizatını seçecektir,
- b) Ürün kalitesini önceden belirlenen sınırlar içerisinde veya kullanımdan önce standartlara göre belgelendirilmiş teçhizatı esas alarak tanımlayacak, ayarlayacak ve kalibre edecektir,
- c) Teçhizat tipinin detaylarını, tanıtım numarasını, konumunu, kontrol sıklıklarını, kontrol metodunu, kabul kriterlerini ve sonuçların yetersizliği durumunda alınacak önlemleri de kapsayan kalibrasyon prosedürlerini oluşturacak, dokümanite edecek ve devamlı uygulanmasını sağlayacaktır,
- d) Muayene, ölçme ve deney teçhizatının gereken doğruluk ve hassasiyetini sağlayacaktır,
- e) Muayene, ölçme ve deney teçhizatını kalibrasyon durumunu gösterecek şekilde uygun bir gösterge veya onaylanmış bir tanıtım kaydı ile tanımlayacaktır,

- f) Muayene, ölçme ve deney teçhizatı için kalibrasyon kayıtlarını muhafaza edecektir .
- g) Muayene, ölçme ve deney teçhizatının kalibrasyonu sağlanamadığında daha önce yapılmış olan muayene ve deney sonuçlarının geçerliliğini değerlendirecek ve dökümanete edecektir,
- h) Çevre şartlarının kalibrasyon, muayene, ölçüm ve deneyler için uygun olmasını sağlayacaktır,
- ı) Muayene, ölçme ve deney teçhizatının taşıma, muhafaza ve depolanmasının kullanım için doğru ve uygun olmasını sağlayacaktır,
- j) Deney donanımları ve deney yazılımlarını da kapsayan muayene, ölçme ve deney imkanlarını, kalibrasyonu olumsuz etkiliyecek düzenlemelerden koruyacaktır.

Deney donanımları (bağlama tertibatı, demirbaşlar, kalıplar, şablonlar) veya deney yazılımları muayenin uygun araçları olarak kullanıldığında, üretim ve tesis sırasında ürünün kullanımdan önce kabul edilebildiğini doğruluyabilecek yeterlikte olduğunu sağlamak için kontrol edilmeli ve bu kontrol belirli aralıklarla tekrarlanmalıdır. Tedarikçi bu kontrollerin kapsam ve sıklığını belirleyecek ve kontrollerin yapıldığını gösteren kayıtları delil olarak tutacaktır (Madde 4.15). Ölçümün tasarımı ile ilgili veriler, fonksiyonel olarak yeterliliğinin doğrulanması için alıcı veya temsilcisi tarafından talep edildiğinde, hazır bulundurulacaktır /26/.

12.2.5. Muayene ve deney durumu

Ürünün muayene ve deney durumu, yapılan muayene ve deneylere göre ürünün uygunluk veya uygunsuzluğunu göstercek şekilde işaretlerle, yetki damgasıyla, bağlı veya yapışık etiketlerle, iş sırası kartlarıyla, muayene kayıtlarıyla, deney metotlarıyla, deney ortamı veya diğer uygun araçlarla belirtilecektir. Muayene ve deney durumlarını tanımlanması, gerektiğinde üretim veya tesis sırasında, sadece istenilen muayene ve deneylerde geçebilen ürünün sevkedildiğini, kullanıldığını veya tesis edildiğini garanti etmek için yapılacaktır.

12.2.6. Uygun olmayan ürünün kontrolü

Tedarikçi, belirlenen şartlara uymayan ürünün kullanım veya tesisinin önlenmesini sağlayacak olan prosedürleri belirleyecek ve bunları yürürlüğe koyacaktır. Kontrol,

uygun olmayan ürünün tanımlanması, dökümente edilmesi, değerlendirilmesi, ayrılması yapılabildiği takdirde, elden çıkarılması ve ilgili bölümlere duyurulması için yapılacaktır.

12.2.7. Uygunsuzluğun incelenmesi ve elden çıkarılması

Uygun olmayan ürünün incelenmesi için sorumluluk, elden çıkarılması için yetki tespit edilecektir.

Uygun olmayan ürün, dökümente edilmiş prosedürlere göre incelenecektir.

Bunlara göre uygun olmayan ürün;

- a) Belirlenen şartları karşılamak için tekrar işleme tabi tutulabilir, veya
- b) Tamir edilerek veya edilmeden standart dışı izin ile kabul edilebilir, veya
- c) Alternatif uygulamalar için tekrar derecelendirilebilir, veya
- d) Iskarta veya hurdaya ayrılabilir

Sözleşme ile isteniliyorsa, belirlenen şartlara uymayan ürünün (Madde 12.2.6.b) kullanımı ile ilgili teklif veya tamirata, gerekli izin için alıcı veya temsilcisine rapor edilecektir. Kabul edilen uygunsuzluğun ve tamiratın tanımı, gerçek durumu göstermek amacıyla kayıt edilecektir.

Tamir edilmiş veya tekrar işlem görmüş ürün, dokümente edilmiş prosedürlere göre yeniden muayene edilmelidir.

12.2.8. Düzeltici faaliyet

Tedarikçi;

- a) Uygun olmayan ürünün meydana geliş sebebini ve bu hatanın tekrarını önlemek için gereken düzeltici faaliyeti araştırmak,
- b) Bütün prosesleri, çalışma faaliyetlerini, standart dışı izinleri, kalite kayıtlarını, servis raporlarını ve müşteri şikayetlerini analiz ederek uygun olmayan ürünün muhtemel sebeplerini meydana çıkarmak ve ortadan kaldırmak,
- c) Karşılaşılan riskleri meydana getiren problemleri önleyici faaliyetleri başlatmak,

d) Düzeltici faaliyetlerin uygulandığını ve bunların etkili olduğunu garanti etmek için kontroller yapmak,

e) Düzeltici faaliyetlerden kaynaklanan prosedür değişikliklerini uygulamak ve kaydetmek,için prosedürleri belirleyecek, dökümante edecek ve bunların devamlılığını sağlayacaktır.

12.2.9. Eğitim

Tedarikçi, eğitim ihtiyaçlarını belirleyen prosedürleri oluşturacak, yürütecek ve üretim sırasında kaliteyi etkileyen faaliyetleri uygulayan tüm personelin eğitimini sağlamalıdır. Verilen belirli işleri yapan personel gerektiğinde öğrenim, eğitim ve /veya tecrübeleri esas alınmak suretiyle değerlendirilmelidir. Eğitimle ilgili uygun kayıtlar tutulmalıdır /26/.



XIII. BİR OTOBÜSTE BİRLEŞTİRME TEKNİKLERİNİN UYGULAMASININ ANALİZİ

13.1. Otobüsün imalatında kullanılan çelik malzemeler

Otobüsün imalatında kullanılan çelik malzemeleri açıklamadan evvel hangi çelik malzemelerin nasıl bir kaynak kabiliyetine sahip olduklarını aşağıdaki şekilde gruplayabiliriz.

- İyi bir kaynak kabiliyetine sahip olan çelikler:

Bilinen alışılmış kaynak yöntemleri ile hiçbir önleми gerektirmeden kaynak edilebilirler ve ITAB' lerinde tane büyümesi dışında bir yapı değişikliği ve sertleşme oluşmaz. Bu özellik genellikle karbon eşdeğeri % 0,45' ten küçük olan çelikler de vardır.

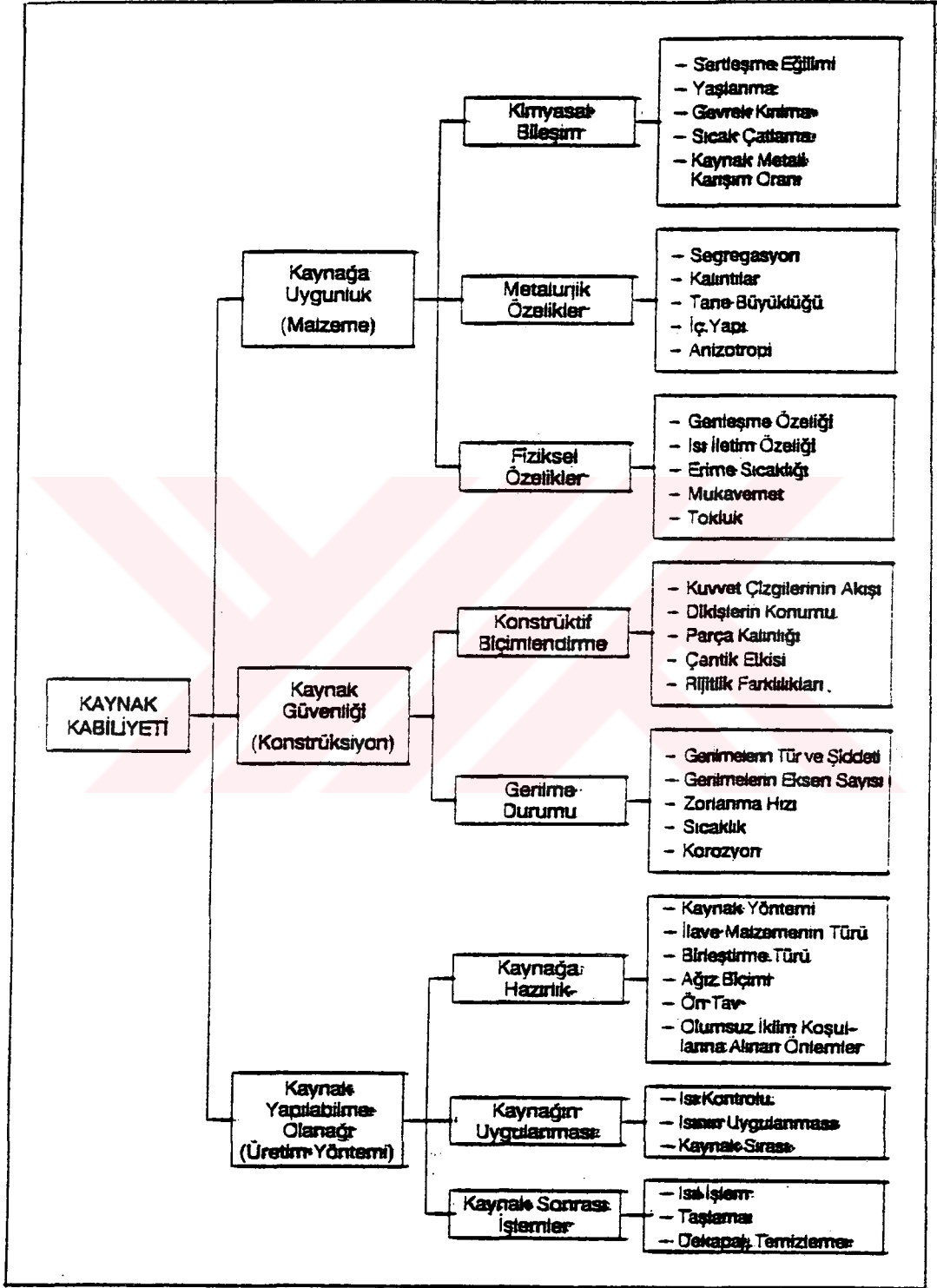
- Orta derecede kaynak kabiliyetine sahip olan çelikler:

Bu gruba giren çeliklerde emniyetli bağlantılar elde edebilmek için, kaynak yöntemi ve malzemesi özenle seçilmesi; uygun bir öntavlama yapılmalı ve gerekli hallerde kaynaktan sonra gerilme giderme tavlaması uygulanmalıdır. Bu gruba giren çeliklerin karbon eşdeğeri % 0.45 ila 0.60 arasındadır.

- Kötü derecede kaynak kabiliyetine sahip olan çelikler:

Bu gruba giren çelikler ancak özel koşullar altında kaynak edillirler. Bunlar ancak tamir ve doldurma işlerinde ve insan hayatına zarar vermeyecek durumlarda kaynak uygulanır. Bu çelikler, özel kaynak metali kullanarak ve yüksek bir ön tavlama sıcaklığı ve kontrollü bir soğutma uygulanarak kaynak edilebilirler. Genellikle ısının tesiri altında kalan bölgenin sertleşmeyeceği garanti edilemez. Bu son konu özellikle karbon eşdeğeri % 1' den büyük olan yüksek alaşımlı ve karbonlu çelikler için önemlidir.

Bu sınıflama yapılırken çeliklerin sıcaklık ve zaman karşısındaki davranışları göz önüne alınmıştır. Kaynak kabiliyetini etkileyen faktör RESİM 13.1' de detaylı bir şekilde görülmektedir /23/.



RESİM 13.1. Kaynak kabiliyetini etkileyen faktörler

Bu çalışmada incelenen otobüs fabrikası Mercedes-Benz Türk A.Ş.' dir. Mercedes - Benz Türk A.Ş.' de kullanılan bütün çelik malzemeler Almanya' nın Stuttgart şehrinde bulunan genel merkez tarafından 85 yıla yakın bir zamandır dökümantate edilmiş ve bu dökümantasyonlar itina ile çok güvenilir temellere sahip olan Mercedes-Benz normları olarak kitap şekline dönüştürülmüştür. Mercedes-Benz tarafından oluşturulan bu normlara Daimler - Benz - Liefervorschrift (DBL) denmektedir. Mercedes-Benz Türk A.Ş tarafından bir otobüsün imalatında aşağıdaki çelik malzemeler kullanılmaktadır;

1-) Soğuk çekilmiş saçlar

- St 1203
- RRSt 1303
- ZE 260 03 DBL 4054

2-) Sıcak çekilmiş saçlar

- St 37 - 2N DBL 8492
- St 44 - 2N DBL 8492
- Q St 44-2 DBL 4052
- E 260 N DBL 4052
- E 380 TM DBL 4052
- E 380 N DBL 4052

3-) Galveniz Kaplaması Saçlar

- St 03 Z DBL 4055

4-) Yuvarlak Çelik Borular

- St 35 NBK DIN 23912
- RSt 37-2 DIN 2394
- St 52 DIN 2448

5-) Dört Köşe Borular

- M22 DBL 4041
- St 37-2 NBK DIN 2993

6-) Konik Dört Köşe Borular

- M 22

DBL 4041

Bu malzemelerin iç yapı bileşimleri ve teknolojik özellikleri aşağıda TABLO 13.1 ve TABLO 13.2' de gösterilmektedir. Bu tabloların oluşturulmasında malzemelerin et kalınlıkları ve boyutları dikkate alınmıştır. Ayrıca tabloların oluşturulmasında DIN 17100, DIN 2391, DIN 2393, DIN 2394, DBL 4041, DBL 4042, DBL4054, DBL 4055 ve DBL 8492 normlarından faydalanılmıştır /23,25/.

MALZEME TÜRÜ	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	Ti	V	N
St 1203	<0,10	---	---	---	---	---	---	---	---	<0,007
St 1303	<0,10	---	---	---	---	<0,02	---	---	---	<0,007
R St 34-2	<0,15	<0,55	<1,60	<0,050	<0,050	---	---	---	---	---
St 35 NBK	<0,17	<0,35	<0,40	<0,050	<0,050	---	---	---	---	---
St 37-2 N	<0,17	<0,55	<1,60	<0,050	<0,050	---	---	---	---	---
St 44-2 N	<0,21	<0,55	<1,60	<0,050	<0,050	---	---	---	---	---
St 52-3	0,22	<0,55	<1,60	<0,040	<0,040	---	---	---	---	---
Q-St 44-2	<0,12	0,03-0,45	0,20-0,45	---	---	---	---	---	---	---
St 03 Z	<0,10	---	---	---	---	---	---	---	---	<0,007
M 22	0,16-0,23	<0,28	0,40-0,75	<0,040	<0,040	>0,02	---	---	---	---
E 260 N	<0,14	<0,40	<1,20	<0,03	<0,01	>0,015	<0,090	<0,20	<0,12	---
ZE 260	<0,10	<0,50	<0,60	<0,03	<0,03	>0,015	<0,09	<0,22	---	<0,12
E 380 N	<0,15	<0,40	<1,50	<0,03	<0,01	>0,015	<0,090	<0,20	<0,12	---
E 380 TM	<0,12	<0,40	<1,20	<0,03	<0,01	>0,015	<0,090	<0,20	<0,12	---

CETVEL 13.1

MALZEME TÜRÜ	AKMA MUKAVEMETİ (N / mm ²) R _{0,2}	ÇEKME MUKAVEMETİ (N / mm ²) R _m	UZAMA (%)
St 1203	>270	270-410	> 28
RR St 1303	>240	270-360	> 32
R St 34-2	> 205	310-410	> 28
St 35 NBK	> 235	340-470	> 25
St 37-2 N	> 235	340-470	> 26
St 44-2 N	> 275	410-540	> 22
St 52-3	> 355	490-630	> 22
Q-St 44-2	≥ 255	410-490	> 28
St 03 Z	> 300	270-420	> 26
M 22	≥ 295	≥ 440	≥ 25
E 260 N	260-360	370-490	> 25
ZE 260	260-340	350-450	> 26
E 380 N	380-480	500-620	> 21
E 380 TM	380-500	450-570	> 19

CETVEL 13.2

Kaynak işlemine yoğun olarak kullanılan malzemeler özellikle M 22 dörtköşe borular ve saçlardır. Bu malzemelerde birleşimlerinden de anlaşıldığı gibi alaşımsız çeliklerdir /11→25/.

13.2. Otobüste uygulanan kaynak yöntemleri

Bir otobüsün iskeletini meydana getiren karoserde dört çeşit kaynak yöntemi uygulanmaktadır.

1- MAG kaynağı

2- Nokta direnç kaynağı

3- Oksi - Aseliten kaynağı

4- Örtülü elektrodla ark kaynağı (MMA)

Yukarıdaki kaynak yöntemlerinin diziliş sıraları bu kaynak yöntemlerinin aynı zamanda uygulanma yoğunluklarında ifade etmektedir /27/.

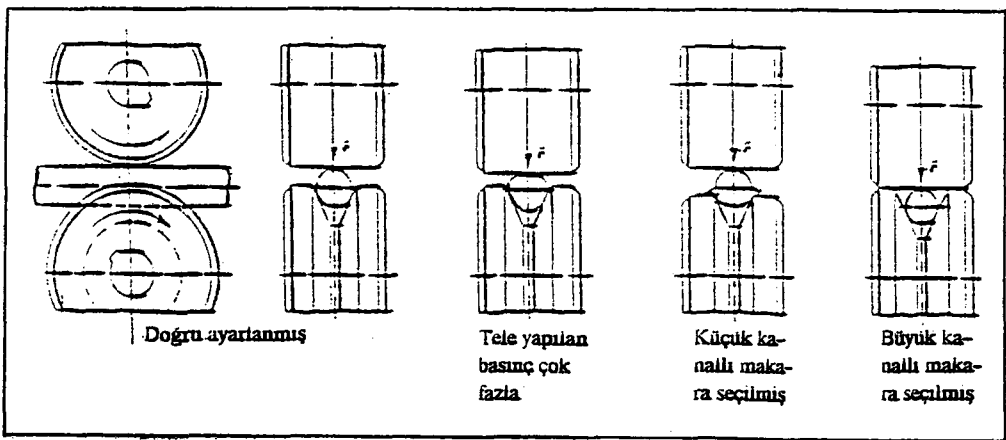
13.2.1. MAG kaynağı

Kaynak makinasının ve teçizatlarının kaynağa hazırlanması:

Kaynak makinası vinç ile taşınacağı zaman CO₂ tüpü mutlaka çıkarılmalıdır. Makina tüp ile beraber kaldırılmaya çalışılırsa denge bozulacağından tüp düşebilir. Ayrıca makinanın yeri değiştirilmek istenirse fiş prizden mutlaka çıkarılmalıdır. Böylece bu bölgelerdeki kir veya tozlar temizlenmiş olur. Şayet bu bölgelerde biriken kir veya tozlar basınç düşürücünün içine giderse gösterge vazifesini tam olarak yapamaz. Sıralın ve diğer kabloların geçtiği hortumlar belirli aralıklarla basınçlı hava ile temizlenmesi gereklidir. Böylece sıralın içinde birikmiş olan kaplama zerrecikleri temizlenmiş olur.

Gaz borularında veya ventilde tıkanıklık olduğu zaman kaynak esnasında koruyucu gazın az gelmesine sebep olur. Bu da kaynak dikişinde gözeneklerin oluşumuna sebebiyet verir. Kaynak esnasında sıçrayarak gaz ve akım memesine yapışan çapaklar belirli aralıklarla temizlenmelidir. Torçta çok miktarda çapak biriktiğinde koruyucu gazın sağlıklı bir biçimde kaynak bölgesine iletimine engel olur. Hatta ve hatta bu çapaklar çok miktarda olup, torcun ucu iş parçasına değerse kısa devreye sebebiyet verir.

Kaynak teli ilerletme makaralarını kaynak telimizin çapına göre seçmeliyiz. Doğru seçilen makarada gereği kadar sıkılmalıdır. Aksi takdirde kaynak telinin profili bozulur, bakır kaplamaları dökülür ve sıralın kısa zamanda tıkanmasına sebep olur.



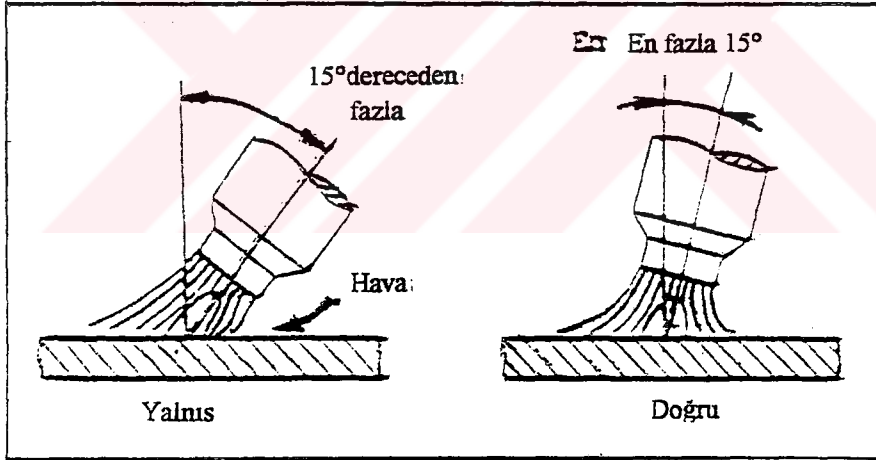
RESİM 13.2. MAG kaynağında kaynak telinin ayarlanması

Elektroda hız veren silindirler bu işi elektroda sürtünerek yaparlar. Silindir yüzeyleri sertleştirilmiş olsa dahi zamanla aşınmalar meydana gelebilir. Silindirlerde aşınma olduğu zaman elektroda gelen basınç azalır, elektrodun hızı yavaşlar ve hatta durur /27,28/.

Bu sebeple belirli aralıklarla bu silindirler kontrol edilmelidir.

Kaynak hataları ve meydana geliş sebepleri:

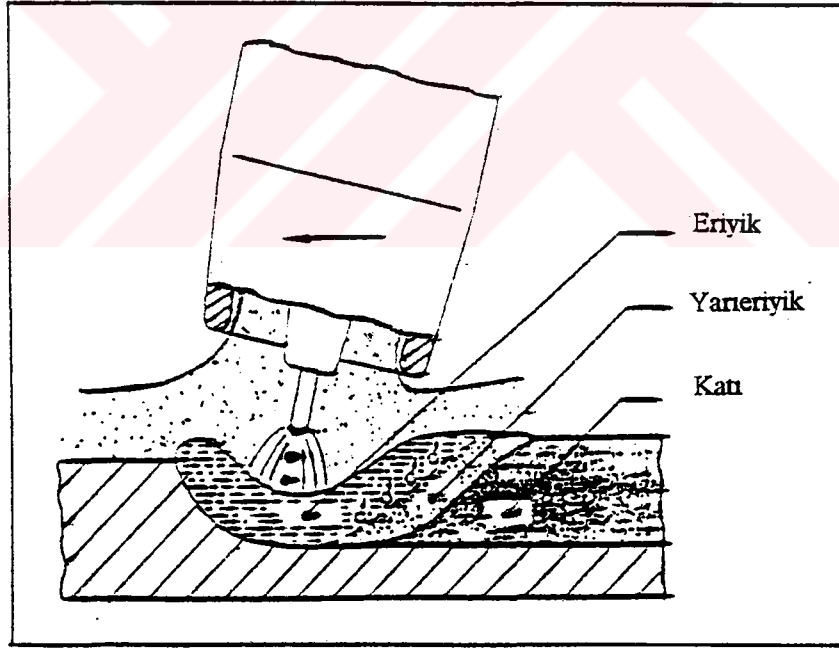
- İyi hazırlanmış kaynak ağızlarından dolayı meydana gelen kök hataları,
- Kaynak dikişi bitmeden kaynak işlemine ara verilmesi. Bu durumda kaynak işlemine kaynak dikişinin bittiği yerden değilde, kaynak dikişinin üzerinden devam edilmelidir.
- Kaynak esnasında kaynak banyosunun arkın önüne geçmesi,
- Düşük ark enerjisi,
- Torçun hatalı tutulması (Torçun çok eğik tutulması RESİM 13.3),



RESİM 13.3. Mag kaynağında torçun tutulması

- Kaynak esnasında ergiyik haldeki kaynak dikişine istenmeyen azot, hidrojen ve karbonmonoksit gazlarının girmesiyle gözenekler oluşur.
- Koruyucu gaz örtüsünün yandan hava gelmesi neticesinde bozulması,
- Torçla iş parçası arasındaki mesafenin çok fazla tutulması. Bu mesafe 10-15 mm olursa koruyucu gaz örtüsü görevini yapabilir.

- Koruyucu gaz miktarı fazla olması durumunda gözenekler oluşur. Gaz miktarı genelde tel çapının 10 katı olarak seçilmelidir.
- Kaynak yapılacak parçalarda pas, yağ, boya, kir ve diğer pisliklerin olması durumunda,
- Kaynak esnasında gerilim ve akım şiddeti ile oynama yapılmamalıdır.
- Şasileme parçası iş kablosuna bağlanmalıdır. Seyyar olarak bağlanmamalıdır.
- Gaz altı kaynağı yapılmadan önce elektrik ark kaynağı ile puntalama işlemi yapılmışsa çapaklar mutlaka temizlenmelidir.
- Kaynak olacak yerleri korozyona karşı korumak için sürülen Zn yüklü astar çok fazla sürülmemelidir. Bu astar boyanın gereğinden fazla olması kaynak işlemini zorlaştırdığı gibi ortama zehirli gaz yayılmasını artırır /5,27,28/.



RESİM 13.4. Bir MAG kaynağının şematik uygulaması.

Boru Ebatları	Voltaj	Kademeleri Ayarı		Tel Çapı (mm)	Tel Hızı (m/dk)	Gaz Debisi (l/dk)	Kaynak Esnasındaki		Gaz Basıncı (bar)
		Kaba	İnce				Volt Değeri	Amper Değeri	
20* 40*1,5 + 20*40*1,5	14-24	4	2	1	3,8	10	20	90-120	60
30*40*1,5 + 40*40*1,5	14-24	4	2	1	3,8	10	20	90-120	60
30*30*2 + 30*40*2	14-24	4	2	1	5	10	20	125-140	60
40*40*2 + 40*40*2	14-24	4	3	1	4,4	10	21,5	110-125	60
40*60*2 + 40*60*2	14-24	4	3	1	4,4	10	21,5	110-125	60
30*30*3 + 30*30*3	24-42	1	3	1	5,8	10	22	160-170	60
40*40*1,5 + 30*40*2	14-24	3	4	1	3,6	10	22	110-119	60
20*40*1,5 + 60*80*3	14-24	4	1	1	4,2	10	18,8	120-140	60
30*40*2 + 40*50*3	14-24	4	1	1	4,8	10	19	120-140	60
30*50*2 + 40*50*3	14-24	4	2	1	4,8	10	19,5	115-135	60
30*50*2 + 50*60*3	14-24	4	2	1	4,8	10	19,5	115-135	60

CETVEL 13.3. Muhtelif ebattaki boruların yatay, yukarıdan aşağıya ve tavan kaynağı ile birleştirilmesi için gereken kaynak parametreleri

Boru ve Saç Ebatları	Voltaj	Kademeleri Ayarı		Tel Çapı (mm)	Tel Hızı (m/dk)	Gaz Debisi (l/dk)	Kaynak Esnasındaki		Gaz Basıncı (bar)
		Kaba	İnce				Volt Değeri	Amper Değeri	
KL 1,5 + 30*40*2	14-24	3	4	1	3,6	10	22	110-119	60
KL 2,5 + 60*80*3	14-24	4	3	1	4,4	10	20	105-115	60
KL 3 + 30*50*2	14-24	4	1	1	4,8	10	19	120-140	60
KL 3 + 40*50*3	24-42	1	3	1	5,8	10	22	160-190	60
KL 3 + 50*60*3	24-42	1	3	1	5,8	10	22	160-190	60

CETVEL 13.4. Muhtelif ebattaki boru ve saç parçalarının tapan kaynağı ile birleştirilmesi için gereken kaynak parametreleri

Saç Ebatları	Voltaj	Kademeleri Ayarı		Tel Çapı (mm)	Tel Hızı (m/dk)	Gaz Debisi (l/dk)	Kaynak Esnasındaki		Gaz Basıncı (bar)
		Kaba	İnce				Volt Değeri	Amper Değeri	
KL 1,5 + KL 2	14-24	3	4	1	3,6	10	22	110-119	60
KL 2 + KL 3	14-24	4	4	1	4,8	10	19	120-140	60
KL 3 + KL 3	24-42	1	3	1	5,8	10	22	160-170	60
KL 3 + KL8	14-24	4	3	1	5,4	10	20,5	120-135	60

CETVEL 13.5. Muhtelif ebattaki saçların yan ve yukarıdan aşağıya kaynak ile birleştirilmesi için gereken kaynak parametreleri

13.2.2. Nokta direnç kaynağı

Bu yöntemle daha çok muhtelif ebattaki saçların birbiri ile veya saçların borular ile üst üste temas ettirilmesi ile tam elektrod kuvvetinin uygulanması ve akımın devreye sokulması ile birleştirme yapılmaktadır.

Nokta çapının büyüklüğü kullanılan elektrodun çapına bağlıdır. Kusursuz bir birleştirmede nokta çapı, (0,7-0,8) olarak ortaya çıkmaktadır.

İmalatta üç tip punta makinası kullanılmaktadır. Bunlardan ilk ikisi hareket serbestliklerinden dolayı direkt olarak imalat bandında kullanılmaktadır.

1- Dayanma punta makinası; Bu makina tamamen insan gücü ile çalışır. Kullanımı kolay olduğundan erişimi zor olan yerler ve saç saç kaplama işlemlerinde kullanılır.

2- Çene punta makinası; Burada bir punta vasıtası ile çene kapatılarak kaynak işlemi yapılır. Bu makina ağırlıklı olarak saç kaplama işlemlerinde kullanılır.

3- Sabit punta kaynak makinası; Bu makina sabit olduğundan montaj bandının dışında boru-saç, saç-saç kaynak işlemlerinde kullanılan malzemeye bağlı olarak değişmektedir. Bu mesafe çelikler için,

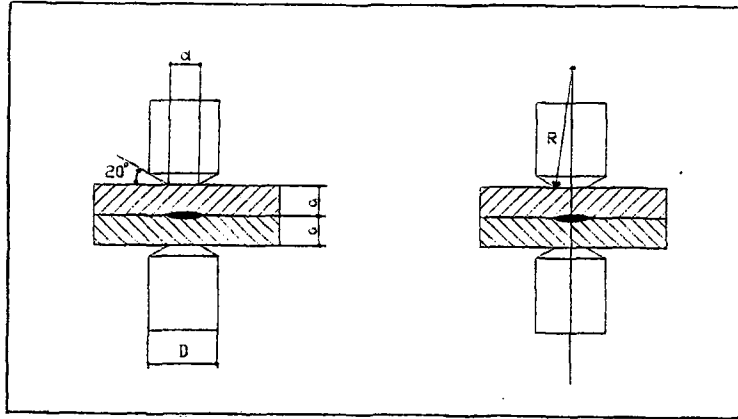
$e = (3-4) \cdot d_{\text{nokta}}$ olarak tespit edilmiştir.

Saç Kalınlığı a (mm)	Elektrod Kuvveti kp	Kaynak Akımı kA	Kaynak Zamanı Peryod	Elektrod Ölçüleri			Punta Çapı d (mm)
				D (mm)	d (mm)	R (mm)	
0,5	175	3,8	4	16	4	50	3,5
0,75	300	6	5	16	4,5	75	4
1	400	7,6	7	16	5	75	4,5
1,5	650	11	10	19	6	75	5,5
2	900	14	13	19	7	100	6,5
2,5	1200	16	16	19	7,5	100	7,5
3	1500	18	19	19	8	100	8

CETVEL 13.6. Paslanmaz ve yüksek alaşımlı çeliklerde nokta kaynağı parametreleri

Uzun Kaynak Zamanı				Orta Kalite			
Saç Kalınlığı	Elektrod Kuvveti	Kaynak Akımı	Kaynak Zamanı	Elektrod Ölçüleri			Punta Çapı
a (mm)	kp	kA	Peryod	D (mm)	d (mm)	R (mm)	d (mm)
0,5	60	4	10	10	4	50	3,5
1	100	5	10	12	6	75	4,5
1,5	150	6	40	16	6	75	5,5
2	200	7	50	16	7	75	6,5
2,5	250	8	75	19	8	75	7,5
3	300	9	100	19	9	100	8,5
4	380	10	165	25	11	100	10,5
5	450	12	225	25	11	150	12,5
Kısa Kaynak Zamanı				Yüksek Kalite			
Saç Kalınlığı	Elektrod Kuvveti	Kaynak Akımı	Kaynak Zamanı	Elektrod Ölçüleri			Punta Çapı
a (mm)	kp	kA	Peryod	D (mm)	d (mm)	R (mm)	d (mm)
0,5	150	6,3	3	10	4	50	3,5
1	250	9	6	12	6	75	4,5
1,25	300	10	8	12	6	75	5
1,5	350	11	10	16	6	75	5,5
2	500	14	15	16	7	75	6,5
2,5	700	16	25	19	8	75	7,5
3	800	18	30	19	9	100	10,5
4	1250	22	45	25	10	100	12,5

CETVEL 13.7. Düşük alaşımlı çeliklerde (max. %0,3) nokta kaynağı parametreleri



RESİM 13.5' de nokta direnç kaynağının şematik uygulanması görülmektedir.

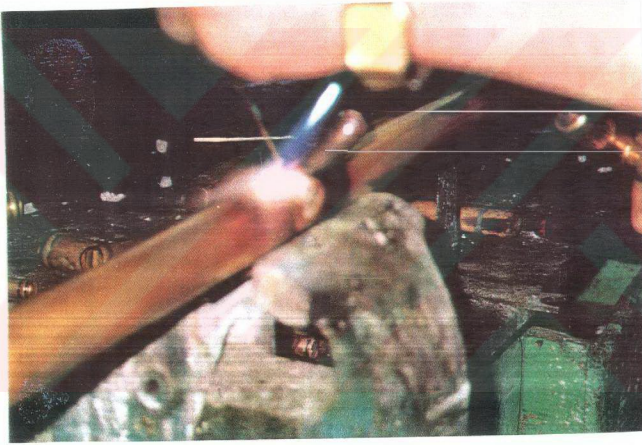
Punta kaynağında kaynak kalitesini arttırmak için şunlar yapılmalıdır;

1- Elektrod basıncı kaynak zamanından sonra 1,5-2 misli artırılır.

2- Başlangıçta toplam akım zamanının 1/10 -1/5' i kadar ön ısıtma yapılır. Böylece elektrodun ömrüde uzatılmış olur /27/.

13.2.3. Oksi - Asetilen kaynağı

Boy borularından olan pirinç borular oksii-asetilen kaynağı ile hazırlanmaktadır.



RESİM 13.6

Boy borularından olan piriñ borular oksii-asetilen kaynağı ile hazırlanmaktadır. RESİM 13.6'da piriñ boruların gümüş tel olan ilave malzemesi ile boraksa batırılması neticesinde kaynak edilmesi görölmektedir. Boraksa tozu kaynak ilave malzemesinin kaynak banyosuna nufuziyetini arttırmaktadır. RESİM 13.7' de kaynak işlemleri bitmiş olan piriñ boru görölmektedir.

RESİM 13.7

13.2.4. Örtülü elektrodla ark kaynağı (MMA)

Elektrik ark kaynağı otobüsün kaynağında sadece çalışma zorluğu olması nedeni ile ön tavan sacının kaynağında rutil bazlı bir elektrod kullanmak sureti ile uygulanır.

13.3. Otobüsün karoserinin (Rohbau) meydana getirilmesi

Bir otobüsün karoserisinin meydana getirilmesi dört temel ana gruba ayrılır.

- 1- Şasi
- 2- Çatma
- 3- İskelet
- 4- Saç kaplama

Karoseri imalatını alt montaj gruplarına bölmek bize sağladığı avantajlar;

Konstrüksiyonun toplanma süresi göz önüne getirirken konstrüktör, bu işlemi alt montaj guruplarına ayırmak sureti ile gerçekleştirir. Bu yönde birkaç alternatif ortaya çıkartılır. Konstrüktör de bu alternatiflerden en az masraflı olan alt montaj grubunu seçerek kaynak sırasını tarifler.

Alt montaj gruplarının başlıca avantajları şunlardır;

- Alt montaj gurupları işi dağıtır ve aynı anda çok kişinin iş üzerinde çalışmasına olanak verir.
- Alt montaj grupları genellikle kaynak için daha iyi ulaşma yolları sağlar.
- Kaynaklı konstrüksiyon alt montaj gruplarından imal edildiğinde distorsiyon ya da artık girilme olanakları azalır.
- Son montaj için kaynaktan önce sıkı toleranslarla kısımların işlenmesi mümkün olur. Gerekliğinde bazı bölümlerin gerilim giderme işlemi son montajdan önce yapılabilir. Son montajda yapılacak kaynak, yerel olarak gerilmelerden arındırılabilir.
- Muayeneler kolaylaşır, hatalar tamiri imkansız duruma gelmeden tespit edilebilir.
- Kaynak kendini nötr eksenini etrafında dengeler. Bu yola mümkün olan her durumda gidilmelidir.
- Çok eğilebilir kesimleri önceden kaynak etmek, son montajdan önce herhangi bir doğrultma işlemini kolaylaştırır.
- Takt zamanının doğru ayarlanması ile herhangi bir bandda meydana gelen geçikmenin bandın akışına engel olması önlenir /23,24,27/.

Aparatlar, tespit takımları ve pozisyon makineleri

Bunların kullanılması imal süresini kısaltır. Montaj ve alt montajların planlanmasında tasarımcı aparatın basitçe montaj ve puntalamada yardımcı mı olacağına, yoksa bütün kaynak işleminin bu aparatın içinde mi yapılacağına karar vermelidir. DOM' un diğer sıkıştırma tertibatlarına göre imalatçıya sağladığı avantajlar şunlardır:

- Kaynaklı konstrüksiyonun ölçülerini tutması için gerekli olan rijitliği daha iyi sağlamaktadır.
- Kaynak edilecek parçaların takılıp çıkarılmaları kolaydır /27/.

13.3.1. Şasi' nin meydana getirilmesi

Şasi oluşturulmasına MAG ve punta kaynağından faydalanılmaktadır. Araç ön, orta ve arka şasi olmak üzere üç parçadan oluşur. Ön ve arka şasi parçalarının sıkıştırma

tertibatında bağlanmadan evvel daha önceki bir tertibatta ön aks üstü arka ve ön enine taşıyıcısı, motor ayırma duvarı, alt yapı orta enine taşıyıcı ve arka aks üst sağ ve sol boyuna taşıyıcılar kaynak yerlerine Zn yüklü astar boya sürülerek boru-saç, saç-saç kombinasyonu şeklinde kaynaklanır (RESİM 13.8 ve 13.9). Kaynaklanan parçalar şasi istasyonlarına sevk edilmeden gözden geçirilir.



RESİM 13.8

RESİM 13.9



RESİM 13.10. Alt montaj grubuna ayrılarak kaynak edilmiş boyuna taşıyıcı



RESİM 13.11. Komple şasi bandı

RESİM 13.11' de tertibatlarla beraber çatma istasyonuna kadar olan şasi bandı görülmektedir.

1. Arka şasinin oluşturulması

1.1. İstasyon

Bu istasyonda motor ayırma duvarı ve arka aks arka kuyruğuna oluşturacak parçalar tertibata dizilir ve astar boya ile boyandıktan sonra MAG kaynağı ile kaynak edilir.

1.2. İstasyon

Birinci istasyona paralel olarak bu istasyonda arka aks üstünü oluşturan boyuna taşıyıcılar ve diğer parçalar kaynak edilir. Bu işlemden sonra sağ ve sol iç ve dış saçlar puntalanır ve destek saçları yerleştirilerek kaynak edilir.

1.3. İstasyon

Bu istasyonda arka aks arka kuyruğu ve arka aks üstü MAG kaynağı ile birleştirilerek arka şasi komple hale getirilir. Bu istasyonda da diğer ilk iki istasyonda olduğu gibi tertibatta kaynak edilecek parçalar hidrolik ve mekanik olarak tutulur.

1.4. İstasyon

Arka komple şasi ters çevrilerek eksik kalan kaynaklar tamamlanır ve aracın arka şasi birleştirme istasyonuna vinç ile transport edilir (RESİM 13.12).



RESİM 13.12



RESİM 13.13. Ön şasinin oluşturulması

2. Ön şasinin oluşturulması

2.1. İstasyon

Bu ilk istasyonda ön aks yön parçaları tertibata dizilerek MAG kaynağı ile kaynaklanır. Aracın orta kısmına doğru olan davlumbaz saçları çene punta ile birleştirilir.

2.2. İstasyon

Yine birinci istasyona paralel olarak daha önceden hazırlanmış olan ön aks üstü ve arkası enine taşıyıcılar bu istasyonda kaynaklanır.

2.3. İstasyon

Ön aks önü ve üstü bu istasyonda komple hale getirilir ve iç yan cidarlara Zn yüklü astar boya sürüldükten sonra saç kaplama işlemi yapılır.

2.4. İstasyon

Ön şasi ters çevrilerek eksik kaynaklar tamamlanır ve aracın ön şasisi birleştirme istasyonuna transport edilir (RESİM 13.13).

3. Orta Şasinin Oluşturulması

3.1. İstasyon

Orta alt yapı üst parçalarından olan enine taşıyıcılar saç ile kaynak edilir.

3.2. İstasyon

Orta alt yapı parçasının altına bagaj taban boruları kaynak edilir ve orta alt yapı üst parçasıyla birleştirilir.

3.3. İstasyon

Orta komple alt yapı ters çevrilerek ters ve eksik kaynaklar yapılır. Bu kaynak işleminden sonra orta alt yapı şasi birleştirme istasyonuna transport edilir.

4. Birleştirme İstasyonu

Aracın bugi konsolları referans alınmak şartıyla ön, orta ve arka komple alt yapı hidrolik, pinomatik ve mekanik olarak sıkıştırma işlemi yapan elektronik kumanda kontrol paneli sıkıştırma tertibatına sabitlendikten sonra şasi komple hale getirilir. RESİM 13.14' de birleştirme istasyonu görülmektedir. Bu kaynak işlemlerinde MAG kaynağı kullanılmaktadır. Bugi konsollarının et kalınlığı 8 mm olduğundan bu parçaların kaynağında argon karışımı gaz kullanılmaktadır. Böylece ana malzemenin daha hızlı erimesi sağlanmış olur. RESİM 13.15' de aracın bugi konsollarından sabitlenmesi görülmektedir.

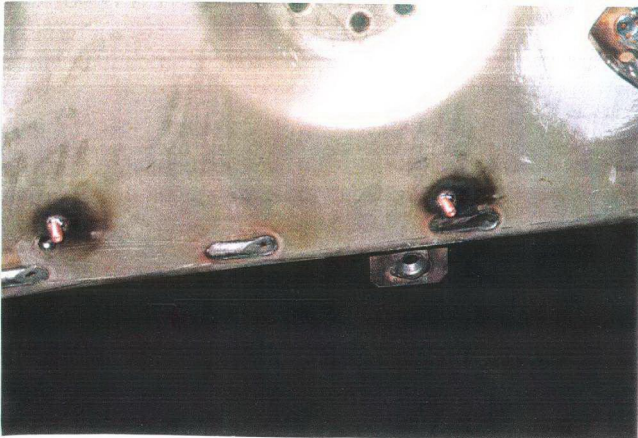
RESİM 13.15

5. İstasyon

Karoseri ters çevirerek birleştirme işleminden sonra yapılmamış olan ters kaynaklar yapılır ve tabandaki diogonal taşıyıcılar kaynak edilir.

6. İstasyon

Karoseriye Schweißbolzen kaynak yöntemi ile kablo kanalı U' ları kaynaklanır (RESİM 13.16). Ayrıca bu istasyonda basamak saçları, koltuk rayları, üst çapraz ve diogonal boruları kaynaklanır. Karoserinin üzerine muhtelif saç kaplama işlemleri nokta kaynağı ile yapılır ve çapaklar taşlanır (RESİM 13.17, 13.18 ve 13.19).



RESİM 13.16



RESİM 13.17

RESİM 13.18



RESİM 13.19

7. İstasyon

Karoserinin bütün boyuna taşıyıcıları, U profilleri ve bagaj taban boruları aracın ortası eksen alınarak otomatik olarak kumanda edilen taşlama motoru ile kesilir (RESİM 13.20).

RESİM 13.20

8. İstasyon

Komple bitirilmiş olan karoseri kalite kontrol elemanları tarafından kontrol edilerek hatalı dikişlerin düzeltilmesi sağlanır. Bu işlemler madde 13.5' deki esaslar göz önüne alınmak suretiyle gerçekleştirilir. Ayrıca bu istasyonda aracın bütün kaynak dikişleri taşlanarak karoseri çapaklardan arındırılır.



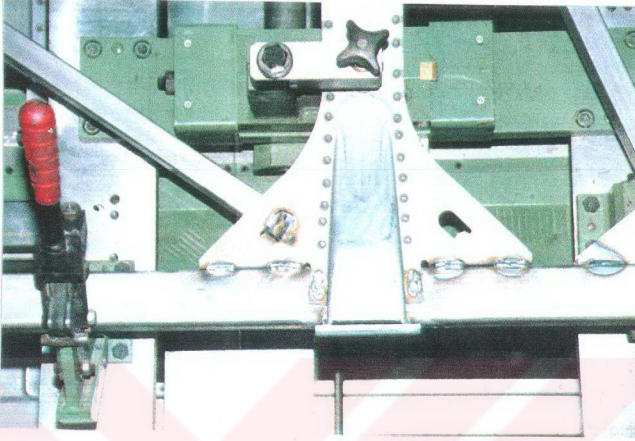
RESİM 13.21. Çatma tertibatına sıkıştırılmadan önce kaynak edilecek parçalar

13.3.2. Çatma işleminin yapılması

Kaynak edilecek parçalar tertibatlara dizilmeden önce RESİM 13.21' de görüldüğü gibi gruplara ayrılır. Sağ ve sol yan duvarlar, ön iskelet ve arka iskelet ayrı ayrı tertibatlara dizilerek kaynak edilir (RESİM 13.22). Daha sonra sırası ile tavan iskeleti, motor odası



RESİM 13.22



RESİM 13.24

üst iskeleti, arka iskelet ve kalorifer tutucuları 10-11 cm dikış uzunlukları ile kaynak edilmektedir. Aracın yan duvarları RESİM 13.23' de görüldüğü gibi kaynak edilir. RESİM 13.24' de karoserinin kaynak işlemi bitirilmiş bir yan duvarı görülmektedir.



RESİM 13.25

Vinç yardımı ile sağ ve sol yan duvarlar, ön ve arka iskelet, tavan iskeleti ve şasi RESİM 13.25' de görülen çatma (DOM) istasyonuna alınır. Bu parçalar tertibatta hidrolik olarak sıkıştırılarak RESİM 13.26' da görüldüğü gibi MAG kaynağı ile birleştirilir. RESİM 13.27' de çatma istasyonunda komple hale getirilmiş iskelet görülmektedir. Band kaydırılmadan önce karoseri üzerinde saç kaplanacak yerler taşlanır (RESİM 13.28 ve 13.29).

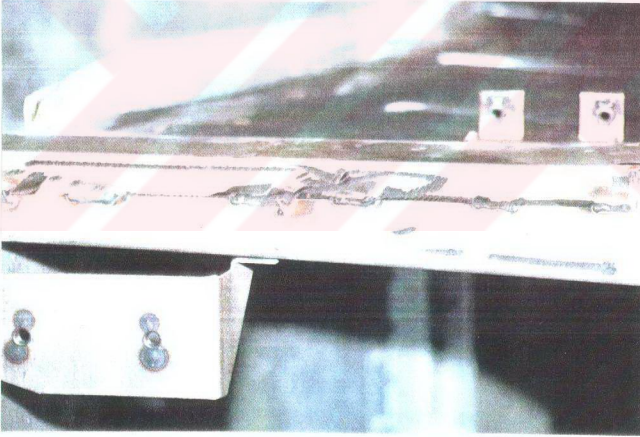


RESİM 13.26



RESİM 13.27

RESİM 13.28



RESİM 13.29

Koltuk -T- leri üstüğü ile silindikten sonra astar boyu ile boyanıp yan duvara kaynak edilir ve basamak boruları boyandıktan sonra kaynak edilir. Bu arada aracın dış kısmında stepne konsol ve tutucuları, çamurluk (Davlumbaz) köşebentleri boyanarak kaynak edilir. Son olarakta akü odası taban parçaları ile radyatör tutucuları kaynak edilir.

13.3.3. İskeletin meydana getirilmesi

1. İstasyon

Bu istasyonda bandın kaydırılmasından dolayı yapılmamış kaynak işlemleri yapılarak araç saç kaplama işlemine hazır hale getirilir.

2. İstasyon

Bu istasyonda şu ana kadar yapılan kaynak işlemlerinden dolayı meydana gelmiş kendine çekmeler doğurultulur. Bu doğurultma işlemi O_2 iletme ve bir masterlama sonrasında çekişme işlemi ile yapılır. Yan cam boşlukları, çamurluk boşlukları masterlanır ve doğurultulur. Aracın kapıları bir şablonla ölçülür ve çekişilir.

3. İstasyon

Bu istasyonda doğurultma işleminden doğan kaynak çatlama ve noksan kaynaklar tamamlanır ve RESİM 13.30' da görülen hava kanalı tutucuları kaynak edilir. Bu arada ön ve arka kapı bode bağlantı parçaları ve bagaj kapağı tutucuları kaynak edilir. RESİM 13.31' de görülen yapıştırma cam köşebentleri kaynak edilir.

RESİM 13.31

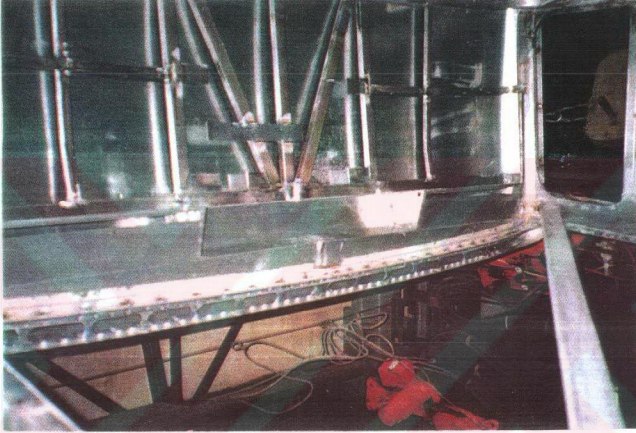
4. İstasyon

Bu istasyondan itibaren sa kaplama işlemi başlamış bulunmaktadır. Bu kaplama işlemi ağırlıklı olarak çene punta makinası ve dayama puntası ile yapılmaktadır. RESİM 13.32' de bagaj taban saçlarının kaynak işlemi görülmektedir. Bu işlemden önce bütün sa kaplanacak yerler bir stp ile silinip taşlanır ve astar boya ile boyanır. Arka tavan sacı



RESİM 13.32

ve ön göğüs sacı araca alıştırılır. Sağ ve sol davlunbaz sacları araca alıştırılarak duvara puntalanır. Bu arada ön tavan sacı (RESİM 13.33) çalışma zorluğu nedeni ile Rutil bazlı elektrod ile elektrik ark kaynağı ile birleştirilir. Bu arada alıştırılmış olan ön göğüs sacında araca puntalanır. Ön ve arka basamak saçlarında araca puntalanır.



RESİM 13.33

5. İstasyon

Bu istasyonda araç Zn yüklü astar boyaya komple girmeden önce eksik kaynaklar tamamlanıp, ısıl işlem ile saçlarda toplama işlemi yapılıyor. Bu işlemi aracın saç kaplanmış bütün yerlerine yaparak bütün boşluklar toplanır. Daha sonra araçtaki bütün çapak ve kaynaktan oluşmuş çıkıntılar zımpara motoru ile temizlenir.

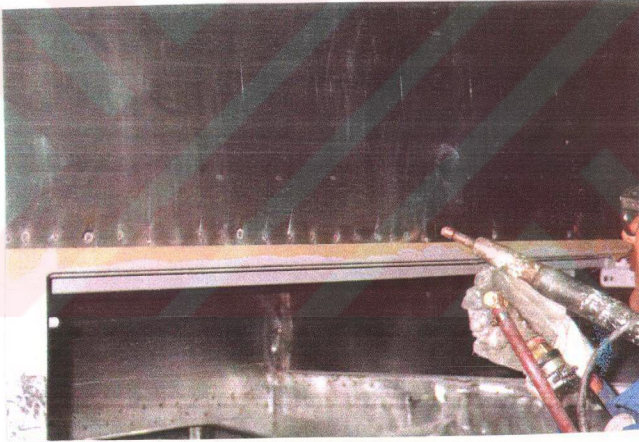
Çinko Yüklü Astar Boya Kabini

Önce aracın üzerindeki demir parçacıkları ve tozlardan kurtulmak için araç basınçlı hava ile temizlenir. Daha sonra araç solvent ile silinip kuru bir bez ile kurutulur. Araçta astar boya gelmesi istenmeyen yerler kağıt ile kapatılır ve aracın üzerine püskürtme tabanca ile çinko yüklü astar boya atılır.

13.3.4. Saç Kaplama İşlemi

1. İstasyon

Bu istasyonda ilk iş olarak tavan saçları kaplanacak olduğu için tavan borularına bütümlü sünger yapıştırılır. Bu arada yan duvarlarda bütümlü sünger yapıştırılır. Bu arada yan duvarlarda bütümlü sünger yapıştırılıp sızdırmazlık özelliği olan punta çekomastiği sürülür. Bu çekomastik çok sürülürse puntalama işleminde akımın geçmesi zorlaşır. Tavan saçları aracın arkası referans alınarak puntalanır ve Cu plakadan yapılmış olan gerdirme tertibatında sabitlenir. Plaka 90° C ye kadar ısınır ve saç bu sıcaklıkta gerdirilerek puntalanır. Daha sonra araca boydan boya punta atılır. Aynı işlem sağ ve sol yan duvarlar içinde yapılır. RESİM 13.34' de aracın yan duvarında saç kaplama işlemi görülmektedir.



RESİM 13.34

2. İstasyon

Arka bombe sacının montajı için iskelete çekomastik sürülür ve bombe sacı yerine oturtularak alıştırılır. Daha sonra RESİM 13.35' de görüldüğü gibi kaynak edilir ve taşlanır. Motor kapağı üst sacı köşebentler kaynak edilir. Bu işlemlerden sonra RESİM 13.36' daki gibi araç komple taşlanıp temizlenir.



RESİM 13.35

ESİM 13.36

3.4 ve 5. İstasyonlar

Bu istasyonlardada eksik kaynaklar tamamlanıp, kaynak dolgu yerleri taşlanır. Özellikle 4 ve 5. istasyonlar kaporta ağırlıklı olarak çalışmaktadır. Oksijen ile tavlandıktan sonra çekileme işlemi yapılarak araç boyahane öncesi macın kabine girmeye hazır hale getirilir (RESİM 13.37).



RESİM 13.37

Boyahaneye girmeden önce aracın üzerindeki bütün delik delme ve kaynak işlemleri bitirilmiş olmalıdır. Çünkü boyahane sonrası yapılan kaynak ve delme işlemleri aracın kaportasında çabuk çürümelere ve görüntü bozukluklarına sebep olur /27/.

13.4. Kaynak işlemi esnasında ve sonrasında meydana gelen hatalar ve bu hataların düzeltilmesi

Şimdiye kadar çelik malzemelerin kaynağında meydana gelen hatalar ayrıntıları ile anlatılmıştır. Bu bölümde özellikle otobüsün kaynağında meydana gelebilecek hatalardan bahsedilecektir.

Kaynak edilecek parçalar bir tertibatda kısırdığı için kaynak işlemlerinden sonra kalıcı gerilmeler oluşmaktadır. Çünkü çeliklerdeki 150 °C' lik sıcaklık yükselmesi tam rijit bir konstruksiyonda dahi kalıcı bir gerilme oluşmasına sebebiyet verir. Bu sıcaklık 300 °C

civarına yaklaştığında konstruksiyonun bünyesinde bulunan kalıcı gerilmeler akma sınırına yaklaşır. Bu sebeple parçalara bir gerilim giderme işlemi uygulanır. Kaynak işlemi esnasında pasolar arasını sıcak tutarak gerilim giderme işlemi pozitif yönde etkileriz.

Ön ısıtmadan kaçınmak için çok pasolu çalışmak, çalışmayı aralıksız sürdürmek, kaynak ağzını geniş tutmak, yavaş ilerleme hızı ile çalışma ve torça salınım vermek gibi önlemler alınabilir.

Kaynak süresindeki ısınma ve soğuma olayı sırasında kaynak metali ve buna komşu olan ana metalin uniform olmayan genleşmesi kaynak sonrasında özellikle tertibata bağlanmamış parçalarda çatlama sebebiyet verir. Çatlama olayını bir çok etmen etkilediğinden çatlama önceden tahmin etmek neredeyse olanaksızdır. Fakat otobüs gibi seri üretim yapılan bir fabrikada çatlama gelebilecek olan bölgeler fevkalade durumlar dışında neredeyse belirli olduğundan bu kritik noktalar için daha önceden açıklanan (bkz. madde 10.4) önlemlere başvurulur.

Kaynak işlemi esnasında ortamın sıcaklık değişimi bile otobüsün boyunda bir sapmanın meydana gelmesine sebebiyet verebilir. Bunu bir örnekle şu şekilde açıklayabiliriz; Kaynak işlemi esnasında 10 °C' lik bir sıcaklık değişimi olduğunu varsayalım

Bu durumda;

$$\Delta l = \Delta t.l.\alpha$$

$$\Delta t = \text{Sıcaklık değişimi}$$

$$\Delta l = 10 \times 12000 \times 12,2.10$$

$$\alpha = \text{Lineer genleşme katsayısı}$$

$$\Delta l = 1,464 \text{ mm}$$

$$L = \text{Aracın boyu}$$

Sonuçtan da görüldüğü gibi metalde meydana gelen 10 °C' lik bir sıcaklık değişimi aracın toplam boyunda 1,464 mm' lik bir genleşmeye sebebiyet vermektedir. Bu sebeple kaynak edilecek ortamda yüksek ısı değişimleri oluşturulmamasına özen gösterilmelidir /10,22/.

Kaynak esnasında özellikle ince saçlarda meydana gelen büzülme ve çarpılmaların nedeni uniform olmayan ısı dağılımlarıdır. Bu sebeple kaynak birim uzunluğu başına ısı girişi asgaride tutulmalıdır.

Otobüsün kaynağında iç gerilmeler birbirini yaklaşık olarak dengelemektedir. Çünkü otobüsün yan duvarlarında kapı ve merdiven boşlukları dışındaki diğer yüzeyler birbirine simetriktir. Kaynakların simetrik durumda olup az çok eşit çekme etkileri yapmaları halinde aynı anda çalışmak yada simetrik olarak dağılmış kısımlar halinde kaynak etmek faydalıdır. Bu sebeple iki kaynakçı aynı anda çalışır ve çatma istasyonunda otobüsün her iki yan duvarında aynı tertibat ve makinalar kullanılır. Bazı durumlarda kaynak işleminde simetrik ve uygun bir kaynak sırası yürütülmesine rağmen kaynaktan sonra parçalarda bir çarpılma meydana gelebilir. Buna sebeple piyasadan hazır olarak satın alınan malzemenin imali sırasında meydana gelen artık gerilmenin malzemenin bünyesinde kalmasıdır. Bu artık gerilmeler kaynak sırasında meydana gelen ısı girdisi ile konstruksiyonda çarpımalara neden olabilir.

Karoseride meydana gelmiş olan çarpılma ve iç gerilmeleri yok etmek için çatma istasyonundan sonra karosere bir çekiçleme işlemini uygulanır. Çekiçleme ile esas kaynaklı parça gerilir ve inceltir. Böylece kaynaklı metal soğurken çekmeden dolayı meydana gelen gerilmeler plastik deformasyon yolu ile giderilir.

Özellikle ince saçlarda ve kalınlığı 6 mm' nin altında olan dikişlerde çekiçleme sureti ile çarpımalardan kurtulunabilir. Otobüsün karoserisinin düzeltilmesinde kullanılan çekicinin yumuşak hatlara sahip olması ve çentik meydana getirebilecek köşe içermemesi gerekmektedir. Çekiçleme işleminden sonra çekiçlenen bölgeler özel şablonlarla kontrol edilerek istenilen ölçülere getirilip getirilmediği belirlenir. Bu olayı takiben kalite kontrol elemanları ve proseste çalışan işçiler dikiş boyunca herhangi bir çatlak oluşup oluşmadığını kontrol ederler.

Saç parçaların kaynaklanmasından sonra üzerinde dalgalanmalar olabilir. Bu dalgalı formu toparlamak için parçaya yerel bir ısıtma uygulanarak ısının etkisiyle sacın elastik olarak genişmesi sonucunda, ısının bir sınır sıcaklığının aşılması ile de plastik şekil değiştirme sağlanır. Bu gevşeme ve kendini çekme neticesinde saç parçada toparlama işlemi gerçekleştirilebilir (madde XI' de çeşitli profil ve saç parçalar için bu işlemlerin nasıl yapıldığı açıklanmıştır) /27/.

Alevle düzeltme işlemi genelde çeliklere uygulanan bir yöntemdir. Bu bakımdan tavlama sıcaklığı 650-850 °C arasında olmalı ve özellikle şu hususlara dikkat edilmelidir.

- Parça 200-350 °C arasındaki sıcaklıklarda çekiçle vurularak doğrultma işlemi yapılmamalıdır. Bu sıcaklık aralığında kırılma ve çatlama tehlikesi vardır.

- 850 °C' nin üzerindeki bir tavlama çeliklerde bu iş için istenmeyen iç yapı dönüşmelerine neden olur.
- Aşırı tavlama martenzitik iç yapı oluşmasına neden olur.
- Tavlanan bölgenin sıcaklığı sürekli olarak sıcaklık tespit tebeşirleri ile kontrol altında bulundurulmalıdır.
- Ortam sıcaklığının -5 °C' nin altında olduğu yerlerde alevle doğrultma işlemi yapılmalıdır.
- Kök pasoları, ters taraftan oyularak kaynakla doldurulmamış olan V ve I alın birleştirmelerine, çentik etkisinden ötürü alevle doğrultma işlemi uygulanmalıdır.

Konu ısıtma ve doğrultma işleminden açılmışken karoserinin imalinde kullanılan malzemelere herhangi bir ön tavlama işleminin yapılmadığını belirtmekte fayda vardır. Çünkü otobüs imalinde kullanılan çelik malzemelerden en yüksek $C_{E\dot{S}}$ sahip olan malzeme Tablo 13.1' den de anlaşıldığı gibi M 22 çeliğidir. Malzemenin $C_{E\dot{S}}$ ' ni 75' inci sayfadaki Dearden - O' Neill formülüne göre hesaplırsak

$$C_{E\dot{S}} = C + Mn/6 + Cr/5 + Ni/15 + Mo/4 + V/5 + (Cu/13 + P/5)$$

$$C_{E\dot{S}} = 0,23 + 0,75/6$$

$$C_{E\dot{S}} = 0,355 \quad \text{çıkır.}$$

En düşük ön ısıtma sıcaklığı 100 °C olup $C_{E\dot{S}}$ ' nin 0,45 olması durumundadır. Bu sebeple karoserinin imalinde hiçbir malzemeye ön ısıtma işlemi uygulanmaz /23/.

Sonuç olarak distorsiyonu asgariye indirmek için tasarım ve planlama açısından mümkün olan herşey yapıldıktan sonra imalat süreci sırasında kaynak işleminin çok sıkı bir şekilde denetimi gerekmektedir. Ancak böylelikle meydana gelebilecek olan distorsiyonlar kontrol altında tutulabilir.

13.5. Karoseride uygulanan kalite kontrol işlemleri.

Karoseri boyaya verilmeden ve daha öncesi ara işlemlerde kalite kontrolden geçmesi için iki sınır düzey vardır.

Bunlar;

-Kalitenin normal kontrol düzeyi,

-Kalitenin minimum kontrol düzeyidir.

Yani karoserinin bantda kaynak ve diğer işlemlerine devam etmesi için yukarıdaki iki kontrol düzeyinden birisi mutlaka sağlanmalıdır. Buna göre kalite de üç gruba ayrılmaktadır:

1. İyi kalite: Normal kontrol düzeyinden geçmiş kaynaklar.
2. Adi kalite: Minimum kontrol düzeyinden geçmiş kaynaklar.
3. Kötü kalite: Reddedilecek kaynaklar.

13.5.1. Kalite kontrol tarafından değerlendirilen kaynak hataları

Her iki kontrol düzeyine göre değerlendirmeye giren kaynak hataları aşağıdakilerdir;

- a-) Çatlaklar = Bu hatalar düzeylerin hiçbirinde kabul edilmez.
- b-) Ergime noksanlığı = Bu hatalarda çatlaklar gibi düzeylerin hiçbirinde kabul edilmez.
- c-) Boşluklar

1. Normal düzeyde: Küçük ve dağınık boşluklar, 150 mm. dikiş boyunun izdüşüm yüzeyinin % 2' sini geçmemek koşuluyla kabul edilir.

2. Minimum düzeyde: Aynı izdüşüm yüzeyinin % 4' ünü geçmemek koşuluyla kabul edilir. Bir boşluğun azami çapı, alın kaynağında sac kalınlığının 0,25 katını fakat hiçbir zaman 3 mm.'yi aşmamalıdır.

d-) Curuf girmesi

1. Normal düzeyde: Dağınık girmelerin toplam uzunluğu, 150 mm. dikiş boyunda 100 mm.'yi geçmemek koşuluyla kabul edilmektedir.

e-) Nüfuziyet noksanlığı = Kaynak ağzı açılmış kenarlarla nüfuziyet tam olacaksa, bunun peşinen açıkça belirlenmiş olması gerekir.

1. Normal düzeyde: 150 mm.dikiş boyunda nüfuz etmemiş toplam uzunluk 20 mm.' yi aşmayacak.

2. Minimum düzeyde: 150 mm. dikiş boyunda nüfuz etmemiş toplam uzunluk 40 mm.' yi aşmayacak.

f-) Nüfuziyet noksanlığının derinliği:

1. Normal düzeyde: Malzeme kalınlığının % 5'ini, maksimum 2 mm.' yi aşmayacak.

2. Minimum düzeyde: Malzeme kalınlığının % 10' unu, maksimum 3 mm.'yi aşmayacak.

13.5.2. Kaynak hatalarının tamir edilmesi

Meydana gelmiş kaynak hatalarının tamir işlemi kısaca aşağıdaki şekilde gerçekleştirilir;

a-) Kaynak dikişinde ya da ana metalde çatlakların bulunması hali:

-Çatlak boyunun saptanması.

-Çatlak boyu artı bunun her iki ucunda saç kalınlığının dört katı bir uzunluk boyunca ergimiş metalin kaldırılması.

-Tahribatsız muayene ile çatlağın tamamen giderilmesinin incelenmesi.

-Yeniden kaynak edilmesi.

-Tahribatsız muayene.

b-) Curuf ve nüfuziyet noktası hali: Homojen olmayan kısmın kaldırılması ve yeniden kaynak edilmesi.

c-) İçbükey kaynaklar, yeterince dolmamış kaynak ağızları ve çentikler hali:Komşu bölümlerin temizlenmesi ve yeniden metal bırakılması /26,27/.

XIV. SUBJEKTİF GÖRÜŞLER, SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çağımız endüstrisinde en yaygın kullanılan metelsel malzeme demir esaslı alaşımlardır. Bu malzemelerin içinde çelikler çok önemli bir yere sahiptirler. Çelikleri bu kadar önemli kılan özellik, çok çeşitli alaşım yapılabilme olanağının yanısıra ısıl işlemler yardımı ile de farklı özellikler kazanabilmeleridir.

Endüstri devriminin başlangıcından bugüne kadar özellikleri ve bileşimleri farklı yaklaşık 4000 çelik türü geliştirilmiştir. Isıl işlemler yardımıyla aynı çelikten elde edilen farklı özellikler de hesaba katılırsa ne denli geniş bir spektrumun ortaya çıktığı görülür. Ortaya çıkan bu malzeme zenginliğinde, bize çelik malzemelerin kaynağında ortaya çıkabilecek sorunlar yelpazesinin ne kadar geniş olduğunu ispat eder. Bu sebeple de çelik malzemelerin kaynağında malzeme, yöntem ve konstruksiyon ilişkisi çok iyi bir şekilde irdelenmelidir.

Bu çalışmanın teorik kısmında çelik malzemelerin kaynak kabiliyetini etkileyen faktörler, kaynaklı parçalara uygulanan muayeneler, kaynakta meydana gelen gerilmeler incelenmiş ve kaynak yöntemi ile birleştirilen çeşitli yapı tarzları ve bu yapı tarzlarına uygulanan muayeneler açıklanmıştır. Çalışmanın gelişme kısmında çelik malzemelerin kaynağında uyulması gereken yeni normlar birleştirilmiştir. Sanayinin son yıllardaki hızlı gelişimi ülkeler arasındaki ilişkilerin yakınlaşmasına neden olmuştur. Bunun neticesinde çeşitli Avrupa ülkeleri kendi milli tanımlamaları esas olmak üzere çeşitli normlar çıkartmışlardır. Bu normlarla kullanıcıya kaynak edecek olduğu malzeme hakkında bilgi vermenin dışında hangi yöntemler ile daha iyi bir kaynak kalitesi elde edebileceği tariflenmiştir.

Çelik esaslı malzemelerde en sık rastlanan hatalar hiç şüphesiz ki distorsiyonlardır. Bu olguyu bir çok etmen etkilediğinden kaynak işleminden önce tahmin etmek neredeyse olanaksızdır. Konstrüktör tarafından, çarpılmayı minimum düzeyde tutmak için tasarım ve planlama açısından mümkün olan herşey yapıldıktan sonra imalat sırasında bunun dikkatle denetimi gerekmektedir. Ancak böylelikle meydana gelebilecek olan distorsiyon kontrol altında tutulabilir. Bu çalışmada teorinin pratiğe uygulanmasında modern bir otobüs fabrikasında çelik malzemelere uygulanan kaynak yöntemleri ve bu kaynakların hangi esaslara göre kontrol edildiği açıklanmıştır. Bu esasla çalışmada incelenen otobüs firmasında kaynak işlemleri mümkün olduğunca tertibatlarda yapılmaktadır. Kullanılan ön montaj tertibatlarının çift yüzeyli ve pinomatik olarak farklı işlevli konstruksiyonlara uygulanması açısından çok fonksiyonludur. Bu bakımdan bu tertibatlar imalat esnasında

flexibilitenin artırılmasını sağlar. Ön montaj tertibatlarında hazırlanan karoseriye ait parçaların birleştirme işleminin hidrolik ve pinomatik olarak hareket edebilen elektronik kontrol panelli tertibatlarda yapılması birleştirme işlemi esnasında sapmaların minimuma indirilmesini sağlar. Bundan başka karoseri imalinde en zor işlemlerden biri olan çatma işlemi tam otomatik olan DOM tertibatında yapılmaktadır. Sağ ve sol yan duvarlar, tavan, ön göğüs ve arka iskelet yine özel tertibatlarla hazırlanarak vinçler yardımıyla DOM tertibatına bağlanır, daha sonra hidrolik ve pinomatik hareketler suretiyle bu parçalar MAG kaynağı ile birleştirilir. Eğer çalışma ortamının sıcaklığında çok büyük değişimler olmazsa boyu 12 m olan bir otobüsteki sapma sadece 2 - 3 mm olur. Bu sapmada uluslararası standartlarda birleştirilmiş olan toleranslar içerisinde kalan emniyetli bir değerdir.

Karoserinin imalinde ağırlıklı olarak MAG kaynağı kullanılmaktadır. MAG kaynağı ile çapaksız kaynak yapmak mümkün olduğundan ve durmadan elektrod değiştirilmediğinden ön hazırlık ve son işlem zamanları eskiden kullanılan MMA kaynağına göre daha azdır. Bunun neticesinde de hem kaliteden hem de işçilik zamanından kazanılmış olunur. Fakat burada unutulmaması gereken olay kaynak işlemi esnasında kaynakçının kaynak kurallarına uyması gerektiğidir. Kaynak esnasında ark enerjisi düşük tutulmalı, torçun eğimi doğru ayarlanmalıdır. Torç ile iş parçasının arasındaki mesafe de fazla tutulmalıdır. Çelik malzemeler, kullanım esnasında meydana gelebilecek olan korozyona karşı korunmak için Zn yüklü astar boya ile kaplanır. Bu astar boyanın gereğinden fazla olması kaynak işlemini zorlaştırdığı gibi ortama zehirli gaz yayılmasını arttırır.

Otobüsün karoserisinde sağ ve sol yan duvarlar, kapı boşlukları ve merdivenler hariç simetriktir. Dolayısıyla meydana gelmiş olan gerilmeler de birbirini nötr ekseninde dengelememektedir. Buna rağmen kaynaktan sonra meydana gelmiş olan kendini çekme kuvvetleri çekiçleme ile giderilir. Böylece metal soğurken çekmeden dolayı meydana gelen gerilmeler plastik deformasyon yolu ile giderilir.

Otobüsün karoserisinde kullanılan çelik malzemelerin içinde en yüksek C değerine sahip olan malzeme % 0.23 C ile M22 çeliğidir. Bu sebeple karoseride kullanılan malzemelerin hiçbirine ön tavlama işlemi yapılmaz. Böylelikle hem işletim masraflarından hem de işçilik zamanından tasarruf edilmiş olunur.

Kaynak işlemlerinden sonra kaynaklı parçalar çok iyi bir şekilde kalite kontrolden geçirilmelidir. Eğer kaynak dikişlerinde hatalar mevcut ise bu hatalar imalat süreci devam ettirilmeden düzeltilmelidir.

Günümüzde Türkiye' de bir çok fabrikada uygulanan kaynak işlemleri ne yazık ki uluslararası standart kurumlarınca belirtilmiş olan standartlara ulaştırılmamıştır. Bu sebeple bazı büyük firmalar kaynak kalitelerini geliştirmek ve ISO 9000' in gerektirdiği standartlara ulaşmak için fabrikalarında modernizasyon işlemlerine başlamışlardır. Bu çalışmanın pratik kısmında konu edilen, bir karoserinin meydana getirilmesinde uygulanan kaynak işlemleri de ISO 9001' e göre tariflenmiştir. Toplu taşımacılığın en önemli vasıtalarından biri olan otobüsünün konforunun yanı sıra emniyet değerlerinin de uluslararası standartlara ulaştırılması gerekir. Bu standartlara da ancak kaliteli malzeme, kalifiye işçi ve imal usullerinin iyileştirilmesi ile ulaşılabilir. Bundan dolayı piyasadan alınacak malzemeler iyi bir giriş kalite kontrol işlemine tabi tutulmalıdır. İmalatta kalitenin iyileştirilmesi herşeyden önce bilinçli bir şekilde çalışan işçi ile sağlanabilir. Bu sebeple imalatta çalışacak işçilerin ISO 9000' in şart koştuğu şekilde üretim yapabilmeleri için iyi bir eğitim almış olmaları gerekir.

KAYNAKLAR

- 1) Schweißtechnisches Handbuch für Konstrukteure
Teil 1 Grundlagen, Tragfähigkeit, Gestaltung
Prof.em.Dr.-Ing. habil.Dr.-Ing.e.h. Alexis NEUMANN
unter Mitarbeit von einem Autorenkollektiv.
DVS - Verlag GmbH, Düsseldorf - 1990
- 2) Fachkunde für Bauschlosser und Stahlbaus Schlosser
Prof. Edwin ROTH, Prof.Dr.-Ing. Bernhard HINRICHSEN
Prof.Dr.-Ing. Erich WIECZOREK
Sellier GmbH, Freising - 1988
- 3) Die europäische Norm für allgemeine Bauschläge DIN EN 10 025 als Ersatz 1992
für DIN 17100.
Deutscher Verband für Schweißtechnik, Jahrbuch Schweißtechnik 1992
- 4) Berechnung und Gestaltung von Schweißkonstruktionen.
Deutscher Verband für Schweißtechnik, Jahrbuch Schweißtechnik 1992
- 5) Handbuch der Schweißtechnik
Werkstoffe Verfahren Fertigung
Jurgen RUGE
Springer Verlag GmbH, Berlin - Heidelberg - NewYork - Februar 1974
- 6) Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt
Verhalten von Schweißverbindungen bei ruhender Beanspruchung.
Fellbach Ders Notlari - 1990

- 7) Handbuch der Kennwerte von metallischen Werkstoffen
Teil 1 , Unlegierte und legierte Stähle
Teil 2 , Hochlegierte Stähle und NE - Metalle
DVS - Verlag GmbH, Düsseldorf - 1990
- 8) Qualitätssicherung im industriellen Rohrleitungsbau.
DVS - Verlag GmbH, Düsseldorf - 1986
- 9) Qualitätssicherung von Schweißarbeiten im Rohrleitungsbau.
DVS - Verlag GmbH, Düsseldorf - 1988
- 10) Tabellenbuch Metall
Europa-Fachbuchreihe für Metallberufe.
Ing. (grad), Ulrich FISCHER
Dipl. -Gwl. Roland KILGUS
Dipl. -Ing. (FH) Bernd LEOPOLD
Dipl. -Ing. (FH) Werner RÖHRER
Studiendirektor Karl SCHILLING
Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH 1987
- 11) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Geschweißte Rechteckrohre.
DBL 4041 Ausgabe 1988
- 12) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Geschweißte Präzisionsstahlrohre ähnlich DIN 2394.
DBL 4043 Ausgabe 1978

- 13) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Warmgewalzte Flachzeuge für Kaltumformung aus perlitarmen
Feinkornstählen.
DBL 4052 Ausgabe 1992
- 14) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Kaltgewalzte Flachzeuge aus weichen unlegierten Stählen
über 3 mm Dicke.
DBL 4053 Ausgabe 1983
- 15) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Kaltgewalzte Flachzeuge mit höherer Streckgrenze zum
Kaltumformen aus perlitarmen Feinkornstählen.
DBL 4054 Ausgabe 1990
- 16) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Kontinuierlich feuerverzinktes Flachzeug.
DBL 4055 Ausgabe 1992
- 17) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Kaltgewalztes Band und Blech aus weichen unlegierten Stählen.
DIN 1623 Ausgabe 1983

- 18) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Allgemeine Baustähle.
Beiblatt zur DIN 17100 Ausgabe 1982
- 19) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Nahtlose Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit.
Technische Lieferbedingungen
DIN 2391 Teil 2, Ausgabe 1982
- 20) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Technische Lieferbedingungen
DIN 2393 Teil 2, Ausgabe 1982
- 21) Mercedes-Benz AG Normung
Daimler-Benz-Liefervorschrift
Geschweißte maßgewalzte Präzisionsstahlrohre.
Technische Lieferbedingungen
DIN 2394 Teil 2, Ausgabe 1982
- 22) Ereğli Demir Çelik Fabrikası
Dökümhane Müdürlüğü, Nisan 1990
Malzeme bileşimleri tabloları.
- 23) Örtülü elektrod ile Elektrik ark kaynağı
Prof. Selehattin ANIK
Prof. Dr.-Müh. Kutsal TULBENTÇİ
Yrd. Doç. Dr.- Müh. Erdinç KALUÇ İSTANBUL, 1991

24) Ark Kaynağı.

Mak. El. Yük. Müh. Burhan OĞUZ

İSTANBUL, 1989

25) Mercedes Benz Türk A.Ş.

Hammade Listesi.

Hazırlayan: O. Usanmaz GEL/DOT 15.11.1993

26) ISO 9001 ve kuruluş içi kalite tetkiki

Mercedes Benz Türk A.Ş.

Kalite Yönetim Müdürlüğü, Mayıs 1994

Cihangir ŞEN

Ethem Göçaydın

Murat BENGÜ

27) Y.T.Ü Makina Fakültesi

İmal Usülleri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Semineri

Bir otobüste birleştirme tekniklerinin uygulanmasının analizi

Makina Mühendisi E. Cem AKYOL

İSTANBUL, 1993

28) MAG kaynağı ile çalışma esasları

Mercedes Benz Türk A.Ş.

Kalite Yönetim Müdürlüğü, İSTANBUL 1993

15.11.1993
KAYIT
15.11.1993

